

Лекція 11

Електронні прилади контролю технологічних параметрів

При автоматизації виробничих процесів, спостерігання за навколишнім середовищем використовуються різні електронні прилади контролю і регулювання технологічних параметрів.

Для контролю і регулювання температури застосовують - **термометри.**

Які можуть бути реалізовані за допомогою типових технічних рішень - електронних автоматичних мостів і потенціометрів.

Слід особливо зазначити можливість використання цих приладів у автоматичних схемах.

План:

1. Електронний автоматичний зрівноважений міст
2. Електронний автоматичний потенціометр
3. Багатоточкові мости та потенціометри
4. Електронні диференційно-трансформаторні прилади

Питання 1. Електронний автоматичний
зрівноважений міст

Зрівноважений міст (міст Уінстона) призначений для безперервного виміру, запису та регулювання температури через зміну електричного опору.

Він працює в комплекті із термометрами опору стандартних градуювань, тобто має відповідність заданої межі виміру – градуювання термометра опорів.

Мостова вимірювальна схема
використовується більше 150 років.

Можливість виміру і фізична сутність роботи її вперше розглянуті в роботах французького дослідника Шарля Крісті (1833 р.). А в 1843 р. вдосконалений англійським дослідником Чарльзом Уінстоном.

Міст Уінстона -
електричний пристрій,
механічним аналогом якого
є аптекарські важільні
ваги.



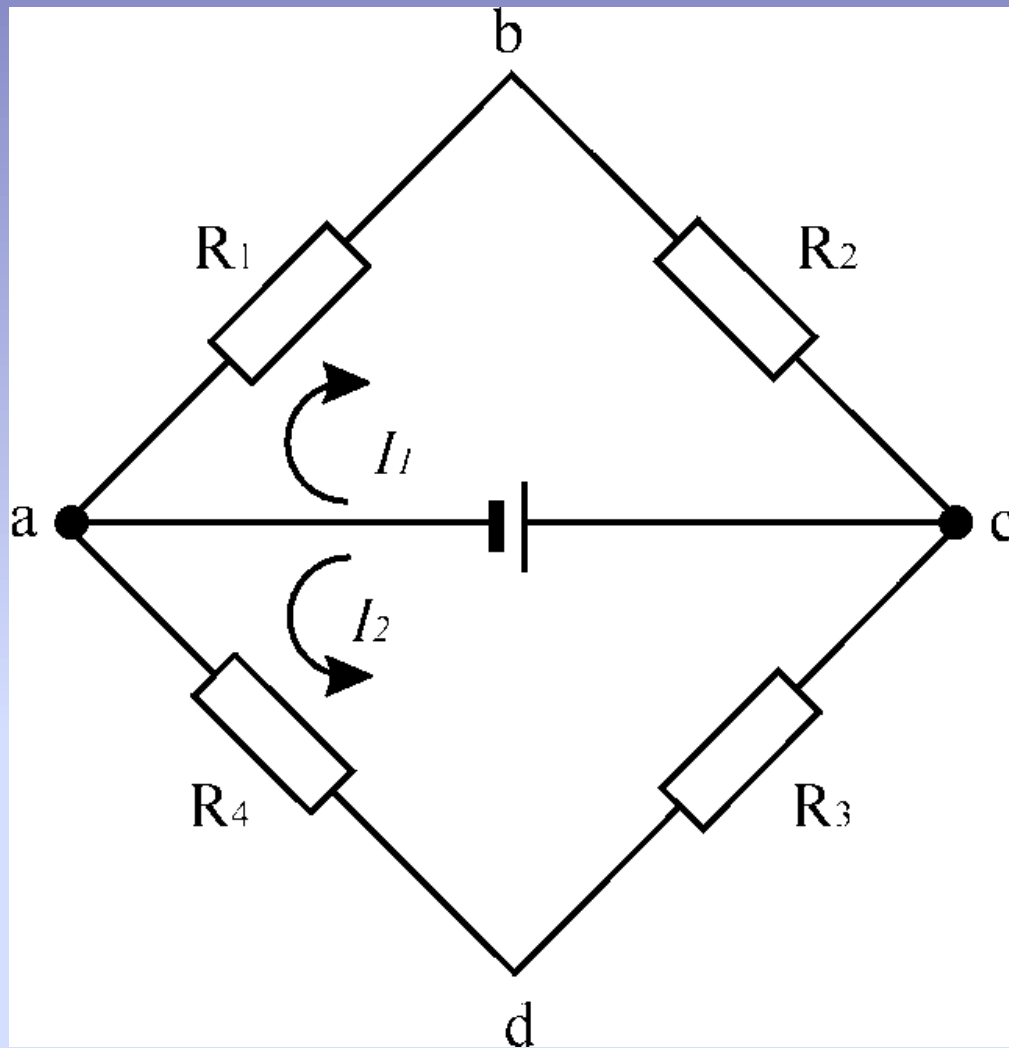


Схема зрівноваженого моста:

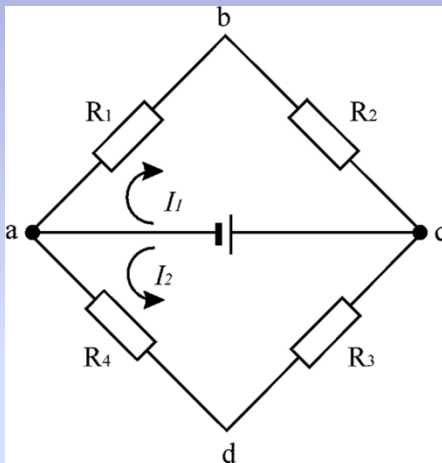
R_1, R_2, R_3, R_4 – резистори;

а-с – діагональ живлення; b-d – діагональ виміру.

