

Transmisores de amplitud modulada

Diagrama a bloques de un transmisor de modulación en amplitud de bajo nivel

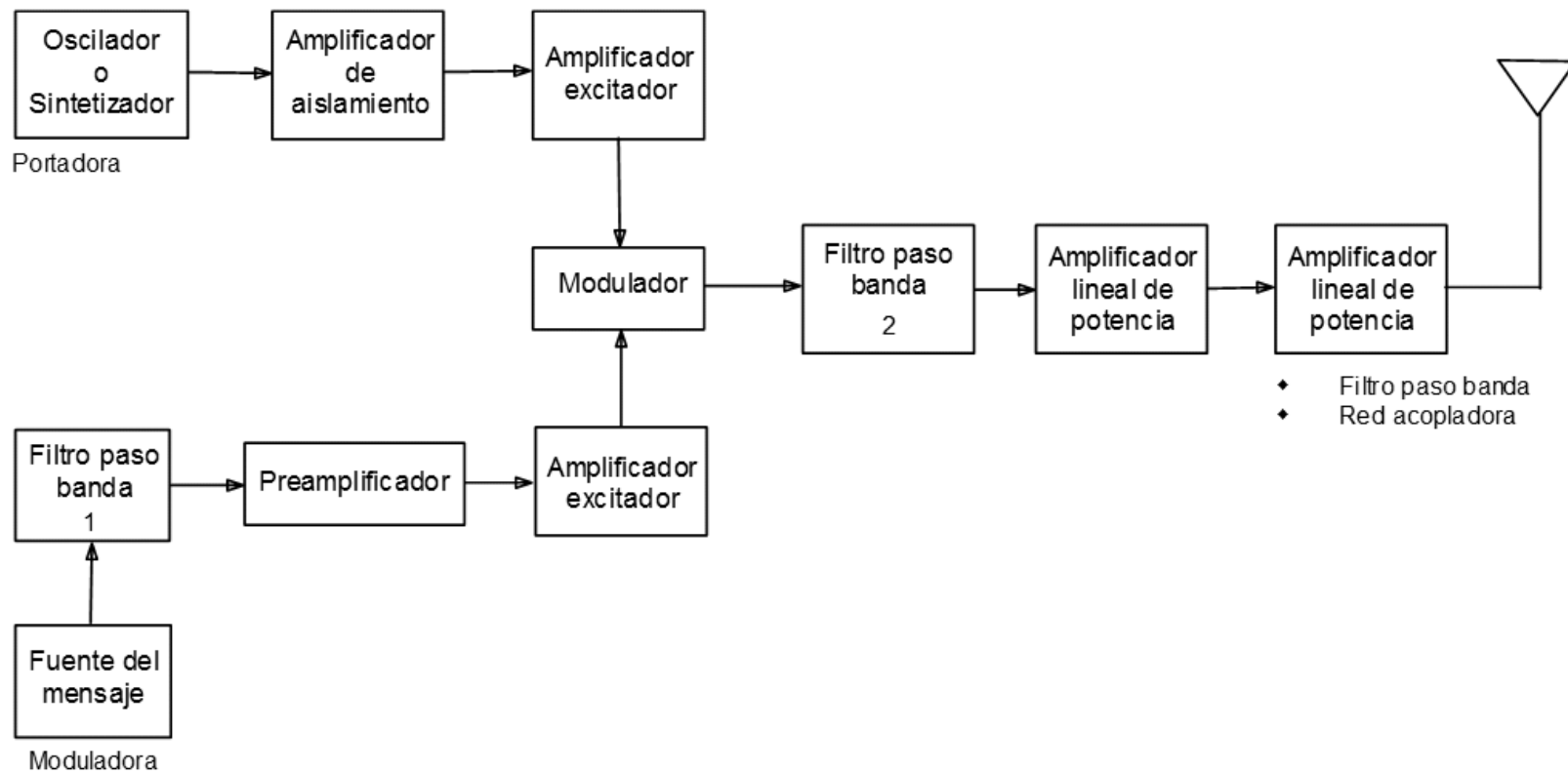
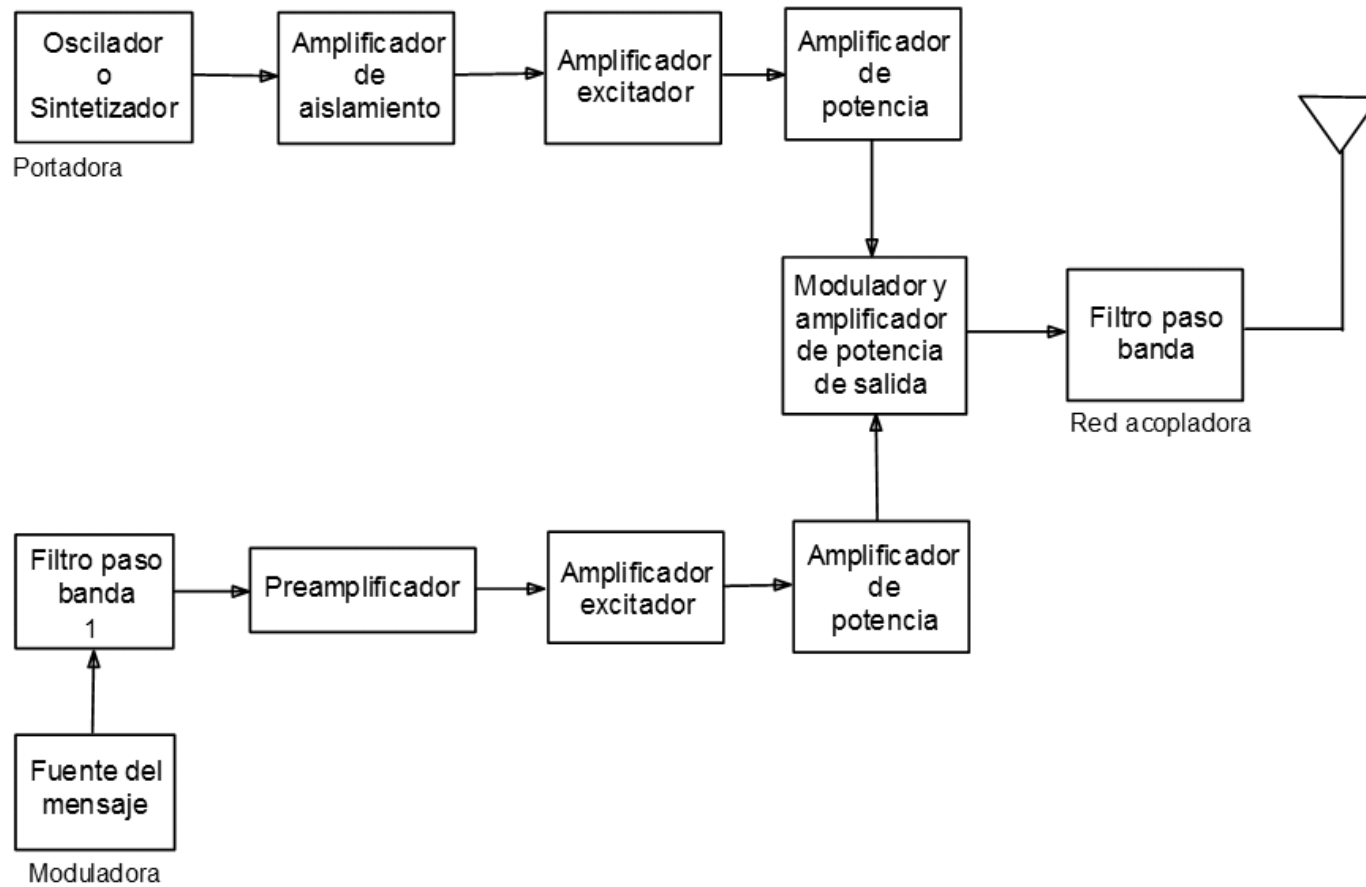
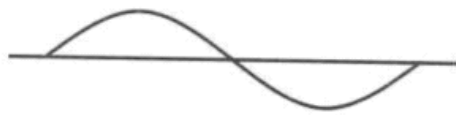
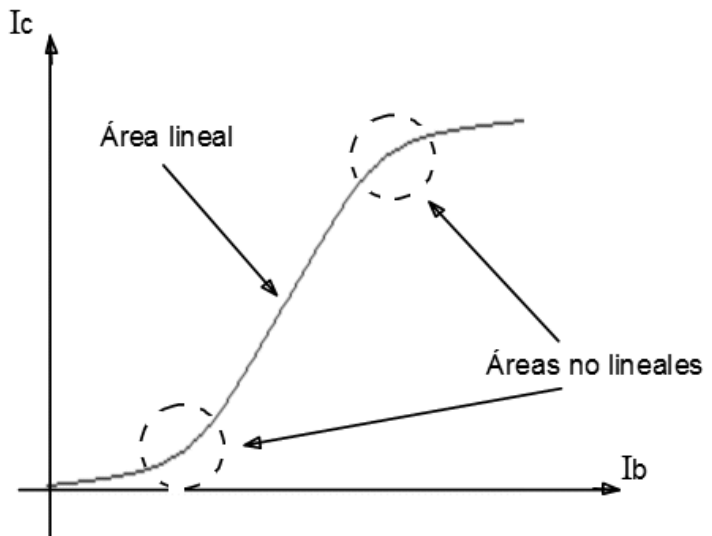
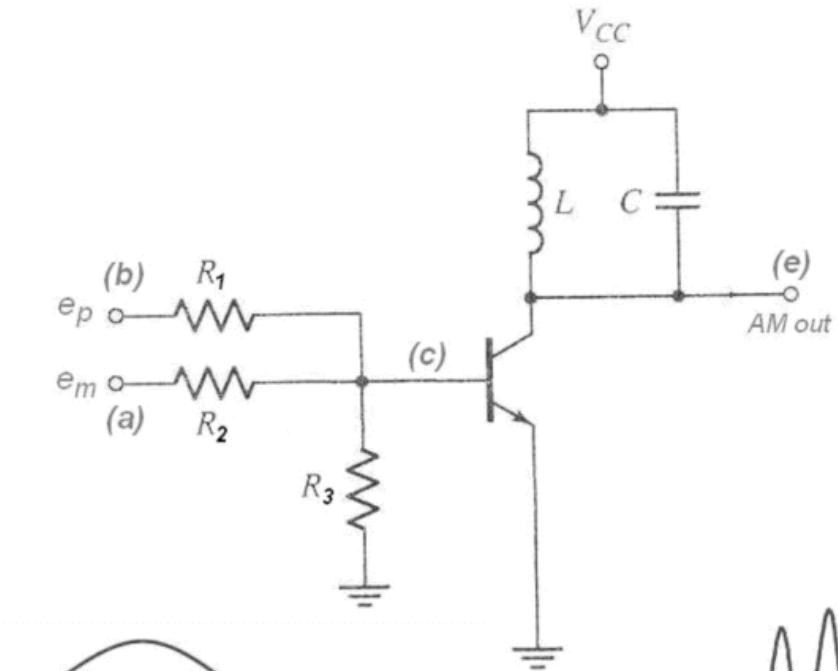


