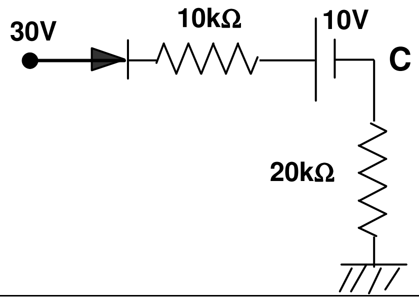
	Ejercicio Final DE FFI **1ª Parte** Curso 2008/09	Dpto. Física Aplicada
Nombre y apellidos:		

1. Describe la estructura física de un MOS-FET de agotamiento y explica su comportamiento para diferentes tensiones en los terminales. 1 p	1. Descriu l'estructura física d'un MOS-FET d'esgotament i explica el seu comportament per a diferents tensions als terminals. 1 p

Pots trobar a la pàgina 10-32 del llibre Fonaments Físics de la Informàtica la resposta a aquesta qüestió

2. En el circuito de la figura, el diodo tiene una tensión umbral de 0.7 V y una resistencia interna de 0.20 Ω. Calcula: a) Potencial en el punto C b) Potencial en el punto C si invertimos la posición del diodo (En ambos cálculos, haz uso de la segunda aproximación para representar el diodo). 1 p	2. Al circuit de la figura, el díode té una tensió llindar de 0,7 V i una resistència interna de 0,20Ω. Calcula: a) Potencial al punt C b) potencial al punt C si invertim la posició del díode. (Fes ús de la segona aproximació en ambdós càlculs.) 1 p



a) A la figura, el díode està en polarització directa. Si apliquem la segona aproximació, cal substituir el díode per una font de tensió de 0,7 V, amb el terminal positiu al costat P del díode (és a dir, el terminal per on entra el corrent elèctric). Ens queda un circuit simple on la intensitat ve donada per:

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum r} = \frac{30 - 10 - 0{,}7}{10 + 20} = 0{,}64\hat{3}\ \mathrm{mA}\ \text{ amb sentit horari}$$

Tenint en compte que la resistència de 20kΩ té un terminal connectat a terra (és a dir, de potencial zero), el potencial de l'altre terminal (C), aleshores, serà:

$$V_C - 0 = IR = 0{,}64\hat{3} \times 20 = 12{,}8\hat{6}\ \mathrm{V}$$

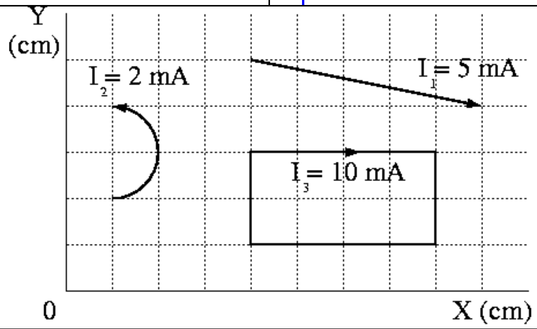
b) Si invertim el díode, aquest estarà en polarització inversa i, per la segona aproximació, cal substituir-lo per un circuit obert. Llavors no circularà cap intensitat per la resistència de 20kΩ i el potencial del punt C serà el de terra, és a dir: $V_C = 0$

3. Describe el ciclo de histéresis de un material ferromagnético con la curva de primera imantación. 1 p	3. Descriu el cicle d'histèresi d'un material ferromagnètic amb la corba de primera imantació. 1 p

La descripció i explicació del cicle d'Histèresi les podeu trobar en les pàgines 12-29 i 12-30 del llibre *Fonaments Físics de la Informàtica*.