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

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

Цьому стану відповідає рівність падінь напруг:



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

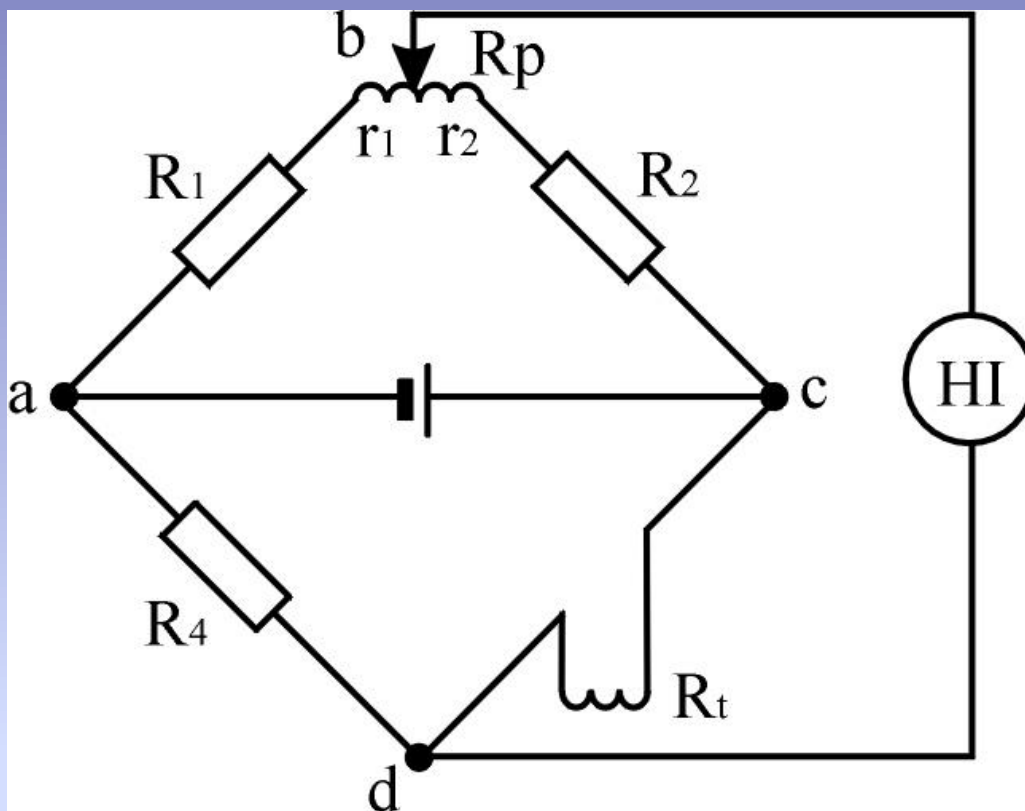
За законом Ома

$$U_1 = I_1 R_1; \quad U_2 = I_1 R_2; \quad U_3 = I_2 R_3; \quad U_4 = I_2 R_4. \quad (2)$$

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

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.



Рівновага мосту

$$R_1 R_t = R_2 R_4$$

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
b-d дорівнює нулю,
струм через нуль-
гальванометр не протікає
і його стрілка
встановиться на нульовій
позначці.

Вимірювальний міст:

R_p – реохорд;

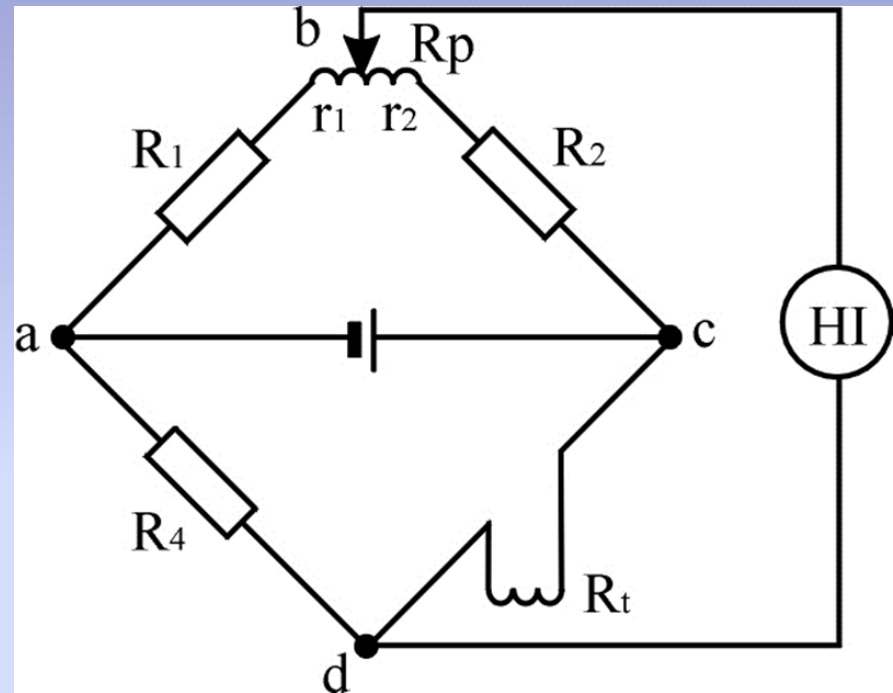
HI – нуль-індикатор

Окрім нуль-індикатора (приладу, відхилення стрілки якого показує наявність струму в ланцюзі і його напрямок, але не величину) в якості індикатора можуть застосовуватися:

- гальванометр;
- вольтметр;
- амперметр.

