

## Tema 1

**Camp elèctric:**  $F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \text{ (N)}$   $E_1 = K \cdot \frac{q_1}{d^2} \text{ (N/C ó V/m)}$   $F = q_2 \cdot E_1 \text{ (N)}$   $K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

**Potencial:**  $\Delta V = V_1 - V_2 = E \cdot d \text{ (V)}$  **Energia:**  $U = Q \cdot V \text{ (J)}$  **Potència:**  $P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = I \cdot V = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R} \text{ (W)}$

**Intensitat:**  $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \text{ (A)}$  **Llei d'Ohm:**  $V = R \cdot I \text{ (V)}$  **T. màx. Transf. Pot.:**  $R_{\text{max}} = r \text{ (}\Omega\text{)}$

**Resistències en paral·lel:**  $\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n} \text{ (}\Omega\text{)}$   $I_{\text{tot}} = I_1 + \dots + I_n \text{ (A)}$   $V_{\text{tot}} = V_1 = \dots = V_n \text{ (V)}$

**Resistències en sèrie:**  $R_{\text{eq}} = R_1 + \dots + R_n \text{ (}\Omega\text{)}$   $I_{\text{tot}} = I_1 = \dots = I_n \text{ (A)}$   $V_{\text{tot}} = V_1 + \dots + V_n \text{ (V)}$

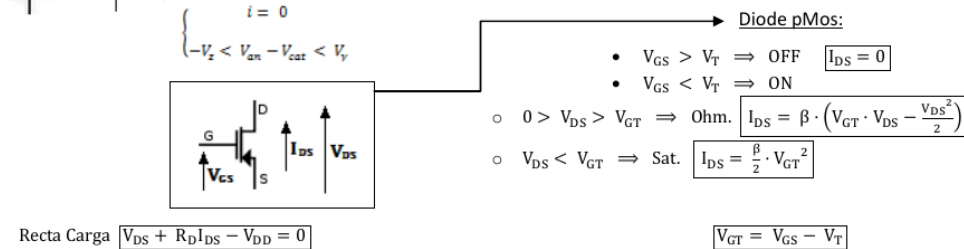
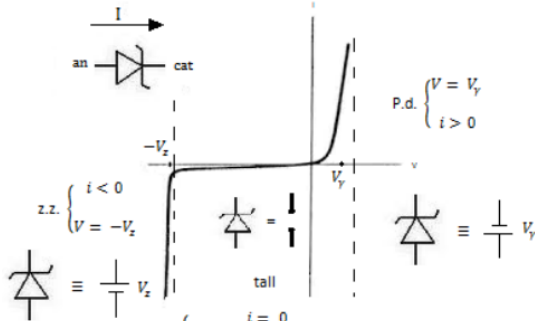
**T. Thévenin:**  $\varepsilon_{\text{TH}} = \text{ddp entre A i B (V)}$   $R_{\text{TH}} = \text{curtcircuit a } \varepsilon_s \text{ i calculem } R_{\text{eq}} \text{ (}\Omega\text{)}$

**Condensador:**  $\Delta V = E \cdot d = Q \cdot \frac{d}{\varepsilon_0 S} \text{ (V)}$   $Q = C \cdot \Delta V \text{ (C)}$   $U = \frac{Q^2}{2 \cdot C} \text{ (J)}$   $C: \text{F}$   $S: \text{m}^2$   $l, d: \text{m}$

**Cable:**  $\Delta V = E \cdot l \text{ (V)}$   $\frac{1}{\sigma} = \rho \text{ (}\Omega \cdot \text{m)}$   $R = \rho \cdot \frac{l}{S} \text{ (}\Omega\text{)}$   $I = \sigma \cdot E \cdot S \text{ (A)}$   $\sigma: \frac{\text{S}}{\text{m}} \left( \frac{1}{\Omega \cdot \text{m}} \right)$

## Tema 3

**Diode Zener:**



**Recta Carga**  $V_{\text{DS}} + R_{\text{D}} I_{\text{DS}} - V_{\text{DD}} = 0$

$V_{\text{GT}} = V_{\text{GS}} - V_{\text{T}}$

$t_{\text{p LH}} = \frac{1,7 C_{\text{L}}}{\beta_{\text{p}} V_{\text{DD}}}$   $t_{\text{p HL}} = \frac{1,7 C_{\text{L}}}{\beta_{\text{n}} V_{\text{DD}}}$   $t_{\text{p}} = \frac{t_{\text{p LH}} + t_{\text{p HL}}}{2}$   $\tau = \frac{t_{\text{p}}}{\ln 2}$   $\text{pot: } p = f \cdot C_{\text{L}} \cdot V_{\text{DD}}^2 \text{ (W)}$   $\text{prod. delay - pot.: } p \cdot t_{\text{p}}$

### 1 Circuits RC

**Càrrega:**  $q(t) = VC \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ ,  $I(t) = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$   
**Descàrrega:**  $q(t) = VC e^{-\frac{t}{\tau}}$ ,  $I(t) = -\frac{V}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$   
**τ:**  $\tau = RC$

