Проф. Б. И. ДОМАНСКИЙ

Централизованное управление электрическими установками и системами

ОНТИ • ЭНЕРГОИЗДАТ • 1933

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Проф. Б. И. Доманский

Централизованное управление электрическими установками и системами

Допущено Комитетом по высшей технической школе при ЦИК СССР в качестве учебного пособия для энергетических втузов

НБ УДУНТ (ДИТ)

Государственное энергетическое издательство
Москва — 1933 — Ленинград

ЭЭ — 25 — 5 — 3 (2)

От автора

До самого последнего времени не только в русской, но и в иностранной технической литературе не существовало пособия, по которому студент или начинающий инженер мог бы познакомиться с вопросами централизованного управления электрическими установками и системами [1].

Между тем, значение этой отрасли техники для энергетического хозяйства беспрерывно растет.

Настоящая книга представляет собой, таким образом, одну из первых попыток собрать воедино и обработать систематически накопившийся материал, касающийся этой вообще новой области технического знания. Уже поэтому она неизбежно не удовлетворяет многим требованиям, которые хотелось бы ей поставить. В книге описаны только принципы различных устройств и совершенно не могли быть затронуты вопросы конструкции и проектирования. Многое не освещено еще в литературе, и отсутствует достаточный практический опыт, который единственно может дать окончательную оценку всякому техническому устройству. Вместе с тем такого рода книга не может выйти вполне современной: чрезвычайно быстрое развитие излагаемой области и условия печатания делают разрыв между тем, что описано, и тем, что в настоящий момент достигнуто практикой, неизбежным.

Следует, однако, иметь в виду, что в пределах тех целей, которые поставлены, представляет существенный интерес рассмотрение даже и отчасти устаревших конструкций, коль скоро в них заложены те основные идеи, развитие которых обеспечило дальнейший прогресс. Вместе с тем автор считал целесообразным всегда придерживаться конкретных примеров, а не трактовать отвлеченные схемы.

Часть материала, которым автор не располагал ко времени передачи книги в печать (апрель 1932 г.), а также главу о дальноуправлении механическими устройствами, которую решено было добавить позже, пришлось выделить в приложение.

Естественно, что в него могли войти лишь немногие системы.

Вопросы централизованного и автоматического управления тесно связаны между собой. Однако обилие материала сделало целесообразным разделение его на две части. Вследствие этого автоматическое управление явится предметом особой работы.

Автор выражает благодарность редактору Энергоиздата А. Д. Смирнову за внимание, проявленное им к изданию этой книги.

Б. Доманский

---

[1]. Сообщение о выходе в Германии книги M. Schleicher, Die elektrische Fernüberwachung u. Fernbedienung für Starkstromanlagen и. Kroftbetriebe появилось уже после сдачи этой книги в печать.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Предисловие

Централизация и автоматизация управления являются в технике обязательным условием достижения определенной высоты развития. Повышение требований к работе механизмов повышает требования и к их обслуживанию и часто делает невозможным достаточно совершенное выполнение вручную ряда операций в изменившихся условиях работы.

Примером могут служить устройства для защиты и регулирования электрических установок. Автоматизация их была вызвана к жизни невозможностью при ручном обслуживании достаточно быстро реагировать на происходящие в установке изменения режима.

Аналогичные, хотя и несколько иного рода условия создаются при объединении многих станций и сетей в электрические системы.

Управление электрической системой, в особенности при сильной связи между ее частями, требует, чтобы одно лицо имело возможность сразу и одновременно охватить всю совокупность происходящих явлений. Вследствие этого централизация управления становится неизбежной.

С другой стороны, с усложнением установок количество и сложность операций, которые зачастую должны быть произведены одновременно, настолько возрастает, что одному лицу становится невозможным справиться со стоящими перед ним задачами при сохранении элементарных приемов распорядительства и управления. Потеря времени, которая в таких случаях необходима для передачи и объяснений распоряжений, возможность непонимания и перепутывания их делают единственно радикальным и правильным решение прибегнуть к дальноуправлению и автоматизации.

Чем дороже устанавливаемое оборудование, чем ответственнее последствия от нарушения его работы, тем меньше значения имеют становящиеся относительно ничтожными расходы на устройства автоматического обслуживания и тем важнее становится исключить фактор влияния возможных человеческих ошибок.

При создании объединений электрических систем, мощностью достигающих нескольких миллионов киловатт, остаться при старых способах и устройствах управления, приспособленных к отдельной установке, невозможно.

В настоящее время СССР обладает уже целым рядом мощных электрических систем. Мощность некоторых из них, как, например, Москов-

НБ УДУНТ (ДИТ)

ской, Ленинградской, Донецкой, Днепровской, подходит к полумиллиону киловатт. Появление объединений этих систем между собой — дело ближайших лет.

В ближайшем пятилетии мощность этих, а также и ряда более мелких в настоящее время систем сильно возрастет, к ним примкнут еще новые: Средневолжская, Среднеазиатская. Предстоит создание величайшего по протяженности и по мощности Урало-Кузнецкого объединения.

Таким образом во весь рост встанут перед нами задачи организации управления как отдельными системами, так и их объединениями.

Между тем, до сих пор еще вопрос этот не поставлен достаточно широко ни нашими заводами, ни проектирующими организациями.

Подготовиться к решению и этой стороны задачи объединенного электроснабжения необходимо.

Необходимо обеспечить надлежащим оборудованием центральные распорядительные (диспетчерские) бюро объединений, распорядительные (диспетчерские) пункты отдельных систем, передаточные пункты в местах интерконнекции и регулирования, отдельные станции и подстанции, чтобы достигнуть требуемого единства общей работы системы и избегнуть тяжелых последствий его нарушения.

Во многих случаях, кроме централизации распорядительства, целесообразно будет ввести также и дальноуправление:

1) для тех передаточных пунктов, которые являются местами секционирования систем в случае аварий, и

2) в случаях большой разбросанности относительно мелких установок, когда постоянное обслуживание их достаточно высококвалифицированным персоналом слишком дорого и затруднительно по невозможности иметь такой персонал в достаточном количестве.

Для целого ряда операций должно быть введено автоматическое обслуживание, как, например, синхронизация, регулирование напряжения и нагрузки в узловых пунктах и на плановых станциях [1]. Может оказаться целесообразным для ряда подстанций ввести и полное автоматическое управление.

Не следует допускать такого положения, чтобы все это оборудование пришлось ввозить из-за границы. Наши заводы должны озаботиться подготовкой производства новых типов щитов управления, приборов дальноуправления и дальноизмерения и ряда приспособлений для автоматизации работы установок.

В области щитов управления необходима постановка производства:

1) уменьшенных (миниатюрных) щитов американского типа для целей дальноуправления и отдельных станций и подстанций;

2) отображающих схем, светящихся, или иного типа, для центральных распорядительских (диспетчерских) пунктов и больших станций;

3) приборов связи для дальнонаблюдения и дальноуправления типа вращающихся избирателей (дистрибуторов), а также более простых устройств избирательного включения типа избирательной телефонии, или комбинационной системы;

---

[1] Станции, работающие по заранее заданному графику нагрузки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

4) аппаратуры для автоматической синхронизации;

5) автоматических регуляторов напряжения и сдвига фаз для передаточных и узловых пунктов сложных сетей объединенных систем:

6) автоматических регуляторов вырабатываемой и передаваемой мощности для станций и передаточных пунктов;

7) распределительных устройств для вполне автоматических станций и подстанций.

Особо нужно упомянуть оборудование переговорной связи, как, например, высокочастотная телефония по проводам высокого напряжения, дальнопищущая телеграфия и другие средства сношения между командными и управляемыми пунктами, входящие в область связи, разрабатываемую независимо от станционных устройств.

Переходя к рассмотрению отдельных устройств и систем, приходится отметить, что в настоящее время продукция заводов ВЭО даст возможность оборудования только простейших типов ламповой сигнализации. Мы считали бы мало целесообразным следовать пути исторического развития и вводить производство поворотных указателей и сигнальных реле. Последние большей частью конструировались и рекламировались фирмами со специальной целью дополнить ими старый тип командного щита, по существу непригодного для современных задач управления.

Даже при сохранении в командном щите существующего типа распределительной доски и пульта целесообразнее перейти сразу к системе со светящимися указателями, переставляющимися от руки, что и с конструктивной стороны будет более простым и надежным.

Переход к уменьшенному (миниатюрному) типу командного щита по нашему мнению является неизбежным в особенности с развитием дальноуправления. Поэтому разработка соответственных конструкций должна быть проведена в первую очередь.

Это подразумевает необходимость поставить производство миниатюрных измерительных приборов и промежуточных измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Устройство светящихся схем должно быть разработано, так как они составляют необходимую часть оборудования центрального распорядительного (диспетчерского) устройства. Какой тип выбрать, зависит от конструктивных соображений.

Применение светящегося щита управления на отдельных установках не является столь необходимым и должно применяться только там, где экономически этот тип в состоянии будет конкурировать с более простым уменьшенным щитом, обеспечивающим удовлетворительную обозримость установки.

Что касается устройств для дальноуправления, необходимо поставить производство, с одной стороны, избирателей с постоянно вращающейся указательной рукояткой для центральных распорядительных (диспетчерских) бюро, нуждающихся в беспрерывной передаче показаний дальноизмерительных приборов, и более простых устройств для целей дальноуправления, когда установление избирательной связи требуется только по временам.

В области дальноизмерительных устройств необходима постановка производства троякого типа приборов:

НБ УДУНТ (ДИТ)

1) приборов дистанционного измерения для передачи показаний как электрических, так и тепловых, или иного рода величин и данных к центральным командным щитам больших станций;

2) приборов дальноизмерения для небольших расстояний примерно в пределах электрических систем больших населенных центров с радиусом передачи около 100—150 *км*;

3) дальноизмерительных устройств для управления электрическими районными системами большой протяженности и объединениями систем.

Для устройств первого типа, повидимому, целесообразнее всего выбрать одну из систем со вспомогательным источником тока, для второго типа одну из компенсационных систем и для дальноизмерения на большие расстояния одну из импульсных систем, лучше всего одну из разновидностей частотоимпульсного типа с применением тиратронных реле (например фотоимпульсную). Во всяком случае эта система должна давать возможность передачи измерительных данных несущими токами по высоковольтным линиям передачи, а также должна приспособляться и к передаче радиоволнами.

Устройства для предохранения от неправильных включений представляют собой переходную ступень к автоматизации управления. Если рассматривать их как промежуточную стадию, то можно не считать введение их в производство наших заводов первоочередным. Однако нужно считаться с тем, что путем использования таких предохраняющих автоматов можно упростить и удешевить конструкцию распределительных устройств, и тогда их применение окажется целесообразным. Поэтому оставить их совершенно без внимания не следует.

Несомненно также, что и в области парового хозяйства тепловых станций необходимо перейти от полукустарных способов ведения котла к такому же автоматическому регулированию режима его работы, какое осуществляется при работе паровых двигателей. Хотя задача эта значительно сложнее, но уже имеется целый ряд устройств, близко подходящих к ее решению. Работа в этой области должна быть доведена до конца, причем по нашему мнению наиболее правильно итти по пути разработки электрических устройств регулирования. В этом случае легче всего осуществить централизованный дальнодействующий контроль и управление всем станционным оборудованием. Автоматическое регулирование котельной установки должно быть поставлено в зависимости не от давления пара, а непосредственно от нагрузки, чтобы весь цикл производства энергии регулировался бы в зависимости от одного основного фактора.

При разработке проектов следует считаться с тем, что введение новых типов управления, в особенности полной автоматизации, накладывает отпечаток на все проектирование и может вызвать в нем значительные изменения. Так, введение автоматического управления станциями и подстанциями приводит к иному типу одевающих сооружений, давая возможность сократить кубатуру и упразднить многие вспомогательные помещения. При этом могут быть выявлены полностью и экономические преимущества автоматизации. В частности проблема вполне открытой станции может быть разрешена только таким образом.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

У нас иногда высказывается мнение, что централизация и автоматизация управления есть дело будущего, и что у нас преждевременно вводить ее до накопления опыта иностранной техникой. Такого рода взгляды грозят потерей правильной перспективы технического развития. Необходимо считаться с тем, что уже в 1925 г. в Америке одной только фирмой GEC было сооружено около 2 000 автоматических установок. С тех пор в этом направлении сделаны очень большие успехи и в Америке и в Европе (фиг. 1).

В области железнодорожного транспорта, особенно местного, тип автоматической или дальноуправляемой подстанции становится господствующим. Но и в других областях те же тенденции, как видно из графика, проявляются не менее резко.

Мы находимся накануне создания единой высоковольтной сети СССР, несомненно в будущем самой большой высоковольтной сети мира.

Уже в ближайшие годы наши важнейшие промышленные районы будут обладать объединениями сетей, превосходящими по своим размерам и сложности крупнейшие электрохозяйства Америки и Европы.

Ставши первым на путь плановой электрификации, СССР занял уже первое место в мире по быстроте роста производства и потребления электрической энергии.

Размах нашего электростроительства представляется невиданным и несвойственным буржуазным странам.

Вследствие этого целый ряд технических проблем станет впервые именно перед нами, — мы не имеем времени и не должны ждать, пока оправдают себя на опыте чужие успехи и достижения, а должны самостоятельно их решать, иначе качественное отставание нашего электростроительства неизбежно.

В частности управление электроснабжающими системами является одной из таких новых задач, новых не только для нас, но и для идущих пока впереди технически более развитых стран.

Как мы видели, в этой области без введения централизованного дальноуправления и автоматизации нельзя уже догнать иностранную технику, о том же, чтобы без этого перегнать ее, говорить не приходится.

То обстоятельство, что в области централизованного управления и автоматизации и европейская и американская техника находится только у начала развития, налагает обязанность самостоятельной исследовательской работы в особенности на наши научно-исследовательские институты.

Кроме необходимости помочь промышленности в разрешении целого ряда конструктивных и производственных вопросов в связи с выбором того или другого типа из существующих устройств дальноуправления и дальноизмерения перед научно-исследовательскими институтами стоит ряд общих задач в области управления электрическими системами, которые вкратце могут быть так сформулированы:

1. Разработка простой и безошибочной действующей импульсной передачи кодированных распоряжений.

2. Замена существующих реле и переключательных устройств безинерционными, скорость действия которых измерялась бы не се-

НБ УДУНТ (ДІТ)

кундами, а долями цикла, для передачи и выполнения операций управления.

3. Управление и защита электрических систем с помощью несущих токов по проводам высокого напряжения и безпроводное управление по радио. В частности использование усилителей для непосредственной дальней передачи воздействий от радиоцепей на цепи сильного тока.

4. Разработка для связи электрических систем мощных преобразовательного типа устройств, которые дали бы возможность соединять системы различных частот (или одной нормальной, но колеблющейся частоты) без распада связи при относительном колебании частот в связываемых системах.

Мы полагаем, что разрешение всех этих задач лежит в области разработки электронных и термоионных приборов.

Появление мощных регулируемых ионных преобразователей, дающих возможность реверсивно преобразовывать переменный ток в постоянный и обратно, менять количество фаз и частоту, почти мгновенно прерывать мощные потоки энергии, вместе с введением катодных безинерционных реле открывает совершенно новые перспективы в области управления и регулирования электрических систем.

Целью настоящей работы является собрать и обработать основной материал, накопившийся в литературе по вопросам централизованного управления, и тем способствовать изучению и развитию у нас этого дела.

Работа разделена на три части:

I. Централизованное управление отдельными установками (местные командные устройства).

II. Централизованное управление электрическими системами (дальноуправление).

III. Дальноизмерение.

Автоматизации управления будет посвящена особая работа.

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ВВЕДЕНИЕ

Задача централизации управления электрическими установками сама по себе не является новой. Однако в связи с появлением потребности в управлении большими электрическими системами и их объединениями она стала ставиться во многих отношениях по-новому. Вопросы централизованного управления приобрели поэтому особую злободневность, и им уделяется много внимания в журналах и на технических съездах Америки и Европы, а в последнее время и у нас.

Впервые потребность в централизованном управлении возникла, когда с развитием установок переменного тока и повышением напряжений пришлось прибегнуть к масляному выключателю с дистанционным управлением. Введение электрического привода естественным образом привело к тому, что схема электрического устройства распалась на две части: основную, куда вошли проводки, служащие для распределения и направления потока электрической энергии, и вспомогательную, состоящую из проводок — измерительных, защитных, командных, контрольных и сигнализационных. По соображениям безопасности из-за происходивших взрывов масляных выключателей пришлось чисто внешне, территориально, разграничить эти две части распределительного устройства и расположить их в разных помещениях и даже в разных зданиях.

Таким образом выделились особые командные устройства—щиты управления, чем было уже положено начало централизации управления электрическими установками.

Так как эти щиты управления рассматривались как часть распределительного устройства, то долгое время задача проектирования и постройки командных и распорядительных устройств не выделялась в самостоятельную отрасль.

Только в самое последнее время пункт централизованного управления выделился в отдельную установку вследствие возникшей новой потребности создать в одном месте общее объединенное управление многими станциями, подстанциями и раскинутыми на громадные протяжения сетями.

Подобного рода центральные командные (диспетчерские) пункты если даже случайно и устраивались при какой-либо из наиболее значительных станций, все же они явно представляли собой уже совершенно отдельную установку, не связанную с соседним распределительным

НБ УГЛТ (ДГТ)

устройством станции, и их проектирование нужно было рассматривать как совершенно самостоятельную задачу.

Вместе с тем появление этих центральных пунктов управления заставило во многих отношениях приспособить к обслуживанию их потребностей и оборудование местных (станционных и подстанционных) щитов управления.

При дальнейшем развитии централизованных распорядительных (диспетчерских) устройств подчинение им местных командных пунктов стало выражаться все резче и привело наконец к идее о возможности частичного или полного упразднения последних. Централизация, таким образом, привела к идее дальноуправления, а затем и автоматизации местных командных устройств.

Разумеется, перестав быть командными, местные щиты управления не исчезли совершенно, а были заменены механизмами дальнего, или автоматического управления, которые только являются в большей мере уже не частью местного распределительного устройства, а скорее центрального командного пункта.

Таким образом развитие централизации управления привело к тому, что командные устройства выделились в самостоятельную отрасль вновь возникшей области техники — проектирования электрических систем.

В эту отрасль, очевидно, должны войти ввиду их взаимной связи между собой как распорядительные устройства, обслуживающие всю систему (диспетчерские), так и распорядительные устройства, обслуживающие отдельные ее элементы (щиты управления).

Кроме того, местные щиты управления вообще представляют собой первую ступень централизации управления.

1. Соотношение между централизованным управлением и управлением на расстоянии

Как мы уже видели, централизованное управление тесно связано с управлением на расстоянии. В значительной степени эти понятия как бы покрывают друг друга, хотя можно представить себе управление на расстоянии без централизации и централизованное управление без производства каких-либо операций на расстоянии.

В связи с историей развития централизованного управления многие понятия и термины в этой области с течением времени видоизменяли свое содержание. В результате естественного стремления приложить к новым понятиям привычные уже слова, отвечающие хотя аналогичным, но по существу несовпадающим представлениям, возникает много неясностей и неопределенностей. Это делает целесообразным предварительно условиться о некоторых определениях и принимаемой терминологии.

Централизацию управления можно представить себе в четырех вариантах:

I. Управляемые устройства находятся территориально хотя и на известном расстоянии, но столь незначительном, что возможно при желании или в случае порчи командного устройства дублирование (замена) управления на расстоянии непосредственным управлением вруч-

НТБ УДУЭТ (ДИТ)

ную. Такое управление на малых расстояниях в согласии с установившейся терминологией будем называть дистанционным, а соответственные устройства — местными командными устройствами, или щитами управления.

II. Управляемые объекты находятся на значительном расстоянии, так что требуется значительное время или даже специальные транспортные средства для передвижения от пункта управления до управляемых объектов. Таким образом не только невозможно непосредственное воздействие на управляемые механизмы, но и обычные приспособления для дистанционного управления оказываются уже неудовлетворительными. Поэтому операции управления разбиваются на две стадии: центральный распорядительный пункт отдает управляемым командным устройствам на местах только распоряжения, непосредственное же воздействие на управляемые механизмы производится с последних. В данном случае мы имеем еще только централизацию распорядительства, но не управления в непосредственном значении этого слова. Такие устройства мы будем называть центральными распорядительными пунктами (или диспетчерскими пунктами по заимствованной из Америки терминологии).

III. Управляемые устройства находятся вне пределов досягаемости управляющего лица. Однако посредством специальных приспособлений оно получает возможность непосредственного воздействия на механизмы распределительного устройства, как при дистанционном управлении, без посредствующего участия персонала управляемых установок, который в этих случаях может даже отсутствовать. Этот случай мы будем называть дальнодействующим управлением, а соответствующие устройства — дальнодействующими устройствами управления, или дальноуправляющими устройствами.

IV. Работа управляемой станции или подстанции и соответственно всех ее механизмов настолько нормализована как при обычном режиме, так и для случаев его нарушения, что все необходимые переключения и операции по управлению могут быть произведены автоматами. На центральном распорядительном пункте имеется только аппаратура для дальноизмерения и дальнонаблюдения и персонал для приведения в порядок и ремонта автоматических устройств на местах. Этот случай мы будем называть централизованным автоматическим управлением.

Как вариант этого случая, будем рассматривать так называемое «полуавтоматическое» управление, когда пуск в ход и остановка управляемых элементов электрической системы производятся с центрального командного устройства.

Конечно, на практике возможно смешение этих типов друг с другом. Так, нередко встречается объединение местного командного устройства большой станции с центральным распорядительным пунктом системы или объединение центрального распорядительного пункта с дальноуправляющим устройством для части станций и подстанций и т. п.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ЧАСТЬ I

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ (дистанционное управление)

РАЗДЕЛ 1

РАЗВИТИЕ МЕСТНЫХ КОМАНДНЫХ УСТРОЙСТВ — ЩИТОВ УПРАВЛЕНИЯ

2. Элементы командного устройства

Рассмотрение конструкций командных устройств целесообразно начать с местных щитов управления, так как при этом будут рассмотрены вообще основные элементы командного устройства.

В местном командном устройстве различаются проводки:

1) измерительные — к измерительным приборам;

2) защитные — к защитным приборам;

3) проводки управления — к масляным выключателям и другим приборам, служащие для дистанционного оперирования с ними;

4) контрольные (контрольная сигнализация) для дальнего наблюдения за состоянием схемы включений и контроля правильной работы механизмов и их отдельных частей (например, температуры обмоток, подшипников и т. п.);

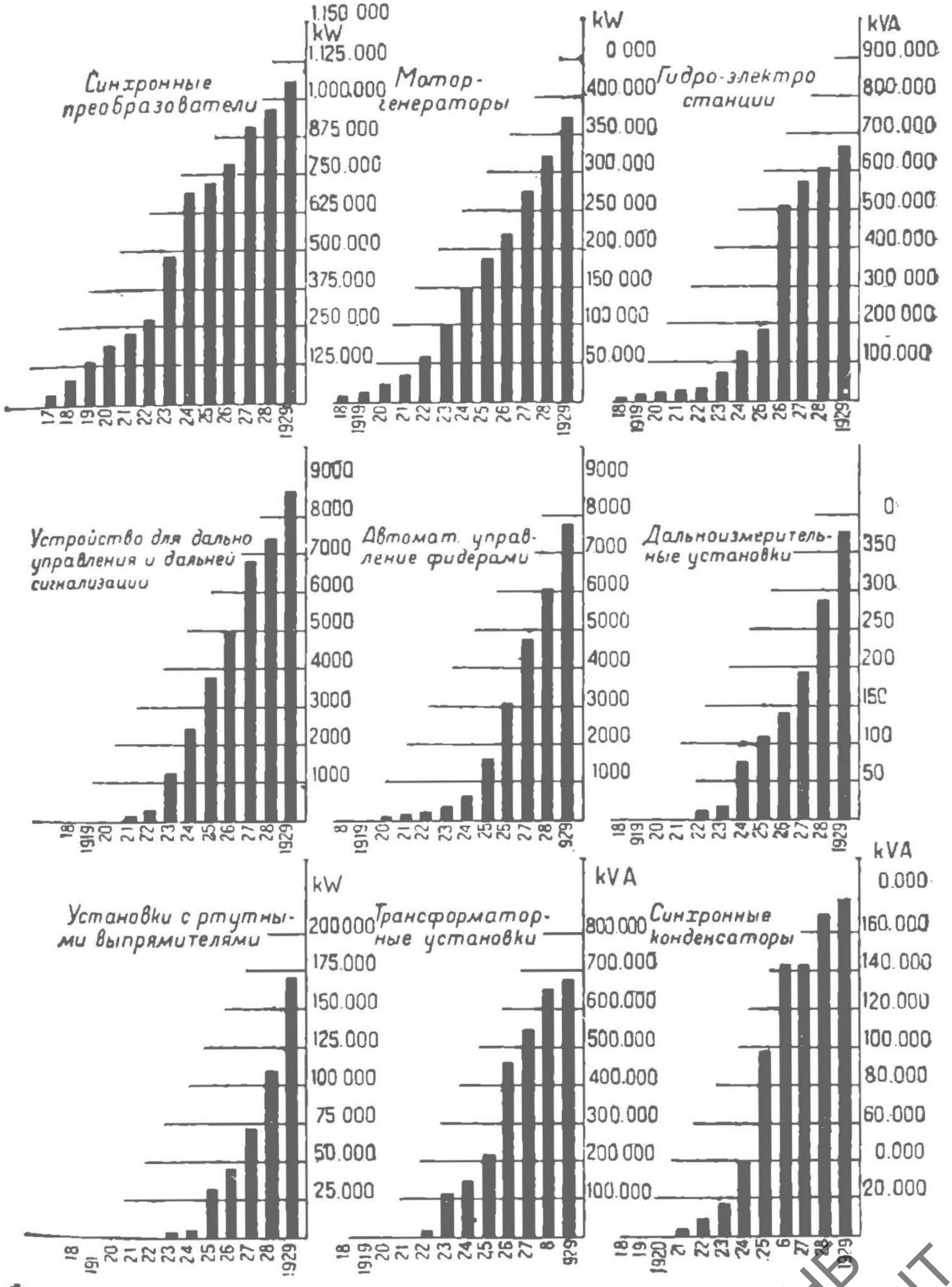
5) сигнализационные (известительная сигнализация), обычно связанные с проводками управления и контрольными и служащие для подачи сигналов в случае изменения состояния схемы или неправильной работы механизмов.

Нас преимущественно интересуют проводки и относящиеся к ним приспособления разделов 1, 3, 4 и 5, как непосредственно связанные с задачами управления. Они неизбежно должны иметь место и при дальнодействующем управлении. Наоборот, проводки п. 2 преследуют особые не связанные непосредственно с управлениями задачи и могут быть выделены из щитов управления, что мы уже и наблюдаем в последних конструкциях.

3. Основные направления в развитии местных командных устройств

Щиты управления установившегося типа развились из первоначальных распределительных досок. Это историческое развитие наложило на их конструкцию определенный отпечаток. Распределительные доски припособлялись к элементарному обслуживанию. Зачастую предполагалось, что машинист, наблюдающий за машинами, производит и необходимые операции по включению и выключению на распределительной доске. Поэтому в ней ценилась массивность и прочность вклю-

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 1. Рост автоматических установок и дальноуправляющих и дальненадзорных устройств в САСШ.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

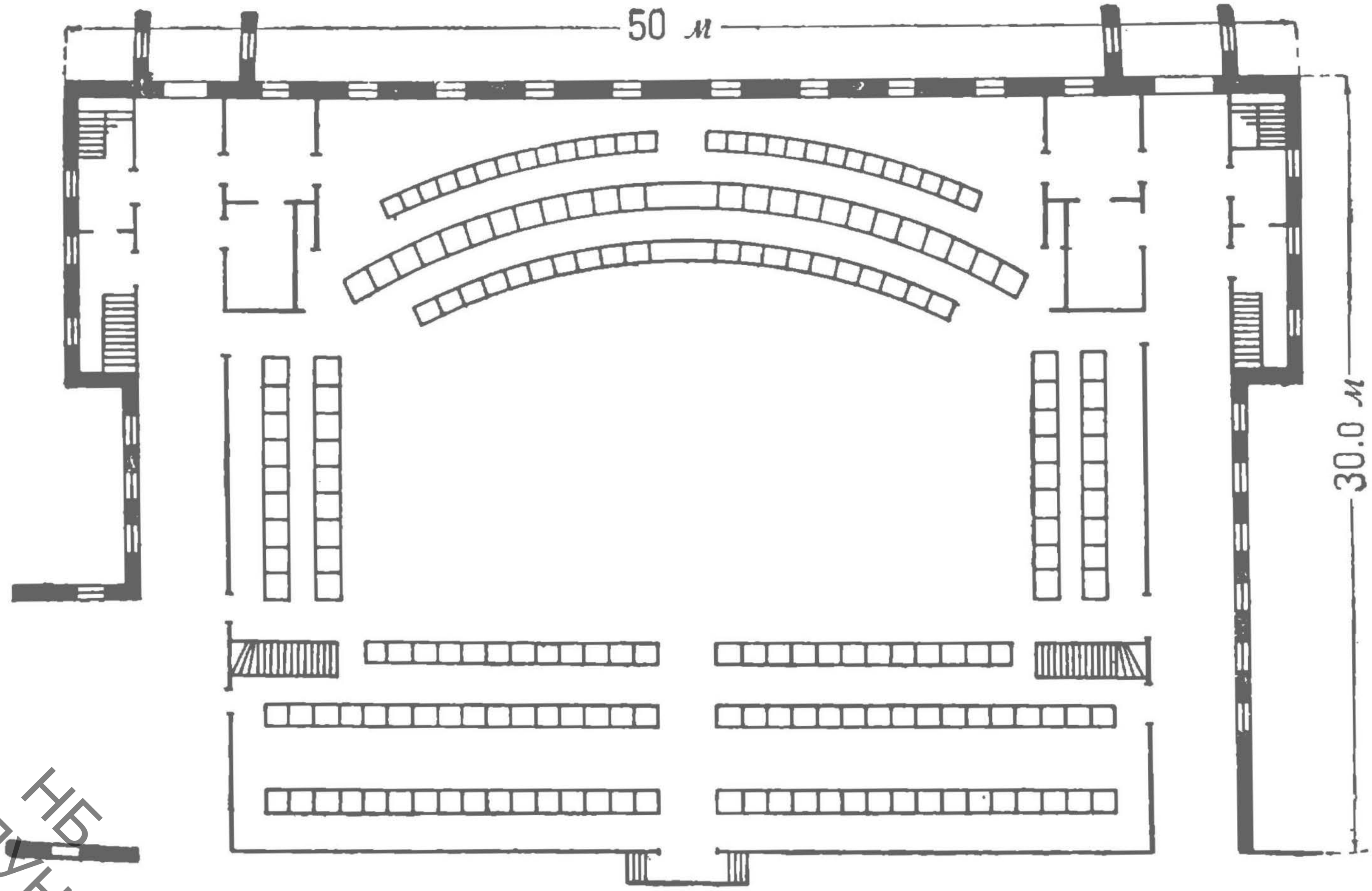
чающих приспособлений, так как предполагавшаяся в обслуживающем персонале привычка к большим физическим усилиям требовала этого психологически; большие размеры шкалы измерительных приборов, чтобы показания их можно было бы видеть и издалека, например, стоя у управляемой машины. Ценился также очень общий вид, так как изготовлявшиеся из мрамора доски служили как бы украшением машинного зала.

Известно, как прочно удерживались подобного рода привычные установившиеся взгляды и как, например, когда машинист уже перестал управлять распорядительной доской и не мог видеть, что происходит на ней, то долгое время считалось необходимым, чтобы по крайней мере электротехник, производящий включения на доске, видел машину, к которой они относятся.

Тем временем размер станций и вместе с тем и их командных устройств так увеличился, что не только не могло быть речи о том, чтобы дежурный электрик видел весь машинный зал и все включаемые им машины, но в конце концов он потерял возможность видеть одновременно даже все приборы обслуживаемого им командного устройства. Последнее стало на больших станциях настолько обширным и громоздким, что щиты пришлось ставить в несколько рядов (см., например, центральное командное Kraftwerk West, фиг. 2) или размещать их в нескольких этажах (фиг. 3, 4 и 5). При этом в последнем случае уже произведено упомянутое выше разделение защитных устройств от командных, и реле вынесены в нижний этаж. В примере, изображенном на фиг. 6, это разделение на два этажа произведено по типу антресолей без промежуточного потолка с целью достигнуть максимальной наглядности и обозримости, какая только возможна для устройств такого типа. Однако, как видно из последней фигуры, обслуживание и при таком расположении все-таки требует двух или даже трех человек. Несомненно, изображенные щиты управления имеют весьма нарядный вид и обычно служат украшением станции, но все же громоздкость их и неизбежно связанные с нею неудобства обслуживания, а отчасти и дороговизна заставляют искать других путей к тому, чтобы в более компактной и обозримой форме дать картину состояния всего распределительного устройства.

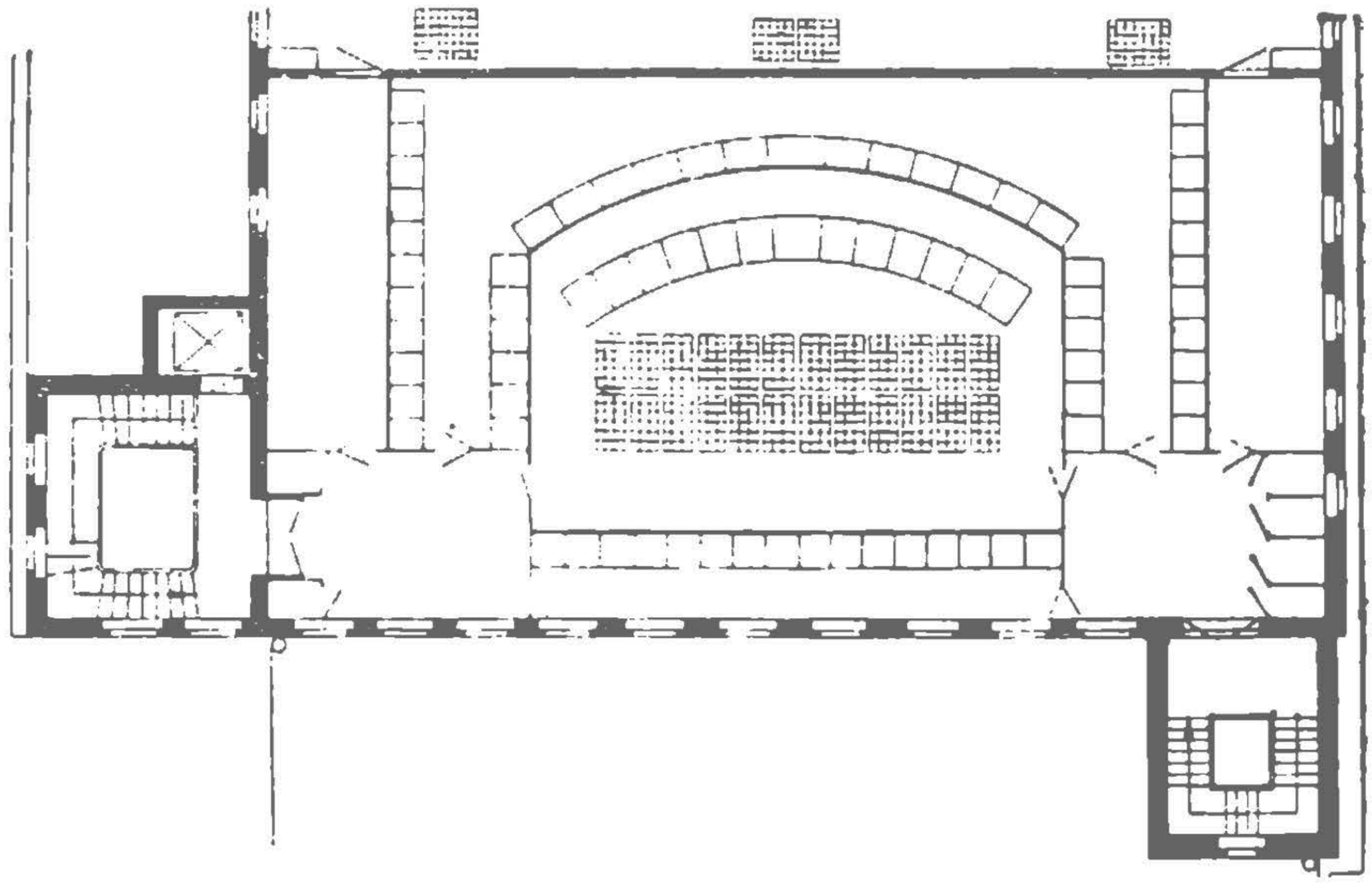
При этом определились два направления. Первое исходит из того положения, что управление современным распределительным устройством есть по существу умственная работа, и потому характер командного щита должен быть приближен к письменному столу. Как идеал это течение выставляет пожелание, чтобы дежурный электрик, не подымаясь с своего места, а только, если понадобится, обернувшись, мог видеть все необходимые показания приборов и произвести все требующиеся переключения. Это течение особенно проявляется в Америке. Второе течение, стремясь сохранить прежний вид и характер щита управления, находит выход в дополнении его еще одним устройством, которое в сжатой и наглядной форме отображало бы в себе состояние установки. Такого рода устройства мы будем называть отображающими схемами. Это течение получило свое развитие, главным образом, в Европе. Ведущими фирмами в этом отношении являются Brown & Boveri и Siemens-Schuckert.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

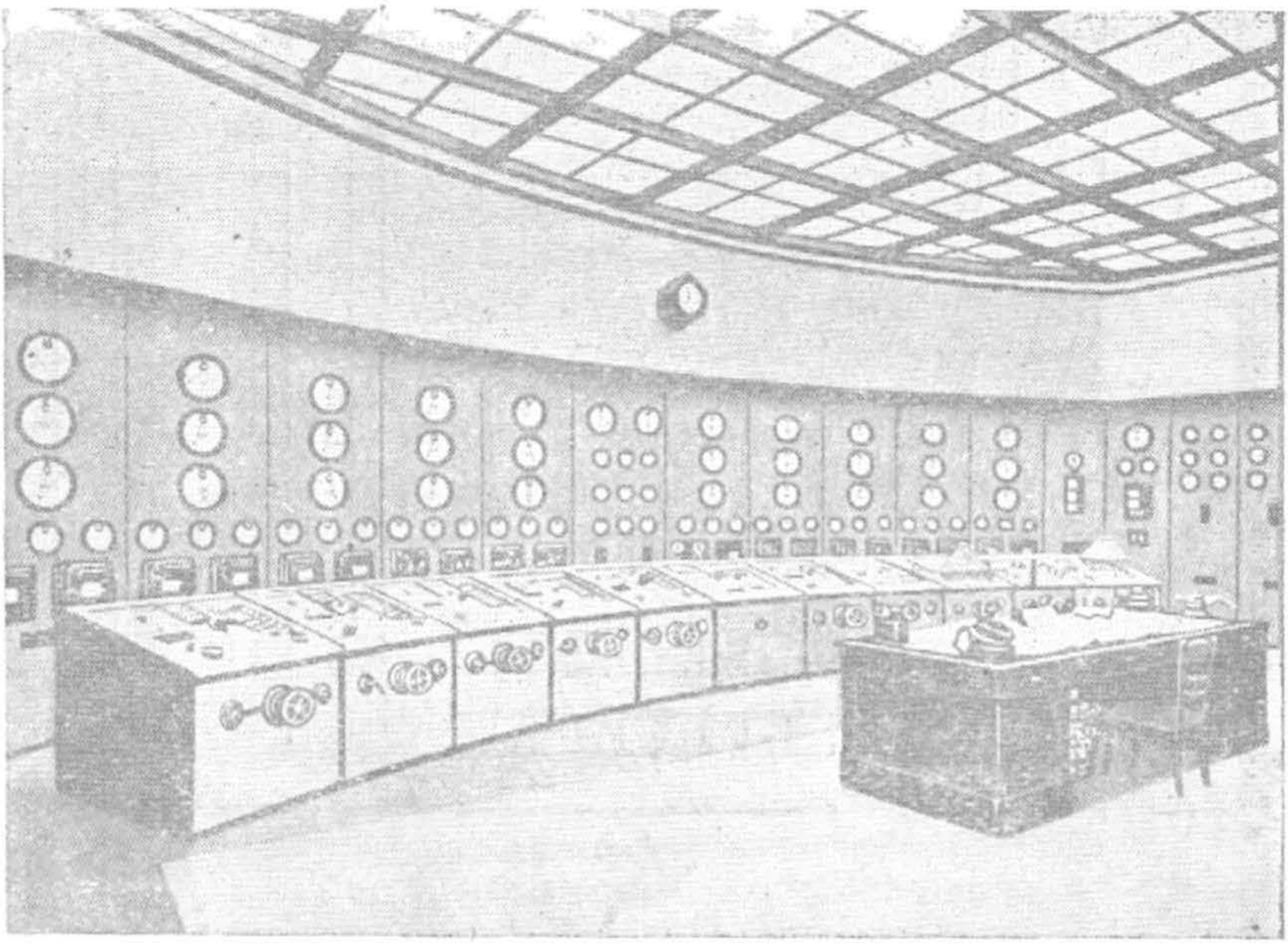


Фиг. 2. Центральное командное устройство берлинских станций «BEWAG».

НБ УДУНТ (ДІІТ)

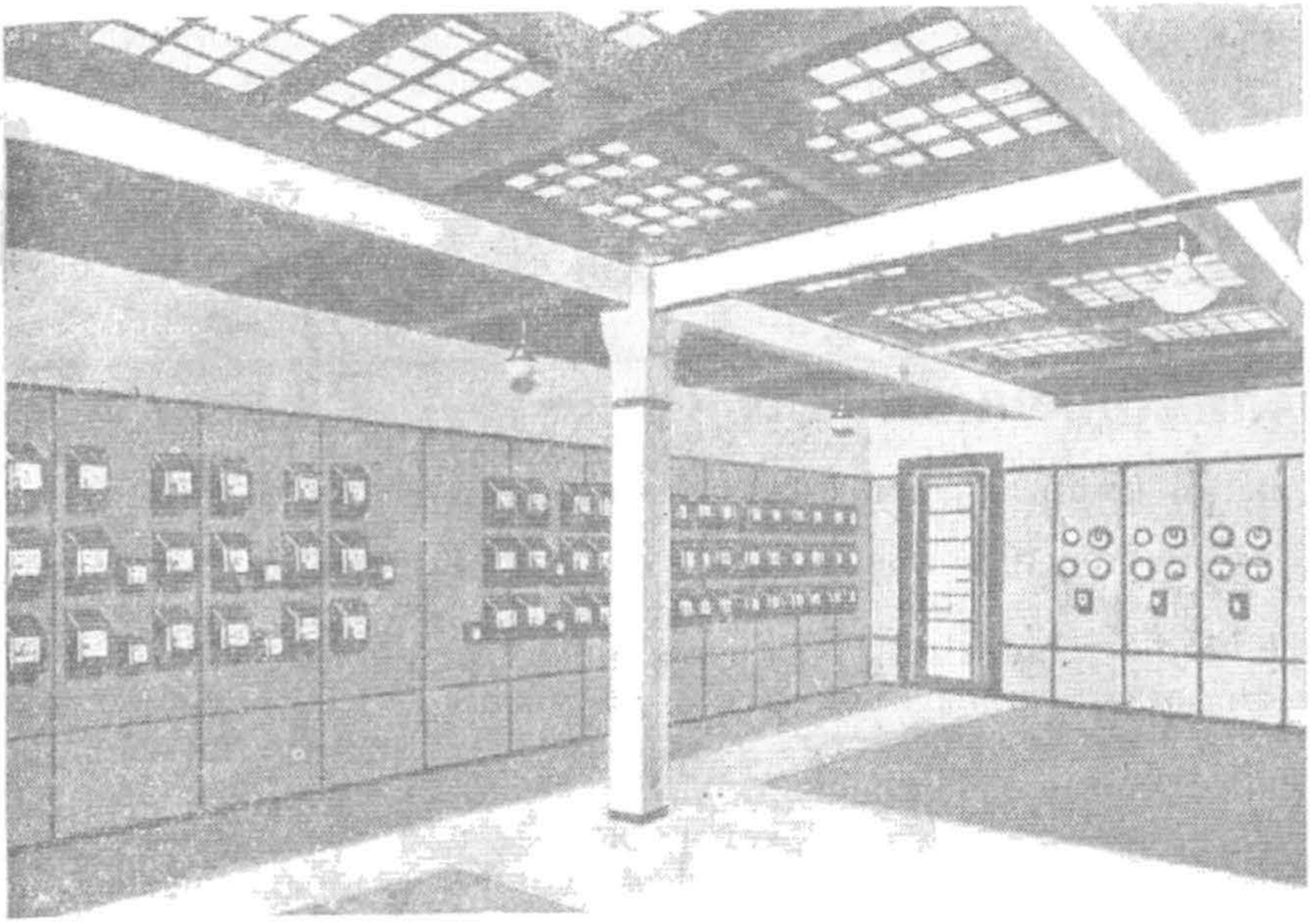


Фиг. 3. План распорядительного устройства станций «BEWAG» в Берлине, расположенного в двух этажах. Средняя часть пола из стеклянных плиток.

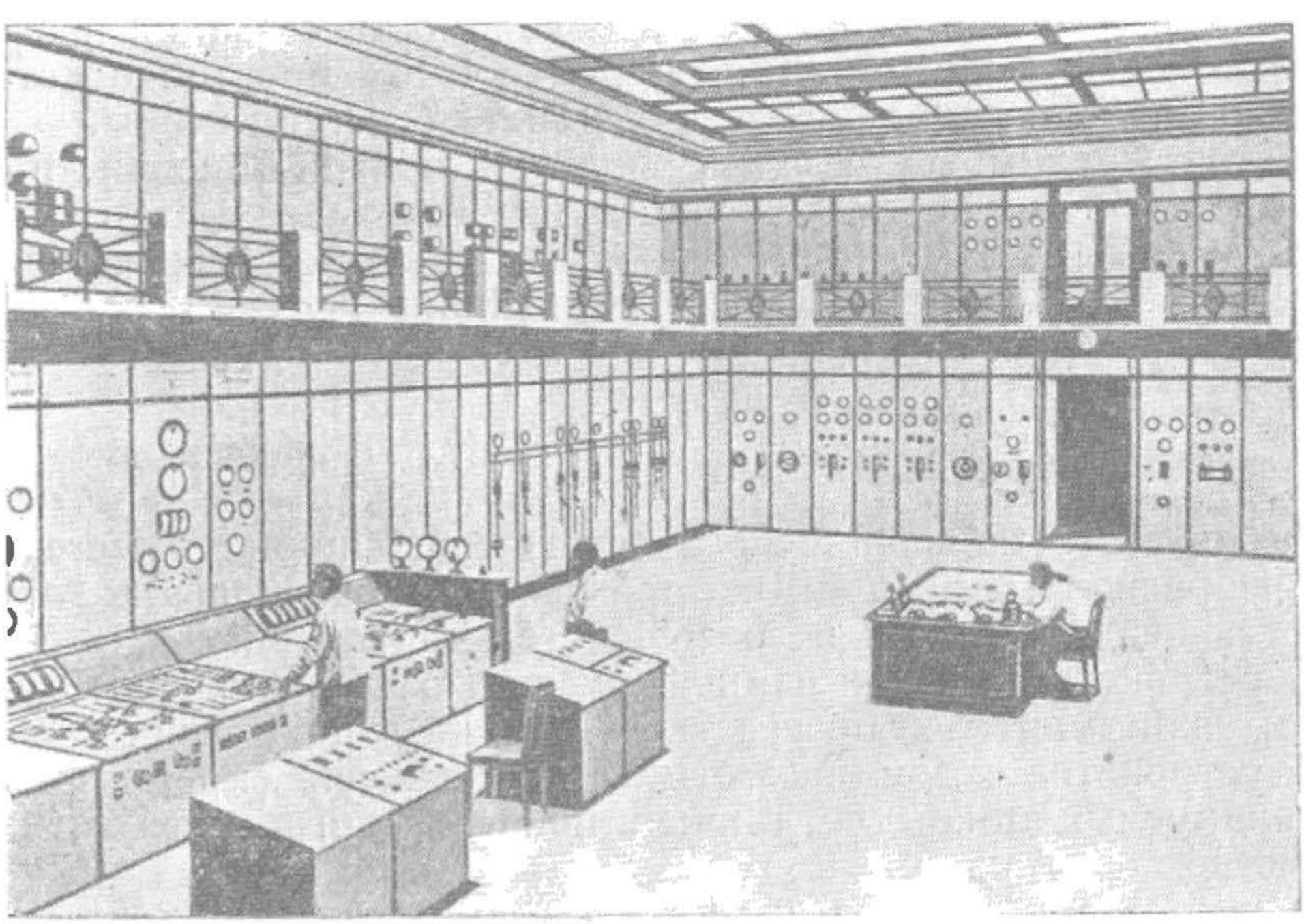


Фиг. 4. Верхний этаж распорядительного устройства, расположенного в двух этажах.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



жний этаж распорядительного устройства в двух этажах. Помещение для реле.



Фиг. 6. Распорядительное устройство станции в Буэнос-Айресе, расположенное в двух этажах с верхним этажом антресольного типа.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Разумеется, с течением времени оба направления получили тенденцию к объединению, так как каждое из них имеет свои слабые и сильные стороны, и сейчас уже имеются примеры конструкций, совмещающих в себе оба указанных способа улучшения обозримости установки.

РАЗДЕЛ II

СИГНАЛИЗАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

4. Развитие контрольных и сигнализационных приспособлений

Коль скоро электрическая станция стала предприятием общественного пользования и объединила у себя разного рода нагрузки, схема ее настолько усложнилась, что стало невозможно удерживать в памяти состояние включений различных частей этой схемы. Перенос же в отдельное помещение масляных выключателей, разъединителей и шин повлек за собой неизбежность принятия каких-либо мер, обеспечивающих возможность определить в каждый данный момент состояние включений, не осматривая и не прослеживая каждый раз все распределительное устройство. Попытки пользоваться для этого журнальными записями, восполнив документацией недостаток памяти, и достигнуть, таким образом, преемственности при передаче дежурств скоро показали всю недостаточность и ненадежность такого решения вопроса при дальнейшем увеличении мощности и усложнении оборудования станций. Это, естественно, привело к необходимости создания постоянной контрольной сигнализации такого рода, чтобы простой осмотр щита управления давал полное представление о состоянии схемы.

Соответственные сигнальные схемы и приспособления, имеющие задачей показать положение масляных выключателей и разъединителей в каждый данный момент, выполняются двух основных типов:

1) ламповая контрольная сигнализация;
2) контрольная сигнализация посредством поворотных указателей.

5. Ламповая сигнализация

Ламповая сигнализация по простоте своей является, естественно, наиболее распространенной. Она применяется в нескольких вариантах возрастающей сложности и совершенства показаний:

1) устройства с одной лампой, указывающие положение выключателей и разъединителей посредством горения и потухания;

2) устройства с двумя лампами, указывающие, кроме положения контролируемых аппаратов, также и повреждения в самом сигнальном устройстве;

3) устройства с тремя лампами — лампы трех цветов: две указывают положения наблюдаемого механизма и повреждение сигнального устройства, третья извещает о перемене положения в схеме.

А. Простейшая контрольная сигнализация. Простейшим является, естественно, устройство с одной лампой. Так как в рассматриваемых нами случаях речь идет об указании только

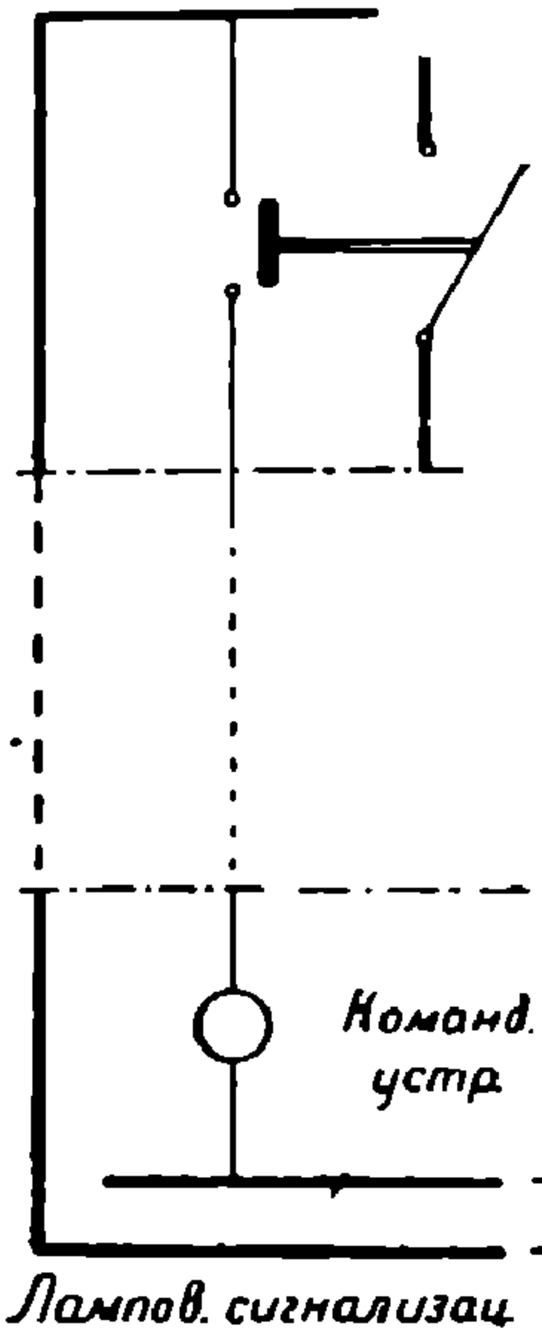
НВ УДУНТ (ДПТ)

двух взаимно исключающих друг друга пол
ключено» для масляных выключателей и раз
выбрать символом одного положения, напр
а для обратного положения «выключено» -

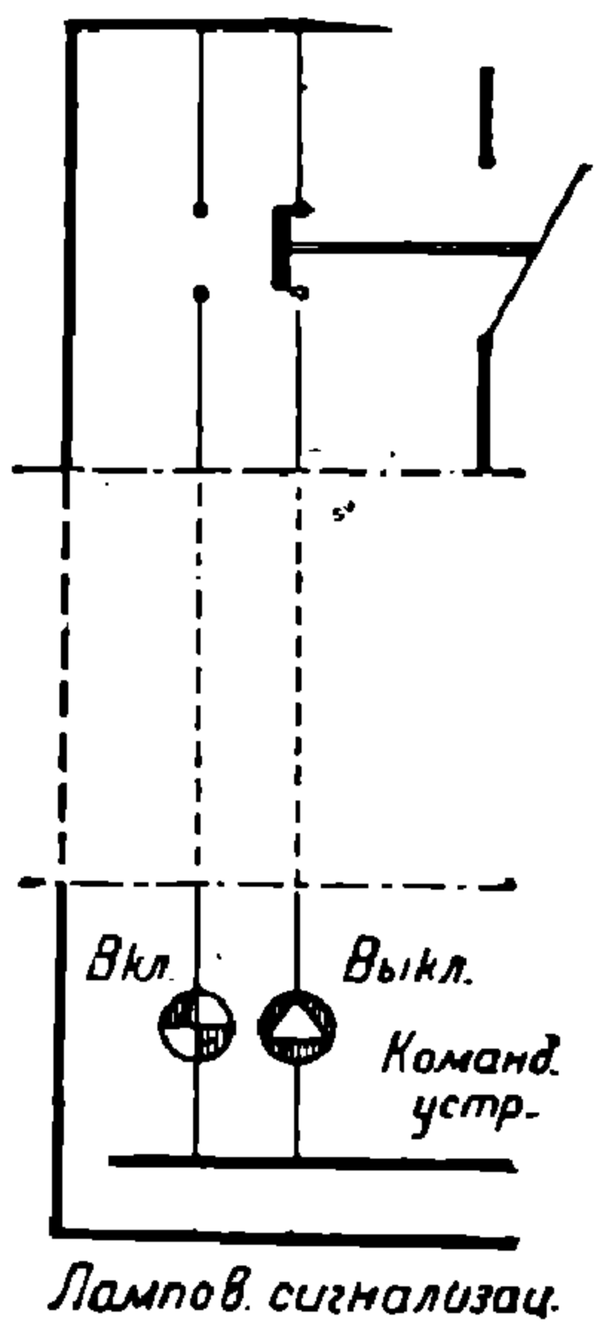
Схема подобного включения поясняет
недостатком является то обстоятельство,
лампы, обрыва проводов, отсутствия напр
нального устройства и т. п. последняя м
а принята как указание одного из полож

ложении контр
чески зажи
обрыва пр
ства это
горящ
на
чт

ях работы, в ка-
всегда должна
ом выключе-
ля, когда
указы-
быть
жны
му



Фиг. 7. Простейшая контрольная ламповая сигнализация со включением на горение и потухание.



Фиг. 8. Контрольная сигнализация двумя лампами, указывающая неисправность сигнального устройства.

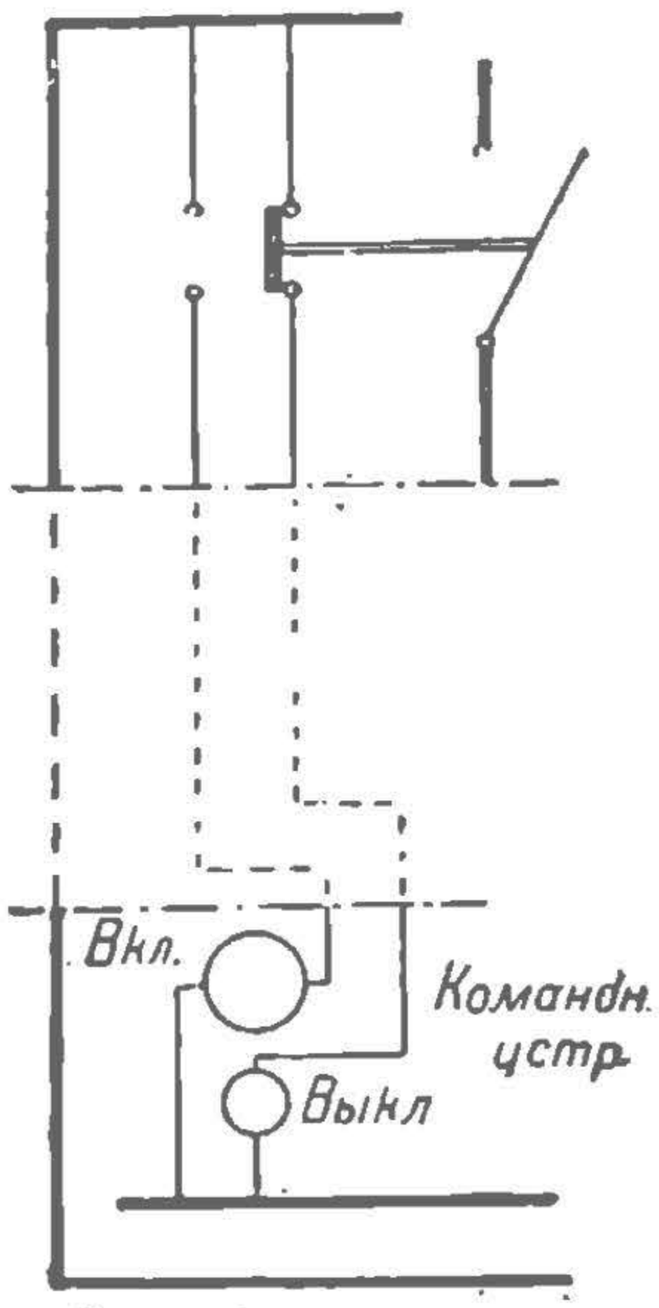
Достоинством этой схемы является кроме дешевизны первоначальной установки то, что в одном из положений, которое может быть принято как нормальное, она совершенно не расходует тока. Но в этом случае как раз особенно сильно проявляется и ее недостаток, а именно в случае неисправности сигнализации переход из нормального положения в противоположное пройдет незамеченным.

Б. Контрольная сигнализация с указанием неисправности сигнального устройства. Для того чтобы контрольная сигнализация давала бы немедленно при перемене положения или надлежащее указание или указание о неисправности сигнального устройства, применяется сигнализация с двумя лампами. Соответственная схема поясняется фиг. 8. В этом случае для указания «включено» выбирается один цвет, например, красный, для указания «выключено» другой цвет, например, зеленый. Включение, как видно из схемы, устроено таким образом, что при данном по-

УДУНТ (ДИТ)

ложении контролируемого выключателя или разъединителя автоматически зажигается соответственная лампа, а вторая гаснет. В случае обрыва провода, перегорания лампы или другой неисправности устройства это скажется либо немедленно, если имеет место повреждение в цепи горящей лампы, либо при первой перемене положения, если повреждена цепь негорящей лампы, так как ни одна лампа не будет гореть, что является сигналом неисправности.

Относительный недостаток этой системы по сравнению с первой, кроме, естественно, большей стоимости, так как требуется двойной комплект ламп и проводов и постоянная затрата тока на горение одной из ламп, состоит в том, что смена цветов менее заметна, чем загорание и потухание. Кроме того, значение цветов может быть перепутано, против чего, впрочем, применяется простое средство, состоящее в том, что на каждой лампе делается надпись, соответствующая ее значению.



Фиг. 9. Сигнализация лампами разной величины, расположенными в два ряда.

Кроме того, предлагается другой способ для устранения возможности спутать значение сигналов: делать лампы разной величины и располагать их в два ряда, как показано на фиг. 9. В этом случае как положение лампы, так и ее величина дают возможность легче запомнить ее значение.

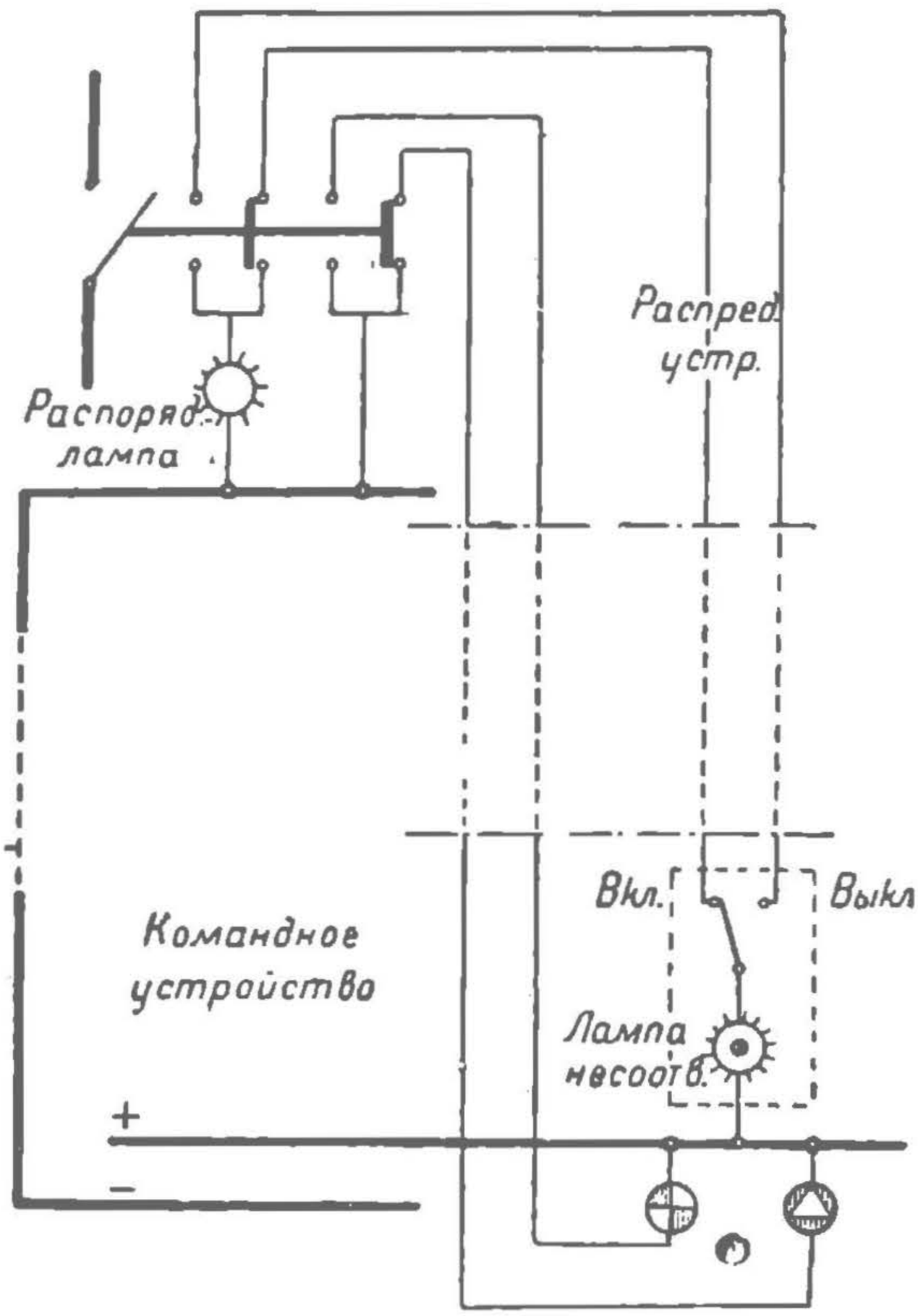
6. Добавление известительной сигнализации к контрольной

Один из вышеуказанных способов сигнализации может удовлетворительно разрешить задачу выяснения состояния схемы установки в данный момент. Однако условия эксплоатации предъявляют еще одно требование, именно выпадение какого-либо из выключателей, что обычно является указанием, что на данной линии что-то неблагополучно, должно быть сразу замечено дежурным. Но при большом количестве выключателей и соответственно большом количестве ламп для него практически невозможно всегда сразу же заметить, какие лампы загорелись или какие погасли, тем более при двойном количестве ламп, где произошла перемена цвета. Между тем, при авариях необходимо быстро и точно ориентироваться в этом. Отсюда возникает необходимость в дополнительной «известительной» сигнализации.

Сигнализация этого рода обычно устраивается прежде всего звуковой, чтобы обратить внимание дежурного на то, что в установке что-то произошло, но, кроме того, нужно дать способ быстро найти то место, где произошла перемена. Для этого служит третья сигнализационная лампа (фиг. 10а), так называемая «лампа несоответствия». Такой лампой снабжается дополнительно к двум основным сигнальным лампам каждый автоматический выключатель, который может

НБ УДУНТ (ДІТ)

самостоятельно выключаться. При нормальных условиях работы, в каком бы положении ни находился выключатель, эта лампа всегда должна быть погашена. Она загорается только при самостоятельном выключении или при включении вручную масляного выключателя, когда включается «известительная» сигнальная цепь. При этом, как указывалось, действует обычно и звуковой сигнал, так как он может быть включен в общую цепь (фиг. 10б). Известительные сигналы должны быть выключаемы, коль скоро они выполнили свое назначение. Поэтому известительная цепь должна быть независима от цепи контрольных сигналов. В этой цепи должен быть специальный выключатель, дающий возможность выключить известительный сигнал по миновании надобности в нем. Однако при этом при следующей перемене положения вновь должно быть обеспечено действие сигнализации. Достигается это присоединением известительных сигнализационных контактов к специальному указателю, который может быть в частном случае соединен с распорядительным контактором (фиг. 10а и 10б). В показанном на фиг. 10а положении масляный выключатель выключен, но указатель стоит на положении «включено» (такая комбинация, естественно, создается при автоматическом выключении). В этом случае лампа несоответствия загорается и будет гореть до тех пор, пока указатель не будет поставлен в правильное положение «выключено». То же самое произойдет, если при положении указателя на «выключено» кто-нибудь в помещении распределительного устройства включит масляный выключатель вручную.



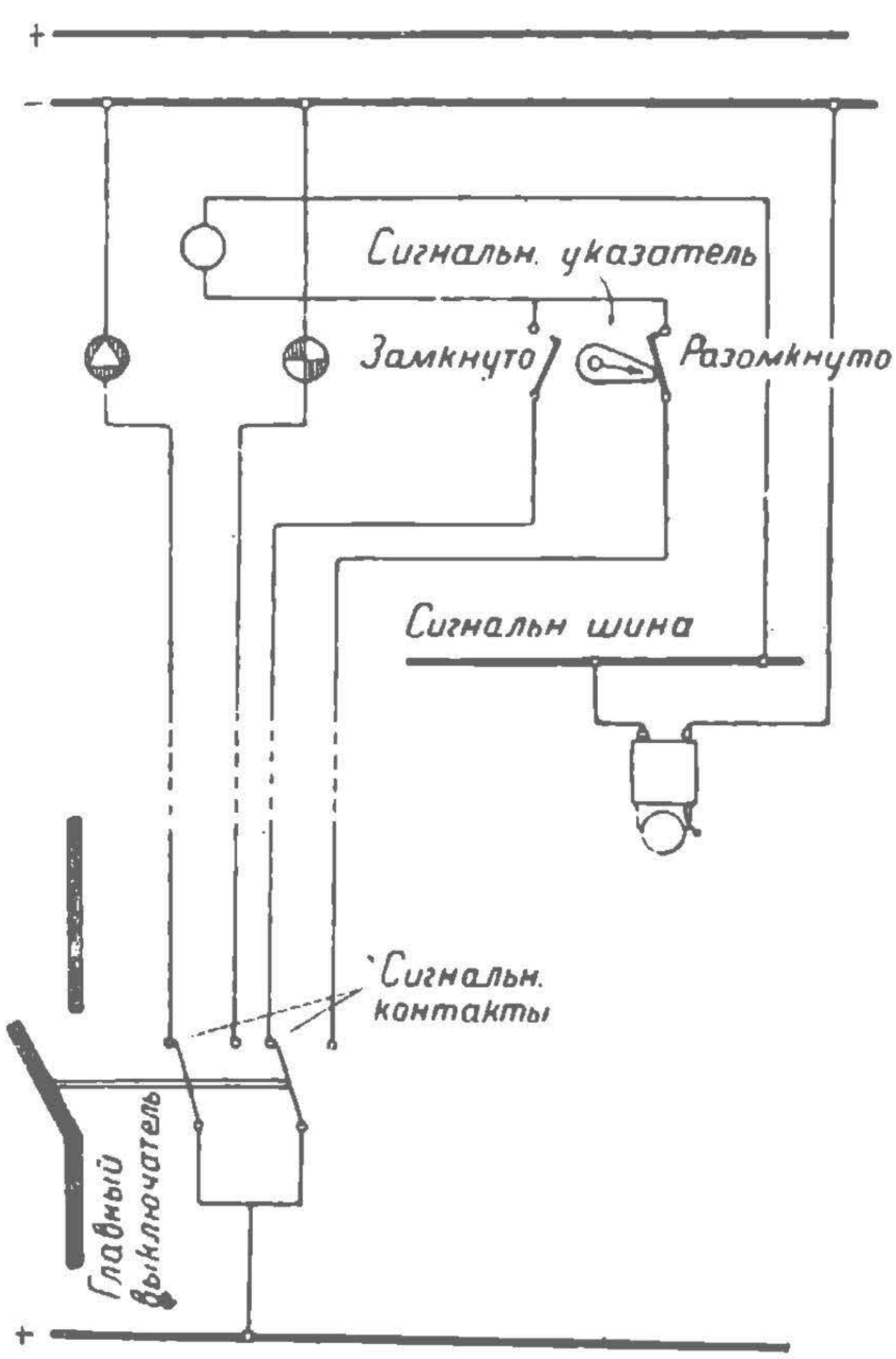
Фиг. 10а. Дополнение контрольной сигнализации известительной «лампой несоответствия».

7. Командная схема

Это обстоятельство дает возможность осуществить обратный контроль со щита управления над операциями, производимыми в помещении распределительного устройства, что особенно важно при операциях с разъединителями, которые обычно производятся вручную. Для этого служит вторая «лампа несоответствия», устанавливаемая в помещении

НБ УДУНТ (ДИТ)

распределительного устройства возле соответствующего выключателя или разъединителя и соединенная последовательно с «лампой несоответствия» на щите. Посылая своего помощника включить разъединитель (или вручную масляный выключатель), старший дежурный ставит указатель на «выключение», обе лампы несоответствия загораются. Когда исполнитель поручения приходит в помещение распределительного устройства, он находит там против соответственного разъединителя горящую лампу. Таким образом ему чрезвычайно просто сориентироваться, что он должен сделать. Как только он исполнил поручение, обе лампы как у разъединителя, так и на щите у соответственного указателя гаснут. Как исполнитель поручения, так и отдавший его убеждаются, что поручение выполнено правильно. Подобного рода лампа несоответствия, помещаемая в распределительном устройстве, получает название «распорядительной лампы».



Фиг. 10б. Дополнение лампы несоответствия звуковым сигналом.

Описанное включение является основой так называемой «обратной квитанционной или подтвердительной сигнализации» в отображающих схемах, с которой мы встретимся далее при описании соответственных систем.

Кроме того, сигнализационное устройство может быть соединено и непосредственно с управляющим переключателем. Примером такого устройства может служить командная и сигнализационная схема ВЭО для дистанционного распоряжения масляным выключателем, изображенная на фиг. 11.

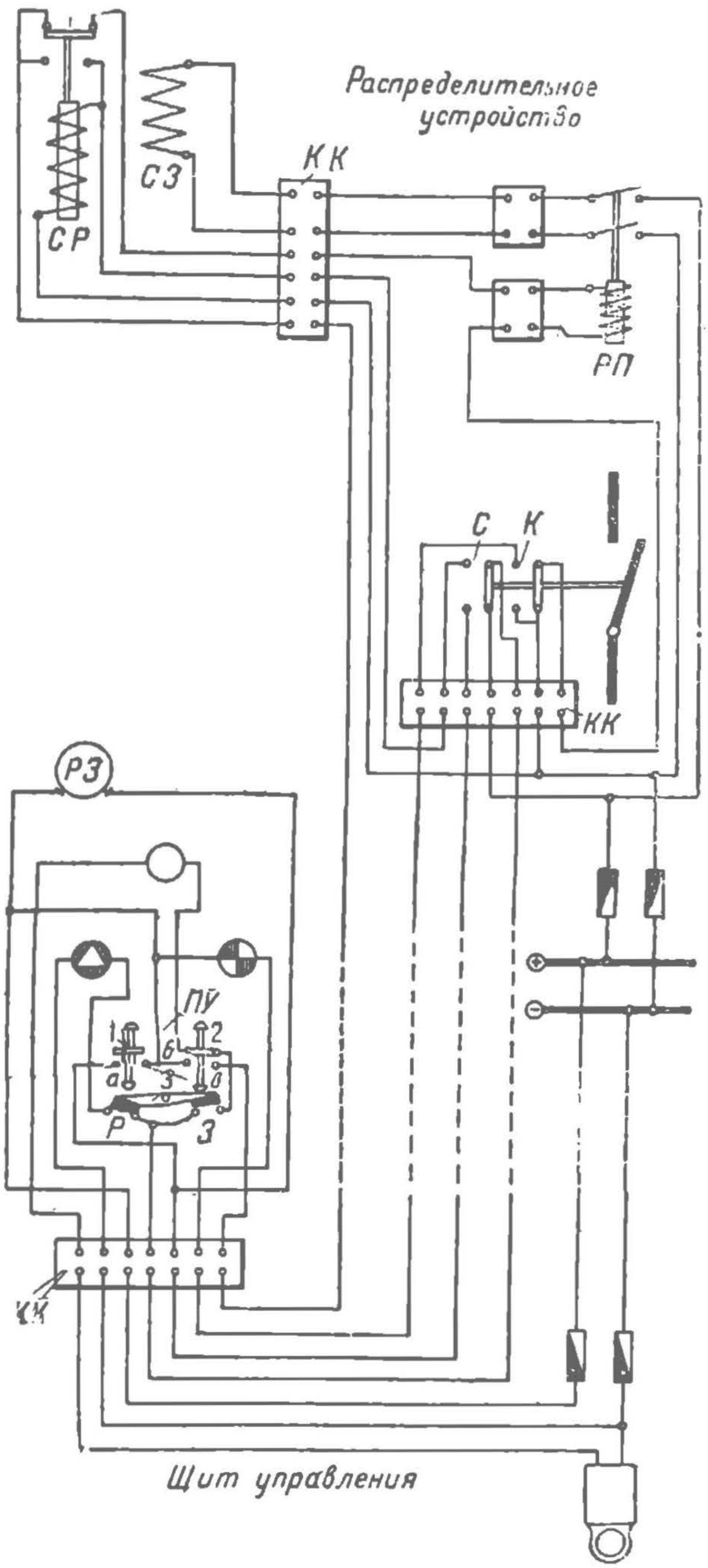
На этой схеме *ПУ* обозначает переключатель управления, *Р* и *З* его положения «разомкнуто» и «замкнуто», *КК* — клеммная дощечка Канненгиссера, *РЗ* — защитное реле, *РП* — реле промежуточное, *СК* — сигнальные контакты масляного выключателя, *СР* его соленоид размыкания, а *СЗ* — соответственно соленоид замыкания.

Переключатель управления *ПУ* состоит из двух кнопок *1* и *2*, которыми с одной стороны замыкаются контакты *а*, *б* и *в*, а с другой — переводится контактное коромысло *3*. Как можно проследить по схеме,

НБ УрГУНТ (ДИТ)

нажатие кнопки *1* и соответственный перевод контактного коромысла служат для размыкания, а нажатие кнопки *2* и перевод коромысла *3* в другую сторону — для замыкания масляного выключателя путем включения соответственных соленоидов. Соленоид замыкания включается не непосредственно, а через промежуточное реле *РП* для того чтобы значительные токи, требующиеся для солсноида включения, не приходилось проводить черсз переключатель управления. Кнопки *1* и *2* по прскращении нажатия возвращаются в первоначальнос положснис, коромысло же *3* остается в том же положении, в которое оно было в последний раз поставлсно.

При таком устройстве загорается лампа несоответствия и подается звуковой сигнал только тогда, когда выключатель размыкастся автоматически защитным реле, так как в этом случае контактное коромысло *3* остастся в положении замыкания. Красная лампа, являющаяся сигналом замкнутого состояния, при этом гаснет, но зеленая не зажигастся до тех пор, пока происшедшая перемена в положении выключателя не будет подтвержлена (квитти-



Фиг. 11. Распорядительный персключатель, соединснный с сигнализационным устройством системы ВЭО.

СР — Соленоид размыкания. *СЗ* — Соленоид замыкания. *РП* — Промежуточное реле. *З* — Замкнуто. *Р* — Разомкнуто.

НБ УДУНТ (ДПТ)

рована) дежурным посредством нажатия кнопки 7. При этом лампа несоответствия гаснет, и загорается зеленая лампа, сигнализирующая разомкнутое состояние. Одновременно выключается и звуковой сигнал.

Из способа действия устройства вытекает, что операции включения и выключения определяются только нажатием кнопок, положение же коромысла 3 определяет только действие сигнализации. Таким образом возвращение кнопки в начальное положение обеспечивает невозможность повторных включений.

8. Добавление линий схемы к сигнализационным устройствам

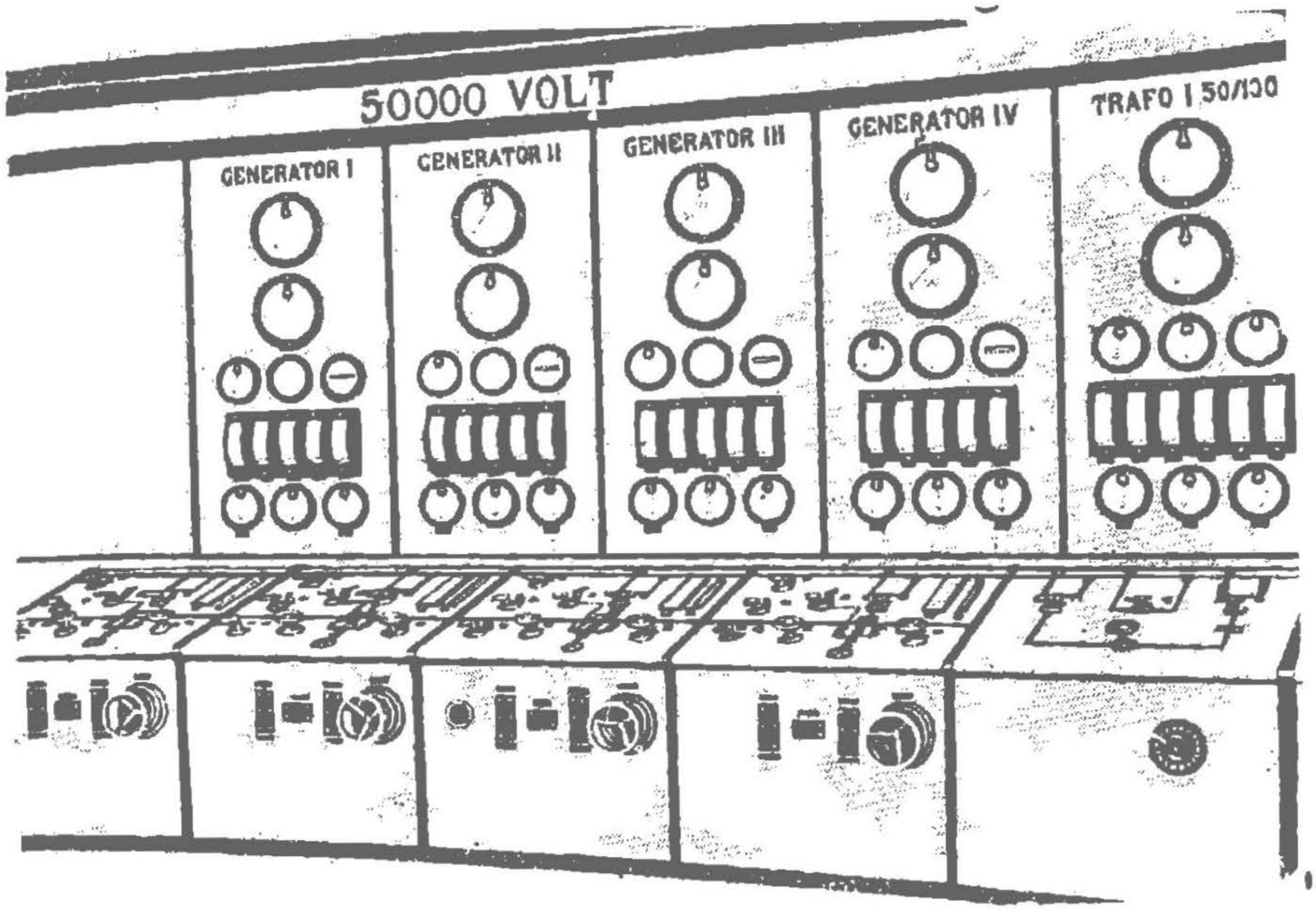
Вышеописанные сигнальные устройства дают возможность судить о положении выключателей в каждый данный момент и даже, как мы видели, дают возможность ориентироваться в непосредственно предшествовавшем состоянии их. Однако, чтобы разобраться в последствиях происшедших выключений и составить себе план действий для восстановления нормального питания потребителей, нужна еще значительная умственная работа, требующая точного знания всех деталей схемы устройства и быстрой ориентировки в последствиях всех возможных переключений. При сложных схемах современных станций проделывать всю эту работу напамять почти так же затруднительно, как запоминать положение всех масляных выключателей и разъединителей. Поэтому естественно приходится прибегать к чертежу схемы станции. Такая схема обычно висит на стене помещения командного устройства, но так как на ней не показано состояния включений в данный момент, то при сложных переключениях дежурный должен еще раз перечертить ее на бумаге или нанести на специальных формулярах положение выключателей и разъединителей. Все это требует времени и затрудняет работу. Поэтому, естественно, явилась мысль, воспользовавшись сигнализационными лампами, добавить к ним нанесенные тут же на панелях распределительного щита линии схемы таким образом, чтобы на тех местах схемы, где должны быть выключатели или разъединители, оказались бы соотвстственные сигнальные лампы. Удобнее всего это осуществляется при однолампповой сигнализации, но может быть с известными усложнениями применено и при двух или трехламповой сигнализации.

Нанесение линий схемы на панели или пульты щита управления значительно облегчает чтение сигналов и помогает до некоторой степени и ориентировке в общем состоянии включений. Выполнить надлежащим образом эту функцию схема, нанесенная на панелях, однако не может вследствие своей раскинутости и необходимости приспособить расположение линий не по соображениям легкости чтения схемы, а исходя из расположения панелей и приборов на них.

Изготовляются линии схемы из латунных, железных или деревянных полос, укрепленных на панелях щита. При применении последних двух материалов они могут быть покрыты соответственной окраской.

Подобного рода устройства можно видеть на фиг. 12 и 13, где линии схемы нанесены отчасти на пульте, отчасти на панелях (слева).

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 12. Щит управления, на пульте которого нанесены линии схемы.



Фиг. 13. Общий вид распорядительного устройства с применением линий схемы на пультах и мертвой мнемонической схемы посредине.

НБ УДУНТ (ДНТ)

9. Сигнализация посредством поворотных указателей

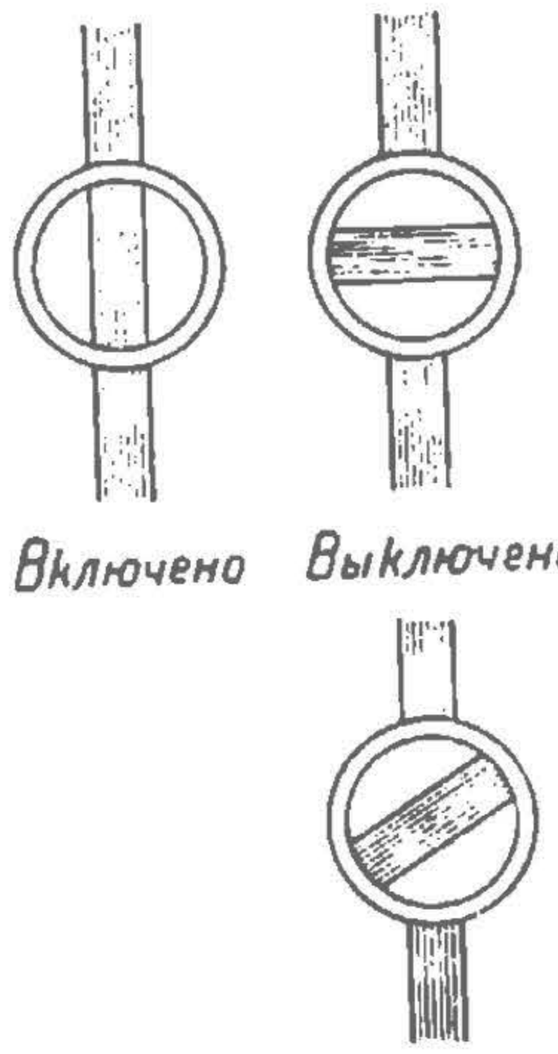
Добавление линий схемы сразу же подчеркивает недостатки ламповой сигнализации. Графическое изображение, которое представляет собой схема, прерывается светящимися точками, или просто пустыми местами, когда лампа гаснет. Еще хуже дело обстоит при двухламповой сигнализации, когда красный и зеленый цвета либо меняют свои места на линии схемы, либо оказываются по сторонам линии. Вообще в сложной схеме при большом количестве выключателей и разъединителей получается такое множество ламп, что от них, как выразился один из германских специалистов, рябит в глазах. Достаточно сказать, что при трехламповой сигнализации на комплектный выключатель с двумя разъединителями потребуется девять ламп. При двухламповой системе все-таки шесть ламп. Помимо всего прочего горение множества ламп представляет собой значительную затрату сравнительно дорогой энергии от служебной батареи.



Фиг. 14. Принципиальная схема включения поворотного указателя с одним электромагнитом.

Все эти обстоятельства привели к разработке ряда систем другого типа сигнализации, а именно с поворотными указателями.

Поворотный указатель специально приспособлен для применения его совместно со схемой. В простейшем виде он представляет собой поворачивающийся кружок, на котором нанесена черта, по своей ширине соответствующая толщине линий схемы, в которую указатель встраивается. Фиг. 14 дает пояснение способа включения в сигнализационную сеть такого указателя. Железный якорек, с которым скреплен указатель, устанавливается под действием электромагнита в одно из двух взаимно перпендикулярных положений. Во второе положение он устанавливается пружиной. Такое включение имеет тот же недостаток, что и одноламповая сигнализация, т. е. не указывает неисправности самого сигнального устройства. Для того чтобы достигнуть этого, указатель должен иметь возможность занимать три различных положения: одно, направленое по черте схемы, есть положение включения, другое поперек (под углом 90°)—положение выключения и третье—положение неисправности под углом в 45°, в которое указатель становится при отсутствии тока в катушках или при равновесном их влиянии (фиг. 15).



Фиг. 15. Различные положения поворотного указателя.

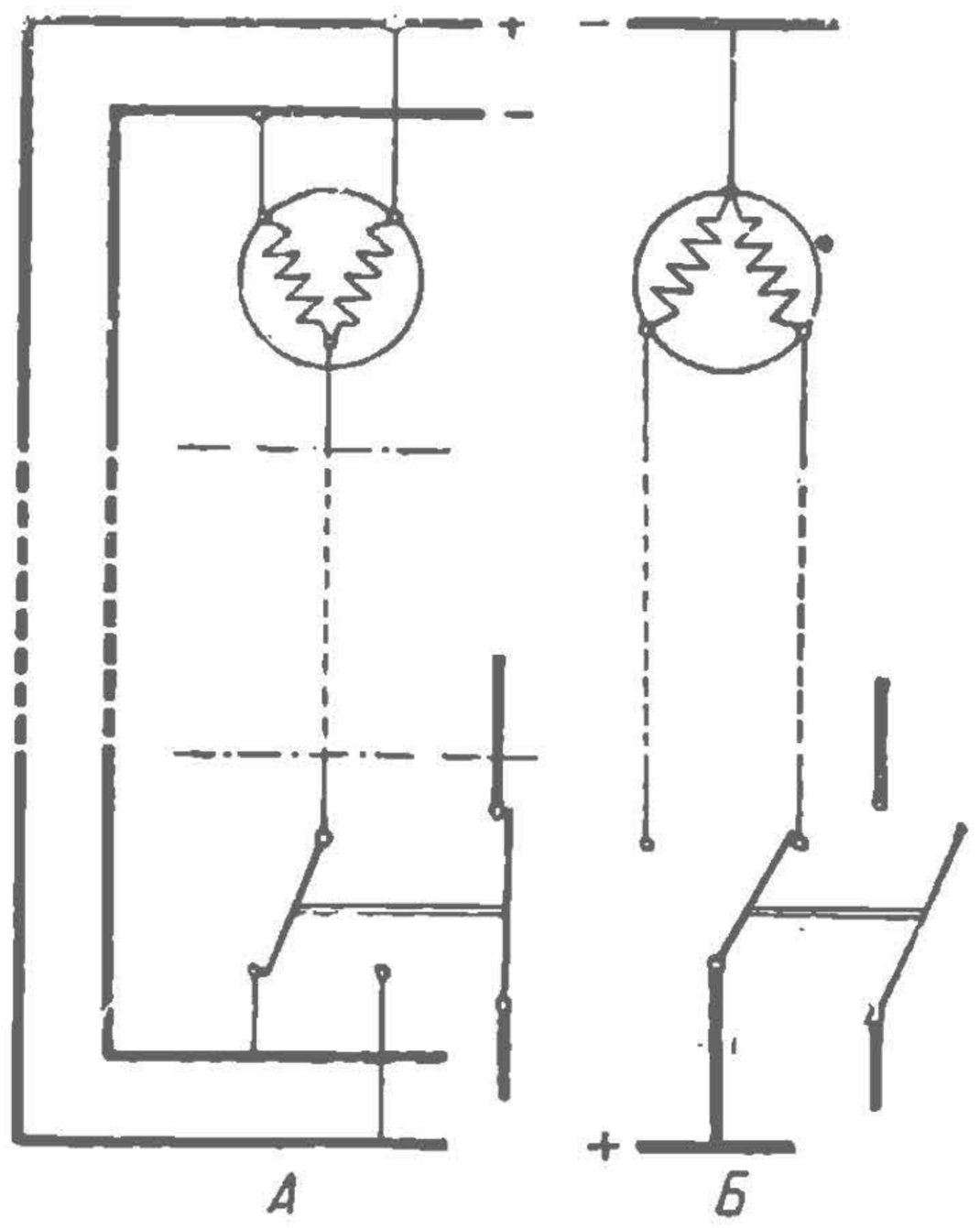
Для этого служит включение с двумя катушками, причем оба рабочие положения, вдоль и поперек линии схемы, занимаются под воз-

НБ УДУНТ (ДІТ)

действием одной или другой катушки. Третье же положение неисправности выключатель занимает под воздействием пружины.

Возможны две схемы включения данного рода указателей, изображенные на фиг. 16.

Первое включение *А* имеет то очевидное преимущество, что требует для каждого указателя только одного провода. При большем количестве указателей это может дать значительную экономию в стоимости устройства. Однако этому противостоят столь серьезные недостатки, что на практике очень редко решаются на ее применение и предпочитают более дорогую схему с двумя проводами. А именно при схеме *А* оба магнита включены все время между полюсами источника тока, и каждый из них, при отсутствии соединительного провода, получил бы половинное напряжение. Таким образом действие их должно уравновеситься. При этих условиях пружина должна ставить указатель в положение, указывающее неисправность. В действительности очень трудно получить равное действие катушек и четкую установку указателя. Кроме того, при значительном расстоянии от сигнальных контактов выключателя до катушек указателя оказывает значительные влияние падение напряжения в проводах, и опять-таки получается неточная установка указателей.



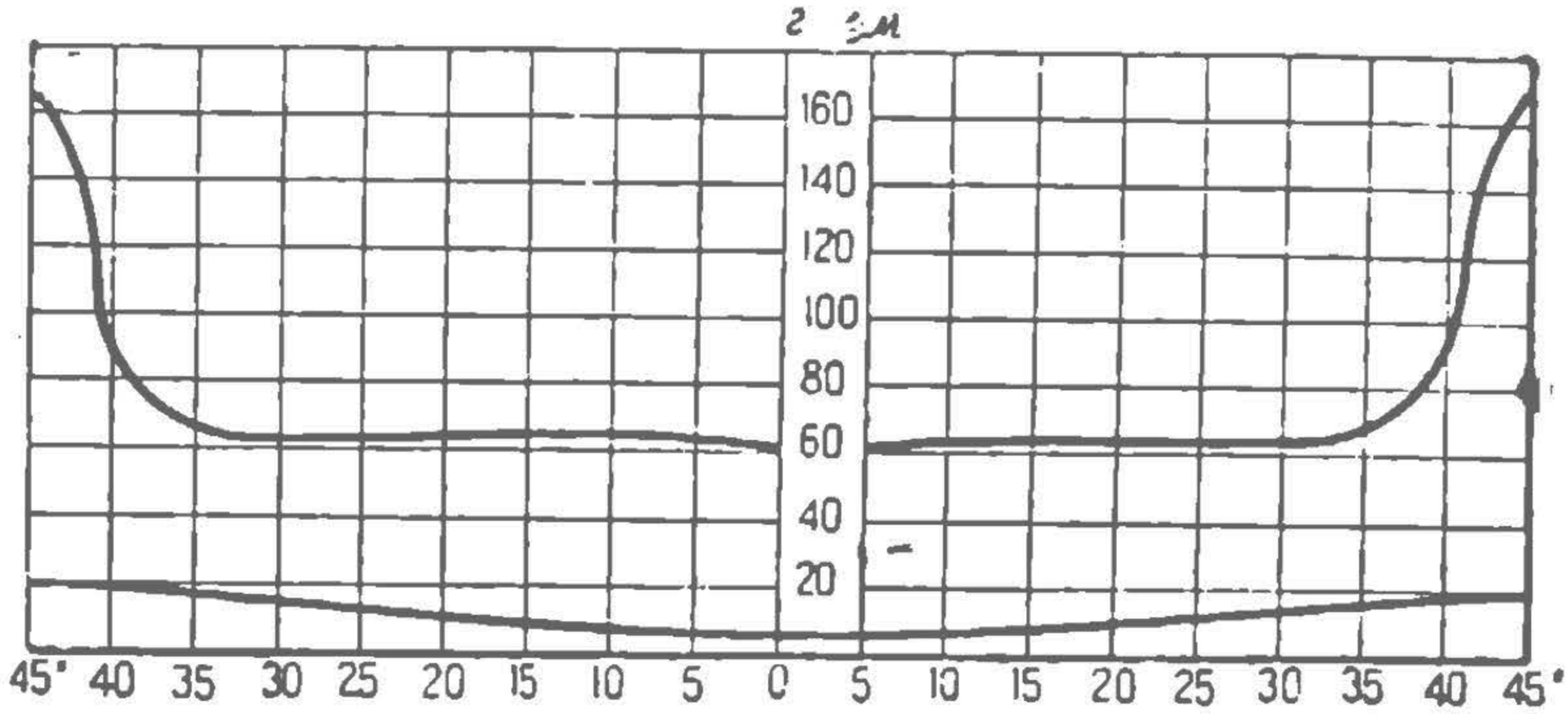
Фиг. 16. Схема включения поворотного указателя с двумя электромагнитами.

При двухпроводном включении ток проходит только в одной из двух катушек, что дает четкую установку в обоих рабочих положениях.

Для того чтобы указатели действовали вполне надежно, необходимо, чтобы они имели возможно больший избыточный поворотный момент. Под избыточным вращающим моментом разумеется разность между вращающим моментом электромагнита и противодействующим вращающим моментом пружины плюс трение. Чем больше избыточный момент, тем надежнее действуют указатели, независимо от качества ухода за ними, запыливания и загрязнения. Кроме того, такой достаточный избыточный момент должен иметься не только в крайних положениях, но на всем пути поворота указателя. Первое время применялись указатели с вращающим моментом порядка 2 —5 *гсм*. Так как опыт показал, что такие устройства скоро портятся, то в настоящее время большие фирмы выпускают указатели с минимальным вращающим моментом порядка 65 — 85 *гсм* при расходе мощности 2,5 W. Правильное суждение о качестве указателя может дать кривая изменения его вращающегося момента в зависимости от угла поворота. Наилучшие результаты достигаются при достаточно большом равномерном враща-

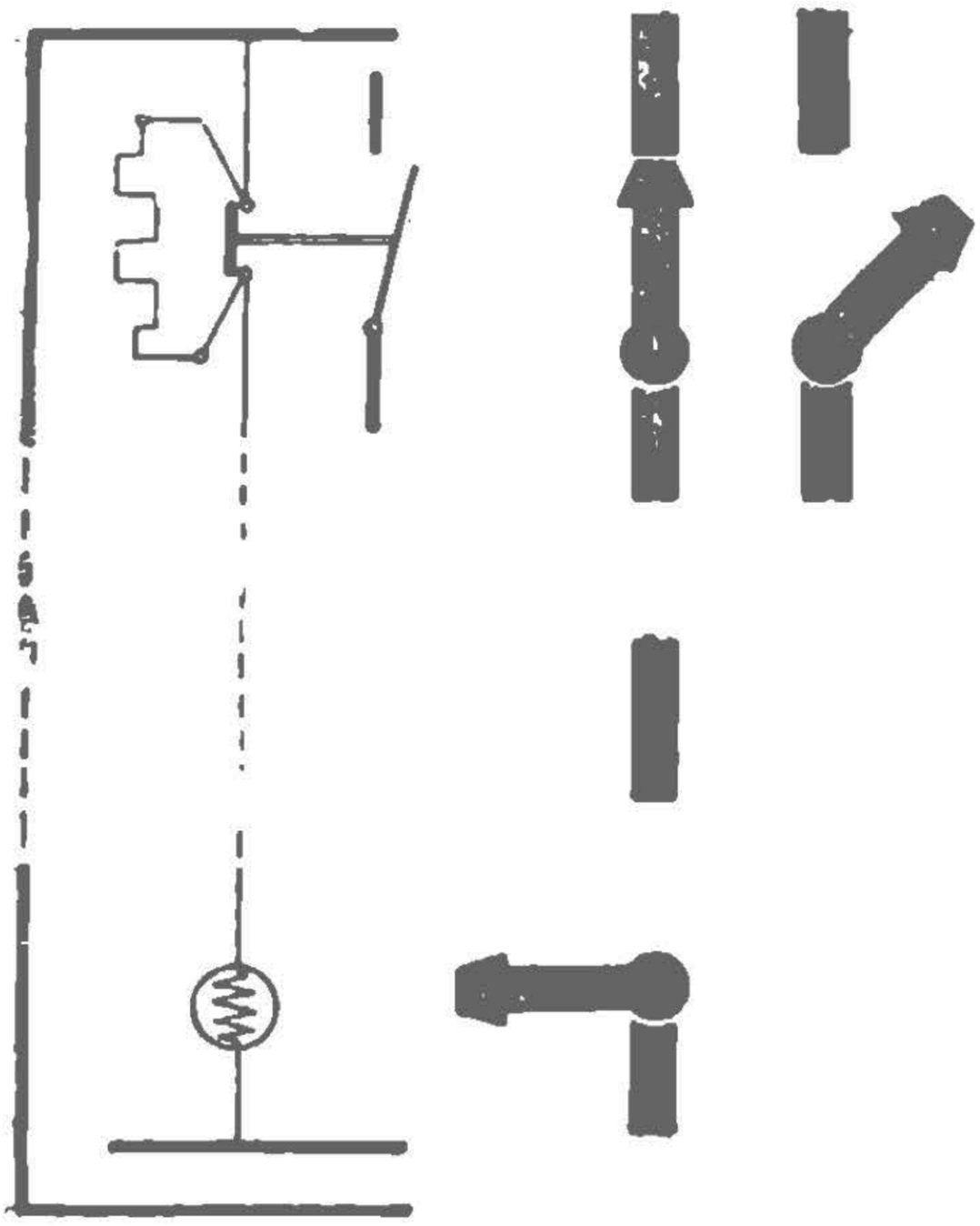
НВР УДУНТ (ДИТ)

ющем моменте на всем пути поворота со значительным усилением в крайних основных положениях (но отнюдь не в середине пути), что обеспечивает правильную четкую установку указателей. В свою очередь



Фиг. 17. Изменение избыточного вращающего момента поворотных указателей с двумя электромагнитами при различных углах поворота от среднего положения.

вращающий момент пружины должен давать четкую установку в среднее положение, чтобы было обеспечено указание порчи устройства. Кривая на фиг. 17 изображает изменение избыточного вращающего момента для указателей фирмы Oerlikon. Так как при достаточном вращающем моменте указатель не боится пыли, то нет надобности помещать его под стекло, что имеет большое значение, так как отблески стекла сильно мешают наблюдению. Для питания электромагнитов обычно предполагается постоянный ток, так как это обеспечивает надежность их действий и в случае аварий на основных шинах.



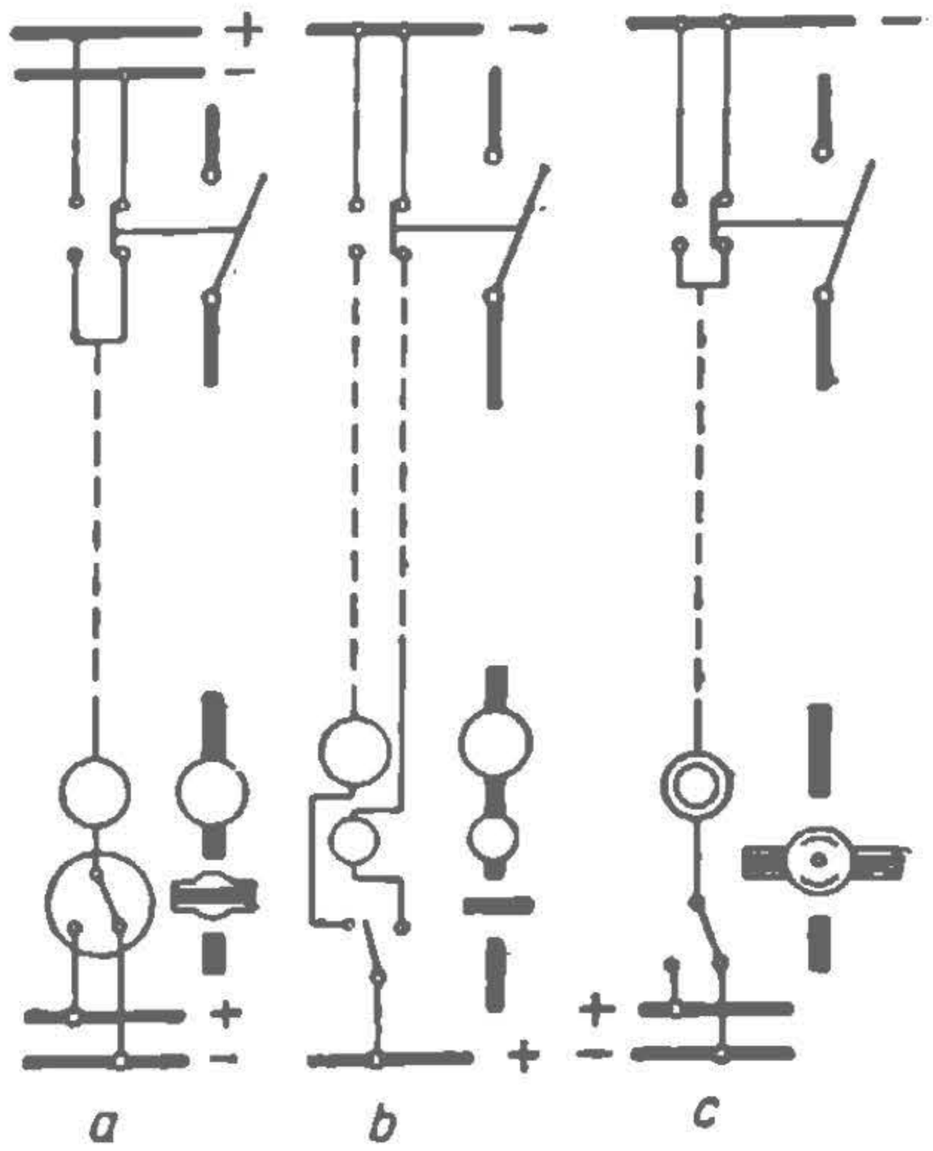
Фиг. 18. Включение поворотного указателя с добавочным сопротивлением.

Возможно применение других форм указателя, например, в виде отклоняющихся стрелок, или семафоров, как изображено на фиг. 18. В этом случае совпадение линии указателя с линией схемы обозначает включение, отклонение на угол в 45° — выключение, а порча обозначается поворотом на 90°. В это положение выключатель ставится пружиной при отсутствии тока в магните. В двух других положениях ток в магните всегда есть, но большей или меньшей величины, что достигается включением в цепь сопротивления, как показано на фиг 18. Другими словами, указатель работает на принципе элементарного измерительного прибора. Преимуществами поворотных указателей по сравнению с лампо-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

вой сигнализацией являются: 1) компактность, так как один небольшой приборчик заменяет две лампы, 2) удобство включения в схему, 3) удобство наблюдения, так как оба положения указателя могут быть истолкованы только в одном вполне ясном смысле, в то время как сигнализация разными цветами легко может дать повод к ошибке при недостаточно опытном, или вновь приглашенном персонале, привыкшем к другому значению цветов, 4) сравнительно меньший расход энергии, так как даже малосвечные лампы тратят более 2,5 W, а чтобы они были как следует видны днем, желательно иметь лампы достаточной яркости, 5) большая прочность, так как предполагается, что перегорание ламп более частое явление, чем повреждение катушек электромагнитов.

Однако этому противостоит один существенный недостаток. Поворотные указатели неизбежно боятся пыли и загрязнения. Как только противодействующий момент трения становится от этого велик, указатели теряют четкую установку, и работа их, следовательно, становится неудовлетворительной. С этим борются, как указано, увеличением основного вращающего момента, создаваемого электромагнитами. Указывается еще то соображение, что лампы лучше видны издали, чем указатели. Однако это соображение может иметь значение только при отсутствии известительной сигнализации.



Фиг. 19. Соединение сигнализации ламповой и поворотными указателями.

10. Устройства с поворотными указателями и известительной сигнализацией. Подтверждение или квиттирование включений

1. Комбинирование сигнализации ламповой и с поворотными указателями. Очевидно по только что указанным соображениям, что устройства с поворотными указателями еще более нуждаются в известительной сигнализации, чем устройства с ламповой сигнализацией.

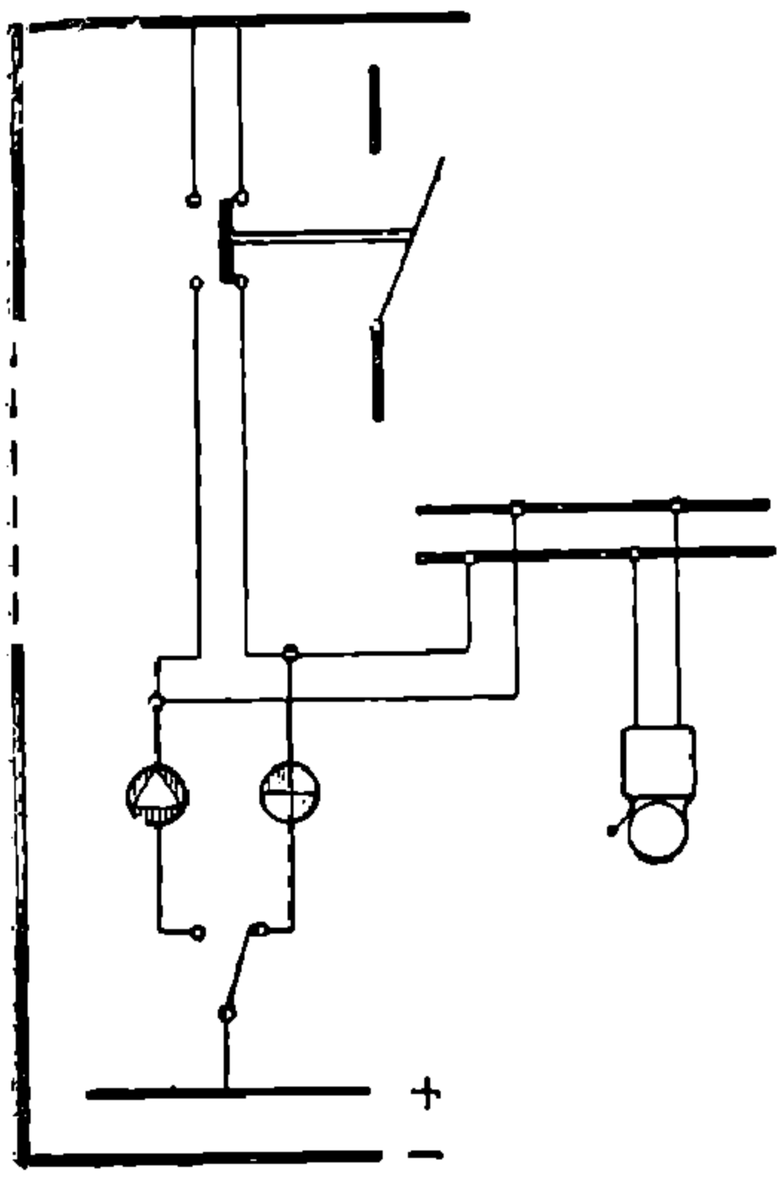
Одним из простейших решений вопроса является дополнение поворотного указателя лампой несоответствия. Но включение лампы несоответствия подразумевает уже наличие контрольного к ней указателя на щите управления. Естественной является мысль не иметь на пульте двух, в сущности повторяющих себя, указателей, а слить их в один. Такое устройство изображено на фиг. 19.

Как видно из схемы *a*, все включение соответствует схеме фиг. 10. Известительная лампа, так же как и там, включается последовательно с переключателем, который имеет два положения, являющиеся вместе с тем сигнальным обозначением. Нормально лампа не горит, но условием этого является, что переключатель-сигнал поставлен в положение, соответствующее положению наблюдаемого аппарата. Коль скоро этот

НБ УГУНТ (ДПТ)

аппарат изменил свое положение, его вспомогательные контакты присоединяют к лампе полюс противоположного знака, и лампа загорается. Для того чтобы ее погасить, необходимо от руки поставить переключатель-сигнал в правильное положение. Для того чтобы сделать это обязательным, в ту же цепь включается и звуковой сигнал, например, звонок, который продолжает звонить, пока лампа не погашена.

Так как схема *a* имеет указанный раньше недостаток, что она не сигнализирует о повреждениях в системе, то может быть применена схема *б* с двумя лампами и поворотными сигналами. Следует впрочем отметить, что в отличие от простой системы с одной лампой система поворотной сигнализации с одной лампой несоответствия допускает проверку, а именно достаточно повернуть указатель в неправильное положение, и лампа должна загореться. Однако все же при неисправном действии контактов переключателя эта проверка не дает абсолютной гарантии, так как проверить нужно оба положения выключателя, что не всегда возможно во время хода эксплоатации.



20. Соединение ламповой, поворотной и звуковой сигнализации.

Существенным достоинством обратной сигнализации является то обстоятельство, что необходимость произвести рукой операции с переключателем-сигналом, соответствующие происшедшим в установке переменам, иначе говоря, подтвердить или квитировать их, запечатлевает в памяти дежурного новое состояние установки.

Переключатель-сигнал и указательная лампа могут быть соединены в одной конструкции, как показано на фиг. 19.

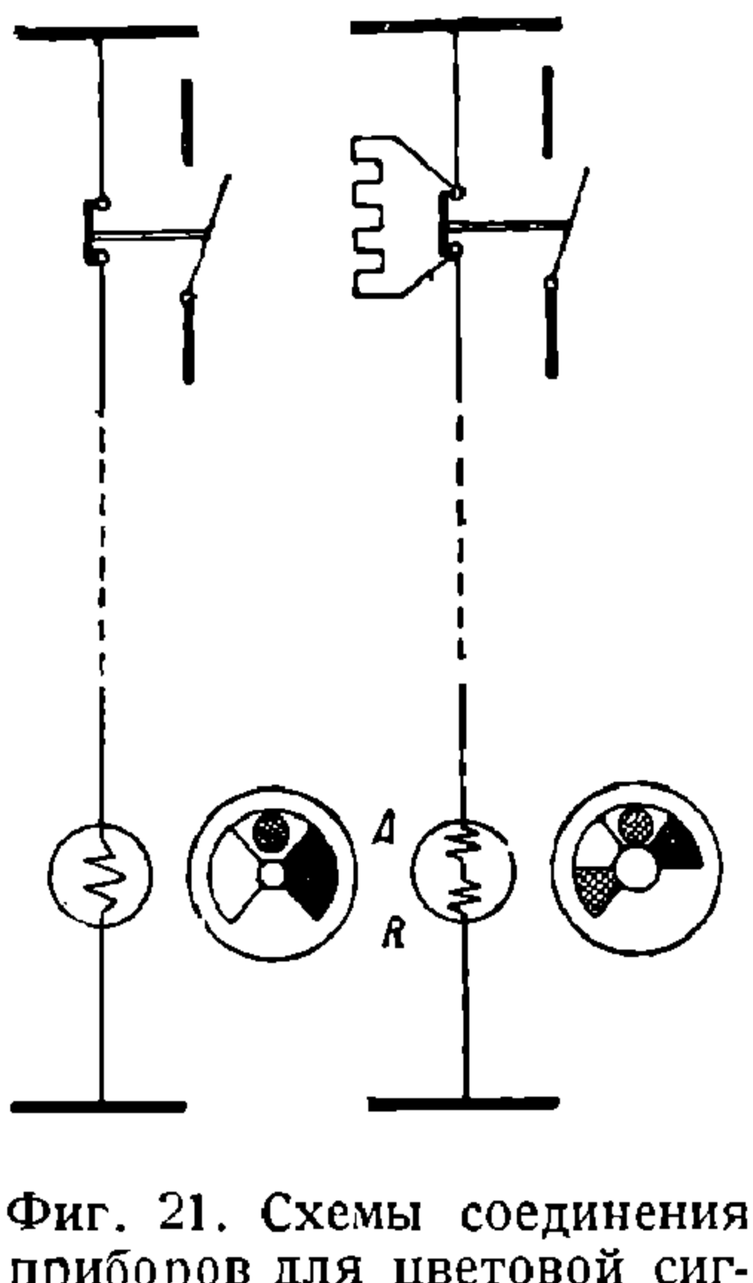
Подобного рода устройства в элементарном исполнении схемы *a* или *c* имеют то преимущество, что расход энергии в них ничтожен и ограничивается моментами подачи известительного сигнала. Отсутствуют деликатные подвергающиеся порче электромагнитные поворотные устройства, так как перестановка сигнала производится от руки. Вместе с тем, неправильная установка его невозможна, так как об этом сейчас же дает знать известительная лампа и сигнальный звонок.

Схема *b* фиг. 19 соединяет в себе в сущности две системы сигнализации, как ламповую, так и поворотную. Такое устройство даст возможность издали видеть положение выключателей и проверить его вблизи посредством поворотного указателя. В данном случае обе лампы выполняют роль и контрольных и известительных. Только признаком неправильной установки поворотного указателя является потухание обеих ламп, как то показано на схеме. Чтобы перемена положения не прошла незамеченной, каждая группа проводов может быть присоединена к сигнальной звонковой цепи, как показано на фиг. 20. Но в этом случае необходимо, чтобы в сигнальную цепь звукового сиг-

НЕ УДАЛЯТЬ (ДПТ)

нала был включен прерыватель, так как лампа продолжает гореть, и чтобы легко было найти ее, необходимо свет ее сделать мигающим, отличающимся от света других ламп.

Неисправность устройства обнаруживается тем, что ни одна из ламп не горит. При этом если перегорела лампа неработавшей цепи, то при перемене положения звуковой сигнал будет все-таки подан, и перегорание лампы будет обнаружено при перестановке указателя в правильное положение. Только при обрыве провода звуковой сигнал не будет подан, и порча обнаружится погасанием обеих ламп, как в обычной двухламповой сигнализации.



Фиг. 21. Схемы соединения приборов для цветовой сигнализации (сигнальные реле).

11. Устройства с сигнальными поворотными дисками. Сигнальные реле

Применение поворотных указателей особенно целесообразно тогда, когда они включаются в мертвую схему, нанесенную на панелях распределительного устройства.

Без этого изменение положения маленького по размерам указателя, конечно, явится очень плохим способом сигнализации. Поэтому был разработан еще ряд приспособлений для сигнализации без ламп на принципе цветовой сигнализации. Примером могут служить сигнальные устройства BBC и AEG.

AEG соединяет все сигнальные устройства и обратное переключение в одном аппарате, так называемом Signalrelais. Сигнальная шайба, секторы которой показываются в треугольном прорезе наружной крышки, имеет три положения: включено, перемена положения, выключено. Со средним положением соединен звуковой сигнал.

Схема соединений такого устройства показана на фиг. 21. При включенном положении масляного выключателя электромагнит остается без тока, и шайба поворачивается под действием пружины таким образом, что в прорезе устанавливается белое поле.

При включении масляного выключателя включается ток в цепи электромагнита, и шайба под его влиянием устанавливается в положение, при котором в прорезе виден красный кружок. После этого дежурный поворотом кнопки, соединенной с шайбой, переводит ее положение, при котором в прорезе видно черное поле. В этом положении сигнальная шайба остается, удерживаемая приспособлением, которое освобождает ее при замыкании масляного выключателя. После этого она возвращается в первоначальное положение.

Для указания повреждений в самой системе она может быть видоизменена следующим образом аналогично ранее описанному устройству. Установка секторов шайбы остается та же самая, но белое поле в прорезе покажется не при полном отсутствии тока, а при уменьшенном токе

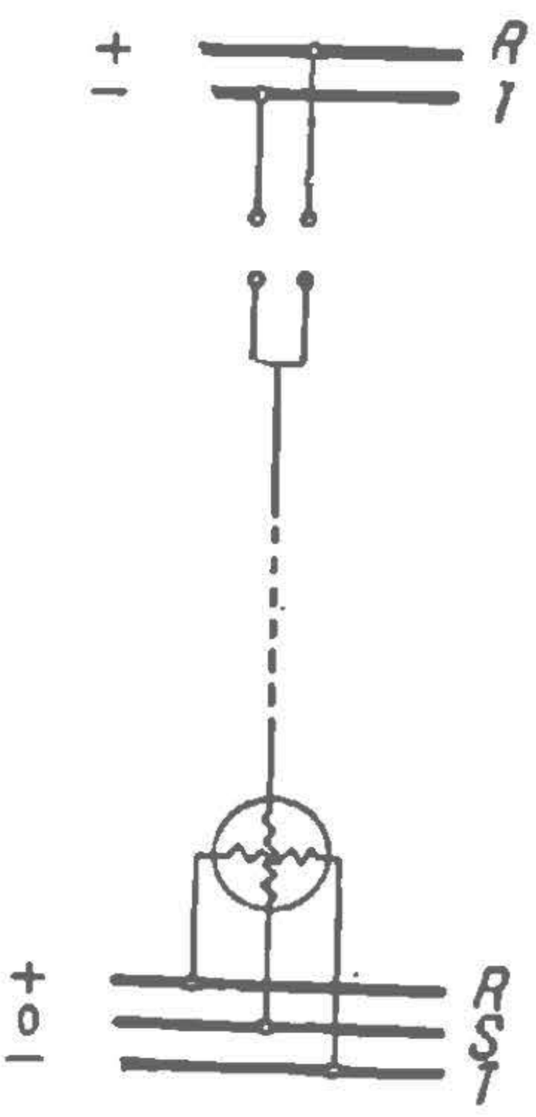
УДМТ НБ (ДПТ)

вследствие включения сопротивления. При полном же отсутствии тока (при обрыве провода и т. п.) покажется в прорезе красное поле.

При применении трехфазного тока включение для сигнализации неисправности установки может быть устроено по схеме фиг. 22. В этом случае поворотный выключатель находится под действием полей двух фаз, складывающихся или вычитающихся. При обрыве провода остается действие только одной катушки, которая поворачивает диск в положение, сигнализирующее о неисправности устройства.

Сигнальное приспособление ВВС с поворотными сигнальными дисками представляет второй пример применения принципа цветовой сигнализации.

Следует иметь в виду, что подобного рода сигнализационные приспособления предназначались, главным образом, для тех случаев, когда возникла необходимость снабдить какой-либо сигнализацией щиты управления старых, постепенно расширяющихся и усложняющихся распределительных устройств.



Фиг. 22. Включение сигнального реле на цепь переменного тока.

Поэтому системам цветовой сигнализации стремились при конструировании придать по возможности универсальный характер.

В частности описываемое сигнальное приспособление может быть по заявлениям фирмы встроено в любое имеющееся уже распределительное устройство. Оно может быть выполнено для любого напряжения от 12 до 220 V для постоянного и переменного тока и со включением на рабочий (Arbeitsstrom) или внерабочий (Ruhestrom) ток и приспособлено как к устройствам, в которых оба положения фиксируют определенное состояние сигнальных контактов, так и для таких, в которых вспомогательные контакты только временно размыкаются или замыкаются (например, реле).

Действие приспособления при включении на внерабочий ток следующее (фиг. 23). В рабочем положении сигнальные контакты *C* выключателя замкнуты, вследствие чего через электромагнит проходит ток и его сердечник притягивает рычаг *k* вверх. Вследствие этого в прорезах сигнальной шайбы находятся белые поля.

При изменении положения (нарушение нормального состояния) контакты *C* размыкаются (положение *II*), электромагнит лишается тока, и пружины *f* оттягивают рычаг в среднее положение. Вследствие этого в прорезах сигнальной шайбы показывается половина красного поля и соединяется цепь электрического звонка *g* через контактную шайбу *m*.

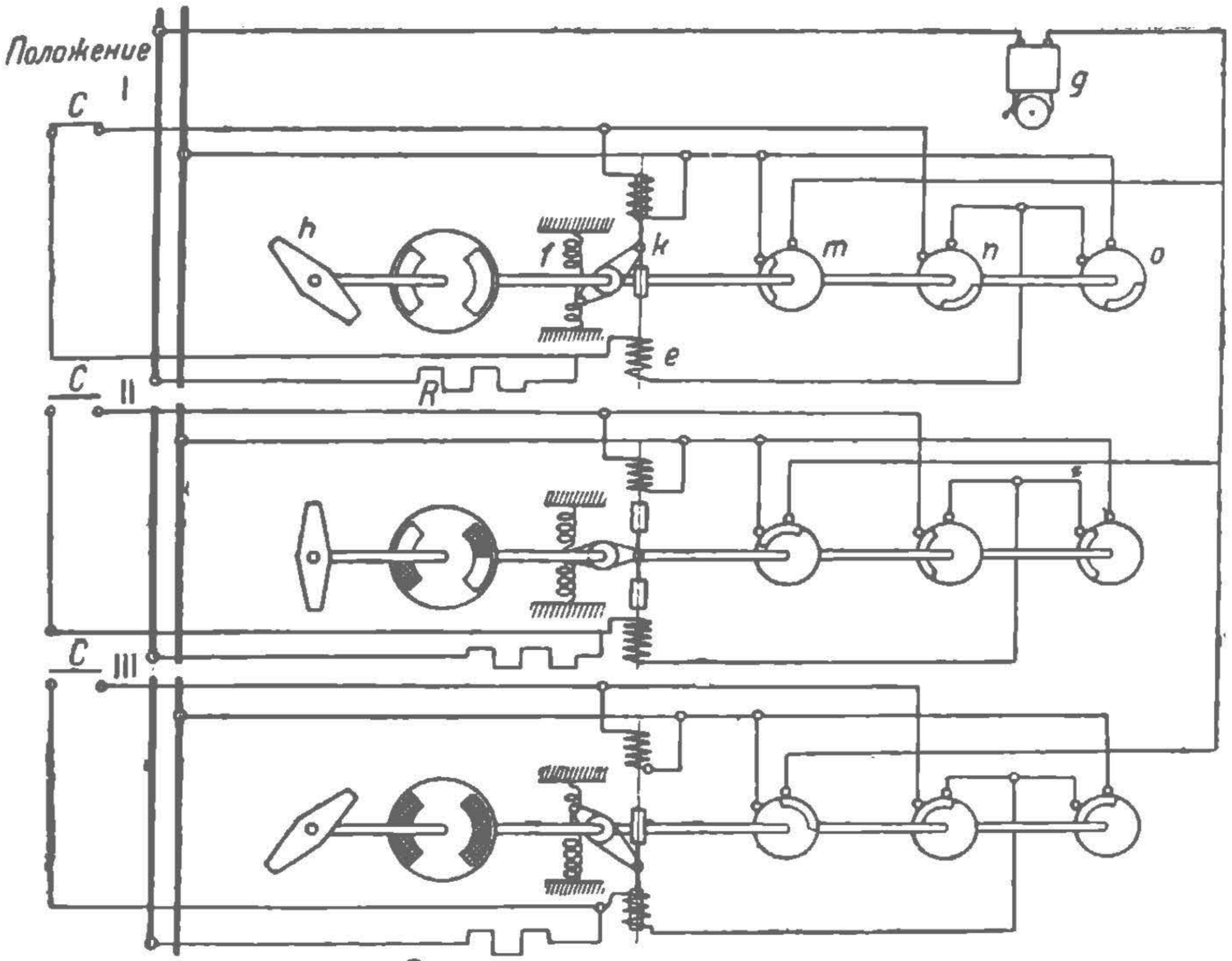
Для того чтобы выключить звонок, дежурный должен повернуть рукоятку *h* в положение *III*, вследствие чего в прорезах шайбы полностью появляются красные поля, замыкается обмотка электромагнита *e* через контактную шайбу *o*, вследствие чего рычаг *k* и весь вал удерживается в установленном положении, пока не произойдет изменения в положении сигнальных контактов *C*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Если вследствие изменения положения основного механизма последний замкнется, то электромагнит *e* замыкается через контакты диска *n* накоротко и перестает втягивать свой сердечник. Наоборот, элекромагнит возбуждается и втягивает свой сердечник.

Вследствие этого приспособление возвращается в положение *I*. Сопротивление *R* служит для того, чтобы избежать короткого замыкания питающей сети.

При включении на рабочий ток (фиг. 24) при рабочем состоянии основного механизма распорядительные контакты *C* разомкнуты, все



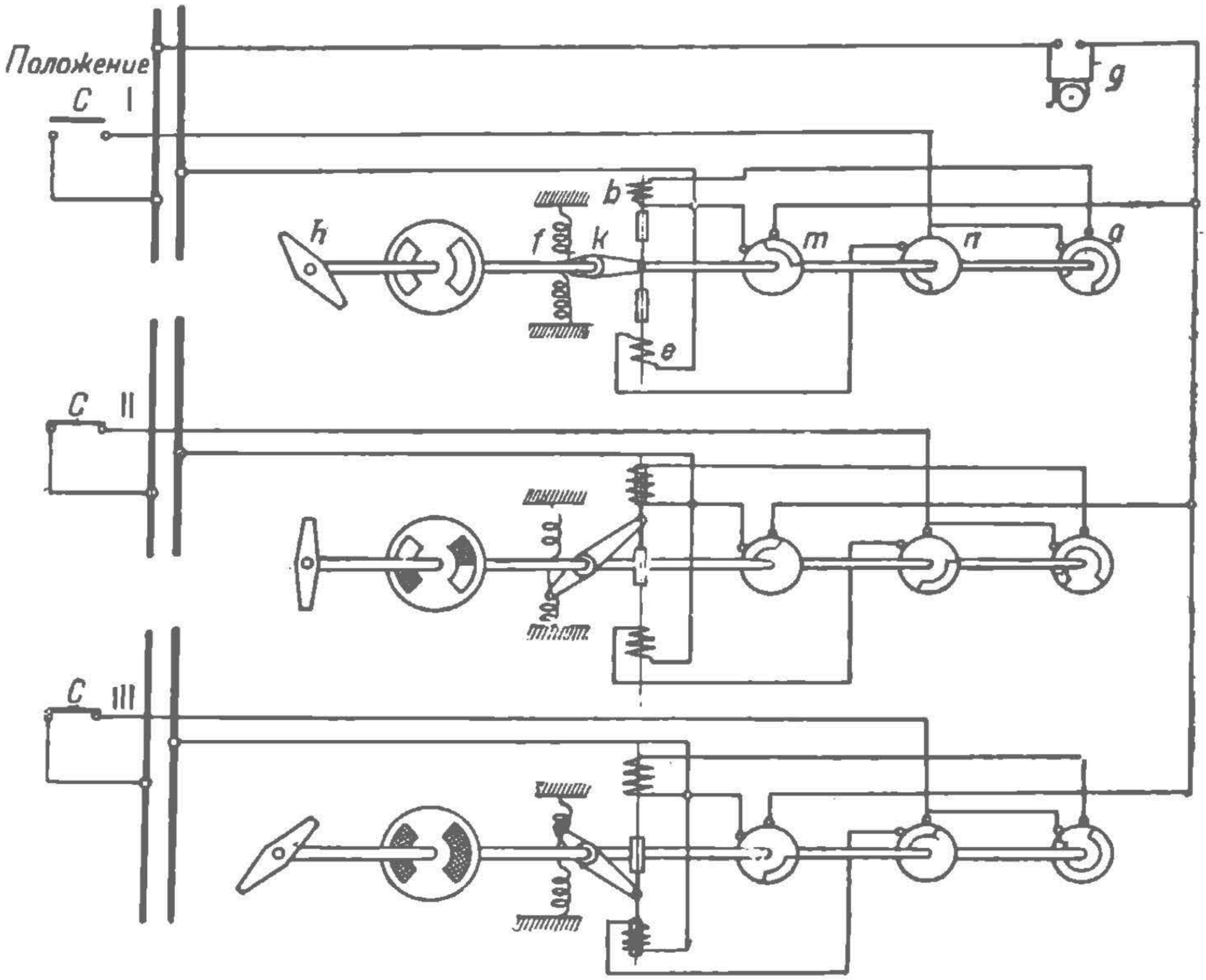
Фиг. 23. Схема устройства цветной (семафорной) сингализации ВВС. Включение на внерабочий ток.

сигнальные провода лишены тока, и рычаг *k* под действием пружин находится в среднем положении. Сигнальные поля шайбы — белые. При перемене положения основного механизма и замыкания контакта *C* (положение *II*) катушка *b* получает ток через контактную шайбу *o*. Поэтому рычаг *k* оттягивается вверх, вал поворачивается, сигнальное поле становится наполовину красным, и замыкается цепь сигнального звонка через шайбу *m*. При поворачивании рукоятки в положение *III* электромагнит *b* теряет ток, а электромагнит *e* получает его через шайбу *n*, и размыкается цепь звонка. Рычаг *k* оттягивается в обратную сторону, и это положение закрепляется до разрыва цепи контактов. После этого восстанавливается положение *I* под действием пружин, так как все цепи лишены тока

964
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для пробы исправности сигнального приспособления во время работы сигнальная рукоятка может быть повернута в положение *II*. Раздается звонок, который показывает, что цепи тока в порядке. После этого рукоятка и вал автоматически поворачиваются в положение *I*.

На фиг. 25 изображено простейшее устройство описанного типа, применяемое, когда требуется сигнализировать только о каком-нибудь факте, например, о замыкании реле и т. п. В этом случае подается



Включение на рабочий ток

Фиг. 24. Схема цветной сигнализации ВВС. Включение на рабочий ток.

