

Assignatura: Sistemes Electrònics. **Titulacions:** Àmbit industrial
Professors: J.A. Soria, X. Roset i R. Ramos
Parcial: 2on. **Data:** 11 de Juny de 2014

Exercici 1. Font d'Alimentació DC de sortida fixa.

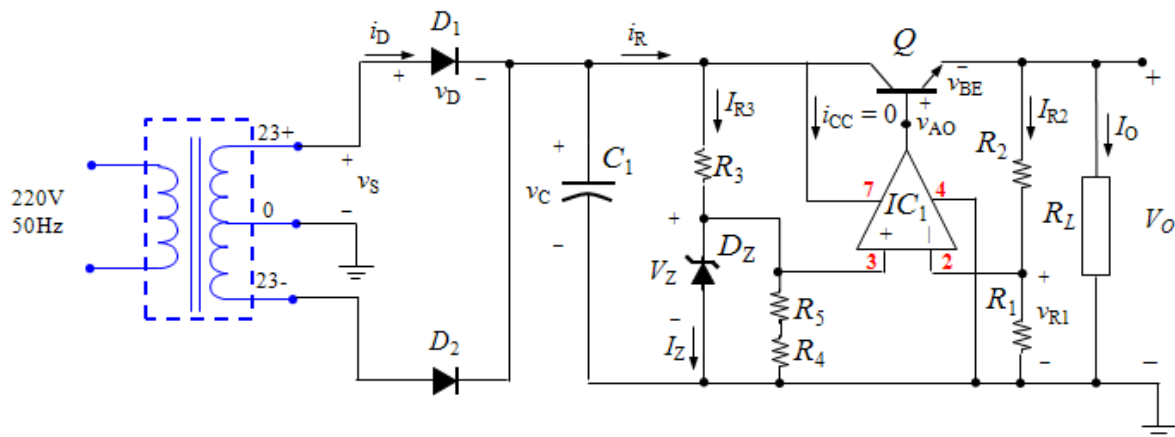


Figura 1. Esquema elèctric de la font de tensió DC variable.

El circuit de la Font DC de la Fig. 1 està format per un rectificador bifàsic de mitja ona (amb punt mig de connexió a terra) un filtre per condensador i un estabilitzador, on l'operacional (IC_1) és **ideal**, el zener (D_Z) treballa a la zona de **ruptura** i el BJT està en **activa**. En base als components d'aquest circuit (on els valors s'indiquen a sota) es demana el següent:

A) (2 Punts) Tensió de sortida V_O :

- a1)** Determini l'expressió i el valor de V_O en funció del díode zener (D_Z) i la resta de components de l'estabilitzador de tensió, i determini el valor.
- a2)** En aquesta mateixa situació, quina és la tensió mínima de $V_{(7)}$ per a que l'operacional funcioni correctament dins la **regió lineal**?
- a3)** Quina seria la tensió V_O si el terminal no inversor (pin 3) de l'operacional estigués connectat entre R_4 i R_5 ?

B) (1 Punt) Tensió d'entrada del regulador (v_C) i zener (D_Z):

- b1)** Determini el valor de la tensió màxima sobre el condensador $V_{C_{max}}$ i el corrent que hi circularà per R_3 (I_{R3}) degut a aquesta tensió.
- b2)** Justifiqui, mitjançant el càlcul de I_Z , que el zener opera correctament en la zona de **ruptura**.

C) (2 Punts) Condensador C_1 i díodes d'entrada (D_1 i D_2):

- c1)** Si es considera que l'usuari connecta una càrrega que consumeix $I_O = 0.5A$, determini el corrent I_R i calculi el valor mínim de C_1 que caldria posar per tenir una arissada $V_r = 5V$ (Nota: Consideri que $i_{CC} = 0$; i que $I_R \gg I_{R3}$ ($I_{R3} \approx 0$). Si no ha determinat $V_{C_{max}}$ en l'apartat anterior, agafi $V_{C_{max}} \approx V_{S_{max}}$).

- c2) En aquest cas, determini els valors següents: V_{RRM} , $I_{D(av)}$, I_{Dmax} i $I_{D(SURGE)}$. En base a les dades de díode D_1 i D_2 facilitades a sota justifiqui si aquest model és vàlid per aquesta font d'alimentació.

DADES:

- Transformador:

Primari: 220V/50Hz.

Secundari: +23/0/-23 Volts (eficaces)

- Resistències: $R_1 = 10k\Omega$; $R_2 = 15k\Omega$; $R_3 = 1k8\Omega$; $R_4 = 12k\Omega$; $R_5 = 100k\Omega$
- D_Z : BZX85V10 – $\{V_Z = 10V$; $I_{ZT} = 1mA$; $P_Z = V_Z \cdot I_{Zmax} = 1W\}$.
- I_{C1} : LM741 – $\{V_{DROP_OUT} = 2V$ on $V_{AOmax} = V_{(7)} - V_{DROP_OUT}$ i $V_{AOmin} = V_{(4)} + V_{DROP_OUT}\}$.
- Q : BD243C – $\{\beta = 75$; $V_{Be\gamma} = 0.7V$; $V_{CESAT} = 0.5V\}$.
- $D_1 = D_2$: $\{V_\gamma = 0.7V$; $V_{RRM} = 50V$; $I_{Dmax} = 15A$ (repetitiu); $I_{D(SURGE)} = 40A\}$

Exercici 2: Sistemes Digitals

Es desitja implementar un sistema de control d'il·luminació en una sala d'estudi amb finestres (Fig. 1). El sistema està format per tres llums fluorescents de 80W cadascun, A, B y C; els quals, s'encenen ("1" lògic) en el cas que l'il·luminació natural no tingui el nivell suficient.

