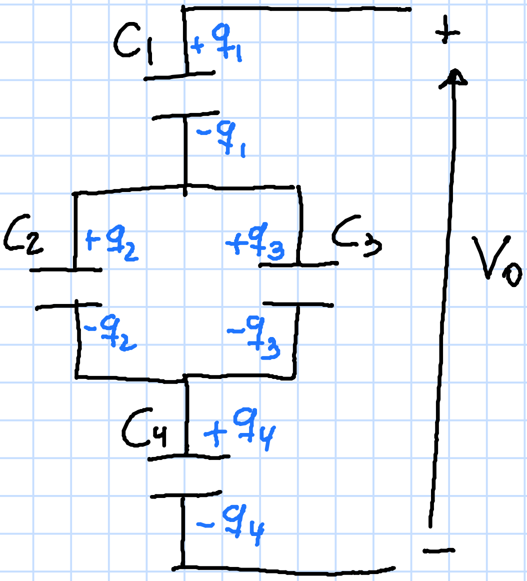
P1 a) Diagrama amb la distribució de càrregues:



les càrregues '+' estan a les plaques amb potencial +

En condensadors en paral·lel les dues plaques '+' estan connectades

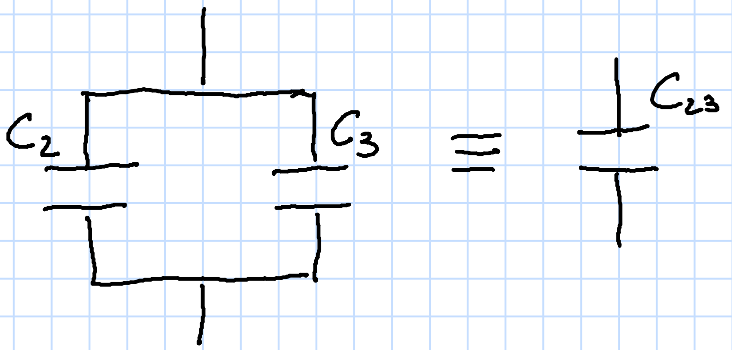
b) Expressió de q_1, q_2, q_3 i q_4 en funció de les C_1, C_2, C_3 i C_4 i de V_0

Per fer aquest apartat cal reduir l'associació de condensadors seguint les regles corresponents i recordar la relació entre les tres magnituds que caracteritzen un condensador:

$$C = \frac{q}{V} \longleftrightarrow q = C \cdot V \longleftrightarrow V = \frac{q}{C}$$

Per reduir l'associació cal fer dos passos:

1 → C_2 i C_3 en paral·lel → C_{23}

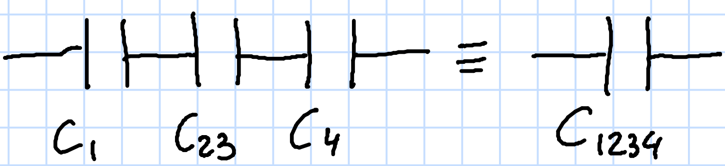


$$C_{23} = C_2 + C_3$$

$$V_{23} = V_2 = V_3$$

$$q_{23} = q_2 + q_3$$

2 → C_1, C_{23} i C_4 en sèrie



$$\frac{1}{C_{1234}} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} + \frac{1}{C_4}\right)$$

$$q_{1234} = q_1 = q_{23} = q_4$$

$$V_{1234} = V_1 + V_{23} + V_4$$

Per tant, considerant el condensador equivalent C_{1234} esta a tensió V_0.

$$q_{1234} = C_{1234} \cdot V_0 \rightarrow \quad \text{d'aquí} \quad q_1 = C_{1234} \cdot V_0 \,//$$

$$q_4 = C_{1234} \cdot V_0 \,//$$

Per trobar q_2 i q_3 cal considerar el condensador equivalent C_{23} i que $q_{23} = q_1 = q_4$

$$V_{23} = \frac{q_{23}}{C_{23}} = \frac{C_{1234} \cdot V_0}{C_{23}} = V_2 = V_3$$

$$q_2 = C_2 \cdot V_2 = C_2 \cdot \frac{C_{1234}}{C} \cdot V_0 \,//$$

$$q_3 = C_3 \cdot V_3 = C_3 \cdot \frac{C_{1234}}{C_{23}} \cdot V_0 \,//$$

c) expressió dels potencials V_1, V_2, V_3 i V_4 en funció de C_1, C_2, C_3 i C_4 i V_0

ja trobats a l'apartat b:

$$V_2 = V_3 = \frac{C_{1234}}{C_{23}} \cdot V_0$$

per trobar V_1 i V_4 considerem C_1 i C_4 i que $q_1 = q_{23} = q_4$

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{C_{1234} \cdot V_0}{C_1}$$

$$V_4 = \frac{q_4}{C_4} = \frac{C_{1234}}{C_4} \cdot V_0$$

P2 Associació de condensadors com la del problema 1 amb $C_1 = 1\mu F$ / $C_2 = 2\mu F$ / $C_3 = 3\mu F$ / $C_4 = 4\mu F$ i $q_2 = 100\ nC$

a) Calcular V_3 i q_3

C_3 i C_2 estan en paral·lel per tant:

$$V_3 = V_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{100\cdot 10^{-9}C}{2\cdot 10^{-6}C} = 50\cdot 10^{-3}\ V = 50\ mV$$

$$q_3 = C_3 \cdot V_3 = 3\cdot 10^{-6} F \cdot 50\cdot 10^{-3} V = 150\ nC$$

b) Calcular V_1 i q_1

C_1, C_{23} i C_4 estan en sèrie, per tant:

$$q_1 = q_{23} = q_2 + q_3 = 100\ nC + 150\ nC = 250\ nC$$

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{250\cdot 10^{-9}C}{10^{-6}\ F} = 250\cdot 10^{-3} V = 250\ mV$$

c) Calcular q_4, V_4 i l'energia potencial emmagatzemada a C_4, $E_{p,4}$

C_1, C_{23} i C_4 estan en sèrie, per tant $q_1 = q_{23} = q_4$

$$q_4 = q_1 = 250\ nC$$

$$V_4 = \frac{q_4}{C_4} = \frac{250\cdot 10^{-9}C}{4\cdot 10^{-6}\ F} = 63\cdot 10^{-3} V = 63\ mV$$

$$E_{p,4} = \frac{1}{2} C_4 \cdot V_4^2 = \frac{1}{2}\frac{Q_4^2}{C_4} = \frac{1}{2}\frac{(250\cdot 10^{-9}C)^2}{4\cdot 10^{-6}F} = 7.8\cdot 10^{-9} J$$

d) Calcul de V_0

$$V_0 = \frac{q_{1234}}{C_{1234}} = \frac{q_1}{C_{1234}} = \frac{250\cdot 10^{-9}C}{0{,}69\cdot 10^{-6}F} = 363\cdot 10^{-3} V = 363\ mV$$

C_1, C_{23} i C_4 estan en sèrie i formen el condensador equivalent C_{1234} que està a tensió V_0

Cal trobar la capacitat equivalent C_{1234}:

$$C_{1234} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2+C_3} + \frac{1}{C_4}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{10^{-6}F} + \frac{1}{2\cdot 10^{-6}F + 3\cdot 10^{-6}F} + \frac{1}{4\cdot 10^{-6}F}\right)^{-1} = 0.69\mu F$$

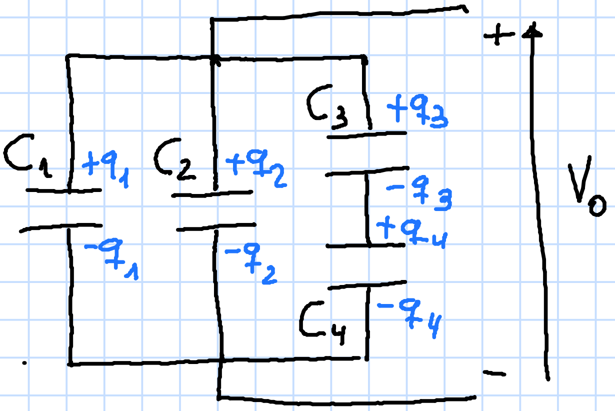
Aquest apartat d) també es pot calcular sumant potencials:

$$V_0 = V_1 + V_{23} + V_4 = 250\ mV + 50\ mV + 63\ m = 363\ mV$$

e) Càlcula la capacitat equivalent C_{1234}

ja fet a l'apartat d)

P3

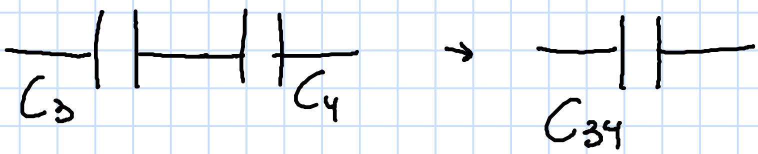


a) indicar la càrrega de cada condensador i el signe de les plaques

en blau al diagrama

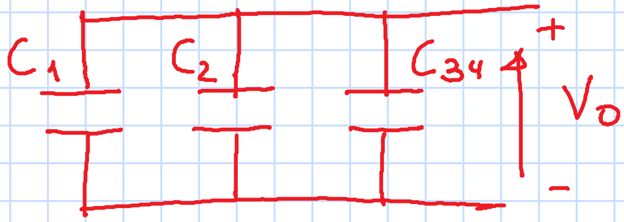
b) Expressió de les q_1, q_2, q_3, q_4 en funció de C_1, C_2, C_3, C_4 i V_0

Primer cal reduir l'associació de C_3 i C_4



$$C_{34} = \left(\frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}\right)^{-1} = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4}$$

Tots es condensadors de l'associació resultant estan a tensió V_0:



per tant:

$$V_1 = V_2 = V_{34} = V_0$$

$$q_1 = C_1 \cdot V_1 = C_1 \cdot V_0 \qquad q_2 = C_2 \cdot V_2 = C_2 \cdot V_0$$

$$q_3 = q_4 = q_{34} = C_{34} \cdot V_0 = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} \cdot V_0$$

c) $V_1 = V_2 = V_0$

per a trobar les tensions de C_3 i C_4 cal recordar que estan en sèrie i per tant $q_3 = q_4 = q_{34}$

$$V_3 = \frac{q_3}{} = \frac{\frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4}}{} V_0 = \frac{C_4}{C + C_4} \cdot V_0 \qquad V_4 = \frac{C_3}{C_3 + C_4} \cdot V_0$$

es pot veure com el condensador amb capacitat més gran té la tensió més petita

P4 Associació de condensadors del problema 3 amb $C_1 = 1\,\mu F$, $C_2 = 2\,\mu F$, $C_3 = 3\,\mu F$ i $C_4 = 4\,\mu F$ i $V_3 = 3\,V$

a) q_4 i V_4

cal tenir en compte que C_3 i C_4 estan en sèrie, per tant $q_4 = q_3$:

$$q_4 = q_3 = C_3 \cdot V_3 = 3 \cdot 10^{-6} F \cdot 3V = 9 \cdot 10^{-6} C$$

$$V_4 = \frac{q_4}{C_4} = \frac{9 \cdot 10^{-6} C}{4 \cdot 10^{-6} F} = 2,3\ V$$

b) q_2 i V_2

Cal tenir en compte que l'equivalent C_{23} està en paral·lel amb C_1 i C_2, per tant

$$V_1 = V_2 = V_3 + V_4$$

$$V_2 = V_3 + V_4 = 3V + 2,3V = 5,3V$$

$$q_2 = C_2 \cdot V_2 = 2 \cdot 10^{-6} F \cdot 5,25V = 10,5\ \mu C$$

c) V_1, q_1 i $E_{p,1}$

$$V_1 = V_2 = 5,3V$$

$$q_1 = 1 \cdot 10^{-6} F \cdot 5,25\ V = 5,3\ \mu C$$

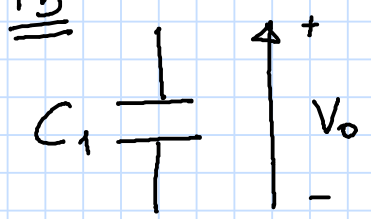
$$E_{p,1} = \frac{1}{2} C_1 \cdot (V_1)^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} F \cdot (5,25\,V)^2 = 13,8\ \mu J$$

d) $V_0 = V_1 = V_2 = 5,3\ \mu C$

e) $$C_{1234} = C_1 + C_2 + C_{34} = C_1 + C_2 + \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4}$$

$$C_{1234} = 1\,\mu F + 2\,\mu F + \frac{3\mu F \cdot 4\mu F}{3\mu F + 4\mu F} = 4,7\ \mu F$$

P5



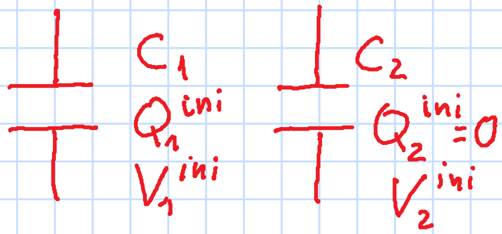
a) expressió de la càrrega del condensador C_1

$$Q_1 = C_1 \cdot V_0 \;//$$

b) es conecta C_1 a un condensador C_2 descarregat i la càrrega es redistribueix. Trobar une expressió de la càrrega dels dos condensador després de la redistribució.

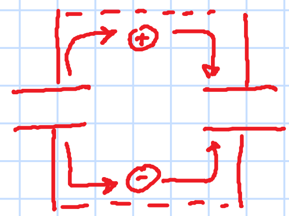
Aquest és un procés en el que cal distingir tres estats:

ESTAT INICIAL



TRANSITORI

La càrrega es mou:

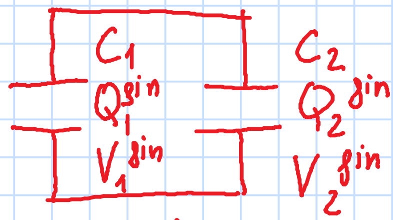


es transfereix una certa quantitat de càrrega Q_{trans}

la càrrega es conserva $\Big\} \longrightarrow$

ESTAT FINAL

Equilibri: q no es mouen



la condició d'equilibri és:

$$V_1^{fin} = V_2^{fin}$$

$$Q_2^{fin} = Q_{trans} \;!!$$

$$Q_1^{fin} = Q_1^{ini} - Q_{trans}^{!!ra}$$

Tenint en compte això, es pot resoldre de dues formes

Forma 1

b) i c) expressió de Q_1^{fin}, Q_2^{fin} i V^{fin} en funció de V_0, C_1 i C_2:

es poden plantejar dues equacions:

$$Q_1^{ini} + Q_2^{ini} = Q_1^{fin} + Q_2^{fin} \quad \text{(conservació de la càrrega)}$$

$$V_1^{fin} = V_2^{fin} \quad \text{(equilibri dels condensadors)}$$

Aquestes dues equacions es poden escriure en funció de les tensions, amb l'ajut de la relació $Q = C \cdot V$

$$\underset{C_1 \cdot V_0}{\underset{\parallel}{Q_1^{ini}}} + \underset{0}{\underset{\parallel}{Q_2^{ini}}} = \underset{C_1 \cdot V_1^{fin}}{\underset{\parallel}{Q_1^{fin}}} + \underset{C_2 \cdot V_2^{fin}}{\underset{\parallel}{Q_2^{fin}}} = (C_1 + C_2)\, V_1^{fin}$$

per tant:

$$V_1^{fin} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \,//$$

$$V_2^{fin} = V_1^{fin}$$

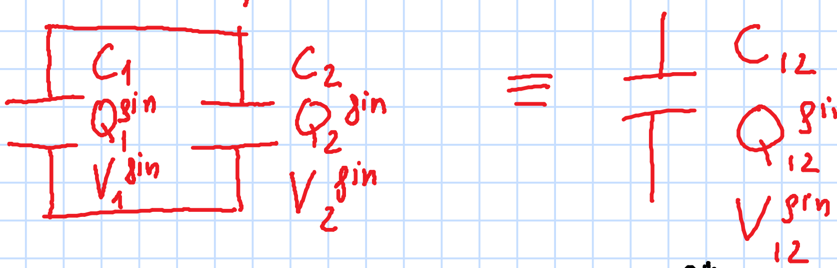
$$Q_1^{fin} = C_1 \cdot V_1^{fin} = \frac{C_1 \cdot C_1}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \,//$$

$$Q_2^{fin} = C_2 \cdot V_2^{fin} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \,//$$

Forma 2: l'estat en equilibri (final) es pot considerar una associació en paral·lel ja que tots dos condensadors estan a la mateixa tensió.

ESTAT FINAL

Equilibri: q no es mouen



$$C_{eq} = C_{12} = C_1 + C_2$$

$$Q_{12}^{fin} = \underset{C_1 \cdot V_0}{\underset{\parallel}{Q_1^{ini}}} + \underset{0}{\underset{\parallel}{Q_2^{ini}}}$$

per tant

$$V_{12}^{fin} = \frac{Q_{12}^{fin}}{C_{12}} = \frac{C_1 \cdot V_0}{C_1 + C_2} = V_1^{fin} = V_2^{fin} \,//$$

d'aquí:

$$Q_1^{fin} = C_1 \cdot V_1^{fin} = \frac{C_1 \cdot C_1}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \,//$$

$$Q_2^{fin} = C_2 \cdot V_2^{fin} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \,//$$

P6 $\quad C_1 = 100\ \mu F \ / \ V_1 = V_0 = 10 V$

a) $Q_1 = C_1 \cdot V_1 = 100 \cdot 10^{-6} F \cdot 10\ V = 10^{-3} C = 1 mC$

$E_{p,1}^{ini} = \frac{1}{2} C_1 \cdot (V_1^{ini})^2 = \frac{1}{2} 100 \cdot 10^{-6} F \cdot (10V)^2 = 500\ mJ$

b) es connecta amb $C_2 = 300\ \mu F$ inicialment
\+ descarregat.
c) Quines son les Q_1^{fin}, Q_2^{fin}, V_1^{fin} i V_2^{fin}?

Cal fer servir els resultats i els raonament del problema 5

$V_1^{fin} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_1^{ini} \qquad V_1^{fin} = \frac{100\mu F}{100\mu F + 300 \mu F} \cdot 10\ V = 2.5 V$

$Q_1^{fin} = V_1^{fin} \cdot C_1 = 100\ \mu F \cdot 2,5 V = 250\ \mu F$

$Q_2^{fin} = C_2 \cdot V_2^{fin} = 300 \mu F \cdot 2,5 V = 750 \mu F$

d) Ep final de cada condensador

$E_{p,1}^{final} = \frac{1}{2} 100\ \mu V \cdot (2,5\ V)^2 = 312,5\ \mu J$

$E_{p,2}^{final} = \frac{1}{2} 300 \mu V (2,5 V)^2 = 937,5\ \mu J$

$E_p^{final} = E_{p,1}^{final} + E_{p,2}^{final} = 1250\ \mu J = 1.25\ mJ$

aquesta Ep és molt més petita que la Ep inical.

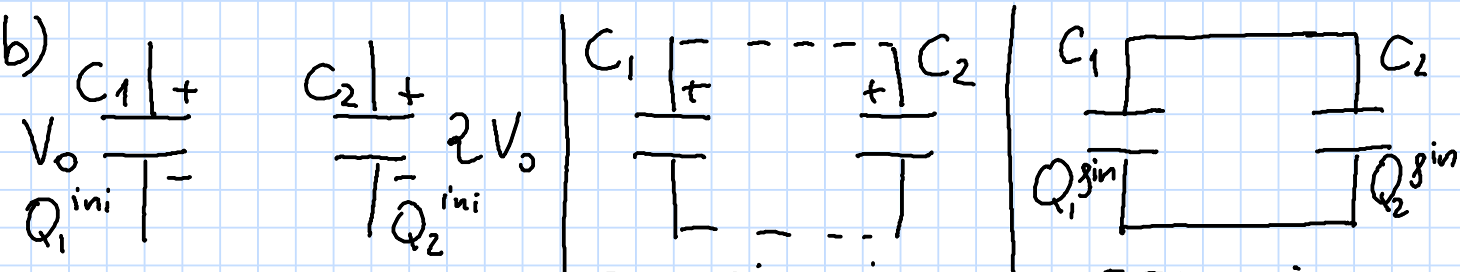
L'energia restant s'ha perdut per efecte Joule als conductors en passar les Q's d'un condensador a l'altre

P7 C_1 es carrega a tensió V_0
C_2 es carrega a tensió $2V_0$

a) Càrrega de cada condensador

$$Q_1 = C_1 \cdot V_0 \quad / \quad Q_2 = C_2 \cdot 2V_0$$

b)



ESTAT INICIAL | TRANSITORI | ESTAT FINAL

Borna + de C_1 amb borna + de C_2

$$V_1^{fin} = V_2^{fin}$$

Expressió de les càrregues després de la connexió.

→ Conservació de càrrega

$$\underset{\downarrow\; C_1 \cdot V_0}{Q_1^{ini}} + \underset{\downarrow\; C_2 \cdot 2V_0}{Q_2^{ini}} = \underset{\downarrow\; C_1 \cdot V_1^{fin}}{Q_1^{fin}} + \underset{\downarrow\; C_2 \cdot V_2^{fin} = C_2 \cdot V_1^{fin}}{Q_2^{fin}}$$

$$C_1 \cdot V_0 + C_2 \cdot 2V_0 = C_1 \cdot V_1^{fin} + C_2 \cdot V_1^{fin}$$

$$V_1^{fin} = \frac{C_1 + 2C_2}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \;// \qquad V_2^{fin} = V_1^{fin} \rightarrow \text{apartat c/}$$

$$Q_1^{fin} = C_1 \cdot V_1^{fin} = \frac{C_1 \cdot (C_1 + 2C_2)}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \;//$$

$$Q_2^{fin} = C_2 \cdot V_2^{fin} = \frac{C_2\,(C_1 + 2C_2)}{C_1 + C_2} \cdot V_0 \;//$$

P8 $C_1 = 100\ \mu F$ es carrega a tensió $V_0 = 10\,V$

$C_2 = 300\ \mu F$ es carrega a tensió $2V_0$

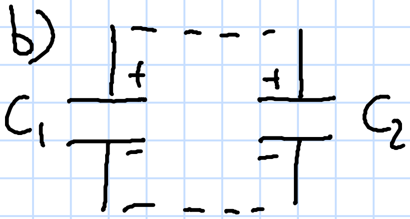
a) Càrrega de cada condensador i energia potencial acumulada:

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 = 100\cdot 10^{-6} F \cdot 10\,V = 10^{-3}$$

$$Q_2 = C_2 \cdot V_2 = 300\cdot 10^{-6} F \cdot 20\,V = 6\cdot 10^{-}\ C$$

$$E_{p,1} = \frac{1}{2} C_1 \cdot V_1^2 = \frac{1}{2}\cdot 100\cdot 10^{-6} F \cdot (10\,V)^2 = 5\cdot 10^{-3} J$$

$$E_{p,2} = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2}\, 300\cdot 10^{-6} F \cdot (20\,V)^2 = 60\cdot 10^{-3} J$$

b) 

com a l'apartat b) del problema 7

$$Q_1^{fin} = \frac{C_1(C_1 + 2C_2)}{(C_1 + C_2)} V_0 = \frac{100\ \mu F(100\ \mu F + 2\cdot 300\,\mu F)}{(100\,\mu F + 300\,\mu F)} \cdot 10\,V$$

$$Q_1^{fin} = \frac{700\ \mu F \cdot 10\,V}{4} = 1{,}8\ mC$$

$$Q_2^{fin} = \frac{C_2(C_1 + 2C_2)}{C_1 + C_2} \cdot V_0 = \frac{300\,\mu F \cdot (100\,\mu F + 2\cdot 300\,\mu F)}{(100\,\mu F + 300\,\mu F)} \cdot 10\,V$$

$$Q_2^{fin} = \frac{3\cdot 700\,\mu F \cdot 10\,V}{4} = 5{,}3\ mC$$

c) $$V_1^{fin} = V_2^{fin} = \frac{C_1 + 2C_2}{C_1 + C_2} V_0 = \frac{100\,\mu F + 2\cdot 300\,\mu F}{100\,\mu F + 300\,\mu F} \cdot 10\,V$$

$$V_1^{fin} = V_2^{fin} = \frac{7}{4}\cdot 10\,V = 17{,}5\,V$$

$$E_{p,1}^{fin} = \frac{1}{2} C_1 \cdot (V_1^{fin})^2 = \frac{1}{2}\cdot 100\cdot 10^{-6} F \cdot (17{,}5\,V)^2 = 15{,}3\cdot 10^{-3} J$$

$$E_{p,2}^{fin} = \frac{1}{2} C_2 (V_2^{fin})^2 = \frac{1}{2}\, 300\cdot 10^{-6} F (17{,}5\,V)^2 = 45{,}9\cdot 10^{-3} J$$

$$E_{p,1}^{ini} + E_{p,2}^{ini} = 65\cdot 10^{-3} J \ /\ E_{p,1}^{fin} + E_{p,2}^{fin} = 61{,}2\cdot 10^{-3} J$$

P9 Condensador C_1 carregat a tensió V_0

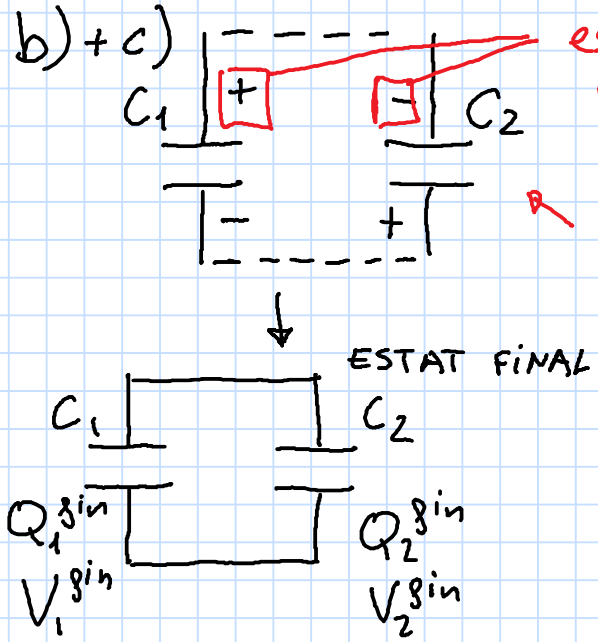
Condensador C_2 carregat a tensió $2V_0$

a) Expressió per a la càrrega de cada Condensador

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 = C_1 \cdot V_0$$

$$Q_2 = C_2 \cdot V_2 = C_2 \cdot 2V_0$$

b) + c)



es connecten les bornes de signe contrari !!

en transferir-se la càrrega, les càrregues ⊕ i ⊖ es neutralitzen. La condició de conservació de càrrega en aquest cas és:

$$Q_1^{ini} - Q_2^{ini} = Q_1^{fin} + Q_2^{fin}$$

Considerant que a l'estat d'equilibri final C_1 i C_2 estan en paral·lel:

$$C_{12} = C_1 + C_2 \qquad Q_{12}^{fin} = Q_1^{fin} + Q_2^{fin} = Q_1^{ini} - Q_2^{ini}$$

$$Q_{12}^{fin} = C_1 \cdot V_0 - C_2 \cdot 2V_0$$

$$V_{12}^{fin} = \frac{Q_{12}^{fin}}{C_{eq}} = \frac{(C_1 - 2C_2)V_0}{C_1 + C_2}$$

$$Q_1^{fin} = C_1 \cdot V_1^{fin} = \frac{C_1 \cdot (C_1 - 2C_2)}{C_1 + C_2} V_0 \Bigg/ Q_2^{fin} = C_2 \cdot V_2^{fin} = \frac{C_2\,(C_1 - 2C_2)}{C_1 + C_2} V_0$$

P10 Condensador $C_1 = 100\,\mu F$ carregat a $V_0 = 10V$
Condensador $C_2 = 300\,\mu F$ carregat a $2V_0 = 20V$

a) Càrregues: $Q_1 = 100 \cdot 10^{-6} F \cdot 10\,V = 10^{-3}\,C$
$Q_2 = 300 \cdot 10^{-6} F \cdot 20V = 6 \cdot 10^{-3}\,C$ } $Q_2 > Q_1$!!

$$E_{p,1} = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 10^{-6} F \cdot (10V)^2 = 5 \cdot 10^{-3}\,J$$
$$E_{p,2} = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 10^{-6} F \cdot (20V)^2 = 60 \cdot 10^{-3}\,J$$

b) + c) Es connecten els condensadors → pol '+' amb pol '−'
Valors Q_1, Q_2 i V a l'estat final d'equilibri.

a l'estat final d'equilibri → $Q_{12}^{fin} = Q_2^{ini} - Q_1^{ini}$
$(Q_2 > Q_1)$

cal restar les càrregues perquè la connexió és entre pols contraris.

$$V_{12}^{fin} = \frac{Q_{12}^{fin}}{C_{12}} = \frac{Q_2^{ini} - Q_1^{ini}}{C_1 + C_2} = \frac{6 \cdot 10^{-3} C - 10^{-3} C}{100 \cdot 10^{-6} F + 300 \cdot 10^{-6} F}$$

$V^{fin} = 12,5\,V$

$Q_1^{fin} = C_1 \cdot V_1^{fin} = 100 \cdot 10^{-6}\,F \cdot 12,5\,V = 1.3 \cdot 10^{-3}\,C$

$Q_2^{fin} = C_2 \cdot V_2^{fin} = 300 \cdot 10^{-6} F \cdot 12,5\,V = 3,8 \cdot 10^{-3}\,C$

c) E_p, final

$$E_{p,1}^{final} = \frac{1}{2} C_1 \cdot (V_1^{fin})^2 = \frac{1}{2}\, 100 \cdot 10^{-6} F \cdot (12,5V)^2 = 7,8 \cdot 10^{-3}\,J$$
$$E_{p,2}^{final} = \frac{1}{2} C_2\, (V_2^{fin})^2 = \frac{1}{2}\, 300 \cdot 10^{-6} F\, (12,5V) = 23,4 \cdot 10^{-3}\,J$$

P11 Condensador electrolític $\rightarrow$ $S = 3727\ cm^2$

$E_R = 6{,}3 \cdot 10^7 \frac{V}{m}$ $\varepsilon_r = 10$ $d = 1\ \mu m$

a) $C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d} = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m} \cdot 10 \cdot \frac{3727 \cdot 10^{-4}\ m^2}{10^{-6}\ m}$

$C = 33\ \mu F$

b) V_{max} $\rightarrow$ la tensió màxima la que correspon al camp de ruptur per a aquest condensador concret.

La relació entre camp i tensió en un condensador és:

$$V = E \cdot d$$

per tant

$$V_{max} = E_R \cdot d = 6{,}3 \cdot 10^7 \frac{V}{m} \cdot 10^{-6} m = 63\ V$$

P12

A? $\varepsilon_r = 2{,}3$ (dielèctric: polietilè)

$C = 100\ nF$ / $d = 10\ \mu m$

a)

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d} \rightarrow A = \frac{C \cdot d}{\varepsilon_0 \varepsilon_r} = \frac{100 \cdot 10^{-9} F \cdot 10 \cdot 10^{-6} m}{8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m} \cdot 2{,}3}$$

$$A = 491{,}3\ cm^2$$

b) 1 capa: $10\ mm \times 10\ mm = \underline{1\ cm^2}$

Cal plegar $491{,}3\ cm^2$ en cares de $1 cm^2$ → per tant calen 491 capes

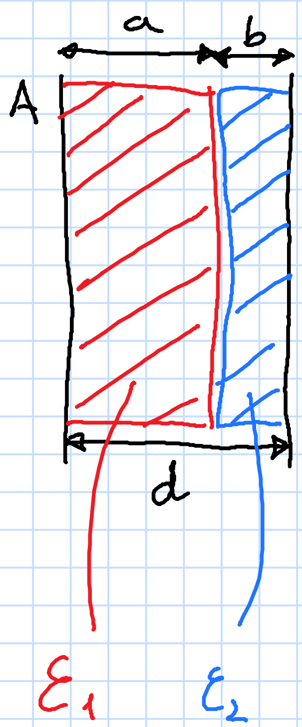
P13//

Condensador de cares plano-paral·leles:

Àrea: A

distància de separació: d

dos dielèctrics de gruixos a i b amb a+b=d



a) Camp elèctric a l'interior de cada dielèctric.

Primer cal recordar l'expressió del camp E sense dielèctric:

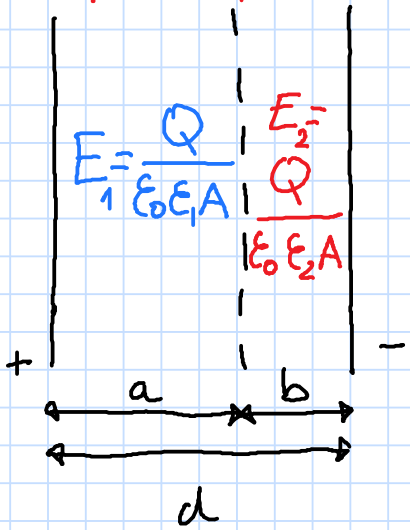
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q/A}{\varepsilon_0}$$

Així, a l'interior de cada dielèctric el camp estarà modificat per la ε_r corresponent:

$$E_1 = \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_1 A} \qquad E_2 = \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_2 \cdot A}$$

b) V entre plaques considerant les làmines dielèctriques.

Per trobar la diferència de potencial entre la placa '+' i la placa '−' cal tenir en compte que ara el camp NO és constant



$\downarrow$

es pot calcular la diferència de potencial pel material ε_1 i sumar-li la diferència de potencial pel material ε_2:

$$V = V_1 + V_2$$

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= E_1 \cdot a = \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_1 A} \cdot a \\ V_2 &= E_2 \cdot b = \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_2 A} \cdot b \end{aligned}\right\} \quad V = \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_1 A} \cdot a + \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_2 A} b$$

$$V = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}\left(\frac{a}{\varepsilon_1} + \frac{b}{\varepsilon_2}\right)$$

c)

$$C = \frac{Q}{V} = \varepsilon_0 A \left(\frac{a}{\varepsilon_1} + \frac{b}{\varepsilon_2}\right)^{-1} = \left(\frac{a}{\varepsilon_0 \varepsilon_1 A} + \frac{b}{\varepsilon_0 \varepsilon_2 A}\right)^{-1}$$

si escrivim: $C_1 = \varepsilon_0 \varepsilon_1 \frac{A}{a}$ i $C_2 = \varepsilon_0 \varepsilon_2 \frac{A}{b}$ tenim:

$$C = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1}$$ $\rightarrow$ és com dos condensadors en <u>sèrie</u>