звуковой сигнал, и в прорезах шайбы появляется цветное поле. По миновании надобности сигнал ставится в первоначальное положение.

Преимущества этого устройства фирма ВВС указывает следующие: 1) автоматическая установка в рабочее положение, 2) большой вращающий момент и потому надежная работа, 3) самостоятельная цепь звукового сигнала, 4) отсутствие перегорающих ламп.

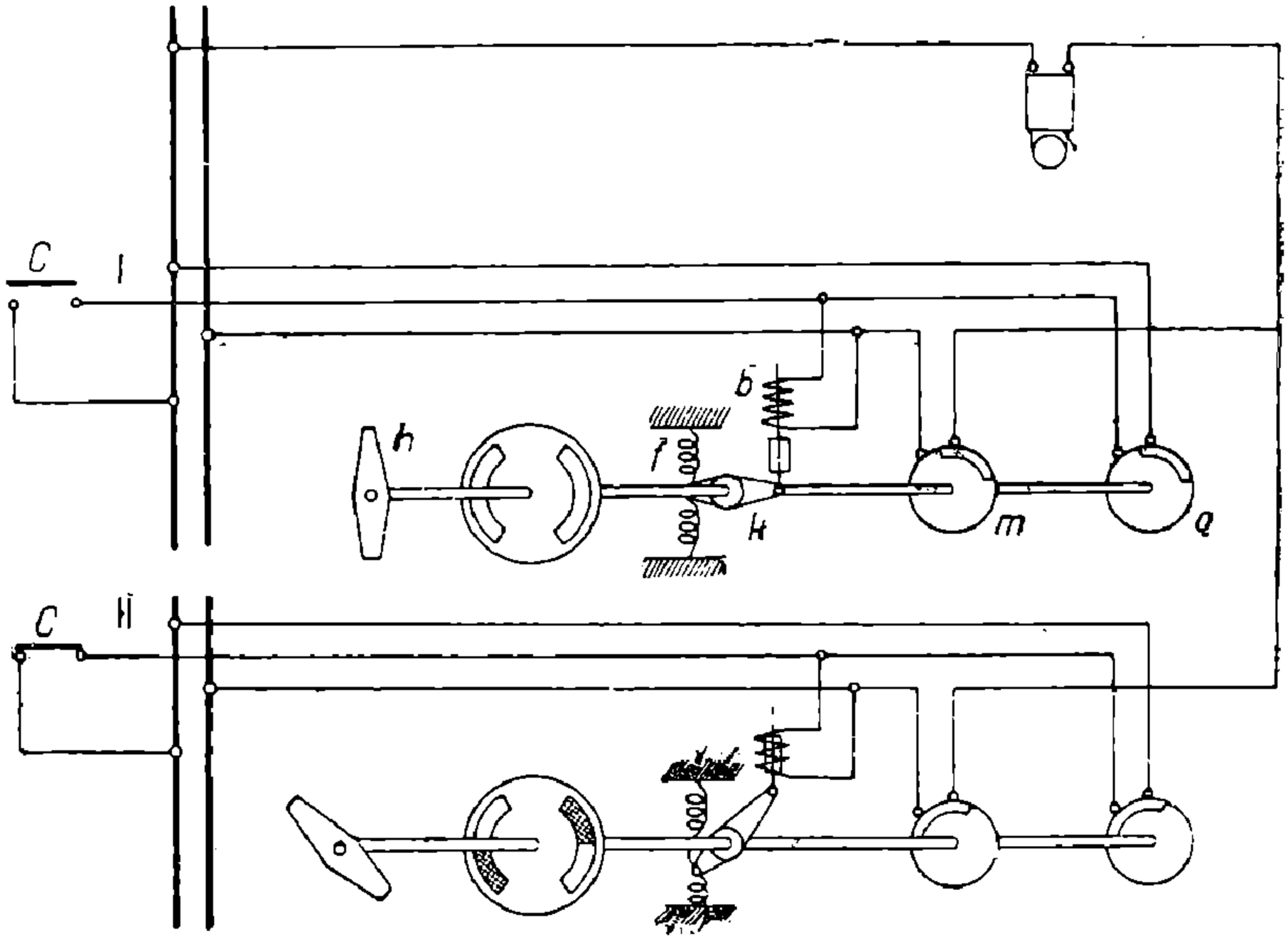
Однако, вместе с тем, необходимо отметить, что эта система, как и вообще системы цветовой сигнализации, отличается громоздкостью и сложностью устройства.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

12. Командное устройство с поворотными указателями

Распорядительное (командное) устройство с лампами несоответствия, описанное в п. 7, встречает то возражение, что внезапное перегорание лампы в нем может иметь весьма тяжелые последствия. Так, например, старший дежурный, послав своего помощника выключить разъединитель, ведущий к линии, которую по каким-либо причинам нельзя приключать, по потуханию лампы может считать, что операция выполнена, и дать ток на шины, к которым линия приключена еще до того, как выключение разъединителя будет фактически выполнено.

Чтобы освободиться от таких случайностей, предлагается устройство, изображенное на фиг. 26. Вместо ламп помещаются как на щите



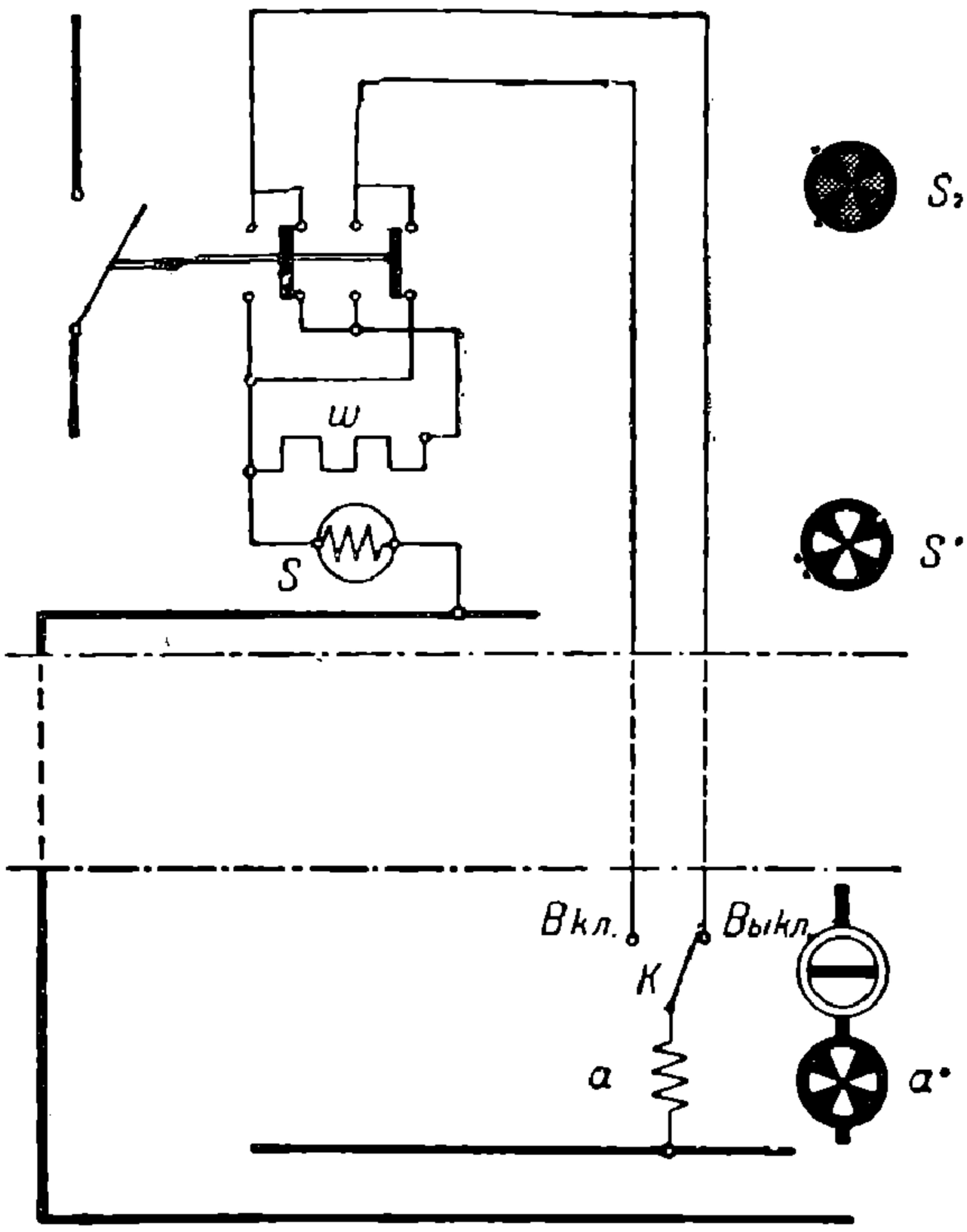
Фиг. 25. Применение устройства ВВС для сигнализирования о замыкании реле.

управления, так и в распределительном устройстве поворотные указатели. Контролируемый аппарат (например, выключатель, или разъединитель) снабжается двойной группой сигнальных контактов, соединенных таким образом, что между ними включено добавочное сопротивление w, которое оказывается включенным или выключенным в зависимости от положения соединительных контактов выключателя и распределительного ключа-указателя k. При положении последнего, соответствующем положению выключателя, сопротивление w включено в цепь.

Поворотный сигнал на щите управления и соответственный ему сигнал в помещении распределительного устройства поворачиваются на угол в 45°. Так как эти поворотные сигналы не связаны с линиями схемы, то они устраиваются в виде поворотных шайб с цветными полями s_1 и α_1. При соответствии установок в прорезах крышки сигнала видны белые поля (положение s_1 и α_1). При отдаче приказа выключить

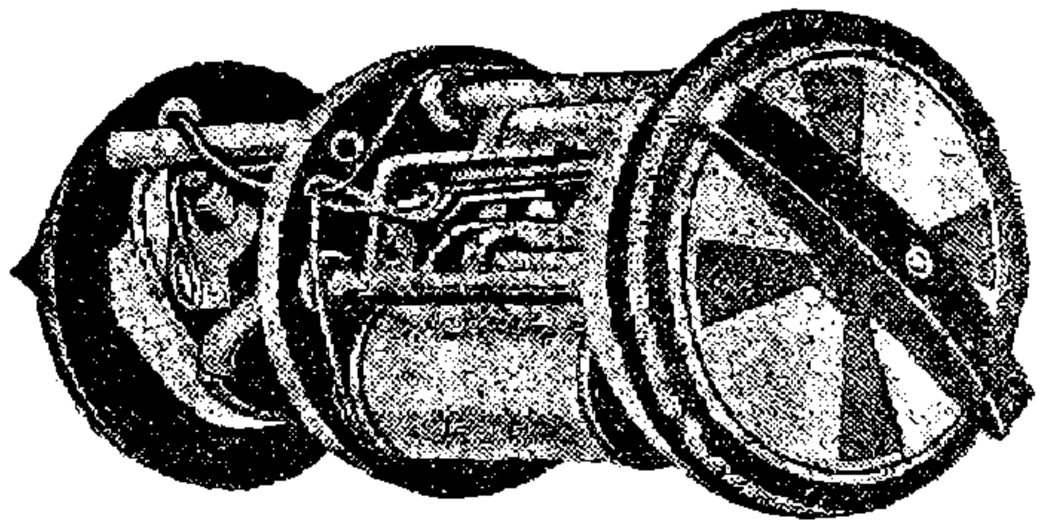
НБ УДУНТ (ДИТ)

разъединитель старший дежурный повернет указатель k в положение «включено». Вследствие этого сопротивление w выключится из пути тока, ток увеличится, диски повернутся на 90°, и в прорезах покажутся красные поля (положения несоответствия s_2). Коль скоро разъединитель будет поставлен в положение, соответствующее команде, сопротивление снова включится в цепь, и в прорезах сигнальных шайб покажутся снова белые поля. Если желательно иметь указание порчи, то устройство должно быть несколько видоизменено, аналогично изображенному на фиг. 21, т. е. на сигнальных шайбах предусматриваются еще и черные сектора, которые показываются в прорезах, когда шайба находится только под воздействием пружины. Угол поворота должен быть 30°.



Фиг. 26. Включение и установка командного цветного семафора (поворотного указателя).

В практическом выполнении возможны и такие устройства, что ключ-указатель и сигнальная поворотная шайба вращаются вокруг одной оси. Такое устройство удобнее для включения в схему (фиг. 27), так как не прерывает ее линии лишний раз приспособлениями, не имеющими самостоятельного значения в символике схемы.



Фиг. 27. Распределительный ключ-указатель, соединенный с сигнальным поворотным диском.

Естественно, что описанные поворотные шайбы являются одновременно и известительными сигналами. Для того чтобы при автоматическом выключении масляного выключателя подавался бы и звуковой сигнал, они могут быть снабжены дополнительными контактами, замыкающими звонковую цепь, и обращены в своего рода сигнальные реле. Таким способом может быть значительно сокращена сигнальная проводка к звуковой сигнализации, так как цепь последней нет надобности соединять с сигнальными контактами выключателей.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

РАЗДЕЛ III

ОТОБРАЖАЮЩИЕ СХЕМЫ

13. Применение и устройство отображающих схем

Типы отображающих схем. Нам уже приходилось указывать причины, которые приводят при централизации управления к необходимости иметь всегда перед глазами схему всей установки. Коль скоро включение данного выключателя, или разъединителя, находится в зависимости от положения ряда других, при всяком сколько-нибудь сложном устройстве является необходимость во вспомогательной схеме, по которой сразу же, окинув ее только глазом, можно ориентироваться в положении включений. Само собой разумеется, без нее нельзя обойтись, когда дело идет об объединении нескольких станций, и тем более нескольких систем, связанных между собой сложными сетями.

Поэтому вспомогательная схема является обязательным пособием работы на всяком центральном распорядительном пункте.

Однако простое изображение схемы на чертеже является совершенно недостаточным, так как оно не дает главного, а именно состояния установки в данный момент. Мы видели, что выяснить его можно, осмотрев положение сигналов на панелях щита управления, которые, как описывалось, могут быть снабжены для легкости ориентировки вспомогательными линиями схемы, ведущими к контрольным лампам или указателям. Однако эти вспомогательные линии, очень облегчая чтение значения указателей, не могут быть названы вспомогательной схемой в настоящем смысле этого слова. Растянутые на протяжении громадного зала, в котором щиты управления, как мы видели, могут стоять в несколько рядов, они, очевидно, не дают легкой и сосредоточенной обозримости. Поэтому все равно является необходимость во второй схеме значительно меньших размеров, которая, безусловно, вся полностью находилась бы в поле зрения неподвижного наблюдателя, но, кроме того, в некоторых случаях в зависимости от конструкции желательно, чтобы последний мог достать рукой до любой ее точки. Таким образом размеры такой схемы не должны по возможности превосходить нескольких метров в длину и ширину. И на этой схеме должно быть полностью отражено состояние установки.

Такого рода устройство, которое точно изображает (отражает) состояние установки в данный момент в небольшом, легко обозримом масштабе и, таким образом, дает возможность безошибочно ориентироваться в положении дела всякому компетентному лицу, мы будем называть отображающей схемой. Так как первоначально такого рода схемы предназначались для облегчения работы памяти дежурного персонала, то они иногда назывались мнемоническими.

В настоящее время этот термин с развитием такого рода устройств может быть применен только к одной их разновидности.

В зависимости от устройства мы будем различать три вида отображающих схем:

НБ УДУНТ (ДІІТ)

1) мертвые схемы (Blindschaltbild) с перестановкой сигналов от руки;

2) автоматические с автоматической установкой контрольных указателей (живые схемы — Lebende Schaltbilder);

3) светящиеся с освещением линий самой схемы (Leuchtschaltbilder).

Последние в свою очередь имеют три разновидности:

а) простые светящиеся схемы;

б) светящиеся схемы со включением, зависимым от напряжения;

в) светящиеся схемы со включением, зависимым от тока.

По характеру использования отображающие схемы можно подразделить на:

1) мнемонические;
2) контрольные;
3) распорядительные;
4) схемы управления.

Это подразделение, очевидно, не является исключающим, так как высший тип отображающей схемы включает в себе свойства предыдущих.

14. Мертвые схемы (мнемонические)

Первые конструкции отображающих схем представляли собой просто чертеж ее, нанесенный краской на деревянной доске, в которой на месте масляных выключателей и разъединителей были просверлены отверстия, прерывавшие линии схемы. Чтобы эти отверстия были лучше видны, сзади доска могла освещаться лампой. Когда выключатель замыкался, то отверстие затыкалось от руки пробкой. Таким образом сплошная линия схемы восстанавливалась.

На центральных распорядительных (диспетчерских) пунктах доски такого рода и сейчас еще часто применяются. На них указатели расставляются на основании телефонных сообщений.

Первым конструктивным усовершенствованием такого рода доски, не меняющим, однако, по существу принципа ее устройства, является замена пробок, или колышков, постоянно находящимися в местах прорезов лампочками, которые зажигают, пока выключатель выключен, или гасят, когда он включен. При желании лампочки могут гореть все время, но закрываться от руки зеленым или красным стеклом.

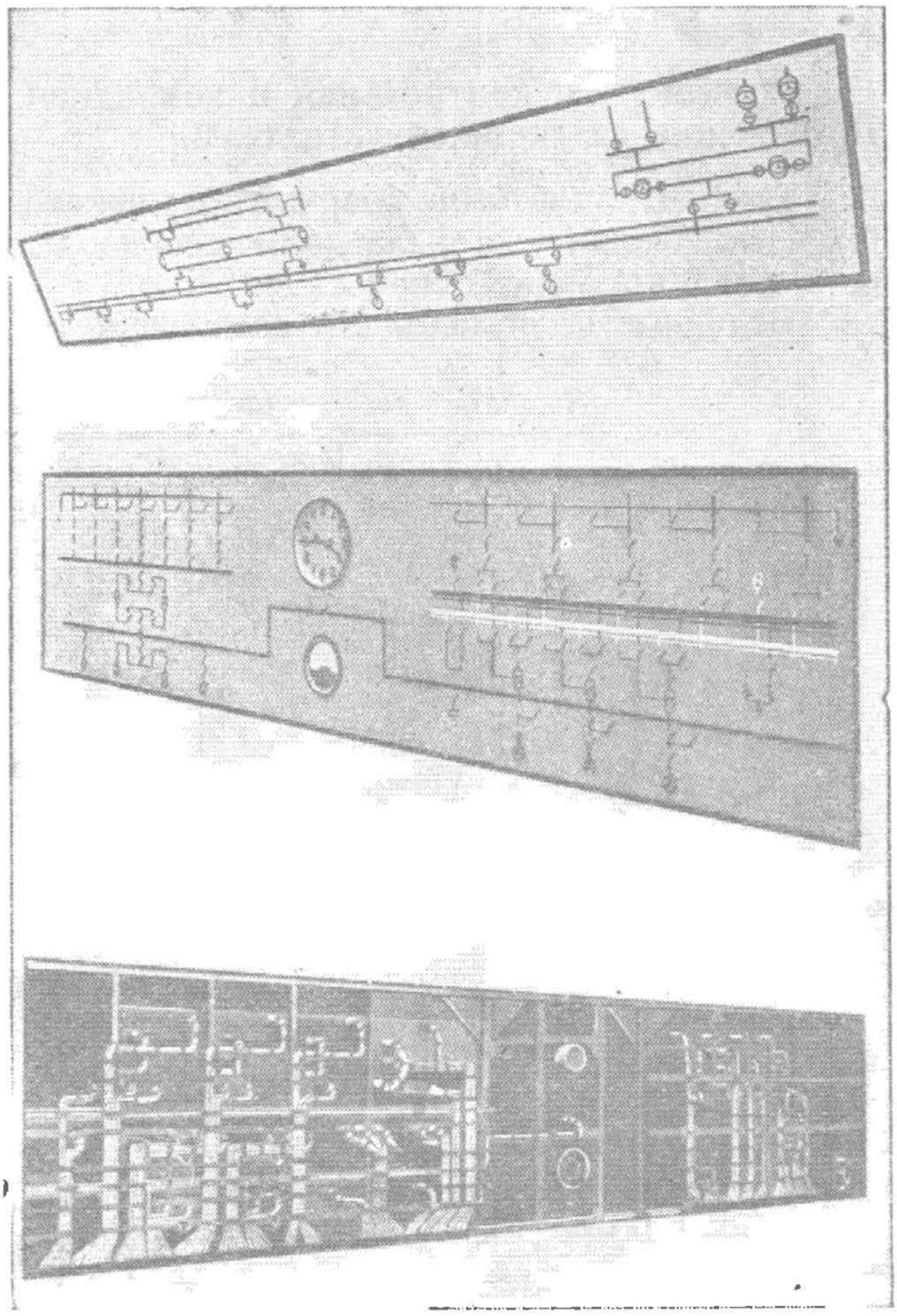
Такого рода схемы, требующие для поддержания их соответствия состоянию установки постоянного вмешательства обслуживающего персонала, мы будем называть м е р т в ы м и с х е м а м и.

Очевидным их недостатком является то обстоятельство, что во время аварий, когда выбрасывается одновременно целый ряд выключателей, очень легко в спешке может быть дана указателям ошибочная установка, в особенности на центральных распорядительных пунктах, где это делается на основании телефонных сообщений. Таким образом в самый ответственный момент пользование схемой может оказаться затрудненным.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

15. Автоматические отображающие схемы с ламповой или поворотной сигнализацией (контрольные схемы)

Для того чтобы отображающая схема быстро и надежно выполняла свою роль, необходимо сделать установку указателей на ней автоматической. Этого очень легко достигнуть на станции или подстанции, где на основном щите управления имеется контрольная ламповая или поворотная сигнализация. На отображающей схеме могут быть установлены те же сигналы, включенные параллельно с главными. На фиг. 13 видна в центре щита управления такого рода схема. Аналогичные вспомогательные схемы имеются еще на ряде современных станций и подстанций (например, фиг. 28).



Фиг. 28. Автоматическая контрольная отображающая схема с поворотными указателями. Внизу обратная сторона такой схемы.

Однако такие устройства требуют значительных затрат как первоначальных, так и эксплоатационных, поскольку дублируется стоимость контрольной сигнализации и расход энергии на ее обслуживание. Стремление сократить первоначальную стоимость и уменьшить эксплоатационные расходы приводит к мысли отказаться от устройства контрольной сигнализации на самом щите управления и сохранить ее только на отображающей схеме, оставив на панелях и пультах приборы управления (распорядительные ключи и контакторы) и измерительные приборы, дополнив их в случае надобности мертвой схемой.

Такого рода устройство, несомненно, дешевле, но имеет тот существенный недостаток, что неизбежно вызывает раздваивание внимания во время операций по переключениям. Дежурный должен смотреть то на отображающую схему, то на приборы. При больших размерах

НБ УДУНТ (ДПТ)

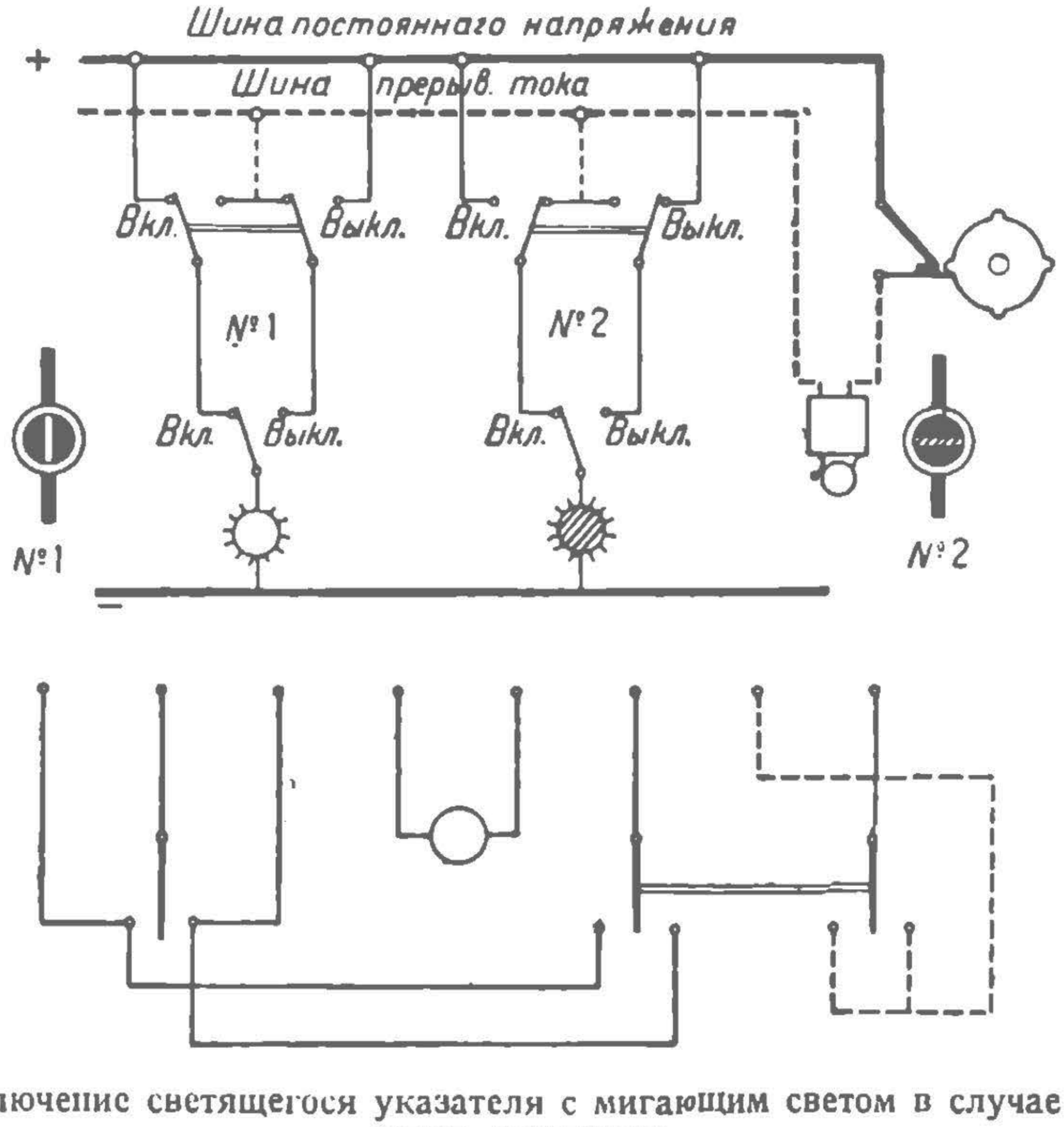
зала управления, когда часть панелей может оказаться расположенной довольно далеко от отображающей схемы, это представляет большое неудобство.

Поэтому следующим шагом в развитии конструкции отображающих схем явилось предложение, с одной стороны, перенести на отображающую схему также и приборы управления, а с другой — сделать самую схему светящейся, чтобы улучшить ее видимость.

16. Совмещенная контрольная и командная отображающая схема. Применение светящихся указателей

Такая система была впервые предложена фирмой Siemens & Halske. Идея включения уже была нами изложена при описании ламп несоответствия и командной схемы (см. § 6 и 7

Основные ее особенности следующие (фиг. 29):



Фиг 29. Включение светящегося указателя с мигающим светом в случае несоответствия установки.

1. Поворотный сигнал сделан в виде непрозрачной шайбы со светящимся прорезом.

2. Указанием включения и выключения служит направление светящегося прореза — вдоль или поперек линии схемы.

3. Известительный сигнал о перемене положения подается той же лампой, которая освещает щель указателя, путем переключения ее на мигающий свет.

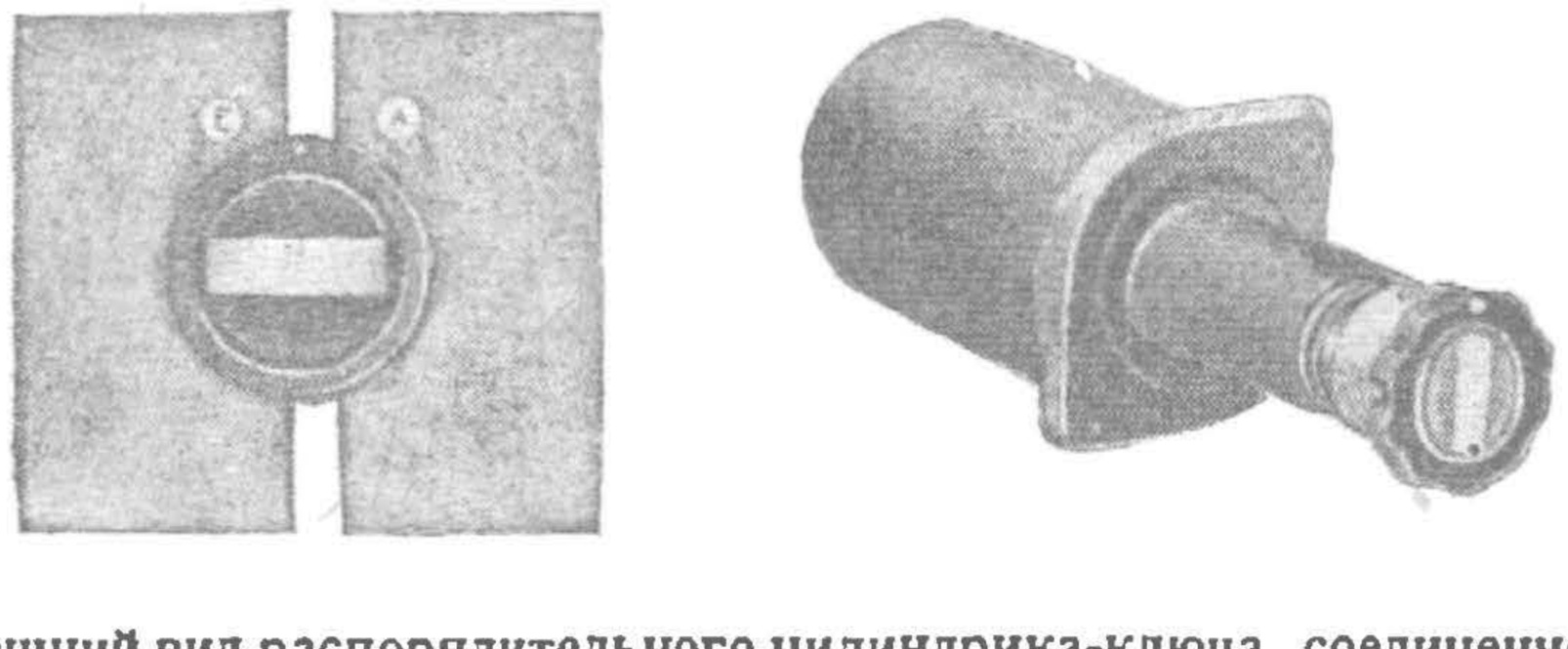
НБ УДУНТ (ДІІТ)

4. Сигналом порчи устройства является погасание лампы.

Таким образом в одном минимальном по размерам устройстве совмещаются все преимущества как ламповой, так и поворотной сигнализации.

Светящиеся поворотные указатели могут быть использованы также и для предварительного составления желательной схемы. Для этого указатели поворачиваются в соответствующее составляемой схеме положение. При этом все повернутые несогласно с действительным положением аппаратов указатели светятся мигающим светом, так что нормальная схема без труда снова восстанавливается. Таким образом нет надобности вычерчивать схему на бумаге, чтобы проследить влияние предполагаемых переключений. Если новая схема одобрена, то может быть отдана команда об ее выполнении.

Для этого служит особое приспособление в виде концентрического цилиндра (фиг. 30), охватывающего тело указателя (или находящегося внутри него) и могущего скользить по нему после поворота на некото-



Фиг. 30. Внешний вид распорядительного цилиндрика-ключа, соединенного со светящимся указателем.

рый угол, когда имеющийся на краю указателя выступ совпадает с прорезом в цилиндре.

Этот цилиндрик может быть вдавлен вниз, и, таким образом, действие его контактов переносится в другую плоскость. Нормально, однако, под действием сильной пружины он стремится вернуться в верхнее положение и внизу остается только до тех пор, пока удерживается рукой. Вообще, согласно правилам обслуживания перевод во вторую плоскость команды должен быть самым кратковременным, а соприкосновение командных контактов должно продолжаться по возможности не более 1/2 секунды.

Указатель может занимать четыре положения — два сигнальных (длительно) и два командных (кратковременно), причем первые два положения находятся в одной плоскости действия (верхней), а вторые два в другой (нижней).

Порядок отдачи приказаний такой. Указатель должен быть поставлен в положение, соответствующее положению контролируемого прибора. Затем наружный цилиндр нажимается вглубь, после чего поворачивается на 30° в положение приказа, например «включить», причем он соединяет контакты распорядительной лампы, находящейся в помещении распределительного устройства. После того как помощ-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ник дежурного выполнит команду, сигнальные контакты выключателя переносятся на другую цепь, распорядительная лампа погаснет, а поворотный сигнал, на отображающей схеме раньше вследствие его несоответствия положению выключателя светивший мигающим светом, станет светить ровным светом.

Преимущество этого способа передачи команды перед ранее описанным состоит в том, что указатель остается в правильном положении до тех пор, пока команда не выполнена. Это очень существенно как раз во время аварий, когда выключение масляного выключателя может произойти именно в период между отдачей распоряжения и выполнением его. В других отношениях он представляет значительное усложнение устройства. Другое дело, если это устройство применяется для непосредственного дистанционного включения. В этом случае оно превращается уже в схему управления, и контакты распорядительного наружного цилиндрика замыкают цепь привода масляного выключателя.

Более развитое устройство для дальней передачи распоряжений, аналогичное по принципу, будет описано дальше.

17. Светящиеся схемы — простая светящаяся схема (мнемоническая)

Введением светящегося указателя сделан уже был первый шаг к введению светящейся схемы. Естественным развитием этой мысли было сделать и остальные линии схемы светящимися для лучшей ее видимости, в особенности издалека.

Применение световых сигналов совместно с накладной мертвой схемой заключает в себе некоторое техническое противоречие. Видимость самой схемы тем лучше, чем сильнее наружное ее освещение. Но яркое наружное освещение подавляет видимость световых сигналов, которые при этом становятся менее заметными. Увеличение яркости их в свою очередь означает удорожание эксплоатации установки.

Очевидно, что световые сигналы лучше всего были бы видны на темном фоне. Кроме того, последнее время стали считаться и с тем, что блеск ярко освещенных панелей при необходимости напрягать зрение для различения световых сигналов утомляет глаза. Переход к световым схемам, светящимся спокойным матовым светом на темном фоне, разрешает вышеуказанные противоречия.

Просвечивающие линии схемы могут быть выбираемы разных цветов для разграничения частей ее по роду тока или высоте напряжения и т. п.

Такого рода световая схема может быть сделана постоянно светящейся, или может быть устроена так, чтобы она могла быть включена по частям в зависимости от того, какие ее части находятся под напряжением. При желании могут быть включаемы лампы разных цветов для показания разного состояния частей схемы — без напряжения, под напряжением, под током.

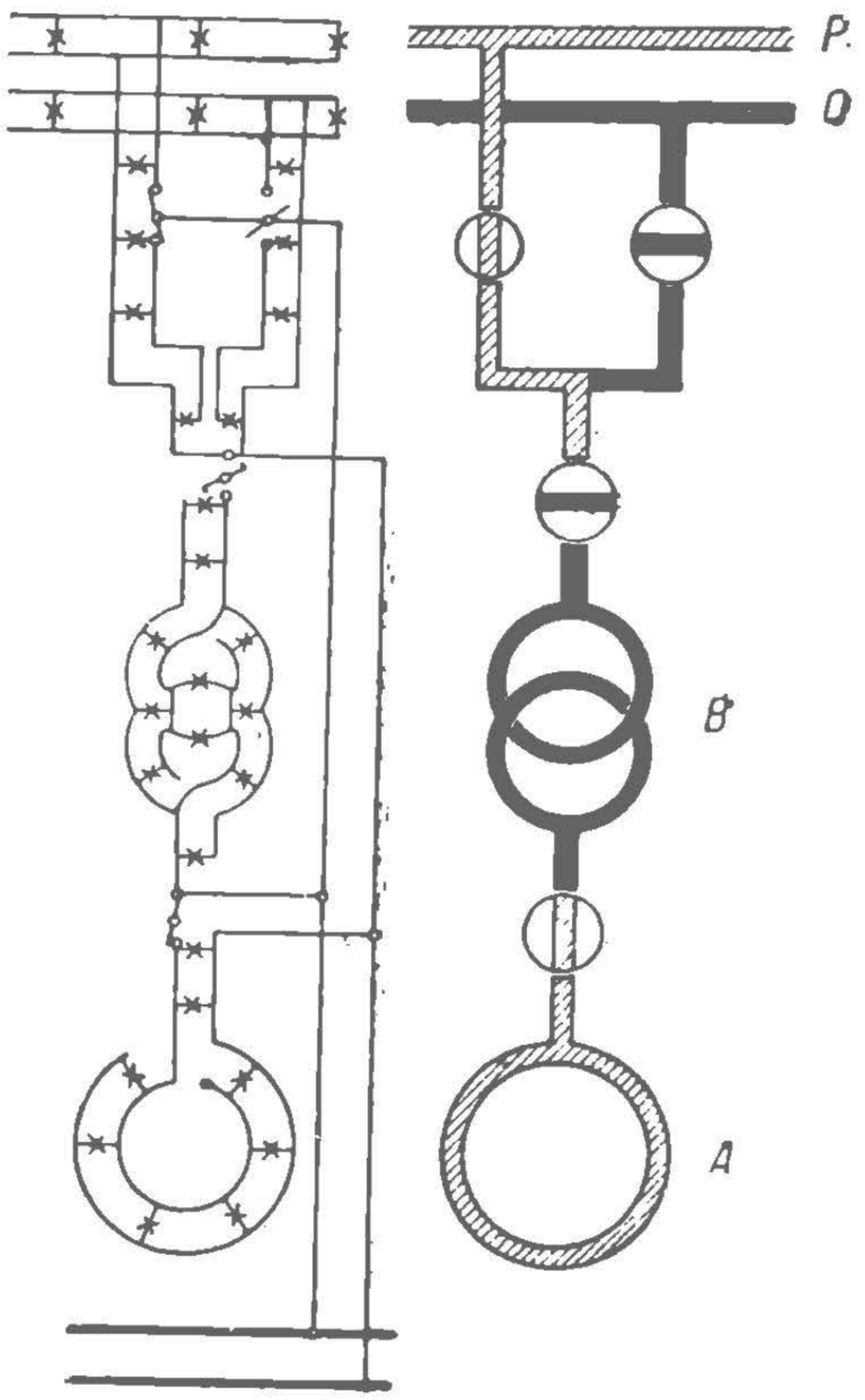
Первые световые схемы так же, как и указательные лампочки на мертвых схемах, включались от руки. Пример такой схемы изображен на фиг. 31.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

В данном примере каждая ламповая цепь связана с определенным поворотным указателем и замыкается при установке его в положение включения, как то видно из схемы. При таком включении ламп, очевидно освещение частей схемы принимает случайный характер, не связанный с ее внутренним состоянием. Так, например, трансформатор и относящаяся к нему проводка (часть схемы) не будут светиться, хотя находятся под напряжением, вследствие того, что относящийся к этой части схемы выключатель разомкнут. Наоборот, часть схемы, изображающая шины и подвод к ним, будет светиться, хотя не имеет напряжения, вследствие того, что в этой проводке находится замкнутый выключатель.

На фиг. 32 представлено более совершенное включение, при котором выключатели световой схемы включены по отношению к вспомогательному источнику тока последовательно так, что они могут зажигаться только в порядке распространения напряжения.

Фиг. 33 поясняет различие в характере освещения схемы, когда оно производится только в зависимости от напряжения или также и в зависимости от тока.



Фиг. 31. Светящаяся мнемоническая схема, зажигаемая от руки.

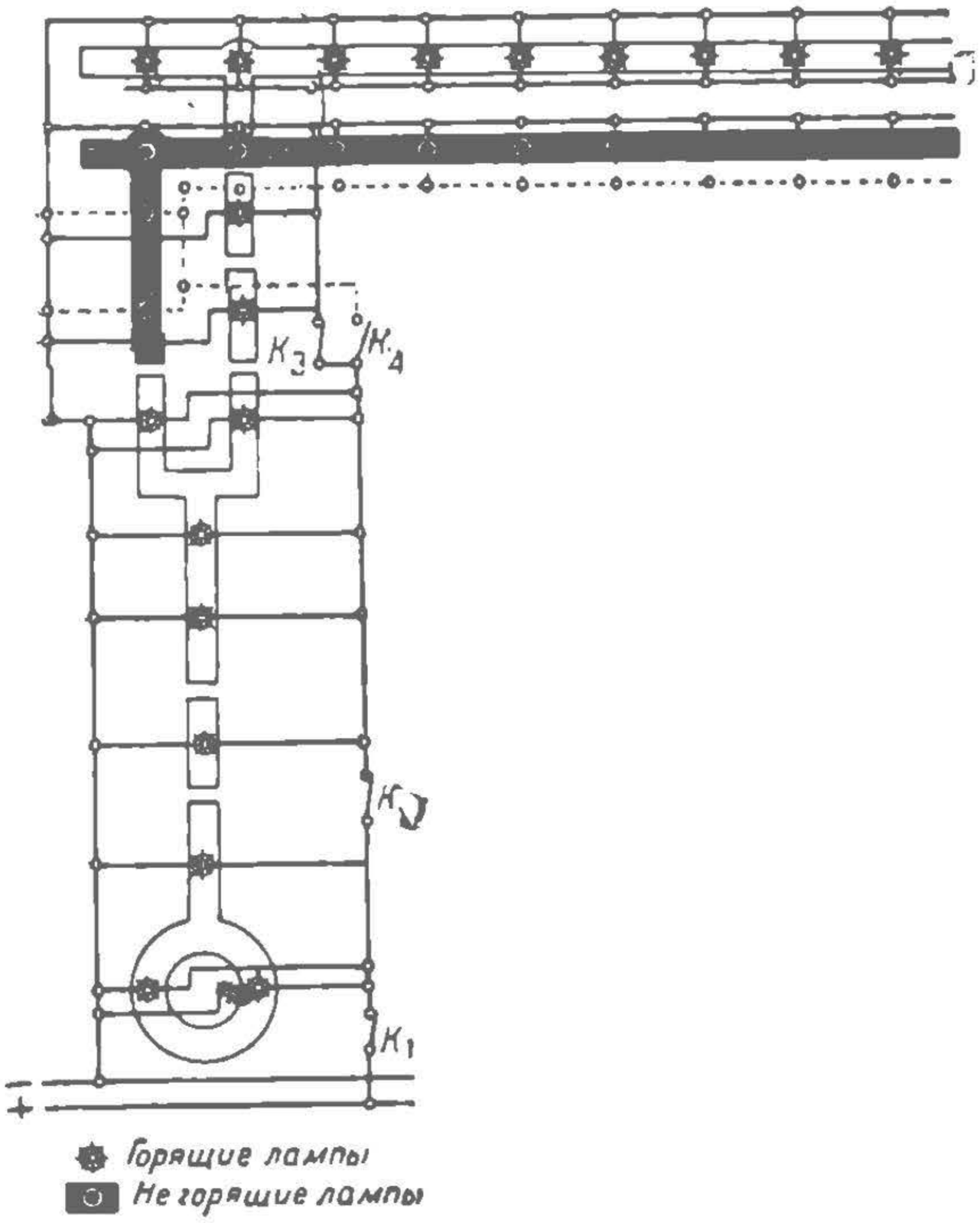
18. Контрольная светящаяся схема. Автоматическое включение светящейся схемы в зависимости от напряжения или тока

Светящаяся схема, включаемая от руки, имеет, очевидно, те же недостатки, как и всякая мертвая схема. Поэтому естественным было стремление создать такое включение светящейся схемы, которое выполняло бы функции автоматической сигнализации, самым точным образом, отражая не только положение выключателей, но и состояние проводок схемы, состояние их под напряжением или под нагрузкой, как показано на фиг. 33.

Фиг. 34 дает изображение такого включения в зависимости от напряжения. Как видно из чертежа, отображающая схема разделена местами разрыва, соответствующими выключателям в действительной схеме, на четыре участка γ, β, α_1, α_2, отвечающие элементам схемы. γ — линия, или же потребитель, β — шина, α_1, α_2 — источники энергии. Так как распространение напряжения должно итти от источников энер-

НБ УГУНТ (ДГТ)

гии, то батарея, или другой источник тока, питающий отображающую схему, приключается прежде всего к участкам генераторов a_1 и a_2. Зависимость включения от работы генератора создается применением соответственных реле P_1, P_2, приключенных к трансформаторам напряжения и замыкающих цепь, когда на генераторе появляется напряжение. Таким образом зеленые лампы на участке отображающей схемы зажгутся, как только на генераторе будет поднято напряжение, так как соответствующий участок (например, a_1) будет соединен с плюсом батареи. Дальнейшие участки получают соответственное соединение уже через него по мере замыкания генераторных, а затем линейных выключателей, снабженных соответственными контактными приспособлениями, перекрывающими разрывы между участками отображающей схемы.

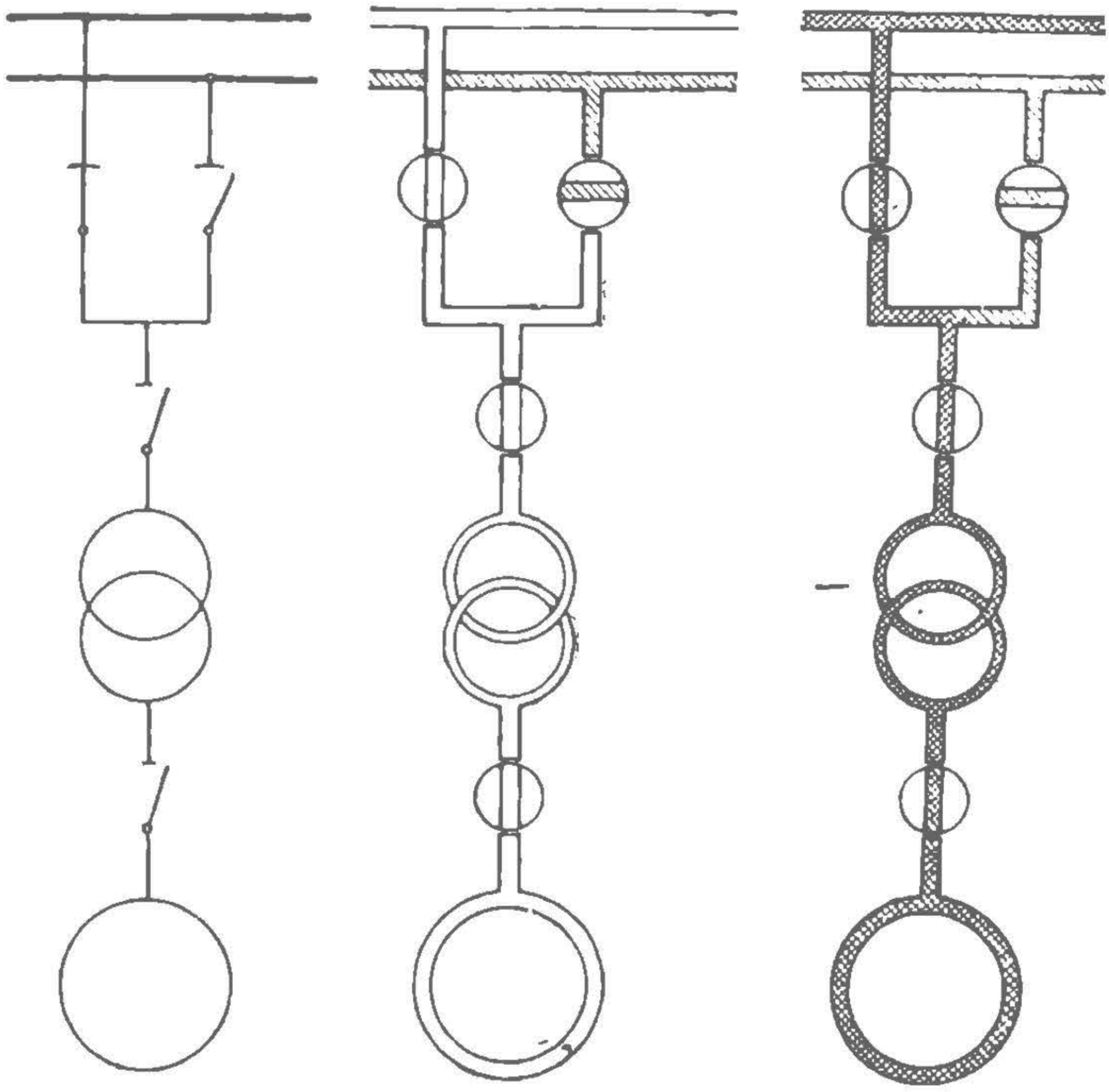


Фиг. 32. Светящаяся схема, включающаяся в зависимости от распространения напряжения.

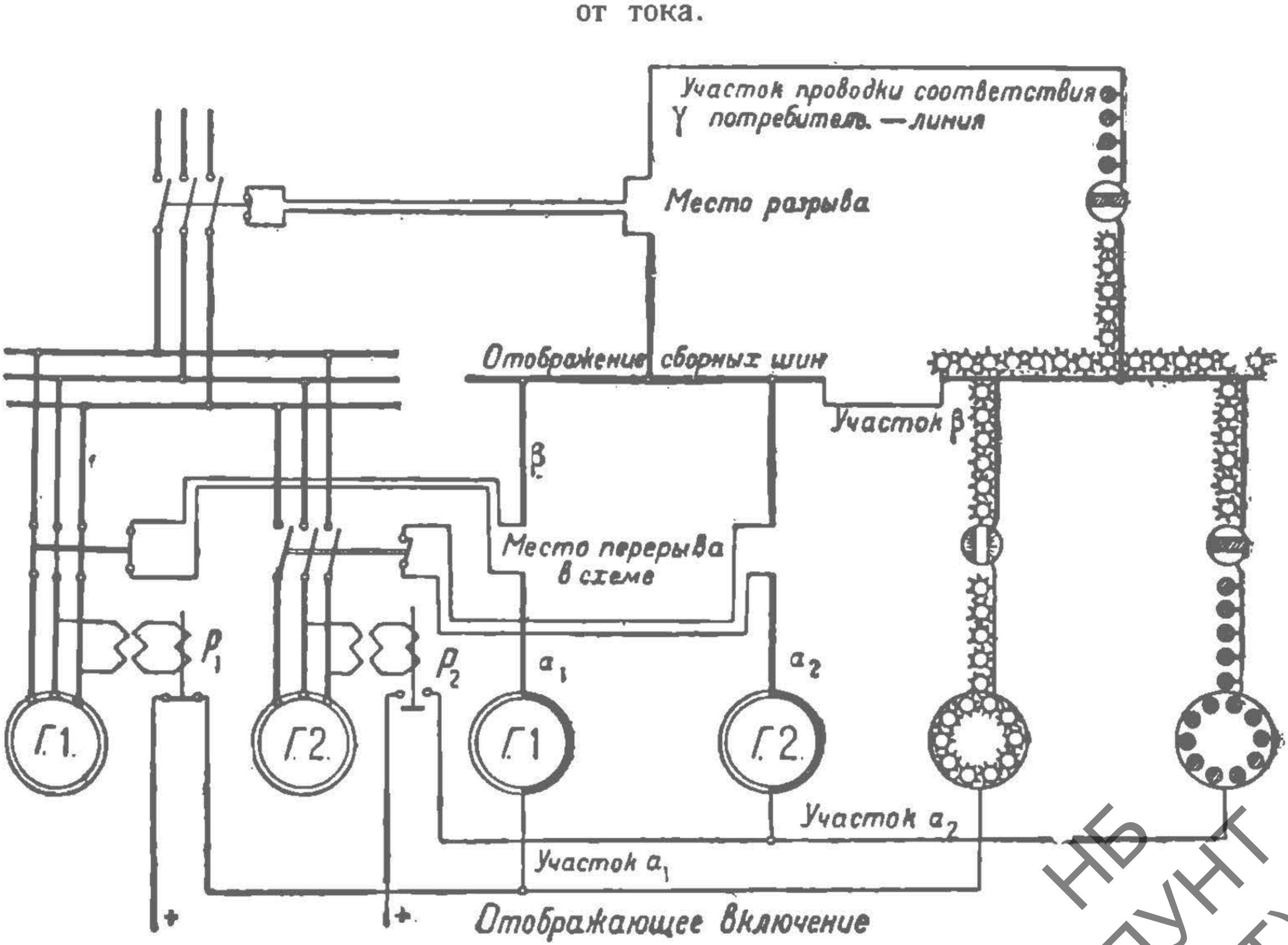
Аналогично тому, как для сигнальных указателей, существенным достоинством отображающей схемы было бы такое ее устройство, которое давало бы возможность непосредственно замечать и находить вновь происшедшие переключения. Для этого также используется применение мигающего света для тех участков отображающей схемы, которые только что были включены. Осуществляется это при посредстве реле, изображенного на фиг. 35. Реле это включается в каждый из участков отображающей схемы и действует следующим образом.

Как это видно из схемы фиг. 35, оно состоит из двух катушек *1* и *2*. Катушка *1* служит для присоединения цепей ламп двух цветов — зеленого, означающего отсутствие напряжения, и белого, означающего состояние под напряжением. Катушка *2* служит для переключения на ровный или на мигающий свет. Катушка *1* присоединяется к отображающей проводке таким образом, что цепь ее замыкается тогда, когда получает напряжение соединенная с нею часть отображающей схемы, т. е. после замыкания соответствующего выключателя, или разъединителя. Проходящий по катушке *1* ток втягивает ее сердечник, причем связанный с ним молоточек ударяет по балансиру *Б* и, перебрасывая его на противоположную сторону, размыкает контакты C_1 и замыкает контакты C_2. Вследствие этого цепь зеленых ламп выключается, включается взамен цепь белых ламп, но на шины *В* — прерывистого тока,

НТБ УДУНТ (ДІІТ)



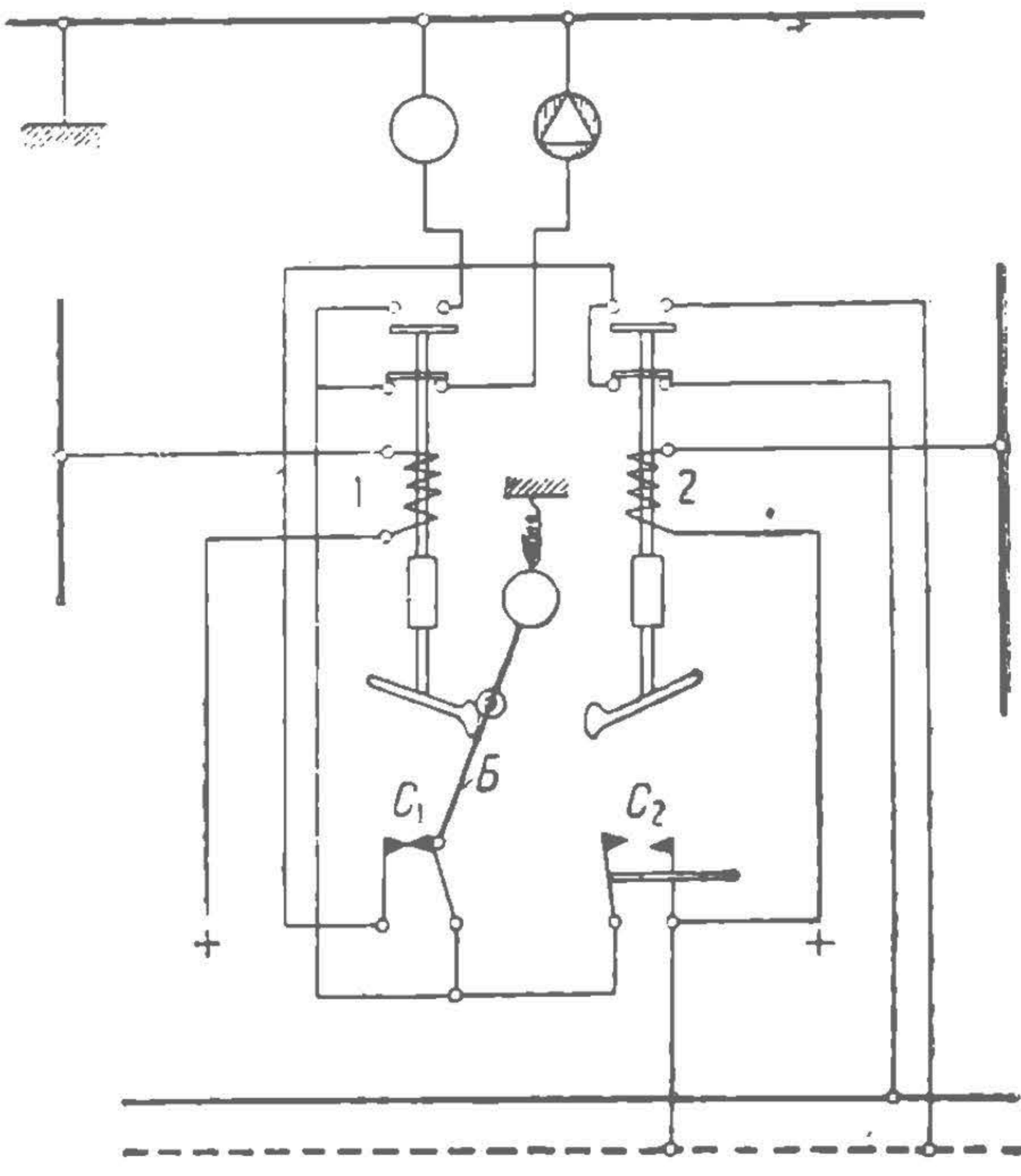
Фиг. 33. Освещение линий схемы в зависимости от напряжения или в зависимости от тока.



Фиг. 34. Схема для автоматического включения светящейся схемы в зависимости от напряжения. (Минусовая проводка на чертеже не показана.)

НБ УДУНТ (ДИТ)

вследствие чего лампы светят мигающим светом. При подтверждении (квиттировании) происшедшего переключения, т. е. при переводе соответствующего включенному выключающему прибору сигнального указателя в правильное положение, он временно замыкает цепь катушки 2, причем происходит следующее. При включении катушки 2 ее сердечник втягивается, связанный с ним молоточек ударяет по балансиру *Б* и, отбрасывая его обратно влево, размыкает контакты C_2 и замыкает контакты C_1. При этом цепь белых ламп остается включенной на прерывистый свет. Но так как замыкание катушки 2 носит временный характер, то после того как сигнальный указатель пройдет над замыкающим контактом, ток в катушке 2 прекращается, сердечник ее падает и приключает цепь лампы, включенную катушкой 1, к шинам постоянного напряжения *L*, вследствие чего белые лампы продолжают гореть уже ровным светом.



Фиг. 35. Схема переключательного реле для изменения световой окраски линий светящейся схемы и включения ровного или мигающего света. *L* — шины ровного напряжения, *B* — шины прерывающегося напряжения.

При размыкании выключателя ток в катушке 1 прекращается. Сердечник ее падает, включает цепь зеленых ламп и отбрасывает балансир *Б* в противоположную сторону. Вследствие этого зеленые лампы горят мигающим светом. Опять-таки при переводе сигнального указателя в правильное положение происходит при включении катушки 2 отбрасывание балансира обратно, замыкание контактов C_1 и перевод ламповой цепи на ровный свет.

19. Применение светящейся схемы в качестве управляющего устройства

Выше указывались те неудобства, которые связаны с отделением контрольной схемы от собственного командного устройства — щита управления.

Необходимость постоянно сравнивать состояние контрольной схемы и приборов управления вводит в работу дежурного неприятное осложнение, которое приводит к тому, что он иногда предпочитает при неудач-

НБ УДУНТ (ДПТ)

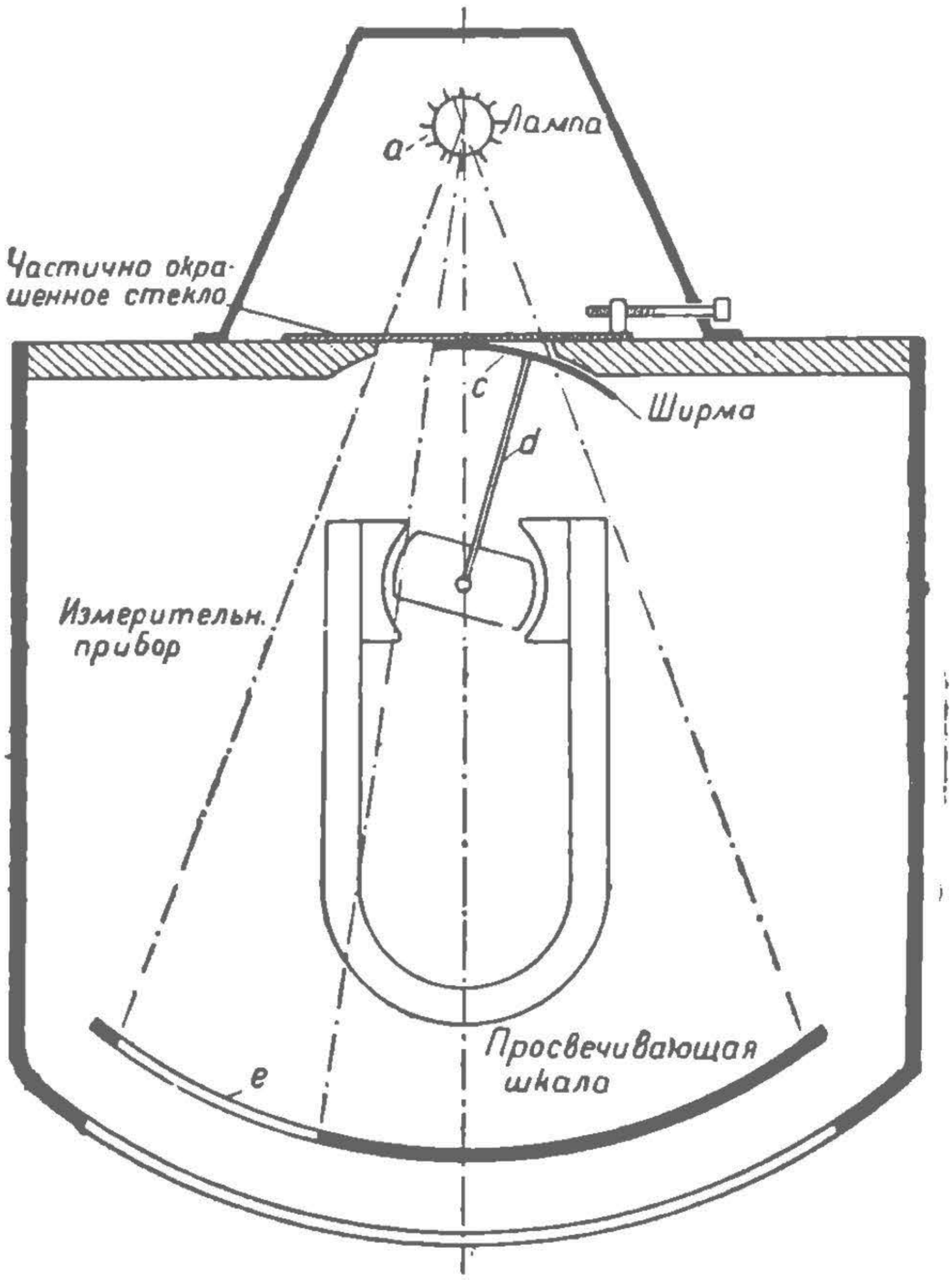
по спроектированном устройстве не пользоваться вовсе контрольной схемой. На контрольную схему начинают смотреть, как на парадное украшение, предназначенное больше для показывания посетителям, чем для работы, как это имело место на одной из наших станций. Поэтому следующий шаг — полное слияние отображающей схемы со щитом управления — является естественным завершением эволюции развития командных устройств.

Для этого должны быть разрешены еще два вопроса:

1) о распорядительных (управляющих) приспособлениях и

2) об измерительных приборах.

Что касается управляющих приспособлений, то распорядительный контактор уже и на стандартных пультах старого типа представляет собой прибор весьма незначительной величины. Однако для отображающей схемы он все-таки слишком велик, и главное его торчащая рукоятка (гриф) не вяжется с общей конфигурацией схемы. Очевидно, гораздо более удобным было бы применение кнопочного включения. В этом отношении не встречается затруднений, так как кнопочное управление достаточно разработано в технике.

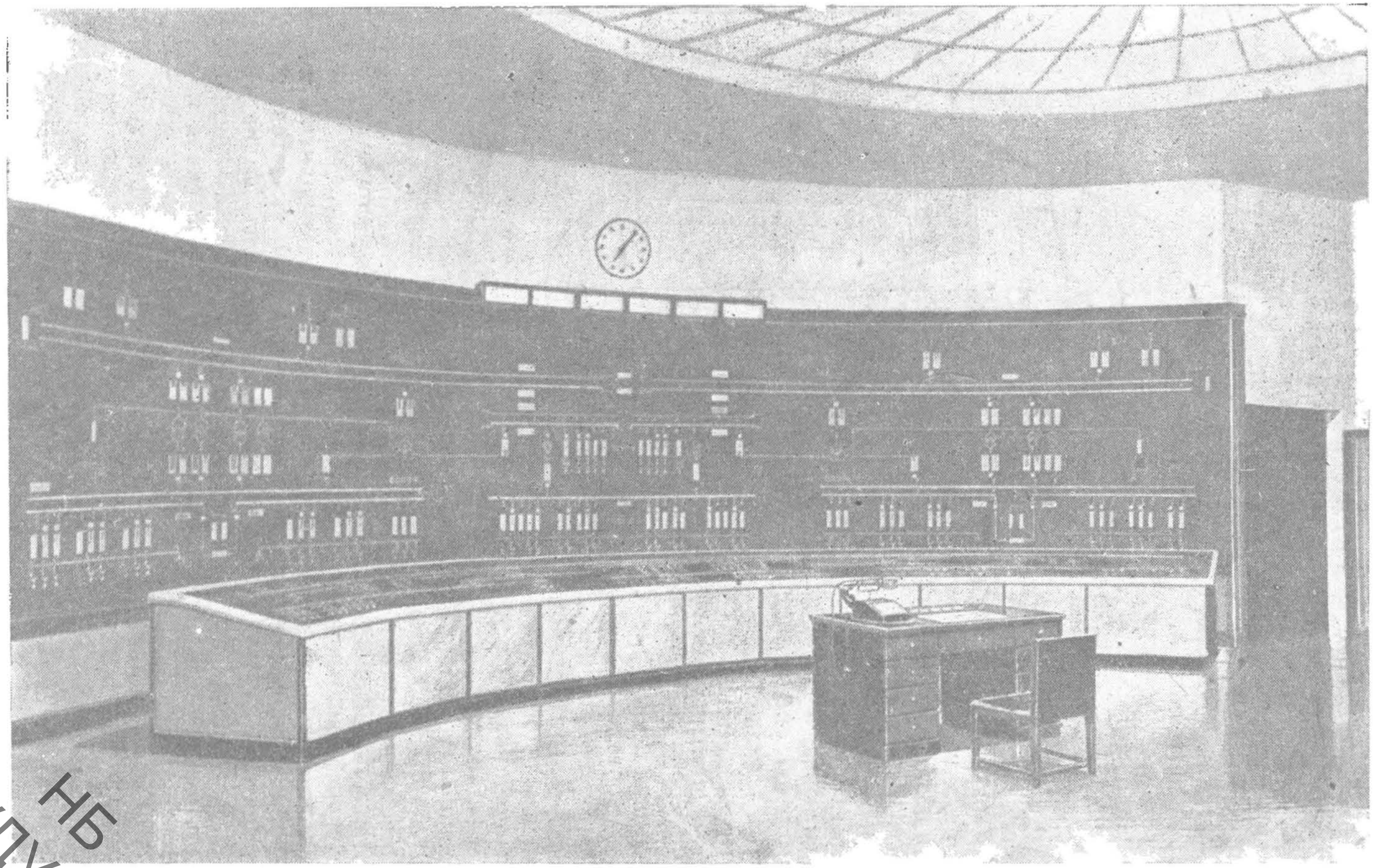


Фиг. 36. Схема теневого измерительного прибора.

Для безопасности каждая операция разбивается на две: установку, которая может быть выполнена посредством приспособления, связанного с сигнальным указателем вроде описанного в п. 16 наружного распорядительного цилиндрика, и собственно включение, производимое нажатием ключа-кнопки. Такие приспособления без труда могут быть размещены на схеме и при ее ограниченных размерах.

Остается вопрос об измерительных приборах. Для того чтобы устранить упоминавшееся противоречие между яркостью наружного освещения, необходимого для удобства наблюдения за обычными приборами, и видимостью светящейся схемы, очевидно, необходимо и приборы сделать тоже светящимися.

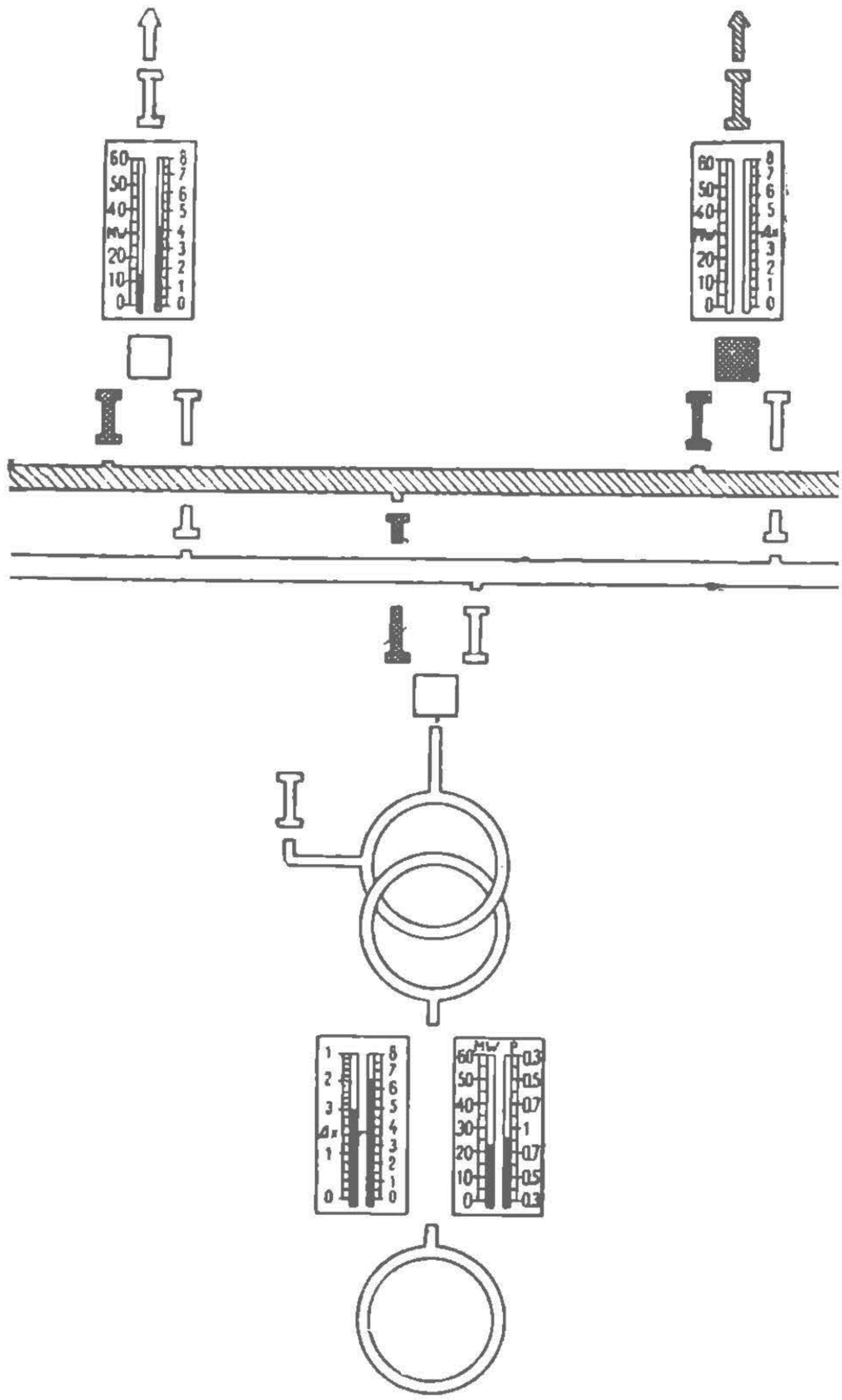
НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 37. Общий вид щита управления в виде светящейся схемы с теневыми измерительными приборами.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Вопрос этот разрешается применением приборов со светящейся шкалой, или точнее назвать, теневых приборов. Устройство их поясняется фиг. 36. Как видно из чертежа, прибор имеет прозрачною шкалу *e*, на часть которой отбрасывается тень от ширмы *c*, связанной со стрелкой измерительного прибора *d*. Освещение шкалы производится расположенной позади подвижной ширмы лампой *a*. Для облегчения наблюдения за приборами обычно бывает существенным фиксирование определенных величин. Если речь идет о величинах, которые должны поддерживаться постоянными, как, например, напряжение, частота, то стрелка прибора должна находиться на одном определенном месте или во всяком случае колебаться в узких границах. В других случаях, например, при определении нагрузки, существенно усилить внимание персонала в тех случаях, когда стрелка выходит за определенные пределы, например, превышает $^3/_4$ нормальной нагрузки, или, наоборот, падает ниже $^1/_4$. Теневые приборы легко могут быть использованы для указания подобного рода пределов. Для этого по пути света перед ширмой вставляется цветное, легко прозрачное стекло, окрашивающее в особый цвет те части шкалы, при нахождении стрелки на которых необходимо особое внимание. Так как стрелка в данном случае заменяется тенью, то задача персонала сводится к наблюдению за тем, чтобы тень находилась в пределах белой части шкалы.



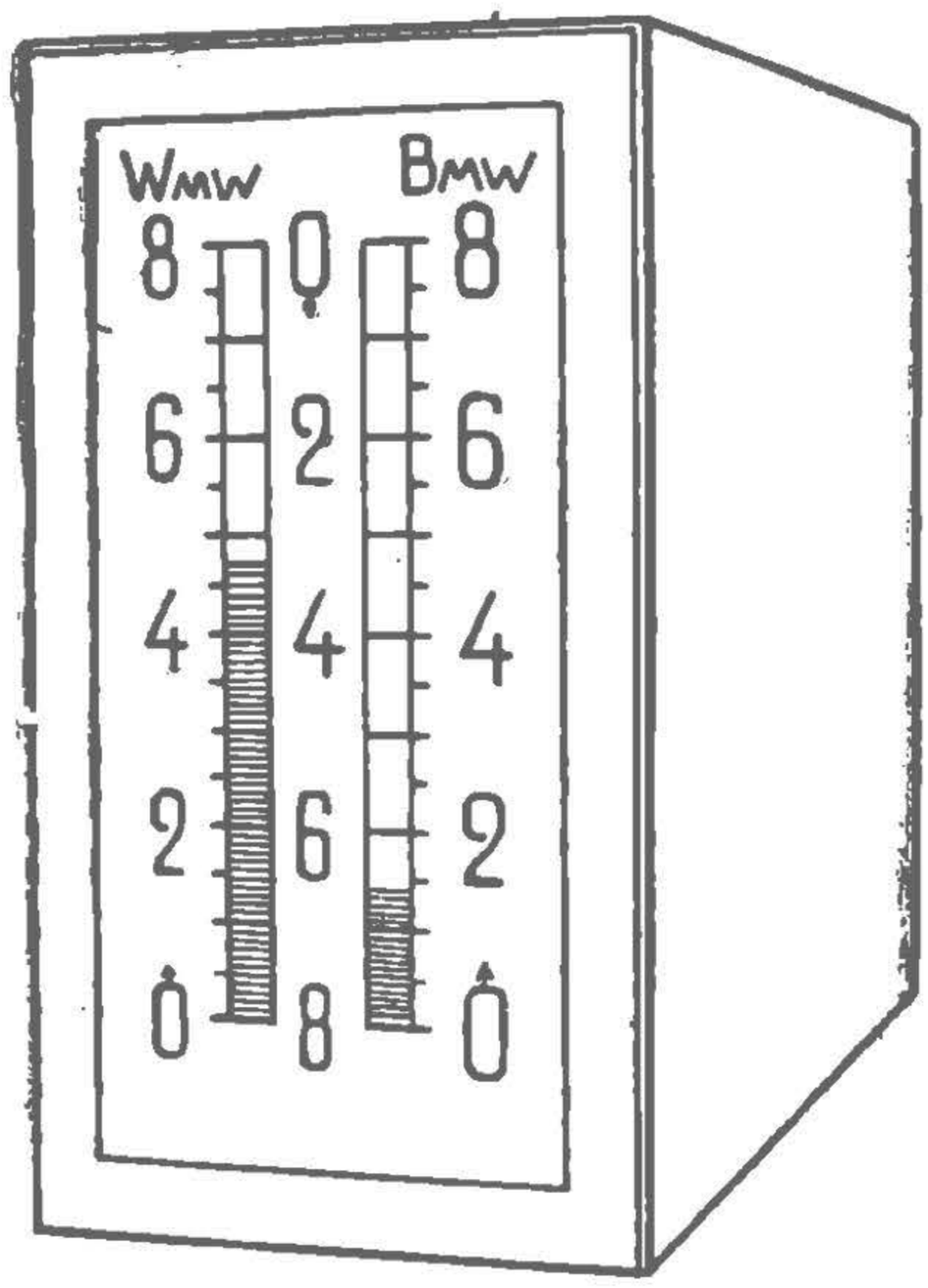
Фиг. 33 Деталь светящегося щита с теневыми приборами.

Применение светящихся приборов дает возможность полностью осуществить щит управления в виде светящейся отображающей

НБ УДУНТ (ДІТ)

схемы. Примеры такого рода устройства изображены на фиг. 37 и 38.

Следует отметить, что просвечивающие шкалы теневых приборов могут быть совмещены по нескольку в одном прорезе, что дает большую компактность устройства (фиг 39).



Фиг. 39. Теневой прибор с несколькими шкалами.

20. Применение светящейся схемы в качестве распорядительной

После всего ранее изложенного не представляет затруднений представить себе использование светящейся схемы для предварительного составления плана включений, а также применение ее в качестве распорядительной.

Нами было описано в § 16, каким образом могут быть предварительно изображены предполагаемые включения на отображающей схеме; эта возможность может быть использована для получения так называемой распорядительной отображающей схемы, которая может быть применена для целей дальноуправления. Представим себе, что мы помещаем на подстанции ее отображающую схему, указатели которой могут быть устанавливаемы (или она может быть зажигаема в соответствующих частях) дальнодействующим включением из центрального распорядительного (диспетчерского) пункта. Тогда вместо передачи распоряжений по телефону дежурному на подстанции передается предписываемая схема путем установки указателей (или соответствующего освещения) отображающей схемы. Схема эта может быть связана с распорядительным устройством управляемой установки таким образом, что указатели будут светить мигающим светом и будет действовать звуковой сигнал, пока схема действительная не будет приведена в соответствие с заданной.

Кроме того, так как распорядительная схема управляемой установки, естественно, имеет свою, связанную с ней, копию на распорядительном пункте, то и на этой повторной схеме происходят те же явления, и когда вся схема погасла, отдавший распоряжение видит, что оно правильно исполнено.

21. Некоторые детали устройства светящихся схем

При изготовлении светящихся схем применяются две основных конструкции.

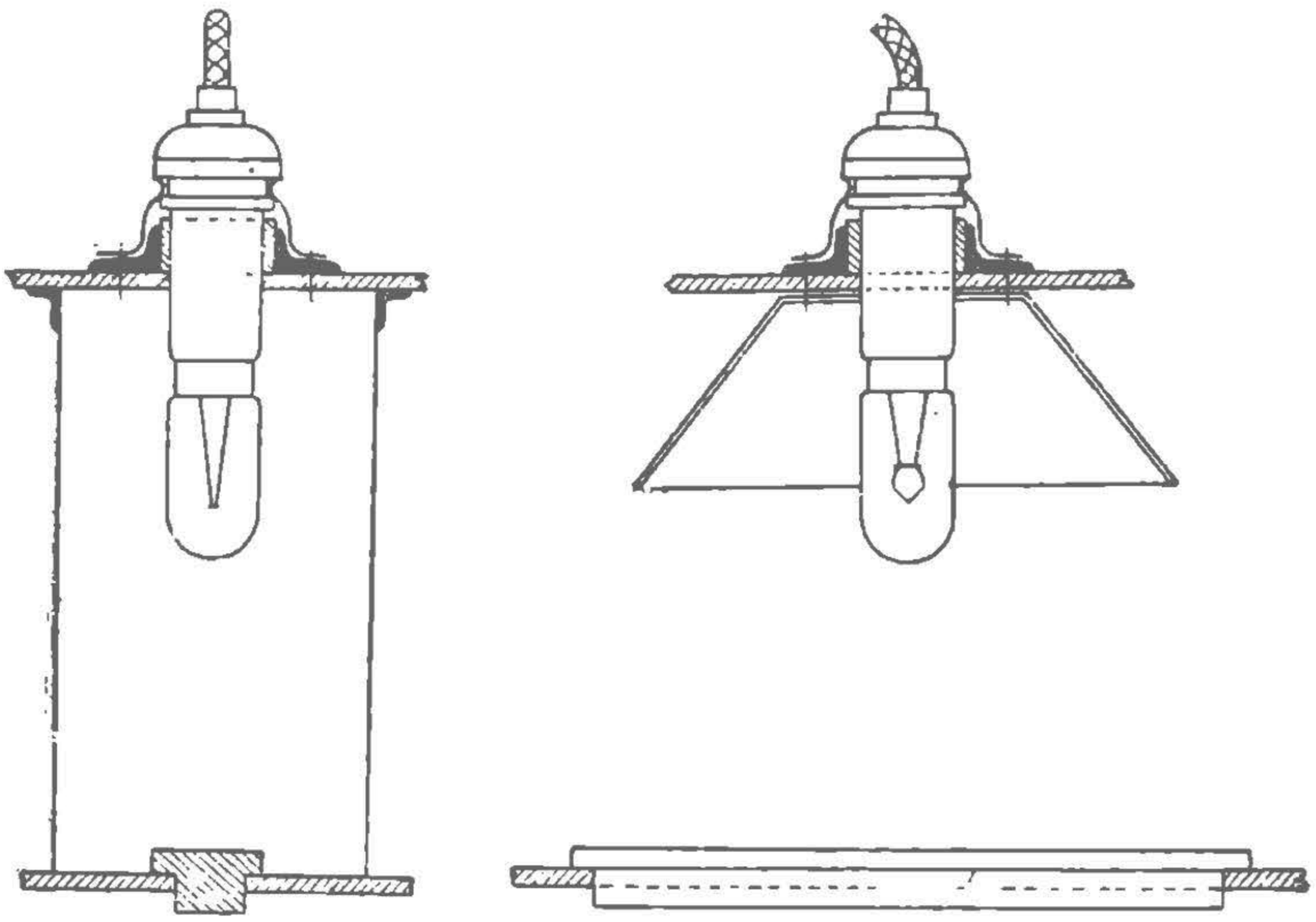
В одной из них применяют обычно гладко выправленные стальные листы, в которых прорезаны линии, соответствующие линиям схемы.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Первоначально эти прорезы закрывались матовым стеклом. Такая конструкция оказалась, однако, несовершенной, так как матовое стекло слишком прозрачно и мало рассеивает свет, вследствие чего отдельные лампы просвечивают, и линия схемы получается не в виде сплошной световой черты, а в виде нити светящихся точек.

Большим недостатком стекла является, кроме того, хрупкость и вследствие этого возможность повреждения схемы от разбития отдельных стекол. Кроме того, трудно выполнить соединение стекла с железом таким образом, чтобы в местах скрепления не забивалась грязь.

Поэтому в последнее время стали применять (конструкции Siemens & Halske) для изготовления схем другой материал — формалдегидовую смолу. Из этого материала легко получить пластинки любой формы и окраски, из которых удобно составляются линии схемы.



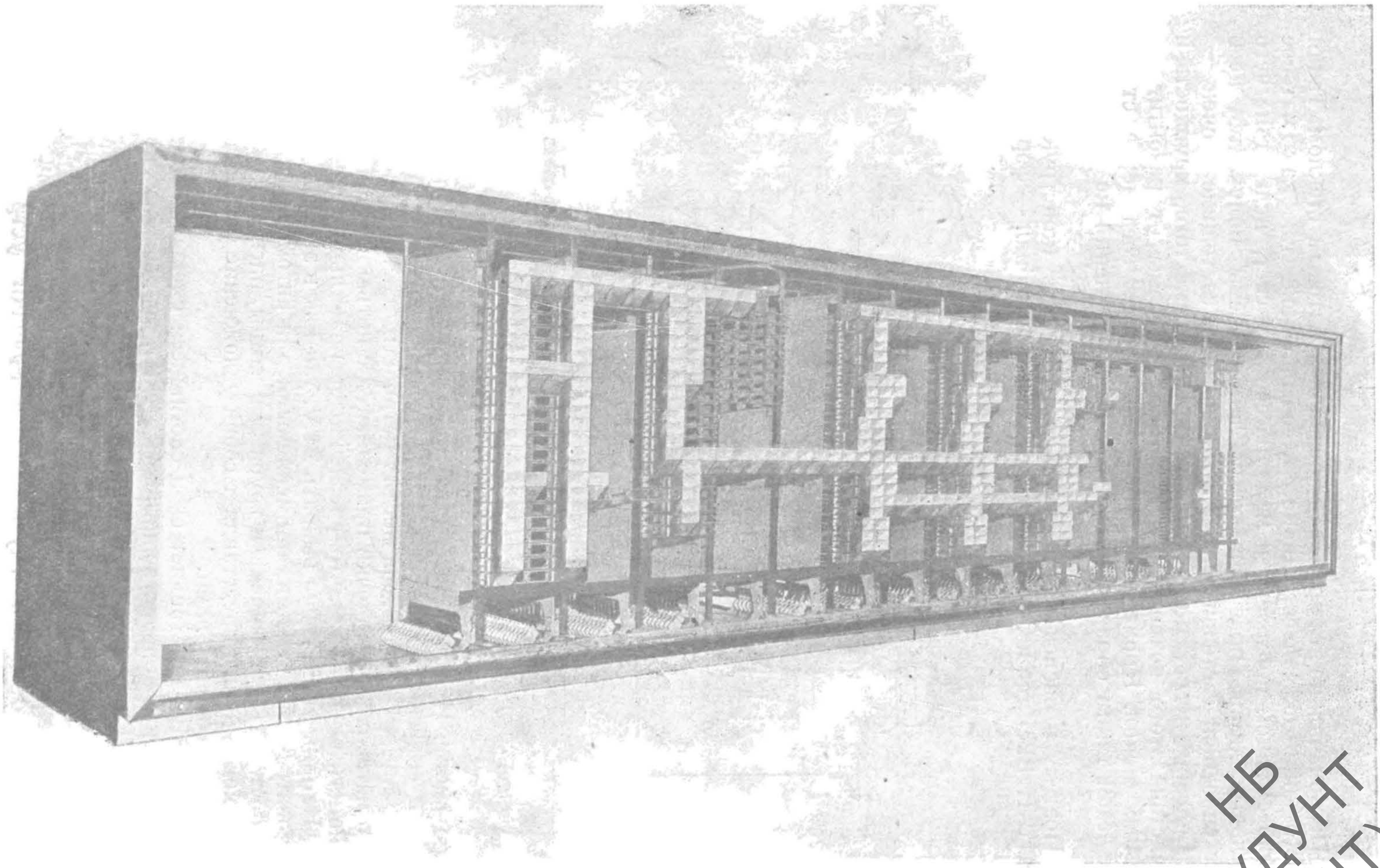
Фиг. 40. Деталь устройства освещения линий светящейся схемы.

На фиг. 40 изображена деталь устройства светящейся схемы из такого материала. Лампочки применяются с нитью в одной плоскости и байонетным затвором, что обеспечивает правильное расположение нити. Напряжение удобно выбрать 24 V, так как в этом случае можно пользоваться лампочками, применяемыми для автомобилей.

Могут быть применяемы и трубчатые лампы, располагаемые вдоль линии схемы, но это представляет собой усложнение устройства ввиду ненормального типа ламп.

Фирма BBC изготовляет свои светящиеся схемы распределительных устройств из больших зеркальных стекол, покрываемых непрозрачной краской, кроме тех мест, которые должны быть оставлены просвечивающими. Такие стекла вставляются в металлический каркас, аналогичный обычному для распределительных досок. Для того чтобы получить освещение линий схемы рассеянным светом, фирма помещает освещающие лампы в изогнутые глухие колпаки, устроенные таким

НБ УДМТ (ДПТ)

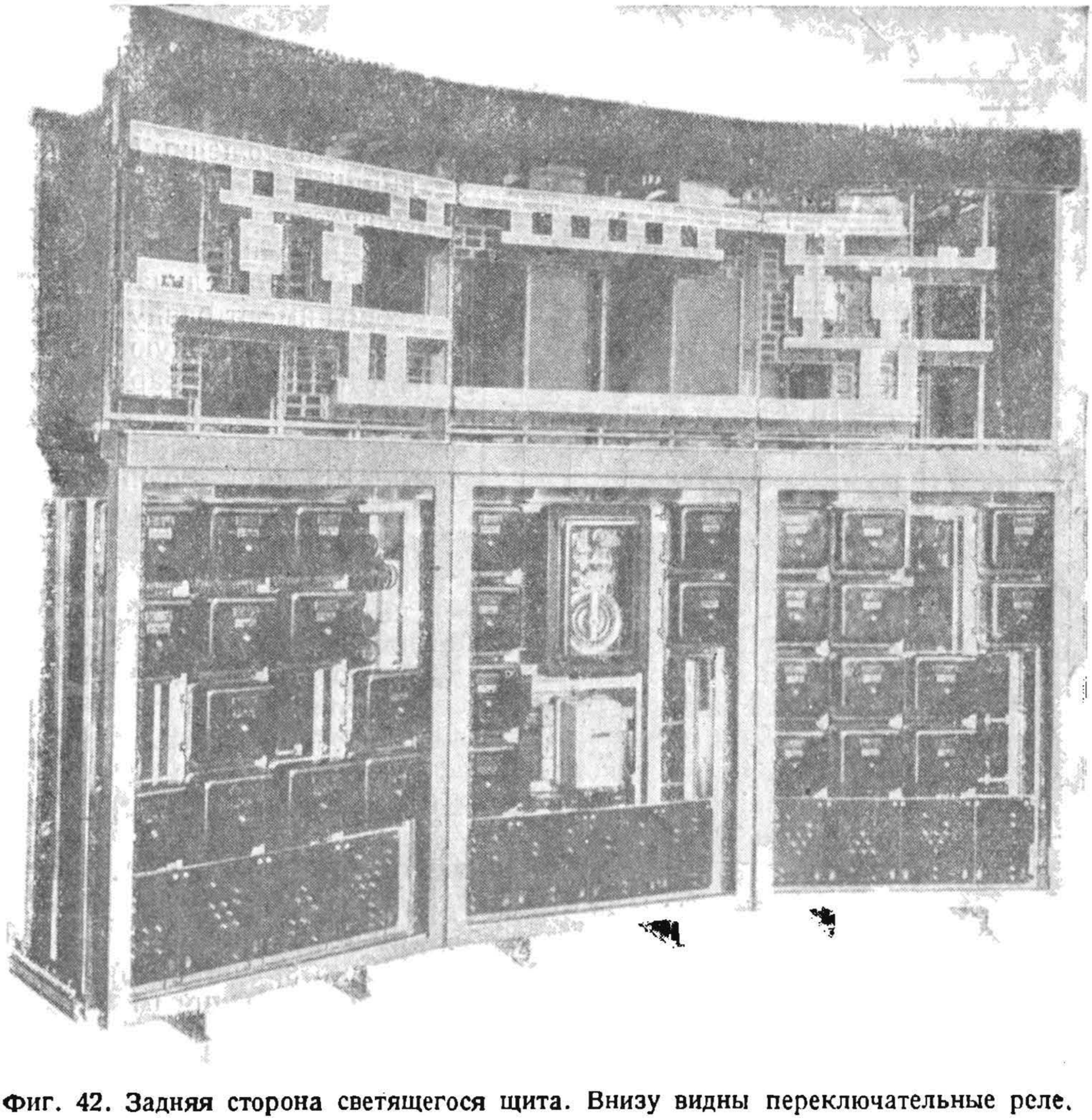


Фиг. 41. Задняя сторона светящейся схемы. Полосы составлены из колпаков изогнутой формы, дающих отраженный свет.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

образом, что на световые щели не могут попасть прямые лучи света ламп, а только отраженные от поверхности колпаков (фиг. 41 и 42).

Конструкция светящейся схемы отчасти связана и с характером ее использования. Так, когда схема монтируется из железных листов, на ней же могут быть расположены и распорядительные ключи. При изготовлении же светящейся схемы из стекла она обычно служит только



Фиг. 42. Задняя сторона светящегося щита. Внизу видны переключательные реле.

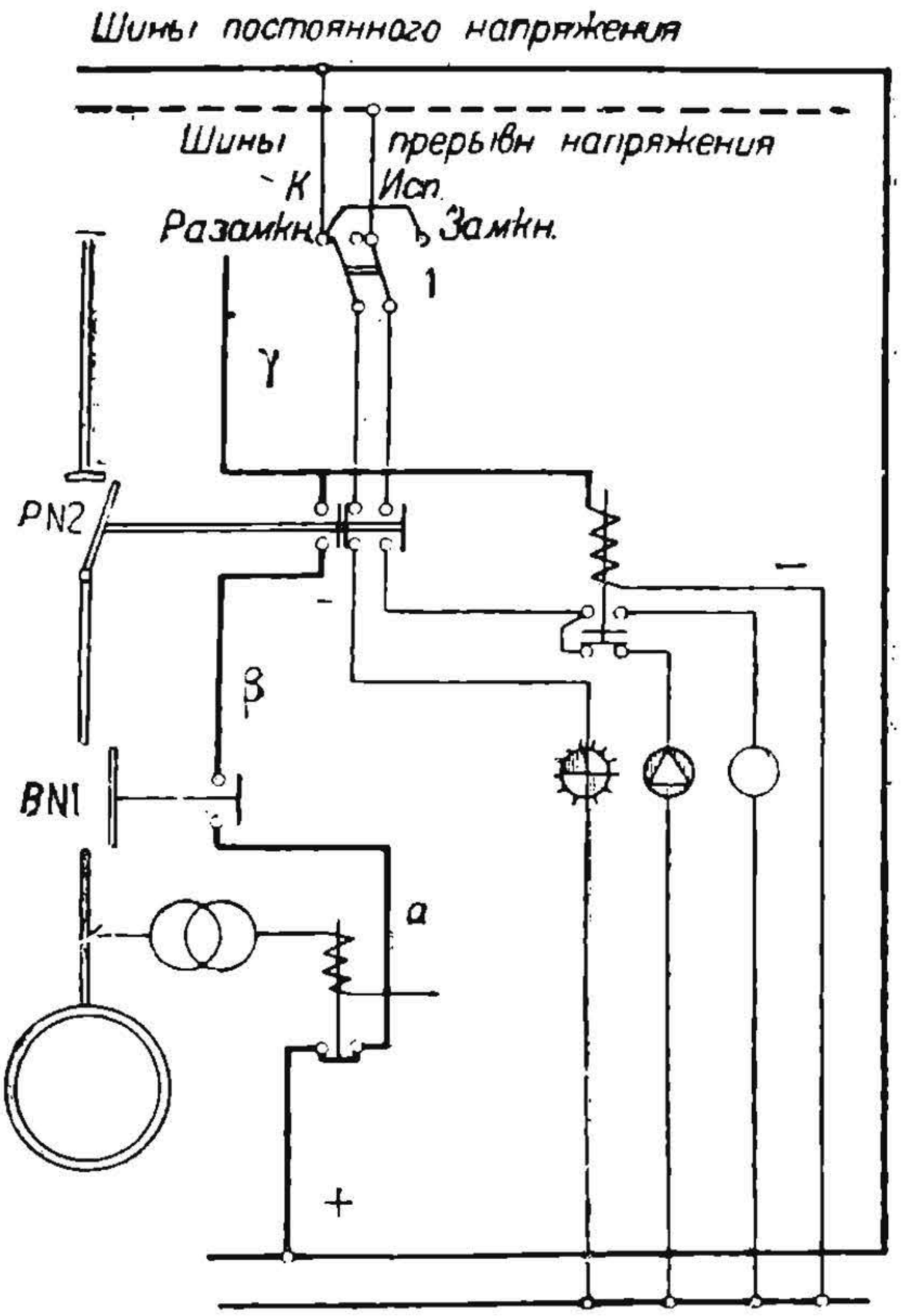
контрольной. В этом случае передней устанавливается дополнительно специальный распорядительный пульт, на котором повторяется изготовленная из бронзовых или иного материала полос точно та же схема с встроенными в нее распорядительно-контрольными ключами в тех местах, где находятся масляные выключатели и разъединители.

Вопрос о том, следует ли отделять контрольную схему от распорядительной, нельзя считать получившим окончательное разрешение. Выше указывалось на некоторое раздвоение внимания при разделении

РЕПОЗИТОРИЙ УДУНТ (ДГТ)

этих схем. Однако при удачном правильно выбранном их взаимном расположении это неудобство не имеет особого значения.

В противовес преимуществам объединения в одном устройстве контроля и управления указывают, что при этом необходимо располагать все те части контрольной схемы, где могут находиться распорядительные ключи, таким образом, чтобы до них можно было достать рукой, а это налагает слишком стеснительные условия на размеры контрольной схемы и делает ее неизбежно чересчур тесной, а оттого и малонаглядной.



Фиг. 43. Схема переключательного реле для изменения окраски символов разъединителей и выключателей (три цвета).

В отношении окраски линий светящейся схемы существует два возможных направления.

В одном случае линии схемы имеют разную окраску, отражающую различие основных характеристик частей схемы, например, высокое напряжение может иметь один цвет, низкое — другой, или переменный ток один цвет, постоянный — другой. Различие же состояния частей схемы выражается в том, что одни части, например, состоящие под напряжением, освещены, другие же, лишенные напряжения, остаются темными.

В этом случае, очевидно, могут быть показаны только два состояния. С конструктивной точки зрения этот способ имеет то преимущество, что требуется только один набор ламп с обычным белым светом.

Второй способ предполагает обратное, что линии схемы имеют все только белую матовую окраску, или вернее просто оставляются без всякой окраски. Последняя же сообщается им освещением разными цветами. Этот способ имеет то преимущество, что может быть показано несколько различных состояний разных частей схемы. Так, например, фирма BBC применяет следующие обозначения: белый цвет — состояние под напряжением, зеленый цвет — линии без напряжения. Красный цвет служит специально для обозначения состояния выключателей и разъединителей и обозначает разомкнутое состояние.

В замкнутом состоянии выключающие приспособления могут иметь два цветовых обозначения, так же как и остальные части схемы:

НБ УДУНТ (ДИТ)

белая окраска — при наличии напряжений и зеленая окраска — без него.

На схеме фиг. 43 изображено сигнализационное включение для изменения окраски обозначения (символа) масляного выключателя на светящейся схеме при разных условиях.

α, β, γ—участки отображающей проводки аналогично схеме фиг. 34. Как видно из фиг. 43, изображение разъединителя *РЛ№ 2* при разомкнутом его состоянии освещается красным цветом. Коль скоро разъединитель будет включен, окраска изменится на зеленую, но только до тех пор, пока выключатель *В № 2 № 1* разомкнут. Как только выключатель *В № 1* будет замкнут и на разъединителе появится напряжение (при работающем генераторе), окраска изображения разъединителя изменится на белую.

Что касается включения светящейся схемы в зависимости от прохождения тока, то осуществить его можно было бы на тех же основаниях, как и включение, в зависимости от напряжения, пользуясь трансформаторами тока. Однако обычно этого включения не применяют по двум причинам. С одной стороны, оно очень усложнило бы и удорожило проводку, так как трансформаторы тока пришлось бы иметь во многих местах, где они нормально не ставятся. С другой стороны, в то время как напряжение представляет собой в установке постоянную величину, ток все время меняется и существенно на схеме отразит не только самый факт прохождения тока, но, главным образом, величину его, т. е. нагрузку. Цель эта достигается включением в светящиеся линии схемы теневых измерительных приборов, как показано на фиг. 38. Наличие движущегося теневого столбика на приборе достаточно ясно указывает как состояние под током, так и выясняет вместе с тем и величину нагрузки. Конечно, для полноты схемы приборы должны быть поставлены на всех существенных разветвлениях. Несущественными разветвлениями являются те, в которых самый факт прохождения тока может быть установлен по положению выключающих приспособлений, а величина тока не имеет практического значения при измерении его в примыкающих разветвлениях. Таковы, например, большей частью перемычки, подводящие или отводящие ток от двух комплектов шин.

РАЗДЕЛ IV

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ НЕПРАВИЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

22. Технические и экономические основания применения автоматических устройств для предотвращения неправильных включений

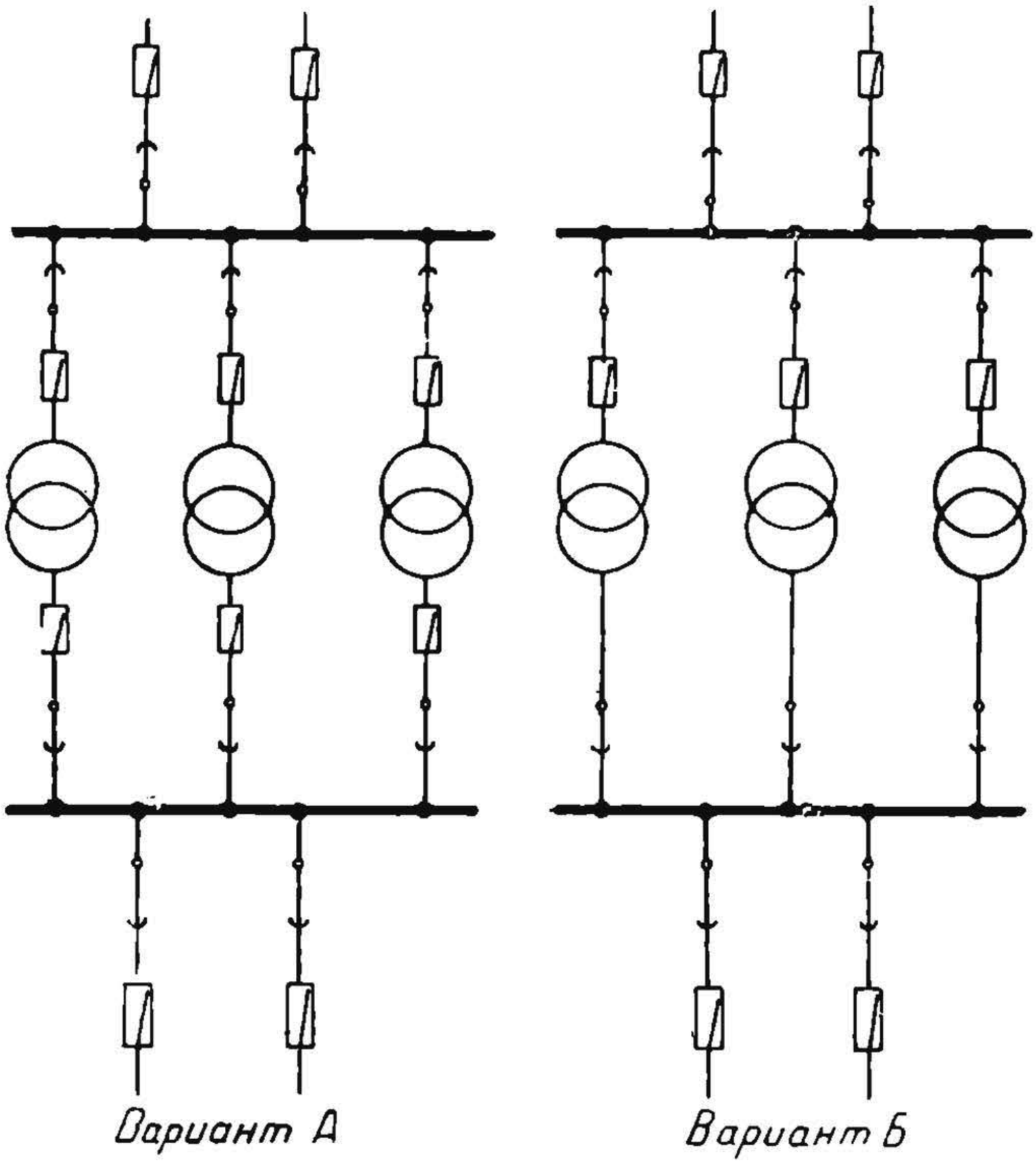
Отображающая световая схема дает обслуживающему персоналу наглядное представление о состоянии установки, но оставляет на его ответственности как выработку новой схемы включений, так и порядок производства отдельных операций, осуществляемых при этом.

Однако современные требования к командному устройству идут дальше. Оно должно давать возможность не только предварительно проверить предполагаемую схему простым ее рассмотрением, но должно указывать автоматически, если предполагаемое включение неправиль-

НВ УДУНТ (ДНТ)

но. Мало того, от современного командного устройства или щита управления требуется, чтобы оно вообще не давало возможности производить неправильные включения, автоматически прерывая посредством блокировочных (запорных) реле распорядительные цепи приводов масляных выключателей, если включение произведено неправильно.

Прежде чем перейти к описанию действия подобного рода устройств, необходимо остановиться предварительно на тех технических и экономических соображениях, которые обусловливают целесообразность их применения [1].



Фиг. 44. Варианты схемы трансформаторной подстанции *А*—с полным количеством масляных выключателей. *Б*—с сокращенным количеством масляных выключателей.

Для того чтобы менее квалифицированный обслуживающий персонал не производил неправильных включений, ему предлагается обычно руководствоваться некоторыми твердо установленными правилами. К числу таковых относятся, например, обычные правила: вырубать разъединитель только после того, как выключен соответственный масляный выключатель; перед включением выключателя всегда предварительно включать синхронизационный вольтметр и т. п. Для того чтобы обеспечить точное выполнение этих правил, применяются иногда блокирующие приспособления механического или электрического характера (запорные электромагниты, электромагнитные щеколды для дверей камер и т. п.). Следовать вышеуказанным правилам возможно, однако, только соблюдая при сооружении распорядительных устройств обычные установившиеся приемы, возникшие еще в то время, когда установки отличались большой элементарностью и простотой и вопрос о стоимости распределительных устройств стоял относительно на вто-

[1] Мы пользуемся при этом соображениями, изложенными в докладе Plech. и Latsko, Schaltfchlerschutz, в котором описано соответственное устройство. E и M № 26, 1931.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ром плане. В связи с этим стало считаться естественно необходимым, чтобы в каждой разъединяемой линии находились последовательно разъединитель и выключатель, так как лишь при этом условии возможно соблюдение вышеуказанного правила о выключении разъединителей только после размыкания выключателя. Между тем, при проектировании современных распределительных устройств встречаются случаи, когда можно было бы избегнуть постановки масляных выключателей и тем удешевить установку, но это повлечет за собой существенное изменение правил обслуживания, вследствие чего привычные указания иногда должны быть сменены почти на прямо противоположные. Примером может служить схема обычной трансформаторной подстанции, изображенной на фиг. 44. При схеме варианта *б* упраздняется ряд масляных выключателей за трансформаторами перед шинами низкого напряжения, что дает значительное удешевление установки. С точки зрения происходящих при выключении электрических явлений такая схема вполне допустима, но при ней, обратно общепринятым правилам, выключение параллельно включенных трансформаторов придется начинать с размыкания разъединителей на стороне низкого напряжения. Затем намагничивающий ток выключается уже выключателем со стороны высокого. Только когда между шинами остается один трансформатор, выключение должно производиться обычным порядком, т. е. сперва выключается масляный выключатель, а затем разъединитель.

Обдумывание современных распределительных устройств приводит к выводу, что большое число пересоединений могло бы быть сведено к манипулированию только разъединителями. Вопрос в том, не пострадают ли при этом безопасность и надежность эксплоатации распределительных устройств. Необходимо выяснить, могут ли быть выработаны и преподаны персоналу такие общие правила, которые и при упрощенном распределительном устройстве давали бы возможность простейшим образом разобраться, допустимы ли те или иные включения. Или, если бы это казалось затруднительным, может ли в ряде случаев оказаться экономически целесообразным установить такие автоматические устройства, которые гарантировали бы от неправильных включений даже и при применении схем с минимальным количеством масляных выключателей.

В дальнейшем будут рассмотрены общие принципы, на основании которых включение может быть характеризовано как допустимое или недопустимое.

Исходя из этих принципов, сконструировано описанное далее автоматическое устройство, запирающее (блокирующее) те из включений, которые являются недопустимыми.

23. Общие правила распознавания допустимости включений

Распределительные устройства являются промежуточным звеном между следующими элементами установки:

1) генераторами энергии;
2) приемниками энергии;
3) проводящими соединениями, представляющими учитываемое сопротивление (провода, передачи и т. п.);

НБ УДУНТ (ДНТ)

4) проводящими соединениями с практически неучитываемым сопротивлением (например, шины и т. п.);

5) короткозамыкающими элементами, как, например, многополюсные (всеполюсные) заземления, несинхронизированные или невозбужденные машины и т. п.

Для этих элементов могут быть установлены следующие общие правила включения:

А. Замыкание и размыкание цепи может быть, безусловно, осуществлено любым типом замыкающего приспособления:

1) когда ни с одной стороны выключающего приспособления не имеется элементов под напряжением;

2) когда между соединяемыми элементами уже имеется соединение, не обладающее практически учитываемым сопротивлением, т. е. когда есть уверенность, что по обе стороны замыкающего приспособления, безусловно, имеется одно и то же напряжение (как по величине, так и по фазе).

Б. Замыкание и размыкание цепи может быть осуществлено только специальным типом выключателя, способным погасить мощную дугу:

1) когда выключатель находится между двумя элементами, хотя бы и обладающими уже параллельным ему соединением посредством третьего проводящего элемента, но этот элемент обладает значительным (учитываемым) сопротивлением, и при разрыве тока на полюсах выключателя возникнет значительная разность потенциалов и ему, следовательно, придется разорвать соответствующую мощность;

2) когда выключатель находится между источником и приемником энергии (и, следовательно, включает или разрывает соответственную последнему мощность);

3) когда выключатель находится между двумя источниками энергии, между которыми всегда, даже при условии приблизительной синхронизации и уравнения напряжения, возможно возникновение уравнительного потока энергии.

В. Включение вообще недопустимо:

1) в случае, когда выключатель находится между источником энергии и коротким соединением или заземлением;

2) когда по другую сторону выключателя находится второй источник энергии, несинхронизированной и вообще не подготовленной к включению.

Очевидно, для соблюдения вышеуказанных правил обслуживающий персонал должен знать состояние включения всех частей установки.

24. Принципиальная схема устройства для предотвращения неправильных включений

На основании вышеизложенных общих правил включения фирмой ВВС разработано устройство, автоматически устраняющее возможность тех включений, которые являются недопустимыми.

Идея этого устройства заключается в следующем.

В рассматривавшейся уже нами схеме фиг. 34 могут быть выделены две части: 1) собственно светящаяся схема, которая должна представ-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

лять собой точную копию схемы распределительного устройства в одно-линейном начертании (изображена справа), и 2) соединительная проводка (изображена посредине), схема которой только условно конфигурацией своей напоминает основную, по существу же это особая вспомогательная схема, которая может быть начерчена любым образом и существо которой определяется условиями проводки вспомогательного тока для правильного зажигания светящейся схемы в зависимости от заданных характерных явлений — состояния под напряжением, потоком и т. п.

Изображенную на этой вспомогательной схеме проводку условимся называть о т о б р а ж а ю щ е й п р о в о д к о й, или п р о в о д к о й с о о т в е т с т в и я. Рассмотрев ее, мы увидим, что она распадается в свою очередь на ряд участков, или частей, границами которых являются сигнальные контакты размыкающих цепь приспособлений — выключателей, или разъединителей. Вместе с тем, каждый из участков тем самым оказывается соответствующим какому-нибудь из перечислявшихся в § 23 характерных элементов схемы. Так участки α_1, α_2, очевидно, являются генераторными, участок β шинным, γ — участком потребителя и т. п. Поэтому мы могли бы их называть х а р а к т е р и с т и ч н ы м и участками. Каждый из этих участков при схеме зависимого отображающего включения (§ 17) получает напряжение в определенной последовательности, зависящей от положения масляных выключателей и разъединителей. При этом участки проводки соответствия присоединяются только к одному полюсу вспомогательного источника энергии (в данном случае + батареи) и тока в них не возникает, пока они не соединены с лампами, так как лампы имеют соединение с противоположным полюсом батарей (—). Отсоединим теперь проводку соответствия от отображающей ламповой схемы. Тогда ток при соединении данного характеристичного участка с соседним будет возникать только в том случае, если этот последний соединен с другим полюсом источника тока. Если при этом в образующуюся цепь соединенных характеристичных участков включить реле, то посредством этого реле можно производить воздействие на те или другие цепи.

Для дальнейшего пояснения идеи устройства перейдем к рассмотрению схемы фиг. 45. Буквами *AS* обозначена проводка соответствия, подразделенная на участки α, β, δ, ε.

Включение масляных выключателей производится электрическим путем посредством дистанционного привода. Включение разъединителей — вручную.

Поскольку дело идет не об автоматическом, а о ручном включении, возле разъединителя имеется распорядительная лампа, которая согласно правилам должна быть зажжена, когда требуется включить разъединитель. Когда лампа не горит, разъединитель включать нельзя. Но, кроме того, может быть предусмотрено, если желательно, какое-нибудь электромагнитное приспособление, которое должно в том случае, когда включение недопустимо и не допускается зажигания распорядительной лампы, одновременно создавать механического характера препятствие передвижению разъединителя. Таким образом автоматическое предохранительное устройство должно выполнить следующие функции:

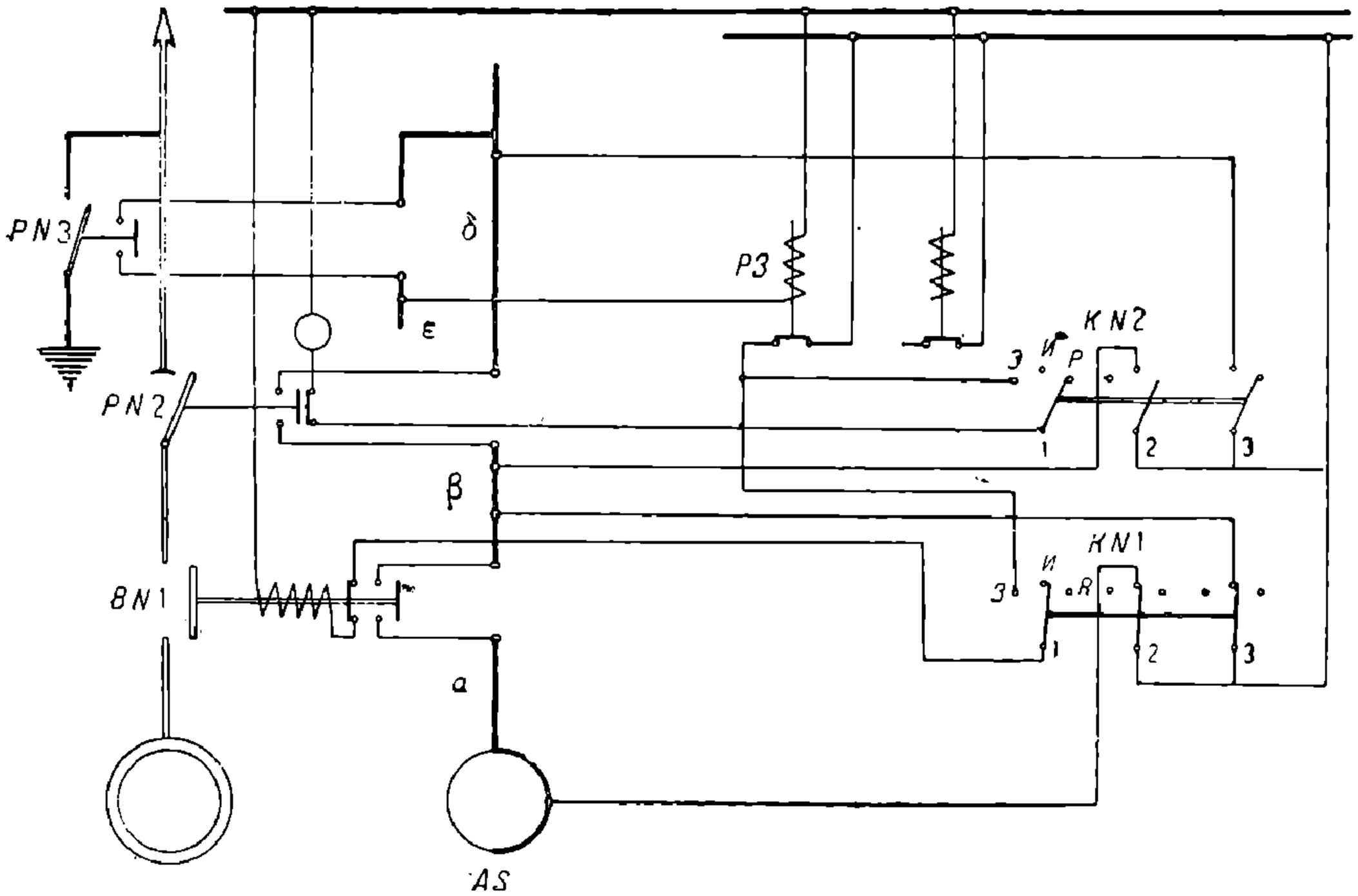
НБ УДУНТ (ДНТ)

1) не допустить зажигания распорядительной лампы;

2) воспрепятствовать включению вручную разъединителя в случае наличия запорных механических приспособлений;

3) устранить возможность электрического включения масляных выключателей.

Все эти задачи могут быть выполнены вышеупомянутым вспомогательным реле, которое мы предположили включенным в цепь, образующуюся при связывании двух участков проводки соответствия. Это реле может либо только разрывать цепь тока распорядительной лампы, если включение недопустимо, либо еще дополнительно включать цепь запорного электромагнитного приспособления, механически препятствующего передвижению разъединителя.



Фиг. 45. Принципиальная схема предотвращения включений на заземление.

Когда дело идет о процессе электрического включения, т. е. о дистанционном включении масляного выключателя, то блокировочное реле просто разрывает цепь включения и тем устраняет возможность его осуществления.

Остается выяснить, каким образом достигается, что ток через реле будет проходить, только когда это требуется состоянием цепи, не допускающим включения. Для достижения этого нужно установить, что не нарушены те правила включения, которые перечислялись в предыдущем § 23. Рассмотрим в виде примера один из наиболее важных случаев п. В1 — наличие короткого замыкания или заземления. Представим себе, что линия заземлена вследствие, например, производившихся на ней работ. Таким образом характеристичные участки δ и ε соединены вследствие замыкания разъединителя *Р № 3*. Требуется автоматически проверить допустимость включений выключателя *В № 1* и разъединителя *Р № 2*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Проверка может быть осуществлена тем, что участок ε отображающей проводки, соответствующий заземлению, сообщается с одним полюсом вспомогательного источника энергии, а участки, лежащие по другую сторону включаемого разъединителя или выключателя,— с противоположным полюсом.

Рассмотрим случай, когда разъединитель *Р № 2* включен и требуется проверить допустимость включения масляного выключателя *В № 1* (см. схему фиг. 45).

В этом случае участки проводки соответствия β и δ соединены; если мы теперь соединим зажимы участков α и β отображающей проводки, то через проводку соответствия пройдет ток, и вспомогательное реле, включенное в эту цепь, сработает и разорвет распорядительную цепь дистанционного включения.

Как видно из схемы фиг. 45, соединение характеристичных участков α и β проводки соответствия производится посредством распорядительного ключа *К* при постановке его в среднее положение *И* — «испытание».

То же самое произойдет, если мы захотим замкнуть цепь разъединителем *Р № 2*. Опять-таки через вспомогательное блокировочное реле при соединении концевых зажимов участков β и δ пройдет ток, и реле разорвет цепь распорядительной лампы и включит цепь запорного электромагнитного приспособления, механически препятствующего включению разъединителя (на чертеже не показано).

При разомкнутом разъединителе *Р № 2*, когда заземление отделено от участка β разрывом цепи, выключатель *В № 1* мог бы быть включен, как в том нетрудно убедиться из рассмотрения схемы.

Также, если разомкнуть разъединитель *Р № 3* и освободить линию от заземления, могут быть включены и выключатель *В № 1* и разъединитель *Р № 3*, так как при соединении концевых зажимов любых участков от α до δ ток через реле не пройдет.

Заземление, или короткое замыкание линии, может, конечно, иметь место не только при замыкании разъединителя *Р № 3*, но может возникнуть и самопроизвольно вследствие каких-либо происшествий на линии. В таком случае достаточно будет, чтобы соответствующее защитное реле имело бы приспособление, которое присоединяло бы к характеристичному линейному участку δ отображающей проводки блокировочное реле заземления, или иначе замыкало бы концевые зажимы участков δ и ε проводки соответствия независимо от положения разъединителя *Р № 3*. Очевидно, действие устройства будет таково же, как выше описано.

Аналогичным же образом, так же как было установлено, что за замыкаемым включающим приспособлением находится заземление или короткое замыкание, может быть установлено, не имеется ли там второго генератора под напряжением или же потребителя. Идея каждый раз остается та же. К соответственному характеристичному участку отображающей проводки приключается один полюс вспомогательного источника тока, а второй полюс со включенным в цепь блокировочным реле присоединяется к участку, расположенному по другую сторону замыкаемого выключателя или разъединителя.

НТБ УДУГТ (ДГТ)

25. Конструктивная схема запирающего блокирующего устройства

При практическом осуществлении описанной принципиальной схемы запорное предохранительное устройство приходится значительно усложнить, так как дело идет обычно не об одной линии, а о многих, и необходимо создать переключающее устройство, которое могло бы производить присоединение полюсов вспомогательного источника энергии и блокировочных реле к различным характеристическим участкам отображающей проводки, соответствующим многочисленным линиям (цепям) разветвленной электрической схемы. Но этим же достигается в другом отношении упрощение и удешевление устройства, так как одни и те же реле могут быть применены для обслуживания многих линий.

Кроме того, необходимо создать такие условия распоряжения включениями, чтобы последние были невозможны, пока не будет произведена проверка всех характеристических участков. Следовательно, необходимо связать распорядительно-контрольные ключи с блокировочным приспособлением таким образом, чтобы всякая операция включения автоматически была бы связана с необходимостью проверить его посредством блокировочного аппарата.

Если мы обратимся к схеме фиг. 46, то увидим, что в описываемом устройстве могут быть выделены следующие части.

1. Переключательный контроллер *Б*, приводимый в движение последовательным электродвигателем *М* и состоящий из четырех контактных дисков *а*, *б*, *в* и *г*.

2. Испытательные шины A_1, A_2, присоединенные к контроллеру и приключаемые в определенных позициях обычно к плюсу вспомогательного источника энергии.

3. Распорядительно-контрольные ключи K_1, K_2, K_3 и т. д., имеющие три установочных положения; *Р* — разомкнуто, *И* — испытательное и *З* — замкнуто. Каждый такой ключ имеет четыре контактных пальца и четыре группы контактов: *1* — распорядительная группа, предназначенная для включения цепей замыкания и размыкания (два крайних контакта рабочих и средний холостой), *2* и *3* — испытательные контакты (рабочими являются средние, а крайние холостыми), соединяемые с характеристичными участками проводки соответствия по обе стороны контролируемого размыкающего устройства, *4* — пусковой контакт для пуска в ход блокировочного контроллера.

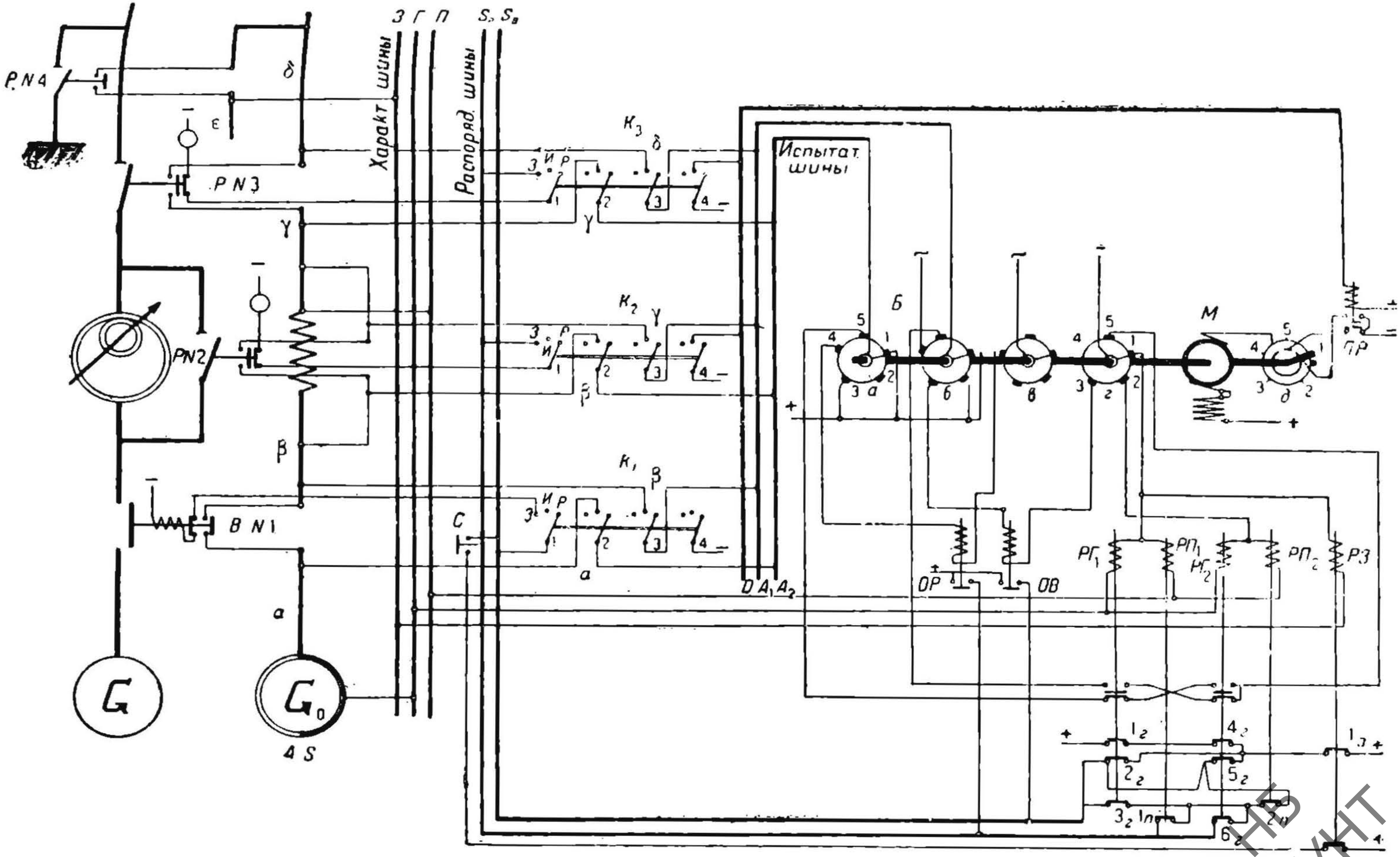
4. Распорядительные шины S_P S_B для разъединителей и для масляных выключателей. Эти шины присоединяются к плюсу вспомогательного источника энергии, но соединительная цепь может прерываться в различных местах под воздействием вспомогательных реле.

5. Характеристичные шины, к которым присоединяются соответственно характеристичные участки отображающей проводки. Шины эти имеются в соответствии с основными характерными элементами схемы троякого рода:

З — характеристичные шины заземлений и коротких замыканий,
Г — характеристичные шины источников энергии (генераторов),
П — характеристичные шины приемников.

В частном случае вспомогательные промежуточные преобразовательные устройства, как, например, трансформаторы, индукционные

НБ УДУНТ (ДНТУ)



Фиг. 46. Схема устройства *ВВС* для предотвращения неправильных включений. *AS*—проводка соответствия отображающей схемы. A_1 A_2—испытательные шины. *Б*—блокировочный аппарат. *З*, *Г*, *П*—характеристичные шины заземления, генераторов и потребителей. *Д*— пусковая шина блок-аппарата. *РЗ*, *РГ*, *РП* — блокирующие реле — заземления, генераторов, потребителей. K_1, K_2—распорядительно-контрольные переключатели. *ПР* — пусковое реле эл.-двигателя блок-аппарата. S_P, S_B — распорядительные шины выключателей и разъединителей. *ОВ*, *ОР* — освобождающие реле выключателей и разъединителей.

НБ УДУНТ (НПИ)

регуляторы и т. п., могут рассматриваться или как генераторы, или как приемники.

6. Группа запирающих (блокирующих) реле; *РЗ* — реле заземлений и замыканий, $РГ_1$, $РГ_2$ — генераторные реле, $РП_1$, $РП_2$ — реле потребителя, присоединяемых с одной стороны к соответствующим характеристичным шинам, а с другой стороны через переключательный контроллер *Б* к минусу вспомогательного источника энергии.

7. Два освобождающие реле:

ОР — реле освобождающее (деблокирующее) включение разъединителей, когда имеется уже параллельно включенная цепь с практически неучитываемым сопротивлением;

ОБ — реле, освобождающее (деблокирующее) включение масляных выключателей, когда имеется уже параллельно включенная цепь хотя бы и учитываемого сопротивления, но гарантирующая синхронизм напряжений по обе стороны выключателя.

8. Отображающая основную схему распределительного устройства проводка соответствия *AS*, распадающаяся на характеристичные участки α, β, γ, δ и ϵ.

26. Действие автоматического блокирующего устройства

Действие вышеописанного устройства состоит в следующем:

Так как распорядительный ключ согласно схеме обратной квитанционной сигнализации (см. § 10 и 16) является одновременно и сигнальным указателем, то он нормально установлен на отображающей схеме в том положении, которое соответствует положению размыкающего прибора в данный момент.

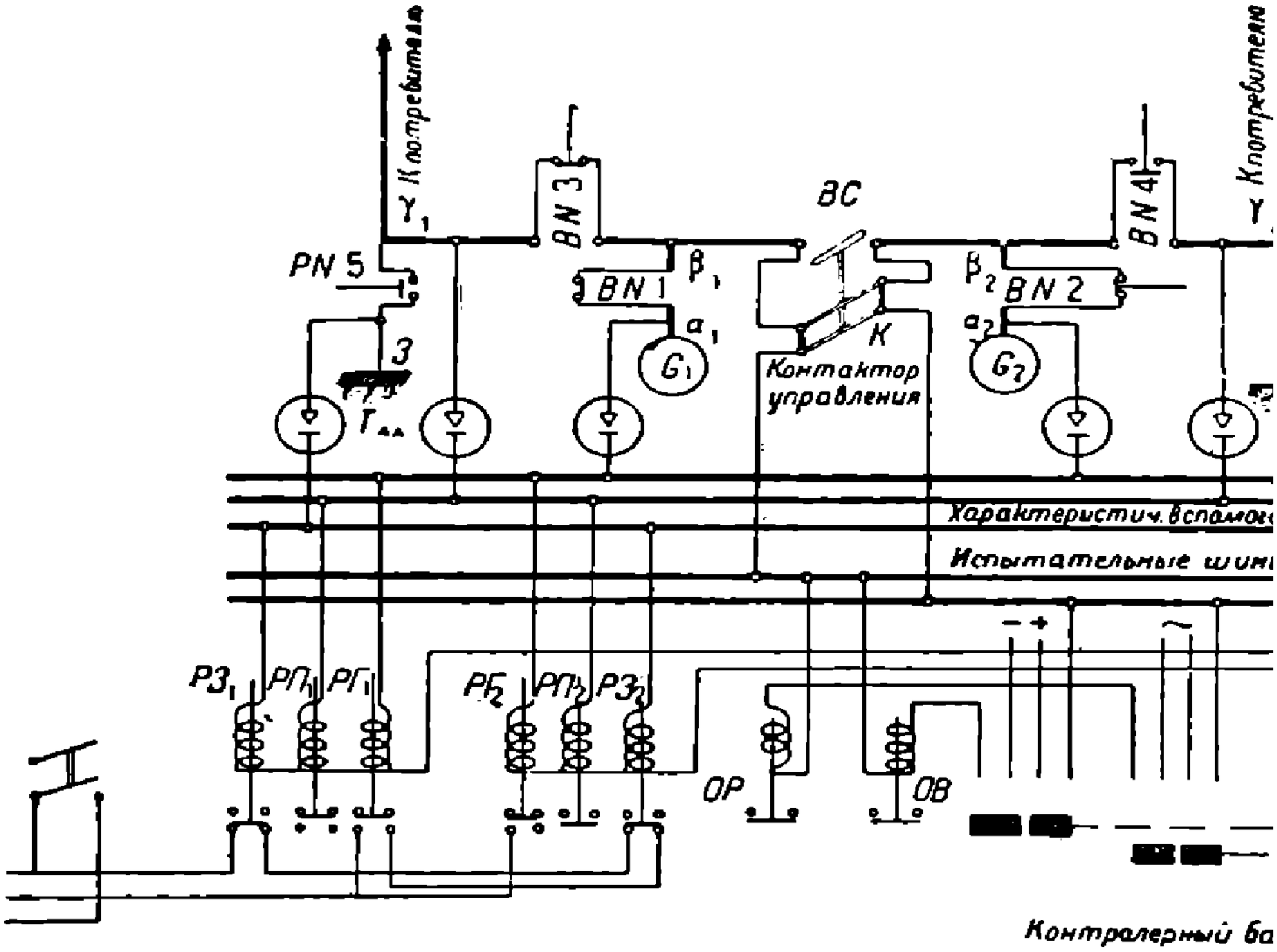
Поэтому для того чтобы перевести его в противоположное положение, например, с «разомкнуто» на «замкнуто», необходимо перейти через среднее положение *И* испытания. В этом положении распорядительно-контрольный ключ задерживается на несколько секунд. В это время происходят следующие операции в цепях, замыкаемых контактными пальцами *1—4*:

1. Освещенный ранее красным сигнал размыкающего приспособления на отображающей контрольной схеме вследствие перевода указателя в среднее положение начинает светиться мигающим светом (фиг. 43) (контактная группа *1* распорядительного ключа).