### 1.1 Condensadors

Capacitat  $\varepsilon_0 A/d$   
 Càrrega  $q = CV$   
 Energia electrostàtica:  
 $W = E = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

### 2 Circuits RL

**Càrrega:**  $I(t) = \frac{V}{R} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$   
**Descàrrega:**  $I(t) = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$   
**τ:**  $\tau = \frac{L}{R}$ ,  $R_{\text{eq}} = R + r$

### 2.1 Solenoides

Energia  $U = \frac{1}{2} LI^2$   
 Flux:  $\Phi = NBS = \frac{\mu_0 N^2 SI}{l}$   
 Coeficient 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:  $\Phi = BS \cos(\omega t + \theta)$ ,  $B$  camp magnètic  
 Lei Faraday:  
 $\varepsilon(t) = V_0 \sin(\omega t + \theta_0)$   
 Voltage eficaç:  $V_{\text{ef}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$   
 Intensitat eficaç:  $I_{\text{ef}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

### 3.1 Circuit amb condensador

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

### 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:  
 $P(t) = V_0 I_0 \cos^2(\omega t)$   
 Potència mitja:  $P = \frac{V_0^2}{2R}$   
 Valors eficaços:  $V_{\text{ef}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$   
 Potència dissipada:  
 $P = \frac{V_0^2}{2R} = I_{\text{ef}}^2 R$

**5.2 Potència en un condensador**  
 Desfasa:  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ ,  $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$ ,  $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$   
 Potència instantània:  
 $P(t) = -\frac{V_0 I_0}{2} \sin(2\omega t)$   
 Potència mitja: 0

**5.3 Potència en una inducció**  
 Desfasa:  $\varphi = \frac{\pi}{2}$ ,  $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$ ,  $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$   
 Potència instantània:  
 $P(t) = \frac{V_0 I_0}{2} \sin(2\omega t)$   
 Potència mitja: 0

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

**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-èsima harmònica:  $f_n = \frac{\omega_n}{2\pi} = \frac{n}{2T}$   
 Pols: Un cicle.  
 Velocitat de transmissió màxima:  $v_{\text{max}} = \frac{1}{T_{\text{bit}}} = \frac{1}{\frac{1}{f_{\text{bit}}}} = f_{\text{bit}}$   
**7 Diodes**  
 Eq. de Shockley:  
 $I = I_0 \left( e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right)$   
 $V_T = \frac{k_B T}{q}$ ,  $\eta \approx 1$ ,  $I_0 =$  corrent saturació inversa  
 Eq. de Planck:  $E = h\nu$   
 $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ [Js]}$

### 7.1 Transistors NMOS

**if** ( $V_{\text{GS}} > V_{\text{T}}$ )  
**if** ( $V_{\text{DS}} > V_{\text{GS}} - V_{\text{T}}$ ) (1)  
**else** (2)  
**else** (3)

(1) zona de saturació:  
 $I_D = \frac{\beta}{2} (V_{\text{GS}} - V_{\text{T}})^2$   
 (2) zona lineal (òhmica):  
 $I_D = \beta \left[ (V_{\text{GS}} - V_{\text{T}}) V_{\text{DS}} - \frac{V_{\text{DS}}^2}{2} \right]$   
 (3) zona de tall:  $I_D = 0$

**7.2 Transistors PMOS**  
**if** ( $V_{\text{GS}} < V_{\text{T}}$ )  
**if** ( $V_{\text{DS}} < V_{\text{GS}} - V_{\text{T}}$ ) (1)  
**else** (2)  
**else** (3)

(1) zona de saturació:  
 $I_D = \frac{\beta}{2} (V_{\text{GS}} - V_{\text{T}})^2$   
 (2) zona lineal (òhmica):  
 $I_D = \beta \left[ (V_{\text{GS}} - V_{\text{T}}) V_{\text{DS}} - \frac{V_{\text{DS}}^2}{2} \right]$   
 (3) zona de tall:  $I_D = 0$

**8 Retras i potència en circuits digitals**  
 Interruptor de càrrega  $C \approx 1[F]$   
 tensió d'alimentació  $V_{\text{DD}}$   
 relació d'activitat  $p$   
 corrent  $I_{\text{clock}}$   
 clock  $f_c$   
 Potència dinàmica de càrrega:  
 $P_{\text{dinàmica}} = p f_c C V_{\text{DD}}^2$   
 Potència estàtica:  
 $P_{\text{estàtica}} = I V_{\text{DD}}$   
 Potència dissipada:  
 $P = P_{\text{dinàmica}} + P_{\text{estàtica}}$   
 Energia de commutació:  
 $E = C V_{\text{DD}}^2 + \frac{I V_{\text{DD}}}{p f_c}$

**9 Varis**  
 Nombre d'Avogadro:  
 $N_A = 6,22 \times 10^{23}$