$F_{12} = K\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$ $F = q.\vec E$ CARGA EN UN PUNTO P A UNA DISTANCIA R S.I = $\frac{N}{C}$

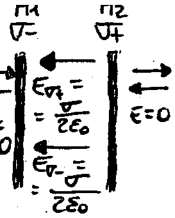
S.I: N $\vec F = -\vec\nabla U$ $\vec E = K\frac{q}{r^2}\hat u_r$ $\vec E = -\vec\nabla V$

ENERGÍA POTENCIAL ELECTROSTÁTICA ALMACENADA EN UN SIST. 2 CARGAS

POTENCIAL ELECTROST. CREADO POR UNA CARGA

$U = K\frac{q_1 q_2}{r}$ —— $U = q.V$ ——▸ $V = K\frac{q}{r}$ S.I: V

S.I: J $U = \int \vec F \cdot d\vec r$ $V = \int \vec E \cdot d\vec r$



$E_{int} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ | $E_{ext} = 0$ | $\sigma = \frac{Q}{A}$ | $\Delta V = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$C = \frac{Q}{\Delta V}$ | $C = \frac{\varepsilon_0 . A}{d}$ sólo depende de la geometría. S.I = $F = \frac{C}{V}$

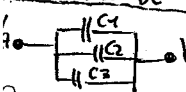
$U = \frac{1}{2}.Q.\Delta V = \frac{1}{2}.C.\Delta V^2$

DIELÉCTRICO

$\Delta V_{pl} = E_0.d = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.d$ - antes | $C_0 = \frac{Q}{V_0} = \frac{\varepsilon_0.A}{d}$ - antes

$\Delta V_{pl} = \frac{E_0.d}{K}$ - con dieléctrico | $C_d = \frac{K.Q}{V_0} = K.C_0$ - con dieléctr

ASOCIACIÓN DE CONDENSADORES



Todos tienen el mismo ΔV

$Q_1 = C_1.\Delta V$
$Q_2 = C_2.\Delta V$
$Q_3 = C_3.\Delta V$

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \Delta V\underbrace{(C_1 + C_2 + C_3)}_{Ceq.}$

Todos tienen la misma carga

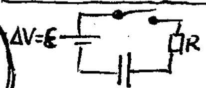
A ─||─||─||─ B

$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$

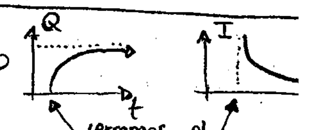
En serie C_1 y C_2: $C_{eq} = \frac{C_1.C_2}{C_1+C_2}$

En paralelo C_1 y C_2: $C_{eq} = C_1 + C_2$

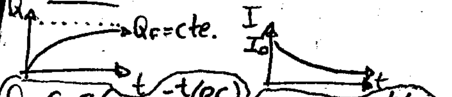
CONDENSADORES EN CIRCUITOS DE C.C



$\mathcal{E} - I.R - \Delta V_{cond} = 0$



CARGA

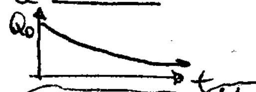


$Q = \underbrace{C.\mathcal{E}}_{Q_F}(1 - e^{-t/RC})$ $I = \underbrace{\frac{\mathcal{E}}{R}}_{I_0}.e^{-t/RC}$

τ (tiempo característico) $t = RC$

$Q = Q_F(1 - e^{-1}) = 0'63 Q_F$

DESCARGA



$Q(t) = Q_0 . e^{-t/RC}$

$I(t) = \underbrace{\frac{Q_0}{RC}}_{I_0} . e^{-t/RC}$

$\vec B = \frac{\mu_0}{4\pi}.q.\frac{\vec v \times \hat r}{r^2}$ $\hat r$ = unitario p-q r = dist. p-q

HILO FINITO

$B_p = \frac{\mu_0}{4\pi}.\frac{I}{R}(sen\theta_2 - sen\theta_1)$

HILO INFINITO

$B_p = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

ESPIRA CIRCULAR CENTRO

$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ R = radio espira

TOROIDE

$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi R}$

SOLENOIDE BOBINA, INDUCT.

