

Основи побудови та застосування БМА

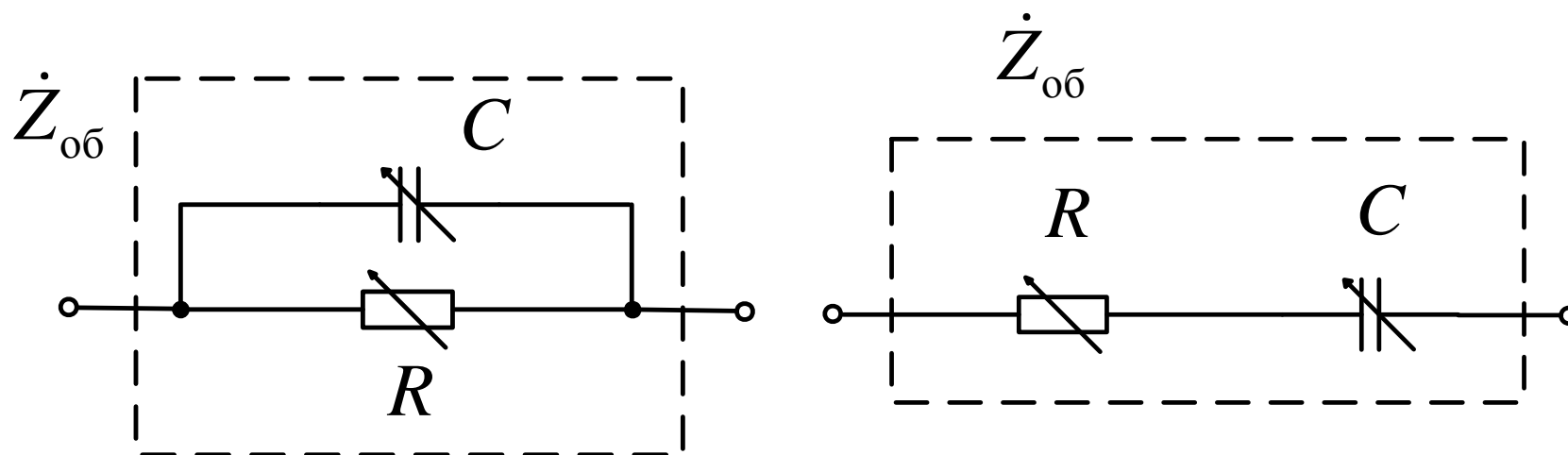
Мостові та потенціометричні схеми у реографії

Загальні положення

Традиційними перетворювачами опір-напруга у реографії є:

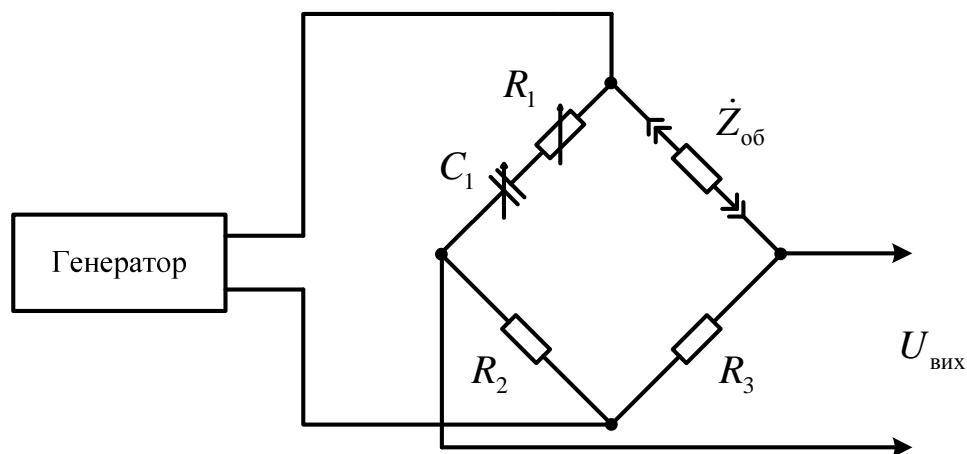
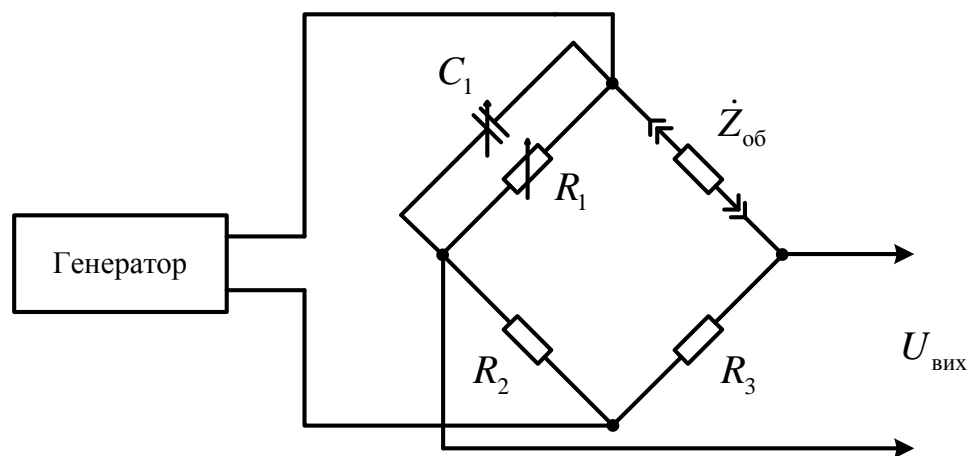
- мостові схеми;
- потенціометричні схеми.