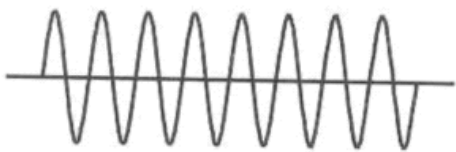
Diagrama a bloques de un transmisor de modulación en amplitud de alto nivel



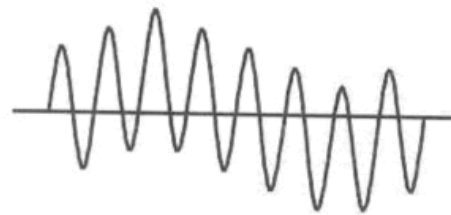
Circuitos moduladores de bajo nivel



a)



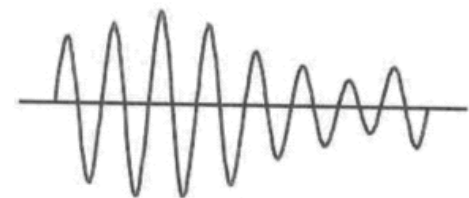
b)



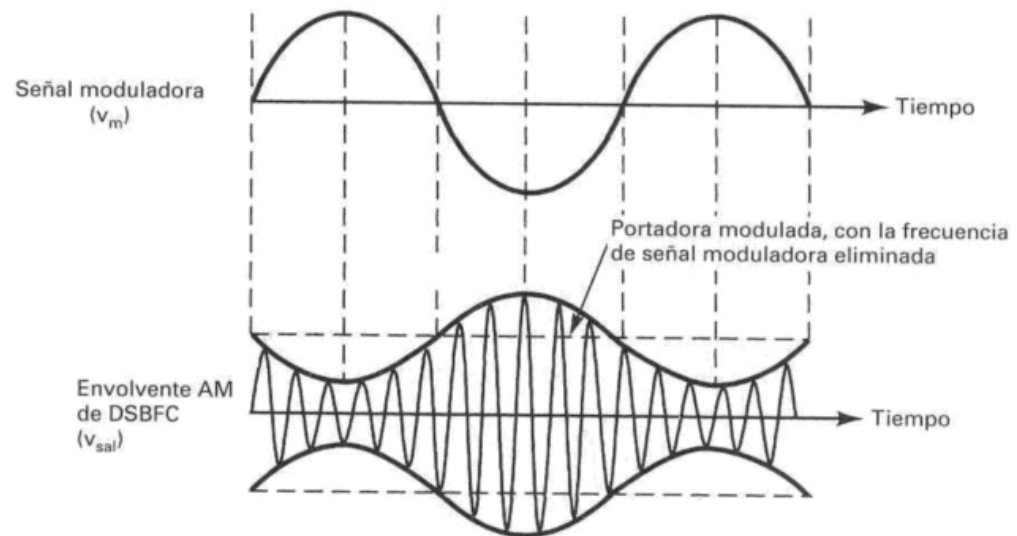
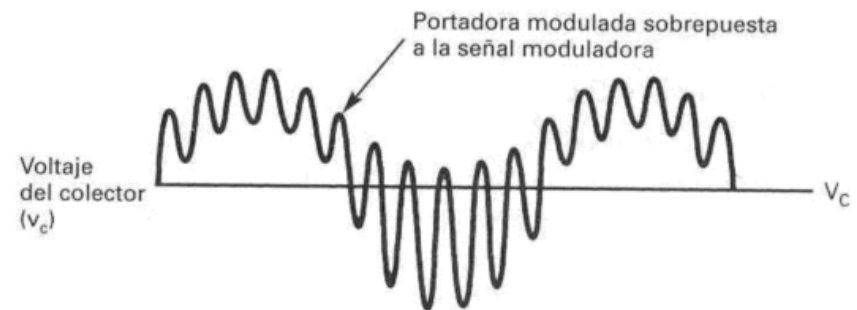
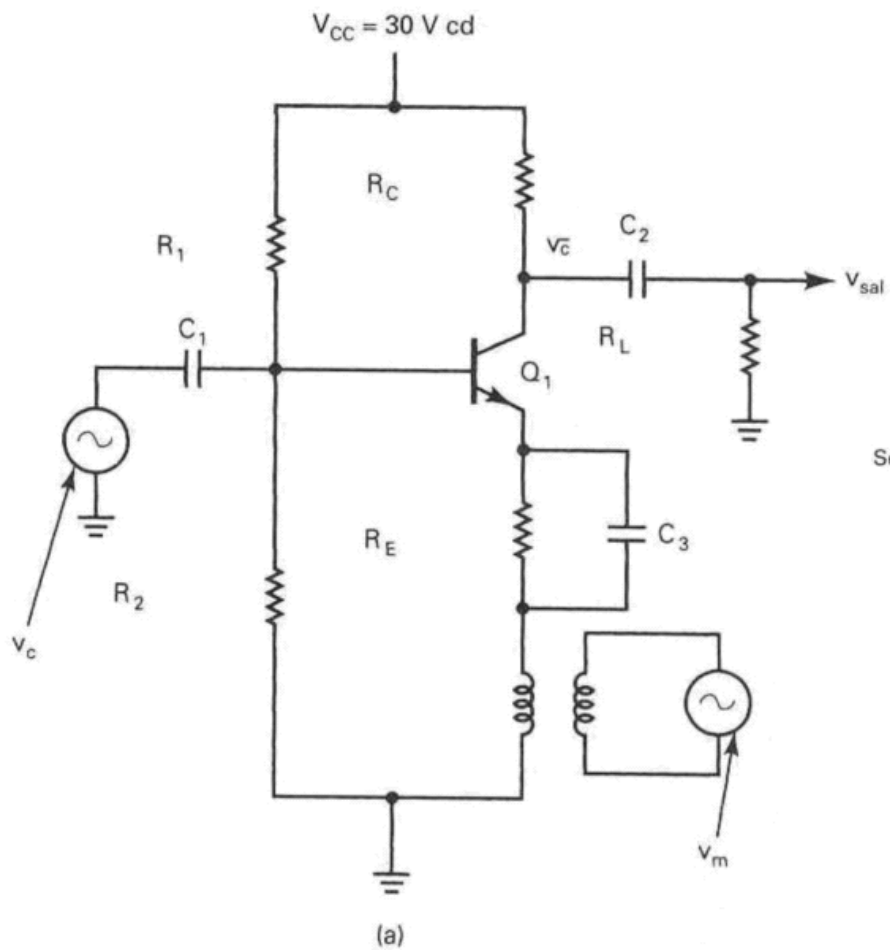
c)



