

КОМПЕНСАЦІЙНА МОСТОВА СХЕМА ДЛЯ БОКОВОЇ ПРИВОДКИ

На поліграфічних, паперових, бобіномоточних, різальних машинах для перемотування полотна необхідно регулювати бокову проводку полотна таким чином, щоб її край проходив строго по вказаній лінії. Таке регулювання проводиться за допомогою релейної системи з фотоперетворювачами (це фоторезистори або фотодіоди) [2, 3]. У більшості схем фотоперетворювачі вмикаються в мостову схему (рис. 1).

Наведена схема не може забезпечити необхідної точності приводки та його надійної роботи, особливо коли один фоторезистор працює «на світло», а інший «на темноту». Така схема чутлива до різного виду збурень (зміна освітленості, наявність нерівномірної оптичної густини паперу, нестабільність параметрів фоторезисторів тощо), що призводить до збоїв у роботі системи.

Для поліпшення роботи схеми доцільно застосовувати спарені фоторезистори, з яких один робочий ΦR_1 , а другий $\Phi R'_1$ компенсаційний і мостову схему збирати лише з фоторезисторів (рис. 2), розміщення яких показано на рис. 3.

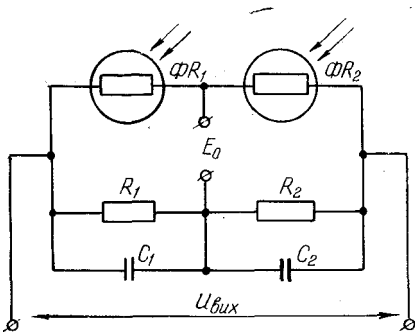


Рис. 1. Звичайна мостова схема.

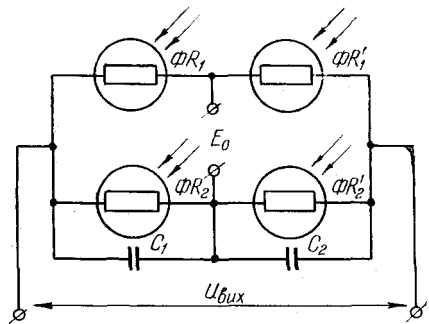


Рис. 2. Схема ввімкнення спарених фоторезисторів у компенсаційну мостову схему.

Для мостової схеми рис. 2 рівняння рівноваги моста таке:

$$R_1 R'_2 = R_2 R'_1. \quad (1)$$

Коли параметри спарених фоторезисторів однакові й останні перебувають в рівних умовах роботи, що досягається розміщенням фоторезисторів в одному місці та освітленням їх від одного джерела світла, то зміна опору спарених фоторезисторів на однакову величину ΔR , викликана зміною освітленості, неоднорідністю полотна, напруженою живлення тощо, не порушує рівноваги моста. Це очевидно з виразу (1) тобто

$$R_2 (R_1 + \Delta R_1) = R'_2 (R'_1 + \Delta R'_1).$$

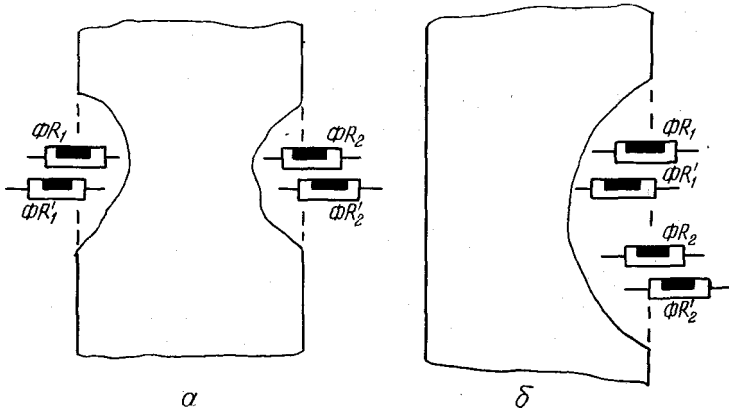


Рис. 3. Схема розміщення спарених фоторезисторів відносно полотна:
 а — при роботі «на світло»; б — при роботі «на світло» і «на темноту».

На практиці важко підібрати два фоторезистори з однаковими параметрами, і тому повної компенсації вищеназваних збурень досягнути неможливо. Оцінімо ефективність мостової схеми зі спареними фоторезисторами.

Якщо на фоторезистор одночасно потрапляє світловий потік фону і потік збурень, то опір фоторезистора при лінійаризованих характеристиках визначається формулою [1]

$$R_{01} = \frac{U_{\Phi}}{I_{\Phi} + s_{\Delta} \Phi_3} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + s_{\Delta} \frac{\Phi_3}{U_{\Phi}}}, \quad (2)$$

де I_{Φ} — струм фоторезистора при потоці фону; s_{Δ} — динамічна чутливість фоторезистора; Φ_3 — потік збурення; U_{Φ} — напруга на фоторезисторі; R_{01} — статичний опір фоторезистора при попаданні на нього потоку збурення і фону. Приріст опорів за рахунок потоку збурення визначається виразами

$$\Delta R_1 = R_{01} - R_1 = \frac{R_1}{\frac{U_{\Phi}}{s_{\Delta 1} \Phi_{31} R_1} + 1}; \quad \Delta R'_1 = R'_{01} - R'_1 = \frac{R'_1}{\frac{U'_{\Phi}}{s'_{\Delta 1} \Phi'_{31} R'_1} + 1} \quad (3)$$

Знайдемо величину напруги на виході моста при дії потоку збурення

$$U_{\text{вих}} = I_{\Delta} R_{\text{вих}},$$

де I_{Δ} — струм діагоналі моста; $R_{\text{вих}}$ — вхідний опір підсилювача, до якого вмикається міст.

