

Amplificadors de potència

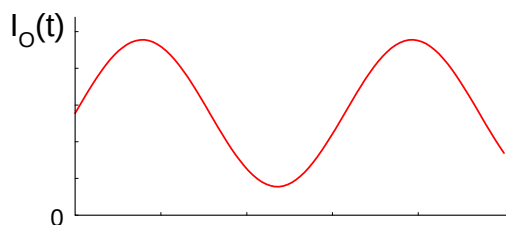
- Introducció
 - Conceptes generals
 - Dissipació de potència als transistors
- Amplificadors en classe A
- Amplificadors en classe B
- Amplificadors en classe AB

Introducció

- Proporcionen gran senyals de potència a les càrregues (p.ex. amplificador d'àudio + altaveu)
- Les fonts d'alimentació han de proporcionar aquesta potència
- Rendiment $\eta = \frac{P_{\text{càrrega}}}{P_i}$ Potència entregada a la càrrega
Potència subministrada per les fonts d'alimentació
- S'ha de vigilar que els components emprats no es puguin destruir per excessiu escalfament

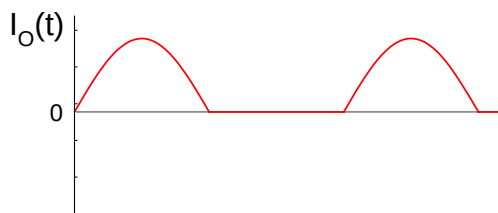
$$P_{\text{dissipada als components}} = P_i - P_{\text{càrrega}}$$

- Grans amplituds de sortida { Models en gran senyal
Distorsió per no linealitat dels dispositius
- Tipus d'amplificadors
 - Classe A : als transistors de sortida, el corrent circula tot el temps

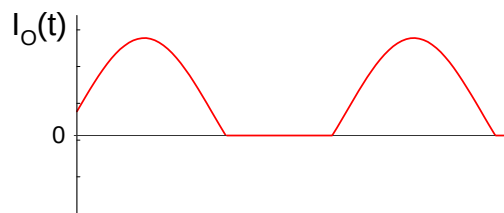


Introducció

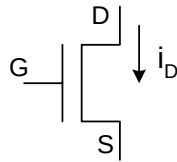
- Classe B : els transistors de sortida condueixen només la meitat del temps



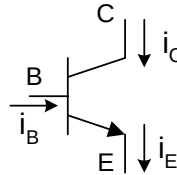
- Classe AB : Els transistors de sortida condueixen una mica més que la meitat del temps



Dissipació de potència als transistors i escalfament



$$P_D = I_D V_{DS}$$



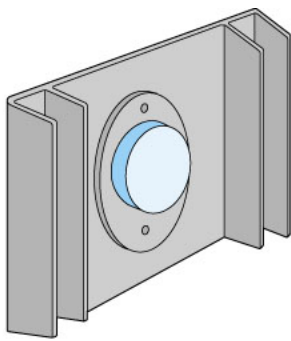
$$P_D = I_C V_{CE} + I_B V_{BE} \approx I_C V_{CE}$$

$$T_J - T_A = \theta_{JA} \cdot P_D$$

T_J : T de la unió (T interna del transistor)
 T_A : T ambient
 θ_{JA} : Resistència tèrmica unió-ambient

Ex.: $\theta_{JA} = 40^\circ \text{C/W}$ per el IRFP150

Com T_J no pot superar un cert valor aquesta equació limita la potència dissipada per el transistor.



Si es col.loca un radiador o dissipador enganxat al transistor :

$$T_J - T_A = [\theta_{JC} + \theta_{CS} + \theta_{SA}] P_D$$

θ_{JC} : Res. tèr. unió-caixa del transistor
 θ_{CS} : Res. tèr. caixa-dissipador
 θ_{SA} : Res. tèr. dissipador-ambient

Ex.: per el IRFP150

$\theta_{JC} = 0.65^\circ \text{C/W}$
 $\theta_{CS} = 0.24^\circ \text{C/W}$
 $\theta_{SA} = 1 - 5^\circ \text{C/W}$ (depèn del dissipador)