Доведено, що вимірювані у реографії опори є комплексними, причому реактивна складова має ємнісний характер. Звідси впливають еквівалентні електричні схеми досліджуваних ділянок живої тканини – рисунок.



Еквівалентні схеми живої тканини, використовувані у реографії

Загальні положення



Проте для збільшення вихідної напруги у таких схемах потрібно збільшувати амплітуду коливань генератора, що призводить до **збільшення зондуючого струму, що не завжди прийнятно.**

Регламентация зондующего струму

Густина зондующого струму:

$$j = \frac{i}{S}, \frac{\text{мА}}{\text{см}^2},$$

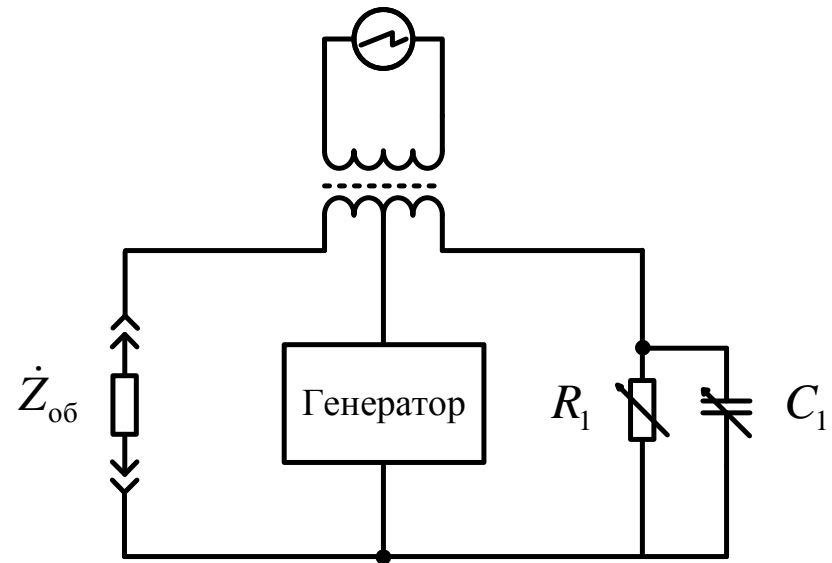
i - амплітуда зондующого струму, мА;

S - контактна площа електрода, см².

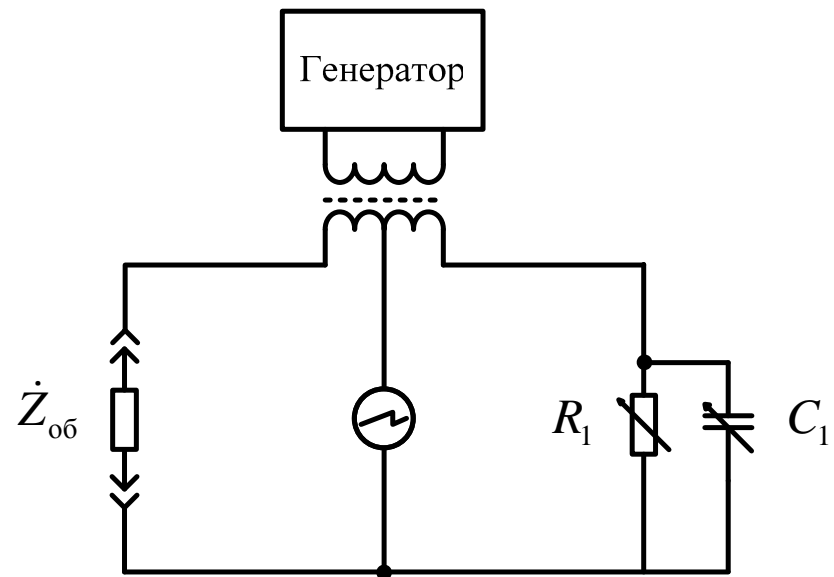
Частота зондующого струму	Максимальные значения густини зондующого струму, мА/см ²
до сотень Гц	0,3...0,5
≤ 30...40 кГц	1...2
80...100 кГц	2,5...3
~ 200 кГц	5...8