$B = \frac{\mu_0 N I}{l}$ l = ⟷

LEY DE LORENTZ

$\vec F = q.\vec v \times \vec B$

$F_c = \frac{mv^2}{r}$, $F_m = qvB$ ⇒ $qvB = \frac{mv^2}{R}$ ‖ $T = \frac{2\pi R}{V}$

$F = I.(L \times B)$

$F = I.B.L$

Fuerza magnética sobre un cable de long. l con I bajo $\vec B$.

E variable en el tiempo crea $\vec B$

B variable en el tiempo crea $\vec E$

$\mathcal{E} = \int \vec E.\hat n\, dA$

LEY DE FARADAY

$fem = \mathcal{E} = \Delta V = \frac{-d\Phi_m}{dt}$

$\Phi_m = \int \vec B.\hat n.dA$

APLICACIONES) GENERADOR C.A.

$\theta = \omega t + \theta_0$

$\Phi_m = \int \vec B.d\vec s = BS\cos\theta = BS\cos(\omega t + \theta_0)$

$-\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{d}{dt}(BS.\cos(\omega t + \theta_0))$ ⇒

⇒ $\boxed{\mathcal{E} = B.S.sen(\omega t + \theta_0)}$

Ejemplo: Un $\vec B$ uniforme forma un $\theta = 30°$ con el eje de la bobina de $N=300$ y $R = 4cm$. El $\vec B$ varía a razón de $85\ T/s$. Determinar $\mathcal{E}$

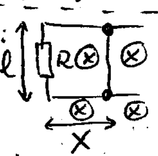
N=300

$\Phi_m = \int_s \vec B\, d\vec s = \int B.ds.\cos\theta = B\cos\theta\int ds = B\cos\theta(\pi R^2)N$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{d(B\cos\theta\,\pi R^2 N)}{dt} = -\pi R^2 N\cos\theta.\frac{dB}{dt} = -\pi R^2\cos\theta.85\frac{T}{s} =$

$= -\pi(0'04)^2.300.\cos30°.85 = \boxed{-111V}$

Ejemplo: ¿cuál es la $\mathcal{E}$ en mi circuito?



→ deslizamiento con V

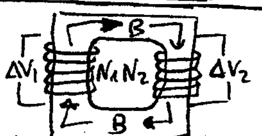
varía

$\Phi_m = \int_s \vec B\, d\vec s = B\cos\theta\int ds = B.\text{área} = B.l.x$ $\boxed{x = x_0 . Vt}$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -\frac{d(B.l.x)}{dt} = -B.l.\frac{dx}{dt} = \boxed{-B.l.V}$ ‖ $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B.l.v}{R}$ sentido antihorario

TRANSFORMADOR

ΔV_1 (T) ΔV_2 → out



$\Phi_{e_1} = \Phi_{e_2}$
$\Phi_{b_1} = N_1.\Phi_e$
$\Phi_{b_2} = N_2.\Phi_e$

$\Delta V_1 = -\frac{d\Phi_{b1}}{dt} = -N_1.\frac{d\Phi_e}{dt}$ (1)

$\Delta V_2 = -\frac{d\Phi_{b2}}{dt} = -N_2.\frac{d\Phi_e}{dt}$ (2)

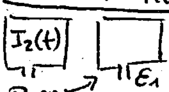
⇒ $\frac{-d\Phi_e}{dt} = \frac{\Delta V_1}{N_1}$

⇒ $\frac{-d\Phi_e}{dt} = \frac{\Delta V_2}{N_2}$

⇒ $\boxed{\Delta V_2 = \Delta V_1\frac{N_2}{N_1}}$

INDUCCIÓN MUTUA Sean 2 circuitos y por uno circula corriente que depende de t.

coeficiente de inducción de 2 sobre 1:



$\mathcal{E}_1 = -M_{12}\frac{dI_2}{dt}$; $\Phi_{12} = M_{12} I_2$

$\mathcal{E}_1 = -M_{12}\frac{dI_2}{dt} = \boxed{\frac{-d\Phi_{12}}{dt}}$ → flujo de 2 produce sobre 1.