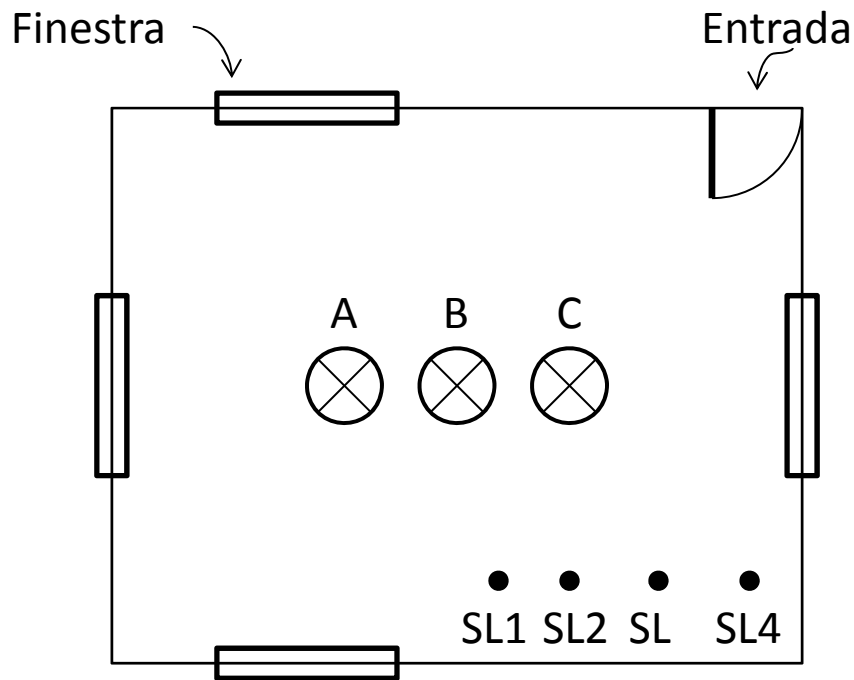


Figura 1. Diagrama del sistema d'il·luminació de la sala d'estudi.

Per detectar el nivell d'il·luminació de la sala es disposa de 4 sensors de llum exterior SL1, SL2, SL3 y SL4, que funcionen de la següent manera:

- **SL1:** s'activa ("1" lògic), quan la il·luminació és **igual o superior a 700 LUX** i es desactiva ("0" lògic) en cas contrari.
- **SL2:** s'activa ("1" lògic) quan la il·luminació és **igual o superior a 750 LUX** i es desactiva ("0" lògic) en cas contrari.
- **SL3:** s'activa ("1" lògic) quan la il·luminació és **igual o superior a 800 LUX** i es desactiva ("0" lògic) en cas contrari.
- **SL4:** s'activa ("1" lògic) quan la il·luminació és **igual o superior a 900 LUX** i es desactiva ("0" lògic) en cas contrari.

El sistema d'il·luminació també ha de disposar d'un mecanisme de deteccions anòmal·les dels sensors: per exemple, que SL2 estigui actiu però i que SL1 no ho estigui. En casos com aquest l'indicador d' **ALARMA** ha d'estar activat ("1" lògic) i **TOTS els fluorescents han d'estar apagats**.

Per altra banda si l'indicador d'**ALARMA NO** està actiu, el sistema funciona correctament i els fluorescents s'encenen o s'apaguen segons el següent criteri:

- El **fluorescent A** s'encèn si el nivell d'il·luminació és inferior a **900 LUX**, i s'apaga en cas contrari.
- El **fluorescent B** s'encèn si el nivell d'il·luminació es inferior a **750 LUX**, i s'apaga en cas contrari.
- El **fluorescent C** s'encèn si el nivell d'il·luminació es inferior a **700 LUX**, i s'apaga en cas contrari.

Procès de disseny:

a) (2 Punts) Escriviu la taula de veritat de las funcions lògiques que controlen l'encesa i apagada de fluorescents i la funció ALARMA segons els sensors.

b) (1 Punt) Trobeu les funcions lògiques simplificades que controlen l'encesa i apagada de fluorescents mitjançant el mètode de Karnaugh.

c) (1 Punt) Representi el circuit elèctric que cal implementar per cadascuna de les funcions mitjançant portes lògiques AND, OR y NOT (**Nota:** Les portes poden tenir el nombre d'entrades que cregui convenient).

d) (1 Punt) Implementeu la funció **ALARMA** utilitzant únicament portes NAND de **dos entrades**.

Assignatura: Sistemes Electrònics. **Titulacions:** Àmbit industrial
Professors: J.A. Soria, X. Roset i R. Ramos
Parcial: 1er. (Recuperació) **Data:** 11 de Juny de 2014

Exercici 1. Anàlisi de circuits i Règim Dinàmic (10 punts).

Considerant el circuit de la Figura 1 i amb condicions inicial nul·les dels elements reactius:

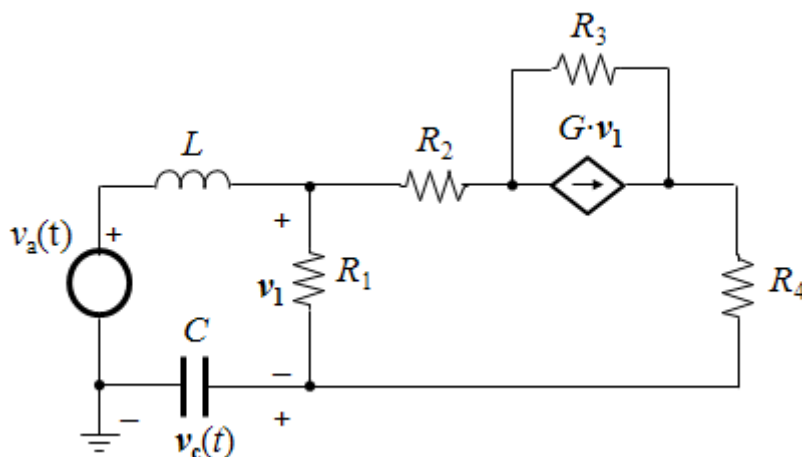


Figura 1. Circuit elèctric de l'exercici 1.