Способи збільшення чутливості мостових схем

З трансформаторним виходом

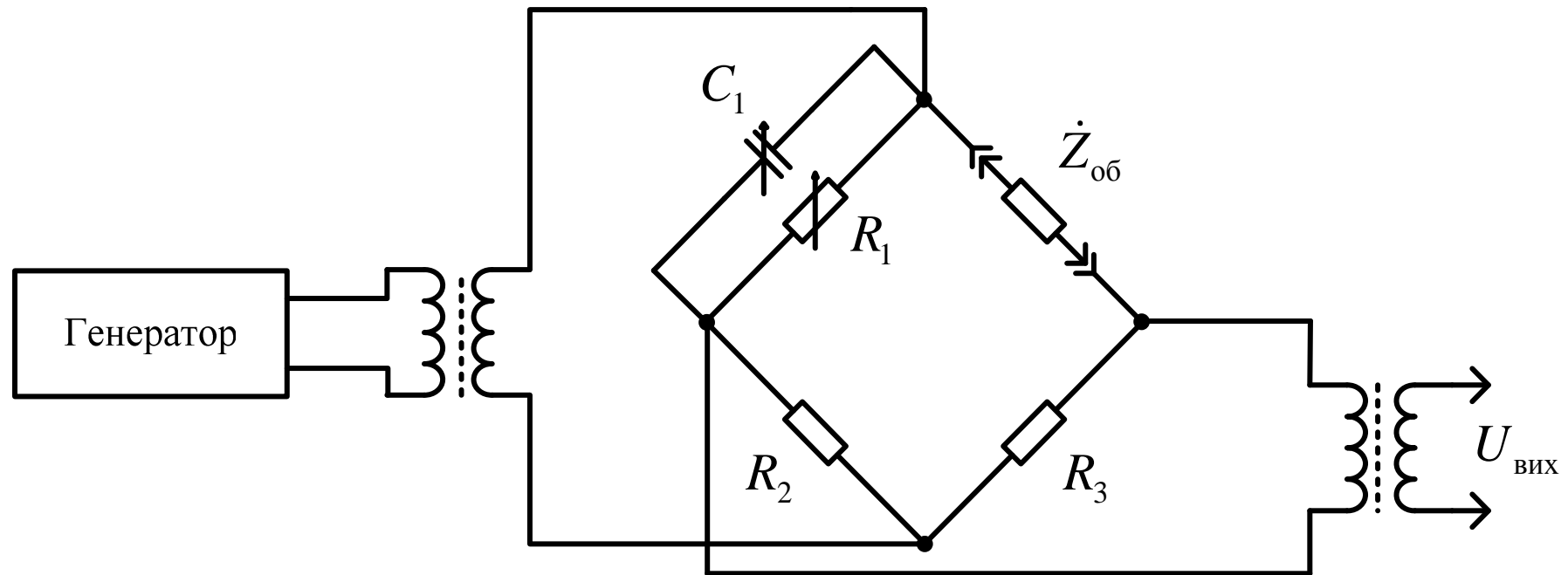


З трансформаторним підключенням
напруги генератора зондуючого струму



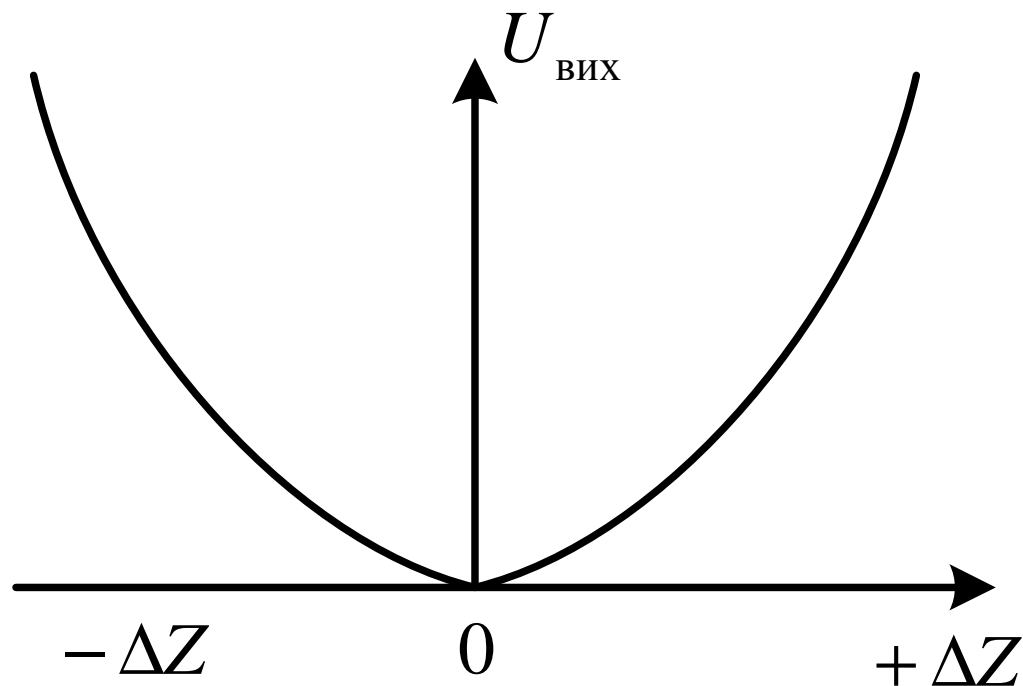
Способи збільшення чутливості мостових схем

Можна використати трансформатор для електроізоляції пацієнта по постійному струму від кіл живлення – рисунок.



