

Лабораторна робота №5

Випробування підсилювачів біопотенціалів

Мета роботи:

1. Контроль справності та технічних характеристик типового підсилювача біопотенціалів.
2. Отримання навичок роботи з вимірювальною апаратурою відповідного частотного діапазону.

1 Короткі теоретичні відомості

В медичних приладах використовується чимало різних типів підсилювачів, кожен з яких має своє специфічне призначення, в першу чергу це підсилювачі слабких біоелектричних потенціалів. Щодо елементної бази лідируючу позицію на сьогоднішній день зайняли підсилювачі, виконані на інтегральних мікросхемах.

Однією з основних характеристик підсилювач є коефіцієнт підсилення за напругою. Коефіцієнтом підсилення (за напругою) називають відношення напруги вихідного сигналу до напруги вхідного. Іншими словами це ступінь збільшення амплітуди вхідного сигналу.

Коефіцієнт підсилення підсилювачів, що використовуються у медичних РЕА, зазвичай лежить у межах 100...10000. У деяких підсилювачах передбачено регулювання підсилення або чутливості, що дозволяє підбирати потрібний коефіцієнт підсилення.

Необхідним елементом контролю справності підсилювача є його калібрування. Калібрування підсилювача – це регулювання підсилювача таким чином, щоб його вихідний сигнал відповідав заданому. У загальному випадку калібрування включає і регулювання коефіцієнта підсилення підсилювача.

Найпоширенішим типом підсилювача є *уніполярний підсилювач*. Він має одну вхідну, одну вихідну клеми та спільну опорну, яку часто називають „землею”. Такі підсилювачі зазвичай використовують для

підсилення відносно великих та вільних від електричних завад сигналів. Типовим є їхнє використання у медичній РЕА в якості проміжних чи кінцевих підсилювачів. Проте такі підсилювачі не підходять для підсилення малих напруг, які отримують ся з електродів для вимірювання біопотенціалів. Для підсилення таких потенціалів, та ще й за наявності електричних завад, використовують диференціальні підсилювачі. *Диференціальний підсилювач* (рисунок 5.2) має три клеми, одна з яких є опорною для двох інших. Один вхідний сигнал

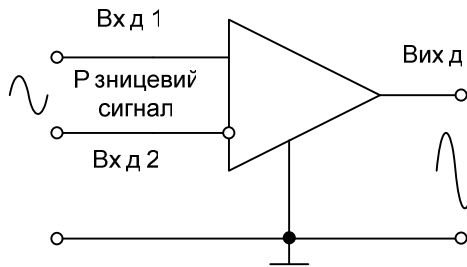


Рисунок 5.1 – Диференціальний підсилювач як підсилювач різницевого сигналу

можна прикласти між клемою 1 та опорною клемою, другий – між клемою 2 та опорною клемою. При цьому вихідний сигнал є підсиленою копією різниці двох вхідних сигналів, що власне і відображено у назві „диференціальний”.

Якщо потрібно підсилити напругу (різницю потенціалів) між двома ЕКГ електродами (рисунок 5.2), то електроди А та В підключено до клем 1 і 2 підсилювача відповідно. Третій електрод на носі пацієнта є опорним і підключається до опорної клеми підсилювача. Сигнал, що з’являється між електродом А та опорним, подається на вхід 1, сигнал, що з’являється між електродом В та опорним електродом, – на вхід 2. Проте вимірюваний сигнал ЕКГ є різницею потенціалів між електродами А та В. В силу того, що вихідний сигнал є підсиленою копією цієї різниці, в результаті

отримуємо підсилений вимірюваний сигнал. Проте кожен з двох ЕКГ електродів вловлює практично ідентичні напруги завад. При подачі їх