- a) (4 Punts) Analitzi el circuit i determini la funció de transferència normalitzada (1). Especifiqui el factor de guany K , la constant d'esmoreïment ξ , i la freqüència natural no esmoreïda ω_n en funció dels components del circuit, i indiqui la unitat elèctrica que presenta la constant G .

$$H(s) = \frac{v_c(s)}{v_a(s)} = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} \quad (1)$$

- b) (3 Punts) Representi la tensió de sortida $v_c(t)$ per una entrada tipus esglaió $v_a(t) = 2 \cdot u(t)$, tenint en compte que la funció de transferència associada al circuit de la Figura 1, una vegada substituïts els valors dels components, és la descrita a l'expressió (2):

$$H(s) = \frac{v_c(s)}{v_a(s)} = \frac{210000}{s^2 + 190s + 100000} \quad (2)$$

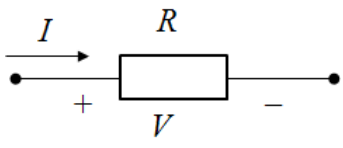
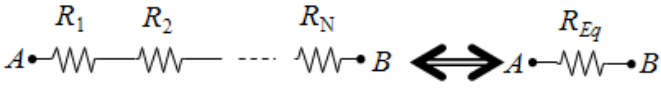
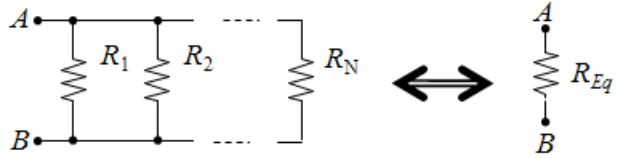
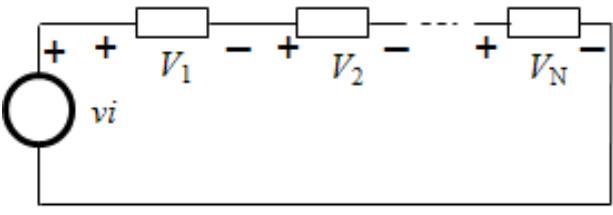
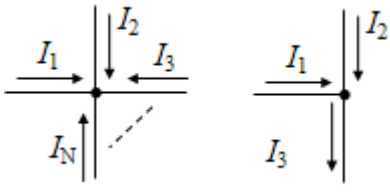
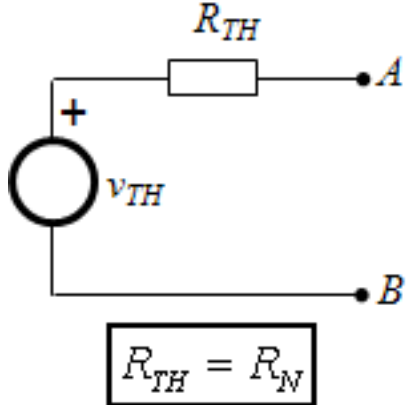
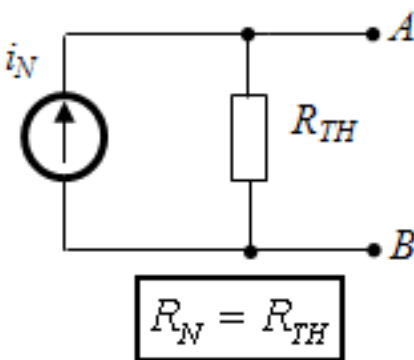
Nota: S'han de calcular els punts rellevants del senyal de sortida: **SIP** (sobreimpuls), t_p (temps de pic màxim), t_r (temps de pujada), t_s (temps d'estabilització, 5% de variació de $v_c(t)$) i valor final del senyal $v_c(t)$.

- c) (3 Punts) Determini la tensió de sortida $v_c(t)$ en règim permanent sinusoidal per un senyal d'entrada $v_a(t) = 10 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot t)$, on $f = 20\text{Hz}$, tenint en compte que la funció de transferència associada al circuit correspon a l'expressió (2).

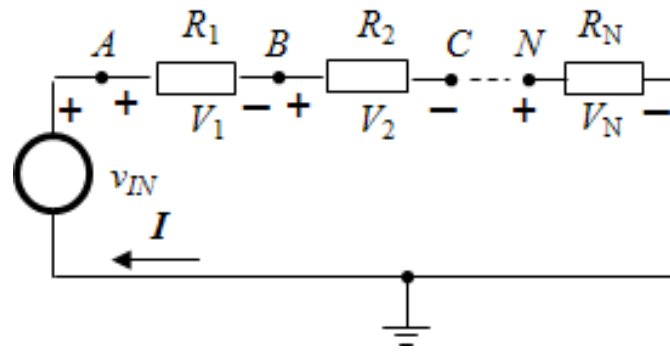
Nota: S'ha d'indicar l'expressió de sortida, així com representar en una mateixa gràfica la tensió d'entrada $v_a(t)$ i la sortida $v_c(t)$, indicant clarament les amplituds d'ambdós senyals així com el temps associat al desfasament entre elles.

Formulari de SIEK (1er i 2on parcial)

1 – Regles elèctriques bàsiques en l'anàlisi de circuits (tant en AC com DC)

Llei d'Ohm	
	$V = R \times I \quad I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$ <p><i>*Convenció del signe: Corrent entrant pel positiu de tensió</i></p>
Associació de resistències	
<p>Sèrie</p>  $R_{EQ} = R_1 + R_2 + \dots + R_N$	<p>Paral·lel</p>  $R_{EQ} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}}$ <p><i>*Amb dos resistències:</i> $R_{EQ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$</p>
Lleis de Kirchhoff	
<p>KVL (1ª llei - Tensió)</p>  $v_i - V_1 - V_2 - \dots - V_N = 0$ $v_i = V_1 + V_2 + \dots + V_N$ <p><i>*Tensió de la FONT = Sumatori tensió dels elements</i></p>	<p>KCL (2ª llei - Corrent)</p>  $I_1 + I_2 + \dots + I_N = 0$ $I_3 = I_1 + I_2$ <p><i>* Corrents ENTRANTS = Corrents que SURTEN</i></p>
Canvis Thevenin/Norton	
<p>Model Thevenin</p>  <p>$R_{TH} = R_N$</p>	<p>Model Norton</p>  <p>$R_N = R_{TH}$</p>