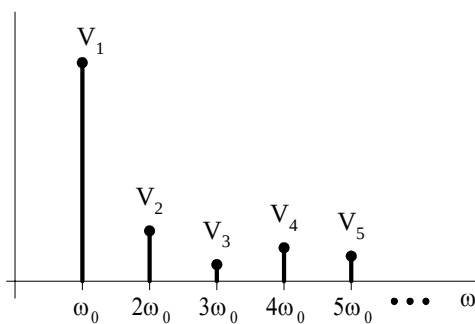
Distorsió harmònica i marge dinàmic

En un circuit lineal $v_I = A \cos \omega t \Rightarrow v_O = A' \cos(\omega t + \theta)$

Si el circuit presenta no linealitats, la sortida no serà una sinusoïdal pura de freqüència ω , però es podrà descomposar en una sèrie de Fourier. Això és

$$v_O(t) = V_{DC} + V_1 \cos(\omega_0 t + \theta_1) + \sum_{n=2}^N V_n \cos(n \cdot \omega_0 t + \theta_n)$$

valor de contínua component ideal components que introdueix la distorsió



S'anomena distorsió armònica ja que els termes de la distorsió són armònics (de freq. múltiple de la freq. d'entrada)

distorsió armònica total (en %)

$$\%THD = 100 \times \sqrt{\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^2 + \dots + \left(\frac{V_N}{V_1}\right)^2}$$

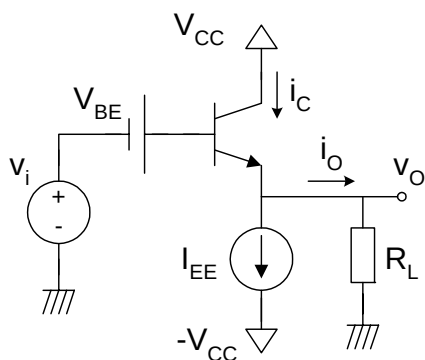
Definim marge dinàmic d'un amplificador com:

$$MD = 20 \log \left| \frac{\text{màxim senyal útil}}{\text{mínim senyal útil}} \right| \quad (\text{en dB})$$

mínim senyal > renou (aleatori) del propi circuit

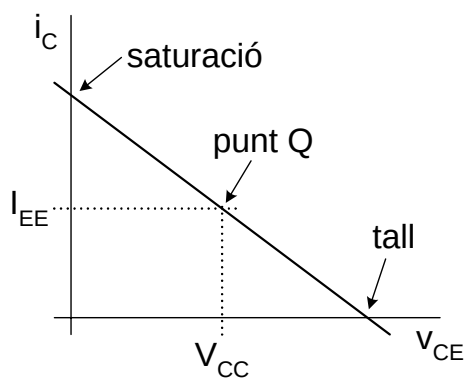
màxim senyal es defineix considerant una distorsió acceptable (normalment 1%)

Amplificador en classe A



v_i : entrada
 V_{BE} , V_{CC} , $-V_{CC}$ i I_{EE} : fonts de polarització

Recta de càrrega :



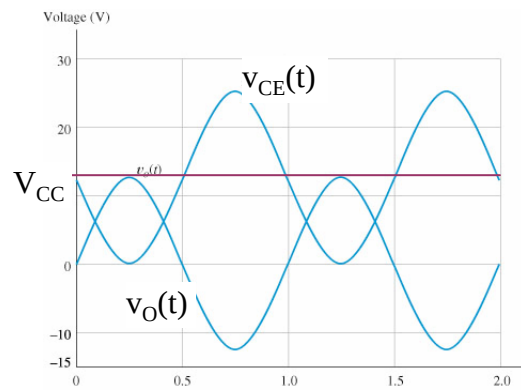
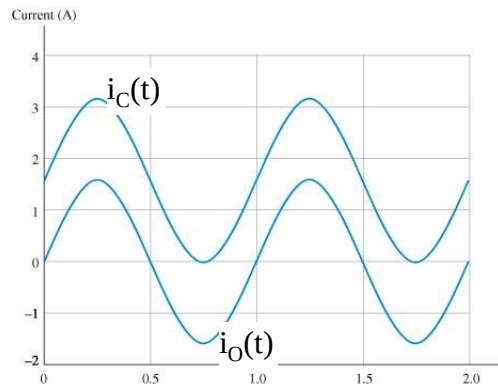
Amplificador classe A

