

## 1 Circuits RC

$$\begin{aligned}\text{Càrrega: } q(t) &= VC \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_C}}\right), \quad I(t) = \frac{\epsilon}{R} e^{-\frac{t}{\tau_C}} \\ \text{Descàrrega: } q(t) &= VC e^{-\frac{t}{\tau_C}}, \quad I(t) = -\frac{V}{R} e^{-\frac{t}{\tau_C}}\end{aligned}$$

$$\tau_C = RC, \quad q(0) = VC$$

## 2 Circuits RL

$$\begin{aligned}\text{Càrrega: } I(t) &= \frac{\epsilon}{R_{\text{est}}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_L}}\right) \\ \text{Descàrrega: } I(t) &= \frac{V}{R_{\text{est}}} e^{-\frac{t}{\tau_L}} \\ \tau_L &= \frac{L}{R}, \quad R_{\text{est}} = R + r\end{aligned}$$

### 2.1 Solenoides

$$\begin{aligned}\text{Flux: } \Phi &= NBS = \frac{\mu_0 N^2 SI}{l} \\ \text{Coeficient d'autoinducció: } L &= \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 N^2 S}{l} \\ \epsilon_L &= -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}\end{aligned}$$

## 3 Corrent alterna

$$\begin{aligned}\text{f.e.m. alterna: } V(t) &= V_0 \cos(\omega t + \varphi), \quad T = \frac{2\pi}{\omega}, \\ I(t) &= \frac{V(t)}{R} = \frac{V_0}{R} \cos(\omega t + \varphi) = I_0 \cos(\omega t + \varphi) \\ \text{Flux: } \Phi &= BSN \cos(\omega t + \theta), \quad B \text{ camp magnètic} \\ \text{Llei Faraday: } \epsilon(t) &= V_0 \sin(\omega t + \theta_0) \\ \text{Voltatge eficaç: } V_{ef} &= \frac{V_0}{\sqrt{2}}\end{aligned}$$

$$\text{Intensitat eficaç: } I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

### 3.1 Circuit amb condensador

$$\begin{aligned}\text{Voltatge: } V(t) &= V_0 \cos(\omega t) \\ \text{Intensitat: } I(t) &= -V_0 \omega C \sin(\omega t) = I_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \\ &\text{(desfase de } \frac{\pi}{2}) \\ \text{Sigui } V(t) &= V_0 e^{i\omega t}, \text{ llavors, } I(t) = V_0 i \omega C e^{i\omega t}. \\ \text{Podem reproduir la llei d'Ohm (} V &= IR_C), \\ R_C &= \frac{1}{i\omega C}. \\ \text{Reactància capacitiva: } X_C &= |R_C| = \frac{1}{\omega C}, \\ R_C &= \frac{X_C}{i} = -iX_C\end{aligned}$$

### 3.2 Circuit amb inducció

$$\begin{aligned}\text{Voltatge: } V(t) &= V_0 \cos(\omega t) \\ \text{Autoinducció a la bobina: } \epsilon_L &= -L \frac{dI}{dt} \\ \text{Segona llei Kirchhoff: } V(t) + \epsilon_L &= 0 \implies I(t) = \frac{V_0}{L\omega} \sin(\omega t) = I_0 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \\ &\text{(desfase de } \frac{\pi}{2}) \\ \text{Sigui } V(t) &= V_0 e^{i\omega t}, \text{ llavors, } I = \frac{V_0}{i\omega L} e^{i\omega t}. \text{ Podem reproduir la llei d'Ohm} \\ V &= IR_L, \quad R_L = i\omega L. \\ \text{Reactància inductiva: } X_L &= |R_L| = \omega L, \\ R_L &= iX_L\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_L &= |R_L| = \omega L, \\ R_L &= iX_L\end{aligned}$$

## 4 Impedància. Llei d'Ohm

$$\begin{aligned}\text{Llei d'Ohm: } V &= IZ \\ \text{Impedància: } \bar{Z} &= R + iX \begin{cases} \text{Resistència: } R \\ \text{Condensador: } -iX_C \\ \text{Inducció: } iX_L \end{cases}\end{aligned}$$

### 4.1 Circuit LCR

$$\begin{aligned}\text{Angle de fase: } \text{tg}(\varphi) &= \frac{X_L - X_C}{R}, \quad ("I" + \varphi = "U") \\ \text{Corrent màxim: } I_0 &= \frac{\epsilon_0}{Z}\end{aligned}$$