S.I $[M_{12}] = H$ (henrio)

Análogamente: coeficiente de autoinducción

$\Phi_{12} = M_{12} I_2$
$\Phi = L.I$

$\boxed{L = \frac{\Phi}{I}}$ coeficiente de autoinducción = inductancia

COEFICIENTE DE AUTOINDUCCIÓN DE UNA BOBINA

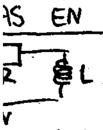
$L = \frac{\Phi}{I} = \mu_0.n.N.\pi.r^2 = \mu_0\frac{N^2}{l}\pi r^2$ SOLO DE LA GEOMETRÍA

$B_{int} = \mu_0.n.I$

$\Phi_{int} = \mu_0.n.I.\text{área} = \mu_0.n.I.N.\pi.r^2$

$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R_e} = \frac{-1}{R_e}.\frac{d\Phi_m}{dt}$

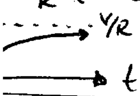
BOBINAS EN CIRCUITOS



$V = IR + \Delta V_L$

$V = IR + L.\frac{dI}{dt}$

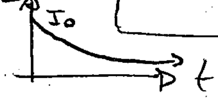
$I = \frac{V}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}.t}\right) = \frac{V}{R}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$



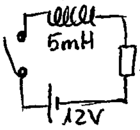
$\boxed{\tau\,(t.caract.) = \frac{L}{R}}$

Si imponemos I_0 → $I(0) = I_0$

⇒ $I = I_0 . e^{-\frac{R}{L}.t}$



ENERGÍA ALMACENADA EN UNA BOBINA $U = \frac{1}{2} L I^2$



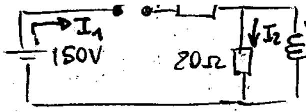
a) I para $t \to \infty$
b) τ del circuito
c) ¿Cuánto t (medido en τ's) hasta que I alcanza el 99% de I_F?
d) Energía almacenada en la bobina?

a) $I_F = \frac{V}{R} = \frac{12}{15} = \boxed{0'8 A}$

b) $\tau = \frac{L}{R} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{15} = \boxed{3'33 \cdot 10^{-4} s}$

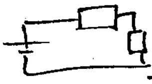
c) $\frac{I}{I_F} = 0'99 \to I = I_F(1 - e^{-t/\tau}) \to$
$\to e^{-t/\tau} = 1 - \frac{I}{I_F} \to \frac{-t}{\tau} = \ln\left(1 - \frac{I}{I_F}\right) \Rightarrow$
$\Rightarrow \frac{t}{\tau} = -\ln(0'1) = 4'61 \Rightarrow \boxed{t = 4'61 \tau}$

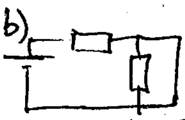
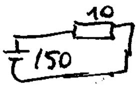
d) $U_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 = \boxed{1'6 \cdot 10^{-3} J}$

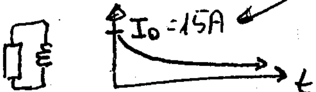


a) justo después b) $t \to \infty$ después de cerrar S. Abrimos S. c) I justo después de abrirlo d) I? un tiempo largo después de abrirlo. $\boxed{I_1 = I_2 + I_3}$

a) $I_3 = 0$ $\quad 150 = I_1(10+20) \to I_1 = 5A$
$I_1 = I_2$



b)  $I_2 = 0$ $\quad I_1 = I_3$  $I = 15A$

c) $I = \underline{15A}$ 

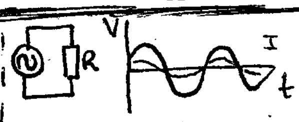
d) 

después de un tiempo largo I tiende a cero
$I_1 = I_2 = I_3 = 0$

CORRIENTE ALTERNA

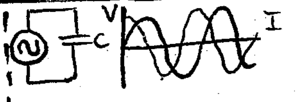
$V(t) = V_0 \cdot \text{sen}(\omega t) = V_0 \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ $\quad V_0 \simeq V_{max} = \frac{V_{pp}}{2}$

