

Обробка класів доступу за маркерним методом доступу до шини в мережах систем реального часу на сортувальних станціях

Представив д. т. н., професор Жуковицький І. В.

Вступ і постановка проблеми

На залізничному транспорті широко використовуються системи реального часу, одна з яких розроблена на кафедрі електронних обчислювальних машин [1]. У таких системах обробляються сигнали з напольного обладнання, серед якого світлофори, рейкові ланцюги, стрілочні переведення (на нижньому рівні) та формулюються відповідні повідомлення (як керуючі, так і інформаційно-довідкові). У системах реального часу необхідно саме призначення різних пріоритетів даних, тому доцільно використання локальних мереж за маркерним методом доступу до шини, який надає таку можливість.

Аналіз публікацій по темі дослідження

У багатьох випадках в системах реального часу використовуються локальні мережі технологій родини Ethernet [1], але у них суттєвий недолік – не встроєна система пріоритетів, що є невід'ємною частиною системи реального часу, тому доцільно використання в таких системах локальних мереж за маркерним методом доступу до шини.

За маркерним методом доступу до шини по мережі циркулює спеціальний керуючий кадр, називаний маркером (токеном). Володіння маркером гарантує право передачі даних. Якщо станції, що одержала маркер, не потрібно виконувати передачу даних, маркер переправляється до наступної станції в логічному кільці [2]. Кожна станція може утримувати маркер протягом визначеного часу, названого часом утримання маркера (Token Holding Time – ТНТ). Час оберту маркера (Token Rotation Time – ТРТ) – це максимальний час, за який повинний бути отриманий маркер станцією для передачі даних. Розроблена діаграма станів канального рівня маркерного методу доступу до шини (стійкий стан) та представлена в [3].

Операції стійкого стану вимагають, щоб кожна станція мережі після закінчення своєї передачі передала маркер конкретній станції-наступнику. Станція-наступник – це станція, яка отримала маркер, станція-попередник – станція, яка передала маркер. Активна станція – станція, яка входить в логічне кільце, пасивна станція – станція, яка не входить в логічне кільце. Станція-отримувач – станція, яка приймає дані, станція-відправник – станція, яка відправляє дані. Усі названі станції локальної мережі за маркерним методом доступу до шини показані на рис. 1.

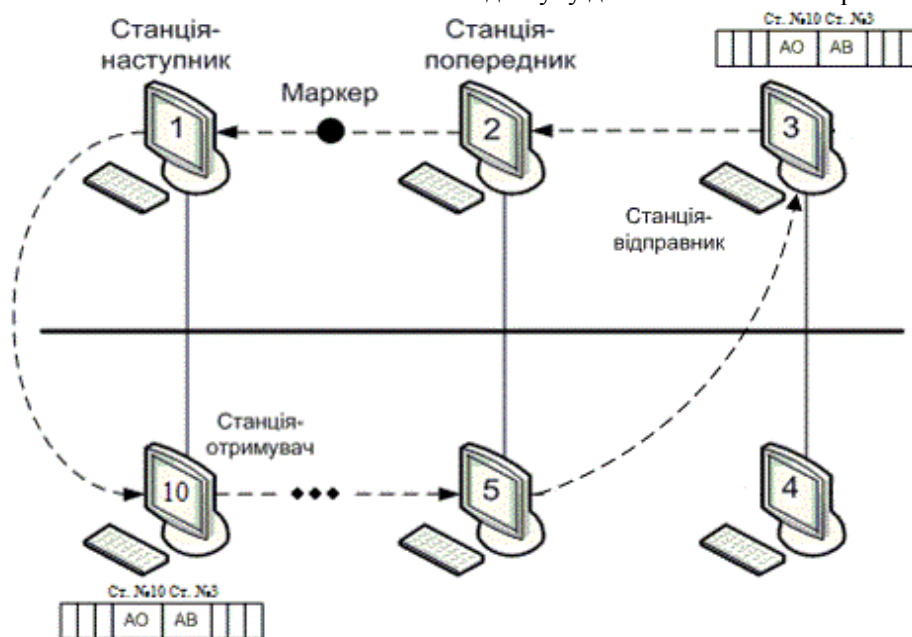


Рисунок 1 – Типи станцій мережі за маркерним методом доступу до шини

Формулювання цілей статті

Розібрати механізм призначення та оброблення пріоритетів, основні керуючі процедури (ініціація логічного кільця, вхід та вихід станції в логічне кільце), що підтримує рівень МАС за стандартом IEEE802.4, та розробити відповідні формальні моделі робочої станції локальної мережі, які будуть використані в імітаційному моделюванні на наступному етапі.