d)

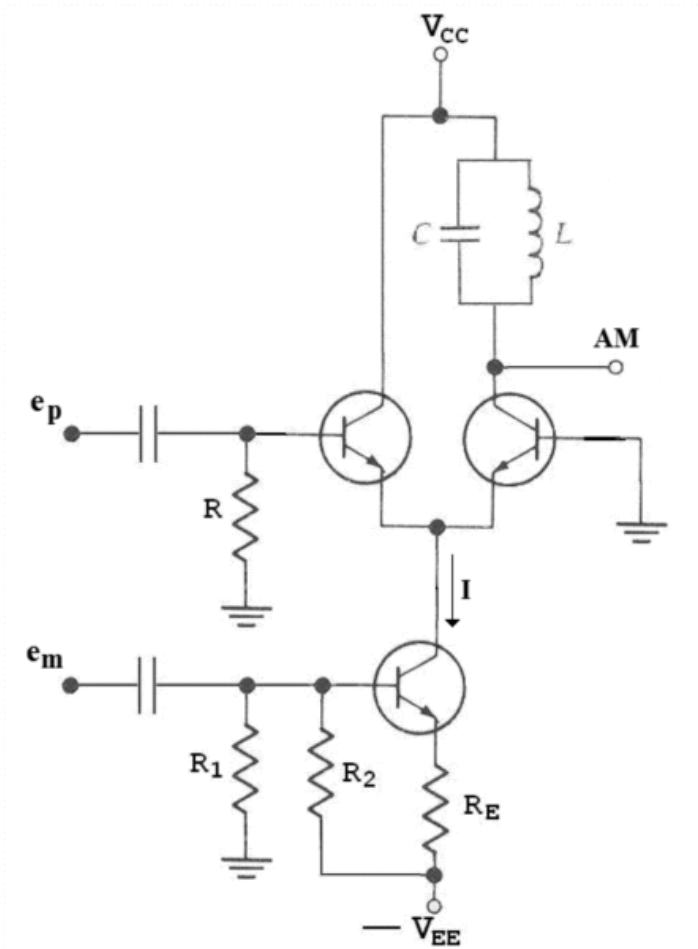
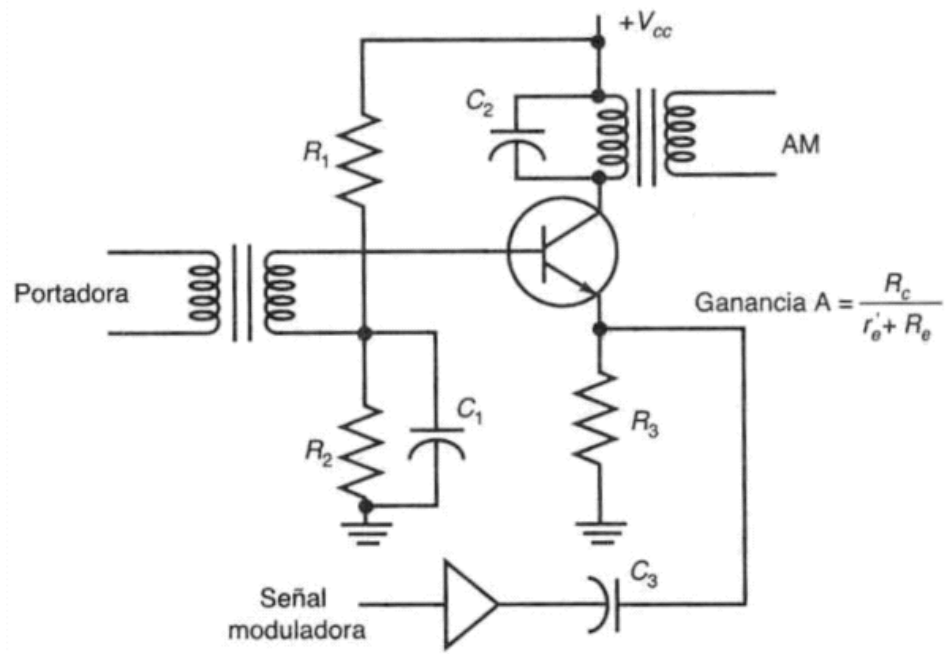


