

Лабораторна робота № 4

Тема «Дослідження диференційної схеми підключення індуктивного сенсора осциляції»

Мета роботи: вивчити характеристики диференціальних індуктивних сенсорів та їх використання у медичних апаратах

4.1 Короткі теоретичні відомості

Диференціальні схеми підключення індуктивних сенсорів широко використовують у різних медичних апаратах. Типовим прикладом є прилад для автоматичного вимірювання артеріального тиску, який працює в комплекті з пережимною манжетною, що пневматично пов'язана з сенсором осциляцій. Сенсор виконаний у вигляді двох котушок, між якими розташований якір, пов'язаний із пластинчастою мембраною тиску. Вона пневматично пов'язана з сигнальною манжетною, рис 10.1 а.

При появі пульсових коливань тиску мембрана деформується і переміщає якір у такт із цими коливаннями.

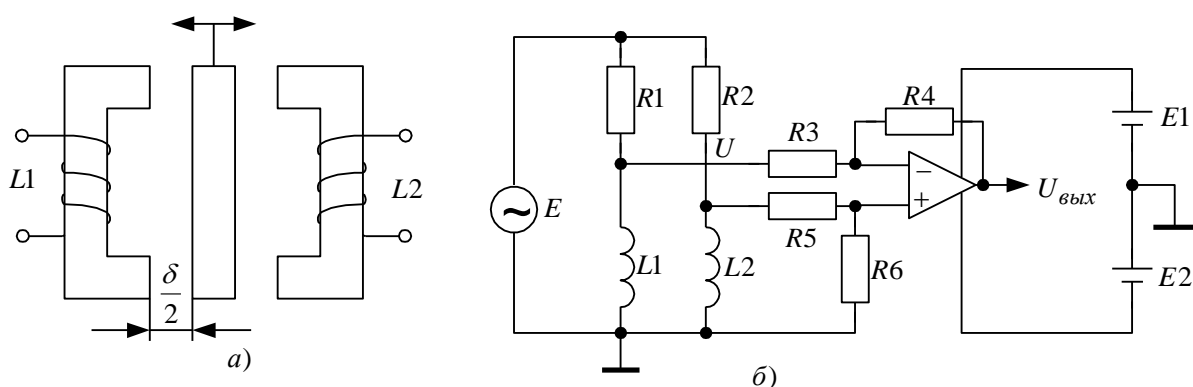


Рисунок 4.1 - Конструкція (а) та мостова схема підключення індуктивних сенсорів

При зміщенні сердечника або деталі індуктивність $L1$ однієї частини зменшується на ΔL , а друга індуктивність збільшується на ΔL міст виходить з балансу. Умовою балансу є співвідношення:

$$R1 \cdot \dot{Z}_2 = R2 \cdot \dot{Z}_1 \quad (4.1)$$

Комплексні опори індуктивностей $\dot{Z}_2 \dot{Z}_1$ мають модуль Z і фазу θ , що призводить до поділу формули 4.1 на два співвідношення: баланс амплітуди та баланс фаз.

З метою спрощення забезпечення балансу фаз використовують симетричну побудову моста.

Чутливість схеми ξ розраховується таким чином:

$$\xi = \frac{\Delta U}{\Delta L}, \quad \frac{B}{\Gamma_H} \quad (4.2)$$

Для того, щоб обчислити ΔU напруги на RL ланцюгах, необхідно врахувати вплив обох індуктивностей, із яких одна - зростає, інша - зменшується на величину ΔL :

$$\frac{\Delta U}{\Delta L} = 2 \cdot \omega \cdot \frac{R^2 + 2\omega^2 L^2}{(R^2 + \omega^2 L^2)^{3/2}}, \quad \frac{B}{\Gamma_H} \quad (4.3)$$

Тут $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ є частотою напруги живлення. Зміну індуктивності ΔL можна обчислити виходячи з розгляду конструкції сенсора.

При побудові мостів зазвичай вибирають:

$$R1 = R2 = R; \quad L1 = L2 = L; \quad \omega \cdot L \cong R \quad (4.4)$$

Індуктивні сенсори мають високу чутливість, вимірюючи переміщення до 0,001 мм. Однак їх характеристика має велику нелінійність та невеликий діапазон переміщень якоря.