$V_{eff} = \sqrt{\langle V^2 \rangle} \simeq \frac{V_0}{\sqrt{2}}$; $I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$



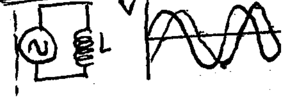
$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi)$

$I = \frac{\mathcal{E}_{max}}{R} \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi)$



$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi)$

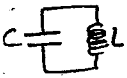
$I = \frac{\mathcal{E}_{max}}{1/\omega C} \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$ $\to X_C$ reactancia capacitiva



$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi)$

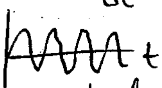
$I = \frac{\mathcal{E}_{max}}{\omega L} \text{sen}(\omega t + \varphi \ldots$ $\to X_L$ reactancia inductiva

CIRCUITO LC SIN GENERADOR



Cond. inicialmente cargado Q_0

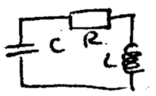
$V_L + V_C = 0 \Rightarrow L\frac{d^2Q}{dt} + \frac{Q}{C} = 0$

$Q = Q_0 \cdot \cos(\omega t)$ 

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ frecuencia natural

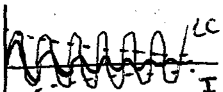
$I = I_0 \cdot \text{sen}(\omega t)$; $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

CIRCUITO RLC SIN GENERADOR



$V_R + V_L + V_C = 0 \Rightarrow$
$\Rightarrow L \cdot \frac{d^2Q}{dt} + R \cdot \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0$

$Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\gamma \cdot t} \cdot \text{sen}(\omega_{am} \cdot t + \varphi)$ $\quad \gamma = \frac{R}{2L}$



$\omega_{am}^2 = \omega_0^2 - \gamma^2 \approx \omega_0^2$
$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

CIRCUITO RLC CON GENERADOR

$V = V_{max} \cdot \cos(\omega t)$; $V_B + V_C + V_L + V_R = \ldots$

$\boxed{I = I_{max} \cdot \cos(\omega t - \varphi)}$ $\quad \text{tg}\,\varphi = \frac{X_L - \ldots}{R}$

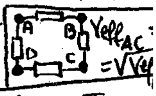
$I_{max} = \frac{V_{max}}{Z}$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

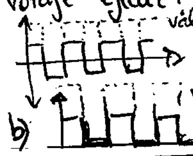
I será máx cuando Z es mínimo

$X_L = X_C \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0$ f resonancia

$\langle P \rangle = V_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi \leftarrow$ Potencia media disipada $= I_{eff}^2 \cdot R$

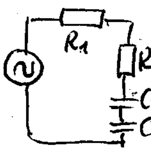


En la figura se indica el voltaje en función del tiempo en una onda cuadrada. $V_0 = 12V$. a) tensión eficaz? b) Se rectifica la onda y solo perduran los V positivos. Voltaje eficaz?



a) valor promedio V_0^2 $\quad V_{eff} = \sqrt{\langle V^2 \rangle} = \sqrt{V_0^2} = V_0 = 12 V$

b) valor promedio $V_0^2/2$ $\quad V_{eff} = \sqrt{\langle V^2 \rangle} = \sqrt{\frac{V_0^2}{2}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$



$f = 30 Hz$ $\quad V_{eff} = 12V$

a) I_{max} fuente? Diferencia fase I y V
b) P promedio fuente
c) Si tenemos inductancia en serie con $R_{1,2}$, $C_{1,2}$ calcular L para q la pot. sea máxima.

a) $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_C)^2} = 119000\,\Omega \to$ sin L $\quad X_L = 0$