Основна частина

1. Призначення пріоритетів та їх оброблення.

Метод маркерного доступу забезпечує факультативний механізм призначення пріоритетів, який призначає кадрам даних, що чекають передачі, різні «класи обслуговування», які класифікуються за бажаною пріоритетністю передачі [2]. Значення пріоритету, яке вводиться в поле «керування кадром», перетворюється в клас доступу шляхом відкидання найменш значущого біта в полі пріоритету. Таким чином, класи обслуговування 0 і 1 відповідають класу доступу 0, класи обслуговування 2 і 3 — класу доступу 2, класи обслуговування 4 і 5 — класу доступу 4 і класи обслуговування 6 і 7 — класу доступу 6. Будь-яка станція, яка не використовує факультативної можливості призначення пріоритетів, повинна передавати кожен кадр даних із класом доступу 6. Час утримання маркера (є мережною константою) для шостого класу доступу; звичайно призначається таким, щоб здійснити передачу 1, 2 чи 3 кадрів даних

$$THT = \frac{m \cdot l}{V} \quad (1)$$

де m — кількість кадрів; l — довжина кадру; V — швидкість передачі даних.

Час оберту маркера може бути розрахований за формулою

$$TRT = \sum_{i=1}^N t_i^{udm} + N \cdot t^{pm}, \quad (2)$$

де N — кількість станцій у мережі; t_i^{udm} — фактичний час перебування маркера на i -станції; t^{pm} — необхідний час на передачу маркера.

Кожному класу доступу призначається «бажаний» час оберту маркера. Для кожного класу доступу станція вимірює час, який витрачає її маркер на циркуляцію по логічному кільці. Якщо маркер повертається на станцію за менший час, ніж бажаний час оберту маркера, станція може передавати кадри даного класу доступу до тих пір, поки не вичерпається цей час. Якщо ж маркер повертається після виділення бажаного

часу його повернення, станція не може передавати кадри даного пріоритету за такого часу передачі маркера.

Кожна станція, що використовує факультативний механізм призначення пріоритетів, повинна мати три таймери оберту маркера для трьох нижчих класів доступу. Для кожного класу доступу є черга кадрів, що підлягають передачі. Коли станція приймає маркер, вона спочатку обслуговує чергу самого високого класу доступу. Після передачі всіх кадрів вищого пріоритету станція приступає до обслуговування таймерів оберту маркера і черг, переходячи від вищих до нижчих класів доступу. Кожен клас доступу діє як віртуальна підстанція в тому сенсі, що право на передачу передається усередині неї, переходячи вниз від найвищого класу доступу через всі інші класи доступу перш ніж станеться перехід до наступника станції.

Алгоритм обслуговування класів доступу полягає в завантаженні залишкового значення тайм-ауту оберту маркера в таймер втримання маркера і перезавантаженні того ж таймера оберту маркера бажаний час обернення для даного класу доступу. Якщо тайм-аут утримання маркера має залишкове позитивне значення, то станція може передавати кадри даного класу доступу до тих пір, поки або не спливе тайм-аут утримання маркера, або черга для даного класу доступу не стане порожньою. У разі настання будь-якої з цих подій станція приступає до обслуговування наступного нижнього класу доступу. Після обслуговування самого нижнього класу станція виконує будь-яке необхідне обслуговування логічного кільця і передає маркер своєму наступнику.

