



УКРАЇНА

(19) UA (11) 23124 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H03G 5/16МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО СЛІДКУВАННЯ ЗА ЧАСТОТОЮ НЕСТАЦІОНАРНИМИ ФІЛЬТРАМИ

1

2

(21) u200612923

(22) 07.12.2006

(24) 10.05.2007

(46) 10.05.2007, Бюл. №6, 2007р.

(72) Туник Володимир Федотович

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

(57) 1. Пристрій для автоматичного слідування за частотою нестационарними фільтрами (АСНФ), який містить керований фільтр (КФ), петля зворотного зв'язку якого містить послідовно з'єднані частотний дискримінатор (ЧД), згладжуючий фільтр

нижніх частот (ФНЧ) і керуючий елемент (КЕ), вихід якого з'єднаний із входом керування КФ, вихід якого, будучи виходом АСНФ, з'єднаний із входом ЧД, який **відрізняється** тим, що КФ є будь-який з відомих перестроюваних електричних фільтрів вище другого порядку з визначеною початковою смугою пропускання, яка перестроюється чи не перестроюється.2. Пристрій за п.1, який **відрізняється** тим, що як КФ можуть бути застосовані СПФ, ФНЧ, ФВЧ і фільтри іншого типу, як поліноміальні, так і не поліноміальні, і не тільки каскадні, але також і, наприклад, багатопетлеві фільтри.

Корисна модель відноситься до обробки нестационарних процесів системами самонастроювання з метою досягнення максимуму відносини сигнал - перешкода як, наприклад, у пристроях для апаратурного спектрального аналізу звукових сигналів.

Відомі системи автоматичного настроювання резонансних контурів (АНК), що розділені на системи фазової АНК (ФАНК) і на системи АНК по амплітуді (АНКА). У системах ФАНК за допомогою фазового детектора автоматично підтримується відома умова зсуву фази при резонансі між вхідним і вихідним гармонійними коливаннями, а в системах АНКА за допомогою різних блоків виділення максимуму досягається інша умова резонансу - максимум миттєвої амплітуди.

Відомі також структурно-сигнальні нестационарні фільтри (ССНФ), управління параметрами яких створюється з урахуванням структурних особливостей вхідних нестационарних сигналів і відомої умови узагальненого резонансу. Для досягнення цієї умови необхідно виділити миттєву амплітуду і частоту саме вхідного сигналу, що у присутності перешкод неможливо одержати.

Отже, відповідно до відомого визначення слідувальних систем, ні ФАНК, ні АНКА, ні ССНФ не є слідувальними фільтрами.

Найбільш близьким аналогом до заявленого технічного рішення прийнято відомі слідувальні

фільтри [Модулированные фильтры и следящий прием ЧМ сигналов. М. - Изд. «Советское радио», 1969]. Ці фільтри містять одиночний коливальний контур з резонансною частотою, що управляється, петля зворотного зв'язку якого містить послідовно з'єднані частотний дискримінатор, згладжуючий фільтр нижніх частот і керуючий елемент.

Оскільки коливальний контур - це смуго-пропускний фільтр (СПФ) усього лише другого порядку, він не може забезпечити необхідну вибірковість при необхідній смузі пропускання, у результаті чого виходять неприпустимі перекручування виділеної складової нестационарному процесу при недостатньому згладжуванні діючих перешкод.

Технічною задачею, яка вирішується корисною моделлю є одержання таких слідувальних фільтрів, вибірковість і смуга пропускання яких забезпечують неперекручуване виділення корисної (з активним спектром) складової нестационарних процесів при максимально можливому згладжуванні діючих перешкод.

Ця задача вирішується пристроєм для автоматичного слідування за частотою нестационарними фільтрами (АСНФ), який містить керований фільтр (КФ), петля зворотного зв'язку якого містить послідовно з'єднані частотний дискримінатор (ЧД), згладжуючий фільтр нижніх частот (ФНЧ) і керуючий елемент (КЕ), вихід якого з'єднаний із входом

UA (19) 23124 (11) (13) U

керування КФ, вихід якого, будучи виходом АСНФ, з'єднаний із входом ЧД. Відрізняється цей пристрій тим, що КФ є будь-який з відомих перестроюваних електричних фільтрів вище другого порядку з визначеною початковою смугою пропускання, яка перестроюється чи не перестроюється.

У якості КФ в АСНФ можуть використовуватися не тільки СПФ, але і ФНЧ, і ФВЧ, і іншого типу, як поліноміальні, так і не поліноміальні і не тільки каскадні, але також і, наприклад, багатопетлеві фільтри. Наприклад, для відділення низькочастотного сигналу від високочастотних перешкод немає потреби у використанні СПФ, досить використовувати ФНЧ. Аналогічно, при зворотних умовах краще використовувати ФВЧ.

На кресленні, що додається, наведена структурна електрична схема АСНФ, на який позначено керований фільтр (КФ)-1, частотний дискримінатор (ЧД)-2, згладжувачий фільтр нижніх частот (ФНЧ)-3 і керуючий елемент (КЕ)-4.

Входом АСНФ є сигнальний вхід КФ-1, вихід якого є виходом АСНФ. Цей вихід з'єднаний із входом керування КФ-1 через петлю зворотного зв'язку, яка містить послідовно з'єднані ЧД-2, ФНЧ-3 і КЕ-4.