$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{|Z|} = \frac{12V}{119000} = 1 \cdot 10^{-4} A$; $I_{max} = I_{eff} \cdot \sqrt{2} = 1'42 \cdot 10^{-4} A$

$\text{tg}\,\delta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{-X_C}{R} = -1'96 \Rightarrow \delta = -63° = -1'1$ rad

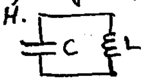
b) $\langle P \rangle = V_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\delta = I_{eff}^2 \cdot R = 5'4 \cdot 10^{-4} W$

c) $\langle P \rangle = \frac{V_{eff}^2}{|Z|} \cdot \cos\delta \to \langle P \rangle$ máximo cuando $\cos\delta = 1$ ó $|Z|$ mín

$\Rightarrow X_L = X_C \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Para $f = 30 Hz \to$ despejar $L \to 2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow 4\pi^2 f^2 = \frac{1}{LC}$

Se carga a 30V un condensador de $5\mu F$ y luego se conecta a una bobina de $10 mH$.
a) Cuanta Energía se almacena?



$U_T = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot V_C + \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$

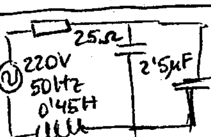
La energía total del circuito no varía con el tiempo (varía la del conden. y la bobina)

Cojo $t = 0 \to Q = Q_0$ y $I = 0$

$U_T = \frac{1}{2} \cdot Q_0 \cdot V_C + \frac{1}{2} \cdot L \cdot 0 = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot V_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V_0^2$

b) frecuencia? $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = 712 Hz$

c) Corriente máx.? $I_{max} = Q_{max} \cdot \omega = Q_0 \cdot \omega = = C \cdot V_0 \cdot \omega = \underline{0'67 A}$

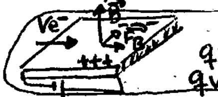


a) I_{eff} por el circuito? b) $\langle P \rangle$ que proporciona batería c) V_{eff} en R, L, C_1, C_2 d) $\langle P \rangle$ disipada bobina $\to \langle P \rangle = 0$ SÓLO SE DISIPA EN LAS RESISTENCIAS e) ω de resonancia

a) $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$; $I_{eff} = \frac{V_{eff}}{|Z|}$; $\quad$ b) $\langle P \rangle = I_{eff}^2 \cdot R = 4'84 W$

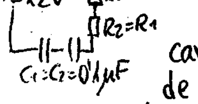
c) V_{eff} en $R = I_{eff} \cdot R = 11V$
V_{eff} en $C_1 = C_2 = I_{eff} \cdot X_C = 280V$
V_{eff} en $L = I_{eff} \cdot X_L = 62'2 V$

e) f_{res}? $\quad X_C = X_L \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\ldots}}$



$F_e = F_B$ $\quad \boxed{V_{hall} = \ldots}$
$qvxB = q\,E_{hall}$
$qvB = q\,E_{hall} \Rightarrow \boxed{E_{hall} = v\ldots}$

$f = 30 Hz$ $\quad V_{eff} = 12V$ $\quad$ En $t = 0$ cond. descargado



a) $I(t=0)$?, $I(t \to \infty)$
b) t necesario para que la carga en C alcance un 70% de su valor en $t = \infty$.

a) $Q(t) = Q_F(1 - e^{-t/RC})$ $\Big\}$ proceso de carga
$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot e^{-t/RC}$

$t = 0 \to I = \frac{V_0}{R} = \frac{12V}{5400\,\Omega} = 2'22 \cdot 10^{-4} A$ (cond. cortocircuito)

$t = \infty \to I = 0$ (cond. representa circuito abierto, no deja pasar I)

b) $Q(t) = 0'7 Q_0$
$0'7 Q_0 = Q_0(1 - e^{-t/RC}) \Rightarrow 0'7 = 1 - e^{-t/RC} \Rightarrow \frac{-t}{RC} = \ln(0'3) \Rightarrow$

$\Rightarrow t = -RC \ln(0'3) = 3'25\ ms$