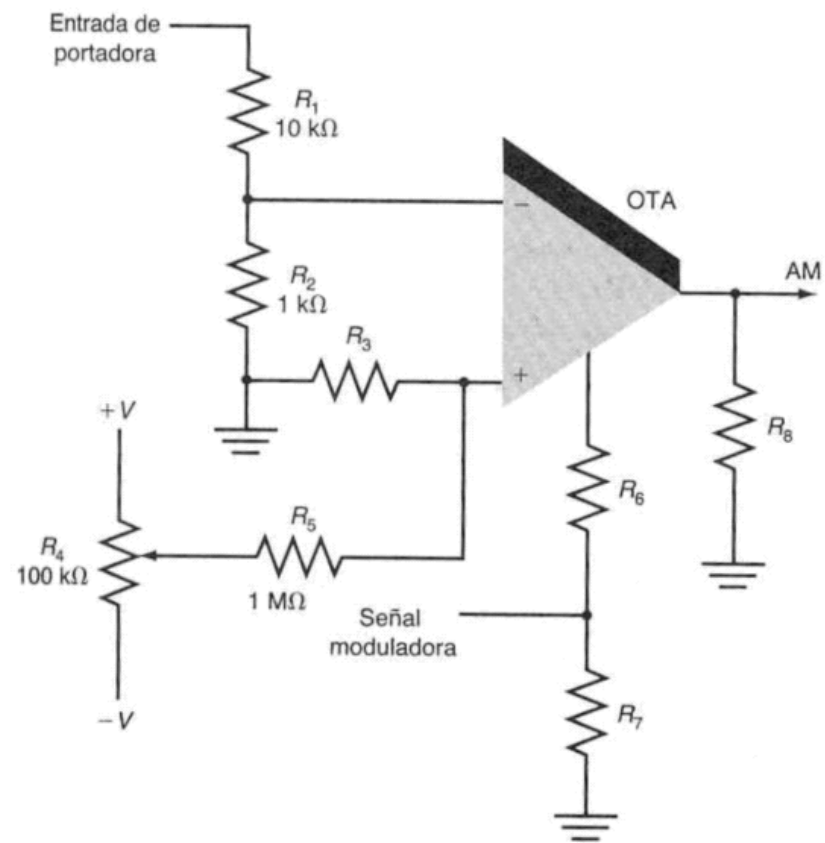
e)

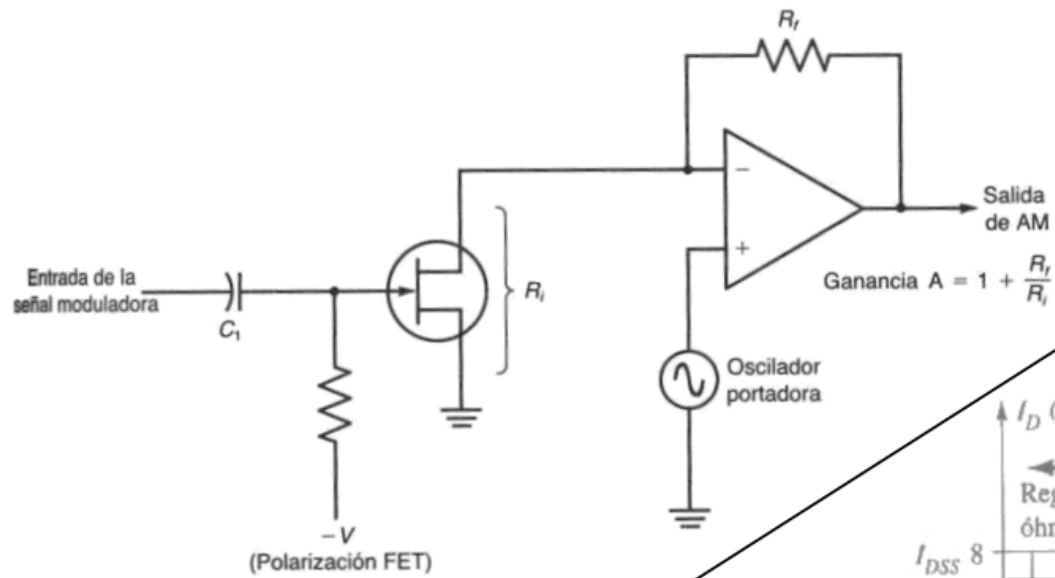


Ejemplo:

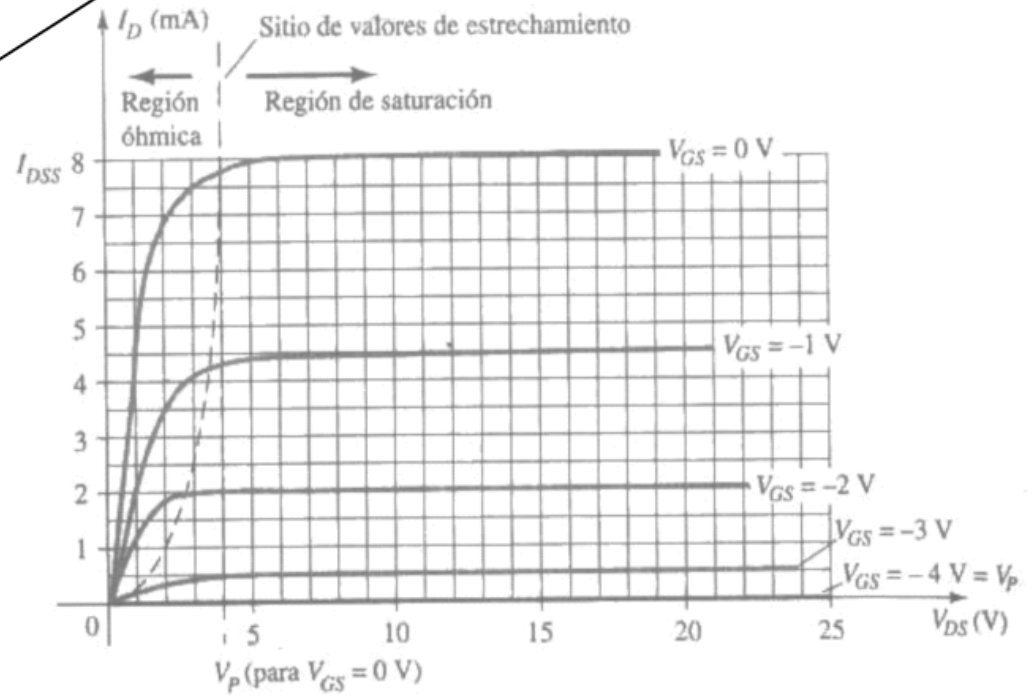
- * Un modulador de AM de bajo nivel basado en transistor con modulación en el emisor y ganancia $A_{SM} = 100$, genera una señal de AM con índice de modulación $m = 80\%$, cuando se aplica a la entrada una frecuencia portadora $f_p = 500\text{KHz}$ con amplitud $E_p = 5\text{mV}$ y una señal moduladora $f_m = 3\text{KHz}$. Determinar:
 - ➔ Amplitud de la señal moduladora a la entrada del circuito.
 - ➔ Amplitud V_O máxima y mínima de la señal modulada (señal de salida).
 - ➔ Frecuencia de corte del filtro a la salida del modulador.



