

Лекція 12

Електронні прилади контролю технологічних параметрів

ВСТУП

При автоматизації виробничих процесів, використовуються різні електронні прилади контролю і регулювання технологічних параметрів.

Для контролю і регулювання температури найчастіше застосовують електронні автоматичні мости і потенціометри.

Слід особливо зазначити можливість використання цих приладів у схемах автоматичного захисту.

1 Електронний автоматичний урівноважений міст

Урівноважений міст призначений для безупинного виміру, запису та регулювання температури.

Він працює в комплекті з термометрами опорів стандартних градувань, тобто має відповідність заданої межі виміру – градування термометра опорів.

Мостова вимірювальна схема використовується більше 100 років.

Можливість виміру і фізична сутність роботи її вперше розглянуті в роботах французького дослідника Шарля Кресті (1833 р.) і приблизно в ці ж роки англійським дослідником Уїнстоном.

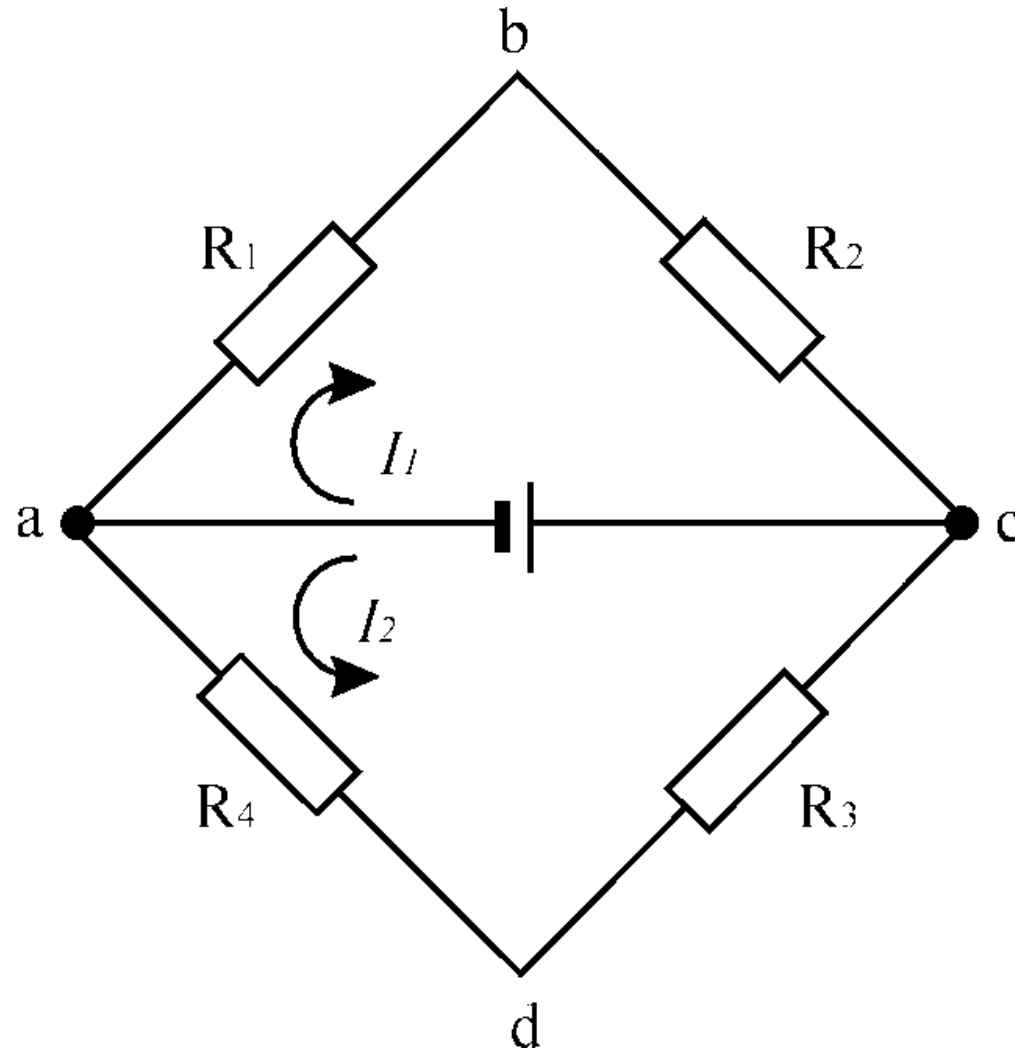


Рис. 1 – Схема рівноважного моста:

R_1, R_2, R_3, R_4 – резистори;

ac – діагональ живлення;

bd – діагональ виміру

Вимір заснований на дотриманні певного співвідношення (рівноваги) між опорами (плечима) мосту.

Врівноважений міст - на вершинах вимірювальної діагоналі різниця потенціалів $U_{bd} = 0$.

Цьому стану відповідає рівність падінь напруг:

$$U_1 = U_4; \quad U_2 = U_3. \quad (1)$$

За законом Ома

$$U_1 = J_1 R_1; \quad U_2 = J_1 R_2; \quad U_3 = J_2 R_3; \quad U_4 = J_2 R_4. \quad (2)$$

$$R_1 R_3 = R_2 R_4, \quad (3)$$

Рівняння (3) - класична умова рівноваги мостової схеми: якщо добутки опорів протилежних плечей мостової схеми рівні між собою, то на вершинах вимірювальної діагоналі відсутня різниця потенціалів.

Цей метод називається нульовим методом виміру опорів.

