

Tema 1

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

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

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

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

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

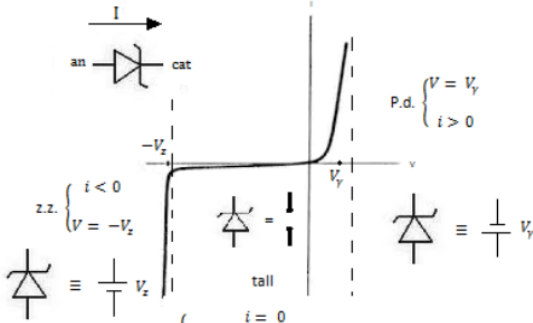
T. Thévenin: $\epsilon_{TH} = ddp$ entre A i B (V) $R_{TH} =$ curcircuit a ϵ_s i calclem R_{eq} (Ω)

Condensador: $\Delta V = E \cdot d = Q \cdot \frac{d}{\epsilon_0 S}$ (V) $Q = C \cdot \Delta V$ (C) $U = \frac{Q^2}{2 \cdot C}$ (J) $C: F \quad S: m^2 \quad l, d: m$

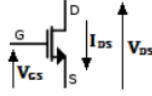
Cable: $\Delta V = E \cdot l$ (V) $\frac{1}{\sigma} = \rho$ (Ω · m) $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ (Ω) $I = \sigma \cdot E \cdot S$ (A) $\sigma: \frac{S}{m} \left(\frac{1}{\Omega \cdot m} \right)$

Tema 3

Diode Zener:

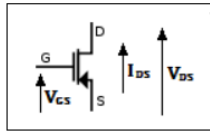


Diode nMOS:



- $V_{GS} < V_T \Rightarrow$ OFF $I_{DS} = 0$
- $V_{GS} > V_T \Rightarrow$ ON
 - $0 < V_{DS} < V_{GT} \Rightarrow$ Ohm. $I_{DS} = \beta \cdot (V_{GT} \cdot V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2})$
 - $V_{DS} > V_{GT} \Rightarrow$ Sat. $I_{DS} = \frac{\beta}{2} \cdot V_{GT}^2$

Diode pMOS:



- $V_{GS} > V_T \Rightarrow$ OFF $I_{DS} = 0$
- $V_{GS} < V_T \Rightarrow$ ON
 - $0 > V_{DS} > V_{GT} \Rightarrow$ Ohm. $I_{DS} = \beta \cdot (V_{GT} \cdot V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2})$
 - $V_{DS} < V_{GT} \Rightarrow$ Sat. $I_{DS} = \frac{\beta}{2} \cdot V_{GT}^2$

Recta Carga $V_{DS} + R_D I_{DS} - V_{DD} = 0$

$V_{GT} = V_{GS} - V_T$

$t_{p, LH} = \frac{1,7 C_L}{\beta_p V_{DD}}$

$t_{p, HL} = \frac{1,7 C_L}{\beta_n V_{DD}}$

$t_p = \frac{t_{p, LH} + t_{p, HL}}{2}$

$\tau = \frac{t_p}{\ln 2}$

pot: $p = f \cdot C_L \cdot V_{DD}^2$ (W) prod. delay - pot.: $p \cdot t_p$

1 Circuits RC

Càrrega:

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

$I(t) = \frac{q}{C} e^{-\frac{t}{\tau}}$

Descàrrega: $q(t) = VC e^{-\frac{t}{\tau}}$

$\tau = RC$

1.1 Condensadors

Capacitat $\epsilon_0 A/d$

Càrrega $q = CV$

Energia electroestàtica:

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

2 Circuits RL

Càrrega:

$I(t) = \frac{E}{R_{tot}} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$

Descàrrega: $I(t) = \frac{E}{R_{tot}} e^{-\frac{t}{\tau}}$

$\tau L = \frac{L}{R}, R_{tot} = R + r$

2.1 Solenoides

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

Flux: $\Phi = NBS = \frac{\mu_0 N^2 SI}{l}$

Coefficient d'autoinducció:

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

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

3 Corrent alterna

f.c.m. alterni:

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

$I(t) = \frac{V(t)}{R} = \frac{V_0}{R} \cos(\omega t + \varphi) = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Flux: $\Phi = BS N \cos(\omega t + \theta), B$

camp magnètic

Llei Faraday:

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

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

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

3.1 Circuit amb condensador

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

5 Potència

Potència instantània:

$P(t) = V(t)I(t) = V_0 I_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

Potència mitjana:

$\frac{V_0 I_0}{2} \cos(\varphi)$

$V_{ef} I_{ef} \cos(\varphi)$

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:

$P(t) = V_0 I_0 \cos^2(\omega t) = \frac{V_0^2}{2} \cos^2(\omega t)$

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

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

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

Potència dissipada:

$P = \frac{V_0^2}{R} = RI_{ef}^2$

5.2 Potència en un condensador

Desfasa: $\varphi = -\frac{\pi}{2}, V(t) = V_0 \cos(\omega t), I(t) = I_0 \sin(\omega t)$

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

Potència instantània:

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

Potència mitjana: 0

5.3 Potència en una inducció

Desfasa: $\varphi = \frac{\pi}{2}, V(t) = V_0 \cos(\omega t), I(t) = I_0 \sin(\omega t)$

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

Potència instantània:

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

Potència mitjana: 0

5.4 Potència complexa

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

Potència complexa: $\tilde{S} = \frac{V_{ef} I_{ef}}{2}$

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

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

Potència activa [W]:

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

Potència reactiva [VA]:

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

Potència aparent [VA]:

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

5.5 Factor de potència

Factor de potència:

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

Millora del f.d.p. en sèrie:

$Z = R + iX, \text{ connectem } X' = -X, (X > 0, \varphi > 0) \Rightarrow C = \frac{1}{\omega X'}, (X < 0, \varphi < 0) \Rightarrow L = \frac{|X|}{\omega}$

Millora del f.d.p. en paral·lel:

$X' = -\frac{(R+iX)}{X} = -\frac{R}{X} - \frac{i|X|}{\sin(\varphi)}$

6 Superposició de senyals. Amplada de banda

Senyal sinusoidal:

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

Espectre: Rang de freqüències del senyal.

Freqüència n-èsima harmònica: $f_n = \frac{\omega_n}{2\pi} = \frac{n}{T}$

Pols: Un cicle.

Velocitat de transmissió màxima: $v_{max} = \frac{1}{T_{bit}} = \frac{1}{2T}$

$\frac{1}{2}, T_{bit} = 2T$

7 Diodes

Eq. de Shockley:

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

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

corrent saturació inversa

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

$h = 6,62 \times 10^{-34}$ [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 (òhmica): $I_D = \beta \left[(V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$

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

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

8 Retras i potència en circuits digitals

Interruptor de càrrega $C \approx 1[F]$

tensió d'alimentació V_{DD}

relació d'activitat p

corrent I_c

clock f_c

Potència dinàmica de càrrega:

$P_{dinàmica} = p f_c C V_{DD}^2$

Potència estàtica:

$P_{estàtica} = I_{DD} V_{DD}$

Potència dissipada:

$P = P_{dinàmica} + P_{estàtica}$

Energia de commutació:

$E = C V_{DD}^2 + \frac{I_{DD} V_{DD}}{p f_c}$

9 Varis

Nombre d'Avogadro:

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