Струм у діагоналі моста визначається формулою

$$I_{\Delta} = \frac{E_0 (R_{01} R'_2 - R_2 R'_{01})}{R_{\text{вих}} (R_{01} + R'_{01}) (R_2 + R'_2) + R_1 R'_{01} (R_2 + R'_2) + R_1 R_2 (R_1 + R_{01})}. \quad (4)$$

При незначних змінах опорів фоторезисторів знаменник виразу (4) — стала величина, тоді вираз (4) запишеться

$$I_{\Delta} = E_0 K (R_{01} R'_2 - R_2 R'_{01}),$$

де K — коефіцієнт пропорціональності.

Напруга на виході моста

$$U_{\text{вих}} = E_0 K R_{\text{вих}} (R_{01} R'_2 - R_2 R'_{01}).$$

Тому що зміна фоторезистора визначається виразом (2), то при малих потоках збурень після перетворень з урахуванням виразу (3) одержимо

$$U_{\text{внх}} = E_0 K R_{\text{вх}} R_2 R_{01} \left(\frac{1}{\frac{U_{1\phi}}{s_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1} + 1} - \frac{1}{\frac{U'_{1\phi}}{s'_{\text{д1}} \Phi'_{\text{з1}} R'_1} + 1} \right). \quad (5)$$

З (5) бачимо, що вихідний сигнал значно залежить від фону, який впливає на статичний опір фоторезистора, тому для компенсації фону необхідно в мостову схему ввімкнути перемінний опір для балансування потоку фону. На основі виразу (5) можна проаналізувати вплив зміни величин $s_{\text{д}}$, $\Phi_{\text{з}}$ і R на величину вихідного сигналу компенсаційної мостової схеми, для чого зведемо його до вигляду

$$U_{\text{внх}} = E_0 K R_{\text{вх}} R_2 R_{01} \left(\frac{s_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1}{U_{1\phi} + s_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1} - \frac{s'_{\text{д1}} \Phi'_{\text{з1}} R'_1}{U'_{1\phi} + s'_{\text{д1}} \Phi'_{\text{з1}} R'_1} \right). \quad (6)$$

Допустимо, що параметри спарених фоторезисторів і умови роботи однакові, а чутливість одного з них $s_{\text{д}}$ змінилась в n разів, тоді (6) запишеться

$$U_{\text{внх}} = E_0 K R_{\text{вх}} R_2 R_{01} \left(\frac{ns_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1}{U_{1\phi} + ns_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1} - \frac{s_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1}{U_{1\phi} + s_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1} \right). \quad (7)$$

Якщо зміна чутливості невелика, то n близьке до одиниці і поява в знаменнику виразу (7) n мало вплине на результат, тому вираз (7) набере вигляду

$$U_{\text{внх}} = E_0 K R_{\text{вх}} R_2 R_{01} \frac{s_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1}{U_{1\phi} + ns_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1} (n - 1). \quad (8)$$

Використовуючи звичайну мостову схему, при зміні чутливості фоторезистора напруга на виході мостової схеми

$$U_{\text{внх}} = E_0 K R_{\text{вх}} R_2 R_{01} \frac{s_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1}{U_{1\phi} + ns_{\text{д1}} \Phi_{\text{з1}} R_1} n. \quad (9)$$

З порівняння (8) і (9) бачимо, що вплив зміни чутливості фоторезистора на вихідну напругу компенсаційної мостової схеми порівняно зі звичайною зменшується в $(n-1)$ разів.

Якщо, наприклад, чутливість одного фоторезистора помінялась на 10%, то вихідна напруга в компенсаційній мостовій схемі в 10 разів буде меншою, ніж у звичайній. Аналогічно буде зменшуватись і вплив $\Phi_{\text{з}}$ і R .

На макеті проводили дослідження компенсаційної мостової схеми на фоторезисторах типу ФСК-1. Міст живили напругою 100 в.

Аналітичний аналіз і експериментальні дані підтверджують (рис. 4), що компенсаційна мостова схема має значну перевагу над звичайною. Застосування такої схеми значно підвищить точність приводки, а також стабільність роботи системи.

Наведений метод компенсації впливу збурень за допомогою компенсаційної мостової схеми може бути використаний і в інших системах, де застосовуються фотоперетворювачі.

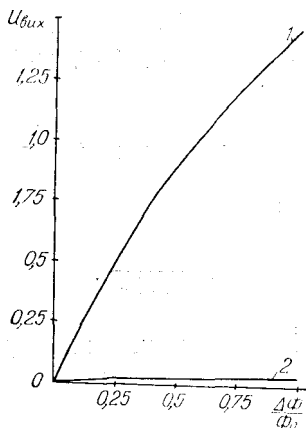


Рис. 4. Залежність напруги розбалансу моста при зміні світлового потоку.

1 — звичайна схема; 2 — компенсаційна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корндорф С. Д. [и др.]. Расчет фотоэлектрических цепей. М., «Энергия», 1970.
2. Рабинович А. Д. Электроника в полиграфии, М., «Книга», 1970.
3. Толстой Г. Д. Автоматизация полиграфических производственных процессов. М., «Книга», 1970.

N. M. LUTSKIV

COMPENSATING BRIDGE SCHEME FOR LATERAL DRIVE

Summary

The article analyses the bridge scheme for lateral drive having great advantages over the common one. The application of such scheme will greatly increase the accuracy of drive and stability of work.