Taula de valors del balanç energètic

Sense senyal $v_I = 0$	Amb senyal màxim $v_I = V_{CC} \sin \omega t$
$P_i = \frac{2V_{CC}^2}{R_L} = 4P_{MAX}$	$P_i = \frac{2V_{CC}^2}{R_L} = 4P_{MAX}$
$P_L = 0$ (0 % rendiment)	$P_L = P_{MAX}$ (25% rendiment)
$P_D = 2P_{MAX}$	$P_D = P_{MAX}$
$P_{FONT} = 2P_{MAX}$	$P_{FONT} = 2P_{MAX}$

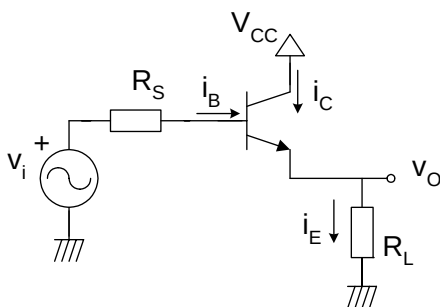
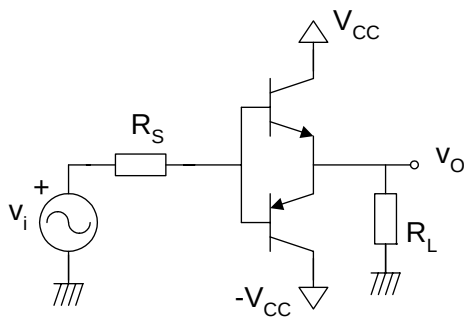
Anem a fer els càlculs:

Amplificador classe A

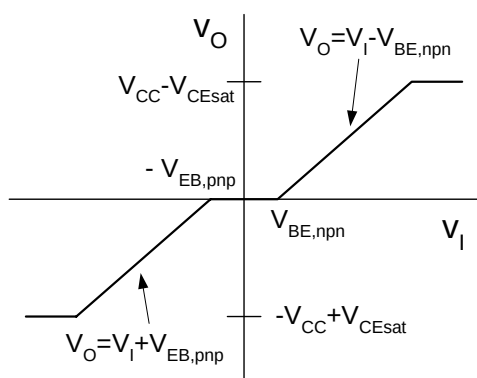
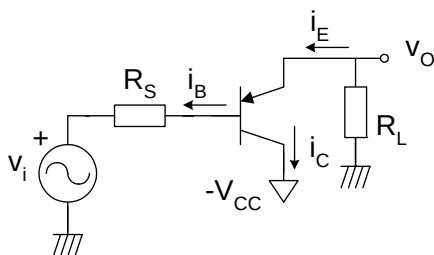


Amplificador en classe B

- Pensat per millorar el rendiment dels amplificadors classe A (baix rendiment implica grans fonts d'alimentació, grans dissipadors, transistors d'alta potència, etc.)



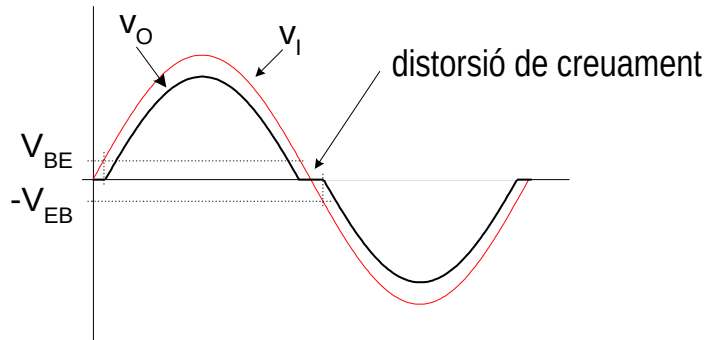
Amplificador en classe B



Corba de transferència estàtica considerant els dos transistors simètrics.