Divisor de tensió / Diferència de potencial (Quan les tensions es refereixen a TERRA)



Divisor de tensió

$$V_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^N R_i} v_{IN}$$

*Exemple per determinar V_2 :

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + \dots + R_N} v_{IN}$$

Diferència de Potencial

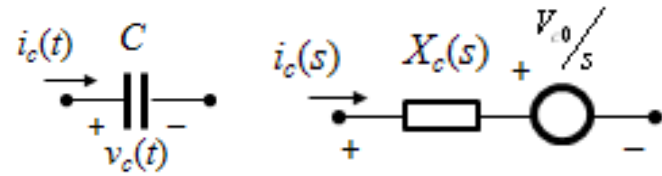
$$I = \frac{V_A - V_B}{R_1} = \frac{V_B - V_C}{R_2} = \dots = \frac{V_N - 0}{R_N}$$

* V_A, V_B, \dots, V_N són tensions de node referides a terra

2 – Règim dinàmic

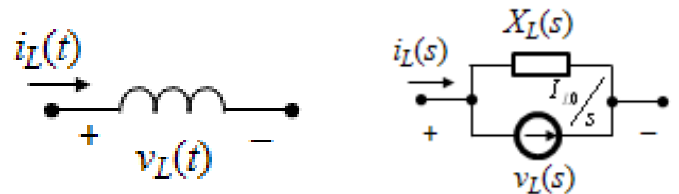
Models dels elements bàsics en el domini transformat “s” : Condensador, Inductor.

Condensador



$$i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt} ; X_c(s) = \frac{v_c(s)}{i_c(s)} = \frac{1}{Cs}$$

Inductor



$$v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt} ; X_L(s) = \frac{v_L(s)}{i_L(s)} = Ls$$

Funcions de transferència normalitzades (1er i 2on. ordre)

1er. ordre

$$H(s) = K \frac{\omega_n}{s + \omega_n} ; \text{ amb } \omega_n = \frac{1}{\tau}$$

* Paràmetres:

K – Factor de Guany (en el règim permanent)

ω_n – Freqüència natural del sistema

τ – Constant de temps

2on. ordre

$$H(s) = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

* Paràmetres:

K – Factor de Guany (en el règim permanent)

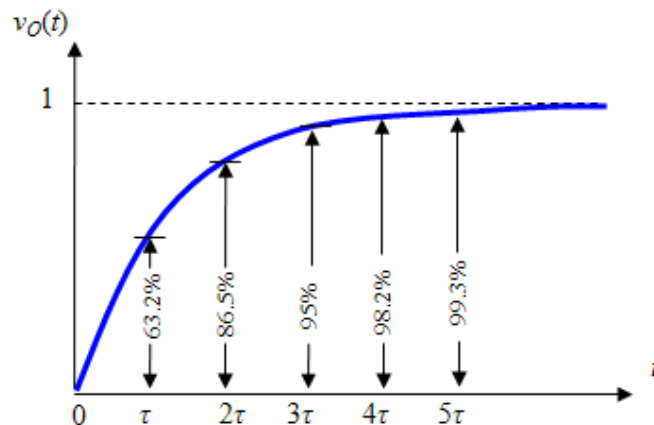
ω_n – Freqüència natural del sistema

ξ – Factor d'esmoreïment

Resposta esglaió unitari

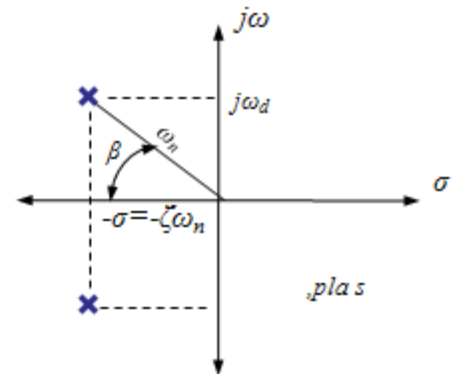
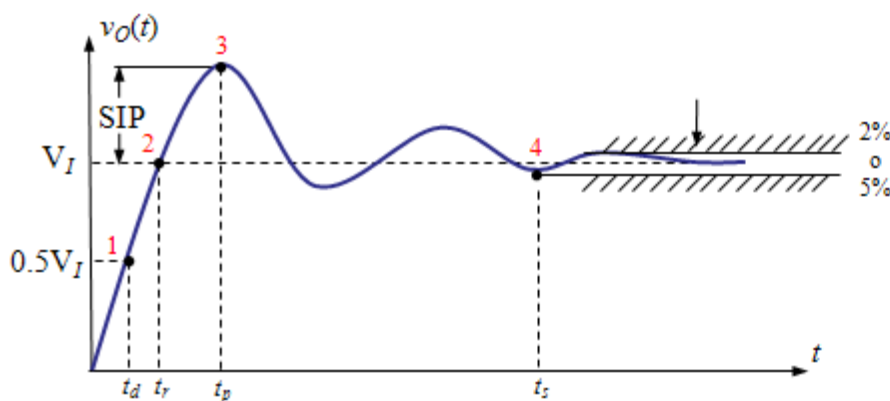
$$H(s) = \frac{v_o(s)}{v_i(s)} \rightarrow v_i(s) = \frac{1}{s}$$

1er. ordre



*temps d'estabilització = 5τ

2on. ordre ($0 < \xi \leq 1$)



Temps de pujada

Temps de pic

Sobreimpuls (%1)

$$t_r = \frac{\pi - \beta}{\omega_d}; \beta = \tan^{-1}\left(\frac{\omega_d}{\xi\omega_n}\right);$$

$$t_p = \frac{\pi}{\omega_d}$$

$$SIP = \frac{v_o(t_p) - v_o(\infty)}{v_o(\infty)} = e^{-\frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\pi}$$

