

Практична робота №4

Тема: «Дослідження резонансної мостової схеми диференційного включення реактивних сенсорів медичних апаратів»

Мета роботи: вивчити характеристики та переваги резонансної мостової схеми підключення реактивних сенсорних елементів та особливості вибору режимів їх роботи.

4.1. Теоретичні відомості

Ємнісні та індуктивні сенсорні елементи знаходять широке застосування у вимірювачах легеневої вентиляції, вимірниках осциляцій, плетизмографах та інших апаратах. При цьому з метою підвищення чутливості та стабільності застосовується диференціальна схема включення двох сенсорних елементів; наприклад, $L1, L2$ або $C1, C2$.

Застосування резонансних ланцюгів у таких апаратах дозволяє підвищити їхню чутливість і схибленість.

Схема для моделювання індуктивних або ємнісних сенсорів $L1L2, C1C2$ показана на рис. 4.1

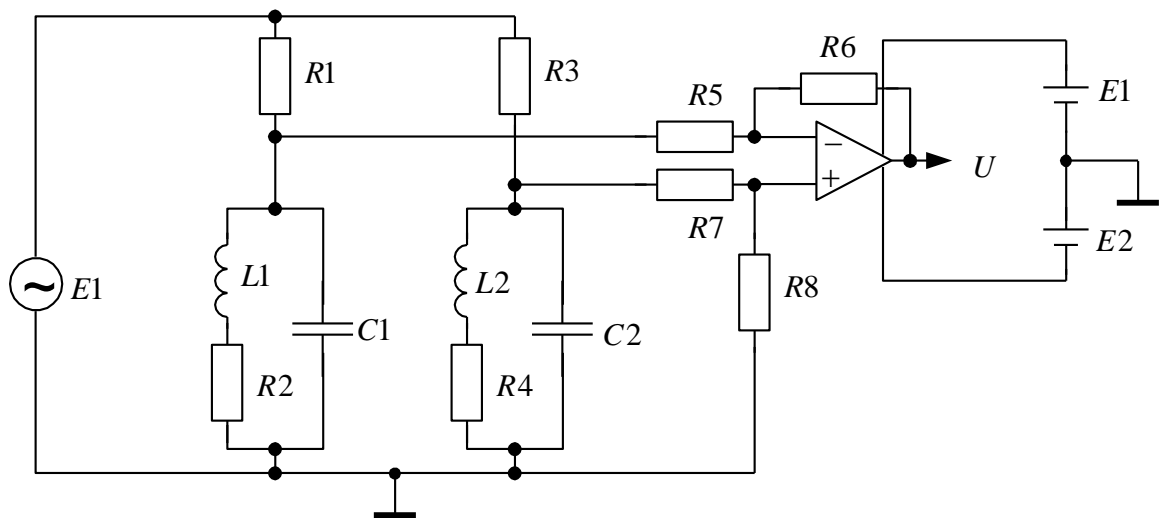


Рисунок 4.1 -Резонансна мостова схема

Контури $L1L2$ і $C1C2$ знаходяться в резонансі на частоті f_0 або мають

налаштування на близькі частоти f_1, f_2

$$f_1 = f_0 - \Delta f \qquad f_2 = f_0 + \Delta f \qquad (4.1)$$

При цьому опір будь-якого контуру сильно змінюється під впливом змін ΔC або ΔL сенсорів, одночасно змінюються напруги U_1, U_2 на контурах, рис. 3.2.

Вихідна напруга схеми визначається різницею цих напруг і становить:

$$U = \frac{R_6}{R_5} \cdot (U_2 - U_1) \qquad (4.2)$$

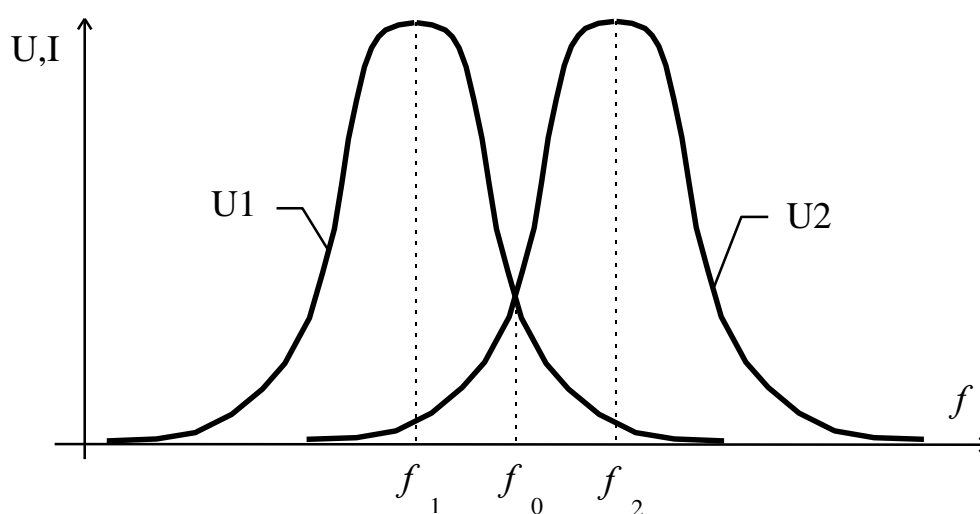


Рисунок 3.2 -Частотні характеристики контурів

При одночасному впливі сигналу на обидва сенсорні елементи $L1L2$ або $C1C2$ диференціальної схеми відбувається зсув АЧХ контурів у протилежних напрямках. Це призводить до переміщень точки перетину частотних характеристик та значних змін вихідної напруги.

