

ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ ОТ ЕЛЕКТРОМАГНИТНОТО ПОЛЕ

Пример 1 Кондензатор с капацитет $C=20\mu F$ се зарежда с постоянен ток $I=4A$ за време $t=3ms$. Определете напрежението на кондензатора U_C в края на зарядния процес?

Решение:

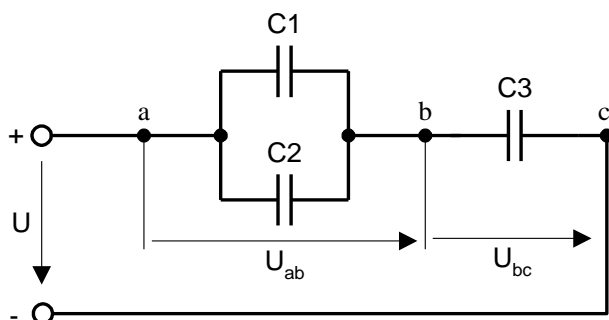
Напрежението на клемите на кондензатор се изчислява като отношението на количеството натрупан заряд Q и капацитета му C . Същевременно количеството заряд Q зависи от големината на протеклия ток I и продължителността на протичането t , т.е.:

$$U_C = \frac{Q}{C} = \frac{I t}{C}$$

След заместване, за големината на U_C се получава:

$$U_C = \frac{I t}{C} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-6}} = \frac{12}{20} 10^3 = 600V$$

Пример 2 Кондензаторите в посочената схема са захранени от източник на постоянно напрежение $U=240V$. Ако капацитетите им са съответно: $C1=2\mu F$, $C2=3\mu F$ и $C3=15\mu F$ определете напрежението върху всеки кондензатор $U1$, $U2$, $U3$ и натрупания във всеки един от тях електрически заряд – $Q1$, $Q2$, $Q3$?



Решение:

Кондензаторите $C1$ и $C2$ са включени паралелно и работят с еднакво напрежение на изводите си U_{ab} . Кондензаторът $C3$, който е включен последователно с предишните два, работи с напрежение на изводите си U_{bc}



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

Инвестира във вашето бъдеще!



и поема върху плочите си количество заряд Q_3 , равно на сумата от зарядите на паралелно включените C_1 и C_2 , т.е. $Q_1 + Q_2 = Q_3$. Ако тази зависимост се представи чрез капацитетите на кондензаторите и напрежението на изводите им се записва:

$$C_1 U_{ab} + C_2 U_{ab} = (C_1 + C_2) \cdot U_{ab} = C_3 U_{bc}, \text{ откъдето}$$

$$U_{ab} = \frac{C_3}{C_1 + C_2} U_{bc}$$

Същевременно, ако за контур образуван от кондензаторите и захранващия източник с напрежение U се приложи закон на Кирхоф се достига до зависимостта:

$$0 = U_{ab} + U_{bc} - U$$

Заместването на израза за напрежението U_{ab} в уравнението балансиращо напреженията в контура, позволява да се изчисли напрежителния пад U_{bc} , а в последствие и напрежителния пад U_{ab} :

$$0 = \frac{C_3}{C_1 + C_2} U_{bc} + U_{bc} - U, \text{ откъдето}$$

$$U_{bc} = \frac{U}{\frac{C_3}{C_1 + C_2} + 1} = \frac{240}{\frac{15 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6} + 3 \cdot 10^{-6}} + 1} = 60V$$

$$U_{ab} = U - U_{bc} = 240 - 60 = 180V$$

От получените резултати за напрежителните падове се определят напреженията на изводите на всеки кондензатор: $U_1 = U_2 = U_{ab} = 180V$ и $U_3 = U_{bc} = 60V$.

Количеството заряд натрупано върху всеки кондензатор се определя от зависимостта $Q = CU$, или:

$$Q_1 = C_1 \cdot U_1 = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 180 = 0,36 \cdot 10^{-3} C = 0,36mC$$

$$Q_2 = C_2 \cdot U_2 = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 180 = 0,54 \cdot 10^{-3} C = 0,54mC$$

$$Q_3 = C_3 \cdot U_3 = 15 \cdot 10^{-6} \cdot 60 = 0,9 \cdot 10^{-3} C = 0,9mC$$

Получените резултати потвърждават направеното предположение за разпределението на заряда между кондензаторите:

$$Q_1 + Q_2 = 0,36 \cdot 10^{-3} + 0,54 \cdot 10^{-3} = 0,9 \cdot 10^{-3} = Q_3$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

Инвестира във вашето бъдеще!