Freqüència natural subsmorteïda

Temps d'estabilització

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2}$$

$$t_s = \frac{3}{\xi\omega_n} \quad (5\%)$$

Resposta freqüencial

La resposta a una entrada sinus de tipus $V_{IP}\sin(\omega t)$ és $v_o(t) = V_{IP} |H(j\omega)| \sin(\omega t + \angle H(j\omega))$

1er. ordre

2on rdre

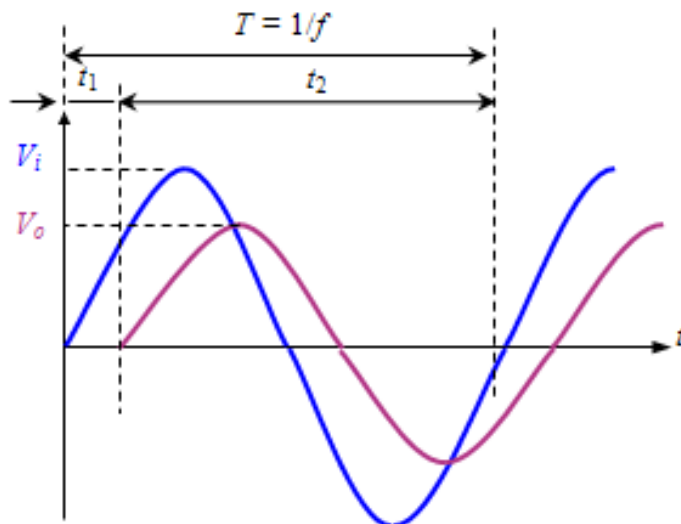
Módul: $|H(j\omega)| = K \frac{\omega_n}{\sqrt{\omega^2 + \omega_n^2}}$

Módul: $|H(j\omega)| = K \frac{\omega_n^2}{\sqrt{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\xi\omega_n\omega)^2}}$

Fase: $\angle H(j\omega) = -\tan^{-1}\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)$

Fase: $\angle H(j\omega) = -\tan^{-1}\left(\frac{2\xi\omega_n\omega}{\omega_n^2 - \omega^2}\right)$

Estimació de $|H(j\omega)|$ i $\angle H(j\omega)$ sobre les mateixes senyals d'entrada-sortida

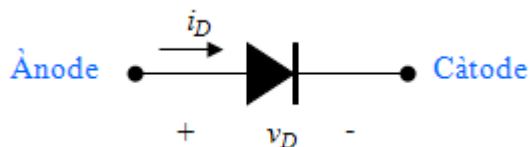


Mòdul: $H(j\omega) = \frac{V_o}{V_i}$; Fase: $\angle H(j\omega) = \begin{cases} -\frac{t_1}{T} 2\pi, & \text{si } t_1 < t_2 \\ +\frac{t_2}{T} 2\pi & \text{si } t_1 > t_2 \end{cases}$

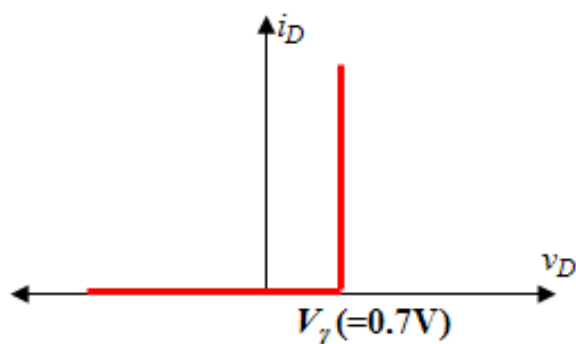
Mòdul 2 – Introducció de díodes

Díodes rectificadors

Símbol i convenció de $i_D - v_D$



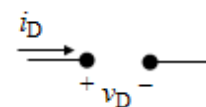
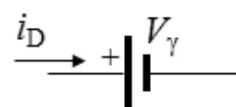
Característica i-v



* V_γ correspon al llindar de conducció del díode

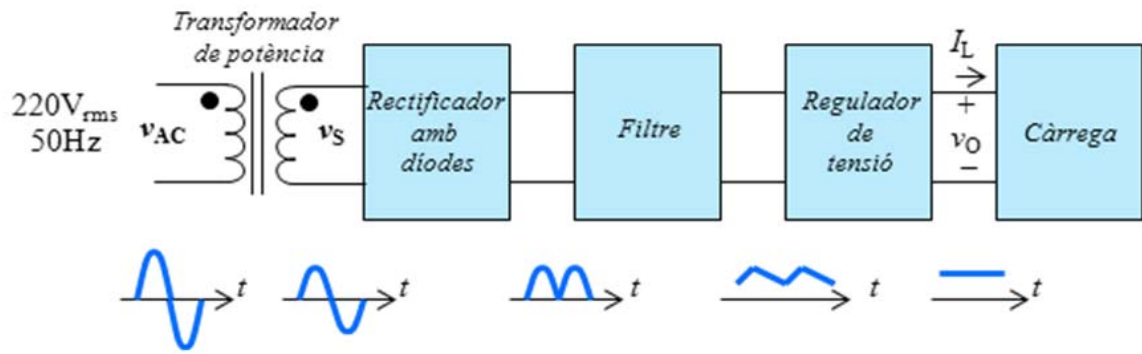
Model matemàtic del comportament

Estat del díode	Condicció	Comportament
ON (Conducció):	$i_D > 0$	$v_D = V_\gamma$
OFF (No conducció):	$v_D < V_\gamma$	$i_D = 0$



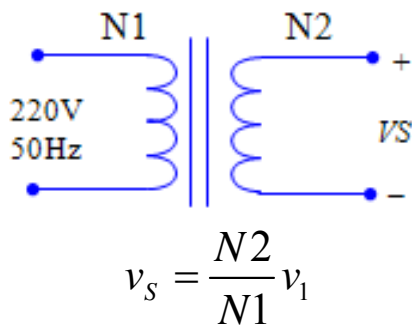
1 – Fonts d'alimentació (2on Parcial)