Про особливості характеристики перетворення мостової схеми

Мостова схема (див. рисунки на слайді 3), нечутлива до зміни значення опору відносно точки балансу – орієнтовно так як показано на рисунку.



У підсумку потрібен або фазочутливий індикатор (складно та дорого), або інший елемент, який відчує знак відхилення опору (бажано простіше та дешевше).

Про особливості характеристики перетворення мостової схеми

Такими фазочутливими елементами у даній задачі можуть бути:

- кільцевий діодний детектор.
- фазовий детектор.

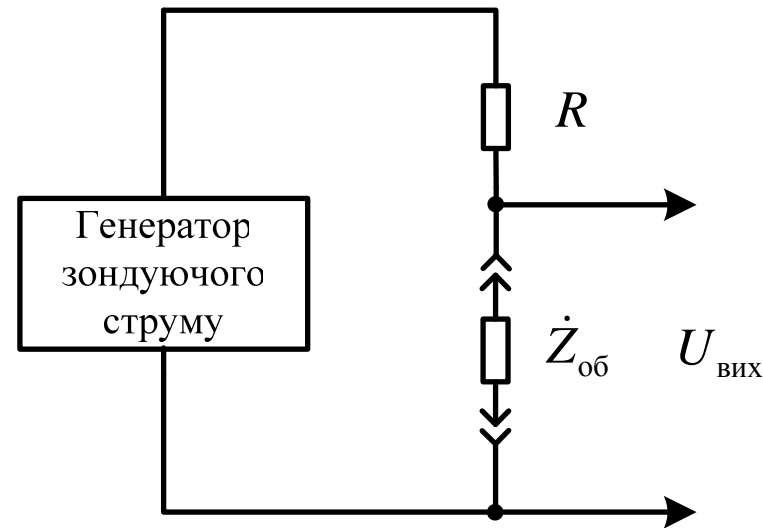
Перевагою кільцевого діодного детектора є лінійність характеристики перетворення в області точки балансу мосту, розширення діапазону лінійного перетворення та спрощення балансування (одним резистором). Недоліком є спотворення форми реоплетизмограми при малих значеннях амплітуди зондуючого струму (діоди детектора виходять на квадратичну ділянку ВАХ). Як компромісне рішення – використання трансформатора разом з кільцевим діодним детектором.

На виході ж фазового детектора є напруга, пропорційна зсуву фаз при проходженні змінного струму через діагностовану ділянку, у якої є реактивна складова опору. Джерелом опорної фази виступає генератор зондуючого струму.

Якщо різниця фаз дорівнює нулю, вихідна напруга детектора пропорційна активній складовій імпедансу, якщо ж ця початкова різниця фаз становить 90 градусів, то подальша зміна різниці фаз спричинить появу на виході цього детектора напруги, пропорційної до ємнісної складової імпедансу об'єкта.

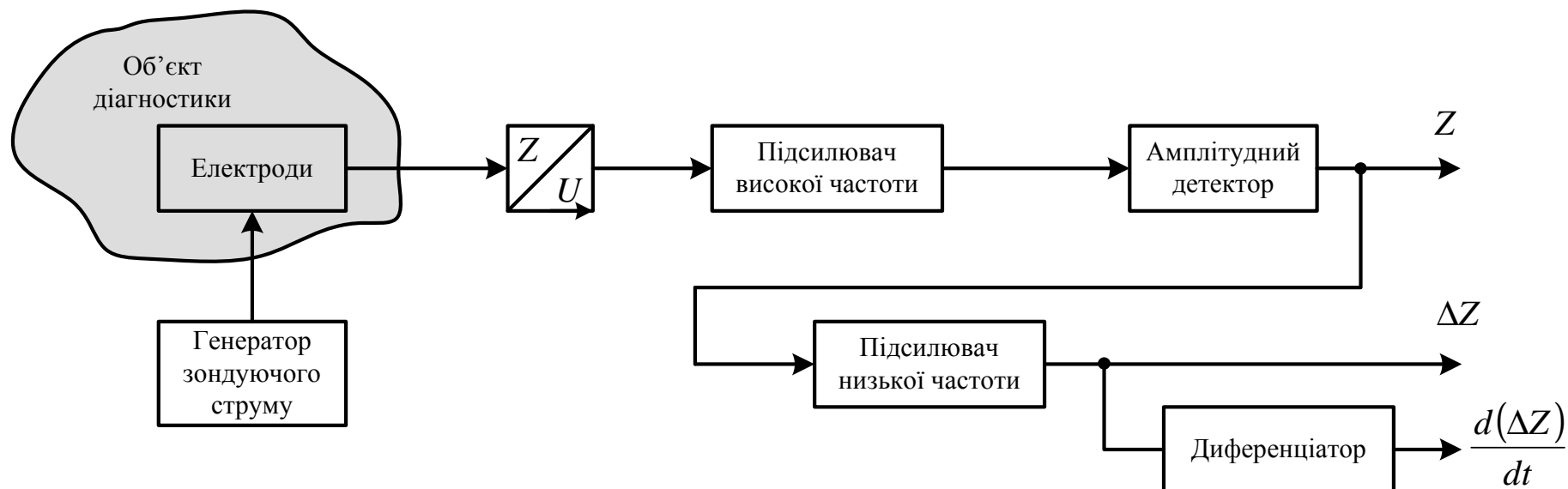
Потенціометричні перетворювачі у реографії

Мостові схеми потребують ретельного балансування, тому автоматизація вимірювання та реєстрації реограм (реоплетизмограм) хоч і можлива, проте складнувата. Як можливий варіант – використання потенціометричних перетворювачів (рисунок).



