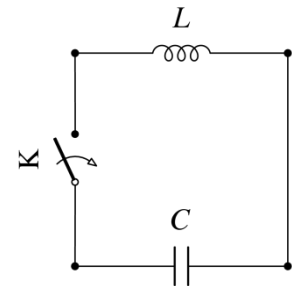


## ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЗАДАЧА

### Изследване на $LC$ трептящ кръг

#### Теоретична част

Трептящ  $LC$  кръг представлява електрическа верига с пренебрежимо малко омово съпротивление  $R$ , съставена от кондензатор с капацитет  $C$  и бобина с индуктивност  $L$  (виж фигурата). Такива вериги се използват в генератори на незатихващи трептения, в системи за обработка на сигнали, в комуникациите и други. Едно от най-разпространените им приложения е при радиопредавателите и радиоприемниците. Например, когато настройваме радиоприемник на желаната станция, променяме собствената (резонансната) честота на  $LC$  трептящ кръг, свързан с антената на приемника.



Ако в такъв трептящ кръг преди да затворим веригата, кондензаторът  $C$  е зареден до заряд  $q_0$ , след затваряне на веригата, през бобината  $L$  започва да протича ток и в нея се индуцира магнитно поле. Така електричната енергия на заредения кондензатор преминава в магнитна енергия на намотката, след което процесът се обръща и магнитната енергия на намотката преминава в електрична енергия на заредения кондензатор. Тъй като съпротивлението  $R$  на контура е нула, това периодично преобразуване на електрична в магнитна енергия и обратно може да продължи неограничено дълго време и в контура ще се наблюдават незатихващи електромагнитни трептения.

Може да се покаже, че собствената кръгова честота на незатихващите трептения в  $LC$  кръга се определя от израза:

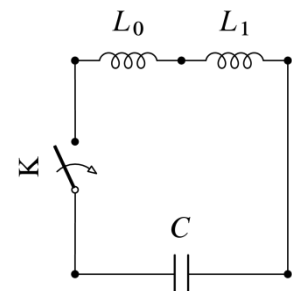
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}. \quad (1)$$

В един реален трептящ кръг обаче, винаги има и различно от нула омово съпротивление  $R$ , което се дължи на съпротивлението на свързващите проводници и това на намотката. При протичане на ток през  $R$ , част от електромагнитната енергия на системата се превръща в топлина и трептенията във веригата стават затихващи. В зависимост от стойността на  $R$ , времето за затихване е различно, но дори и при малко съпротивление това време не е достатъчно, ако искаме да изследваме трептящия кръг с помощта на мултицет. За да се избегне затихването може да се използва по-сложна електронна схема (генератор на хармонични трептения), която внася допълнителна енергия, равна на загубите в съпротивлението  $R$ . Част от тази схема отново представлява  $LC$  кръг, но вместо една в него се използват две последователно свързани бобини с индуктивности съответно  $L_0$  и  $L_1$  (на фигурата е дадена само частта от схемата, която представлява трептящия кръг). Общата индуктивност на двете последователни бобини се определя от израза:

$$L = L_0 + L_1, \quad (2)$$

така кръговата честота на трептящ кръг отново ще се определя от формула (1).

В настоящата задача бобината  $L_0$  ще наричаме вътрешна, а  $L_1$  външна. Вътрешната бобина има фиксирана стойност на индуктивността и тя не може да бъде променяна, за разлика от външната, която представлява соленоид, т.е. намотка чиято дължина е много по-голяма от диаметъра ѝ. Соленоидът е изработен от меден проводник и в зависимост от това каква част от него се използва, индуктивността му може да се променя.



Измерването на честотата на трептящия кръг може да стане с помощта на мултицет и допълнителна „измерителна бобина“. Изводите на мултицета се свързват с измерителната бобина и тя се поставя на подходящо (и достъпно) място, където плътността на магнитната индукция създавана от соленоида е най-висока. По този начин, ако през соленоида тече ток с определена честота в измерителната бобина ще се индуцира електродвижещо напрежение със същата честота, а тя може да бъде измерена с мултицета.

### Уреди и материали

- кондензатор ..... 1 бр.
- меден соленоид на поставка ..... 1 бр.
- измерителна бобина ..... 1 бр.
- електронна схема ..... 1 бр.
- мултицет ..... 1 бр.
- свързващи проводници ..... 2 бр.
- микрощипка ..... 1 бр.
- батерия 9V ..... 1 бр.
- милиметрова хартия ..... 2 л.
- ролетка ..... 1 бр.

### Указания

- не се опитвайте да отваряте кутията, в която се намира ел. схемата
- не дърпайте проводниците, излизащи от кутията
- не деформирайте соленоида и не го изваждайте от поставката му
- при поставяне на измерителната бобина соленоидът не трябва да се деформира
- не включвайте осветлението на екрана на мултицета
- не натискайте бутоните REL и HOLD на мултицета, ако не знаете тяхното предназначение
- след приключване на измерванията много внимателно изключете захранването на електронната схема.
- внимавайте да не загубите кондензатора

### Необходими величини и формули:

- индуктивност на соленоид с дължина  $l$ , напречно сечение  $S$  и брой навивки  $N$

$$L = \mu_0 \mu_r N^2 \frac{S}{l}. \quad (3)$$

- относителната магнитна проницаемост на въздуха  $\mu_r = 1$ .
- магнитна проницаемост на вакуума  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  Н/м.

### Задачи:

**1. Изследване на зависимостта на честотата на LC трептящия кръг от величините, определящи индуктивността на използваната част от соленоида [6т.]**

**1.1.** Получете израз за зависимостта на честотата на LC веригата от величините, определящи индуктивността на използваната част от соленоида. [1т.]

**1.2.** Получете експериментално зависимостта на честотата на трептящия кръг от величините, определящи индуктивността на използваната част от соленоида. Представете данните таблично и оценете грешката на пряко измерените величини. [2т.]

**1.3.** Направете схема (чертеж) описваща експеримента и означете мястото, където се поставя измерителната бобина. Аргументирайте се за избраната от вас позиция на бобината. [2т.]

**1.4.** Измерете с мултицета капацитета на кондензатора от  $LC$  веригата, и направете оценка за точността на измерването. [1т.]

**2. Обработка на експерименталните данни [10т.]**

**2.1.** Представете зависимостта от задача 1.1. в подходящи променливи, така че да получите линейна зависимост, от която да може да се определят индуктивността на вътрешната бобина  $L_0$  и капацитета  $C$ . [2т.]

**2.2.** Използвайки експерименталните данни, представете зависимостта от задача 2.1. таблично и графично. [4т.]

**2.3.** Определете коефициентите на линейната зависимост. Обосновайте каква част от експерименталните данни на измерената зависимост е разумно да се използват. [2т.]

**2.4.** Определете грешките на коефициентите на линейната зависимост. [2т.]

**3. Определяне на индуктивността на вътрешната бобина  $L_0$  и капацитета  $C$  на трептящия кръг. [4т.]**

**3.1.** Определете стойностите на  $L_0$  и  $C$ . [1т.]

**3.2.** Определете абсолютните и относителни грешки на  $L_0$  и  $C$ . [2т.]

**3.3.** Сравнете измерената в задача 1.4. стойност за капацитета и пресметнатата в задача 3.1. [1т.]