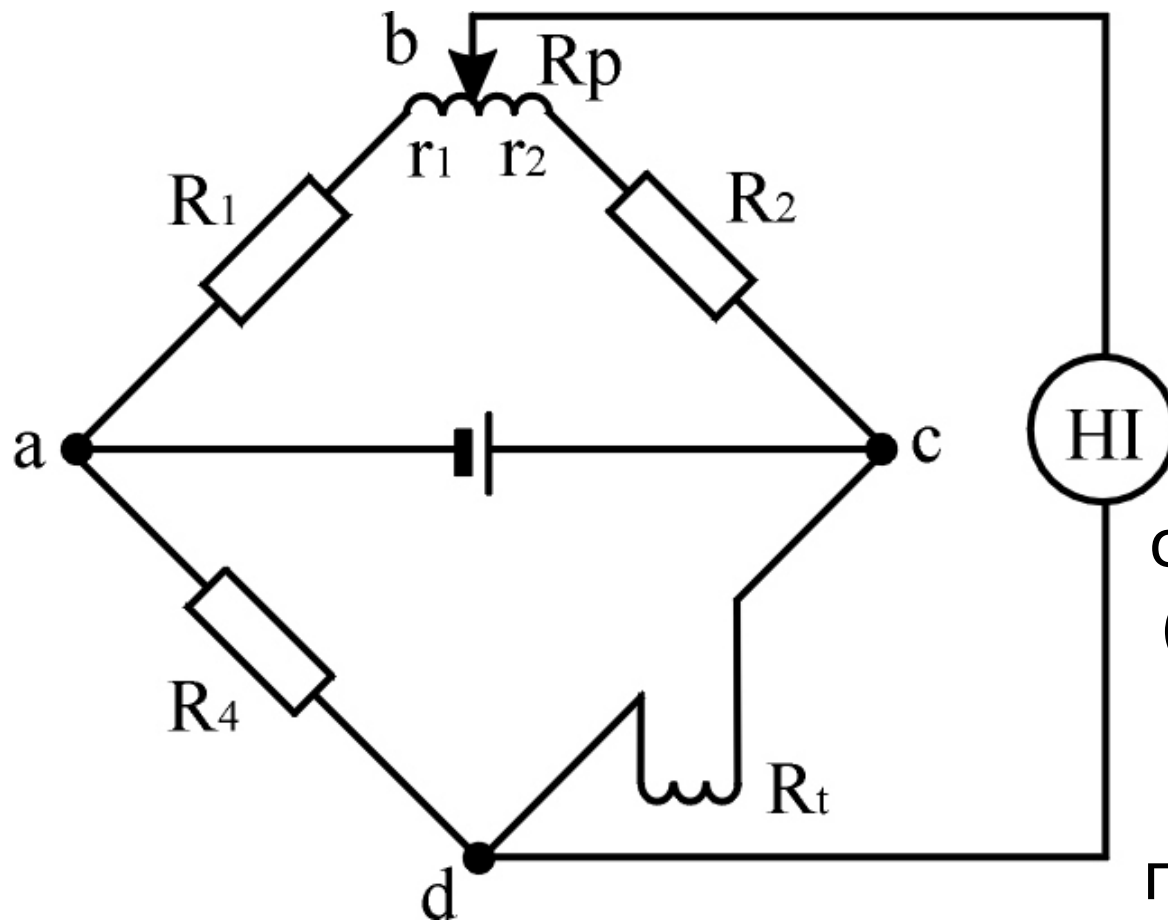


Рис. 2 – Вимірювальний міст:
 R_p – реохорд;
 HI – нуль-індикатор

Рівновага моста

$$R_1 R_t = R_2 R_4$$

З урахуванням
 опорів реохорда r_1 і r_2 :
 $(R_1 + r_1) R_t = (R_2 + r_2) R_4$.

Якщо різниця
 потенціалів між
 точками bd дорівнює
 нулю, струм через
 нуль-гальванометр не
 протікає і його стрілка
 установиться на
 нульовій позначці.

При зміні температури величина R_t зміниться і міст розбалансується. Щоб відновити рівновагу, необхідно змінити величину опору реохорда, перемістивши його рухливий контакт.