2. Вследствие установки контактного пальца *4* в среднее положение получает ток пусковое реле *ПР*, которое, втягивая свой сердечник, замыкает контакты, включающие рабочую цепь электродвигателя *М* блокировочного контроллера, и последний приходит во вращение. При этом ток проводится через специальный контактный диск *g* из изолирующего материала, на который наложено два контактных кольца; наружное — сплошное — и внутреннее, имеющее вырез и в нем отдельный изолированный контакт (в позиции *5*). Оба контактных кольца соединяются щеткой, вращающейся на рукоятке, соединенной с валом электродвигателя. Вследствие такого устройства электродвигатель может сделать только один оборот. Как только контактная щетка дойдет до позиции *5*, ток прорвется, и электродвигатель остановится, задерживаемый специальной электромагнитной муфтой от

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Во время совершаемого им одного оборота блоки
роллер занимает последовательно пять позиций, из
служат для производства необходимых испытатель
а позиция *5* для выключений электродвигателя, как у



Фиг. 47. Схема проверки взаимодействия. *РГ* — реле генерат
тока). *РП*—реле приемников (потребителей). *РЗ*—реле заземле
замыканий). *ОР*—освобождающее (деблокирующее) реле при па
без сопротивлений. *ОВ* — освобождающее реле при параллельно
влением. *Тл. л* — тлеющая лампа. *З* — ответвление заземле
замыкания.

3. В позиции *1* контроллера через его контактны
соединение от минуса батарей через группу блокиро
$РГ_1$, $РП_1$ к характеристичным шинам *Г*, *П* и *З*, от ха
шин к соединенным с ними характеристичным участка
проводки и от последних через контактные пальцы *2* и
ного ключа с испытательными шинами A_1 и A_2. Последн
указано, соединены с контактными дисками *а* и *б* конт
них при определенных позициях контроллера с плю

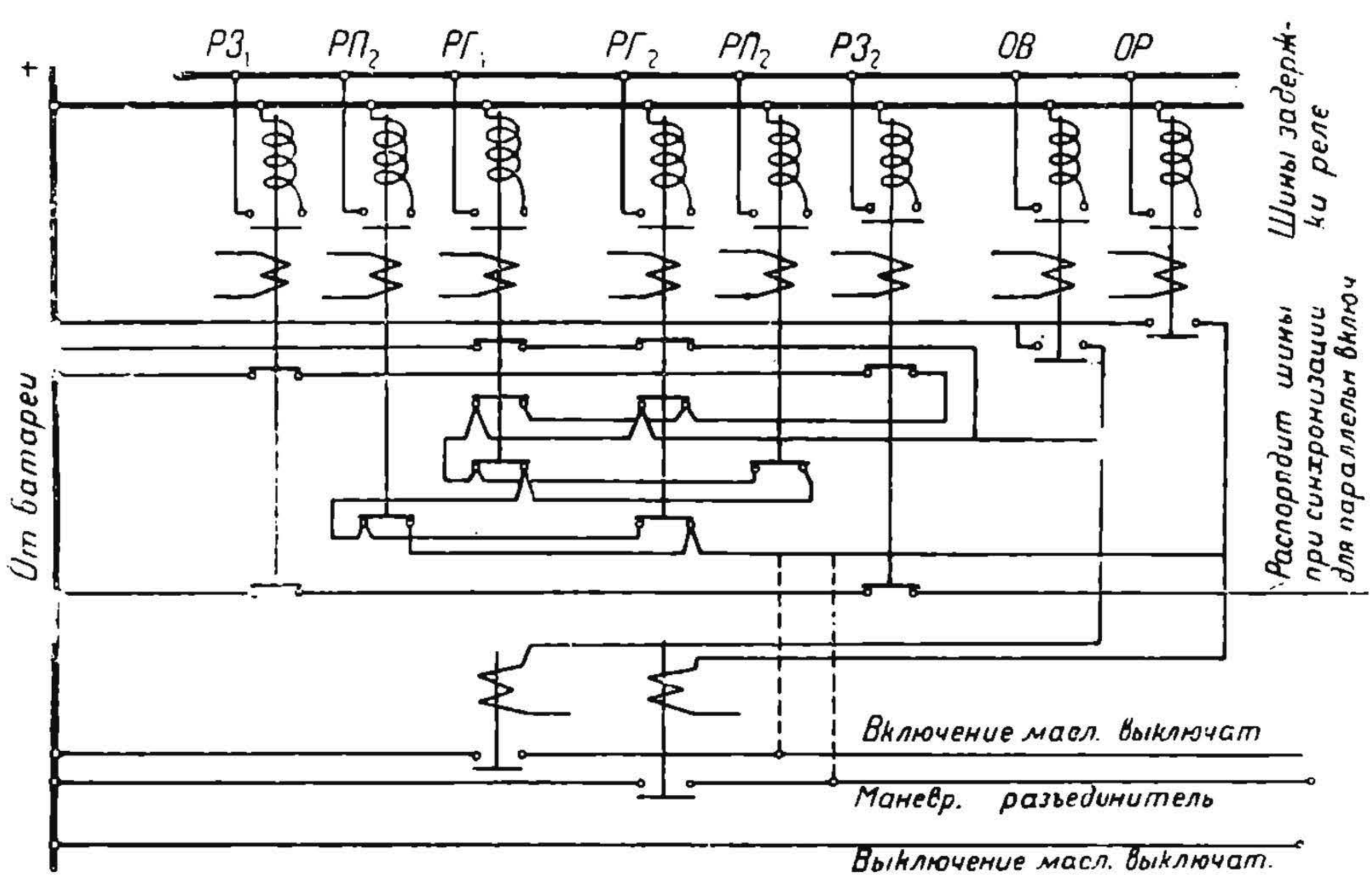
Таким образом производится проверка допустим
данной линии. Однако, очевидно, этого совершенно
должна быть проверена совместно схема включений

Для пояснения этого случая обратимся к схеме фи
изображены две отдельных цепи, содержащие каждая

НБ УДУНТ (ДП)

элементы: генераторы, потребители и заземления. Требуется проверить допустимость замыкания соединительного выключателя *ВС*.

Контроллер последовательно проходит позиции от *1* до *4*. В первой позиции ток от вспомогательного источника проходит прежде всего на испытательную шину A_1 и отсюда в первую (левую) половину отображающей проводки. Отсюда ток попадает на характеристичные шины *Г* и *П*, так как с ними имеется соединение, но на характеристичные шины *З* ток пройти не может, так как разъединитель *Р № 5* выключен. С характеристичных шин ток пройдет в обмотки реле $РГ_1$ и $РП_1$, вследствие чего реле эти притянут свои сердечники и разорвут в соответствующих местах распорядительную цепь. Как то можно проследить по схеме (фиг. 46), сохраняется, однако, возможность перехода тока на распо-



Фиг. 48. Включение для самоподдержания блокирующих реле и деблокирующих реле.

рядительные шины $S_в$ по пути +, контакт $1_з$, контакт $5_г$ и на шины $S_р$ по пути +, контакт $1_з$, контакт $5_г$, контакт $2_п$ и или контакт $6_г$, или контакт $1_п$. Таким образом пока включен только один генератор, распорядительные шины могут получить ток.

Далее блокировочный барабан *Б* переходит с позиции *1* на позицию *2*. Необходимо отметить, что при этом все реле, притянувшие свои сердечники, задерживаются в этом положении вследствие наличия у них особых задерживающих катушек, присоединяемых к специальным задерживающим шинам, как то изображено на фиг. 48.

По установке контроллера на позицию *2* ток проходит на вторую (правую) половину отображающей проводки.

Здесь он может пройти только на характеристичные шины *Г*, так как *В № 4*, *Р № 6* отключены. Однако достаточно току пройти через

НБ УДУНТ (ДПТ)

реле $РГ_2$, чтобы цепь к распорядительным шинам прервалась у контактов $5_г$. Включение невозможно, коль скоро по другую сторону выключателя обнаруживается второй несинхронизированный генератор. Только включив синхронизационный штепсель *С* и произведя синхронизацию, можно произвести включение через синхронизационную распорядительную шину.

Существенно отметить, что при сложной схеме, включающей в себе ряд генераторов, потребителей и т. п., элементы отображающей проводки, соответствующие источникам энергии, приемникам, заземлениям, не могут быть непосредственно приключены к характеристичным вспомогательным шинам. Если бы так сделать, то получились бы дополнительные пути тока и короткие замыкания между разъединяемыми в местах выключательных приборов участками отображающей схемы. Поэтому в соединения к характеристичным шинам включаются небольшие выпрямители (фиг. 47), которые допускают переход испытательного тока от отображающей проводки к характеристичным шинам, но не обратно. В качестве выпрямителей применены трубки тлеющего разряда (Glimmentlagungs röhren), причем обычно включаются сразу две тлеющие трубки параллельно. Одна из этих трубок с несколько меньшим напряжением зажигания является рабочей и пропускает весь ток, другая же является резервной и начинает работать только тогда, когда первая лампа (трубка) выйдет из работы. Вообще срок службы трубок очень долог, так как они работают только во время производства включения, да и то в продолжение примерно 0,1 сек.

Мы изложили, каким образом блокировочное устройство устраняет нарушение правил включения *1* и *2* раздела В, относящихся к случаям, когда включение вообще недопустимо. Остается выяснить, каким образом осуществляются правила раздела Б, требующие, чтобы определенного рода включения производились обязательно масляными выключателями.

Обратимся опять к схеме фиг. 46. Предположим, что участок *y* представляет собой потребителя. Поэтому он соединен с характеристичными шинами *П*.

В позиции *1* контроллера при постановке распорядительного ключа $К_2$ в положение испытания будет поднято реле $РП_1$, в позиции *2* поднимается реле $РП_2$. Теперь все зависит от положения генераторных реле. Если генератор выключен, то реле $РГ_1$ останется в опущенном положении и распорядительные шины разъединителей получат ток по пути плюса, контакт $1_з$, контакт $5_г$, контакт $3_г$, контакт $6_г$, шины S_P. Распорядительная лампа загорится, механический затвор откроется, и разъединитель может быть включен. Если же генератор включен, то контакт $3_г$ будет прерван и распорядительные шины S_P не получат тока. Маневрирование разъединителем воспрещено.

То же самое произошло бы, если бы было притянуто реле $РГ_2$, соответствующее второму генератору, что могло бы произойти, если он, например, работает на общие шины. В этом случае соединительная цепь к шинам S_P была бы прервана у контакта $6_г$.

Правило 2 раздела А и правило 1 раздела 2 допускают включения в случае наличия уже существующих соединений, параллельных тому, которое предполагается осуществить. Эта возможность достигается

НБ УГЛУНТ (ДП)

посредством «освобождающих» реле *ОР* и *ОВ*. Эти реле в нужных случаях создают дополнительные цепи соединения плюса вспомогательного источника энергии с распорядительными шинами S_B и S_P, минуя цепи, прерываемые контактами реле *РГ* и *РП* (но не *РЗ*).

Действие этих реле рассмотрим на том же примере разъединителя *№ 2*, параллельно которому приключено в данном случае учитываемое сопротивление в виде индукционного регулятора. В позиции *3* контроллера через реле *ОВ* пройдет постоянный ток через индукционную катушку, которая включена в проводку соответствия в этом месте в качестве отображения индукционного регулятора (через контактные диски *а* и *г*). Поскольку эта катушка представляет для постоянного тока ничтожное сопротивление, реле *ОВ* поднимет свой сердечник и замкнет дополнительный путь тока к распорядительной шине S_B. Таким образом если бы на месте *Р № 2* был масляный выключатель, он мог бы быть включен. Для включения разъединителя нужно подать ток на шины S_P. В позиции *4* контроллера он замкнет через катушку реле *ОР* цепь переменного тока (через контактные диски *а* и *в*). Для последнего сопротивление индукционной катушки значительно, и ток через реле *ОР* будет настолько мал, что оно не замкнет контактов. Шины S_P тока не получат, и включение разъединителя невозможно.

Если бы вместо индукционного регулятора и соответствующей ему индукционной катушки был бы, например, второй замкнутый разъединитель, то реле *ОР* и при прохождении переменного тока подействовало бы и дало бы соединение с распорядительными шинами S_P.

Необходимо отметить, что для правильности включений требуется знать не только состояние той установки, к которой относится данное командное устройство, но и всех других установок, с ней связанных. Уходящая линия может представлять собой: а) открытую линию (отсутствие напряжения и нагрузки, за исключением зарядного тока; б) потребителя; в) короткое замыкание; г) второй источник энергии (если она является соединительной с другой генераторной станцией). Очевидно, что в зависимости от характера работы линии в данный момент она должна быть приключаема к разным характеристичным шинам. Возможно было бы, конечно, воспользоваться для этих пересоединений соответственными вспомогательными реле, как то было предположено нами для случая коротких замыканий и заземлений. Однако практически это в большинстве случаев трудно выполнимо и сложно, так как требует наличия дальноизмерительных и дальнонаблюдательных приспособлений, соединенных с целой системой реле. Поэтому на практике применяют более элементарный способ переключения характеристичных участков, отображающих линии в проводке соответствия, присоединяя их к тем или другим характеристичным шинам вручную, на основании телефонных сообщений. Это обстоятельство, конечно, в значительной степени ослабляет значение автоматичности действия устройройства.

26а. Соединение световой схемы с блокирующим устройством

Блокирующее устройство, кроме своего прямого назначения, может давать еще другие удобства в соединении со световой отображающей схемой. Уже говорилось о том, что в сложных устройствах представ-

НБ УДУНТ (ДГТ)

ляет зачастую интерес получить на световой схеме не только картину уже происшедших изменений, но иметь возможность заранее воспроизвести, какие следствия будет иметь то или другое включение. Это может быть достигнуто при соединении блокирующей системы и световой отображающей схемы таким путем, что отбойным катушкам мигающего света двойного реле напряжения дают питание от относящихся к ним участков отображающей схемы и соответственным половинам отображающего включения дают напряжение от блокирующих реле. Отбойные катушки двойного реле напряжения притягиваются и переключают освещение соответственных участков с источника непрерывного тока на источник перемежающегося тока.

Следует указать, что предварительное показание предполагаемых включений возможно получить и другим способом, но для этого необходимо какое-то особое устройство, например, вторая отображающая схема с соответствующими реле. Применение блокировочной системы имеет то преимущество, что оно не требует для этого дополнительных затрат.

РАЗДЕЛ V

СОКРАЩЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОМАНДНЫХ ЩИТОВ

27. Второй способ увеличения обозримости щита управления. Миниатюрные (уменьшенные) командные щиты

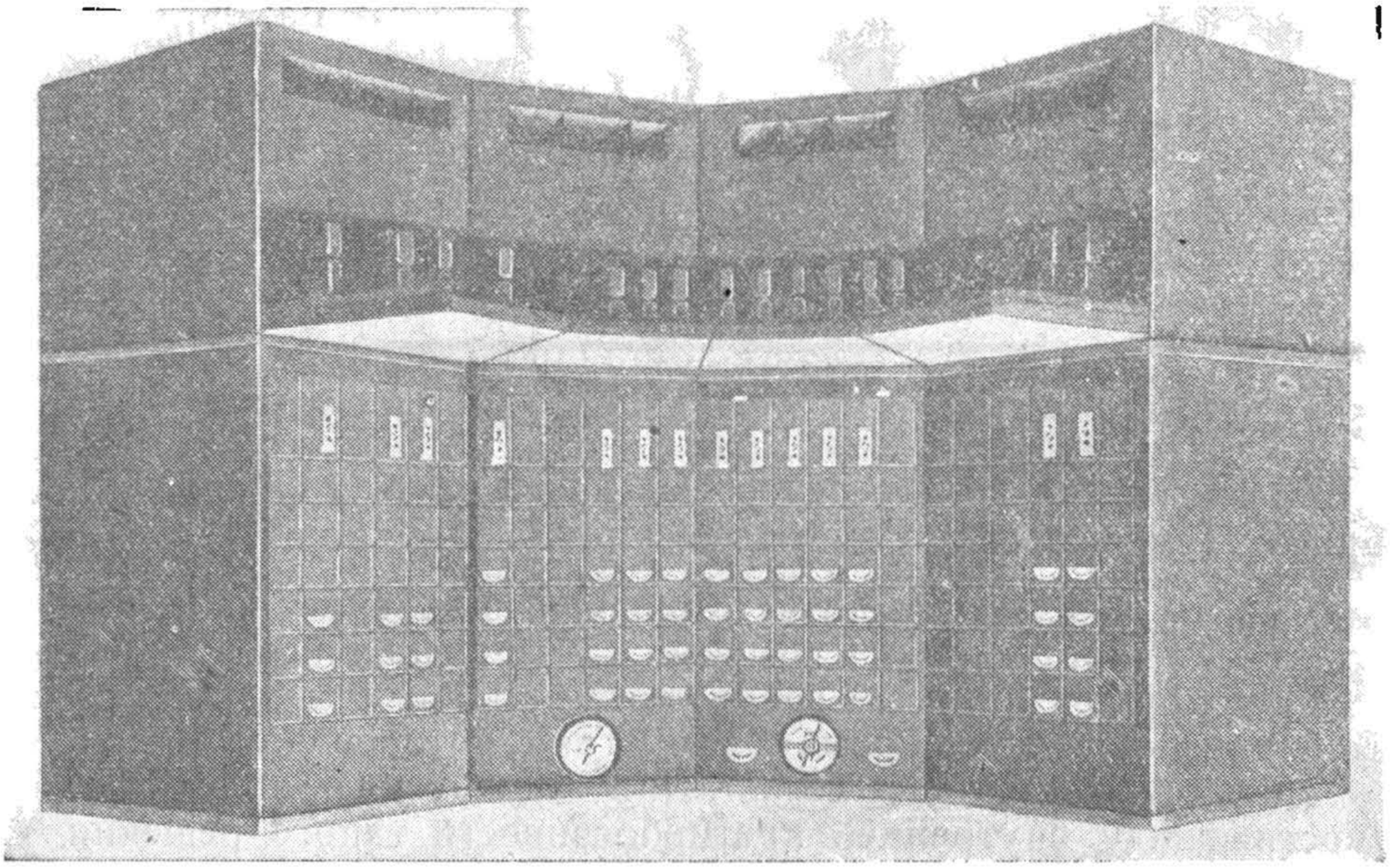
Как мы видели, развитие отображающих схем вначале шло по пути стремления сохранить обычный, установившийся в производстве тип щита управления с его громоздкими рядами стандартных панелей и только дополнить его новым устройством, которое устраняло бы ставшие слишком очевидными недостатки. Однако под давлением необходимости ввиду внутренней противоречивости такого решения некоторые из передовых европейских фирм должны были вступить на путь создания совершенно нового типа щита управления со светящейся схемой и теневыми приборами.

Америка шла в этом отношении несколько другим путем. Раньше развившиеся потребности дальноуправления заставили выработать пригодный для него тип щита управления. Необходимость сосредоточить в одном месте приборы управления и наблюдения для многих установок делала невозможным применение стандартных панелей без того, чтобы командное устройство не приняло чрезмерно громоздких и совершенно неудобных для работы размеров. Как мы видели, уже на одной большой станции нельзя обойтись без специальных устройств для увеличения обозримости состояния установки и облегчения управления ею. Кроме того, необходимость работать в этих случаях по экономическим соображениям с возможно малыми сечениями проводов, стало-быть, с возможно малыми токами, заставила приблизить дальноуправляющие командные устройства по конструкции к типу телефонных и телеграфных распределительных щитов. Это дало возможность получить весьма малые размеры управляющих приспособлений типа телефонных штепселей и контактных лампочек, заимствованных

НБ УГУНТ (АПТ)

из телефонных коммутаторов. Оставалось, как по отношению к световым отображающим схемам, разрешить вопрос об измерительных приборах, что и было сделано сокращением их размеров до 100×115*мм*. Таким образом возник новый тип щита управления, получивший название миниатюрного. Простейшим способом был разрешен вопрос и об уменьшении размеров щита и об увеличении его обозримости.

Войдя в практику, в дальнейшем этот тип щита, естественно, стал применяться и для оборудования распределительных устройств отдельных установок. При этом обычно защитные приборы (реле), регуляторы напряжения, счетчики и другие приборы стандартного типа раз-



Фиг. 49. Уменьшенный (миниатюрный) щит полигонального типа.

мещаются отдельно на стандартных панелях. На миниатюрных же щитах сосредоточиваются только приборы управления. Это даст возможность придать им такой размер, что дежурный может их обслуживать, сидя как бы за письменным столом.

Примеры устройств такого типа изображены на фиг. 49 и 50.

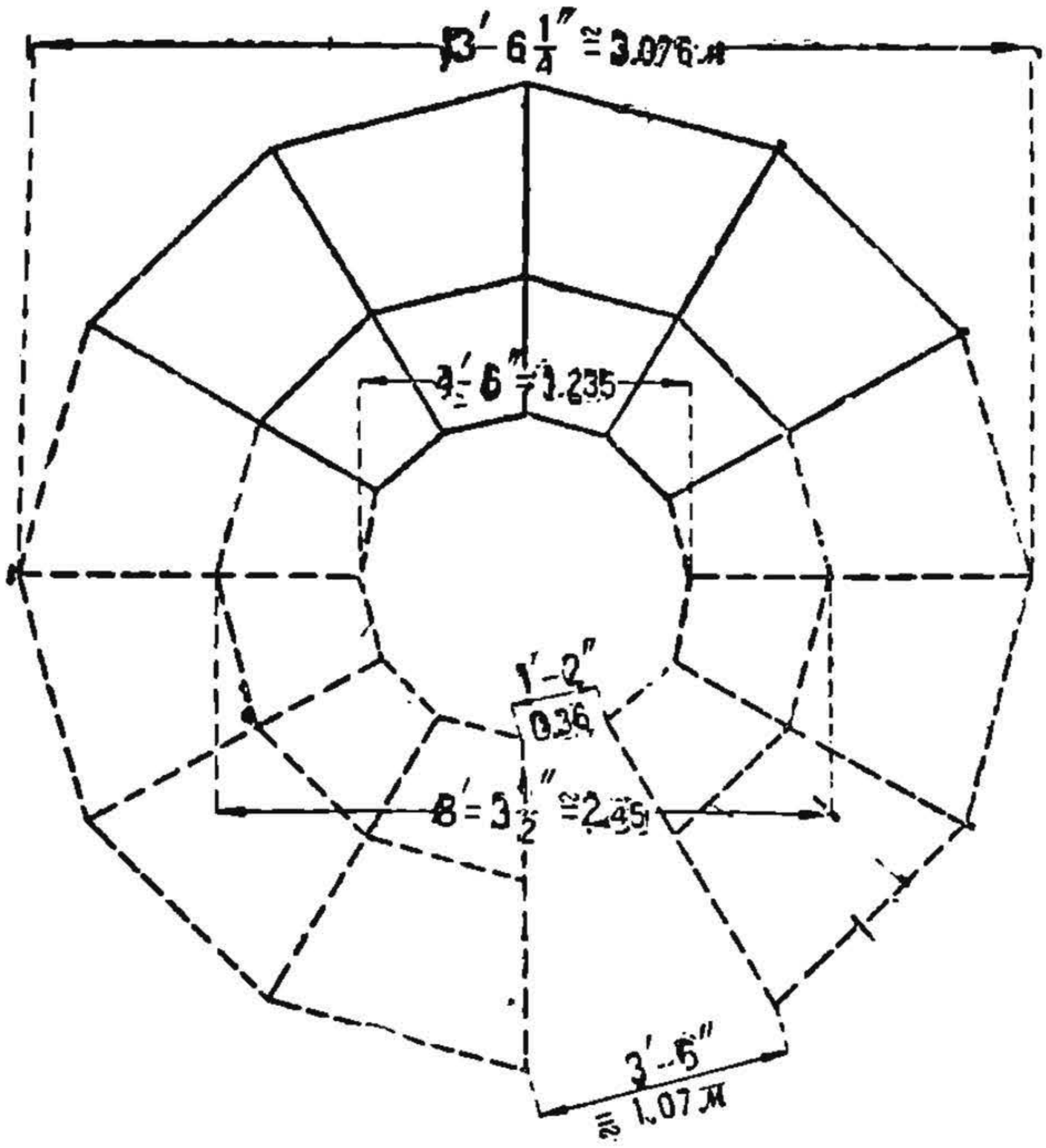
Фиг. 49 изображает внешний вид, а фиг. 49а план расположения миниатюрного щита при полном развитии. Щиту придается вид многогранника, чтобы, сидя посредине, можно было бы видеть все панели. Возможно, конечно, устройство и в виде плоской доски, как показано на фиг. 51.

Конструкция миниатюрного щита управления изготовляется из стальных листов посредством электрической сварки. Все приборы вставляются спереди и привинчиваются к образующейся стальной решетчатой раме. Общее устройство щита может быть или плоское, или полигональное, как на фиг. 52. Размеры показаны на чертеже фиг. 49а, так как каждая панель такого щита состоит из шести секций, каждая

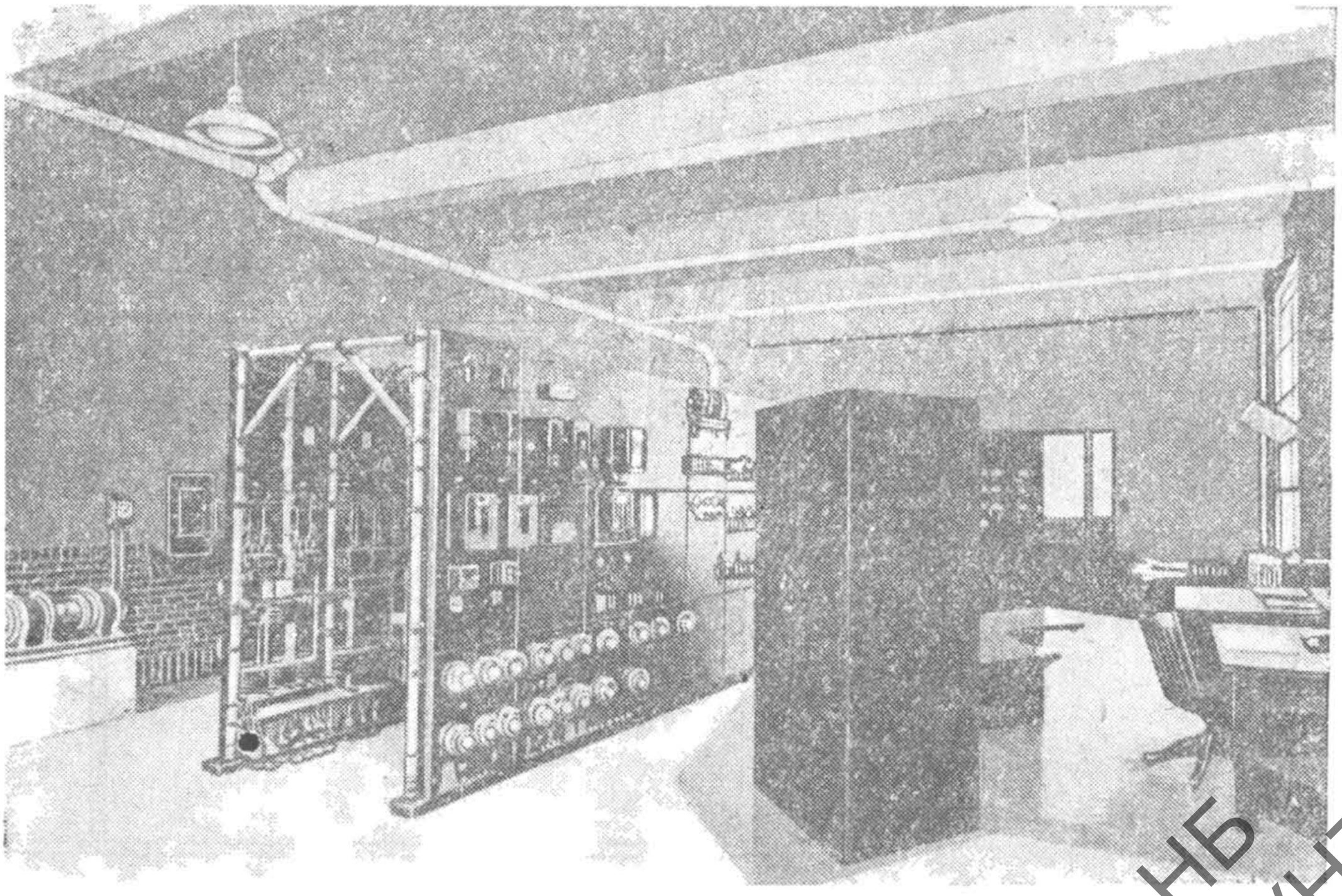
НБ УГЛУНТ (ДП)

из которых приспособлена для управления одной цепью, то всего поместится на 12-гранном устройстве 66 цепей (одна грань оставляется для прохода). В случае необходимости увеличения в середину вставляется плоская часть, и щит получает форму буквы С. Каждая секция представляет вертикальный ряд, в котором последовательно расположены приборы, синхронизационные гнезда, указательные лампы переключатели управления и пр.

На фиг. 53 изображена примерная схема соединений для одного из шести щитков или секций панели. Как видно из сличения с фотографиями, на фиг. 49 и 51 сверху располагаются три амперметра и ваттметр. Размеры измерительных приборов 100×115 *мм*, длина шкалы 84 *мм*,

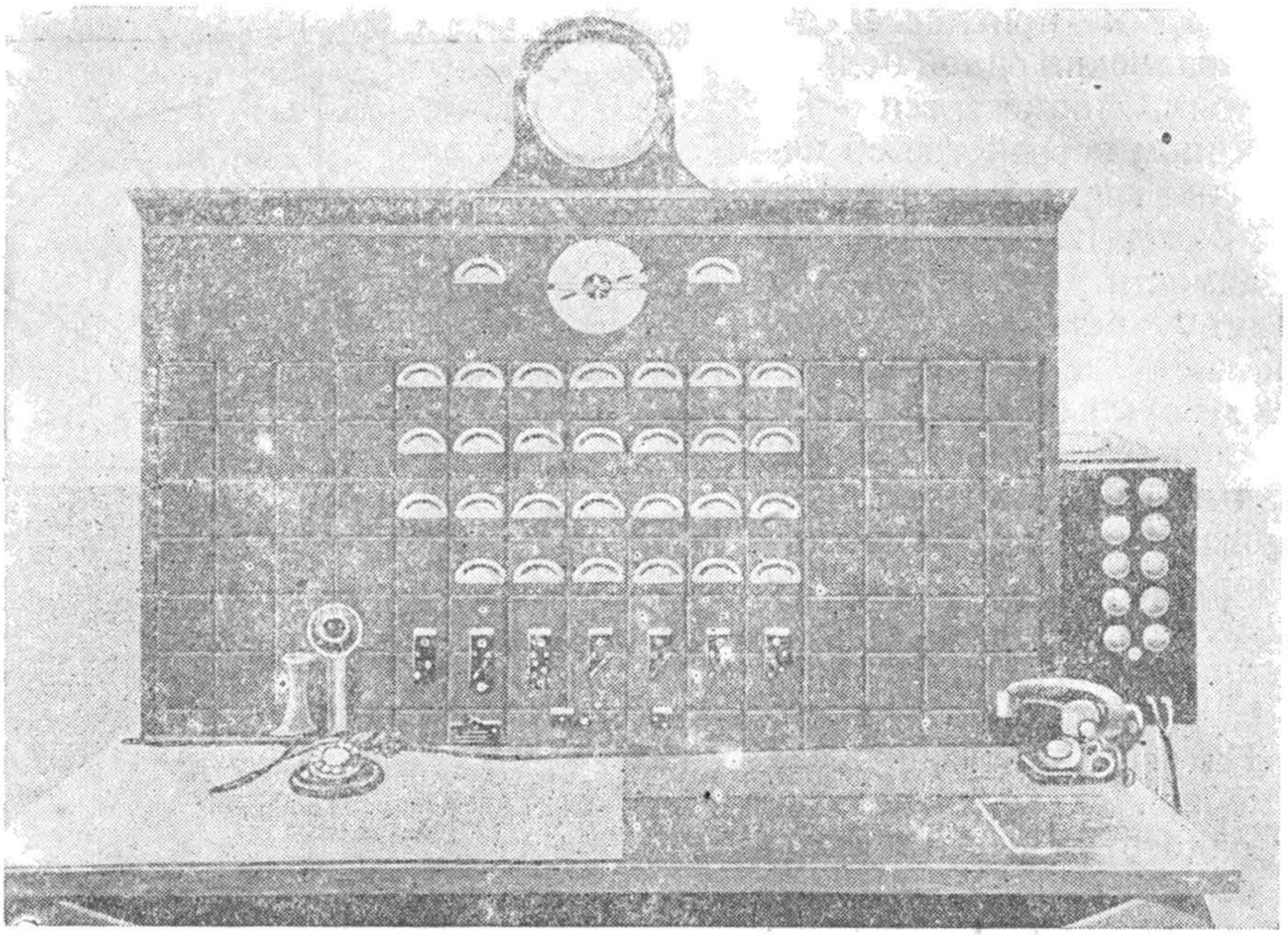


Фиг. 49а. План уменьшенного щита управления полигонального типа.

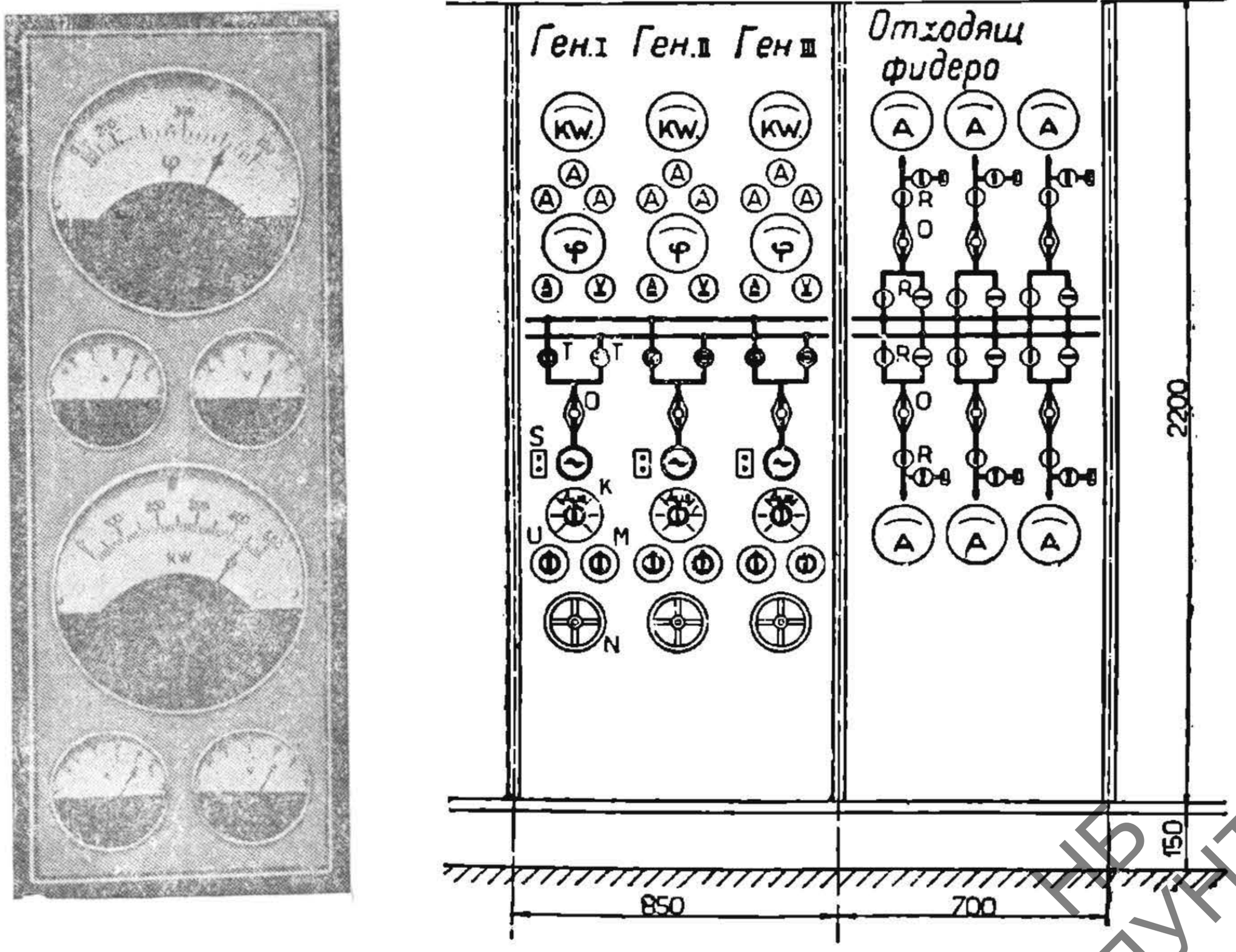


Фиг. 50. Общий вид распорядительного устройства с командным щитом уменьшенного типа. Сзади доска обычного типа для реле, самопишущих приборов и счетчиков.

НБ УДУНТ (ДІП)



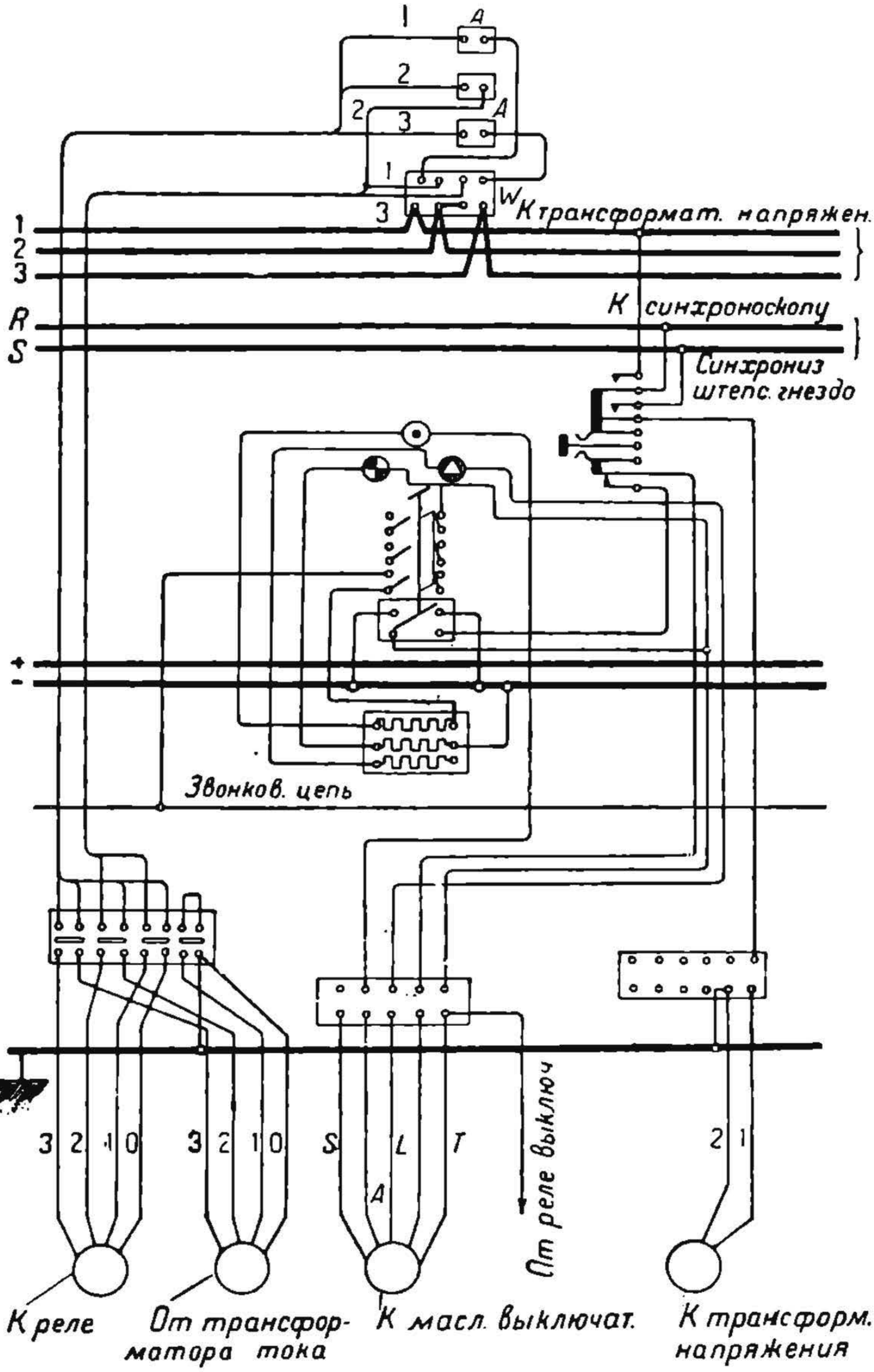
Фиг. 51. Уменьшенный (миниатюрный) щит управления в виде конторского стола с плоской распорядительной доской.



Фиг. 52 а и б. Уменьшенный распорядительный щит европейского производства.

НБ УДУНТ (ДПТ)

ширина 40 *мм*. Глубина варьируется, доходя до максимума 250 *мм* для приборов типа ваттметров. Далее идут синхронизационные гнезда, сигнальные лампочки и распорядительный ключ-контактор. Последний изображен отдельно на фиг. 54 и фотографии фиг. 55.



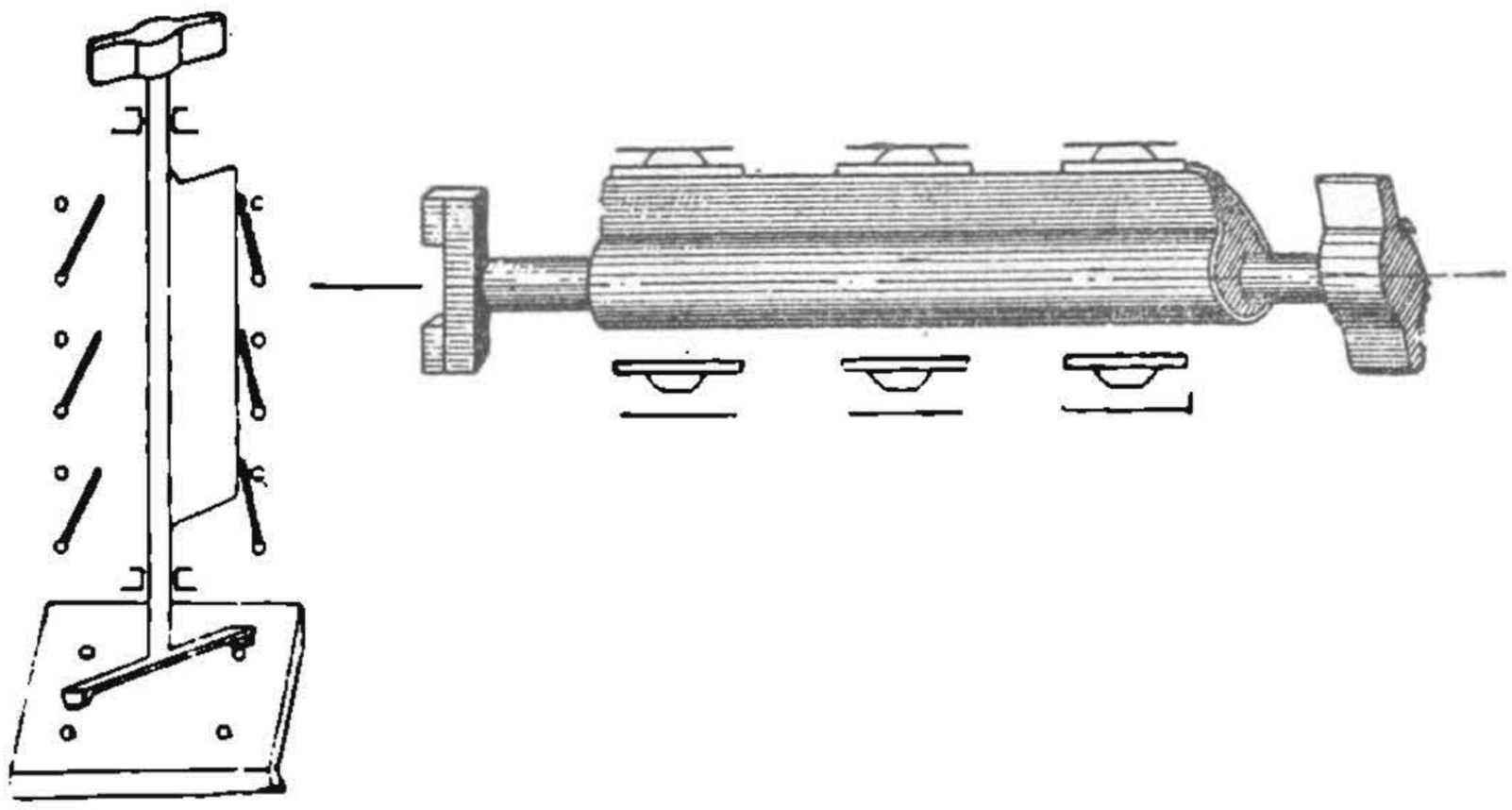
Фиг. 53. Примерная схема соединений для одного из щитков, располагаемых в шесть рядов на панели.

Первые переключатели управления устраивались аналогично дальнонадзорным устройствам (Supervirsory Control), как телефонные гнезда, с ключом, поворачивающимся направо и налево. У такого ключа два контакта замыкаются при повороте направо и два при повороте налево, и он действует только как «установочный». Совместно

НБ УДУНТ (ДГТУ)

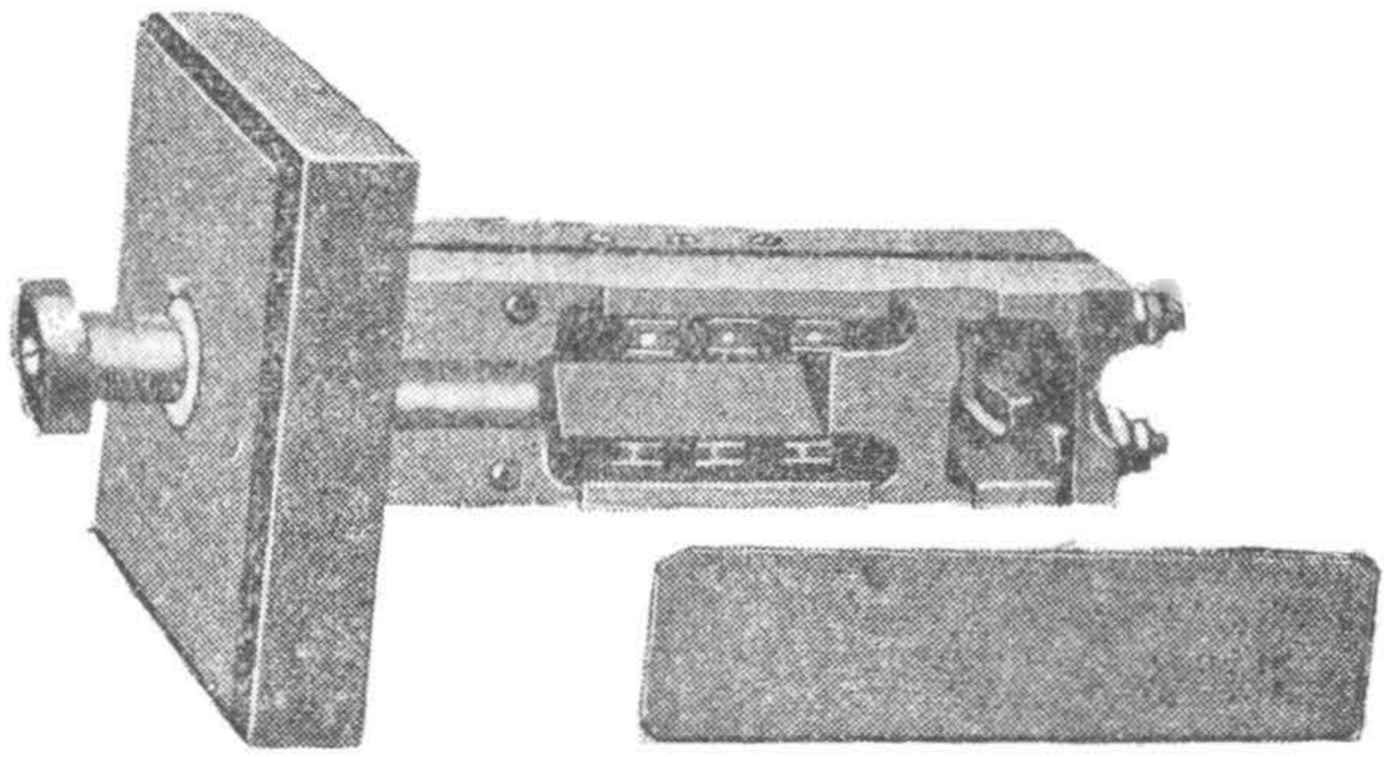
с ним должна иметься нажимная кнопка для включения цепи замыкания или размыкания в зависимости от положения установочного ключа.

Вследствие незначительности сил тока, которые могут быть проведены через контактную кнопку, необходимо добавление к ней промежуточного реле для включения рабочих токов замыкания и размыкания масляных выключателей. Из-за большого количества места, занимаемого комбинацией этих трех приборов, они были совмещены в одном устройстве, которое требует места размеров 40 × 63 *мм*. Ключ для включения сперва поворачивают в соответствующее данной операции положение и затем нажимают, причем включается главная цепь замыкания, или, соответственно, размыкания. На каждой стороне (позиции) ключ имеет по три вспомогательных контакта (фиг. 54) для соединения с сигнальными устройствами. Указательными (сигнальными) приспособлениями служат лампы: красная обычно для включенного положения, зеленая—для выключенного. Белая или желтая лампа является сигналом перемены положения. Последняя соединяется с сигнальным звонком.



Фиг. 54. Распорядительный ключ-контактор для щитка миниатюрного щита управления.

Обычное синхронизирующее штепсельное устройство заменено небольшим гнездом телефонного типа. Когда вставлен штепсель, замыкаются три контакта. Проводка выполняется таким образом, что контакты синхронизирующего устройства должны быть замкнуты до того, как цепь замыкания масляного выключателя получит ток от переключателя управления. Одна пара контактов включается в замыкающую цепь, а другие две пары служат для получения показаний напряжений шинного и приключаемого.



Фиг. 55. Фотография распорядительного ключа.

Первой была выполнена фирмой GEC такого рода установка из щитов миниатюрного типа, на гидроэлектрической станции Louisville (The Ohio Falls Hydroelectric Station), состоящей из 8 агрегатов мощностью по 13 500 *л. с.* Каждый агрегат представляет собой самостоятельный комплект — все относящееся к нему вспомогательное оборудо-

УДИТ (ДИТ) НБ

вание присоединено и питается непосредственно от данного агрегата. Возле каждого имеется стандартного типа распределительная доска с относящимися к нему приборами.

Кроме того, имеется центральная надзорная установка в виде миниатюрного щита, расположенная в центре станции и соединенная многожильным телефонным кабелем с распределительными устройствами, расположенными возле каждого генератора. В широких размерах применена автоматизация вместо ручного управления.

Устройство за три года показало себя удовлетворяющим всем требованиям, как то видно из приведенной далее таблицы повреждений. Не было ни одного случая повреждения проводов кабеля. На всякий случай в каждом кабеле предусмотрено несколько запасных жил для быстрой замены в случае необходимости ремонта.

Устройство проверялось первый год каждую неделю, в 1929 г. один раз в месяц, а затем раз в три-четыре месяца при обычной чистке и проверке.

Таблица повреждений

Название оборудования	Число операций в год	Число повреждений	Причины: Изготовлен.	Причины: Обслужив.	Год
1. Управление нажимными кнопками нагрузкой и напряжением	80 000	2	—	2	1928
	90 000	2	—	2	1929
	74 000	0	—	—	1930
2. Переключатели (ключи) управления телефон. типа	6 022	2	2	—	1928
	5 500	10		10	1929
	4 750	0	—	—	1930
3. Поляризованные телефонного типа реле	9 948	30	30	—	1928
	8 300	5	5	—	1929
	7 590	0	0	—	1930
4. Контакты для управления нагрузкой и напряжением	80 000	0	—	—	1928
	90 000	0	—	—	1929
	74 000	0	—	—	1930
5. Измерит. приборы, генераторов kV, kVA, и kW	122 676 час.	Неточн.	2	—	1928
	136 245 »	1%	2	—	1929
	101 715 »	На всю шкалу	0	—	1930
6. Передатчики измерений Selsyn	33 728 »	Неточн.	—	—	1928
	25 888 »	1½%	—	—	1929
	29 712 »	На всю шкалу	—	—	1930

Из приведенной таблицы можно видеть характер и количество повреждений, имевших место в этом распределительном устройстве. Некоторые «детские болезни», проявившиеся в первый год, были потом устранены, и в 1930 г. повреждения, связанные с конструктивными недостатками, сведены к нулю.

В описанной установке в Louisville, так как это был первый опыт, миниатюрное командное устройство было дублировано распределительными досками у отдельных агрегатов и выполняло как бы ту роль,

НВ УДУНТ (ДНТУ)

которую в европейских установках выполняет отображающая схема. В дальнейшем миниатюрные щиты управления стали применяться самостоятельно. В качестве примеров можно привести;

1) Beaver Creek Substation—одна линия 132 kV и шесть линий 44 kV; Zanesville Substation — две линии 132 kV, девять 22 kV и четыре 6 900 V; Riverside Substation — 2 линии 132 kV и 6 линий 27,5 kV; Reusens Hydro-electric Station—пять машин по 3 125 kVA, два трансформатора, семь линий 13,2 kV и две линии 132 kV. Щит состоит из трех элементов (секций).

Начиная примерно с 1928 г. и некоторые европейские фирмы, как например «Voigt & Haefner A. G.», перешли к изготовлению уменьшенных (миниатюрных) щитов управления. Как можно видеть из приводимых на фиг. 52а и б изображений, в европейской конструкции сохранена круглая форма приборов, и кроме того, различные приборы делаются разной величины. Общий вид получающегося при этом щита показан на фиг. 52б.

При сохранении стандартных размеров панелей достигается та выгода, что на одной панели размещается втрое больше приборов. Получается возможность пользоваться одновременно и приборами уменьшенного и обычного типа. Щит снабжается, кроме того, отображающей схемой.

Устройство представляет собой очевидный компромисс между необходимостью удовлетворить новым требованиям времени и сохранить по возможности обычные стандартные формы панелей.

Использование пространства и удобство обслуживания все же меньше, чем в американских щитах. Некоторым преимуществом является для консервативного потребителя сохранение привычной конфигурации щита и относительного расположения приборов.

РАЗДЕЛ VI

ПЕРЕХОДНЫЕ СТАДИИ ОТ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ К ДАЛЬНОУПРАВЛЕНИЮ

28. Дальноуправление отдельными установками при небольших расстояниях

До сих пор нами рассматривались командные устройства для управления отдельными установками, причем обычно предполагалось, что распределительное устройство находится в непосредственной близости к щиту управления. В этих случаях устройство соединительной проводки не представляет трудностей. Предполагается, что это обычные проводки дистанционного управления.

Однако и при сооружении отдельных установок последнее время встречаются случаи, когда применение обыкновенной командной проводки оказывается уже неудовлетворительным. Обычно такие положения создаются чисто топографическими условиями большей частью для станций, работающих непосредственно на высоковольтные линии передачи, например, гидроэлектрических, когда по условиям местности распределительное устройство (представляющее собой по существу

НВ УДУНТ (ДИТ)

повысительную подстанцию) приходится располагать на значительном удалении, например, по другую сторону реки.

Тут мы встречаемся с первой ступенью дальноуправления (Remote Control).

Дело идет при этом о сравнительно незначительных расстояниях порядка 0,5—1 *км*.

Тем не менее увеличенная дальность расстояния между командным щитом и управляемыми распределительными устройствами требует принятия тех или иных мер для уменьшения стоимости соединительной проводки. Обычно стремятся, чтобы к каждому прибору велся один провод, а для уменьшения сечения этих проводов или ограничиваются дальнораспорядительными устройствами, в которых требуется только зажигание сигнальной лампочки, или же в устройствах дальноуправления вводят промежуточные реле, которые могут быть приведены в действие токами меньшей силы, чем те, которые требовались бы для непосредственного воздействия на приборы.

В дальнейшем будут описаны для примера два типа таких устройств — одно европейского производства, предназначенное только для дальней передачи распоряжений, системы Сименс и Гальске (см. приложение), и устройство для непосредственного дальноуправления типа, изготовляемого американскими фирмами Westinghouse и GEC.

Тип командного щита, спроектированного для этого случая американскими фирмами GEC и Westinghouse, весьма приближается к рассмотренному нами ранее типу миниатюрных щитов управления, но с некоторыми изменениями, вызываемыми требованиями дальноуправления.

Такого рода командные дальнодействующие щиты подобно обыкновенным требуют выполнения отдельной проводки к каждому прибору и аппарату и, следовательно, значительного числа проводов. Поэтому первым требованием к такому устройству является требование перейти к возможно малым сечениям проводов. Тогда задача проводки разрешается применением многожильного телефонного кабеля.

В остальном такие устройства представляют собой по конструкции нечто среднее между обычными щитами управления и устройствами дальноуправления.

Фиг. 56 изображает внешний вид устройства такого типа для гидроэлектрической станции Saluda мощностью 161 000 kVA.

Конструктивно такой щит выполняется из стальных гладко выправленных листов, укрепленных на каркасе. Эти листы являются только остовом, или оправой. Все же приборы и устройства монтируются на специальных щитках из микарты, чем достигается надежная изоляция. Такие щитки для приборов управления и для измерительных приборов изображены на фотографиях фиг. 57 и 58.

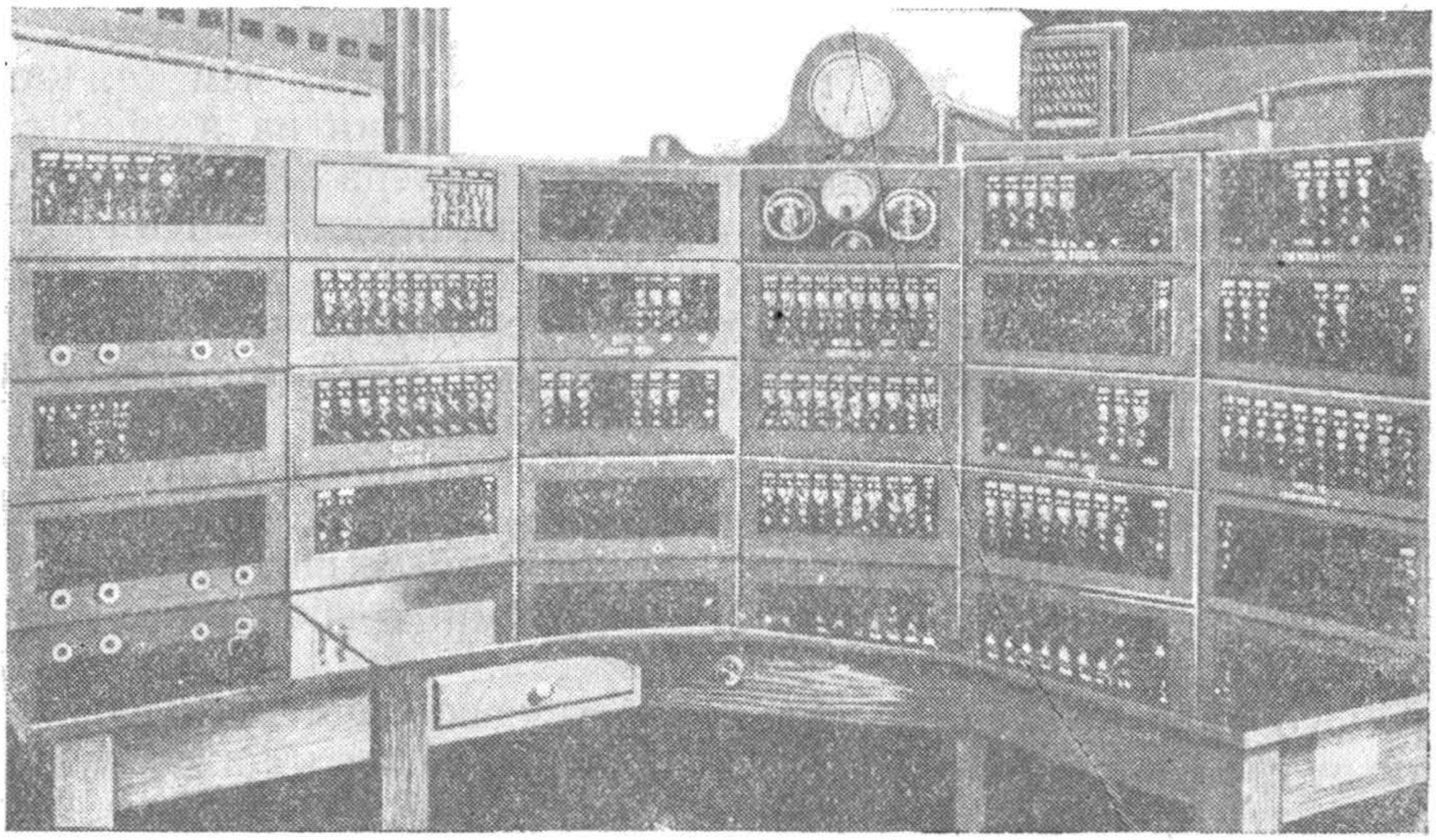
На фиг. 61 изображен такой же специальный щиток с синхронизационным гнездом и лампами для наблюдения за положением реле. Важнейшие реле, которые размещаются на особых щитах в помещении возле управляемого распределительного устройства, снабжаются специальными сигнальными контактами, зажигающими соответствующую контрольную лампочку, если реле пришло в действие.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Кроме обычных защитных реле в описываемых командных устройствах неизбежно применение ряда промежуточных вспомогательных реле в связи с тем, что вся проводка и переключательные устройства используются телефонного типа, что требует напряжения не свыше 48 V. Между тем, распорядительные цепи масляных выключателей должны иметь напряжение от 125 до 250 V.

Таким образом эти промежуточные реле имеют задачей переход от передаточного напряжения 48 V к рабочему 125—250 V. Также через промежуточное реле, но более легкого типа происходит включение цепей контрольных ламп и звуковых сигналов.

Измерительные приборы по тем же соображениям должны быть специального типа, как видно из фотографии фиг. 58. Они встраиваются



Фиг. 56. Командный щит дальноуправления на электрической станции Saluda

по три на один щиток. Размер их в ширину всего 85 *мм*. Для лучшей видимости циферблаты делаются освещенными изнутри. Для приключения этих миниатюрных приборов к измерительным трансформаторам обычного типа необходимы дополнительные промежуточные трансформаторы с отношением 5 : 0,1 А. Включение этих трансформаторов диктуется как размерами приборов, так и условиями проводки. Применяется специально разработанный для этого дешевый тип величины звонкового трансформатора. Три таких трансформатора заключаются в кожух размером 75×115×230 *мм*. Нагрузка от одного амперметра плюс относящийся к нему провод из телефонной проволоки составляет около 1,5 VA.

Такого рода вспомогательные трансформаторы специального типа имеют еще то преимущество, что при случайном размыкании их рабочей цепи возникающее напряжение ограничено сравнительно небольшим пределом. Фиг. 59 дает соответственные кривые.

Фиг. 60 дает градуировочную кривую такого трансформатора, имеющую совершенно прямолинейный характер. Также и для при-

НБ УДУНТ (ДНТ)

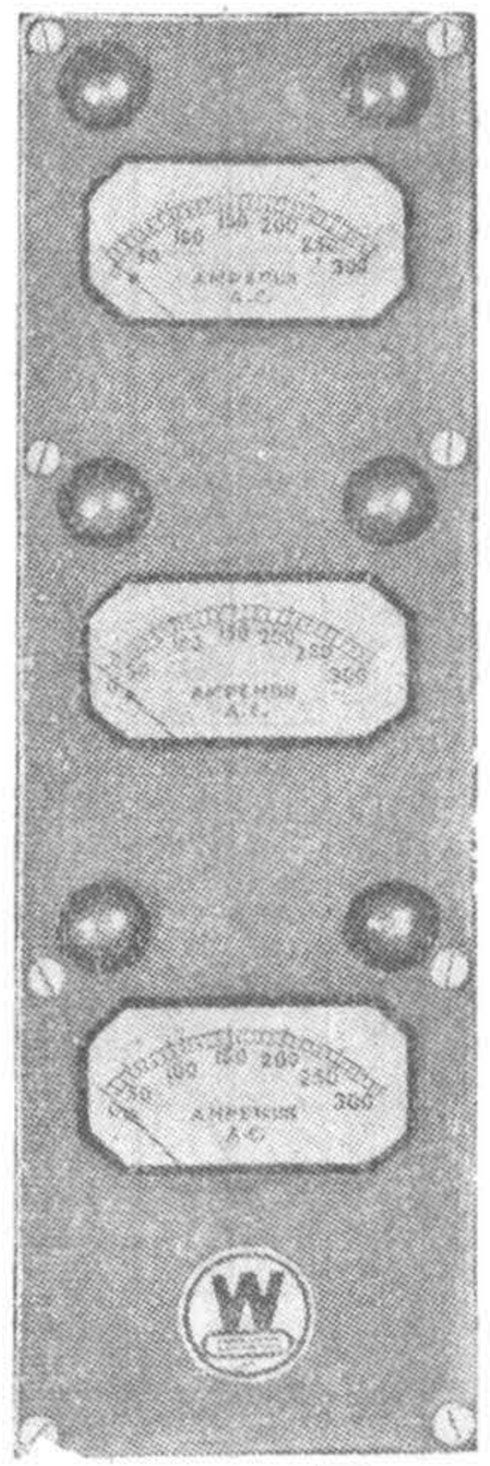
боров, измеряющих напряжение, хотя они могли бы быть приключены непосредственно к 110 V, желательно включение промежуточного трансформатора, так как все переключательные гнезда телефонного типа нормально изолируются на 50—60 V. Размеры такого добавочного трансформатора напряжения аналогичны размерам трансформатора тока.

Вся проводка выполняется по правилам телефонной, причем отдельные жилы кабеля получают цветную изоляцию для удобства их разметки. Кроме того, все провода от каждой панели подводятся к клеммным дощечкам, облегчающим всякого рода проверки и испытания. Следует применять высший сорт телефонного кабеля. Желательно, чтобы изоляция между проводами могла выдерживать 1 000 V в течение 20 сек., а между наружной свинцовой оболочкой и проводниками в течение минуты 3 500 V.



Фиг. 57. Щиток для командного устройства, на котором собраны контрольные лампы и приборы управления.

Источником тока выбирается батарея в 48 V. Напряжение, как уже несколько раз указывалось, диктуется свойствами тех частей оборудования, которые заимствованы из телефонной практики. Главная нагрузка на батарею дается сигнальными лампами, и если желательно иметь батарею возможно малых размеров, то можно эту нагрузку перенести на переменный ток посредством специального трансформатора. Необходимо предусмотреть только переключательный рубильник, который давал бы возможность перевести цепь сигнальных лампочек на батарею на случай аварий.



Фиг. 58. Щиток, на котором собрано три прибора уменьшенного типа с изнутри освещенными циферблатами.

Схема основных включений описываемого типа дальнодействующего управления показана на фиг. 61. Как видно из этой схемы, на щите имеются устройства, обеспечивающие:

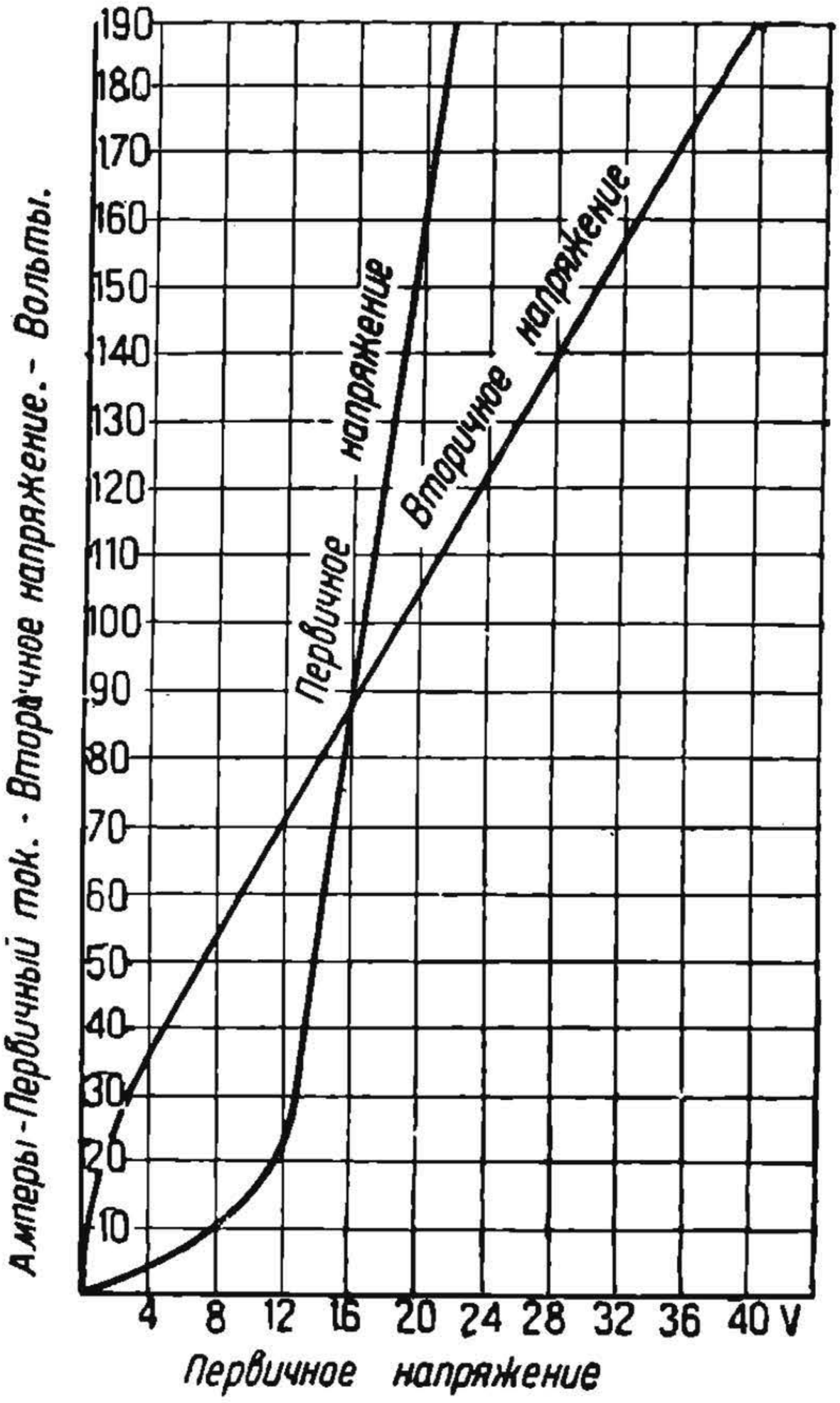
1) включение и выключение масляных выключателей;
2) синхронизацию генераторов;
3) контроль за положением масляных выключателей;
4) извещение о происшедших переменах в их положении;
5) указание положения защитных реле.

Как и при обычных щитах управления, каждый прибор или приспособление требует своего особого провода. Общими для всех цепей являются только провода для выключения известительной лампы, выключения звонка от главного распорядительного ключа и общий обратный шинный провод. Таким образом экономия получается только

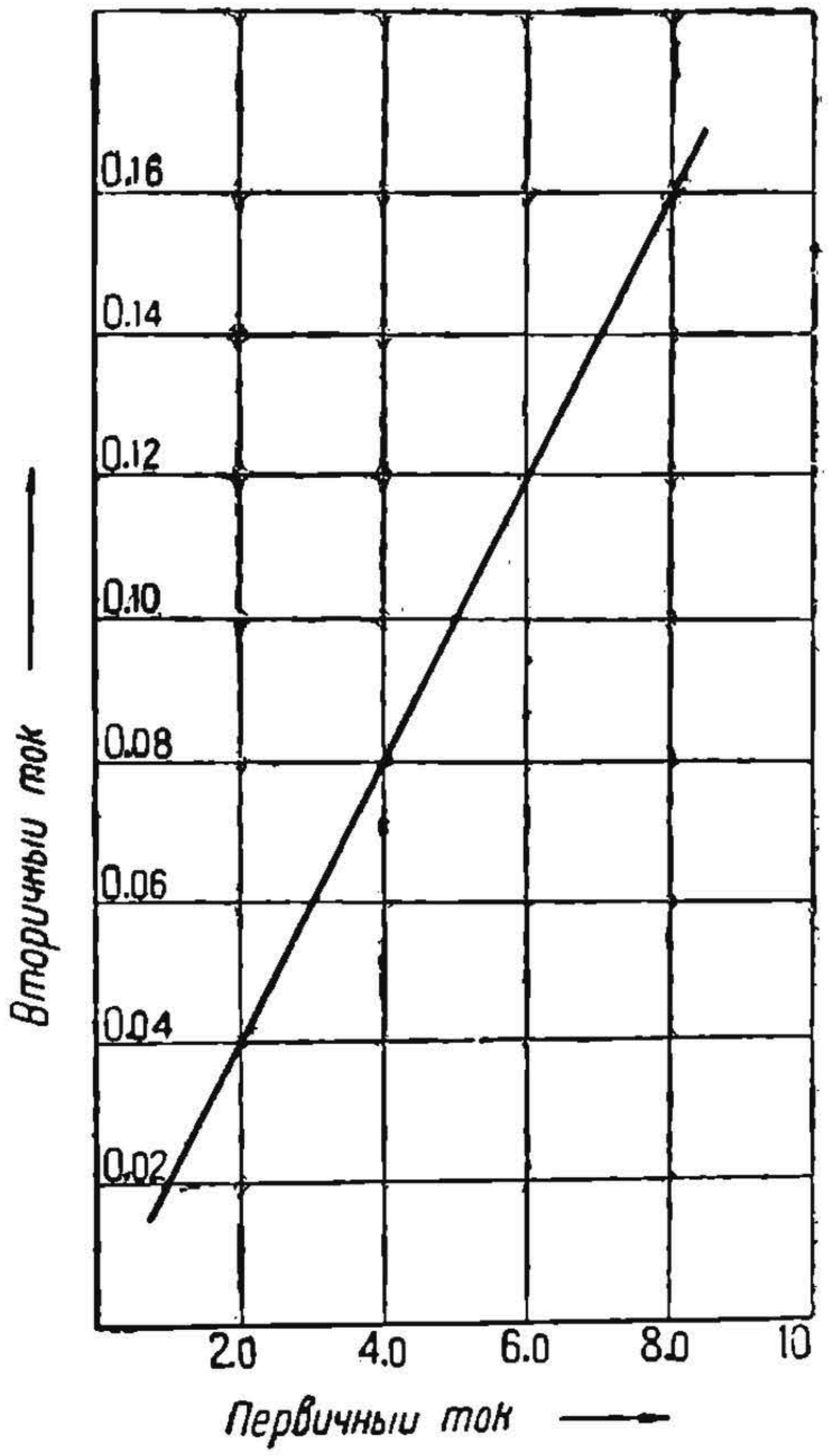
УДУНТ НБ (ДИТ)

на размере проводов, но не на их числе. Тем не менее, вследствие применения телефонного кабеля стоимость проводов представляет незначительный процент стоимости всего устройства.

Для того чтобы включить выключатель, дежурный вставляет синхронизационный штепсель в соответствующее гнездо и поворачивает установочный ключ на положение «включено». Затем нажимается глав-



Фиг. 59. Характеристики специального трансформатора тока с малыми потерями при открытой цепи.



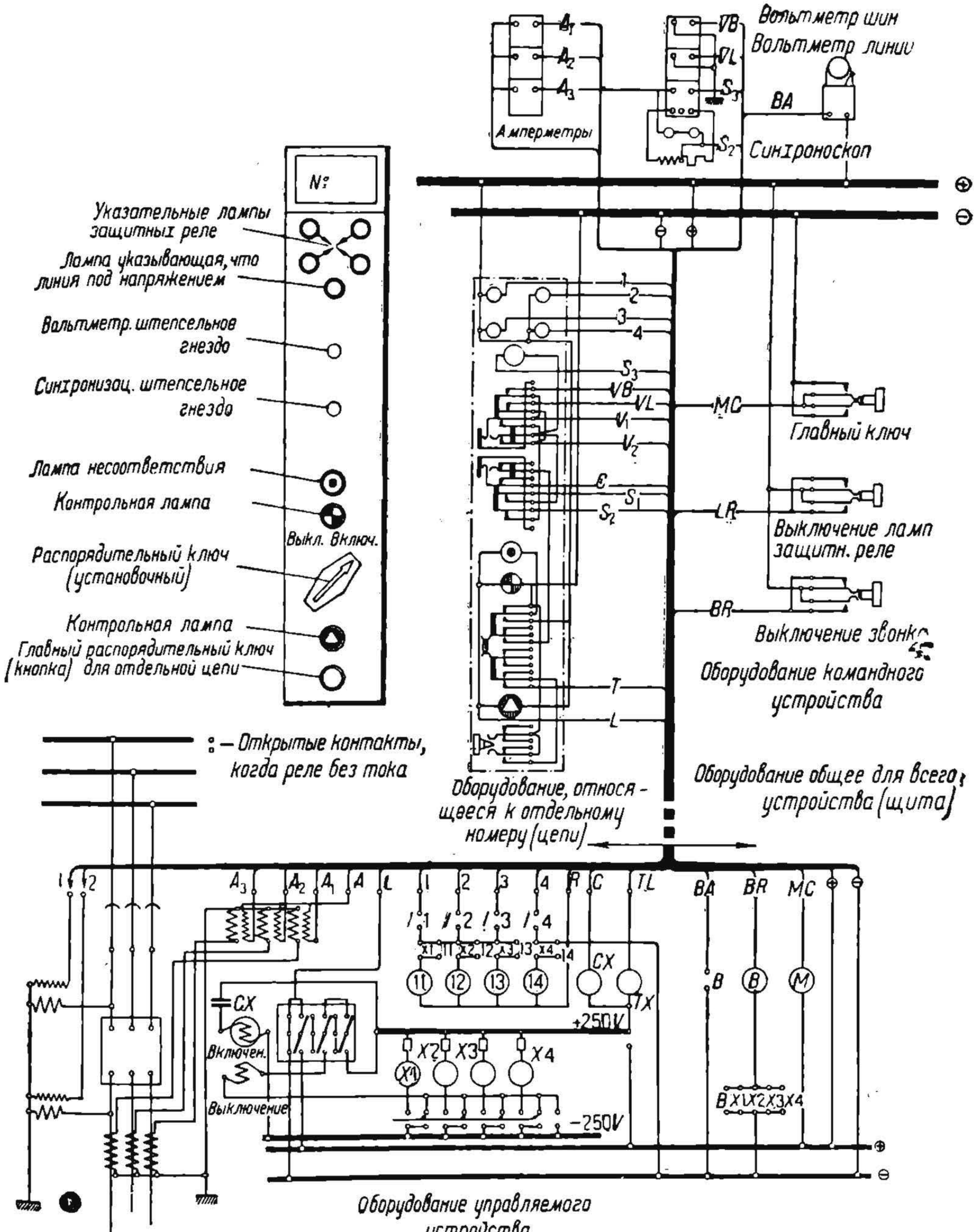
Фиг. 60. Градуировочная характеристика вспомогательного трансформатора тока.

ный распорядительный ключ и затем для непосредственного включения, например, в момент, указываемый синхроноскопом, нажимается индивидуальный распорядительный ключ данного номера. Вследствие этого возбуждается промежуточное реле замыкания на управляемом устройстве, и соответственный выключатель включается.

Контрольные лампы, указывающие положение масляного выключателя, связаны непосредственно с соответственными сигнальными контактами на выключателе.

Выключение производится аналогичным образом, только, конечно, нет надобности вставлять синхронизационный штепсель.

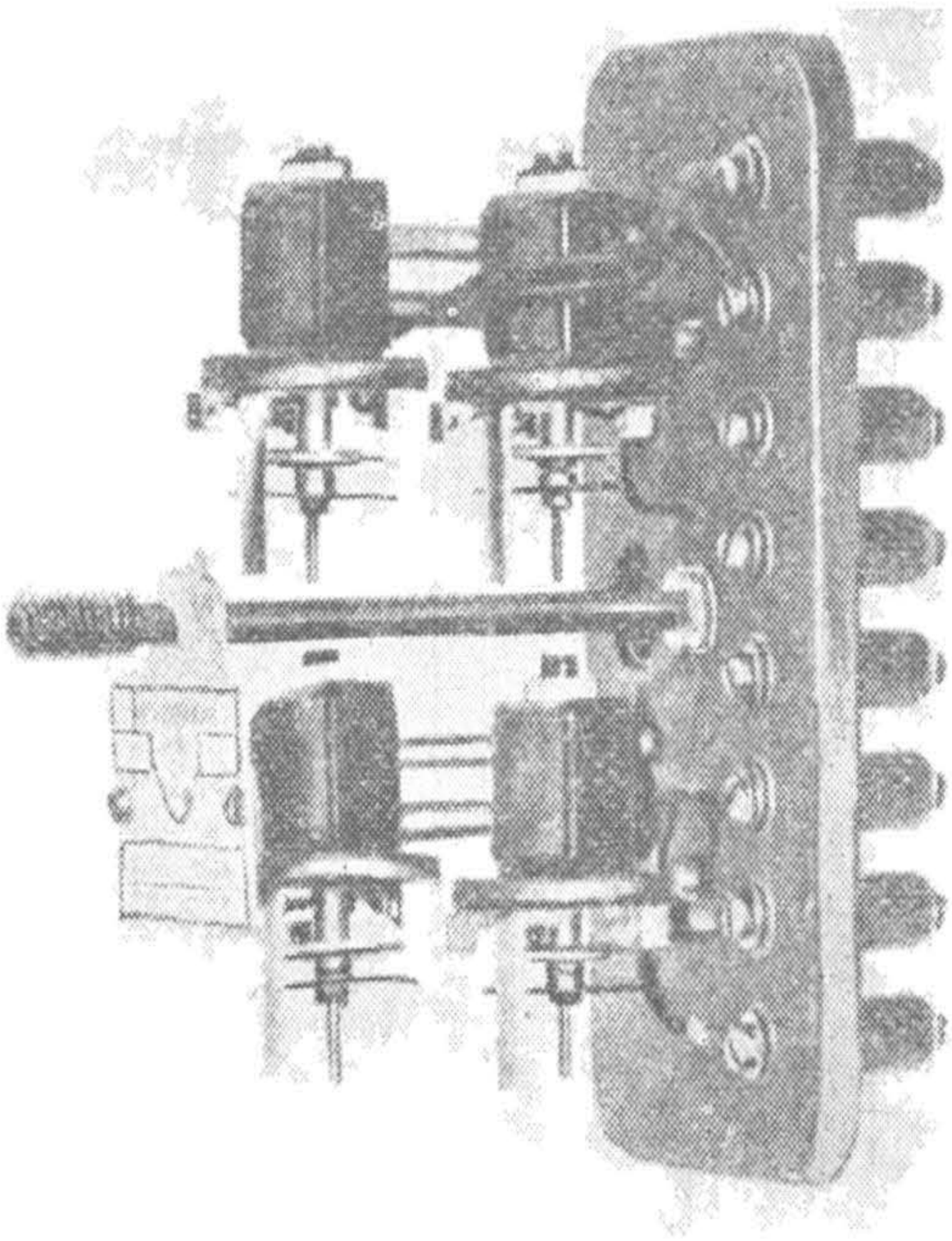
НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 61. Схема основных включений дальнодействующего управления. Сбоку вид контрольного щитка из микарты.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Так как дежурный не имеет возможности видеть положение защитных реле, то уведомление его о том, что реле подействовало, производится указательными лампочками *1*, *2*, *3*, *4*. Включение их производится миниатюрными контакторами (замыкателями), изображенными на фиг. 62 и обозначенными на схеме фиг. 61, *I* и *X*. Если подействует какое-нибудь из защитных реле, то связанный с ним замыкатель получит возбуждение через устроенный для этого у реле вспомогательный контакт. Замыкатель *X* возбуждает в свою очередь контактор сигнального звонка *B*, который замыкается через разъединительную цепь сигнальной указательной лампы. Таким образом дежурный имеет возможность отдельно выключить сигнальный звонок, оставив в случае надобности гореть указательную лампу реле, чтобы сразу была видна причина разомкнутого состояния выключателя.



Фиг. 62. Миниатюрные замыкатели (контакторы) для устройств дальнодействующего управления.

Для того чтобы дежурный мог быстро найти после подачи сигнала о перемене положения масляного выключателя его щиток, предусмотрена лампа несоответствия. Включение ее известно из предыдущего.

Управляемые распределительные устройства при наличии дальнодействующего командного щита могут быть совершенно не обслуживаемы. Возле них должны быть предусмотрены только щиты для защитных и для промежуточных (вспомогательных) реле. В случае желания может быть дополнительно устроено местное дублирующее командное устройство. В этом случае для распорядительных цепей предусматриваются перекидные рубильники, дающие возможность перевести управление на тот или другой щит.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

ЧАСТЬ II

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖАЮЩИХ СИСТЕМ (дальноуправление)

РАЗДЕЛ VII

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К УСТРОЙСТВУ ЦЕНТРАЛЬНЫХ (диспетчерских) ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖАЮЩИХ СИСТЕМ И ИХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

29. Условия работы и задачи центральных (диспетчерских) пунктов управления

В отличие от условий управления отдельными установками, хотя бы и находящимися на значительных расстояниях от соответственного командного устройства, управление электрическими системами и их объединениями выдвигает ряд совершенно особых заданий, связанных с особенностями параллельной работы станций и систем.

Задания эти, которые приходится выполнить центральному распорядительному (диспетчерскому) пункту или Бюро, могут быть формулированы следующим образом:

1. Распределение активной нагрузки между станциями таким образом, чтобы себестоимость отпущенного киловатт-часа была минимальной. 2. Целесообразное распределение нагрузки между подстанциями и линиями сети. 3. Поддержание правильного напряжения в сетях и соответственное распределение реактивной мощности между станциями и компенсаторными подстанциями. 4. Управление резервами силового оборудования и выводами его в плановый ремонт. 5. Выбор магистральных схем работы системы, указание мер к поддержанию ее устойчивости и руководство всеми соответствующими переключениями. 6. Принятие мер по предотвращению аварий и расстройств работы путем целесообразного секционирования системы и других распорядительных мероприятий. 7. Руководство ликвидацией аварий и распределение работы между станциями и линиями при ненормальных (аварийных) условиях.

Практическое осуществление этих общих заданий может представлять различной степени трудности в зависимости от характера самой системы и условий ее совместной работы с другими.

Предварительно можно дать такое подразделение электрических систем в отношении условий управления ими в порядке возрастающей сложности: 1. Системы для электроснабжения больших населенных центров, питающиеся только от своих станций, работающих по сво-

НБ УДУГТ (ДИТ)

бодному графику. 2. Большие городские системы, питающиеся от станций, часть которых работает по связанному графику (теплоэлектроцентрали, гидростанции, лишенные регулирования воды и т. п.). 3. Городские системы, опирающиеся также на внегородские станции и связанные с другими системами. 4. Районные системы, охватывающие более или менее значительные области и получающие энергию только от собственных станций (работающие самостоятельно). 5. Районные системы, связанные с другими и обменивающиеся с ними энергией беспрерывно или по временам по свободному или заранее заданному графику.

К этой же группе относятся широко развивающиеся теперь объединения систем, получающие общее управление в дополнение к тому, которое имеет каждая из систем сама по себе.

Это подразделение может быть приведено к следующему более простому:

I. Системы, питание которых основывается только на станциях, работающих по совершенно свободному графику.

II. Системы, в которых энергия или часть ее подается от теплофикационных или гидроэлектрических станций, имеющих принудительный график.

III. Системы, работающие в объединении с другими при условии, что обмен энергии подчинен заранее выработанному графику.

Ввиду разнообразия и сложности функций центральных распорядительных (диспетчерских) пунктов в электрических системах и в их объединениях рассмотрим более подробно порядок выполнения вышеуказанных заданий.

30. Распределение активных нагрузок. Способы эксплоатации электрических систем

Для того чтобы задачи в области распределения активных нагрузок центрального распорядительного бюро или пункта представились в более ясном виде, целесообразно несколько осветить возможные приемы ведения эксплоатации в электрических системах.

Среди разнообразия этих приемов можно различить два основных способа ведения эксплоатации.

Первый из них, который мы назовем способом суммарной эксплоатации, состоит в следующем. Машины всех станций рассматриваются как известный общий запас мощности, из которого по мере надобности с повышением нагрузки вводится в работу тот или другой агрегат. Все включенные параллельно машины на всех станциях работают, регулируемые своими скоростными регуляторами. Поэтому при каждом изменении общей нагрузки системы все регуляторы принимают участие в игре при ее перераспределении и вследствие этого неизбежно колеблется нагрузка и каждой отдельной станции и даже каждой отдельной машины. Желательное принудительное перераспределение и выравнивание нагрузок достигается воздействием на скоростные регуляторы и осуществляется со щита управления каждой отдельной станции соответствующим дежурным.

Нетрудно видеть, что этот способ ведения эксплоатации представляет собой естественное развитие тех приемов, которые применялись

НБ УПУНТ (ДПТ)

на отдельной станции. Задача распределения нагрузки в отдельной установке разрешается обычно таким образом, что в работу вводится число машин, соответствующее спросу в данный момент, или ожидаемому в ближайшее время, с известным резервом. Машины вводятся в работу одна за другой в порядке степени экономичности. Вследствие этого наиболее поздно будут введены наименее экономичные машины, и они, таким образом, получают наименьшее число часов использования. Распределение нагрузки между отдельными машинами производится примерно пропорционально их мощностям. Для того чтобы при колебаниях нагрузки установленное соотношение мощностей не нарушалось и не возникало бы перегрузки отдельных машин, стремятся иметь регулировочные характеристики машин возможно единообразными.

Только при наличии особо выделяющихся своей экономичностью машин производится их преимущественная загрузка.

Дежурным на щитах отдельных станций может быть дана инструкция выравнивать от руки путем воздействия на скоростные регуляторы нагрузку машин соответственно какому-нибудь заданному среднему уровню.

В этом смысле можно говорить, что отдельным станциям (или отдельным машинам) задается тот или другой график нагрузки. Однако, поскольку при всяких колебаниях нагрузки системы неизбежны и колебания нагрузки каждой отдельной машины, ни одна из них не должна нагружаться до предела во избежание перегрузки при резких колебаниях суммарной нагрузки. Вследствие этого установилось часто применяемое правило, что нормальной нагрузкой машины считается $^3/_4$ ее предельной мощности и машины проектируются таким образом, чтобы при этой нагрузке они имели наилучший к. п. д. (так называемая экономическая мощность).

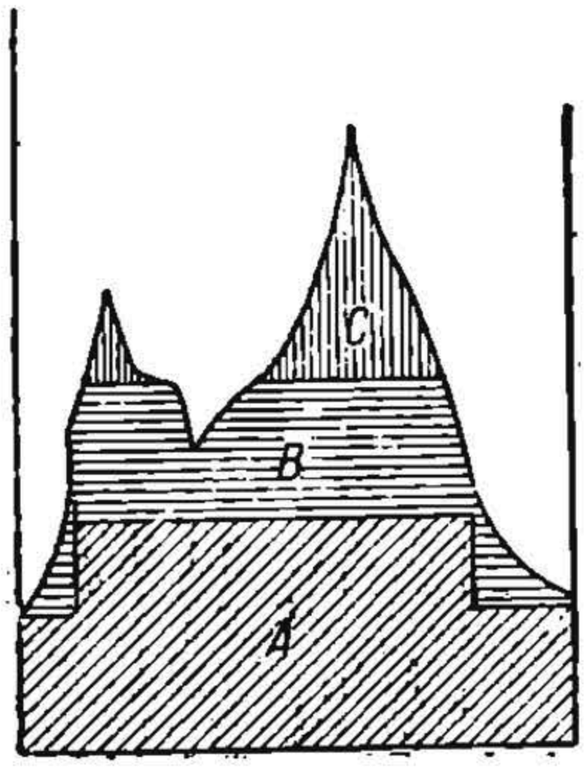
Описанный способ суммарной эксплоатации широко применяется при ведении электрических систем, будучи наиболее близким к привычным приемам эксплоатации единичной станции. В особенности понятное стремление к пользованию им наблюдается в системах, состоящих из станций однородного характера, например, только тепловых, и притом в особенности, когда эти системы исторически развивались, как позднейшее объединение первоначально самостоятельных станций, разраставшихся и увеличивавшихся с ростом нагрузки. Большей частью в этом случае каждая станция имеет и старые и новые машины разной мощности, и применение метода суммарной эксплоатации является естественным.

Второй способ, о котором мы упомянули и который мы назовем способом диференцированной, или распределительной эксплоатации станций, вызван к жизни последнее время значительным развитием электрических систем, в особенности смешанного характера, включающих как гидроэлектрические установки с различными характеристиками (с притоком воды относительно постоянным, или резко колеблющимся, регулируемым, или не регулируемым), так и тепловые станции на местном, особо дешевом топливе, требующие ввиду значительности капитальных затрат из-за наличия линий передач, поселков и т. п. максимального использования.

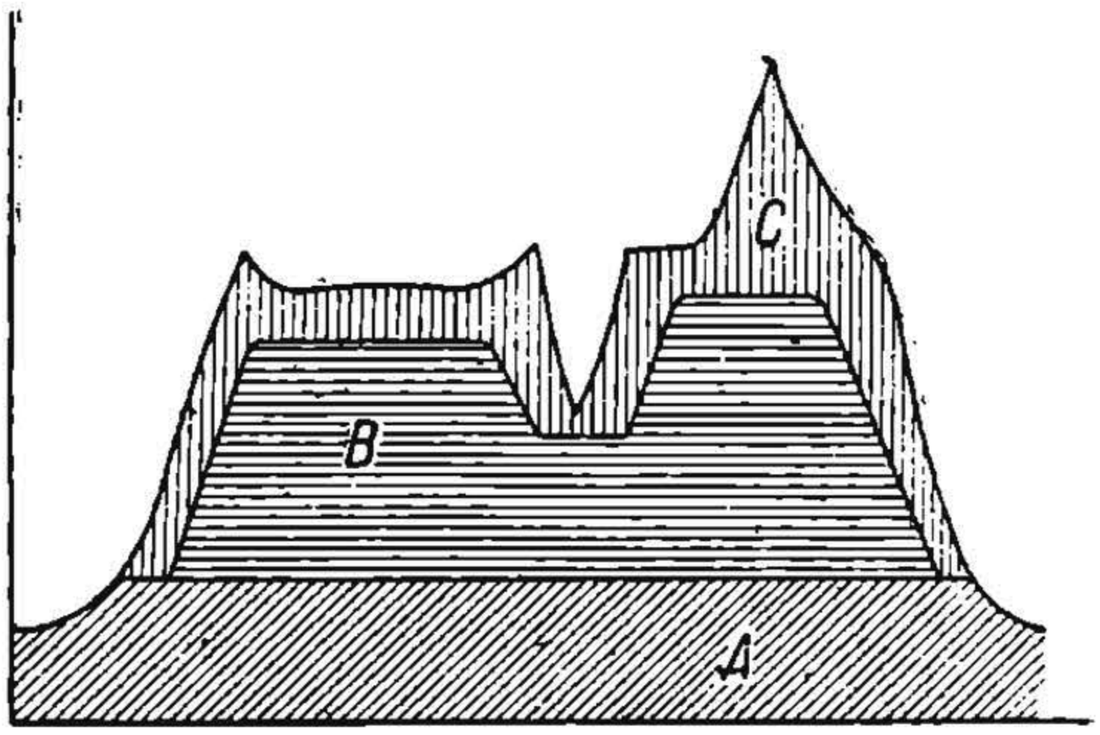
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Распределение нагрузки между разнообразными станциями при соединении их в систему всегда должно базироваться в первую очередь на экономических соображениях. Поскольку соединяемые станции не являются равноценными с точки зрения их технического совершенства и экономических результатов их работы, распределение между ними нагрузки пропорционально их мощностям являлось бы совершенно нерациональным с хозяйственной точки зрения.

Естественным является требование, чтобы станции с наименьшими эксплоатационными (переменными) расходами, например, гидроэлектрические, или тепловые с высоким к. п. д., или работающие на дешевом топливе, были все время нагружены по возможности полностью и принимали на себя основную часть нагрузки, тогда как станции, устаревшие технически, менее экономичные, работающие на дорогом топливе, должны вырабатывать только избытки нагрузки. Таким образом возникло известное деление станций на станции основной нагрузки и пиковые. Примером может служить распределение работы по графикам, изображенным на фиг. 63 и 64, где станции, вырабатывающие



Фиг. 63. График нагрузки электрической системы с последовательным введением в работу станций одна за другой.



Фиг. 64. График нагрузки электрической системы, при котором график ведущей станции обертывает график плановой станции.

части графика *A* и *B*, являются станциями основной нагрузки, а станции, вырабатывающие часть *C*, — пиковыми.

В только что упомянутых смешанных системах является уже часто неудовлетворительным поддержание только средних величин нагрузок, колеблющихся около заданной линии графика. Часто бывает желательно совершенно освободить машины той или другой станции от всяких колебаний заданной ей нагрузки и нагрузить ее полностью до предельной мощности.

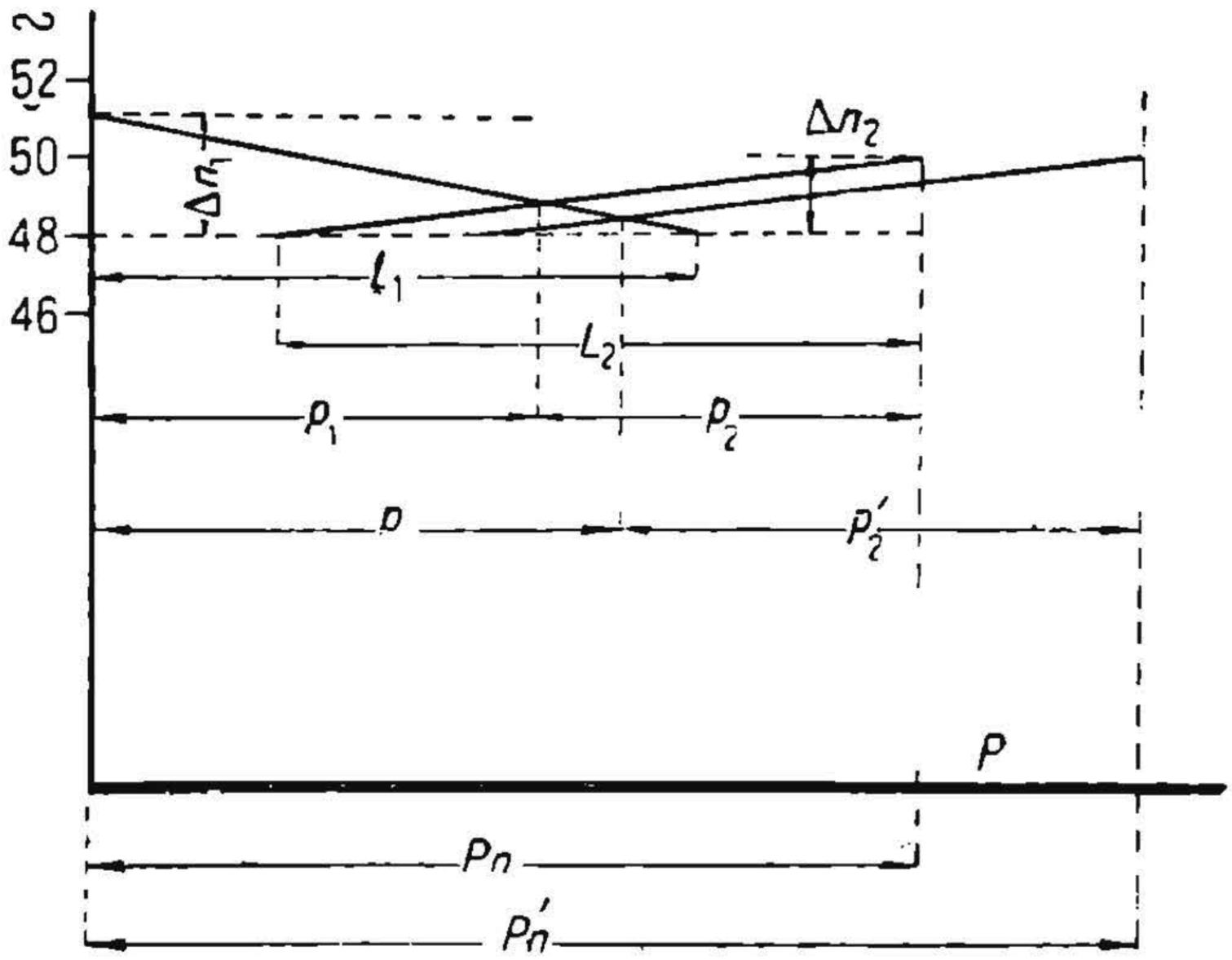
Так, например, представим себе, что на реке, питающее гидростанцию, прибыла вода и желательно всю ее использовать. Для этого необходимо не останавливаться перед полной до предела нагрузкой всех машин этой станции, но, разумеется, необходимо, вместе с тем, освободить их от какого-либо дальнейшего перехода на них нагрузки, хотя бы суммарная нагрузка системы и увеличивалась. И для тепловых станций нередко бывает целесообразно с целью повышения их экономичности создать такой режим работы, чтобы нагрузка их совершенно не испытывала колебаний и на графике ограничивалась строго прямыми линиями.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Однако, для того чтобы достигнуть такого распределения нагрузки между станциями, необходимо соблюдение особых условий в отношении регулирования их машин.

Представим себе, что на взятых для примера станциях все машины имеют настолько одинаковые кривые регулирования, что каждая станция может быть рассматриваема как одна большая машина мощности L. Таким образом мы получим возможность говорить о регулировочной характеристике станции.

Тогда если мы имеем несколько станций с мощностями L_1, L_2, L_3, то без принятия специальных мер нагрузки между ними будут распределяться, с одной стороны, пропорционально мощностям, а с другой — обратно пропорционально изменениям их чисел оборотов Δn_1, Δn_2, Δn_3 и т. д. (фиг. 65). Величину $\frac{L}{\Delta n}$ назовем коэфициентом нагрузочной способности (Leistungszahl).



Фиг. 65. Диаграмма перераспределения нагрузки между станциями под влиянием скоростных регуляторов при изменении суммарной нагрузки.

Для того чтобы была возможна работа двух станций A и B согласно заданному графику фиг. 63 с неизменной нагрузкой, а третья C принимала бы на себя полностью все колебания спроса, необходимо соблюдение одного из двух условий. Или на последней станции колебание числа оборотов Δn совершенно не должно иметь места, что трудно достижимо, или, наоборот, Δn у станций, работающих с постоянным графиком, должны быть весьма велики. Однако раз эти станции работают по строго заданному графику и в особенности если они загружены полностью, то вообще никакого дальнейшего перехода нагрузки на них нельзя допускать. Этого можно достигнуть в полной мере только другим предельным решением; предоставив машинам этих станций работать совершенно без регуляторов с постоянной подводимой мощностью, или иначе — заменить обычные скоростные регуляторы другими регуляторами для достижения работы по заданному графику. Но при таком способе работы число оборотов этих машин и частота сети будут поддерживаться постоянными только при том условии, что все-таки имеется в системе хоть одна станция, работающая со скоростными регуляторами, достаточно точными, и достаточно мощная, чтобы поддерживать постоянным число оборотов всех машин всех станций и, следовательно, частоту сети при всех колебаниях нагрузки.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Такого рода станцию, воспринимающую все колебания нагрузки, будем называть поддерживающей частоту или ведущей станцией.

Станции, работающие вне влияния своих скоростных регуляторов и осуществляющие заранее заданный график, будем называть плановыми станциями.

31. Работа одной системы. Классификация станций в системе. Определение электрической системы и объединения электрических систем

Суммарный график системы меняется ото дня ко дню соответственно временам года. Меняются условия работы и от других обстоятельств, в особенности, если в систему входят гидроэлектрические станции. Так, например, условия прибытия воды при отсутствии регулирования вызывают изменения в соотношении плановых графиков. В отношении ведущей станции приходится считаться с тем обстоятельством, что колебания нагрузки ни в коем случае не должны превосходить ее мощности, иначе ее машины будут перегружены и она не сможет поддержать нормальной частоты, что создаст необходимость привлечь для выполнения этой задачи и какую-нибудь из станций, работающих по графику, и вследствие этого расстроить ее нормальную работу. То же самое будет иметь место, если суммарная нагрузка настолько упадет, что ведущая станция полностью разгрузится. При самом малом дальнейшем понижении нагрузки ниже уровня суммарного заданного графика ведомых станций освободится избыточная мощность, которая поведет к разгону вращающихся масс всех машин и недопустимому повышению частоты. Выходом из этого положения является введение в действие скоростных регуляторов еще на одной станции, которая тогда или поделит с первой нагрузку пропорционально мощностям и соответственно характеристикам регуляторов и станет второй дополнительной пиковой станцией, или, так как такой порядок работы был бы нерационален, просто первая разгруженная станция будет остановлена и передаст свою роль ведущей второй станции; и в том и в другом случаях вторая станция прекращает работу по заданному графику, перестает быть плановой и становится ведущей. Такой порядок работы предусматривается, например, графиком, изображенным на фиг. 63, согласно которому станция *C* дважды останавливается и передает регулировку частоты станции *B*, но такая же необходимость может возникнуть и внезапно, например, вследствие аварии какой-либо из машин на ведущей станции и перегрузки остальных или, наоборот, вследствие выпадения какой-либо мощной линии и внезапной разгрузки машин ведущей станции.

Иногда приходится встречаться с таким положением, что колебания нагрузки в системе велики, и не представляется целесообразным во избежание значительных колебаний частоты возложить принятие этих колебаний нагрузки только на одну станцию. В таком случае в качестве пиковых может быть введено несколько станций, на которых оставляются в действии скоростные регуляторы.

Необходимо выяснить вопрос, каким образом в этом случае будет производиться поддержание частоты и должны ли быть все станции,

НБ УДУНТ (ДПТ)

воспринимающие колебания нагрузки, ведущими, или только одна из них.

Теоретически можно предположить, что если все станции, работающие со скоростными регуляторами, имеют одинаковые коэфициенты нагрузочной способности, т. е. одинаковые характеристики ниспадания числа оборотов при одинаковых мощностях, то любая из них может становиться ведущей в зависимости от близости места изменения нагрузки, или точнее от наименьшей величины сопротивления сети между этим местом и станцией. Но в каждый данный момент, вообще говоря, в системе может быть только одна ведущая станция, вектор напряжения которой опережает другие при повышении нагрузки и отстает при ее падении.

Так как такой случай совершенной идентичности станций маловероятен, и, кроме того, было бы нерационально, да и практически неосуществимо, следить за частотой сразу на нескольких станциях, то обычно выбирается в качестве ведущей одна только станция, и именно та, которая обладает наиболее устойчивой характеристикой числа оборотов и достаточной мощностью, чтобы увлечь за собой другие станции и подтянуть их к своему числу оборотов.

Что же касается остальных станций со скоростными регуляторами, то роль их является вспомогательной, причем работа их может регулироваться двояким образом: либо на них производится перестановка регуляторов в процессе и после восстановления нормальной частоты ведущей станцией таким образом, чтобы распределение нагрузок восстанавливалось в каком-то заданном соотношении, либо перестановки регуляторов не производится, и тогда, приняв участие в воспринятии первого толчка нагрузки, вспомогательные станции возвращаются после восстановления нормальной частоты ведущей станцией к заданной им постоянной величине нагрузки.

Таким образом для того чтобы отметить те разнообразные функции, которые могут выполнять в системе разные включенные в нее станции, приходится ввести следующее подразделение:

1. Станции, которые принимают на себя колебания нагрузки и затем восстанавливают нормальную частоту в системе. Эти станции будем называть ведущими станциями в собственном смысле слова, но они же вместе с тем являются и пиковыми, поскольку воспринятие избытков нагрузки всегда ложится на них или целиком, или в значительной части.

2. Станции, которые совершенно не воспринимают на себя колебаний нагрузки и совершенно не принимают участия в восстановлении нормальной частоты. Эти станции плановые в строгом смысле слова, они же являются обычно станциями основной нагрузки, или как иногда выражаются, базовыми.

3. Специфические трудности в отношении классификации представляет третья группа станций — станции, работающие со скоростными регуляторами, но не являющиеся ведущими. Так как их главная функция состоит в том, чтобы поддерживать ведущую станцию и не давать ей слишком терять число оборотов, то мы назовем их п о д д е р ж и в а ю щ и м и станциями.

НБ УДМТ (ДПТ)

Но, как мы указывали, самый характер их работы может быть различен. Он может приближаться или к чисто пиковой или к плановой станции. Соответственно мы примем для них названия:

За. Поддерживающие пиковые станции, под которыми будем подразумевать те, которые делят нагрузку с ведущей станцией в постоянном отношении.

Зб. Поддерживающие плановые станции, которые, принимая участие в воспринятии колебаний нагрузки, затем сохраняют свою нагрузку постоянной.

Очевидно, что поддерживающие станции, так же как и ведущая, не должны загружаться полностью, а всегда иметь свободный запас мощности, в отличие от чисто плановых станций.

Для того чтобы смысл принимаемых терминов был более ясен, полезно будет сопоставить их с упоминавшимися уже более привычными названиями: «пиковые станции» и «станции основной нагрузки» (базовые).

Под пиковыми станциями (или машинами) мы будем понимать те станции (или машины), задачей которых является воспринимать на себя все колебания нагрузки, в особенности резкие повышения (пики), которые не могут быть в точности предусмотрены плановым эксплоатационным графиком.

Станциями основной нагрузки мы будем называть те станции, которые освобождены от колебаний нагрузки и работают только в той части графика, которая заранее может быть строго задана.

Эта часть графика обычно отрезается прямой, параллельной оси абсцисс (линии времени). В отдельных местах, также заранее заданных, эта прямая может иметь снижения или повышения (см. графики фиг. 63 и 65).

Очевидно, что при суммарном способе эксплоатации ни плановых, ни ведущих станций по строгому смыслу данных выше определений не имеется. Также условным является подразделение на станции пиковые и основной нагрузки, поскольку колебания нагрузки распространяются на все станции.

Однако и при системе суммарной эксплоатации эти термины могут быть применены с известными оговорками. Пиковыми в этом случае считаются те машины или станции, которые позже других по мере нарастания нагрузки вводятся в работу; другими словами, станции или машины, которые пускаются в ход только на время наступления максимумов или во время аварий.

Под машинами и станциями основной нагрузки понимаются те, которые работают по возможности без остановки все часы суток, т. е. которым задается наибольшее число часов использования.

Также может быть проведено, хотя не вполне точно, разделение на плановые и ведущие станции, поскольку, как мы уже упоминали, и при суммарном способе эксплоатации можно путем постоянной перестановки регуляторов скорости добиваться приблизительной работы тех или других станций, или машин, по заданному графику. Если проследить последовательность тех процессов регулирования, которые должны быть для этого выполнены, то можно видеть, что роль ведущей станции, т. е. поддерживающей нормальную частоту в системе, должна

НБ УДУНТ (ДІТ)

выполнять та станция, которая будет принимать на себя колебания нагрузки.

Такого рода станция подпадет под то определение пиковой станции, которое нами дано выше, но не всегда это будет та станция, которая считалась бы пиковой в смысле более позднего введения в работу.

Еще яснее это станет, если мы рассмотрим диференцированную (распределительную) систему эксплоатации. Этот способ эксплоатации стал входить в практику тогда, когда развитие интерконнекции станций и сетей привело к осознанию самого понятия электрической системы как единого технического целого и вследствие этого выяснилась необходимость проектирования в будущем не отдельных станций, а всей системы целиком с целесообразным распределением функций между отдельными ее частями. Соответственно, например, в качестве пиковых станций для покрытия избытков нагрузки стали сооружаться, вопреки прежней традиции применения для этого старых машин, совершенно новые установки с допускающими весьма быструю форсировку котлами, или же дизельные, или же установки со специальными аккумулирующими устройствами, паровыми или гидравлическими.

Самый способ включения дополнительных агрегатов на время поднимающихся частей графика нагрузки изменился, поскольку при распределительном способе эксплоатации одна часть станций, которые являются станциями основной нагрузки, совершенно освобождается от всякого участия в каких-либо колебаниях нагрузки системы и у них скоростные регуляторы выводятся из действия и заменяются обычно регуляторами мощности [1].

Пиковая станция, воспринимающая колебания нагрузки системы и, вместе с тем, выполняющая роль ведущей (поддерживающей нормальную частоту), должна быть достаточно мощной, способной не только покрыть наиболее значительные размахи изменений нагрузки всей системы, но и удержать систему в синхронизме при возникновении каких-либо колебаний в ней.

Для того чтобы не ставить ведущую станцию в особо неблагоприятные условия, в которых большей частью приходится работать пиковым станциям, вследствие необходимости при резких колебаниях нагрузки в течение суток постоянно менять число работающих агрегатов (что приводит к существенному понижению экономичности), применяют соответственное построение графика распределения нагрузки.

Как видно из графика фиг. 64, нагрузка распределяется таким образом, что график ведущей станции *C* как бы обертывает график станции *B*. Вследствие этого станция *C* по графику фиг. 64 имеет и гораздо большее число часов использования и меньшие колебания нагрузки, чем соответственная станция *C* по графику фиг. 63. Этим несколько снижается число часов использования станции *B*, но в общем и ее экономичность улучшается, так как она превращается в чисто плановую станцию, для которой могут быть подобраны наиболее благоприятные величины нагрузок.

[1] Подробнее вопросы регулирования электрических систем и их объединений убдут изложены в работе «Автоматическое управление электрическими установками и системами».

НБ УДУНТ (ДИТ)

Из вышеуказанного ясно, что совместная работа станций в системе и правильное распределение нагрузки между ними исключают возможность самостоятельности каждой станции и требуют обязательно общего руководства.

Чем более осуществляется переход к диференцированному распределению нагрузки, тем большее значение получает центральное руководство и меньше остается распорядительных функций у управлений отдельных станций.

Для лучшего представления различных форм этого центрального руководства, которые будут описаны далее, полезно установить более точно понятия отдельной электрической системы и объединения электрических систем.

При соединении станции и сетей возможны следующие варианты образования систем:

1. Соединяются между собой станции, имеющие одинаковые основные параметры: число фаз и частоту (практически речь может итти только о станциях переменного тока). В этом случае станции при соблюдении известных условий могут быть непосредственно соединены (при различии напряжений через трансформаторы) линиями, которые связывают между собой машины разных станций аналогично тому, как машины одной станции связаны сборными шинами.

2. Соединяются станции и сети, имеющие различные основные параметры. В этом случае соединение возможно только посредством специальных преобразовательных устройств, значительно удорожающих и усложняющих задачу производства соединения.

Но и при условии одинаковых параметров необходимо соблюдение еще ряда условий для того, чтобы совместная параллельная работа станций была возможна.

Вкратце эти условия могут быть перечислены таким образом:

1. Характеристики машин двигателей соединяемых станций должны быть таковы, чтобы они обеспечивали правильную работу без возникновения качаний при регулировании и вообще без каких-либо нарушений синхронизма.

2. Станции должны быть связаны между собой достаточно мощными соединительными линиями, способными пропустить без каких-либо нарушений нормальной работы синхронизирующие токи для удержания системы в синхронизме.

3. Должны быть соблюдены условия устойчивости системы как при нормальной работе, так и при возникновении аварий и сильных толчках нагрузки. Для этого должны быть приведены в соответствие характеристики машин в отношении их мощностей и инерционных постоянных с характеристиками соединительных линий в отношении их реактивности и пропускной способности.

Таким образом при соединении ряда станций и сетей возможны следующие положения:

I. Станции при соединении получают настолько сильную связь, что между ними возможен практически неограниченный обмен мощностями (в пределах наличной мощности самых станций), и устойчивость этой связи поддерживается, безусловно, при всех режимах. В этом случае может быть применен как суммарный способ эксплоатации, так и

НБ УДУНТ (ДГТ)

диференцированный, и для поддержания нормальной частоты в системе достаточно одной ведущей станции.

Такого рода объединение станций с одинаковыми основными параметрами, имеющие одну ведущую станцию, мы будем называть электрической системой.

II. Объединение ряда станций и сетей производится таким образом, что отдельные группы их (единичные системы), имеющие одинаковые параметры, соединяются между собой таким образом, что в пределах самых групп возможен неограниченный обмен мощностей, тогда как обмену мощностей между группами поставлен определенный предел, так что передаваемая мощность ограничивается каким-то заранее заданным графиком, который может определяться пропускной способностью линий, или передаточных устройств, условиями устойчивости, соглашениями и т. п.

В этом случае каждая отдельная группа (единичная система) должна самостоятельно покрывать свои колебания нагрузки и, следовательно, иметь в своем составе станцию, которая может выполнять функции ведущей станции.

Такого рода соединение станций и сетей мы будем называть объединением электрических систем.

III. Другой пример объединения электрических систем представляет собой тот случай, когда соединяемые отдельные системы (группы станций и сетей) имеют различные основные параметры, если при этом мощность связывающих их преобразовательных устройств такова, что допускает только ограниченный обмен нагрузок.

Очевидно, что функция центрального распорядительного (диспетчерского) пункта или Бюро будут различны в том или другом из рассмотренных случаев.

Если для электрической системы можно обойтись одним центральным командным (диспетчерским) пунктом, то для объединения систем необходимо будет создать несколько распорядительных пунктов, подчиненных центральному бюро и ведающих каждый своей системой. В ведении центрального бюро, кроме того, будут находиться все передаточные подстанции или иного рода пункты, в которых будет происходить переход энергиии из одной системы в другую.

Для лучшего пояснения приведенных выше определений полезно иллюстрировать их примерами из нашей советской электрификации. У нас имеется уже целый ряд вполне оформившихся электрических систем, как, например, Московская (МОГЭС), Ленинградская («Электроток»), Горьковская (ГОРЬГРЭС), Донецкая (ДОНЭНЕРГО), Северокавказская (СЕВКАВЭНЕРГО) и другие районные системы и ряд более мелких городского типа систем, как Харьковская, Саратовская, Киевская, Одесская и т. п. Имеются также промышленные системы, хотя территориально и относимые к определенным городам, но связанные, главным образом, с определенными заводами или центрами промышленной нагрузки, как, например, Сталинградская, Бакинская системы.

Объединений систем до ближайшего недавнего времени у нас не было [1]. Одним из первых должно осуществляться в настоящее время

[1] Если не принимать во внимание включение в городские системы 25-периодных станций для обслуживания трамвая.

НБ УДУНТ (ДЦГ)

объединение Донецкой системы с Северокавказской. Намечено в ближайшем будущем объединение систем Днепровской и Донецкой, Московской и Нижегородской.

Будущая единая высоковольтная сеть Союза ССР будет громадным объединением ряда электрических систем, покрывающих всю страну.

32. Распределение реактивной мощности

Кроме задачи распределения активных нагрузок остается еще вторая задача нормального режима работы — поддержание правильного напряжения и распределение реактивной нагрузки.

В этом отношении могут быть поставлены разные требования. Станциям может быть предписано или поддержание постоянного напряжения на их собственных шинах или в каком-нибудь отдаленном пункте, или поддержание определенного коэфициента мощности на своих шинах или, наконец, поставка заданной реактивной мощности в систему независимо от активной нагрузки.

Обратим внимание на то обстоятельство, что если станциям задано напряжение, то или должны приниматься специальные меры для его регулирования в разных частях системы, о которых будет говориться далее, или же распределение реактивных мощностей и, следовательно, возбуждение станций определяется само собой и не может быть задано.

Таким образом и в этом отношении станции теряют свою независимость и самостоятельное управление каждой становится невозможным.

33. Ликвидация аварий в системе

Мы не будем останавливаться особо на тех заданиях, которые возникают в отношении управления системой при аварийных обстоятельствах: тесная связь между всеми элементами системы при нормальной работе уже подразумевает, что вмешательство централизованного управления в этих случаях неизбежно.

Может возникать сомнение только о его пределах. В связи с развитием дальноуправляющих устройств последнее время дебатируется вопрос, в какой мере центральный распорядительный (диспетчерский) пункт может взять на себя непосредственное производство операций по переключению и управлению всей системой, в частности при ликвидации аварий.

По мнению некоторых авторов функции его в этом отношении должны быть ограничены только дачей указаний, непосредственное же осуществление операций оставлено на ответственности персонала на местах. Иначе при авариях вместо ускорения их ликвидации будет иметь место задержка, так как при выпадении какого-нибудь выключателя центральный распорядительный (диспетчерский) пункт все равно не сможет решиться включить его снова, пока не уяснит для себя точно причины. Это подразумевает необходимость предварительных телефонных переговоров с местами, и фактически центральный распорядительный (диспетчерский) пункт будет действовать по их указаниям в

НБ УДУНТ (ДПТ)

тех вопросах, которые он сам по чисто физическим условиям разрешить не может и не должен. Вместе с тем, мелочная работа по управлению отдельными механизмами отвлечет высококвалифицированный персонал распорядительного (диспетчерского) пункта от разрешения основных вопросов, общих для всей системы, например, задания новой схемы соединения местам.

Очевидно, что все эти соображения весьма условны, и вескость их всецело зависит от тех средств дальнонаблюдения, которые имеются в распоряжении центрального распорядительного (диспетчерского) пункта.

34. Совместная работа объединенных систем

Если возникла необходимость соединения двух систем для передачи энергии из одной в другую, то возможны два случая.

1. Обе системы сливаются в одну, т. е. получают общую ведущую станцию, которая одновременно является и общей пиковой станцией. Аналогично предыдущему назовем одну из систем ведущей, другую — ведомой. В эксплоатации ведущей системы возникает то новое обстоятельство, что мощность ведущей станции теперь уже должна быть достаточна для покрытия всех избытков спроса сверх суммарного планового графика ведомых станций не только первой системы, но и второй. На плановые же станции ведущей системы объединение при нормальной работе не повлияет. На второй системе объединение скажется в том отношении, что она лишается своей ведущей станции и все ее станции становятся плановыми. Так как обе системы имеют общее ведение частоты и общее покрытие избытков нагрузки, то технически они должны быть рассматриваемы как одна система.

Условием такого соединения двух систем в одну является, как указывалось выше, установление между всеми их станциями настолько сильной связи, чтобы, с одной стороны, любые избытки спроса могли быть переданы из одной части вновь образованной системы в другую, а с другой стороны, чтобы связь эта и устойчивость параллельной работы и синхронизма всех станций не могли бы быть нарушены ни при каких авариях, так как в случае распада такой объединенной системы продолжение нормальной работы той ее частью, которая лишена ведущей станции, становится невозможным.

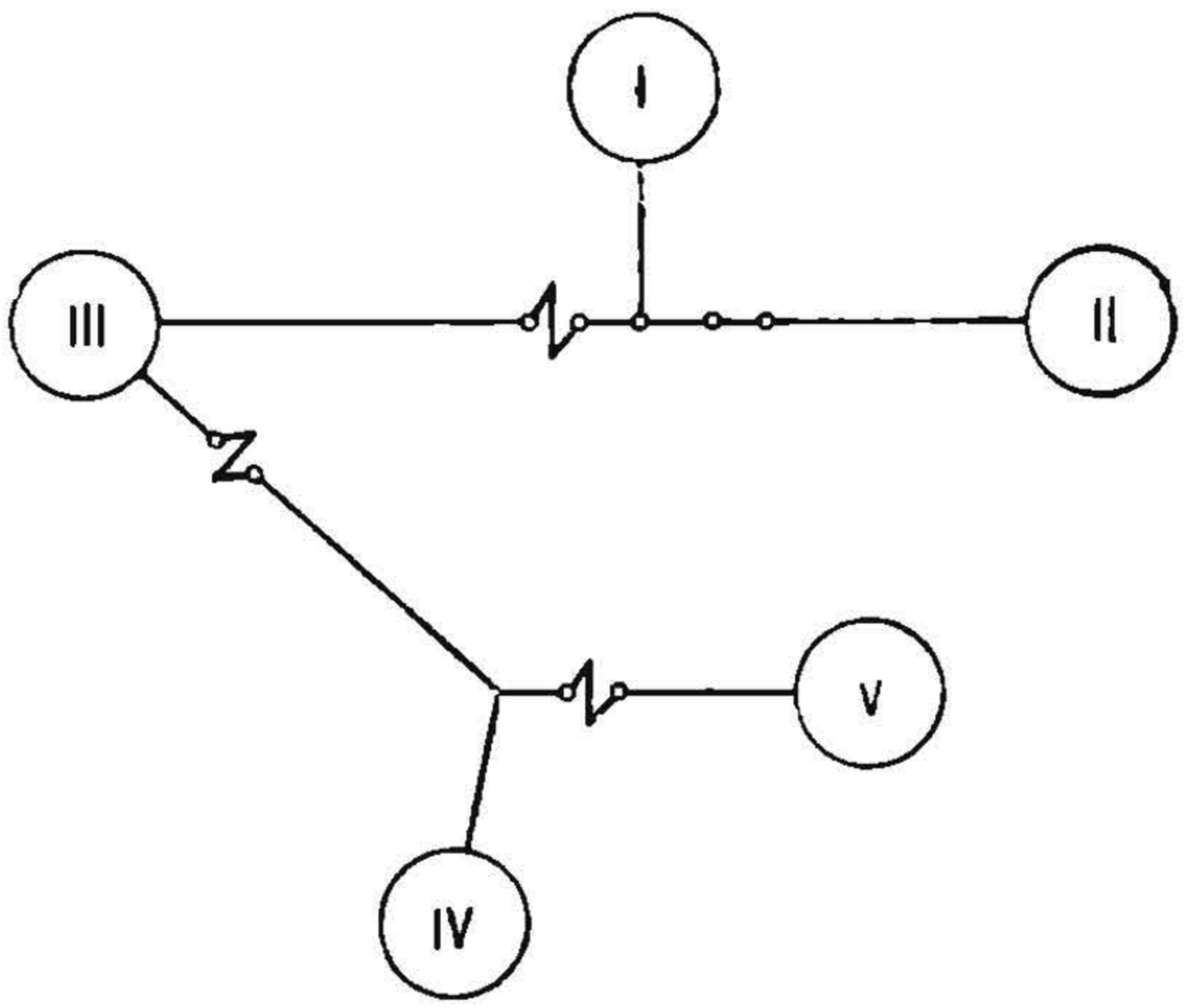
2. Может быть применен второй вариант соединения системы, когда каждая система сохраняет пиковую станцию для снятия колебаний спроса, но обе такие станции работают таким образом, что одна из них постоянно является ведущей, а вторая поддерживающей, так как мощность ее недостаточна, чтобы она могла выполнять роль ведущей для всей системы. Если колебания нагрузки распределяются между этими станциями пропорционально их коэфициентам нагрузочной способности $\frac{L}{\Delta n}$, такой способ несколько облегчает распорядительному (диспетчерскому) пункту рациональное ведение хозяйства линий и сетей. По существу, несмотря на наличие двух пиковых станций, такое соединение также может быть рассматриваемо при нормальной работе как одна система.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Отличие этого варианта соединения системы состоит в том, что хотя и в этом случае требуется достаточно сильная связь между частями объединенной системы, чтобы ведущая станция при всех возможных изменениях нагрузки и всех комбинациях включений могла бы удержать систему в синхронизме, но в случае аварийного распада системы самостоятельное продолжение работы каждой частью все же возможно, поскольку вторая поддерживающая станция автоматически становится ведущей для своей половины системы.

3. Иногда при соединении двух систем мы имеем иную постановку задачи.

Из одной системы в другую допускается передача не неограниченных избытков спроса, а только вполне определенных количеств энергии и притом по заранее заданному графику. В этом случае плановым является передаточное место и на нем должны быть предусмотрены соответственные устройства, обеспечивающие возможность точной регулировки перехода энергии, несмотря на колебания нагрузки в обеих системах.



Фиг. 66. Схема лучеобразного соединения систем (ломаной линией обозначены места регулирования передачи энергии).

Это подразумевает, что каждая система должна покрывать свои пики самостоятельно, не допуская передачи их в другую систему и, следовательно, иметь свою пиковую станцию, способную выполнить роль ведущей для обеих систем.

Для этого скоростные регуляторы ведущих станций должны находиться под воздействием особых устройств регуляторов мощности, так регулирующих их нагрузку, чтобы проведение плана на передаточном пункте было обеспечено. При этом роль ведущей приходится выполнять по очереди то той, то другой системе в зависимости от того, в какой из них имеются избытки нагрузки.

В этом случае мы имеем объединение системы, так как каждая из них работает самостоятельно. Однако все же на одну из них приходится возложить поддержание средней нормальной частоты во всем объединении, для чего ее ведущая станция может быть снабжена, например, контрольными часами.

Значительно сложнее положение создается в случае соединения более чем двух систем, и для него необходимо рассмотреть несколько вариантов. Первый, когда все системы соединены лучеобразно, т. е. когда каждая система имеет с другой только один путь соединения (фиг. 66). В этом случае по существу условия работы те же, что при соединении двух систем: либо все системы превращаются технически в одну, получая общую ведущую станцию, либо должны быть введены

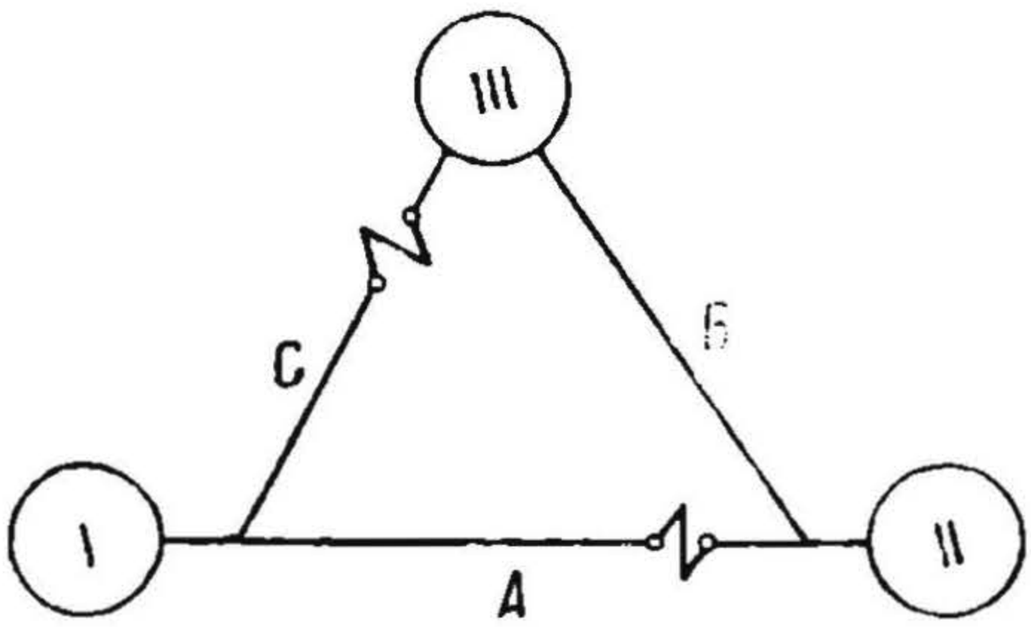
НБ УДУНТ (ДІТ)

плановые передаточные пункты в соединительных линиях и регуляторы мощности на ведущих станциях.