Найбільш поширений варіант — гальванометр.

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



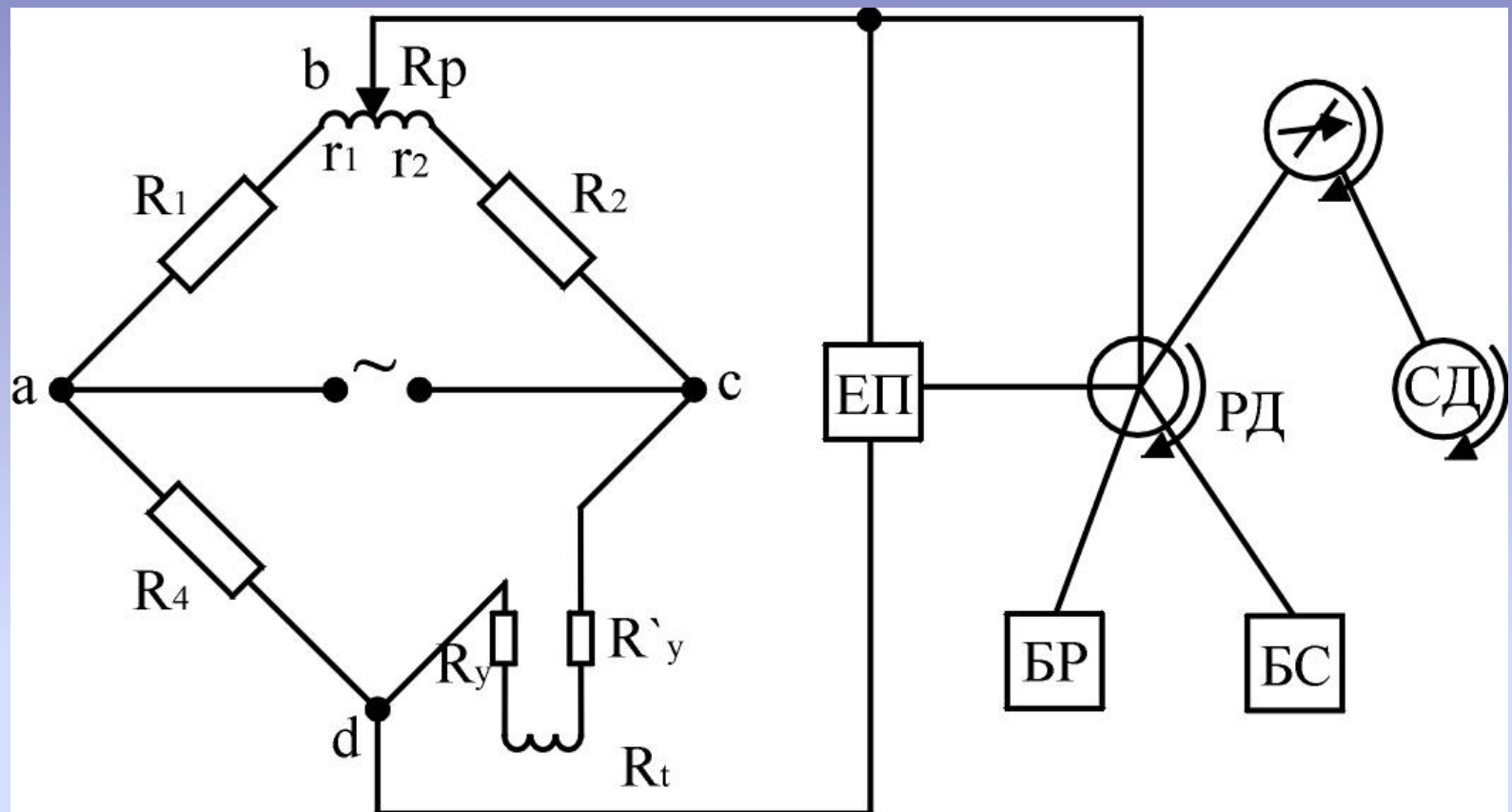


Схема автоматичного електронного самописного
рівноважного моста перемінного струму :

ЕП – електронний підсилювач; РД – реверсивний
двигун

При зміні температури зміниться величина 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 знаку 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.