На рис. 2 наведена діаграма станів каналного рівня за маркерним методом доступу до шини з класами доступу обслуговування кадрів (стійкий стан). Більшість часу станція перебуває в стані «Прослуховування». Коли надходять дані, які не адресовані даній станції, вона продовжує прослуховувати середу. У разі надходження даних, які адресовані саме їй, станція їх приймає (стан «Прийом даних») та по завершенні повертається в стан «Прослуховування». У разі появи маркера каналний рівень станції потрапляє в стан «Прийом маркера», що його приймає та аналізує, чи є в станції дані для передачі. Якщо їх немає, станція переходить в стан «Передача маркера», по завершенні якого — у стан «Прослуховування».

Якщо на станції є дані для передачі, то каналний рівень переходить до стану «Аналіз класу доступу»; якщо є дані шостого класу доступу, потрапляє до стану «Передача даних», в якому перш за все станція передає саме такі дані. Після цього, якщо даних більше немає або завершився час утримання маркера, настає стан «Передача маркера», де він передається наступній станції мережі та повертається у стан «Прослуховування».

Якщо немає даних шостого класу доступу (але є дані інших класів доступу), стан «Аналіз класу досту-

пу» змінюється на стан «Аналіз $TRT_{факт}^n$ ». Якщо $TRT_{факт}^n \geq TRT^n$, то здійснюється передача маркера та повернення в стан «Прослуховування». Якщо $TRT_{факт}^n < TRT^n$, то передача кадру даних n -го класу доступу можлива; причому передача даних ведеться з 4-го по 0-й клас доступу. Якщо

