

УДК 621.317

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Студ. В.В. Кизима, гр. МгАК-17
Науковий керівник доц. В.Б. Дроменко
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Аналіз існуючих методів контролю технологічних параметрів листових та рулонних матеріалів з метою пошуку шляхів підвищення точності вимірювальних засобів побудованих на основі резонансних контурів.

Об'єкт та предмет дослідження. Процеси вимірювання резонансної частоти електричних ланцюгів та процеси автоматичної корекції (або виключення) методичних похибок.

Методи та засоби дослідження базуються на теорії електричних кіл та структурно-алгоритмічних рішеннях зменшення похибок вимірювання.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Запропоновано структурно-алгоритмічне рішення підвищення точності вимірювання резонансної частоти електричних ланцюгів вимірювальних пристроїв.

Результати дослідження. Для вимірювання технологічних параметрів на виробництвах дуже часто використовуються датчики на основі резонансного контуру. Підвищити точність вимірювання резонансної частоти електричних ланцюгів можливо за рахунок виключення похибки в індикації фазового зсуву $\pi/2$ при зміні резонансної частоти в широкому частотному діапазоні. На рис.1 представлена схема, яка реалізує цей метод.

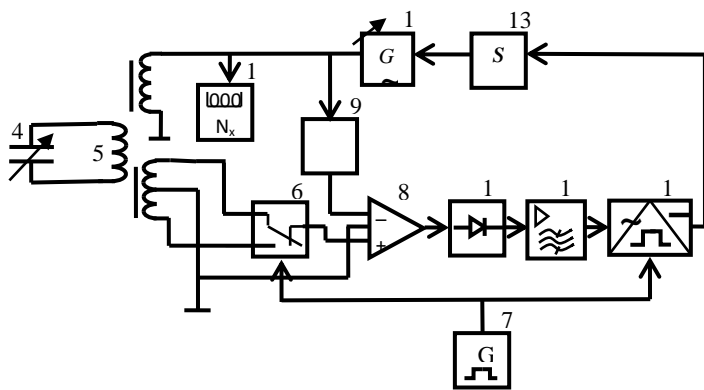


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою для вимірювання резонансної частоти електричного кола

Високочастотний сигнал з виходу генератора 1 надходить на котушку 2 і створює в її осерді змінне магнітне поле, яке в контурі, утвореному обмоткою зв'язку 5 і конденсатором 4, збуджує високочастотний струм. Останній в осерді котушки 3 створює змінне магнітне поле і відповідне високочастотну напругу на її виводах.

При наявності обмотки зв'язку 5 амплітуда і фаза високочастотної напруги

котушки 3 визначається повним опором контуру, який може бути ємнісним, індуктивним або активним. Котушка 3 індуктивності працює в режимі холостого ходу і створюваний нею фазовий зсув відносно струму обмотки 5 зв'язку дорівнює $+\pi/2$.

Якщо контур 4, 5 розладжений щодо частоти власного резонансу, то фаза струму контуру, а отже, і струму обмотки зв'язку щодо фази напруги генератора 1 може змінюватися від $-\pi/2$ до $+\pi/2$ в залежності від відносного розладу контуру. В результаті цього фазовий зсув напруги на виході котушки 3 щодо фази напруги генератора 1 може змінюватися від 0 до π при зміні частоти високочастотного сигналу в широких межах. При резонансі контуру 4, 5 фазовий зсув, що вноситься електричним колом, що складається з котушок 2, 3 конденсатора 4 і обмотки 5 дорівнює $\pi/2$. Останнє і

використовується для індикації резонансу електричного кола. Для одержання сигналу, пропорційного відхиленню фазового зсуву від $\pi/2$, на один із входів диференціального підсилювача 8 через атенюатор 9 надходить безперервна напруга генератора 1, а на другий вхід поперемінно напруги з виводів котушки 3 відносно заземленої середньої точки. Частота перемикачів напруг котушки 3 задається частотою генератора 7, напруга яка управляє роботою перемикача 6. Так як напруги виводів котушки 3 відносно середньої точки знаходяться в протифазі, то при одному положенні перемикача вихідна напруга диференціального підсилювача 8 пропорційна векторній різниці вхідних напруг, а при іншому векторній сумі. При зсуві фаз, рівному $\pi/2$, амплітуда різницевої напруги дорівнює амплітуді сумарної напруги незалежно, від співвідношення амплітуд на входах диференціального підсилювача). У разі збільшення фазового зсуву різницева напруга зростає, а сумарна зменшується. При відхиленні фазового зсуву від $\pi/2$ в іншу сторону сумарна напруга стає більше різницевого. У результаті безперервної роботи перемикача 6 з частотою генератора 7 вихідна напруга диференціального підсилювача 8 виявляється промодульованою по амплітуді з частотою комутації напруг котушки 3. Амплітудним детектором 10 виділяється огибаюча, яка посилюється підсилювачем 11, налаштованим на частоту генератора 7 і випрямляється фазочуттєвим випрямлячем 12. Випрямлена напруга відповідної полярності заряджає інтегратор 13, вихідна напруга якого впливає на керуючий вхід високочастотного генератора 1, змінюючи частоту коливань у напрямі зближення з резонансною частотою контуру 4, 5. При збігу частоти генератора 1 з резонансною, різницева напруга на виході диференціального підсилювача 8 стає рівна сумарній, і амплітудна модуляція на вході детектора 10 зникає. Вихідна напруга інтегратора 13 утримує частоту генератора 1 рівна резонансній. При відхиленні фазового зсуву від $\pi/2$ в результаті зміни ємності конденсатора 4 виникає огибаюча у вихідній напрузі диференціального підсилювача 8, напруга якого після фазочуттєвого випрямлення додатково заряджає або розряджає інтегратор 13, що змінює частоту генератора 1 до нового значення резонансної частоти контуру 4, 5. Значення резонансної частоти вимірюється цифровим частотоміром 14. Нестабільність інших перетворювальних ланок не впливають на точність настройки генератора 1 на резонансну частоту електричного кола, так як рівність різницевої напруги сумарній не залежить від параметрів і форми амплітудно-частотної характеристики підсилювально-випрямного тракту (8, 10, 11, 12). Ослаблення атенюатора 9 вибирається з умови зрівнювання вхідних напруг диференціального підсилювача 8 при середньому значенні різницевої частоти. Однак неминуче виникає нерівність сумарних або різнісних напруг при зміні резонансної частоти в широких межах не впливає на точність виявлення фазового зсуву в $\pi/2$.

Висновки. Запропоноване схемне рішення може лягти в основу побудови високоточних засобів вимірювання технологічних параметрів.

Ключові слова: атенюатор, підсилювач, перемикач, фазочутливий випрямляч.

ЛІТЕРАТУРА

1. Решетник В.Я. Основи метрології та електричних вимірювань : навчально-методичний посібник для студентів електромеханічного факультету / В. Я. Решетник, С. М. Бабюк. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 160 с.