Режими роботи моста

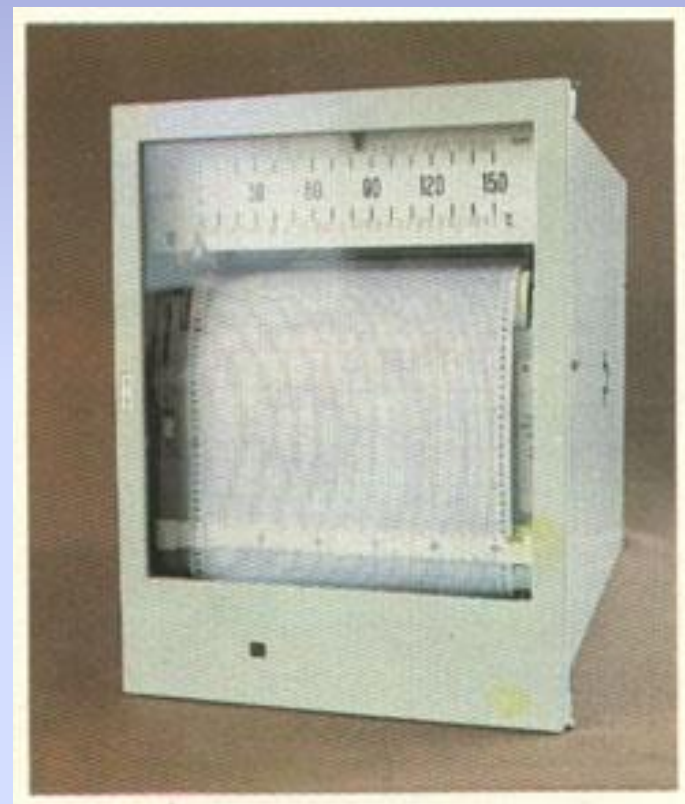
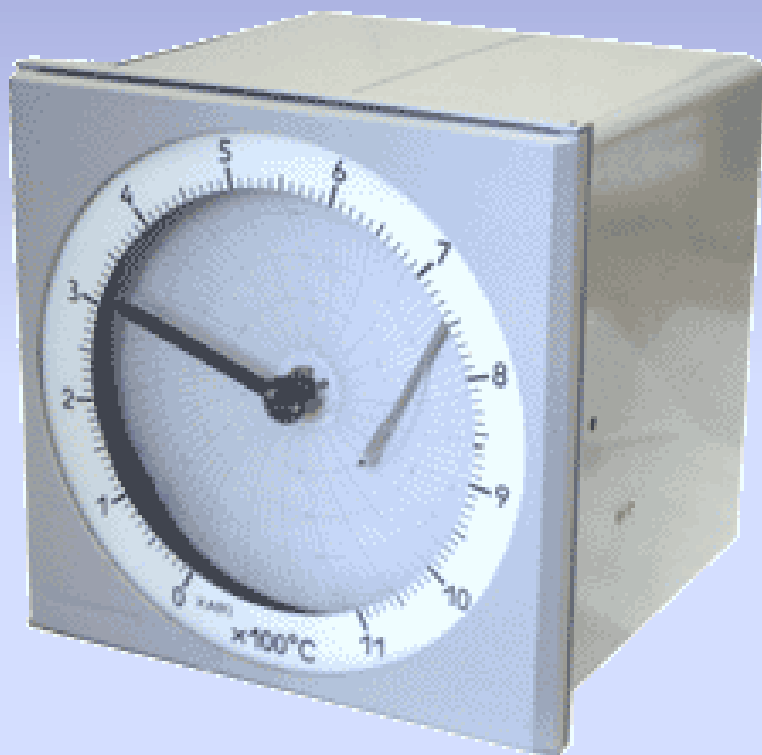
- зрівноважений;
- незрівноважений.

Приклади використання

Міст Уїтстона часто використовується для вимірювання найрізноманітніших неелектричних параметрів:

- механічних деформацій з використанням тензодатчиків;
- температури;
- освітленості;
- складу речовини;
- теплопровідності і теплоємності та ін.

Зовнішній вигляд зрівноваженого автоматичного моста



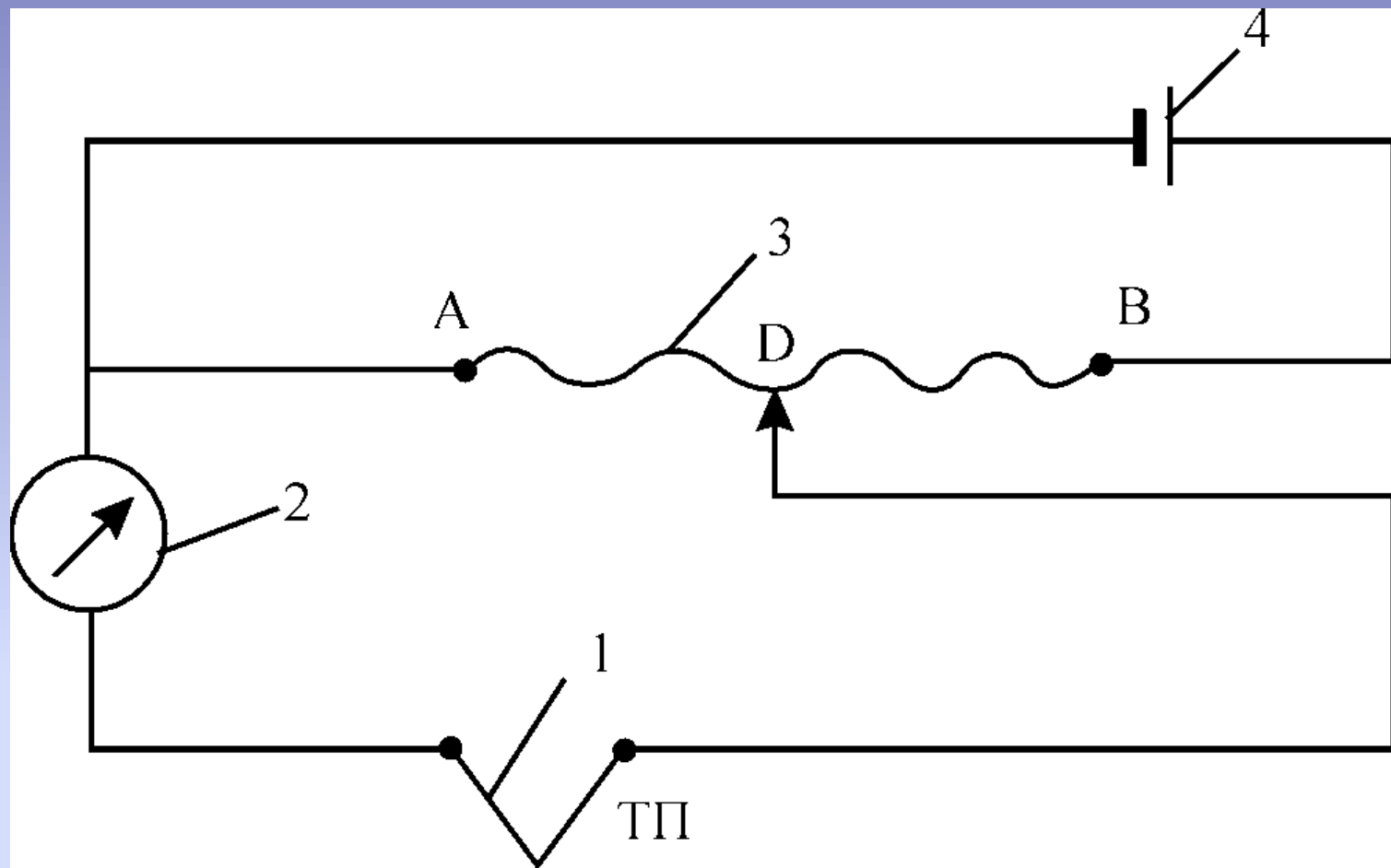
Питання 2. Електронний автоматичний потенціометр