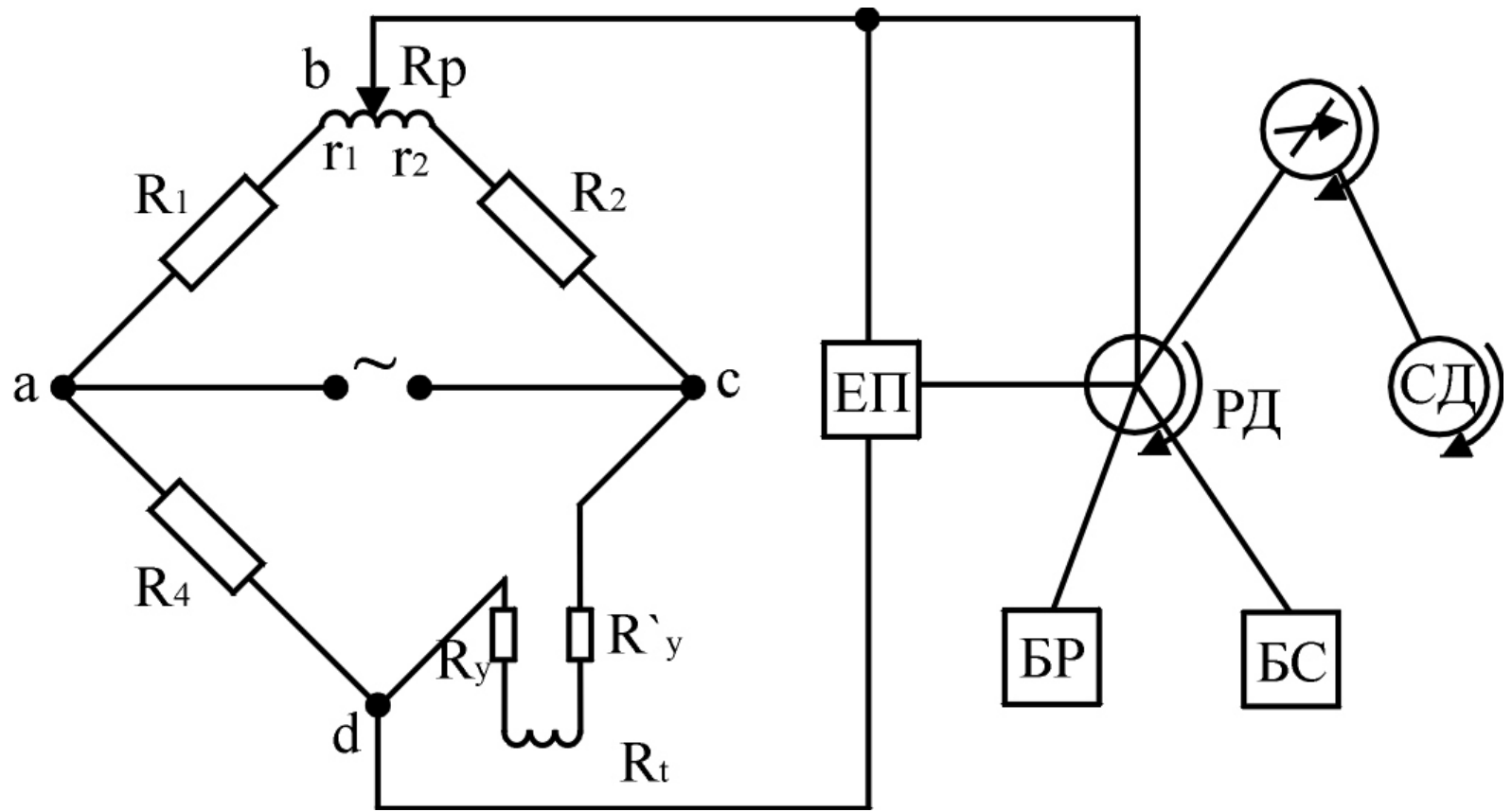


Рис. 3 – Схема автоматичного електронного самописного
 рівноважного моста перемінного струму :
 ЕП – електронний підсилювач; РД – реверсивний двигун

При зміні температури, зміниться температура термометра і величина його електричного опору R_t . Вимірювальний міст, що складається з опорів R_1, R_2, R_4 та живиться від обмотки силового трансформатора, розбалансується.

В діагоналі моста b-d з'явиться напруга небалансу U_{bd} . Вона подається на вхід електронного підсилювача ЕП та надходить на реверсивний двигун РД і надає руху його ротору.

Залежно від знака розбалансу, ротор реверсивного двигуна обертається в відповідний бік, переміщуючи движок реохорда R_p , стрілку і перо по шкалі приладу доти, поки вимірювальний міст не прийде в стан рівноваги.

Напруга на вході електронного підсилювача ЕП в цьому випадку стане рівною нулю, електродвигун РД зупиниться, а прилад покаже вимірювану температуру.

2 Електронний автоматичний потенціометр

Електронний автоматичний потенціометр призначений для виміру, запису і регулювання температури від -200°C до $+2000^{\circ}\text{C}$.

Застосовується потенціометричний (компенсаційний) метод виміру, заснований на зрівноважуванні (компенсації) вимірюваної ТЕРС відомою різницею потенціалів, утвореною допоміжним джерелом живлення.

Матеріали термопари: залізо-копель, копель-алюмель, хромель-алюмель, платина-платинородій та ін.

Залежність термоелектрорушійної сили (ТЕРС) від зміни температури - лінійна.