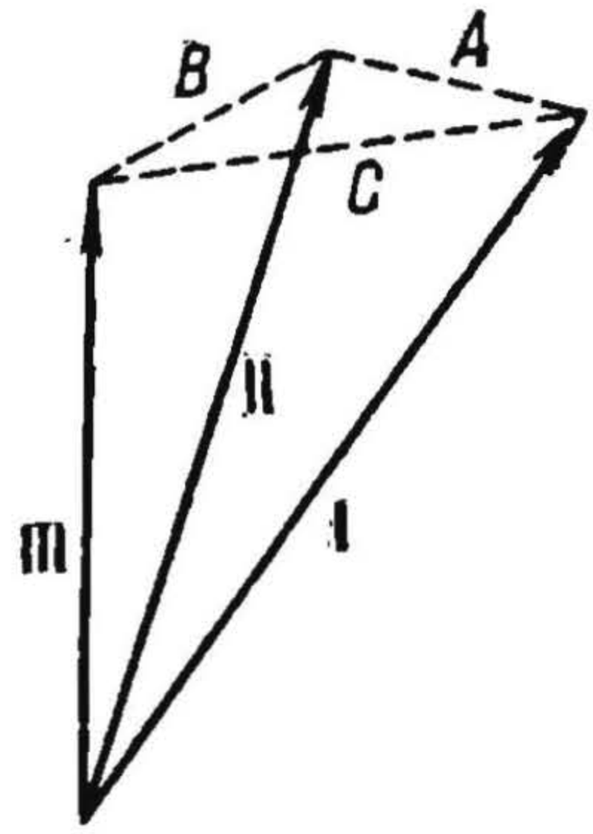
Главные же усложнения получаются при втором варианте, когда образуется кольцеобразное соединение между системами, такое положение получилось бы, если бы на фиг. 66 соединить системы *II* и *V* еще одной связующей линией.

Рассмотрим сперва простейший случай соединения трех систем треугольником (фиг. 67).

В этом случае, если определены передаваемые мощности между системами *I* и *II*, то уже нельзя задать мощности, обмениваемой между системами *II* и *III*. Это легко видеть из следующих соображений. При передаче энергии от системы *I* к системе *II* и *III* возникают на концах линий передачи в зависимости от рода нагрузки, вообще говоря, разные падения напряжения по величине и по фазе (фиг. 68). Таким образом если между системами *II* и *III* дать связующую линию *B*, то между



Фиг. 67. Схема простейшего случая кольцевого соединения систем.



Фиг. 68. Диаграмма напряжений кольцеобразно-соединенной системы.

концами ее будет существовать разность потенциалов, которая вызовет уравнительный ток и соответственный поток энергии.

При таких условиях, чтобы иметь возможность регулировать распределение потока энергии между соединенными в кольцо системами, необходимо принятие специальных мер. Вообще говоря, эти меры сводятся к введению в линию такого дополнительного напряжения, которое могло бы по величине и по фазе компенсировать разность потенциалов в передаточных пунктах к двум другим системам.

Для этого может быть применен так называемый поперечный трансформатор (Quertransformator).

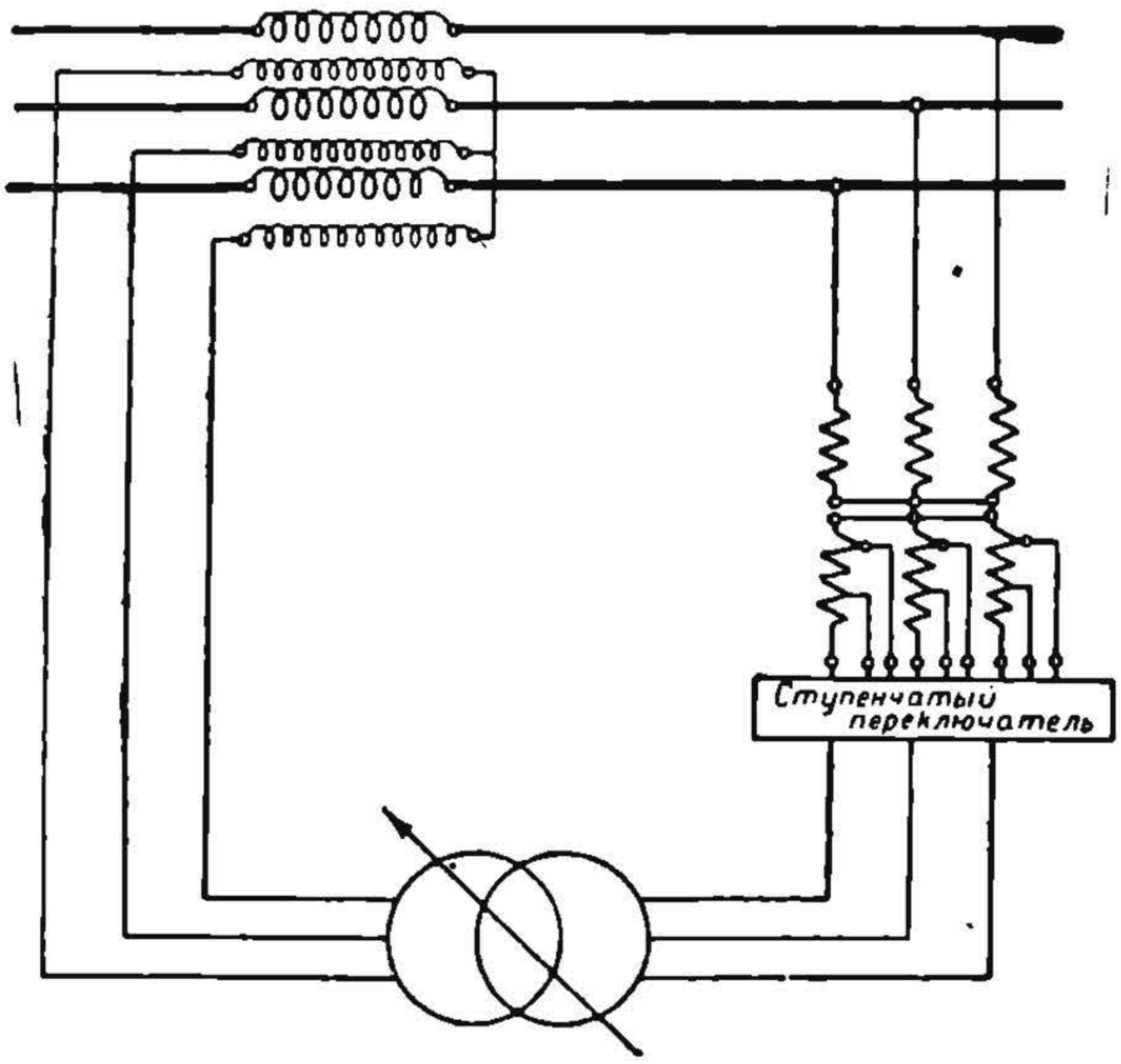
Такого рода трансформатор представляет собой не что иное, как соединение включенного последовательно в линию трансформатора с индукционным регулятором (поворотным трансформатором) и трансформатором со ступенчатым включением (фиг. 69). Таким образом могут быть отрегулированы как величина добавочного напряжения, сообщаемая регулируемым сериестрансформатором, так и его фаза посредством индукционного регулятора. Если желательно избежать дорогостоящего поворотного трансформатора, его можно заменить двумя простыми регулировочными трансформаторами, напряжения

НБ УГЛТУ (ДГТ)

которых находятся под прямым углом друг к другу. Такое решение основано на том, что любой вектор может быть представлен как сумма двух перпендикулярных векторов, величина которых может быть изменяема.

Вообще регулировка передачи активной и реактивной мощностей через соединительные линии между системами посредством комбинации регулировочных трансформаторов является одним из способов решения задачи, существенным недостатком которого является его дороговизна.

Вторым способом, относительно более дешевым, с помощью которого возможно производить перераспределение мощностей в замкнутом объединении систем, является воздействие на регуляторы машин посредством специальных автоматических приспособлений, которые будут описаны в дальнейшем (в работе «Автоматизация управления»).



Фиг. 69. Схема включения поперечного трансформатора.

Однако этот способ имеет те неудобства, что при этом задание определенной нагрузки линиям становится затруднительным и могут создаться положения, когда мощность, передаваемая, например, системой *I* системе *II*, пройдет через систему *III*, значительно загружая ее линии и шины ее станций или подстанций.

Степень зависимости одной системы от других, совместно работающих в объединении, зависит также от способа их соединения.

Если во всем объединении должна поддерживаться одна общая частота, то между системами должна быть достаточно сильная связь, обеспечивающая устойчивость параллельной работы. Лучший способ такой связи — электромагнитное соединение посредством трансформаторов даже при одинаковости напряжения сетей, так как простейшая металлическая связь приводит к передаче заземлений одной системы на другие. При соединении посредством трансформаторов возможна и регулировка напряжения в передаточном пункте.

Связь посредством вращающихся преобразователей становится неизбежной при различии частот, но возможно применение ее и для увеличения эластичности соединения, т. е. для создания большей независимости работы одной системы от другой. Например, когда колебания частоты в одной системе по каким-либо причинам очень велики и нежелательно, чтобы эти колебания непосредственно передавались в другую систему. В этом случае может быть применено соедине-

НБ УДУНТ (ДІТ)

ние посредством так называемого скользящего умформера (Schlupfumformer).

Как видно из изложенного, управление объединением систем неизбежно требует применения ряда регулирующих устройств, целесообразно автоматических, действие которых должно быть основано на дальноизмерительных и дальнопоказательных приспособлениях.

Само собой разумеется, необходимо создание общего руководства объединенными системами, которое получает ту или другую организацию в зависимости от характера соединения систем.

В первых двух случаях оно может быть одностепенным или многостепенным, в последнем случае кольцевого соединения — почти всегда не менее чем двухстепенным. Более подробно об этом будет изложено в § 37.

35. Организация работы центральных распорядительных (диспетчерских) пунктов

При своей работе центральное распорядительное (диспетчерское) бюро системы или объединения в соответствии с возлагаемыми на него заданиями должно руководствоваться разнообразными техническими и хозяйственными данными.

Для плановой организации работы линий, сетей и передаточных пунктов необходимо иметь:

1. Характеристики машин, линий, всего станционного и магистрального сетевого оборудования с точки зрения технической и хозяйственной.

2. Отчетные эксплоатационные данные за каждый день и диаграммы самопишущих приборов.

3. Данные о подготовленных к переработке запасах первичной энергии, например, накопленном уровне воды в регулируемых водохранилищах гидравлических установок, давлении в паровых аккумуляторах, и запасах и качестве топлива и т. п.

4. Статистику аварий с точным описанием их характера и выяснением причин.

5. Гидрологические и метеорологические данные.

6. Графики потребления электрической и тепловой энергии и воды (для орошения) крупными потребителями.

7. Замеры балансов распределения активных и реактивных нагрузок и напряжений в системе в разные часы суток. Такие замеры организуются периодически (1 раз в месяц или несколько раз в квартал).

8. Данные о договорах с потребителями энергии, поскольку они могут отражаться на распределении нагрузки, и данные о договорных [1] соглашениях и вообще условиях совместной работы с другими системами и объединениями.

Наконец, в распоряжении руководства распорядительным (диспетчерским) пунктом должен быть соответственный персонал, расчетный и технический, для обработки всех поступающих данных и составления планов работы.

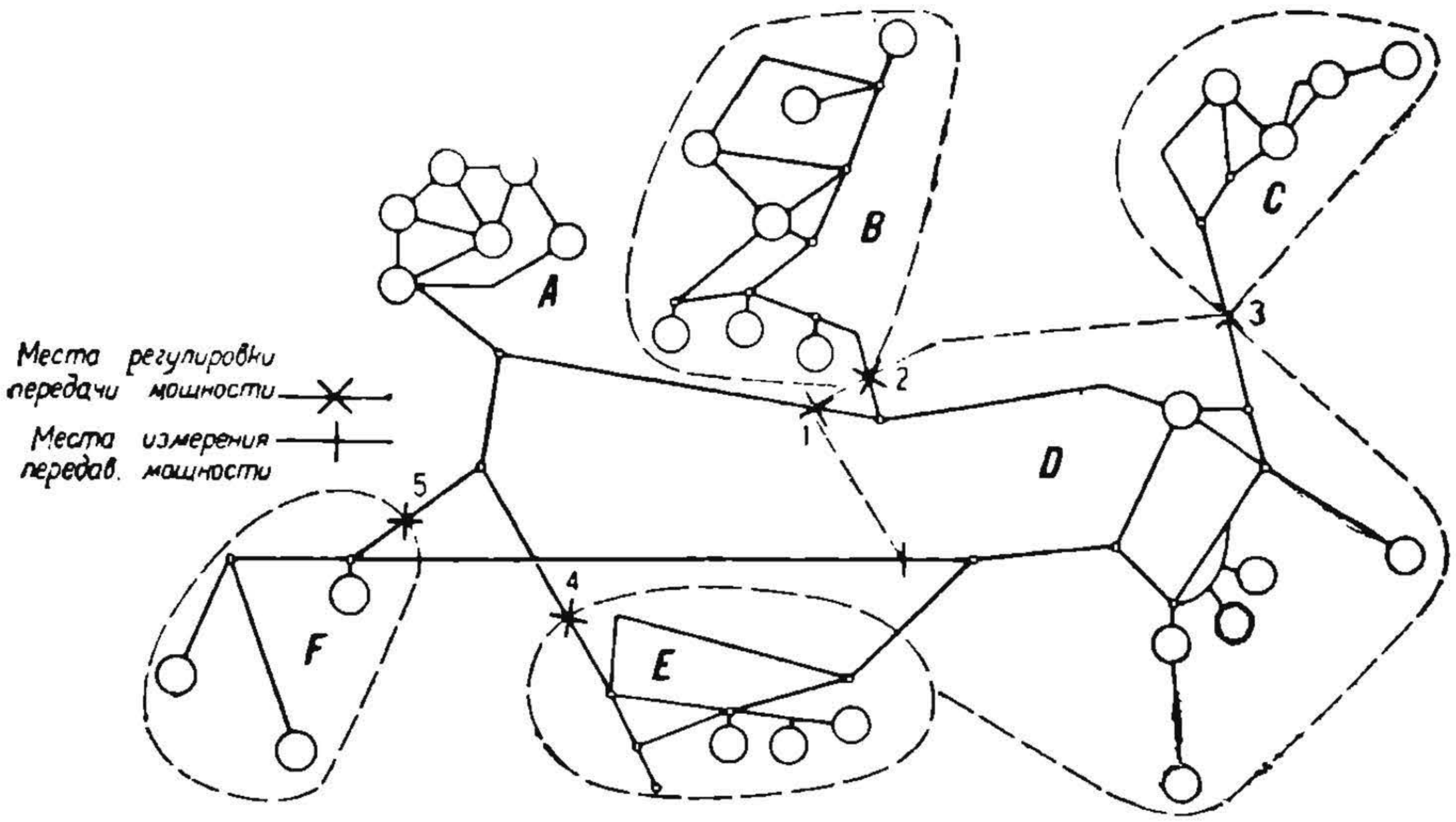
---

[1] В наших условиях — хозрасчет. Прим. ред.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Составляемые распорядительными бюро планы могут быть трех типов:

а) Генеральный план работы системы (или объединения систем), тесно связанный с технической проектировкой, в котором должно быть выяснено, какие количества энергии и каким путем могут быть передаваемы в пределах данной системы и из одной системы в другую. Должны быть установлены определенные пункты передачи энергии, снабженные соответственными регулировочными, дальноизмерительными и дальнепоказательными приспособлениями. Предусмотрены необходимые приспособления и устройства для работы по плану на станциях и в передаточных пунктах. На фиг. 70 показана такая плановая схема



Фиг. 70. Схема одного из германских объединений электрических систем.

объединения нескольких электрических систем. При этом предусматривается, что станция *A* является ведущей, система *B* работает по плану распорядительного (диспетчерского) пункта *2*, который совмещен с пунктом передачи в эту систему. Система *C* работает по плану распорядительного и передаточного пункта *3*, *D—1*, *E—4* и *F—5*. Кроме того, имеются еще передаточные пункты, которым плана не предписывается, а только измеряются и учитываются передаваемые через них мощность и энергия.

б) Суточные планы работы. Такие планы, вообще говоря, могут меняться ото дня ко дню и включать в себя разные комбинации работы. Обязательным условием при составлении такого плана является, чтобы никакие его нарушения по причине невыполнения той или другой частью системы своих заданий не могли привести к неправильному распределению напряжений, к нарушению устойчивой работы, появлению ка-

НТБ УГМУ (ДІП)

чаний и, тем более, прерывов в эксплоатации. Другими словами, план не должен иметь никакой жесткости в аварийном отношении.

в) Аварийные планы. При всем том должны быть оставлены и аварийные планы работы, предусматривающие условия работы для всех предвидимых случаев возникновения аварий. В этих планах предусматривается по возможности порядок ликвидации аварий, указывается последовательность принятия ведения частоты каждой из станций и т. п.

36. Средства централизованного управления системами

Как мы видели, задачи центрального распорядительного (диспетчерского) пункта системы весьма обширны.

Возможность взятия на себя центральным (диспетчерским) пунктом управления тех или иных функций зависит от тех технических средств, которые имеются в его распоряжении.

Эти технические средства могут быть следующие:

1. Средства словесного общения, дающие возможность в любое время непосредственно снестись с любым подведомственным распорядительному центру пунктом системы. Сюда относится телефонная и телеграфная связь [1]. Она должна быть, вообще говоря, совершенно независима от подобного же рода устройства общественного пользования, иначе возможны коллизии интересов, которые могут весьма пагубно отразиться в ответственные моменты эксплоатации.

2. Оборудование дальноизмерительными и дальнопоказательными приборами, дающими возможно полное и точное представление о состоянии основных элементов системы. На центральный распорядительный (диспетчерский) пункт должны передаваться данные о нагрузке каждой из станций активной и реактивной, о мощностях, проходящих по магистральным линиям и, в особенности, через места передачи энергии, о напряжении на станциях и в важнейших пунктах сети и о положении важнейших выключателей системы и еще некоторые данные.

В эту область оборудования входят дальноизмерительные и дальнопоказательные приборы и отображающие схемы.

3. Аппаратура для дальноуправления, дающая возможность непосредственно на расстоянии произвести необходимые операции.

4. Автоматические устройства, обеспечивающие проведение заданного центральным распорядительным пунктом плана работы.

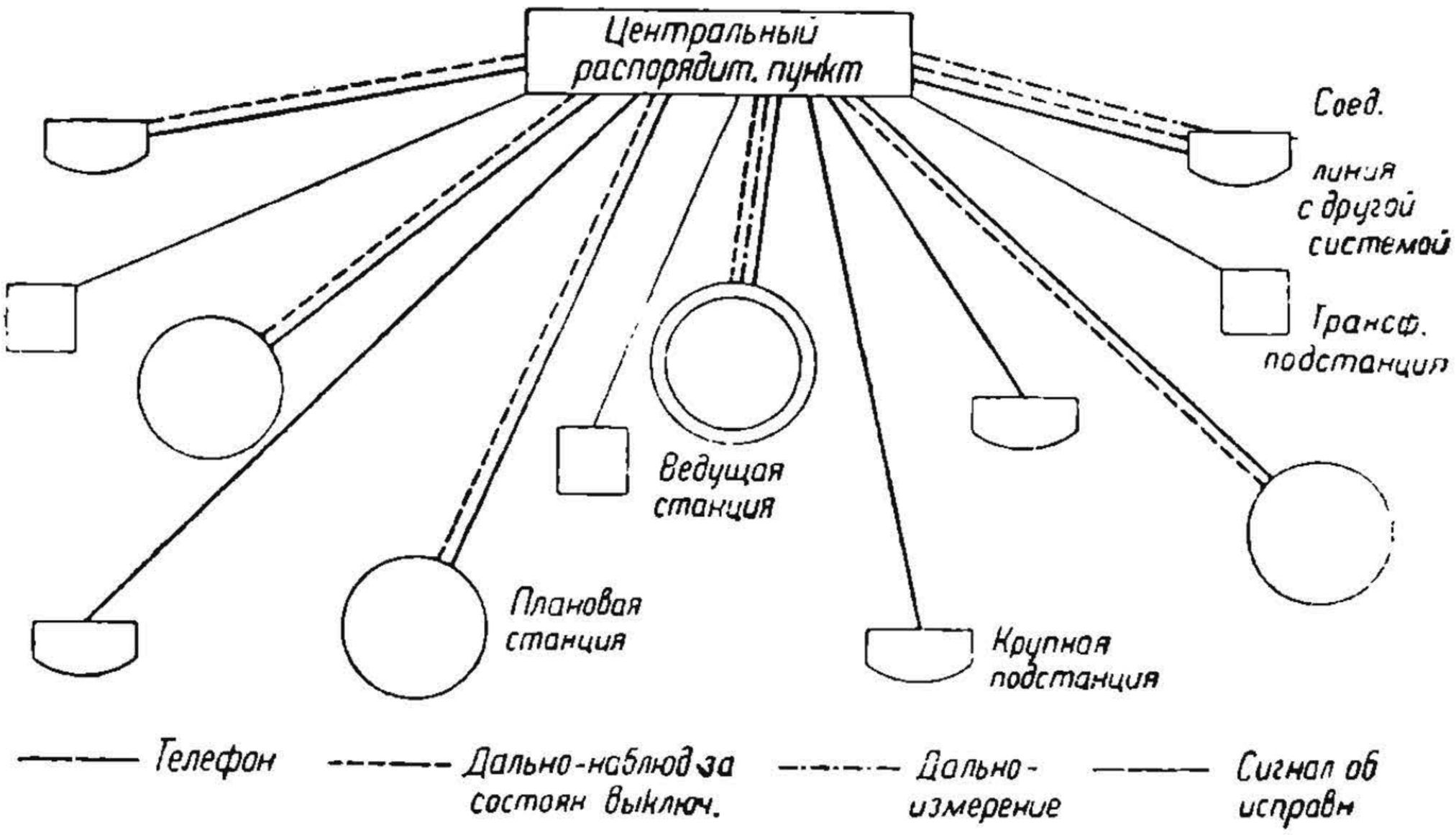
37. Типовые схемы централизованного управления

Организация централизованного управления находится в зависимости от двух факторов. На нее влияет, естественно, характер самой системы или объединения. Но, с другой стороны, она определяется не в меньшей степени характером оборудования. Таким образом возникают различные типы устройств централизованного управления, о которых говорилось во вводной главе.

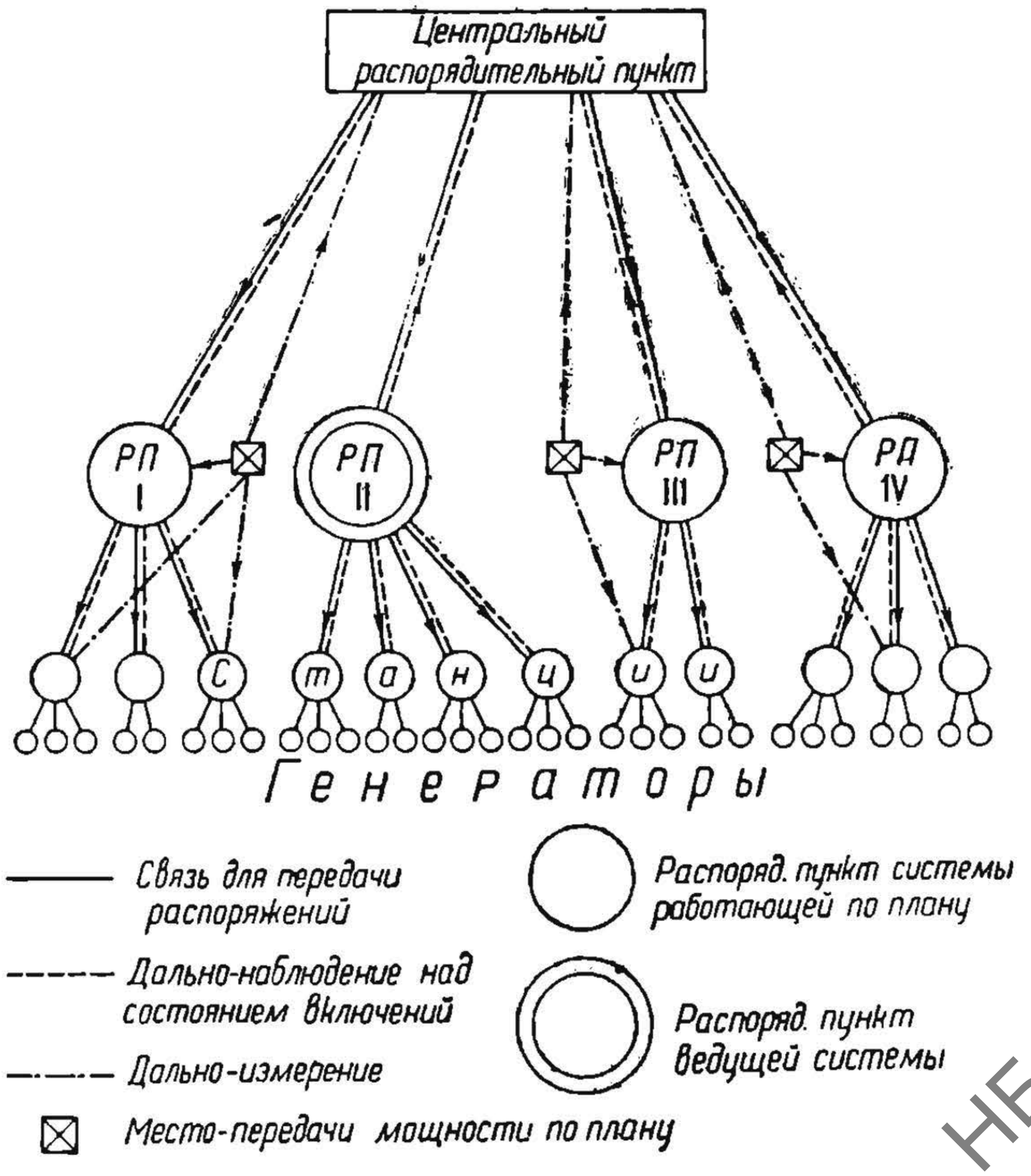
---

[1] В последнее время дальнопишущие машины. Обсуждается вопрос о применении дальновидения для передачи схем.

НБ УДУНТ (ДПТ)



Фиг. 71. Диаграмма организационных связей центрального распорядительного пункта одной системы.



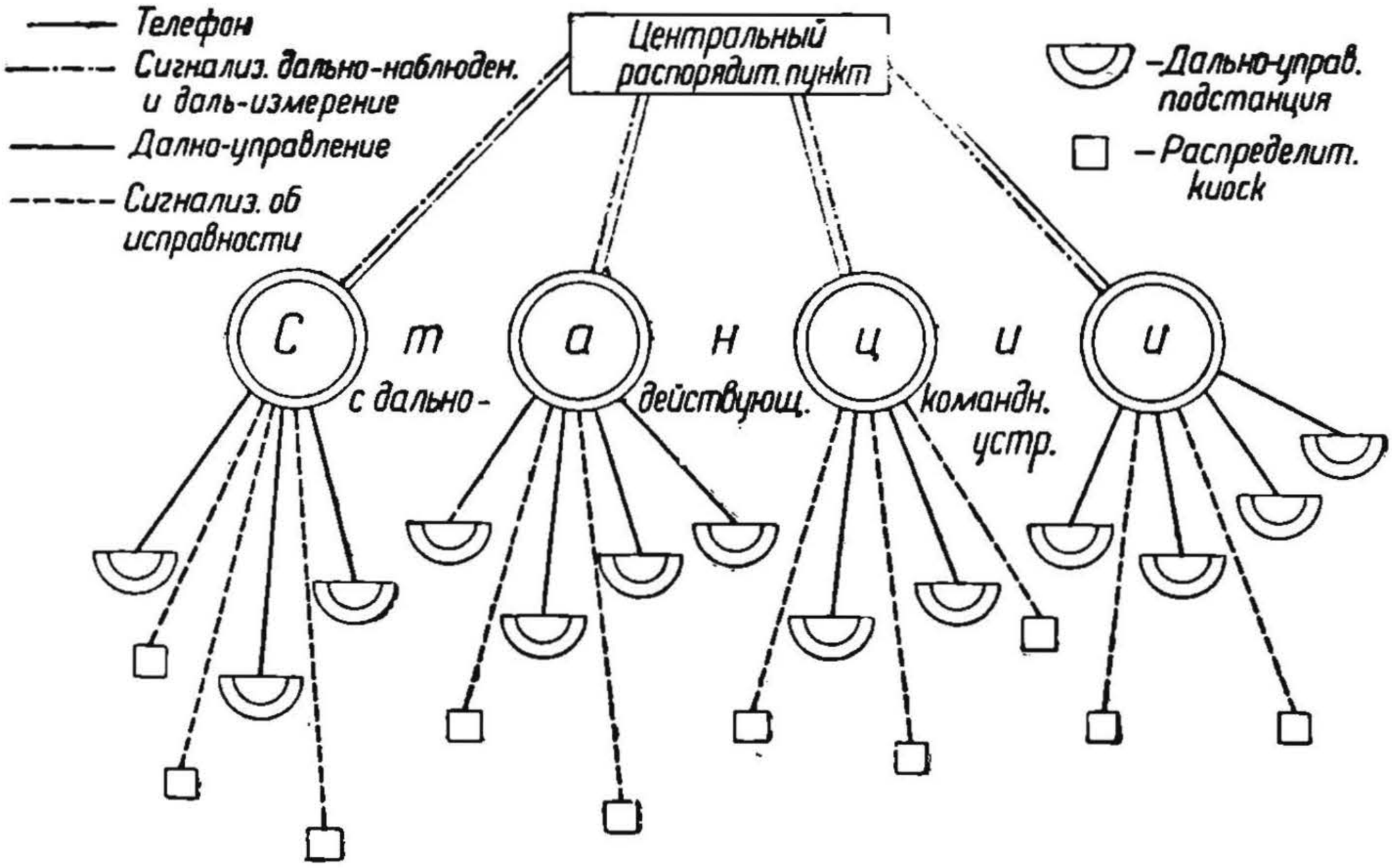
Фиг. 72. Диаграмма организации управления объединением электрических систем

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

На фиг. 71, 72, 73 и 74 изображены схемы организации централизованного управлени электрическими системами при разных степенях развития средств наблюдения и передачи распоряжений.

Схема 1 (фиг. 71) относится к обычному распорядительному (диспетчерскому) пункту системы, пользующемуся только средствами связи, дальнонаблюдения и дальноизмерения.

Схема 2 (фиг. 72) изображает подобный же распорядительный пункт объединения системы. Поэтому центральный распорядительный пункт связан не непосредственно со станциями, а через подсобные распорядительные пункты каждой системы, которые уже распоряжаются каждый элементами своей системы. В данном частном случае показано, что



Фиг. 73. Организация центрального распорядительного пункта системы при введении дальноуправления подстанциями.

одна из систем является ведущей, но предполагается, что и другие системы могут в случае надобности работать самостоятельно.

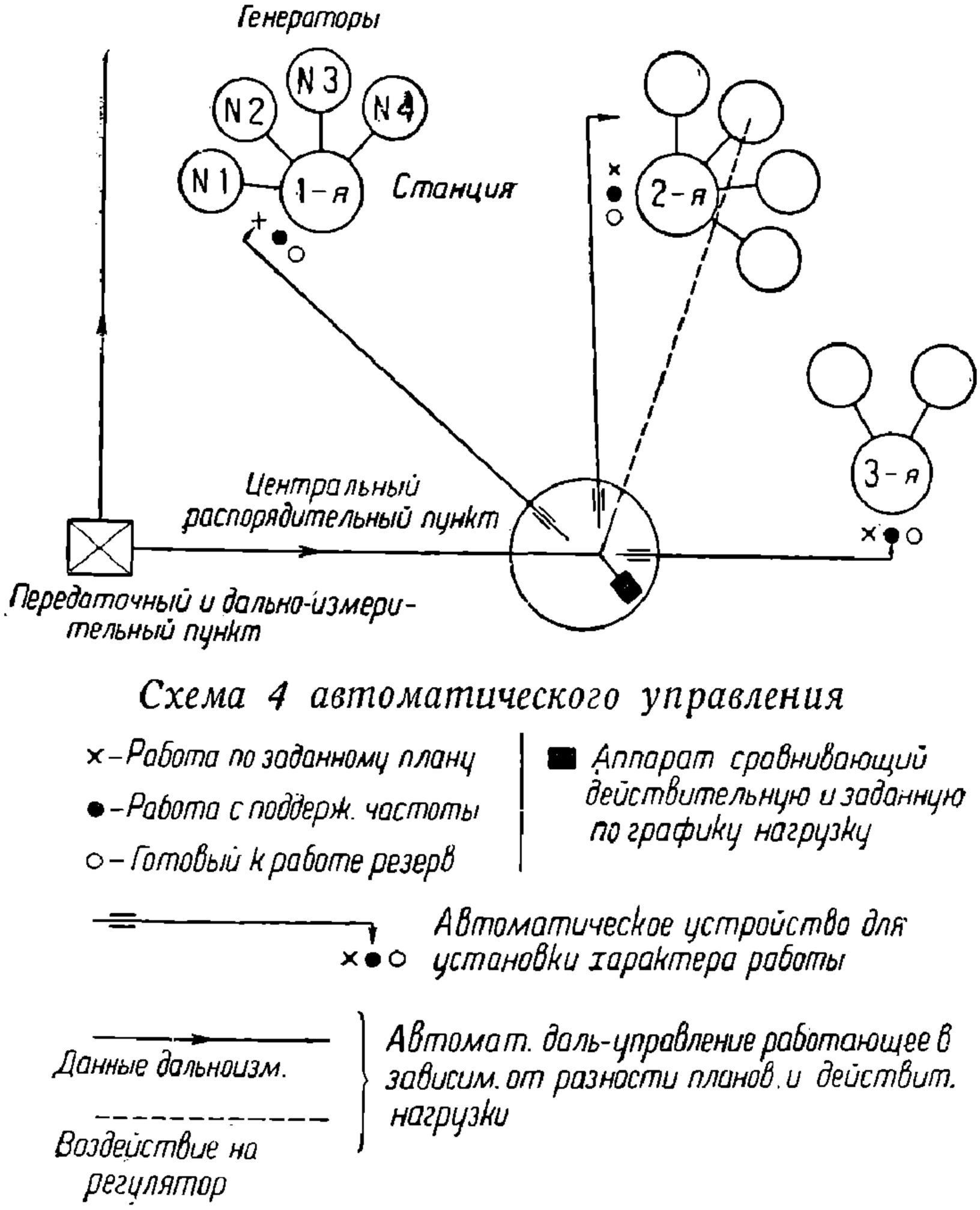
Схема 3 (фиг. 73) относится к системе, в которой введено дальноуправление подстанциями. В этом случае предполагается, что на каждой из станций имеется центральное командное устройство, связанное с группой подстанций, преимущественно питаемых данной станцией. Для более мелких подстанций или распределительных киосков введена только сигнализация об исправности.

На схеме 4 (фиг. 74) изображена система с полной автоматизацией управления. В этом случае влияние центрального командного устройства должно распространяться до отдельных механизмов каждой станции.

Для этого необходимо было бы применить следующие устройства автоматизации: 1) автоматический механизм для поддержания частоты, 2) автоматический механизм для проведения работы по плану и 3) ав-

НБ УДУНТ (ДПТ)

томатический механизм использования резерва. Первые два механизма, или, точнее, устройства, должны воздействовать на машины-двигатели во время работы в целях, которые понятны из их названия. Третий механизм имеет задачей вводить и выводить из эксплоатации машины,



Фиг. 74. Схема введения централизованного автоматического управления.

находящиеся во вращающемся резерве. В работе об автоматизации управлений будет рассмотрено, в какой мере такого рода устройства можно считать уже осуществленными.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ДАЛЬНОУПРАВЛЕНИЯ

38. Средства связи

В первую очередь для централизованного управления необходимы, как указывалось выше, средства словесного общения. В зависимости от расстояний и местных условий централизованного управления

НБ УДУНТ (ДІІТ)

электрическими системами приходится пользоваться самыми разнообразными средствами мысленной связи, начиная от обыкновенного телефона и телеграфа и до наиболее сложных систем беспроводной телеграфии и телефонии. Особое значение приобретает последнее время метод высокочастотной телефонии по высоковольтным линиям электрических передач.

Так как развитие способов телефонии и телеграфии представляет совершенно особую специальную область, мы не будем на них останавливаться и при рассмотрении технических средств централизованного управления непосредственно перейдем к устройствам для дальноуправления в узком смысле слова, понимая под этим устройства для дальнего оперирования механизмами, а затем и к устройствам для дальнонаблюдения и дальноизмерения.

Однако и для этих устройств вопрос о проводах связи для соединения управляющего центра с управляемыми объектами является первоочередным.

Большей частью стремятся при этом использовать те же линии, которые служат и для телефонной связи, чтобы сколь возможно сократить расходы на проводку.

Кроме того, так как многие аналогичные задачи ставились уже раньше в практике телеграфии и телефонии, мы увидим часто сходство методов и принципов в решении многих вопросов.

Задания и требования к техническим устройствам для дальноуправления могут меняться в широких пределах. В одних случаях ставится задача управления устройствами, удаленными на расстояние от 0,5 до 1—2 *км*, в других речь идет о пределах обычных городских расстояний, не превышающих большей частью нескольких десятков километров, и, наконец, необходимо бывает при управлении системами перекрыть расстояния, равные длине линий передач, т. е. несколько сотен километров.

Всякое устройство для управления на расстоянии разделяется, естественно, на две части:

1. Линия связи (соединительные провода).
2. Аппараты и устройства дальнонаблюдения и дальноуправления.

При малых расстояниях основной расход приходится на аппаратуру управления, но чем больше увеличиваются расстояния, тем значительнее становится расход на проводку, и уже при удалении управляемых объектов на 10—20 *км* стоимость соединительных линий становится настолько велика, что приходится по соображениям экономическим вводить специальную добавочную аппаратуру с целью сократить количество линий.

Мы уже рассмотрели одно из простейших решений вопроса о соединении дальноуправляемых устройств посредством телефонного кабеля. Такое решение сразу значительно снижает стоимость проводки по сравнению с обычной, но оказывается действительным только до тех пор, пока расстояния остаются все-таки сравнительно очень незначительными. Чтобы дать некоторые основания для практических соображений об этом, приведем цифровые данные, относящиеся к германским условиям. Цена обычного многожильного телефонного кабеля

НБ УДУНТ (ДИТ)

с 20—80 жилами колеблется от 100 до 150 марок за 1 *км* жилы. Специальный же двухжильный кабель обойдется 1 000 марок за 1 *км*.

Число жил при рассматриваемой системе [1] равно удвоенному количеству обслуживаемых аппаратов плюс 1, если считать, что обратный провод будет общий для всех аппаратов.

При указанных ценах для европейской практики считается, что при расстояниях свыше 2 *км* и числе аппаратов больше 7 стоимость кабеля становится настолько велика, что можно окупить весьма сложную аппаратуру, если сократить число соединительных линий до минимального количества.

Наиболее экономичным представляется решение, чтобы для дальноуправления использовать имеющиеся уже разговорные телефонные провода, не увеличивая их чисел, т. е. ограничив число соединительных линий двумя.

Существует ряд систем, стремящихся удовлетворить этому требованию, однако ввиду возникающих при этом затруднений большей частью приходится увеличивать число соединительных проводов до 3, 4 или даже 5.

Так как вопрос об устройствах для сокращения числа соединительных проводов одинаково существенен для всех систем дальноуправления, т. е. дальнонаблюдения, дальноизмерения и дальнооперирования, то их мы рассмотрим в первую очередь.

39. Избирательное (селективное) присоединение приборов и аппаратов

В основе всех устройств, имеющих задачей соединять друг с другом по выбору то одни, то другие приборы или аппараты на распорядительной и на управляемых станциях, лежат обычно принципы быстродействующей телеграфии или избирательной и автоматической телефонии.

Для целей дальноуправления могут быть применены большей частью наиболее простые из так называемых избирательных (или селекторных) устройств.

Можно указать следующие основные принципы, которые дают возможность достигнуть уменьшения числа соединительных проводов.

I. Применение различных сочетаний при включении. Рабочий ток для аппаратов управления или наблюдения передается по некоторым из соединительных проводов в определенных для каждого аппарата сочетаниях. Эти системы дают возможность значительно уменьшить число проводов по сравнению с количеством обслуживаемых приборов, но сохраняют все же известную между ними зависимость.

II. Применение синхронно вращающихся избирателей (дистрибуторов). Эта система дает возможность сократить число рабочих проводов до трех или четырех. Третий провод служит для синхронизации передаточных аппаратов. При желании иметь особую сигнализационную цепь число проводов увеличивается до 4. Но в общем оно не связано с числом обслуживаемых аппаратов.

---

[1] Считая один провод распорядительный и один сигнализационный.

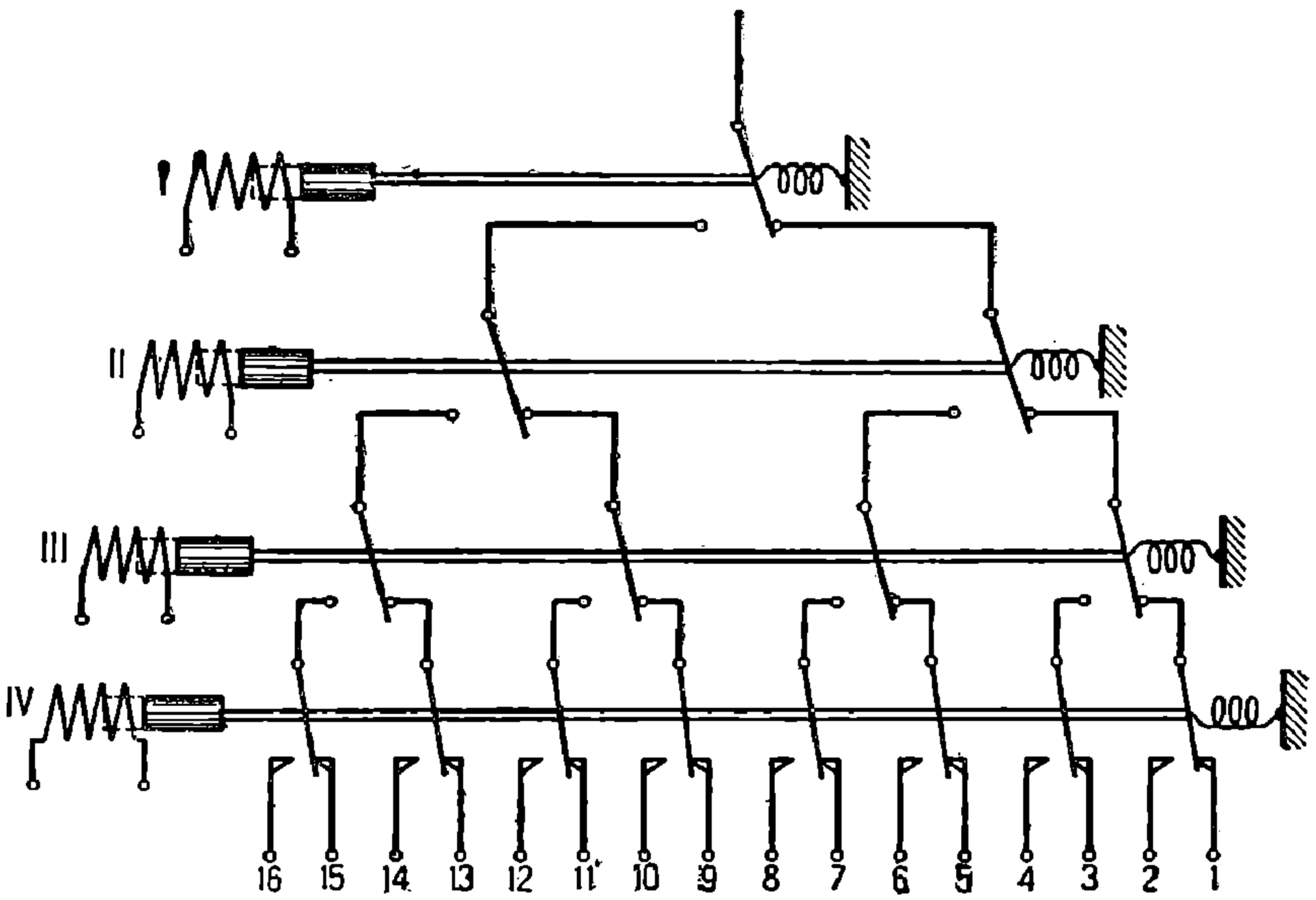
НБ УДУНТ (ДІІТ)

III. Применение искателей, работающих соответственно определенному «коду» импульсов. Принцип соответствует применяемому в печатающей телеграфии. Число проводов может быть в крайнем случае сведено до двух и не связано с числом аппаратов.

40. Устройства, основанные на различных сочетаниях включаемых проводов (комбинационные системы)

В настоящем параграфе будут изложены только общие основные принципы комбинированных систем. Более подробно они будут описаны в приложении.

Простейшая комбинационная система может быть построена путем применения перекрестного включения, об идее которого можно полу-



Фиг. 75. Схема дуальной системы.

чить представление, исходя из распространенного в лабораторной практике швейцарского коммутатора.

Практическое устройство такого рода комбинационной системы поясняется примерами, указанными в приложении II (см. схему на фиг. 15). В каждом месте пересечения устанавливается реле с двумя обмотками, включенными раздельно в подходящие к реле провода. Реле эти замыкают свои контакты, и вместе с тем распорядительную цепь данного номера только тогда, когда через обе катушки реле проходит ток, т. е. другими словами, когда на распорядительной станции включены те два провода, которые скрещиваются на данном реле.

Дуальная система[1]. Вторым примером применения принципа комбинирования включений может служить так называемая

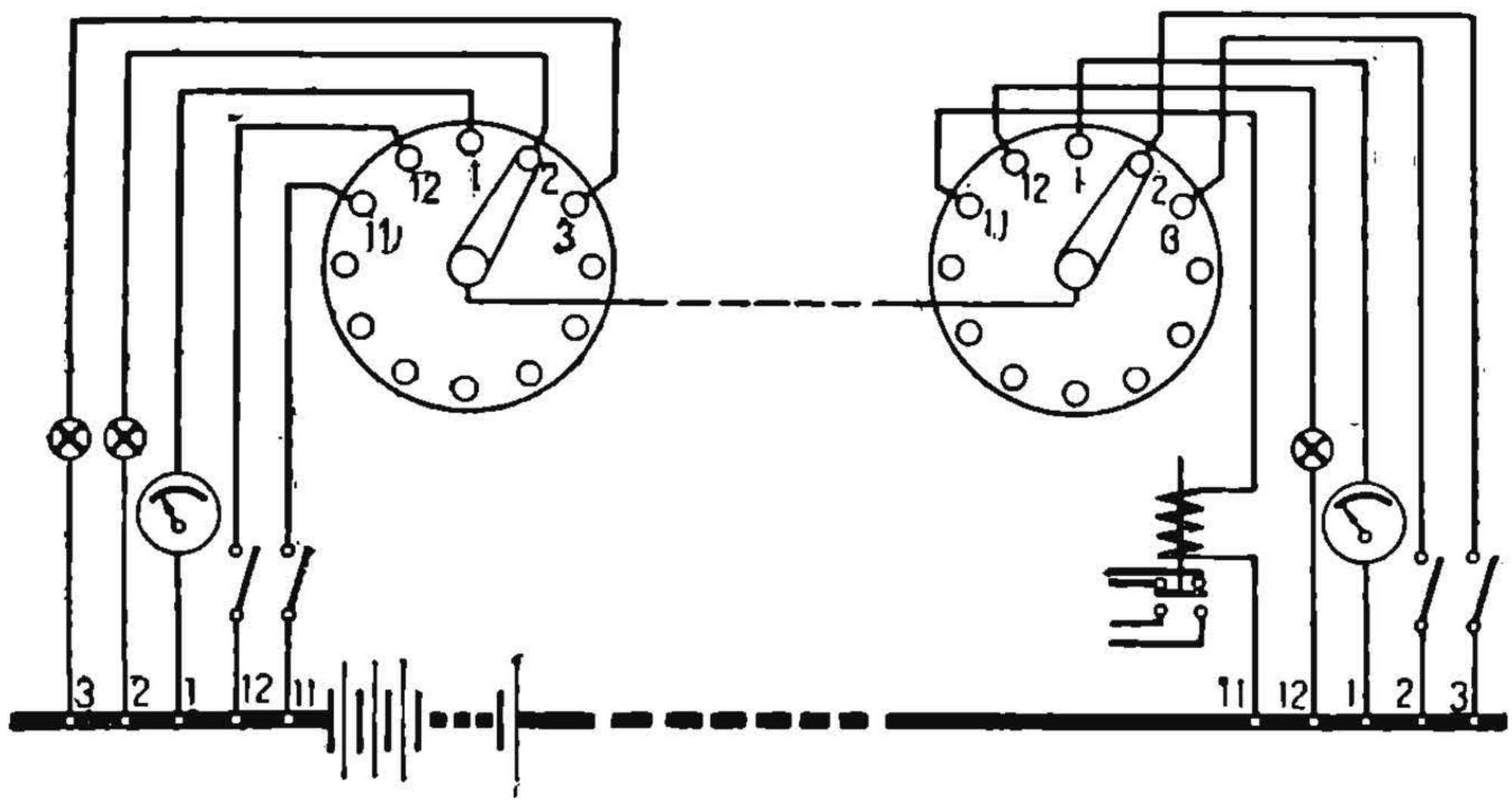
[1] Впервые предложена Highton в 1840 г. и разработана германской фирмой Сименс и Гальскс.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В тех случаях, когда движение указателей производится от независимых источников тока, предусматриваются специальные приспособления полуэлектрического, полумеханического характера для регулярного выправления точности передвижения указателей один или несколько раз в течение оборота.

Движение указателей может быть непрерывное, так что замыкание цепи происходит только на момент при прохождении указателей через соответственные контакты, а дальше вступают в действие связанные с ними реле, или же указатель передатчика может устанавливаться неподвижно на заданном контакте, причем указатель приемника приходит в движение до совпадения его с соответствующим контактом, где тоже останавливается.

Устройства первого типа будем называть избирателями с непрерывным движением указателя, второго типа — избирателями с операционным движением указателя.



Фиг. 76. Схема синхронного вращающегося избирателя.

При практическом осуществлении схему устройства избирателя приходится несколько усложнить по сравнению со схемой фиг. 76. Обычно устраивается несколько контактных полей, например, три (группы контактных пластин), и к ним соответственно три контактных кольца, соединяемых со своими группами пластин тремя взаимноизолированными щетками, как показано на фиг. 77. Рукоятка общая для всех щеток изолирована от них. Два контактных пути служат для дальноуправления и дальнонаблюдения, а третий для синхронизации.

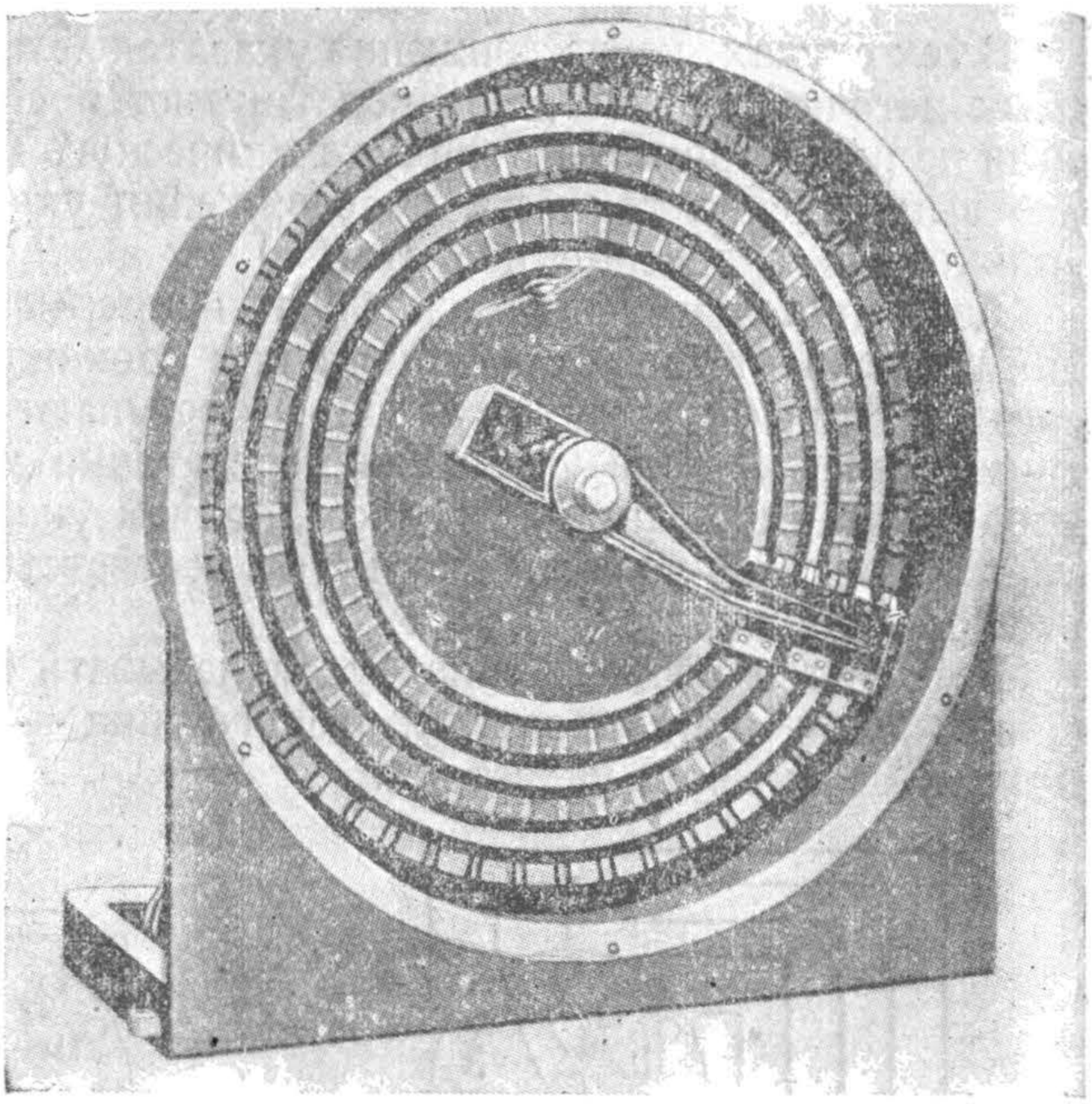
42. Дальноуправляющие устройства с постоянно вращающейся контактной рукояткой

1. Для примера опишем два типа таких устройств: европейское Siemens & Halske и американское GEC.

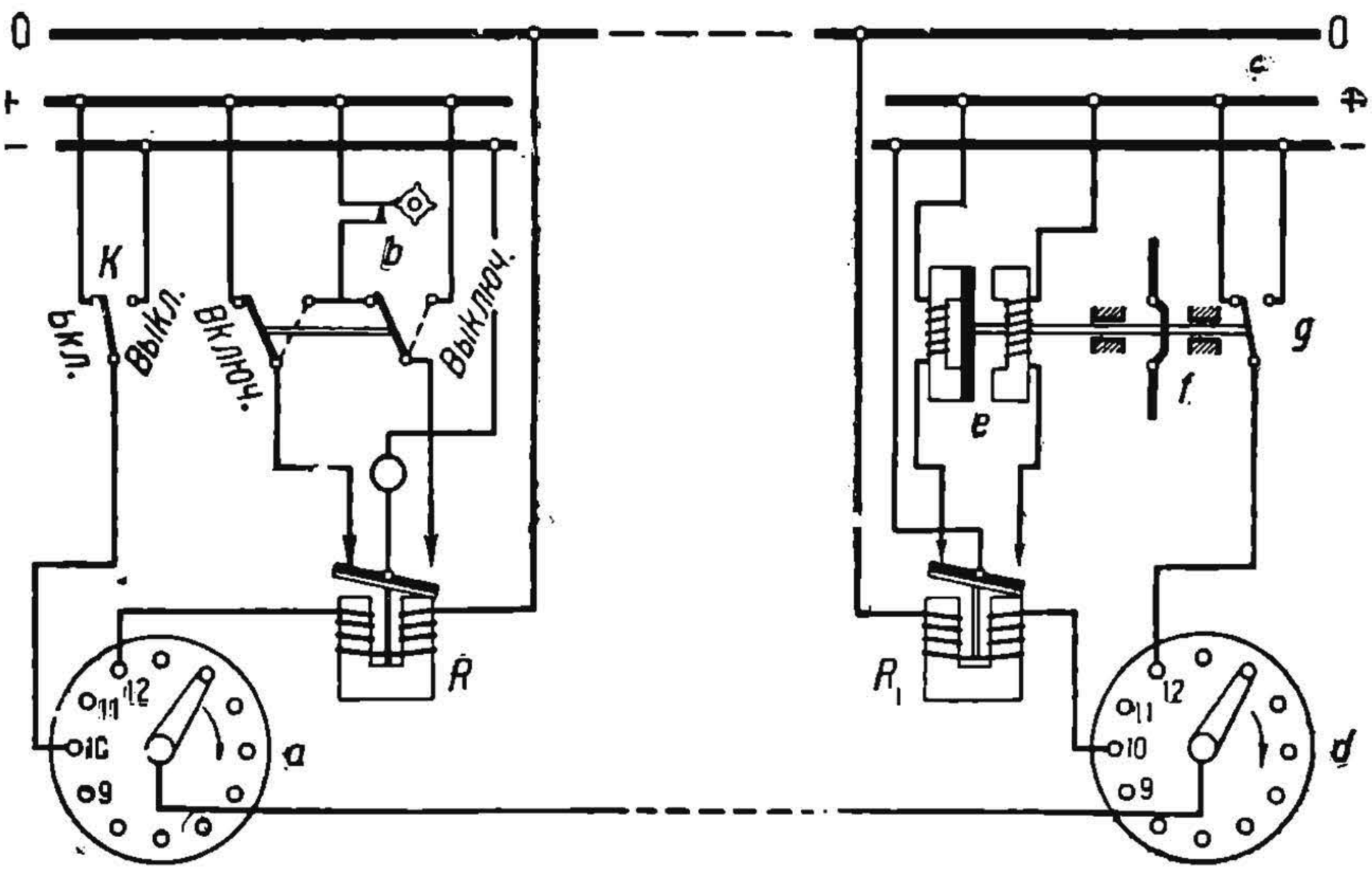
Как видно из фиг. 78, в основе лежит известная уже нам система управления по системе обратной (подтвердительной) сигнализации

НБ УГМНТ (ДП)

(см. § 10). Предположим, что на распорядительной станции распорядительный контактор *K* ставится в положение «включено» и соединяется таким образом с + (плюсом) источника постоянного тока. Когда указатель избирателя дойдет на обоих контактных полях отправительной и приемной станций, например, до контакта *10*, образуется цепь от + (плюса) через распорядительный контактор, рукоятку [1] указателя, соединительный провод между станциями, рукоятку приемного указателя и распорядительное реле R_1 в обратный соединительный нулевой



Фиг. 77. Внешний вид механизма вращающегося избирателя с тремя контактными путями.



Распорядительная станция *Управляемая станция*

Фиг. 78. Принципиальная схема соединений дальноуправляющего устройства системы SH.

[1] При практическом изготовлении указателя через щетку и кольцо.

НБ УДУНТ (ДІТ)

провод или землю. Вследствие этого поляризованное реле R_1 притянет свой якорь таким образом, что замкнется цепь через левую половину электромагнитного привода масляного выключателя, и масляный выключатель включается. При этом замыкается соответственным образом его сигнальный контактный переключатель g, присоединенный к контакту *12* контактного поля. Когда указатели избирателей дойдут до этого контакта, замкнется цепь от плюса батареи управляемой станции через провод, соединяющий рукоятки избирателей, реле R и нулевой провод или землю. При этом якорь реле R притянется и создаст цепь от +(плюса) к —(минусу) местных шин через контрольную лампу. Если указатель *b* мнемонической, или светящейся схемы поставлен несоответственно, например, как показано пунктиром, то будет включена цепь прерывающегося тока, лампа будет мигать и включенный в ту же цепь звонок звонить. Коль скоро согласно принципу подтвердительной (квитанционной) сигнализации дежурный поставит сигнализационный указатель в правильное положение, лампа получает ровный свет, и звуковой сигнал прекращается.

Из этого примера видно, что расположение контактов в один ряд является нецелесообразным, так как при этом нет возможности дать контактам и масляному выключателю один и тот же постоянный номер, поскольку для выключателя требуется два контакта. При расположении распорядительных и сигнализационных контактов в два или три ряда, как показано на фиг. 77, контакты во всех рядах получают одни и те же номера.

Чтобы достигнуть необходимой последовательности, может быть произведено некоторое смещение контактов разных групп, но с равными номерами по отношению друг к другу.

Кроме того, в изображенную принципиальную схему необходимо при практическом ее осуществлении внести еще ряд усовершенствований. При такой упрощенной схеме получилось бы, что при установке распорядительного контактора на включение, если бы оказалось, что масляный выключатель выключился автоматически, при ближайшем соприкосновении указателей с его контактами он снова был бы включен. Так как такое «качание» (Pumpen) масляного выключателя представляет собой очень опасное явление, должны быть приняты меры, чтобы его избежать. Можно было бы применением соответственных блокировочных устройств достигнуть, чтобы распорядительная установка контакта немедленно снималась по получении сигнала о выполнении расположения. Однако это не решает вопроса в тех случаях, когда выключатель включается на имеющееся короткое и потому тотчас же автоматически отключается. Так как движение указателя обычно медленнее, чем процесс выключения, то сигнализация может не отметить того обстоятельства, что выключатель включался, и дежурный может поэтому, не получив сигнала, оставить распорядительный контактор на положении включения или даже стремиться вторично включить выключатель.

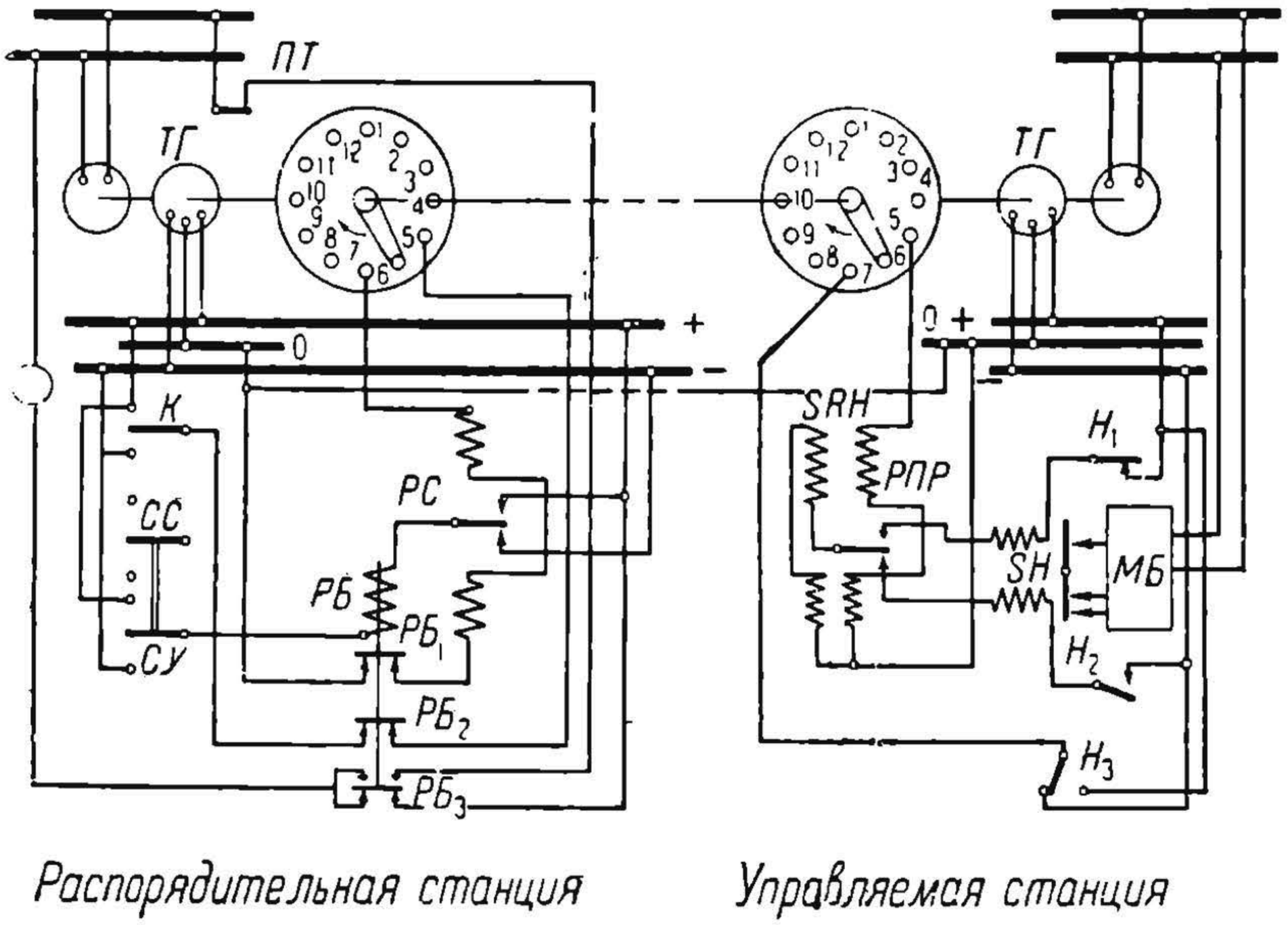
Таким образом необходимо, чтобы дальноуправляющее устройство автоматически запирало (блокировало) цепь включения после первого же соприкосновения соответственных сигнальных контактов выключателя до вторичной установки распорядительного контакта на включение.

НБ УДУТ (ДИТ)

Этим будет устранено непроизвольное качание масляного выключателя. Во избежание же сознательного повторного включения по неосведомленности дежурного необходимо обеспечить такое действие сигнализации, которое во всяком случае предупреждало бы об однажды состоявшемся неудачном включении.

На фиг. 79 показана такого рода схема. Существенным отличием ее является введение в качестве источника энергии для распорядительных механизмов трехпроводных генераторов *ТГ* как на отправительной, так и на приемной станциях. Генераторы эти приводятся в движение теми же электродвигателями, что и указательные рукоятки избирателей.

Введение самостоятельного источника тока, независимого от общей служебной батареи, имеет большое значение для надежности



Фиг. 79. Схема для пояснения способа предупреждения повторных включений (качания) масляных выключателей в системе дальноуправления SH.

устройства, так как общие служебные батареи, имея разветвленную сеть проводки, легко могут подвергаться опасности заземлений + или —, в особенности, если принять во внимание возможность сырости в помещениях. Одновременное заземление + (плюса) на отправительной станции и — (минуса) на приемной или наоборот может вызвать ложные токи и ложные включения в распорядительном устройстве и потому представляет большую опасность.

Положим, что распорядительный контактор *К*, соединенный с сигнализационным указателем *СУ* наподобие того, как описано в § 16, ставится на положение включения и соединяется, например, с + (плюсом). Когда указатели избирателей дойдут до контактов *5* и *5'*, пройдет ток через контактор *К*, контакты $РБ_2$ блокировочного реле *РБ*, контакт *5* избирателя, соединительный провод, контакт *5'* избирателя,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

поляризованное распорядительное реле *РПР* и к нулевому проводу. Вследствие этого поляризованное реле *РПР* притягивает в соответственную сторону свой контактный якорек, причем замыкается цепь соответствующей катушки вспомогательного распорядительного реле *SH* и двух катушек удерживающего вспомогательного реле *SPH*. Последнее удерживает неизменным положение контактного якорька реле *РПР* и после того, как цепь, замкнутая через контакты избирателя, разорвалась. Положение контактов H_1 и H_2 на масляном выключателе соответствует его положению, в данном случае разомкнутому. Возбужденная катушка реле *SH* поворачивает свой контактный переключатель таким образом, что он замыкает соответственную распорядительную цепь привода масляного выключателя, в данном случае цепь включения. После того как приводной механизм масляного выключателя сработал, соединенные с ним контакты H_1 и H_2 передвигаются и контакт H_3 перебрасывается к противоположному полюсу. Вследствие этого размыкается цепь реле *SRH*, последнее перестает удерживать якорек реле *РПР*, и он возвращается в среднее нейтральное положение. Если бы теперь снова замкнулась цепь через контакты указателей *5* и *5*, то включения вторичного не произошло бы, так как цепь включающей катушки *SH* не могла бы замкнуться, как мы увидим далее, до установки на распорядительной станции квитанционного сигнального указателя в правильное положение.

Далее процесс работы распорядительного устройства развивается следующим образом.

Когда указатели избирателей дойдут до контактов *7* и *7'*, образуется известительная цепь от контакта H_3 через контакт *7*, соединительный провод, контакт *7*, сигнальное реле *РС*, контакт $РВ_1$ к 0. Вследствие толчка тока реле *РС* меняет свое положение, причем если сигнальный указатель отображающей схемы стоит не соответственно новому положению управляемого аппарата, то на реле *РС* и на его контакте окажутся противоположные полюса, через катушку реле *РБ* пройдет ток, она втянет свой сердечник, контакты $РБ_1$ и $РБ_2$ будут разомкнуты, а контакт $РБ_3$ будет замкнут на источник прерывистого тока *ПТ*. Вследствие этого лампа указателя будет мигать пока указатель сигнализации не будет переведен в новое положение. В этот период не может быть произведено и вторичное замыкание цепи включения, так как она разомкнута у контактов $РБ_2$. Только после того как указатель переведен в правильное положение, цепь реле *РБ* лишится тока и восстановится нормальное замыкание контактов $РБ_1$, $РБ_2$ и $РБ_3$.

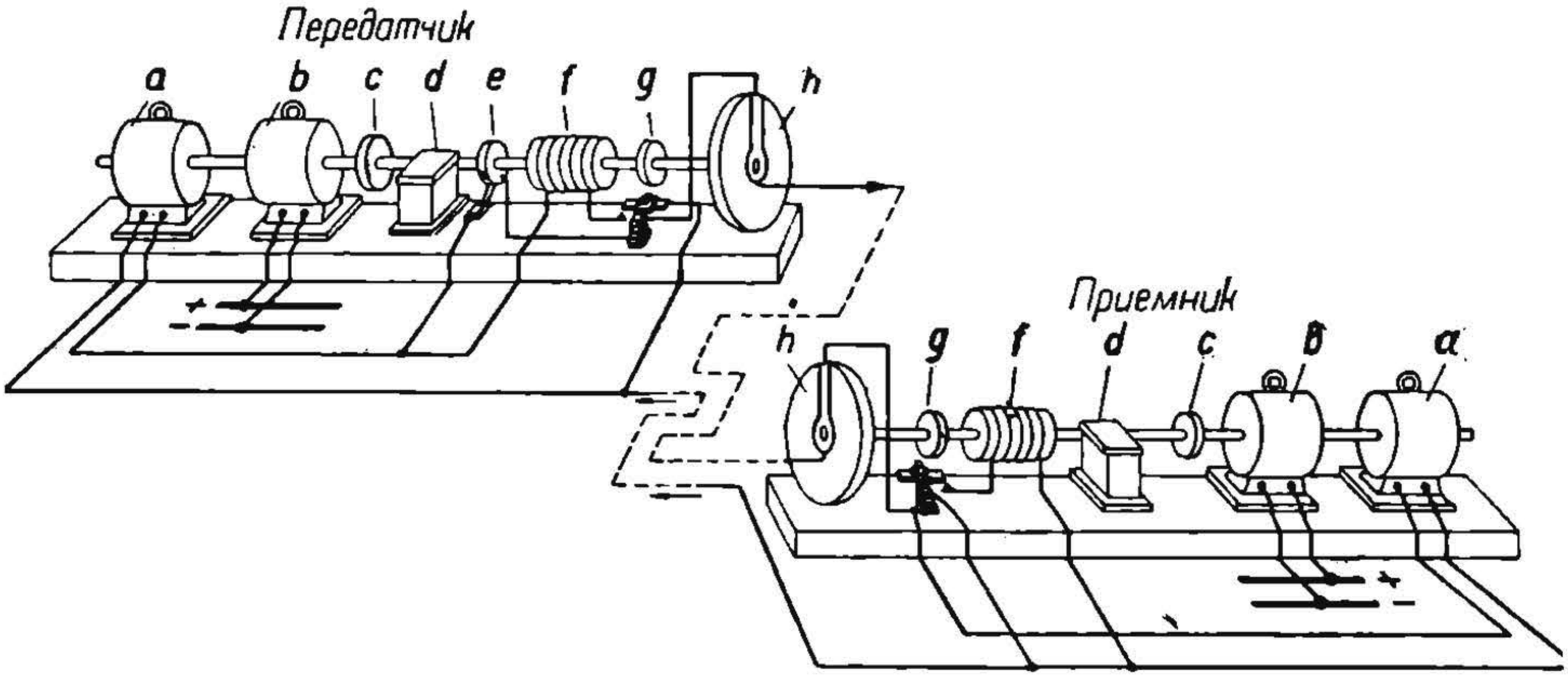
Остается рассмотреть наиболее важную часть устройства, от надежного действия которой зависит правильность его работы, а именно приспособления для поддержания точного синхронизма движения указателей.

На фиг. 80 изображены в схематическом виде два аппарата отправительной и приемной станции. Генератор, производящий ток для дальноуправляющего устройства, обозначенный буквой *a*, и электродвигатель постоянного тока *b*, приводимый в действие от служебной батареи, насажены на общем валу вместе с контактным указателем избирателя *h*. На этом же валу насажены и все необходимые приспо-

НБ УрГУПТ (ДИТ)

собления для достижения точного синхронизма движения указателей, а именно регулятор числа оборотов *c*, зубчатая передача *d*, контактный диск *e*, магнитная муфта *f* и храповик *g*.

Работает изображенное устройство следующим образом: число оборотов генератора поддерживается приблизительно постоянным посредством регулятора оборотов *c*, совершенно аналогичного по устройству центробежным регуляторам оборотов, применяемым для той же цели в быстродействующей телеграфии. Этот регулятор представляет собой не что иное, как центробежную муфту, внутренняя часть которой скрепляется с двигателем, а наружная с ведомым валом. Такая муфта-регулятор поддерживает число оборотов ведомого вала постоянным с точностью до 2% при колебаниях числа оборотов двигателя до 50%. Однако и такая неточность недопустима, так как, постепенно накоп-



Фиг. 80. Коррекционное устройство для поддержания синхронного хода избирателей.

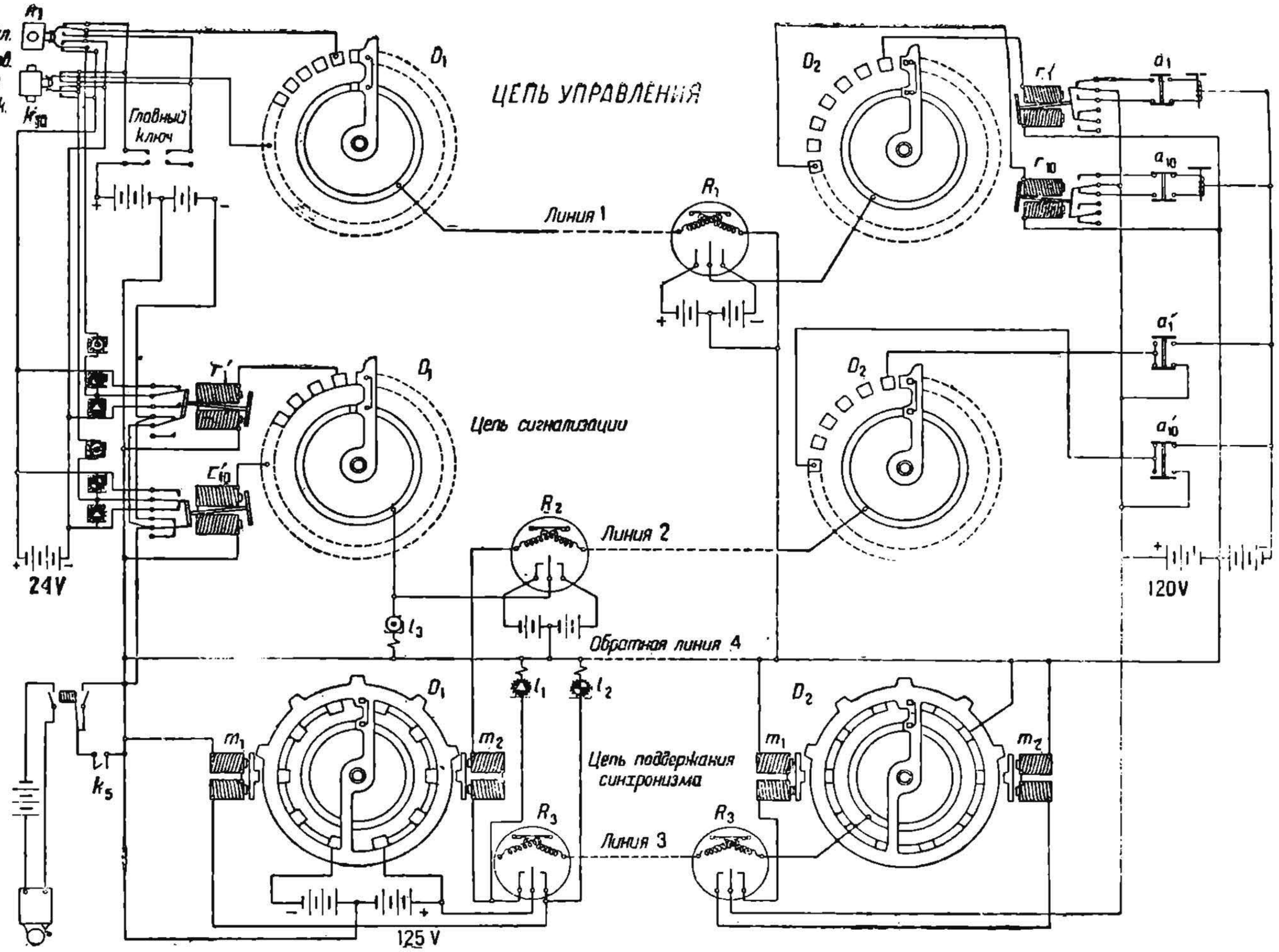
ляясь, в конце концов неизбежно нарушает правильность работы избирателей. Поэтому необходимо дополнительное коррекционное приспособление.

Это коррекционное приспособление состоит из храповых дисков *g*, которые задерживаются собачками, оттягиваемыми небольшими электромагнитами. Электромагниты эти снабжены специальными переключателями, которые одновременно включают и выключают их и на передающем и на приемном устройствах. Таким образом если какой-нибудь из электродвигателей забежит вперед, то собачка храповика задержит его на время, пока электромагнит ее не оттянет; последнее произойдет одновременно на обоих двигателях. Такое корректирование происходит четыре раза за один оборот, и потому точно синхронный ход можно считать вполне обеспеченным [1].

Включение электромагнитов происходит следующим образом. Как видно из схемы на фиг. 80, ток идет от генератора отправительного устройства через контактный переключательный диск *e*, затем через электромагнит, контакт и указатель избирателя, через сообщающий провод, избиратель приемного устройства, его электромагнит и через обратный соединительный провод к генератору отправительного устрой-

[1] Этот способ регулирования хода носит название start-stop.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 81. Схема устройства дальноуправления с постоянно вращающимися избирателями (дистрибуторами) системы GEC.

ства. Таким образом обе собачки оттягиваются одновременно. В то же время замыкаются контакты, включающие электромагнитные муфты, соединяющие вращающиеся указатели избирателей с валами. На время заскакивания собачки за зубец храпового диска контакты, включаю-

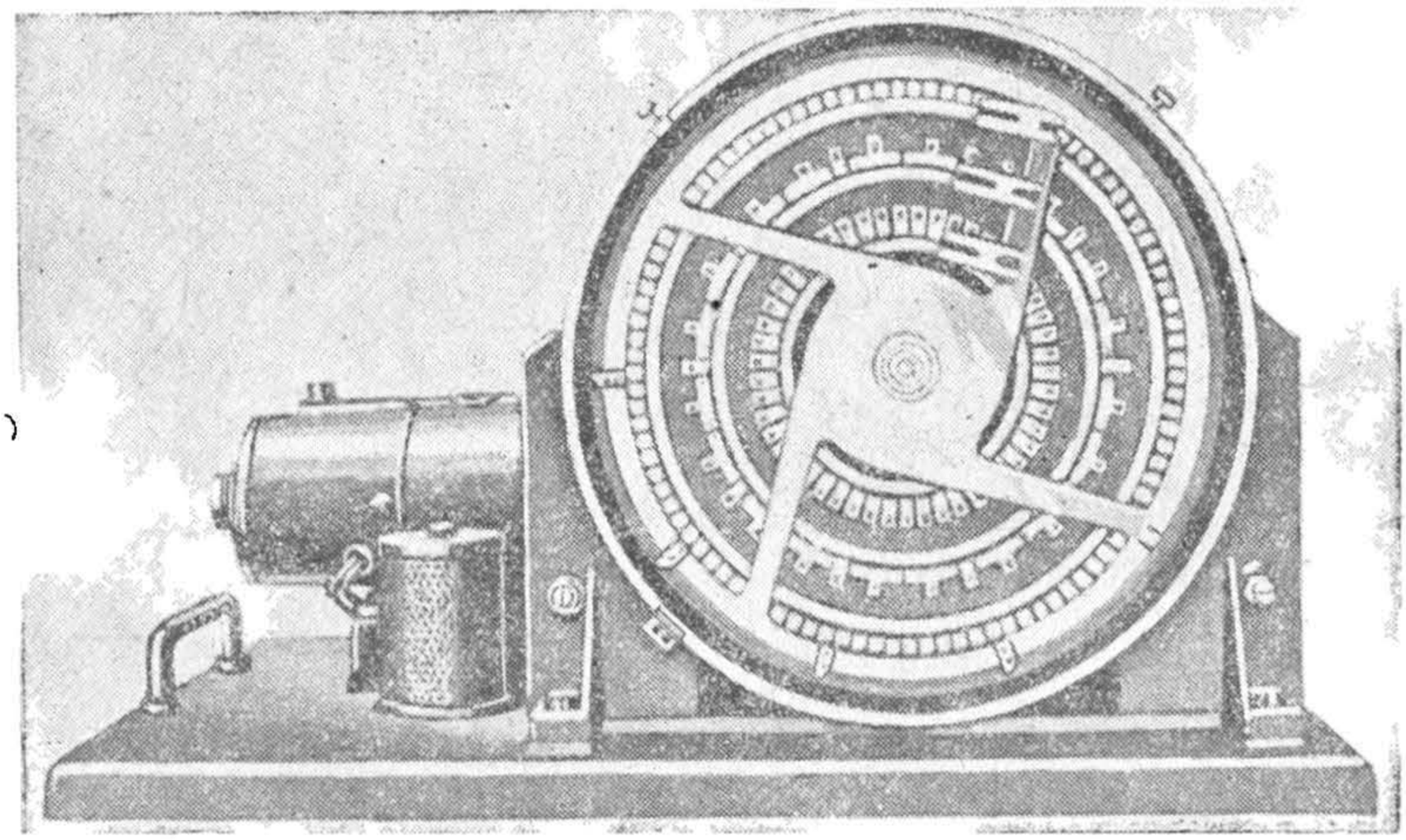
НБ ВГТУ (РП)

щие электромагнитные муфты, размыкаются, что и дает возможность храповому диску задержать движение контактной рукоятки, не нарушая движения электродвигателя.

Следует иметь в виду, что описанное, как и всякое другое, устройство дальноуправления предполагает наличие того или другого типа отображающей схемы, с которой связаны все сигнальные приспособления. На фиг. 79 показана у распорядительного контактора группа контактов *CC*, связанная со световой схемой.

2. Система дальноуправления GEC (Supervisory Control) с постоянно вращающимся избирателем.

Схема соединений этой системы изображена на фиг. 81, а внешний вид избирателя (или согласно американской терминологии дистрибутора, т. е. распределителя) на фиг. 82 и 83.



Фиг. 82. Наружный вид дистрибутора.

Отметим некоторое различие американской и европейской терминологий. Американцы применяют для вращающих избирателей название дистрибутора, т. е. распределителя. Селекторами, т. е. избирателями, они называют устройства, основанные на принципах избирательной телефонии. В европейской практике подобного рода приспособления называются часто искателями. Так как у нас отчасти уже утвердилась эта терминология, то мы и будем по возможности ее придерживаться, но будем на всякий случай приводить и американские названия, чтобы было ясно, что речь идет об одних и тех же устройствах.

Как видно из фотографии, дистрибутор имеет три контактных поля и три соответствующих им контактных пути замыкания в виде сплошных колец; контактные пути соединяются с соответственными контактными полями посредством щеток.

На схеме каждое из контактных полей изображено отдельно одинаковых размеров, каждое со своим контактным указателем, хотя в действительности контактные пути расположены концентрически и рукоятки соединены в одну общую деталь механизма крестообразной формы (фиг. 83).

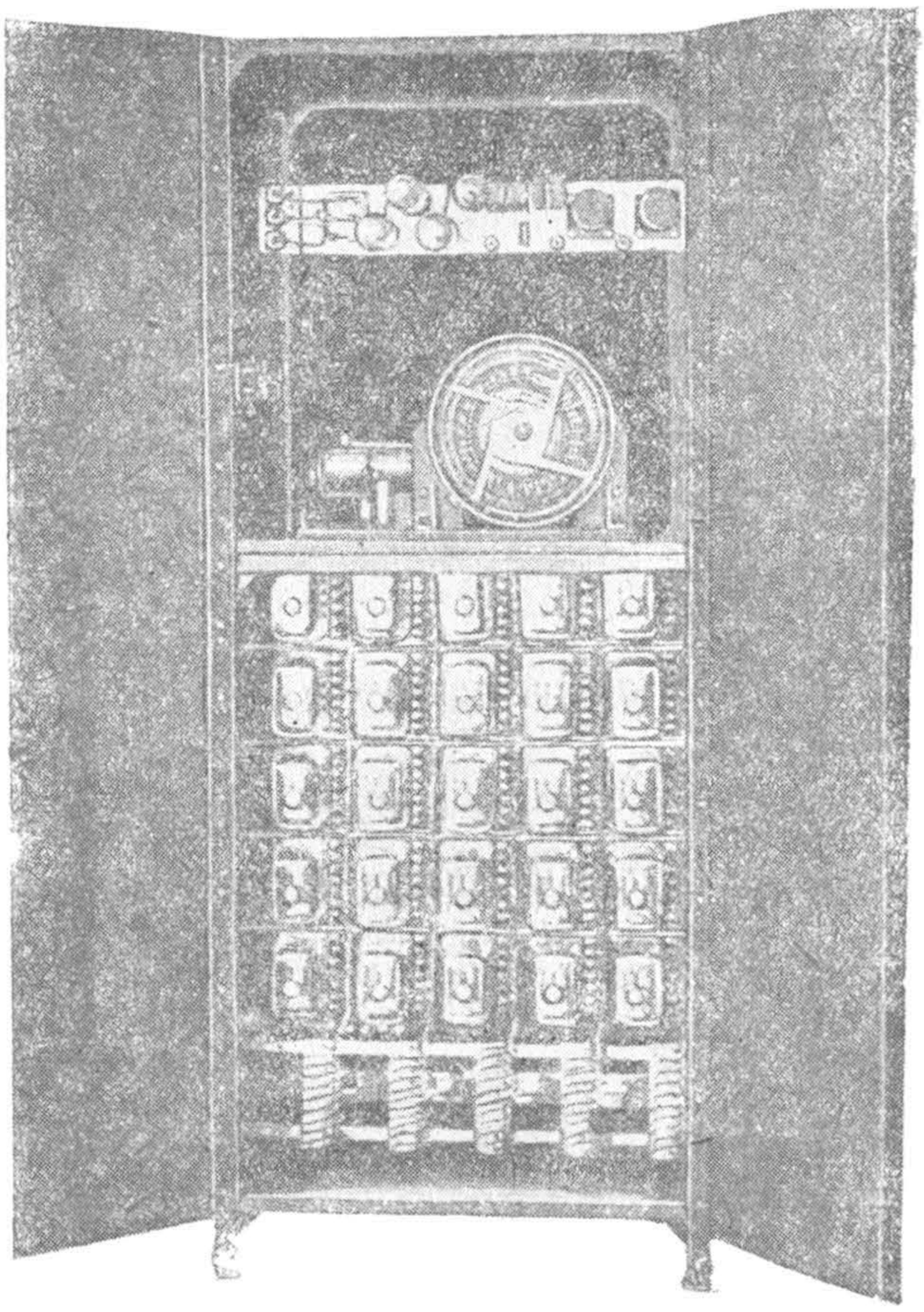
НВ УДУНТ (ДІІТ)

Принципы действия этого устройства во всех основных чертах схожи с только что описанным устройством системы Siemens & Halske.

Распорядительная станция соединяется с управляемой четырьмя проводами. Один служит для образования цепи управления, второй сигнализационный, третий для поддержания синхронизма движения и четвертый является обратным.

Хотя этот последний, представляя собой нулевой провод трехпроводной батареи, и мог бы быть заменен землей, но по причинам, ранее указывавшимся, пользоваться землей в командных устройствах не следует.

При рассмотрении цепи управления следует иметь в виду, что внешняя конструкция командного устройства аналогична описанному нами ранее в § 28 (дальнодействующее управление на небольшие расстояния), т. е. состоит в значительной степени из приспособлений телефонного типа. Поэтому имеется два напряжения: одно 24 V для обслуживания сигнальных лампочек и другое 120—125 V для обслуживания реле и соединения станций. Так как применяются поляризованные реле, то батарея делается трехпроводной.



Фиг. 83. Внешний вид устройства дальноуправления с постоянно вращающимися избирателями (дистрибуторами) системы GEC (Supervisory Control). Внизу реле.

Устройство установочных (распорядительных) ключей и главного ключа аналогично вышеописанному.

Цепи управления и сигнализации составляются таким образом:

Установочный ключ k_1 показан в положении «включено», а k_{10} — в положении «выключено». В соответственных положениях показаны и поляризованные реле r_1 и r_{10} и вспомогательные контактные реле a_1 и a_{10}, соединенные с проводом масляного выключателя. Положим, что мы желаем включить масляный выключатель *10*, который показан на схеме выключенным. Тогда его распорядительный ключ

УДУНТ (ДИТ)

k_{10} мы должны повернуть в такое положение, в каком показан ключ k_1 До сих пор, как видно из прослеживания цепи контрольной сигнализации, горела красная лампа (условный признак выключенного состояния); лампа же несоответствия — белая — не горела После поворота распорядительного ключа красная лампа продолжает гореть, так как ее включение определяется положением поляризованного реле r'_{10}, но загорается, кроме того, лампа несоответствия, так как она теперь включена между противоположными полюсами 24-вольтной батареи. Если нажать, далее, главный распорядительный ключ, то образуется цепь от + (плюса) батареи в 120 V к контакту *10* дистрибутора через щетку и контактный путь управления, соединительный провод, поляризованное линейное реле R_1 и нулевой обратный провод *4* обратно в батарею. Под влиянием прошедшего тока линейное реле откинет свой контактный якорь влево и соединит положительный полюс батареи с распорядительным контактным путем и контактным полем дистрибутора (цепь управления). При достижении контакта *10* ток пройдет через поляризованное реле r_{10}, которое изменит свое положение и установит контакты так, как показано у реле r_1. Вследствие этого пройдет ток от плюса батареи через контакты a_{10} вспомогательного реле и приводную цепь замыкания, и масляный выключатель будет включен. После этого контакты автоматически будут переведены вспомогательным реле и окажутся в положении a_1. Этим, с одной стороны, подготовляется цепь выключения, а с другой — устраняется возможность самопроизвольных вторичных включений — «качания» масляного выключателя. Для того чтобы, в случае если он выключится автоматически, включить его снова, дежурный должен сперва подтвердить («квитировать») выключение, переведя в соответственное положение установочный распорядительный ключ. Этим будет подготовлена цепь включения. Только после этого, повернув снова установочный ключ на включение, он может произвести последнее главным распорядительным ключом.

Рассмотрим, что происходит в цепи сигнализации при операции включения. Так как контакты a'_{10} переведены вспомогательным реле в такое же положение, как a'_1, то положительный полюс батареи будет присоединен к контакту *10* сигнального контактного поля, и при прохождении по этому контакту щетки указателя через сигнальный контактный путь и линейное реле R_2 замкнется ток. Линейное реле R_2 отклонит свой контактный якорек влево. Вследствие этого пройдет ток от положительного полюса батареи через сигнальный контактный путь и контакт *10* дистрибутора D_1, поляризованное реле r'_{10} и обратный провод. Поляризованное реле займет такое положение, в котором изображено реле r'_1, вследствие чего загорится зеленая лампа и погаснут красная лампа и лампа несоответствия.

Если проследить цепь сигнализации при автоматическом размыкании масляного выключателя, мы увидим, что при этом загорается лампа несоответствия; для того чтобы погасить ее, дежурный должен будет повернуть установочный ключ в правильное положение.

Кроме того, сигнализационная цепь включает сигнальный звонок посредством особого реле, условно изображенного на чертеже. Ключ k_1 служит для выключения звонка.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Нам остается рассмотреть действие цепи поддержания синхронизации. Как видно из схемы, контактное поле синхронизационной цепи состоит у распределителя (дистрибутора) D_1 распорядительной станции всего из 10 контактов, из которых пять присоединены к положительному полюсу батареи и пять к отрицательному. На управляемой станции все десять контактов дистрибутора D_2 присоединены к обратному проводу *4*. Указатели дистрибуторов, как видно из фотографии и отчасти из схемы, представляют собой нечто вроде колеса с выступающими редкими зубцами, но зубцы эти, числом пять, расположены только с одной стороны колеса.

Роль этих зубцов та же, что и храповых дисков в корреспондентном устройстве Siemens & Halske, а именно они синхронно на обоих дистрибуторах задерживаются и освобождаются собачками, притягиваемыми магнитами m_1 и m_2 у распределителя D_1 и соответственно магнитами m'_1 и m'_2 у распределителя D_2. Оба дистрибутора так же, как и там, приводятся в движение от небольших электродвигателей постоянного тока с возможно постоянным числом оборотов мощностью около $^1/_{50}$ *л. с.*

Предположим, что колеса дистрибуторов движутся в направлении часовой стрелки и щетки дистрибутора D_1 соединили положительный полюс батареи через первый контакт положительной стороны контактного поля с контактным путем и синхронизационной линией *3*.

По пути ток пройдет через два линейных реле R_3 и R'_3 и через контактный путь, щетки и соответственный контакт дистрибутора D_2 в обратный провод. При этом контактный якорек реле R_3 отклонится влево и включит катушку m_2 между положительным полюсом батареи и обратным нулевым проводом. Также и линейное реле R'_3 отклонит свой контакт вправо и включит катушку m'_2. Обе катушки m_2 и m'_2 притянут свои якорьки-собачки, что даст возможность соответственным зубцам пройти и указателям дистрибуторов двигаться дальше. Представим себе, что зубец дистрибуторов D_1 подошел к собачке слишком рано, когда еще указательное колесо дистрибутора D_2 не достигло своими щетками соответственного контакта вследствие того, что дистрибутор D_1 ушел вперед. Тогда собачка m_2 задержит зубец, колесо дистрибутора D_1 будет задержано и должно будет ждать, пока не подойдет соответственный контакт дистрибутора D_2. Обратно, если бы указательное колесо дистрибутора D_2 пришло к своему контакту слишком рано, то оно было бы задержано собачкой электромагнита m'_2 до тех пор, пока колесо дистрибутора D_1 не достигло бы соответственного контакта. Таким образом синхронизм контролируется и корректируется 10 раз в течение одного оборота, причем на одной половине оборота выправление производится электромагнитами m_1 и m'_1 и на второй половине электромагнитами m_2 и m'_2.

Контроль исправности устройства производится лампочками l_1, l_2 и l_3. При нормальной работе устройства лампочки l_1 и l_2 попеременно, а лампочки l_3 все время горят мигающим светом вследствие замыкания цепей R_2, R_3 и R'_3. При обрыве какого-нибудь из проводов *2*, *3* или *4* та или другая из лампочек или все перестают гореть.

Колесо дистрибутора делает 12 оборотов в минуту. Таким образом нормальное время, необходимое для совершения операции, — максимум 5 сек. Однако сразу может быть подготовлено соответственной

НБ УДУНТ (ДНТУ)

установкой установочных ключей несколько операций, и затем они все будут выполнены в течение 5 сек. при нажатии главного распорядительного ключа[1].

43. Устройство избирателей с только операционными перемещениями указательной контактной рукоятки

Описанные выше системы избирателей основаны на непрерывном вращении указательной контактной рукоятки. Такого рода избиратели целесообразно устанавливать в центральных распорядительных (диспетчерских) пунктах, где для целей постоянной поочередной передачи показаний дальноизмерительных приборов необходимо, чтобы избиратели двигались все время, не останавливаясь.

Несколько иначе обстоит дело, когда имеется в виду только дальноуправление, а показания измерительных приборов, если и передаются, то только по временам по желанию, когда представляется надобность производства какой-нибудь операции. В таких случаях могут быть применены избиратели с только операционным движением контактной рукоятки. Операции включения и выключения могут производиться сравнительно редко, тем не менее контактные поверхности и щетки в системах с непрерывным вращением рукоятки беспрерывно изнашиваются. Указывают, что это связано с тем преимуществом, что, вместе с тем, контактные поверхности поддерживаются все время в чистом состоянии и осуществляется непрерывная проверка готовности устройства к действию. Однако надо считаться с тем, что имеются некоторые операции включения, как например, синхронизация, регулирование числа оборотов и т. п., которые требуют не кратковременного замыкания, а длительного соединения обслуживаемых электрических цепей. В таких случаях существенно иметь возможность остановить указательную рукоятку избирателя на данном номере контактного поля на любой промежуток времени, необходимый для совершения данной операции.

Система дальноуправления ВВС с операционными движениями контактной избирательной рукоятки имеет как раз такое устройство. В ней аппаратура связи приходит в движение только при включении специального пускового реле, автоматически происходящем при установке распределительного ключа для производства какой-нибудь операции или при передаче сигнала с управляемой станции. Устройство, таким образом, большую часть времени находится в покое, но для обеспечения уверенности в том, что оно в полном порядке и для поддержания чистоты контактов могут быть присоединены контрольные часы, которые каждый час заставляют контактную рукоятку совершить полный оборот.

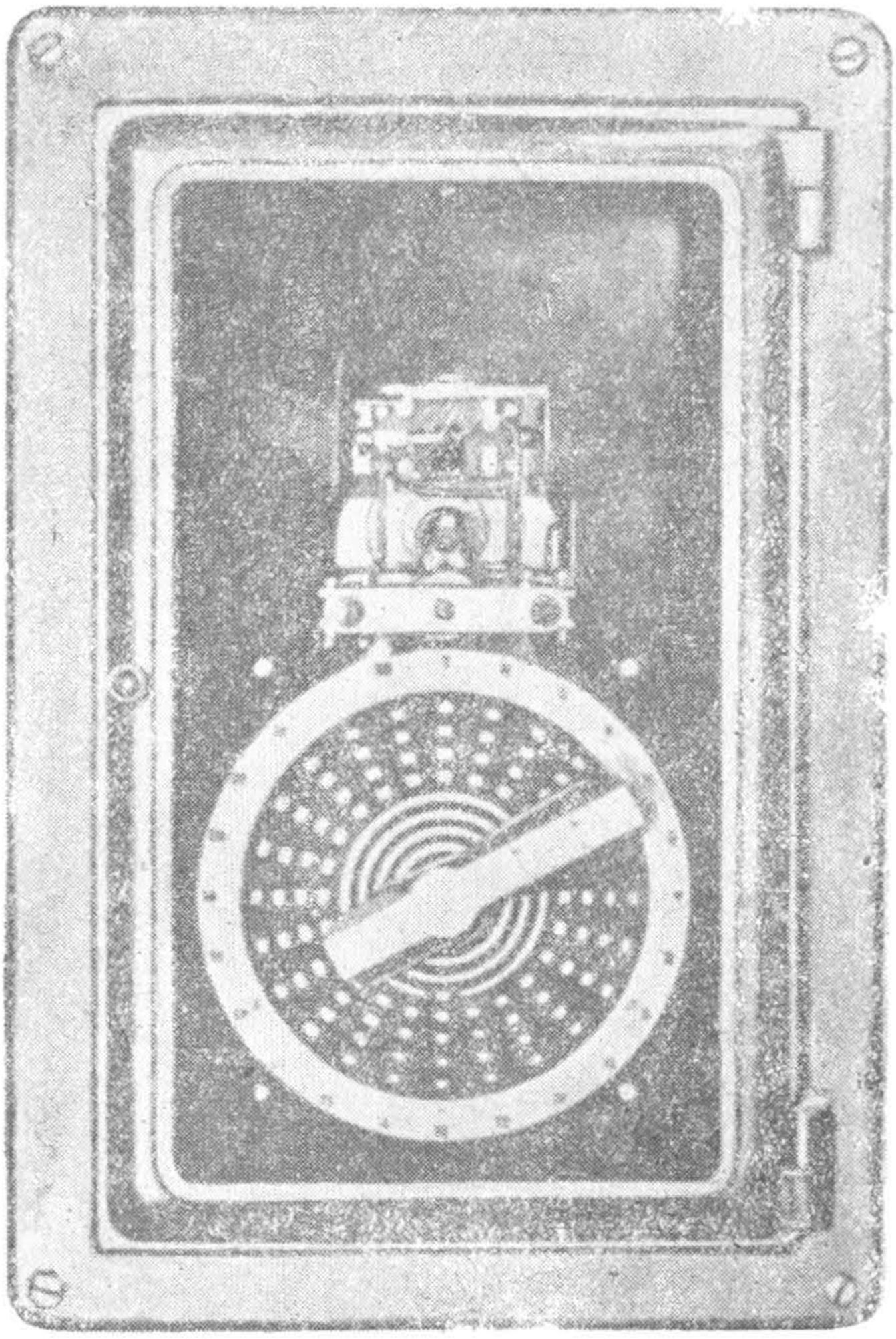
В дальнейшем будут описаны только основные принципы действия этой системы, так как многочисленные контрольные и предохранительные приспособления вносят в него значительные усложнения. Наружный вид избирателя представлен на фиг. 84.

---

[1] Следует только избегать производства таким образом, разнообразных операций, требующих разного времени для своего выполнения, так как из-за этого правильная последовательность операций может быт нарушена.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Основным характерным отличием этого устройства являются способ приведения избирателя во вращение и поддержание синхронизма хода обоих избирателей. Прежде всего приходится отметить применение для этого переменного тока. Вместо обычного типа электродвигателя постоянного тока применяется специальное приспособление, изображенное на фотографии фиг. 85. Это приспособление совершает колебательные движения, число которых соответствует частоте сети. Эти колебательные движения затем надлежащей передачей превращаются во вращательное. Таким образом достигается, что скорость движения указательных рукояток зависит только от частоты и не зависит от напряжения.



Фиг. 84. Наружный вид избирателя с операционным движением избирательной рукоятки системы ВВС.

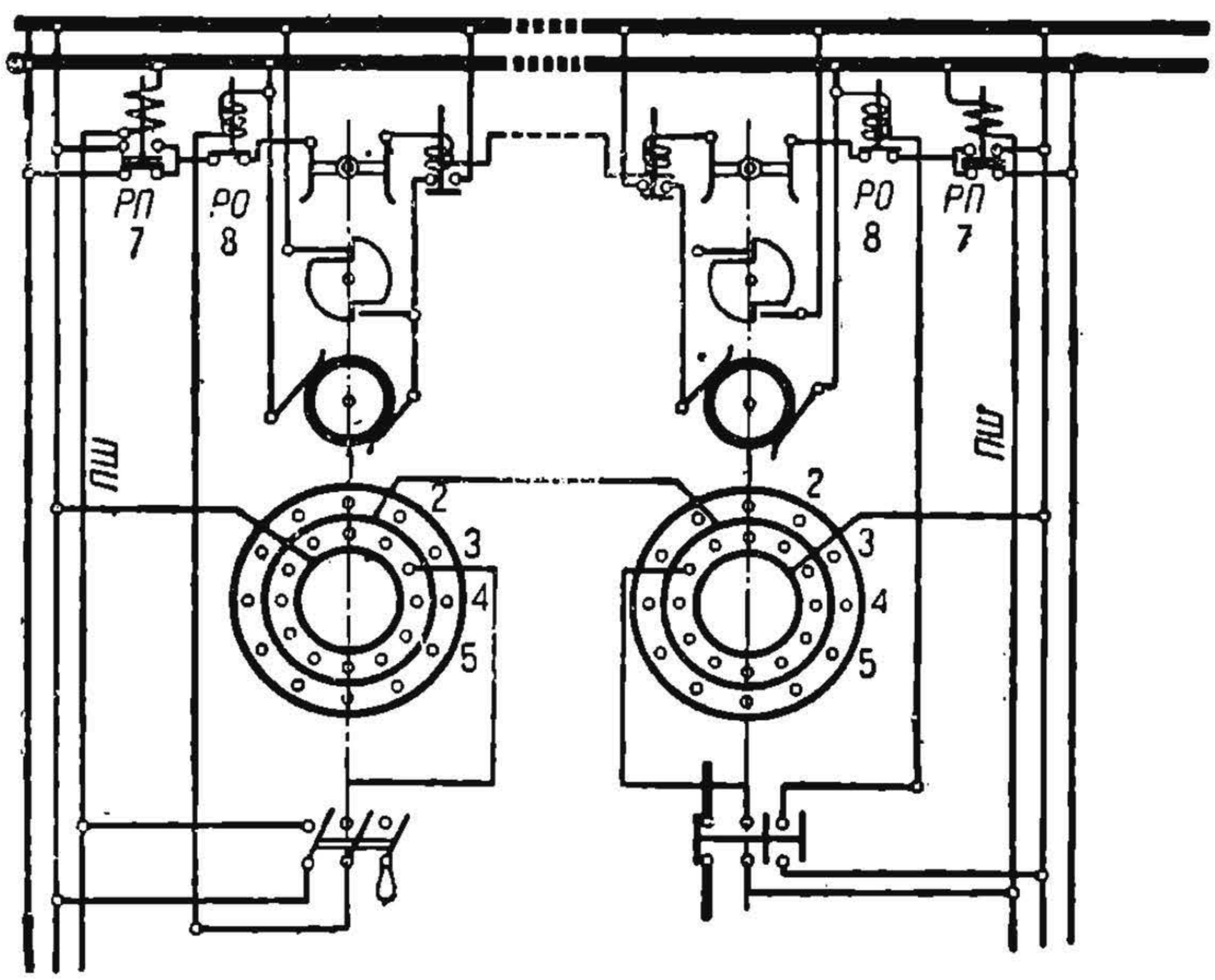
Полный синхронизм хода рукояток поддерживается посредством особого включения рабочей цепи двигателя, схема которого изображена на фиг. 86 в трех основных положениях.

Как видно из схемы, при замыкании пускового контакта $ПК$ распорядительного контактора замыкается цепь от одного провода переменного тока через вспомогательное реле избирателя $РИ_1$, поворотное контактное приспособление $К_1$, соединительный синхронизационный провод между станциями, контактное приспособление $К_2$ приемной станции, ее реле избирателя $РИ_2$ к другому проводу. Реле избирателей $РИ_2$ и $РИ_1$ замкнут свои контакты и создадут, таким образом, пусковые цепи двигательных приспособлений $М_1$ и $М_2$. Указательные рукоятки придут во вращение, как только они начнут двигаться с тех контактов, на которых они находились, прервутся цепи поворотных контактов $К_1$ и $К_2$, но зато замкнутся основные рабочие цепи движущего приспособления через контактные вырезные диски D_1 и D_2, как показано на фиг. 86 в положениях II и III. После того как основной вал движущего приспособления сделает полоборота, что, однако, соответствует не более чем одному делению контактного поля в отношении движения указательной рукоятки, рабочая цепь двигателя прерывается у контактных дисков D_1 и D_2 (см. положение I) или одновремен-

НБ УДУНТ (ДНТ)

на манер контроллерного барабана миниатюрных размеров и имеет в данном случае пять групп переводных контактов, устанавливаемых или в позицию *P* — разомкнуто, или в позицию *З* — замкнуто.

Переводные контакты *1* являются пусковыми, *2* и *3* служат для включения ламп контрольной сигнализации, *4* — для обратной извещательной сигнализации и производства необходимых внутренних переключений в устройстве. Переводные контакты *5* являются распорядительными. Они приключают или провод *V* при положении *P* или провод *U* при положении *З*. В зависимости от этого на управляемой станции ток проходит через правую или левую катушку реле управления *19*. Соответственно тому, какая катушка включена, замыкаются контакты цепи замыкания или цепи размыкания выключателя.



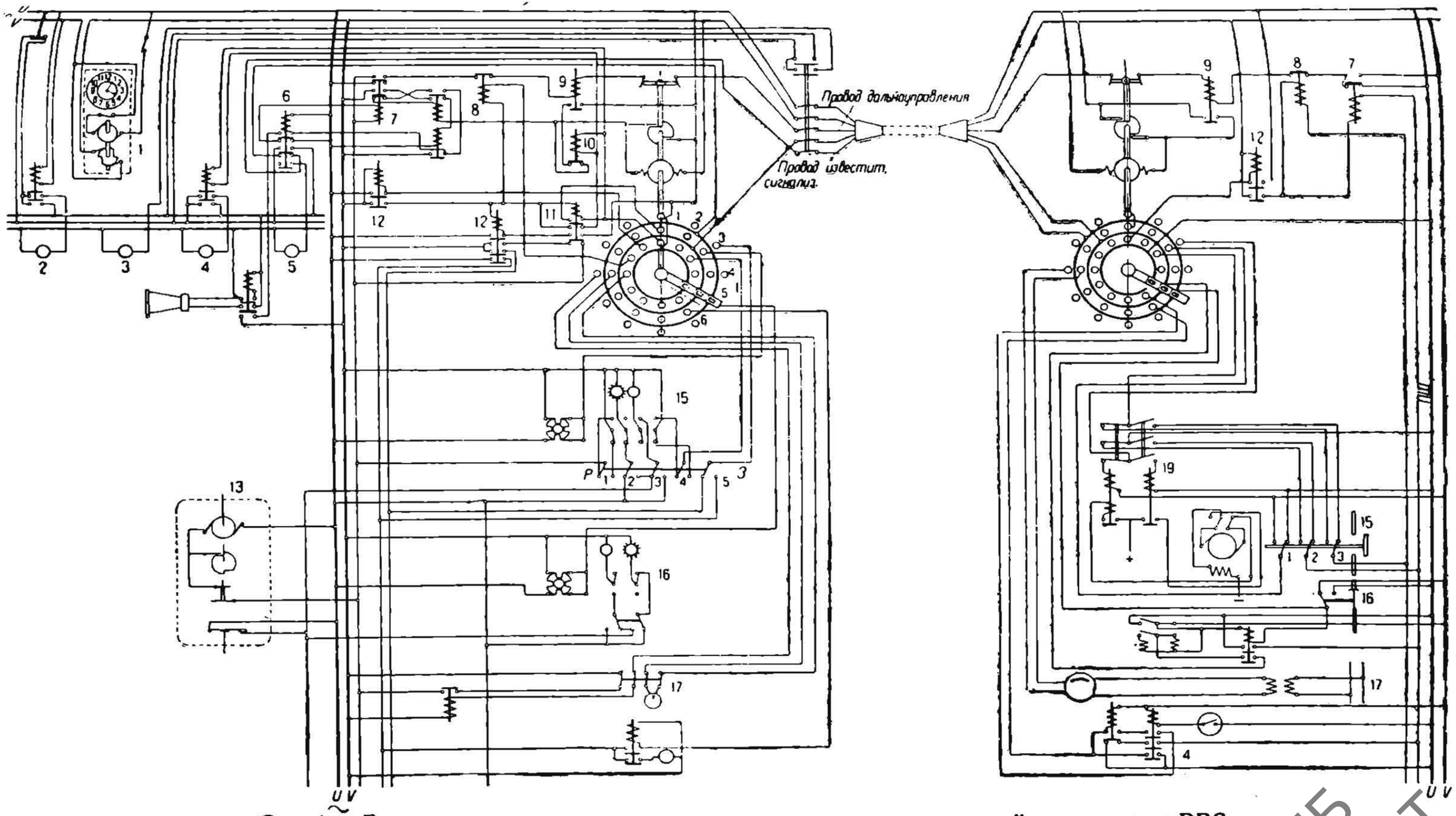
Фиг. 87. Схема основного включения для одновременного пуска в ход и остановки распорядительного и управляемого устройств системы ВВС.

Устройство реле управления таково, что оно исключает возможность самопроизводительных повторных включений или выключений (качания) масляного выключателя. Без соответственной перестановки сигнального указателя подтверждения (квитирования) и вторичной установки распорядительного контактора производство второй раз той же операции невозможно.

Принцип действия этого реле изображен на схеме фиг. 89. Оно аналогично такого же рода реле, применяемому в устройствах для устранения неправильных включений, с той разницей, что в данном случае оно должно быть приспособлено для переменного тока.

На схеме реле изображено в том положении, которое оно получает после произведенного выключения масляного выключателя и соответственной перестановки распорядительного ключа-указателя. Теперь цепь подготовлена для включения, и оно может быть произведено установкой распорядительного контактора на положение «замкнуто». Ток пройдет, как указывалось, от провода *U* на распорядительной станции

НЕ ДЛЯ ПРОДАЖИ (ДНТ)

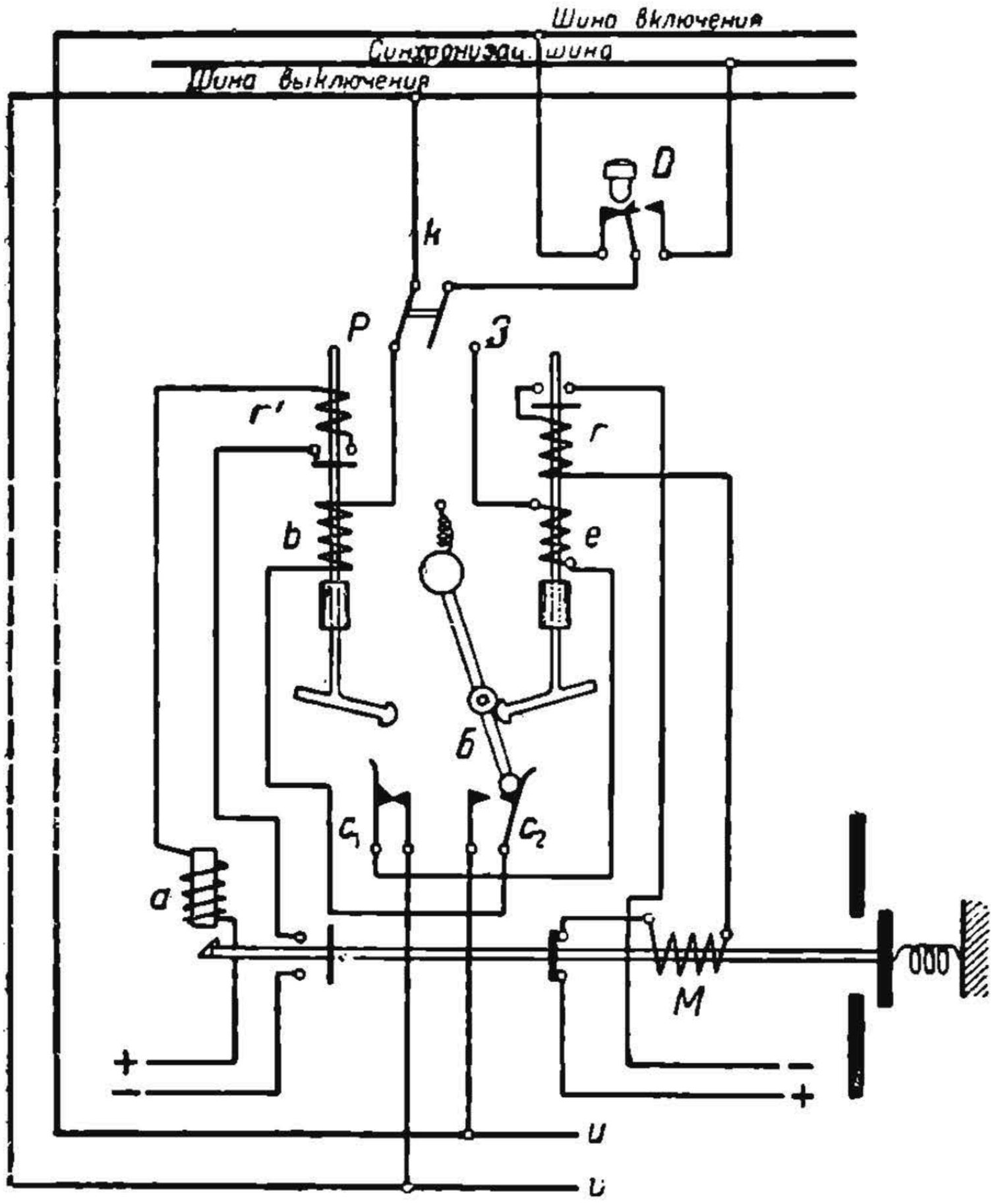


Фиг. 88. Генеральная схема включения дальноуправляющего устройства системы ВВС.

I. Избиратель распорядительной станции. II. Избиратель управляемой станции. *1* — контрольные часы; *2* — контрольные лампы отсутствующего напряжения; *3* — контрольные лампы сверхтока; *4* — контрольные лампы порчи устройства; *5* — контрольные лампы обратной сигнализации; *6* — реле обратной сигнализации; *7* — пусковое реле; *8* — реле остановки; *9* — реле избирателя; *10* — вспом. останов. реле; *11* — контрольное реле синхронного хода; *12* — реле отсутствующего напряжения; *13* — реле прерывистого тока; *14* — останов. реле приборов; *15* — управление и контрольная сигнализация выключателей; *16* — контрольная сигнализация разъединителей; *17* — дальноизмерение; *18* — сигнализация об опасном состоянии; *19* — реле управления.

НБ УКГУНТ (ДП)

к проводу *V* по управляемой станции, при этом возбудится катушка *e*, поднимет свой сердечник, который своим молоточком ударит по балансиру *б*, последний откинется в противоположную сторону и разомкнет цепь переменного тока. Но замкнувшаяся при этом распорядительная цепь включения постоянного тока сохранится благодаря удерживающей катушке *r* до тех пор, пока не произойдет включение. После этого цепь будет разорвана контактами у масляного выключателя.



Фиг. 89. Схема распорядительного реле для включения масляного выключателя.

e — катушка включения; *a* — катушка выключения; *r*, *r'* — задерживающие катушки; *k* — распорядительный контактный ключ; *P* — разомкнуто; *З* — замкнуто; *б* — балансир; *b* — катушка для перевода балансира; C_1, C_2 — разводные контакты.

Теперь подготовлена цепь выключения, и вторичное включение невозможно, хотя распорядительный контактор стоит на положении *З*.

Для выключения масляного выключателя с распорядительной станции распорядительный ключ должен быть переведен на *P*. При этом ток пройдет через катушку *b* от провода *V* к проводу *U*, втянется второй сердечник, отбойный молоточек отбросит балансир в противоположную сторону и разорвет цепь выключения. Образовавшаяся распорядительная цепь постоянного тока будет временно удержана катушкой *r'* и затем разорвана контактами у масляного выключателя, когда процесс выключения совершился.

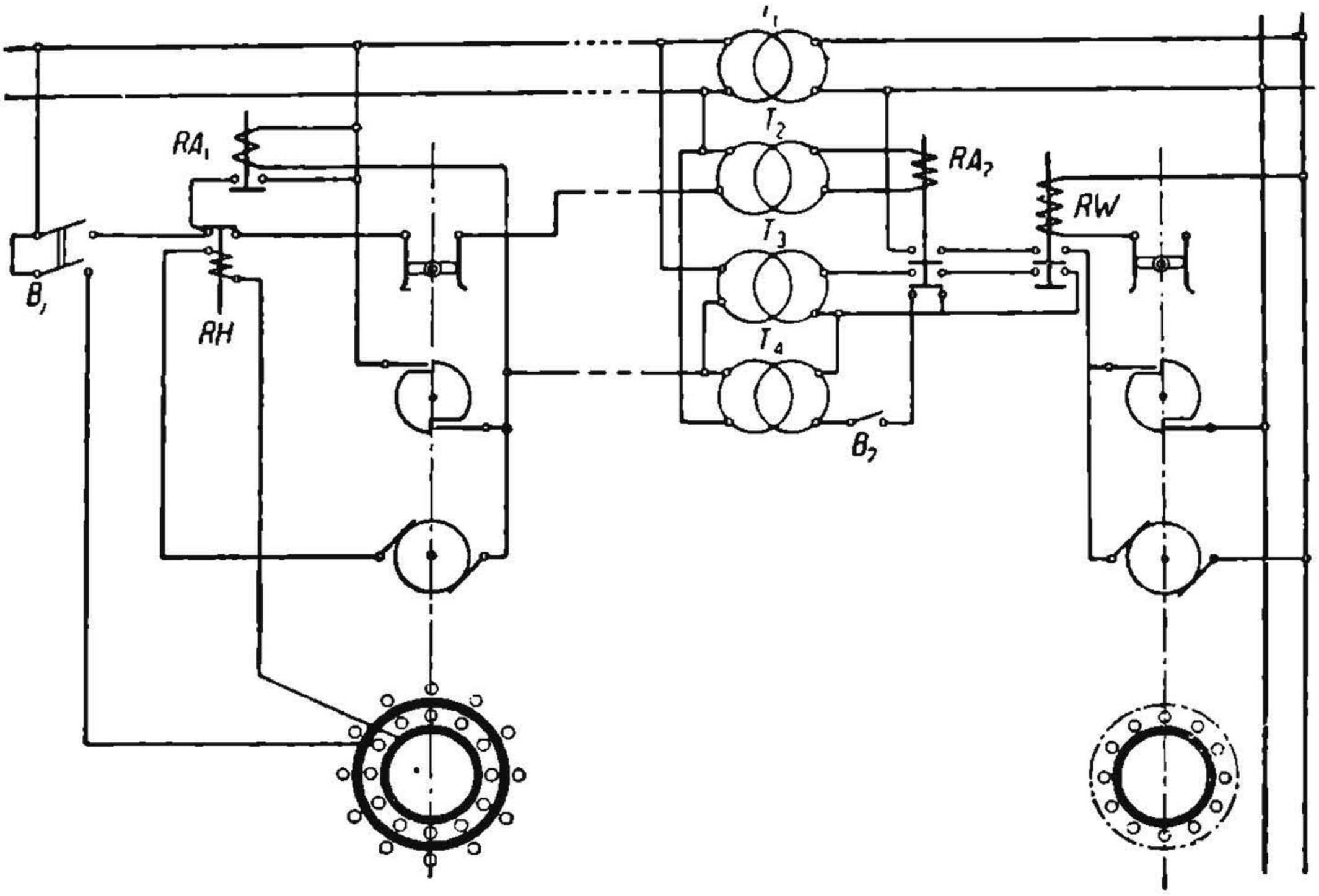
При автоматическом выключении привод масляного выключателя воздействует на переводной контактор *15* на управляемой станции, имеющий три группы контактов. Группа *3* служит для сообщения напряжения пусковым шинам и, следовательно, для пуска в ход избирателей. Группа *2* останавливает избиратели по достижении соответственного номера контактного поля, группа *1* служит для сигнализационных переключений. Первоначальный предупредительный сигнал, подаваемый зажиганием лампы *5* и звучанием звукового сигнального приспособления, передается через пусковую цепь и предупреждает о том, что избиратель пошел в ход. Акустический сигнал может быть выключен в любое время, лампа же гаснет, когда избиратель достигнет надлежа-

НБ УГМТ (ДГТ)

щего номера и пусковая цепь разорвется. Затем вследствие автоматической переброски сигнальных контактов включается надлежащая сигнальная лампа соответствующего выключателя, но светит мигающим светом до тех пор, пока распорядительный указатель не будет поставлен в надлежащее положение. После этого лампа загорится ровным светом, а на управляемой станции распорядительное реле подготовит цепь включения.

При одновременном выпадении нескольких выключателей избиратели не имеют возможности останавливаться до тех пор, пока не будут переданы все сигналы, так как до этого времени пусковые шины остаются приключенными.

Если одновременно происходит передача распоряжения, то оно приостанавливается до тех пор, пока не будут переданы и подтвержде-



Фиг. 90. Схема соединения распорядительного и управляемого устройства через изолирующие трансформаторы.

RA_1, RA_2 — пусковые реле; RH — остановочные реле; RW — реле избирателя; B_1, B_2 — выключатели; T_1, T_2, T_3, T_4 — изолирующие трансформаторы.

ны (квитированы) контрольные сигналы о состоянии управляемой установки.

Разъединители в данном примере не имеют дальнодействующего привода, но каждое их перемещение контролируется сигнальными лампами и контрольным указателем *16*. Неправильная установка невозможна вследствие наличия известительной сигнализации.

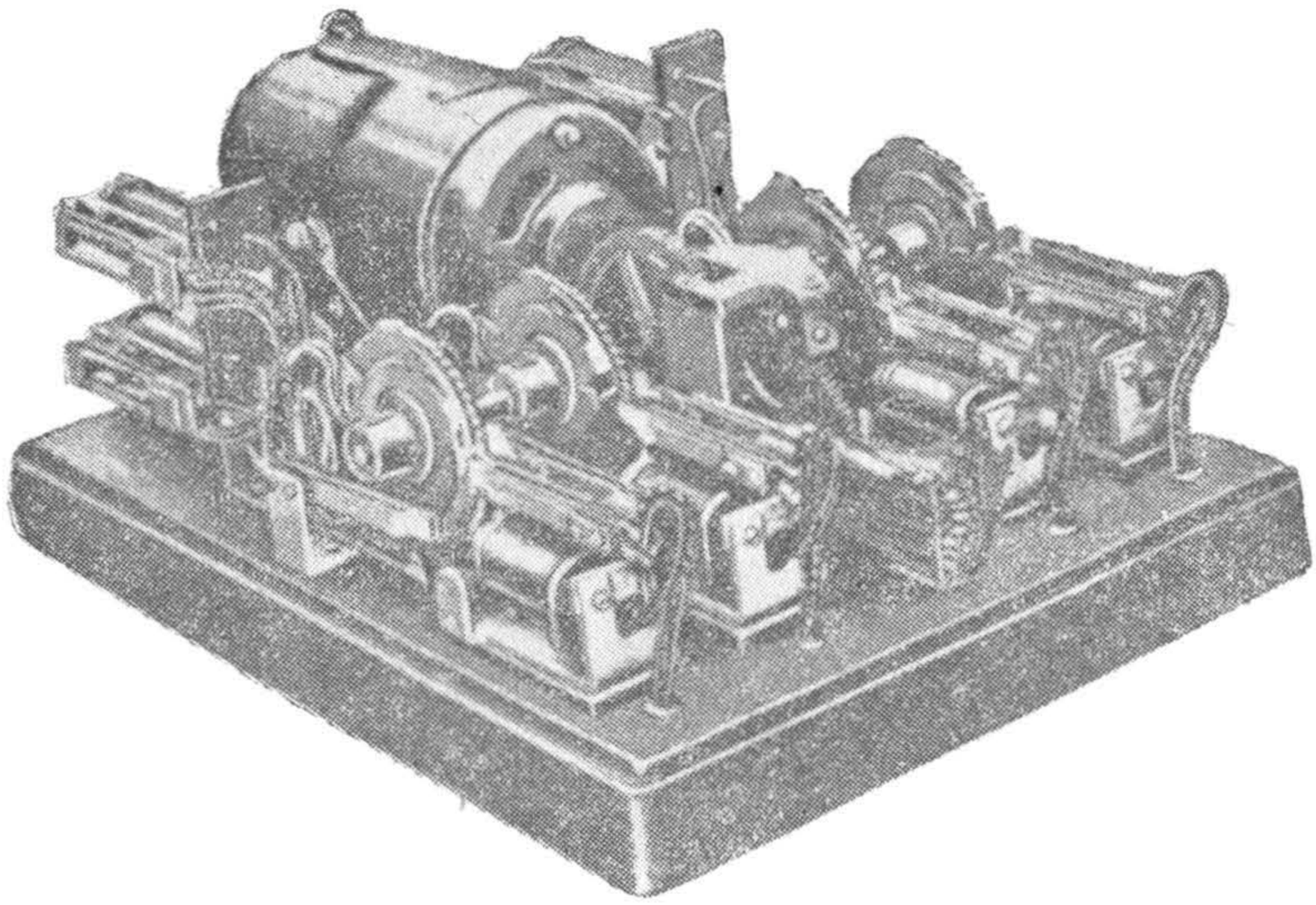
К той же аппаратуре связи могут быть приключены и аппараты дальноизмерения, обозначенные *17*.

Если распорядительная установка лишается напряжения или вообще происходит какое-либо нарушение работы устройства, то об этом подается звуковой сигнал, как и при выключении масляного выключателя, и, кроме того, загораются соответственные сигнальные

НБ УГУНТ (ДПТ)

лампы *2*, *3*, *4* и *18*, в зависимости от характера аварийных обстоятельств. Предусмотренные для этого нулевые реле напряжения выключают все управляющие цепи и устраняют возможность неправильной работы устройства.

Достоинством (и, вместе с тем, недостатком) описываемого устройства является то обстоятельство, что оно приспособлено для переменного тока обычного низкого напряжения 110 или 220 V. В системах большой мощности при сильных коротких замыканиях могут возникать между потенциалами земли распорядительной и управляемой установок значительные разности. Ввиду такой возможности приходится в таких случаях применять схему соединения согласно фиг. 90 с) включением дополнительных изолирующих трансформаторов, что исключает непосредственную электрическую связь аппаратов обеих станций. Такое устройство требует дополнительного провода для пусковой и синхронизационной цепей.



Фиг. 91 Внешний вид избирателя дальноуправляющего устройства Western Electric Co.

Для полного предохранения дальноуправляющего устройства от влияния аварий главной сети может быть, конечно, предусмотрено его питание от самостоятельного вспомогательного источника тока.

В дальнейшем будет описано устройство еще двух систем избирателей с операционным движением рукоятки, изготовляемых американской фирмой Western Electric Co (контрагент GEC) и шведской ASEA.

2. Система Western Electric Co. Эта система имеет то отличие, что указательные контактные рукоятки совершают не полный оборот, а обходят только половину окружности. Кроме того, контактные поля расположены не концентрически, а в ряд одно за другим, как то видно из фотографии на фиг 91[1]. Всего контактных полей пять,

[1] Изображенный на фотографии тип селектора не вполне точно соответствует той конструкции, которая приведена на схеме фиг. 92 и будет описана далее.

НБ УДУНТ (ДПТ)

и по ним движутся пять указательных рукояток, закрепленных на общем валу.

Расположение контактов по полуокружности и устройство нескольких указательных рукояток не вносят, однако, ничего принципиально нового в основную идею поворотного избирателя и объясняются только удобством конструкции. Отметим, что избиратели в устройствах автоматической телефонии также имеют обычно движение только по части окружности.

Действие устройства поясняется схемой фиг. 92. Как видно из схемы, для работы устройства необходимы четыре провода, первый — общий обратный провод, второй — провод синхронизации, третий — провод сигнализации и четвертый — провод управления.

Пять контактных полей имеют следующее назначение: первое контактное поле синхронизации *КПС*, второе контактное поле движения вала с указательными рукоятками *КПД*, третье контактное поле контроля установки указателей *КПК*, четвертое поле указательных ламп *КПУ* и пятое контактное поле распорядительное для управления замыканиями и размыканиями выключающих приборов *КПР*.

Каждое контактное поле имеет 25 контактов. Из них первый и последний являются пусковыми и возвратными, таким образом рабочих контактов имеется 23. Следовательно, один избиратель (или селектор по американской терминологии) может обслужить 23 прибора. В случае необходимости обслуживать большее количество приборов число селекторов должно быть соответственным образом увеличено и в случае большого числа селекторов может быть введен селектор — предыскатель, выбирающий сперва нужный селектор, содержащий данный номер прибора и пускающий этот селектор в ход.

На распорядительной и управляемой станциях устанавливаются батареи аккумуляторов на 120—125 V для работы самого устройства на каждой и, кроме того, на распорядительной станции устанавливается еще батарея на 24 V для указательных ламп.