Amplificador en classe B

Sortida per una entrada sinusoidal



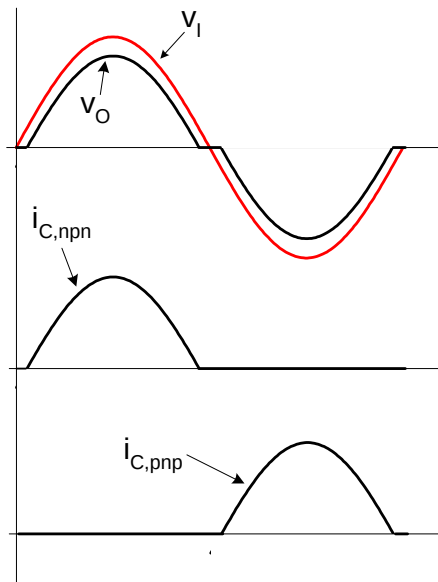
Balanç energètic i rendiment

Amb sortida v_O	Amb sortida màxima $V_{CC} - V_{CEsat} \approx V_{CC}$
$P_i = \frac{2}{\pi} \frac{v_O V_{CC}}{R_L}$	$P_i \approx \frac{2}{\pi} \frac{V_{CC}^2}{R_L}$
$P_L = \frac{v_O^2}{2R_L}$	$P_L \approx \frac{V_{CC}^2}{2R_L}$
$P_D = \frac{v_O}{R_L} \left[\frac{2V_{CC}}{\pi} - \frac{v_O}{2} \right]$	$P_D \approx \frac{V_{CC}^2}{R_L} \left[\frac{2}{\pi} - \frac{1}{2} \right]$
$\eta = \frac{\pi}{4} \frac{v_O}{V_{CC}}$	$\eta \approx \frac{\pi}{4} \quad (78\%)$

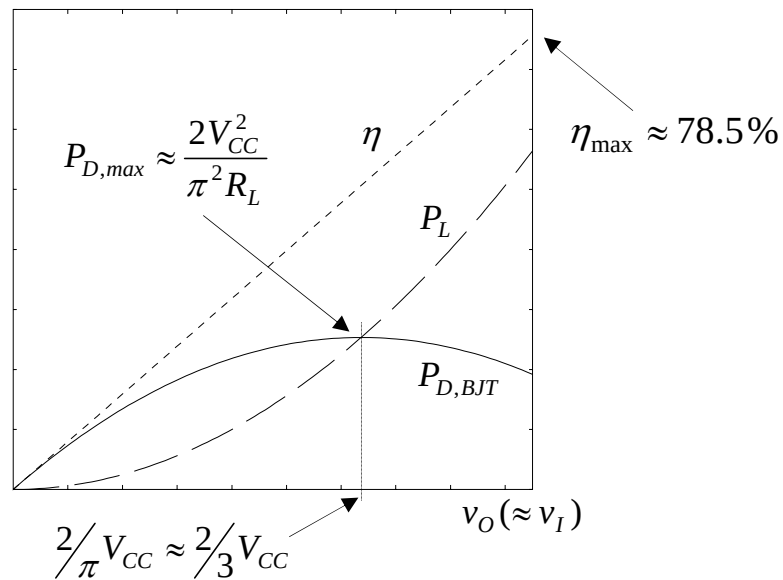
Anem a fer els càlculs:

- Menyspream i_B per tant no hi ha dissipació a RS ni contribució de i_B als transistors
- Menyspream la distorsió de creuament, $v_O(t) = v_I(t)$