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

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



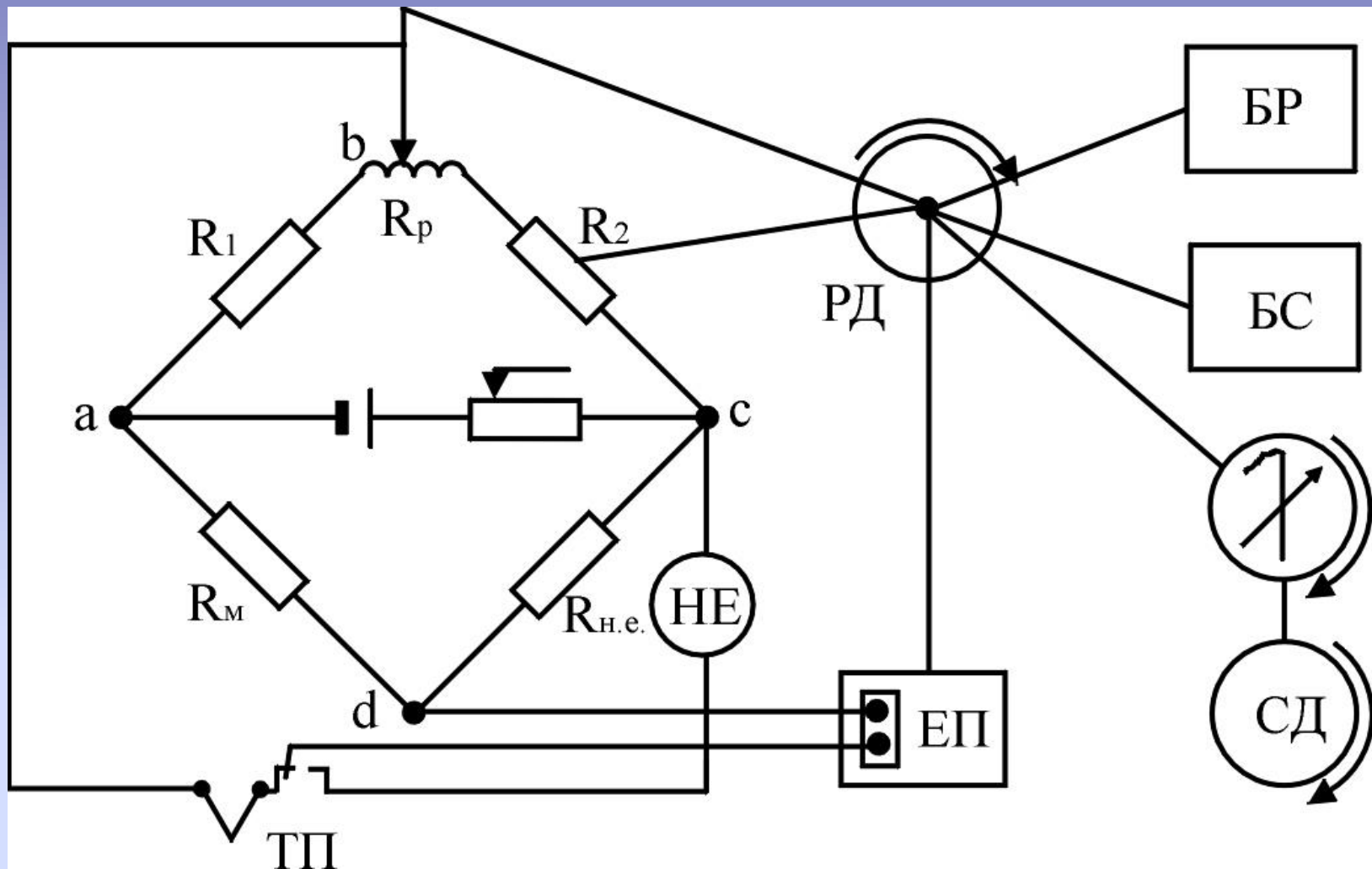
Принципова схема компенсаційного методу виміру:
1 – термопара; 2 – вимірювальний прилад;
3 – реохорд; 4 – джерело живлення

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

Пересуваючи рухливий контакт Д за умови, що $E_{ТП} < E_B$, можна знайти таке його положення, при якому струм у ланцюзі термопари буде дорівнювати 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.



