

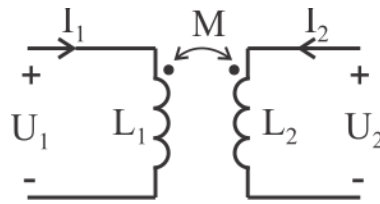
## ПРАКТИЧЕСКО УПРАЖНЕНИЕ 5

### Вериги с индуктивна връзка.

**Цел на упражнението:** Да се демонстрира предаването на енергия по индуктивен път и създаването на еквивалентна заместваща схема без индуктивна връзка.

#### 1. Въведение

Между две бобини съществува индуктивна връзка ако магнитното поле, създадено от едната, преминава през сечението на втората. Схематично магнитната връзка и наличието на взаимна индукция се обозначава както е показано на фиг. 1.



Фиг. 1.

Коефициентът на взаимна индукция  $M$ , между две бобини  $L_1$  и  $L_2$  се определя с:

$$M = k \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

където  $k$  е коефициентът на взаимна връзка, приемащ стойности от 0 (когато бобините не са индуктивно свързани) до 1 (за идеално свързани бобини). В реални ситуации коефициентът на взаимна връзка е винаги по-малък от 1.

Ако през бобина  $L_1$  тече променлив ток, падът на напрежение дължащ се на самоиндукция е:

$$u_{L1} = L_1 \cdot \frac{di_1}{dt}$$

Индуцираното напрежение в бобината  $L_2$  е:

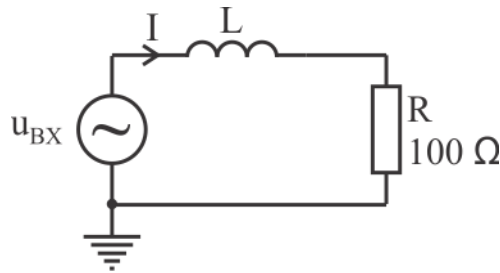
$$u_M = M \cdot \frac{di_1}{dt}$$

В случай на синусоидални токове и напрежения горните зависимости могат да се представят в комплексен вид:

$$\dot{U}_{L1} = j\omega L_1 \cdot \dot{I}_1 \qquad \dot{U}_M = j\omega M \cdot \dot{I}_1$$

## 2. Задачи за изпълнение

**Задача 1.** Да се определят индуктивностите на двете бобини.



Фиг. 2.

**Стъпка 1.** Да се свърже схемата от фиг. 2 използвайки едната бобина. С помощта на осцилоскопа да се наблюдават напреженията върху източника  $u_{BX}(t)$  и върху резистора  $u_R(t)$ .

**Стъпка 2.** Да се захрани схемата от функционалния генератор със синусоидално напрежение с амплитуда  $U_{BX} = 6 V$  и честота  $f = 80 kHz$ .

**Стъпка 3.** Да се отчетат амплитудите на падовете  $U_{BX}$  и  $U_R$ .

**Стъпка 4.** Да се определи амплитудата на напрежението на бобината:

$$U_L = \sqrt{U_{BX}^2 - U_R^2}$$

**Стъпка 5.** Да се определи амплитудата на тока съгласно закона на Ом:

$$I = \frac{U_R}{R}$$

**Стъпка 6.** Да се определи индуктивното съпротивление на бобината:

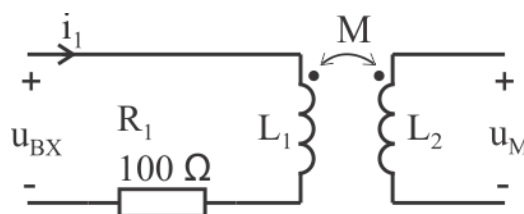
$$X_L \cdot I = U_L \quad \Rightarrow \quad X_L = \frac{U_L}{I}$$

**Стъпка 7.** Да се определи индуктивността на бобината.

$$X_L = \omega L \quad \Rightarrow \quad L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

**Стъпка 8.** Да се повторят стъпки 1-7 за втората бобина.

**Задача 2.** Да се определи коефициентът на взаимна индукция  $M$  между двете бобини от задача 1, ако те са плътно долепени една върху друга.



Фиг. 3.

**Стъпка 1.** Да се свърже схемата от фиг. 3 върху учебната платка и да се захрани от функционалния генератор със синусоидално напрежение с амплитуда  $U_{BX} = 6 V$  и честота  $f = 80 kHz$ .