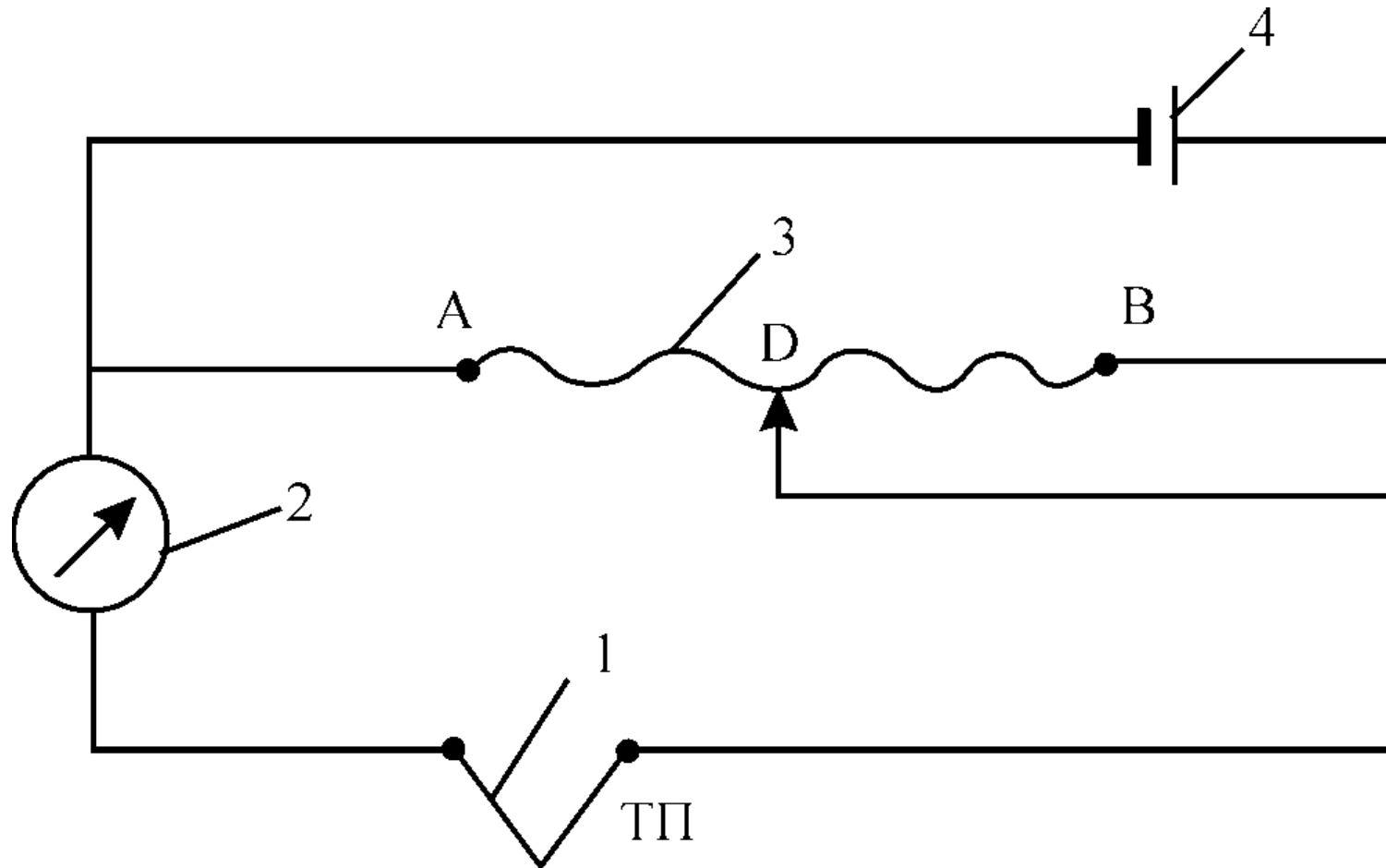


Рис. 4 – Принципова схема компенсаційного методу виміру:
1 – термопара; 2 – вимірювальний прилад;
3 – реохорд; 4 – джерело живлення

Термопара підключена так, що її струм на ділянці R_{AD} йде в тому ж напрямку, що і від джерела живлення B . Різниця потенціалів між точкою A і будь-якою проміжною точкою D пропорційна опору R_{AD} .

Пересуваючи рухливий контакт D за умови, що $E_{ТП} < E_B$, можна знайти таке його положення, при якому струм у ланцюзі термопари буде рівен 0. Тоді ТЕРС термопари дорівнює величині спадання напруги на ділянці опору R_{AD} .

Така схема використовується для виміру температури в переносних приладах.

Недолік: ЕРС залежить від сталості струму в ланцюзі реохорда.