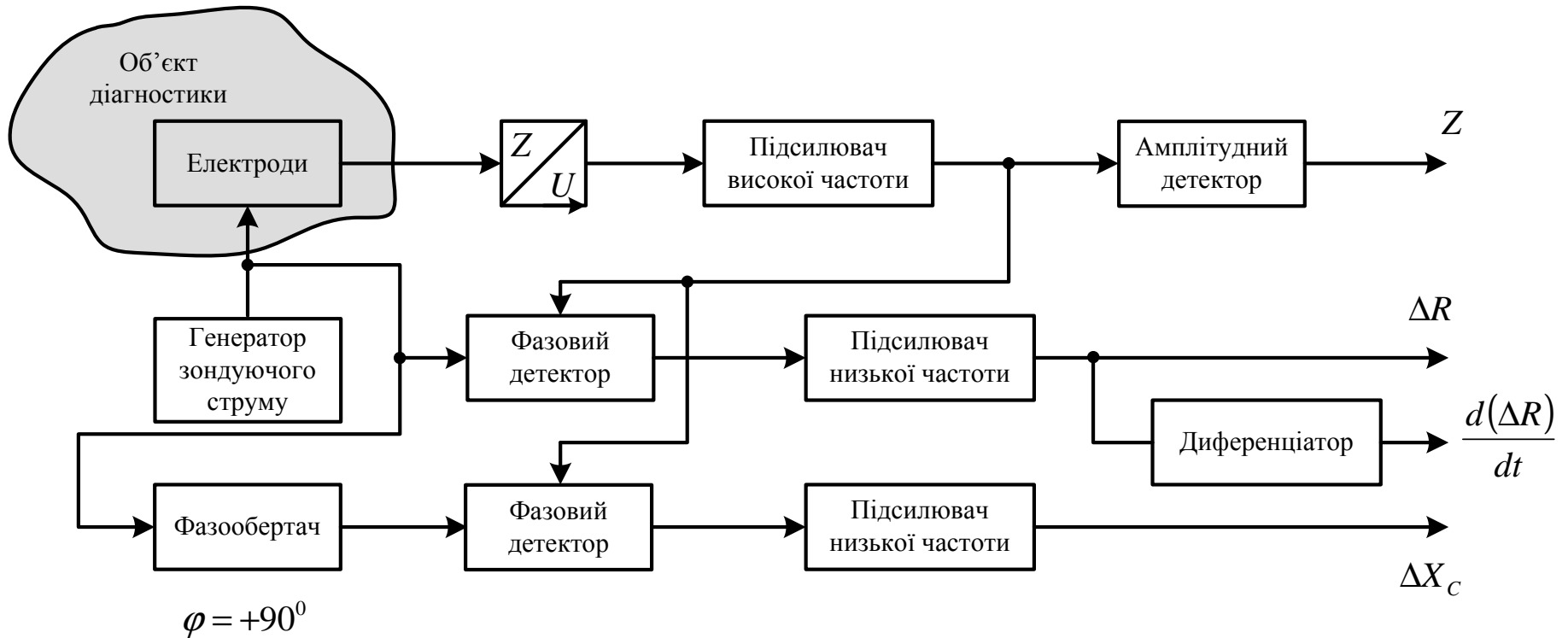
Якщо виконати умову $R \gg |\dot{Z}_{\text{об}}|$, то струм у колі цих резисторів стабілізується і його можна вважати незалежним від імпедансу об'єкта. В результаті схема вестиме себе як амплітудний модулятор, а на її виході буде АМ коливання, амплітуда обвідної якого пропорційна зміні імпедансу.