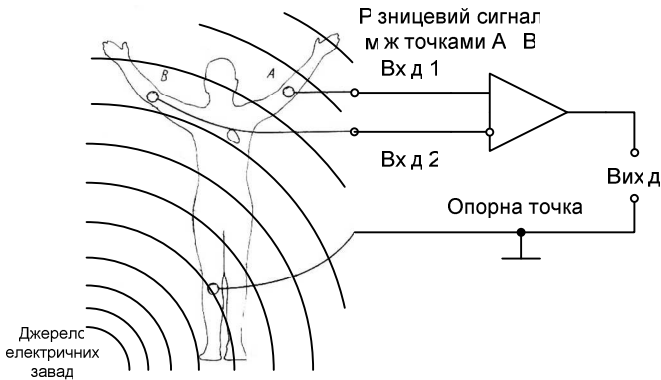


Рисунок 5.2 – Диференціальний підсилювач як підсилювач різницевого сигналу

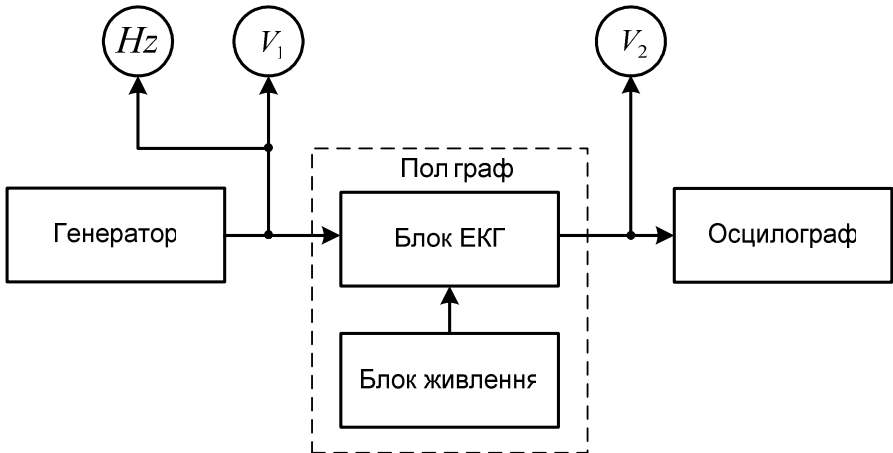
на два входи диференціального підсилювача підсилюється їхня різниця. А оскільки різниця двох майже ідентичних значень практично дорівнює нулю, то напруги завад віднімаються та підсилюється лише корисний сигнал (напруга між електродами А та В), хоча при цьому напруги завад на окремих входах можуть бути значно більші за напругу корисного сигналу. Якщо ж два ЕКГ електрода просто підключити до входу та до опорної точки уніполярного підсилювача, то і сигнал ЕКГ та напруга завади будуть підсилюватись одночасно. І якщо завада буде більша за корисний сигнал ЕКГ, то останній буде просто втрачено.

Ще одним видом підсилювачів є розв'язуючий підсилювач (повторювач напруги). Його основним призначенням є ізоляція його вхідних контактів від землі чи від будь-якого можливого джерела небажаних струмів. Такі підсилювачі мають одиничний коефіцієнт підсилення, тобто його вихідний сигнал такий самий, що і вхідний. В таких випадках для забезпечення потрібного підсилення потрібен

додатковий підсилювач. Інші розв'язуючі підсилювачі забезпечують деякий коефіцієнт підсилення, проте він рідко буває більший за 100.

2 Лабораторна установка

Структурну схему лабораторної установки зображено на рисунку 5.3.



Блок ЕКГ – блок електрокардіографічний

Рисунок 5.3 – Структурна схема лабораторної установки

3 Хід виконання роботи

3.1 Ознайомтесь з лабораторною установкою та підготуйте необхідні для роботи прилади.

3.2 Перевірте справність блоку ЕКГ. Для цього:

3.2.1 Отримайте на виході генератора сигнал типу меандр з амплітудою 0,5 В та частотою 20 Гц. Для контролю вказаних параметрів обов'язково використовуйте вольтметр V_1 та частотомір Hz .

3.2.2 Подайте цей сигнал на вхід досліджуваного блоку та виміряйте амплітуду вихідного сигналу.

3.2.3 Порівняйте отриманий результат з паспортними даними блоку. Якщо досліджуваний підсилювач справний, переходьте до виконання п. 3.3, 3.4.

3.3 Виміряйте АЧХ блоку „по точках” в діапазоні його робочих частот $[f_{\min}; f_{\max}]$. Для цього:

3.3.1 Отримайте на виході генератора синусоїдальний сигнал з амплітудою 0,5 В.

3.3.2 Встановіть верхню робочу частоту блоку ЕКГ рівною 70 Гц.

3.3.3 Початкову частоту виставте рівною f_{\min} .

3.3.4 Подайте сигнал на вхід досліджуваного блоку. Виміряйте амплітуду вихідного сигналу. Отриманий результат занесіть до таблиці.

3.3.5 Збільште частоту коливань генератора на 10 Гц. Повторіть п. 3.3.4.

Примітка: частоту коливань генератора контролюйте за допомогою частотоміра Hz , а напругу коливань – вольтметром V_1 .

3.4 Змініть верхню робочу частоту блоку ЕКГ на 30 Гц. Повторіть п. 3.3. Отримані результати занесіть до таблиці.

4 Розрахункове завдання

Оцініть стрімкість спадання АЧХ досліджуваного підсилювача.

5 Вимоги до звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Коротке описання мети і методики проведення роботи.
2. Перелік використаних приладів.
3. Результати по п.3.2.
3. Таблиці результатів вимірювань по пп. 3.3, 3.4, графічне оформлення цих результатів.

Примітка: АЧХ на графіках має бути у напівлогарифмічному масштабі.

4. Розрахункове завдання.

5. Висновки.

6 Контрольні питання

1. Контрольовані параметри досліджуваного в роботі підсилювача, їхній фізичний зміст.

2. Який зв'язок між АЧХ та частотним коефіцієнтом передачі?

3. Що таке стрімкість спадання АЧХ?

4. Поясніть суть методу вимірювання АЧХ «по точках».

5. Назвіть основні джерела похибок методу вимірювання АЧХ «по точках».