Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática Dpto. Física Aplicada Grado en Ingeniería Informática	Recuperación 1º parcial FFI **6 de Febrero de 2024** Curso 2023/24

1.- Dadas 2 cargas puntuales, Q_1 =1 μC y Q_2 =2 μC, situadas respectivamente en los puntos P_1 (0,0) y P_2 (0,2) m, calcula:

a) La posición (coordenadas) que debería tener una tercera carga Q_3 de valor 1 μC para que la fuerza electrostática total sobre ella fuera 0 (el punto buscado es P_3).

b) Calcula cual debería ser el nuevo valor de la segunda carga, Q'$_2$, para que la carga Q_3 debiera colocarse en el punto de coordenadas P'$_3$(0,1) m (se asume cargas 1 y 2 fijas e inmóviles).

c) Calcula el potencial total de la carga Q_3 en cada uno de los apartados a) y b) anteriores.

d) Calcula el trabajo realizado por el campo eléctrico para desplazar la carga Q_3=1 μC desde P_3 hasta P'$_3$

Solución:

a) *Al ser las cargas Q_1 y Q_2 positivas, y la carga Q_3 también, las fuerzas sobre Q_3 son repulsivas. Por ello, Q_3 debe colocarse sobre el eje Y, entre las cargas Q_1 y Q_2. Si y es la distancia entre Q_1 y Q_3 e igualamos los módulos de las fuerzas:*

$F_1=F_2 \quad KQ_1.Q_3/y^2= KQ_2.Q_3/(2-y)^2$

$1/y^2=2/(2-y)^2 \qquad (2-y)^2=2y^2 \qquad y^2+4y - 4=0 \quad -> y=0,828 \;\; y \;\; y=-4,828$

La solución negativa implica que el punto buscado se encuentra por debajo de la carga Q_1 (y negativa), donde las fuerzas repulsivas de Q_1 y Q_2 se suman, no siendo posible que se cancelen. Por este motivo, la solución correcta es la primera, y las coordenadas del punto P_3 buscado son $P_3(0, 0,828)$ m.

b) *Si Q_3 debe colocarse justo en el punto medio entre Q_1 y Q'$_2$, para que la fuerza sobre Q_3 se anule, deben ser Q_1= Q'$_2$=*1 μC:

$F_1=F_2 \qquad KQ_1/1^2= KQ'_2/(1)^2 \qquad Q'_2=Q_1=1$ μC

Siguiendo el mismo razonamiento, también la solución Q'$_2$=Q_1=-1 μC *es válida.*

c) *Calculando el potencial eléctrico de Q_3 en cada uno de los apartados a) y b):*

$V_{a)}= k*Q_1/0,828 + k*Q_2/1,172= 9*10^{9}(1*10^{-6}/0,828 + 2*10^{-6}/1,172) = 26,22* 10^{3}$ V

$V_{b)}= k*Q_1/1 + k*Q'_2/1 = 9*10^{9}(1*10^{-6} + 1*10^{-6}) = 18*10^3$ V

d) El trabajo realizado es:

$W=Q_3*(V_{a)} - V_{b)})=1*10^{-6}(26,22*10^{3} - 18*10^{3})=8,22*10^{-3}$ J

2.- ¿Cuánto vale el campo eléctrico en el interior de un conductor cargado y en equilibrio electrostático? ¿Qué ocurre con la carga y el potencial electrostático? ¿Qué dirección llevan las líneas de campo eléctrico en puntos muy próximos al conductor?
Se deben justificar las respuestas.

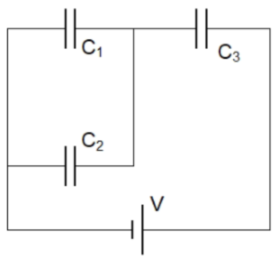
Solución:

E: Para que el conductor esté en equilibrio el campo eléctrico en cualquier punto del interior del conductor debe ser nulo $\vec{E}=0$, en caso contrario actuarían fuerzas eléctricas sobre las cargas y éstas no podrían estar en equilibrio.

Q: Si el campo eléctrico es nulo en el interior, aplicando el teorema de Gauss a cualquier superficie cerrada dentro del conductor el flujo será nulo, y por lo tanto la carga encerrada en esa superficie será nula ($\Phi = \int_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = \frac{Q_{encerrada}}{\varepsilon_0}$), por lo que la densidad volumétrica de carga en el interior del conductor será cero (ρ= 0). Si el conductor está cargado, la carga necesariamente debe distribuirse sobre la superficie exterior.

V: Como el campo eléctrostático es nulo en el interior del conductor, la diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera del conductor será asimismo nula ($V_1 - V_2 = \int \vec{E} \cdot d\vec{r} = 0$) y, por lo tanto, el potencial será constante en todo el volumen del conductor. De esta forma el volumen y la superficie del conductor son equipotenciales.
(Dirección de las líneas de campo **E** en puntos próximos: Dado que la superficie del conductor es equipotencial, el campo eléctrico en sus proximidades será perpendicular a la superficie.

3.- La figura muestra 3 condensadores iguales de capacidad C, conectados a una diferencia de potencial V.



a) Halla la carga y la diferencia de potencial en cada condensador.
b) Sin retirar la fuente, se introduce un dieléctrico de permitividad relativa 4 en el condensador 1. Halla la nueva carga en cada condensador.

Solución:
a) 1 y 2 están en paralelo, entonces C_{12}= C+C = 2C

C_{12} y C_3 están en serie, entonces Ceq= (2C*C)/2C+C = 2C/3

Q_{total} = Ceq.V = 2CV/3   por estar en serie: Q_{total}= Q12 = Q3= 2CV/3

Como $C_1 = C_2$ = C, entonces $Q_1 = Q_2$ = CV/3

La ddp será: $V_{12}=Q_{12}/C_{12}$=V/3 y $V_3=Q_3/C_3$=2V/3

b) C'_1 = 4C C'_{12}= 4C+C = 5C

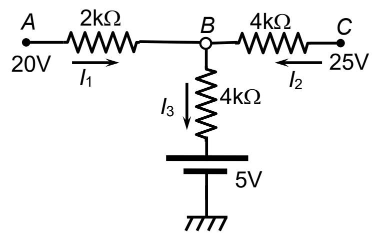
C'_{12} y C_3 están en serie, entonces C'eq= (5C*C)/5C+C = 5C/6

Q'_{total} = C'eq.V = 5CV/6   por estar en serie: Q'_{total}= Q'_{12} = Q'_3= 5CV/6

$Q'_{12} = Q'_1 + Q'_2$
$V_{12} = Q'_{12}/C_{12}$ =V/6, entonces

Q'_1 = 4CV/6 Q'_2 = CV/6

4.- Dado el circuito de la figura,
a) Determina las intensidades de rama I_1, I_2, e I_3 mediante las leyes de Kirchhoff.



b) Calcula el generador equivalente de Thevenin entre *B* y tierra.
c) Si conectamos una nueva resistencia de 4 kΩ directamente entre B y tierra, ¿Qué corriente circulará por ella? (valor y sentido).

Solución:
Por simplicidad se opera directamente en V y kΩ, sabiendo que los resultados saldrán en mA. No se ha usado pues el sistema internacional en las operaciones numéricas.

a) Aplicamos Kirchhoff a nudos y a ramas con origen en tierra y fin en el nudo donde evaluamos las intensidades, teniendo:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \qquad [1]$$

$$20 = 2I_1 + 4I_3 + 5 \qquad [2]$$

$$25 = 4I_2 + 4I_3 + 5 \qquad [3]$$

Resolviendo este sistema de ecuaciones, resulta

$$I_1 = 1'25\text{mA} \qquad I_2 = 1'875\text{mA} \qquad I_3 = 3'125\text{mA}$$

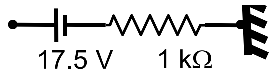
a) La diferencia de potencial entre B y tierra será:

V_B= 20 - (1.25*2) = 17.5 V

Y la resistencia es la equivalente a las tres resistencias en paralelo:

$$R_{AB} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}\right)^{-1} = 1\,\text{k}\Omega$$

Y el generador equivalente de Thèvenin queda:



b) La corriente a partir del equivalente Thevenin, se obtiene como: $I = \dfrac{\sum \varepsilon}{\sum R} = \dfrac{17,5}{1+4} = 3,5mA$

FORMULARIO					
	$\vec{F} = K\dfrac{q_1 q_2}{r^2}\vec{u}_r$	$K = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot 10^9\ \dfrac{\text{kg m}^3}{\text{A}^2\text{s}^4}$	$V = \dfrac{U}{q'} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q}{r}$	$\int_S \vec{E}\cdot d\vec{s} = \dfrac{\sum_i q_i}{\varepsilon_0}$	$E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$
	$W = \int_A^B \vec{F}\cdot d\vec{r} = U_A - U_B$	$\vec{E} = \dfrac{\vec{F}}{q'} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q}{r^2}\vec{u}_r$	$C = \dfrac{Q}{V}$	$\vec{E} = \dfrac{\vec{E}_0}{\varepsilon_r}$	$C = \varepsilon_0 \dfrac{S}{d}$
	$U = qV$	$\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{r} = (V_A - V_B) = -\Delta V$	$W = \dfrac{Q^2}{2C} = \dfrac{1}{2}CV^2$	$V_1 - V_2 = RI$	
	$I = \int_S \vec{J}\cdot d\vec{S}$	$\rho = \rho_0(1 + \alpha(t - t_0))$	$\vec{J} = nq\vec{v}_a$	$\vec{J} = \sigma\vec{E}$	
	$R = \rho \,\ell / S$	$\varepsilon = dU/dq$	$P = I^2 R$	$P_g = \varepsilon I$	
	$I = \sum\varepsilon / \sum R$	$V_A - V_B = \sum RI - \sum \varepsilon$	$\eta_g = P_s / P_g\ ;\ \eta' = P_t / P_c$		

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ NA^{-2}	$\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$	$d\vec{F} = I\,d\vec{l}\times\vec{B}$	$\vec{m} = I\vec{S}$	$\vec{M} = \vec{m}\times\vec{B}$
$d\vec{B} = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi}\dfrac{d\vec{\ell}\times\vec{r}}{r^3}$	$B = \dfrac{\mu_0 I}{2R}$	$C = \oint \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \sum I$	$B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi x}$	$B = \dfrac{\mu_0 NI}{L}$
$\varepsilon = -\dfrac{d\Phi}{dt}$	$\Phi_{21} = M\cdot I_1$		$\Phi = LI$	$W_L = \dfrac{1}{2}LI^2$
$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$	$tg\varphi = \dfrac{L\omega - 1/C\omega}{R}$	$Z = \dfrac{U_m}{I_m} = \sqrt{R^2 + (L\omega - 1/C\omega)^2}$		
$n\cdot p = n_i^2$	$N_A + n = N_D + p$	$\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$	$J_{Dn} = qD_n\nabla n$	$J_{Dp} = -qD_p\nabla p$