4. ¿Cuál es la expresión de la fuerza sobre un conductor por el que circula una corriente I en un campo magnético uniforme $\vec{B}$? Calcula la fuerza total que actúa sobre cada uno de los conductores de la figura situados en el campo magnético uniforme	4. Quina és l'expressió de la força sobre un conductor pel qual circula un corrent I sotmès a un camp magnètic uniforme $\vec{B}$? Calcula la força total que actua sobre cadascun dels conductors de la figura situats al camp magnètic uniforme

$\vec{B}=50\,\vec{k}$ (mT). 1 p	$\vec{B}=50\,\vec{k}$ (mT) 1 p



L'expressió de la força exercida per un camp magnètic sobre un conductor que transporta càrrega elèctrica té per expressió general $\vec{F}=I\oint_C d\vec{l}\times\vec{B}$, que, en el cas que el camp magnètic siga uniforme, es pot simplificar en arribar a l'expressió: $\vec{F}=I\vec{L}\times\vec{B}$, on $\vec{L}$ és el vector que uneix els punts inicial i final del conductor. Si apliquem aquesta última expressió als conductors de l'exercici, sotmesos a un camp magnètic uniforme de valor $\vec{B}=50\vec{k}\,\mathrm{mT}$, tindrem:

a) Conductor 1.

El vector $\vec{L}$ és $\vec{L}=5\vec{i}-\vec{j}\,\mathrm{cm}$, llavors

$$\vec{F}=I\vec{L}\times\vec{B}=5\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 5 & -1 & 0\\ 0 & 0 & 50\end{vmatrix}=5\left(-50\vec{i}-250\vec{j}\right)=-250\vec{i}-1250\vec{j}\,(\mathrm{mA.mT.cm})=\left(-2{,}5\vec{i}-12{,}5\vec{j}\right)10^{-6}\ \mathrm{N}$$

tenint en compte que 1N=1A.1T.1m i que les unitats del exercici són mA, mT i cm; llavors, 1 mA.mT.cm= 10^{-8} N

b) Conductor 2

El vector $\vec{L}$ és $\vec{L}=2\vec{j}\,\mathrm{cm}$, llavors

$$\vec{F}=I\vec{L}\times\vec{B}=2\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 2 & 0\\ 0 & 0 & 50\end{vmatrix}=2\left(100\vec{i}\right)=200\vec{i}\,(\mathrm{mA.mT.cm})=2\times10^{-6}\vec{i}\ \ \mathrm{N}$$

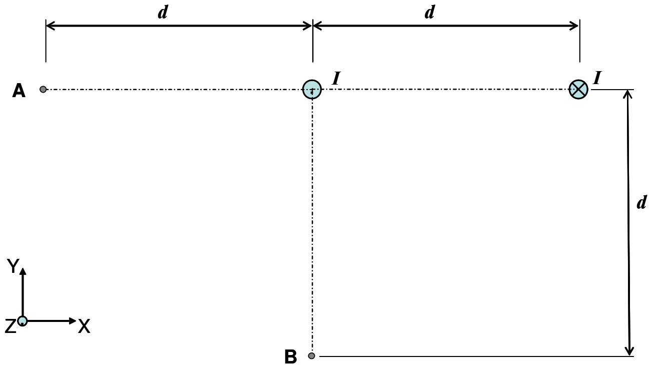
c) Conductor 3

En ser un circuit tancat, el vector $\vec{L}$ és nul i, per tant, també ho és la força total sobre el conductor.

5. Un circuito tiene una resistencia de 25 Ω, una bobina de 40 mH y un condensador de 50 µF conectados en serie. Si la tensión en los extremos de la resistencia es de $U_R(t)$ = 6 cos(2000*t* - 60º) V, halla la expresión instantánea de la intensidad, la caída de tensión en el resto de los elementos y la caída de tensión total. 1p	5. Un circuit té una resistència de 25 Ω, una bobina de 40 mH i un condensador de 50 µF connectats en sèrie. Si la tensió entre els extrems de la resistència és de $U_R(t)$ = 6 cos(2000*t* - 60º) V, troba l'expressió instantània de la intensitat, la caiguda de tensió en la resta de elements i la caiguda de tensió total. 1p

R	U_R(t)=6cos(2000t – 60º); U_{Rm}=6V
I	I(t) = I_m cos(2000t-60º) = U_{Rm}/R cos(2000t-60º) I_m= U_{Rm}/R
L	X_L=Lw=40e-3*2000 ohm U_L(t)= I_m $X_L$cos(2000t-60º+90º)
C	X_C=1/Cw=1/50e-6*2000 ohm U_C(t)= I_m $X_C$cos(2000t-60º-90º)
RLC	Z=sqrt(R^2+(X_L-X_C)^2 U (t)= I_m Z cos(2000t-60º-arctg(X_L-X_C)/R)