Принципова схема електронного потенціометра:
 НЕ – нормальний елемент; РД – реверсивний двигун;
 БР – блок регулювання; БС – блок сигналізації

Автоматичний потенціометр:

Особливість: движок реохорда переміщується автоматично.

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.



Питання 3. Багатоточкові мости та
потенціометри

При вимірі в двох, трьох і більше точках можуть бути застосовані кілька одноточкових приладів. Це здорожує технологічну установку, ускладнює обслуговування й зіставлення результатів.

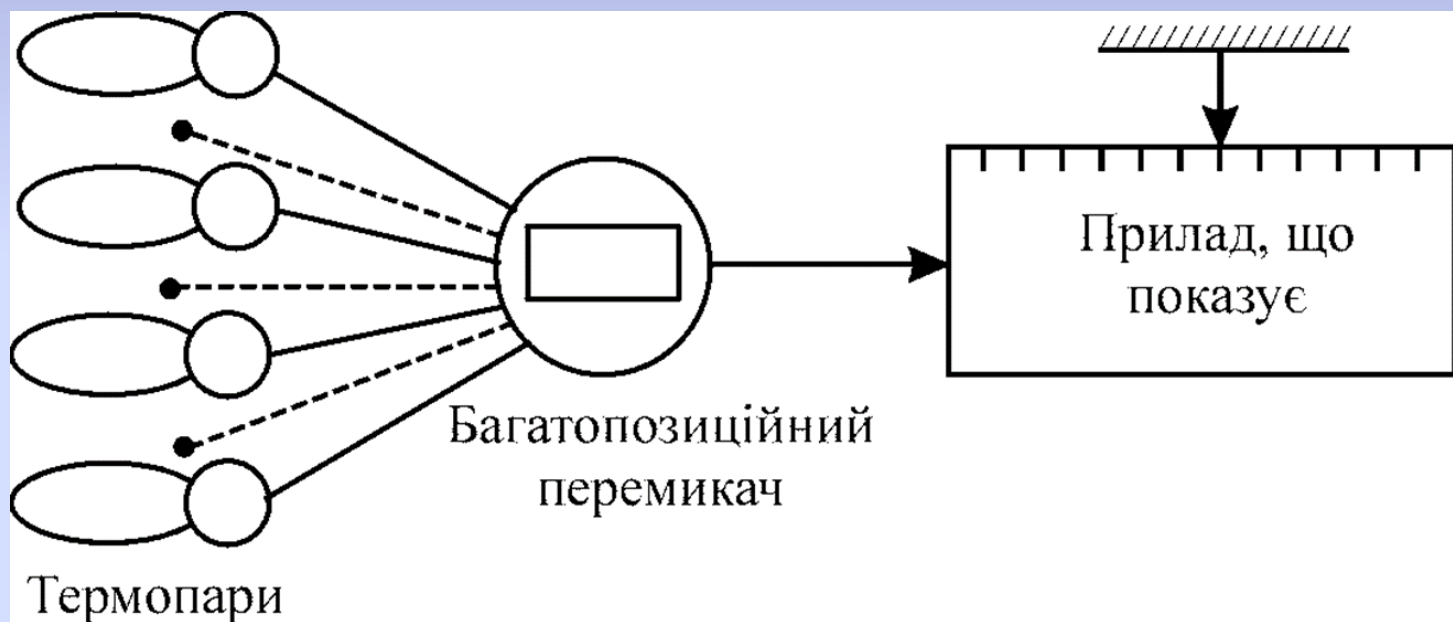
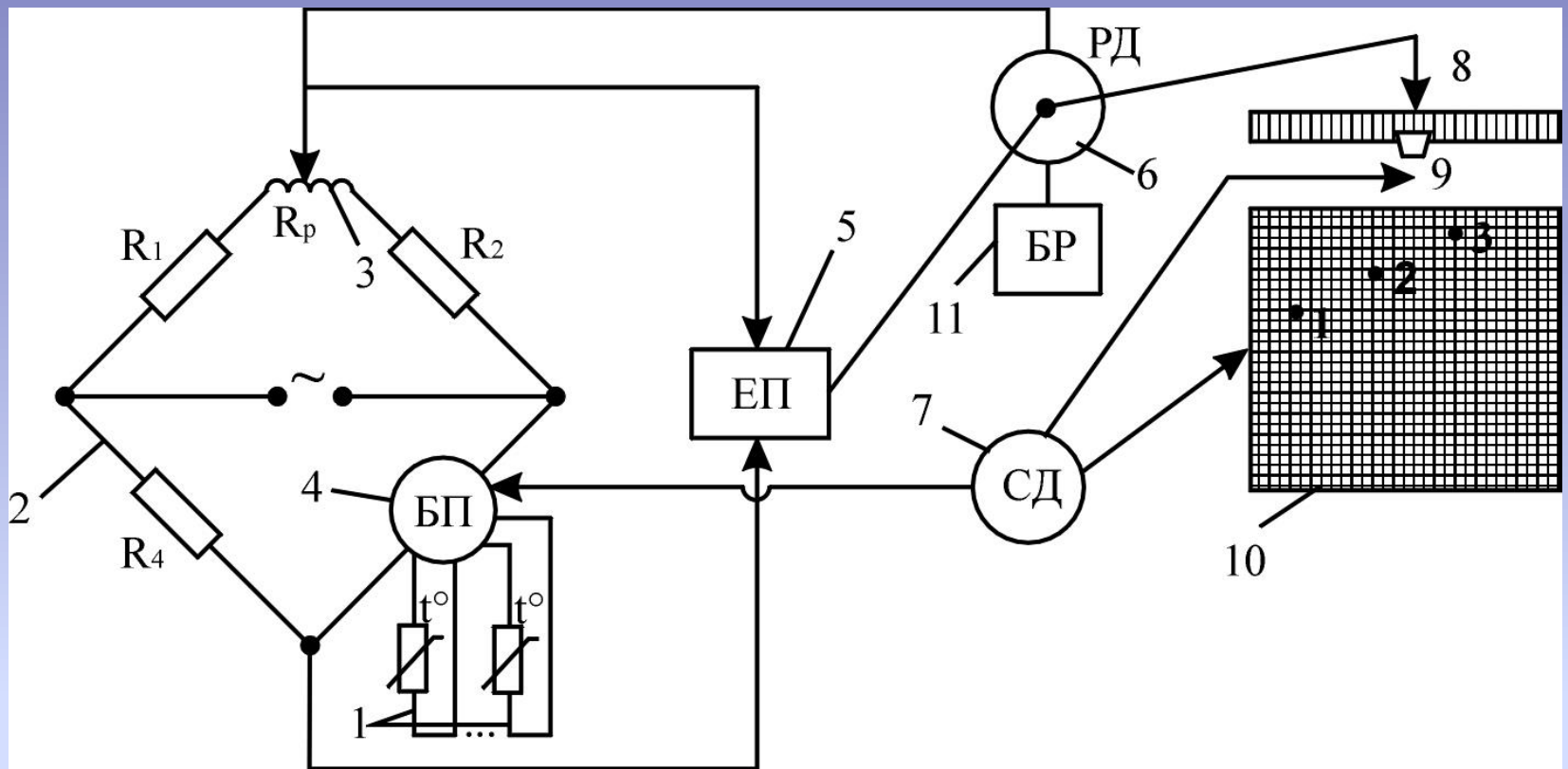