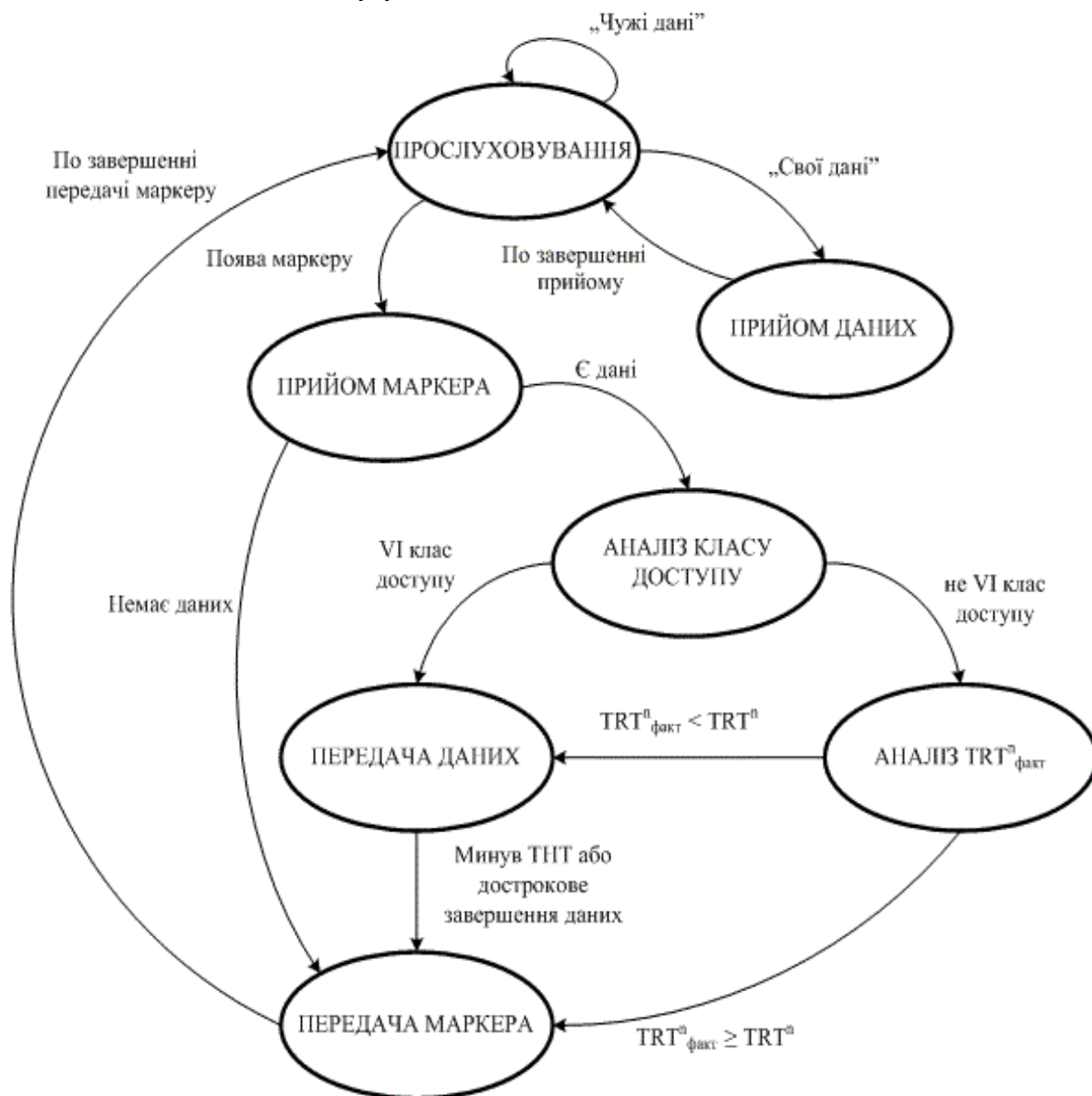


Рисунок 2 – Діаграма станів каналного рівня станції за маркерним методом доступу до шини з класами доступу (стійкий стан)

2. Ініціалізація логічного кільця. Ця процедура запускається по завершенні в одній зі станцій тайм-ауту неактивності. На рис. 3 зображена діаграма станів каналного рівня станції мережі для ініціалізації логічного кільця.

Більшу частину часу станція перебуває в стані «Прослуховування». По закінченні тайм-ауту неактивності станція переходить у стан «Заявка маркера», в якому виконує передачу відповідного кадру. Кожен можливий ініціатор передає такий кадр, в якого дов-

жина поля «блок даних» визначається на підставі двох бітів адреси станції. Кожна ініціююча станція чекає на протязі одного інтервалу відповіді. По закінченні одного інтервалу відповіді станція переходить знову в стан «Прослуховування».

Якщо вона пізнала немовчання, вона приходить до висновку, що якась станція веде передачу більшої тривалості, і поступається правом на передачу цій станції, припиняючи передачу своїх кадрів (стан «Припинення передачі кадрів»).

У разі виявлення мовчання станція переходить у стан «Аналіз бітів адреси», в якому перевіряє наявність невикористаних в комбінації адреси для визначення довжини кадру «заявка маркера», що передається. За наявності таких бітів станція потрапляє в стан «Використання наступних двох бітів», де використовує для

аналізу наступні два біти адреси. Якщо такі біти відсутні та станція розпізнає мовчання, вона переходить у стан «Визначення переможця», тобто станція стає переможцем у суперництві за ініціацію логічного кільця та завоює маркером.



Рисунок 3 – Діаграма станів каналного рівня станції з ініціації логічного кільця

3. Вихід станції з логічного кільця. Станція може сама вийти з логічного кільця: таке рішення може прийняти станція, яка володіє маркером. Станція, яка володіє маркером і бажає вийти з логічного кільця, передає кадр «встановити наступника» своєму попереднику, який містить адресу свого наступника. Потім станція, яка бажає вийти з логічного кільця, передає маркер своєму наступнику.

4. Вхід станції в логічне кільце. На рис. 4 подана діаграма станів каналного рівня станції мережі, що бажає ввійти в логічне кільце. Більшу частину часу станція перебуває в стані «Прослуховування». Станція, що бажає ввійти, передає кадр «запит наступника» (відповідний стан) для визначення адрес станцій між адресою відправника та одержувача кадру.