Для того чтобы произвести включение или выключение какого-либо выключателя, необходимо выполнить четыре операции:

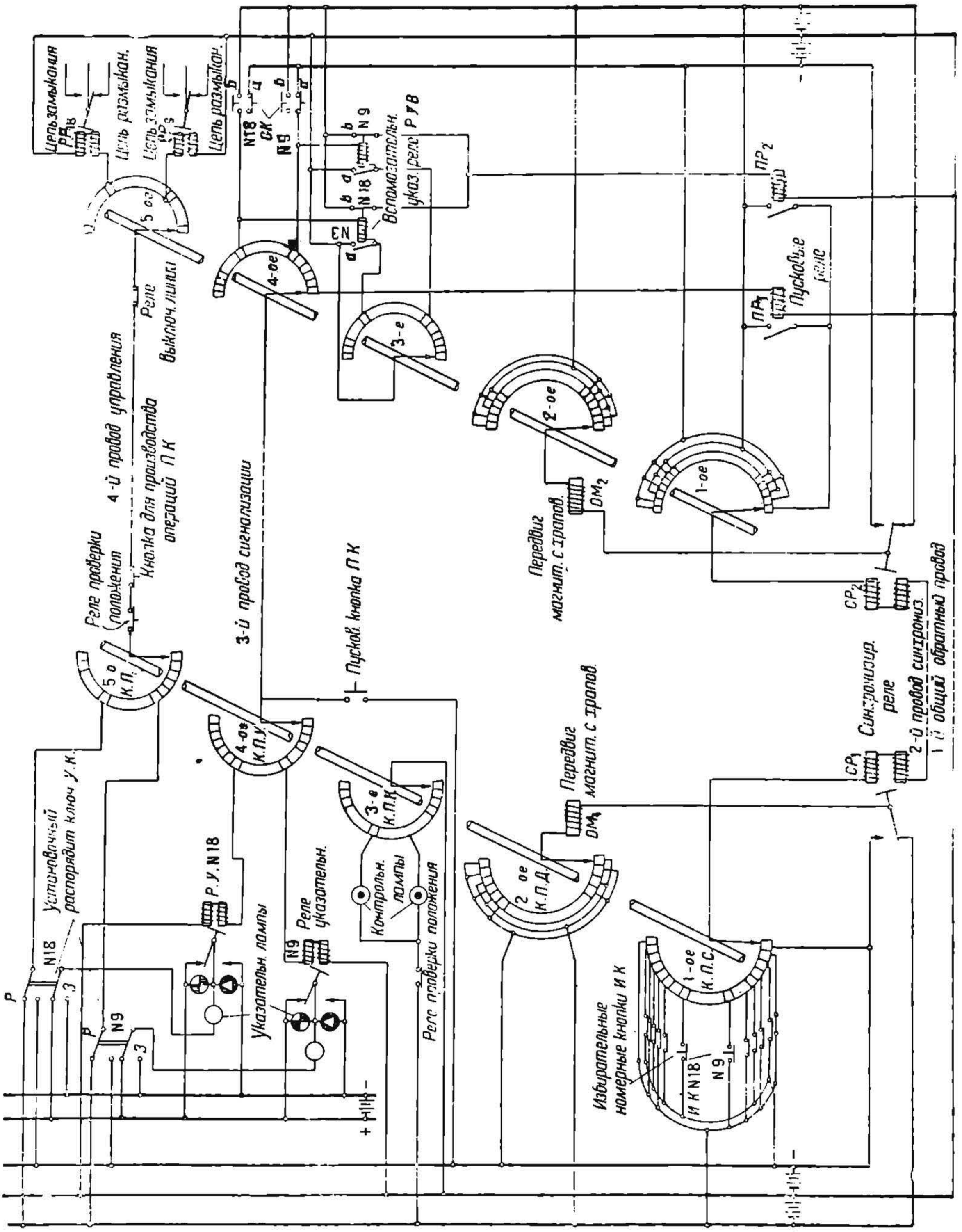
1. Выбрать соответственный номер. Для этого служат номерные избирательные кнопки *ИК*, имеющиеся на щитке каждого прибора. Тип и устройство таких щитков уже были описаны в § 28 (см., например, фиг. 58). Они могут быть устроены еще проще (фиг. 101). Кнопки в данном случае устроены таким образом, что они могут быть вытягиваемы наружу. При этом происходит разрыв соединения данного номера с батареей. Конечно, эта же цель может быть достигнута и при обычной конструкции кнопок.

2. Пустить в ход избиратель. Для этого служит пусковая кнопка *ПК*. Возле пусковой кнопки находится не показанная на чертеже проверочная, или предохранительная, лампа, которая горит только, когда указатели обоих избирателей находятся на начальном пусковом контакте. При всех других условиях лампа не горит.

В этом случае приборы должны быть отведены сперва в начальное положение.

По нажатии пусковой кнопки создается цепь от — (минуса) батареи распорядительной станции через сигнализационный провод,

НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 92. Схема соединений дальноуправляющего устройства Western Electric Co GEC.

пусковой контакт четвертого контактного поля управляемой станции, пусковое реле $ПР_1$ к обратному проводу и оттуда в батарею распорядительной станции.

Пусковое реле $ПР_1$, притянув свой якорь, замыкает цепь от + (плюса) батареи управляемой станции через пусковой контакт первого синхронизационного контактного поля этой станции, щетку указательной рукоятки, синхронизационное реле $СР_2$, синхронизационный про-

НБ УДУНТ (ДГТ)

вод, синхронизационное реле $СР_1$, щетку указателя первого синхронизационного поля распорядительной станции и пусковой его контакт к — (минусу) батареи.

Вследствие проходящего импульса тока поляризованные синхронизационные реле $СР_1$ и $СР_2$ перебросят свои якорьки и создадут движущие цепи как на распорядительной, так и на управляемой станции от + (плюса) батарей через соответственные пусковые контакты вторых контактных полей *КПД*, щетки указателей, передвигающие магниты $ДМ_1$ и $ДМ_2$ соответственно к — (минусу) батарей.

Электромагниты $ДМ_1$ и $ДМ_2$ воздействуют на движущие механизмы храпового типа и поворачивают вал и связанные с ним указатели на одно деление.

После перехода на первое деление образуется синхронизационная цепь от + (плюса) батареи распорядительной станции через контакт *1 КПС*, щетку указателя, синхронизационное реле $СР_1$, синхронизационный провод, синхронизационное реле $СР_2$, щетку указателя *1 КПС* управляемой станции и первый его контакт к — (минусу) батареи.

Синхронизирующие реле снова перебросятся, снова замкнутся движущие цепи, на этот раз от — (минуса) к + (плюсу) электромагниты повернут вал, и указатели избирателей подвинутся на одно деление.

Как видно из чертежа, контакты контактных полей первого и второго попеременно соединены то с + (плюсом), то с — (минусом) батареи. Поэтому при передвижении на следующее деление полярность меняется, синхронизационные реле $СР_1$ и $СР_2$ вновь перебрасываются, и, таким образом, поворачивание вала и указательных рукояток продолжается до тех пор, пока указатели не дойдут до выбранного номера.

В этом положении синхронизационная цепь прерывается, так как соответствующий контакт отключен от батареи, синхронизационные реле остаются в своем прежнем положении, движущие магниты не получают импульса, поворачивание вала прекращается, и указатели останавливаются на заданном номере.

3. Когда рукоятки переключателей установились на заданном номере, распорядительная цепь соответственного прибора подготовлена. Об этом свидетельствует зажигание контрольной лампы янтарного цвета против соответственного номера. Цепь этой лампы образуется от + (плюса) к нулевому проводу через указательную щетку и соответственный контакт третьего контрольного контактного поля.

Теперь остается установить распорядительный указатель на включение или выключение, вследствие чего четвертый распорядительный провод будет присоединен к минусу или плюсу батареи.

4. Последняя операция — нажатие главной распорядительной кнопки *ПК*. При этом через поляризованное распорядительное реле *РР* выбранного номера управляемой станции проходит импульс тока надлежащего направления, и эти реле замыкают соответственно цепь замыкания или размыкания. В данном устройстве обычно положительные импульсы служат для размыкания и отрицательные — для замыкания.

Распорядительная кнопка автоматически возвращается в первоначальное положение, и цепь управления разрывается. Таким образом при возвращении избирательных рукояток в начальное положение или

НБ УДУНТ (ДГТУ)

при последующих их передвижениях повторное включение (качание) масляных выключателей невозможно.

Рассмотрим теперь получение обратной сигнализации. В зависимости от положения масляного выключателя замыкается та или другая пара сигнальных контактов *СК*— *a* или *b*. При этом создается сигнальная цепь от + (плюса), или — (минуса) батареи через соответственный контакт четвертого контактного поля *КПУ* управляемой станции, щетку указателя, сигнализационный провод, щетку указателя и соответственный контакт четвертого контактного поля распорядительной станции к сигнализационному реле *РУ* данного номера и через него к нулевому проводу батареи.

Поляризованное реле *РУ*, перебрасывая свой якорек в зависимости от направления импульса, замыкает цепь той или другой сигнальной лампы — красной или зеленой. Белая лампа несоответствия может зажечься только тогда, когда положение распорядительного указателя не соответствует положению выключателя.

После окончания операции и получения обратного сигнала избиратель должен быть поставлен в начальное положение. Для этого вытянутая номерная кнопка нажимается и замыкает синхронизационную цепь. Избиратель снова приходит в движение, пока не дойдет до последнего возвратного контакта, где храповик освобождает вал, и последний пружиной возвращается в начальное положение. Таким образом от одного пуска может быть произведен ряд операций, расположенных в порядке последовательности номеров приборов.

Если этого не требуется, то освобождающее храповик устройство может быть приведено в действие от особой цепи и указатели, таким образом, возвращены в начальное положение.

При автоматическом выключении масляного выключателя извещение об этом на распорядительную станцию получается следующим образом. Нормально-вспомогательные указательные реле *РУВ* на управляемой станции находятся в таком положении, что контакты *a* замкнуты, а *b* разомкнуты. Вследствие этого через обмотку реле проходит ток и сердечник его поддерживается в поднятом положении. В момент перемены положения реле лишается тока, сердечник его падает и замыкает контакт *b*, образующий пусковую цепь от + (плюса) батареи через пусковой электромагнит $ПР_2$ к нулевому проводу. Вследствие этого избиратель пускается в ход, и когда указатели дойдут до контактов, соответствующих номеру выключателя, то через сигнализационный провод будет послан импульс тока, соответствующий по направлению положению сигнальных контактов. Поскольку направление этого импульса не соответствует положению поляризованного сигнального реле *РУ* данного номера, оно перебросит свой якорь, изменит, таким образом, цвет указательной лампы и зажжет лампу несоответствия, так как положение распорядительного указателя еще соответствует старому положению прибора. Только после подтверждения (квитирования), т. е. перевода распорядительного указателя в правильное положение, лампа несоответствия погаснет.

На управляемой станции при достижении указателем контакта данного номера образуется цепь от + (плюса) или — (минуса) батареи через замкнутый сигнальный контакт масляного выключателя, вспо-

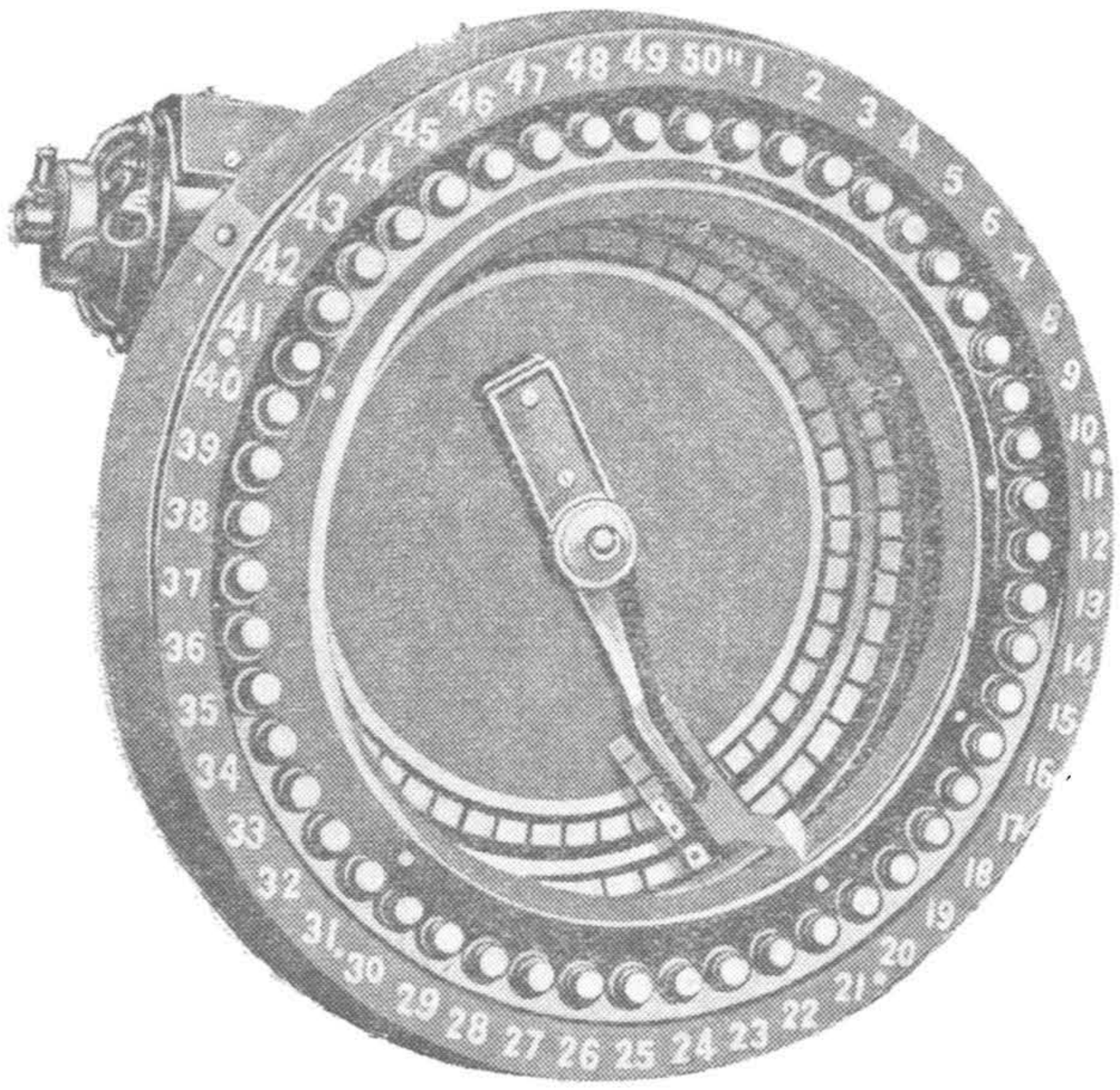
РВ УДУКГ (ДКГ)

могательное реле *РУВ*, номерной контакт, щетку указателя и от нее к нулевому проводу, при этом сердечник реле *РУВ* втянется и прервет пусковую цепь. Одновременно замкнутся контакты *а*, и вновь образовавшаяся цепь удержит сердечник во втянутом положении.

Так как фирма Western Electric Co занимается, главным образом, производством автоматических телефонных устройств, то ее система по конструкции наиболее подходит к обычному типу соответствующей телефонной аппаратуры.

Система ASEA. Избиратель системы ASEA представляет собой как бы комбинацию нескольких конструктивных принципов, примененных в ранее описанных устройствах.

Основной частью и этого избирателя являются обычные кольцевые концентрические поля с соответственными контактными кольцевыми путями, по которым движутся соединенные попарно щетки, укрепленные на указательных контактных рукоятках. Отличительной особенностью является способ передвижения рукояток.



Фиг. 93. Внешний вид вращающегося избирателя системы ASEA.

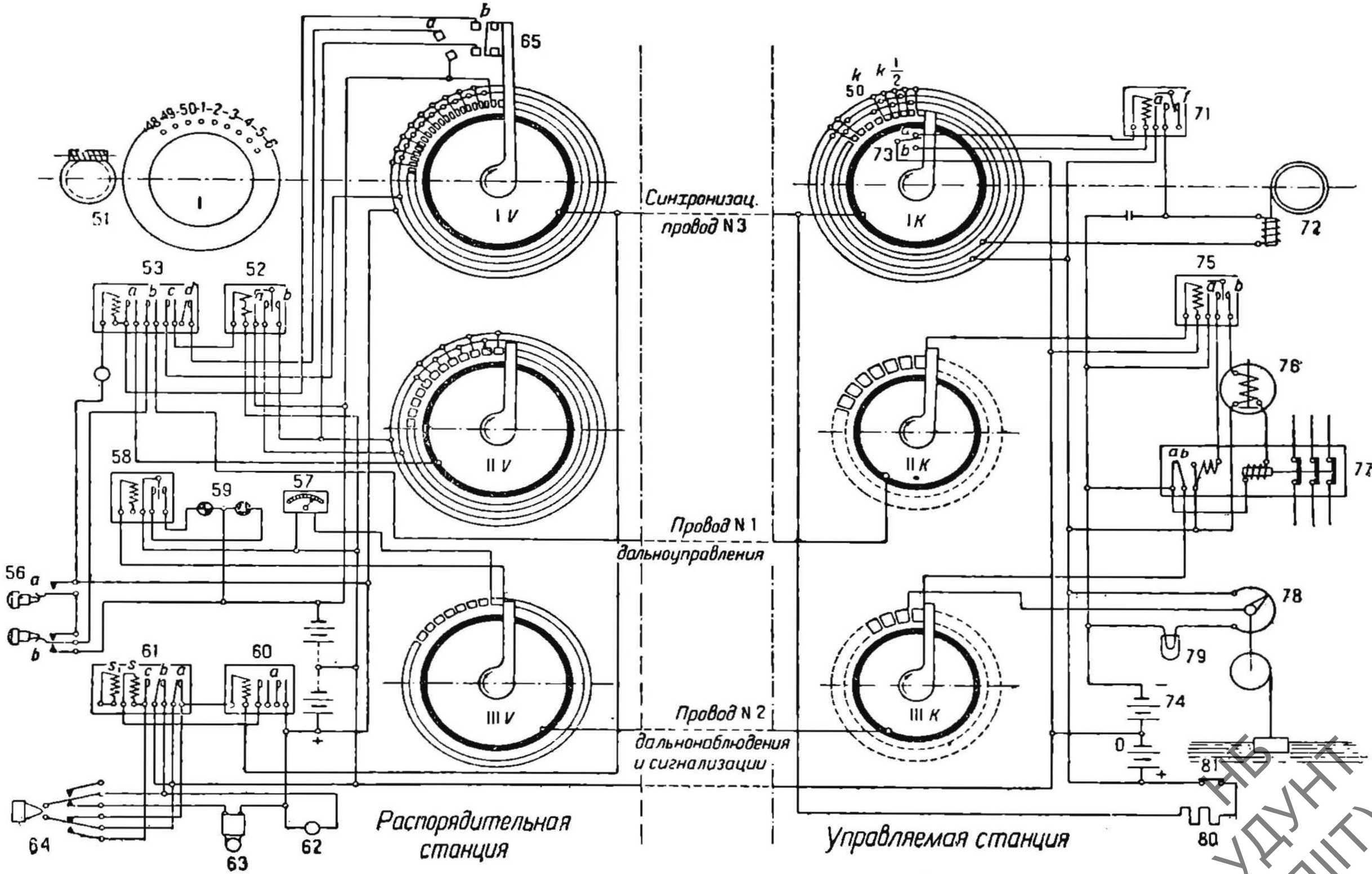
На распорядительной станции рукоятка приводится во вращение электродвигателем, присоединенным через червячную передачу и муфту трения таким образом, что указательная рукоятка в свободном состоянии движется со скоростью одного оборота в семь секунд. Однако при работе она движется не непрерывно, а только до упора, соответствующего данному номеру (фиг. 93), где механически застопоривается. Установка упора осуществляется просто нажатием кнопки соответствующего номера, причем одновременно устраняется предыдущий упор, и рукоятка, таким образом, получает возможность двигаться до вновь нажатого номера.

На контактной доске избирателя приемной станции указательная рукоятка передвигается уже не электродвигателем, а постепенно магнитом от одного номера к другому.

На фиг. 94 приведена схема, поясняющая работу устройства. Трое контактных путей распределителя и приемника расположены в действительности, как уже указывалось выше, концентрически.

При нажатии кнопочных ключей 56 *а* и *b* устанавливается связь через командный провод и соответственный контакт контактного

НБ УГЛТУ (ДГТ)



Фиг. 94. Схема соединений дальноуправляющего устройства системы ASEA.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

пути приемника *II К* с тем или другим из включаемых аппаратов.

Для примера рассмотрим включение масляного выключателя: при нажатии кнопки *56* образуется цепь от + (плюса) батареи через кнопочные выключатели *a* и *b*, поляризованное реле *53* (контакт *b*), провод *1* дальноуправления, контактный путь *II К*, соответствующий контакт, реле *75*, язычок которого в зависимости от направления импульса тока отклоняется к тому или другому контакту, для включения же масляного выключателя к контакту *b*, вследствие чего будет замкнута цепь распорядительного реле *76*. Последнее, втянув свой сердечник, замыкает включающую цепь масляного выключателя *77*.

Зажигание соответственной контрольной лампы происходит следующим образом: при передвижении привода масляного выключателя изменяется положение его сигнальных контактов *a* и *b* (см. слева). В зависимости от их положения на распорядительную станцию посылается через соответственный контакт сигнализационного контактного поля *III К* импульс от отрицательного или от положительного полюса батареи *74*. Этот импульс попадает в поляризованное реле *58*, которое, включая контакт *a* или *b*, включает соответственно красную или зеленую лампу.

Остальные показанные на чертеже приспособления *78*, *79*, *57* имеют задачей передавать на расстояние показания измерительной рейки (уровня воды, так как устройство предназначено для гидроэлектрической станции) и других приборов. Действие их будет описано в дальнейшем, в отделе дальноизмерения.

Синхронный ход распределителя и приемника достигается следующим образом:

Для этого служат контактные пути *I V* и *II V* распорядительной станции, контактный путь *I К* приемника, поляризованные реле *52* и *71* и замедленное реле *53*. Контактный путь *I V* имеет 100 равной величины контактов, путь *I К* имеет 50 узких контактов для каждого номера и 50 широких между ними, путь *II V* имеет 50 равной величины контактов между нумерами (см. деталь на фиг. 95). Реле *71* пружиной *f* устанавливается в положение *b*, коль скоро в реле нет тока. Реле *52* остается в том положении, в которое оно последний раз переведено. Реле *53* выключается по прошествии $^1/_5$ сек. после того, как оно осталось без тока.

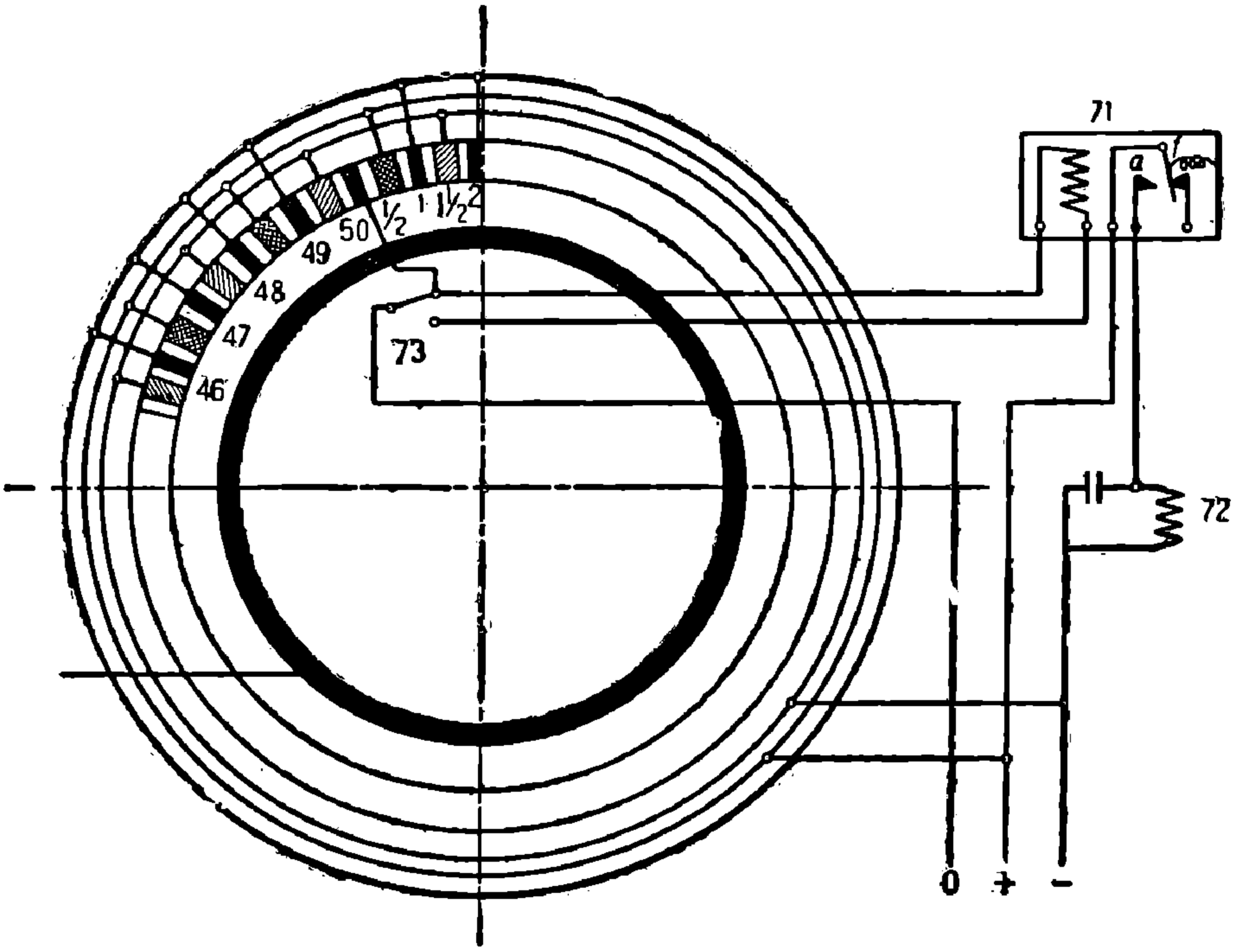
Положим, что рукоятка первоначально находилась на контакте *50* и нажимается на избирателе *I V* кнопка *1*, тогда щетка прежде всего проходит контакт $^1/_2$ контактного поля *I V*. Через этот контакт замыкается ток через реле *71*, и электромагнит *72* приемного избирателя притянется. После того как щетка пройдет над контактом $v\ ^1/_2$, реле *71* отпадает, и рукоятка приемника продвинется на одно деление вперед. В это время рукоятка передатчика проходит над контактом v_1, вследствие чего реле *52* получит ток от батареи *74* через контакт $k^1/_2$, синхронизационный провод и контакт v_1. Этот импульс тока будет положительным при четных номерах и отрицательным при нечетных. Если же импульс не имеет места, то отпадает реле *53*, так как реле *52* лежит в противоположном положении и его контакт прерывает

УРГУПС НБ (ДИТ)

катушку *53* дольше чем на $^1/_5$ сек. Реле *53* выключает командный провод, и лампа *54* гаснет.

Таким образом если распорядительный избиратель и приемник выпадут из синхронизма, то передача распоряжения исключена.

Совпадение фаз обоих аппаратов достигается следующим образом. Если оба аппарата выпали из фазы, то приемник следует, хотя и с опозданием, только до *№ 50*. Тут он останавливается, так как катушка реле *71* переключена в это время переключателем *73* на обратное направление тока. Реле *71* не реагирует более на импульсы отправителя. Только когда последний снова приходит в положение *50*



Фиг. 95. Деталь синхронизационной цепи к схеме соединений фиг. 94.

и переходит на *1* и посылка им импульсов изменит свое направление на обратное, он снова увлечет за собой приемник. Контакт *65* приемника замыкает реле *53*, и лампа снова загорается. Оба аппарата снова работают синхронно (см. также § 66).

При изменении состояния дальноуправляемой станции на распорядительной станции подается сигнал.

Внерабочий ток, который непрерывно протекает по проводу, прерывается, и реле *60* выключается. Оно в свою очередь выключает реле *61*, что вызывает звон звонка и загорание лампы *62*.

44. Избиратели, работающие по принципу импульсного кода

Уже последние из описанных в предыдущем параграфе устройсть системы Western ElectricCo ASEA работает по существу по принципу

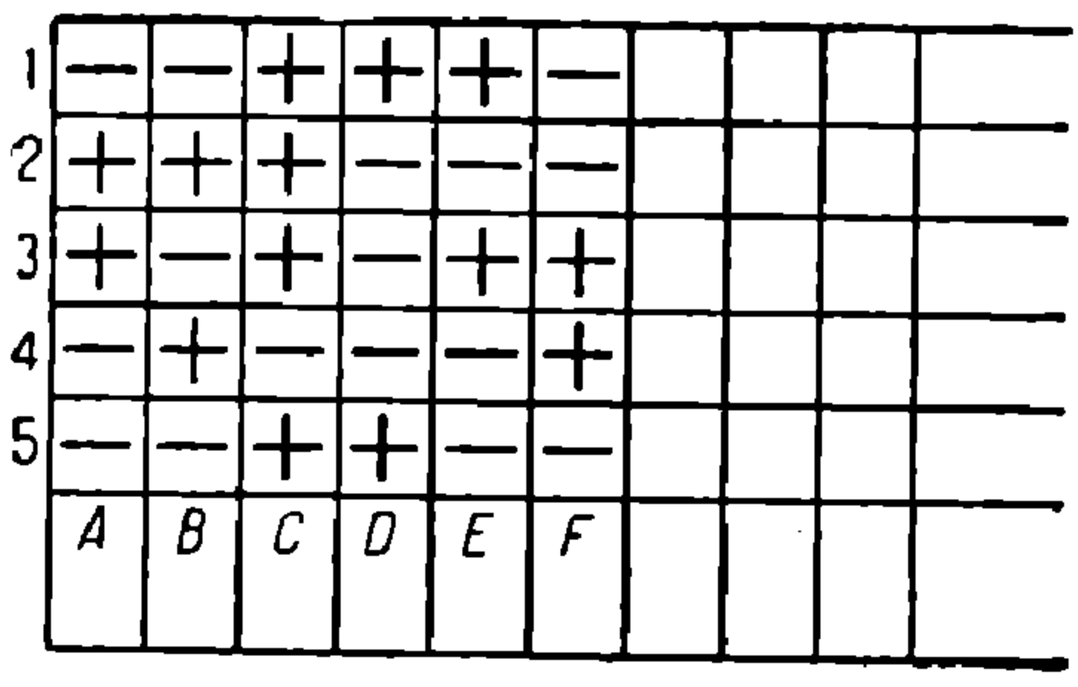
РБ УГУНТ (ДПТ)

посылки импульсов. При прохождении указательной рукояткой каждого контакта избирателя распорядительной станции на управляемую станцию посылается импульс тока, который вызывает передвижение указательной рукоятки приемного избирателя на одно деление. Последняя пройдет, таким образом, столько делений, сколько получено было импульсов.

В описанном случае мы имели дело с импульсами, правильно чередующимися, причем они заменяли применение второго электродвигателя, вызывая необходимые перемещения избирателя, в остальном же его действие остается то же, что и других вращающихся избирателей.

Между тем, посылка импульсов переменного направления в разных комбинациях сама по себе дает возможность построить избиратель на новом принципе импульсного кода, применяемом в печатающей телеграфии.

Идея импульсного кода состоит в том, что для каждой буквы алфавита, или для нужд дальнодействующего управления, для каждого номера прибора выбирается соответственная комбинация определенного числа импульсов того или другого направления. Полный набор таких комбинаций для всех требующихся знаков, или номеров, представляет собой импульсный код. В зависимости от числа импульсов, входящих в комбинацию, можно составить трех-, четырех-. пяти- и шестиимпульсный код и т. п. Очевидно, чем из большего числа импульсов составляются комбинации, тем большее число комбинаций может быть получено. В телеграфной практике наиболее часто применяется пятизначный или пятиимпульсный код, иногда шестизначный (в дальнопечатающих машинах). Для пояснения на фиг. 96 приведено начало пятизначного кода Сименса.



Фиг. 96. Пятиимпульсный код Сименса (для образца первые буквы алфавита).

Прежде чем перейти к рассмотрению основных принципов систем, в которых используются такого рода сложные комбинационные коды, опишем более простое устройство, основанное на применении только числового кода, осуществляемого посылкой импульсов одного направления.

Числовой код. Так называемая «избирательная цепь реле» дает возможность осуществить выбор требуемого номера распорядительной цепи того или другого обслуживаемого прибора без применения поворотных избирателей только посылкой определенного числа импульсов. В этом случае используются импульсы только одного знака и выбор зависит только от количества импульсов, а не от их комбинации.

Соответственное устройство поясняется схемой на фиг. 97. Распорядительные цепи обслуживаемых аппаратов замыкаются распорядительными реле, условно показанными на схеме под № 1, 2, 3 и т. д.

НБ УДУНТ (ДГТ)

Действие устройства следующее: предположим, что с распорядительной станции, которая условно представлена на схеме кнопкой *УК* (установочный ключ), посредством замыкания этой кнопки посылается на приемную станцию импульс, за которым, естественно, следует пауза вследствие размыкания кнопки. В цепь посылающего импульсы устройства (в данном примере кнопки *УК*) включается в случае надобности приемное вспомогательное реле BP^1.

При получении импульса возбуждается реле P_{1a} которое оказывается включенным между плюсом и минусом источника тока (например, батареи *Б*). Подъем сердечника реле P_{1a} замыкает цепь реле $P_{1б}$, но пока продолжается импульс, т. е. пока замкнуты контакты реле *ВР* (или кнопки *УК*), это обстоятельство не может оказать на реле никакого действия, так как обмотка последнего коротко замкнута у контактов реле *ВР*, находясь между плюсом и плюсом источника тока. Но по размыкании кнопки после наступления паузы и выключения реле *ВР* создается цепь от плюса источника тока через последовательно соединенные катушки P_{1a} и $P_{1б}$ к минусу. Сопротивление катушек этих подобрано таким образом, что они обе втягивают свои сердечники и в результате замыкается цепь реле *Р* №1 от плюса через нижние контакты реле P_{2a} и верхние контакты реле $P_{1б}$, причем получается самозакрепление этой цепи.

Если теперь снова нажимается кнопка *УК*, то цепь тока образуется от плюса источника тока через средний контакт *2* реле $P_{1б}$ и катушку реле P_{2a}, ввиду того что реле P_{1a} и $P_{1б}$ возбуждены. Вследствие возбуждения реле P_{2a} размыкаются его нижние контакты и разрывается цепь распорядительного реле *Р* №1. Далее, по размыкании кнопки *УК* и наступлении паузы включается, как раньше описывалось, цепь распорядительного реле *Р* № 2. Таким образом поочереди может быть включена цепь любого распорядительного реле на подобие того, как это имело бы место при вращении двух синхронных избирателей, с той разницей, что в данном случае нет надобности в сложных синхронизирующих механизмах. Номер выбранного аппарата, очевидно, будет соответствовать числу посланных импульсов. Нажатие кнопки *ОК* приводит все устройство в первоначальное положение.

На схеме фиг. 97 показано, что распорядительные реле выполняют задачу только подготовки цепи. Самое же включение последней производится посредством нажатия кнопки исполнения *ИК*, после того как на распорядительную станцию будет получен обратный сигнал, что установка выполнена правильно. Для этого может быть предусмотрено специальное устройство, например, типа кодового колеса, которое будет описано несколько позже.

На схеме изображены две отдельных цепи — установочная и исполнительная, но можно представить себе, что одна и та же цепь выполняет обе функции путем переключения ее то на ту, то на другую аппаратуру через определенные промежутки времени или путем специальных устройств.

---

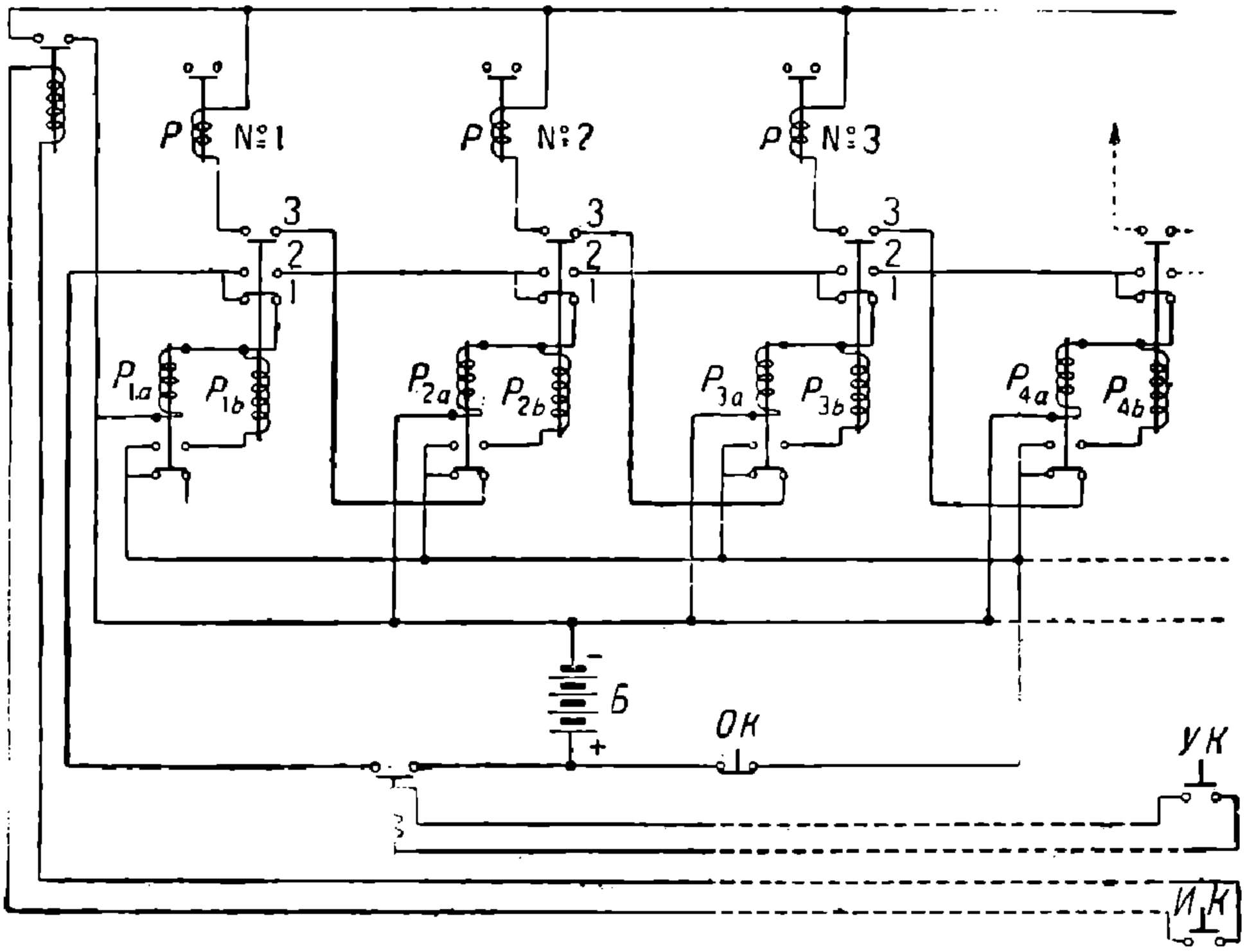
[1] В цепях кнопок *УК* и *ИК* подразумеваются не показанные на чертеже источники тока.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Возможно устроить, что разрыв цепи в месте кнопки *ОК* будет производиться автоматически посредством замедленного реле, включенного в цепь исполнительной кнопки *ИК*. Таким образом после исполнения данного распоряжения устройство будет автоматически возвращаться в начальное положение и повторные включения будут устранены.

44а. Применение комбинационного импульсного кода

Особенность и преимущество импульсных систем состоят в том, что они не требуют передачи от передающей станции к приемной каких-



Фиг. 97

либо рабочих токов, а только посылки отдельных толчков (импульсов), воздействующих на приемные реле, включающие соответственным образом рабочую аппаратуру.

Такой способ работы дает гораздо большую свободу выбора средств связи, или, как иногда выражаются, каналов передачи. Что особенно важно, становится возможной передача по высоковольтным линиям посредством применения несущих токов высокой частоты или даже совсем беспроводная передача радиоволнами.

В дальнейшем мы рассмотрим несколько систем дальноуправления, основанных на использовании импульсного кода.

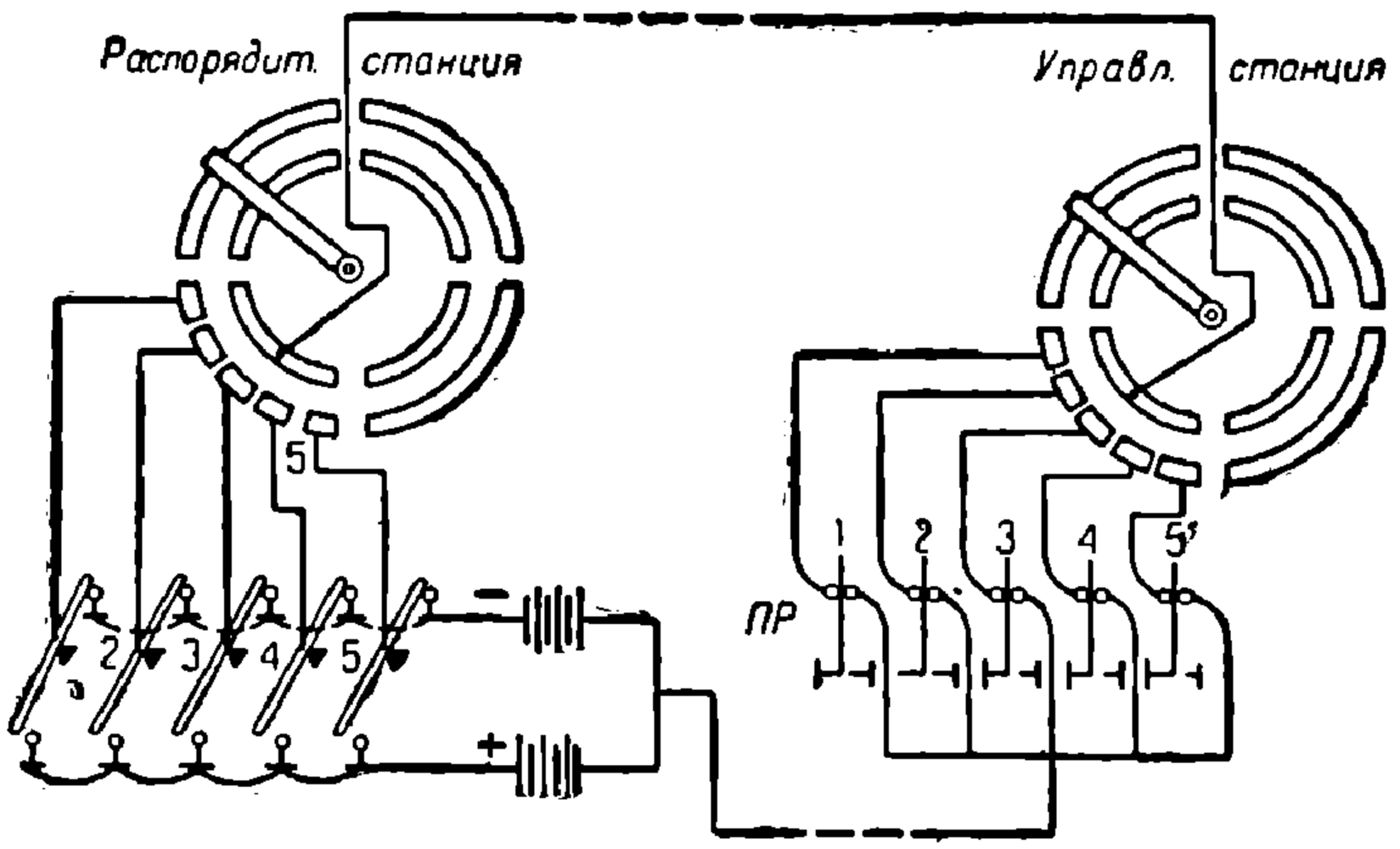
В основе этих систем лежат обычно идеи, применяемые в печатающей телеграфии или автоматической телефонии. Техникам сильных токов эти устройства не всегда хорошо знакомы.

Так как фирмы в своих описаниях подобного рода систем обычно не излагают механизма набора и расшифровки кода, то для пони-

НБ УДУНТ (ДПТ)

мания работы импульсных систем необходимо изложить общие принципы устройства аппаратов, при помощи которых это делается.

Первая задача, с которой мы встретимся в подобного рода системе дальноуправления, состоит в том, чтобы при помощи нажима распорядительной кнопки или посредством перевода распорядительного контактора автоматически получить отправление с распорядительной станции на управляемую надлежащего кода, т. е. группа импульсов, имеющих согласно коду соответственное данной операции значение: или, обратно, при замыкании на управляемой станции сигнальных контактов масляного выключателя получить отправление кода на распорядительную для подачи сигнала. Обычно выполнение операции делится в таких случаях на две части: первая серия импульсов или первый код посылается для подготовки цепи, соответствующей данному аппарату; затем второй код посылается для выполнений заданной операции в подготовленной цепи.



Фиг. 98. Схема устройства для посылки и приема импульсов по пятизначному коду.

Вторая задача состоит в том, чтобы полученная серия импульсов была надлежащим образом расшифрована, т. е. чтобы на приемной станции была подготовлена цепь именно данного аппарата, код которого получен, и произведена операция, опять-таки соответствующая второму полученному коду.

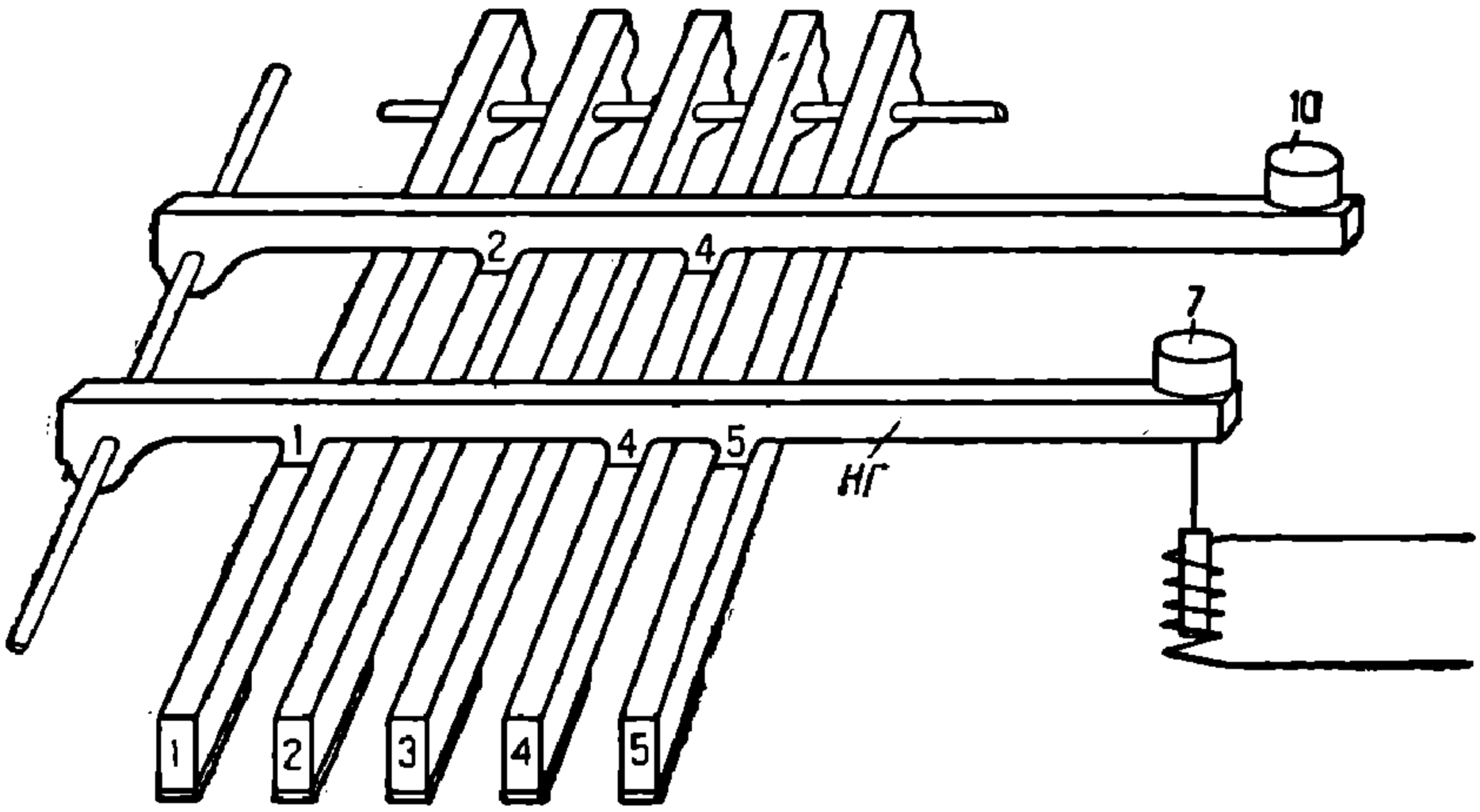
Рассмотрим выполнение первой задачи: посылку кода.

На схеме фиг. 98 изображен известный нам вращающийся распределитель, у которого один из квадрантов контактного поля соединен соответственно с контактными ключами, нормально лежащими на контактах, соединенных с — (минусом) источника тока. При нажатии любого из ключей он соединяется с + (плюсом) источника тока. Если ни один из ключей не нажат, то на приемную станцию посылается код — — — — — (пять отрицательных импульсов). При нажатии ключей *2* и *3* будет послан код — ++ — — и т. п.

В данном случае предположено, что код набирается отдельными клавишами (контактными ключами). Фиг. 99 поясняет, каким образом код может быть набран простым нажатием кнопки. Допустим, что масляному выключателю *7* соответствует код + —— ++ Как видно

УДУНТ НБ (ДГТУ)

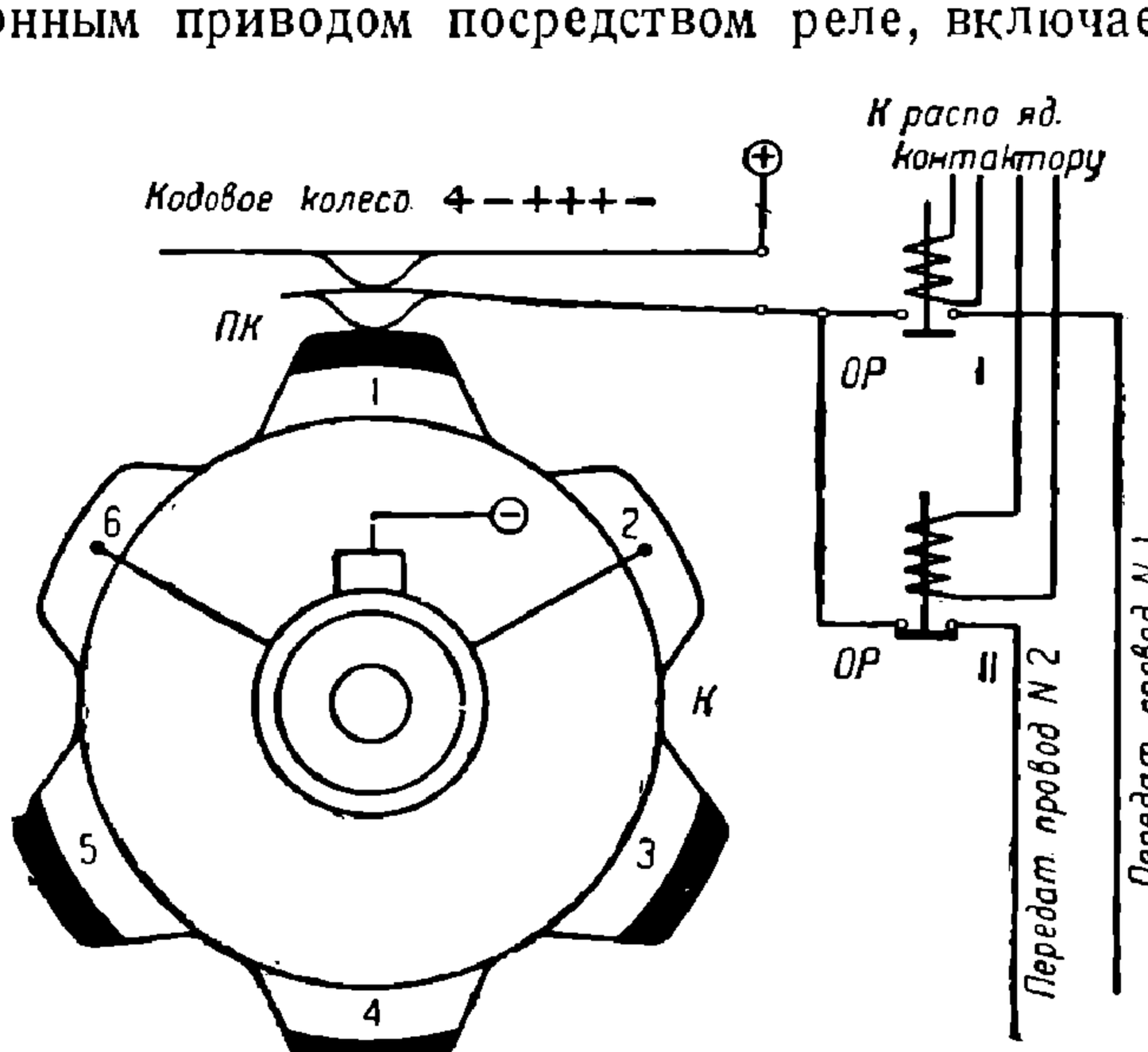
из чертежа, в поперечном направлении на импульсные клавиши накладывается наборная гребенка *НГ*, при нажатии которой сразу нажимается группа клавишей *1*, *4*, *5*, т. е. получится требуемый код. При на-



Фиг. 99. Схема наборной гребенки для получения сразу нужного набора импульсов согласно коду.

жатии гребенки *10* получится код — + — + — и т. д. Понятно, что передвижение гребенки может быть вызвано не только нажатием вручную, но и дистанционным приводом посредством реле, включаемого кнопкой на распорядительном пульте.

Другой способ автоматической посылки кода поясняется схемой фиг. 100. В данном случае кодовое колесо *К* имеет проводящие и изолированные выступы, которые создают соединение посыльного контакта *ПК* то с + (плюсом), то с — (минусом) источника тока, причем порядок посылки импульсов разного знака зависит от характера колеса. Каждое колесо соответствует своему номеру распорядительного контактора, которым и приключается через отправительное реле *ОР* к передаточному проводу.



Фиг. 100. Схема включения кодового колеса для шестиимпульсного кода.

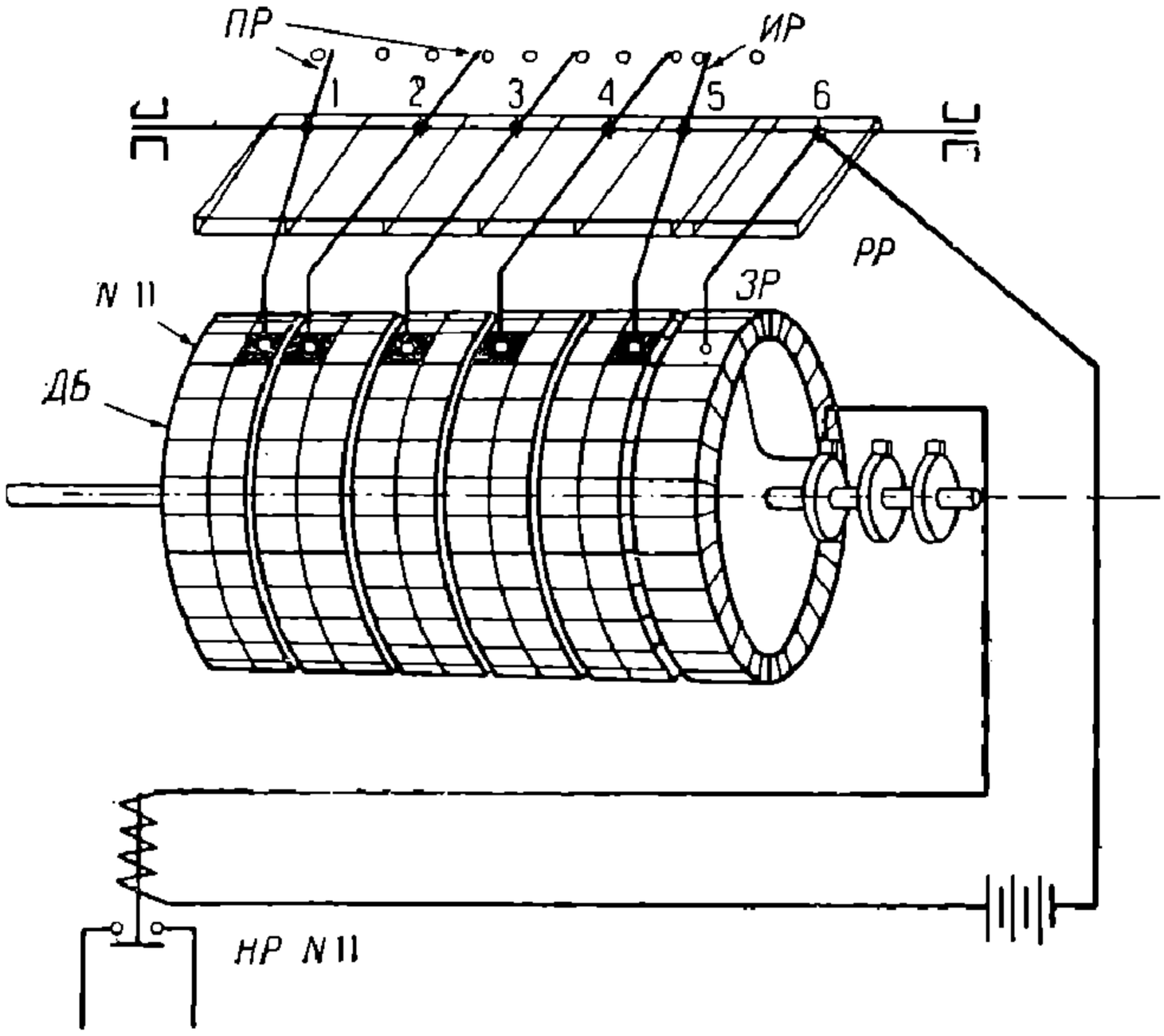
На фиг. 98 изображено, что пять делений, соответствующих пятизначному коду, занимают только один квадрант полной окружно-

НБ УДУНТ (ДИТ)

сти вращающегося избирателя Очевидно, и другие квадранты могут быть использованы для той же цели аналогичным образом. Таким образом один аппарат может быть использован для сообщения, например, с четырьмя подстанциями, причем распоряжения могут быть передаваемы одновременно.

Также и кодовое колесо может приключаться распорядительными реле OP_1, OP_2 и т. д. по выбору к различным передаточным проводам, которые могут итти на разные управляемые подстанции. И здесь можно представить себе одновременную передачу распоряжений нескольким подстанциям.

Предыдущими примерами нами грубо пояснена только самая идея подобных устройств. Конструктивное их осуществление может быть весьма разнообразно.



Фиг. 101. Схема дешифровального барабана для расшифрования полученного кода импульсов.

Вторая задача — выбор по данному коду импульсов цепи, которая должна быть включена, разрешается следующим образом. На схеме фиг. 101 *ДБ* избирательный или дешифровальный барабан имеет столько изолированных сегментов, сколько значащих комбинаций имеет данный код, и столько поперечных делений, сколько знаков, т. е. импульсов, в каждой комбинации. Каждое деление опять-таки делится на две части, из которых левая соответствует минусовому импульсу, а правая — плюсовому. Против каждого из делений имеется искатель, или избирательный разведчик *ИР*, могущий поворачиваться вправо и влево. Этот разведчик или сам представляет собой якорь поляризованного приемного реле *ПР* или связан с ним соответственным образом. Для выяснения действия этих поляризованных реле вернемся к схеме фиг. 98 и рассмотрим сторону управляемой станции. Контакты распределителя соединены с поляризованным и приемным реле *ПР*, которые при получении отрицательных импульсов остаются на месте, а при получении положительных импульсов отклоняются вправо, вызывая и соответственные передвижения разведчиков на схеме фиг. 101. Каждый сегмент избирательного барабана *ДБ* представляет собой как бы обращенную наборную гребенку, с той разницей, что на ней делаются выемки (ямки) против всех значащих импульсов данной комбинации таким образом, что для минусовых импульсов будут сделаны выемки в

НБ УДУНТ (ДІТ)

левой части деления, а для плюсовых — в правой. Таким образом сегмент, который условно обозначим *11*, соответствует коду+ — — — +. Когда такой код будет получен с распорядительной станции, то избирательные разведчики повернутся соответственным образом и, когда окажутся против сегмента *11*, то опустятся в выемки, которые сделаны соответственно данному коду, вместе с решеткой *PP* и замыкающим шестым разведчиком *3P*. Этот разведчик, прикоснувшись к крайнему контактному делению избирательного барабана, замкнет цепь тока соответственного номерного реле *HP 11*, которое в свою очередь замкнет своими контактами подготовительную цепь.

Существует целый ряд других способов осуществить избирательное включение с помощью системы импульсов.

Система дальноуправления фирмы Westinghouse (Visicode Supervisory Control). Относительно описываемой далее в виде примера системы Westinghouse отметим, что существует система автоматической телефонии фирмы Siemens & Halske, на 23 номера, аналогичная системе фирмы Western Electric Co, описанной нами раньше, но эти системы основаны на принципе поворотных избирателей, а не на передаче кода импульсов.

Система Westinghouse дает возможность передачи распорядительных сигналов и производства операций по управлению, а также получения показаний приборов и обратных сигналов с помощью только двух проводов. Она особенно пригодна для случаев, когда ряд небольших сравнительно подстанций расположен по одной линии, например, подстанций электрических железных дорог, дальных перекачных трубопроводов и т. п. Количество аппаратов, которые могут быть контролируемы на одной станции, ограничивается 23. Когда требуется управлять большим количеством устройств, необходимо применение 4 проводов.

Внешняя конструкция этого устройства совершенно аналогична ранее описанным в § 28 командным устройствам дальноуправления на небольшие расстояния.

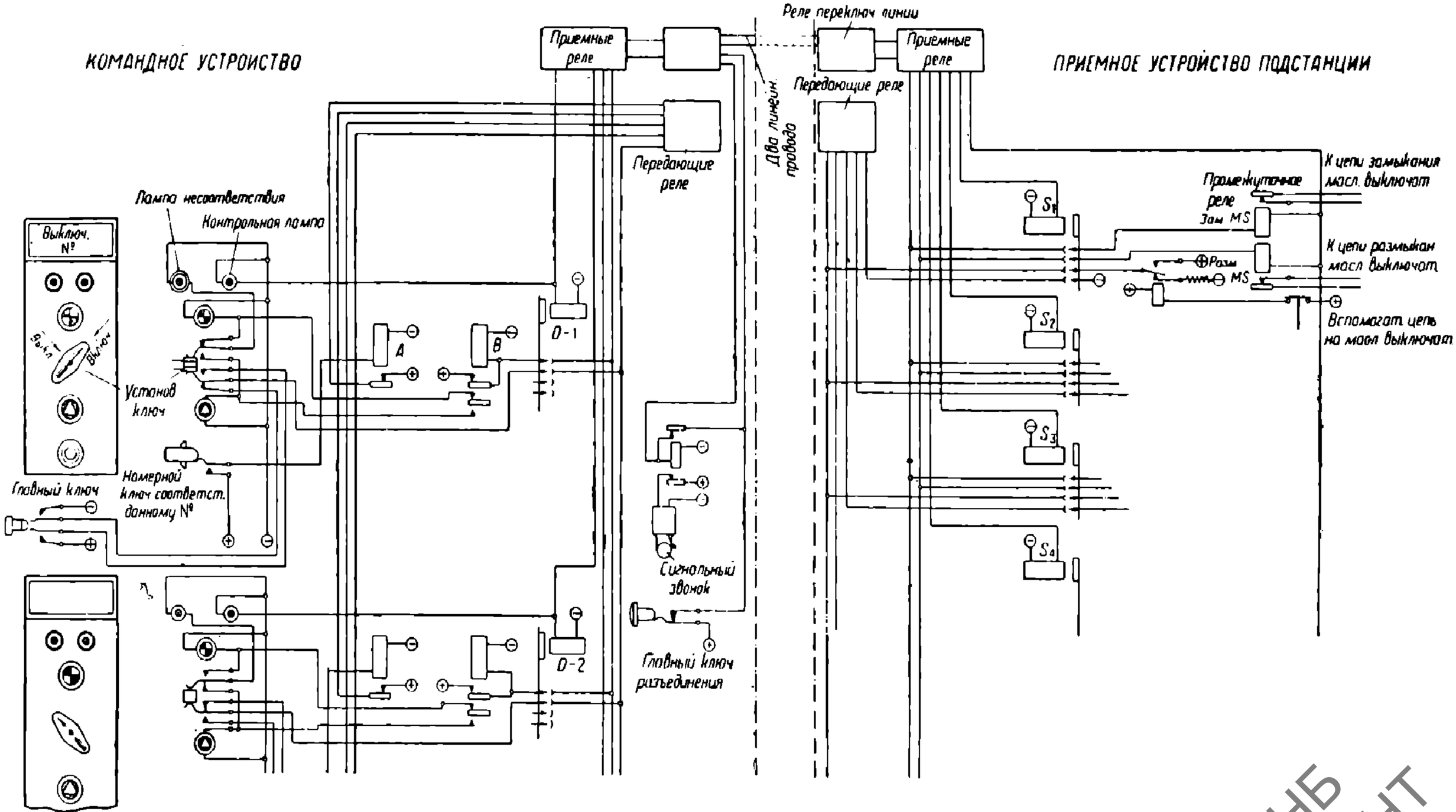
Для каждого управляемого аппарата предусматривается особый щиток с соответствующим данному аппарату распорядительным ключом и сигнальными лампами (фиг. 102). Щитки эти укрепляются на стальных панелях размером 400×2 250 *мм* или на пультах и могут быть при этом включены в мнемоническую схему. Для разного рода аппаратов, разных напряжений и т. п. щитки могут быть окрашиваемы в разные цвета.

На подстанции в добавление к обычным реле дальнего управления необходимы еще промежуточные реле. Они служат для замыкания тех цепей, которые нормально замыкаются вручную при обычном обслуживании.

Десять таких двуполюсных реле собираются в общем кожухе и обслуживают управление пяти цепей масляных выключателей или тому подобных аппаратов.

Система Visicode основана на производстве всех включений с помощью реле, обычно применяемых для дальнодействующего управления. Эти реле — стандартного типа, применяемого в автоматической телефонии и уже достаточно зарекомендованного.

НБ УДУТ (ДИТ)



Фиг. 102. Схема устройства дальноуправления системы Westinghouse «Visicode Supervisory Control».

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Применение этих реле в практике устройств дальноуправления тоже вполне себя оправдало. Источником тока выбирается батарея в 48 V.

Более детально характер устройства и его действие могут быть пояснены посредством схемы, изображенной на фиг. 102.

Для примера рассмотрим замыкание масляного выключателя. Для этого необходимо:

1. Повернуть в положение «включено» маневренный установочный ключ.

2. Нажать номерный ключ данного выключателя, вследствие чего возбуждается реле *A*.

3. Возбуждение реле *A* вызывает посылку определенной группы импульсов на управляемую подстанцию, где получение этой группы сигналов вызывает возбуждение реле.

4. Реле S_1, будучи возбуждено, вызывает передачу той же определенной группы импульсов обратно на распорядительный пункт, где вследствие этого возбуждается реле D_1.

5. Реле D_1 зажигает контрольную лампу выбора на щитке выключателя *I*, что свидетельствует, что цепь для операции подготовлена.

6. Чтобы замкнуть выключатель, нажимается главный ключ, что вызывает передачу пяти импульсов на подстанцию, где эта группа импульсов через контакты уже включенного избирательного реле S_1 возбуждает промежуточное реле *MS* цепи замыкания масляного выключателя. Последнее в свою очередь замыкает эту цепь, и выключатель включен.

7. При включении выключателя изменяется положение замыкателя вспомогательных контактов и вследствие этого переводится положение якорька переключательного реле *C*.

8. Реле *C*, изменив положение, посылает пять импульсов на распорядительный пункт, где они по получении через контакты реле D_2 воздействуют на номерное переключательное реле *B*, вследствие чего изменяется горение сигнальных ламп на щитке *I* (тухнет зеленая лампа и зажигается красная). После этого все оборудование возвращается в свое нормальное положение.

Главный ключ разъединения может быть использован в любое время для приведения всего оборудования в нормальное начальное состояние, если требуется прекратить и отменить уже начатую операцию.

Для включения масляного выключателя ход операции тот же самый, только маневренный ключ ставится на «выключено» передающее реле посылают по 3 импульса вместо 5.

Если с одного распорядительного пункта управляется несколько подстанций, то производство операций усложняется только в том отношении, что предварительно посылается серия импульсов, выбирающая данную станцию и выключающая остальные.

Таким образом все действие системы основано на посылке и приеме серий импульсов. Следование операций настолько быстро, что занимает всего несколько секунд, причем обеспечен быстрый и надежный контроль. Если серия импульсов передана неправильно, то операция не производится. Таким образом всякие внешние влияния на провода не могут произвести никаких неправильных операций.

НГВУ УДУНТ (ДИТ)

Если выключатель выключается автоматически, то на распорядительную станцию автоматически посылается серия импульсов, которая возбудит реле, переключающее красную лампу на зеленую, зажигающее белую лампу несоответствия и, кроме того, включающую цепь сигнального звонка. Если несколько масляных выключателей выпадают сразу, то сигнальные группы импульсов будут переданы одна за другой, так что на распорядительном пункте получится полная картина происшедшего.

Нормальное устройство находится в покое, и преимущество имеет передача сигналов с управляемой подстанции.

45. Смешанная (комбинированная) система «Polaricode»

Совершенно своеобразную систему импульсного типа представляет собой система «Polaricode» американской фирмы Westinghouse.

В этой системе та или другая комбинация включений на приемной станции достигается не изменением набора однообразных хотя и противоположно направленных импульсов, а изменением характера импульсов.

Это дает возможность обойтись только двумя проводами, избежав вместе с тем применения вращающихся избирателей.

Схема на фиг. 103 поясняет основную идею этой системы. Слева изображена распорядительная станция, а справа — приемная (управляемая). Посредством включения в цепи избирательных реле на приемной станции выпрямителей и конденсатора достигается, что с импульсом данного характера связано включение определенного распорядительного реле.

Распорядительных реле имеется пять: № 1, 2, 3, 4 и 5, а вспомогательных избирательных реле — три: *P*, *N* и *A*. Из них реле *P* воспринимает только импульсы одного направления (положительные), реле *N* — импульсы противоположного направления (отрицательные), реле *A* воспринимает только импульсы переменного тока (изменяющиеся по интенсивности).

Имеющаяся на распорядительной станции батарея в соединении с переключателем дает возможность послать на линию пять видов импульсов: 1) импульсы постоянного тока в одном направлении, принимаемом за положительное; 2) импульсы постоянного тока в обратном направлении, принимаемом за отрицательное; 3) полуволны (импульсы переменной интенсивности) положительного знака; 4) полуволны отрицательного знака и 5) импульсы переменного тока.

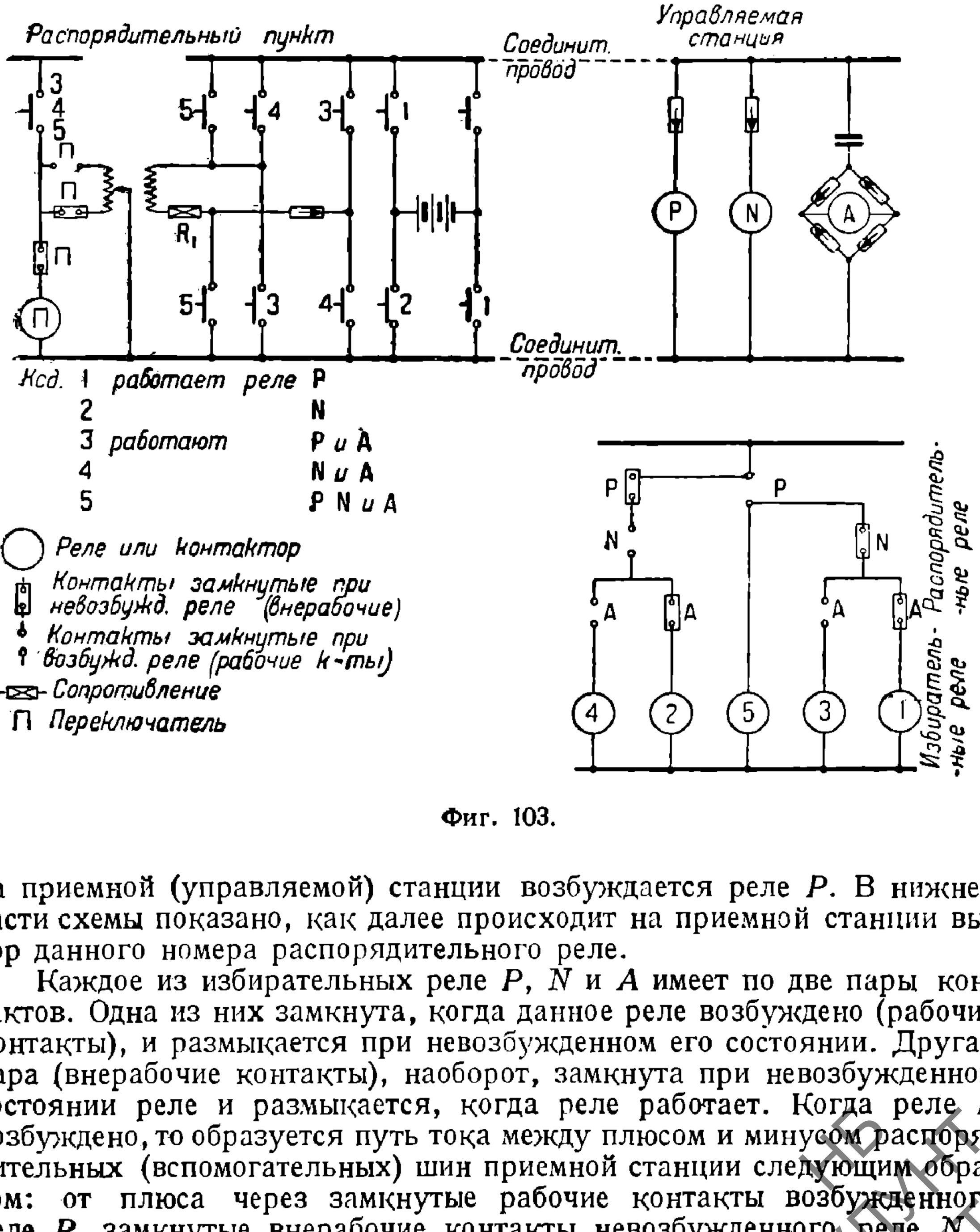
Показанные на схеме выпрямители поставлены таким образом, что при посылке на линию импульса постоянного тока в направлении, принимаемом за положительное, ток может пройти только через цепь реле *P*, реагирующего на положительные импульсы. В цепях реле *N* и *A* ток задерживается фильтрующим выпрямителем и конденсатором. При посылке отрицательного импульса постоянного тока он может пройти только через реле *N* по аналогичным причинам. Когда на линию посылается положительная полуволна, реагируют на нее реле *P* и *A*, при посылке отрицательной полуволны — реле *N* и *A*, наконец,

НБ УДУНТ (ДІТ)

при посылке на линию переменного тока реагируют все три реле — *P*, *N* и *A*.

Таким образом получается пять комбинаций, из которых каждая может быть использована для включения определенной распорядительной цепи, или линии.

Более детально это может быть пояснено с помощью схемы фиг. 103. Для посылки на линию положительного импульса нажимается на распорядительной станции кнопка *1*. Она соединяет положительный полюс батареи с верхним проводом, а отрицательный — с нижним. При этом



Фиг. 103.

на приемной (управляемой) станции возбуждается реле *P*. В нижней части схемы показано, как далее происходит на приемной станции выбор данного номера распорядительного реле.

Каждое из избирательных реле *P*, *N* и *A* имеет по две пары контактов. Одна из них замкнута, когда данное реле возбуждено (рабочие контакты), и размыкается при невозбужденном его состоянии. Другая пара (внерабочие контакты), наоборот, замкнута при невозбужденном состоянии реле и размыкается, когда реле работает. Когда реле *P* возбуждено, то образуется путь тока между плюсом и минусом распорядительных (вспомогательных) шин приемной станции следующим образом: от плюса через замкнутые рабочие контакты возбужденного реле *P*, замкнутые внерабочие контакты невозбужденного реле *N* и

НВ УДУТ (ДИТ)

замкнутые внерабочие контакты невозбужденного реле *A* через распорядительное реле *1*, которое включает соответствующую цепь.

При посылке на линию отрицательного импульса, что достигается нажатием на распорядительной станции кнопки *2*, возбуждается на приемной станции избирательное реле *N*. Путь тока между распорядительными шинами приемной станции следующий: от плюса через внерабочие контакты невозбужденного реле *P*, рабочие контакты возбужденного реле *N* и внерабочие контакты невозбужденного реле *A* через распорядительное реле *2*.

При нажатии кнопок *3*, *4* и *5* включается переключатель *V*, который посылает на линию импульсы указанных выше типов— положительные полуволны, отрицательные полуволны и переменный ток. Нетрудно проследить, что при этих типах импульсов произойдет каждый раз замыкание соответственного распорядительного реле через свойственную ему комбинацию включения контактов избирательных реле и, следовательно, включение соответственной распорядительной цепи или провода (*3*, *4*, *5*).

Очевидно, таким образом может быть осуществлено управление только пятью аппаратами.

Для того чтобы увеличить их число, используется перекрестное комбинационное включение (см. приложение II). После выбора провода в одной группе производятся переключение на другую группу и выбор провода в ней.

Включение первой группы снабжается самозакреплением. Реле, получившее двойное возбуждение от двух выбранных распорядительных цепей, включает рабочую цепь соответственного аппарата. Таким образом число включаемых аппаратов может быть увеличено до 23. Два реле используются для вспомогательных переключений.

46. Устройства дальноуправления, работающие на принципе передачи комплементарных чисел импульсов

Система AEG. Описанные системы дальноуправления, основанные на передаче определенного кода импульсов, могут вызвать то возражение, что при посылке данного кода возможны искажения и неправильная передача группы импульсов вследствие мешающих влияний проводов сильного тока, принимающих значительную интенсивность во время коротких замыканий и сильных заземлений, несмотря на принимаемые предохранительные и защитные меры.

Хотя вероятность, что при этом получится какой-то другой значащий код, чрезвычайно мала, но нельзя считать ее абсолютно исключенной. От этого до известной меры может застраховать автоматическое выключение дальноуправляющих устройств на время переходных явлений, связанных с такого рода авариями, если они отзываются на системе дальноуправления.

Однако такой способ не может считаться вполне удобным и рациональным.

Система посылки двух групп импульсов, числа которых всегда комплементарны по отношению друг к другу, т. е одно дополняет другое до определенной суммы, должна дать полную гарантию

НБ УДУНТ (ДІІТ)

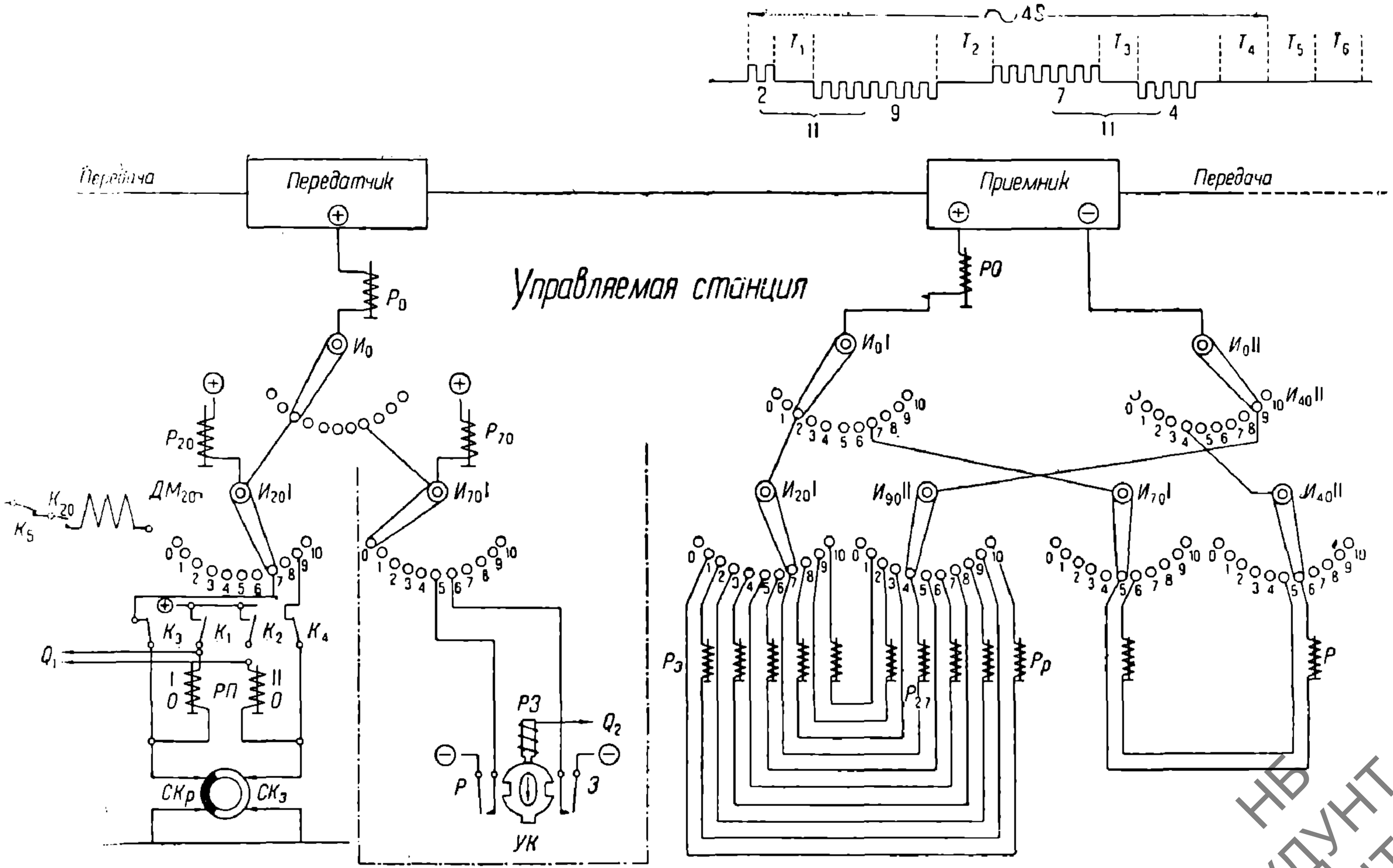


Рис. 104. Схема дальноуправляющего устройства, работающего на принципе передачи комплементарных чисел импульсов системы AEG.

НБ УДУНТ (ДНТ)

искажения.

Мы поясним только общие основания этой системы, так как детали отдельных устройств, из которых она состоит, не отличаются в принципе от тех, которые были уже ранее описаны.

Фиг. 104 дает принципиальную схему такого устройства, выполняемого фирмой AEG.

Сверху справа показан графически вид посылаемого кода для передачи цифры 27, которая соответствует какой-то определенной операции, например, включению масляного выключателя 27. Для образования цепи включения необходима еще посылка добавочного комплементарного кода, характеризуемого числом 94. Числа эти составляются следующим образом. Каждая посылка кода состоит, например, из 11 импульсов, т. е. 11 является кодовым числом, или в данном случае обязательной суммой. Одна часть этих импульсов положительна, другая отрицательна, причем все положительные импульсы подаются непрерывно одной группой, а затем с некоторым интервалом все отрицательные.

Импульсы эти служат для приведения в движение двух групп избирателей. Передвижение это производится движущим магнитом *ДМ*, показанным схематически возле одного из избирателей слева. О механизме этого передвижения уже говорилось раньше.

Отличительная идея устройства состоит в следующем:

При обычной системе избирательного включения распорядительная цепь данного номера составлялась, коль скоро избирательная рукоятка устанавливалась на этом номере. В данном случае распорядительная цепь приемного устройства (показана справа) может быть составлена только установкой двух избирателей или же двух групп избирателей (при десятичной системе включения) таким образом, что первая группа устанавливается на данный номер, например, 27, а вторая на числа, дополняющие до суммы 11, т. е. 7 и 4. Только при этом условии замыкается цепь распорядительного реле P_{27}.

Очевидно, при таком способе включения ошибочная передача какого-либо кода импульсов не может иметь никаких последствий, так как при этом не составится никакой распорядительной цепи. Необходимо совершенно невероятное совпадение двух ошибок в двух следующих друг за другом группах импульсов и притом таким образом, чтобы при этих ошибках составились комплементарные числа, что, конечно, практически невозможно.

Нетрудно видеть, что получаемая, таким образом, чрезвычайная надежность работы покупается ценой удвоения числа избирателей или во всяком случае числа необходимых контактов, причем, если, как то предполагается в данном устройстве, каждому числу соответствует только одна операция, например, включение или выключение, то количество обслуживаемых масляных выключателей равно только половине числа составляемых номеров.

Работа устройства происходит следующим образом: на распорядительной станции при повороте контактора или нажатии кнопки, соответствующей данному номеру, приводится в движение кодовый механизм того или иного устройства, например, в виде кодовых колес-

НВТ УДУНТ (ДІІТ)

комплекте, причем элементы их попарно связаны друг с другом таким образом, что из каждой пары, например, сперва одно кодовое колесо посылает заданное число положительных импульсов, а затем второе комплементарное число отрицательных импульсов. Между группами импульсов имеются небольшие интервалы.

На управляемой станции посылка этих импульсов устанавливает соответственным образом сперва избиратели $И_0I$ и $И_0II$ на цифру десятков. Затем следует интервал T_2, во время которого выключаются движущие магниты группы десятков и включаются движущие магниты группы единиц. После этого следует посылка второго кода импульсов, основного и комплементарного, вследствие чего на тех избирателях второй группы, которые присоединены к номерам, соответствующим числу десятков и комплементарному ему, указательные рукоятки устанавливаются на заданном числе единиц и комплементарном ему. Таким образом из второй группы указателей придут в движение только указатели $И_{20}$ и $И_{90}$. Если бы было задано число 75, то во второй группе пришли бы в движение избиратели $И_{70}$ и $И_{40}$.

На этих избирателях $И_{20}$ и $И_{90}$ установятся соответственно для числа 27 числа 9 и 4. Для числа 75 на избирателях $И_{70}$ и $И_{40}$ установятся числа 5 и 6.

Хотя из второй группы — избирателей единиц — изображено на чертеже только четыре, но ясно, что их число, вообще говоря, зависит от числа необходимых номеров. Для ста номеров необходимо было бы иметь в каждой группе по одному первичному избирателю (десятков) и по десяти вторичных (для единиц).

Система эта вполне соответствует десятичной системе, принятой в автоматической телефонии. В телефонной практике такого рода избиратели называются большей частью и с к а т е л я м и.

После установки числа единиц следует опять интервал, после которого номерное реле P_{27} приходит в действие и включает цепь для осуществления заданной операции. Одновременно возбуждается остановочное реле *РО*, которое вызывает посылку на распорядительную станцию кода импульсов, останавливающего через посредство соответственного реле ход механизмов и возвращающего их в начальное положение. Операции от пуска в ход механизма до интервала T_4 включительно требуют 4 сек. времени. Интервал T_5 — включения и T_6 — остановки механизма так соразмерены, что за это время включение масляного выключателя может произойти только один раз. Этим устраняется возможность вторичных включений, если масляный выключатель по включении немедленно выбрасывается вследствие короткого замыкания или перегрузки.

Рассмотрим теперь посылку сигнального извещения о перемене положения масляного выключателя.

Пуск в ход всего устройства, очевидно, в этом случае должен исходить от сигнальных контактов масляного выключателя, которые обозначены *СКР* для разомкнутого положения и *СКЗ* для замкнутого. С сигнальными контактами соединены включенные друг против друга обмотки O' и O'' пускового реле *РП*, которое через свои контакты K_1 и K_2 нормально удерживается в рабочем состоянии.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

конечное положение, показанное на чертеже, то реле *РП* отпадает, так как его удерживающая цепь прерывается у сигнальных контактов и у контакта K_2. Если даже перемещение выключателя происходит настолько быстро, что он достигает нового положения, прежде чем пусковое реле успевает отпасть, или перекроются во время изменения оба сигнальных контакта, то и в этом случае вследствие противовключения обмоток *О'* и *О''* (в данном случае с применением приспособления для замедления изменений поля вторичной обмотки) достигается совершенно надежное отпадание пускового реле. Этим обеспечивается вполне надежная работа даже и при приключении его к быстродействующим выключателям, к контактам реле или контактам ступенчатых коммутаторов, причем точная их установка не имеет значения.

Пусковое реле *РП* пускает в ход описанный выше избирательный механизм, состоящий из двух групп избирателей (для десятков и единиц), связанных с общим передатчиком импульсов.

Избиратели (искатели) отыскивают соответственные числа, но в обратном порядке, начиная с единиц. Передвижение их искателя $И_{20}$ производится движущим магнитом $ДМ_{20}$, попеременное возбуждение которого производится посредством контакта K_5 реле *РП* через не показанный на чертеже прерыватель до тех пор, пока цепь возбуждения по достижении требуемой цифры не будет прервана избирательным реле P_{20} посредством его контакта K_{20}. После этого останавливается искатель $И_{20}$ и приходит в действие искатель $И_0$, который в свою очередь, достигнув заданной цифры, останавливается остановочным реле P_0. После образования заданного числа, в данном случае 27, приходит в действие кодовый механизм, посылающий на распорядительную станцию соответственные серии импульсов 2-9-7-4. Если соответственная операция (в данном случае переключение контрольных ламп и включение известительной лампы) на распорядительной станции выполнена надлежащим образом, оттуда посылается обратный подтвердительный импульсный код, вследствие чего через провод Q_1 получает возбуждение обмотка *О'* пускового реле *РП*, и оно, замыкая свой контакт K'_1, снова переходит в начальное положение. Вследствие размыкания контакта K_3 отпадают реле P_{20} и P_0 и искатели возвращаются в отправное положение.

Функционирование передатчика импульсов при одновременной перемене положения нескольких выключателей будет понятно, если принять во внимание, что всегда полностью может быть образована только одна цепь. Номерное число, соответствующее каждой последующей операции, может быть образовано только до предпоследнего десятка и в таком положении будет сохранено до тех пор, пока предыдущий код импульсов не будет отослан полностью и не станет возможным новое переключение. Так как установка числа для полного кода импульсов требует от 0,1 до 0,5 сек., то две перемены положения, последовавшие одна за другой на протяжении 0,5 сек., будут переданы в соответствующей последовательности. Если же промежуток между ними меньше или же сразу выключается несколько выключателей, что случается чрезвычайно редко, то сигнальные извещения будут переданы в порядке, соответствующем скоростям составления тре-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

рых требуют минимального времени для составления

Способ передачи кодов-импульсов, распространенный подсистемами с средней частотой передач (выдержка установленным пунктиром, так как обычно эта часть устройства помещается на распределительном стенде). Замыкание цепи размыкающего Р или замыкающего З приводит к подключению устройством УИ, который устанавливается в заданное положение согласно реле УК. В остальном функционирование устройства происходит таким же образом, как и при замыкании цепи сигнальными контактами выключателя.

Рассмотренная система, так же как и ряд отечественных систем типа Westinghouse, дает возможность передать размыкающий и обратный контрольные сигналы используемым управляемым станциям по одному и тому же средству, или, следуя принятой терминологии, каналу передачи. Мы применяем это общее выражение, так как речь может идти не только о связи по специальным проводам диспетчерской, но также и о присоединении к высоковольтным проводам для передачи несущими токами или даже о направленной радиопередаче.

В этом случае добавляется на управляемых станциях специальный аппарат (блокирующий) механизм, который выключает на время данную станцию при посылке определенного кода. Таким образом выключается все станции, кроме одной, которая и воспринимает посылаемые с распределительной станции коды импульсов.

Таким, когда один из управляемых станций начинает подачу контрольных сигналов, она сперва посылает код, запирающий все остальные станции (кроме распределительной), и сигналы получает только распределительная станция.

47. Приспособление дуальной системы к дальней импульсной передаче (системе Bicron & Hulske)

В предыдущем параграфе были описаны одни из систем, стабильная работа которых достигнута по возможности абсолютной надежности в отношении правильности передачи кода, соответствующего данному распоряжению. Отметим, что при решении этой задачи имеется существенным не столько полное устранение искажений передачи, что практически было бы слишком трудно осуществимо, сколько недопущение выполнения каких-либо операций по искаженному распределительному коду.

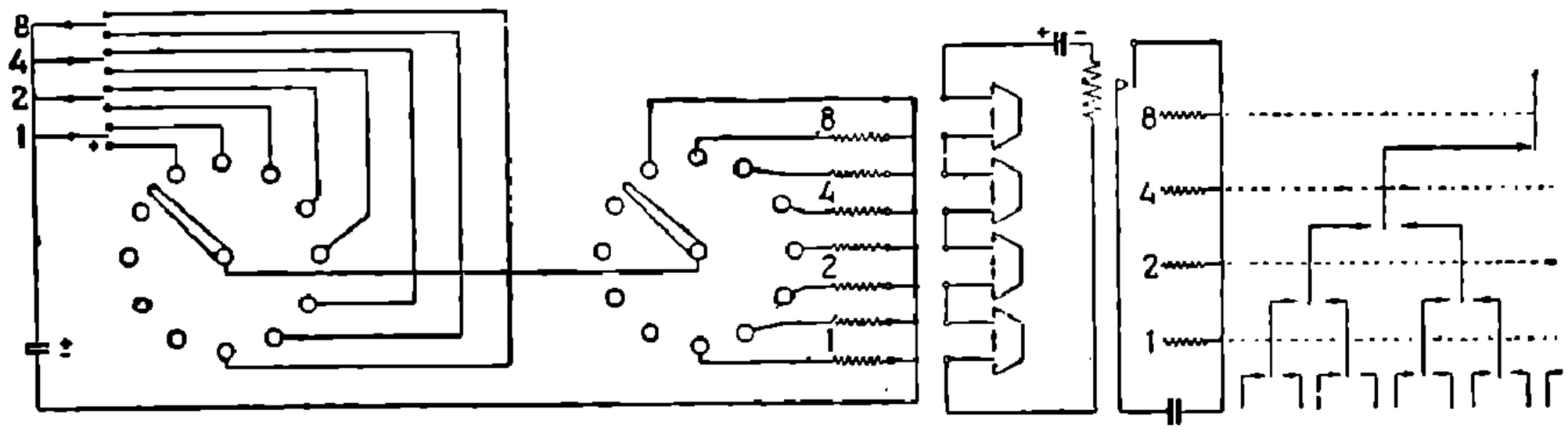
Вопрос, следовательно, сводится к нахождению способа передачи, при котором искажение кода само собой автоматически исключало бы возможность создания распределительной цепи или во всяком случае получение ею напряжения. Как мы видели, фирмой АЕГ выбран был для этого способ составления постоянного контрольного числа, складываемого при выборе кода из двух комплементарных чисел.

Несколько иначе подошла к решению того же вопроса фирма Siemens & Halske, приспособила дуальную систему, общие принципы которой описаны в § 40, к дальней импульсной передаче.

Как было указано в § 40, если использовать один лишь принцип простого комбинирования включений, число проводов получается все-таки слишком значительным для дальней передачи. Поэтому система с вращающимися избирателями в этих случаях должна получить перевес. Однако следует принять во внимание и то обстоятельство, что при большом числе обслуживаемых аппаратов количество контактов у вращающихся избирателей становится очень велико и приходится вводить по нескольку вращающихся избирателей, что опять-таки вызывает увеличение числа проводов, или же вводить так называемые предыскатели, выбирающие из нескольких избирателей требуемый, что значительно усложняет аппаратуру.

Интересным вариантом решения поставленной задачи, соединить минимальное количество проводов и безошибочность выбора при передаче, является совместное применение вращающихся избирателей с дуальной системой при наличии специальной контрольной цепи, предохраняющей от неправильных включений.

Упрощенная принципиальная схема такого рода устройства изображена на фиг. 105. В данном случае число вращающихся избирателей



Фиг. 105

всегда может быть сведено к одной паре, а следовательно, и число проводов или каналов передачи может быть минимальное, требующееся для соединения только двух синхронных избирателей.

Двух избирателей всегда будет достаточно, так как число контактов их должно соответствовать количеству переключательных реле дуальной системы, которое соответствует количеству требующихся дуальных чисел. Таким образом для 512 распорядительных цепей потребовалось бы для простейшего типа устройства 10 контактов. В действительности по соображениям, изложенным далее, число контактов увеличивается вдвое.

Выбор данного номера распорядительной цепи (соответствующей данному номеру аппарата) осуществляется посредством применения импульсного кода, описанного в § 44, следующим образом.

Каждому из переключательных реле пирамиды дуального включения дается свой номер, как то сделано на схеме фиг. 75.

В приложении II приведена таблица, из которой видно, что запись комбинаций включения переключательных реле, составленная таким образом, что включенное реле обозначено + (плюсом), а невключенное — (минусом), совершенно аналогична импульсному коду (см. таблицу приложения II, § 6).

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Очевидно, что этот импульсный код, передаваемый посредством вращающихся избирателей и соответственным набором клавишных ключей (с применением в случае надобности наборной гребенки), может быть использован для установки на приемной станции заданной комбинации переключательных реле.

Для того чтобы обеспечить невозможность осуществления операций в случае неправильной передачи кода, введена специальная контрольная цепь.

Действие этой контрольной цепи состоит в следующем: как можно видеть из схемы фиг. 105а, каждое переключательное реле получает на вращающемся избирателе по два контакта, т. е. общее число контактов избирателя, как о том уже упоминалось, удваивается. Вместе с тем как бы удваивается каждый значущий знак кода. Точнее говоря, он составляется из импульса и паузы (пропуска). При этом для передачи знака + (плюс) сперва передается импульс и затем следует пропуск, а для передачи знака — (минус), наоборот, сперва идет пропуск, а потом импульс. Если это изобразить графически, на ленте, таким образом, что импульсы и пропуски отпечатываются в двух разных строках, например, импульсы в верхней строке, а пропуски в нижней, то получились бы знаки следующего вида: ‾|_ и _|‾, из которых знак ‾|_ обозначает плюс, а знак _|‾ минус. Таким образом для кода + — — + получилась бы запись, изображенная на фиг. 105а [1].

Такой способ передачи имеет то преимущество, что всякое искажение при передаче того или другого знака тотчас же будет замечено. В самом деле, нарушение передачи может быть двоякого рода: выпадение какого-нибудь импульса или возникновение лишнего импульса вместо пропуска. И в том и в другом случае образование значущего кодового знака невозможно, так как на ленте записи получился бы или разрыв или повторение подряд более двух импульсов, что по коду не дает никакого значущего знака.

Очевидно, что контроль правильности передаваемого кода должен производиться автоматически. Осуществляется это следующим образом:

Каждый из двух контактов, соответствующих на избирателе данному переключательному реле, может быть посредством показанных слева переключателей присоединен к плюсу источника тока. Если присоединен первый контакт по ходу избирательной рукоятки, то на линию будет передан знак ‾|_, если же включен на плюс второй по ходу избирателя контакт, то будет передан знак _|‾

На приемной станции в цепи, замыкаемые избирателем, включаются кроме переключательных реле также соответствующие им реле контрольной цепи. Но при этом переключательные реле присоединены только к первому контакту, второй же для них является холостым. Поэтому цепи их реагируют только на первую часть кодового знака, и если это был пропуск (или отрицательный импульс), то они остаются

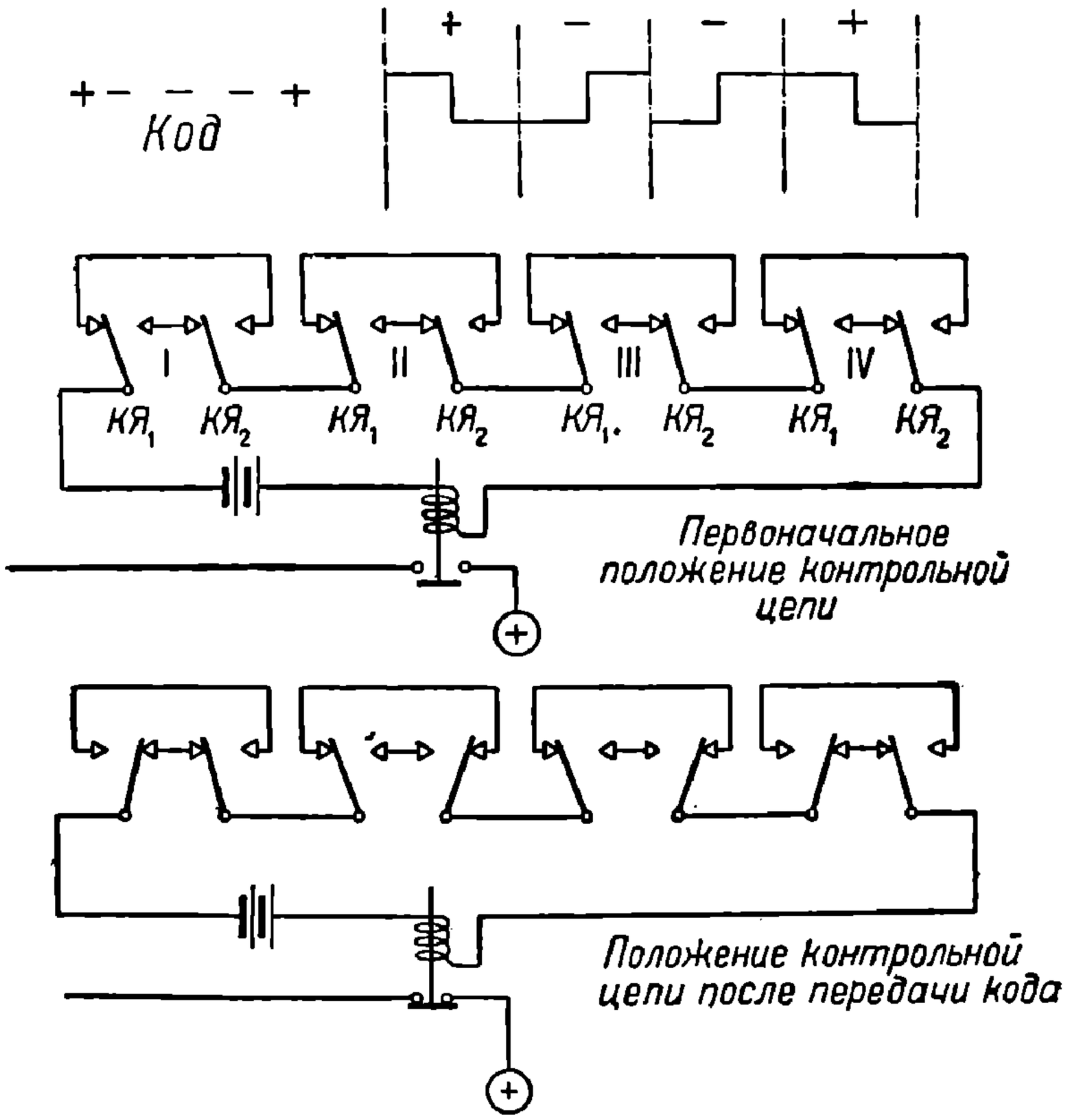
---

[1] Можно представить себе, что описанные двойные импульсы передаются посредством импульсов двух знаков — положительного и отрицательного (вместо пауз), запись получится та же.

НБ УДУНТ (ДІТ)

невозбужденными. Второй же импульс в кодовом знаке вообще может оказать на них никакого влияния.

Реле контрольной цепи, наоборот, присоединены к обоим контактам избирателя, соответствующим данному переключательному реле. Эти реле имеют по два контактных контрольных язычка — $КЯ_1$ и $КЯ_2$ отвечающих двум контактам данного номера на избирателе (фиг. 105а А и Б.) Язычки эти до начала передачи расположены таким образом, как показано на схеме *А* и контрольная цепь вследствие



Фиг. 105а.

этого разомкнута. Соответственно распорядительные шины (не показанные на схеме), включаемые реле *РШ*, лишены напряжения.

После передачи кода, если он был передан правильно, один из язычков *КЯ* — тот, который получил положительный импульс, — должен переменить свое положение, а другой — остаться на месте. Таким образом после приема изображенного сверху кода контрольная цепь должна принять вид, показанный на схеме *Б*, и через реле *РШ* подать напряжение на распорядительные шины.

Из данного разъяснения схемы фиг. 105а уже само собой понятно, как будет работать развернутое устройство для многозначного кода, изображенное на фиг. 105.

НБ УДУНТ (ДІТ)

ЧАСТЬ III

ДАЛЬНОИЗМЕРЕНИЕ

РАЗДЕЛ IX

ОБЩИЕ ЗАДАЧИ И ОСНОВЫ ДАЛЬНОИЗМЕРЕНИЯ

48. Задачи дальноизмерения, условия работы дальноизмерительных устройств

Потребность в дальноизмерении, естественно, возникает при всякой централизации управления. Однако поскольку централизация управления может иметь различные виды и степени, требования к дальноизмерению могут принимать тот или другой характер.

В основном эти требования могут быть двоякого рода:

1. Необходима бывает длительная все время продолжающаяся передача показаний для беспрерывного наблюдения за ходом эксплоатации, для функционирования самопишущих регистрирующих приборов и т. п.

2. Показания приборов нужны только по временам для нужд управления теми или другими машинами и устройствами и для проверки их работы, а также для выяснения положения дел в сети.

В чистом виде задачи дальноизмерения должны бы сводиться к передаче на расстояние показаний измерительных приборов для силы тока, напряжения, мощности активной и реактивной, частоты и других измеряемых величин, причем должна быть предусмотрена как возможность перемены их направления, так и необходимость регистрации самопишущими приборами.

Особенности управления электрическими системами добавляют к перечисленным еще некоторые новые задачи, как-то: суммирование однородных величин, замеренных в разных местах, например, нагрузки нескольких станций, работающих на общую сеть, и иногда воздействие на разного рода регулирующие устройства, контролирующие работу системы.

Точность, требуемая от дальноизмерения, пока речь идет только о надобности дальноуправления, может быть сравнительно невелика, так как обычно нужна только ориентировка в распределении нагрузок. Поэтому часто ошибка в пределах $\pm 3\%$ считается допустимой.

В некоторых случаях, например, при измерении частоты требуется значительно большая точность.

В остальном общего характера требования к устройствам для дальноизмерения сводятся к следующему:

НБ УДУНТ (ДИТ)

1. Независимость от сопротивления и качества изоляции проводов соединительной проводки, в частности независимость от влияния температуры. Для дальних расстояний возможность передачи по любого типа каналу связи.

2. По возможности отсутствие или минимальное количество вспомогательных источников тока и независимость от колебаний напряжения на их зажимах.

3. Простота устройства.

4. Дешевизна.

Условия работы дальноизмерительных устройств те же, что и для других устройств дальноуправления. Основным при проектировании является вопрос наиболее дешевого осуществления связи, т. е. соединения отправительного прибора (передатчика) с воспроизводящим показания (приемником). Число соединительных проводов должно быть минимальным, и, следовательно, дальноизмерительные приборы должны быть так сконструированы, чтобы, если нет необходимости в непрерывной передаче измерений, возможна была передача показаний при избирательном соединении отправительной и приемной станций посредством одного из типов избирателей, ранее нами рассмотренных.

При выборе типа дальноизмерения должны быть совместно обсуждены как тип самых дальноизмерительных устройств, так и характер соединительной проводки и тип избирателей, так как они взаимно влияют друг на друга.

В особенности свойства средств связи (провода, высокочастотная радиосвязь), посредством которых осуществляется передача воздействий отправительного прибора (передатчики) на приемный, оказывают наиболее существенное влияние на возможность применения того или другого метода дальноизмерения.

Кроме того, различны условия в зависимости от того, измерение какого рода величин должно быть передано: тока, напряжения или же мощностей и подобных им величин, зависящих от двух факторов. Существенное значение имеет также род тока—постоянный или переменный.

49. Определение дальноизмерения. Установление основной классификации

Дальноизмерение, подобно вообще дальноуправлению, является отраслью техники, возникшей в самые последние годы. Поэтому в ней применяемые названия не являются достаточно установившимися и определенными по своему значению.

В настоящее время имеется два основных термина: непосредственное измерение и дальноизмерение. Однако эта терминология не представляется удовлетворительной, поскольку она не покрывает собой вновь возникшего разнообразия измерительных устройств.

На практике мы встречаем следующие способы воздействия на прибор, показания которого служат для эксплоатационного использования (отсчета).

1. Прибор включается непосредственно в ту цепь, характеристичные величины которой измеряются, так что измеряемая величина воспринимается непосредственно самим прибором.

НБ УДУЭТ (ДІІТ)

2. Между прибором, по которому производится отсчет, и цепью, величины которой измеряются, включается посредствующий элемент, имеющий задачей изменить размерность, но не природу измеряемой величины (шунт, от которого ответвляются провода к измерительному прибору, трансформатор тока или напряжения).

3. Между прибором, по которому производится отсчет, и цепью, в которой наблюдается измеряемая величина, включается устройство, преобразующее изменения измеряемой величины в пропорциональные или вообще зависимые изменения другой величины, зачастую совершенно иной физической природы, для удобства передачи этих изменений к месту нахождения прибора.

Строго говоря, только первый случай может быть назван непосредственным измерением, так как при этом между местом восприятия измеряемой величины и прибором не имеется никаких посредствующих элементов, кроме проводов, сопротивление которых предполагается пренебрегаемым.

Однако в обычном словоупотреблении под непосредственным измерением понимают часто оба первые случая, когда измеряемая величина не меняет своей физической природы. В действительности второй случай можно назвать прямым, но посредственным измерением.

Третий случай представляет собой вполне определенный пример посредственного и косвенного измерения.

Таким образом для построения терминологии измерительных устройств имеются следующие основания:

1. Способ включения в цепь — непосредственное приключение к месту восприятия измеряемой величины или через посредство промежуточного элемента.

2. Расстояние между местом восприятия измеряемой величины и местом нахождения прибора, по которому производится отсчет.

3. Способ передачи воздействия на прибор для отсчета — прямая передача посредством величин той же физической природы или косвенная, включающая преобразование измеряемой величины в другую, более удобную для передачи, причем иной физической природы.

Отсюда возникает следующее подразделение:

I. Измерение: а) непосредственное и б) посредственное.

II. Измерение: а) на месте, б) дистанционное и в) дальноизмерение.

III. Измерение: а) прямое и б) косвенное.

Некоторыми авторами предлагалось дать определение дальноизмерению, исходя из противоположения методов передачи. Предлагалось называть дальноизмерением те случаи, когда недостаточно уже простого удлинения проводов или изменения величины вторичного тока трансформаторов тока, а необходимы специальные устройства для передачи отсчетов (показаний) [1].

Деление это отчасти совпадает с тем чисто внешним словесным критерием, что устройства непосредственного или прямого измерения применяются для сравнительно небольших расстояний, в то время как устройства косвенного измерения служат большей частью для получения измерительных показаний на далеких расстояниях.

---

[1] См., например, G. Keinath, ETZ, 1929, H. 24 или Janitzky Bull. ASE, 1930,

НБ УДУНТ (ДПТ)

Однако неудовлетворительность этой терминологии ясна из того, что одному из тех же авторов пришлось ввести понятие «непосредственное дальноизмерение» [1], например, для случая измерения напряжения на значительных расстояниях.

Обратно имеется ряд случаев применения косвенной передачи показаний на близкие расстояния. Главным образом это относится не к электрическим величинам, а вызывается необходимостью передачи для нужд централизованного управления ряда измерительных данных, относящихся к тепловому, водяному хозяйству и т. п. В данном случае это обосновывается естественным стремлением использовать преимущества электрической передачи и электрических вторичных приборов.

Однако и для случаев передачи сложных величин электрического характера, как, например, мощности, для суммирования показаний и т. п. может оказаться целесообразным применение косвенных методов передачи при сравнительно близких расстояниях.

Мы поэтому введем следующую классификацию, сообразуясь с той основной терминологией, которая была нами принята вообще для устройства дальноуправления.

1. Непосредственное измерение (на месте). Под этим наименованием мы будем понимать случай, когда измерительный прибор непосредственно приключается к месту восприятия измеряемой величины.

2. Дистанционное измерение. Те случаи, когда измерительный прибор, по которому производится отсчет, находится на известном расстоянии от места восприятия измеряемой величины, но в пределах той же установки, будем называть дистанционным измерением.

3. Дальноизмерение. К дальноизмерению будем относить те случаи, когда восприятие измеряемых величин происходит в пределах одной установки, а приборы для отсчета помещаются на другой установке, находящейся на значительном расстоянии. Как дополнительный признак будем принимать то обстоятельство, что в этом случае между местом восприятия измеряемой величины и измерительным прибором включается не обычного типа измерительная проводка, а специальная, например, специальный кабель, избирательная связь дальноуправления и т. п.

Заметим, что как дистанционное измерение, так и дальноизмерение могут иметь две разновидности.

2а. Дистанционное прямое измерение — обычный случай, когда преобразование измеряемой величины, если и производится, то только с целью изменения ее интенсивности.

2б. Дистанционное косвенное измерение с преобразованием измеряемой величины в величину иной природы (примеры: применение электрических указательных приборов для измерения тепловых величин, измерения количеств пара, воды, воздуха и т. п.).

3а. Прямое дальноизмерение. Пример — измерение напряжений на больших расстояниях с переносом отсчета в другую установку.

---

[1] См. G. Keinath, Die Technik Elektrischer Messgeräte, B. II.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

3б. Косвенное дальноизмерение — обычные случаи дальноизмерения с применением трансформации измеряемых величин.

Так как случай 3а представляет собой редкое исключение, почти не встречающееся на практике, то мы под дальноизмерением будем обычно понимать, когда это особо не оговаривается, случаи косвенного дальноизмерения.

Также под дистанционным измерением будем обычно понимать случай 2а — дистанционного прямого измерения.

50. Методы дальноизмерения

Методы дальноизмерения развивались под давлением указанного выше основного требования — обойтись минимальным количеством проводов.

В этом отношении непосредственное или прямое измерение разных величин находится в разных условиях.

Расстояние, на котором возможно произвести измерение напряжения постоянного тока с помощью парного провода (туда и обратно) определенного сечения, определяется потреблением тока измерительным инструментом и условием, что изменение сопротивления ΔR соединительных проводов вследствие возможных температурных колебаний Δt должно быть незначительно по сравнению с полным суммарным сопротивлением измерительного прибора и соединительных проводов.

Если ток $I = 1\,\text{mA}$ $\Delta R = 0{,}005 = (0{,}5\%)$ при $\Delta t = 15°\text{Ц}$, то при пользовании жилами телефонного кабеля, имеющими сопротивление от 40 до 70 Ω на 1 *км* длины, и при обычном в телефонной практике напряжении около 48 V можно допустить расстояние между местом восприятия измеряемой величины и измерительным прибором до 50 *км*.

Таким образом для измерения напряжений можно пользоваться способом прямого или даже непосредственного измерения при достаточно больших расстояниях, если имеется возможность применить достаточно чувствительные приборы. Однако такие приборы имеются только для постоянного тока.

Значительно неблагоприятнее обстоит дело при измерении токов. Даже если взять шунты с особо большим падением напряжения порядка 1V, очевидно, что и при применении наиболее чувствительных приборов перекрываемое расстояние не может превышать 1 *км*.

Еще затруднительнее условия при измерениях переменного тока. Кроме отсутствия столь чувствительных приборов, как для постоянного тока, влияет еще то обстоятельство, что силы токов в обмотках измерительных трансформаторов не могут быть слишком понижены. Уже понижение силы тока с нормальных 5,0 А до 1,0 или 0,5 А во вторичной обмотке трансформатора тока связано с применением таких напряжений, которые делают такого рода приборы мало пригодными для практического использования по соображению безопасности.

Теоретически можно было бы с помощью специальных конструкций измерительных трансформаторов перекрыть расстояния до 10,0—12,0 *км*. Обычно в такого рода установках соединение приборов отправительной (управляемой) и приемной (распорядительной) станций производится посредством телефонного кабеля с применением допол-

НБ УДУПТ (ДИТ)

3б. Косвенное дальноизмерение — обычные случаи дальноизмерения с применением трансформации измеряемых величин.

Так как случай 3а представляет собой редкое исключение, почти не встречающееся на практике, то мы под дальноизмерением будем обычно понимать, когда это особо не оговаривается, случаи косвенного дальноизмерения.

Также под дистанционным измерением будем обычно понимать случай 2а — дистанционного прямого измерения.

50. Методы дальноизмерения

Методы дальноизмерения развивались под давлением указанного выше основного требования — обойтись минимальным количеством проводов.

В этом отношении непосредственное или прямое измерение разных величин находится в разных условиях.

Расстояние, на котором возможно произвести измерение напряжения постоянного тока с помощью парного провода (туда и обратно) определенного сечения, определяется потреблением тока измерительным инструментом и условием, что изменение сопротивления ΔR соединительных проводов вследствие возможных температурных колебаний Δt должно быть незначительно по сравнению с полным суммарным сопротивлением измерительного прибора и соединительных проводов.

Если ток $I = 1\,\text{mA}$ $\Delta R = 0{,}005 = (0{,}5\%)$ при $\Delta t = 15°\text{Ц}$, то при пользовании жилами телефонного кабеля, имеющими сопротивление от 40 до 70 Ω на 1 *км* длины, и при обычном в телефонной практике напряжении около 48 V можно допустить расстояние между местом восприятия измеряемой величины и измерительным прибором до 50 *км*.

Таким образом для измерения напряжений можно пользоваться способом прямого или даже непосредственного измерения при достаточно больших расстояниях, если имеется возможность применить достаточно чувствительные приборы. Однако такие приборы имеются только для постоянного тока.

Значительно неблагоприятнее обстоит дело при измерении токов. Даже если взять шунты с особо большим падением напряжения порядка 1V, очевидно, что и при применении наиболее чувствительных приборов перекрываемое расстояние не может превышать 1 *км*.

Еще затруднительнее условия при измерениях переменного тока. Кроме отсутствия столь чувствительных приборов, как для постоянного тока, влияет еще то обстоятельство, что силы токов в обмотках измерительных трансформаторов не могут быть слишком понижены. Уже понижение силы тока с нормальных 5,0 А до 1,0 или 0,5 А во вторичной обмотке трансформатора тока связано с применением таких напряжений, которые делают такого рода приборы мало пригодными для практического использования по соображению безопасности.

Теоретически можно было бы с помощью специальных конструкций измерительных трансформаторов перекрыть расстояния до 10,0—12,0 *км*. Обычно в такого рода установках соединение приборов отправительной (управляемой) и приемной (распорядительной) станций производится посредством телефонного кабеля с применением допол-

НБ УДУТ (ДИТ)

нительных промежуточных трансформаторов, как описано в § 28. Поэтому при значительном числе приборов и расстояниях свыше 1—2 *км* проводка становится слишком дорогой, и целесообразно бывает перейти к специальным устройствам дальноизмерения (в особенности для сложных величин как мощности, для прямого измерения которых требуется несколько проводов).

Способы, которыми пользуется техника дальноизмерения, могут быть разбиты прежде всего на две основных группы. В основании способов первой группы лежит производство измерения электрических же величин, но более удобных для измерения на расстоянии. Способ измерения может быть применен или непосредственный — надлежаще градуированным прибором, или же компенсационный.

Иногда называют эту группу систем основанной на методах интенсивности (т. е. измерения интенсивностей).

Первая группа дальноизмерительных устройств пригодна только для средних расстояний в пределах до 100 с небольшим километров. Она требует обязательного наличия беспрерывной металлической связи в виде по крайней мере двух проводов, так как пользование землей в качестве обратного провода не желательно по причинам, которые были изложены в § 47. Однако, чтобы избежать влияния колебаний напряжения источника тока, а также влияний измерения сопротивления, приходится часто прибегать к применению и третьего провода.

Чтобы устранить эти влияния, уменьшить число проводов, а также чтобы получить возможность вообще обойтись без специальных проводов дальноизмерения и при более значительных расстояниях пользоваться высокочастотными методами передачи, служит вторая группа дальноизмерительных устройств, основанная на импульсных методах передачи.

Для того чтобы получить возможность пользоваться любыми средствами связи, необходимо применение систем, основанных на передаче импульсов переменного тока. При наличии металлической связи, не прерванной трансформаторами и конденсаторами в большом количестве, пригодны системы с передачей импульсами постоянного тока.

Так как наблюдающий за показаниями практически может смотреть сразу только на один прибор, а обычно требуется наблюдение нескольких приборов, то абсолютно непрерывная передача показаний нужна только в исключительных случаях. Большей же частью вполне достаточную ориентировку для целей управления дает получение или вернее корректирование показаний приборов через несколько секунд. Поэтому обычным является для уменьшения числа соединительных проводов применение дяя передачи токов дальноизмерения вращающихся избирателей, описанных в предыдущем отделе, причем показания присоединенных приборов корригируются по очереди в порядке номеров присоединения.

Обязательным условием является только, чтобы длительность соприкосновения щетки указательной рукоятки с каждой контактной пластиной была бы достаточна для передачи полного цикла импульсов, необходимого для надлежащего перемещения стрелки приемного прибора. В противном случае следует пользоваться избирателями только с операционными передвижениями указательной рукоятки, устанавли-

НБ УГУНТ (ДГТ)

вая ее по выбору на контактных пластинах, соответствующих тому или другому прибору.

Более детальную классификацию систем и методов дальноизмерения по принципам действия можно дать следующим образом:

1. Системы, основанные на индукционном методе передачи движения от передающего измерительного прибора приемному.

2. Системы, основанные на преобразовании движения стрелки передающего прибора в меняющуюся разность потенциалов и измерении этой разности. (Способ со вспомогательным источником тока.)

3. Превращение измеряемой величины в постоянный ток и измерение мощности этого тока. (Способ превращения в постоянный ток.)

4. Превращение измеряемой величины в толчки (импульсы) тока различной длительности.

5. Превращение измеряемой величины в серии импульсов различной частоты.

6. Способ превращения измеряемой величины в разные частоты переменного тока. (Способ со вспомогательными частотами.)

Каждый из этих способов имеет в свою очередь ряд разновидностей.

Среди дальноизмерительных устройств весьма значительная часть может быть отнесена к группе так называемых повторителей, т. е. таких приборов, основной задачей которых является повторять движения стрелки основного прибора, который мы условимся называть передающим, или передатчиком. Первое время развития дальноизмерения казалось естественным решением вопроса, имея более или менее точные основные приборы, просто передавать их показания в другие места. Поэтому разработано большое количество конструкций, разными методами разрешающих задачу повторения движения стрелки передатчика на приемном приборе.

Широкому применению таких устройств для чисто электрических измерений мешает то обстоятельство, что первичные приборы редко имеют столь значительный вращающий момент, чтобы дополнительные усилия, возникающие от соединения с дальнопередающими механизмами, не нарушали бы точности их показаний. Например, как указано в дальнейшем, передатчик индукционного дальноизмерительного устройства должен преодолевать противодействующую силу трения всех связанных с ним приборов. Это неизбежно должно отозваться на точности и чувствительности основного прибора. Поэтому или последний должен быть специально сконструирован или же, если ставится обязательное условие использовать в качестве передатчиков обычные приборы, передающее устройство должно быть таково, чтобы оно не требовало сколько-нибудь значительного дополнительного вращающего момента.

Решение может быть получено:

1. Максимальным уменьшением вращающего момента, требуемого передающим устройством.

2. Введением дополнительных устройств, предварительно повторяющих передвижение стрелки передающего прибора и обладающих независимым от основного прибора вращающим моментом.

В первую очередь мы опишем те устройства, которые предполагают наличность достаточного вращающего момента у основных при-

НБ УДУНТ (ДИТ)

боров, и начнем рассмотрение с тех устройств, где передвижение передающей части повторителя производится простейшим образом непосредственно вращающим моментом основного прибора.

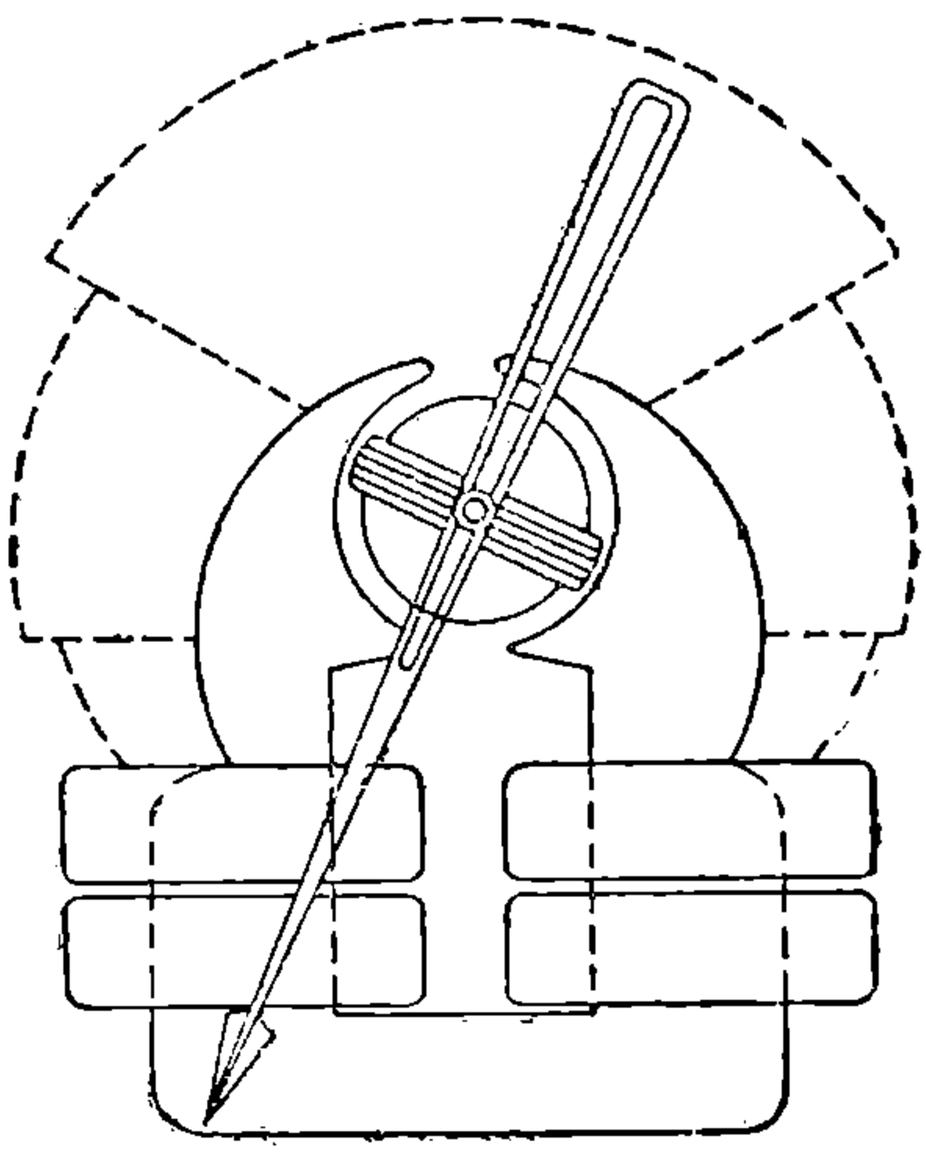
РАЗДЕЛ X

ДАЛЬНОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, ПОВТОРЯЮЩИЕ ДВИЖЕНИЯ ОСНОВНОГО ПРИБОРА

51. Дальноизмерительные устройства повторительного типа, работающие на принципе индукционном

Из систем, работающих по индукционному способу, получили распространение две — швейцарской фирмы Trüb Tauber & Co и американской GEC — так называемая Selsyn System.

В основании обеих систем лежит один и тот же принцип. На фиг. 106 изображен индукционный динамометр, применяемый в качестве как передатчика, так и приемника в системе Trüb Tauber & Co[1]. На цилиндрическом железном якорьке, охваченном башмаками подковообразного электромагнита, намотана катушка, скрепленная со стрелкой или вообще поворотной частью измерительного прибора. Катушки, одетые на сердечник подковообразного магнита, и катушка, одетая на поворачивающийся якорек, представляют собой не что иное, как поворотный трансформатор простейшего типа. Если через катушки электромагнита пропускать переменный ток, то в катушке якорька будет возбуждаться э. д. с., величина и направление которой будут зависеть от угла поворота катушки. Если мы эту катушку присоединим к какому-нибудь постороннему источнику напряжения, то в катушке возникает ток под влиянием разности приложенного напряжения, индуктированного в самой катушке. Взаимодействие создающегося этим током магнитного потока с основным потоком электромагнита будет стремиться всегда поставить катушку в такое положение, чтобы ток в катушке прекратился, т. е. чтобы результирующая э. д. с., складывающаяся из приложенной к катушке и индуктированной в ней основным потоком, была бы равна нулю.



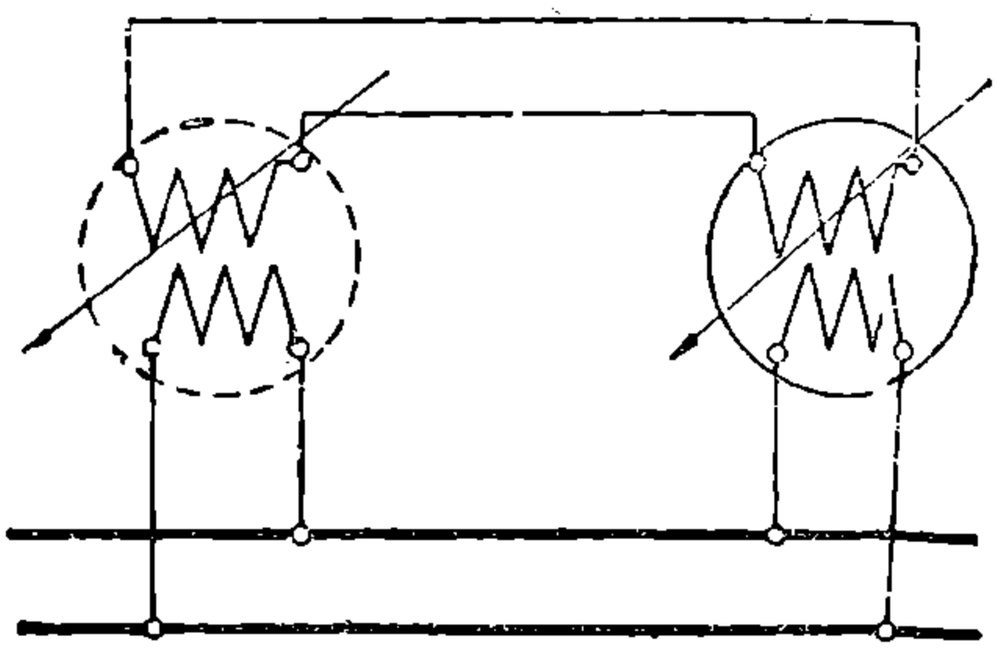
Фиг. 106. Схема индукционного дальноизмерительного прибора.

Представим себе, что два совершенно одинаковых аппарата такого типа, как изображено на фиг. 106, соединены между собой таким образом, как показано на фиг. 107. Первоначально поворотные их катуш-

[1] См. Prof A. Imfof, «ETZ», 1929, H. 10.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ки находятся в нулевом положении, т. е. плоскости их лежат в направлении главного магнитного потока, э. д. с. в обеих катушках равна нулю, и через них не проходит никакого тока. Если теперь одна из катушек будет повернута на некоторый угол α в ту или другую сторону, то в ней будет индуктироваться э. д. с., которая будет приложена к зажимам катушки второго прибора. Через обе катушки пройдет ток, который заставит вторую катушку поворачиваться до тех пор, пока индуктированная в ней э. д. с. не станет равна и противоположна э. д. с. первой катушки.



Фиг. 107. Схема включения индукционного передатчика и приемника.

Это произойдет при показанном на схеме встречном соединении катушек тогда, когда вторая катушка повернется точно на тот же угол, что и первая. Другими словами, вторая катушка, когда ей предоставлено свободно вращаться, будет точно повторять принужденные движения первой катушки и наоборот.