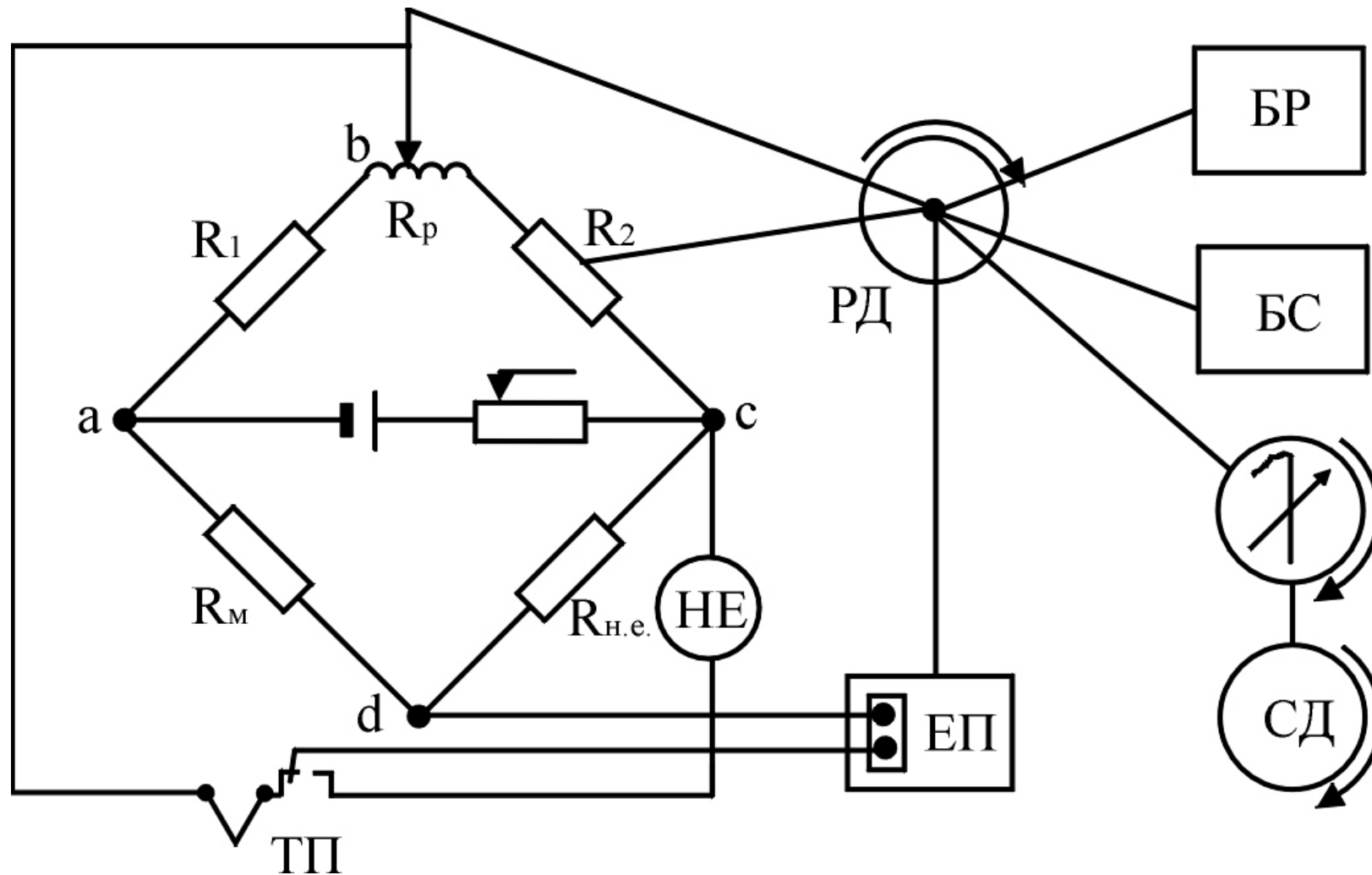


Рис. 5 – Принципова схема електронного потенціометра:
 HE – нормальний елемент; РД – реверсивний двигун;
 БР – блок регулювання; БС – блок сигналізації

В автоматичному електронному потенціометрі движок реохорда переміщається автоматично. Струм небалансу вимірювального ланцюга потенціометра показує електронний нуль-індикатор.

При зміні ЕРС термопари з'являється постійна напруга небалансу, що приводить до обертання ротора реверсивного двигуна. Він переміщує движок реохорда залежно від знака напруги небалансу в той чи інший бік, автоматично врівноважуючи вимірювальну схему. Одночасно переміщується стрілка.

У потенціометрі використовується мостова вимірювальна схема. Це забезпечує високу точність і чутливість приладу, дозволяє автоматично уводити виправлення на зміну температури холодних спаїв термопари, змінювати межі виміру і шкалу приладу.

Таким чином, вимірювана ЕРС термопари компенсується спаданням напруги на опорі R_p , величина якого залежить від положення движка реохорда.

Якщо ЕРС термопари не дорівнює падінню напруги на зазначених опорах, то різниця напруг, що з'являється на вершинах вимірювального моста b і d , подається на каскад перетворення, який складається з вібраційного перетворювача і вхідного трансформатора.

3 Багатоточечні мости і потенціометри

При вимірі в двох, трьох і більше точках застосовуються кілька одноточечних приладів. Це здорожує технологічну установку, ускладнює обслуговування й утрудняє зіставлення результатів.

З метою виключення цих недоліків застосовуються багатоточечні прилади, призначені для виміру, регулювання і запису температури в 3, 6, 12, 24 точках., які мають відповідне число чутливих елементів. Метод виміру – потенціометричний.