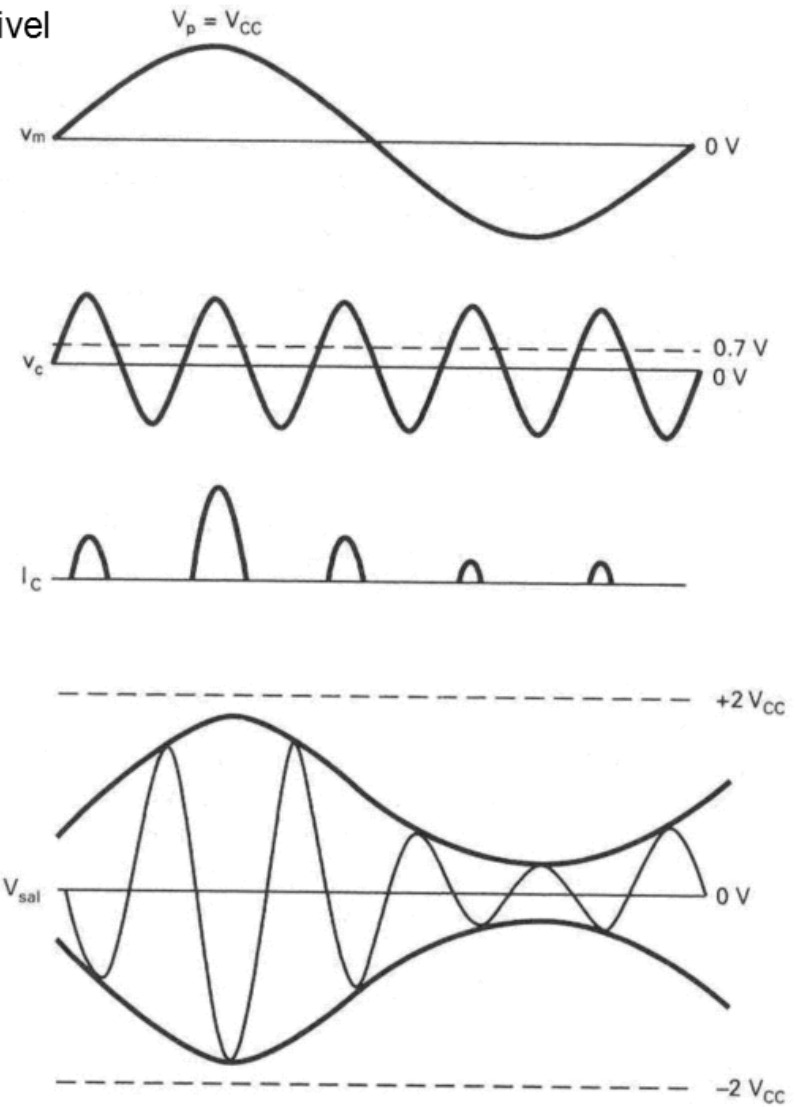
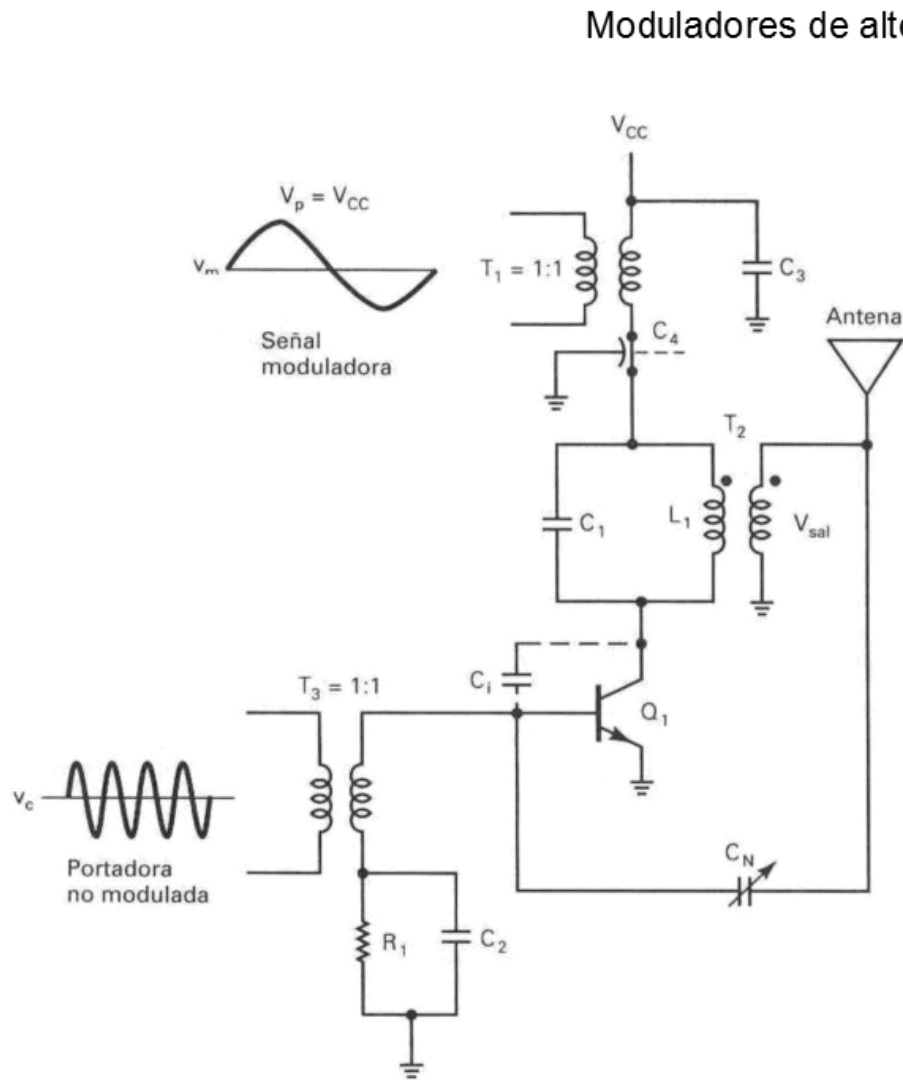


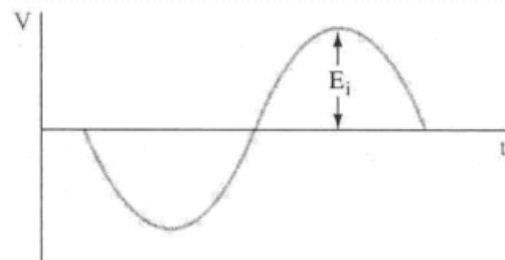
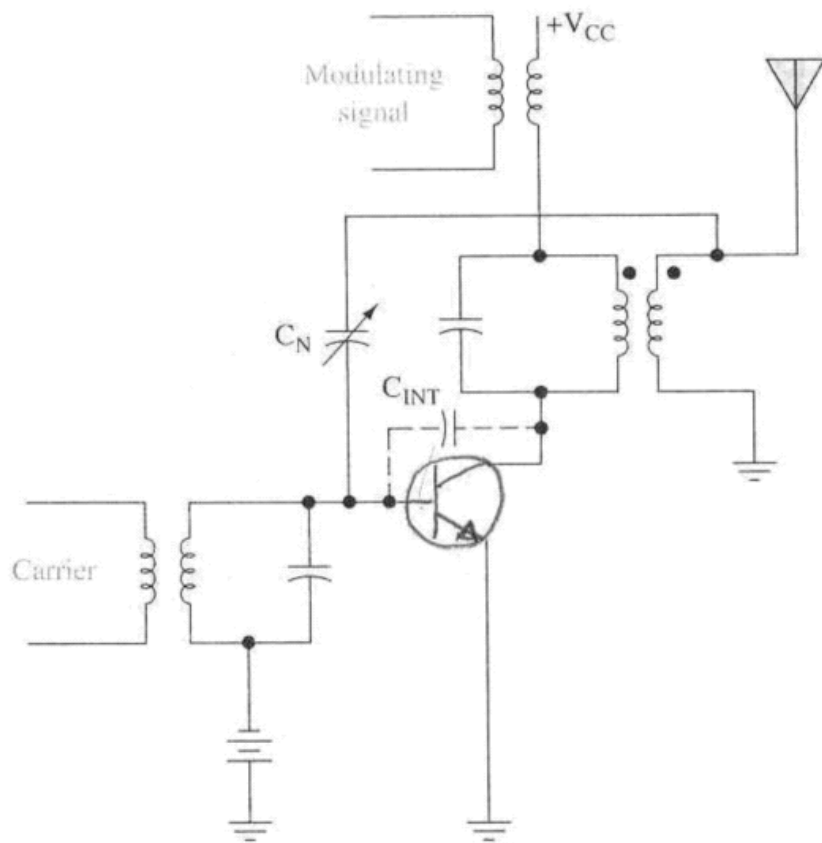