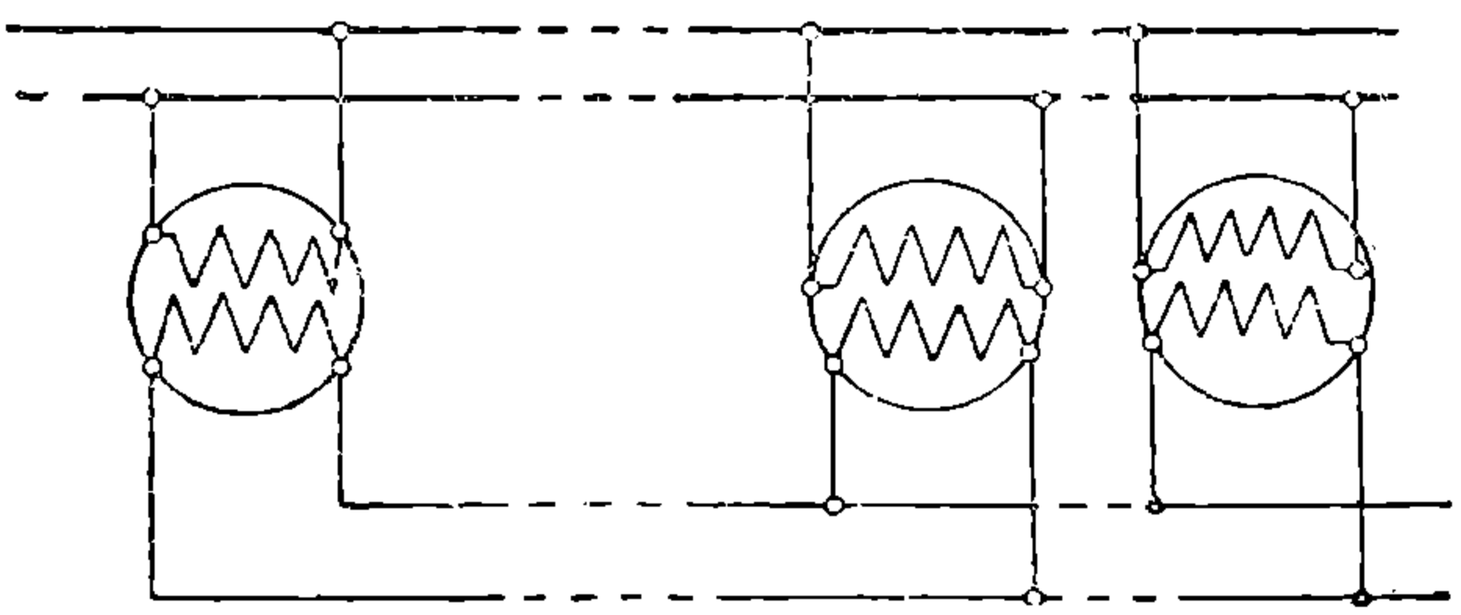
Очевидно, при желании может быть применена передача движения от одного передатчика нескольким приемникам, для чего последние включаются параллельно (соединение на фиг. 108).

Возможно также суммировать воздействие нескольких передатчиков на один приемник, для чего все приборы включаются последовательно (фиг. 109, слева).

В этом случае, очевидно, э. д. с., индуктируемые в отдельных передатчиках, складываются.

Это дает простой способ суммирования показаний нескольких приборов.

При применении нескольких приемников мощность передатчика должна быть достаточна, чтобы преодолеть сопротивление трения всех приборов.



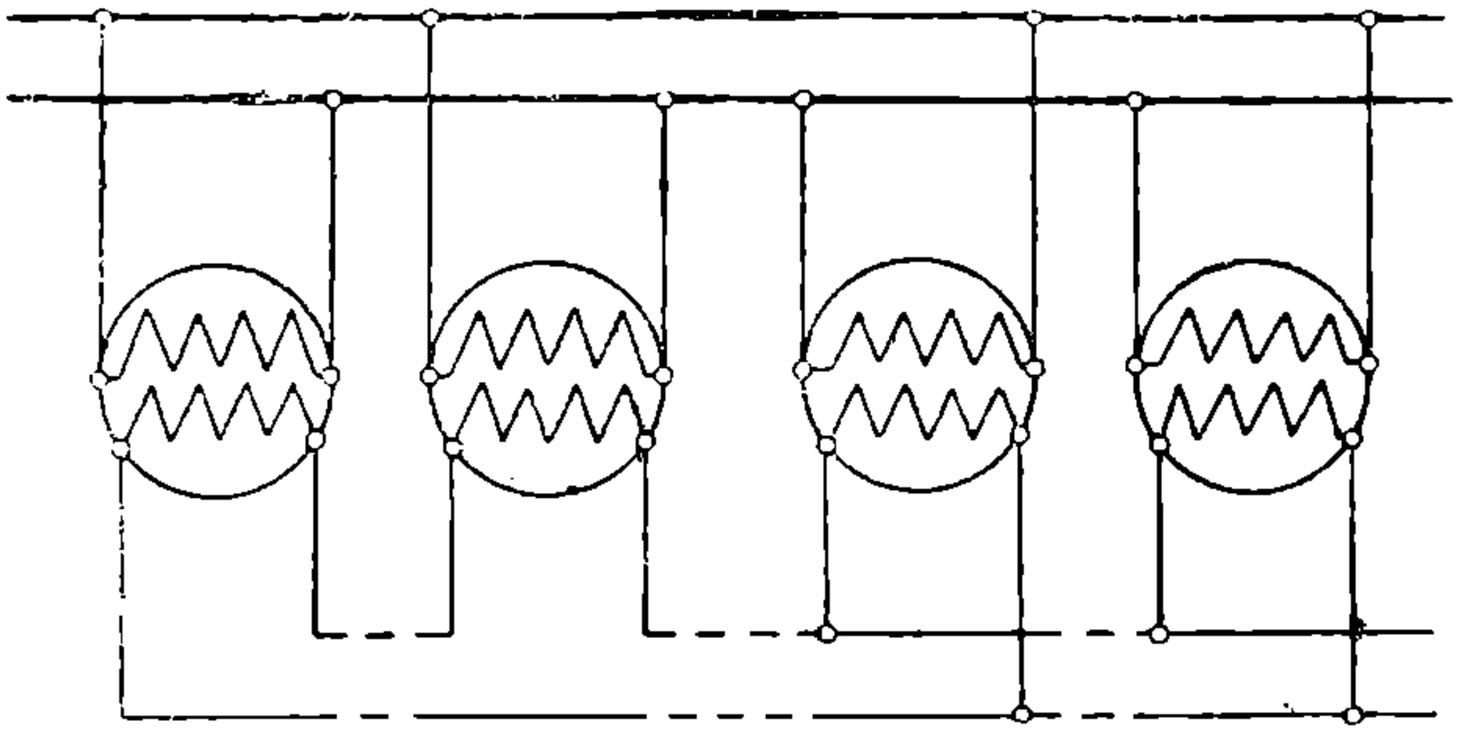
Фиг. 108. Схема включения для передачи с одного передатчика на несколько приемников (параллельное включение).

Достоинством этого способа является то обстоятельство, что, будучи по существу компенсационным, он исключает влияние сопротивления проводов между подвижными элементами. Условием правильности действия является, однако, одинаковость напряжения у обмоток электромагнитов. Если в местах установки передатчика и приемника имеется разность напряжений, необходимо ее компенсировать.

Фиг. 110 показывает, как это может быть сделано, если отправительная и приемная станции связаны линией передачи без ответвлений.

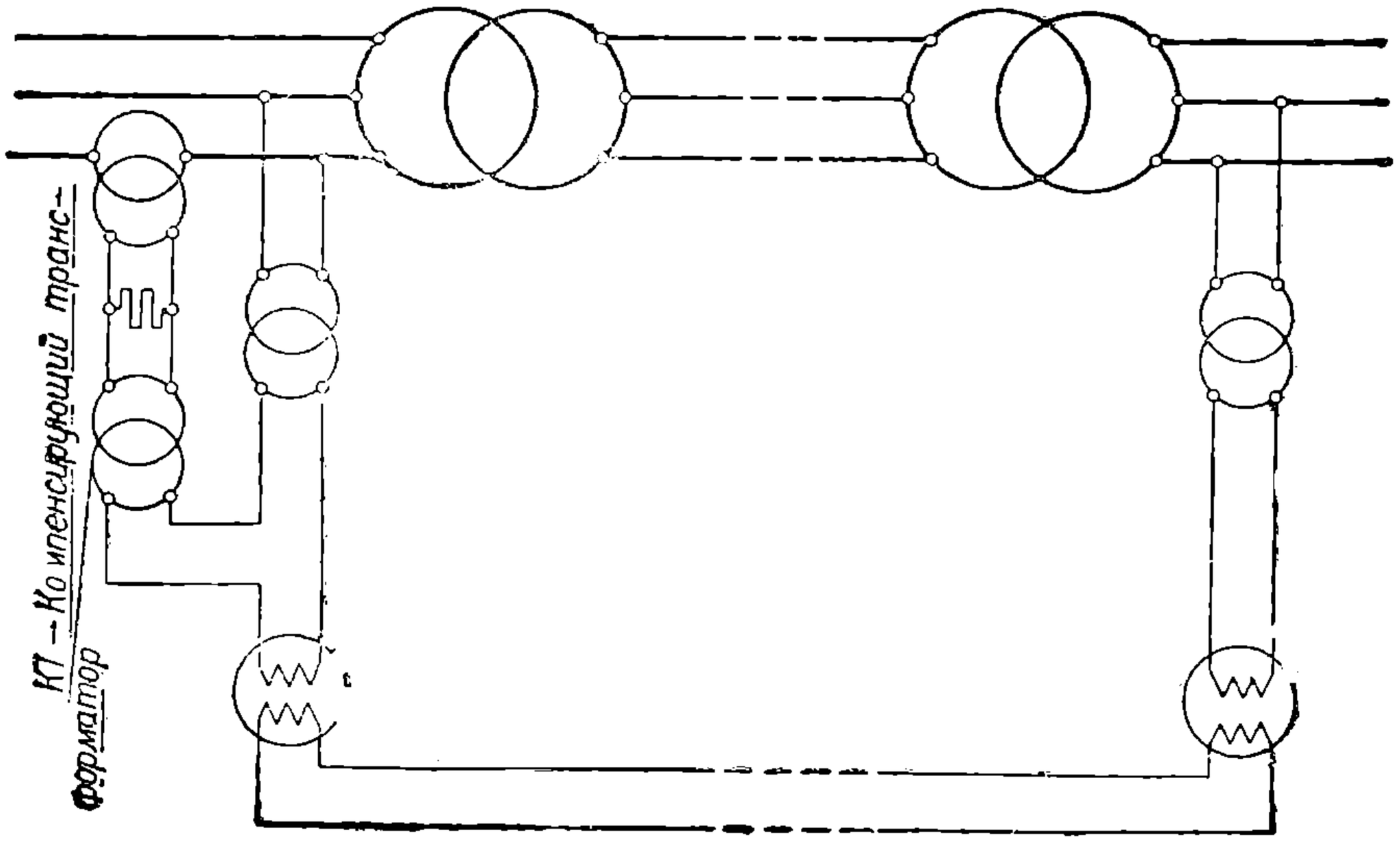
НБ УГУНТ (ДИГ)

Последовательно с трансформатором напряжения включается компенсационный трансформатор, приключаемый к трансформатору тока, замкнутому на сопротивление. Очевидно, что напряжение компенсационного трансформатора растет с величиной тока. Соответственным подбором величины сопротивления и передаточного числа компенсационного трансформатора можно достигнуть, чтобы он как раз компенсировал величину падения напряжения в линии.



Фиг. 109. Передача суммарного показания двух передатчиков (последовательное соединение) двум приемникам (параллельное соединение.)

Как видно из изложенного, описанные приборы могут служить вообще для передачи любых угловых смещений. Вторая из упоминавшихся выше систем Selsyn, основанная на том же принципе, также мо-



Фиг. 110. Компенсирование разности напряжений у приемника и передатчика.

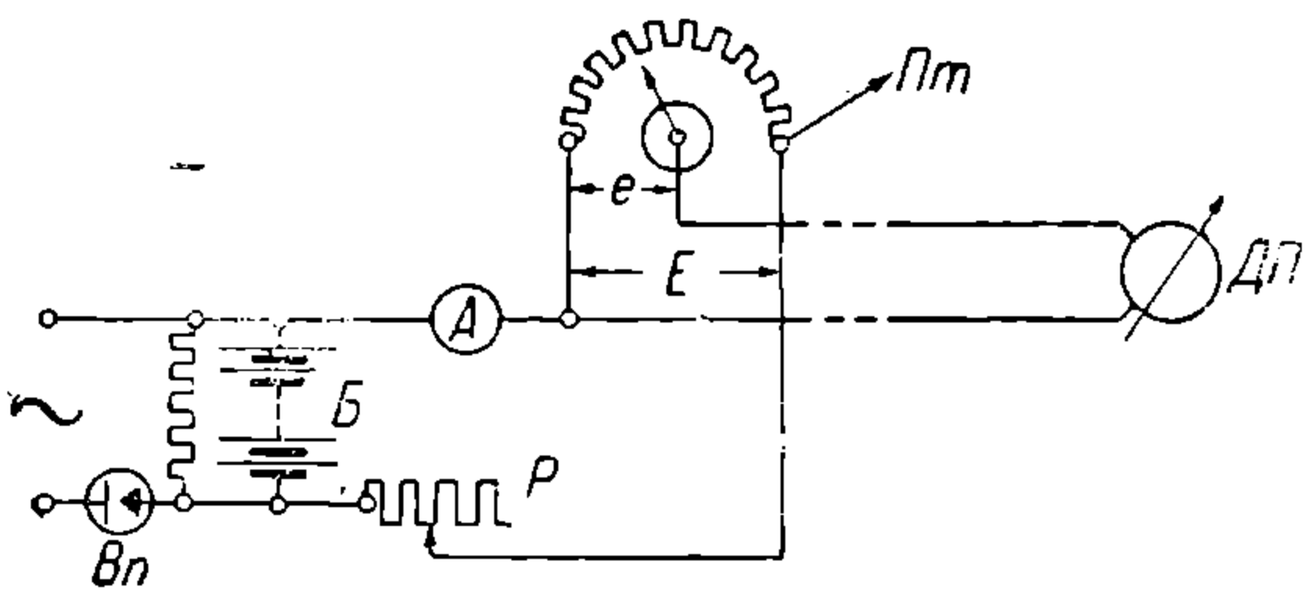
жет быть с равным успехом использована для дальноизмерения. Однако она, главным образом, применяется для целей механического дальноуправления и будет описана поэтому в приложении (§ 5 приложения к ч. I).

НТБ УДУГТ (ДІІТ)

52. Способ превращения изменений измеряемой величины в меняющуюся пропорционально разность потенциалов постоянного тока Метод воспомогательного источника тока

Вторая группа приборов, разрешающих задачу дальноизмерения повторением движения основного прибора, основана на возможности измерения напряжения постоянного тока на значительных расстояниях. Для этого у места восприятия измеряемой величины помещается основной прибор, движения стрелки которого связаны со вспомогательными устройствами типа потенциометра таким образом, что на этих устройствах получается пропорциональная разность потенциалов постоянного тока, измеряемая затем чувствительным прибором вольтметрового типа, помещаемом на приемной установке.

Принципиальная схема такого устройства показана на фиг. 111. Дальноизмерительный прибор ДП измеряет напряжение *e* между начальной точкой потенциометра и той точкой, которая фиксируется соответственно положению стрелки основного измерительного прибора. В простейшем случае указатель, который фиксирует эту точку на потенциометре, может переставляться даже от руки. В этом случае передача показаний, конечно, не является автоматической.



Фиг. 111. Принципиальная схема дальноизмерительного устройства по методу вспомогательного источника тока.

Для того чтобы сделать ее автоматической, предложены различные способы связать передвижение стрелки основного измерительного прибора с передвижениями вспомогательного приспособления, изменяющего измеряемую величину сопротивления на потенциометре. В дальнейшем будут описаны основные примеры таких устройств.

Следует отметить, что при применении простейшего типа вольтметра (или омметра), как показано на схеме фиг. 111, необходимо принимать специальные меры для поддержания постоянства напряжения, приключенного в зажимам потенциометра. В данном случае это осуществлено следующим образом. Источником постоянного тока служит выпрямитель ВП типа тлеющей лампы. Выпрямитель этот включен на сопротивление с температурным коэфициентом, так подобранным, чтобы по возможности уменьшить колебания напряжения на зажимах потенциометра, несмотря на колебания напряжения на стороне переменного тока. Кроме того, параллельно этому сопротивлению приключена аккумуляторная батарея, которая нормально не работает, а выполняет роль буфера для поддержания постоянства напряжения. Наконец, имеется еще регулировочный реостат *P* для установки требуемого напряжения соответственно градуировке приборов.

Полезно несколько остановиться на вопросе, при каких соотношениях сопротивления проводов и приборов можно считать, что показа-

НБ УДУНТ (ДПТ)

ния последних достаточно правильны, несмотря на обычные колебания температуры и возможные нарушения изоляции проводов. Предполагая соединение отправительной и приемной станций посредством телефонной проволоки диаметром 0,8 *мм*, получим сопротивление провода при расстоянии между станциями 100 *км* около 6 700 Ω. Колебание температуры на 10° Ц дает изменение сопротивления примерно на 270 Ω. Сопротивление прибора и предвключенного сопротивления берутся в отдельных случаях до 400 000 Ω. Сопротивление же потенциометра желательно иметь возможно малым, так как всякое нарушение изоляции проводов является шунтирующим соединением, которое включается параллельно между фиксирующей стрелкой и началом потенциометра. Искажение деления напряжения на потенциометре будет тем меньше, чем больше проходящий через него нормальный ток по отношению к току утечки, проходящему через место нарушения изоляции.

Очевидно, что нарушение изоляции будет наиболее отзываться на показаниях, когда оно происходит поблизости к приемному прибору, так как при этом падение напряжения в проводе вызывается также и током утечки. Однако если оценить, каково возможное влияние, то оно представляется при тех характеристических данных устройства и проводки, которые были приняты выше, весьма незначительным, а именно, если даже предположить падение изоляции до 10 MΩ, то погрешность показаний приемного прибора не превзойдет 2%. Между тем, при таком понижении изоляция проводки вообще должна быть признана непригодной и подвергнута ремонту [1].

Может еще возникать вопрос о термопарах, которые могут появляться в местах зажимов и спаек. Они могли бы иметь значение при очень малой величине рабочего напряжения. При обычно же применяемых в практике такого рода устройств напряжениях от 24 до 48 V (иногда до 72), термопары, имеющие порядок милливольт, не могут иметь влияния на показания приборов. Вообще более высокое напряжение обычно благоприятно отзывается на уменьшении значения всех побочных влияний.

53. Примеры дальноизмерительных устройств, основанных на методе применения вспомогательного источника тока

1. Дальноизмерительное устройство Hartmann & Braun. К числу простейших устройств описываемого типа относится ранее других появившийся прибор фирмы Hartmann & Braun. Схема его показана на фиг. 112. Основной частью этого устройства является калиброванное сопротивление, намотанное на цилиндрический барабан *1*. По этому барабану скользит подвижная щетка *2*, положение которой устанавливается соответственно положению стрелки прибора — передатчика через посредство поводка *3* и вилки *4*.

В данном случае для устранения влияний от колебания напряжения источника тока и изменений сопротивления проводов от температуры применен в качестве приемного прибора измерительный инструмент с перекрещивающейся катушкой *5*.

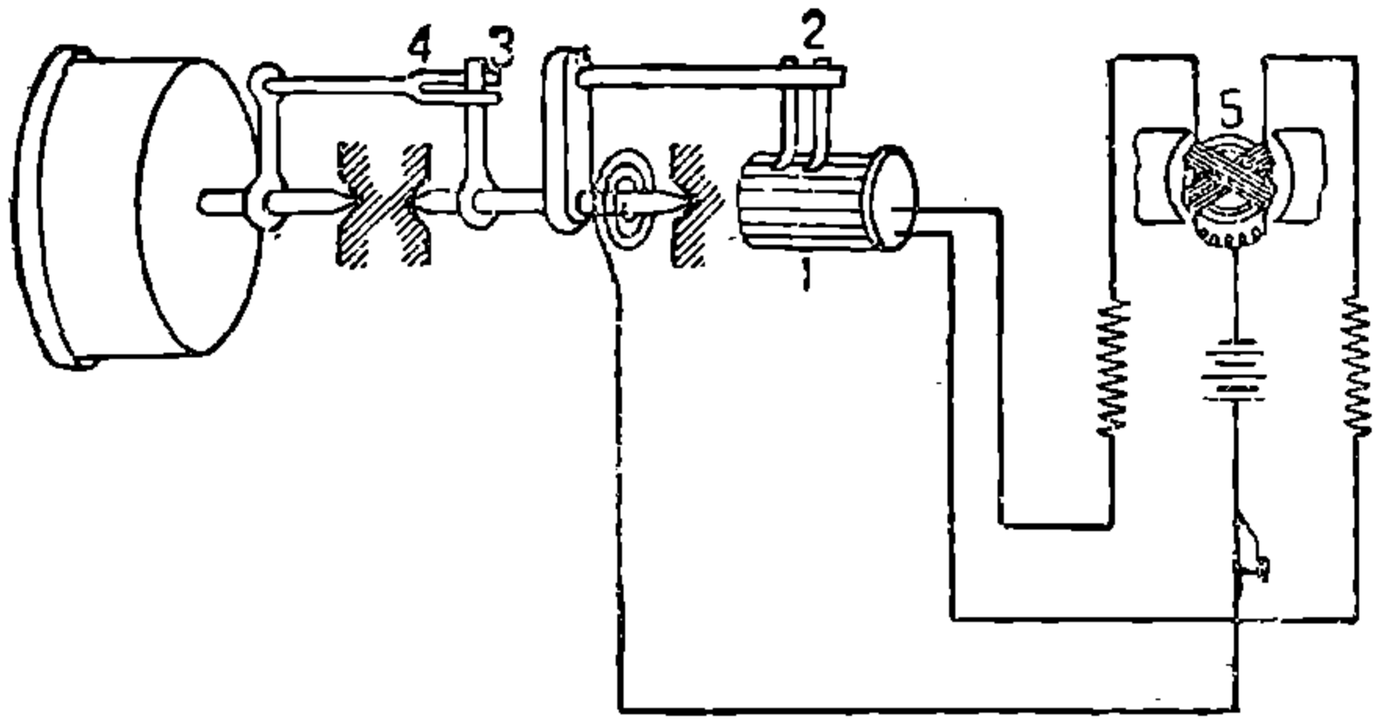
---

[1] См. M. Schleicher, Die Elektrische Fernmessung. Siem-Z, 1927, N-6.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Естественно, что такого типа устройство требует от первичного прибора значительного дополнительного вращающего момента. Поэтому оно может быть применено только для сравнительно грубых приборов, как, например, манометры и т. п.

Ввиду применения приемного прибора с перекрестной катушкой для соединения передающей и принимающей станций необходимы три провода.

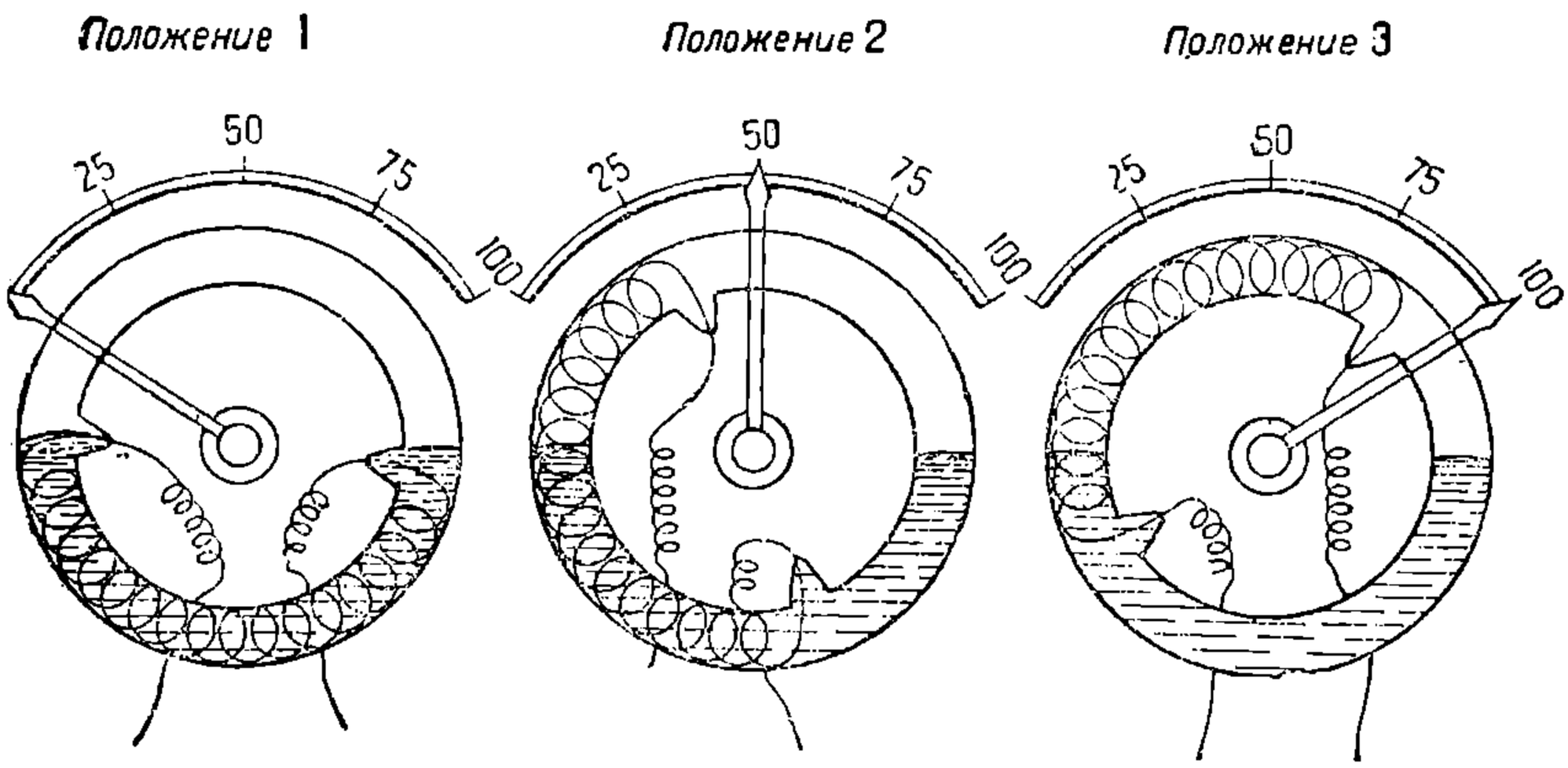


Фиг. 112. Схема дальноизмерительного устройства Hartmann Braun.

Достоинством прибора является простота устройства и возможность передачи измерений на значительные расстояния до 100 *км*.

2. Устройство для передачи измерений на расстояния с сопротивлением, заключенным в кольцевой трубке Siemens & Halske. Одним из наиболее остроумных по принципу устройств, в которых изменение сопротивления, от которого ответвляется ток к приемному прибору, происходит таким образом, что требует преодоления передающим прибором лишь минимальных дополнительных усилий, является устройство с кольцевой трубкой Siemens & Halske.

Идея этого устройства поясняется схематическим чертежом, изображенным на фиг. 113. Как видно из него, в герметически закрытой

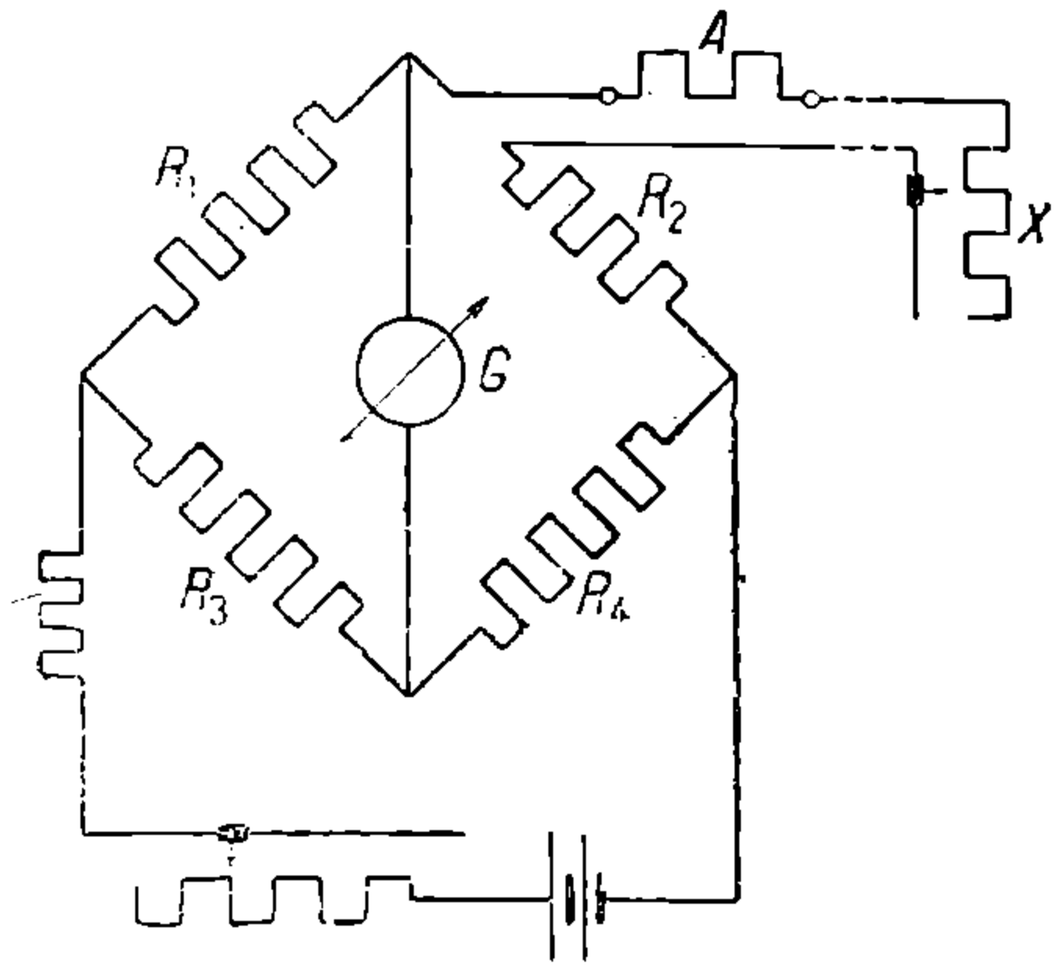


Фиг. 113. Схема дальнопередающего измерительного прибора с кольцевой трубкой.

кольцевой стеклянной трубке запаяно сопротивление, занимающее половину ее. Также половина трубки залита ртутью. Концы сопротивления выведены наружу через соответственные припаянные носики. Если мы представим себе описываемую кольцевую трубку скрепленной

НБ УДУНТ (ДГТ)

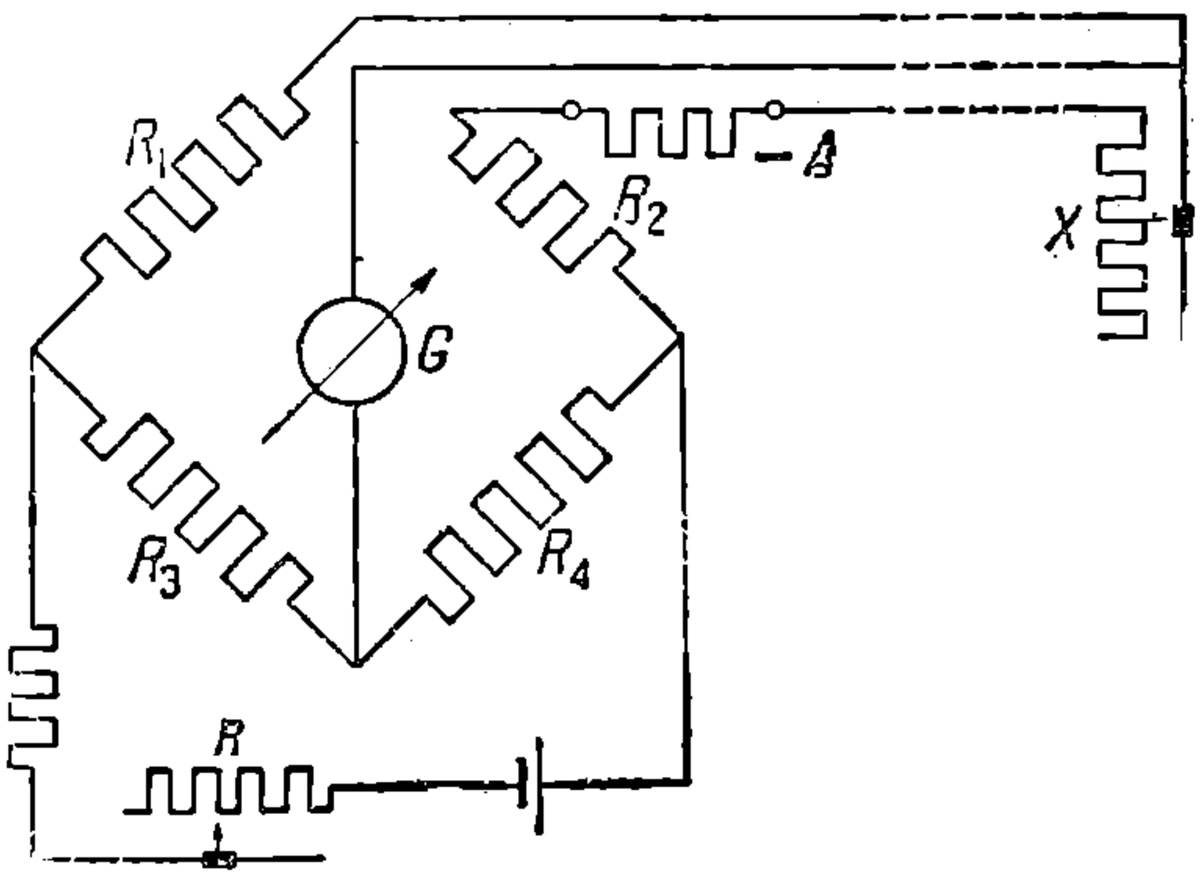
со стрелкой измерительного прибора, то при поворачивании этой стрелки большая или меньшая часть сопротивления будет выходить из ртути. Таким образом будет в зависимости от угла поворота стрелки меняться величина сопротивления между выведенными наружу концами.



Фиг. 114. Схема включения дальноизмерительного прибора с кольцевой трубкой.

Если теперь включить это переменное сопротивление в мост Уитстона, как показано на фиг. 114, то соответственным подбором сопротивлений R_1, R_2, R_3, R_4 и A можно добиться, чтобы ток i через гальванометр был почти пропорционален изменениям сопротивления X в кольцевой трубке. Таким образом шкала гальванометра может быть проградуирована, с достаточной для практики точностью, соответственно делениям шкалы основного прибора.

Для правильности показаний необходимо соблюдение двух условий: 1) напряжение источника тока должно быть постоянным и 2) колебания сопротивления соединительных проводов в зависимости от температуры не должны отзываться на показаниях прибора. Для поддержания постоянства действующего напряжения служит включаемое в питательную цепь регулировочное сопротивление r, для устранения же температурных колебаний сопротивления проводов применяется включение по схеме фиг. 115. Оно требует лишнего провода, но имеет то преимущество, что колебания температуры одинаково влияют на обе ветви моста и потому не отзываются на показаниях прибора.



Фиг. 115. Схема трехпроводного включения прибора с кольцевой трубкой для устранения влияния колебаний сопротивления проводов.

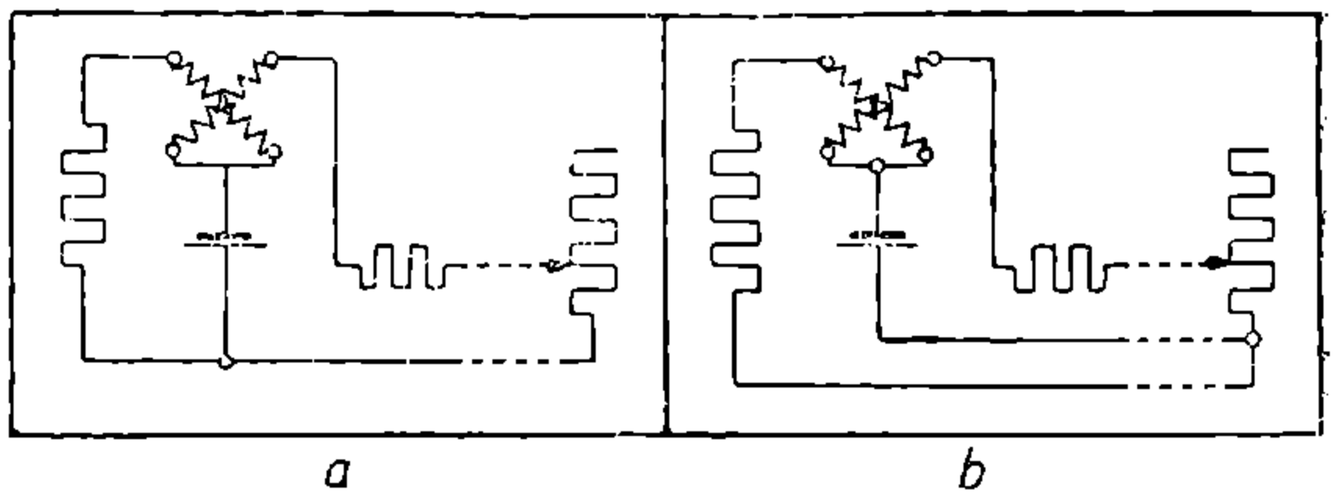
Вместо моста Уитстона и гальванометра может быть применен прибор с перекрестной катушкой, включение которого показано на фиг. 116. Вариант a показывает обычное включение, а вариант b включение, в котором устранено влияние температурных колебаний сопротивления проводов.

Конструктивное соединение кольцевой трубки с основным передающим прибором производится способом, изображенным на фиг. 117. Как видно из схематического чертежа, для того чтобы сделать передачу движения возможно более мягкой и уменьшить вращающий момент, требуемый

НБ УДУНТ (ДІП)

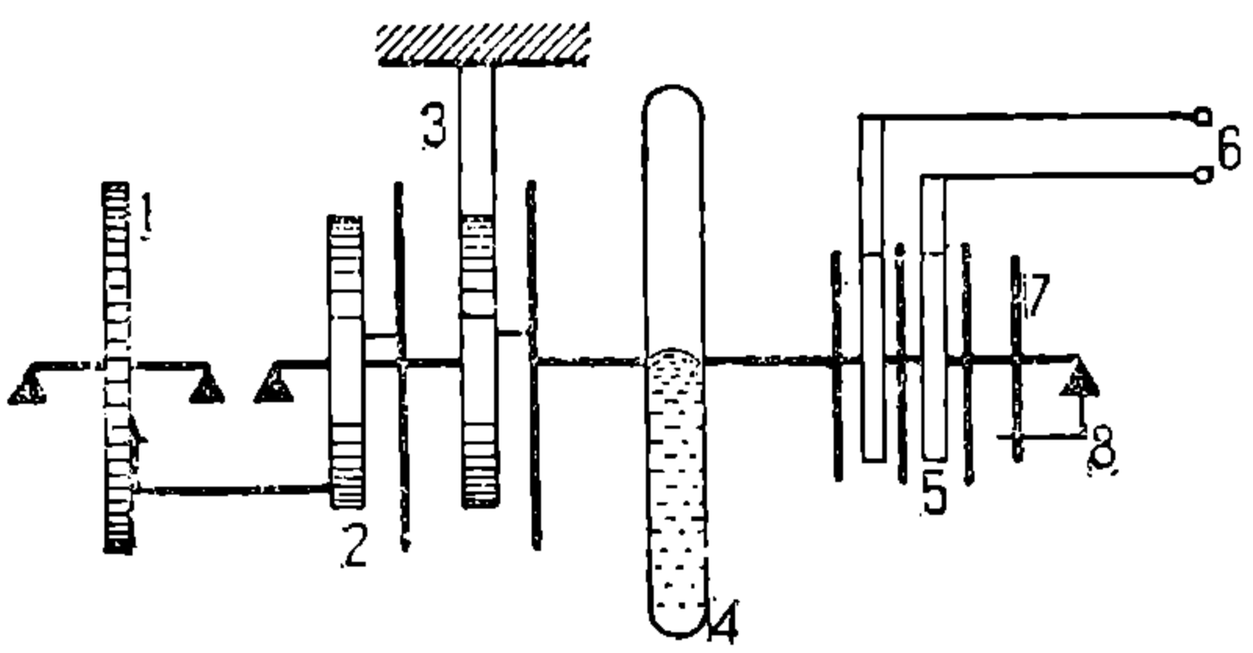
от основного прибора, ось последнего соединяется с осью кольцевой трубки через зубчатое колесо *1* и две передаточных пружины *2* и *3*.

Характерной особенностью дальноизмерительного устройства с кольцевой трубкой является возможность регулировать желательным образом градуировку шкалы приемного инструмента. Обычно сопротивление укладывается в кольцевой трубке вполне равномерным образом. Тогда изменения его при заливании ртутью находятся в линейной зависимости от угла поворота трубки, и приемный прибор будет точно передавать движения передаточного. Однако возможно уложить сопротивление в трубке таким образом, что изменения его в зависимости от угла поворота трубки будут следовать заданной кривой. Тогда, очевидно, градуировка шкалы приемного прибора будет отличаться от градуировки шкалы передающего. Это дает возможность при любом характере шкалы передающего прибора подобрать для приемного прибора, по которому производятся отсчеты, наиболее удобную градуировку шкалы.



Фиг. 116. Схемы включения дальноизмерительного устройства с кольцевой трубкой при применении в качестве приемника прибора с перекрестной катушкой.

Следует, впрочем, отметить, что такого рода укладка сопротивлений требует громадной точности выполнения для безупречной работы прибора. Вообще приборы с сопротивлением в кольцевой трубке в фабрикационном отношении требуют самого тщательного и аккуратного изготовления.



Фиг. 117. Схема конструктивного соединения кольцевой трубки с основным передающим прибором.

1 — зубчатое колесо; *2* — передаточная пружина; *3* — обратная передаточная пружина; *4* — кольцевая трубка с сопротивлением; *5* — подводящие кольца; *6* — зажимы для присоединения; *7* — упорный диск; *8* — упорный штифт.

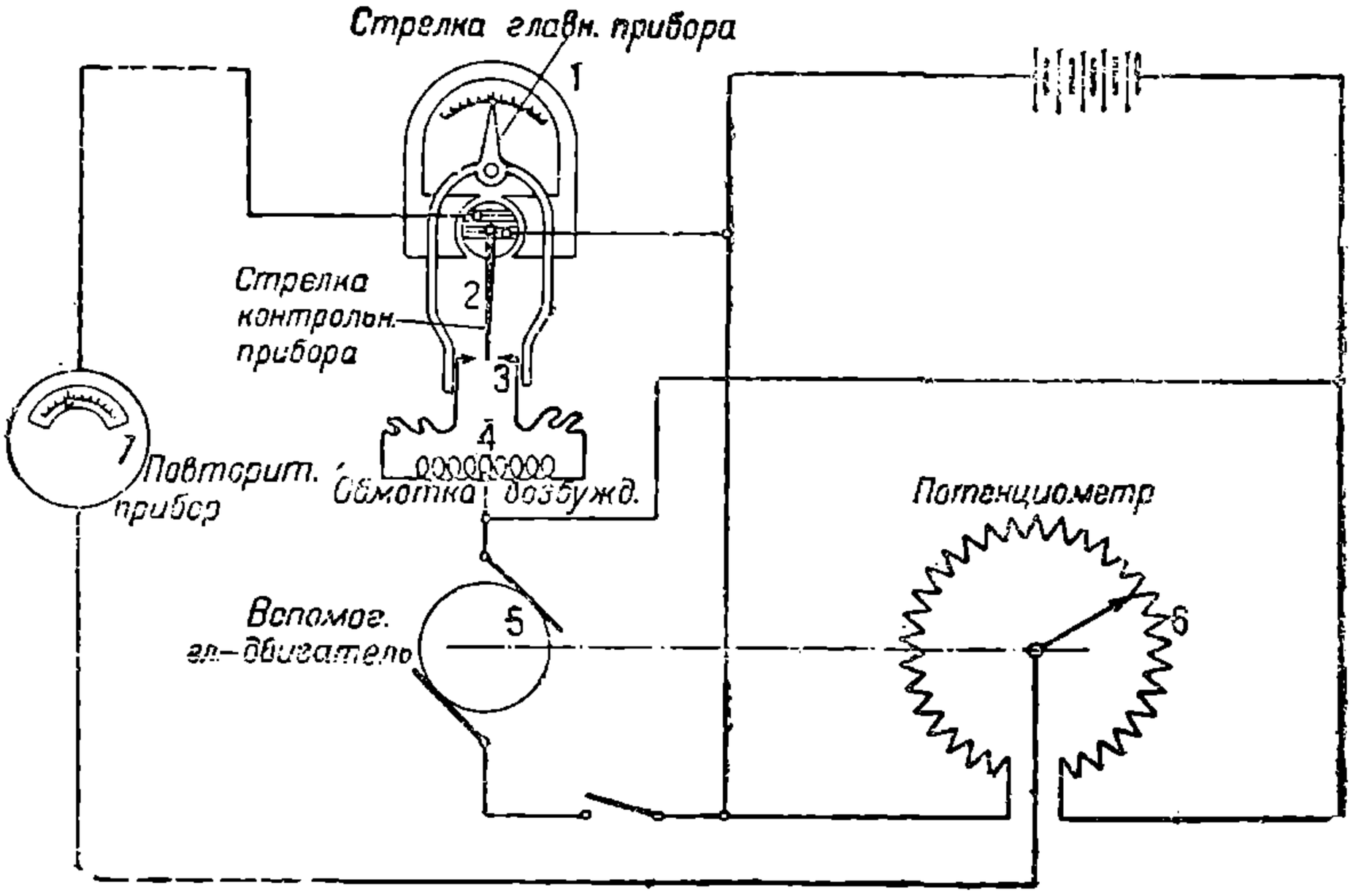
Регулировка передаточного отношения от передающего к приемному прибору может быть произведена и введением специальных зубчатых передач с переменным отношением, но в этом случае от передающего прибора требуется переменный вращающий момент.

3. Дальноповторительное устройство Midworth'a фирмы Everched & Vignoll с введением вспомогательного вращающего момента. Как мы видели, основным затруднением при устройстве повторительных приборов является необходимость нагружать передаточный прибор дополнительным вращающим моментом.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Устройство Midworth'a устраняет это затруднение тем, что вводит для передвижения указателя потенциометра приспособление, обладающее самостоятельным вращающим моментом, в данном случае небольшой электродвигатель. Стрелка измерительного прибора только пускает его в ход посредством специального контактного приспособления.

Схема на фиг. 118 поясняет взаимное расположение и связь отдельных частей. Стрелка главного прибора *1* снабжена подковообразной дужкой с контактами *3*, присоединенными к двусторонней обмотке возбуждения *4* электродвигателя *5*. Коль скоро показания главного прибора изменились, стрелка его отклоняется в соответственную сторону и замыкает тот или другой из контактов *3*. Вследствие этого появляется ток в одной из половин обмотки возбуждения и электродвигатель *5* начинает вращаться в соответственную сторону, передвигая контактную рукоятку потенциометра *6*.



Фиг. 118. Схема дальноповторительного устройства Midworth'a.

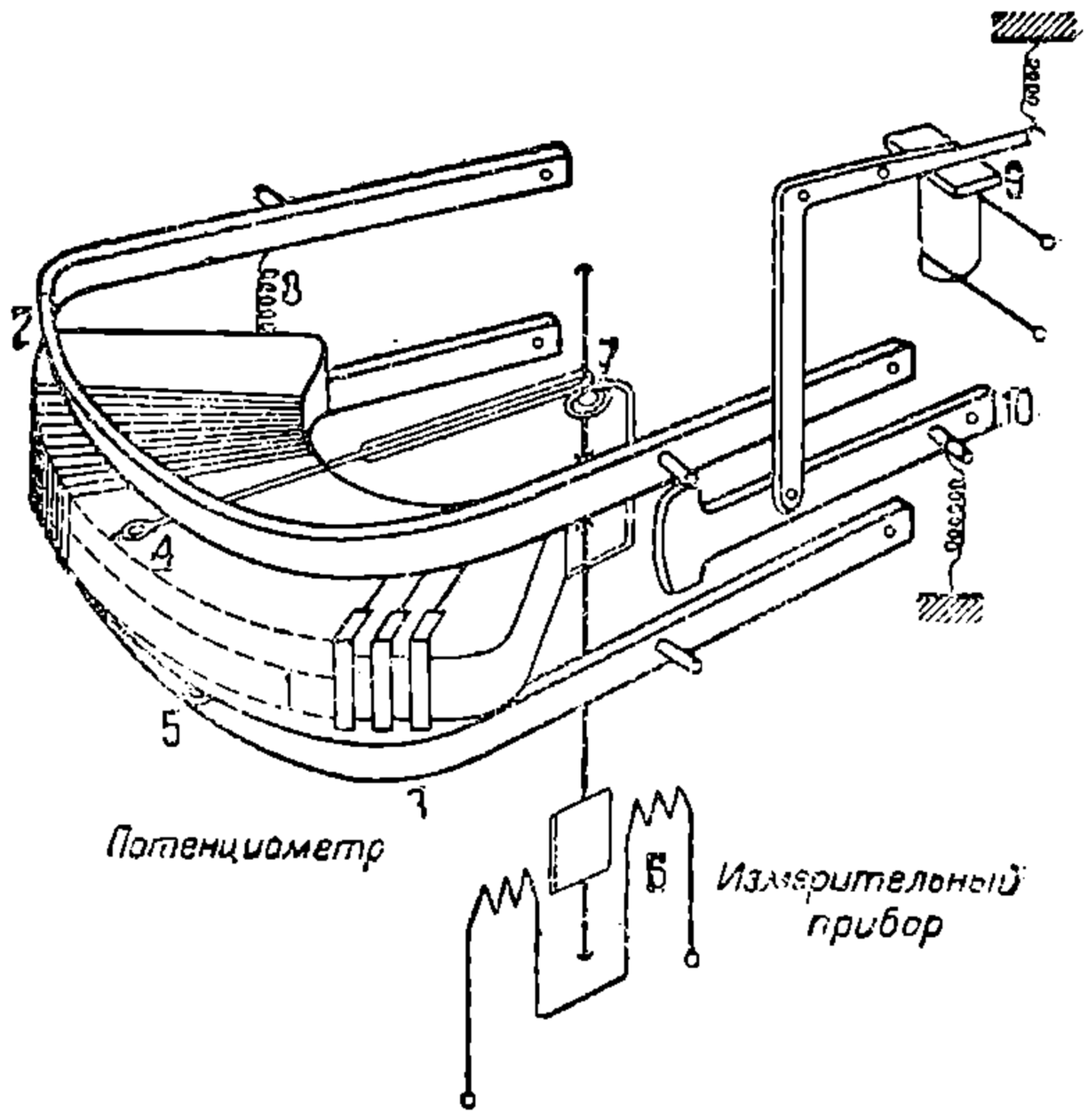
Вследствие этого контрольный прибор *2* и повторительный дальнодействующий прибор *7* изменяют свои показания, причем, когда эти показания будут соответствовать показаниям основного прибора, стрелка *2* отойдет от контакта *3*, и ток в цепи возбуждения электродвигателя прервется. Вследствие этого электродвигатель остановится и остановит контактную рукоятку потенциометра в соответственном положении. Это положение сохраняется до тех пор, пока показания основного прибора снова не изменятся. Тогда тем же порядком контрольный и повторительный приборы должны будут повторить перемещение основного прибора.

Очевидно, в этом устройстве главный прибор разгружен от всяких дополнительных усилий, но достигается это значительным усложнением и удорожанием остального устройства.

Преимуществом его является необходимость только двух проводов, причем правильность показаний приемного прибора всегда может быть

НБ УГУНТ (ДПТ)

проверена на отправительной станции, так как имеется контрольный прибор, по которому проходит ток той же силы. Если бы вследствие колебания напряжения источника тока или изменения сопротивления проводов показания контрольного прибора разошлись бы с показаниями основного, то может быть введено в цепь соответственное регулируемое установочное сопротивление для корректирования показаний.



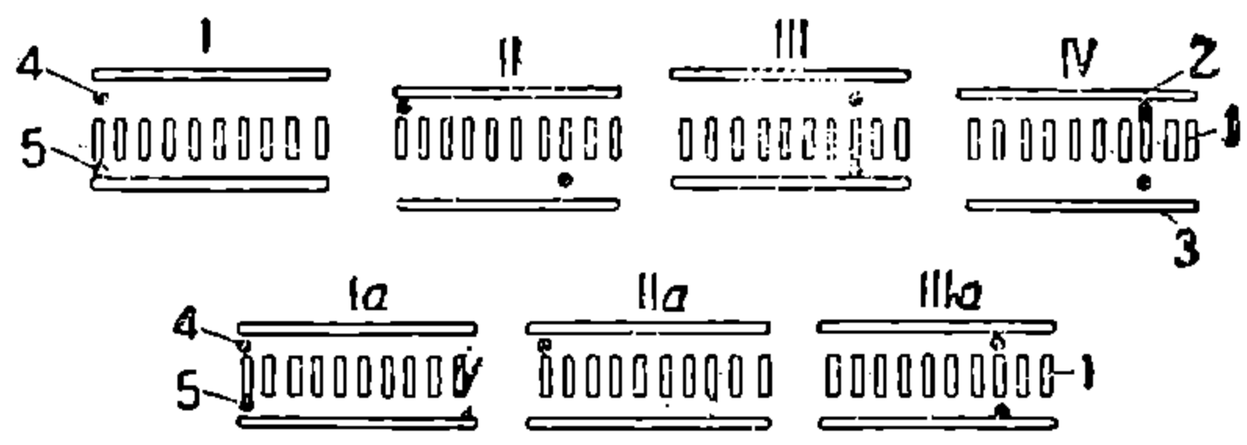
Фиг. 119. Схема дальноизмерительного прибора с падающими дужками системы Сименс и Гальске.

4. Устройство для дальноизмерения с фиксированием показаний прибора на потенциометре посредством нажимной (падающей) дужки системы Siemens & Halske.

Способ разгрузить основной измерительный прибор, примененный в устройстве Midworth хотя и вполне достигает цели, но представляется слишком громоздким. Более изящно, но совершенно иным путем та же задача разрешается системой Siemens & Halske с нажимной падающей дужкой.

Схематически прибор изображен на фиг. 119, а принцип действия его на фиг. 120. Прибор, схема включения которого совпадает с принципиальной схемой фиг. 111, состоит из потенциометра *1*, деление которого на части производится непосредственно стрелкой *5* измерительного прибора *6*. Стрелка *5* при этом прижимается к потенциометру *1* дужкой *3*, как это видно на схематическом изображении (положение *1*) фиг. 120.

Очевидно, что период зажатия стрелки должен быть весь кратковременным для того, чтобы измерительный прибор мог отражать изменения, происходящие в цепи. С другой стороны, после освобождения стрелки основного прибора она отходит от потенциометра и, следовательно, цепь приемного прибора прерывается и стрелка его должна вернуться к нулю. Таким образом стрелка эта будет беспрерывно колебаться между нулем и положением измерения и прочесть показания не будет возможности, если не принять специальных мер для обеспечения постоянства ее установки на период от одного замыкания цепи до другого.



Фиг. 120. Схема действия прибора с нажимными дужками.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Чтобы избегнуть такого качания стрелки приемного прибора, отправительный прибор дополняется второй фиксирующей «стрелкой запоминания» *4* и второй нажимной дужкой *2*. Роль этой дополнительной стрелки и дужки состоит в том, чтобы сохранить цепь приемного прибора в замкнутом состоянии на то время, пока основная стрелка *5* находится в свободном состоянии.

Фиг. 120 поясняет происходящие передвижения обеих стрелок и вместе с тем принцип работы прибора. В положении *I* за то время, пока стрелка *5* была прижата дужкой *3*, фиксирующая стрелка запоминания *4*, связанная с осью стрелки *5* пружиной *7*, под действием этой пружины занимает то же положение, что и стрелка *5*. Положение *Ia* изображает промежуточный момент перехода, когда обе стрелки зажаты действием пружины *8*. В положении *II* стрелка запоминания *4* зажата дужкой *2*, а стрелка *5* основного прибора свободна и занимает то положение, которое определяется воздействием на нее катушек измерительного прибора *6*. Положение *IIa* есть промежуточное положение, а в положении *III* освободившаяся стрелка запоминания *4* занимает положение, соответствующее месту нахождения основной стрелки. Таким образом достигается, что цепь приемного прибора всегда замкнута и стрелка его передвигается, только следуя за передвижениями основной стрелки.

Механизм, передвигающий обе нажимные дужки *3* и *2* вверх и вниз, состоит из молоточка *10*, то поднимающегося, то опускающегося под действием электромагнита *9*. Попеременное включение и выключение цепи этого электромагнита производится особым тепловым выключателем, состоящим из биметаллической пластинки. Так как применение биметаллической пластинки для замыкания контактов известно из практики реле [1], мы не будем останавливаться на ее описании.

Особая равномерность периода замыкания и размыканий не имеет значения, важно только, чтобы они с полной надежностью происходили через известные промежутки времени. В зависимости от условий работы передвижения дужек происходят через промежутки от 3 до 15 сек., в среднем через 10 сек.

Радиус действия такого прибора весьма велик и он может быть применен при расстояниях в несколько сот километров.

54. Приключение нескольких приборов к одной общей батарее и суммирование показаний

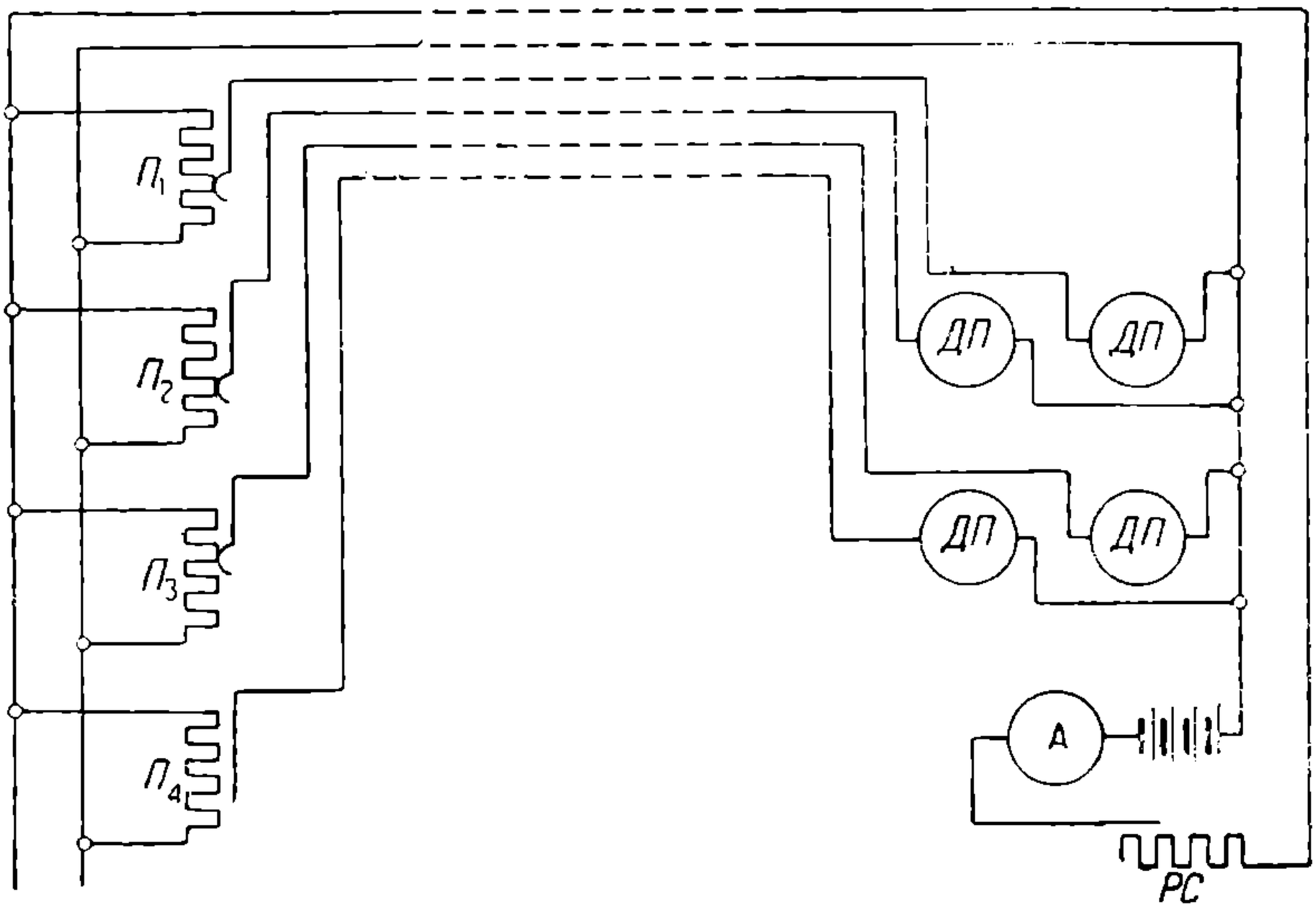
При небольших расстояниях, когда управляемая станция и распорядительный (диспетчерский) пункт соединяются многожильным телефонным кабелем и каждый приемный прибор приключается отдельно, может быть применено присоединение с центральной батареей согласно схеме фиг. 121.

Включение это требует батареи достаточной мощности, чтобы она могла параллельно питать ряд потенциометров. Кроме того, напряже-

[1] См., например, R. Rüdenberg, **Relais und Schützschaltungen, S. 104. Имеется русский перевод.**

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ние ее должно быть достаточно высоким, чтобы падение напряжения в проводах и случайные нарушения изоляции не могли бы иметь сущест-

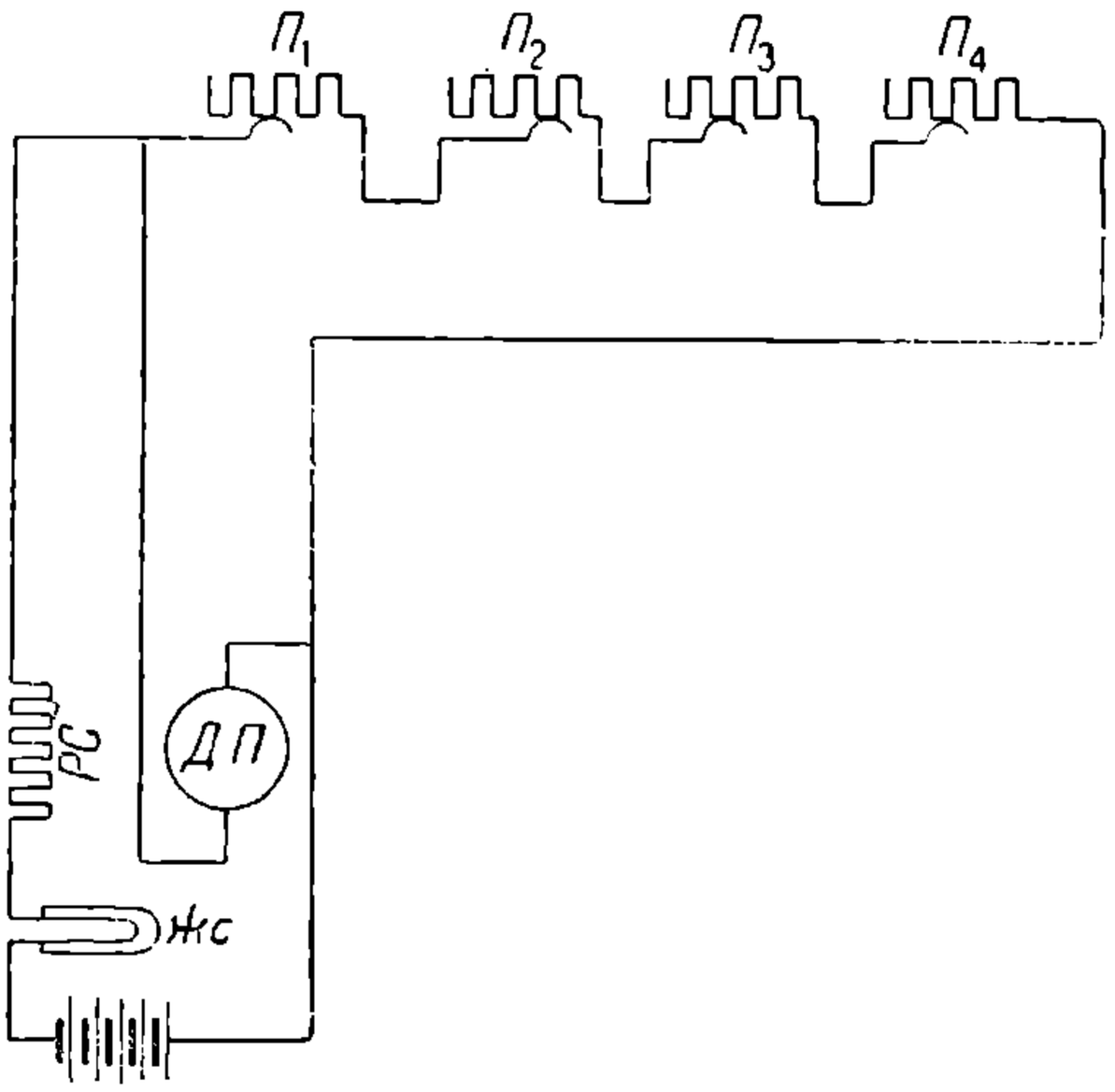


Фиг. 121. Схема приключения нескольких дальноизмерительных приборов к центральной батарее.

венного влияния. Но оно дает ту выгоду, что при числе приборов, равном n, нужно иметь вместо $2n$ проводов только $n+2$.

В данном случае предполагается, что показания каждого отправительного прибора самостоятельно передаются на соответственный приемный прибор.

Фиг. 122 изображает схему включения, предназначенную для получения на одном приемном приборе суммарного отсчета показаний нескольких отправительных приборов. Такая задача — суммирования показаний машин и целых установок — часто возникает в практике управления электрическими системами.



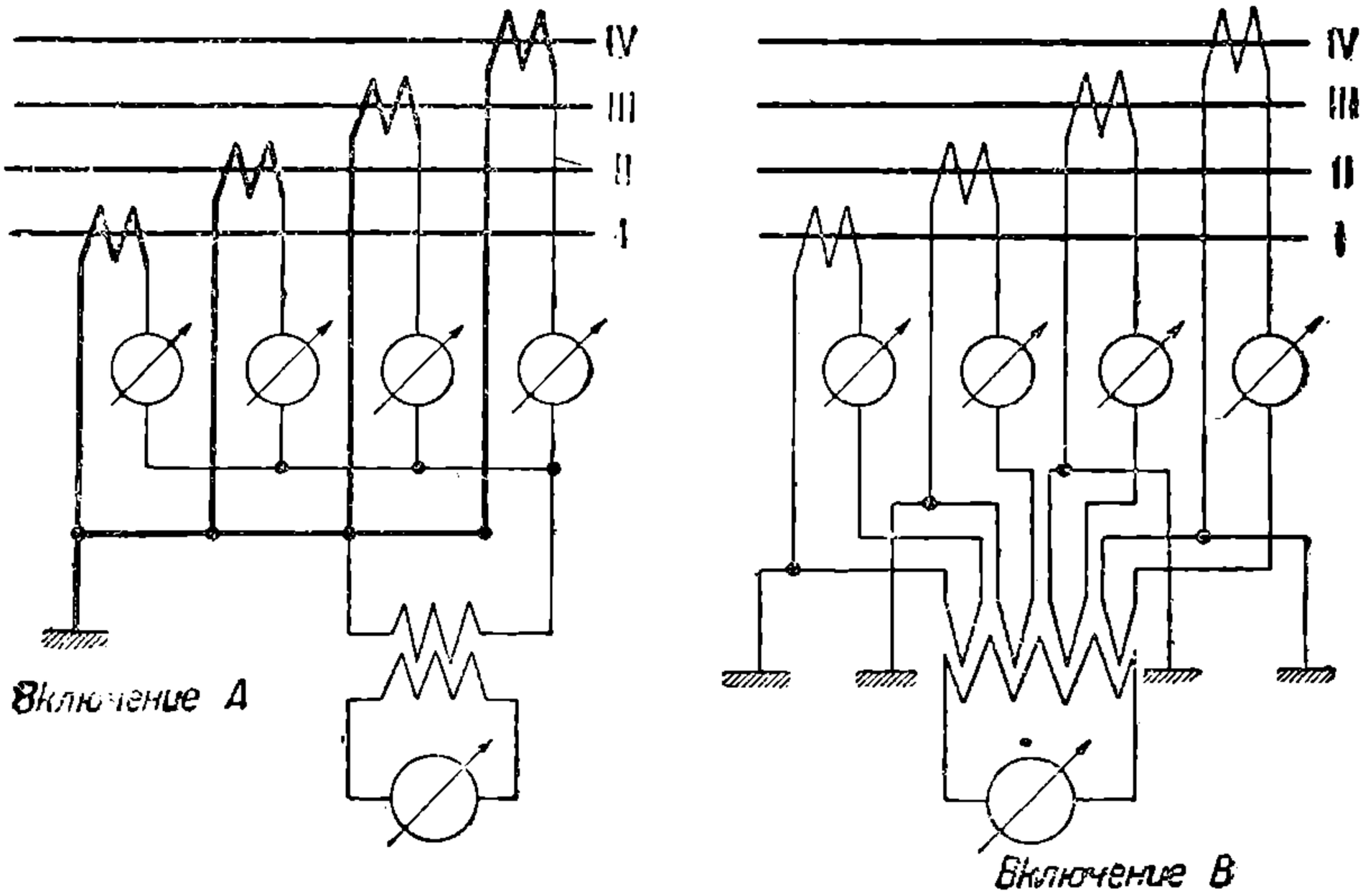
Фиг. 122. Схема последовательного соединения передающих приборов для суммирования их показаний на приемном приборе.

Суммирование это в пределах одной установки может быть выполнено и посредством соответственного включения измерительных трансформаторов на общий суммирующий прибор, а затем суммарное показание передано обычным способом на приемный прибор (фиг. 123).

НБ УДУНТ (ДИТ)

Вторым способом является последовательное соединение передающих устройств, как показано на фиг. 122. Напряжение питающей батареи должно быть при этом значительно повышено до 110—220 V. Для поддержания постоянства напряжения служит железное сопротивление *жс*, заключенное в сосуд с водородом, и регулировочное сопротивление *РС*, необходимое вследствие того, что область регулировки железным сопротивлением ограничена определенными пределами. В тех случаях, когда сопротивлением соединительных проводов между отдельными передающими приборами нельзя пренебречь, должны быть предусмотрены соответствующие компенсирующие приспособления.

Какой способ суммирования целесообразно выбрать: посредством измерительных трансформаторов или посредством последовательного



Фиг. 123. Суммирование показаний приборов посредством суммирующего трансформатора.

включения передающих приборов, зависит от обстоятельств — от числа измерений, расстояний между местами восприятия и возможности подобрать соответственные измерительные трансформаторы:

Как известно, суммирование посредством трансформаторов может дать хорошие результаты только при однообразии характеристик суммируемых трансформаторов и одинаковой их нагрузке. В противном случае получается неблагоприятное взаимное влияние их друг на друга и процент ошибки увеличивается.

Кроме того, очевидно, что суммирование посредством измерительных трансформаторов целесообразно по существу только в пределах одной установки, т. е. для дистанционного измерения. Притом оно пригодно лишь при условии, что все суммируемые элементы имеют одну общую частоту и работают в синхронизме.

Для случаев, когда необходимо суммирование измерений разных частот, или хотя бы одной частоты, но несинхронно работающих источников энергии, или же суммирование мощностей переменного и пос-

НБ УГУНТ (ДПТ)

тоянного токов, очевидно, необходимо применять специальные приборы дальноизмерения.

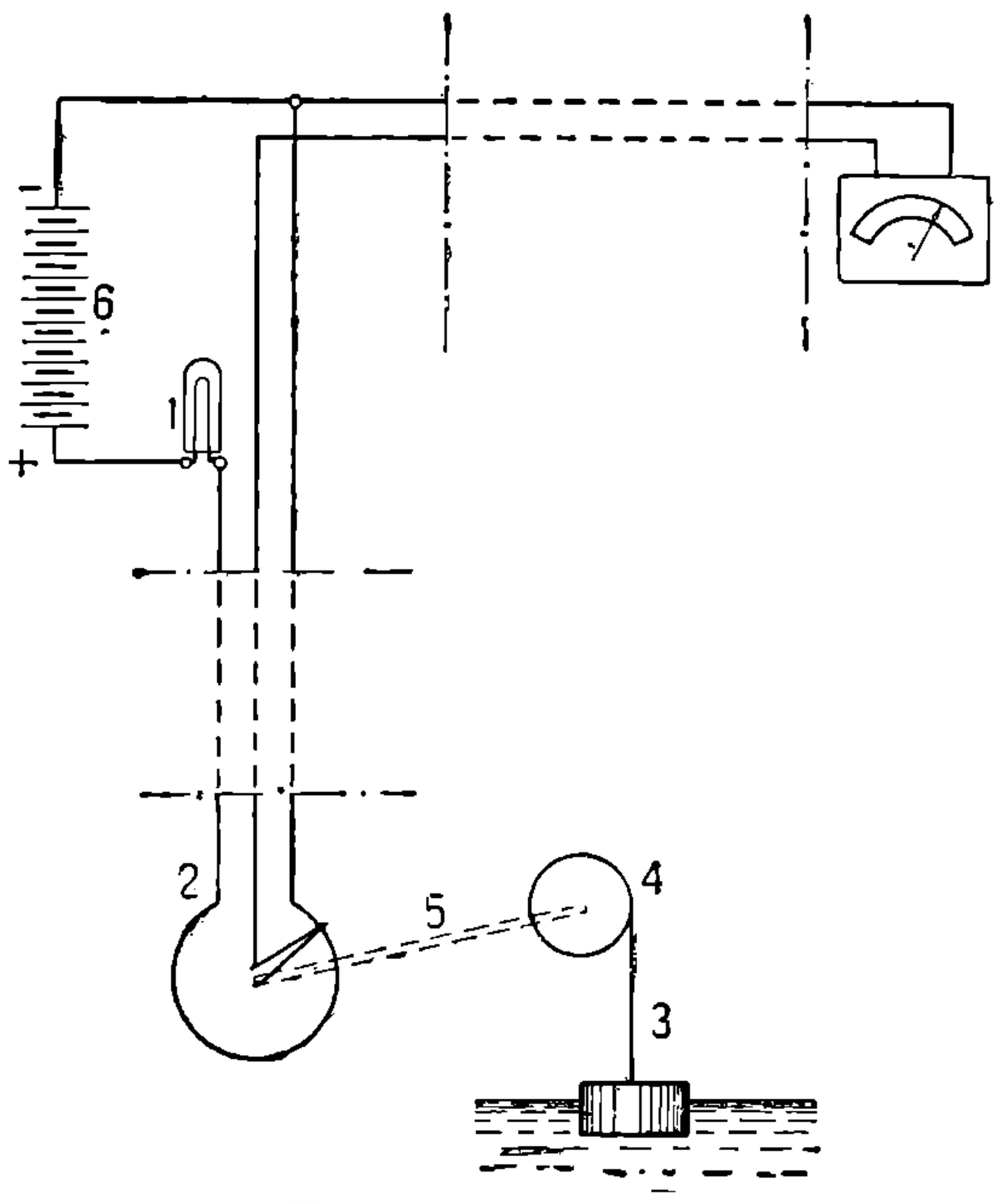
Третьим способом суммирования является применение специальных суммирующих ваттметров, устроенных таким образом, что на одной оси находится несколько измерительных элементов от разных цепей и воздействия их на эту ось механически складываются. При малых нагрузках трение сравнительно громоздких частей прибора получает большое значение и вызывает погрешности показаний.

55. Применение к дальнонадзорным устройствам принципа преобразования наблюдаемых величин в изменения напряжения постоянного тока

Описанный выше принцип устройства дальноповторительных приборов может быть без труда применен для ряда дальнонадзорных установок, как, например, указатели уровня воды, положения водозапорных щитов, открытия шлюзов, подъема мостов и т. п.

Для примера приведем устройство для дальнего наблюдения уровня воды.

На фиг. 124 контактный указатель потенциометра *2* приводится в движение непосредственно тяжестью поплавка *3*, который через посредство каната и блока *4* поворачивает вал *5*, скрепленный с указателем потенциометра. Вольтметр *7*, расположенный на распорядительной станции, может быть прямо градуирован в метрах уровня воды.



Фиг. 124. Дальнонадзорное устройство для дальнего наблюдения за уровнем воды.

Если, как это часто бывает, один и тот же прибор служит для приема показаний различных передаточных приборов (см., например, фиг. 94), то шкала его подразделяется на 100 делений, и на распорядительной станции отсчет производится по градуировочным переводным кривым, изготовляемым для каждого отправительного прибора.

Для поддержания постоянства тока через потенциометр применено в данном случае железное сопротивление *1*, заключенное в сосуд с водопроводом или же другим инертным газом. Что касается падения напряжения в соединительных проводах, то, чтобы уменьшить его значение, основное напряжение батареи *6* выбирается сравнительно высоким, от 48 до 72 V, по соображениям, которые указывались выше.

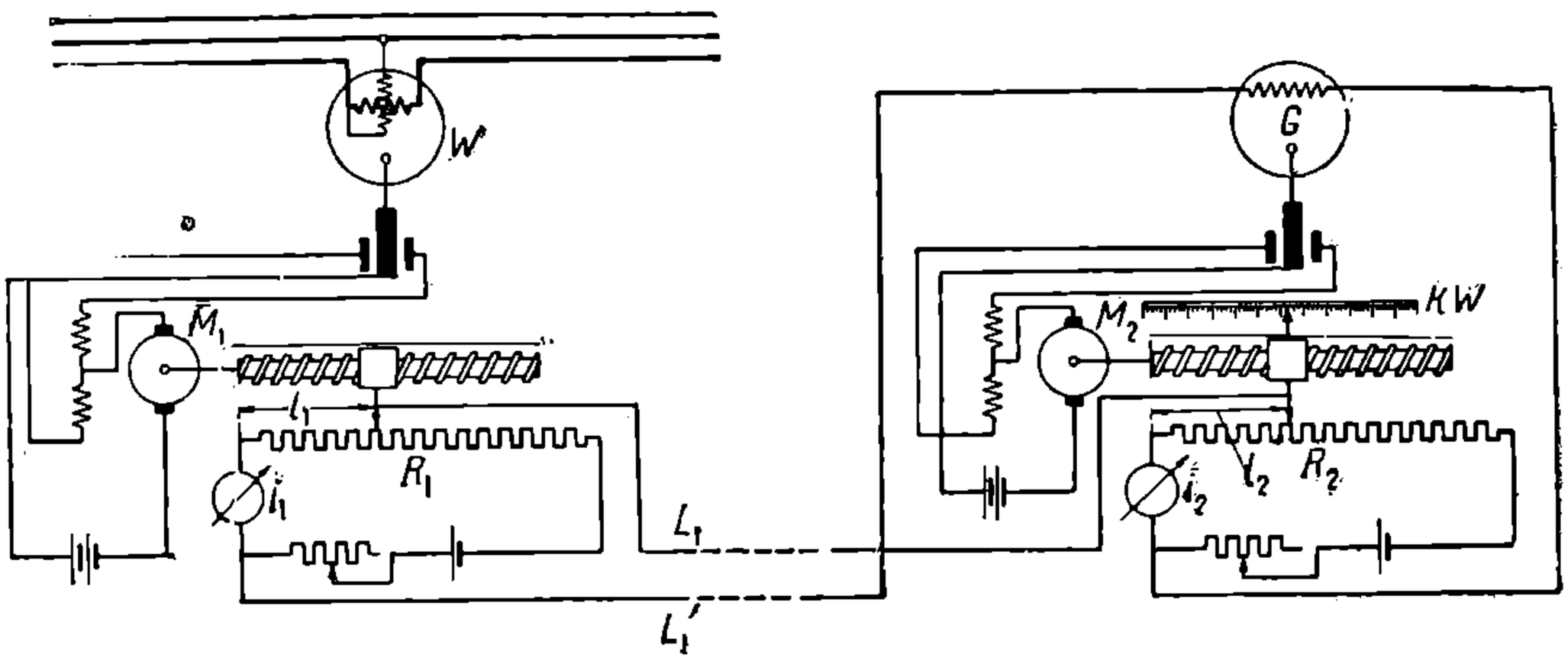
НТБ УДУНТ (ДИТ)

ДАЛЬНОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА КОМПЕНСИРОВАННОГО ТИПА

56. Описание компенсационных устройств

В тех случаях, когда по тем или другим причинам от дальноизмерения требуется значительная точность, является существенным устранить все побочные влияния, отзывающиеся на правильности показаний. В дальноизмерении эти посторонние влияния из-за большой длины проводов, сложности проводки, наличия большого количества контактов могут быть особенно велики.

Из числа методов, применяемых в измерительной технике, наибольшей точностью отличаются методы компенсационные, причем одним из наиболее существенных их достоинств является именно устране-



Фиг. 125. Компенсационное дальноизмерительное устройство системы West Penn Power Co.

ние побочных влияний, связанных с условиями присоединения приборов. Естественно поэтому применить и в дальноизмерении компенсационные методы. Преимущество их сказывается, кроме того, в том, что для соединения приемной и отправительной станций требуется только два провода.

В ранее описанных системах со вспомогательным источником тока, как мы видели, также может быть достигнуто устранение посторонних влияний на точность показаний приборов, но для этого требуется применять включения с тремя проводами.

Мы опишем в дальнейшем несколько наиболее характерных примеров таких систем.

1. Система West Penn Power Co (Westinghouse). Система эта по своему конструктивному выполнению несколько сходна с описанной ранее системой Midworth, но как бы удваивает ее, так что как на отправительной, так и на приемной станциях устанавливаются два отдельных потенциометра, указательные рукоятки которых приводятся в действие каждая своим самостоятельным электродвигателем (фиг. 125).

НБ УГЛУНТ (ДІП)

Основной (передающий) прибор, в данном случае ваттметр, обозначен W Стрелки его связаны с непоказанным полностью на чертеже контактным приспособлением, аналогичным примененному в устройстве Midworth, от которого приводится в движение электродвигатель M_1, переводящий посредством винтовой передачи указатель на потенциометре R_1. Потенциометр имеет самостоятельную цепь, независимую от цепи электродвигателя, постоянство тока в которой проверяется амперметром i_1 и регулируется соответственным установочным сопротивлением.

По проводам L_1, и L_2 фиксированное установкой указателя потенциометра напряжение e_1 передается на другой такой же точно потенциометр R_2, установленный на приемной станции. Там же в провод L_2 включен гальванометр G, стрелка которого снабжена таким же контактным приспособлением, как и отправительный прибор W. При равенстве напряжений через приемный прибор G не будет проходит никакого тока, но это возможно только в том случае, когда установка указателя потенциометра R_2 соответствует установке его на потенциометре R_1. Если же установки различны, то создается разность напряжений, в зависимости от знака которой стрелка гальванометра отклонится в ту или другую сторону, что вызовет замыкание соответственного контакта, вращение электродвигателя в соответственную сторону и передвижение указателя потенциометра до тех пор, пока подводимое напряжение не будет компенсировано и стрелка гальванометра не остановится на нуле.

Так как каждое положение указателей потенциометров соответствует определенному положению стрелки ваттметра, то на приемной станции параллельно оси движения указателя потенциометра может быть нанесена шкала, градуированная в киловаттах, по которой можно прочесть показания основного прибора.

Достоинства описанной системы связаны с преимуществами компенсационного метода. Недостатками ее являются сложность устройства и необходимость строго поддерживать равенство токов i_1 и i_2 в обоих потенциометрах, так как только при этом условии устройство правильно работает. Для контроля сил токов в соответственные цепи включаются достаточно точные амперметры.

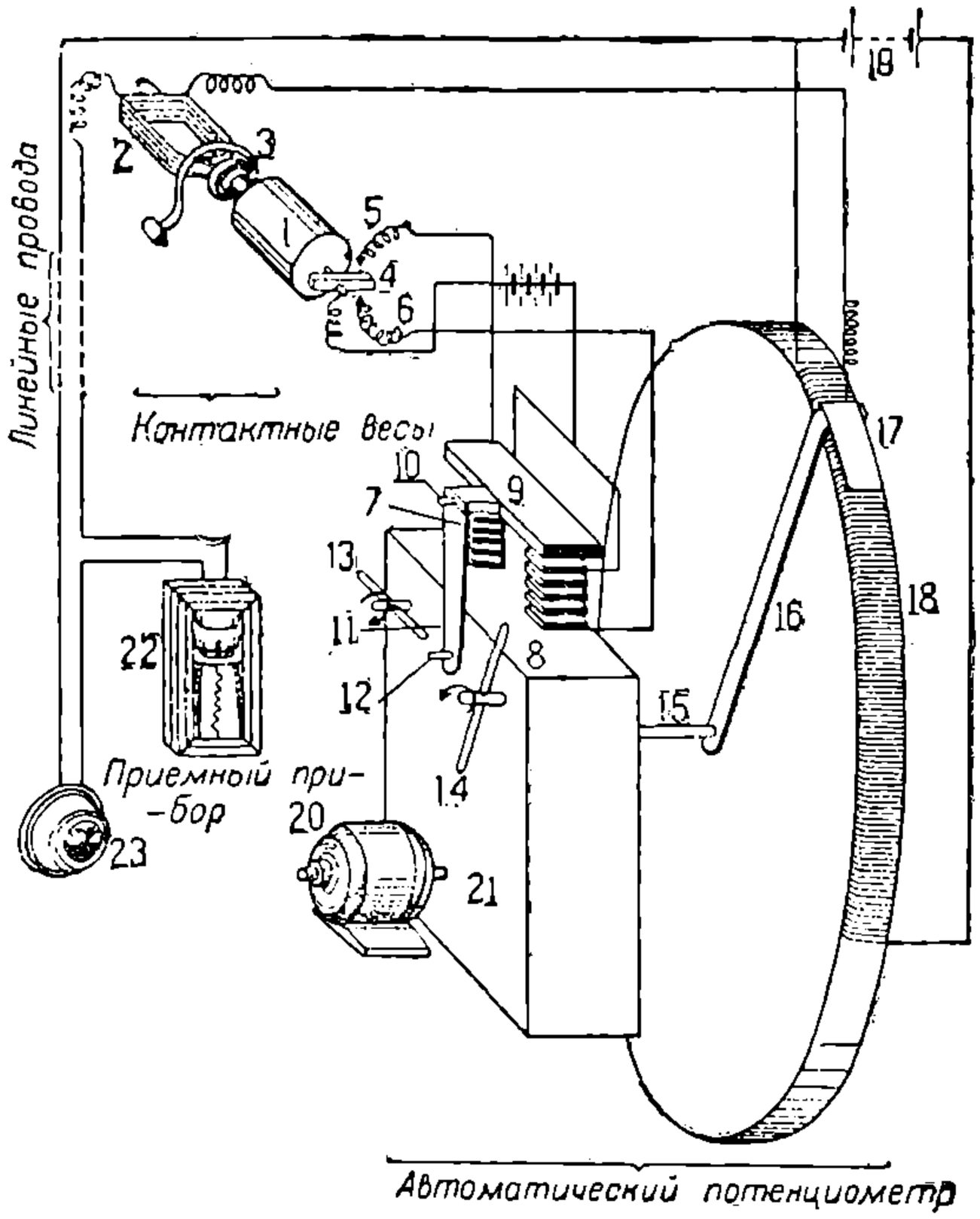
2. Компенсационное дальноизмерительное устройство Hartman & Braun. Только что описанная система West Penn Power Co является чрезвычайно громоздкой. В ней уравновешивающее устройство со вспомогательными электродвигателями и потенциометрами повторяется дважды и на отправительной и на приемной станциях. В далее описываемых устройствах этот недостаток устранен, приемная станция освобождена от всяких дополнительных устройств и оборудование ее сводится к приемному прибору для отсчета показаний.

Существенными частями системы Hartman & Braun являются контактные весы и автоматический потенциометр.

Устройство поясняется схематическим чертежом (фиг. 126), на котором *1* обозначает поворотный элемент основного прибора. Последний механически соединен с катушкой *2* второго уравновешивающего прибора. Последнему сообщается некоторый небольшой направляющий вращающий момент пружиной *3*. Вместе вся система образует так назы-

НБ УРУНТ (ДПТ)

ваемые контактные весы. На оси этих весов находится контактный рычажок *4*, который в зависимости от состояния весов может находиться посредине или соприкасаться с одним из находящихся по сторонам контактов *5* или *6*. В зависимости от соприкосновения с тем или другим из контактов появляется ток в соответственной катушке *7* или *8*, вследствие чего притягивается в ее сторону коромысло *9*, поворачивающееся на оси *10* вместе с балансиром *11*. На балансире *11* имеется штифт *12*, который при отклонении балансира *11* оказывается на пути вращения рычажков *13* и *14*. Последние приводятся во вращение в противоположных направлениях согласно указанию стрелок электродвигателем *20* посредством диференциальной передачи, заключенной в кожух *21*. С этой же двойной диференциальной передачей соединена ось *15* указательной рукоятки *16* потенциометра, которая передвигает щетку *17* по намотанному на периферической окружности диска сопротивлению *18*.



Фиг. 126. Компенсационное дальноизмерительное устройство Hartmann & Braun.

Коль скоро равновесие контактных весов *1* и *2* нарушено, например таким образом, что замыкается контакт *6*, то балансир *11* откачнется таким образом, что его штифт *12* попадет на путь вращающегося рычажка *13* и последний остановится, вследствие чего придет во вращение рукоятка *16* потенциометра, которая будет двигаться до тех пор, пока на потенциометре не будет отложено сопротивление, при котором через поворотную катушку *2* пройдет ток, уравновешивающий действие катушки *1*. Этот же ток пройдет через приемные приборы *22* и *23* дальноизмерительного устройства. Последние представляют собой обычные указательные или регистрирующие приборы.

Таким образом метод измерения, примененный в описываемой системе, основан на посылке в приемный прибор вполне определенной величины тока, зависящей от показаний основного прибора. На величину этого тока вследствие применения принципа компенсации не могут влиять изменения сопротивления соединительных проводов и колебания напряжения источника тока.

С другой стороны, метод этот, будучи компенсационным, не является нулевым, и потому токи утечки от нарушения изоляции проводов

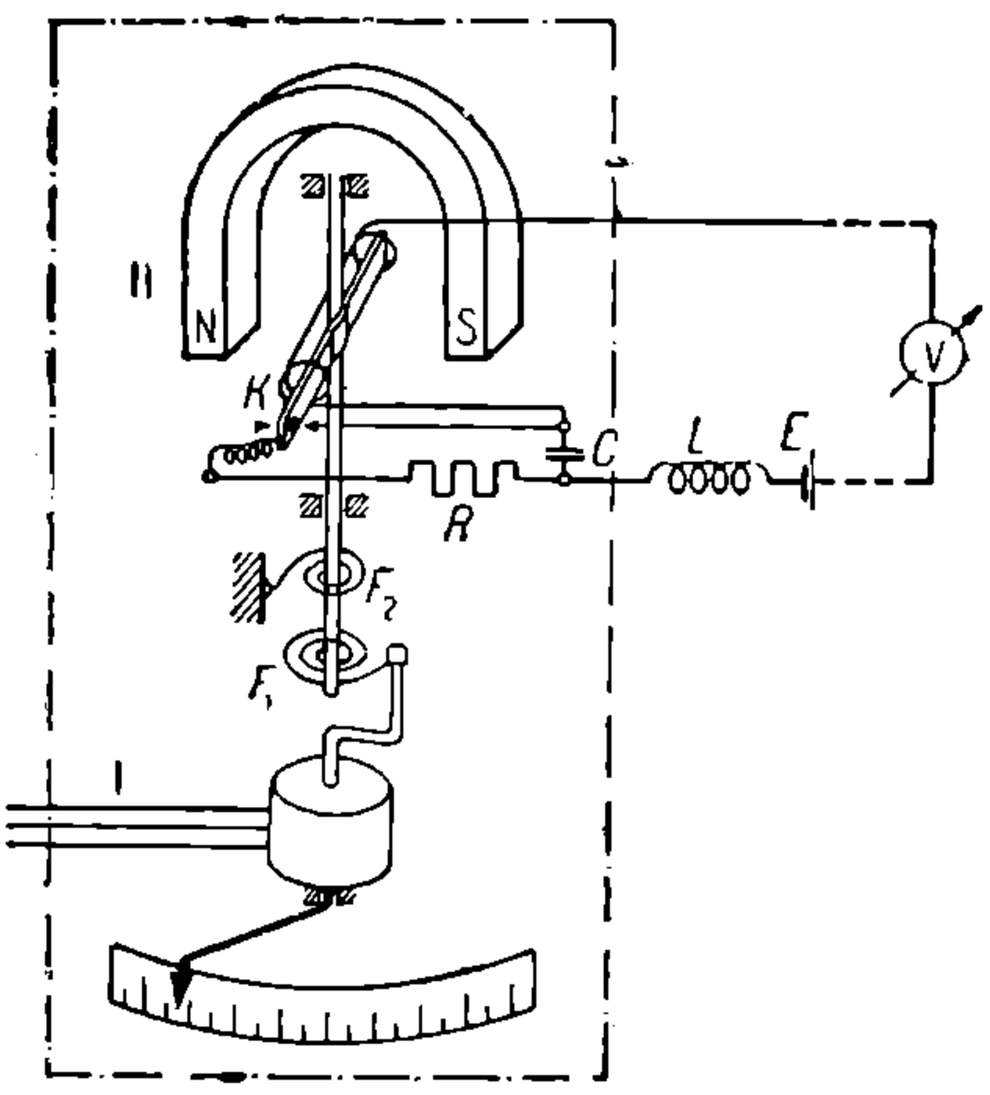
НБ УГУНТ (ДПТ)

могут оказывать значительное влияние, если величина их соизмерима с величиной передающих токов.

Для того чтобы прекращение действия устройства вследствие обрыва проводов, остановки электродвигателя или других причин не было бы смешано с нулевыми показаниями прибора, последний устроен таким образом, что через уравновешивающую катушку *2* и при нулевом показании проходит некоторый ток. Вследствие этого при обрыве провода стрелка приемного прибора выходит за пределы шкалы, указывая порчу устройства.

Кроме того, в линейные провода введен выключатель, который находится под влиянием реле. Реле это приспособлено таким образом, что если число оборотов электродвигателя, приводящего в движение все устройство, изменяется настолько, что правильная работа устройства нарушается, оно выключает линейные провода. На приемной станции, естественно, получается при этом сигнал неисправности устройства.

3. Компенсационное дальноизмерительное устройство системы AEG. Хотя система Hartmann & Braun несколько проще, нежели система West Peen Power Co, однако все же и ее устройство представляется достаточно сложным и дорогим, включая в себе электродвигатель и сложный механизм с диференциальной передачей для сообщения движения указательной рукоятке потенциометра.



Фиг. 127. Компенсационное устройство системы AEG.

Одна из новейших дальноизмерительных систем компенсационного типа фирмы AEG значительно упрощает устройство также и на отправительной станции, сохраняя на приемной станции только указательный прибор, как и система Hartmann & Braun.

Схематически устройство AEG поясняется фиг. 127. Основной его частью также являются контактные весы, состоящие из двух элементов: *I* — подвижной части основного измерительного прибора и *II* — компенсационного приспособления, представляющего собой поляризованное реле. Связь обеих частей компенсационной системы в данном случае не жесткая, а упругая посредством пружины F_1.

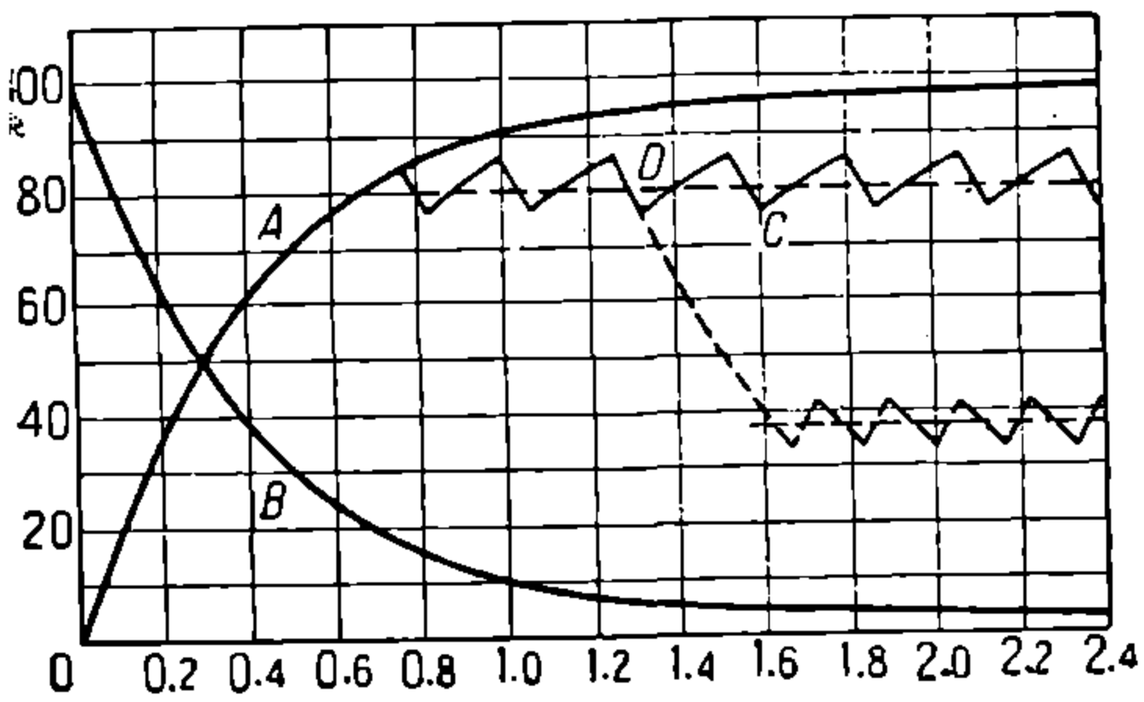
Второй оси компенсационного реле сообщается устанавливающий вращающий момент пружиной F_2. Якорь поляризованного реле находится в нейтральном положении в плоскости симметрии постоянного подковообразного магнита NS и ограничивается в своем передвижении вправо и влево контактами K. Так как эти возможные передвижения ничтожно малы, то показания основного прибора нисколько не искажаются от связывания его оси с осью компенсирующего приспособления. Ток, протекающий через обмотку поляризованного реле, создает пропор-

НБ УДУНТ (ДИТ)

циональный вращающий момент; стремящийся разомкнуть контакт K, тогда как сумма вращающих моментов пружин F_1 и F_2 стремится его замкнуть.

В цепь, соединяющую приемный прибор с катушкой реле, введены самоиндукция и емкость, так что ток в этой цепи может изменяться только по кривым, соответствующим постоянным этой цепи. На фиг. 128 показаны эти кривые A и B для нарастания и для убывания тока.

Прибор работает по принципу прерывающегося контакта аналогично регулятору напряжения Тирилля. Представим себе, что основной прибор I имеет определенное отклонение стрелки, соответствующее измеряемой величине. Вследствие этого через пружину F_1 передается на ось компенсирующего реле определенный вращающий момент M_1. В ту же сторону действует вращающий момент пружины F_2, который обозначим через M_F. Под действием суммарного вращающего момента $M_S = M_1 + M_F$ контакт K замыкается. Вследствие этого в цепи компенсационного реле начинает нарастать ток по кривой A (фиг. 128). Нарастание продолжается до тех пор, пока образующийся в реле обратный вращающий момент M_P не перевесит на некоторую величину d вращающий момент M_S. Под влиянием этого перевешивающего момента контакт K разомкнется, и начнется ниспадание тока по кривой B до тех пор, пока момент M_P не станет снова меньше момента M_S примерно на ту же величину d, которая, действуя в противоположную сторону, заставит контакт K снова замкнуться. Таким образом прибор будет все время колебаться около некоторого среднего положения, определяемого установкой стрелки основного прибора. Когда установка этой стрелки меняется, например, показания его уменьшаются, то, как показано на фиг. 128, по кривой убывания тока достигается через весьма короткий промежуток времени новое равновесное положение, возле которого колеблется ток, посылаемый в приемный прибор соответственного типа. В качестве такового обычно выбирается миллиамперметр постоянного тока.



Фиг. 128. Кривые работы дальноизмерительного устройства AEG.

Описанная система допускает также и суммирование показаний нескольких передающих приборов на одном приемном. Для этого передающие приборы приключаются параллельно, и приемный прибор получает общий суммарный ток. Дополнительным условием является одинаковость градуировки и соответствие ей посылаемых токов во всех передающих приборах. В противном случае требуется довольно сложная регулировка путем соответственного подбора шунтов.

Областью применения этой системы являются по указанию самой фирмы, главным образом, городские системы со сравнительно небольшими расстояниями.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Система требует наличия двух соединительных проводов. Из внешних влияний должны сказываться, естесгвенно, токи утечки.

Следует упомянуть еще компенсационную систему, разработанную нас в СССР в измерительном Отделе ВЭИ инж. Михайловым.

В устройстве ВЭИ приемником также является простой миллиамперметр постоянного тока, в передатчике же, весьма близком по принципу к передатчику AEG, компенсационное реле меняет установку миниатюрного высокоомного жидкостного реостата. Благодаря этому в линии течет не постоянно меняющийся ток, как в системе AEG, а постоянно течет ток, соответствующий измеряемой величине. В передатчике ток от реостата проходит затем через ламповый усилитель.

Опытный экземпляр такого устройства, установленный на диспетчерском пункте МОГЭС, работая в течение нескольких месяцев, показал достаточно высокие эксплоатационные качества.

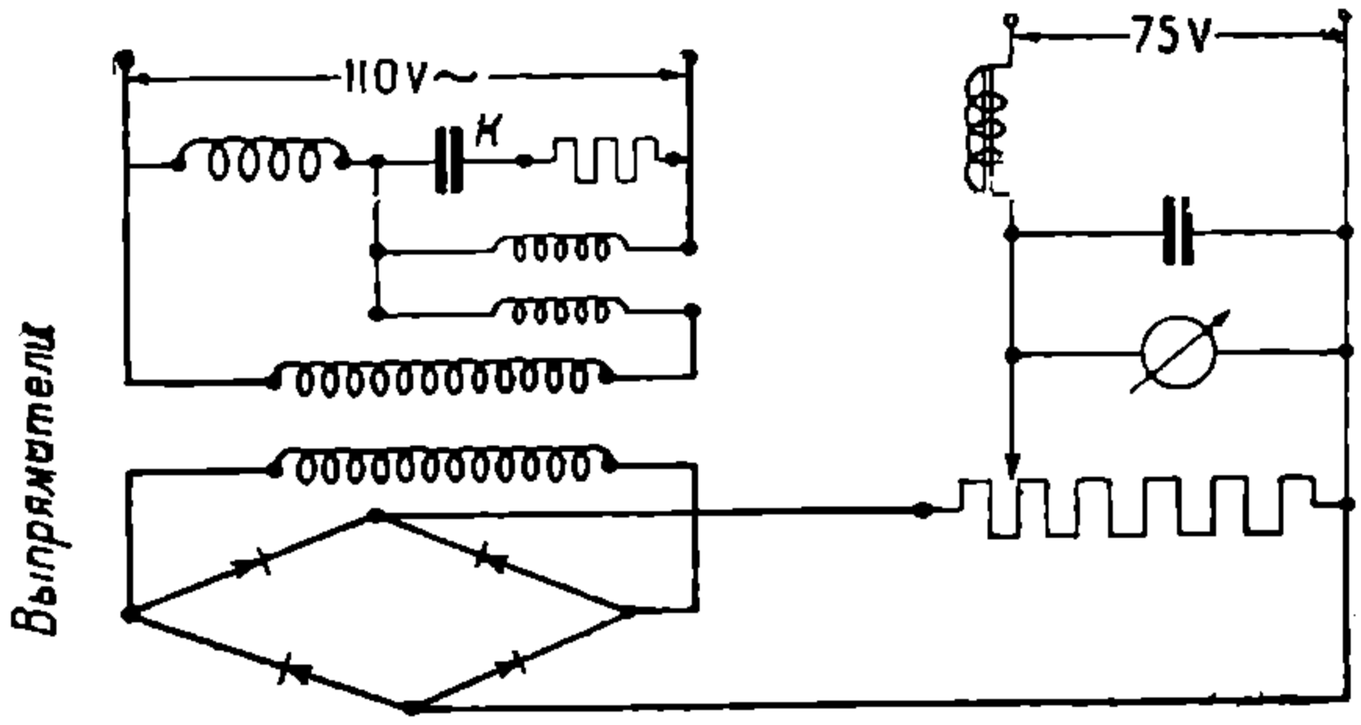
РАЗДЕЛ XII

ПРЕВРАЩЕНИЕ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ В ПОСТОЯННЫЙ ТОК

57. Превращение в постоянный ток посредством выпрямителей и тепловых преобразователей

Системы, рассмотренные в предыдущем разделе, имеют тот недостаток, что требуют для своего применения дополнительной установки на отправительной, а иногда и на приемной станциях специального источника тока в виде низковольтной батареи на 24, 48 или в случае больших расстояний 72 V. Батарея эта, вообще говоря, не может быть использована для других целей и потому значительно удорожает установку.

Поэтому разработан был ряд систем, стремящихся использовать преимущества способов измерения постоянного тока и, вместе с тем, избегнуть необходимости заводить для этого специальное дорогостоящее оборудование в виде батарей.



Фиг. 129. Включение по схеме Graetz.

Простейшим решением является применить выпрямление переменного тока.

Наиболее пригодными для целей дальноизмерения являются сухие выпрямители. Напряжение у таких выпрямителей выбирают порядка 10 V.

Выпрямители целесообразно включать через насыщенные измерительные трансформаторы, чтобы ослабить влияние коротких замыканий.

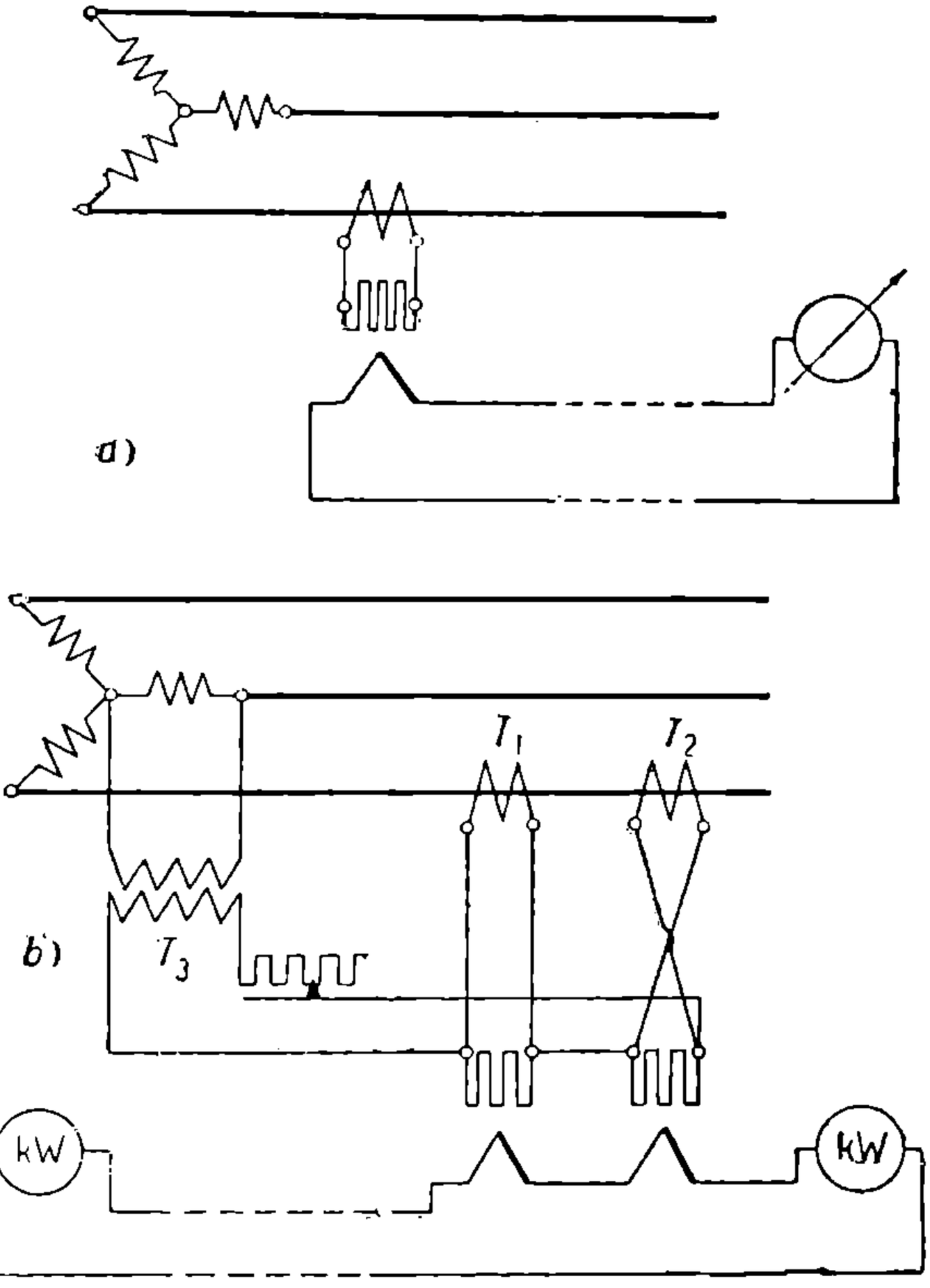
Для выравнивания колебаний напряжения возможно применение двойного включения или выключения по принципу Graetz'a (фиг. 129).

НБ УГАЖТ (ДП)

В последнее время в качестве выпрямителей стали применяться электронные лампы (кенотроны).

Другим способом преобразования переменного тока в постоянный при малых напряжениях является использование теплового преобразования. Способ этот не представляет особенных удобств, вследствие того что получаемое напряжение постоянного тока очень низко—от 20 до максимум 50 mV. Поэтому радиус действия таких устройств ограничивается 10—20 *км*.

Фиг. 130 поясняет принципиальную схему такого устройства по системе Fawsett.



Фиг. 130. Включение термоэлементов по схеме Fawsett.

На схеме ***a*** изображено включение для измерения силы тока. Вторичная обмотка трансформатора тока замыкается на нагревательную обмотку теплоумформера. Эта нагревательная обмотка подогревает термоэлектрическую батарейку, питающую цепь указательного прибора большой чувствительности, обычно также теплового типа.

На схеме *b* (фиг. 130) изображено включение для измерения мощности. В этом случае вторичные обмотки двух трансформаторов тока T_1 и T_2 включаются на нагревательные элементы таким образом, что токи в них должны быть направлены навстречу друг другу. Затем оба эти элемента соединяются между собой и образуют одну цепь, на которую замыкается вторичная обмотка трансформатора напряжения T_3. Таким образом в одном из нагревательных элементов проходит ток, пропорциональный сумме мгновенных значений тока и напряжения, а в другом их разности.

Термоэлектрические элементы включены последовательно на указательные приборы, один из которых может быть для контроля помещен на отправительной станции, а другой на приемной.

Отсчет этих указательных приборов пропорционален величине $EI\cos\varphi$, т. е. показывает активную мощность в цепи независимо от угла сдвига между напряжением и током.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

58. Дальноизмерение мощностей и других величин путем преобразования в постоянный ток посредством моторгенератора системы Telewatt

Другим способом получить постоянный ток без применения вспомогательного источника является создание его в самой системе дальноизмерения.

Для этой цели, главным образом, при измерении мощностей было предложено несколько систем, в основе которых лежит использование подвижного элемента нормального счетчика. Этот подвижной элемент служит мотором, на ось которого насаживается небольшой генератор постоянного тока, и таким образом получается преобразователь типа обычного моторгенератора.

Возбуждение генератора устраивается с таким расчетом, что напряжение на его зажимах зависит только от числа оборотов, моторный же элемент конструируется таким образом, что его число оборотов пропорционально измеряемой величине: мощности активной или реактивной, току, напряжению и т. д. По преимуществу подобного рода приборы применяются для дальноизмерения мощности, так как в этом случае моторный элемент осуществляется наиболее просто.

Ток, проходящий по дальноизмерительным проводам, выбирается в среднем около 1 mA, напряжение же генератора при полном числе оборотов достигает 1 V.

Приемным прибором служит чувствительный гальванометр с поворотной катушкой.

Очевидно, что к одному передаточному прибору может быть присоединено несколько приемных, причем они соединяются последовательно и дают одни и те же показания. Может быть осуществлено также суммирование показаний нескольких передающих приборов на одном приемном. Для этого передающие приборы соединяются последовательно и приемный прибор измеряет их суммарное напряжение.

В тех случаях, когда требуется одновременное получение и раздельных для каждой измеряемой цепи суммарных показаний, применяются два генератора на передающем приборе. Один служит для получения единичных отдельных показаний, а другой для суммарных.

Подобного рода включение показано на фиг. 131.

Описанная выше система фабрикуется фирмами Aronwerke в Германии и Compagnie pour la Fabrication des Compteurs во Франции и получила название Telewatt.

По самому характеру своего устройства она пригодна, главным образом, для небольших расстояний, по преимуществу для городских электроснабжающих систем, и, кроме того, для внутреннего суммирования мощностей больших установок, в которых могут иногда встречаться и разные частоты и разные роды тока, и нередко могут представиться случаи несинхронизированной работы генераторов на разные шины. В этом отношении система представляет то удобство, что двигательный элемент передающего прибора представляет собой обыкновенный счетчик, который может быть подобран для любых условий.

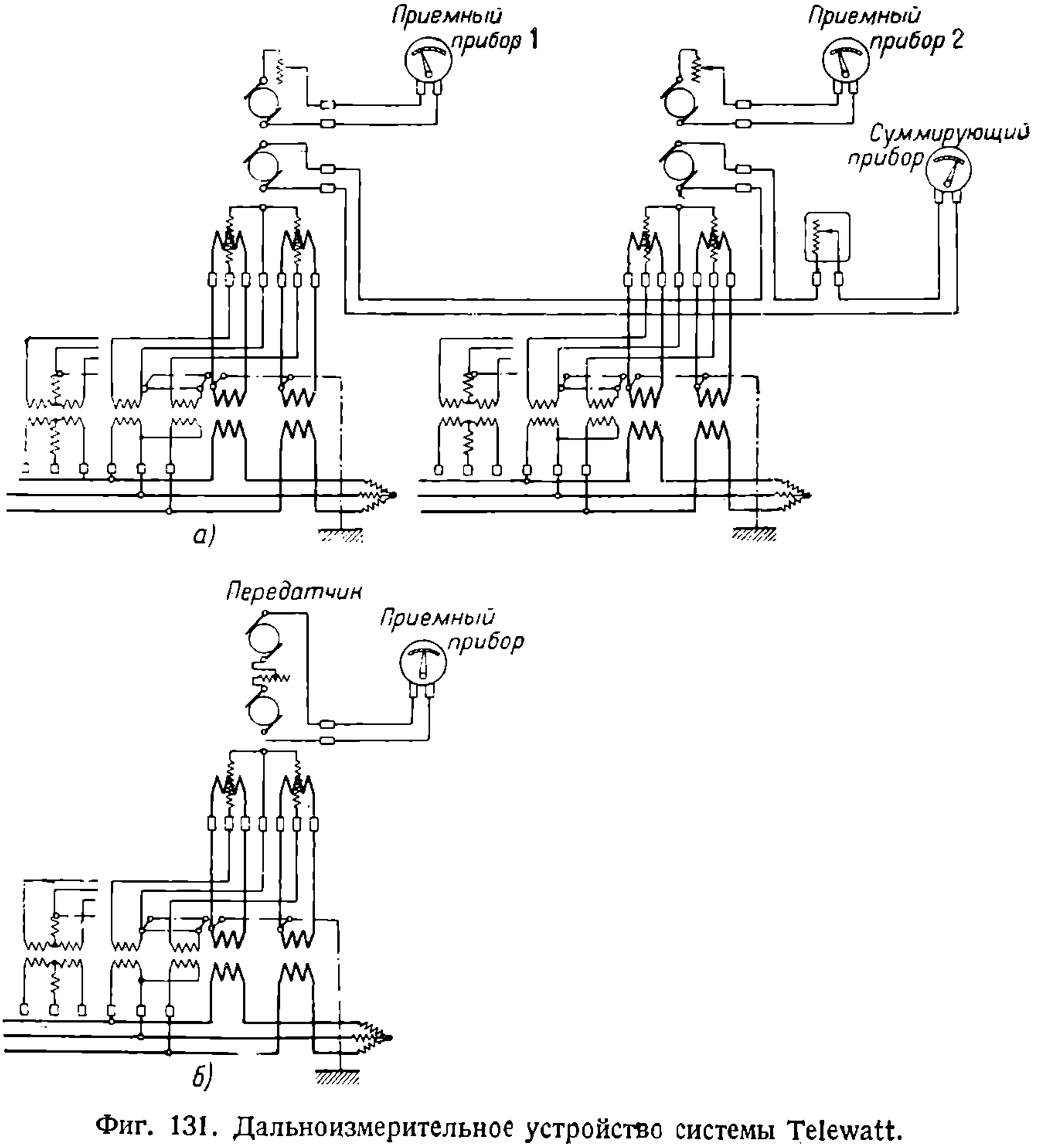
Обратим внимание, что при насадке генераторного элемента непосредственно на какую-нибудь вращающуюся ось прибор, очевид-

НБ УДУНТ (ДГТ)

но, может быть использован в качестве дальнопередающего тахометра.

В отношении точности передачи показаний устройство Telewatt при наличии искажающих влияний не может быть совершенным.

Вследствие весьма низкого напряжения передачи (1 V при полной нагрузке, следовательно, 0,1 V при малой нагрузке, равной 0,1 от пол-



Фиг. 131. Дальноизмерительное устройство системы Telewatt.

ной) всякие внешние влияния, как изменение температуры проводов, утечки, должны сильно отзываться.

По этой же причине, как уже указывалось выше, радиус действия системы ограничивается максимально несколькими десятками километров (до 40). При необходимости перекрыть большие расстояния фирма рекомендует применение специального передатчика, в котором имеются два генераторных элемента, соединенных последовательно. В таком случае рабочее напряжение удваивается. Подобного рода передатчик изображен на фиг. 131, *б*.

УДУМТ НБ (ДІТ)

ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ ДАЛЬНОИЗМЕРЕНИЯ

59. Общие замечания относительно импульсных методов

Как уже упоминалось в § 50, импульсные методы могут быть подразделены на несколько разновидностей: в одной основанием передачи является длительность импульса, т. е. количество единиц времени, приходящихся на импульс, в другой — частота импульсов, т. е. количество импульсов, приходящихся на единицу времени, или, наконец, просто число импульсов, регистрируемых и передаваемых соответственными механизмами.

Следуя терминологии, установившейся в германской литературе, примем для них соответственно названия:

1) времяимпульсные методы (Impulszeitverfahren),
2) частотоимпульсные методы (Impulsfrequenzverfahren),
3) числоимпульсные методы (Impulszahlverfahren).

Необходимо отметить, что последние два способа в литературе не вполне четко отграничиваются.

Иногда можно встретить определение числоимпульсного метода, совпадающее с частотоимпульсным.

Происходит это вследствие того, что в пределе при весьма коротких промежутках между регистрациями оба метода могут как бы совпадать. В числоимпульсном методе регистрация, или передача числа импульсов, происходит обычно через определенные промежутки времени.

Однако следует иметь в виду, что в частотоимпульсном методе измеряемая величина пропорциональна частоте импульсов, тогда как в числоимпульсном методе каждый импульс представляет определенное деление или долю деления шкалы. Практически при частотоимпульсном методе передача импульсов происходит беспрерывно, тогда как при числоимпульсном через 1, а иногда 10—15 мин. или еще реже. Так же как и при применении методов, основанных на измерении интенсивностей, ряд импульсных приборов представляет собой «повторители».

В частности устройства, основанные на времяимпульсном методе, по самому своему принципу предполагают повторение движений основного прибора.

60. Системы дальноизмерения, основанные на передаче импульсов различной длительности

1. Описание времяимпульсной системы фирмы Deutsche Telefonwerke und Kabelindustrie. Как уже указано выше, основанием времяимпульсной системы является посылка импульсов тока различной длительности. Длительность эта, очевидно, должна быть приведена в соответствие с показаниями стрелки измерительного прибора.

Если на одной оси со стрелкой заставить вращаться с постоянной скоростью диск и предположить, что полный размах стрелки (угол

НБ УГУНТ (ДП)

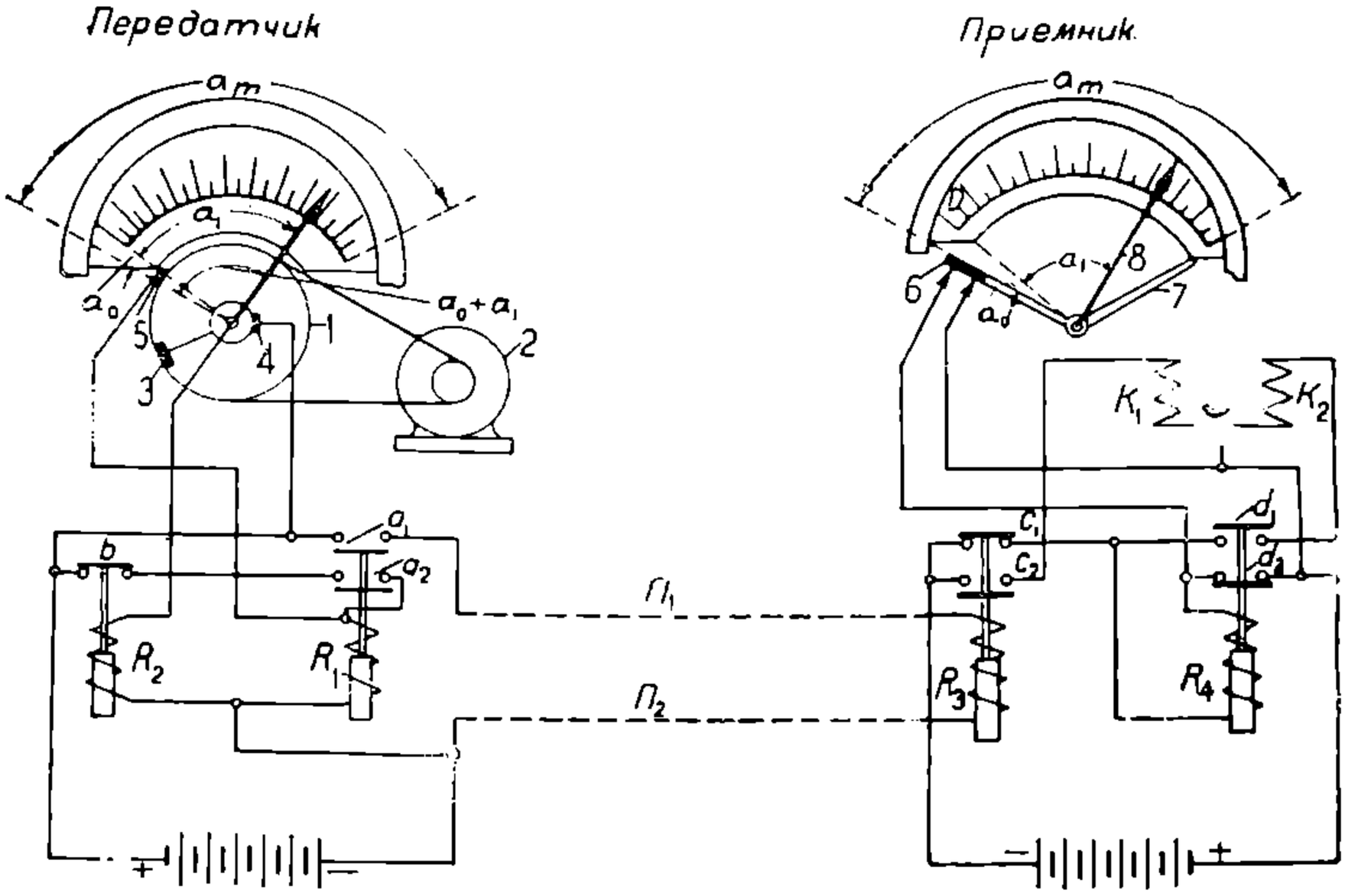
отклонения) по шкале циферблата равен a_m (фиг. 132), то, если период оборота диска равен T, длительность прохождения этого углового пути какой-нибудь точкой диска выразится

$$t_m = \frac{a_m}{2\pi} T.$$

Очевидно, что если отклонение стрелки равно не полному ее размаху, а соответствует какому-то меньшему углу, то соответственно и время прохождения той же точкой диска этого пути меньше и равно

$$t = \frac{a_0 + a_1}{2\pi} T.$$

Для того чтобы иметь возможность и нулевое положение стрелки выразить импульсом какой-то длительности, начало отсчета берется



Фиг. 132. Схема соединения времяимпульсной системы дальноизмерения Deutsche Telefonwerke u. Kabelindustrie.

не от нуля шкалы, а перед ним в направлении, обратном вращению диска. Это угловое расстояние от начала отсчета до нулевого положения стрелки обозначено a_0.

Принцип действия устройства поясняется схемой фиг. 132. Диск *1* приводится во вращение с постоянной скоростью электродвигателем *2*. Ось этого диска совпадает с осью стрелки измерительного прибора. На диске имеется контактная пластинка *3*, соединенная с контактным кольцом, которое через щетку *4* присоединено к + (плюсу) батареи.

На наружной окружности диска *1* наложена в точке, соответствующей началу отсчета времени, вторая щетка *5*. При прохождении контактной пластины *3* под щеткой *5* замкнется цепь тока соленоидной катушки реле R_1. Реле это является самоподдерживающимся, так как, после того как катушка реле втянет свой сердечник, замкнутся контакты a_1 и a_2 и через контакт a_2 цепь реле остается замкнутой до тех

НВ УДУНТ (ДІІТ)

пор, пока замкнут контакт b реле R_2. Последний же будет разомкнут только тогда, когда замкнется цепь реле R_2, что произойдет, когда контактная пластина *3* дойдет до стрелки прибора и соприкоснется с ней. Таким образом реле R_1 будет замкнуто как раз в продолжение промежутка времени, в течение которого диск совершает поворот на угол $\alpha_0 + \alpha_1$, соответствующий данному показанию стрелки. Также как раз на это же время будет замкнут второй контакт a_2 реле R_1, замыкающий цепь линейных проводов $П_1П_2$, вследствие чего в реле R_3 приемного прибора будет послан импульс соответствующей длительности.

Приемный прибор, совершенно аналогично, состоит из циферблата со шкалой, подразделенной соответственно шкале отправительного прибора, с таким же образом расположенным началом отсчета времен. Вокруг той же оси, на которой насажена стрелка, могут поворачиваться два поводка *6* и *7* в пределах угла α_m. Поводки эти приводятся в движение через посредство электромагнитных муфт K_1 и K_2 не показанным на чертеже электродвигателем, вращающимся с такой же скоростью, как и электродвигатель *2* приемного прибора. При этом передача движения к поводкам так устроена, что один из них *6* движется по направлению стрелки прибора, а другой *7*— в противоположном направлении. Поводки движутся только тогда, когда они соединены с электродвигателем соответственными электромагнитными муфтами, когда же муфта лишена тока, то поводок *7* возвращается действием пружины в свое крайнее правое положение. Поводок же *6* остается на месте, но может быть передвинут поводком *7* при движении последнего.

На схеме представлено промежуточное положение, которое создается в интервале между двумя импульсами. В это время обе муфты K_1 и K_2 разомкнуты и поводки *6* и *7* отведены в свои крайние положения.

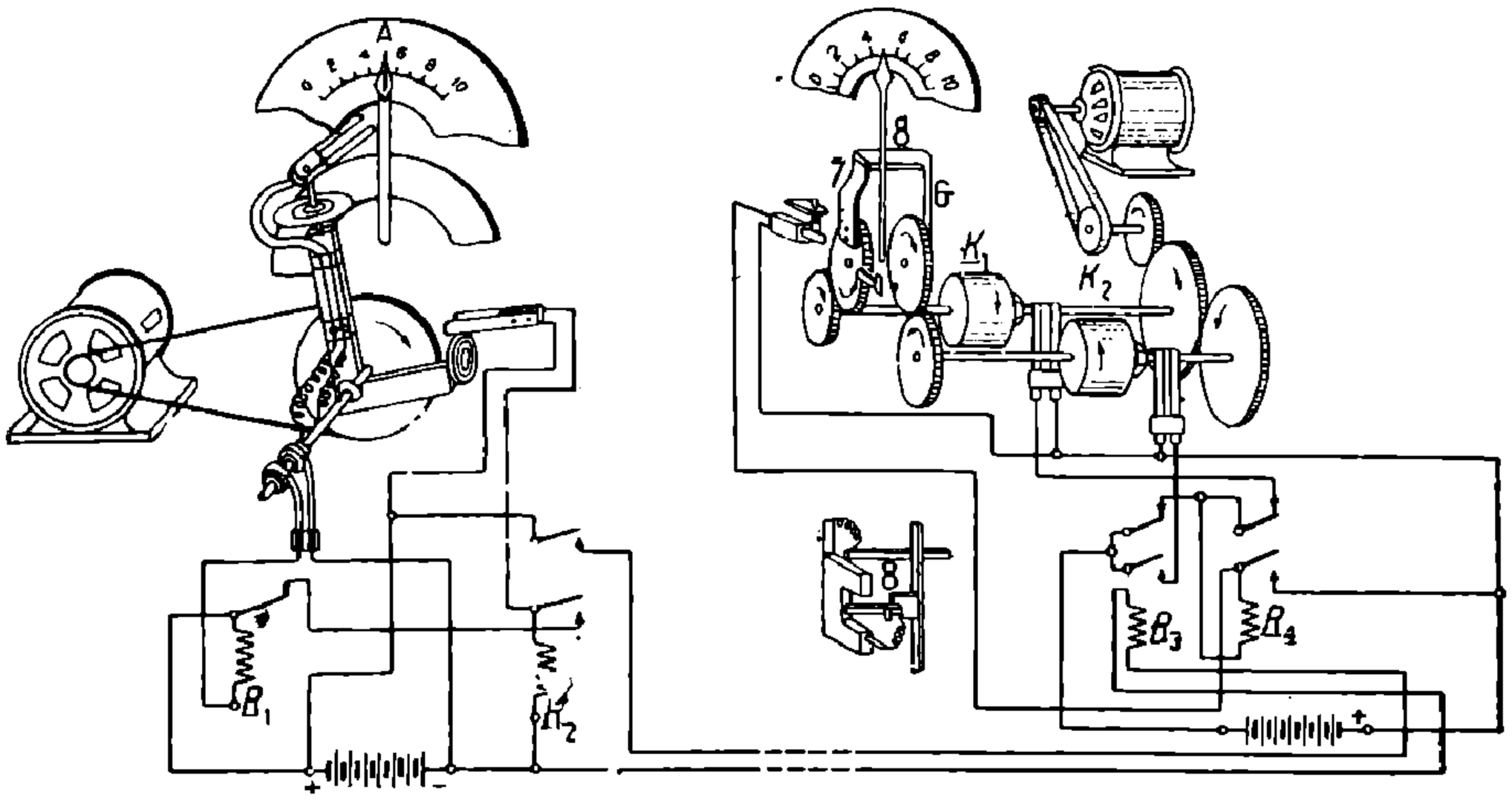
С момента соприкосновения контактной пластинки *3* со щеткой *5* замыкается реле R_1 и через его контакт a_1 реле приемного прибора R_3. Вследствие этого замыкается его нижний контакт C_2 и включается муфта K_1. Поводок *6* начинает двигаться вправо до тех пор, пока продолжается импульс, и следовательно, пройдет путь $\alpha_0 + \alpha_1$, соответствующий положению стрелки основного прибора. При этом, если он по пути встретит стрелку *8* приемного прибора, то захватит ее с собой особым имеющимся на нем с левой стороны выступом. Таким образом и стрелка будет доведена до того же крайнего положения $\alpha_0 + \alpha_1$, если она ранее находилась внутри этого угла.

Одновременно с замыканием нижнего контакта размыкается верхний контакт C_1 и прерывается цепь реле R_4. Вследствие этого его сердечник падает и замыкает контакт d_1. Поэтому после прекращения импульса, когда упадет сердечник реле R_3 и контакт C_1 снова замкнется, будет разомкнута цепь муфты K_1, но замкнется цепь муфты K_2. Вследствие этого начинает свое движение поводок *7* влево. Он снабжен откидывающимся захватом, расположенным с правой стороны, и если стрелка *8* приемного прибора находилась за пределами угла $\alpha_1 + \alpha_0$, то поводок *7* отведет ее обратно до положения поводка *6*. При соприкосновении с поводком *6* захват поводка *7* освобождает стрелку, оставляет ее на месте, но начинает отодвигать поводок *6*, пока не доведет его до

НТБ УДУНТ (ДИТ)

крайнего начального положения. В этом положении через соответственные контакты замыкается цепь реле R_4, сердечник его приподнимается и разрывает цепь электромагнитной муфты K_2 у контакта d_1. Освобожденный от соединения с электродвигателем поводок *7* отбрасывается пружиной в крайнее правое положение. Стрелка *8* остается стоять под углом $\alpha_0 + \alpha_1$ до следующего передвижения поводков *6* и *7*.

Фиг. 133 поясняет некоторые конструктивные детали системы. Как видно из схематического чертежа передаточного устройства, ток реле R_2 не проходит через стрелку, как для упрощения показано на схеме, а замыкается через специальный контактный кольцеобразный путь, по которому катится резиновое кольцо. Это резиновое кольцо насажено на оси, которая укреплена на коленчатом рычажке, вращающемся вместе с приводным диском, которому надлежащей передачей



Фиг. 133. Конструктивная схема времяимпульсной системы Deutsche Telephonwerke u. Kabelindustrie.

