

СИНТЕЗ СТРУКТУРИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИСКОРЮВАЧА ТРАМВАЯ

Вступ. Вимоги до технічного стану електрорухомого складу трамвайно-тролейбусних депо постійно підвищуються [1]. Особливо це стосується систем, які впливають на безпеку руху та електробезпеку, а також систем, які визначають надійність транспортного засобу.

Не дивлячись на те, що громадський транспорт в сучасному місті виконує соціальні функції і вимоги якісного обслуговування домінують над економічними показниками, безумовно, актуальною є мінімізація матеріальних та трудових затрат в сфері експлуатації при забезпеченні заданого рівня технічного стану електрорухомого складу. Втрати від низької надійності обслуговування населення досить значні, їх можна розділити на економічні (в сфері виробництва через запізнення на роботу та підвищеній втомлюваності пасажирів), соціально-економічні (в сфері навчання, культури, побуту) і морально-психологічні (негативний вплив відмов в обслуговуванні на самопочуття пасажирів особливо в часи пік). Тому підвищення ефективності системи керування технічним станом трамваїв безумовно впливає на безпечність, надійність і економічність їх роботи, а також є однією із важливих народногосподарських проблем, яка несе за собою економічні та соціальні аспекти.

Прискорювач є пуско-гальмівним багатосекційним реостатом, секції якого багаторазово комутуються в процесі роботи трамвая і саме за рахунок цього він відноситься до ланок системи керування із найбільшою імовірністю відмов [2]. Відомий пристрій для автоматичного діагностування прискорювача трамвая має ряд недоліків, зокрема громіздку та розподілену структуру (низьку надійність функціонування) та складність технічної реалізації [3].

Тому метою роботи є синтез структури пристрою для технічної діагностики багатосекційного реостата, який має меншу кількість сенсорів, володіє кращими показниками надійності та буде простим в аспекті практичної реалізації.

Постановка завдань дослідження. Відштовхуючись від мети роботи відповідно до математичної моделі [4] потрібно описати даний пристрій. Принцип роботи пристрою заснований на почерговому порівнянні прононованих параметрів функціонування пристрою таких як: тривалості прикладення напруги управління поворотного привода, кут повороту ізолюючого ролика, комбінації замкнутих та розімкнутих допоміжних кулачкових контактів та поточного номера комутованого контактного пальця.

Матеріали дослідження. Проведемо синтез структури пристрою для технічного діагностування багатосекційного пуско-гальмівного реостата відповідно до математичної моделі [4,5]. Згідно з правилами синтезу необхідно спочатку описати окремо всі складові, які входять до структури пристрою. Для реалізації збільшення тривалості прикладеної до електропривода прискорювача напруги управління U_y введемо тригери T_1, T_2, T_3 . Відповідно T_4, T_5, T_6 - для сигналу α аналогового сенсора кута положення поводка; T_7, T_8, T_9 - для сигналу Z пропорційного комбінації допоміжних контактів прискорювача [3]; T_{10}, T_{11}, T_{12} - для сигналу c пропорційного номеру замкнутого контактного пальця, який визначається по напрузі і струму прискорювача [4]. Одновібратори, імпульсами яких буде здійснюватися дозвіл почергового порівняння сигналів параметрів роботи прискорювача, реалізуємо на тригерах T_{13}, T_{14}, T_{15} відповідно з затримками часу $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$. Змінні Y_0, Y_1, Y_2 характеризують справність функціонування системи, їм відповідають стани $S_2, S_6, S_{10}; S_7, S_{11}; S_{12}$, в яких відбувається порівняння. Для переходу між вказаними станами введемо ще додаткові: $S_0, S_1, S_3 - S_5, S_8, S_9$.

Виходячи із наведеного вище, граф функціонування системи технічного діагностування прискорювача трамвая має вигляд рис. 1.

Пристрій для автоматичного діагностування прискорювача трамвая, що виражений у вигляді графа рис. 1, може бути описаний аналітично системами секвенцій:

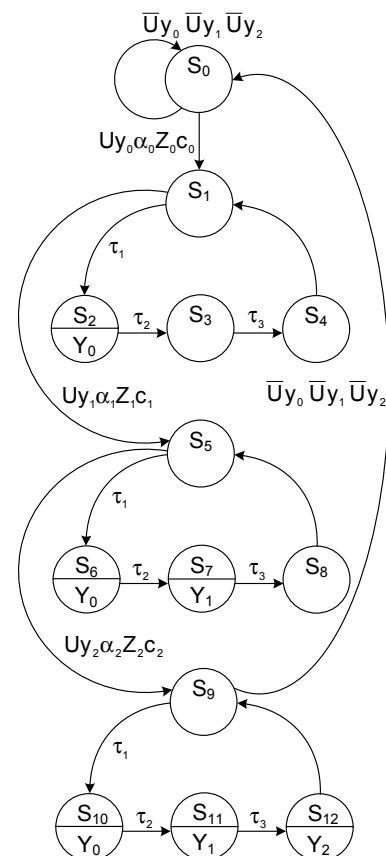


Рис. 1. Граф функціонування пристрою для діагностування прискорювача трамвая

$$\left\{ \begin{array}{llll} U_{y_0}\alpha_0 Z_0 c_0 S_0 | -S_1; & U_{y_1}\alpha_1 Z_1 c_1 S_1 | -S_5; & U_{y_2}\alpha_2 Z_2 c_2 S_5 | -S_9; & \bar{U}_{y_0}\bar{U}_{y_1}\bar{U}_{y_2}S_9 | -S_0; \\ \tau_1 S_1 | -S_2; & \tau_1 S_5 | -S_6; & \tau_1 S_9 | -S_{10}; & S_2 \vee S_6 \vee S_{10} | -Y_0; \\ \tau_2 S_2 | -S_3; & \tau_2 S_6 | -S_7; & \tau_2 S_{10} | -S_{11}; & S_7 \vee S_{11} | -Y_1; \\ \tau_3 S_3 | -S_4; & \tau_3 S_7 | -S_8; & \tau_3 S_{11} | -S_{12}; & S_{12} | -Y_2; \\ S_4 | -S_1; & S_8 | -S_5; & S_{12} | -S_9; & \bar{U}_{y_0}\bar{U}_{y_1}\bar{U}_{y_2}S_0 | -S_0. \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{T}_1\bar{T}_2\bar{T}_3\bar{T}_4\bar{T}_5\bar{T}_6\bar{T}_7\bar{T}_8\bar{T}_9\bar{T}_{10}\bar{T}_{11}\bar{T}_{12}\bar{T}_{13}\bar{T}_{14}\bar{T}_{15} | -S_0; \quad T_1T_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7T_8\bar{T}_9T_{10}T_{11}\bar{T}_{12}T_{13}T_{14}\bar{T}_{15} | -S_7; \\ T_1\bar{T}_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7\bar{T}_8\bar{T}_9T_{10}\bar{T}_{11}\bar{T}_{12}\bar{T}_{13}\bar{T}_{14}\bar{T}_{15} | -S_1; \quad T_1T_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7T_8\bar{T}_9T_{10}T_{11}\bar{T}_{12}T_{13}T_{14}T_{15} | -S_8; \\ T_1\bar{T}_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7\bar{T}_8\bar{T}_9T_{10}\bar{T}_{11}\bar{T}_{12}T_{13}\bar{T}_{14}\bar{T}_{15} | -S_2; \quad T_1T_2T_3T_4T_5T_6T_7T_8T_9T_{10}T_{11}T_{12}\bar{T}_{13}\bar{T}_{14}\bar{T}_{15} | -S_9; \\ T_1\bar{T}_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7\bar{T}_8\bar{T}_9T_{10}\bar{T}_{11}\bar{T}_{12}T_{13}T_{14}\bar{T}_{15} | -S_3; \quad T_1T_2T_3T_4T_5T_6T_7T_8T_9T_{10}T_{11}T_{12}T_{13}\bar{T}_{14}\bar{T}_{15} | -S_{10}; \\ T_1\bar{T}_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7\bar{T}_8\bar{T}_9T_{10}\bar{T}_{11}\bar{T}_{12}T_{13}T_{14}T_{15} | -S_4; \quad T_1T_2T_3T_4T_5T_6T_7T_8T_9T_{10}T_{11}T_{12}T_{13}T_{14}\bar{T}_{15} | -S_{11}; \\ T_1\bar{T}_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7\bar{T}_8\bar{T}_9T_{10}\bar{T}_{11}\bar{T}_{12}T_{13}T_{14}T_{15} | -S_5; \quad T_1T_2T_3T_4T_5T_6T_7T_8T_9T_{10}T_{11}T_{12}T_{13}T_{14}T_{15} | -S_{12}; \\ T_1T_2\bar{T}_3T_4T_5\bar{T}_6T_7\bar{T}_8\bar{T}_9T_{10}T_{11}\bar{T}_{12}T_{13}\bar{T}_{14}\bar{T}_{15} | -S_6; \end{array} \right. \quad (2)$$