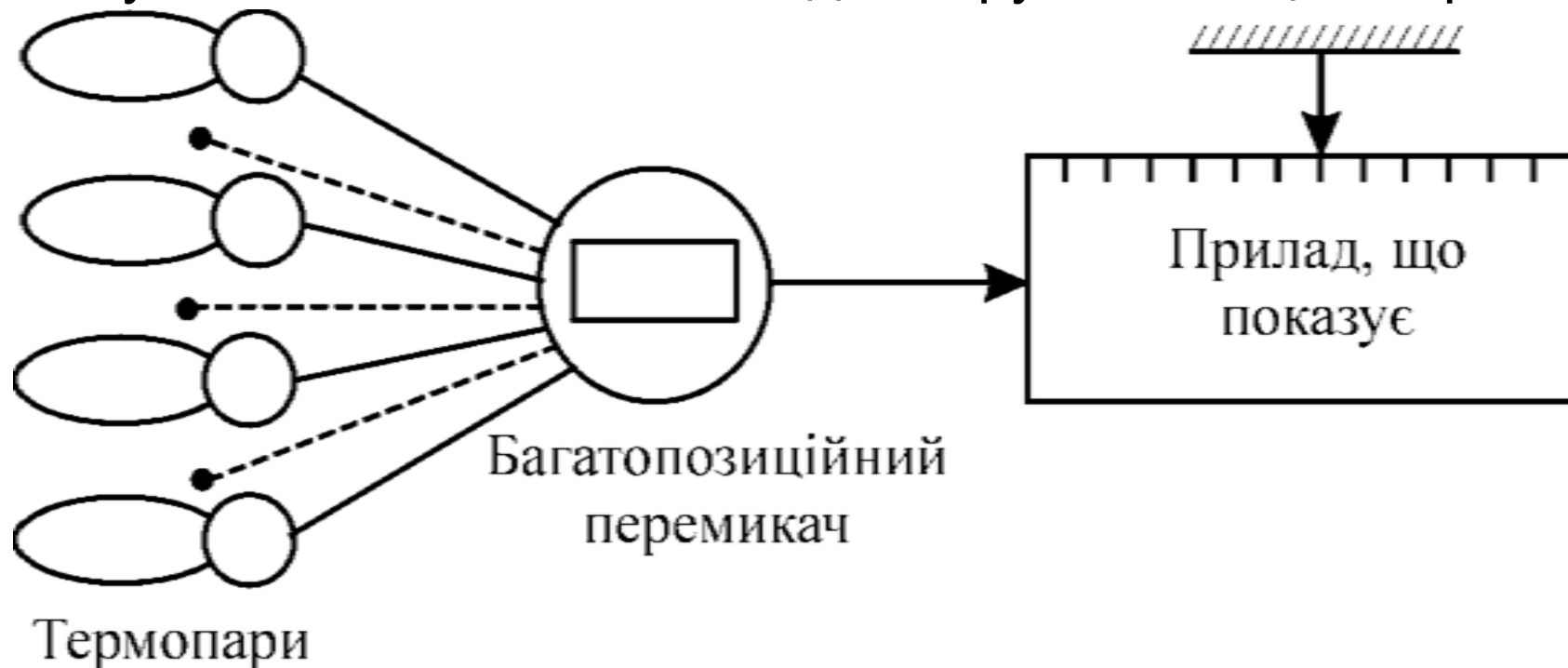


Рис. 6 – Система автоматичного контролю опитувального типу

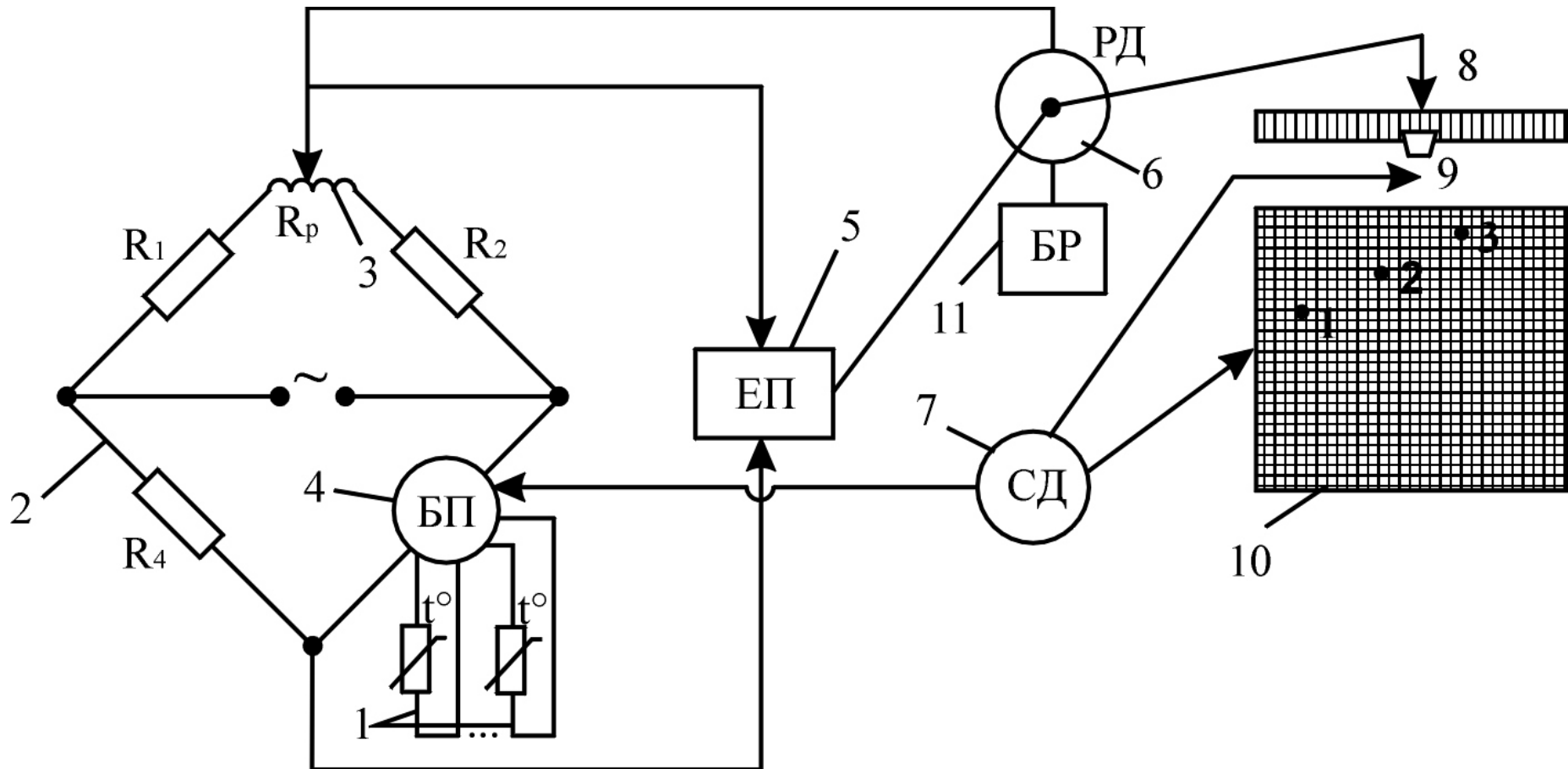


Рис. 7 Принципова схема багатоточечного електронного автоматичного моста:

- 1 – термометр опору; 2 – вимірювальний міст; 3 – реохорд;
 4 – багатопозиційний перемикач; 5 – електронний підсилювач;
 6 – реверсивний двигун; 7 – синхронний двигун; 8 – шкала відліку; 9 – друкуюча каретка; 10 – діаграмна стрічка

4

**Електронні диференційно-трансформаторні
прилади**

Електронні диференційно-трансформаторні прилади призначені для автоматичного виміру, запису і регулювання неелектричних величин: тиск, розрядження, рівень, витрати.