Amplificador en classe B



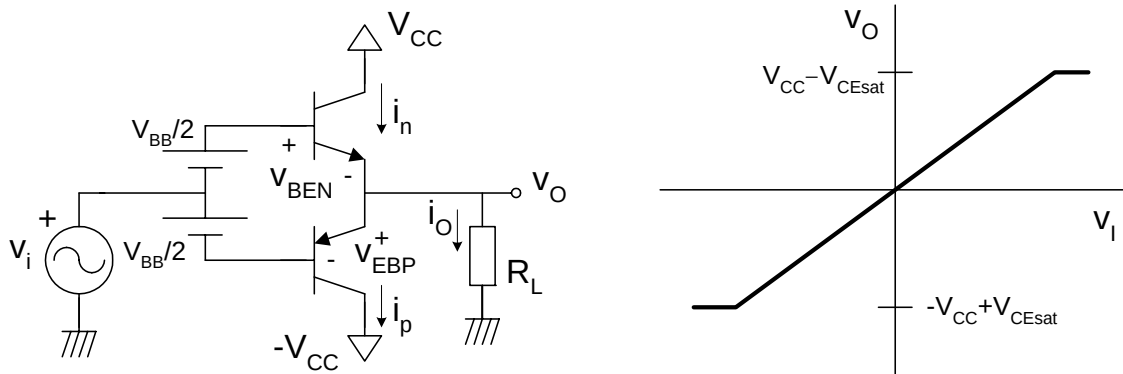
Amplificador en classe B



L'escaufament màxim dels transistors es dona per una entrada d'aproximadament $\frac{2}{3} V_{CC}$

Amplificador en classe AB

- L'objectiu és eliminar (o minimitzar) la distorsió de creuament dels amplificadors classe B, però sense sacrificar gaire el rendiment energètic.

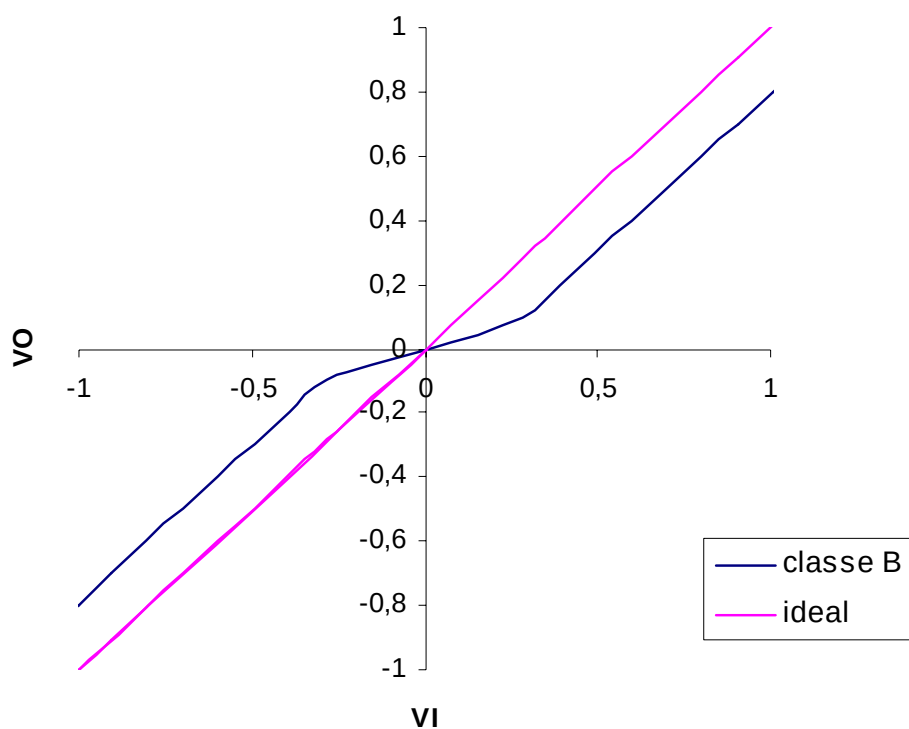


Amplificador en classe AB

- Cerquem la funció de transferència estàtica :

