

ВІСНИК

ВІННИЦЬКОГО
ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

4

2004

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІСНИК ВІННИЦЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Заснований у грудні 1993 року

Виходить 6 раз на рік

4 (55) — 2004

ЗМІСТ

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

- Роїк О. М., Арсенюк І. Р., Ткаченко О. М. Вимірювання опору біологічних тканин для задач медичної діагностики 5

ЕКОНОМІКА, МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЕКОЛОГІЯ

- Мороз О. О. Історія аграрних реформ в Україні 9
Сірко А. В. Корпоративний сектор: структура, місце та роль в сучасній економіці 17
Мороз О. В., Ткачук Л. М. Особливості оцінки якості харчової продукції з урахуванням потреб споживачів 24

ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

- Кугін В. М., Бондаренко Є. А. Діагностування екранувального комплексу одягу для робіт під напругою в процесі його експлуатації..... 30
Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Бужинський В. В., Лісіна Л. А. До питання про розподіл витрат палива між видами енергопродукції в когенераційних установках, утворених на базі котельень і ГТУ 33
Мокін Б. І., Жуков С. О., Розводюк М. П. Практична реалізація системи технічного діагностування електричних двигунів..... 36
Бурбело М. Й. Вимірювання параметрів чотириелементних *RL*-двополюсників в скалярних режимах 41
Лежнюк П. Д., Собчук Н. В. Вторинні критерії та індикатори подібності в задачах оптимального керування..... 46

ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

- Скрябін С. О., Скрябін К. С. Кувальні консольні вальці з додатковою пересувною опорою 52

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

- Колесник І. С., Боровська Т. М., Северілов В. А. Моделі і методи для аналізу і оптимізації інвестиційних проектів..... 56
Штовба С. Д., Рудий О. М. Мурашині алгоритми оптимізації 62
Лужецький В. А., Моторний М. В. Моделі ущільнення текстів на основі абстрактних синтаксичних дерев..... 70
Романюк О. Н., Курінний М. С. Використання конусної моделі пікселя для антиаліаязингу відрізків прямих 76

Висновки

1. Відомі методики розподілу витрат палива між видами енергопродукції непридатні для міні-ТЕЦ, утворених на базі котелень і ГТУ.
2. Запропонована методика розподілу витрат палива на виробництво електроенергії та теплоти в когенераційних установках позбавлена недоліків попередніх методик.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Буров В. Д., Цонев С. В. Эффективность технического перевооружения теплофикационных установок с использованием парогазовых технологий // Энергосбережение и водоподготовка. — 2001. — № 1. — С. 18—23.
2. Соколовский М. И., Кислицин Г. Ф., Митин Е. М. О внедрении газотурбинных электростанций // Пром. энергетика. — 2001. — № 1. — С. 19—21.
3. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Крот О. Г. Застосування парогазових установок на ТЕЦ невеликих потужностей // Вісник ВПІ. — 1999. — № 2. — С. 44—47.
4. Лежнюк П. Д., Чепурний М. М., Бужинський В. В. Визначення показників роботи парогазових установок з котлами-утилізаторами // Вісник Кременчуцького ДПУ. — 2002. — № 1. — С. 163—166.
5. Клименко В. Н. Проблемы когенерационных технологий в Украине // Пром. Теплотехника. — 2002. — Т. 23. — № 4—5. — С. 107—110.
6. Морозов О. В., Горбатенко А. Д. Образование оксидов азота при сжигании газа в среде забалластированного окислителя // Теплоэнергетика. — 1995. — № 1. — С. 39—41.
7. ГКД 34.09.108-98. Розподіл витрат палива на відпущену електричну і теплову енергію при їх комбінованому виробництві: Методика НДІ Енергетики. — К., 1998. — 22 с.
8. Дубовской С. В. Термодинамический метод определения объективных показателей тепловой экономичности ГТУ ТЭЦ простого цикла // Пром. Теплотехника. — 2000. — Т. 22. — № 2. — С. 85—89.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 23.09.03
Рекомендована до опублікування 17.11.03

Чепурний Марко Миколайович — доцент; **Ткаченко Станіслав Йосипович** — завідувач кафедри; **Бужинський Віктор Володимирович** — доцент.

Кафедра теплоенергетики:

Лісіна Людмила Анатоліївна — студентка Інституту будівництва, теплоенергетики та газопостачання.