Blocs de la font d'alimentació

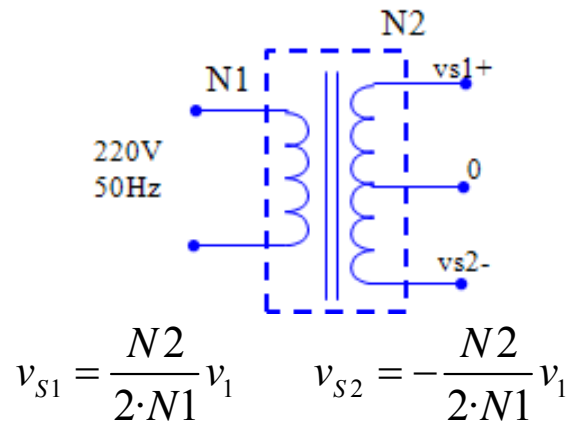


Transformador

Senzill



Amb dos secundaris

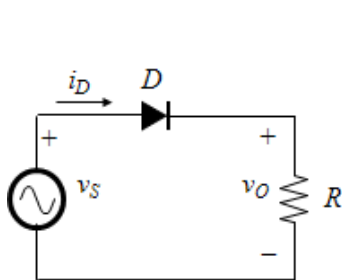


Conversió d'eficac a valor de pic

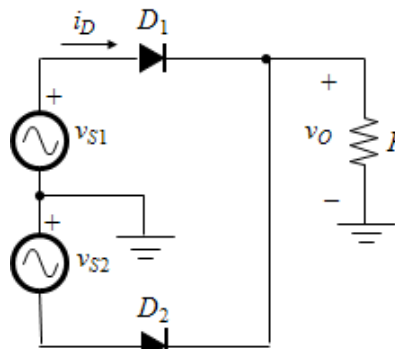
$$v_1 = 220V \text{ eficaces} \rightarrow V_{1P} = \sqrt{2} v_{s1} \text{ (valor de pic)}$$

Rectificadors

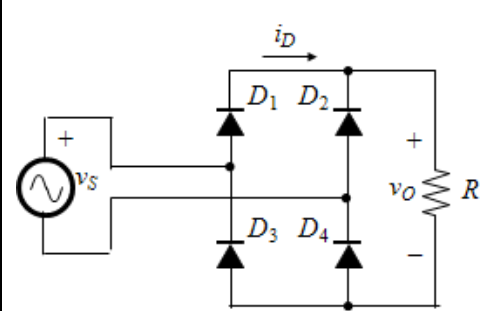
Tipus



Mitja ona monofàsica
(R1)



Mitja ona bifàsica
(R2)



Ona completa monofàsica
(R3)