В результаті підстановки (2) в (1) та мінімізації секвенціальних виразів, використовуючи деякі властивості секвенцій [6], отримаємо наступну систему:

$$\left\{ \begin{array}{ll} U_{y_0} | -T_1; & c_0 | -T_{10}; \\ U_{y_1} | -T_2; & c_1 | -T_{11}; \\ U_{y_2} | -T_3; & c_2 | -T_{12}; \\ \alpha_0 | -T_4; & \bar{U}_{y_0}\bar{U}_{y_1}\bar{U}_{y_2} | -\bar{T}_1\bar{T}_2\bar{T}_3\bar{T}_4\bar{T}_5\bar{T}_6\bar{T}_7\bar{T}_8\bar{T}_9\bar{T}_{10}\bar{T}_{11}\bar{T}_{12}\bar{T}_{13}\bar{T}_{14}\bar{T}_{15}; \\ \alpha_1 | -T_5; & T_{13}\tau_1 | -\bar{T}_{13}; \\ \alpha_2 | -T_6; & T_{14}\tau_2 | -\bar{T}_{14}; \\ Z_0 | -T_7; & T_{15}\tau_3 | -\bar{T}_{15}; \\ Z_1 | -T_8; & T_1(T_4T_{13}\tau_1 \vee T_7T_{14}\tau_2 \vee T_{10}T_{15}\tau_3) | -Y_0; \\ Z_2 | -T_9; & T_2(T_5T_{13}\tau_1 \vee T_8T_{14}\tau_2 \vee T_{11}T_{15}\tau_3) | -Y_1; \\ & T_3(T_6T_{13}\tau_1 \vee T_9T_{14}\tau_2 \vee T_{12}T_{15}\tau_3) | -Y_2. \end{array} \right. \quad (3)$$

Відповідно до графа функціонування пристрою для технічного діагностування прискорювача трамвая та мінімізованої системи секвенцій (3) побудуємо функціональну схему пристрою для технічного діагностування прискорювача, використовуючи серійні стандартні елементи, що випускаються промисловістю [7]. На рис. 2: 1 – сенсор напруги управління електропривода прискорювача; 2 – сенсор кутового положення ізолюючого ролика; 3,4 – сенсори наявності потенціалів на блок-контактних парах; 5 – сенсор струму прискорювача; 6 – сенсор напруги прискорювача; 7-12 – нормовані перетворювачі; 13 – лічильник імпульсів; 14 – дешифратор; 15 – блок інтегрування; 16, 17, 20 – аналого-цифрові перетворювачі; 18, 19 – функціональні перетворювачі; 21 – мультиплексор; 22 – 24 – елементи І; 25 – функціональний блок; 26 – цифровий компаратор; 27 – помножувач частоти; 28, 29 – семисегментні індикатори.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги управління на приводний двигун прискорювача на виході сенсора напруги 1 з'являється сигнал, який поступає на вхід нормованого перетворювача 7, вихідний сигнал якого подається на вхід блока інтегрування 15. Сигнал, пропорційний тривалості дії напруги управління з виходу блока інтегрування 15 поступає через аналого – цифровий перетворювач (АЦП) 16 на перший вхід цифрового компаратора 26. Сигнал, пропорційний куту повороту ізолюючого ролика з виходу сенсора кутового положення ізолюючого ролика, через нормований перетворювач 8 поступає через АЦП 17 на перший вхід мультиплексора 21. З виходів сенсорів потенціалів 3,4 сигнали через нормовані перетворювачі 9,10 подаються на входи функціонального перетворювача 18, з виходу якого цифровий сигнал, пропорційний комбінації замкнених та розімкнених блок контактних пар відповідно до комутаційної діаграми [2], подається на другий вхід мультиплексора 21. Сигнали з виходів сенсорів струму 5 та напруги 6 через нормовані перетворювачі 11 та 12 відповідно поступають на входи функціонального перетворювача 19, з виходу якого сигнал, пропорційний номеру замкнутого контактного пальця, поступає на вхід АЦП 20, з виходу якого цифровий сигнал поступає на третій вхід мультиплексора 21 та на цифровий вхід функціонального блока 25. З виходу «готовність даних» АЦП 16