Зміна параметрів перетворюється за допомогою чутливих елементів (мембран, сильфонів, дифманометрів, поплавців та ін.) на лінійне переміщення.

Прилади цього типу працюють у комплекті з індукційним датчиком, що забезпечує перетворення неелектричної величини на електричну.

Датчик з чутливим елементом монтується в об'єкті, на якому здійснюється автоматичний контроль чи регулювання.

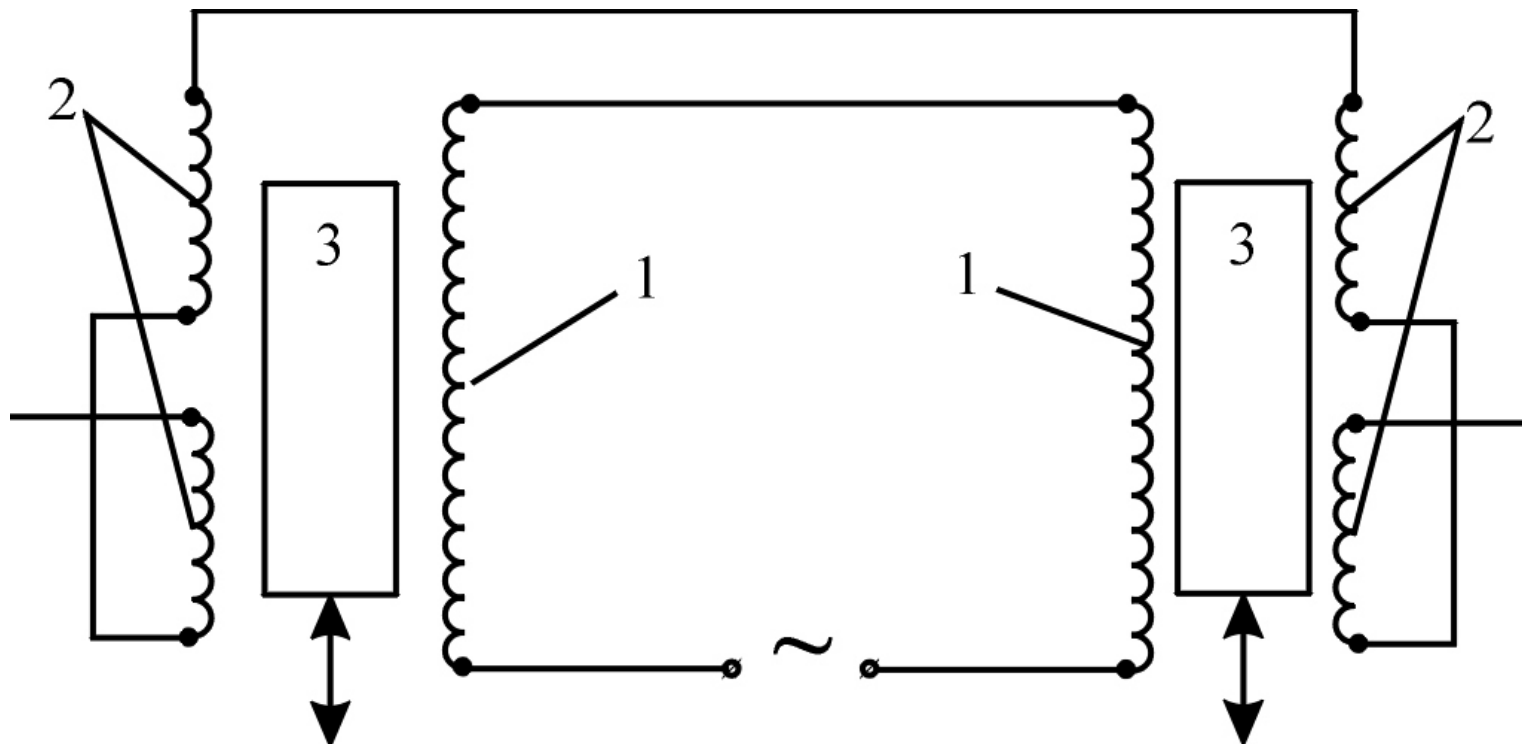


Рис. 8 – Індукційна схема виміру:

1 – первинна обмотка; 2 – вторинна обмотка; 3 – сердечник

Вимірювальний пристрій приладу виконаний за диференційно-трансформаторною (індукційною) схемою: дві індукційних котушки включені в одну схему і розташовані одна в індукційному датчику, інша – у приладі.

Котушки мають по одній первинній і вторинній обмотці.

Первинна обмотка живиться перемінною напругою від трансформатора підсилувача.