Схема системи автоматичного контролю опитувального типу



Принципова схема багатоточкового електронного автоматичного моста:

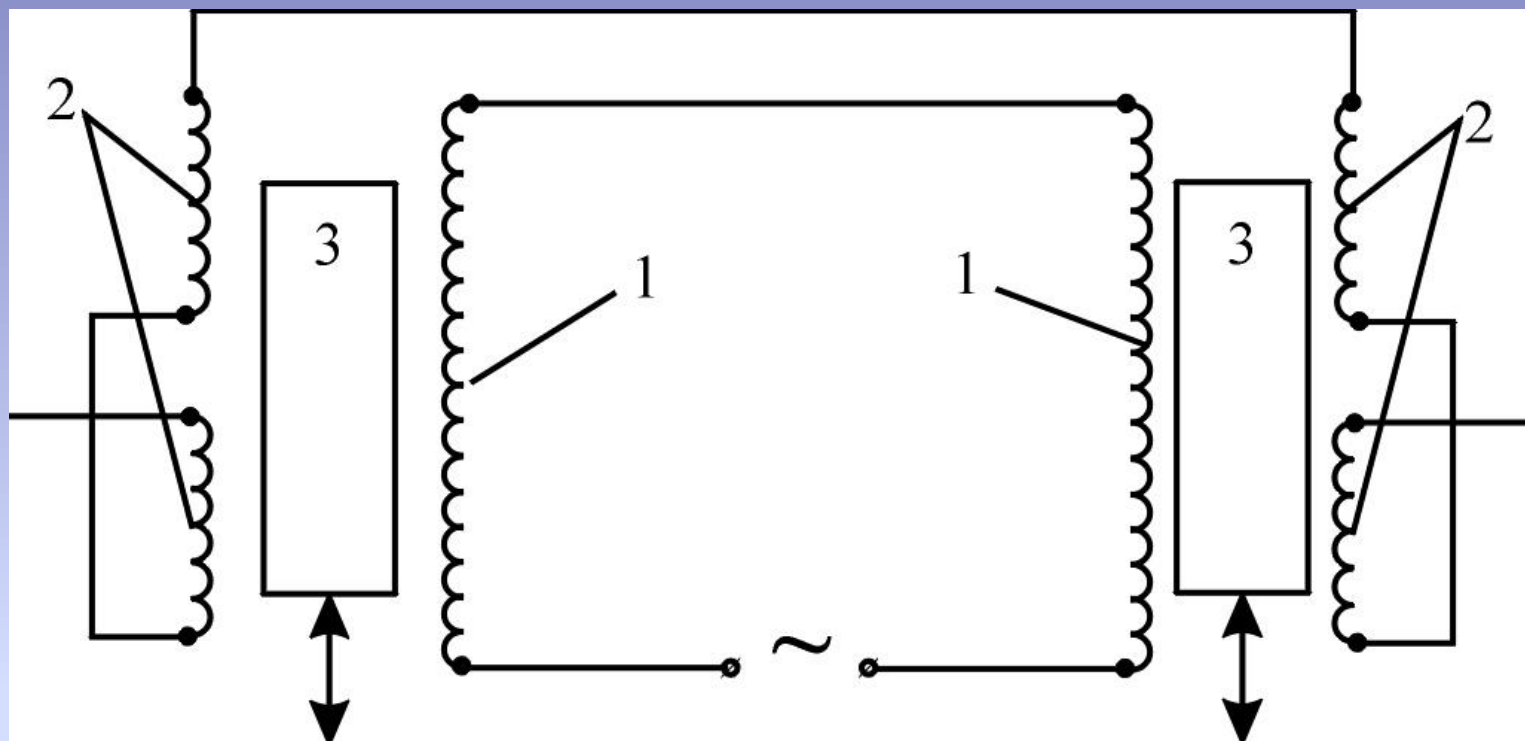
1 – термометр опору; 2 – вимірювальний міст; 3 – реохорд;
 4 – багатопозиційний перемикач; 5 – електронний підсилювач; 6 –
 – реверсивний двигун; 7 – синхронний двигун; 8 – шкала відліку;
 9 – друкуюча каретка; 10 – діаграмна стрічка