Вінницький національний технічний університет

УДК 62-83:629.4

Б. І. Мокін, д. т. н., проф.; С. О. Жуков, магістрант, М. П. Розводюк

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ

Вихідні передумови та постановка задачі дослідження

В роботі [1] авторами запропоновано діагностувати тягові електродвигуни трамвая за падінням напруги на якорі двигуна та температурою його обмоток.

В цій же роботі було запропоновано алгоритм синтезу і отримано структурну схему системи діагностування тягового електродвигуна трамвая.

Метою даної роботи є практична реалізація системи діагностування тягового електродвигуна трамвая на основі попередньо синтезованої структури.

© Б. І. Мокін, С. О. Жуков, М. П. Розводюк, 2004

Практична реалізація синтезованої структури

Процес практичної реалізації синтезованої структури системи діагностування електричних двигунів почнемо із перетворення отриманої структурної схеми системи діагностування до зручного для реалізації в вибраній елементній базі вигляду. Для цього замінимо з'єднання елементів через діодну матрицю безпосереднім під'єднанням. Отримана в результаті цих перетворень схема показана на рис. 1.

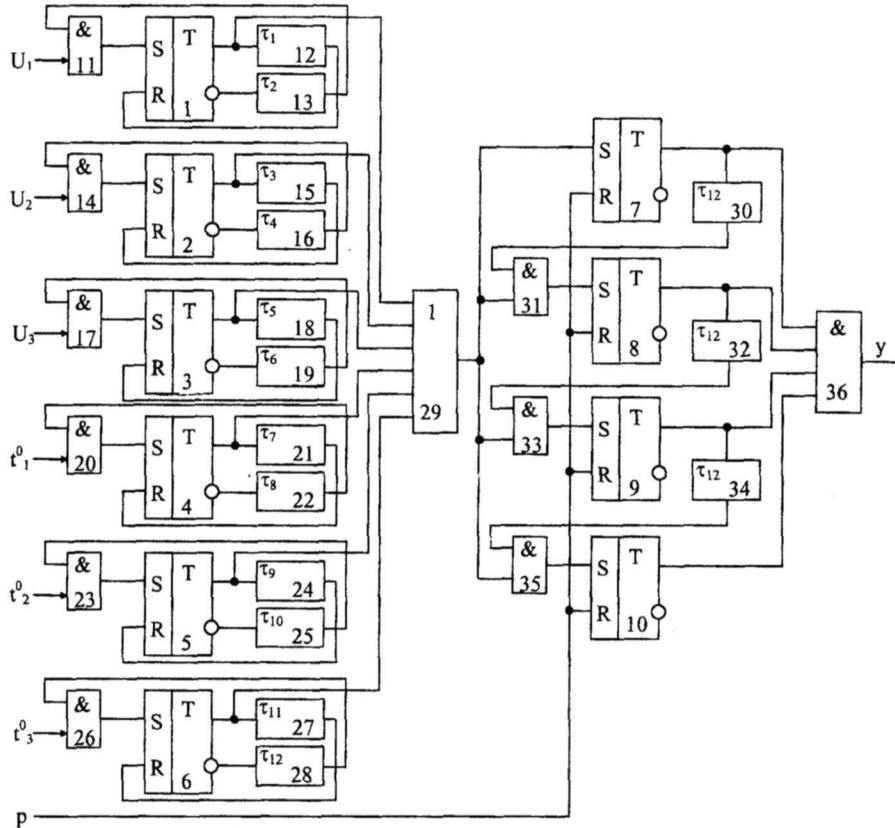


Рис. 1. Перетворена структурна схема системи діагностування тягових електродвигунів трамвая

Часові логічні функції τ_i ($i = \overline{1,12}$) на цьому рисунку замінені елементами витримки часу, які їх реалізують.

А далі перетворимо схему, що показана на рис. 1, до вигляду, зручного для реалізації з використанням елементів, які серійно випускаються.

На рисунку 2 показана найпростіша структурна схема контролю електричного двигуна, яка здійснює контроль за відхиленням від норми. Параметром, що контролюється, є активна потужність на валу двигуна.