$$r_d = \frac{r_o}{(1 - V_{GS} / V_p)^2}$$

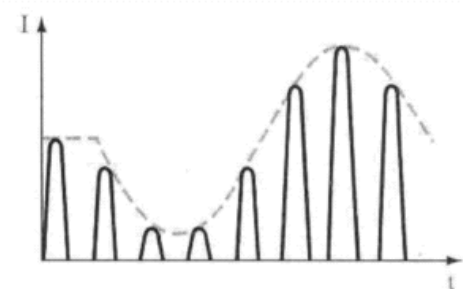


Moduladores de alto nivel

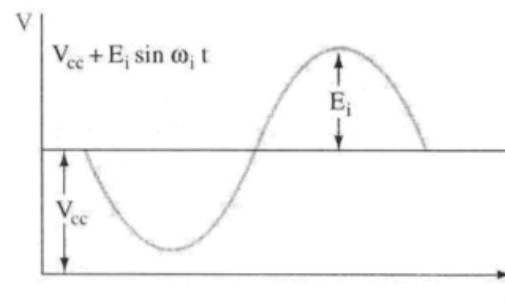




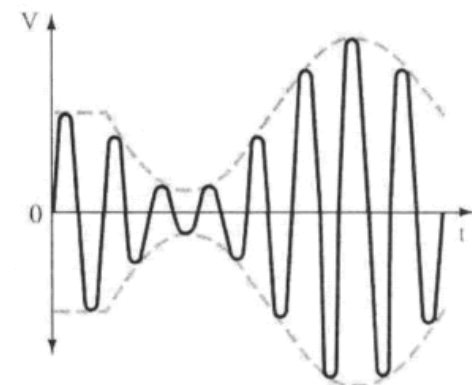
(a) Modulating voltage



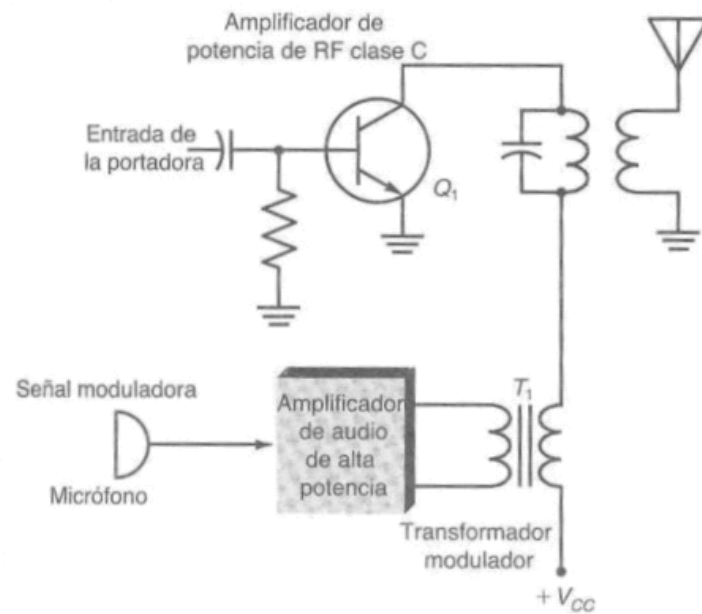
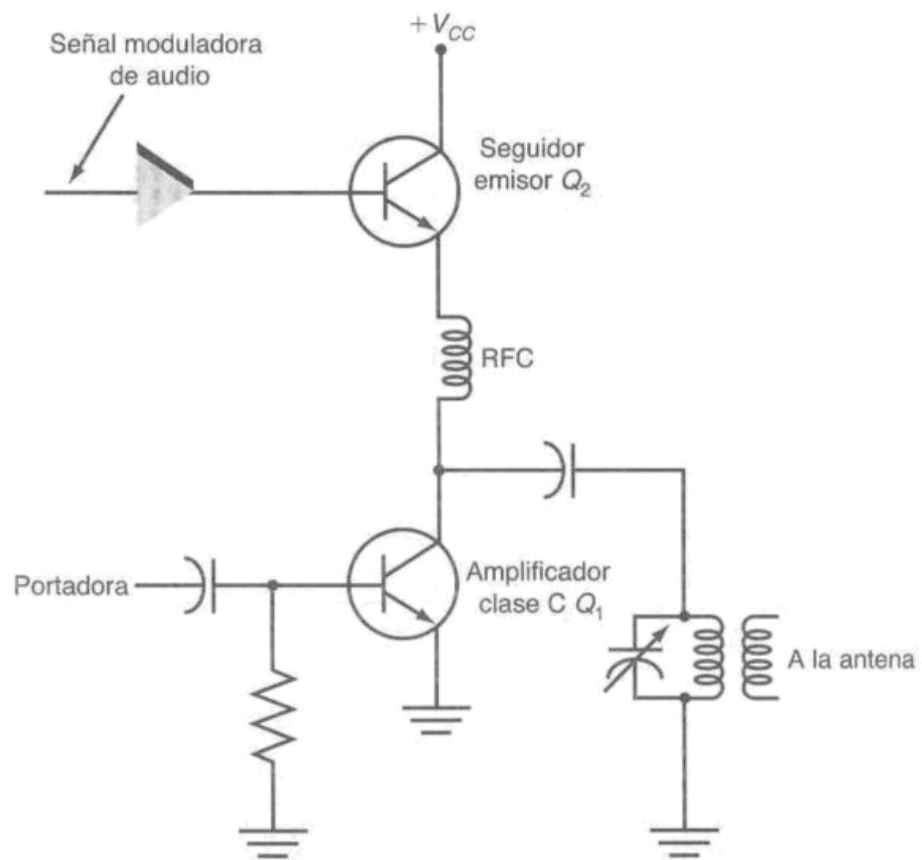
(c) Resulting collector current