1.2 Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему, показану на рис. 4.3 в програмному середовищі *Electronics Workbench*, *Every Circuit* (<https://everycircuit.com/app/>), *Falstad* (<https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html>), або іншому середовищі для побудови електричних схем.

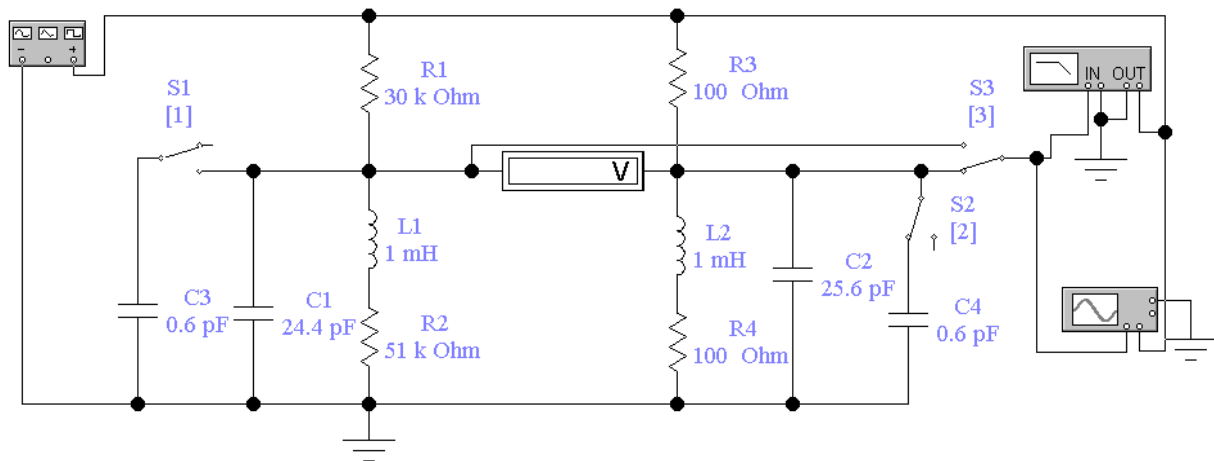


Рисунок 4.3 -Схема для проведення експерименту

Схема містить живильний функціональний генератор, що формує синусоїдальну напругу E . Резонансний міст містить два контури $L1C1$ та $L2C2$, а також резистори $R1R2$. Резистори $R3, R4$ включені для моделювання втрат контуру. Для аналізу впливу зміни ΔC сенсорних елементів включені додаткові ємності $C3$ та $C4$, які підключаються тумблерами $S1$ та $S2$.

Розмір розбалансу моста вимірюється окремим вольтметром. Для спостереження форми сигналів та вимірювання частотних характеристик передбачені ІЧХ та осцилограф. Вони можуть підключатися до різних плечей моста за допомогою перемикача $S3$.

2. Встановити такі значення параметрів: $L1 = L2 = 1\text{мГн}$, $C1 = 24,4\text{нФ}$, $C2 = 25,6\text{нФ}$, $C3 = C4 = 0,6\text{нФ}$, $R1 = R2 = 51\text{кОм}$. Опір втрат контурів вибрати $R3 = R4 = 100\text{Ом}$. Викликати панель функціонального генератора і встановити синусоїдальну форму напруги живлення E з частотою $f = 1\text{МГц}$ і напругою $E = 10\text{В}$. В програмному середовищі MS Excel побудуйте графік залежності опору дроту від його температури.

3. Виміряти частотні характеристики кожного з двох контурів за допомогою ІЧХ та перевірити їх взаємне накладення та перетин аналогічно рис. 3.2. Визначити середню частоту f_0 . Для цього перемикачем підключіть контури до входу ІЧХ. Тумблери $S1$ та $S2$ розімкнені.

4. Встановити на функціональному генераторі синусоїдальний сигнал напругою $E = 10V$ та виміряною вище середньою частотою f_0 , яка становитиме близько 1МГц. Виміряти напругу розбалансу ΔU на виході моста.
5. Визначити чутливість ξ моста за зміни ємностей контурів ΔC . Для цього вимірювати напругу розбалансу ΔU , включаючи тумблерами $S1$ і $S2$ додаткові ємності $C3, C4$.
6. Виміряти чутливість схеми при диференціальному побудові ємнісного сенсора, як у одному контурі ємність збільшується, а іншому зменшується. Для цього ємність $C3$ підключити, а $C4$ вимкнути. Виміряти напругу розбалансу. Потім навпаки підключити $C4$, відключивши $C3$. Виміряти нове значення напруги розбалансу моста та обчислити його зміну ΔU .
6. Дослідити вплив частоти f_0 сигналу генератора на вихідну напругу. Для цього повторити роботу за пунктом 5, але попередньо змінюючи частоту генератора в області 1МГц на кілька кГц досягти балансу моста.

4.3. Контрольні питання

1. Як впливає добротність контурів на чутливість?
2. Як підключити диференціальний ємнісний сенсор до мосту?
3. Як підключити диференціальний індуктивний сенсор до мосту?
4. Які переваги та недоліки має схема резонансного моста?
5. Як впливає робоча частота на габаритні параметри пристрою?