6. Por dos conductores largos, paralelos, separados una distancia *d*, circulan corrientes iguales antiparalelas *I*. Determina: a) la expresión del campo magnético creado por cada conductor y el total, en los puntos A y B, situados en la posición señalada en la figura. b) ¿en qué posición situaremos un tercer conductor también rectilíneo y paralelo a los dos primeros, por el que circule una intensidad 4*I* en el sentido positivo del eje OZ, de tal manera que se anule el campo magnético en A? 2,5 p	6. Dos conductors llargs, paral·lels, separats una distància *d* porten corrents iguals antiparal·lels *I*. Determina: a) l'expressió del camp magnètic creat per cada conductor i el total, als punts A i B, situats en la posició assenyalada en la figura. b) en quina posició situarem un tercer conductor també rectilini i paral·lel als dos primers, pel qual circule una intensitat 4*I* en el sentit positiu de l'eix OZ, de tal manera que s'anul·le el camp magnètic en A? 2,5 p



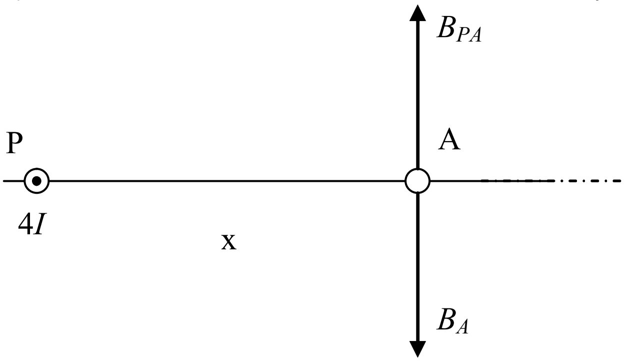
6.

a) Utilizando la expresión que proporciona el campo magnético creado por una corriente *I* indefinida a una distancia *d*, y llamando 1 al conductor izquierdo y 2 al derecho:

$$\vec{B}_A = \vec{B}_{A1} + \vec{B}_{A2} = -\frac{\mu_0 I}{2\pi d}\vec{j} + \frac{\mu_0 I}{2\pi 2d}\vec{j} = -\frac{\mu_0 I}{4\pi d}\vec{j}$$

$$\vec{B}_B = \vec{B}_{B1} + \vec{B}_{B2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\vec{i} + \frac{\mu_0 I}{2\pi\sqrt{2}d}\left(\frac{-\vec{i}+\vec{j}}{\sqrt{2}}\right) = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}\left(-\vec{i}+\vec{j}\right)$$

b) Situaremos una corriente 4*I* a la distancia *x* del punto A:



El campo que produce esta corriente 4I en el punto A vale:

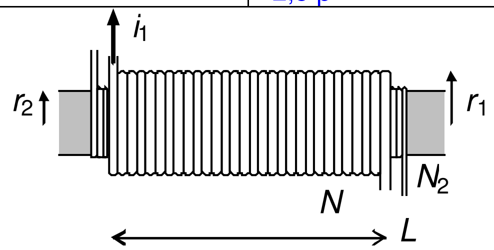
$$\vec{B}_{PA} = \frac{\mu_0 4I}{2\pi x}\vec{j} = \frac{2\mu_0 I}{\pi x}\vec{j}$$

Y para anular el campo:

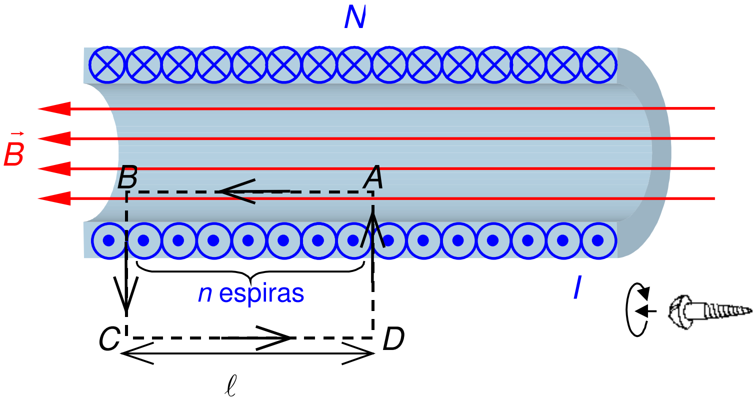
$$\vec{B}_{PA} = -\vec{B}_A\ ;\ \frac{\mu_0 I}{4\pi d} = \frac{2\mu_0 I}{\pi x}\ ;$$