логічний сигнал у випадку закінчення аналого – цифрового перетворення поступає на вхід помножувача частоти 27 з коефіцієнтом множення 3, з виходу якого цифрові імпульси поступають на керуючий вхід мультимплексора 21, по чергово підключаючи вхідні шини мультимплексора 21 до другого входу цифрового компаратора 26 і на вхід лічильника імпульсів 13, з виходу якого цифровий сигнал поступає на вхід дешифратора 14, виходи якого по чергово встановлюються в стан логічної одиниці («1»). Сигнали «1» поступають на перші входи логічних елементів І 22-24, одночасно з виходу цифрового компаратора 26 сигнал «1» (у випадку співпадання кодів на входах компаратора) поступає на другі входи логічних елементів І 22-24. Сигнали «1» з виходів логічних елементів І 22-24 подаються на входи функціонального блока 25, в якому відбувається аналіз отриманих сигналів і у випадку неспівпадання порівнюваних сигналів з другого цифрового виходу інформативний сигнал про те, під час якого порівняння відбувається неспівпадання, подається на вхід семисегментного індикатора 29, де відображаються цифри 1, 2 або 3 які означають перше друге та третє порівняння відповідно. Одночасно у випадку виведення на індикаторі цифр 1, 2 або 3 з першого цифрового виходу функціонального блока 25 на вхід семисегментного індикатора 28 подається інформативний цифровий сигнал про те, при комутації якого контактного пальця відбувається неспівпадання порівнюваних цифрових сигналів. Таким чином на індикаторі 28 може відобразитися число, яке відповідає номеру контактного пальця від 1 до 101.

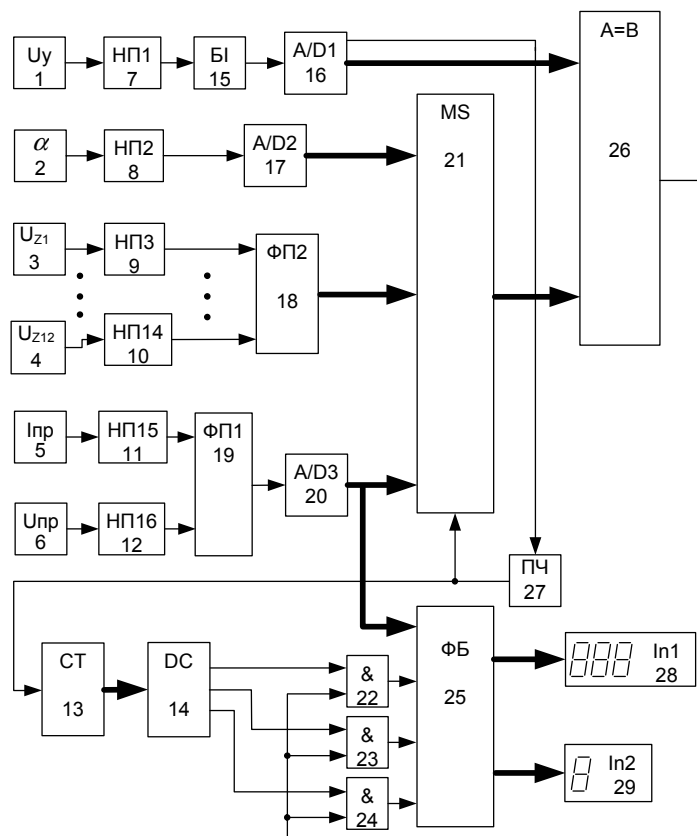


Рис. 2. Функціональна схема системи технічного діагностування прискорювача трамвая

Висновки. Здійснено синтез структури пристрою для технічної діагностики прискорювача трамвая, який на відміну від існуючого володіє кращими показниками надійності через суттєве зменшення кількості елементів, має розширені функціональні можливості та простий в практичній реалізації.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веклич В.Ф. Диагностика технического состояния троллейбусов. – М.: Транспорт, 1990. – 295с.
2. Мокін Б. І. Математична модель функціонування прискорювача трамвая / Б.І.Мокін, М.П. Розводюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2003 – №6. – С.72-76.
3. Мокін Б. І. Синтез структури системи для діагностування прискорювача трамвая / Б.І.Мокін, М.П. Розводюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004 – №1. – С.41-45.
4. Розводюк М. П. Математична модель та структура пристрою для діагностування прискорювача трамвая / М.П. Розводюк Ю.В. Шевчук, М.А. Солонінко // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – 2010 - №4. – С. 130-132.
5. Шевчук Ю. В. Математична модель пристрою для діагностування прискорювача трамвая / Ю.В. Шевчук, М.А. Солонінко, В.М. Злотніцкий // Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті: Міжнародна науково-практична конференція., 13 травня – 14 травня 2010 р.: тези доповідей. – Дніпропетровськ, 2010. С.66.
6. Захаров В.Н. Автоматы с распределенной памятью. – М.: «Энергия», 1975. – 136с.
7. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике: Справочник / Р.В. Данилов, С.А. Ельцова, Ю.П. Иванов и др.: Под ред. Б.Н. Файзулаева, Б.В. Тарабрина. – М.: Радио и связь, 1987. – 384 с.