

УДК 620.179.14

Козлов В. В.¹, Набокова О. В.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ МОСТА УІТСТОНА ДЛЯ ВИМІРУ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Міст Уітстона являє собою електричну схему, призначену для виміру значення електричного опору. Уперше дана схема була запропонована британським фізиком Семюелем Гантером Крісті в 1833 році, а в 1843 році вона була вдосконалена винахідником Чарльзом Уітстоном. Принцип роботи даної схеми схожий з дією механічних аптекарських ваг, лише порівнюються в цьому випадку не сили, а електричні потенціали.

Схема моста Уітстона (рис. 1) містить дві вітки, потенціали середніх виводів (D і B) яких порівнюються в процесі проведення вимірів. Одна з віток моста містить у собі резистор R_x , значення опору якого необхідно визначити.

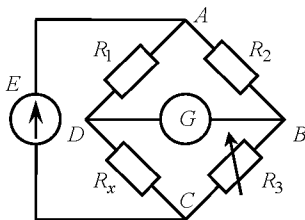


Рисунок 1 - Принципова схема моста Уітсона

Протилежна вітка містить реостат R_3 - значення опору якого можна регулювати. Між середніми виводами віток підключають індикатор G , у якості якого можна використовувати гальванометр, вольтметр, нуль-індикатор або амперметр.

Якщо в момент рівноваги значення трьох з опорів відомі, то значення четвертого можна обчислити (виміряти). Висока точність виготовлення опорів і велика чутливість нульових індикаторів забезпечують точне вимірювання значення невідомого опору.

Для рівноваги моста необхідно, щоб добутки опорів протилежних плечей були рівні між собою:

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_x \quad (1)$$

або

$$R_x = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2} \quad (2)$$

У ході вимірювального процесу опір реостата R_3 поступово змінюють доти, поки індикатор не покаже нуль. Це значить, що потенціали середніх точок моста, між якими він підключений, дорівнюють один одному, і різниця потенціалів між ними дорівнює нулю (міст збалансовано). Коли стрілка індикатора відхилена в тій або інший бік від нуля, це значить що крізь нього протікає струм (міст не перебуває в балансі).

Якщо значення трьох опорів моста відомі з досить невеликою погрішністю, то шуканий опір R_x буде знайдено з досить високою точністю. Опором гальванометра можна зневажити.

Міст Уїтстона може працювати й на змінному струмі. Для досягнення рівноваги мостової схеми на змінному струмі добутки повних опорів протилежних плечей моста повинні бути рівні між собою. Мости змінного струму застосовують для виміру повних опорів, індуктивностей, ємностей, взаємної індуктивності. Погрішність при вимірах мостовим методом може бути доведено до 0,01% і навіть менше.

У теперішній час велике поширення одержують мости з автоматичним зрівноважуванням. Їх використовують в тих випадках коли потрібно мати безперервні показання й запис вимірюваної величини.

Міст Уїтстона по суті універсальний, і застосуємо аж ніяк не тільки для вимірів опорів резисторів, але й для знаходження самих різних неелектричних параметрів, досить лише щоб сам датчик змінював свій сигнал пропорційно вимірюваному параметру.

Широке поширення одержали датчики із вбудованими тензометричними елементами.

Що являє собою тензометричний елемент? Зазвичай це пружний елемент зі сплаву міді й нікелю, електричний опір якої прямо пропорційно виникаючої деформації.

Оскільки навіть для сплаву міді й нікелю зміна опору під впливом деформації дуже малозначна, то необхідно застосування підсилювачів. Сучасні вимірювальні прилади на базі моста Уїтстона звичайно знімають показання за допомогою аналого-цифрових перетворювачів, підключений до цифрового обчислювального обладнання, такому як мікроконтролер із

вшитою програмою, яка здійснює лінеаризацію, масштабування й перетворення отриманих даних у чисельне значення вимірюваної неелектричної величини у відповідних одиницях виміру, а також корекцію погіршностей і виведення інформації у цифровому виді. Розмістивши в одному або декількох місцях тензометричні датчики, маємо можливість відслідковувати складні деформації.

Тензодатчики дозволяють контролювати зусилля, вагу, тиск, переміщення, деформацію саму по собі, вібрацію та інше. Тензометричні датчики - одне із самих корисних винаходів у сфері автоматизації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлов В.В. Неразрушающий экспресс контроль механических напряжений / В.В. Козлов, В.Ф. Безотосний, О.В. Набокова / Электротехника іелектромеханіка. - 2013. - № 1. - С. 8-11. - Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/146298/02-Bezotosniy.pdf?sequence=1>.