$$x = 8d$$

7. Una bobina está constituida por N espiras circulares de radio r_1 arrolladas formando un cilindro de longitud $L>>r$. Por ellas circula una corriente variable con el tiempo según la expresión $i_1(t) = I_0 \cos \omega t$ a) Determina el campo magnético en el eje de la bobina aplicando el teorema de Ampère. b) Si se sitúa otra bobina de la misma longitud con N_2 espiras y radio $r_2 < r_1$, concéntrica con la anterior, ¿cuál es el flujo magnético a través de esta segunda bobina, admitiendo que el campo magnético calculado en el apartado a) es uniforme? c) ¿Qué fuerza electromotriz se induce en la segunda bobina? d) ¿Cuál es el coeficiente de inducción mutua entre las dos bobinas? 2,5 p	7. Una bobina està constituïda per N espires circulars de radi r_1 enrotllades formant un cilindre de longitud $L>>r$. Per elles circula un corrent variable amb el temps segons l'expressió $i_1(t) = I_0 \cos \omega t$ a) Determina el campo magnètic en l'eix de la bobina aplicant el teorema d'Ampère. b) Si es situa una altra bobina de la mateixa longitud amb N_2 espires i radi $r_2 < r_1$, concèntrica amb l'anterior. Quin és el fluix magnètic a través d'aquesta segona bobina, acceptant que el camp magnètic calculat en l'apartat a) és uniforme? c) Quina força electromotriu s'indueix en la segona bobina? d) Quin és el coeficient d'inducció mútua entre les dues bobines? 2,5 p



a) Si $L>>r$, puede considerarse que el campo es nulo en el exterior, y uniforme en el interior. Para poder utilizar el Teorema de Ampère se necesita una curva cerrada en la que calcular la circulación, así resulta adecuado escoger un rectángulo como el de la figura. Un lado del rectángulo es paralelo al eje del solenoide en el interior, otro por fuera, y otros dos son transversales al eje del solenoide.



La circulación en el sentido *ABCD* nos dará:

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \int_A^B \vec{B}\cdot d\vec{\ell} + \int_B^C \vec{B}\cdot d\vec{\ell} + \int_C^D \vec{B}\cdot d\vec{\ell} + \int_D^A \vec{B}\cdot d\vec{\ell}$$

pero el tramo de C a D tiene circulación nula por ser nulo el campo, y los tramos DA y BC también tienen circulación nula por formar el campo y $d\vec{\ell}$ 90º en la parte de dichos lados interior al solenoide, y ser cero el campo en la parte exterior al solenoide. De esta forma, sólo queda el tramo AB, donde el campo se supone paralelo al lado AB y uniforme a lo largo del mismo, con lo cual se obtiene $B\ell = \mu_0 nI$, siendo n el número de espiras contenidas en el tramo de longitud ℓ, con lo cual

$$B = \frac{\mu_0 n i_1}{\ell}$$

Finalmente hay que tener cuenta que n/ℓ es igual al número total de espiras N dividido por la longitud total del solenoide *L.*

$$B = \frac{\mu_0 N i_1}{L}$$

b)El flujo magnético a través del solenoide interior será:

$$\Phi = N_2 \int_s \vec{B} \cdot d\vec{S} = N_2 \int_S B \cdot dS = N_2 B \int_S dS = \mu_0 \frac{NN_2 i_1}{L} \pi r_2^2 \text{ webers}$$

Sabiendo que *B* y *dS* son paralelos y el campo magnético uniforme.

c) Aplicando la ley de Faraday, obtenemos:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 NN_2 \pi r_2^2}{L}\frac{di}{dt} = \frac{\mu_0 NN_2 \pi r_2^2}{L} I_0 \omega sen \omega t \text{ (V)}$$

d) El coeficiente de inducción mutua entre las dos bobinas viene dado por:

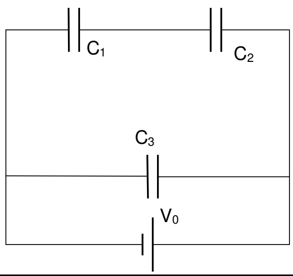
$$M = \frac{\Phi}{i} = \frac{\mu_0 NN_2 \pi r_2^2}{L} \text{ (H)}$$

	Ejercicio Final DE FFI **2ª Parte** Curso 2008/09	Dpto. Física Aplicada
Nombre y apellidos:		

8. Describe i razona las propiedades electrostáticas de un conductor cargado en equilibrio (campo eléctrico, potencial i distribución de carga). 1 p	8. Descriu i raona les propietats electrostàtiques d'un conductor carregat en equilibri (camp elèctric, potencial i distribució de càrrega). 1 p

Pág 4-3 y 4-4 de libro de teoría.

9. La figura muestra 3 condensadores iguales de capacidad $C_1=C_2=C$, $C_3=2C$, conectados a una diferencia de potencial V_0 a) Halla la carga en cada condensador. b) Sin retirar la fuente de tensión se introduce un dieléctrico de permitividad relativa 2 en el condensador C_2. Halla la carga en cada condensador después de introducir el dieléctrico. 1 p	9. La figura mostra 3 condensadors iguals, de capacitats $C_1=C_2=C$, $C_3=2C$, connectats a una diferència de potencial V_0 a) Troba la càrrega en cada condensador. b) **Sense retirar la font de tensió** s'introdueix un dielèctric de permitivitat relativa 2 en el condensador C_2. Troba la càrrega en cada condensador després d'introduir el dielèctric. 1 p



a)
$C_{12}=C/2$; $C_{eq}= 5C/2$
$Q_{eq}=5V_0C/2$
$V_0=Q_{12}/C_{12} \rightarrow Q_{12}=V_0C/2$
$Q1=Q2=Q_{12}=V_0C/2$
$Q_3=2V_0C$

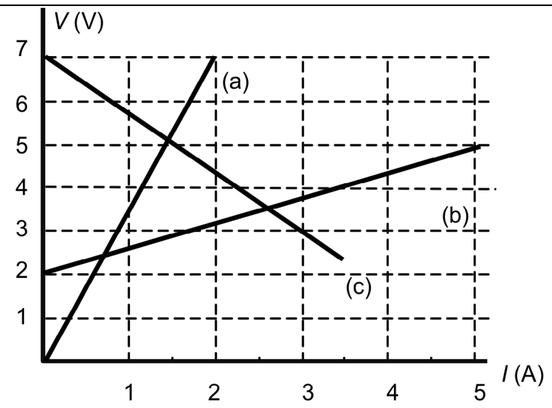
b)
$C'_2=2C$
$C'_{12}=2C/3$
$Q'_{12}=C'_{12}V_0=2CV_0/3$
$Q_1=Q'_2= Q'_{12}= 2CV_0/3$
$Q_3=2CV_0$

10. Define resistencia eléctrica entre dos puntos de un conductor 1 p	10. Defineix resistència elèctrica entre dos punts d'un conductor. 1 p

La resistencia de un conductor se define como el cociente entre la diferencia de potencial aplicada al conductor y la intensidad que circula por éste. $R= (V_a – V_b) / I$

11. En la figura se representan las curvas características tensión-intensidad de diferentes elementos de un circuito de cc. Identifica cada una de ellas con el elemento a que corresponde y calcula el valor de sus parámetros.	11. En la figura es representen les corbes característiques tensió-intensitat de diferents elements d'un circuit de cc. Identifica cadascuna d'elles amb l'element a què es correspon i calcula el valor dels seus paràmetres.