сообщается движение от электродвигателя. При каждом обороте резиновое кольцо наезжает на стрелку измерительного прибора и прижимает ее на этот момент к кольцевому контактному пути. В то же время контактное приспособление также нажимает на стрелку и замыкает при этом цепь реле R_2.

Как видно из способа действия, описанное устройство относится к разряду повторителей. В числе его преимуществ фирма указывает возможность легкого комбинирования с любым из существующих измерительных приборов.

Однако достигнуто это ценой значительной сложности устройства. Одним из важных условий правильности работы, общим для такого рода систем, является необходимость точного совпадения скоростей вращения электродвигателей на отправительной и на приемной станциях. Это может быть достигнуто применением синхронных электродвигателей, если сеть имеет везде общую частоту. Как видно из схематического конструктивного чертежа (фиг. 133) времяимпульсной системы Deutsche Telephonwerke & Kabelindustrie, главным ее недостатком, не-

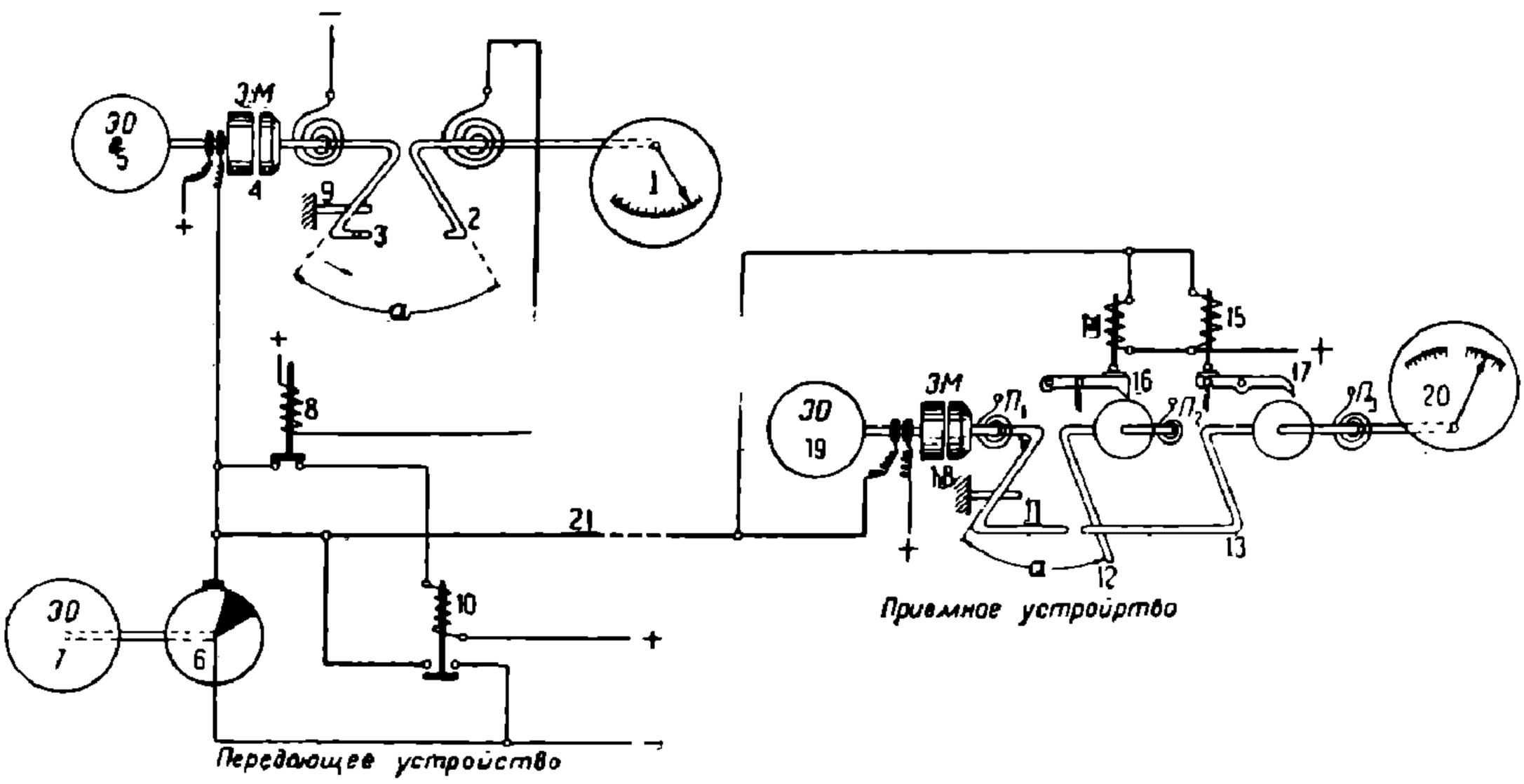
НБ УДУНТ (ДІТ)

сомненно, является сложность устройства. Большое количество тонких деталей, наличие деликатных постоянно переключающихся зубчатых передач, для беспрерывно работающего механизма в значительной мере должно ослаблять эксплоатационную надежность системы.

2. Времяимпульсная система AEG. Система AEG стремится при сохранении в общем тех же принципов работы упростить конструктивно обе части, как передаточное, так в особенности приемное устройство.

Существенные черты этой системы поясняются схемой (фиг. 134).

Передаточное устройство состоит из двух частей: 1) первичного прибора *1*, ось которого снабжена контактным приспособлением *2*, соединенным с реле *8*, и 2) контактного механизма, состоящего из вращающегося контактора *6*, приводимого в постоянное вращение электродвигателем *7*, электромагнитной муфты *4*, приводимой во вра-



Фиг. 134. Схема времяимпульсного дальноизмерительного устройства системы AEG.

щение электродвигателем *5*, контактного рычажка *3* и реле *10*, приключающего соединительный провод *21*, ведущий к приемному устройству.

Согласно известному уже принципу действия времяимпульсных систем приемному устройству должны посылаться импульсы, длительность которых соответствует временам прохождения путей, отвечающих углам α, определяемым установкой стрелки основного прибора. Достигается это следующим образом.

Вращающийся контактор *6* через определенные промежутки времени замыкает цепь от — (минуса) батареи через электромагнитную муфту *4*. Так как в промежуточный период между передачей импульсов реле *8* не возбуждено, контакты его замкнуты, и одновременно с электромагнитной муфтой возбуждается реле *10*, которое замыкает свои контакты, и, таким образом дается ток на линию *21*. Реле *10* самоподдерживающееся, и потому созданные цепи будут сохраняться, несмотря на прекращение замыкания контактора *6*, до тех пор, пока остаются замкнутыми контакты реле *8*. Последнее же размыкает их

НБ УДУНТ (ДИТ)

только тогда, когда создается цепь вследствие соприкасания контактных рычажков *2* и *3*.

Контактный рычажок *2* получает установку от оси основного прибора, соответствующую положению стрелки на шкале. Контактный рычажок *3*, когда электромагнитная муфта *4* расцеплена, устанавливается пружиной в крайнее положение, фиксированное упором *9*. Когда же электромагнитная муфта *4* возбуждена, он скрепляется с валом электродвигателя *5* и начинает двигаться в направлении, указанном стрелкой. Движение это продолжается на протяжении, соответствующем углу α до соприкосновения с контактным рычажком *2*. При этом соприкосновении замыкается цепь реле *8*, которое, будучи возбуждено, размыкает цепь реле *10* и электромагнитной муфты. Ось контактного рычажка *3* расцепляется, и последний возвращается под действием пружины в начальное положение. При этом размыкается цепь реле *8*, и так как оно относится к типу реле внерабочего тока, то контакты его замыкаются, и цепь реле *10* подготовлена к действию. После следующего замыкания вращающегося контактора *6* тот же процесс повторяется снова и т. д.

Теперь рассмотрим действие приемного устройства. Оно также состоит из двух частей: 1) электродвигателя *19* и контактной муфты *18*, которая скреплена с повторительным рычажком *11*, и 2) указательного прибора *20*, стрелка которого соединена общей осью с рычажным поводком *13* и устанавливается в зависимости от установки последнего. Но, кроме того, имеется еще и третья промежуточная часть в виде фиксируемого храповиком *16* поводка *12*. Назначение этого промежуточного поводка *12* до некоторой степени сходно с назначением «стрелки запоминания» в системе с двумя падающими дужками.

В промежутке между импульсами положение прибора таково, каким оно показано на схеме. Поводок *11* отжимается пружиной $П_1$ в крайнее положение до упора, поводок *12* зафиксирован храповиком *16* в том положении, которое он занял после последнего импульса, поводок же *13* свободен, но под действием пружины упирается в поводок *12*, стрелка прибора поэтому дает показание, соответствующее последнему импульсу. После включения линии *21* электромагнитная муфта *18* и реле *14* и *15* получают ток. Вследствие этого поводок *11* скрепляется с электродвигателем и начинает двигаться, повторяя движения поводка *3* на отправительной станции. Реле *14* и *15* имеют такие характеристики, что работают в определенной последовательности. Сперва срабатывает реле *15* и храповиком *17* удерживает стрелку прибора *20* в занятом ею положении, затем срабатывает реле *14*, освобождающее храповик *16* и тем самым поводок *12*. Последний поэтому падает на поводок *11* и движется вместе с ним.

В зависимости от длительности импульса, т. е. величины угла α, и от зафиксированного положения поводка *13*, характеризующего последнее предшествовавшее показание прибора, поводок *11* вместе с поводком *12* может или дойти до поводка *13*, если новое показание больше предыдущего, или остановиться раньше, если оно меньше. В первом случае, так как храповик *17* только удерживает стрелку от движения обратно к нулю, но не мешает ей двигаться вперед, поводок *11* увлечет за собой также и поводок *13*, а следовательно, и стрелку

НБ УДУНТ (ДИТ)

до установки нового показания. Во втором случае, когда новое показание меньше, импульс тока кончается, когда поводки *11* и *12* не дошли еще до стрелки *13*. По прекращении тока сработает прежде всего реле *14*, и храповик *16* зафиксирует поводок *12* в его положении. Затем сработает электромагнитная муфта *18* и реле *15*. Вследствие этого поводок *11* будет расцеплен от электродвигателя *19* и пружиной $П_1$ возвращен в крайнее положение к упору. Одновременно, но во всяком случае позже действия реле *14*, реле *15* освободит храповик *17*, и поводок *13* упадет под действием пружины $П_3$ на зафиксированный поводок *12*. Вместе с ним и стрелка прибора *20* займет свое новое положение, соответствующее установке поводка *12*, т. е. переданному импульсу Таким образом прибор *20* будет повторять показания прибора *1*.

Очевидно, при желании один и тот же приемный прибор может быть применен для нескольких передаточных, которые к нему приключаются по очереди.

Условием является одинаковость шкалы всех приборов. Если показания требуются сравнительно редко, то и это условие необязательно, так как в этом случае приемный прибор может быть градуирован в процентах, а показания для каждого отдельного прибора определяются по соответственным градуировочным кривым.

61. Дальноизмерительные устройства, работающие по частотоимпульсному принципу

Описанные выше времяимпульсные системы имеют уже то достоинство, что они свободны от нарушения правильности показаний такими влияниями, как изменение сопротивления проводов, утечки от плохой изоляции и т. п., которые свойственны системам, построенным на методах измерения интенсивностей. Кроме того, для передачи можно пользоваться как постоянным, так и переменным током, лишь бы была выдержана надлежащая длительность импульсов. Поэтому может быть применена передача и по телефонным проводам, разделенным передатчиками, и передача высокочастотными методами, или методами радиотелеграфии, поскольку в принципе передаваемые импульсы вполне аналогичны применяемым в телеграфной практике.

Но в связи с этим времяимпульсные системы подвержены тем нарушениям действия, от которых страдают и телеграфные и телефонные передачи, т. е. от всякого рода возмущений, происходящих либо от влияния рядом идущих высоковольтных проводов при внезапных изменениях их режима, либо от пертурбаций электрического характера в слоях атмосферы. В особенности существенны влияния последнего порядка, так как грозы и разряды молнии могут продолжаться долгое время и, следовательно, длительно нарушать эксплоатацию.

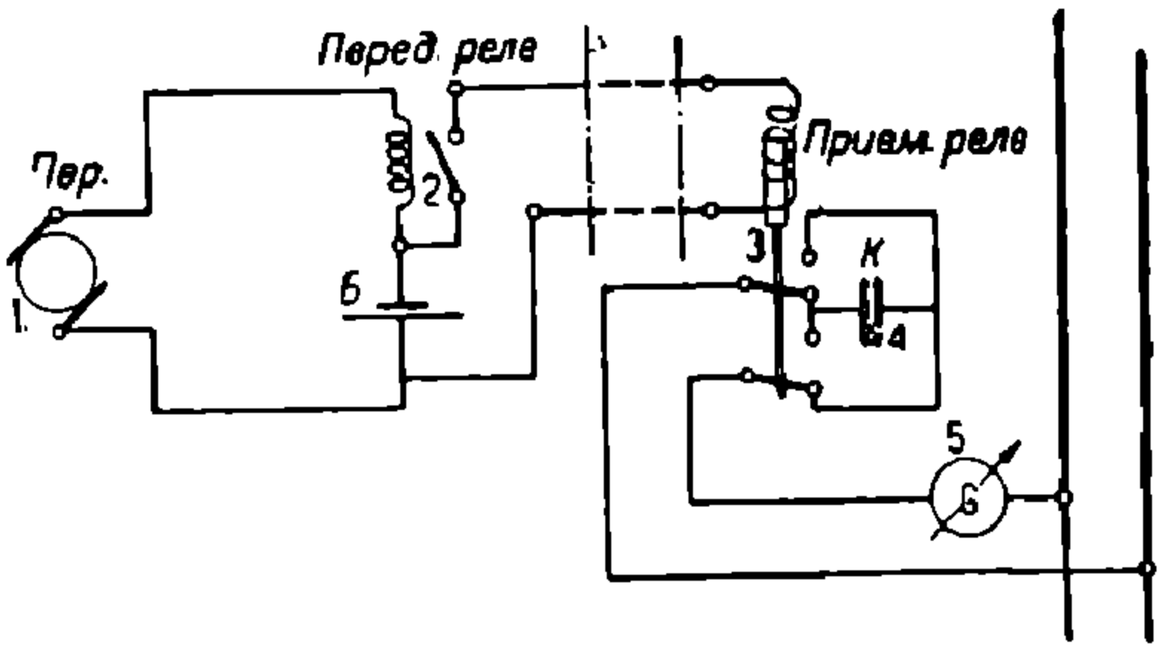
Частотоимпульсные методы имеют то преимущество, что так как они основаны на средних величинах большого количества импульсов, приходящихся на единицу времени, то добавление, или искажение, одного какого-нибудь кратковременного импульса не может особенно отозваться на результативном показании.

Основная идея устройства заключается в следующем. Измеряемая величина преобразуется в ряд импульсов переменного или постоянного

НБ УДУНТ (ДИТ)

тока, причем частота этих импульсов пропорциональна измеряемой величине. Очевидно, в качестве приемника в такой установке должен работать какой-то частотомер.

Ниже описывается принцип действия частотомера Максвелла, применяемого в большинстве частотоимпульсных систем в качестве приемника. Если имеется конденсатор емкости C, к обкладкам которого приложено напряжение E, то при переключении его обкладок должно произойти изменение заряда на величину $2CE$. Если производить это переключение посредством коммутатора, имеющего 2κ пластин и делающего n оборотов в минуту, т. е. $\frac{n}{60}$ в секунду, то число полных переключений (частота) $f = \frac{\kappa n}{60}$, а средний ток будет $2fCE$. Предположим, что емкость конденсатора равна одной микрофараде, а напряжение приключенной батареи постоянного тока 100 V, тогда при каждом перезаряде конденсатора пройдет через включенный в цепь амперметр 0,2 mA/сек, или при 6 переключениях в секунду получится средний зарядный ток 1,2 mA. Для измерения этого тока выбирают прибор с достаточным затуханием и инерцией, чтобы он отзывался на среднюю величину тока, а не отдельные зарядные толчки.



Фиг. 135. Принципиальная схема частотоимпульсной системы.

Принцип действия частотоимпульсных систем известен уже давно и его применяют фирмы Westinghouse и Sangamo Electric Co в Америке и фирма Siemens & Halske в Германии.

1. Частотоимпульсная система Siemens & Halske. Принципиальная схема устройства изображена на фиг. 135. Основным элементом передающей части системы является счетчик *1*, коммутатор которого работает в данном случае как прерыватель. В течение каждого оборота он определенное число раз прерывает цепь передающего реле *2*, которое, замыкая и размыкая соединение с линейным проводом, посылает приемной части устройства соответственное количество импульсов. Число этих импульсов будет, очевидно, пропорционально скорости вращения счетчика. Последняя же должна быть пропорциональна измеряемой величине.

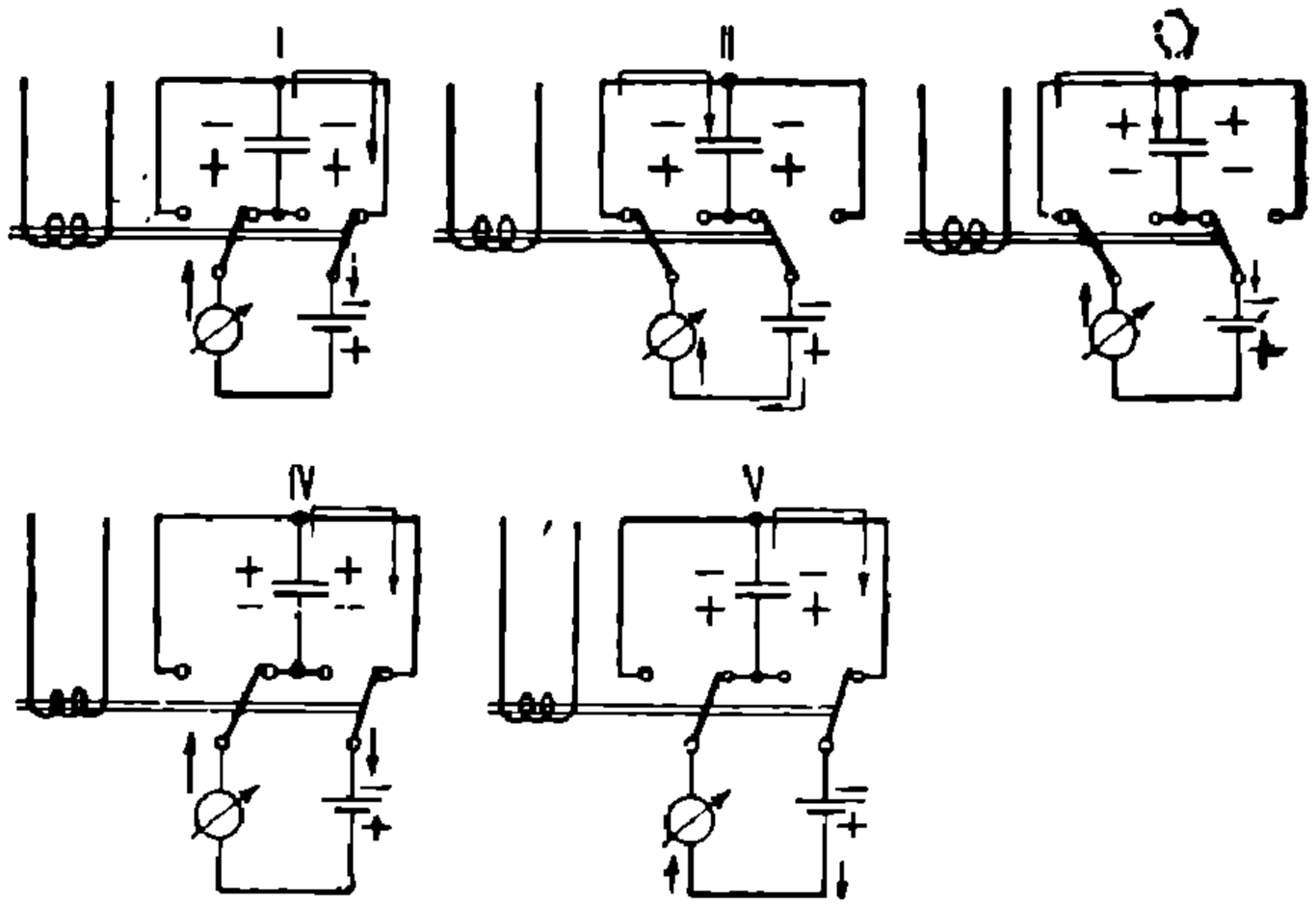
Передающее реле *2* не является необходимой частью включения, и при небольших расстояниях может быть к коммутаторному прерывателю непосредственно приключено приемное реле.

Приемная часть устройства должна превратить полученные импульсы в показания приемного прибора *5*. Существенными ее элементами являются приемное реле с переключателем *3* и конденсатор *4*.

Основная идея работы приемника была пояснена уже выше.

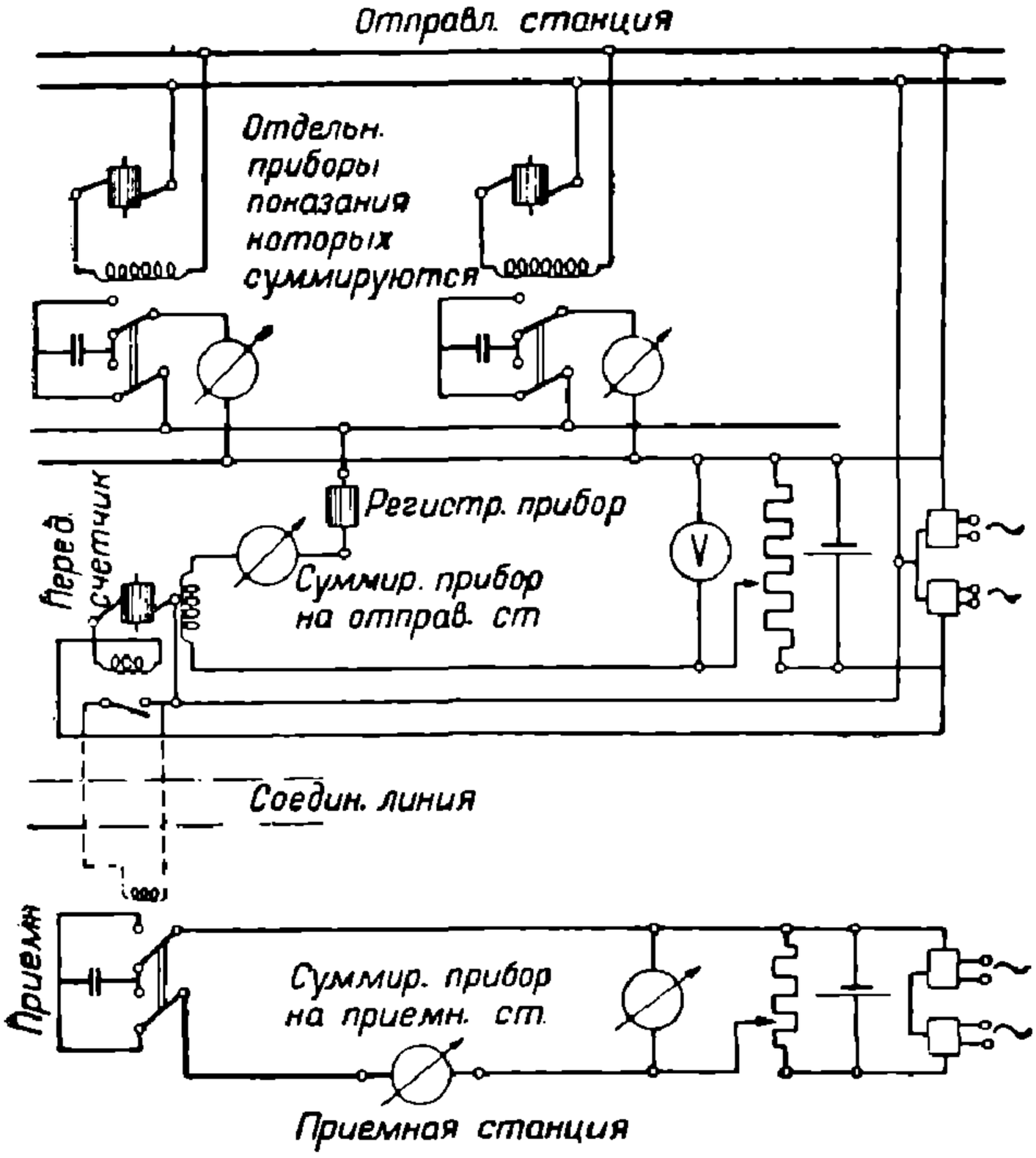
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Фиг. 136 поясняет, каким образом достигается, что ток через прибор всегда идет в одном направлении. Независимо от времени контакта заряд конденсатора при каждом переключении всегда одинаков и зависит только от напряжения источника тока. Очень важно поэтому иметь строго постоянное напряжение, так как от этого зависит правильность показания.



Фиг. 136. Схема, поясняющая работу дальноизмерительной цепи.

Соответственным подбором характеристик прибора достигается, что последний, давая полное отклонение при 5 импульсах в секунду, даже при одном импульсе в 2 сек., т. е. при 10% нормальной нагрузке, дает вполне спокойные показания при протекании зарядных токов конденсатора.



Фиг. 137. Схема включения для суммирования показаний при частотоимпульсной системе.

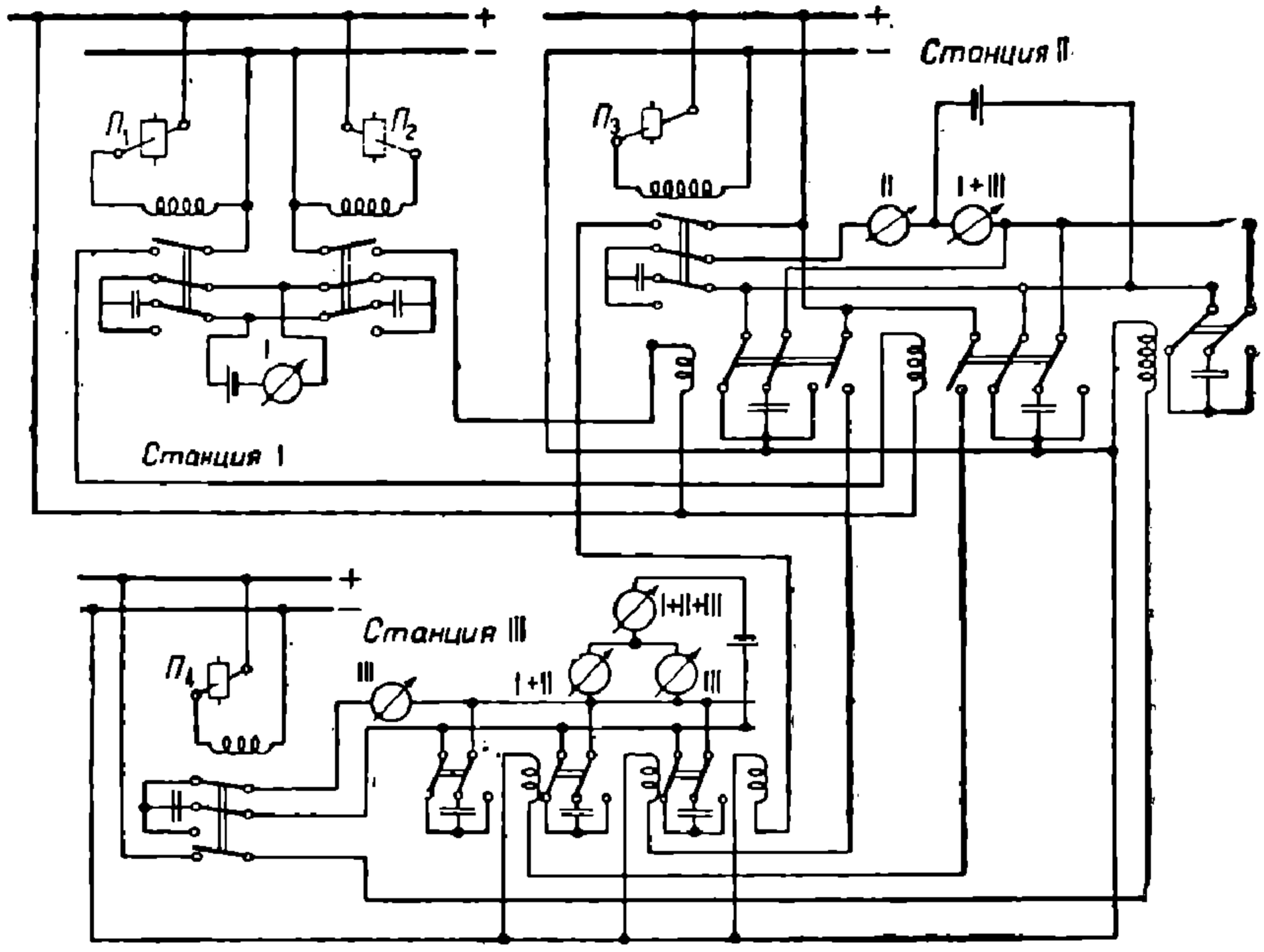
Фиг. 137 изображает схему, при помощи которой может быть осуществлено одновременно получение как показаний приборов по отдельным цепям, так и суммирование этих показаний на одном общем приборе.

При этом не имеет значения, работают ли переключатели отдельных конденсаторов синхронно или нет, так как суммирующий гальванометр показывает среднюю величину зарядного тока.

Как можно видеть из этой схемы, суммирующий прибор включается последовательно с источником тока, отдельные приборы включаются параллельно общим шинам. В качестве источника тока в данном случае выбраны выпрямители, параллельно с которыми включена буферная батарея. Для контроля постоянства напряжения предусмотрен вольтметр.

УГЛТИ (ДГТ)

Для того чтобы передать полученные суммарные показания на расстояние, в цепь суммирующего прибора включается счетчик. Этот счетчик с его коммутатором — переключателем — является отправительным элементом дальнопередающей установки. Затем обычным способом посылаемые отправительным реле импульсы воспринимаются приемным реле, приводящим в движение переключатель приемной установки. Последняя обладает самостоятельным источником тока такого же типа, как и отправительная установка. В качестве приемного прибора служит гальванометр.



Фиг. 138. Примерная схема включений для двукратного суммирования.

Если количество суммируемых на отправительной станции элементов совсем мало, например, равно двум, то устройство может быть упрощено в том отношении, что для суммирования на отправительной станции применяется просто двойной счетчик на одной оси, механически суммирующий передаваемые мощности. Подобного рода система удобна тогда, когда требуется суммирование мощностей, отдаваемых с двух комплектов шин. В остальном передача происходит тем же порядком, как выше описывалось. На фиг. 138 изображена схема более сложной установки, в которой требуется сперва суммирование показаний приборов отдельных станций, а затем вторичное суммирование этих суммарных показаний. Так на станции *II* установлен прибор, показывающий суммарную выработку станции, *I*+*III*, а на станции *III* суммирующие приборы для выработки всех станций, *I*+*II*+*III* и, кроме того, отдельно *I*+*II*. На каждой станции, кроме того, естественно, имеются суммирующие приборы для ее собственной выработки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

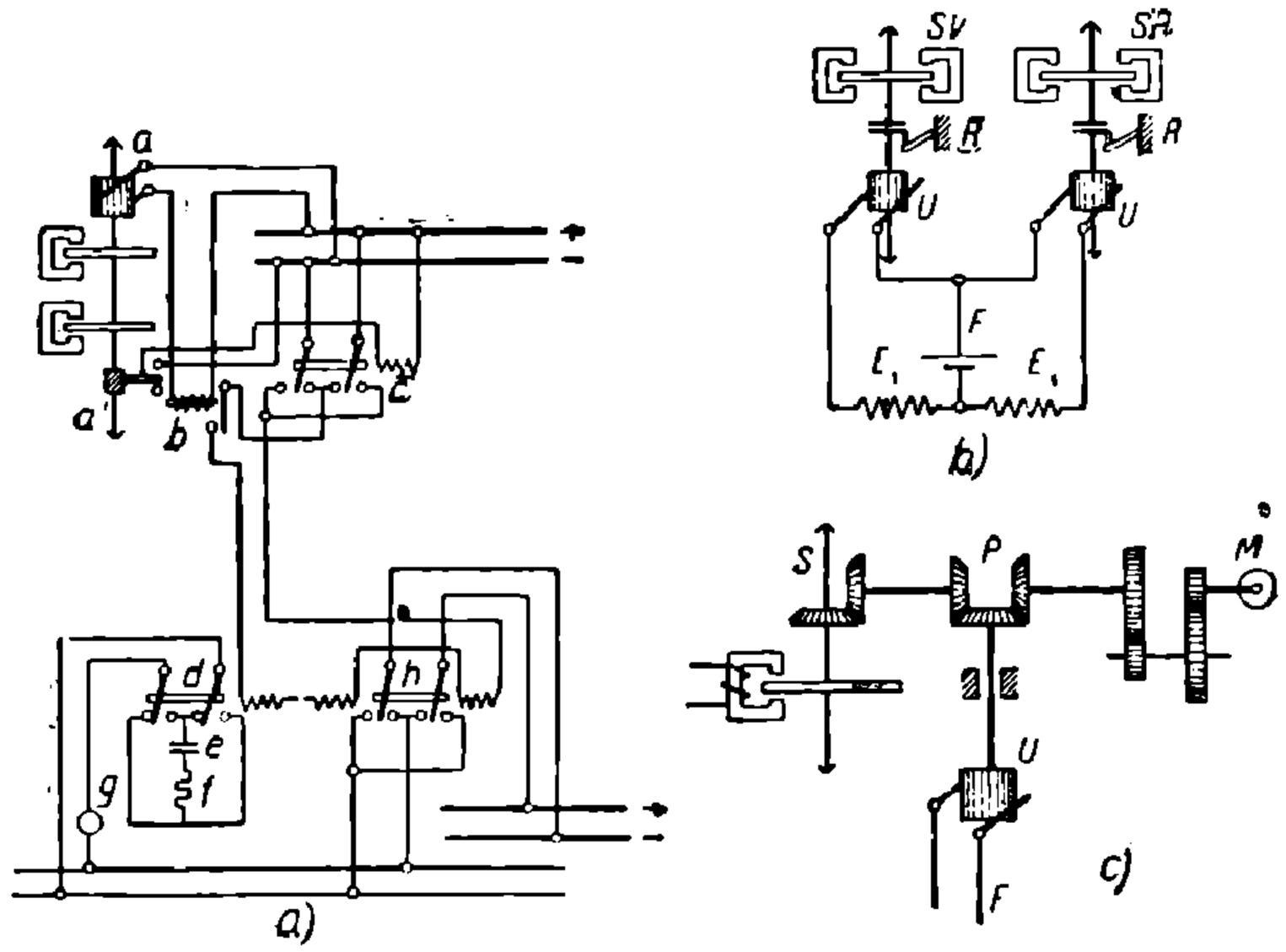
2. Изменение направления измеряемой величины. При соединениях сетей весьма существенно, чтобы приборы могли показывать изменение направления потока мощности.

Это может быть достигнуто при применении описываемой частотоимпульсной системы различными способами.

Простейшим по идее способом является применение (фиг. 139, *a*) двух переключателей *c* и *h* на отправительной и на приемной станциях и переводного переключателя *a'*. Последний связан с осью счетчика отправительного прибора посредством червячной передачи таким образом, что в зависимости от направления вращения счетчика переключатель *c* перебрасывается в ту или другую сторону под влиянием возбуждения катушки *c* или оттягивающей пружины.

Цепь этой катушки замыкается при одном направлении вращения счетчика и размыкается придругом.

При переводе переключателя *c* изменяется направление тока, или, иначе говоря, знак передаваемых импульсов в линейной цепи, и вследствие этого под влиянием поляризованного реле перебрасывается переключатель *h*.



Фиг. 139. Варианты способов включения дальноизмерительных приборов частотоимпульсной системы при изменении направления измеряемой величины.

В результате изменяется направление тока в цепи конденсатора и измерительного прибора *g*. Таким образом прибор может быть устроен с нулем посередине и отсчетом в обе стороны в зависимости от направления потока мощности.

Вместо прибора с нулем посредине могут быть применены на приемной станции два отдельных прибора для измерения мощностей, идущих в двух направлениях. Такое включение, хотя требует двух приборов, но более простых, дает наибольшую наглядность, так как один прибор показывает получение (приход) энергии на данную установку, а другой — отдачу (уход) энергии. При этом могут быть добавлены автоматически переключающиеся лампочки так, чтобы всегда освещалась только шкала того прибора, который в данный момент дает показания. При применении теневых приборов на светящейся схеме это получается само собой.

Недостатком этого включения является необходимость специальной добавочной аппаратуры: двух переключательных реле и еще особого переключателя на оси счетчика. Оно может быть упрощено тем,

НБ УГЛТ (ДП)

что и на передающей станции также применяются два прибора. Включение такого рода показано на фиг. 139, *b*.

На изображенной схеме передающего устройства *SV* обозначает передаточный счетчик для одного (условно назовем прямого) направления потока энергии, *SR* такой же отправительный счетчик для обратного направления. Как видно из схемы, каждый из счетчиков может вращаться в одном только направлении, в другом же направлении вращение его задерживается упором *R*; E_1 и E_2 обозначают катушки передающих реле. При небольших расстояниях катушки приемных реле могут быть включены непосредственно, как указывалось выше.

Для дальних расстояний этот способ включения вообще мало пригоден, так как он требует трех проводов.

Третий вид передающего прибора для величин переменного направления, основанный на чисто механическом принципе, изображен на фиг. 139,*c*. В данном случае коммутатор, посылающий импульсы приемному прибору, насажен не непосредственно на оси измерительного счетчика, а соединен с планетной передачей, одно ведущее колесо которой связано со счетчиком, а второе с электродвигателем *M*, идущим с постоянным числом оборотов. Когда счетчик не имеет собственного вращения (никакой мощности не приходит и не уходит), коммутатор вращается со скоростью, соответствующей постоянному числу оборотов электродвигателя *M*.

При том числе импульсов, которое в этом случае посылается на приемную станцию, указательный прибор последней устанавливается на нуле — посередине шкалы. Коль скоро счетчик начинает вращаться в ту или другую сторону, в зависимости от направления передаваемой мощности число оборотов коммутатора соответственно уменьшается или увеличивается.

Вследствие изменения числа посылаемых приемному прибору импульсов изменяются его показания в ту или другую сторону от нуля.

3. Применение частотоимпульсных приборов для дальнопоказательных устройств. Когда представляется надобность передать на значительные расстояния такие данные, как, например, уровень стояния воды, степень открытия различного рода щитовых или другого рода затворов на гидроэлектрических станциях и т. п., желательно и для этого иметь возможность воспользоваться импульсными методами.

Фиг. 140 поясняет, каким образом это может быть достигнуто при применении описанного частотоимпульсного метода. *S* обозначает передатчик, представляющий собой счетчик, скорость которого зависит от протекающего по двум его обмоткам тока. В одной из обмоток ток постоянен, для чего служит включение *K*, обеспечивающее постоянство напряжения на этой катушке. Ток же во второй обмотке регулируется положением железного сердечника в дроссельной катушке *D*.

Железный сердечник может быть переставляем приспособлением, указывающим уровень воды, открытие шлюза и т. п. величины. Приемный прибор градуируется соответственным образом.

Как видно из изложенного выше, достоинства частотоимпульсной системы довольно велики по сравнению с другими системами. Минимальная возможность внешних влияний и воздействий — легкая при-

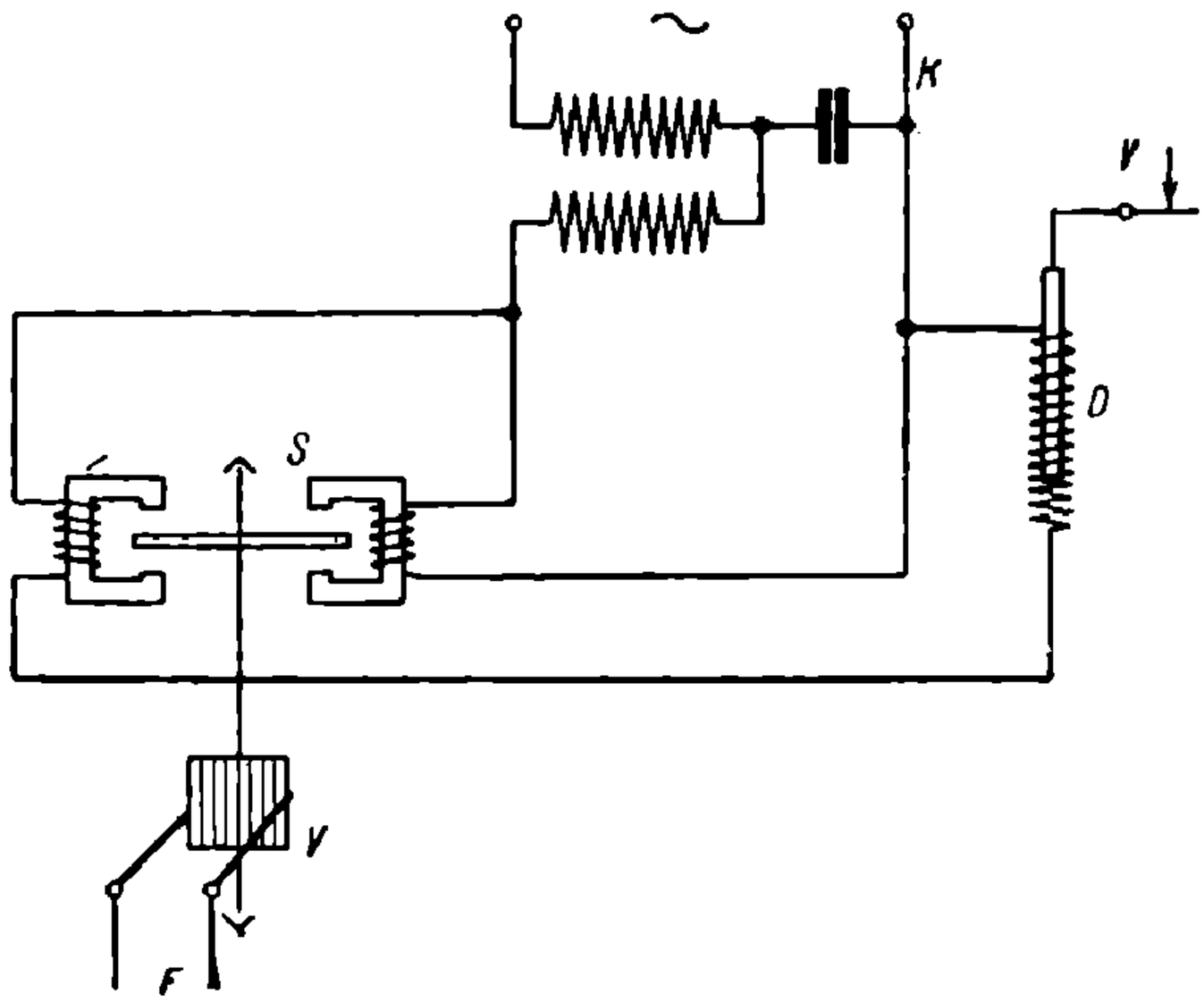
НБ УДУНТ (ДПТ)

способляемость к различным расстояниям передачи и большая гибкость в отношении применения к самым разнообразным потребностям измерения.

К числу недостатков ее надо отнести наличие значительного количества переключательных приспособлений, что связано с большим количеством беспрерывно работающих контактов, и зависимость правильности показаний от напряжения источника тока, заряжающего конденсатор. В этом отношении положение аналогично с системами со вспомогательным источником тока [1].

62. Числоимпульсные системы

Как образец устройства, основанного на числоимпульсном методе, обычно приводят систему Deutsche Telefunken Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie. В этой системе передаточное устройство дает ряд импульсов, или толчков, тока, которые в продолжение определенного промежутка времени, например, 10—15 мин. или хотя бы одной минуты, регистрируются, а затем накопленное число передается на приемную станцию с помощью приспособлений типа избирателей автоматической телефонии, известных уже из описаний в предыдущих § 41—45. При больших числах может быть применена соответственно двухрядная передача, отдельно десятков и отдельно единиц, трехрядная и т. д.



Фиг. 140. Схема дальнопоказательного устройства по частотоимпульсному принципу.

В качестве передатчика применяется счетчик, который при каждом обороте замыкает подачей коротких импульсов один или несколько контактов, соединенных с включающими приспособлениями механизма передвижения избирателя. Вследствие этого передвигаются указательные рукоятки избирателей с номера на номер, регистрируя, таким образом, число импульсов, пропорциональное числу оборотов счетчика и, следовательно, измеряемой величине.

Затем, по прошествии определенного периода времени (15 или 30 мин. или любого другого промежутка времени) рукоятки избирателей освобождаются и, возвращаясь обратно, обычным способом посылают на приемную станцию соответственное число импульсов, устанавливающее находящиеся там избиратели на накопленное в передаточных избирателях число.

---

[1] В настоящее время система S. и H. значительно усовершенствована. См. Siem-Z, 1932 H. 9. M. Schleicher, Das Baukastensystem für Fernmessanlagen.

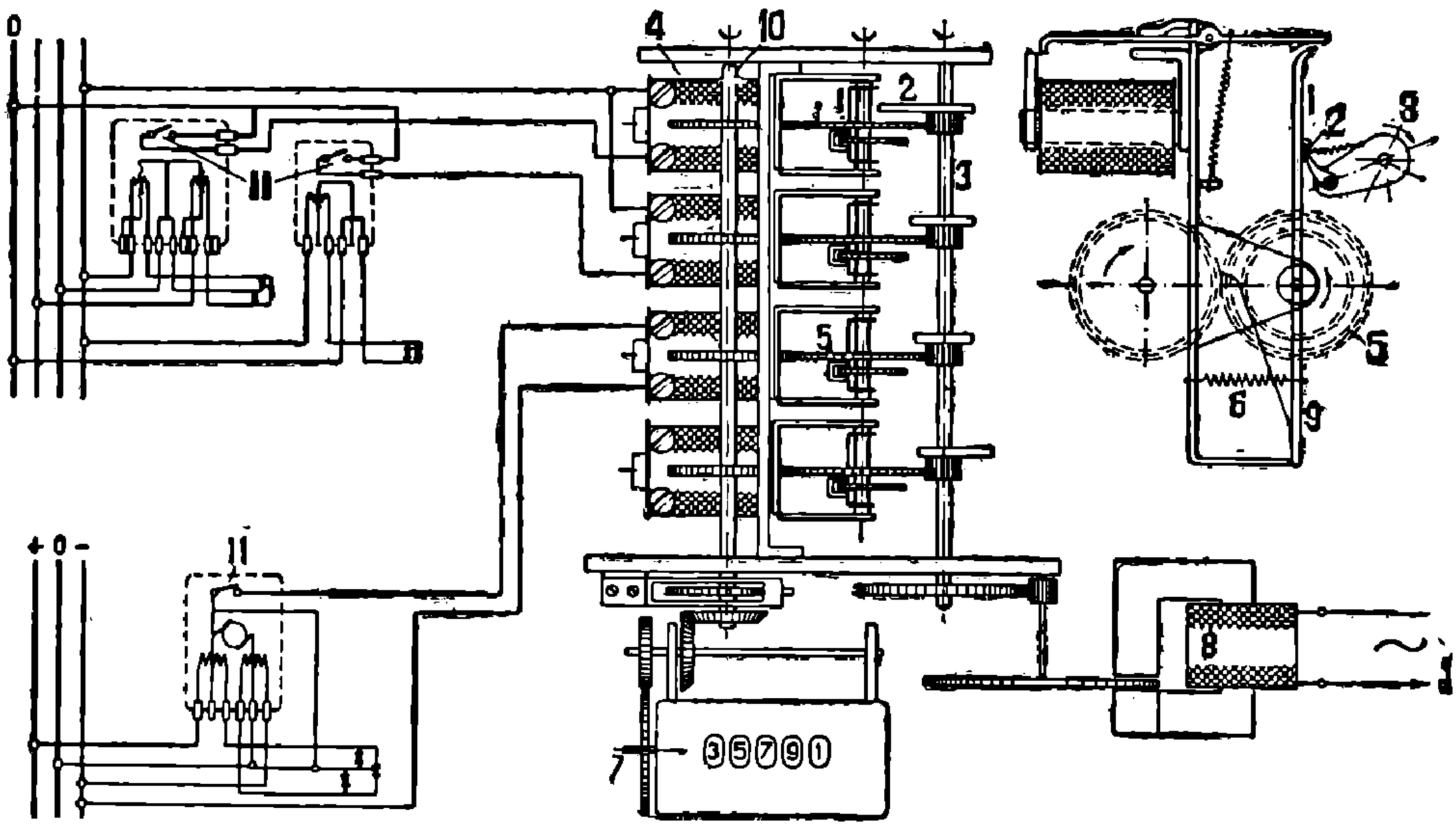
НБ УДУНТ (ДИТ)

Очевидно, что этим методом могут быть переданы только средние величины, но не мгновенные значения измеряемых величин.

Описанная система, главным образом, может быть применена для дальнейшего суммирования показаний счетчиков, расположенных в разных местах.

Числоимпульсное суммирующее устройство Landis & Gyr. Как уже указывалось, при кратковременных промежутках между моментами передачи различие между числоимпульсными и частотоимпульсными методами, естественно, сглаживается, вследствие чего возможны промежуточные по типу устройства. К числу таких относится система Landis & Gyr.

Сама фирма определяет свою систему то как частотоимпульсную, то как времяимпульсную.



Фиг. 141. Числоимпульсное дальносуммирующее устройство системы Landis & Gyr.

Однако по своим характерным чертам она должна быть отнесена по существу к числоимпульсным системам.

Главным назначением системы является дальносуммирование показаний счетчиков.

Устройство ее поясняется схематическим чертежом на фиг. 141.

В изображенном случае приемный аппарат состоит из четырех реле, заключенных в общую обойму, хотя число реле может быть увеличено до восьми.

Предположено, что к приемному аппарату присоединено только три счетчика—один трехфазный, один однофазный и один постоянного тока, так что четвертое реле остается свободным. Для присоединения каждого из счетчиков, вообще говоря, требуется два провода, хотя в частном случае один провод может быть общий.

Как видно из чертежа, каждый счетчик снабжен контактом *11*, который замыкается после того, как через данный счетчик пройдет

НБ УДУНТ (ДПТ)

определенное количество энергии, которое должно быть задано одинаковым для всех счетчиков независимо от их величины. Таким образом если счетчики разной мощности, то один из них может сделать до замыкания контакта значительно большее число оборотов, чем другой, замыкание же контакта должно зависеть только от прохождения через счетчик заданного количества энергии, соответствующее единице отсчета.

Вследствие замыкания контакта *11* катушка соответственного реле возбуждается и притягивает свой якорь. Вследствие этого освобождается рычажок *1* и под действием пружины *6* движется по направлению к кулачному валу *3*, который все время вращается, будучи соединен зубчатой передачей с движущим элементом в виде индукционного диска Ферариса *8*. При передвижении рычажка *1* имеющаяся на нем защелка *9* перескакивает через один зубец колеса *5*. На противоположных же концах рычажков *1* находятся носики, которые ударяются во включающие кулачки *2*, вследствие чего рычажки *1* опять отходят обратно и задерживаются защелкой, связанной с якорьком реле. В то же время храповая защелка *9* рычажка *1* захватывает колесо *5* и переводит его на один зубец. Колеса *5* передают движение колесам *4*, сидящим на общей оси, получающей название суммирующей, или тотализаторной оси, от которой движение передается счетному механизму *7*.

Так как включающие кулачки *2* смещены по отношению друг к другу как в радиальном, так и в осевом направлении, то обратные движения рычажков *1* и передвижения счетного механизма будут происходить в разные моменты, хотя бы несколько реле были возбуждены одновременно.

Очевидно, для достижения этого необходимо, чтобы время контакта, в течение которого реле возбуждено, было бы весьма непродолжительным и во всяком случае меньше времени одного оборота вала, иначе было бы возможно получение двух отсчетов от одного выпадения реле. Поэтому продолжительность контакта выбирается от 1/15 до 1/20 сек., и самый контакт производится посредством небольшого ладающего грузика. Дополнительное трение, создающееся в моменты контактов, должно быть сведено до минимума, так как оно влияет на процент ошибки.

Поскольку такого рода механизмы, как только что описанный, предназначены для суммирования показаний счетчиков, с которыми обычно связаны денежные расчеты, от них требуется особая точность.

В то время как для обычных приборов измерения интенсивностей отдельное кратковременное искажение передачи может не иметь особого значения, коль скоро вслед затем восстанавливается правильное действие устройства и кратковременный перерыв вызовет только колебание стрелки, в данном случае каждый пропуск отсчета неизбежно ведет к неправильному результату.

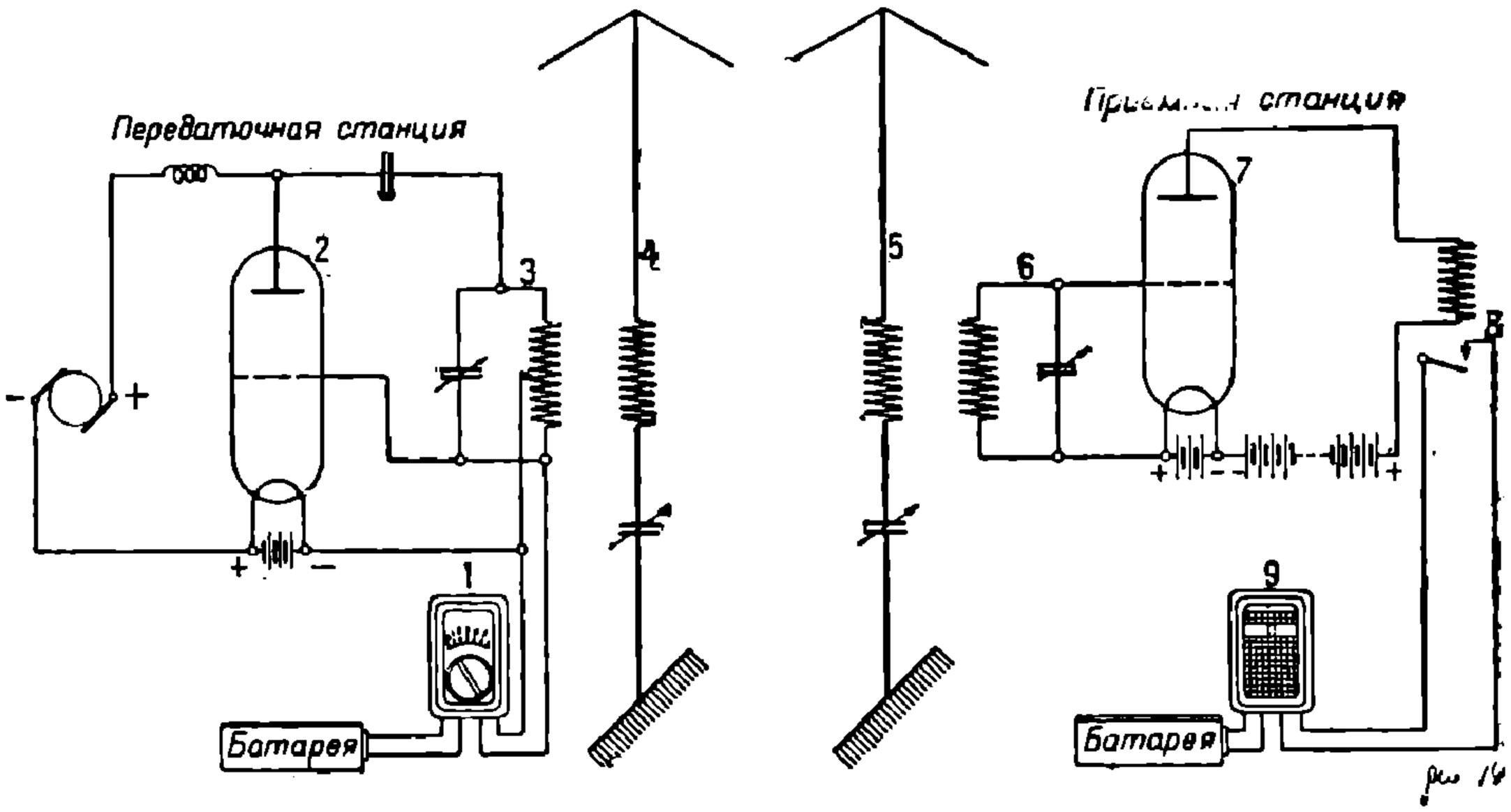
Между тем, сложность устройства и многочисленность передающих элементов не дают полной гарантии в том, что такие перебои в работе невозможны. Поэтому официальные установления (например Палата мер и весов Швейцарии) не признают возможным допустить такого рода приборы как основание для обязательных расчетов.

НБ УрГУПС (ДГТ)

ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ ДАЛЬНОИЗМЕРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ТРУБОК КАК ГЕНЕРАТОРОВ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

63. Метод меняющихся частот

В предыдущем разделе нами были рассмотрены все основные разновидности частотоимпульсных систем, устройства которых в основном своем варианте предполагают наличие специальной металлической связи. Это не исключает возможности приспособления этих систем к высокочастотным методам передачи, но для применения последних должны быть предусмотрены специальные устройства для преоб-



Фиг. 142. Схема передачи дальноизмерения по радио.

разования импульсов, создаваемых основным дальноизмерительным устройством, в радиоволны, или высокочастотные импульсы, посылаемые по проводам высокого напряжения. На фиг. 141 и 142 изображены примерные схемы такого рода включений.

На схеме фиг. 142—*1*—передающий прибор, *2*—катодная лампа, генерирующая колебания высокой частоты, питаемая, как источниками тока, соответственным генератором и батареей, *3* — колебательный контур отправительной станции, *4* — передающая антенна. На приемной станции —*5*—принимающая антенна, *6*—колебательный контур, *7*— усилительная лампа, *8*— приемное реле и *9*— приемный прибор.

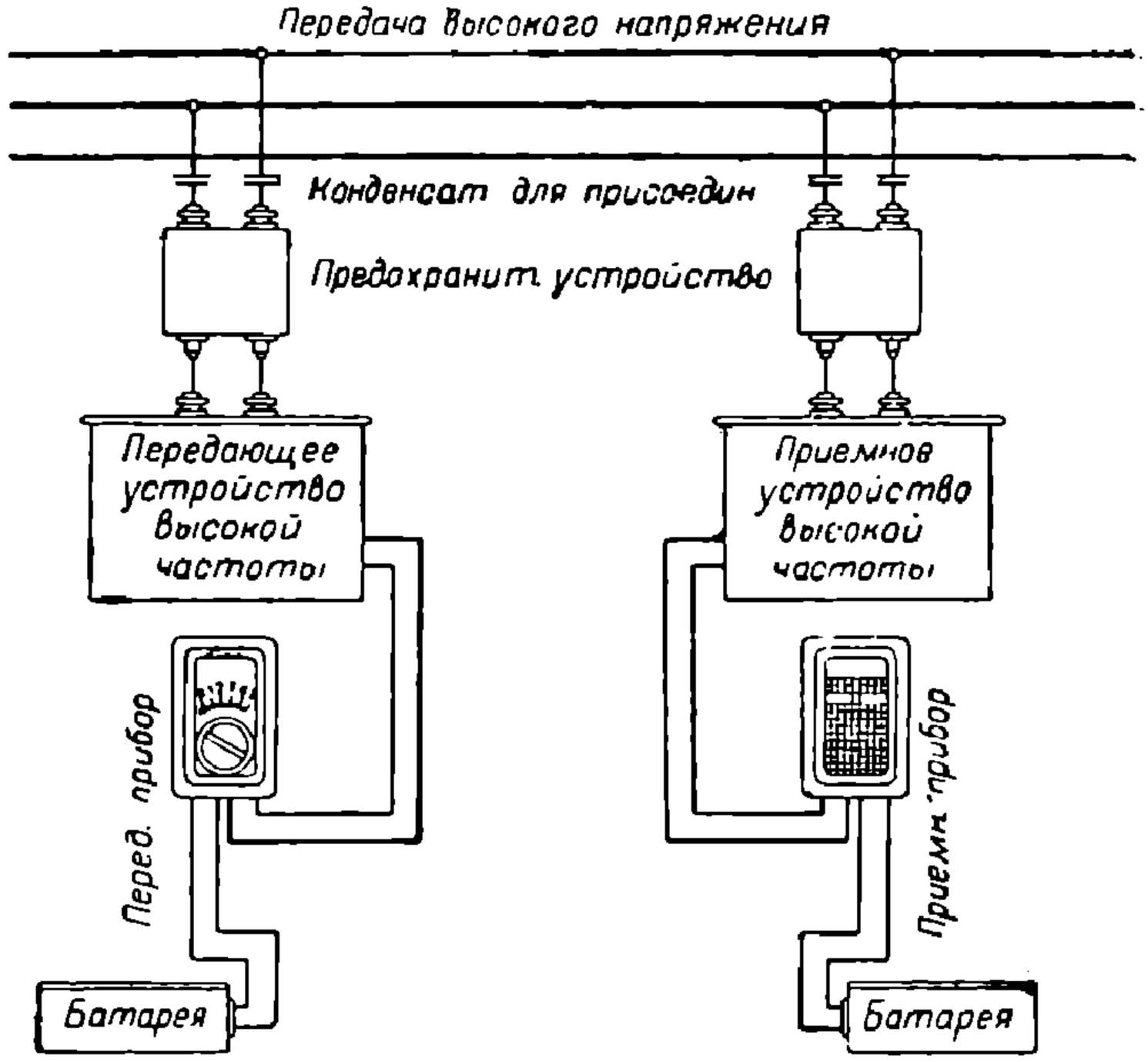
Что касается фиг. 143, то она дает только внешнюю последовательность расположения приборов, включение которых в общих чертах было пояснено фиг, 141 (см. также фиг. 18 в приложении).

В последнее время стали получать особое значение системы, которые по самому существу своему основаны на создании высокочастотных

НБ УДУНТ (ДПТ)

колебаний. Различная периодичность этих колебаний является мерой изменений измеряемой величины, и приемным прибором служит соответственно градуированный частотомер.

Схема на фиг 144 поясняет принципиальную сторону включений такого рода дальноизмерительного устройства, а на фиг. 144а представлено приспособление этой схемы для присоединения к проводам высокого напряжения. *1* обозначает передающий прибор, стрелка которого соединена с одной из групп обкладок конденсатора переменной емкости *2*. Этот конденсатор представляет собой часть колебательного контура *4* лампового генератора колебаний переменной частоты *6*. В системе имеется, кроме того, еще второй ламповый генератор *5* колебаний постоянной частоты со своим колебательным контуром *3*. Оба ламповых генератора *5* и *6* питаются от показанных на схеме источников постоянного и переменного тока и посылают приемному прибору результирующие интерферированные колебания. Частота биений измеряется частотомером, служащим приемным прибором и градуированным в единицах измеряемой величины соответственно передающему прибору. Воспринимаемые колебания предварительно проходят через приемные ламповые детектор *7* и усилитель *8*.



Фиг. 143. Схема расположения приборов при высокочастотной передаче импульсов дальноизмерения по проводам высокого напряжения.

Применение двух генераторов колебаний необходимо, так как для передачи по обычным проводам пригодны только небольшие частоты, иначе потери и затухание передаваемых волн слишком велики. С другой стороны, конденсатор переменной емкости, присоединяемый к передающему прибору, должен быть возможно мал, чтобы его влияние не сказывалось на точности показаний прибора. Емкость такого конденсатора может быть около 0,0005 μF. При такой емкости возможно регулирование только высоких частот такого порядка, которые применяются в радио и высокочастотных передачах.

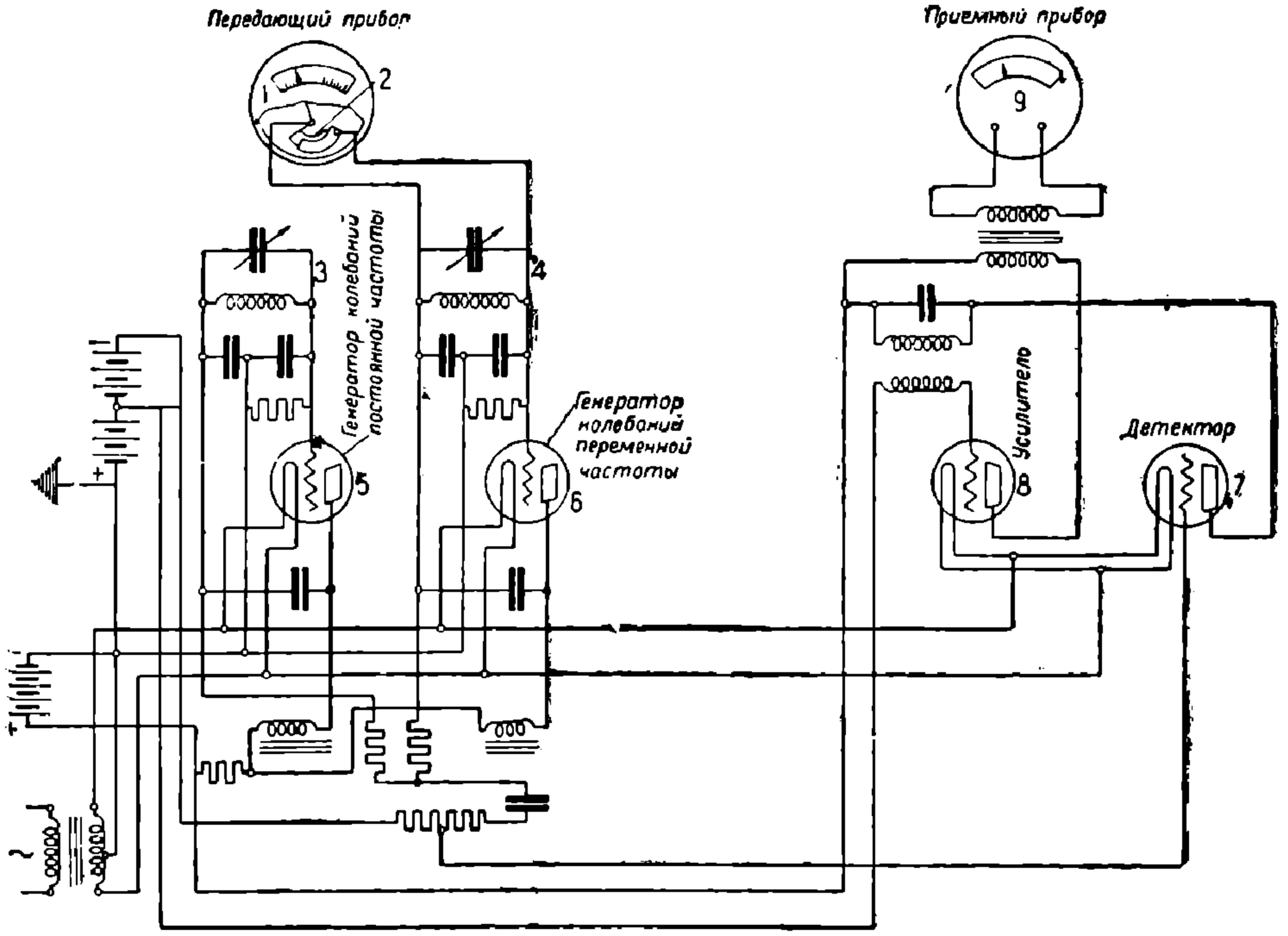
Для того чтобы превратить эти частоты порядка тысяч периодов в низкие частоты порядка сотни периодов, служит создание биений с помощью двух ламповых генераторов и соответственно настроенных колебательных контуров. Частота результирующих биений подбира-

НБ УГАТУ (ДП)

ется таким образом, чтобы она соответствовала характеристикам передающих линий и поддавалась бы непосредственному измерению частотомером обычного типа.

В случае необходимости передавать измерительные показания по высоковольтным линиям прибегают к передаче несущими токами совершенно так же, как при телефонировании, модулируя несущие колебания частотами дальноизмерения, вместо частот разговорной речи.

Несущая частота, естественно, должна быть подобрана в соответствии с характеристиками проводов, выбор же частоты дальноизмерения может в этом случае быть произведен совершенно независимо от



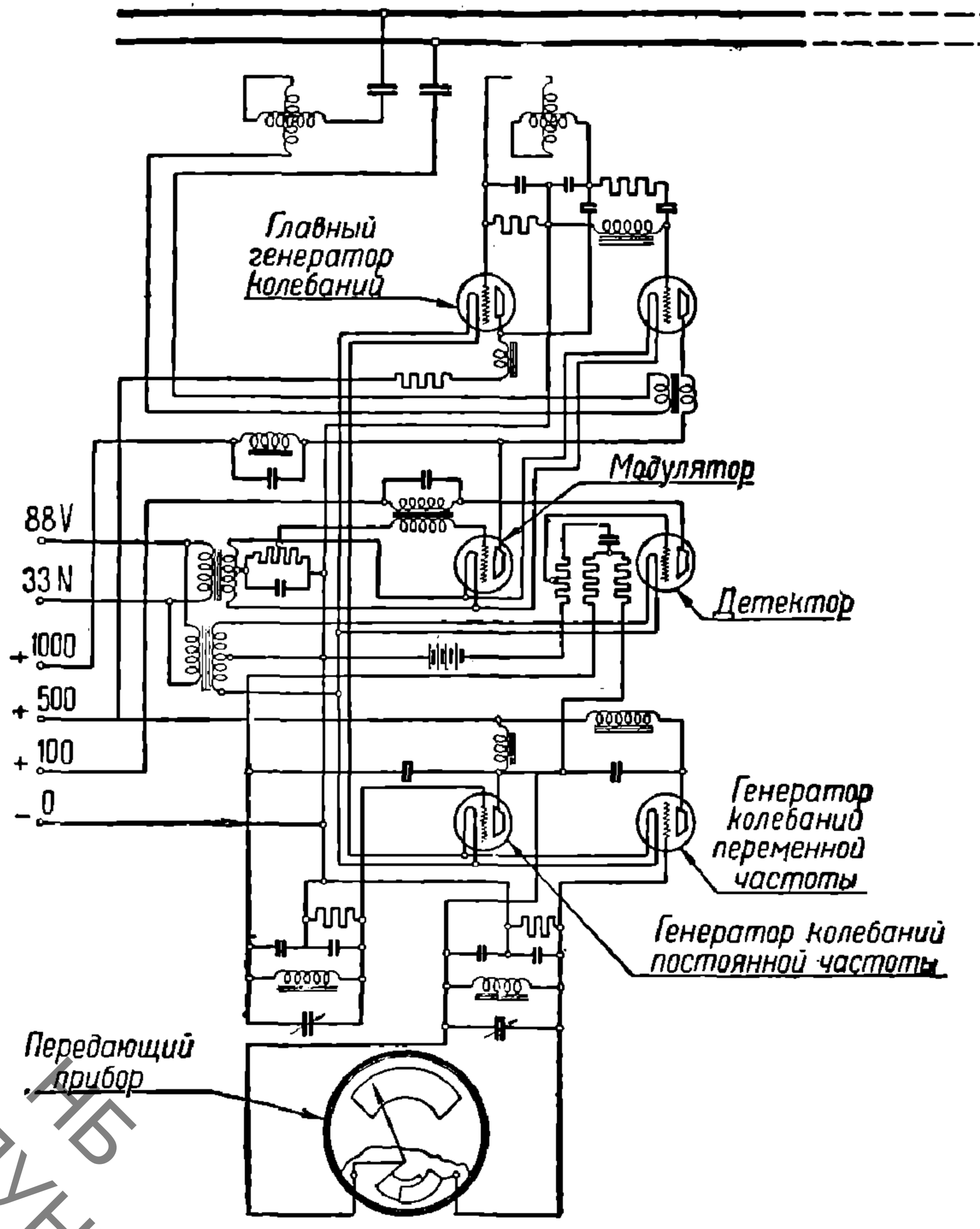
Фиг. 144. Схема дальноизмерительного устройства по методу переменных частот.

свойств передающих высоковольтных линий. Вместе с тем, дальноизмерение нисколько не препятствует использовать ту же высоковольтную линию для передачи сигналов дальноуправления или для телефонии.

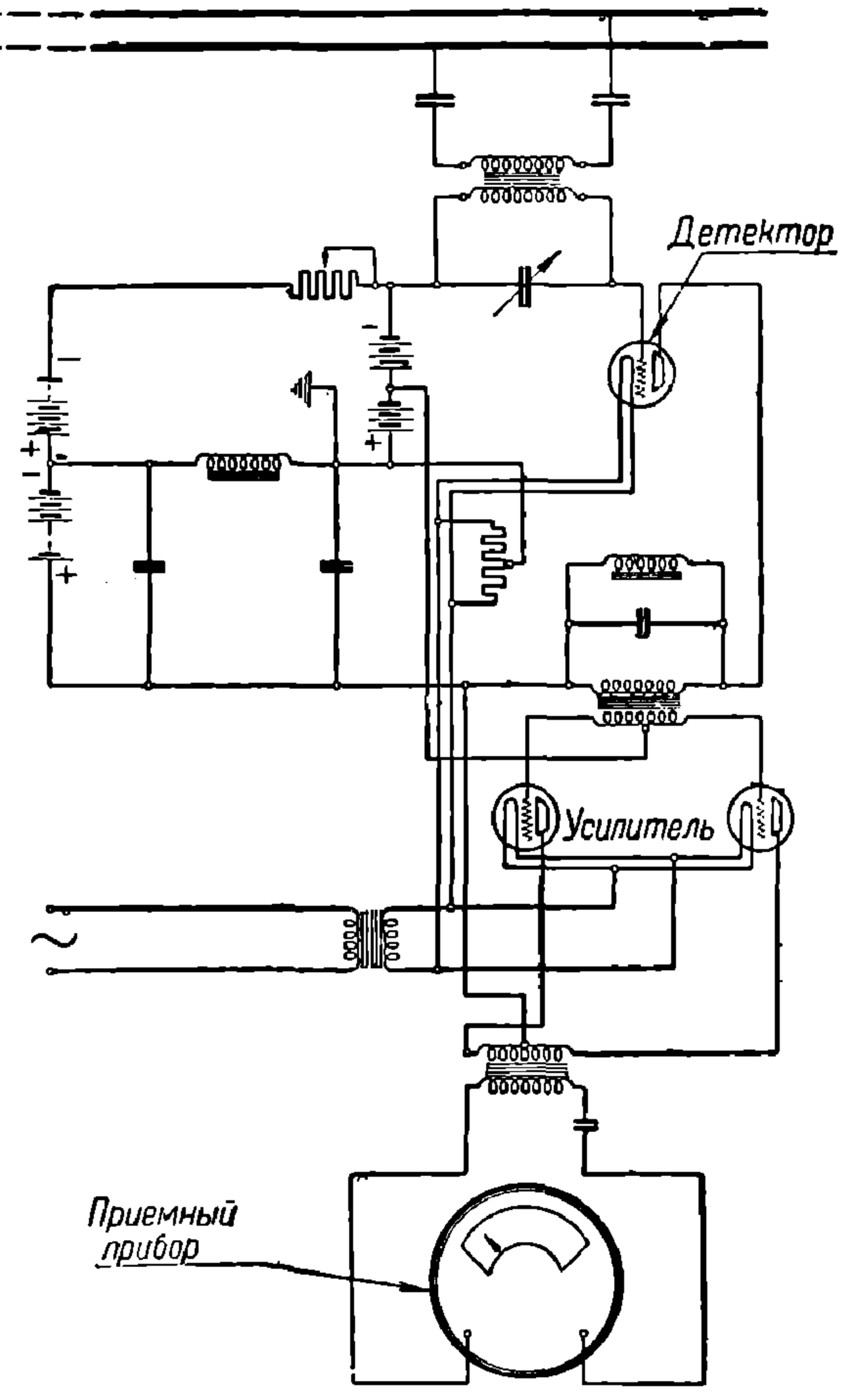
Система дальноизмерения, основанная на посылке колебаний меняющейся частоты, теоретически представляется весьма совершенной, поскольку она не подвержена никаким влияниям, которые могли бы служить источником ошибок. Кратковременные, большей частью почти мгновенные искажения частоты не могут иметь практического значения.

Длительные же искажения, которые при отсутствии специальных мер компенсации и контроля, естественно, возникают при измерении интенсивностей, в силу естественных свойств составляющих измерительную цепь элементов в значительной степени устранены уже во всех импульсных системах.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Отправительная станция



Приемная станция

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Сложность устройства большинства других систем, большое количество замыкающихся и размыкающихся контактов, наличность сложных зубчатых передач, электромагнитных муфт и т. п. заставляют опасаться недостаточной их стойкости в эксплоатации. Кроме того, возможны некоторые внутренние влияния в самих устройствах, могущие искажать результаты измерений, так, например, необходимость постоянства числа оборотов электродвигателей во времяимпульсных системах или постоянства напряжения вспомогательного источника тока в приемнике частотоимпульсной системы.

Во всех этих отношениях система с переменными частотами, построенная на применении электронных ламп, имеет бесспорные преимущества. Полное отсутствие движущихся частей, за исключением стрелок самих приборов, отсутствие контактов делают эту систему, повидимому, наиболее простой и надежной в работе.

Одним только, несомненно, слабым местом является приемный прибор. По характеру своего устройства частотомер неизбежно имеет весьма малый вращающий момент. Это свойство делает невозможным применение его в качестве регистрирующего прибора. Кроме того, он может быть построен нормально только для сравнительно небольшого диапазона частот. Поэтому суммирование показаний нескольких приборов простейшим способом складывания не может быть осуществлено. Вследствие этого для регистрирующих приборов и для суммирования приходится переходить к комбинированию системы переменных частот с какой-нибудь иной. В дальнейшем мы рассмотрим сочетание системы переменных частот с частотоимпульсной. Эта комбинация осуществляется наиболее естественно, так как оба метода близки между собой по принципу.

64. Комбинирование систем дальноизмерения. Суммирование показаний нескольких приборов при методе меняющихся частот и устройство регистрирующих приборов

Указанные уже выше недостатки частотомера как приемного прибора приводят к тому, что возникает необходимость подвергнуть измеряемую величину вторичной трансформации и пришедшую на приемную станцию переменную частоту превратить в переменную интенсивность такого рода, которая могла бы быть, с одной стороны, измерена приборами, развивающими значительный вращающий момент, а с другой стороны, допускала бы возможность суммирования простейшим способом складывания отдельных интенсивностей.

Как мы видели уже ранее, наиболее подходящими для этих целей являются меняющиеся интенсивности постоянного тока (напряжение или сила тока).

Основная идея превращения изменяющейся частоты в изменяющуюся интенсивность постоянного тока уже дана приемником частотоимпульсной системы.

Как то было изложено выше, этот приемник построен на том принципе, что каждый цикл связан с подачей определенного заряда конденсатору и затем разрядом его. При этом средний зарядный и разрядный ток будет пропорционален количеству циклов, т. е. частоте.

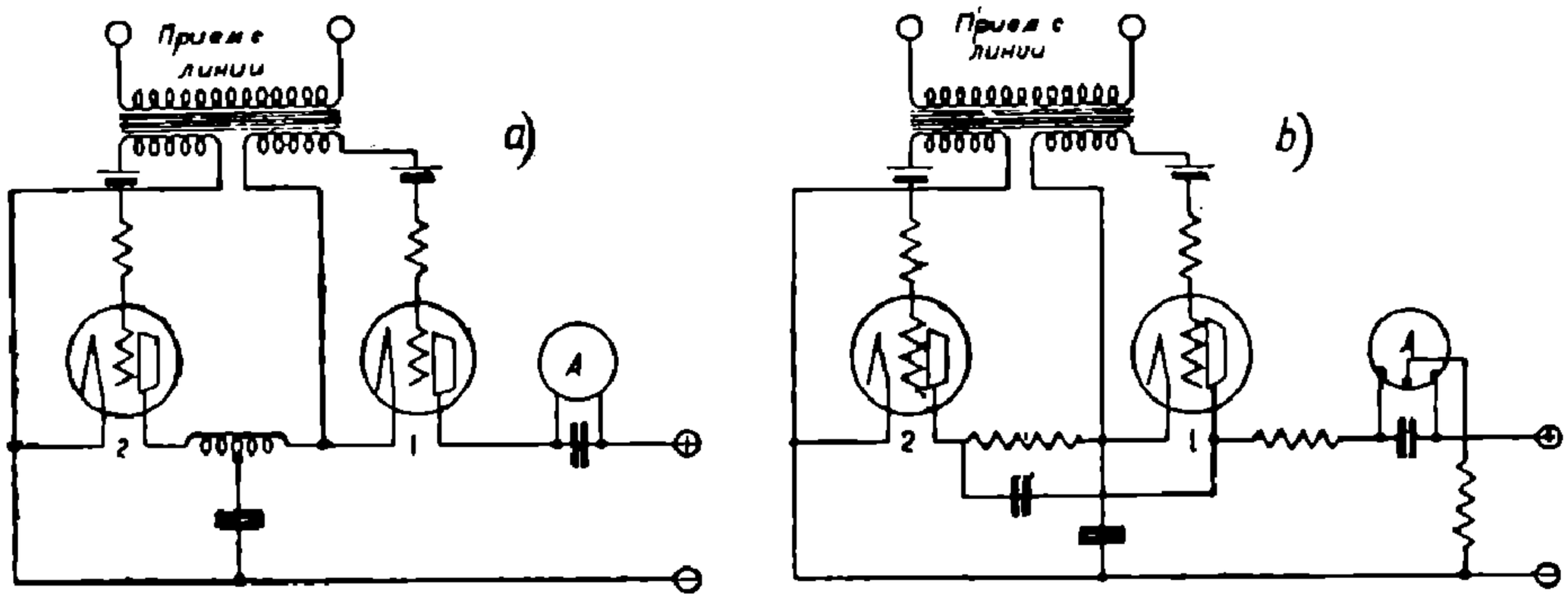
НБ УДУНТ (ДІТ)

Для того чтобы превратить меняющуюся частоту в постоянный ток и избежать при этом контактных переключательных устройств, применены опять-таки электронные лампы особого типа, так называемые тиратроны, из которых скомбинировано переключающее тиратронное реле.

Элементарная схема приключения конденсатора к приемной цепи через тиратронное реле показана на фиг. 145,*a*, а практическая схема на той же фиг. 145,*b*.

Чтобы изложить способ действия тиратронного реле, необходимо пояснить предварительно некоторые особенности тиратронной трубки, которая является сравнительно новым изобретением.

Тиратрон представляет собой трехэлектродную трубку, отличие которой состоит в том, что она не является пустотной, как другие разновидности трубок с горячим катодом, а содержит некоторое количество паров или газа; наличие газа превращает чистый электронный раз-



Фиг. 145. Схема тиратронного реле.

ряд в дуговой. Таким образом тиратрон может быть определен как электростатически регулируемый дуговой выпрямитель.

Однако необходимо заметить, что вследствие этого в отличие от обычной электронной лампы сетка тиратрона может контролировать проходящий через него ток только в весьма ограниченных пределах, а именно сообщение положительного знака сетке по отношению к катоду вызывает ток, но затем изменение знака сетки не может остановить или изменить прохождение образовавшегося тока, величина которого определяется только напряжением анода и полным сопротивлением цепи. Ток может быть прекращен только разрывом цепи или доведением потенциала анода до нуля. Но, после того как ток прекратился, регулирующее влияние сетки возобновляется, а именно возвращение аноду положительного потенциала уже недостаточно для возобновления тока. Ток возобновится только, если также и сетке сообщен соответственный потенциал. Таким образом получается возможность, снимая и возвращая напряжение аноду и в то же время независимо изменяя потенциал сетки через определенные периоды, регулировать среднюю величину тока, проходящего через тиратрон.

Рассмотрим теперь работу тиратронного реле. Последнее состоит из двух тиратронов *1* и *2* (фиг. 145,*a*). Конденсатор присоединен таким

НБ УДУНТ (ДПТ)

образом, что он заряжается от источника постоянного тока через тиратрон *1*. Второй же тиратрон приключен параллельно конденсатору так, что он образует путь, через который конденсатор может разряжаться. В цепь заряда конденсатора включается амперметр. Сеткам тиратронов задается отрицательный начальный потенциал, для чего они приключаются к соответствующим источникам напряжения.

Линия дальноизмерения, приносящая измеряемые частоты, приключается к сеточному трансформатору *3*, имеющему две вторичных обмотки. Последние присоединяются к сеткам тиратронов *1* и *2* зажимами противоположной полярности таким образом, что когда сетка тиратрона *1* имеет положительный потенциал, то сетка тиратрона *2* получает отрицательный потенциал и, наоборот.

Предположим, что в данный момент волна переменного тока сообщает сетке тиратрона *1* положительный потенциал. Вследствие этого создается ток от источника постоянного тока, проходящий через конденсатор и заряжающий его. Когда конденсатор зарядился, ток прекращается. Через тиратрон *2* ток не может проходить, так как сетка его находится при отрицательном потенциале. Для того чтобы конденсатор полностью зарядился в течение половины цикла, постоянные зарядной цепи должны быть соответственным образом подобраны.

Через четверть цикла после этого напряжение переменного тока переходит через нуль, и внешний потенциал, приложенный к сеткам тиратронов *1* и *2*, становится равным нулю.

Обе сетки принимают свой нормальный основной отрицательный потенциал, поэтому ни в той, ни в другой трубке не может быть тока. Затем во второй половине цикла от сеточного трансформатора первой трубки сообщается отрицательный потенциал, а второй положительный. Поэтому возникает во второй трубке разрядный ток конденсатора, прекращающийся, когда конденсатор разрядится. Затем опять внешнее напряжение, сообщаемое трансформатором, становится равным нулю и обе сетки получают отрицательный начальный потенциал и т. д. Таким образом тиратронное реле выполняет роль безконтактного переключателя.

Включение по схеме фиг. 145*b* имеет то преимущество, что конденсаторы заряжаются и разряжаются через сопротивления которые включены таким образом, что, когда одна из трубок служит для заряда, получается падение напряжения, которое сообщает отрицательный потенциал анодной пластине другой трубки. Это дает возможность работать при более высоких частотах и делает работу более устойчивой даже при некоторых искажениях передачи с линии.

Между воспринимаемой частотой и средним протекающим в цепях тиратронов током получается точная линейная зависимость, как то видно из диаграммы (фиг. 146).

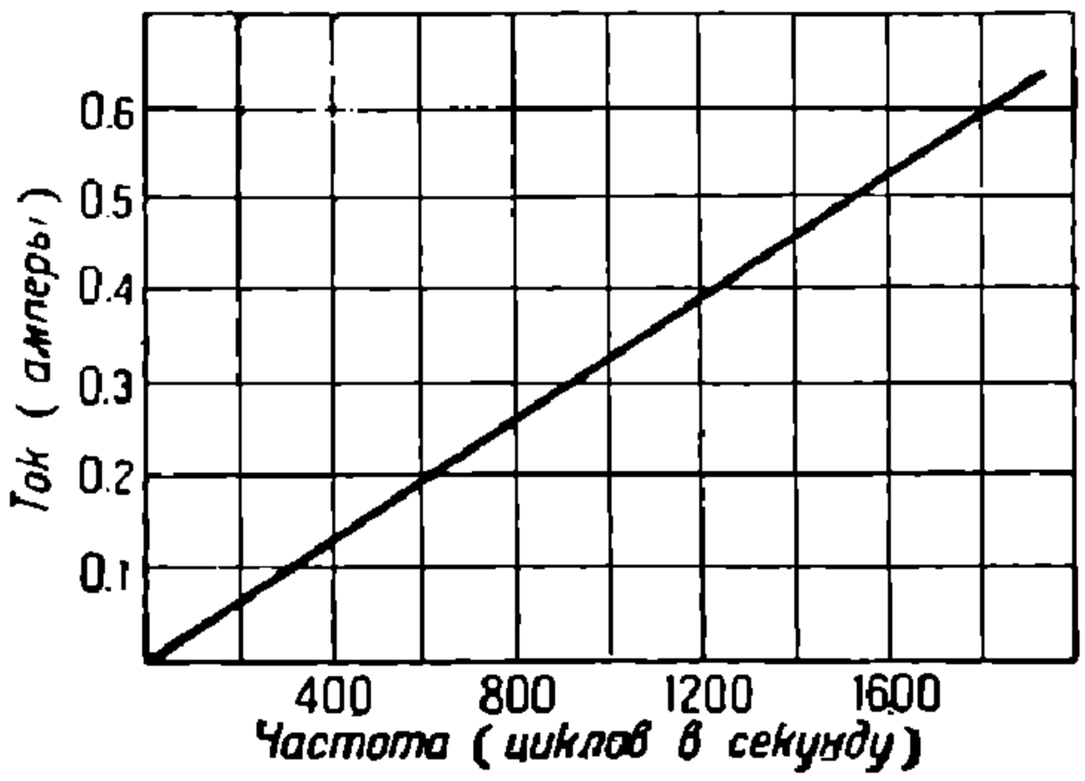
В остальном работа описываемой системы не требует особых пояснений, так как ничем не отличается принципиально и дает все те же возможности, как и описанный выше приемник частотоимпульсной системы.

Для пояснения на фиг. 147 приведена схема соединений для суммирования показаний мощности трех станций. Как можно видеть, она вполне аналогична соответственным схемам ранее описанных систем.

НВ УДУНТ (ДПТ)

Задача учета потребляемой энергии, т. е. киловатт-часов, может быть разрешена комбинированием системы переменных частот с число-импульсной.

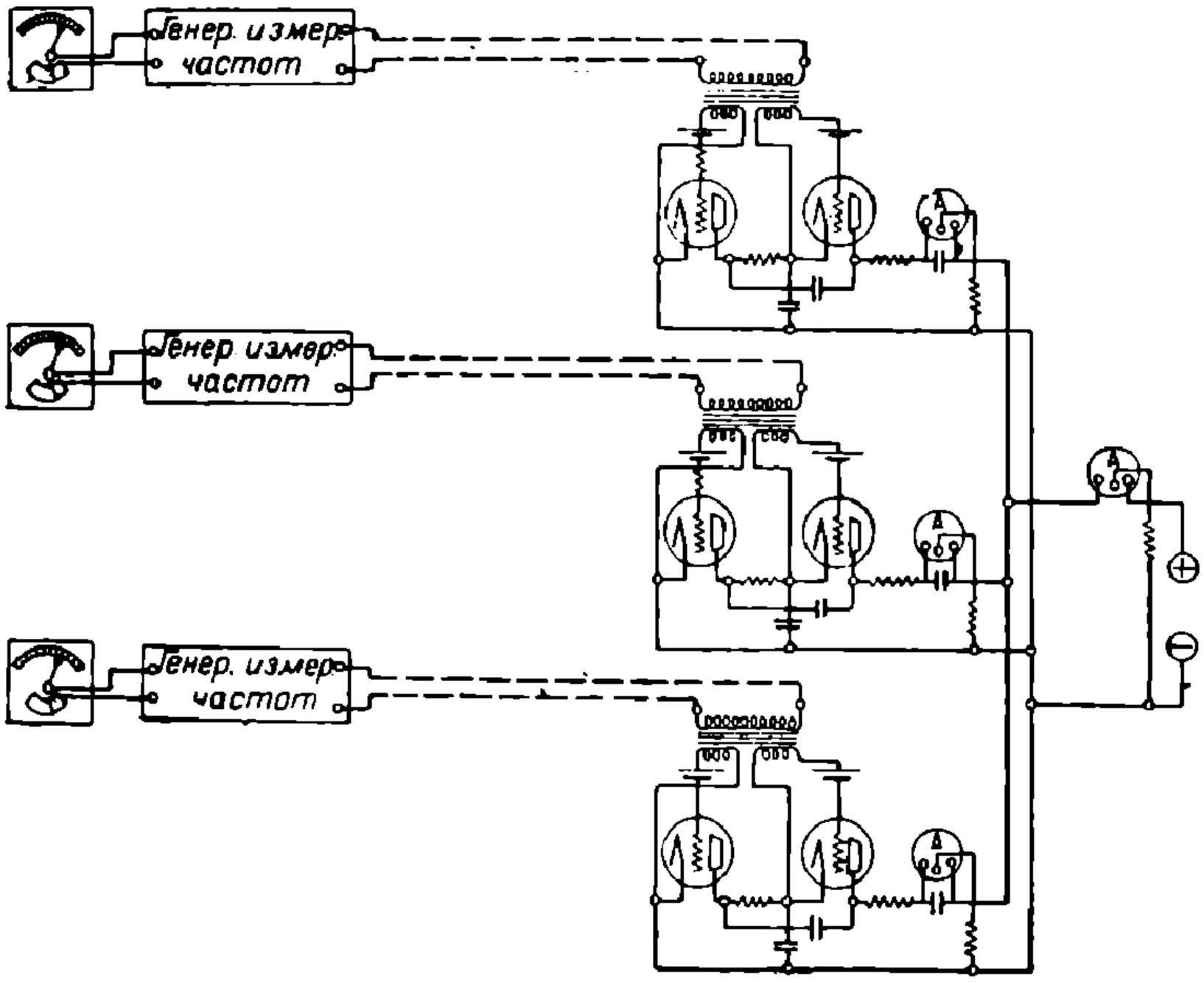
В измеряемую цепь включается счетчик, замыкающий контакт после прохождения через него определенного количества энергии, соответствующего принятой единице измерения, этим вызывается передвижение избирателя, передающего затем через определенные промежутки времени накопленные серии импульсов на приемную станцию. Только в отличие от обычного устройства вместо механического контактного устройства может быть применена фотоэлектронная лампа.



Фиг. 146. Зависимость между частотой и средним током в цепях тиратронов.

65. Применение метода переменных частот к дальнонадзорным устройствам

Метод переменных частот может быть применен и для дальнонадзорных устройств такого типа, как описанные в § 35, т. е. указатели уровня воды и т. п.

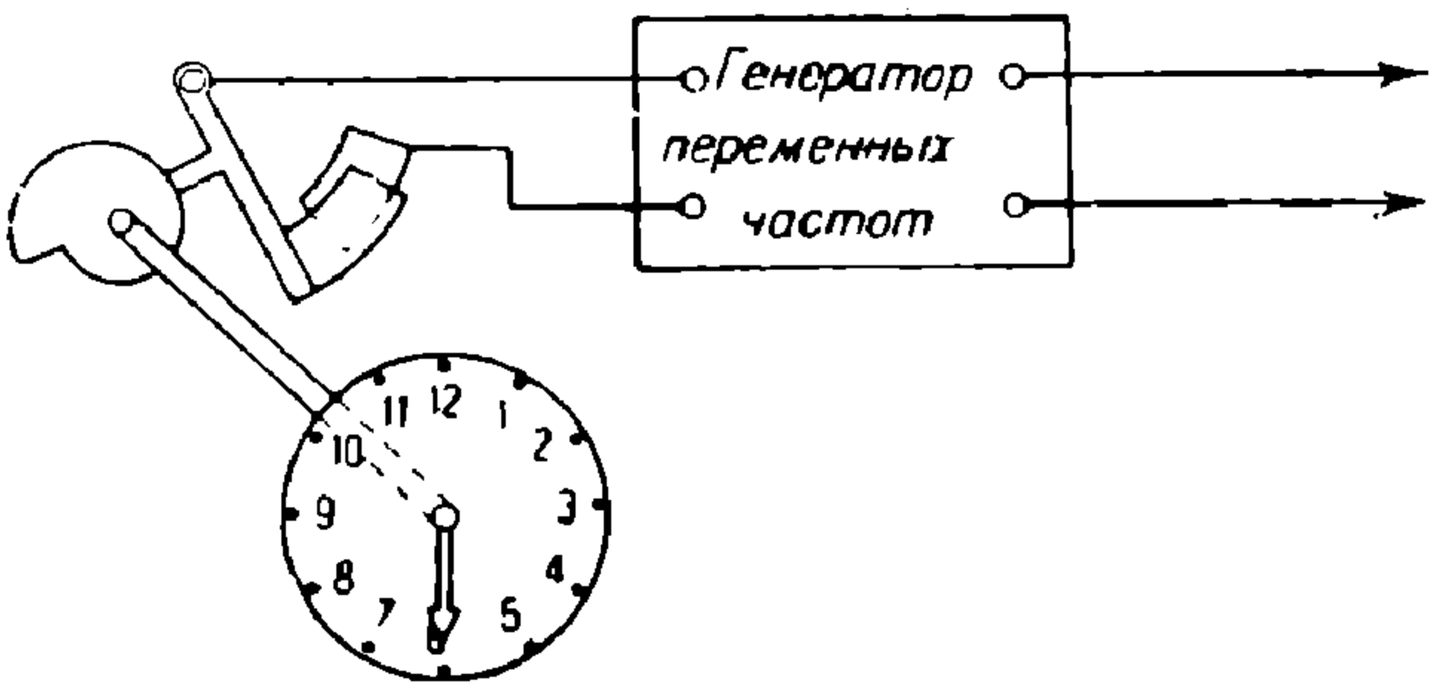


Фиг. 147. Схема включений для суммирования показаний при пользовании методом переменных частот.

В отличие от устройства по фиг. 124 движение поплавка или т. п. указателя, хотя бы и превращенное в круговое движение стрелки, не

НБ УДУНТ (ДГТ)

может быть непосредственно передано отправительному прибору, так как передвижение подвижных обкладок конденсатора переменной емкости, являющегося основной частью передающего устройства, должно быть ограничено только весьма незначительными перемещениями. Поэтому между стрелкой, или рукояткой, связанной с передвижными обкладками конденсатора переменной емкости и осью указателя передаваемой величины, который условно изображен посредством циферблата, вводится промежуточная механическая передача в виде вырезного фигурного кулачного диска, превращающего круговые передвижения указателя в сравнительно незначительные, но пропорциональные передвижения обкладок конденсатора переменной емкости (фиг. 148).



Фиг. 148. Принцип передачи показаний для дальнонаблюдательных устройств по методу переменных частот.

В остальном, разумеется, как передающее, так и приемное устройства не претерпевают никаких изменений. Приемный прибор градуируется в соответственных единицах в зависимости от характера передаваемой величины.

Естественно, что подобного рода устройство может быть применено и для передачи положения стрелок на циферблате счетчика и вообще приспособлено в качестве повторителя к любого рода указательному механизму.

66. Фотоимпульсная система

Тиратронное реле дает возможность осуществить еще одну интересную комбинированную систему, разработанную у нас в Союзе инж. М. Л. Цукерманом и изготовляемую заводом Электроприбор.

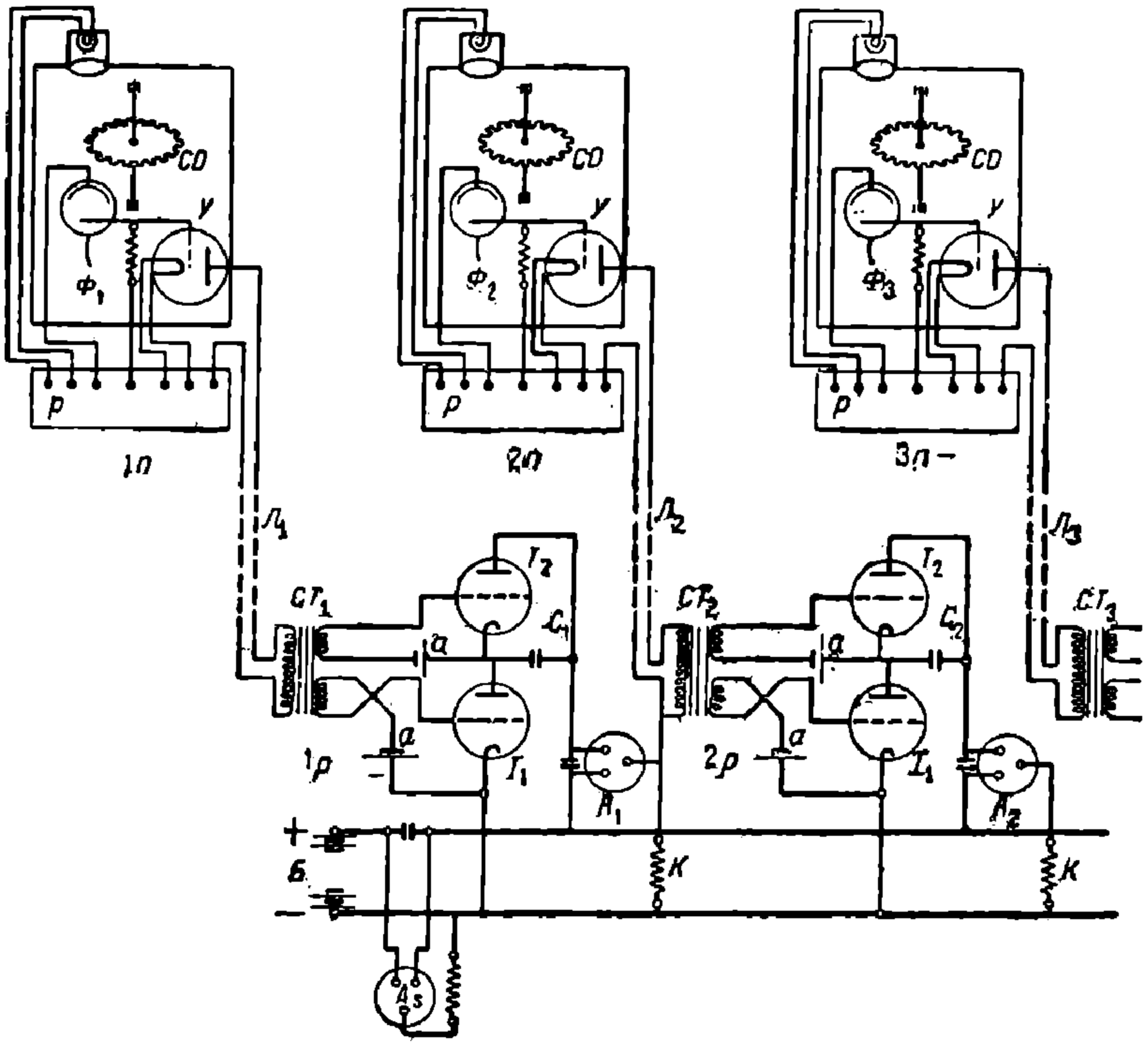
Представим себе, что двигательный элемент счетчика, применяемого в частотоимпульсной (или в числоимпульсной) системе, снабжается вместо коммутатора, как в системе Siemens & Halske, диском с прорезами соответственной величины, через которые в определенном месте пропускается луч света. Если на пути проходящего луча поставить фотоэлемент, то он будет в течение одного оборота освещаться столько раз и столько раз давать фотоэлектрический импульс, сколько отверстий имеется на окружности диска. Частота импульсов будет, очевидно, функцией, с одной стороны, числа прорезов, а с другой стороны, скорости диска.

На фиг. 149 приводится схема включения трех станций для дальноизмерения и суммирования показаний по фотоимпульсной системе. На этой схеме CD обозначает счетный диск с отверстиями; ϕ — фотоэлемент; y — усилительная электронная лампа; T_1, T_2 — тиратроны, образующие тиратронное реле; $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$ — соединительные линии;

НБ УГУНТ (ДПТ)

C_1, C_2 — конденсаторы; CT_1, CT_2 — сеточные трансформаторы. Смысл включений вполне понятен из сопоставления со схемами фиг. 144 и вышеизложенного принципа действия системы.

Фотоэлемент представляет собой также особого типа вакуумную, или заполненную инертным газом, электронную трубку, возбуждаемую направлением в пространство между анодом и катодом луча света.



Фиг. 149. Схема включений фотоимпульсной дальноизмерительной системы.

При помощи фотоэлектронных трубок можно получить токи порядка от 10^{-12} до 10^{-4} A, но посредством усилителей фотоэлектрический ток может быть усилен во много сотен и тысяч раз.

Таким образом фотоэлемент в соединении с тиратронными и обычными усилительными катодными трубками дает возможность осуществить бесконтактные и практически совершенно безинерционные прерыватели и переключатели, что делает работу устройств, куда они входят, значительно более совершенной и надежной в эксплоатационном отношении. Число перерывов тока не ограничивается уже соображениями о сохранности контактных поверхностей и других механических приспособлений, вследствие этого получается значительно большая свобода в выборе частот.

Дальноизмерительные системы с электронными, термоионными и фотоэлектронными трубками находятся еще в начальной стадии своего развития, но им, несомненно, принадлежит значительное будущее.

НБ УДЛТ (ДИТ)

МНОГОКРАТНАЯ ПЕРЕДАЧА ПО ОДНОМУ СОЕДИНИТЕЛЬНОМУ КАНАЛУ

Нам уже приходилось упоминать при описании устройств дальноуправления, что при необходимости получать по одной паре соединительных проводов (или другого рода одинарному соединительному каналу) данных измерений от многих приборов может быть известным уже способом применено избирательное соединение соответственных передающих и приемных приборов по очереди любым типом избирателей.

В частном случае, например, для метода переменных частот, если число передаваемых измерений незначительно, можно обойтись и без избирателей, применив одновременную передачу по проводам нескольких диапазонов, различающихся друг от друга по высоте частот. Так, например, для одного прибора может быть выбран диапазон частот от 300 до 600 циклов, для другого от 800 до 1 600, для третьего от 2 000 до 4 000, или т. п. По прибытии на приемную станцию эти частоты распределяются соответственными частотными фильтрами по приемникам.

Однако в преимущественном большинстве случаев устройство избирателей, или распределителей (дистрибуторов), является необходимым. Мы видели, что одной из наиболее ответственных задач при устройстве вращающихся избирателей является точная синхронизация их хода. Это обстоятельство заставляет предусмотреть особые синхронизационные провода, которые по существу не являются рабочими, но значительно увеличивают затраты на устройство. Необходимость абсолютно точной синхронизации вызывается тем, что при дальноуправлении малейшая неточность хода может при неблагоприятно сложившихся обстоятельствах вызвать самые тяжелые последствия.

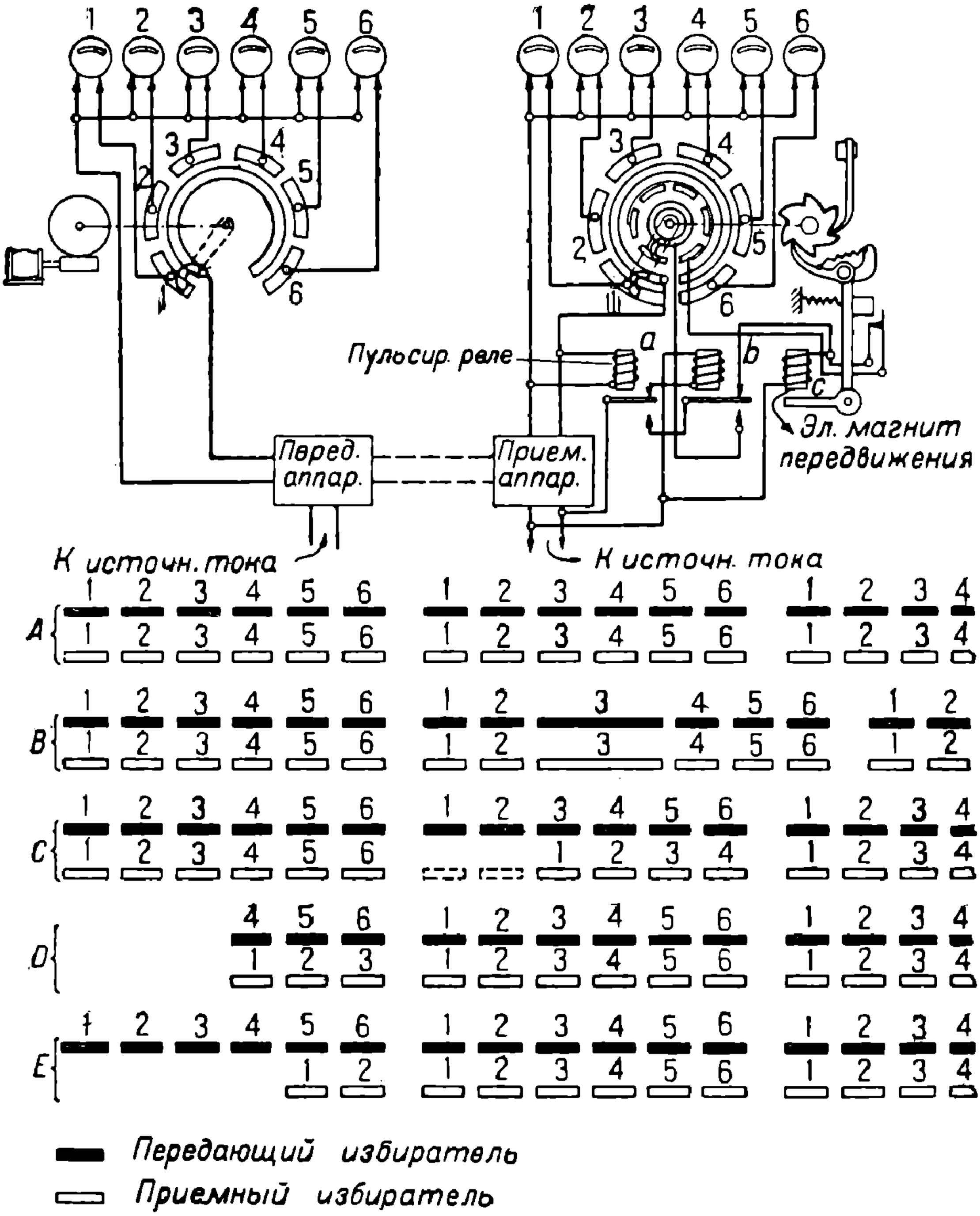
Если вращающиеся избиратели применяются только для нужд дальноизмерения, то требования, которые ставятся синхронизации, могут быть несколько смягчены. Необходимо чтобы избиратель не мог надолго выходить из синхронного хода, но отдельные случайные перебои, если они будут продолжаться не долее одного оборота, не могут иметь особого значения, так как вызовут только колебания стрелки, к тому же, вероятно, одновременно на всех приборах, что указывает персоналу на неудовлетворительность показаний в данный момент. Конечно, такие колебания стрелок являются нежелательными, но, вообще говоря, никаких особых последствий они вызвать не могут.

Вследствие этого специально для нужд дальноизмерения спроектировано избирательное устройство, которое дает возможность обойтись без особого синхронизационного провода и ограничиться только двумя проводами.

Схема этого устройства приведена на фиг. 150. Избиратель отправительной станции приводится во вращение беспрерывно электродвигателем, а избиратель приемной станции — движущим магнитом от одной контактной пластины к другой. Соответственно отправительный избиратель имеет одно, а приемный два контактных поля. Для примера предположено число обслуживаемых приборов и соответствующих им

УДУЛТ (ДІТ) НБ

контактных пластин равным шести, но оно может быть выбрано любым. Существенным является, что на избирателя отправительной станции между последней пластиной и первой, в данном случае между 6-й и



Фиг. 150. Схема упрощенного способа синхронизирования вращающихся избирателей для поочередного дальноизмерения.

1-й, имеется длительный разрыв, а на приемной станции 1-я пластина 2-го контактного поля, соединенного с движущим магнитом, является глухой и не присоединяется к цепи движения.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Приемный аппарат управляется тремя реле: пульсирующим реле *a*, замедленным реле *b* и реле движущего электромагнита *c*. Пульсирующее реле *a* и замедленное реле *b* включены по принципу внерабочего тока. Поэтому пока щетки указателей движутся по какому-нибудь из сегментов и через приемный аппарат и пульсирующее реле *a* проходит ток дальноизмерения того или другого прибора, якорьки реле *a* и *b* притянуты, и цепь реле *c* движущего электромагнита разомкнута. Когда же щетки попадают на перерыв между сегментами, ток прекращается, якорек пульсирующего реле отпадает, что же касается якорька реле, то он задерживается некоторое время, так как реле *b* лишается тока; но так как оно имеет замедленное действие, то якорек его не отпадает сразу, а ждет примерно до перехода щетки отправительного избирателя на следующий контактный сегмент. Вследствие этого за это время образуется цепь от местного источника тока через реле *c* движущего магнита, и последний переводит указательную рукоятку приемного избирателя также на следующий сегмент. Устанавливается дальноизмерительная цепь следующего прибора, соответствующего номеру контактных сегментов, и т. д.

Таким образом происходит передвижение избирателей от сегмента к сегменту до тех пор, пока указательная рукоятка не достигнет последнего номера. После этого следует длительный перерыв на избирателе отправительной станции. Рукоятка приемной станции перескочит на сегмент 1, где и будет ждать до тех пор, пока рукоятка избирателя отправительной станции не пройдет места разрыва контактного поля и первый сегмент. При прохождении первого сегмента появится в линии дальноизмерительный ток первого прибора, и якорек пульсирующего реле *a* и успевший отпасть за время длительного перерыва якорек замедленного реле *b* притянутся. Таким образом ход избирательного устройства будет продолжаться попрежнему. Так происходит нормальная работа.

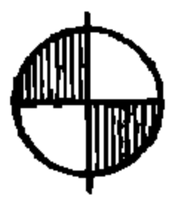
Предположим теперь, что нормальный ход одного из избирателей почему-либо нарушился. Таких случаев, изображенных графически на фиг. 150, возможно четыре: *B*, *C*, *D*, *E*, график *A* изображает нормальную работу избирателя. График *B* предполагает, что передающий избиратель остановился на каком-нибудь из сегментов, в таком случае останавливается и приемный избиратель. Скажется это в том, что стрелки всех приборов будут стоять неподвижно и только стрелка присоединенного прибора будет колебаться. На графике *C* предположено, что по каким-либо причинам измерительные токи 1-го и 2-го приборов не дошли на приемную станцию и приемный избиратель пошел в ход только, когда отправительный избиратель находился уже на третьем сегменте. В этом случае нарушение работы устройства будет продолжаться только до конца оборота избирателя. Во время прохождения указательной рукояткой отправительного избирателя длительного разрыва контактного пути на приемной станции произойдут следующие явления. Якорек замедленного реле *b* успеет отпасть. Якорек реле *a* также во время прохождения разрыва находится в отпавшем положении. Вследствие этого образуется цепь от местного источника тока через реле движущего магнита и, так как все сегменты 2-го контактного пути, кроме сегмента 1-го, включены в эту цепь, то приемный избиратель бу-

НБ УГУНТ (ДІП)

дет беспрерывно передвигаться движущим электромагнитом с одного сегмента на другой до тех пор, пока не дойдет до глухого сегмента 1-го, где цепь движущего электромагнита прервется. Быстрота скачкообразного передвижения приемного избирателя выбирается такой, что он всегда успевает достигнуть первого сегмента за то время, пока избиратель отправительной станции проходит место разрыва.

В случаях другого рода нарушений работы, изображенных на графиках *D* и *E*, имеет место тот же процесс выправления синхронного хода в конце каждого оборота, после чего избиратели опять начинают итти совместно правильным образом.

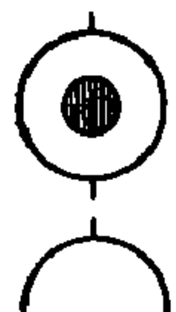
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.



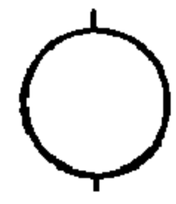
КРАСНАЯ ЛАМПА



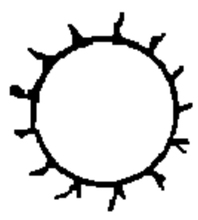
ЗЕЛЕНАЯ ЛАМПА



ЖЕЛТАЯ ЛАМПА



БЕЛАЯ ЛАМПА



ГОРЯЩАЯ ЛАМПА

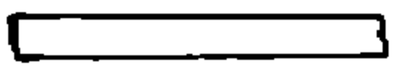


МИГАЮЩИЙ СВЕТ



КРАСНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ИЛИ КРАСНЫЙ ЦВЕТ

ЗЕЛЕНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
ИЛИ ЗЕЛЕНЫЙ ЦВЕТ



БЕЛОЕ ОСВЕЩЕНИЕ



ОТСУТСТВИЕ ОСВЕЩЕНИЯ
ИЛИ ЧЕРНЫЙ ЦВЕТ

НБ УДУНТ (ДНТ)

ПРИЛОЖЕНИЯ

к частям I, II и III

ПРИЛОЖЕНИЕ К ЧАСТИ I

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ I

ОБЩИЕ СБОРНЫЕ СХЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

В части I настоящей книги устройства дистанционного централизованного управления были рассмотрены по частям, причем был разобран ряд отдельных принципиальных схем, поясняющих те или другие детали.

Полезно будет дать известное обобщение этому материалу, приведя дополнительно два примера общих сборных схем, которые хотя и не содержат ничего принципиального нового, но сводят и объединяют в одно целое отдельные ранее приводившиеся принципиальные схемы.

Одна из этих схем относится к местному дистанционному управлению и разработана советской промышленностью, вторая поясняет дальнораспорядительное устройство фирмы Сименс и Гальске.

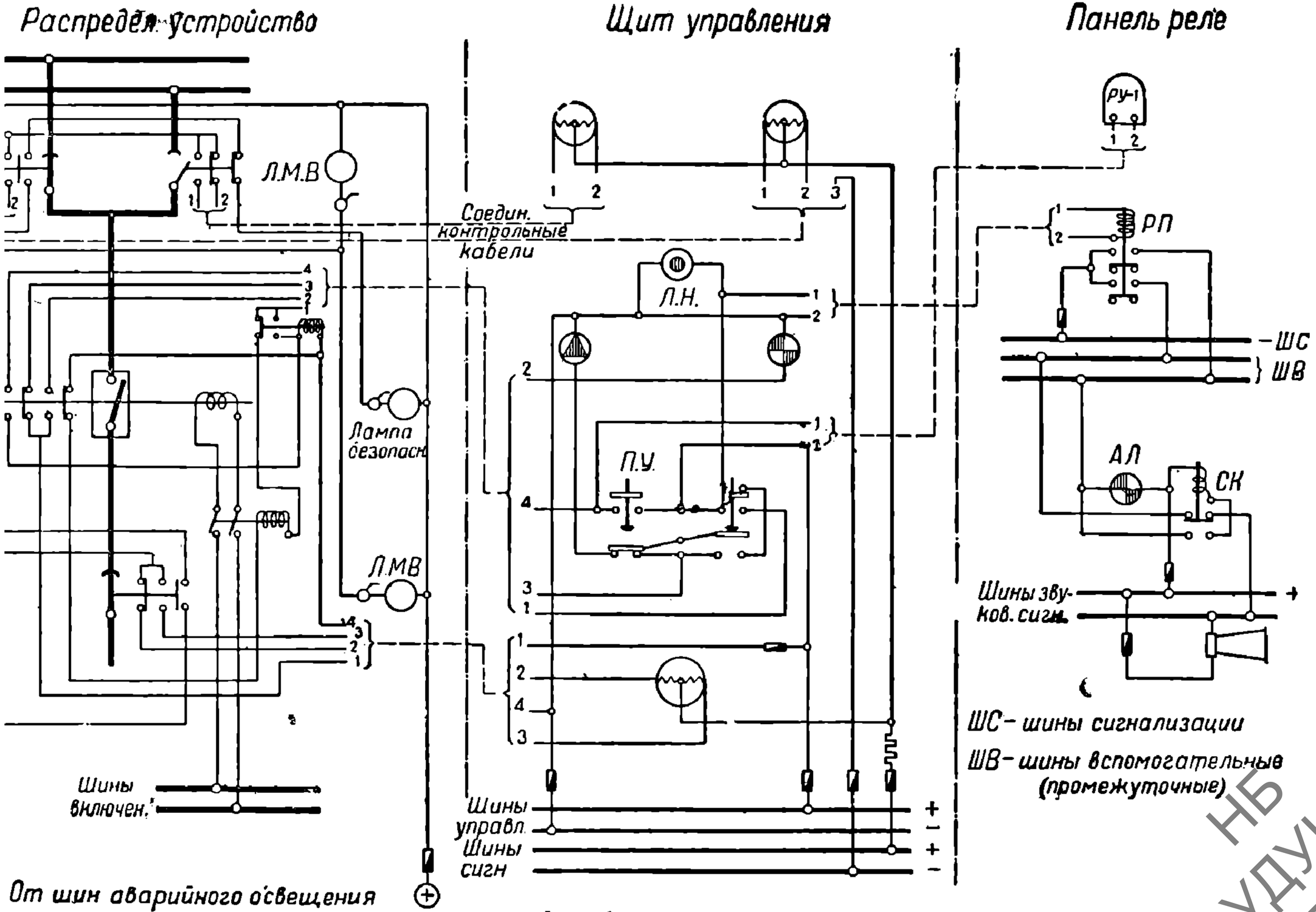
1. Общая схема устройства местного централизованного управления типа ВЭО

Описанная далее общая схема устройства дистанционного управления разработана заводами ВЭО. Она представляет большой практический интерес, так как принята за типовую нашими проектирующими организациями, и в ближайшее время будет осуществлена (и уже осуществляется) на ряде станций.

Как видно из фиг. 1, на щите управления, который предполагается снабженным линиями схемы, имеется как ламповая, так и поворотная сигнализация. Ламповая сигнализация предназначена для масляного выключателя и состоит из трех ламп, т. е. включает лампу несоответствия. Действие этой ламповой сигнализации в связи с переключателем управления *ПУ* типа ВЭО было уже описано в § 7-а.

Для разъединителей применена поворотная сигнализация типа

НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 1.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

сложным образом, чем ранее описывалось. Это дает возможность выключать звуковой сигнал до подтверждения (квиттирования) полученного сигнального извещения, однако для напоминания остается в действии световой сигнал в виде аварийной лампы *АЛ*. Происходит это следующим образом: при автоматическом выпадении масляного выключателя возбуждается приключенное параллельно лампе несоответствия (*ЛН*) промежуточное реле *РП*. Через контакты этого реле промежуточные вспомогательные шины *ШВ* сообщаются с минусовой сигнальной шиной. В результате загорается аварийная лампа *АЛ* и начинает звучать звуковой сигнал, так как его минусовая шина получает сообщение с минусом сигнальных шин. Для прекращения звукового сигнала должна быть нажата сигнальная кнопка *СК*. При нажатии кнопки *СК* прерывается упомянутое соединение с минусом сигнальных шин и звуковой сигнал прекращается. Кнопка остается в своем нижнем положении, так как благодаря ее нижним контактам самозакрепления возбуждается катушка, удерживающая кнопку внизу вопреки противодействию пружины. Аварийная лампа продолжает гореть, так как на ее включение положение кнопки не влияет. Только после подтверждения полученного сигнала переводом указателя в правильное положение реле *РП* теряет ток, а с его отпадением гаснет аварийная лампа *АЛ* и кнопка *СК* возвращается в нормальное положение.

В части схемы, относящейся к распределительному устройству, приведен ради полноты ряд ламп предохранительного характера, а именно лампы масляного выключателя *ЛМВ* и так называемая «лампа безопасности». Хотя они не относятся непосредственно к централизованному управлению, но требуют дополнительных сигнальных контактов у выключателей и разъединителей и потому связаны отчасти со всей другой сигнализацией. Проводки их выполняются особо, непосредственно от шин аварийного освещения.

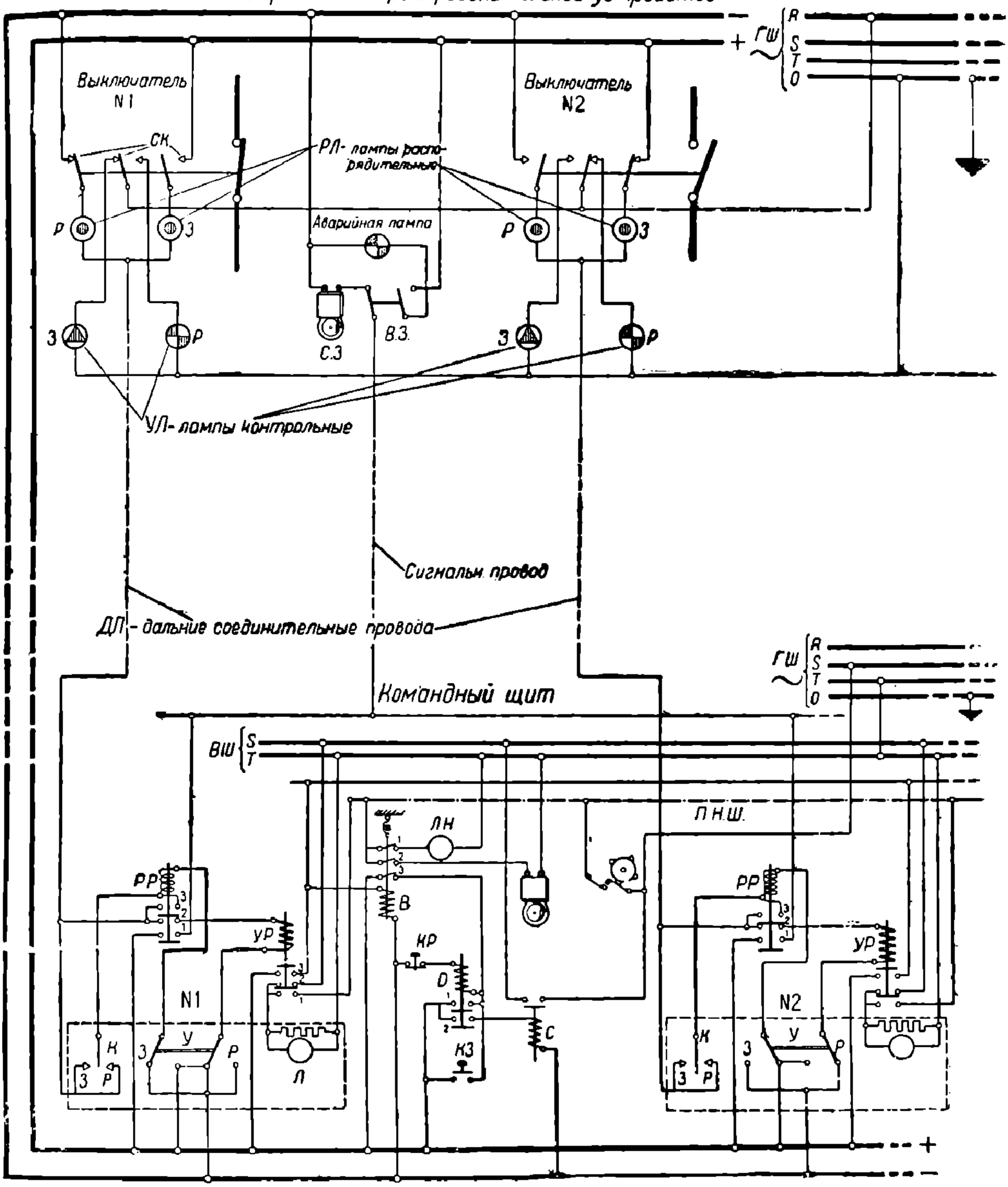
Лампы масляного выключателя предназначены для предотвращения неправильного оперирования разъединителями при замкнутом масляном выключателе. Как видно из схемы, включение этих ламп произведено по тому принципу, что они горят только тогда, когда масляный выключатель разомкнут. Таким образом горение этих ламп разрешает, а потухание запрещает маневрирование разъединителями.

Подобным же образом горение лампы безопасности разрешает, а потухание ее воспрещает вход в камеру масляного выключателя и прикосновение к его проводке. Как видно из схемы, лампа безопасности может гореть только тогда, когда все разъединители, относящиеся к данному выключателю, разомкнуты и, следовательно, ни откуда не может угрожать появление высокого напряжения.

2. Дальнораспорядительное устройство системы Сименс и Гальске

Принципиальная схема этого устройства изображена на фиг. 2. Верхняя часть схемы относится к управляемому распределительному устройству, а нижняя — к командному щиту. Части схемы, обведенные пунктиром, представляют собой описанные ранее в § 16 распоряди-

НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 2.

тельные цилиндрики, соединенные с поворотными указателями со светящимся прорезом.

При этом буквой *У* обозначена та часть, которая представляет собой подтвердительный (квиттирующий) указатель, буквой *К* — командная часть, действующая после перевода цилиндрика в другую плоскость и служащая для отдачи распоряжений, и, наконец, буквой *Л* — находящаяся внутри указателя лампа.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Как видно из схемы, на постоянный ток включены только распорядительные лампы *РЛ* в распределительном устройстве. Все контрольные и указательные лампы как на командном щите, так и в распределительном устройстве включены нормально на переменный ток, что дает возможность экономить более дорогой ток вспомогательной батареи.

Кроме того, контрольные лампы *Л* поворотных сигнальных указателей *У* вообще могут не гореть все время, а зажигаются или по желанию нажатием кнопки *КЗ*, или автоматически в случае автоматического выключения какого-либо масляного выключателя, или вообще в случае перемены в основной схеме, как то будет описано далее.

Действие устройства следующее: при обычных условиях, когда не производится никаких операций со щита и не происходит автоматических выключений в распределительном устройстве, положение соответствует изображенному на схеме для замкнутого и разомкнутого выключателей № 1 и № 2. Через дальние соединительные провода *ДП* и через одну из распорядительных ламп *РЛ*, присоединенную к ним, все время идет ток, но вследствие весьма большого сопротивления обмоток указательных реле *УР* сила этого тока ничтожна и лампы *РЛ* не горят. Это включение на внерабочий ток, однако, страхует от того, чтобы обрыв провода или другая неисправность действия устройства оказалась незамеченной.

Что касается указательных ламп *Л* на контрольном пульте щита управления, то, как указывалось выше, нормально они также не горят по соображениям экономии тока, но могут быть в любое время по желанию дежурного зажжены нажатием пусковой кнопки *КЗ*, вследствие чего возбуждается контакторное реле *Д*. Последнее в свою очередь вызывает возбуждение контактора *С*, посредством которого замыкается путь подачи тока от главных шин *ГШ* к вспомогательным шинам *ВШ*.

В случае, если такое зажигание указательных ламп будет дежурным произведено, то они будут светить ровным светом, будучи включены между вспомогательными шинами *S* и *Т*.

Представим себе, что в распределительном устройстве произошло автоматическое размыкание выключателя № 1. При этом его вспомогательные сигнальные контакты *СК* перекинутся на правую сторону. Вследствие этого ток в реле *УР* прервется, так как оно теперь с обеих сторон приключено к + (плюсу) шин постоянного тока. В результате сердечник реле *УР* упадет и замкнет сообщение цепи указательной лампы *Л* с шиной прерывистого напряжения *ПНШ* (у контакта *1*), разомкнув бывшее ранее сообщение с шинами ровного напряжения *ВШ* (у контакта *2*). Одновременно через контакт *В* приключается к шинам постоянного тока катушка реле *В*. Втяжение сердечника этого реле замыкает три цепи: 1) общей сигнальной лампы не соответствия *ЛН*, 2) звукового сигнала и, наконец, 3) цепи реле *Д*. Реле *Д*, будучи однажды включено, самозакрепляется через контакт *1* и одновременно через контакт *2* замыкает цепь обмотки контактора *С*. С замыканием контактора *С* подается напряжение на вспомогательную шину *S* и вследствие этого автоматически зажигаются все лампы *Л* на командном щите, в сигнальных указателях *У* и лампа *ЛН*. При этом как лампа *ЛН*, так и лампа *Л* того указателя, реле которого упало, в данном случае № 1,

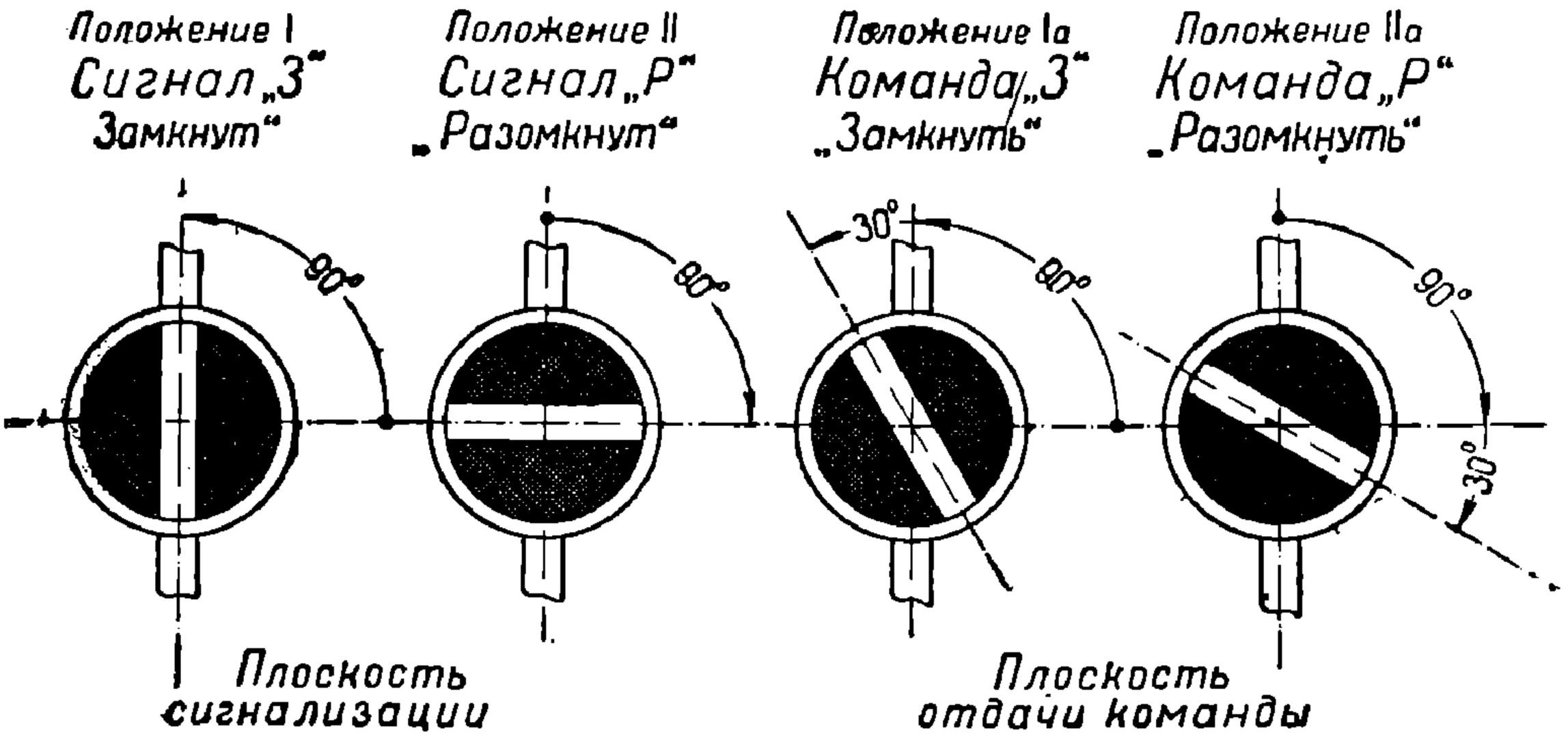
НБ УПУНТ (ДПТ)

будет светить мигающим светом, так как они приключены теперь к шинам прерывистого напряжения *ПНШ*.