Потенціометричні перетворювачі у реографії



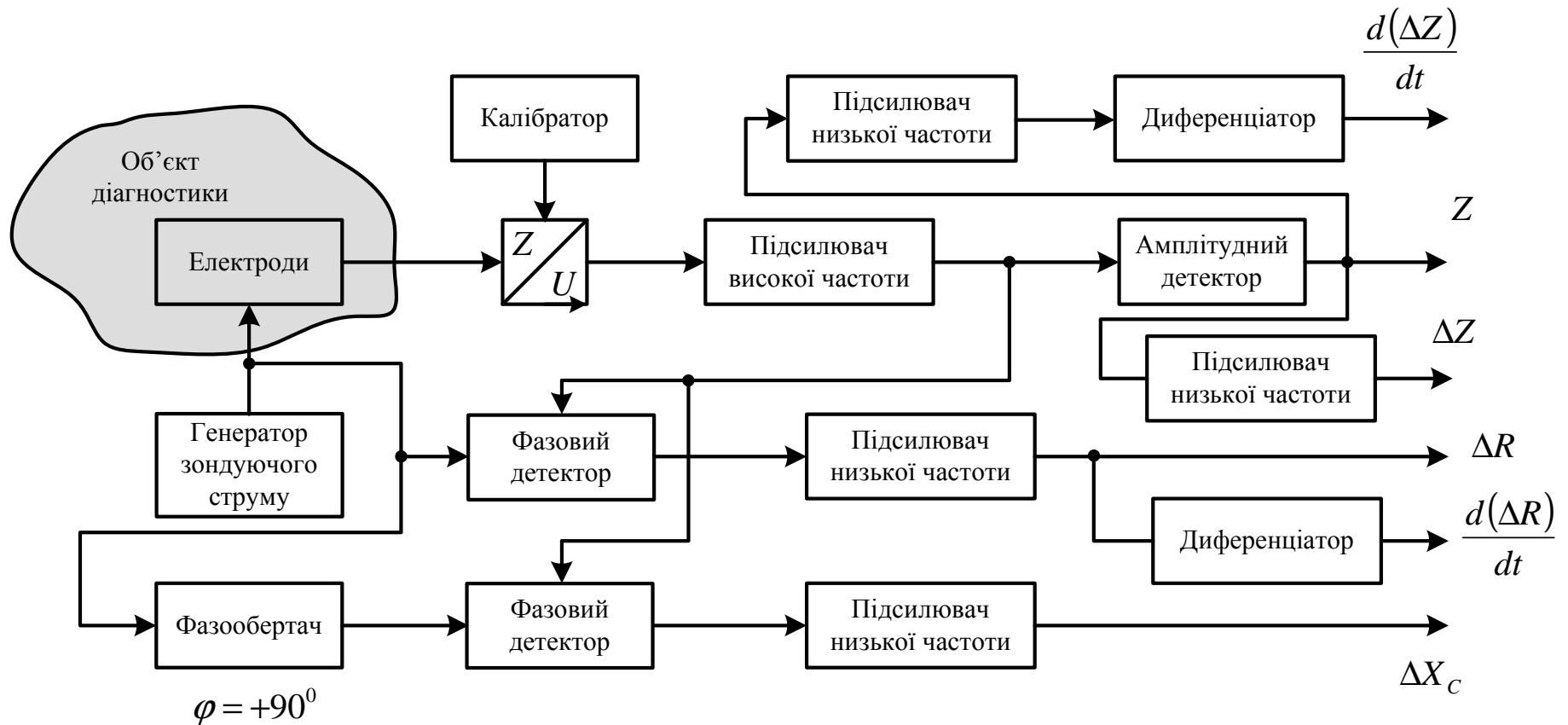
Приклад структурної схеми реографа з використанням потенціометричного перетворювача

Потенціометричні перетворювачі у реографії



Приклад структурної схеми реографа з використанням потенціометричного перетворювача

Потенціометричні перетворювачі у реографії



Приклад структурної схеми реографа з використанням потенціометричного перетворювача

Калібрування реограм (реоплетизмограм)