Після передачі кадру «запит наступника» станція очікує надходження відповіді в вікні відповіді. Станції,

що відповідають, посилають цій станції свої запити стати наступною станцією в логічному кільці. Якщо адреса наступника менша від адреси станції, що передала запит, то відбувається перехід у стан «Відкриття одного вікна відповіді», тобто очікується відповідь від станцій, адреса яких міститься в діапазоні між адресою передавача маркера та можливого наступника власника маркера. У разі отримання такої відповіді станція переходить у стан «Аналіз кількості станцій». Якщо адреса наступника більша за адресу даної станції, станція переходить у стан «Відкриття двох вікон відповіді». Перше вікно відповіді відкривається для станцій, адреса яких менша за адресу станції, що передала запит; друге вікно відповіді відкривається для станцій, адреса яких більша за адресу станції, що передала запит. У разі розпізнання в будь-якому вікні відповіді

дійсного кадру, тобто кадру «встановити наступника», станція переходить у стан «Аналіз кількості стан».

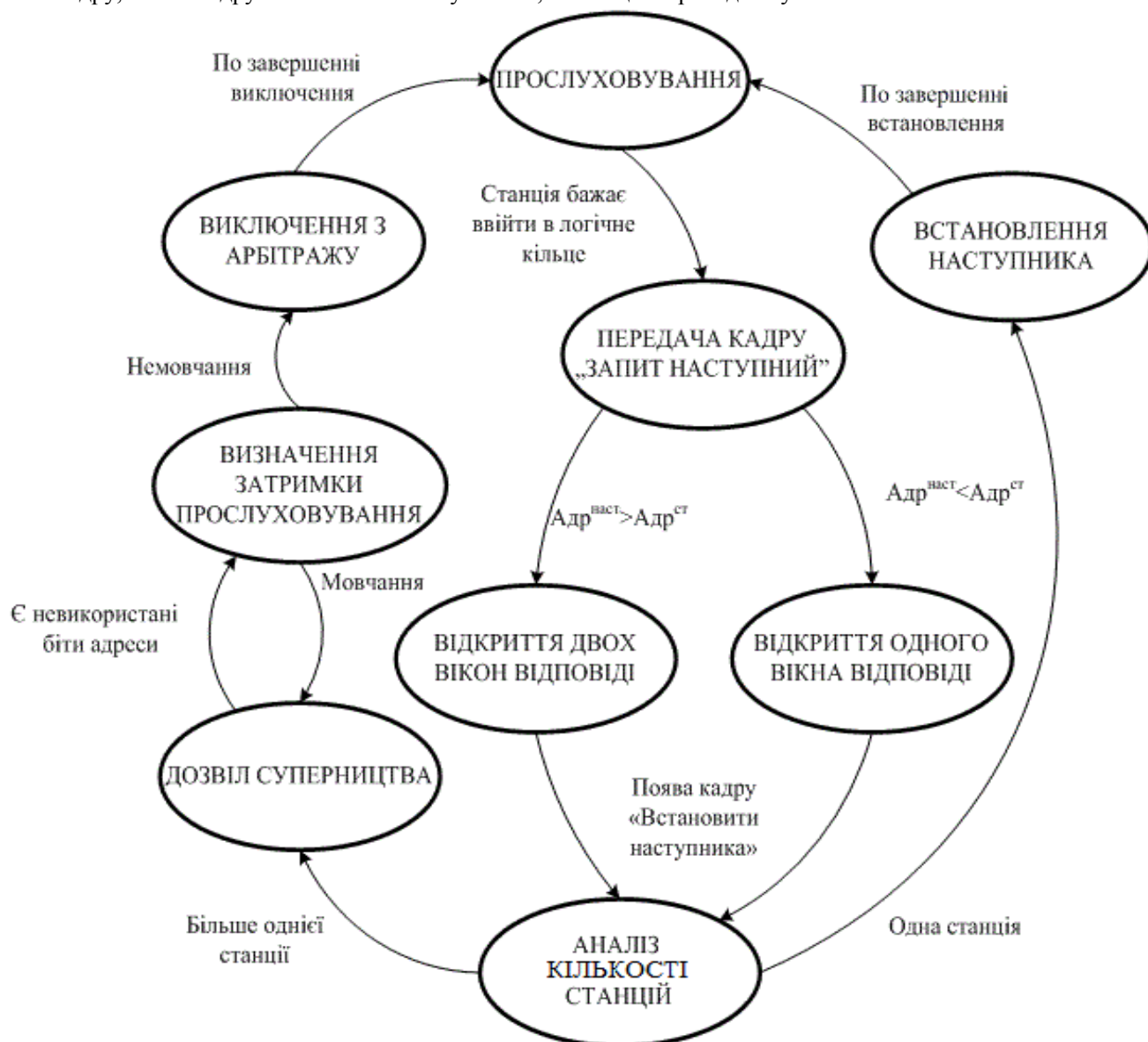


Рисунок 4 – Діаграма станів каналного рівня станції у разі входу в логічне кільце

Після отримання відповіді лише від однієї станції станція, бажаючи увійти у кільце, знаходить нового наступника (стан «Встановлення наступника»), а станція, яка відповіла, змінює адресу свого наступника на адресу нової станції та передає їй маркер. Таким чином станція входить у кільце й отримує маркер. Отримавши відповіді від декількох станцій одночасно, каналний рівень переходить у стан «Дозвіл суперництва», де починається алгоритм арбітражу та видається відповідний кадр. Якщо є невикористані біти адреси, відбувається перехід у стан «Визначення затримки прослуховування», де станції-суперники обирають величину затримки прослуховування та слухають впродовж 0, 1, 2 або 3 інтервалів відповіді. Якщо станції розпізнають немовчання, то відбувається перехід у стан «Виключення з арбітражу», де вони виключають себе з цього

процесу. Якщо вони розпізнають тільки мовчання, то каналний рівень повертається в стан «Дозвіл суперництва». Цей процес зазвичай приводить до встановлення одного нового наступника.

Висновки