На цій схемі: 1 – блок задання аналогового сигналу опору обмотки якоря двигуна якщо температура $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (у подальшому – блок задання опору обмотки якоря двигуна); 2, 4, 8 – перший, другий і третій функціональні перетворювачі відповідно; 3 – сенсор температури; 5 – блок задання аналогового сигналу опору обмотки збудження двигуна, якщо температура $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (у подальшому – блок задання опору обмотки збудження двигуна); 6 – блок задання нижньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна (90 % від номінальної); 7 – блок задання аналогового сигналу напруги мережі (у подальшому – блок задання напруги мережі); 9 – аналого-цифровий перетворювач; 10, 14 – перший і другий компаратори відповідно; 11, 15 – перший та другий індикатори відповідно; 12 – сенсор напруги якірної обмотки двигуна; 13 – блок задання верхньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна (110 % від номінальної).

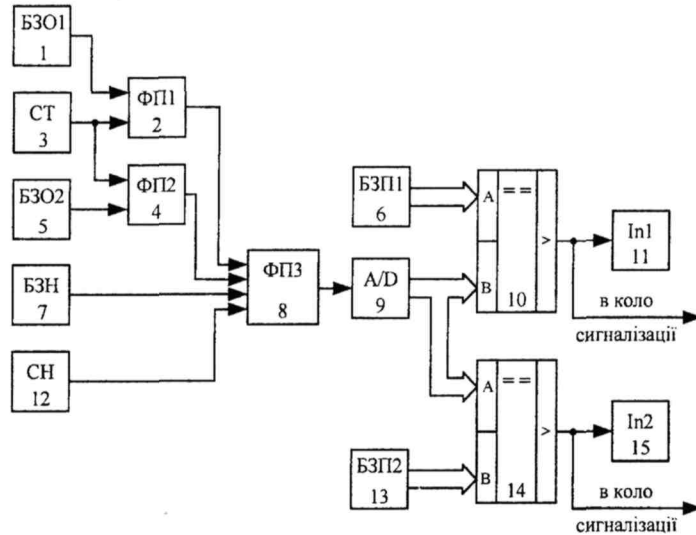


Рис. 2. Структурна схема системи діагностування тягових електродвигунів трамвая

Пристрій працює таким чином.

Зі ввімкненням пристрою на виходах блоку задання опору обмотки якоря двигуна БЗО1 1 і блоку задання опору обмотки збудження двигуна БЗО2 5 формуються аналогові сигнали, які відповідають величинам опорів обмотки якоря $R_{я, 20}$ і обмотки збудження $R_{з, 20}$ двигуна відповідно, якщо температура $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ці сигнали разом з сигналом, який відповідає рівню виміряної температури t сенсором температури СТ 3 поступають у відповідні функціональні перетворювачі ФП1 2 і ФП2 4, на виходах яких формуються сигнали, які відповідають рівням опору обмотки якоря $R_{я, t}$ обмотки збудження $R_{з, t}$ двигуна, коли виміряна температура t за формулами

$$\begin{aligned} R_{я, t} &= R_{я, 20} (1 + \alpha(t - 20)); \\ R_{з, t} &= R_{з, 20} (1 + \alpha(t - 20)); \end{aligned} \quad (1)$$

де α – температурний коефіцієнт (для мідних проводів $\alpha = 0,004$).

На виході блоку задання напруги мережі БЗН 7 формується сигнал, який відповідає напрузі U_M мережі живлення двигуна. На виході сенсора напруги СН 12 якірної обмотки двигуна формується сигнал, який відповідає напрузі $U_я$ якоря двигуна. Сигнали, які відповідають величинам $R_{я, t}$, $R_{з, t}$, U_M і $U_я$ поступають на відповідні входи третього функціонального перетворювача ФП3 8, на виході якого формується сигнал, який відповідає потужності $P_{ем}$ на валу двигуна за формулою

$$P_{ем} = \left(U_M + U_я \frac{(R_{з, t} - R_{я, t})}{R_{я, t}} \right) \frac{U_я}{R_{я, t}}. \quad (2)$$

На виході аналого-цифрового перетворювача 9 отримуємо значення цієї потужності у цифровому вигляді.

У блоці задання нижньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна БЗП1 6 та у блоці задання верхньої межі допустимого інтервалу зміни потужності на валу двигуна БЗП2 13 у цифровому вигляді записані відповідні значення нижньої ($0,9 P_{ем}$) та верхньої ($1,1 P_{ем}$) меж допустимої потужності на валу двигуна.