Таким образом на командном щите подается одновременно звуковой и световой сигналы, указатель же выпавшего выключателя может быть найден по миганию света его лампы.

Как известно дежурный должен подтвердить получение сигнала, повернув указатель *У* в правильное положение (на 90° направо) соответствующее разомкнутому состоянию выключателя. После этого восстанавливается нормальное положение схемы следующим образом.

Реле *УР* оказывается включенным между + (плюсом) на стороне распределительного устройства и — (минусом) на стороне командного щита и вследствие этого сердечник его втягивается. От перемены положения его контактов разрывается цепь реле *В*, а последнее разрывает у своих контактов цепи сигнальной лампы, звонка и реле *Д*.



Фиг. 3.

Однако последнее не отпадает вследствие наличия контакта самоподдержания *1*. Только когда дежурный нажмет кнопку размыкания *КР*, отпадает и реле *Д*, а с ним и контактор *С*, и все указательные лампы гаснут.

Теперь опишем операцию передачи приказа на управляемое распределительное устройство. Предположим, что дается распоряжение включить масляный выключатель № 2. Для этого указатель *У* вместе с распорядительным цилиндриком *К* поворачивается сперва на 90° в положение *З*, затем распорядительный цилиндрик *К* нажимается вниз и переводится во вторую плоскость отдачи приказа, в которой на момент поворачивается далее в том же направлении еще на 30°, как то поясняется фиг. 3. При кратковременном замыкании контакта *К*, после которого цилиндрик немедленно возвращается в прежнее положение и поднимается действием пружины в верхнюю плоскость, происходит возбуждение распорядительного реле *РР*, которое самозакрепляется через контакт *З*. Реле *РР* через контакт *1* включает линию сигнального звонка *СЗ* в распределительном устройстве, одновременно разрывая

НБ УДУТ (ДИТ)

цепь реле *УР* на командном щите. Вследствие этого соответственная указательная лампа переключается на шины мигающего света и включается реле *В* со всеми вытекающими из этого последствиями.

Находящийся в распределительном устройстве дежурный должен немедленно перевести выключатель в положение согласно приказу. После этого реле *РР* окажется включенным между одноименными полюсами и отпадает, а также погаснет находящаяся в той же цепи распорядительная лампа. Вследствие перемещения контактов восстанавливается нормальная цепь реле *УР*, а с его притяжением вообще нормальное состояние на командном щите. Дежурному остается только нажатием кнопки *КР* прекратить освещение щита.

Если по каким-либо причинам, например, вследствие порчи масляного выключателя или из-за каких-либо других обстоятельств дежурный в распределительном устройстве не имеет возможности сразу выполнить распоряжение, то он может временно выключить звонок, переведя переключатель *ВЗ*, но в этом случае загорается особая аварийная лампа красного цвета, напоминающая о необходимости восстановить нормальное положение.

На командном щите действие сигналов не может быть прекращено до тех пор, пока поворотом сигнального указателя не будет квиттировано действительное положение выключателя.

Очевидно, вписанное устройство является целесообразным тогда, когда простое дистанционное управление неприменимо. Практически поле применения дальнораспорядительных устройств представляют такого рода подстанции, которые, например, в целях охраны или обслуживания других механизмов все равно требуют присутствия какого-то обслуживающего персонала вблизи распределительных устройств.

В большинстве подобного рода случаев имеется возможность поручить сравнительно несложные функции выполнения полученных с центрального щита распоряжений менее квалифицированному персоналу. В частности, при такого рода централизованном управлении многие выключатели вообще могут быть помещаемы не в общем распределительном устройстве, а непосредственно возле тех машин, например, генераторов, которые они обслуживают. Это часто дает возможность получить экономию в проводке.

РАЗДЕЛ II

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ДАЛЬНОДЕЙСТВУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ И МЕХАНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В основном тексте была описана только та часть дистанционного централизованного управления, которая относится к чисто электрическим устройствам системы, имеющим задачей распределение электрического тока. Но в последнее время чрезвычайно усиливается стремление к осуществлению централизованного и дальнодействующего управления также и в области механических и теплотехнических устройств станций. Поэтому для полноты представления о возможностях центра-

УНБ УГЭУ (ДИТ)

лизованного управления всей установкой в целом полезно изложить краткие сведения хотя бы о некоторых основных устройствах и приспособлениях для дистанционного и дальнего управления в этой области.

И здесь также мы имеем два класса устройств — дальнораспорядительные и дальнодействующие в прямом смысле этого слова.

В дальнейшем будут описаны из дальнораспорядительных устройств машинные телеграфы и командные транспаранты, а из дальнодействующих — системы для дальнего управления задвижками и вентилями.

3. Дальнораспорядительные устройства

Описанные ранее дальнораспорядительные приспособления для распределительных устройств предназначены были для дальней передачи только одного вида простейших приказов: «Замкнуть» и «Разомкнуть». Поскольку эти приказы имеют к тому же обратный характер, очевидно, в данном случае задания являются наиболее элементарными из возможных.

Управление сложными механизмами, например, турбогенераторами или котельными агрегатами требует передачи команд более разнообразных и сложных, необходимых, например, при пуске машины в ход, синхронизации, остановке и т. п. Иногда требуется передача даже целой шкалы задаваемых величин, например, при дистанционном управлении эксплоатацией паровых котлов.

Из такого рода устройств для передачи более разнообразных и сложных распоряжений получили уже сейчас достаточно широкое распространение так называемые «машинные телеграфы» и командные световые транспаранты. Последние дают возможность еще дополнительно увеличить дальность расстояния передачи приказа на дистанцию разборчивой видимости транспаранта, что имеет существенное значение, когда за исполнением команды должны следить одновременно несколько лиц, которые могут находиться в разных местах здания.

Машинные телеграфы. Машинные телеграфы применяются по преимуществу для связи между щитом управления и машинным залом, но вообще применение их возможно во всех случаях, когда требуется передавать целый ряд стандартизированных команд и соответствующих их сообщений отчетного или предупредительного характера.

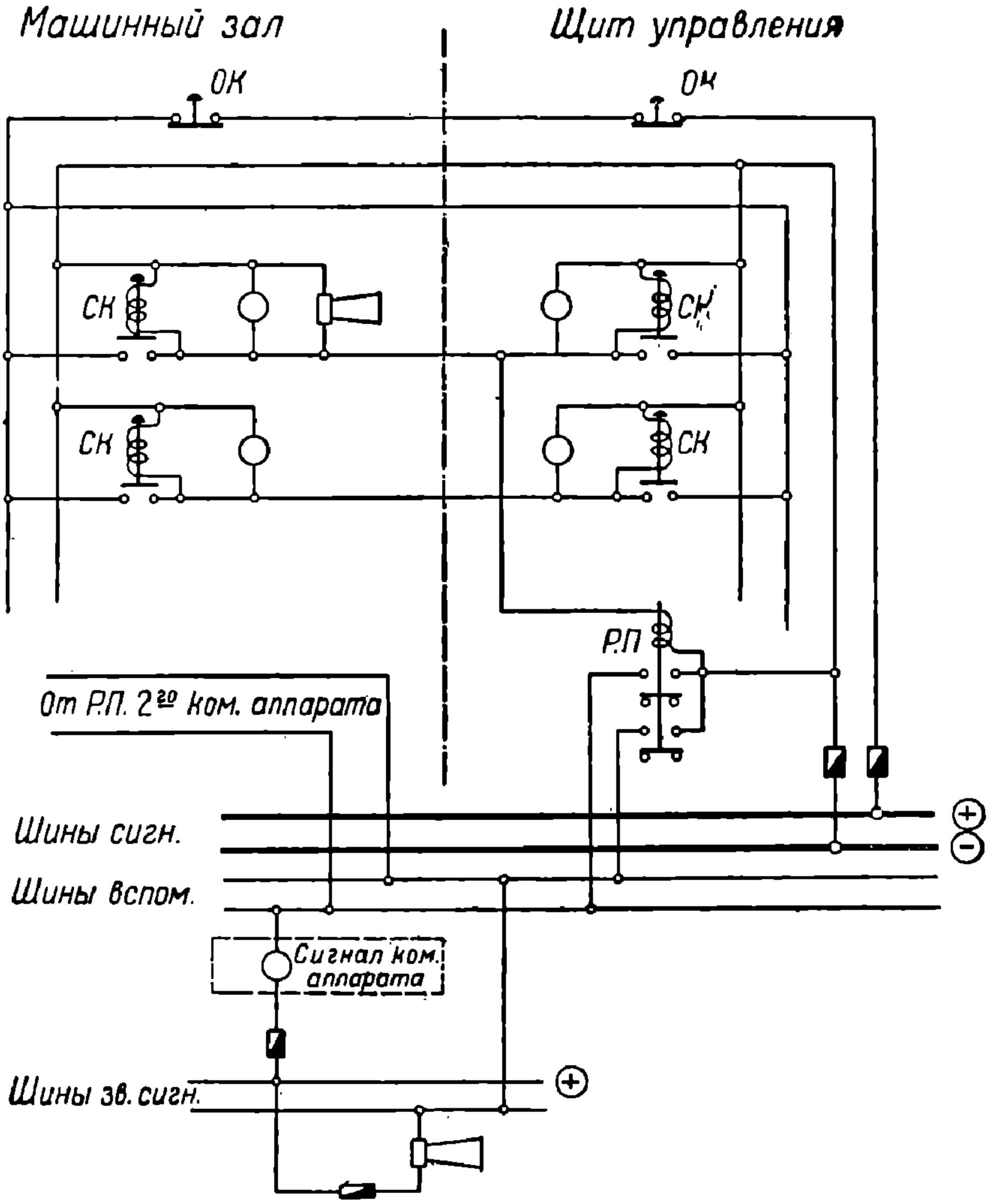
Устройство машинного телеграфа поясняется схемами на фиг. 4 и 5. На фиг. 4 показан принцип схемы соединений, на фиг. 5 соответственная схема изображена в виде, более близком к ее практическому осуществлению.

Наружная часть машинного телеграфа состоит из рамы, в которую вставляется ряд надписей, выполняемых на полупрозрачном матовом стекле или еще лучше в виде просвечивающих линий на темном мало прозрачном фоне. Сзади эти надписи освещаются на время передачи распоряжения каждая своей особой сигнальной лампой.

Лампы отделены друг от друга непрозрачными переборками, чтобы свет данной лампы освещал только соответствующую ей надпись

НБ УДУНТ (ДПТ)

и не распространялся на остальные. По одному экземпляру рамы с совершенно одинаковыми надписями устанавливаются как в месте передачи распоряжений, так и в месте приема. Схема соединений должна обеспечить одновременное включение двух ламп позади обеих одноименных надписей как на щите управления, так и в месте приема коман-



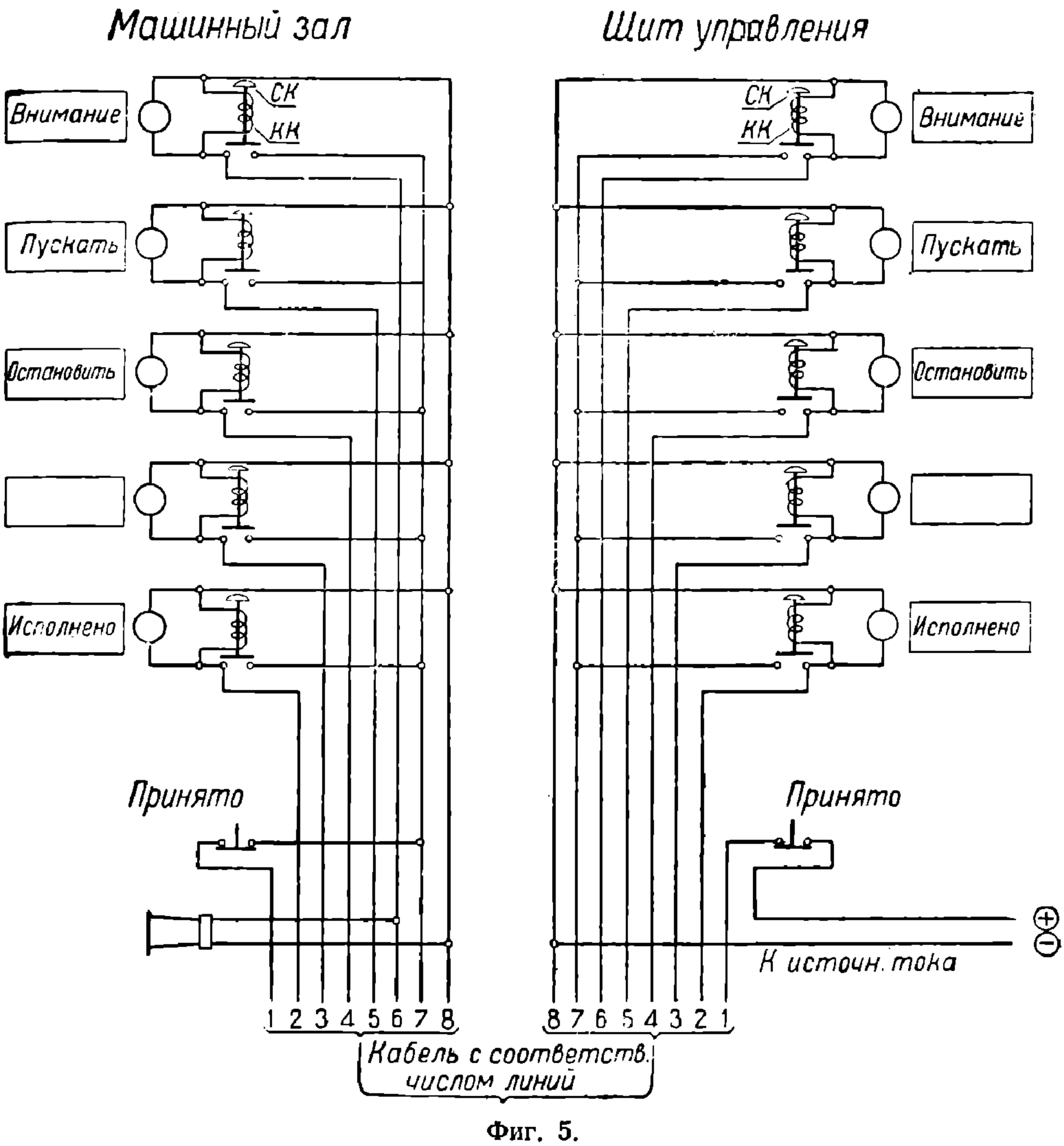
Фиг. 4.

ды и одновременное погасание их после квиттирования переданного сигнала.

Из принципиальной схемы на фиг. 4 легко рассмотреть, что для этого все лампы присоединяются одним своим зажимом непосредственно к минусовому проводу, а вторые их зажимы соединяются между собой попарно для ламп одинаковых надписей на рамах обоих аппаратов и приключаются к плюсовому проводу, каждая через пусковую сигнальную кнопку *СК*. В основной общий плюсовой провод, подводящий

НБ УрГУПС (ДИТ)

ток ко всем сигнальным лампам, включены вначале по дороге от источника тока две отбойных кнопки *ОК*, находящиеся одна у командного аппарата на щите управления, а другая — у приемного аппарата. Достаточно нажать любую из этих кнопок, чтобы прервать сообщение



Фиг. 5.

с плюсом источника тока и привести аппараты в начальное положение.

Передача команды производится следующим образом. Одной из надписей, обычно первой сверху, дается вызывной характер. Эта надпись, например, «Внимание», имеет целью привлечь внимание обслуживающего персонала к машинному телеграфу и поэтому снабжается дополнительно во всяком случае в машинном зале звуковым сигналом, звонком или рожком, который, как то видно из схемы, включается

УДУНТ (ДГТУ) НБ

параллельно с лампой, освещающей надпись «Внимание», и звучит до тех пор, пока включена эта лампа.

Так как надпись, соответствующая отданному распоряжению, должна освещаться на аппарате длительно, а не только на момент нажатия кнопки, то должно быть предусмотрено приспособление, которое удерживает цепь включения лампы замкнутой до тех пор, пока принятие посланного распоряжения или сообщения не будет квитировано. Это достигается следующим образом: нажатие кнопки с одной стороны включает лампы требуемых надписей на обоих аппаратах, а с другой стороны — включает контакт самоподдержания цепи кнопочной катушки *КК*, удерживающей при ее возбуждении нажатую сигнальную кнопку *СК* в нижнем включенном ее положении вопреки противодействию пружины. Вследствие этого лампы будут продолжать гореть и соответствующие надписи будут освещены до тех пор, пока не будет нажата та или другая из отбойных кнопок *ОК*. Нажатие этих кнопок снимает напряжение с катушки самоподдержания нажатой перед тем кнопки и, как указывалось выше, приводит оба аппарата в начальное состояние.

Так как при нажатии вызывной кнопки «Внимание» одновременно с горением лампы продолжается звучание звукового сигнала, то принятие сигнала «Внимание» должно быть сразу же подтверждено нажатием отбойной кнопки. После этого передаются в требуемом обстоятельствами порядке другие приказы. Прием этих приказов подтверждается обычно не нажатием отбойной кнопки, а посылкой соответственных обратных сообщений, как, например, «Исполнено» или «Машина готова», если был дан сигнал подготовить машину к пуску, и т. п. Таким образом на машинном телеграфе может быть сохранено временно для памяти, какие команды были отданы и какие получены по ним сообщения, и отбойная кнопка нажимается со щита управления по окончании выполнения всей операции.

На принципиальной схеме показано дополнительное присоединение к командному аппарату сигнализационного устройства, посредством которого может быть дано извещение о производимых операциях еще и в другие места, например, на общий контрольный щит диспетчерского помещения или на тепловой щит и т. д.

Для этого при включении вызывного сигнала «Внимание» включается еще одна параллельная цепь, в которую включено промежуточное реле *РП*. Это промежуточное реле служит для замыкания цепи светового и звукового сигналов в желательном месте.

Что касается схемы фиг 5, соответствие ее с принципиальной схемой нетрудно проследить, приняв во внимание, что в практических условиях аппараты машинного зала и щита управления должны быть соединены друг с другом кабельной проводкой. Соответственные жилы кабеля помечены одинаковыми цифрами.

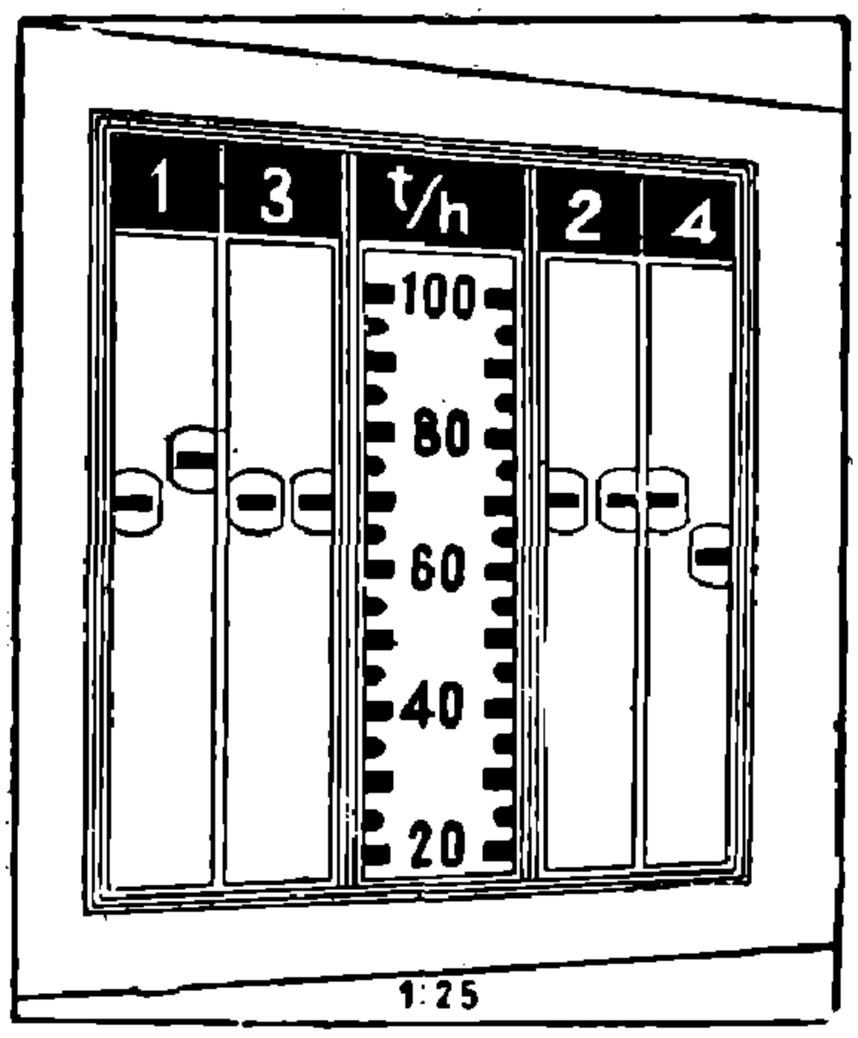
Машинные телеграфы описанного устройства включены уже в производство советской промышленности и изготовляются заводами ВЭО.

Командные транспаранты. Командные транспаранты предназначаются для передачи распоряжений в помещения больших размеров таким образом, чтобы они были одновременно видны как исполнитель-

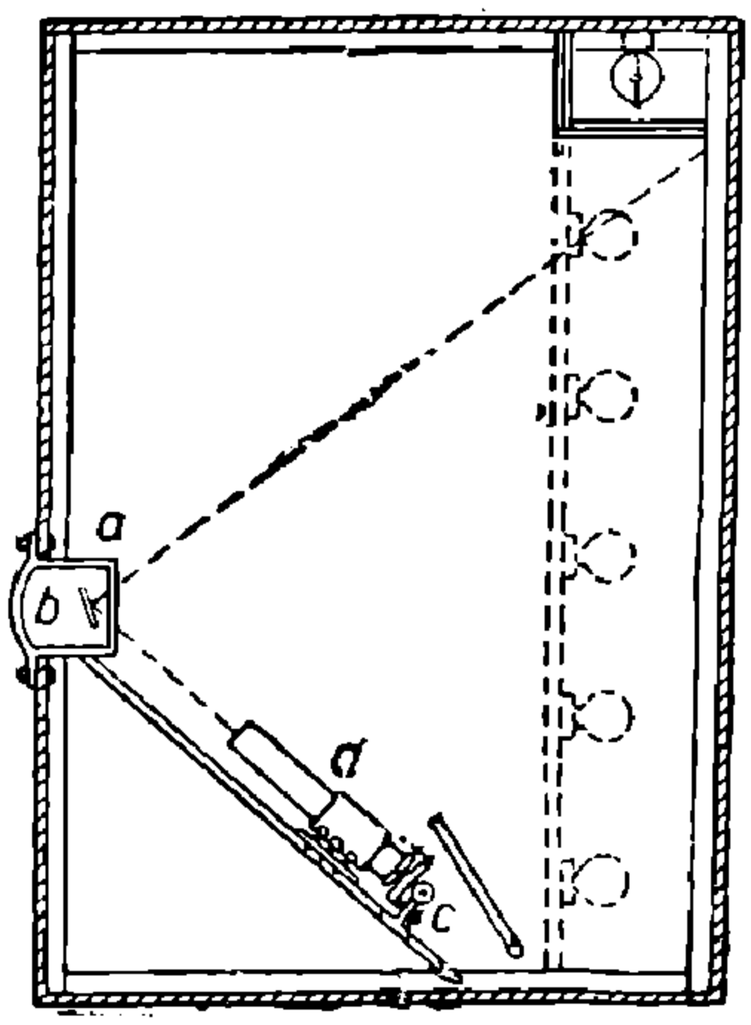
НБ УГУНТ (ДП)

ному эксплоатационному персоналу, к которому они непосредственно относятся, так и лицам эксплоатационного надзора, которые могут находиться в любом месте помещения.

Фиг. 6. изображает подобного рода командный транспарант для котельной Берлинской электрической станции им. Клингенберга, Посредине помещается ярко освещенная шкала, указывающая суммарную нагрузку котлов в тоннах пара в час. По сторонам для каждого котла имеется своя панель, на которую проектируются две световых метки. Одна, например левая, устанавливается с распределительного теплового щита [1] и указывает количество пара, которое задается данному котлу. Вторая метка проектируется особым приспособлением,



Фиг. 6.



Фиг. 7.

соединенным с дальноизмерительным прибором, показывающим действительную нагрузку котла.

Таким образом стоящий у котла кочегар, а также старший дежурный по котельной имеют возможность одновременно видеть, соответствует ли нагрузка котла заданной или нет.

Размеры транспаранта таковы (1,8 × 1,8 *м*), что он достаточно хорошо виден из любого места котельной, имеющей длину 70 *м*.

Транспаранты изготовлены германской фирмой Hartmann & Braun и названы ею «Profilux».

Фиг. 7 изображает устройство проекционного приспособления. Лампа *C* через собирательные линзы, находящиеся в трубе *b*, отбрасывает блик света на зеркальце *b*, соединенное со стрелкой дальноизмерительного прибора *a*. В зависимости от положения стрелки и зеркальца отбрасываемый последним блик будет устанавливаться против того или другого деления шкалы.

---

[1] Способ, которым это может быть осуществлено, см. в части III — Дальноизмерения.

НБ УДУНТ (ДП)

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДАЛЬНЕГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ МЕХАНИЗМОВ. ДАЛЬНОУПРАВЛЕНИЕ ЗАДВИЖКАМИ И ВЕНТИЛЯМИ

И в области теплового или водяного хозяйства электрических станций, чем больше развивается централизованное управление, тем более проявляется тенденция от дальнораспорядительства перейти непосредственно к дистанционному или даже дальнему управлению. Это, естественно, вызывает потребность в приспособлениях и устройствах для дальнейшей передачи механических перемещений. Типичные примеры такого рода представляют необходимость воздействия на регуляторы первичных двигателей при синхронизации или потребность в управлении на расстоянии задвижками и вентилями при пуске в ход гидравлических станций, авариях паропроводов на тепловых и т. п.

В более простых случаях эта задача может быть разрешена применением обычного служебного моторчика, управляемого на расстоянии со щита управления и соединенного для этого с последним соответственными дальними проводами. В более сложных случаях, когда возникают специальные требования, приходится прибегать к более сложным и специальным устройствам. В дальнейшем будет описано устройство для управления вентилями на расстоянии посредством служебного моторчика и специальное устройство «Selsyn», могущее выполнять разнообразные функции при передаче механических перемещений.

4. Управление на расстоянии механическими передвижениями посредством служебных моторчиков

Ввиду значительной быстроходности электродвигателя по сравнению с величиной и скоростью требующихся перемещений необходимо бывает всегда вводить редукционную передачу типа червячного винта или зубчатого перебора. Дальняя передача движений служебным моторчиком является обычно вполне удовлетворительной и удобной в тех случаях, когда сопротивление пути, по которому производится перемещение, остается сравнительно постоянным и передвигаемый элемент не достигает крайних положений, в которых он встретил бы непреодолимое препятствие в виде упора. Такое положение имеет место при управлении регуляторами машин двигателей, и здесь поэтому служебные моторчики с успехом применяются.

Значительно более трудные условия работы создаются при управлении задвижками и вентилями. Здесь как раз, по крайней мере в одном из положений, при закрытии движение производится до упора, причем клапан должен быть посажен в седло часто с известным нажимом, но нажим это должен быть строго соразмерен и отнюдь не должен превосходить определенного предела, за которым возможна порча материала вентиля или перегорание мотора.

Сопротивления движению также могут быть весьма различны. Такие явления, как замерзание в водяных вентилях или прикипание в

НБ УДУНТ (ДІП)

паровых, могут весьма сильно изменять усилия, требующиеся для преодоления сопротивления при открытии.

Другого рода трудности возникают, когда требуется на части хода точное его регулирование, например, на один оборот, на полоборота и т. п.

Все это сильно усложняет электромоторное управление вентилями. Для того чтобы избежать ударов в конечных положениях, соединение со шпинделем производится не жесткими, а скользящими муфтами, и электродвигатель заблаговременно останавливается концевыми упорными остановами, выключающими ток. С помощью специальных передач, типа планетных и центробежных муфт достигается относительно мягкая посадка в седло. Но все же это не избавляет от необходимости переходить по временам, когда требуется точное регулирование открытия, к управлению вручную. Поэтому в качестве одного из основных требований к такого рода устройствам выставляется, чтобы переход от электрического привода к ручному управлению совершался без необходимости при этом производить какие-либо расцепления муфт и был бы абсолютно безопасен для обслуживающего персонала. Желательно, чтобы было возможно одновременное действие ручного управления с электрическим приводом. Очевидно, что в данном случае дело идет, главным образом, об облегчении управления задвижками и вентилями, а не о дальнодействующем приводе в собственном смысле слова. Поэтому иногда даже мирятся с тем, что только главная часть передвижения шпинделя производится электродвигателем, окончательная же посадка в седло, или точная регулировка открытия, «доводится» вручную.

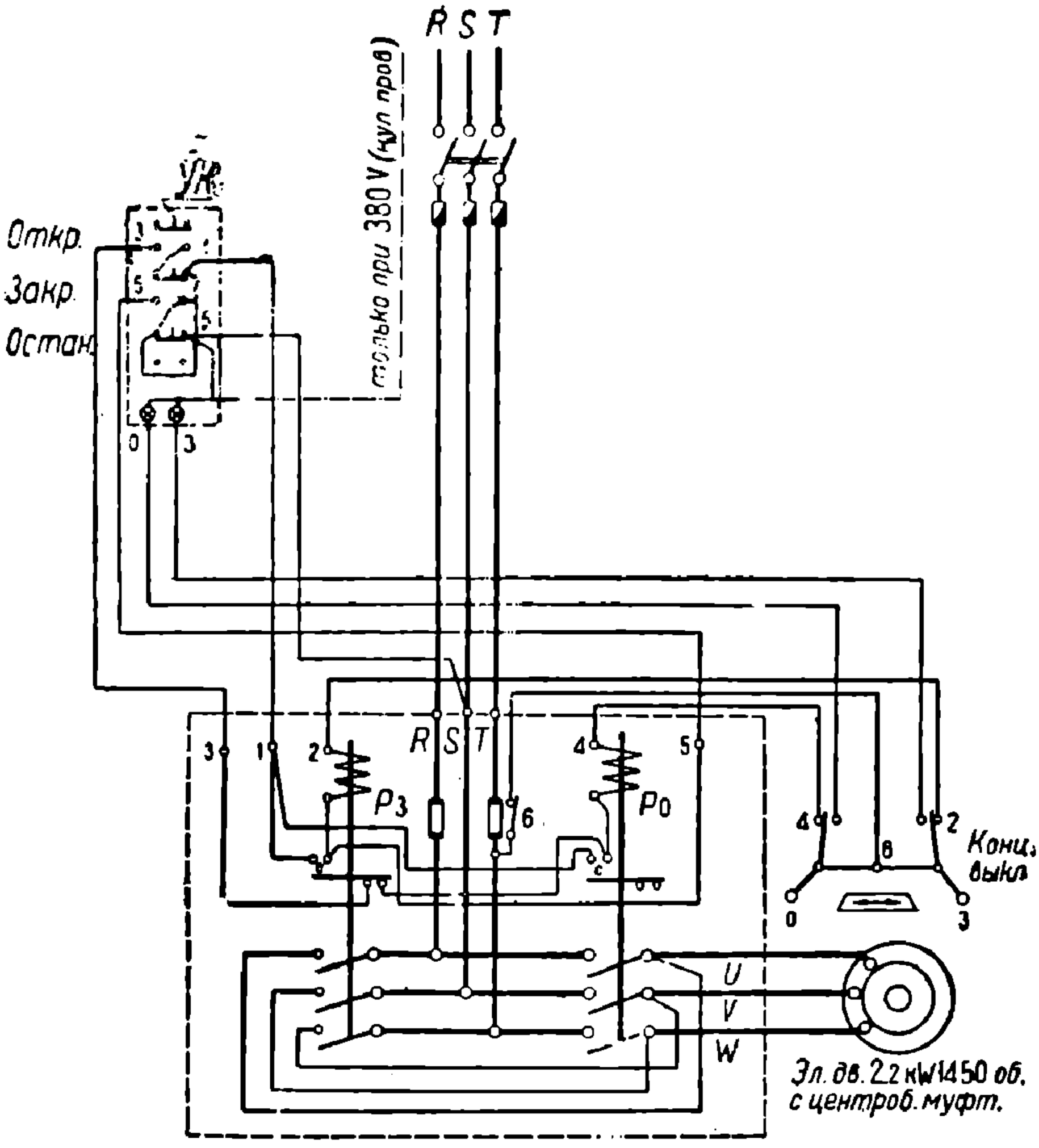
Так как схемы включения служебных моторчиков сами по себе не представляют никаких специальных особенностей, то на устройствах для перестановки регуляторов машин двигателей мы не будем останавливаться. Что касается электромоторного привода задвижек и вентилей, то, не имея возможности остановиться за недостатком места на механических деталях соединения, хотя они представляют в некоторых случаях значительный интерес, мы рассмотрим только одну из ходовых схем включения служебного электродвигателя. Для примера будет описана схема, разработанная фирмой Babcock & Wilcox, хотя по существу с небольшими вариациями эта схема одинакова у всех почти фирм. В этой схеме, изображенной на фиг. 8, открытие и закрыти вентиля и остановка движения шпинделя производятся нажатием одной из трех кнопок управления *УК*, снабженных соответственными надписями. При нажатии верхней кнопки «Открыть», как то нетрудно проследить по схеме, замыкается цепь реле открытия *РО*, которое включает электродвигатель на направление вращения, соответствующее движению шпинделя вверх.

При этом реле самозакрепляется посредством контактов самоподдержания *с*, одновременно разрывая цепь реле замыкания *РЗ*. Таким образом при желании перевести ход шпинделя на обратное движение этого нельзя сразу сделать нажатием кнопки «Закрыть», а необходимо предварительно нажать кнопку остановки, разрывающую сообщение с фазой *S*, выключающей тем самым оба реле *РО* и *РЗ* и выключающей, таким образом, электродвигатель. Эта предосторожность необходима,

НБ УГЭУ (ДП)

так как иначе при включении выключателей с двух сторон возникло бы короткое замыкание сети

Если вентиль (или задвижка) должен быть открыт полностью, то движение его продолжается до тех пор, пока специально прикрепленный к шпинделю останов не упрется в концевой выключатель на стороне *О*. Под действием останова на цепь реле *РО* будет разомкнута у контакта провода *4 — 4* и электродвигатель выключится. При этом одновременно концевой выключатель включит сигнальную лампу *О*.



Фиг. 8

Такого же рода операции, но с включением реле закрытия *РЗ* и связанного с ним выключателя произойдут при нажатии второй кнопки «Закрыть». В конце движения зажжется лампа *З*.

Концевые выключатели, когда остановка не давит на них, возвращаются под действием груза или пружины в начальное положение, и поэтому на середине хода, пока вентиль не закрыт и не открыт полностью, ни одна из сигнальных ламп не горит.

На случай порчи концевых выключателей и вообще для устранения возможности повреждения мотора от ненормальных перегрузок предусмотрен в проводе *6 — 6* предохранительный выключатель, кото-

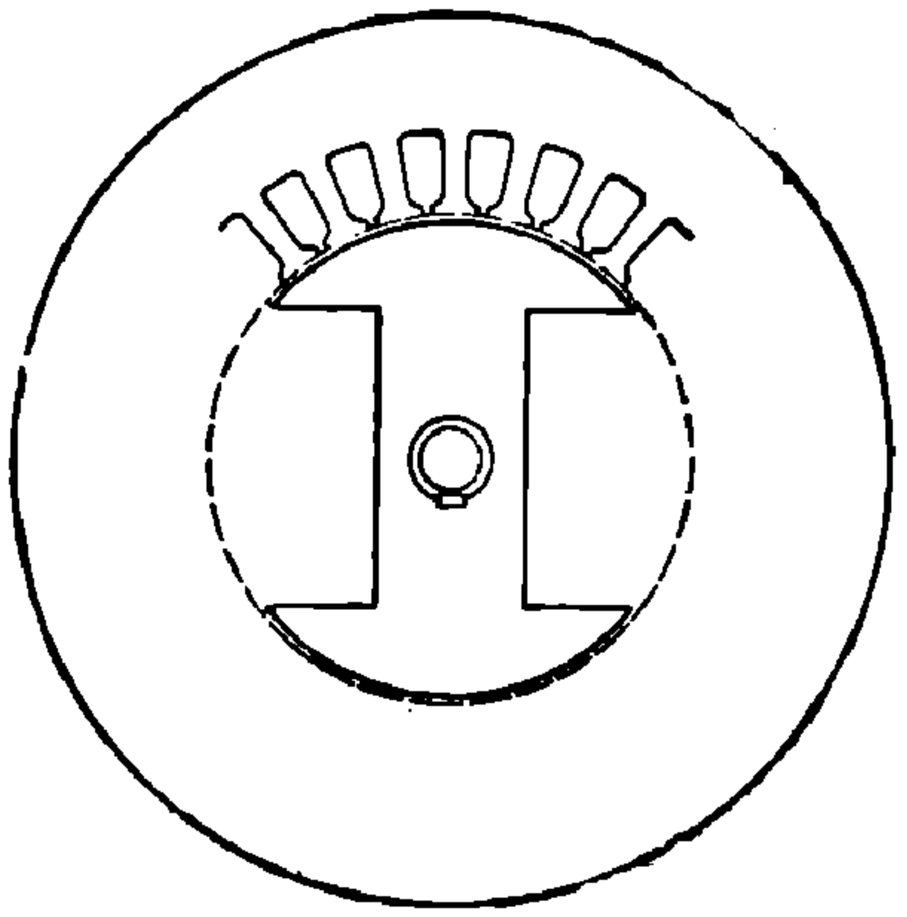
НБ УДУНТ (ДІТ)

рый удерживается проволочкой, проходящей через особые предохранители в двух фазах. В случае перегревания этих предохранителей проволочка расплавляется, выключатель отпадает и вследствие этого прерывается сообщение с фазой *T* цепей пусковых реле *PO* и *PЗ*.

5. Самосинхронизирующаяся передача угловых перемещений «Selsyn» фирмы GEC

Будучи весьма удобным по своей простоте, способ передачи движений посредством управляемых издали служебных моторчиков имеет, как указывалось, ряд недостатков, делающих его мало применимым во многих случаях, когда требуются большая точность и гибкость передачи.

Поэтому, когда два последних требования имеют существенное значение, приходится прибегать к особым устройствам, спроектированным специально для дальней передачи механических перемещений. Таких устройств, дающих возможность повторять угловые перемещения или как их иногда называют «синхронных передатчиков угла» разработано в настоящее время довольно много для разных целей. Известна система Сименс и Гальске для рольгангов, открывания разводных мостов и т. п. Имеются системы русских изобретателей: Костенко, Шиловского, Маругина. Одним из наиболее простых и универсальных устройств такого рода является система «Selsyn» (самосинхронизирующаяся), разработанная американской фирмой GEC. Система эта может быть применена как для передачи с большой точностью самых малых угловых перемещений, так и для передачи вращения с любой желательной скоростью. Поэтому области ее применения могут быть весьма разнообразны, начиная от передачи показаний измерительных приборов, сигнализационных указательных приспособлений и т. п., где при ничтожных усилиях требуется, главным образом, точность передачи, и кончая такими устройствами, где нужны значительные усилия, как, например, управление задвижками и вентилями. Также широкое применение приборы этой системы могут найти во всякого рода дальнорегулирующих устройствах.



Фиг. 9.

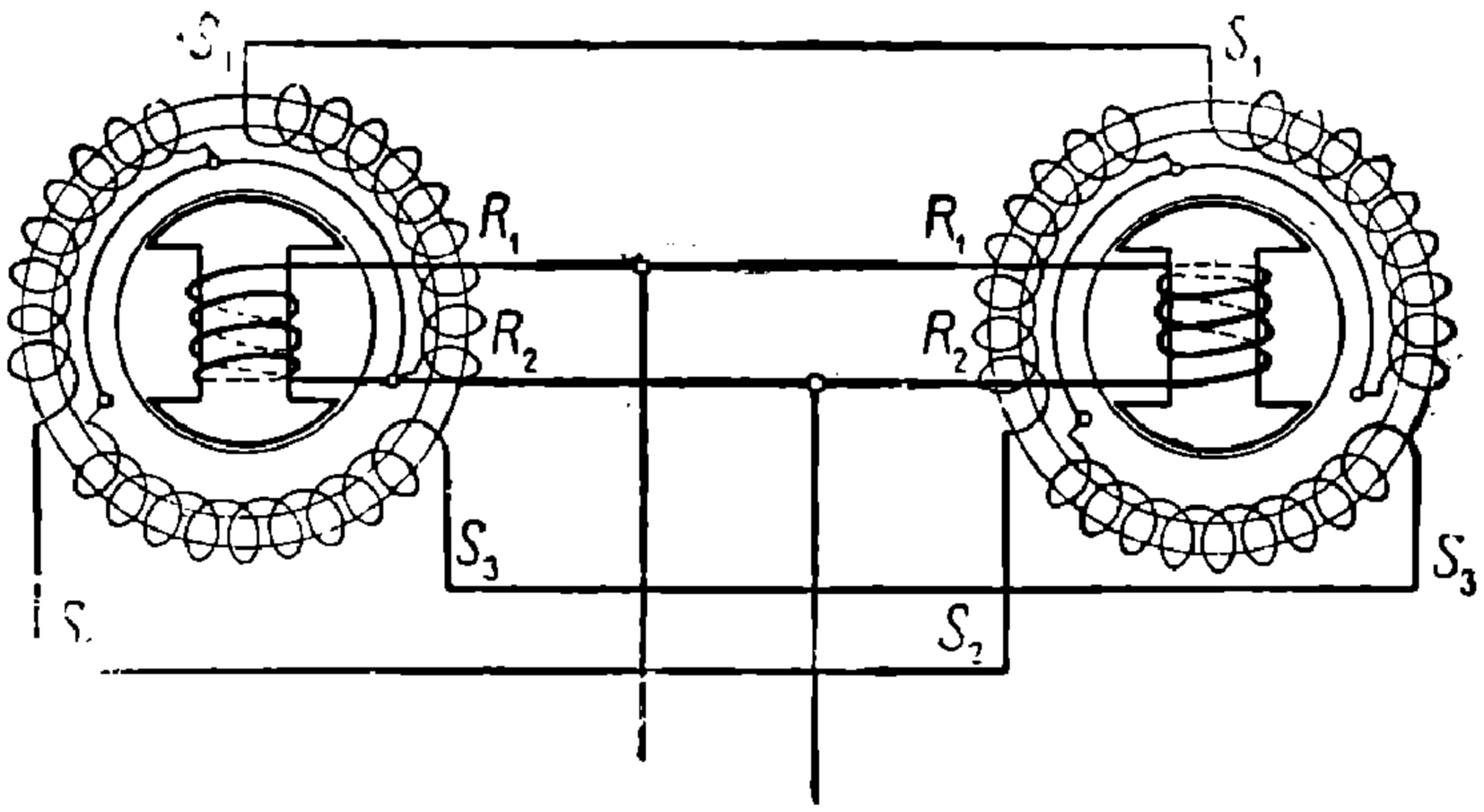
Основным элементом системы являются свободно вращающиеся поворотные трансформаторы, выполненные в виде небольших двуполюсных трехфазных альтернаторов (фиг. 9), возбудительная обмотка которых питается переменным током. Простейшая схема соединений такого рода системы для двух приборов показана на фиг. 10. Основным свойством ее является автоматическая установка роторов под одним и тем же углом по отношению к магнитным осям фазных обмоток статоров. Происходит это вследствие того, что переменный ток, питающий оба ротора, вызывает в обмотках статоров э. д. с., зависящие в

НБ УДУНТ (ДПТ)

каждой из фаз от ориентировки по отношению к ней магнитной оси ротора. Так как фазные обмотки статоров соединены соответственными концами друг с другом, то возникающие в них напряжения будут взаимно погашаться только при одинаковой ориентировке роторов. Если же эта ориентировка различна, то в соединительных проводах и в обмотках фаз возникнут уравнительные токи, которые создадут, взаимодействуя с магнитными полями роторов, вращающий момент, стремящийся поставить роторы в «синхронное» положение, т. е. повернуть их на одинаковый угол.

Практически это обозначает, что если один из роторов мы будем увлекать внешней силой, поворачивающей его на определенный угол или беспрерывно его вращающей, то второй ротор будет сам собой следовать за перемещениями первого и окончательно установится в то же положение, в какое будет установлен первый [1].

Указанный характер действия сообщает чрезвычайную гибкость этому способу дальней передачи механических перемещений. Таким



Фиг. 10.

образом угол поворота, скорость вращения, величина вращающего момента приемника могут быть точно регулируемы на стороне передатчика непосредственно от руки, причем лицо, передающее усилие, имеет возможность непосредственно чувствовать сопротивление, которое оказывается управляемым объектом на другом конце передачи.

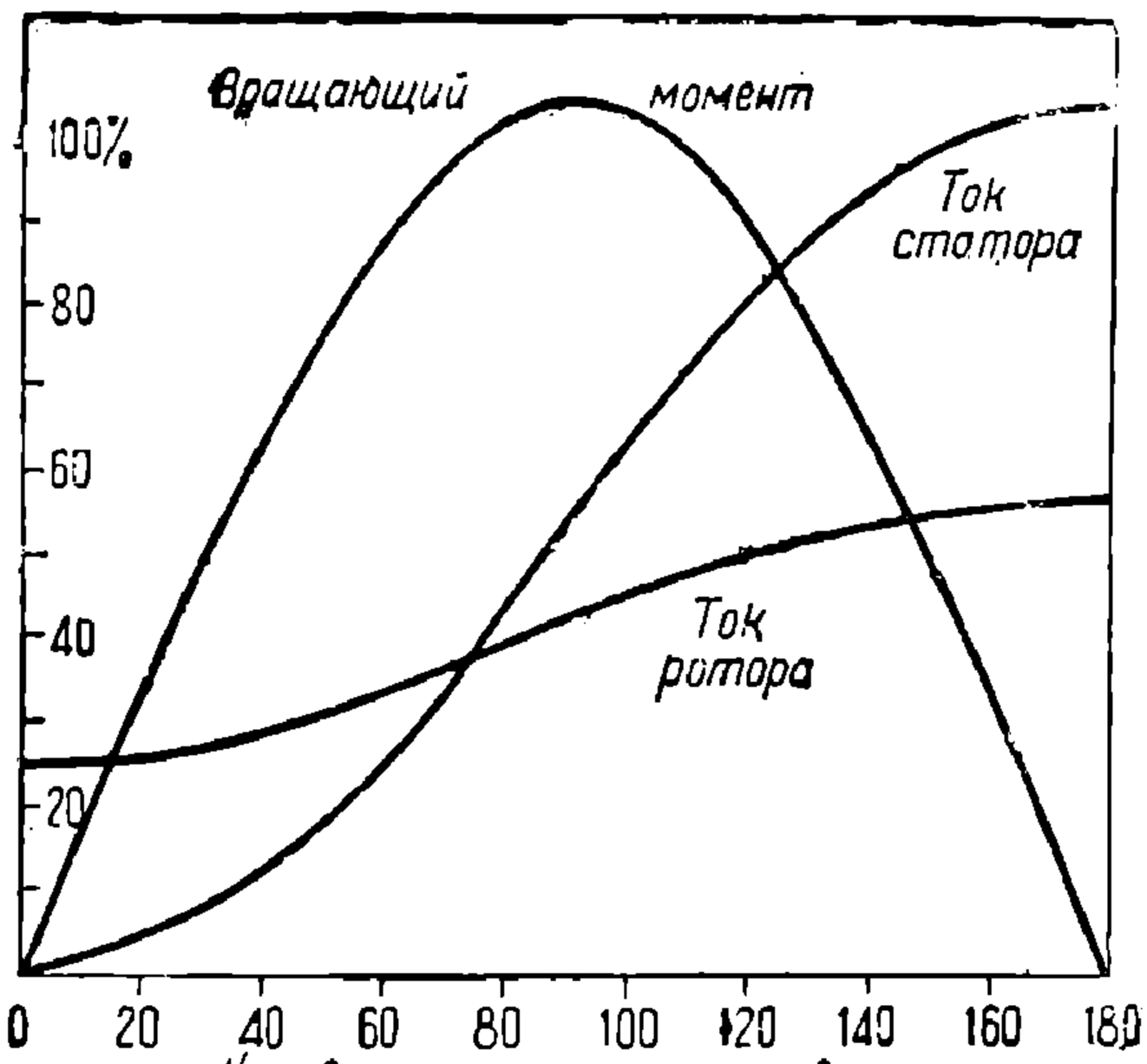
Остановимся на некоторых особенностях передачи механизмами «Selsyn». Очевидно, что вращающий момент, который получается на оси приемника, представляет собой функцию угла расхождения между синхронными (синфазными) положениями передатчика приемника. Чем больше этот угол, тем больше уравнительные токи и, следовательно, нагрузка фазных обмоток. Обратно, образующийся угол отставания ротора приемника от синхронизма является функцией с одной стороны сопротивлений на его валу, а с другой — его мощности.

---

[1] Аналогичное устройство, но только с однофазным, а не трехфазным статором применено в дальноизмерительной системе Trub, Tauber & C°, см. часть III, § 51.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

На фиг. 11 изображена зависимость от угла относительного смещения роторов — тока в роторе, тока в статоре и вращающего момента приемника. Как видно из этих кривых, вращающий момент нарастает вместе с углом только до 90°. С дальнейшим увеличением угла расхождения он начинает падать. Между тем ток в роторе, и особенно в статоре, продолжает увеличиваться. Таким образом, коль скоро угол расхождения роторов переходит за 90°, прибор лишается возможности выполнять свое назначение и подвергается опасности сгореть от чрезмерного возрастания тока в статоре и роторе. Для того чтобы ни в коем случае не допускать до такого критического положения, рекомендуется работать в области углов расхождения роторов, не превышающих 20°, чтобы устойчивость передачи была вполне обеспечена. Соответственно должна быть подобрана мощность приборов по отношению к противодействующим сопротивлениям.



Фиг. 11.

От одного передатчика движения могут передаваться нескольким приемникам. Это может быть осуществлено либо поочередно с пересоединением посредством переключателя, так как приборы самоустанавливаются в синхронное (синфазное) положение, либо все приборы могут быть присоединены одновременно, если представляется надобность производить одинаковые перемещения в нескольких местах. В этом случае очевидно, что мощность передатчика должна быть соответственно подобрана, причем следует иметь в виду, что отношение вращающего момента передатчика M_p к вращающим моментам приемником M_y выражается зависимостью:

$$M_y = M_p \frac{2}{n+1},$$

где n — число присоединенных приемников.

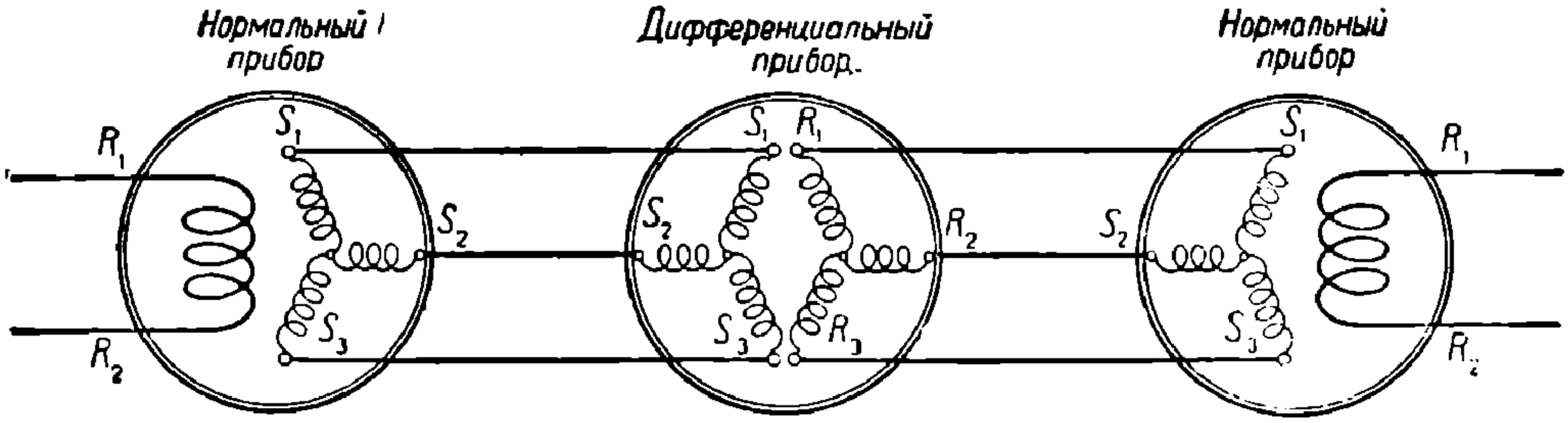
Особенностью многократной передачи является то обстоятельство, что при разной нагрузке приемников в системе стремится установиться один общий угол смещения, так как менее нагруженные приемники помогают передатчику поддерживать в синхронизме более нагруженные. При этом более нагруженные приборы могут развить вращающий момент гораздо больший нормального ценой увеличения общего угла смещения системы.

Другой способ получить совместную работу нескольких приборов «Selsyn» дает последовательное их соединение, изображенное на

НВЦ УПУНТ (ДИТ)

фиг. 12. В этом случае необходимо включение третьего промежуточного так называемого «диференциального» прибора.

Последний отличается тем, что ротор получает такую же трехфазную обмотку, равномерно распределенную по сердечнику и соединенную звездой, как и статор. Таким образом прибор аналогичен не альтернатору, а индукционному двигателю. Работает же он так же, как однофазный трансформатор, и ни трехфазных напряжений, ни трехфазных токов в нем не существует при нормальных условиях. Как видно из схемы фиг. 12, к диференциальному прибору присоединяются обмотки статоров нормальных приборов. Таким образом одна из них оказывается соединенной со статорной же, а другая с роторной обмоткой диференциального прибора. Так как диференциальный прибор не имеет непосредственной связи с сетью, то он должен получать возбуждение через один из нормальных приборов Обычно для этого выбирают тот нормальный прибор, который соединен со статорной обмоткой диференциального прибора. Соответственно мощность его должна быть



Фиг. 12

подобрана с расчетом на пропуск возбуждающего тока без вредного перегрева.

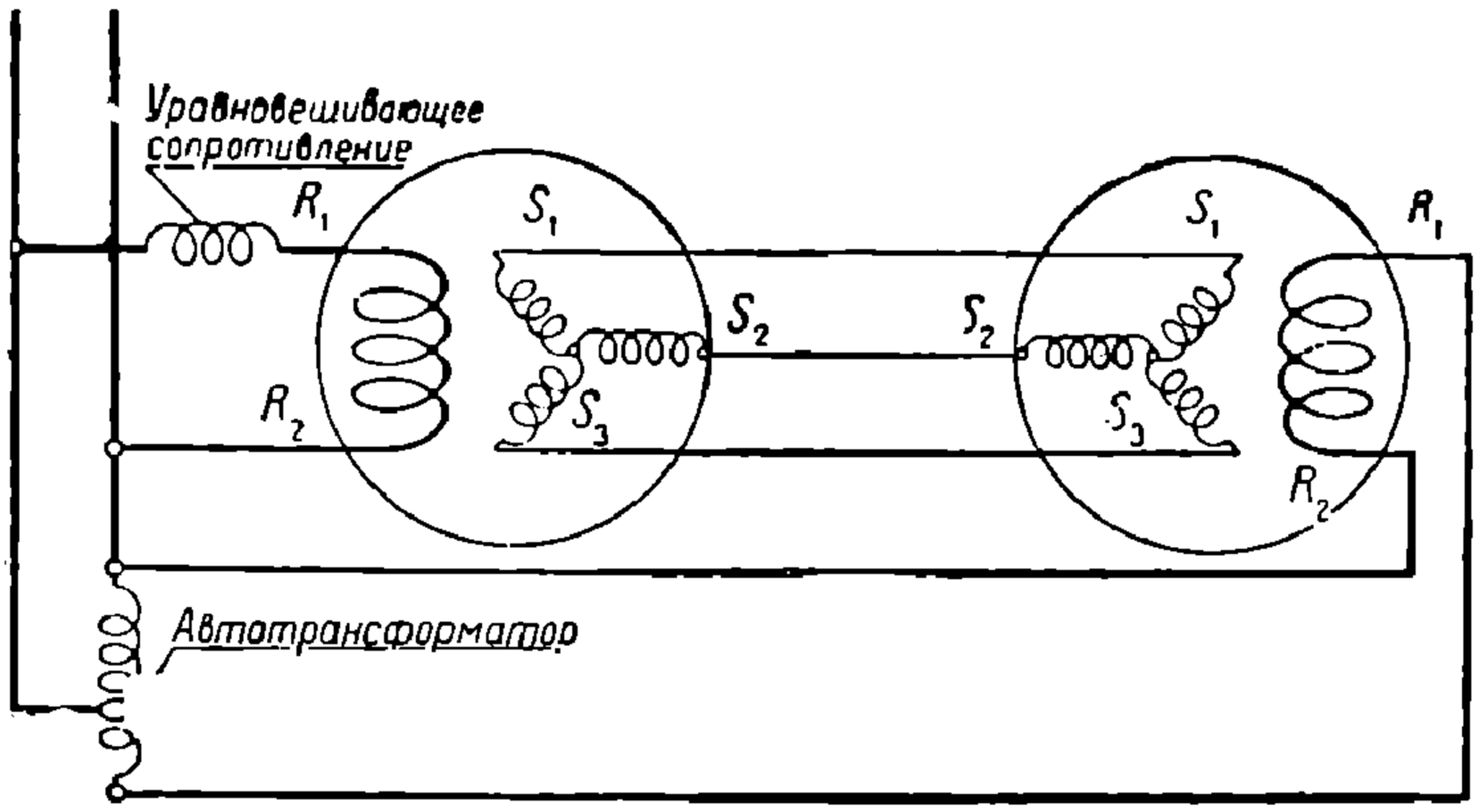
Действие диференциального прибора аналогично действию нормального. Распределение напряжений в обмотке статора такое же, как и в статоре возбуждающего прибора. Также и распределение напряжений, приложенных к ротору, соответствует статору присоединенного нормального прибора, распределение же индуктированных в роторе напряжений зависит от распределения возбуждающего потока. Равновесие получается, когда приложенное и индуктированное напряжения роторной обмотки равны и противоположны. При этих условиях ток в статоре — наименьший и равен току возбуждения. Нарушение равновесного положения вызывает, естественно, циркуляцию уравнительных токов, которые, взаимодействуя с потоками возбуждения, создают вращающие моменты, стремящиеся восстановить равновесие, но при этом нужно иметь в виду, что так как в системе имеется три ротора, то, если они все свободны, при принудительном повороте одного из них два других будут поворачиваться таким образом, что угол сдвига каждого будет равен алгебраической сумме сдвигов двух других. Речь идет об алгебраической сумме, так как перекрещиванием проводов направление вращения может быть изменяемо. Поэтому если желательно, чтобы один из трех роторов повторял движение другого, то третий ротор дол-

НТБ УГАТУ (ДГТ)

жен быть жестко закреплен. Таким образом это устройство дает возможность передачи вращения одному приемнику от двух передатчиков, расположенных в разных местах.

В большинстве случаев, когда расстояние между приборами невелико, сопротивление проводов не оказывает существенного влияния. Если же длина соединительных линий настолько значительна, что сопротивление их делается сравнимым с сопротивлением статорных обмоток, то влияние проводов будет уже сказываться на величине и угле сдвига статорного тока, а следовательно, и на величине вращающего момента. Вследствие этого стремятся сделать сопротивление статора возможно более значительным, переходя в случае надобности к более высокому напряжению.

В особенности приходится считаться с влиянием проводов в тех случаях, когда в системе имеется несколько приборов, различно удаленных. В этом случае приходится принимать специальные меры для



Фиг. 13.

выравнивания влияния сопротивления и самоиндукции проводов на величину тока и сдвиг его фазы в разных приборах. Так, в дальних проводах напряжение поднимается путем введения специальных автотрансформаторов, а для ближних, наоборот, понижается путем введения уравновешивающего сопротивления с такой самоиндукцией, которая бы обеспечивала равенство фазных углов в обеих цепях. Соответственная схема приведена на фиг. 13.

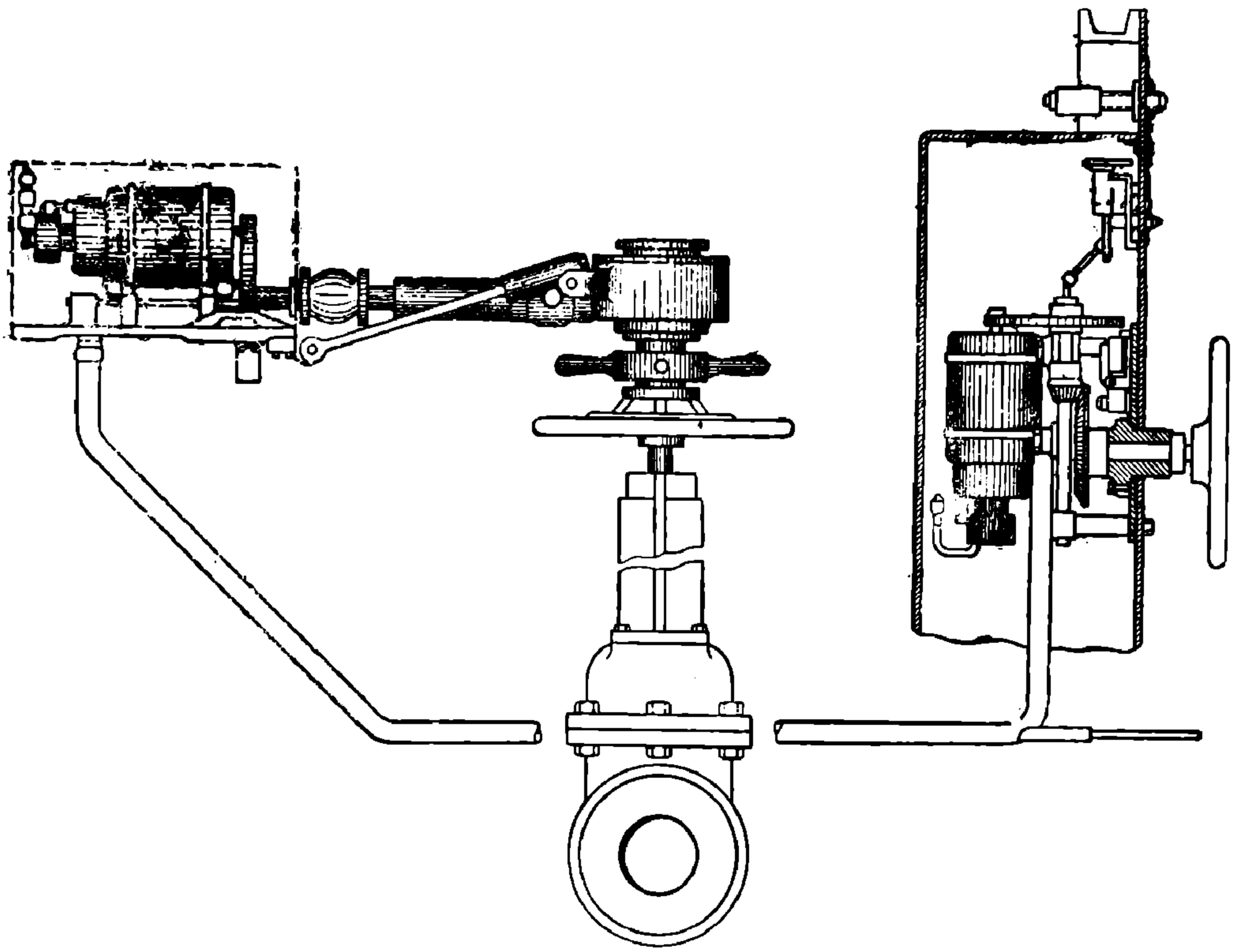
Из предшествовавшего описания можно видеть, что различным подбором включений можно получить весьма разнообразные системы для выполнения весьма сложных заданий передачи движений на расстояние.

Мы опишем только непосредственно относящееся к интересующей нас области централизованного управления электрическими установками устройство для дистанционного управления вентилями и задвижками.

Распорядительный механизм (фиг. 14) состоит из ручного маховика, поворачиванием которого сообщается вращение передатчику «Selsyn» через зубчатый перебор, состоящй из цилиндрических и конических шестерен.

ЧБ УДУНТ (ДИТ)

Перебор этот дает передаточное число 1 100. Вращение передатчика передается описанным выше путем приемному прибору, который в свою очередь связан со шпинделем вентиля или задвижки зубчатой или червячной передачей с обратным отношением 100 1. Такое устройство имеет то преимущество, что, с одной стороны, передающие приборы могут быть взяты с небольшим вращающим моментом, а с другой — достигается большая точность передачи, так как расхождение угловых перемещений приборов даже на 10° дает на управляемом механизме



Фиг. 14.

отклонение на 0,1°. Как уже упоминалось выше, сопротивление управляемых механизмов точно (с добавлением небольшого трения передач) передается распорядительному механизму, так что человек, поворачивающий маховик, чувствует, насколько свободно поворачивается вентиль.

Таким образом описываемое устройство имеет своей задачей не замену ручного привода машинным, а именно передачу ручного привода на дальние расстояния в буквальном смысле слова.

Разумеется, в случае надобности промежуточные зубчатые передачи могут быть подобраны и так, чтобы надлежащим образом уменьшить усилия, необходимые для управления маховиком распорядительного прибора.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Раздел IV

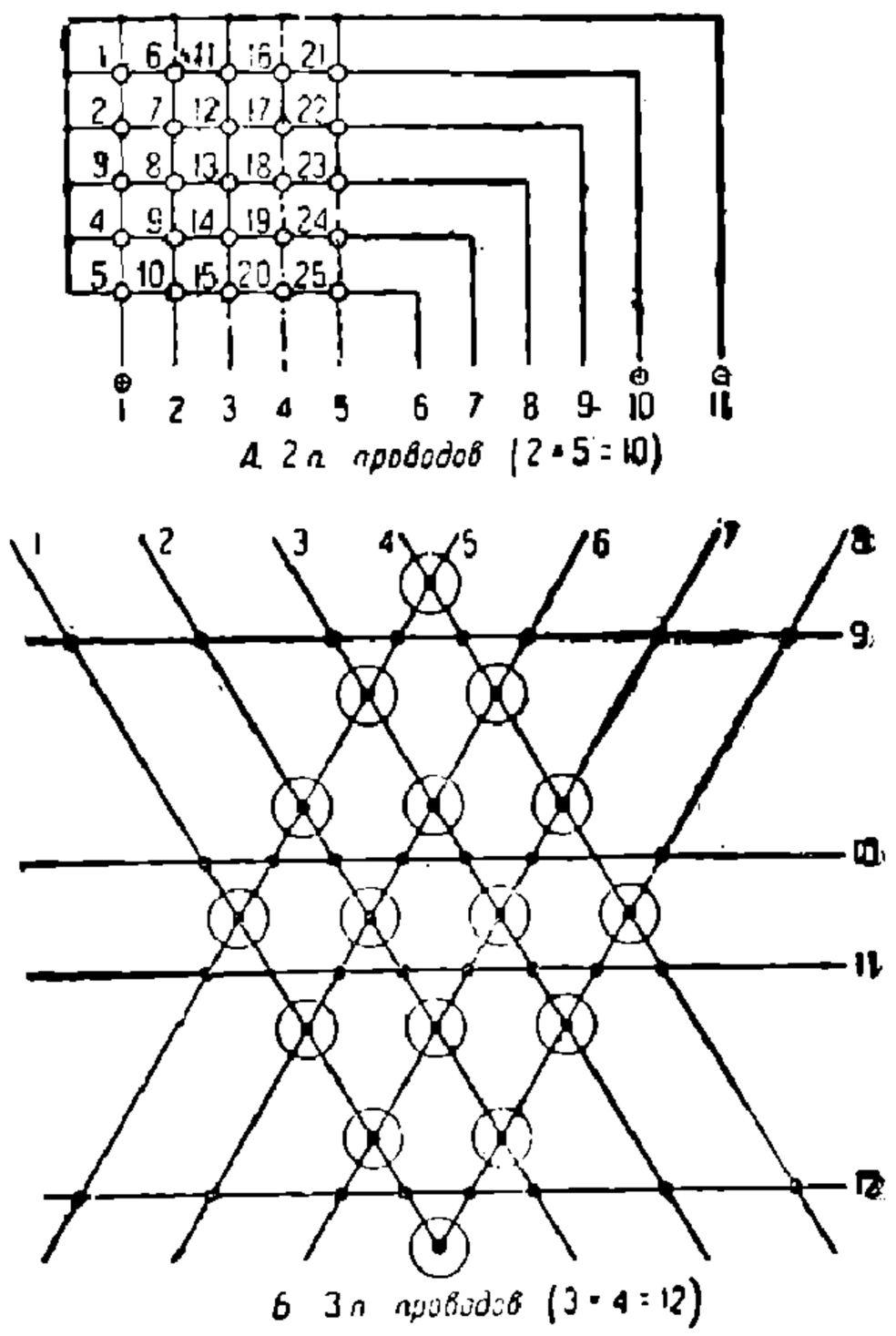
КОМБИНАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

5. Дополнительные пояснения относительно перекрестной и дуальной систем

В § 40 части II были в самых общих чертах рассмотрены основные принципы комбинационных систем.

Как там уже указывалось, системы эти хотя и сокращают количество проводов, но не настолько, чтобы они в своем простейшем виде могли быть применены для сколько-нибудь дальней передачи. Тем не менее они заслуживают более детального рассмотрения, так как в последнее время часто входят в состав систем, которые мы назвали смешанными, имея в виду, что они основаны на использовании нескольких принципов. К числу таких систем относятся, например, описанные в части II в § 45 и 47 системы «Polaricode» и дуальная система в разработке Сименс и Гальске.

Поясним несколько более подробно устройство перекрестной системы в том виде, как она входит в состав системы «Polaricode». Схема этого устройства изображена на фиг. 15.



Фиг 15.

Как видно из этой схемы, от распорядительной станции к приемной должны итти для включения 25 реле $(2 \times 5) + 1 = 11$ проводов. Одиннадцатый провод — обратный и может быть теоретически заменен землей. В общем случае для включения n реле требуется $2\sqrt{n+1}$ проводов.

Чем больше число обслуживаемых аппаратов, тем больше относительная выгода от применения перекрестного включения. Так, при 100 обслуживаемых аппаратах понадобится кабель с 21 жилой, т. е. экономия будет почти в пять раз по сравнению с простым непосредственным включением.

Необходимо отметить, что идея комбинирования включений на принципе образования точки пересечения групп линий может быть и далее развиваема. Геометрически она основывается на том, что число точек пересечения κ групп по n линий равно

$$X = \frac{\kappa}{2}(1+2+3+\ldots+(\kappa-1))\ n^2 = \kappa\,\frac{(\kappa-1)}{2}\,n^2.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Так как число X соответствует числу распорядительных реле, которые могут быть использованы, то, например взявши 13-жильный кабель (12 + 1), можно получить следующие комбинационные системы:

I—1	группа	из 12	проводов	— 66	распорядительных реле
II—2	группы	по 6	проводов	— 36	распорядительных реле
III—3	»	» 4	провода	— 48	» »
IV—4	»	» 3	»	— 54	» »

На фиг. 15 схема *Б* дает представление о комбинационной системе из трех групп по четыре провода.

Для сравнения кружками обведены те точки пересечения (реле), которые были бы обслужены двумя группами по четыре провода, что давало бы только 16 реле. Таким образом добавление еще одной группы — всего четырех проводов — дает увеличение управляемых цепей в данном частном случае втрое — 32 дополнительных реле. Но как показывает подсчет, иная группировка тех же проводов дала бы возможность увеличить количество обслуживаемых реле еще на 6.

Рассмотрим еще некоторые особенности комбинационных систем.

Все системы, имеющие задачей сокращение числа проводов по сравнению с числом обслуживаемых приборов, необходимо должны иметь то свойство, что при них каждый управляемый прибор на приемной станции лишается уже отдельного, ему именно присвоенного провода, который является как бы его представителем на распорядительной станции. Только на время оперирования он тем или другим способом присоединяется к каким-то из общих рабочих проводов.

Таким образом в то время как при системе непосредственного соединения на управляющей станции (распорядительном пункте) сразу можно видеть, какой прибор должен работать, так как выбором провода определяется уже выбор прибора, который будет приведен в действие, при сокращенном числе проводов, хотя и имеются на распорядительном пункте некоторые внешние признаки, по которым фиксируется выбираемый прибор, вроде, например, установки указателей, но эти признаки сами по себе не решают еще, какой прибор придет в действие на управляемой станции, если ход промежуточных механизмов был разлажен.

Системы, основанные на сочетаниях включаемых проводов, занимают промежуточное положение в вышеуказанном отношении. В них хотя каждый управляемый прибор и не сохраняет собственного для него только предназначенного провода, но он тем не менее обладает особой только ему присвоенной комбинацией проводов. В этом смысле можно еще говорить о «непосредственном выборе» прибора на управляющей станции.

Так, например, при перекрестной системе каждому включаемому реле, или, иначе говоря, каждой распорядительной цепи, относящейся к тому или другому номеру прибора, соответствует определенная комбинация двух проводов. Прибор № 1 может быть включен только через посредство проводов 1 и 10, и обратно если включены провода 1 и 10, то по приемной станции может быть включен только прибор № 1.

Несколько сложнее обстоит дело при дуальной системе. Из нижеприведенной таблицы, относящейся к фиг. 75 (см. ч. II § 40),

НБ УрГУПС (ДИТ)

можно видеть, что разным распорядительным цепям может соответствовать разное количество включенных проводов на распорядительной станции, но опять-таки каждому номеру распорядительной цепи на приемной станции соответствует вполне определенная комбинация включаемых реле, или, иначе, соответствующих им проводов.

Таблица к фиг. 75

№ избираемой распорядительной цепи	Положение распорядительных реле или включение относящихся к ним проводов			
	I	II	III	IV
1	—	—	—	—
2	—	—	—	—
3	—	—	+	—
4	—	—	+	—
5	—	+	—	—
6	—	+	—	—
7	—	+	+	—
8	—	—	+	+
9	—	—	—	—
10	+	—	—	+
11	—	—	+	—
12	—	—	+	+
13	+	—	—	—
14	+	—	—	+
15	+	—	+	—
16	+	—	+	+

Знак + (плюс) обозначает, что реле в рабочем состоянии (возбуждено), знак — (минус) — что реле в нерабочем состоянии (не возбуждено) т. е. его провод не включен).

Практически, однако, это преимущество непосредственного выбора может быть использовано только при небольших расстояниях, когда устройства этого типа могут быть применены в их элементарном виде и можно мириться с относительно все же большим числом проводов. Но важно отметить другое обстоятельство. Если присмотреться в кышеприведенной таблице, нетрудно заметить, что она совершенно аналогична импульсному четырехзначному коду (сравн. с пятизначным кодом, приведенным на фиг. 96, см. ч. II § 44а). Это дает возможность приспособить дуальную систему к импульсным методам передачи.

Вследствие этого и при больших расстояниях, когда число проводов обязательно должно быть сведено к минимуму, комбинационные системы также находят себе весьма интересные применения, но только в сочетании с другими системами: синхронно-вращающихся избирателей или кодоимпульсными. Два примера подобного рода смешанных, или комбинированных систем, указанных выше, были описаны в ч. II § 45 и 47.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Раздел V

ДАЛЬНОИЗМЕРЕНИЕ

6. Дальняя передача показаний посредством дуальной системы

Чрезвычайно интересный по замыслу способ передачи на расстояние данных измерения дает комбинация дуальной системы с числоимпульсной.

Принцип и приложения дуальной системы были уже изложены в части II, § 40 и пояснены только что в приложении к части II, в п. 5. Для целей дальноизмерения использовано то свойство дуальных чисел, что из различных их комбинаций может быть составлено и притом однозначным образом любое число в пределах их суммы, т. е. каждому числу соответствует только одна комбинация дуальных чисел. Так, из чисел 1, 2, 4, 8, 16, 32 может быть составлено любое число в пределах 63. Отсюда, если мы имеем шкалу, например, с числом делений до 63, то любое показание стрелки может быть передано комбинацией нескольких из указанных шести дуальных чисел. При большом числе делений пришлось бы только увеличить количество дуальных чисел.

Для того чтобы осуществить эту передачу практически, использовав наиболее универсальный в отношении канала передачи импульсный метод, применяют совершенно аналогичный способ, как и при выборе с помощью кода заданной комбинации переключательных реле (см. § 5 и ч. II § 47, приложение к части II). Каждому из дуальных чисел дается свой номер, или, точнее, место, в передаваемом коде и для составления натурального ряда чисел получается следующая таблица (стр. 241).

Как видно из этой таблицы, те дуальные числа, которые необходимы для составления данного числа, обозначаются знаком +, ненужные, т. е. не входящие в данное число, дуальные числа — знаком —. Так, число 50, составляемое из суммы дуальных чисел 2, 16, 32, будет передано по коду — + — — + +, как это показано в нижнем ряду табл. 1.

Приемное устройство представляет собой прибор с перекрестной катушкой *ПП*, включенной на набор сопротивлений, которые могут быть вводимы в цепь прибора или выключаемы из нее посредством переключательных реле *ПР I, II, III* и т. д. (фиг. 16).

Величины отдельных сопротивлений подобраны соответственно дуальным числам. Таким образом результирующие сопротивления при разных комбинациях включения дадут полный ряд натуральных чисел в пределах суммы всех сопротивлений.

Поскольку ток в цепи является функцией результирующего сопротивления, шкала прибора может быть соответственным образом проградуирована.

Устройство может быть видоизменено в том смысле, что вместо сопротивления цепи для градуировки прибора может быть использована ее проводимость. Поэтому на фиг. 16 даны две схемы. На схеме *А* прибор

НБ УДУНТ (ДІП)

Дуальные числа		1	2	4	8	16	32	
№ соответственных переключательных реле		*I*	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	
Обозначение главного контактора		A_1	A_2	A_3	A_4			
Натуральные числа (суммы сопротивления)	1	+	−	−	−			
	2	−	+	−	−			
	3	+	+	−	−			
	4	−	−	+	−			
	5	+	−	+	−			
	6	−	+	+	−			
	7	+	+	+	−			
	8	−	−	−	+			
	9	+	−	−	+			
	10	−	+	−	+			
	15	+	+	+	+			
	49	±	∓	∓	−	+	+	
	50	∓	±	∓	−	+	+	

градуируется соответственно изменению результирующего сопротивления, а на схеме *Б* — в соответствии с изменениями результирующей проводимости.

Каждое из переключательных реле, служащих для включения или выключения того или другого сопротивления, получает номер соответственного дуального числа. Как эти реле могут приводиться в действие в той или другой комбинации с помощью импульсного кода, уже было описано в § 47 части II.

Остается рассмотреть, каким образом может быть осуществлена автоматическая посылка кода, соответствующего данному показанию прибора (см. схему фиг. 17).

Заметим, что каждому из переключательных реле, обозначенных на схемах и в таблице римскими цифрами *I*, *II*, *III*, *IV*, соответствует на схеме фиг. 17 целый ряд контактных реле: A_1, B_1, C_1, D_1; A_2, B_2, C_2, D_2 и т. д., которые мы в дальнейшем сокращенно будем называть контакторами.

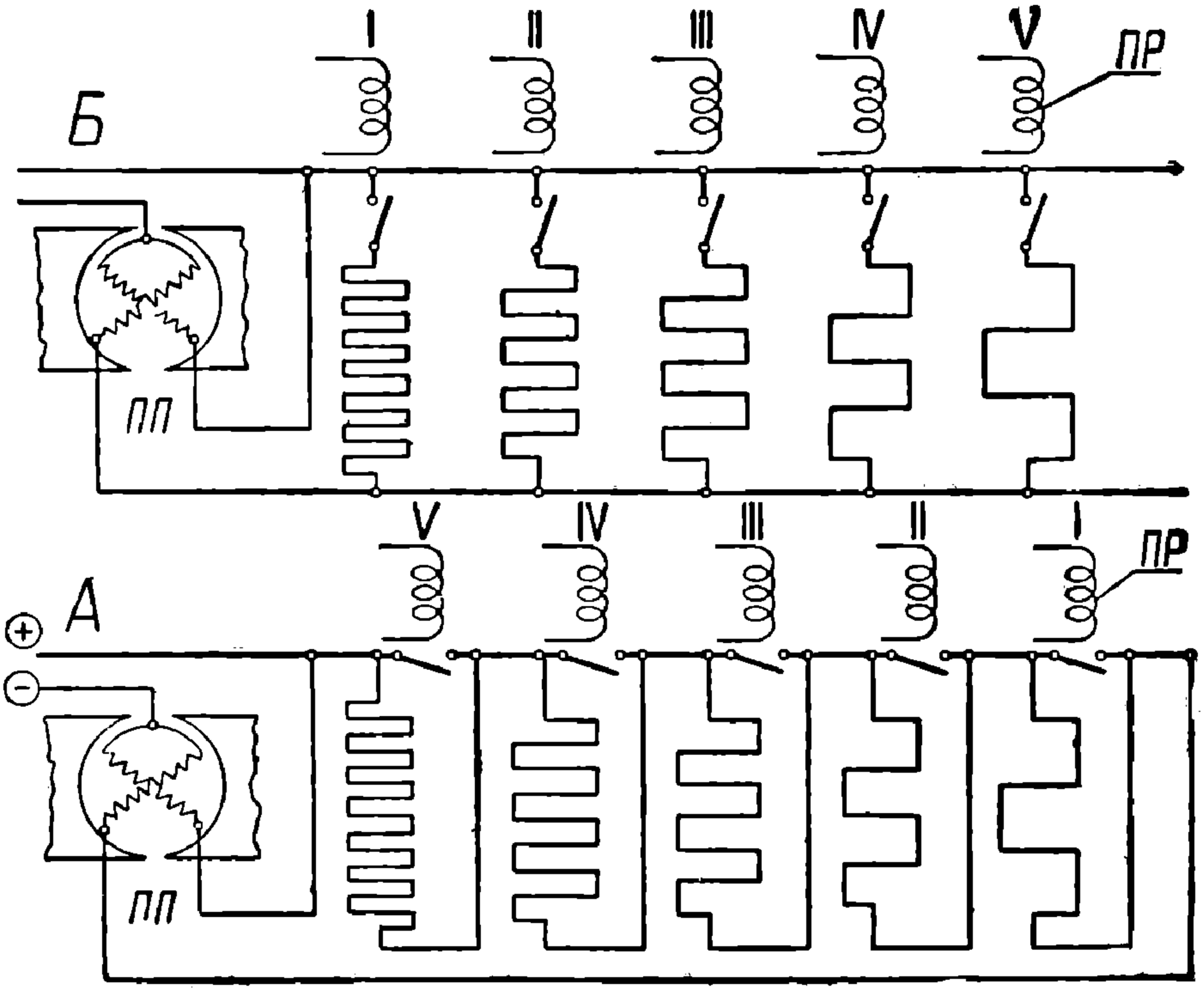
Предположим, что в данный интервал времени соответствующий периоду передачи очередного показания в числоимпульсной системе отослан с отправительной станции передающим приборам *ОП* только

НБ УДИТ (ДИТ)

один импульс. Это будет соответствовать показанию прибора, равному 1 (одному делению). При показании, равном 2, отправительный прибор *ОП* отошлет два импульса, при 3 — три и т. д. Таким образом отправительный прибор будет посылать на линию числовой код.

Между тем, приемная станция должна получить код комбинационный, например, для показания 1 — код + — — — согласно таблице и из четырех контакторов дуальной системы должен (согласно схеме *А*) замкнуться только один № 1, остальные должны быть разомкнуты.

Рассмотрим действие схемы на фиг. 17. Пришедший от отправительной станции импульс пройдет через контакт *r* контактора A_1,



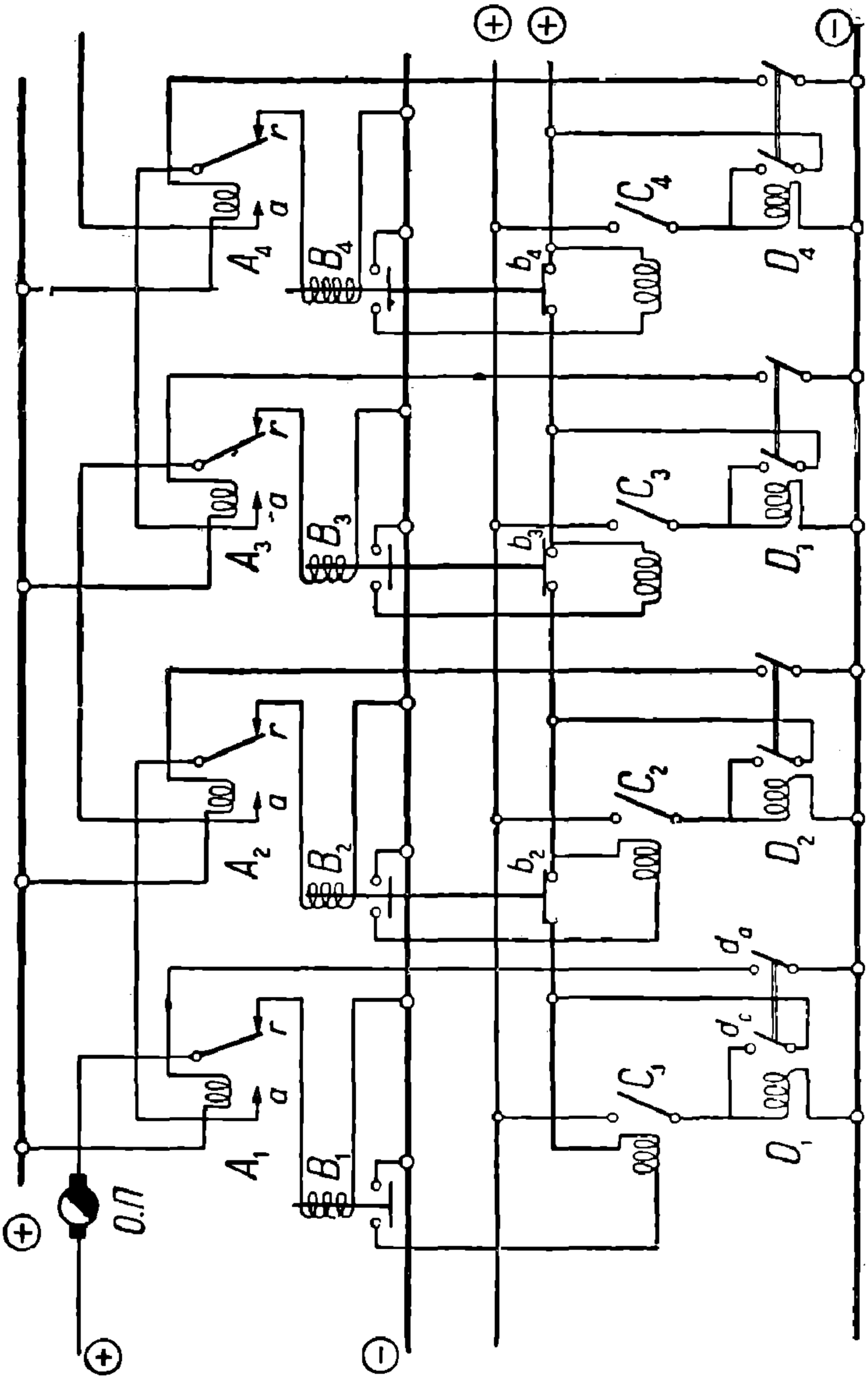
Фиг 16.

вследствие этого замкнется цепь контактора B_1. Контактор B_1 замкнет цепь контактора C_1, а последний в свою очередь замкнет цепь контактора D_1. Контатор D_1 замкнет два свои контакта b_c и b_a. Контакт b_c есть контакт самоподдержания, тогда как контакт b_c входит в цепь контактора A_1. Как только контакт b_a замкнется, контактор A_1, перебрасывает свой контактный рычажок от контакта *r* к контакту *a*. Вследствие этого прервется цепь контактора B_1, и он отпадет, а за ним отпадет контактор C_1, но контактор D_1 останется в своем прежнем положении благодаря контакту самоподдержания b_c.

Предположим, что по окончании заданного периода передачи импульсов стрелка приемного прибора временно фиксируется в ее положении, а цепь реле приводится в первоначальное состояние. Пусть

НБ УГУНТ (ДГТ)

в следующий период требуется передать показание 2, т. е. отправительный прибор пошлет два импульса. Действие первого импульса уже известно, и он создаст то положение, которое было описано выше. Таким образом второй импульс застанет схему видоизменённой против перво-



Фиг. 17.

начального положения в том отношении, что контактор D_1 замкнут благодаря контакту самоподдержания и вследствие этого контактный рычажок контактора A_1 передвинут в положение a. Второй импульс поэтому пройдет по пути: контакт A контатор A_1, контакт r контактора A_2, вследствие чего замкнутся контакторы B_2, C_2, D_2 аналогично тому, как это ранее было описано, с той, однако, существенной

НБ УрГУПС (ДИТ)

разницей, что при замыкании контактора B_2 разорвется у второго его контакта цепь контактора D_1, вследствие чего он отпадет и разорвет цепь контактора A_1 Последний поэтому перебросит свой контактный рычажок в положение r. Таким образом на приемной станции будет образован код включения — + — —, соответствующий показанию (числу) 2.

Рассмотрим теперь приход в течение периода трех импульсов. Мы видели, что после прихода двух импульсов создается такое положение:

Контактор A_1 находится в положении покоя (замкнут контакт r), а контактор A_2 — в положении возбужденном (замкнут контакт a). Третий пришедший импульс возбудит контактор A_1, но не изменит положения контактора A_2, так как возбудительные цепи контакторов D_1 и D_2 остаются замкнутыми. Получится код + + — —, обозначающий число 3.

Если перейти теперь к рассмотрению прихода за период четырех импульсов, то мы увидим, что четвертый импульс, возбудив контактор B_3, разорвет цепь возбуждения предшествующих самоподдерживающихся контакторов D_1 и D_2 и таким образом получится код — — + —, обозначающий число 4.

Нетрудно убедиться, рассматривая схему и таблицу, что действительно каждое приходящее число импульсов составит соответствующий ему комбинационный код согласно таблице дуальных чисел.

Как вообще в число импульсных системах длительность импульсов должна быть кратковременна и строго соразмерена с временем действия реле. Иначе возникает опасность, что после перестановки, например, контактора A_1 продолжающиеся импульсы воздействуют еще и на ближайшее реле B. Чтобы избежать этого, предусматривается не показанное на схеме специальное реле, которое прерывает сообщение контактора A с соединительным проводом от передатчика тотчас же после переброски контактного рычажка до начала следующего импульса.

Способы приведения числа посылаемых на линию импульсов в соответствии с показаниями отправительного прибора были рассмотрены в главе XIII § 62, относящейся к импульсным системам. Превращение уже данного числа импульсов в соответствующую комбинацию дуальных чисел осуществляется посредством схемы, изображенной на фиг. 17.

Для простоты выбрана схема, предназначенная для преобразования только четырехзначного кода. Принцип действия более сложных схем остается тем же, только прибавятся дополнительные группы реле.

АППАРАТУРА И ПРОВОДКА ДАЛЬНОУПРАВЛЕНИЯ

Аппаратура дальноуправления

Аппаратура дальноуправления мало чем отличается от обычной в распределительных устройствах. Дистанционное управление уже требует для проведения операций по маневрированию масляными выключателями применения электрического привода. Поэтому при дальноуправлении усложнение аппаратуры выражается, главным образом, в введении различных промежуточных реле, предназначенных для подготовления обычных цепей управления.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Те же соображения относятся, как мы уже видели на разнообразных примерах, и к приспособлениям для обратной сигнализации. Принципы устройства остаются те же, что и при дистанционном управлении, но соединительные цепи усложняются введением промежуточных реле.

Когда представляется необходимым ввести дальноуправление разъединителями, оно может быть осуществлено по тому же типу, что и масляными выключателями. Обычным и в том и в другом случае является при дальноуправлении применение моторного привода.

Таким образом наиболее существенную часть аппаратуры дальноуправления представляют разного рода реле.

Обилие реле внушает иногда техникам сильного тока известные опасения. По большей части это совершенно неосновательно, так как конструкция их достигла уже высокой степени совершенства. Основные детали разрабатывались и проверялись на практике уже несколько десятков лет для нужд телеграфии и телефонии. В особенности в последнее время введение автоматических телефонных станций значительно повысило требования к реле. Поэтому автоматическое и дальнодействующее управление электрическими установками получило уже достаточно надежное наследство. Возможность пользоваться в ряде случаев более значительными токами еще облегчает задачу. Основными характеристичными качествами для реле являются: скорость работы, чувствительность, сила притяжения, сила удерживающая и сила нажатия контактов.

Скорость работы реле зависит, главным образом, от его самоиндукции. При данном необходимом числе ампер-витков реле будет работать тем скорее, чем с меньшим количеством витков и с большей силой тока оно сконструировано. Кроме того, влияют: 1) величина и характеристика противодействующей силы, удерживающей сердечник от перемещения, например, пружин и т. п. и 2) расположение якоря (расстояние) от центра притяжения, или от сердечника.

Нарастание магнитного потока идет тем скорее, чем меньше самоиндукция обмотки. С другой стороны, чем меньше расстояние якоря, тем скорее магнитная индукция достигает той величины, при которой якорь начинает притягиваться. Надлежащим подбором конструктивных данных достигнуто, что быстродействующие реле замыкают контакты в течение от 0,003 до 0,012 сек. с момента замыкания цепи реле.

Первоначальное расстояние между якорем и сердечником реле выбирается между 0,7 и 1,5 *мм* и не должно быть меньше 0,5 *мм*, иначе регулировка и точная установка реле будут практически затруднительны.

Под чувствительностью реле подразумевают иногда отношение силы притяжения к числу действующих ампер-витков или иногда предельную чувствительность, т. е. то минимальное число ампер-витков, при котором реле в состоянии преодолеть противодействующую силу и замкнуть контакты.

В настоящее время имеются реле, которые развивают силу притяжения в 0,25 *кг* при примерно 350 ампер-витках. Для электромагнитов, передвигающих рукоятки и т. п., могут быть сконструированы реле с числом ампер-витков 1 500—2 000 и соответственной силой притяжения.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Необходимая сила нажатия на контакт обычно принимается порядка 25 *г*. Большей частью это нажатие, после того как сердечник притянут, осуществляется давлением пружины, но реле должно первоначально это давление преодолеть.

Удерживающая сила реле значительно больше, чем силы притяжения, так как в этом случае расстояние между якорем и сердечником сокращено до минимума. Но может быть поставлено обратное требование, чтобы при определенном уменьшении силы тока реле отпускало свой якорь. Этот предельный ток получает название тока отпускания. Обычно он не должен превышать 25—30% от тока притяжения.

В общем конструкция современных реле вполне удовлетворяет требованиям практики.

Кроме обычных типов токовых контактных реле широкое применение находят поляризованные реле. Из специальных типов отметим замедленное реле (примененное в избирателе ASEA), отпускающее свой якорь не немедленно по размыкании тока, а по прошествии некоторого определенного времени.

В практике сильного тока достаточно распространены реле с выдержкой времени замыкания. Это достигается добавлением специальных устройств вследствие необходимости регулирования. В так называемых замедленных реле задача ставится обратная и достигается добавлением короткозамкнутой обмотки, навиваемой дополнительно к рабочей, внутри последней. Обмотка эта может быть заменена просто медной трубкой, одеваемой на сердечник. Таким образом может быть достигнута задержка в отпускании якоря до 0,6 сек.

Существенным свойством этих реле является, что они не работают от переменного тока и могут быть применены в соответствующих случаях как избирающие реле.

Остальная аппаратура связана с цепями дальноизмерения или дальнопоказательными устройствами и будет описана в соответствующем разделе (см. «Дальноизмерение»).

Соединительная проводка между распорядительными пунктами и управляемыми станциями

В предыдущем нами был описан ряд устройств, предназначенных для сокращения числа проводов, соединяющих распорядительные места с объектами управления. Но и при уменьшенном числе проводов вопрос об осуществлении этого соединения для больших расстояний представляет значительную сложность.

При этом различного типа электроснабжающие системы находятся в разных условиях. Для городских систем можно всегда предполагать ввиду сравнительно меньших расстояний наличие специальных проводов дальноуправления или во всяком случае самостоятельных телефонных линий между местом управления и управляемыми объектами. Гораздо труднее вопросы связи разрешаются для районных систем с длинными линиями передачи, когда протяжение последних исчисляется многими десятками или даже сотнями километров.

Для последних, если даже имеются специальные телефонные линии, соединяющие распорядительные пункты с управляемыми ме-

НБ УГУНТ (ДПТ)

стами, большей частью передача распорядительных сигналов посредством постоянного тока или даже более длительных его импульсов бывает затруднена усилительными устройствами, включаемыми в линию типа трансформаторов или конденсаторов, о которых будет говориться в дальнейшем.

Это обстоятельство весьма существенно отзывается на тех методах, которые могут быть применены для различного рода операций дальноуправления и в особенности дальноизмерения.

Поэтому последнее время наблюдается стремление применять, главным образом, импульсные методы передачи, причем иногда даже приходится отказываться от пользования более надежным постоянным током и переходить к импульсам переменного тока.

При особо больших расстояниях стремятся вовсе освободиться от специальных соединительных линий проводки управления и перейти к передаче несущими токами по проводам высокого напряжения.

Решающими являются, конечно, экономические соображения.

Для того чтобы затраты на проводку дальноуправления не были слишком велики, стремятся использовать для нее трассы, и по возможности работы и приспособления для прокладки главных силовых проводов. При этом в разных случаях для проводок дальноуправления создаются различные условия.

I. Воздушная проводка. При воздушной проводке главных проводов дальноуправления могут быть или подвешены внизу на тех же опорах, или же могут быть включены в защитный трос над линией передачи с применением соответственной изоляции [1].

Первый способ наиболее дешевый, вместе с тем является наиболее несовершенным, так как при этом чрезвычайно велика опасность соприкосновения с проводами высокого напряжения и наиболее резко выражены всякого рода воздействия и мешающие влияния со стороны проводов сильного тока.

Поэтому в таких случаях является совершенно необходимым принятие ряда мер для обеспечения безопасности персонала и для устранения этих мешающих влияний.

Прежде всего нужно считать совершенно исключенной прокладку только одного провода с возвратом тока через землю.

При замыканиях на землю проводов сильного тока, в особенности при двойных замыканиях, возникающие аварийные токи, протекая в земле, могут не только исказить передаваемые импульсы токов дальноуправления и тем расстроить работу дальноуправляющих устройств, но при больших силах даже совершенно разрушить их аппаратуру и проводку.

Нормальной поэтому нужно считать подвеску парных проводов. Опасности внешних воздействий остаются, но мешающие влияния могут быть для условий нормальной работы в значительной мере устранены надлежащей транспозицией проводов. Однако последняя не гарантирует от нарушения работы при авариях, связанных обычно с расстройством симметрии системы.

---

[1] Второй способ мало применяется, как существенно снижающий защитную роль троса при грозовых перенапряжениях.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Кроме того, транспозиция не устраняет действия высших гармонических.

Что касается мер защиты от поражения проводов высоким напряжением, о них будем говорить особо, так как они являются общими для всех типов проводки. Отметим только, что, естественно, воздушная проводка наиболее подвержена этой опасности как от непосредственного соприкосновения с проводами высокого напряжения при их обрыве, так и от повреждений изоляции грозовыми разрядами.

II. Кабельная проводка. Кабельная проводка может быть осуществлена также в нескольких вариантах.

Кабель дальноуправления может быть проложен параллельно линии передачи. В этом случае проводка низкого напряжения надежно защищена от непосредственного перехода высокого напряжения и грозовых ударов.

Однако это не делает ее полностью защищенной от высоких напряжений. При большой длине параллельного пути мощных линий передач и кабеля дальноуправления в нем могут возникать индуктируемые напряжения, равные по грубому подсчету 1 000 V на каждые 10 *км* совместного пути при расстоянии кабеля от опор 10 *м* и при силе тока в проводах передачи 1 000 А. Такого порядка токи при коротких замыканиях в современных мощных системах не представляют собой исключительного явления. Таким образом и при кабельной проводке приходится считаться с возможностью появления в проводах или в окружающей броне весьма больших напряжений. То же самое имеет место, когда кабельная проводка дальноуправления проложена рядом, как это обыкновенно делается по соображениям экономии, в той же траншее, что и главная кабельная проводка сильного тока. В этих случаях необходимо снабжать кабели дальноуправления специальной экранирующей оболочкой и, кроме того, принимать специальные меры, устраняющие опасность от возникающих в броне кабеля высоких напряжений [1]. Рекомендуется сразу прокладывать кабель с некоторым запасным количеством жил на случай порчи и будущего расширения установки.

Третьим вариантом является при кабельной проводке главных проводов использование для целей дальноуправления испытательных жил кабеля.

В этом случае при заземлении одной из жил главного кабеля и нарушении симметрии трехфазной системы возникают те же ненормальные явления, как и в случае прокладки проводов дальноуправления параллельно линии передачи. Но, кроме того, очевидно, существует опасность непосредственного перехода высокого напряжения в случае нарушения изоляции внутри самого кабеля между испытательной жилой и одной из главных жил.

Поэтому в большинстве случаев, когда провода дальноуправления находятся в сфере влияния проводов сильного тока, непосредствен-

---

[1] Берлинское акционерное общество электростанций (BEWAG) использует для диспетчерской сигнализации дальноизмерений и телефонной связи кабели слабого тока, проложенные в траншеях силовых кабелей на полметра выше последних. В течение двух лет опасных или мешающих индукций отмечено не было. В описаниях не имеется ссылок на особую конструкцию кабелей слабого тока.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ное приключение аппаратуры ввиду возникающей опасности для персонала представляется невозможным. Приходится прибегать для этого к специальным устройствам.

Устройства, которые необходимы для приключения аппаратуры дальноуправления и дальноизмерения к высоковольтным или подвергающимся опасности поражения высоким напряжением проводам в существе своем те же, которые применяются в случае использования этих проводов для телефонных переговоров.

Одно из простейших и в областях, подверженных влияниям сильного тока, наиболее часто применяемое средство для защиты проводки и аппаратуры представляет собой так называемый оконечный передатчик.

В принципе это есть не что иное, как небольшой трансформатор, изолированный примерно на 7 000 V и до 25 000 V и специально приспособленный для дальней проводки. Такого рода передатчики включаются в начале и конце линии и предохраняют аппаратуру от всякого рода повреждающих явлений, в особенности тех, которые могут возникнуть в связи с необходимостью заземления аппаратов. При таких оконечных передатчиках посторонние влияния при отдельно проложенных сигнальных и телефонных кабелях становятся весьма умеренными. Если же опасность этих влияний настолько велика, что можно ожидать иногда при двойном замыкании на землю проводки сильного тока прямого пробоя кабеля дальноуправления (например, при очень большой длине совместного пути и поэтому очень большой величине индуктируемых напряжений), приходится такого рода передатчики ставить также и по длине провода на определенных расстояниях. Если число таких передатчиков велико (четыре и более), то большей частью нельзя пройти уже через них импульсами постоянного тока, а приходится прибегать к способам, основанным на передаче импульсов переменного тока.

Принцип дальноуправления при этом не меняется, только в качестве источника тока применяется для дальней проводки генератор переменного тока частоты порядка 150 герцов и вместо приемных реле постоянного тока приемные реле переменного тока. В остальном же аппаратура не меняется.

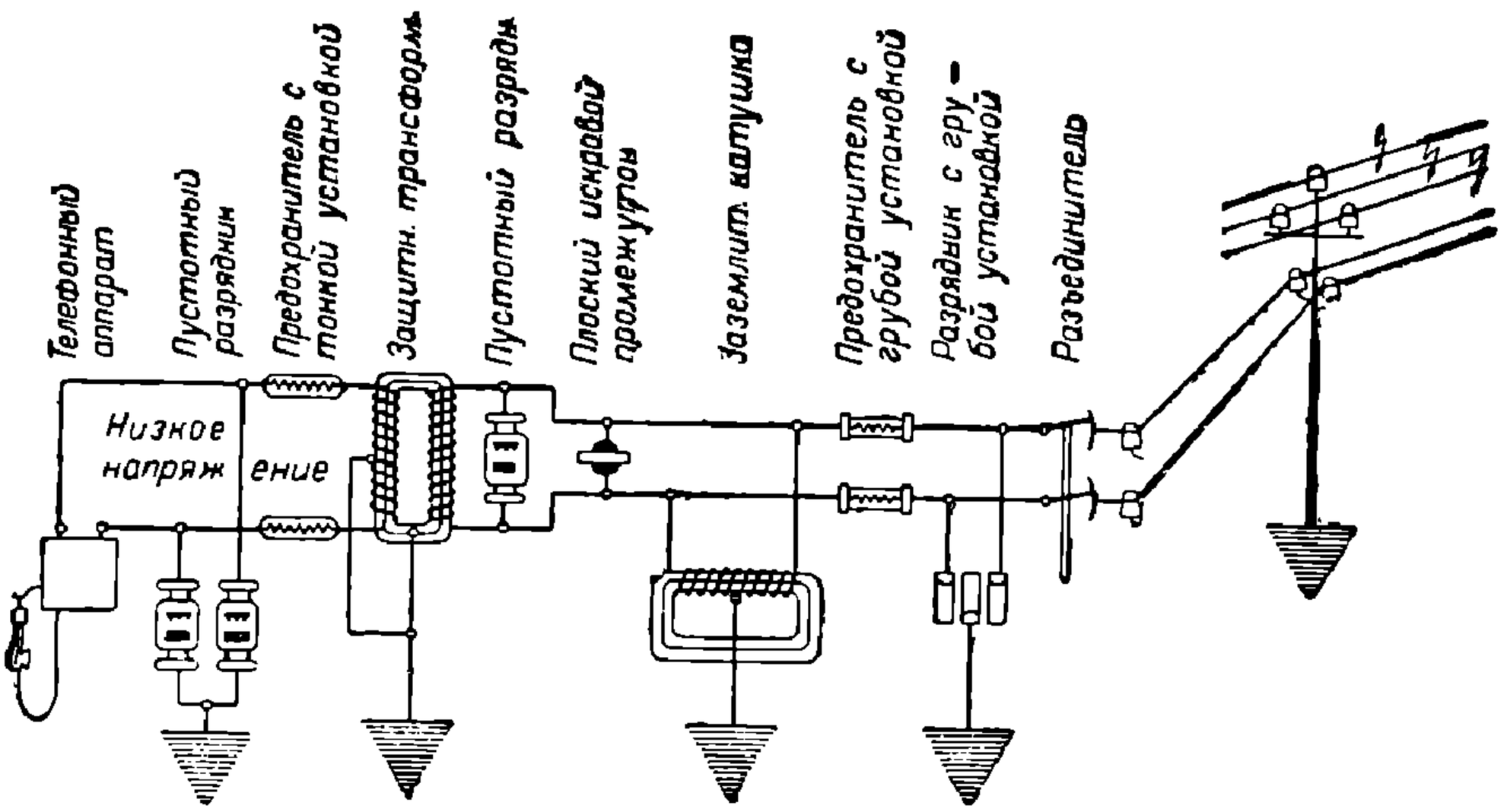
Для дальних проводов, которые проложены на тех же опорах, что и провода сильного тока, приходится в отношении мер защиты итти еще дальше. Принципиально устройство опять-таки таково же, как для телефонных устройств по проводам высокого напряжения: фиг. 18 поясняет применяемый при этом способ включения.

Такого же рода меры должны быть приняты также, если используются для передачи испытательные жилы кабелей, так как в этом случае, как указывалось, опасность поражения аппаратуры высоким напряжением, если происходит пробой кабеля, такова же, как и при обрыве линий передач.

Остановимся еще на одном важном вопросе, а именно многократном использовании проводов. Так как дальноуправление и дальноизмерение является наиболее молодой областью техники связи, то часто при проектировании дальноуправляющих установок приходится сталкиваться с положением, что уже соответственная проводка имеется, но предназначена для других целей, большей частью, например, для телефона.

НБ УГУМТ (ДП)

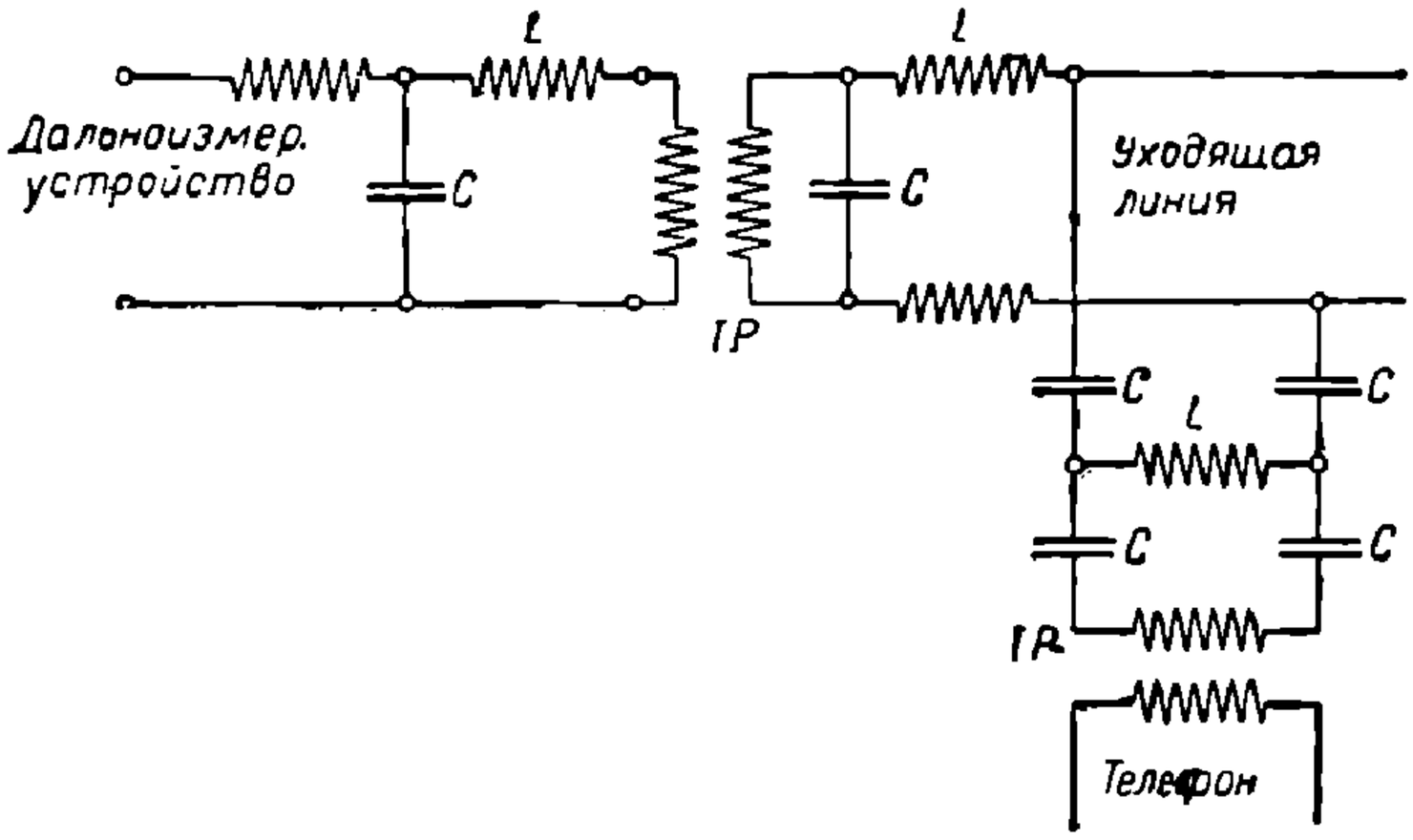
Так как, с другой стороны, при значительных расстояниях проводка по стоимости превышает в несколько раз аппаратуру, естественным является стремление использовать существующие линии.



Фиг. 18. Схема присоединения аппаратуры устройств низкого напряжения при подвеске соединительных проводов на одних столбах с проводами высокого напряжения.

Способы использования одного и того же провода для нужд телефонирования и дальноуправления и дальноизмерения таковы же, как и для одновременного телефонирования и телеграфирования. Не представляется возможным входить в подробности этого дела, относящиеся к области устройства слабых токов и освещенные в соответственной литературе.

Мы приведем только для примера одну из схем, которая может быть применена для присоединения к одной линии телефона и дальноуправляющих (в частности дальноизмерительных) приборов. На фиг. 19 приведена подобная схема, представляющая комбинацию индукционных катушек и конденсаторов. В телефонной установке приходится при этом большей частью несколько изменить устройство вызова.



Фиг. 19. Схема присоединения к линии приборов дальноуправления и телефона для одновременной работы.

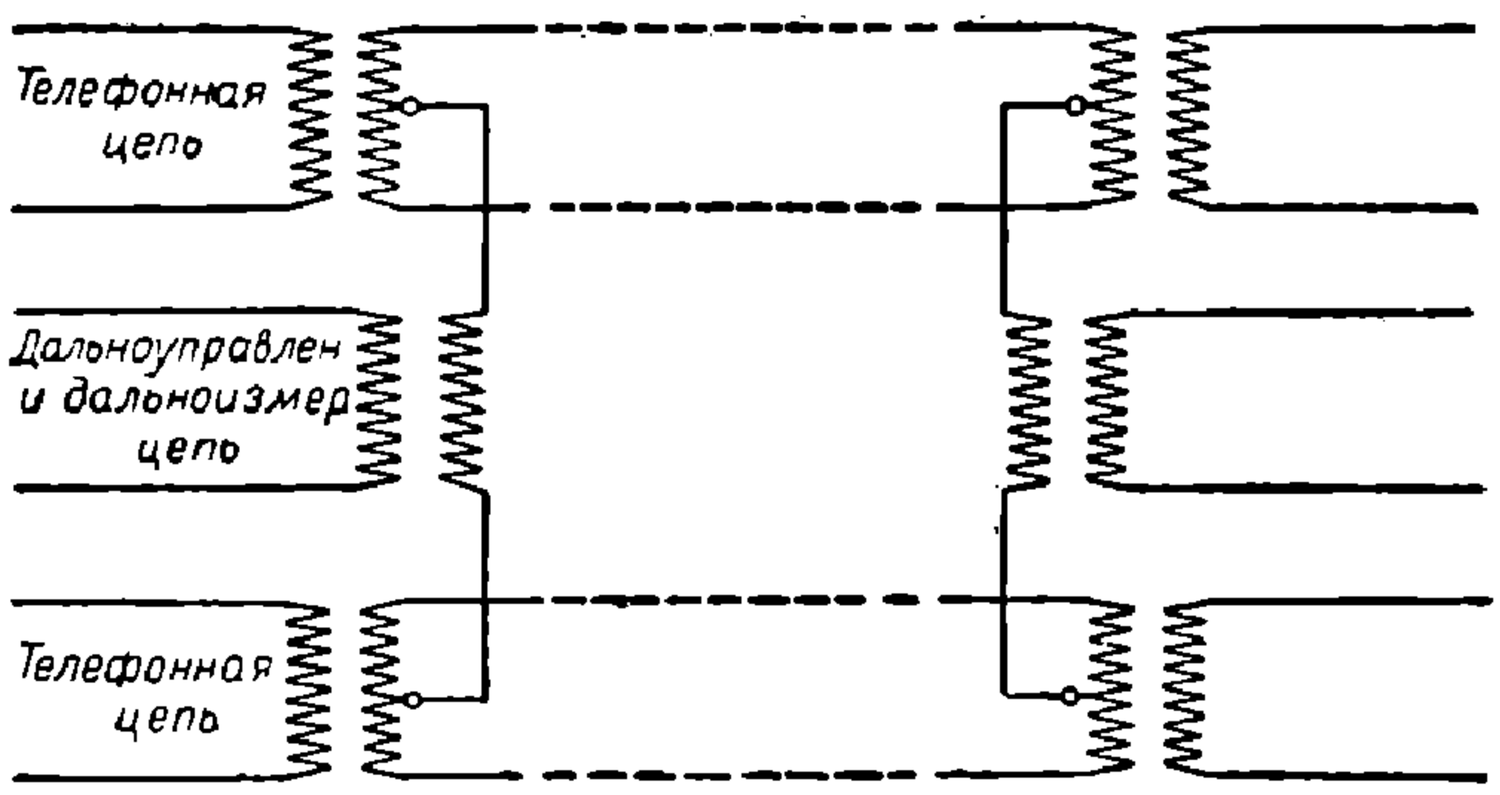
Если имеются в распоряжении две пары готовых телефонных линий, то включение дальноуправления и дальноизмерения может быть произведено при посредстве включения искусственной цепью, или так называемого фантомного (фиг. 20). Разумеется, такого рода включение может быть и далее распространяемо от одной пары жил к другой при

ЧБ УДУНТ (ДІП)

наличии нескольких пар проводов, чем может быть облегчено приключение приборов дальноуправления и дальноизмерительных и к таким системам проводов, которые по первому взгляду считались совершенно занятыми.

Если дело идет о том, чтобы осуществить проводку на весьма значительные расстояния, соответствующие передачам на 100 kV и выше, то, чтобы избежать связанных с этим больших расходов, прибегают к методам высокочастотной телефонии. Для этого применяют специальные небольшие передатчики высокой частоты, в эксплоатации более дешевые, нежели телефонные, так как износ и число применяемых усилительных ламп у них меньше.

Такого рода передатчик может быть приключен к линии независимо, но в случае наличия уже конденсаторов для приключения телефонной установки он может быть присоединен к ним же с помощью небольшого соединительного приспособления.



Фиг. 20. Схема включения искусственной цепью (фантомное включение) приборов дальноуправления (дальноизмерительных).

На стороне приема подобным же образом приключается специальный приемный высокочастотный аппарат. Способ работы весьма прост. Отправительное реле дальноизмерительного устройства сообщает импульсы высокочастотному передатчику, соответственный приемный аппарат воздействует на приемные реле приемного прибора. Импульсы дальноуправления или дальноизмерения должны следовать друг за другом непрерывным рядом, тогда прибор подвергается непрерывному корректированию. Какое-либо нарушающее явление может вызвать только небольшое дрожание стрелки приемника на несколько миллиметров, но затем она снова устанавливается правильно. Взаимное влияние телефонных переговоров и дальноизмерений не имеет места. Само собой разумеется, когда то требуется по условиям территориального расположения, между высокочастотным приемником и самым приемным инструментом может быть включен еще кабель, или воздушная проводка. Это добавочное соединение может служить, например, для передачи от понизительной подстанции высокого напряжения к центральному распорядительному (диспетчерскому) пункту, который может находиться в другом месте. И эта проводка также может одновременно служить для телефонных переговоров. Посредством применения нескольких передатчиков различной длины волны возможно передавать одновременно через один и тот же провод высокого напряжения несколько различных групп импульсов сигнальных, распорядительных или дальноизмерительных.

НБ УДУНТ (ДНТ)

При передаче дальноизмерений по очереди посредством вращающихся избирателей для практических целей можно считать удовлетворительным, если установка каждого прибора корректируется не реже, чем через каждые полминуты.

Если передаточные избиратели служат только для присоединения измерительных приборов, то устройство их может быть упрощено в том отношении, что возможно питание их от простых синхронных электродвигателей без применения постоянного тока, так как при отсутствии тока при авариях большей частью отпадает и надобность в дальноизмерении.

В частном случае может представиться возможность подвески проводов дальноуправления и дальноизмерения по тем же столбам, по которым идет телефонная или телеграфная проводка общественного пользования. В этом случае при выборе метода передачи сигналов дальноуправления и дальноизмерения необходимо считаться с требованиями телефонных и телеграфных управлений, чтобы токи, передаваемые по проводам дальноуправления, не мешали бы работе их аппаратов.

В остальных отношениях этот случай представляется весьма благоприятным, так как устраняются те опасности и мешающие влияния, которые связаны с близостью высоковольтных проводов. Очень часто в электроснабжающих системах городского типа наиболее целесообразным выходом является аренда у телефонного управления нескольких свободных жил кабеля специально для целей дальноуправления.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА (основная)

1) W. Petersen, Neuzeitliche Schaltanlagen. Ges. — Bericht II. Weltkraft-konferenz, B. XIII, No. 41.

2) J. Waltien, Entwurf und Bau von Schaltanlagen für Drehstromkraftwerken, 1929.

3) H. Gleichmann, Kraftwerk West, Siem. Z., 1930, H. 6.

4) D. Tute u. A. Müller, Signalisierungseinrichtungen in Hochspannungsanlagen, Sachs-werk Mitt., 1930, H. 5.

5) L. Steinfeld, Ueberwachung der Schalterstellungen, AEG Mitt., 1931, H. 9.

6) H. Puppikofer, Ueberwachungseinrichtungen moderner Kraft-und Unterwerke, Bull. SEV, 1928, No. 21.

7) M. Schleicher, Das Steuer-und Quittungsschaltersistem für Anlagen Schaltbilder, Siem, Z., 1927, No. 9.

8) M. Schleicher, Leuchtschaltbilder zur Sicherung des Betriebes, Siem. Z., 1928, H. 2.

9) Dr. Latzko u. Plechl, Schaltfehlerschutz, E u. M, 1931, H. 26.

7) F. Lindenstruth, Leuchtschaltbilder, ETZ, 1930, No. 9.

8) P. Kannengiesser, Schutzkreisüberwachung in Schaltanlagen. AEG-Mitt. 1929, No. 4.

9) L. Cissna, Miniature Remote control Switchboards, El. journ., 1930, No. 2.

10) Ph. Sporn, Miniature Switchboard, Tr. AJEE, V. 49, Oct. 1930.

11) Ph. Sporn, Miniature Switchboards, Gen. El. Review, 1931, No. 6.

12) F. Lindenstruth, Neue Gesichtspunkte für die konstruktive Durchbildung von Schaltwänden u. Schaltpulten, ETZ, 1928, H. 15.

13) J. P. Garvin, Miniature Remote Control, El. journ., 1930, No 6.

14) R. M. Stanley, Miniature Supervisory Control gives Creditable Performance, El. World., July 4, 1931.

15) А. Чернин. Выполнение монтажных схем электрических соединений, Эл. Ст., 1931, № 11/12.

16) R. Rüdenberg, Das Verhalten Elektrischer Kraftwerke u. Netze bei Zusammenschluss, ETZ, 1929, H. 27.

17) Grieb, Betrachtung einiger durch den Zusammenschluss Elektrischer Netze begingter Probleme, Bull. SEV, 1930, No. 15.

18) H. Piloty, Wirkung des Zusammenschlusses grosser Netze auf ihren Betrieb, ETZ, 1929, H. 27.

19) M. Schleicher, Die Lastverteileranlagen und die Fernbedienaung von Kraftwerken u. Unterwerken, ETZ, 1929, H. 8. u. 11.

20) J. T. Lauson, Centralised control of Sistem Operation, Tr. AIEE, V. 49, Oct. 1930.

21) M. Schleicher u. Mitarb., Selbstätige u. Ferngesteuerte Krafs-u. Nebenwerke, so wie Einrichtungen u. Anordnungen der Nachrichten-Übermittlung der Fernmessung u. der Fernsteuerung in Elektrizitätsversorgung, B. XIII, Ges. Ber. d. 2-e Welt.Kr. Konf., No. 40.

22) C. E. Stewart, Supervisory Systems, Gen. El. R., 1925, No. 6.

НБ УДУАТ (ДИТ)

23) M. Schleicher, Die Elektrische Fernbedienung von Unterstationen, Siem. Z., 1928, H. 4, 5.
24) C. Lichtenberg u. R. Wensley, Automatic Station and their Romote Supervision, Ges. Ber. der 2-te Welt. Kraft Konf., B. XIII, No. 261.
25) C. Kiessling, Die Bedeutung der Automatisierung. von Wasserkraftwerken für die Swedische elektrische Energieerzeugung, Ges. Ber. d. 2-te Welt Kr. Konf., B. XIII.
26) W. Brückel, Fernüberwachung u. Fernbedienungs-einrichtungen in Elektrischen Kraftnetzen, AEG-Mitt., 1929, No. 3.
27) R. Köberich, Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Fernschaltung u. Fernmeldung, AEG-Mitt., 1930, H. 8.
28) R. I. Wensley w &. Donovan, Development of a Two-Wire Supervisory Control with Remote Metering, Tr. AIEE, V. 49, Oct. 1930.
29) R. B. Garret, Supervisory Control gets a Record, El. journ., 1930, No. 6.
30) L. I. Cissna, Visicode Supervisory Control, El. Journ., 1931, No. 7.
31) R. Köberich, Neuzeitliche Methoden zur Sicherstellung gegen Fehlschaltung und Fehlmeldung bei Verwendung von Leitungssparenden Schwachstromeinrichtungen in Starkstromanlagen, VDE Fachbesicht, 1931.
32) O. K. Marti, An A. C. Supervisory Control System, Tr. AIEE, V. 50, Dec. 1931.
33) H. Piloty, Wesen u. Bedeutung der Fernwirkanlagen im Kraftwerksbetrieb, ETZ, 1931, H. 37 u. 39.
34) Mulinen, BBC Fernsteuersistem mit Ruhendem Wähler. BBC-Mitt, 1930, No. 9.
35) K. Riedel, Die Fernsteueranlage der Berliner Stadt u. Ringbahn, Siem. Z., 1930, No. 6.
36) K. Riedel, Technische Einzelheiten der Fernsteuerunganlage der Berliner Stadt u. Ringbahn, Siem. Z., 1931, H. 11.
37) Э. Иммирци, Дистанционное управление распределительной сетью, Эн. Обозр., 1931, № 7 (Перевод из L'Energia Elettrica, 1931, No. 7.).
38) Бранденбургер, Автоматическое телеуправление, Эл-ство, 1931, № 17.
39) Ловин и Барсуков, Современные американские электрические станции.
40) Сергиевский, Автоматическая телефония.

ДАЛЬНОИЗМЕРЕНИЕ

1) M. Schleicher, Die elektrische Fernmessung, Siem. Z., 1927, H. 6.
2) A. G. Sachs-Werke, Die Bedeutung der Fernmessung und ihre Ziele, El.-Wirtsch., 1928, H (449).
3) A. Palm, Hochspannungs-und Fernmessungen, E u. M, 1928, H. 34.
4) H. Lohmann u. C. Sieber, Die Elektrische Ringrohrfernübertragung, Siem. Z., 1928, H. 12.
5) A. Imhof, Elektrische Fernmessungen mit besonderer Berucksichtiegung des Induktionssistems von Trub, Tauber & Co, E u. M, 1929, H. 10.
6) Holder, Principles of Selsyn Equipments GER V. 27.
7) G. Keinath, Technik elektrischer Messgeräte, B. II, 3-tte Aufl.
8) G. Keinath, Die Entwicklung der elektrischen Fernmessung, ETZ, 1929, H. 42.
9) W. Janitzky, Die elektrische Fernmessung unter besonderer Berucksichtingung der Summenfernmessung in Betriebe der Elektrizitätswerke, Bull. ASE, 1930, No. 4.
10) W. Janitzky, Die elektrische Fernmessung unter besonderer Berucksichtigung der Summenfernmessung und ihre Bedeutung für die Elektrizitätswirtschaft, Ges. Ber. 2 W-Kr. Konf., B. XIII.
11) R. Wilde, Ein Neues Fernmesssistem für Elektrizitätswerk-Betriebe. El-Wirtsch., 1929, H. 3 (452).
12) W. Stern, Die Fernmessanlagen für die Stadtische Stromversorgung, El. Wirtsch., 1928, No. 459.
13) W. Stern, Die Fernmessung elektrischer Einzel u. Summenwerte, ETZ, 1928, S. 282 u. 574.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

14) W. Stern., Neuerungen für Fernmessanlagen, ETZ, 1928, S. 1326.
15) W. Bruckel u. W. Stäblein, Neuere Fortschritte in der Fernmesstechnik, AEG-Mitt., 1930, H. 3.
16) W. Schäfer, Kompensations-Fernmesssistem der AEG und seine Anwendungsmóglichkeiten, AEG-Mitt., 1930, H. 6.
17) M. Schleicher, Die Fernübertragung von Messwerten auf Leitungen beliebiger Art und beliebiger Lange, Siem. Z., 1929, H. 3 u. 4.
18) E. Hudec, Ueber die Messung sehr kleiner Frequenzen u. ihre Anwendung für Fernmessungen, ETZ, 1931, H. 12.
19) F. Ruegg, Das Problem der Fernmessung elektrischer Betriebsgrossen, Bull. ASE, 1931, H. 6.
20) F. H. Clough, Remote Metering. Trans. World. Power Conference (Second), Paper, No. 91.
21) C. H. Linder u. C. E. Stewart, H. B. Rex a. A. S. Fitzgerald, Telemetering, Tr. AIEE, V. 48, July 1929.
22) A. S. Fitzgerald, An Electron Tube Telemetering system, Tr. AIEE, V. 49, Oct. 1930.
23) P. M. Lincoln, Totalising of Electric System Loads, Tr. AIEE, 1929, No. 3, V. 48.
24) Brückel, Die Systemwahl in der Fernmessung, VDE Fachbericht, 1931.
25) В. И. Бранденбургер, Электрическое телеизмерение, Эл-ство, 1931, № 17.
26) М. Л. Цуккерман, Телеизмерения для электропередач и фотоимпульсная система, Эл-ство, 1931, № 21.
27) Цуккерман и Люканский, Фотоимпульсная система дальноизмерения, Вестн. эл., 1930, № 2.

Кроме указанной здесь основной литературы были использованы также проспекты различных фирм и многочисленные журнальные статьи и заметки.

Редактор — инж. А. Д. Смирнов
Техредактор А. Д. Чаров

Сдано в производство 25/XII 1932 г.
Подписано к печати 14/VIII 1933 г.
Уполномоченный Главлита № В-53169.
Энергоиздат № 395. Тираж 4 000.
Бумага 62×94/16. 16 п. л.
Количество знаков в п. л. 50 920.

Школа ФЗУ ОГИЗа РСФСР треста „Полиграфкнига" им. Артема Халатова
Москва, центр, Колпачный, 13

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Оглавление

Стр.

Предисловие. 3
Введение. 9

Часть I

Централизованное управление отдельными установками (дистационарное управление)

Раздел 1

Развитие местных командных устройств щитов управления. 12

Раздел II

Сигнализационные устройства. 18

Раздел III

Отображающие схемы. . . 37

Раздел IV

Предотвращение неправильных включений. 55

Раздел V

Сокращение размеров командных щитов. 69

Часть II

Централизованное управление электроснабжающих систем

Раздел VI

Переходные стадии от дистанционного управления к дальноуправлению. 79

Раздел VII

Общие положения, относящиеся к устройству центральных (диспетчерских) пунктов управления электроснабжающих систем и их объединений. . 83

Раздел VIII

Техническое осуществление централизованного дальноуправления. 104

Часть III

Дальноизмерение

Раздел IX

Общие задачи и основы дальноизмерения. 159

Раздел X

Дальноизмерительные устройства, повторяющие движения основного прибора . 166

Раздел XI

Дальноизмерительные устройства компенсированного типа. 180

Раздел XII

Превращение измеряемой величины в постоянный ток. 185

Раздел XIII

Импульсивные методы дальноизмерения. 189

Раздел XIV

Импульсивные методы дальноизмерения с применением электронных трубок как генераторов высококачественных колебаний. 202

Раздел XV

Многократная передача по одному соединительному каналу. 212
Приложения к частям I, II, III. 216
Использованная литература. 253

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Цена 4 р. 75 к. Пер. 75 к.

33—25-5-3 (2)

Сканувала Брюховецька О. О.

НБ УДУНТ (ДІІТ)