1 p	1 p



Elemento
Características

(a)
Resistencia
R=3,5 Ω

(b)
Receptor
ε´=2 V
r´=3/5 Ω

(c)
Generador
ε=7 V
r=4/3 Ω

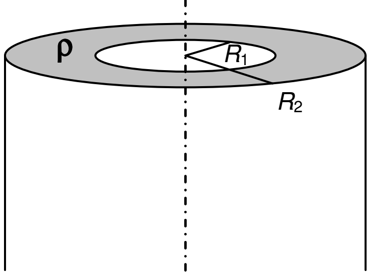
12. ¿Con qué tipo de átomos (trivalentes o pentavalentes) y con que concentración se ha de dopar un cristal de germanio, a una temperatura de 300 K (concentración intrínseca n_i=2,4·10^{19}m^{-3}), para que la concentración de electrones sea n = 6·10^{24}e$^-$m^{-3}? Calcula también la concentración de huecos p. 1 p	12. Amb quin tipus d'àtoms (trivalents o pentavalents) i amb quina concentració s'ha de dopar un cristall de Germani, a una temperatura de 300 K (concentració intrínseca n_i=2,4·10^{19}m^{-3}), perquè la concentració d'electrons siga n = 6·10^{24}e$^-$m^{-3}. Calcula també la concentració de buits p. 1 p

12. La concentración de electrones n es mucho mayor que la intrínseca n_i por lo que se trata de un semi-conductor tipo n. Luego ha de doparse con átomos pentavalentes o donadores (N_D).

Para calcular la concentración n utilizamos la ley de Acción de masas y la ley de neutralidad eléctrica, $n.p = n_i^2$, de donde podemos despejar la concentración de huecos, $p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{(2,4.10^{19})^2}{6.10^{24}} = 9,6.10^{13} m^{-3}$ que es despreciable frente a n.

$N_D + p = N_A + n$, $N_A = 0$; $N_D = n - p \approx n = 6.10^{24}$ *átomos pentavalentes* $/ m^3$

13. Sea una distribución cilíndrica de carga con un hueco también cilíndrico y coaxial, de radios interior y exterior R_1 y R_2 respectivamente, y de longitud muy grande comparada con su radio (puede suponerse de longitud infinita), cargado con densidad volumétrica de carga ρ positiva homogénea. Calcula, razonadamente, a) El valor del campo eléctrico en las distintas zonas del espacio en función de la distancia al eje del cilindro (r), es decir, cuando $r \le R_1$; $R_1 \le r \le R_2$, y $r \ge R_2$ b) La diferencia de potencial entre el eje del cilindro y un punto situado a una distancia $2R_2$ de dicho eje. 2,5 p	13. Si tenim una distribució cilíndrica de càrrega amb un buit també cilíndric i coaxial, de radis interior i exterior: R_1 i R_2 respectivament, i amb una longitud molt gran comparada amb el seu radi (es pot suposar longitud infinita), carregat amb una densitat volumètrica de càrrega ρ positiva homogènia. Calcula, de manera enraonada, a) El valor del camp elèctric en les distintes zones de l'espai d'acord amb la distància a l'eix del cilindre (r), és a dir, quan $r \le R_1$; $R_1 \le r \le R_2$, y $r \ge R_2$. b) La diferència de potencial entre l'eix del cilindre i un punt situat a una distància $2R_2$ d'aquest eix. 2,5 p



13.

a) Aplicando el teorema de Gauss:

1) E $_{r < R1}$

Como la Carga encerrada es 0 para $r<R_1$ el campo es E=0.

2) E $_{R1 < r < R2}$

$$\oint E dS = Q/\varepsilon_0 \qquad E.2\pi r L = \frac{\rho\pi(r^2 - R_1^2)L}{\varepsilon_0} \qquad E = \frac{\rho(r^2 - R_1^2)}{2r\varepsilon_0}$$

3) E $_{R2 < r}$

$$\oint E dS = Q/\varepsilon_0 \qquad E.2\pi r L = \frac{\rho\pi(R_2^2 - R_1^2)L}{\varepsilon_0} \qquad E = \frac{\rho(R_2^2 - R_1^2)}{2r\varepsilon_0}$$