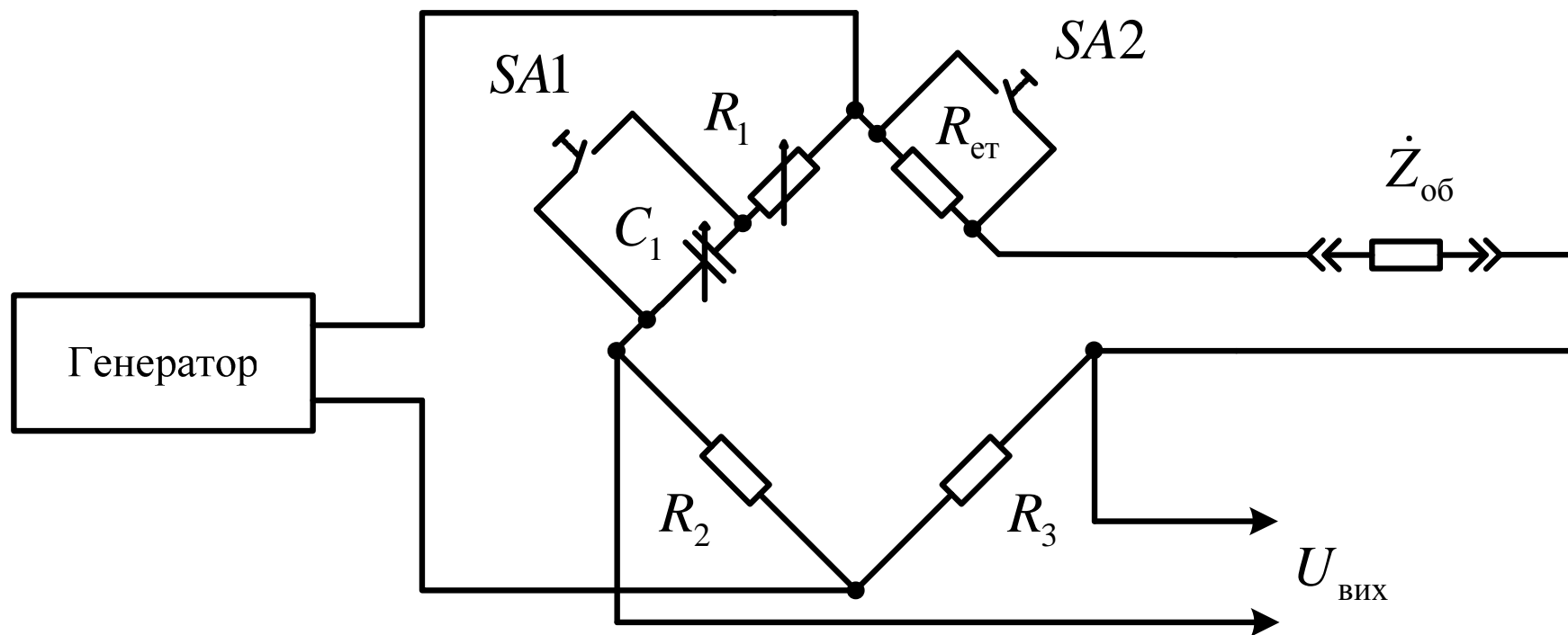
По горизонтальній вісі реограми (реоплетизмограми) маємо час, по вертикальній – імпеданс. Точність вимірювання цього імпедансу пов'язана з калібруванням реограми (реоплетизмограми). Це впливає з методу порівняння з мірою: для того, щоб виміряти будь-яку величину, значення цієї величини потрібно порівняти з відомим значенням (пригадайте методику калібрування електрокардіограми!).

Метод калібрування реографів (реоплетизмографів) з мостовими перетворювачами: підключення еталонного резистора у те плече мосту, куди підключено імпеданс.

Метод калібрування реографів (реоплетизмографів) з потенціометричними перетворювачами: по суті, такий самий, як і для мостових схем.

Для калібрування імпедансу використовують еталонні постійні резистори з опорамі від одиниць до кількох десятків Ом (залежно від опору досліджуваної ділянки). Калібрування приросту імпедансу використовують еталонні постійні резистори з опорамі 0,05; 0,1; 0,25; 0,5 чи 1 Ом.

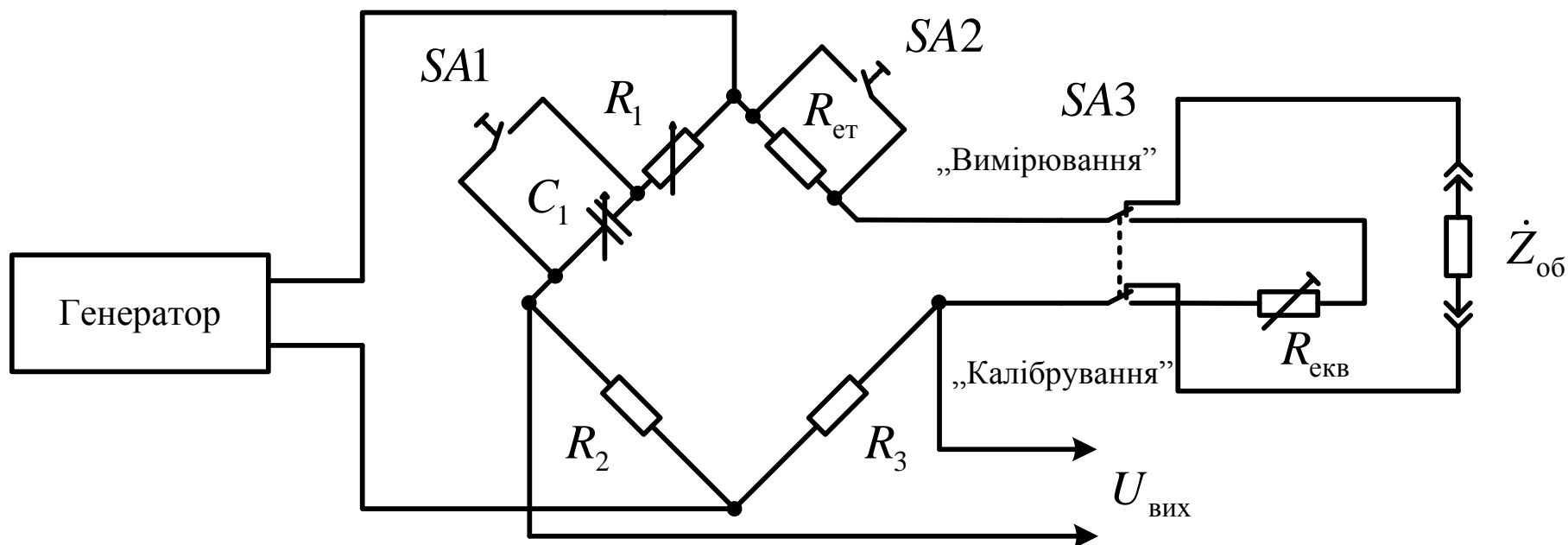
Калібрування реограм (реоплетизмограм)



Алгоритм калібрування: натискають кнопки SA1, SA2.

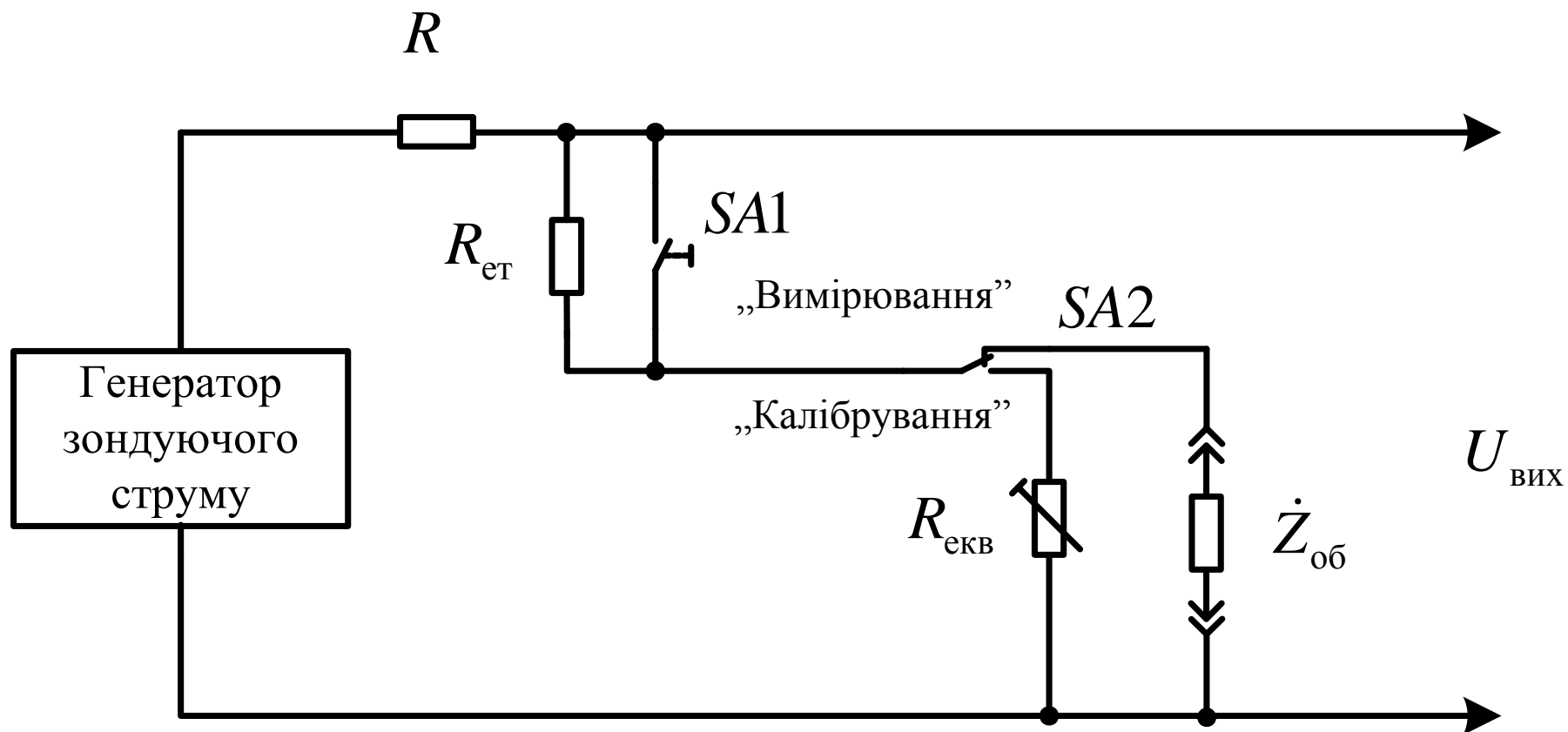
Але при цьому буде записано опір калібрування у сумі зі значенням імпедансу об'єкта. Очевидно, що використовувати такий варіант на практиці недоцільно.

Калібрування реограм (реоплетизмограм)



Алгоритм калібрування: відключають об'єкт (перемикач SA_3 переводять у положення "Калібрування"), після чого балансують міст резистором-еквівалентом $R_{екв}$. Після цього натискають кнопки SA_1 , SA_2 – сигнал калібрування буде записано якраз на ділянці ізоляції.

Калібрування реограм (реоплетизмограм)



Алгоритм калібрування: відключають об’єкт (перемикач $SA2$ переводять у положення “Калібрування”). Після цього натискають кнопку $SA1$ – на реограмі буде чітко видно зміну коефіцієнта амплітудної модуляції, значення якої і відповідатиме еталонному опору.