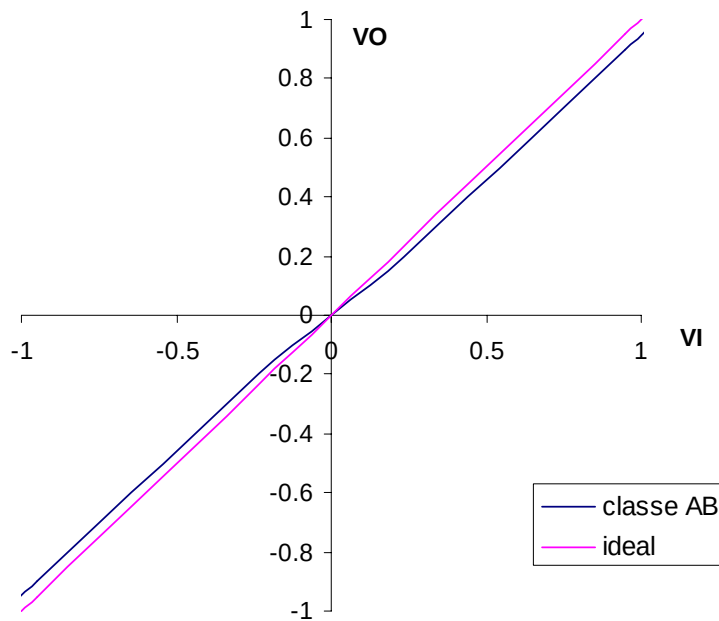
Amplificador en classe AB

Classe B ($I_Q=1\text{nA}$) $R_L=10\Omega$, $V_T=26\text{mV}$

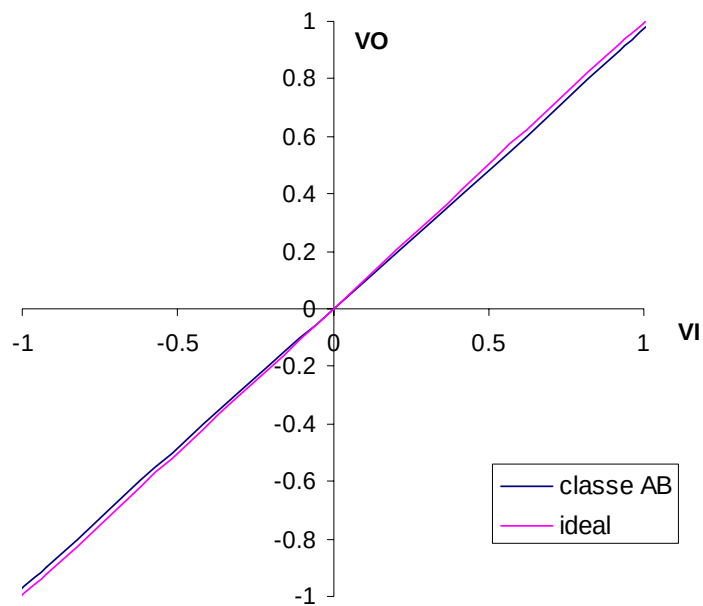


Amplificador en classe AB

$I_Q=1\text{mA}$, $R_L=10\Omega$, $V_T=26\text{mV}$

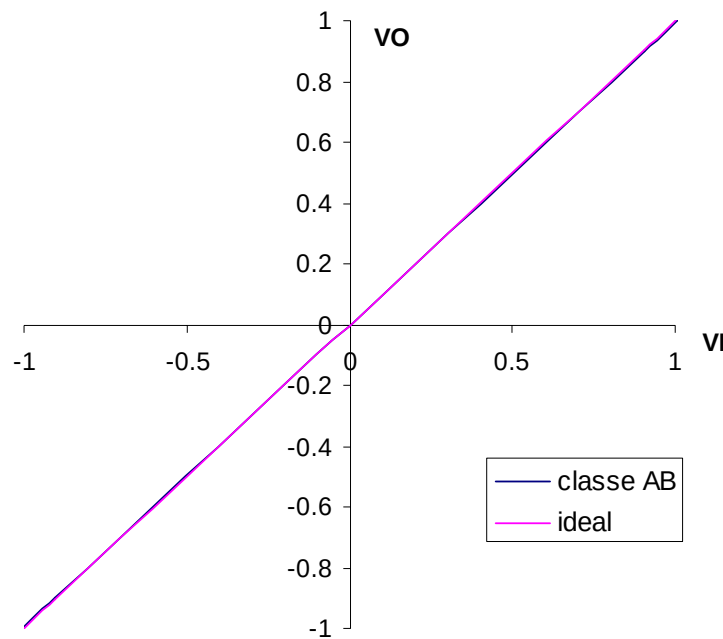


$I_Q=10\text{mA}$, $R_L=10\Omega$, $V_T=26\text{mV}$



Amplificador en classe AB

$I_Q=100\text{mA}$, $R_L=10\Omega$, $V_T=26\text{mV}$



A mesura que anam **augmentant** el corrent de polarització I_Q la distorsió de creuament es va **minimitzant**.

Balanç energètic

- El balanç energètic en un classe AB és idèntic del classe B, tret de l'existència d'un corrent quiescent I_Q

Amplificador en classe AB