V_{Omax}

$$= V_{Smax} - V_\gamma$$

$$= V_{Smax} - 2V_\gamma$$

$V_{O(AV)}$

$$= \frac{V_{Smax}}{\pi} - \frac{V_\gamma}{2}$$

$$= \frac{2V_{Smax}}{\pi} - V_\gamma$$

$$= \frac{2V_{Smax}}{\pi} - 2V_\gamma$$

V_{RRM}

$$= V_{Smax}$$

$$= 2V_{Smax}$$

$$= V_{Smax} - V_\gamma$$

$I_{D(AV)}$

$$= \frac{V_{O(av)}}{R}$$

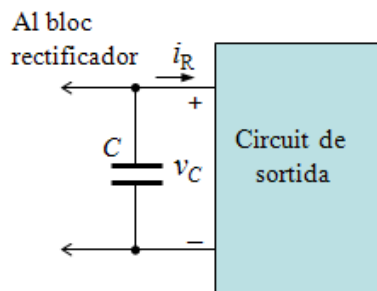
$$= \frac{V_{O(av)}}{2R}$$

I_{Dmax}

$$= \frac{V_{Omax}}{R}$$

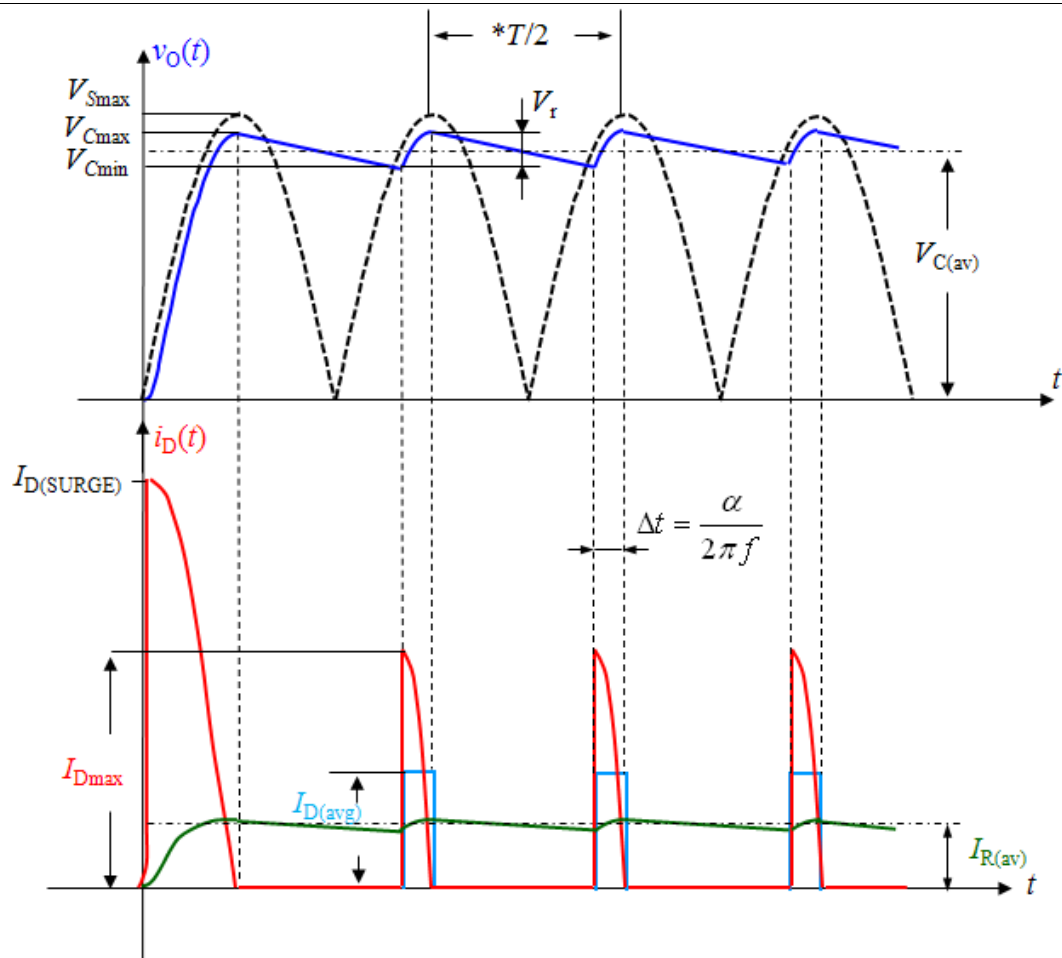
Filtre de tensió

$$f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$$



El condensador C es connecta en **paralel** entre el rectificador i circuit de sortida

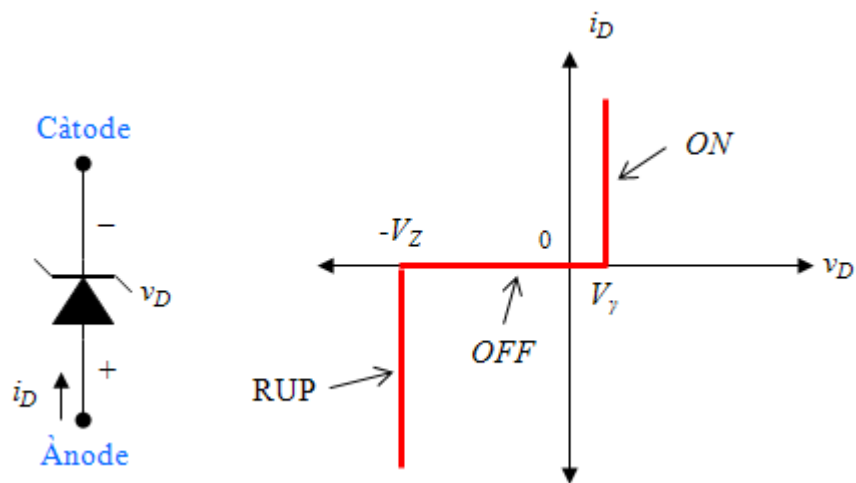
****** El circuit de sortida pot ser una **resistència** (R) o bé el sistema **regulador de tensió**



* En el rectificador R1, de mitja ona, el temps de descàrrega s'aproxima a T (enlloc de $T/2$).

Variable	R1	R2	R3
V_{Cmax}	$= V_{Smax} - V_\gamma$		$= V_{Smax} - 2V_\gamma$
V_r^{**} (Arriçada)	$= \frac{V_{Cmax}}{fRC} \equiv \frac{I_{R(av)}}{fC}$		$= \frac{V_{Cmax}}{2fRC} \equiv \frac{I_{R(av)}}{2fC}$
α (Cicle de conducció)	$= 2\pi f \cdot \Delta t = \sqrt{\frac{2V_r}{V_{Cmax}}}$		
$V_{C(av)}$	$V_{Cmax} - \frac{V_r}{2}$		
V_{RRM}	$2V_{Cmax} - \frac{V_r}{2}$	$2V_{Cmax} - V_\gamma$	$V_{Cmax} - V_\gamma$
$I_{R(av)}$	$= \frac{V_{C(av)}}{R}$ (nomès si el circuit de sortida és una resistència de valor R)		
$I_{D(SURGE)}$	$= 2\pi f C V_{Smax}$		
I_{Dmax}	$= I_{R(av)} \left(1 + 2\pi \sqrt{2V_{Cmax}/V_r} \right)$	$= I_{R(av)} \left(1 + 2\pi \sqrt{V_{Cmax}/2V_r} \right)$	
$I_{D(AV)}$ (durant l'interval Δt)	$= I_{R(av)} \left(1 + \pi \sqrt{2V_{Cmax}/V_r} \right)$	$= I_{R(av)} \left(1 + \pi \sqrt{V_{Cmax}/2V_r} \right)$	

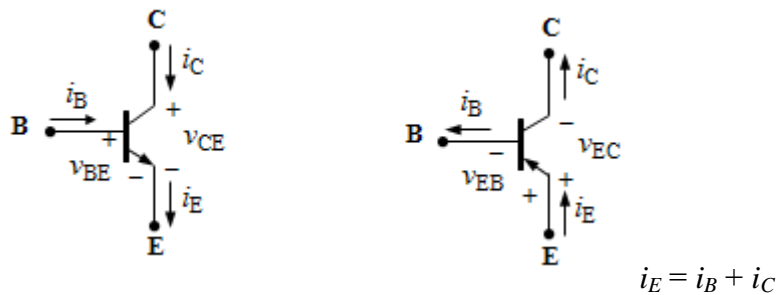
Díode Zener



Model matemàtic del comportament

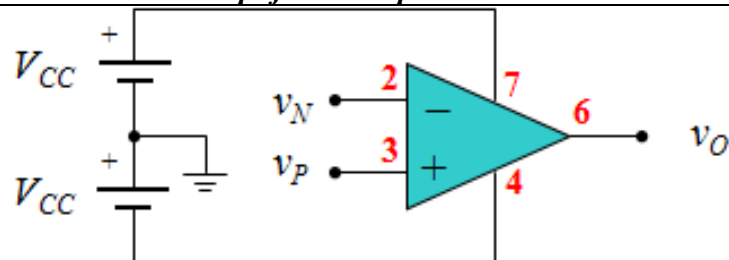
Estat del díode	Condició	Comportament
ON (Conducció):	$i_D > 0$	$v_D = V_\gamma$
OFF (No conducció):	$-V_Z < v_D < V_\gamma$	$i_D = 0$
RUP (Zona Zener):	$i_D < 0$	$v_D = -V_Z$