Вторинні обмотки виконані у вигляді двох секцій, кожна з яких розташована на половині всієї довжини котушки і має однакову кількість витків. Кінці кожної секції вторинної обмотки з'єднані між собою так, що ЕРС, яка індукується в одній із секцій, має напрямок, зворотній ЕРС, яка індукується в іншій. Усередині кожної котушки є сердечник, довжиною менше котушки, що забезпечує його переміщення.

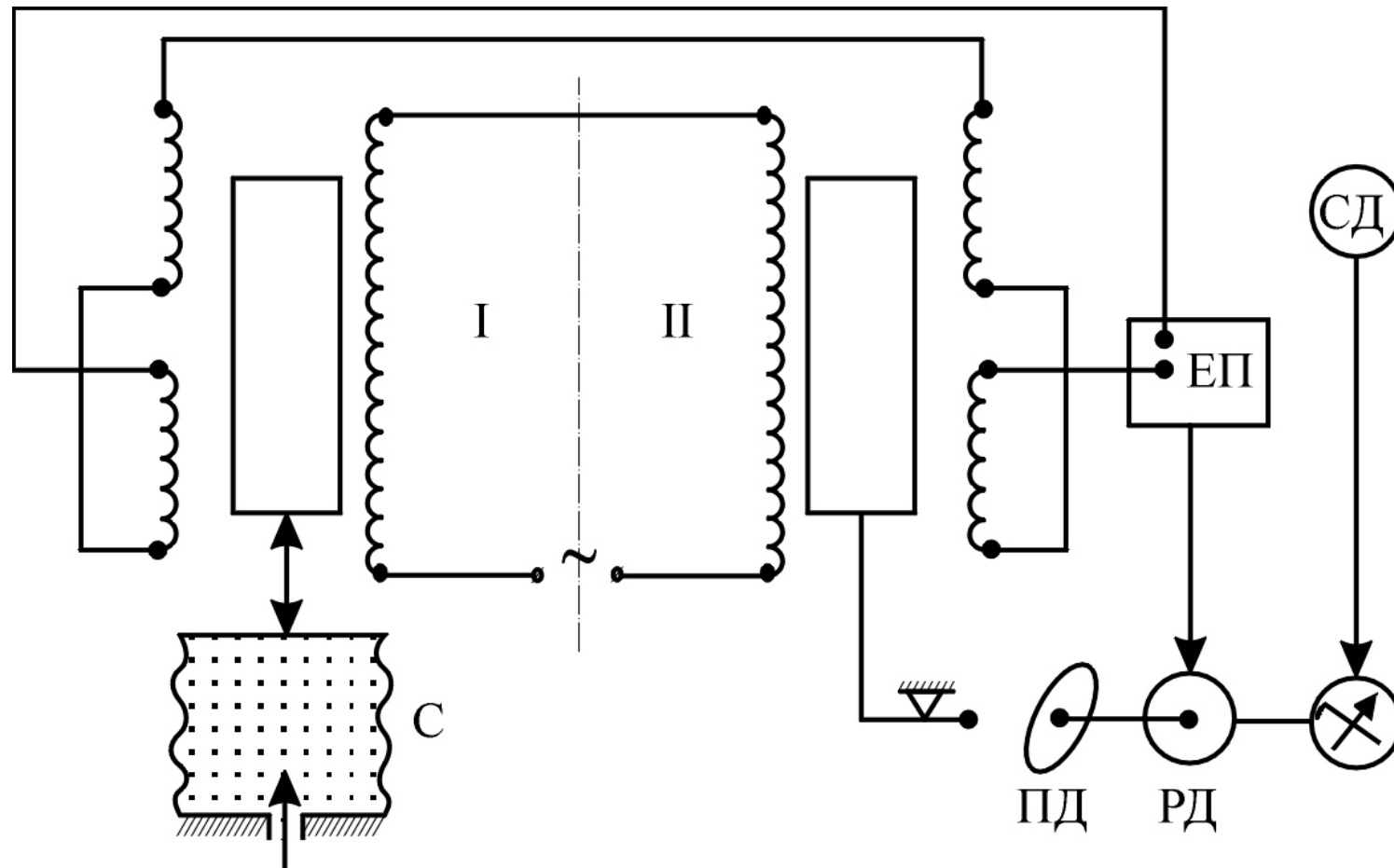


Рис. 9 – Принципова схема електронного приладу з індукційною схемою:
С – сільфон; ПД – профільований диск;
РД – реверсивний двигун; СД — синхронний двигун

При середньому положенні сердечника, ЕРС секцій рівні. ЕРС спрямовані назустріч одна одній і взаємно компенсуються. Між вторинними обмотками напруги не буде, оскільки обидві котушки з'єднані послідовно і ЕРС в них спрямовані назустріч одна одній. Результуюча різниця напруги на вихідних затисках вимірювальної схеми електрично урівноважена.

При зміщенні сердечника, магнітний потік, що пронизує вторинну обмотку, виявиться різним для секцій. ЕРС обмоток змінюються. Фаза і величина результуючої ЕРС залежить від напрямку зсуву сердечника. В котушках I і II з'явиться напруга небалансу.

Сигнал подається на реверсивний двигун, ротор якого, обертаючись, пускає в хід укріплений на його осі профільований диск і сердечник котушки II у бік зменшення неузгодженості доти, поки ЕРС I і II котушок не будуть рівні. Одночасно реверсивний двигун пускає в хід стрілку, що показує, і записуюче перо. Синхронний двигун спричиняє обертання діаграми.

Завдання на самоподготовку

1. Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янко О.А. та інш. – Харків: АЦЗУ, 2006.–279с. - С 228-244.