(b) Collector supply voltage

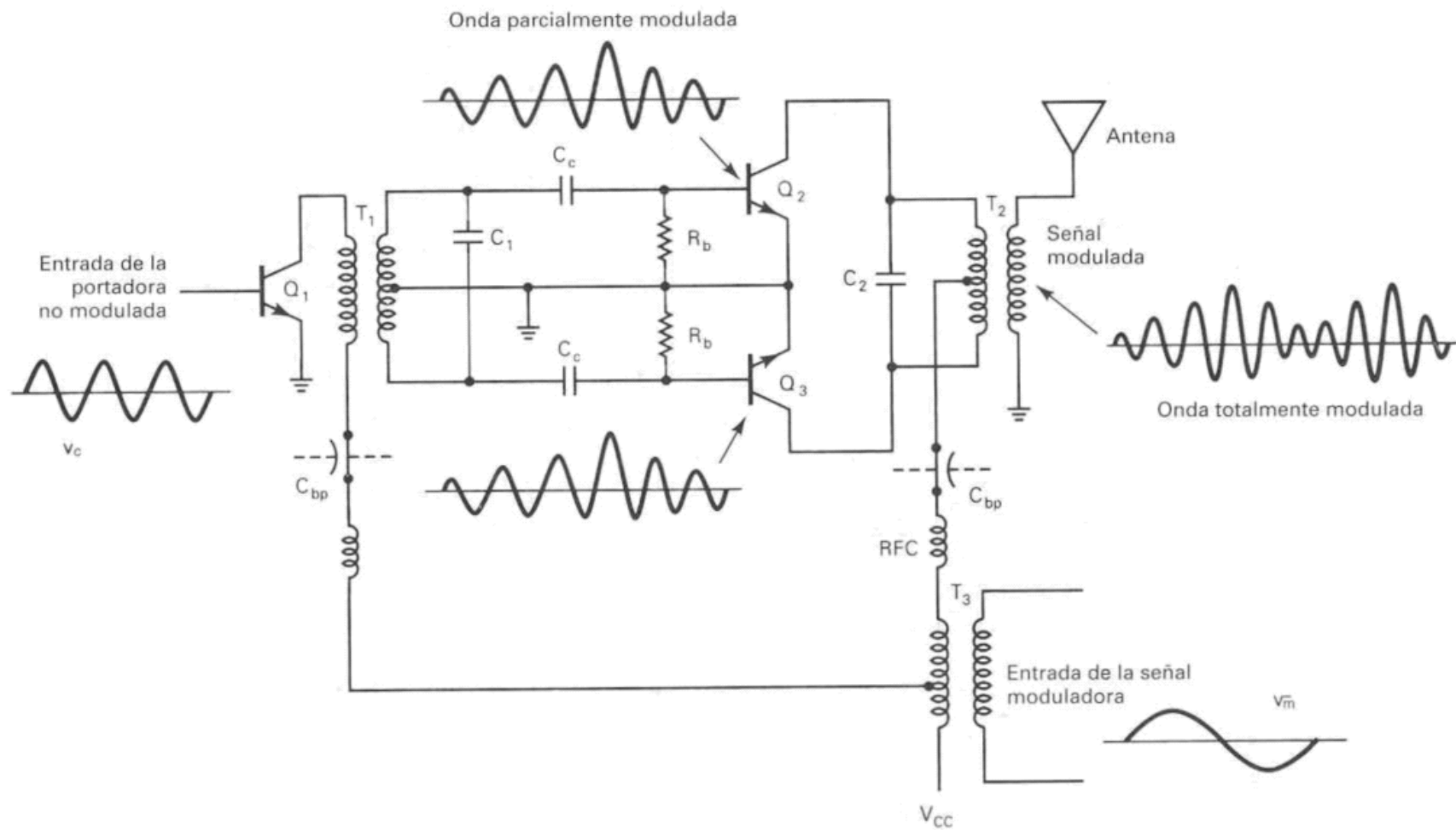


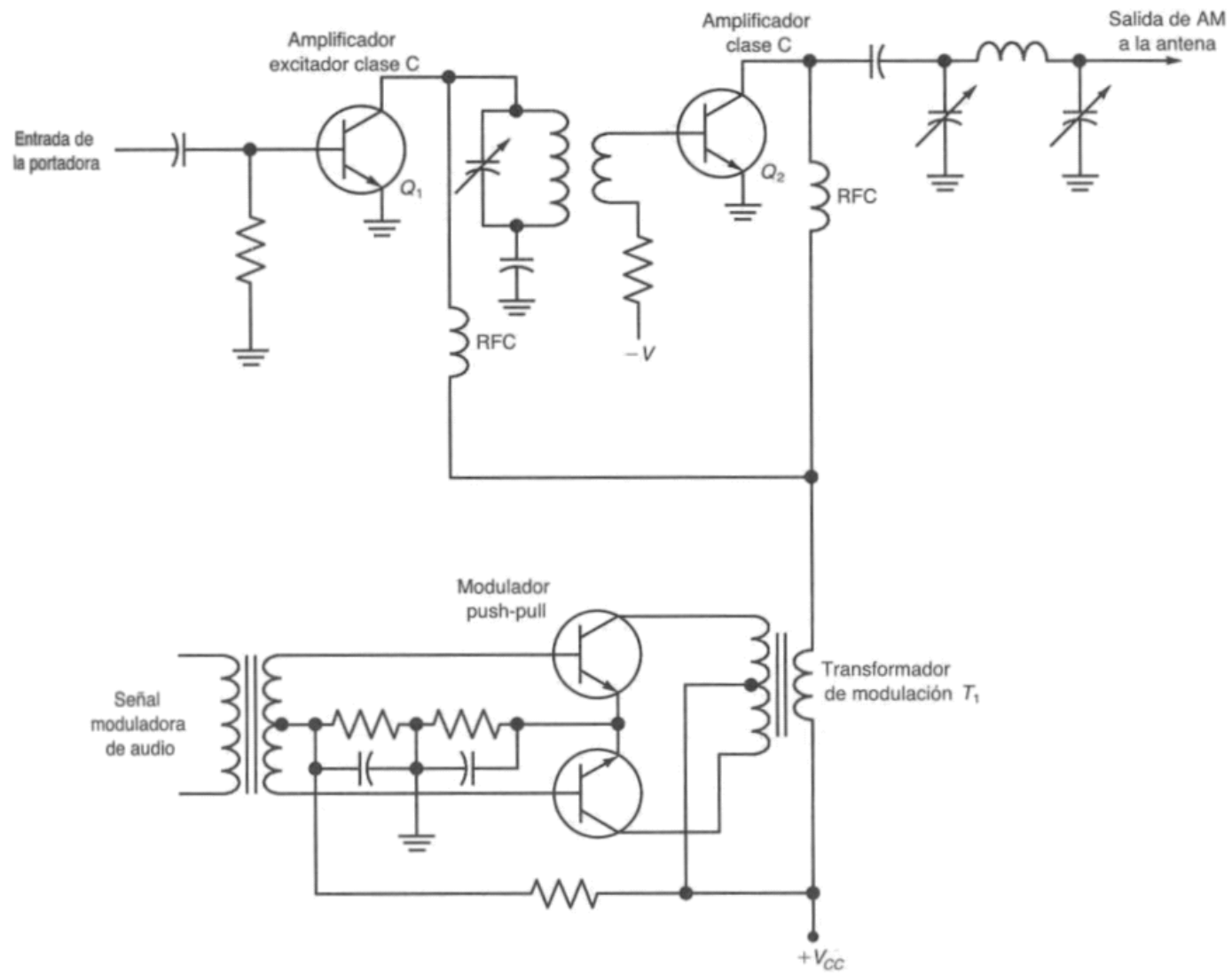
(d) Collector RF (modulated) voltage



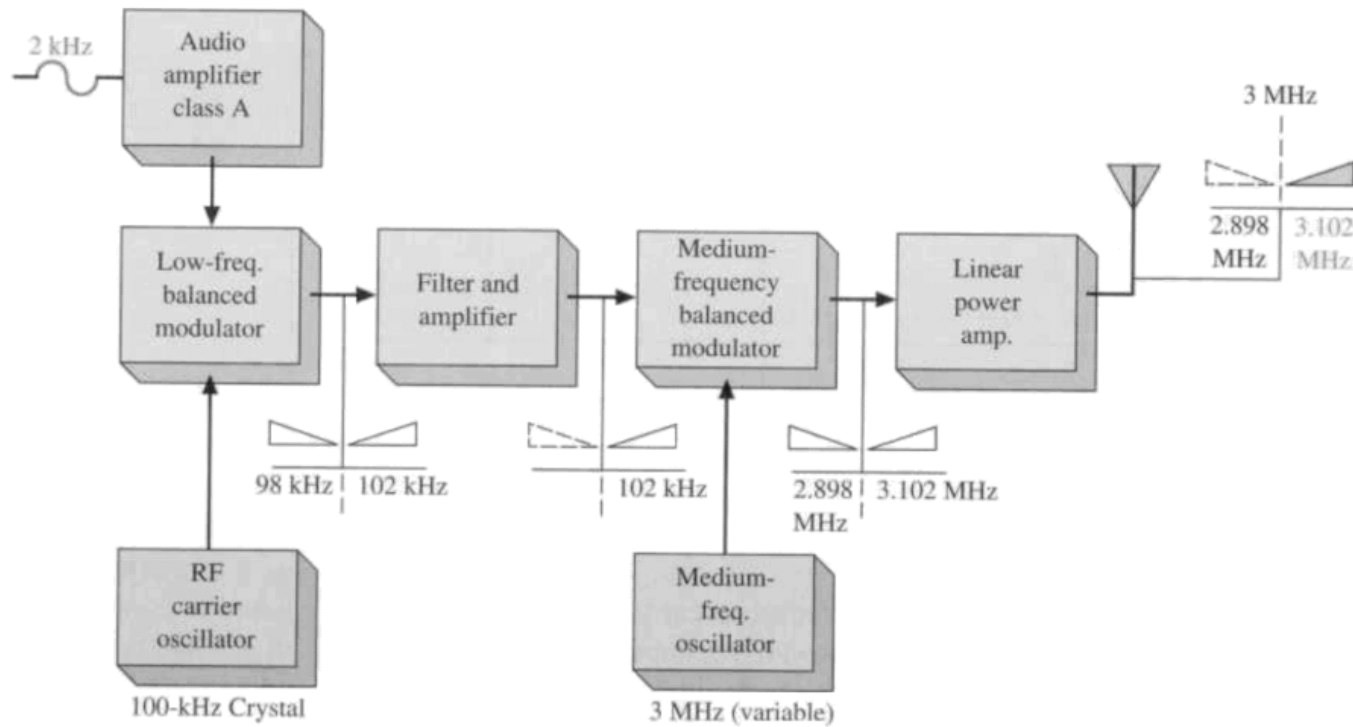
Ejemplos:

- ★ Para generar una señal de AM, se requiere aplicar la señal del mensaje a un amplificador con eficiencia del 70% antes de modular a una portadora de 10KW. Considerando que se desea operar al 100% de modulación, determinar la potencia de la fuente de DC que deberá alimentar al amplificador de audio.
- ★ Un transmisor de AM que utiliza modulación de alto nivel, trabaja con un amplificador de potencia de RF de eficiencia igual al 70% y es alimentado por una fuente de DC con $V_{cc} = 48V$, $I = 3.5A$. Obtener:
 - ➔ La potencia de la moduladora para lograr el 100%
 - ➔ La potencia de cada una de las bandas laterales cuando se modula al 67%.