Працює запропонований пристрій таким чином:

Нехай напруга, що надходить на сигнальний вхід КФ-1 запропонованого пристрою АСНФ, являє собою довільний нестационарний процес, наприклад звуковий сигнал, чи процес зміни струму в контактному проводі при русі електропоїзда і інші процеси в загальному випадку разом з перешкодами. У початковий момент після підключення зазначеної напруги чи з появою звуку після чергової паузи, коли зовнішнє діяння являє собою короткий імпульс, широкосмуговий спектр якого є суцільним і однорідним, на виході КФ-1 ще не встигає сформуватися початковий фронт перехідного процесу. З цієї причини на виході ЧД-2 відсутня управляюча напруга (відсутні коливання визначеної частоти), тому зворотний зв'язок виявляється відключеним і КФ-1 працює в режимі стаціонарного фільтра. Такий режим буде продовжуватися доти, поки на виході КФ-1 не сформується визначена частина початкового фронту перехідного процесу. У залежності від смуги пропускання КФ-1, він виділить із зазначеного спектра лише відповідну вузькосмугову частину його. Відповідно до основ спектрального синтезу, тривалість зазначеного початкового фронту, який визначає тривалість відзначеного режиму, обернено пропорційна смузі пропускання і частоті початково настроєного цього фільтра.

Під час формування на виході КФ-1 початкового фронту перехідного процесу, у визначений момент часу, у залежності від крутості цього фронту і величини порога спрацьовування ЧД-2, на його виході з'явиться визначеної величини напруга. Ця напруга надходить на вхід ФНЧ-3. Згладжена управляюча напруга з виходу ФНЧ-3 надходить на вхід КЕ-4, який перетворює управляючу напругу в управляємі чи/і резистивний, чи/і ємнісний, чи/і індуктивний елементи. З цього моменту починається процес захоплення-самонастроювання

КФ-1. Характер цього процесу залежить тільки від функції миттєвої частоти, яка виходить у результаті взаємодії (биття) вільної і усталеної складових перехідного процесу на виході тепер вже нестационарного КФ-1. Важливо помітити, що ця миттєва частота несе повну інформацію не тільки про функцію миттєвої частоти вхідного сигналу, але і про особливості АСНФ у цілому. Саме функція цієї миттєвої частоти визначає закон самонастроювання, який по зворотному зв'язку трансформує характеристики АСНФ так, що поступово КФ-1 виявляється настроєний на необхідну частоту і процес самонастроювання припиняється. Незалежно від зазначеного закону, у стійких фільтрах вільна складова перехідного процесу неодмінно згасає, залишається тільки усталена складова. Тому тривалість процесу самонастроювання однозначно визначається тільки тривалістю перехідного процесу на виході КФ-1, яка значно перевищує тривалість початкового фронту цього ж перехідного процесу.

З закінченням процесу самонастроювання, коли на виході КФ-1 почнуть з'являтися перші коливання, на виході ЧД-2 з'явиться напруга, пропорційна частоті цих коливань. Так починається усталений режим утримання автоматично настроєного КФ-1 на відзначену частоту. Оскільки в усталеному режимі АСНФ є лінійним фільтром і в ньому не міститься додаткових джерел коливання іншої частоти, то сигнали на вході і виході КФ-1 не можуть відрізнитися один від одного по частоті. Отже, КФ-1 виявляється досить точно настроєним на частоту саме вхідного сигналу, що і потрібно. Причому, цей результат не залежить ні від типу КФ-1, ні від його порядку і ні від початкової настроєності. Точність настроювання чи значення залишкового розстроювання КФ-1 по відношенню до частоти вхідного сигналу, як відомо, залежать тільки від особливостей блоків, що входять у петлю зворотного зв'язку.

Якщо частота вхідного сигналу повільно змінюється по будь-якому заздалегідь невідомого закону, то, відповідно до розглянутого принципу самонастроювання, АСНФ буде надійно відслідковувати зміни цієї частоти на усьому її діапазоні за умови, що верхня гранична частота спектру вхідного сигналу свідомо не перевищує так названу критичну частоту, вище якої АСНФ, як відомо, збуджується.

Коли одна (номінальна) частота, яка заздалегідь обрана зі спектральних частот функції зміни частоти вхідного сигналу, збіжиться з частотою початково настроєного КФ-1, слідування повинне призупинитися. Щоб це відбулося, значення перехідної частоти ЧД-2 повинно досить точно дорівнювати значенню зазначеної номінальної частоти, а щоб слідуванням був охоплений увесь передбачуваний частотний діапазон зміни частоти вхідного сигналу необхідно, щоб характеристики ЧД-2 і КЕ-4 мали лінійну ділянку, яка перевищує з запасом цей діапазон.

Відповідно до відомого визначення активного спектра, нестационарний сигнал може мати декілька складових, активний вузькосмуговий спектр яких повільно переміщується по значному частот-

ному діапазону. Цілком зрозуміло, що для неперерушеного виділення однієї з цих складових, КФ-1 повинні мати визначені смугу пропускання і початкову настроєність, а для необхідного згладжування перешкод, наприклад, від сусідніх складових вхідного сигналу, вони повинні мати при цьому і високу вибірковість.

Дослідження відомих слідкувальних фільтрів показали, що через малу тривалість перехідного процесу самонастроювання, він не може істотно вплинути на якість сигналу, що виділяється фільт-

ром АСНФ, який працює в режимі утримання чи в режимі слідкування.

Відзначені особливості роботи запропонованого пристрою і зазначені вимоги до його окремих блоків є наслідком досліджень комп'ютерних різних математичних моделей, у яких використовувалися різні КФ-1, ЧД-2 і ФНЧ-3.

Таким чином, відповідно до результатів цих досліджень можна стверджувати, що, безумовно, запропонований пристрій для автоматичного слідкування за частотою нестаціонарними фільтрами є реальним і ефективним у використанні.

