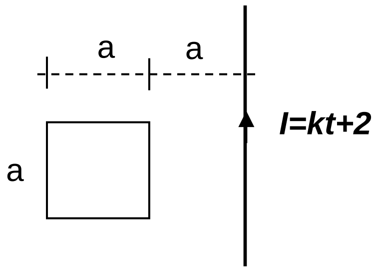
Tercer parcial de FFI
8 de Enero de 2016
Curso 2015/16

Dpto. Física Aplicada

1. (2,5 puntos) Una espira cuadrada de lado ***a*** y resistencia ***R*** se encuentra a una distancia ***a*** de un conductor rectilíneo e indefinido por el que circula una corriente ***I=(kt+2)*** (k constante y positivo). Para un instante t>0 calcular:

a) Flujo magnético ϕ que atraviesa la espira.
b) Fuerza electromotriz ε inducida en la espira.
c) Intensidad de corriente i que circula por la espira, indicando y justificando claramente su sentido.
d) Coeficiente de inducción mutua entre conductor y espira.



a) El campo magnético que crea una corriente que circula por un conductor rectilíneo indefinido a una distancia x del conductor, es $B = \frac{\mu_0 kt}{2\pi x}$; En este caso perpendicular al papel y hacia fuera.

$$\phi = \int_{loop} \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 (kt+2)}{2\pi x} a dx = \frac{\mu_0 (kt+2) a}{2\pi} \int_a^{2a} \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 kta}{2\pi} \ln 2 (Wb)$$ (1,2 puntos)

b) $|\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_0 ka}{2\pi} ln2$ (0,4 puntos)

c) $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\mu_0 ka}{2\pi R} ln2$ Sentido horario (razona) (0,5 puntos)

d) $M = \frac{\phi}{I} = \frac{\mu_0 kta}{2\pi kt} \ln 2 = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln 2 (H)$ (0,4 puntos)

2. (1,5 puntos) Halla la expresión del coeficiente de autoinducción de un solenoide de sección circular de radio *R*, longitud *X* y *N* espiras, admitiendo que el campo magnético en su interior es uniforme.

El coeficiente de autoinducción *L* se define, a partir de la ecuación $\Phi = LI$, como el cociente entre el flujo que atraviesa un circuito, dividido por la intensidad

El flujo que atraviesa el solenoide es igual al flujo a través de una espira, multiplicado por el número de espiras

$$\Phi = N \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

y como el campo magnético se puede considerar constante y paralelo al vector superficie,

$$\Phi = N \int_S BdS = NB \int_S dS = NBS = N \frac{\mu_0 NI}{x} S = \frac{\mu_0 N^2 S}{x} I$$

con lo cual el coeficiente de autoinducción es igual a:

$$L = \frac{\mu_0 N^2 S}{x} = \frac{\mu_0 N^2 \pi R^2}{x}$$

3. (2,5 puntos) Un condensador de ***2,5 mF*** y una resistencia de ***3 Ω*** están conectadas en serie (dipolo RC). Por el dipolo circula una corriente senoidal ***i(t)=5cos(100t-10º) A***. Calcular:

a) La tensión instantánea en la resistencia $u_R(t)$.
b) La tensión instantánea en el condensador $u_C(t)$.
c) La impedancia Z y el ángulo de desfase φ del dipolo. Dibuja el triángulo de impedancias.
d) La tensión instantánea u(t) entre los terminales del dipolo.

a) $u_R(t) = 3 \cdot 5cos(100t) = 15cos(100t - 10^\circ) V$ (0,5 puntos)

b) $X_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{2{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 100} = 4\,\Omega$

$$u_c(t) = 4 \cdot 5 cos\left(100t - \frac{\pi}{2}\right) = 20 cos\left(100t - 100^\circ\right) V$$ (0,5 puntos)

c) $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - 1/C\omega)^2} = \sqrt{3^2 + (-4)^2} = 5\,\Omega$

$$tg\,\varphi = \frac{-\frac{1}{C\omega}}{R} = \frac{-4}{3} = -1{,}33 \Rightarrow \varphi = -53{,}1^o = -0{,}93\,rad$$ falta triángulo (0,8 puntos)

d) $U_m = I_m Z = 5 \cdot 5 = 25\,V$ $\varphi_i=10^o$ $\varphi = -0{,}93\,rad = \varphi_u - \varphi_i$ (0,7 puntos)

$$u(t) = 25 cos\left(100t - 63{,}13^\circ\right) V$$

4. (2 puntos) Un semiconductor extrínseco ***tipo n*** está formado por Si dopado con ***10^{14} átomos de Sb/cm^3*** (Sb es un donador de e^-). La concentración intrínseca del Si a ***300 K*** es ***n_i=1,5·10^{10} cm^{-3}*** y a ***500 K***
n_i= 3,7 ·10^{14} cm^{-3}

a) Calcular la concentración de electrones y huecos en dicho semiconductor a 300 K.
b) Calcular la concentración de electrones y huecos en dicho semiconductor a 500 K.
c) Razona si la carga eléctrica neta del semiconductor en ambos casos en es positiva, negativa, o neutra.

a) $n \cdot p = n_i^2 \Rightarrow n \cdot p = 1{,}5^2 \cdot 10^{20}$

(N_D) es muy grande comparado con la concentración intrínseca (n_i) (10^7>>>10^{10}) , entonces

$$n \approx N_D = 10^{14}\ e^-/cm^3. \quad p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{1{,}5^2 \cdot 10^{20}}{10^{14}} = 2{,}25 \cdot 10^6\ h/cm^3$$ (0,8 puntos)

b) En este caso debemos resolver el sistema de ecuaciones

$$n \cdot p = n_i^2 \Rightarrow n \cdot p = \left(3{,}7 \cdot 10^{14}\right)^2$$

$$N_A + n = N_D + p$$

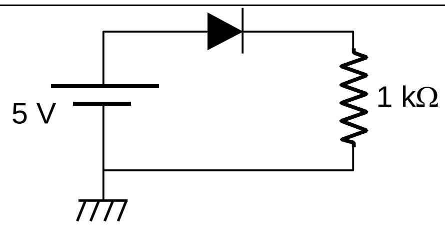
$n = 10^{14} + p$, resultando,

$$n = 4{,}2 \cdot 10^{14}\ e^-/cm^3$$

$$p = 3{,}2 \cdot 10^{14}\ e^-/cm^3$$ (0,8 puntos)

c) Neutra (ley de neutralidad eléctrica) (0,4 puntos)

5. (1,5 puntos) Calcula la corriente que circula por el circuito de la figura, utilizando las tres aproximaciones para el diodo:
a) Diodo ideal.
b) Segunda aproximación.
c) Tercera aproximación.
La tensión de codo del diodo es de 0,7 V, y su resistencia de 4Ω.



a) 1ª aproximación $I = \dfrac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \dfrac{5}{1} = 5mA$ (0,5 puntos)

b) 2ª aproximación $I = \dfrac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \dfrac{5-0{,}7}{1} = 4{,}3mA$ (0,5 puntos)

c) 3ª aproximación $I = \dfrac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \dfrac{5-0{,}7}{1004} = 4{,}28mA$ (0,5 puntos)