Розроблені діаграми станів робочої станції локальної мережі за маркерним методом доступу до шини при використанні факультативного механізму призначення пріоритетів, як в стійкому стані, так і при виконанні процедур керування: ініціація логічного кільця, вхід та вихід станції з логічного кільця, які надалі будуть покладені в основу імітаційної моделі для визначення відповідних характеристик локальних мереж у системах реального часу на сортувальних станціях.

Литература

1. 99.01. Техническое задание на автоматизированную систему управления расформированием составов на сортировочной станции: научн.-техн. отчет / рук. Е. М. Шафит . — Днепропетровск, 2000.

2. Гост 34.913.4-91. Локальные вычислительные сети. Метод маркерного доступа к шине и спецификация физического уровня. — М.: Изд-во стандартов, 1992. — 303 с.

3. Пахомова В. М. Удосконалення технології роботи систем управління сортувальним процесом на основі раціональної організації інформаційних потоків на станціях / дис.. к. т. н. Дніпропетровськ, 2000.

Резюме

Розглянуто можливість обробки класів доступу за маркерним методом доступу до шини в локальних мережах систем реального часу на сортувальних станціях. Розроблені діаграми станів робочої станції мережі при факультативному механізмі призначення пріоритетів як в стійкому стані, так і при виконанні керуючих процедур: ініціації логічного кільця, вході та виході станції з логічного кільця.

Ключові слова: пріоритет даних, клас доступу, час утримання маркера, бажаний та фактичний час оберту маркера, процедури керування

Рассмотрена возможность обработки классов доступа при маркерном методе доступа к шине в локальных сетях систем реального времени на сортировочных станциях. Разработаны диаграммы состояний рабочей станции сети при факультативном механизме назначения приоритетов, как в устойчивом состоянии, так и при выполнении управляющих процедур: инициации логического кольца, входе и выходе станции из логического кольца.

Ключевые слова: приоритет данных, класс доступа, время удержания маркера, требуемое и фактическое время оборота маркера, процедуры управления

The possibility of treatment access classes for the marker method for bus access to local networks of real-time yards. Developed state diagram network workstations with optional mechanism to prioritize, in the steady state, and runtime management procedures: the initiation of a logical ring, the input and output stations of the logical ring.

Keywords: priority data access class, the token holding time required and the actual token rotation time management procedures