## 5 Potència

$$\begin{aligned}\text{Potència instantània: } P(t) &= V(t)I(t) = V_0 I_0 \cos(\omega t) \cos(\omega t - \varphi) \\ \text{Potència mitja: } \frac{V_0 I_0}{2 \cos(\varphi)} &= V_{ef} I_{ef} \cos(\varphi)\end{aligned}$$

### 5.1 Potència en una resistència

$$\begin{aligned}\text{No desfase: } \varphi &= 0, \quad V(t) = V_0 \cos(\omega t), \quad I(t) = I_0 \cos(\omega t) \\ \text{Potència instantània: } P(t) &= V_0 \cos(\omega t) I_0 \cos(\omega t) = \frac{V_0^2}{R} \cos^2(\omega t) \\ \text{Potència mitja: } P &= \frac{V_0^2}{2R} \\ \text{Valors eficaços: } V_{ef} &= \frac{V_0}{\sqrt{2}}, \\ I_{ef} &= \frac{I_0}{\sqrt{2}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Potència dissipada: } P &= \frac{V_{ef}^2}{R} = R I_{ef}^2\end{aligned}$$

### 5.2 Potència en un condensador

$$\begin{aligned}\text{Desfase: } \varphi &= -\frac{\pi}{2}, \quad V(t) = V_0 \cos(\omega t), \quad I(t) = I_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = -I_0 \sin(\omega t) \\ \text{Potència instantània: } P(t) &= -\frac{V_0^2}{X_C} \sin(\omega t) \cos(\omega t) = -\frac{V_0^2}{2X_C} \sin(2\omega t) \\ \text{Potència mitja: } 0\end{aligned}$$

### 5.3 Potència en una inducció

$$\begin{aligned}\text{Desfase: } \varphi &= \frac{\pi}{2}, \quad V(t) = V_0 \cos(\omega t), \quad I(t) = I_0 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = I_0 \sin(\omega t) \\ \text{Potència instantània: } P(t) &= \frac{V_0^2}{X_L} \sin(\omega t) \cos(\omega t) = \frac{V_0^2}{2X_L} \sin(2\omega t) \\ \text{Potència mitja: } 0\end{aligned}$$

### 5.4 Potència complexa

$$\begin{aligned}\bar{V} &= V_0 e^{i\omega t}, \quad \bar{I} = I_0 e^{i\omega t - \varphi}, \quad \bar{Z} = Z e^{i\varphi} \\ \text{Potència complexa: } \bar{S} &= \frac{\bar{V} \bar{I}^*}{2} = \frac{V_0 e^{i\omega t} I_0 e^{-i(\omega t - \varphi)}}{2} = \frac{V_0 I_0}{2} e^{i\varphi} = V_{ef} I_{ef} (\cos(\varphi) + i \sin(\varphi)) \\ \text{Potència activa [W]: } P &= \text{Re}[\bar{S}] = V_{ef} I_{ef} \cos(\varphi)\end{aligned}$$

$$\text{Potència reactiva [VA]:}$$

$$Q = \text{Im}[\bar{S}] = V_{ef} I_{ef} \sin(\varphi)$$

$$\text{Potència aparent [VA]:}$$

$$S = |\bar{S}| = V_{ef} I_{ef}$$

### 5.5 Factor de potència

$$\text{Factor de potència:}$$

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{S}$$

$$\text{Millora del f.d.p. en sèrie:}$$

$$Z = R + iX, \text{ connectem}$$

$$X' = -X. \quad (X > 0, \varphi > 0) \implies C = \frac{1}{\omega X}, \quad (X < 0, \varphi < 0) \implies L = \frac{|X|}{\omega}$$

$$\text{Millora del f.d.p. en paral·lel:}$$

$$X' = -\frac{(R^2 + X^2)}{X} = -\frac{Z}{\sin(\varphi)}$$

## 6 Superposició de senyals. Amplada de banda

$$\text{Senyal sinusoidal: } F(t) = A \sin(2\pi f_1 t + \varphi) \quad \text{Espectre:}$$

$$\text{Rang de freqüències del senyal.}$$

$$\text{Amplada de banda } (f_b):$$

$$\text{Mida del espectre.}$$

$$\text{Freqüència } n\text{-èssima}$$

$$\text{harmònica: } f_n = \frac{n\omega_0}{2\pi} = \frac{n}{T}$$

$$\text{Velocitat de transmissió}$$

$$\text{màxima: } V_{max} = \frac{1}{T_{bit}} =$$

$$\frac{1}{2\tau} = \frac{f_b}{2}$$