

## 1 Circuits RC

Càrrega:

$$q(t) = VC \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_C}}\right),$$

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{-\frac{t}{\tau_C}}$$

Descàrrega:  $q(t) = VCe^{-\frac{t}{\tau_C}},$

$$I(t) = -\frac{V}{R} e^{-\frac{t}{\tau_C}}$$

$$\tau_C = RC$$

### 1.1 Condensadors

Capacitat  $\varepsilon \varepsilon_0 A/d$

Càrrega  $q = CV$

Energia electroestàtica:

$$W = E = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

## 2 Circuits RL

Càrrega:

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R_{\text{est}}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_L}}\right)$$

Descàrrega:  $I(t) = \frac{V}{R_{\text{est}}} e^{-\frac{t}{\tau_L}}$

$$\tau_L = \frac{L}{R}, R_{\text{est}} = R + r$$

### 2.1 Solenoides

Energia  $U = \frac{1}{2} LI^2$

Flux:  $\Phi = NBS = \mu_0 N^2 SI$

Coefficient d'autoinducció:

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 N^2 S}{l}$$

$$\varepsilon_L = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

## 3 Corrent alterna

f.e.m. alterna:

$$V(t) = V_0 \cos(\omega t + \varphi), T = \frac{2\pi}{\omega},$$

$$I(t) = \frac{V(t)}{R} = \frac{V_0}{R} \cos(\omega t + \varphi) =$$

$$I_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Flux:  $\Phi = BSN \cos(\omega t + \theta), B$   
camp magnètic

Llei Faraday:

$$\varepsilon(t) = V_0 \sin(\omega t + \theta_0)$$

Voltatge eficaç:  $V_{\text{ef}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$

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

### 3.1 Circuit amb condensador

Voltatge:  $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$

## 5 Potència

Potència instantània:

$$P(t) = V(t)I(t) =$$

$$V_0 I_0 \cos(\omega t) \cos(\omega t - \varphi)$$

Potència mitja:

$$\frac{V_0 I_0}{2 \cos(\varphi)} = V_{\text{ef}} I_{\text{ef}} \cos(\varphi)$$

### 5.1 Potència en una resistència

No desfasa:  $\varphi = 0, V(t) =$

$$V_0 \cos(\omega t), I(t) = I_0 \cos(\omega t)$$

Potència instantània:

$$P(t) = V_0 \cos(\omega t) I_0 \cos(\omega t) =$$

$$\frac{V_0^2}{R} \cos^2(\omega t)$$

Potència mitja:  $P = \frac{V_0^2}{2R}$

Valors eficaços:  $V_{\text{ef}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}},$

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

Potència dissipada:

$$P = \frac{V_{\text{ef}}^2}{R} = RI_{\text{ef}}^2$$

### 5.2 Potència en un condensador

Desfasa:  $\varphi = -\frac{\pi}{2}, V(t) =$

$$V_0 \cos(\omega t), I(t) =$$

$$I_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = -I_0 \sin(\omega t)$$

Potència instantània:

$$P(t) = -\frac{V_0^2}{X_C} \sin(\omega t) \cos(\omega t) =$$

$$-\frac{V_0^2}{2X_C} \sin(2\omega t)$$

Potència mitja: 0

### 5.3 Potència en una inducció

Desfasa:  $\varphi = \frac{\pi}{2}, V(t) =$

$$V_0 \cos(\omega t), I(t) =$$

$$I_0 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = I_0 \sin(\omega t)$$

Potència instantània:

$$P(t) = \frac{V_0^2}{X_L} \sin(\omega t) \cos(\omega t) =$$

$$\frac{V_0^2}{2X_L} \sin(2\omega t)$$

Potència mitja: 0

### 5.4 Potència complexa

$$\tilde{V} = V_0 e^{i\omega t}, \tilde{I} = I_0 e^{i(\omega t - \varphi)}, \tilde{Z} =$$

$$Z e^{i\varphi}$$

Potència complexa:  $\tilde{S} = \frac{\tilde{V} \tilde{I}^*}{2} =$

$$\frac{V_0 e^{i\omega t} I_0 e^{-i(\omega t - \varphi)}}{2} = \frac{V_0 I_0}{2} e^{i\varphi} =$$

$$V_{\text{ef}} I_{\text{ef}} (\cos(\varphi) + i \sin(\varphi))$$

Potència activa [W]:

$$P = \text{Re}[\tilde{S}] = V_{\text{ef}} I_{\text{ef}} \cos(\varphi)$$

Potència reactiva [VA]:

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

Potència aparent [VA]:

$$\tilde{S} = |\tilde{S}| = V_{\text{ef}} I_{\text{ef}}$$

### 5.5 Factor de potència

Factor de potència:

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

Millora del f.d.p. en sèrie:

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

$$X' = -X. (X > 0, \varphi > 0) \implies$$

$$C' = \frac{1}{\omega X'}, (X < 0, \varphi < 0) \implies$$

$$L = \frac{\omega X}{\omega}$$

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

Senyal sinusoidal:

$$F(t) = A \sin(2\pi f_1 t + \varphi)$$

Espectre: Rang de freqüències del senyal.

Freqüència n-èssima

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

Polis: Un cicle.

Velocitat de transmissió

$$\text{màxima: } v_{\text{max}} = \frac{1}{T_{\text{bit}}} = \frac{1}{2\tau} =$$

$$\frac{f_b}{2}, T_{\text{bit}} = 2\tau$$

## 7 Diodes

Eq. de Shockley:

$$I = I_0 \left( e^{\frac{V}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

$$V_T = \frac{k_B T}{e}, \eta \approx 1, I_0 =$$

corrent saturació inversa

Eq. de Planck:  $E = h\nu$

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ [Js]}$$

## 7.1 Transistors NMOS

if  $(V_{GS} > V_T)$

if  $(V_{DS} > V_{GS} - V_T)$  (1)

else (2)

else (3)

(1) zona de saturació:

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

(2) zona lineal (óhmica):  $I_D =$

$$\beta \left[ (V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

(3) zona de tall:  $I_D = 0$

## 7.2 Transistors PMOS

if  $(V_{GS} < V_T)$

if  $(V_{DS} < V_{GS} - V_T)$  (1)

else (2)

else (3)

(1) zona de saturació:

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

(2) zona lineal (óhmica):  $I_D =$

$$\beta \left[ (V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

(3) zona de tall:  $I_D = 0$

## 8 Retras i potència en circuits digitals

Interruptor de:

$$\text{càrrega } C \approx 1[F]$$

tensió d'alimentació  $V_{DD}$

relació d'activitat  $p$

corrent  $I$

clock  $f_C$

Potència dinàmica de càrrega:

$$P_{\text{dinàmica}} = p f_C C V_{DD}^2$$

Potència estàtica:

$$P_{\text{estàtica}} = I V_{DD}$$

Potència dissipada:

$$P = P_{\text{dinàmica}} + P_{\text{estàtica}}$$

Energia de commutació:

$$E = C V_{DD}^2 + \frac{I V_{DD}}{p f_C}$$

## 9 Varis

Nombre d'Avogadro:

$$N_A = 6,22 \times 10^{23}$$