4.2 Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему, показану на рис. 4.1 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. Схема містить міст з індуктивними сенсорами, що живиться напругою E . Для зміни індуктивностей $L1$, $L2$ введені додаткові індуктивності $L3, L4$ що визначають ΔL . Вони підключаються перемикачами $S1$ та $S2$ (клавішами 1 і 2). Для вимірювання напруги неузгодженості на виході моста застосовано вольтметр. Посилену напругу та напругу E можна спостерігати за

допомогою двоканального осцилографа. Для аналізу на різних частотах передбачено ІЧХ.

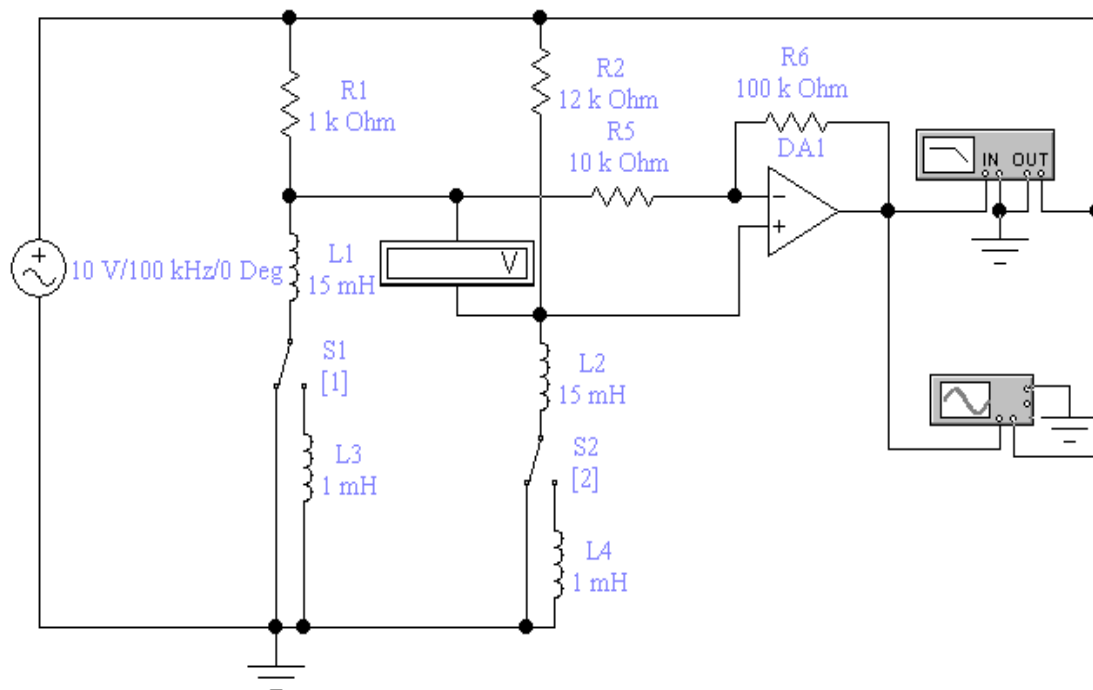


Рисунок 4.1 - Схема для проведення експерименту

2. Встановити напругу живлення $E = 10V$ із частотою 100 кГц. Прийняти $L1 = L2 = 15 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$, $L3 = L4 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$, $R5 = 10 \text{ кОм}$, $R6 = 100 \text{ кОм}$.
3. Вимкнути додаткові індуктивності $L3$ та $L4$. Переконайтесь, що міст у балансі, вимірюючи напругу неузгодженості по вольтметру. Спостерігати вихідну напругу на осцилографі.
4. Підключити $L3$. Викликати панель вимірювача частотних характеристик. Вимірювати напругу ΔU на вході підсилювача, вихідну напругу $U_{\text{вих}}$ та

фазовий зсув θ . У режимі аналізу встановити діапазон змін частоти від 10 до 100кГц. Напруги та відповідні фази θ записати в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 Значення напруги схеми

Частота, кГц	10	20	...	80	90	100
$\Delta U, \text{В}$						
$U_{\text{вих}}, \text{В}$						
θ						

5. Ввести розбаланс підключивши $L4$ та повторити аналіз за пунктом 4. Індуктивність $L3$ вимкнена.

4.3. Контрольні питання

1. Як розрахувати чутливість моста?
2. Як змінюється фаза напруги на плечах та виході моста?
3. Які переваги та недоліки має індуктивний сенсор?
4. Як впливає частота на роботу схеми?
5. Як виконується баланс фаз у схемі моста?