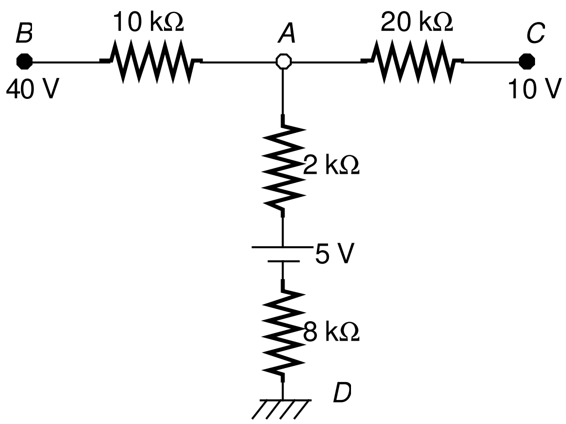
b) Calculamos la diferencia de potencial como la circulación del campo eléctrico entre 0 y $2R_2$:

$$V_{2R2} = \int_0^{2R_2} E dr = \int_0^{R_{12}} E_1 dr + \int_{R_1}^{R_2} E_2 dr + \int_{R_2}^{2R_2} E_3 dr = 0 + \int_{R_1}^{R_2} \frac{\rho(r^2 - R_1^2)}{2r\varepsilon_0} dr + \int_{R_2}^{2R_2} \frac{\rho(R_2^2 - R_1^2)}{2r\varepsilon_0} dr =$$

$$= \frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left[\int_{R_1}^{R_2} r dr - R_1^2 \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} + \int_{R_2}^{2R_2} \frac{(R_2^2 - R_1^2)}{r} dr\right] = \frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left[\frac{(R_2^2 - R_1^2)}{2} + R_1^2 \ln(\frac{R_2}{R_1}) + (R_2^2 - R_1^2)\ln(2)\right]$$

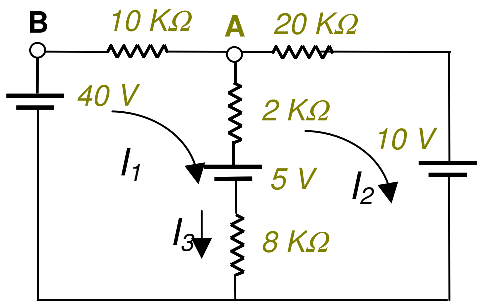
$$= \frac{\rho}{2\varepsilon_0}\left[(R_2^2 - R_1^2)\left(\frac{1}{2} + \ln(2)\right) + R_1^2 \ln(\frac{R_2}{R_1})\right]$$

14. Dado el circuito de la figura, calcula: a) Las intensidades que circulan por cada una de las ramas. b) La resistencia equivalente entre A y B. c) El generador equivalente de Thevenin entre A y B, y la intensidad de corriente que circularía por una resistencia de 5 kΩ que conectásemos entre A y B. 2,5 p	14. Si tenim el circuit de la figura, calcula: a) Les intensitats que circulen per cadascuna de les branques. b) La resistència equivalent entre A i B. c) El generador equivalent de Thèvenin entre A i B, i la intensitat de corrent que circularia per una resistència de 5 kΩ si la connectàrem entre A i B. 2,5 p



14.

a) Aplicando el método de las mallas al circuito, donde I_1 y I_2 son las respectivas corrientes de malla:



$$\begin{bmatrix} 20 & -10 \\ -10 & 30 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 35 \\ -5 \end{bmatrix} \Rightarrow I_1 = 2\ mA \quad I_2 = \frac{1}{2}\ mA$$

Estas corrientes coinciden con las corrientes de rama que circulan por las resistencias de 10 y 20 KΩ, respectivamente.

Y la corriente que circula por la rama central será $I_3 = I_1 - I_2 = 2 - \frac{1}{2} = \frac{3}{2} mA$

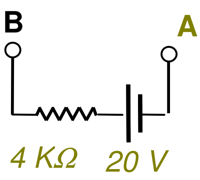
b) Si anulamos los generadores, entre B y A nos quedan tres resistencias en paralelo de 10, 10 y 20 KΩ, cuya resistencia equivalente es de:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{2}{10} + \frac{1}{20} \Rightarrow R_{AB} = 4\ K\Omega$$

c) Para calcular el generador equivalente de Thèvenin entre A y B, necesitamos calcular la d.d.p. entre A y B:

$$V_A - V_B = -I_1 \cdot 10 = -2 \cdot 10 = -20\ V$$

d) Entonces, el generador equivalente de Thèvenin entre A y B es:



Si colocamos entre A y B una resistencia de 5 KΩ, entonces la corriente que recorre dicha resistencia es:

$$I = \frac{20}{4+5} = \frac{20}{9}\ mA$$