За допомогою компараторів 10 і 14 цифровий аналог потужності на валу двигуна, який отримано з виходу аналого-цифрового перетворювача 9, порівнюється з допустимими межами його зміни. У випадку, якщо значення потужності виходить за допустимий інтервал, на виході одного з компараторів з'являється сигнал логічної одиниці, який вмикає перший In1 11 або другий In2 15 індикатори (відповідно, коли значення потужності на валу двигуна менше за допустимий інтервал і більше) та подається в коло сигналізації. В іншому випадку на виходах компараторів 10 і 14 з'являється сигнал логічного нуля. При цьому сигнал на перший In1 11, другий In2 15 індикатори та у коло сигналіза-

ції не подається.

Шляхи вдосконалення запропонованої системи діагностування тягових електродвигунів трамвая

Запропонована система діагностування дозволяє контролювати стан лише одного з чотирьох двигунів, встановлених на трамваї. Тож доцільно об'єднати кожен з них в одну централізовану систему діагностування, для реалізації якої необхідно використовувати мікропроцесорну техніку.

Варіант структурної схеми такої об'єднаної системи діагностування усіх електродвигунів із застосуванням однокристальних мікро-ЕОМ (ОЕОМ), наприклад КМ1816ВЕ51 [2], показана на рис. 3.

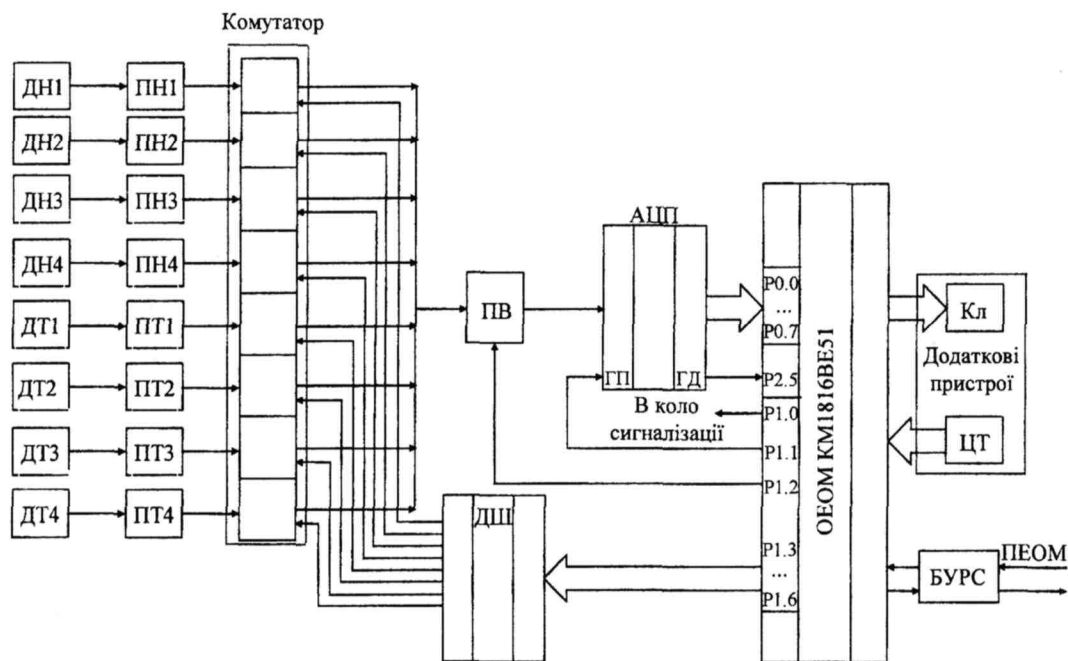


Рис. 3. Структурна схема системи діагностики електричних двигунів із застосуванням ОЕОМ КМ1816ВЕ51

Схема містить чотири сенсори напруги (по одному на кожен двигун) і чотири сенсори температури обмоток двигунів, сигнали з виходів яких поступають на відповідні нормувальні перетворювачі, в яких здійснюється перетворення вхідної величини в уніфіковані сигнали постійної напруги, що поступають в свою чергу на вхід мікропроцесорних блоків, які здійснюють попереднє оброблення і передачу інформації в центральний персональний комп'ютер, що знаходиться на оперативному пульті управління підприємства.

Структурна схема системи діагностування із застосуванням ОЕОМ КМ1816ВЕ51 містить сенсор напруги двигуна 1 ДН1, сенсор напруги двигуна 2 ДН2, сенсор напруги двигуна 3 ДН3, сенсор напруги двигуна 4 ДН4, сенсор температури ДТ1 обмотки двигуна 1, сенсор температури ДТ2 обмотки двигуна 2, сенсор температури ДТ3 обмотки двигуна 3, сенсор температури ДТ4 обмотки двигуна 4. Аналогові сигнали з цих сенсорів поступають на відповідні нормуючі перетворювачі ПН1, ПН2, ПН3, ПН4, ПТ1, ПТ2, ПТ3, ПТ4 виходи яких під'єднуються до комутатора MS. Ці датчики разом із відповідними нормуючими перетворювачами утворюють багатоканальну систему. Таким чином, комутатор на схемі здійснює послідовне під'єднання аналогових сигналів, що знімаються з різних каналів, до одного спільного вихідного каналу з розподілом часу. Управління під'єднанням *i*-го вхідного сигналу до виходу комутатора здійснюється з допомогою коду, що подається на цифровий керуючий вхід із виходів дешифратора ДШ, сигнали управління яким, в свою чергу, поступають по цифровій шині з портів P1.3 – P1.6 ОЕОМ.

ОЕОМ КМ1816ВЕ51 повинна приймати й обробляти аналогові сигнали, які поступають з датчиків. Однак ОЕОМ приймає і обробляє тільки цифрові сигнали. Тому між комутатором і ОЕОМ повинен знаходитися АЦП для перетворення аналогових сигналів у

цифрові. Вихідна десятирозрядна цифрова шина АЦП під'єднується до портів P0.1 — P0.7 і P2.7, P2.6 ОЕОМ, вихід ГД (готовність даних) — до порту P2.5, а вихід порту P1.1 ОЕОМ під'єднується до входу ГП (гасіння й перетворення) АЦП. Під час подачі на вхід ГП рівня логічного нуля АЦП починає перетворення вхідної інформації. Через час, необхідний для перетворення, на виході ГД АЦП з'являється сигнал з рівнем логічної одиниці, що запрошує вивід даних з АЦП на цифрову шину до ОЕОМ. Приймавши дані, ОЕОМ встановлює на вході ГП АЦП рівень логічної одиниці, який гасить інформацію, що міститься в регістрі послідовного наближення всередині АЦП, і АЦП знову готовий до прийому і оброблення вхідних даних. Таким чином, ОЕОМ ініціює АЦП і через задані періоди дискретизації зчитує з нього цифровий код. Протягом часу перетворення сигналу в АЦП сигнали з датчиків продовжують поступати до комутатора через нормуючі перетворювачі. В зв'язку з цим необхідно додатково встановити пристрій вибірки-зберігання (ПВЗ) між комутатором і АЦП. ПВЗ забезпечує зберігання сигналу для виконання перетворення по одному каналу в той час, коли комутатор перемикається на інший канал. Відлік сигналу у відповідні моменти запам'ятовується в ПВЗ на час, необхідний для того, щоб АЦП перетворив його в двійковий код. Сигнал з комутатора поступає до інформаційного входу ПВЗ, вихід ПВЗ під'єднується до аналогового входу АЦП, а до керуючого входу ПВЗ під'єднується вихід порта P1.2 ОЕОМ.

ОЕОМ здійснює оброблення даних, які поступають, за відповідною програмою, записаною в ПЗУ, і видає сигнал в коло сигналізації у випадку перевантаження чи недовантаження двигуна. Обмін інформацією (передача і прийом) між ОЕОМ і центральним персональним комп'ютером (ПЕОМ), що знаходиться в диспетчерському пульті, здійснюється через порти TXD і RXD ОЕОМ і блок узгодження рівнів сигналів БУРС. Якщо ОЕОМ, наприклад, з'єднується з ПЕОМ по послідовному інтерфейсу RS-232, то узгодження рівнів може бути здійснено з допомогою буферних схем прийомо-передавачів K170АП2 і K170УП2.

Незадіяні порти ОЕОМ можуть бути використані з розширенням функційних можливостей. Наприклад, до ОЕОМ можна під'єднати такі додаткові пристрої як клавіатуру Кл і цифрове табло ЦТ. Кл використовується під час введення оперативної інформації, а ЦТ показує завантаження електродвигуна у відсотках до номінального. Як ЦТ можна використовувати семисегментні індикатори або матричні світлодіодні індикатори.

Висновки

В даній роботі здійснено практичну реалізацію системи діагностування тягових електродвигунів трамвая з метою підвищення надійності їх роботи та захисту, а також контролю параметрів обмоток електродвигунів в пускових, номінальних та аномальних режимах. Запропоновано три варіанти практичної реалізації цієї системи. В трамваї найкраще використовувати систему, реалізовану за схемою, що зображена на рисунку 1. Вона дає достовірнішу інформацію, в порівнянні з другою, оскільки має вдвічі більше діагностованих параметрів. Друга схема може використовуватись для досліджень в лабораторних умовах, оскільки її легко реалізувати. Система з використанням однокристалльної мікроЕОМ типу КМ1816ВЕ51 має один основний недолік — випадкова складова похибки, яка може вплинути на кінцевий результат діагностування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б. І., Жуков С. О., Розводюк М. П. Синтез структури системи технічного діагностування тягових електричних двигунів трамвая // Вісник ВПІ. — 2004. — № 1.
2. Гуляев В. А. Техническая диагностика управляющих систем. — К.: Наукова думка, 1983. — 208 с.

Рекомендована кафедрою електромеханічних систем автоматизації

Надійшла до редакції 20.11.03
Рекомендована до опублікування 30.06.04

Мокін Борис Іванович — завідувач кафедри моделювання і моніторингу складних систем;
Жуков Сергій Олександрович — магістрант Інституту магістратури, аспірантури та докторан-

тури; **Розводюк Михайло Петрович** – старший викладач кафедри електромеханічних систем автоматизації.

Вінницький національний технічний університет

УДК 621.317.73

М. Й. Бурбело, к. т. н., доц.

ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЧОТИРИЕЛЕМЕНТНИХ *RL*-ДВОПОЛЮСНИКІВ В СКАЛЯРНИХ РЕЖИМАХ

Розгляд проблеми

Підвищення інформативності вимірювань параметрів об'єктів шляхом диференціації їх моделей та створення багатовимірних систем забезпечує на якісно вищому рівні вирішення ряду задач, зокрема, безітераційного симетрування трифазних навантажень, компенсації реактивної потужності в умовах несинусоїдності, визначення електричних параметрів машин, побудови інваріантних вимірювальних систем неелектричних величин.

Для вимірювання параметрів багатоелементних моделей знаходять застосування квазі-зрівноважені частотно-варіаційні вимірювальні системи [1–5], основною перевагою яких є можливість забезпечення вимірювань в скалярних режимах, що дозволяє розв'язати контури регулювання і забезпечує порівняно високу швидкість отримання інформації. Разом з тим, актуальним залишається питання підвищення точності вимірювань параметрів багатовимірних моделей.

В [2, 3] розглянута можливість побудови квазізрівноважених кіл для вимірювання параметрів чотириелементних двополосників в скалярних режимах з використанням принципу перенесення комплексної площини. Однак, компонентно-модульний критерій квазірівноваги, який використано в цих роботах, характеризується порівняно низькою чутливістю, що не завжди забезпечує достатню точність зрівноваження. В [5] отримано низку нових компонентних критеріїв квазірівноваги, дослідження яких викликає інтерес.

Постановка завдання

Ставиться задача дослідження похибок вимірювання параметрів чотириелементних *RL*-двополосників у разі застосування компонентних критеріїв квазірівноваги в скалярних режимах вимірювання.

Обґрунтування результатів

Для вимірювання параметрів чотириелементного двополосника (рис. 1) як переважно резистивного, так і переважно реактивного характеру узагальнені функції кола можна сформулювати у вигляді [4]:

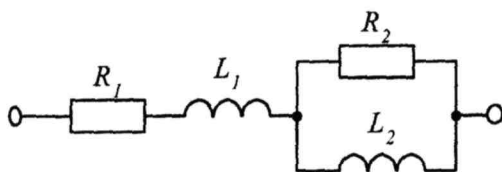


Рис. 1. Чотириелементний *RL*-двополосник

$$\underline{W}_1 = \left(\frac{\underline{Z}_x}{R_0} - k_1 \right) \frac{1}{j\omega\tau} - k_2; \quad (1)$$

$$\underline{W}_2(j\omega) = j\omega\tau \underline{W}_1(j\omega), \quad (2)$$

де \underline{Z}_x – комплексний опір вимірюваного двополосника; R_0 – опір зразкової міри опору; τ – постійна часу диференціатора Д, що є елементом вимірювального кола; k_1 ,