Transistor Bipolar – BJT



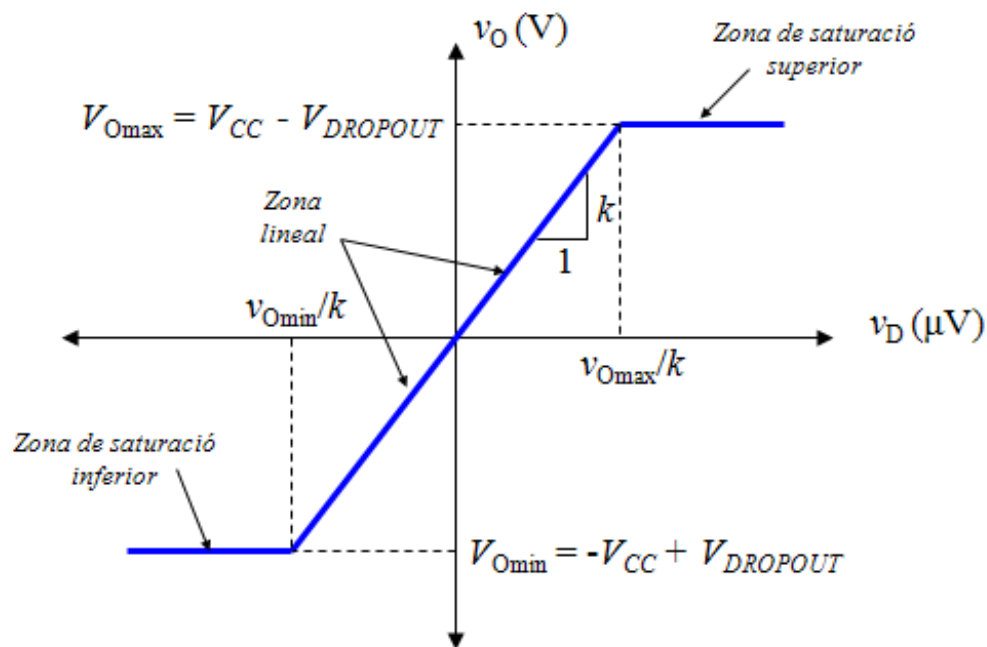
Zona de treball	Condicions que s'han de donar	Comportament
TALL (OFF)	$v_{BE} < V_{BE\gamma}, v_{CE} > V_{CE(sat)}$	$i_B = 0, i_C = 0$
Activa	$i_B > 0, v_{CE} > V_{CE(sat)}$	$v_{BE} = V_{BE\gamma}, i_C = \beta i_B$
SATURACIÓ (ON)	$i_B > 0, i_C < \beta i_B$	$v_{BE} = V_{BE\gamma}, v_{CE} = V_{CE(sat)}$

Amplificador Operacional

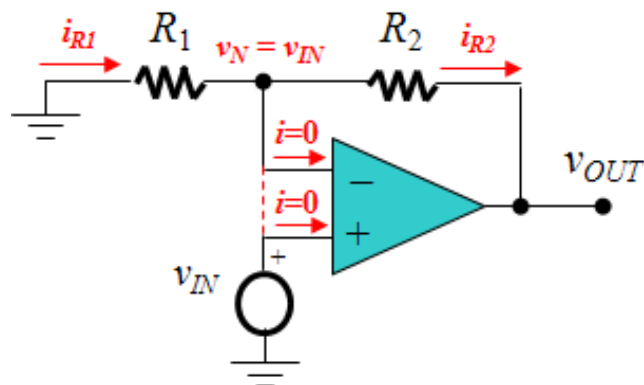


Funció que realitza l'operacional

$$v_O = \begin{cases} V_{o(max)} & , \text{ si } v_D > \frac{V_{O(max)}}{k} \\ kv_D & , \text{ si } \frac{V_{O(min)}}{k} \leq v_D \leq \frac{V_{O(max)}}{k} \\ V_{o(min)} & , \text{ si } v_D < \frac{V_{O(min)}}{k} \end{cases} ; \quad v_D = v_P - v_N ; \quad k \rightarrow \infty$$



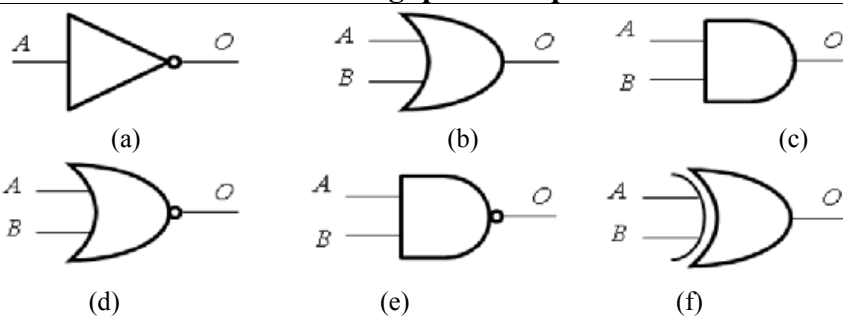
- Aproximació del operacional ideal al “curtcircuit virtual”



CurtCircuit virtual: $i_N = i_P = 0$ ($i_{R1} = i_{R2}$) $v_N = v_P = v_{IN}$ ($v_D = 0$)

3 – Sistemes digitals

Portes Lògiques Bàsiques



Comb.	A	B	NOT	OR	AND	NOR	NAND	OR-E
1	0	0	1	0	0	1	1	0
2	0	1	1	1	0	0	1	1
3	1	0	0	1	0	0	1	1
4	1	1	0	1	1	0	0	0
Funció			$Y = \bar{A}$	$Y = A + B$	$Y = AB$	$Y = \overline{A + B}$	$Y = \overline{AB}$	$Y = A \oplus B$

Teoremes de Morgan

$$\overline{A + B} = \bar{A} \bar{B}$$

$$\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$$