стр. 2 от 4

Пример 3 Бобина съдържа 300 навивки, навити върху еднороден феромагнитен пръстен със сечение $S=10\text{cm}^2$ и средна дължина на $l=30\text{cm}$. Ако през бобината протича постоянен ток $i=5\text{A}$, а феромагнитният материал има относителна магнитна проницаемост $\mu_r=100$, определете магнитната индукция \mathbf{B} в пръстена и индуктивността на бобината L .

Решение:

Ако се избере контур G , такъв че да съвпада с линията на средната дължина на пръстена l , то от закона за пълния ток се записва:

$$\oint_G \vec{H} d\vec{\ell} = wi.$$

Затворения контур на пръстена и еднородността на материала му позволява да се приеме че магнитната напрегнатост на полето H е еднаква навсякъде във феромагнитния материал. При тези условия, интегралния запис на закона се свежда до уравнението:

$$Hl = wi,$$

откъдето за магнитната индукция във феромагнитния материал се записва:

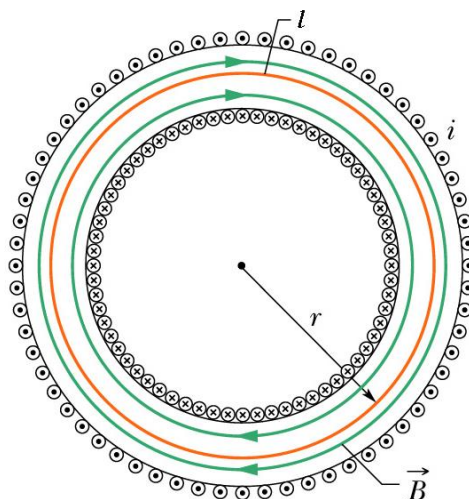
$$\mathbf{B} = \mu\mathbf{H} = \mu_0\mu_r\mathbf{H} = \mu_0\mu_r \frac{wi}{l}$$

След заместване за големината на индукцията се получава:

$$\mathbf{B} = \mu_0\mu_r \frac{wi}{l} = 4\pi 10^{-7} \cdot 100 \frac{300 \cdot 5}{0,3} = 0,628\text{T}$$

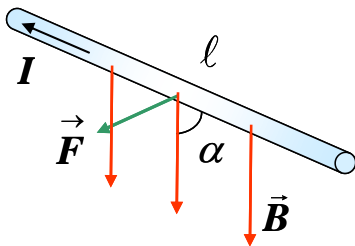
Индуктивността на бобината L се изчислява от отношението на създадения в пръстена магнитен поток Φ и тока i в навивките и.

$$L = \frac{\Phi}{i} = \frac{\mathbf{B} \cdot \mathbf{S}}{i} = \frac{0,628 \cdot 10 \cdot 10^{-4}}{5} = 0,1256\text{H}$$



Пример 4 Праволинеен проводник с дължина $l=25\text{cm}$ е разположен в хомогенно магнитно поле с магнитна индукция $B=1\text{T}$. Проводника сключва ъгъл $\alpha=60^\circ$ с вектора на магнитната индукция. Когато през него протича ток I , той търпи действието на сила $F=1,732\text{N}$. Определете големината на тока в проводника?

Решение:



Магнитната сила действаща върху разглеждания проводник с дължина l се определя от зависимостта:

$$\vec{F} = I \int_0^l d\vec{\ell} \times \vec{B}$$

В случая на праволинеен проводник разположен в хомогенно магнитно изрази за магнитната сила се трансформира в: $\vec{F} = I(\vec{\ell} \times \vec{B})$. Посоката на силата се определя по правилата за векторно произведение или по правилото на лявата ръка, а големината и се изчислява с $|\vec{F}| = I\ell B \sin \alpha$. От последния израз големината на търсения ток се записва:

$$I = \frac{F}{\ell B \sin \alpha} = \frac{1,732}{0,25 \cdot 1 \cdot 0,866} = 8\text{A}$$

Пример 5 През бобина с индуктивност $L=0,04\text{H}$, поставена във въздушна среда протича постоянен ток $I=2\text{A}$. Ако в продължение на време $\Delta t=0,002\text{s}$ токът равномерно нараства до стойност $I^*=5\text{A}$ определете индуктираното в нея е.д.н от самоиндукция e_L ?

Решение:

Разглежданата бобина е поставена в среда която няма феромагнитни свойства, т.е. нейната индуктивност е $L=const$, а магнитния и поток се определя с: $\Phi=LI$. В бобината се появява е.д.н от самоиндукция e_L в интервала от време в който токът и започне да се променя от стойност I до I^* . Големината на e_L се определя от закона за електромагнитната индукция:

$$e_L = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \frac{(I^* - I)}{\Delta t} = -0,04 \frac{(5 - 2)}{0,002} = -60\text{V}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд