$Z_R = R \quad Z_L = L\,s \quad Z_C = \dfrac{1}{C\,s} \qquad Z_s = Z_1 + Z_2 \quad Z_p = \dfrac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} \qquad \tilde{V}(s) = H(s)\,\tilde{V}_e(s) \qquad (\tilde{f}') = s\,\tilde{f} - f(0)$

$V = V_{\max}\cos(\omega t + \varphi) \qquad \mathbf{V} = Z(\mathrm{i}\,\omega)\,\mathbf{I} \qquad Z(\mathrm{i}\,\omega) = R(\omega) + \mathrm{i}\,X(\omega)$ NOTA10 $\quad V_{\text{ef}} = \dfrac{V_{\max}}{\sqrt{2}} \quad I_{\text{ef}} = \dfrac{I_{\max}}{\sqrt{2}} \qquad \mathbf{V} = H(\mathrm{i}\,\omega)\,\mathbf{V}_e$

$\bar{P} = \dfrac{1}{2}\,V_{\max}\,I_{\max}\,\cos\varphi_Z$ NOTA9 $\qquad \tilde{V}(s) = \dfrac{\mathbf{V}}{s - \mathrm{i}\,\omega} \qquad \tilde{I}(s) = \dfrac{\mathbf{V}}{(s - \mathrm{i}\,\omega)\,Z(s)} \qquad \tilde{I}(s) = \dfrac{\mathbf{I}}{s - \mathrm{i}\,\omega} + \tilde{I}_{\text{trans}}(s)$

$(\varphi_V - \varphi_I) = \varphi_Z \qquad X_C = -\dfrac{1}{\omega C}$ NOTA11 $\qquad X_L = \omega L$ NOTA12 $\qquad X_R = 0$ NOTA13 $\qquad \tilde{V}(s) = \dfrac{\mathbf{V}}{s - \mathrm{i}\,\omega} + \tilde{V}_{\text{trans}}(s)$

$V = V_{\max}\,|H(\mathrm{i}\,\omega)|\,\cos(\omega t + \varphi + \varphi_H)$

$1\frac{N}{C} = 1\frac{m}{F} = 1\frac{V}{m} \quad 1V = 1\frac{J}{C} \quad 1A = 1\frac{C}{s} \quad 1w = 1VA \quad 1\Omega = 1\frac{V}{A} \quad 1F = 1\frac{C}{V} = 1\frac{As}{V} \quad 1A.h = 3600C$

$1w.h = 3600J \quad 1\frac{V}{C} = 1\frac{J}{m} \quad 1T = 1\frac{N}{Am} = 1\frac{Ns}{Cm} \quad 1G = 10^{-4}T \quad 1H = \frac{Vs}{A}$

Relações entre unidades

Índice notas NOTA1 Apesar disto, a capacidade não depende nem da carga, nem da d.d.p! Quando uma varia, a outra varia na mesma proporção NOTA2 E(max) = rigidez dielétrica NOTA3 sigma = carga superficial (C/m^2) NOTA4 lambda = carga linear (C/m) NOTA5 L = comprimento NOTA6 M = binário, m = momento magnético NOTA7 L = indutância NOTA8 M = indutância mútua (nota: circuito 2 não tem f.e.m própria) NOTA9 Positivo ou nulo (nunca pode ser negativo) NOTA10 R(w) é a resistência (sempre positiva), X(w) é a reatância (pode ser positiva -indutiva- ou negativa -capacitiva-) NOTA11 Sendo a resistência nula; a corrente está adiantada pi/2 em relação à voltagem NOTA12 Sendo a resistência nula; a corrente está atrasada pi/2 em relação à voltagem NOTA13 Sendo a resistência NÃO nula; a corrente está em fase em relação à voltage NOTA14 Equação também válida para a resistividade em vez da resistência NOTA15 Ei = campo elétrico induzido (e não f.e.m)

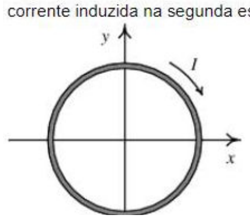
Comandos maxima cabs - módulo número complexo; carg - argumento número complexo; polarform - número complexo na forma fmax*e^(i*fase_inicial); rectform - número complexo na forma a+b*i; ratsimp - simplifica cenas; partfrac - frações parciais (2º argumento = variável) <u>NOTA: Usar na sequência polarform(float(rectform(...))) para obter argumento de %e num número bonito</u>

Factos aleatórios <u>A força elétrica de um objeto carregado sobre um neutro é sempre atrativa</u>; Força eletromotriz é a d.d.p entre os elétrodos (pólos da fonte) e só depende das reações químicas entre o eletrólito e os metais dos elétrodos; <u>A energia potencial elétrica de uma partícula com carga negativa será maior nos pontos onde o potencial for menor</u>; Num condutor isolado só pode existir carga na superfície; <u>O campo elétrico é mais forte nas regiões convexas e mais fraco nas regiões côncavas</u>; A divergência do campo elétrico (soma das derivadas parciais) tem o mesmo sinal da carga pontual; <u>As linhas de campo elétrico são perpendiculares às curvas equipotenciais</u>; A força magnética entre dois fios retos é atrativa se as correntes têm o mesmo sentido e repulsiva se têm sentidos opostos; <u>Lei de Lenz: A corrente induzida é no sentido que produz campo magnético induzido que contraria a variação do fluxo magnético;</u> Outra regra mão direita: Indicador – corrente, Meio – campo magnético, Polegar – força; Frequência de ressonância: frequência da fonte que causa reatância nula (tensão e corrente em fase, impedância real e minima)

12. Um objeto A, inicialmente com carga nula, entra em contato com uma barra de borracha, carregada com carga negativa. No instante em que a barra toca no objeto A:

(A) Passam protões da barra para A.
(B) Passam eletrões da barra para A.
(C) Passam eletrões de A para a barra.
(D) Passam protões da barra para A e eletrões de A para a barra.
(E) Passam protões de A para a barra.

Uma espira circular encontra-se no plano *Oxy* com centro na origem. Na espira circula corrente com intensidade *I*, no sentido horário, como mostra a figura, que diminui em função do tempo. Por cima da espira encontra-se outra espira idêntica, paralela e com centro no eixo dos *z*, em *z*=2. Qual o sentido da corrente induzida na segunda espira?



Sentido idêntico se a corrente diminui, contrário se aumenta

10. Coloca-se um pequeno íman dentro de um campo magnético externo uniforme. Qual será o resultado?

(A) O íman roda até que o pólo norte aponta no sentido das linhas do campo externo e o pólo sul no sentido oposto.
(B) O íman roda até que a linha que passa pelos pólos fica perpendicular às linhas do campo externo.
(C) O íman desloca-se no sentido das linhas do campo externo.
(D) O íman desloca-se no sentido oposto das linhas do campo externo.
(E) O íman roda até que o pólo sul aponta no sentido das linhas do campo externo e o pólo norte no sentido oposto.

Resposta: A

9. Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

(A) O campo elétrico na superfície de um condutor isolado é nulo.
(B) Dentro de um condutor isolado o campo elétrico é sempre nulo.
(C) Se a carga total num condutor isolado for nula a carga superficial será nula.
(D) Numa região do espaço, se não existir carga o campo elétrico será nulo.
(E) O campo elétrico dentro de uma esfera oca é sempre nulo.

2. Carrega-se um condensador e logo deixa-se descarregar através de uma resistência. Com que fracção da diferença de potencial inicial ficará o condensador, após um tempo igual a 2 constantes de tempo? Resposta = exp(-nº_constantes_tempo)

8. Qual das seguintes afirmações sobre o campo magnético é verdadeira?

(A) As suas linhas de campo são sempre curvas; nunca podem ser rectas.
(B) Os seus pontos de equilíbrio podem ser focos.
(C) Pode ter pontos de equilíbrio atractivos.
(D) É um campo conservativo.
(E) Os seus pontos de equilíbrio podem ser centros.

Resposta: E

$F = \frac{k|q_1||q_2|}{K\,r^2}$ $E_{\text{pontual}} = \frac{k|q|}{K\,r^2}$ $U_e = q\,V$ $\frac{m}{2}v^2 + q\,V = \frac{m}{2}v_0^2 + q\,V_0$ $P = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta U_e}{\Delta t}$ $\varepsilon = \frac{\Delta U_e}{e}$

$\Delta V_{\text{gerador}} = \varepsilon - r\,I$ $\Delta V_{\text{recetor}} = \varepsilon + r\,I$ $R = \rho\,\frac{L}{A}$ $R = R_{20}\,(1 + \alpha_{20}(T - 20))$ NOTA14 $C = \frac{Q}{\Delta V}$ NOTA1 $\boxed{\Delta U_e = \Delta V\,\Delta Q}$

$C_{\text{plano}} = \frac{K\,A}{4\,\pi\,k\,d}$ $C_{esfera} = \frac{KR}{k}$ $V_{\max} = E_{\max}\,d$ NOTA2 $C_{cond.esferico} = \frac{KR_1R_2}{k(R_2 - R_1)}$

E$_{\text{condensador plano}}$ = (4*pi*k*|Q|)/(K*A)

Potencial esfera condutora V = kQ/(K*R)

$\int_A^B E\,\mathrm{d}s = V_A - V_B$

$$E = \begin{cases} \frac{k\,Q}{K\,r^2} & , R_1 < r < R_2 \\ 0 & , r < R_1 \text{ ou } r > R_2 \end{cases}$$

Campo elétrico de uma carga num condensador esférico

Para esfera condutora ou isoladora o raciocínio é igual, a condição em cima é r > R e em baixo r < R

Condensadores em série: Carga mantém-se, d.d.p soma-se, capacidade calcula-se como resistências em paralelo

Condensadores em paralelo: Carga soma-se, d.d.p mantém-se, capacidade calcula-se como resistências em série

Energia armazenada num condensador E = 0.5*Q^2/C = 0.5*C*d.d.p^2 = 0.5*Q*d.d.p

Método das malhas

1. Definem-se as correntes de malha, neste caso i_1, i_2 e i_3, todas no mesmo sentido.
2. Cria-se a matriz R:
   R_{ii} = + soma de todas as resistências na malha i;
   R_{ij} = - soma de todas as resistências na fronteira entre as malhas i e j;
3. Cria-se a matriz ε:
   $\varepsilon_{i,1}$ = soma algebrica das fem na malha i.
   "+" se produzir corrente no sentido arbitrado para i_i
4. Resolve-se o sistema: R.i= ε.
   Onde i são as correntes do sistema, logo $i=R^{-1}\,\varepsilon$
5. Encontram-se as correntes reais I1, I2 e I3.
   Na fronteira entre duas malhas há que somar as correntes das duas malhas.

Alternativa ao método das malhas: Método da sobreposição. Havendo mais que uma fonte, considerer apenas uma fonte de cada vez (as outras em curto-circuito), aplicar método das malhas e tirar valores de I. No fim somam-se os I correspondentes das várias aplicações (atenção aos sentidos)

$$\vec{B} = \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{-2\,k_m\,I_i\,(y - y_i)}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}\right]\hat{\imath} + \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{2\,k_m\,I_i\,(x - x_i)}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}\right]\hat{\jmath}$$

Circuitos com condensadores:

- t(inicial): Q(condensador) = 0 (descarregado), d.d.p = 0 e I pode ter qualquer valor (equivalente a um curto-circuito)
- t(intermédio): estado de transição (d.d.p =/= 0, I =/=0), o condensador é considerado uma fonte ideal com f.e.m = Q/C
- t(final): estado estacionário (Q aumenta e por isso d.d.p aumenta até d.d.p máxima, onde a carga deixa de aumentar -> deltaQ = 0 logo I = 0, mas d.d.p =/= 0; equivalente a um interruptor aberto)

$$E_x = \sum_{i=1}^{n} \frac{k\,q_i\,(x - x_i)}{\left[(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2\right]^{3/2}} \qquad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$$

$$E_y = \sum_{i=1}^{n} \frac{k\,q_i\,(y - y_i)}{\left[(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2\right]^{3/2}} \qquad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$$

$$E_s = -\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}s} \qquad V = \sum_{i=1}^{n} \frac{k\,q_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|} \qquad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

$\Phi = A\,E\,\cos\theta = \vec{E}\cdot\hat{n}\,\Delta A$ $\Phi(\text{S fechada}) = 4\,\pi\,k\,q_{\text{int}}$ Maneiras de calcular o fluxo elétrico

$E_{\text{plano}} = 2\,\pi\,k\,\sigma$ NOTA3 $E_{\text{fio}} = \frac{2\,k\,\lambda}{R}$ NOTA4 $\mathrm{d}V = -\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{r}$ $V = -\int_{\infty}^{P}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{r}$

$\vec{F} = L\,\vec{I}\times\vec{B}$ NOTA5 $\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v}\times\vec{B}\right)$ $\vec{M} = \vec{m}\times\vec{B}$ NOTA6 $\vec{m} = A\,I\,\hat{n}$ $r = \frac{m\,v}{q\,B}$ $\omega = \frac{q\,B}{m}$ $\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0$

$F_{\text{fios retos}} = \frac{2\,k_m\,L\,I_1\,I_2}{r}$ NOTA5 $B_{\text{fio reto}} = \frac{2\,k_m\,I}{r}$ $\oint_C \vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{r} = 4\,\pi\,k_m\,I_{\text{int}}$ $k_m = 10^{-7}\ \mathrm{T\cdot m/A}$ $\Psi = A\,B\cos\theta$ $L_{\text{bobina}} = n^2\,L_{\text{espira}}$ $\varepsilon_i = -\frac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t}$

$\vec{E}_i = \vec{v}\times\vec{B}$ NOTA15 $\varepsilon_i = L\,|\vec{v}\times\vec{B}|$ NOTA5 $\varepsilon_i = -L\,\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$ NOTA7 $\Phi = L\,I$ NOTA7 $V_{\max} = N\,B\,A\,\omega.$ $\Phi_2 = -M\,I_1$ NOTA8 $\varepsilon_2 = M\,\frac{d\,I_1}{d\,t}$ NOTA8

Circuitos com indutores: t(inicial): d.d.p =/= 0, I = 0, equivalente a um interruptor aberto; t(infinito): estado estacionário, I =/= 0 e constant, d.d.p = 0, equivalente a um curto-circuito

Pontos de equilíbrio num retrato de fase (V,E): Mínimo local de V(x,y) = centro de V e nó atrativo de E (ponto de carga negativa); Máximo local de V(x,y) = centro de V e nó repulsive de E (ponto de carga positiva); Ponto de sela de V e E (ponto onde o campo é nulo e não há carga)