**Стъпка 2.** Едната сонда на осцилоскопа да се свърже към източника  $u_{BX}$ , а втората към резистор  $R_1$ . Да се отчетат амплитудите  $U_{BX}$  и  $U_{R1}$ .

**Стъпка 3.** Втората сонда на осцилоскопа да се свърже към бобина  $L_2$  и да се отчете амплитудата на напрежението от взаимна индукция  $U_M$ .

**Стъпка 4.** Да се определи токът в първичната верига по закона на Ом.

$$I_1 = \frac{U_{R1}}{R_1}$$

**Стъпка 5.** Да се определи съпротивлението от взаимна индукция:

$$U_M = I_1 \cdot X_M \rightarrow X_M = \frac{U_M}{I_1}$$

**Стъпка 6.** Да се определи коефициентът на взаимна индукция:

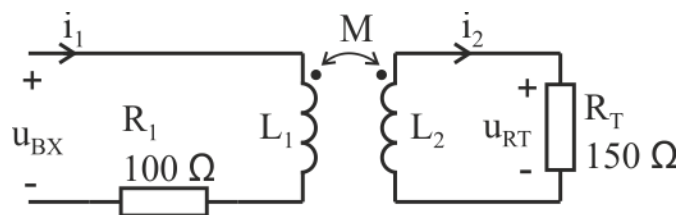
$$X_M = \omega \cdot M \rightarrow M = \frac{X_M}{\omega} = \frac{X_M}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

**Стъпка 7.** Да се определи коефициентът на връзка между бобините:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$$

**Стъпка 8.** Да се експериментира и наблюдава на осцилоскопа как се изменя индуцираното напрежение  $U_M$ , при промяна на разстоянието и взаимното разположение между бобините.

**Задача 3.** Да се определи амплитудата на тока през товара  $R_T$  експериментално и аналитично.



Фиг. 4.

**Стъпка 1.** Схемата от задача 2 да се натовари с резистор  $R_T = 150 \Omega$  (фиг. 4) и да се отчете амплитудата на напрежението върху товара  $U_{RT}$ .

**Стъпка 2.** Да се определи амплитудата на тока  $i_2(t)$  по закона на Ом:

$$I_2 = \frac{U_{RT}}{R_T}$$

**Стъпка 3 (за вкъщи).** Да се анализира схемата от фиг. 4 и да се определи токът  $I_2$  ако веригата е захранена със синусоидално напрежение с амплитуда  $U_{BX} = 6V$  и честота  $f = 80 kHz$ .

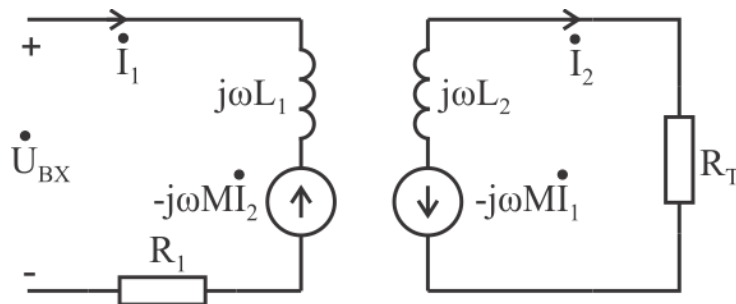
- Да се определят реактивните съпротивления на бобините и на взаимната индуктивност.

$$X_{L1} = \omega L_1 = \dots$$

$$X_{L2} = \omega L_2 = \dots$$

$$X_M = \omega M = \dots$$

- Да се състави еквивалентна заместваща схема без индуктивна връзка (фиг. 5) (приема се нулева начална фаза на източника  $\dot{U}_{BX}$ );



Фиг. 5.

- Да се запише система уравнения по законите на Кирхоф;
- Да се определи комплексният ток  $\dot{I}_2$ .

### 3. Въпроси

1. Какво показват коефициентът на взаимна индукция и коефициентът на връзка?
2. Как могат да бъдат определени коефициентите на взаимна индукция и връзка?
3. Как се изменя индуцираното напрежение, като се променя разстоянието и разположението между бобините?
4. Съвпадат ли експерименталните и аналитичните стойности от задача 3? Защо?
5. Променя ли се напрежението на вторичната намотка  $L_2$  след натоварване с резистор  $R_T$ ? Защо?