Питання 4. Електронні диференційно-трансформаторні прилади

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

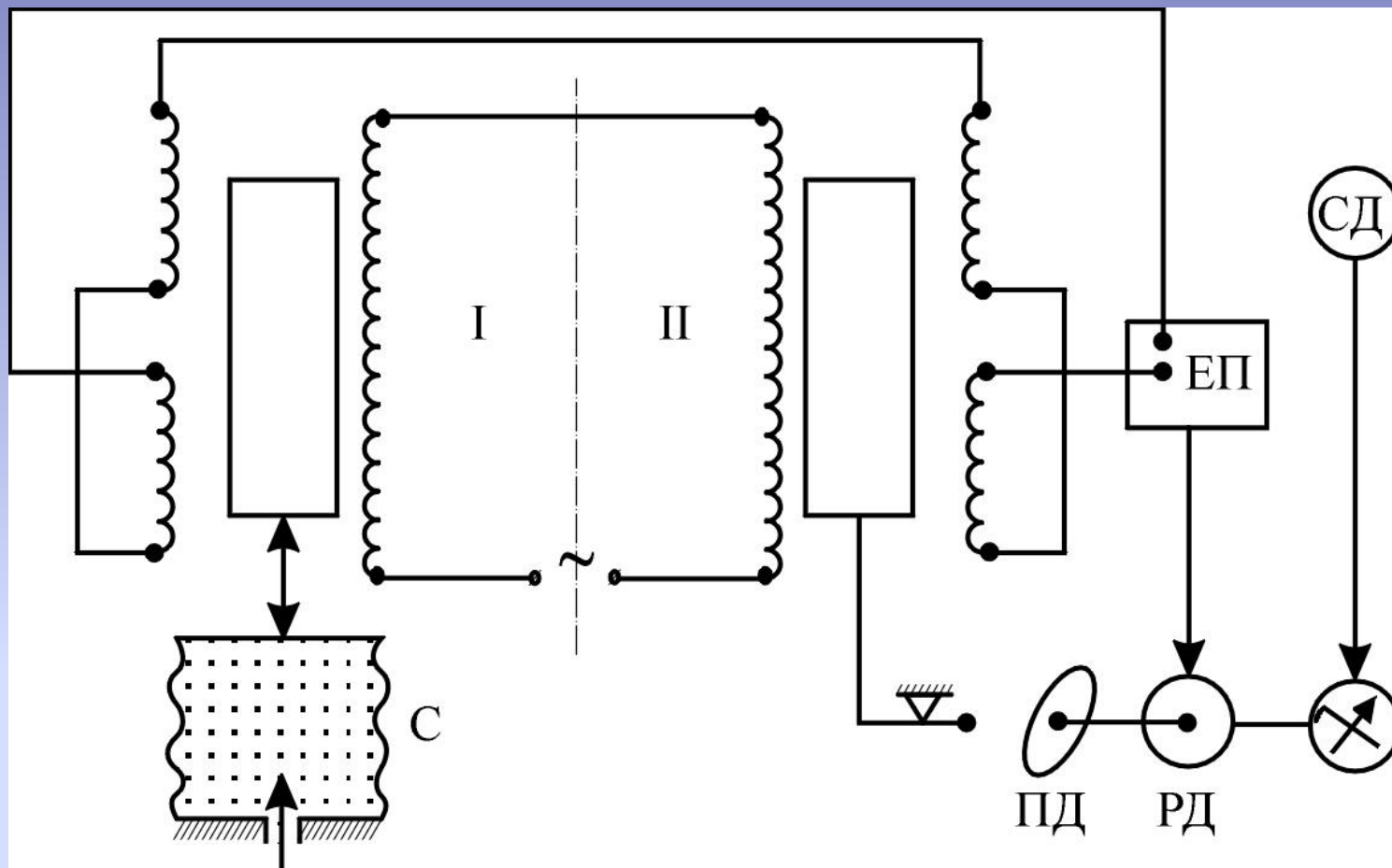
Зміна параметрів перетворюється за допомогою чутливих елементів (мембран, сильфонів, дифманометрів, поплавків та ін.) на лінійне переміщення.

Працюють у комплекті з індукційним датчиком, що забезпечує перетворення неелектричної величини на електричну.



Індукційна схема виміру:

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



Принципова схема електронного приладу з індукційною схемою:

С – сильфон; ПД – профільований диск;

РД – реверсивний двигун; СД — синхронний двигун

Завдання на самопідготовку

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