- ★ La corriente de una antena transmisora de AM es de 12A cuando no se modula y cambia a 13A cuando se modula. Calcular el %M de la transmisión.

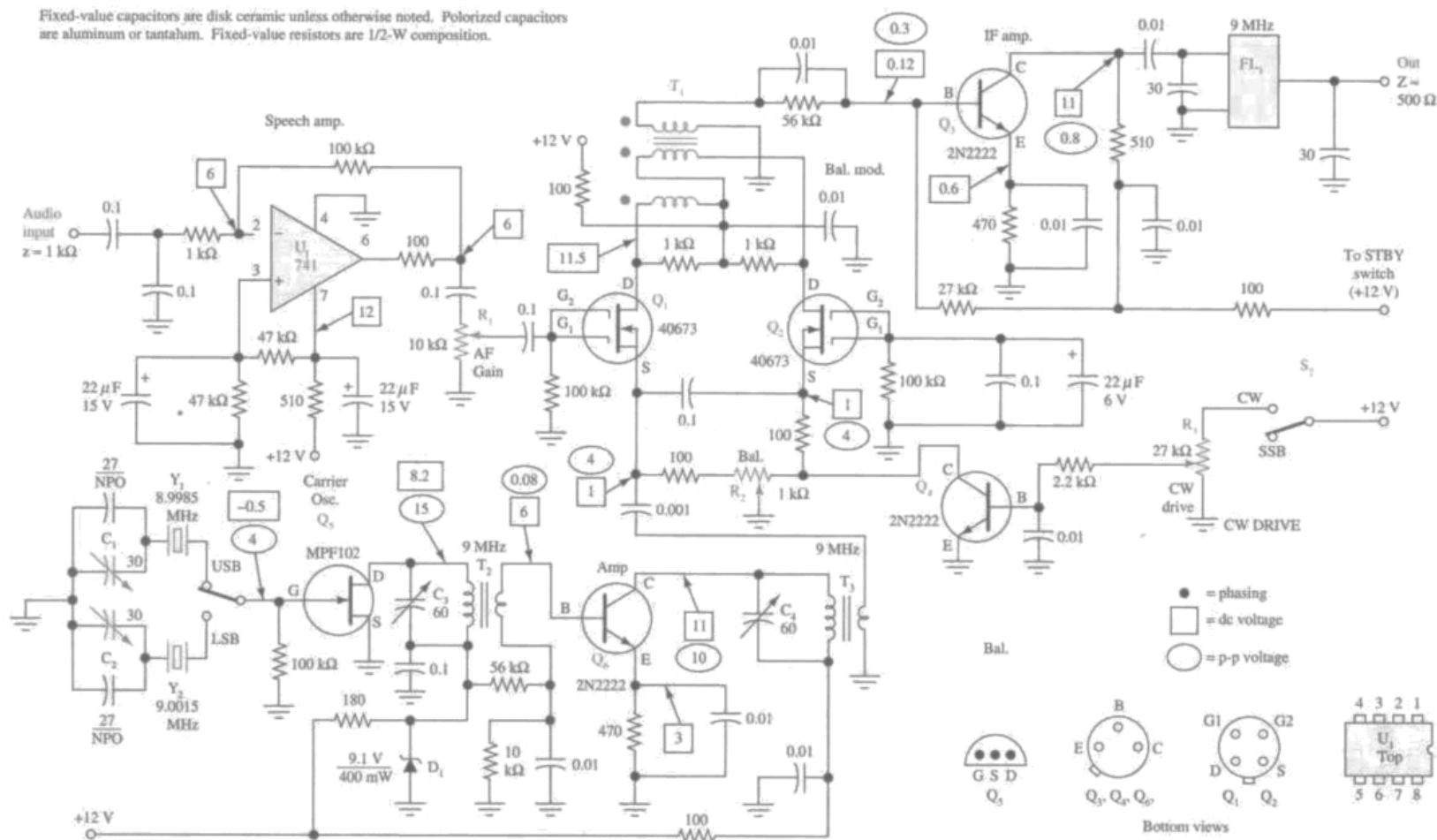




Transmisor de banda lateral única (BLU) Método del filtro



Fixed-value capacitors are disk ceramic unless otherwise noted. Polarized capacitors are aluminum or tantalum. Fixed-value resistors are 1/2-W composition.



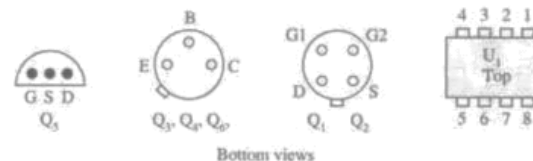
C_1, C_2 —Miniature 30-pF trimmer, NPO ceramic preferred.
 C_3, C_4 —Miniature 60-pF trimmer, Mica compression type suitable.
 D_1 —9.1-V, 400-mW Zener diode.
 FL_1 —Spectrum International 9-MHz

R_1 —10-kΩ audio taper control, panel mounted.
 R_2 —100-Ω PC-board-mount control.
 R_3 —25-kΩ linear-taper control, panel mounted.
 S_1 —SPDT miniature switch, panel

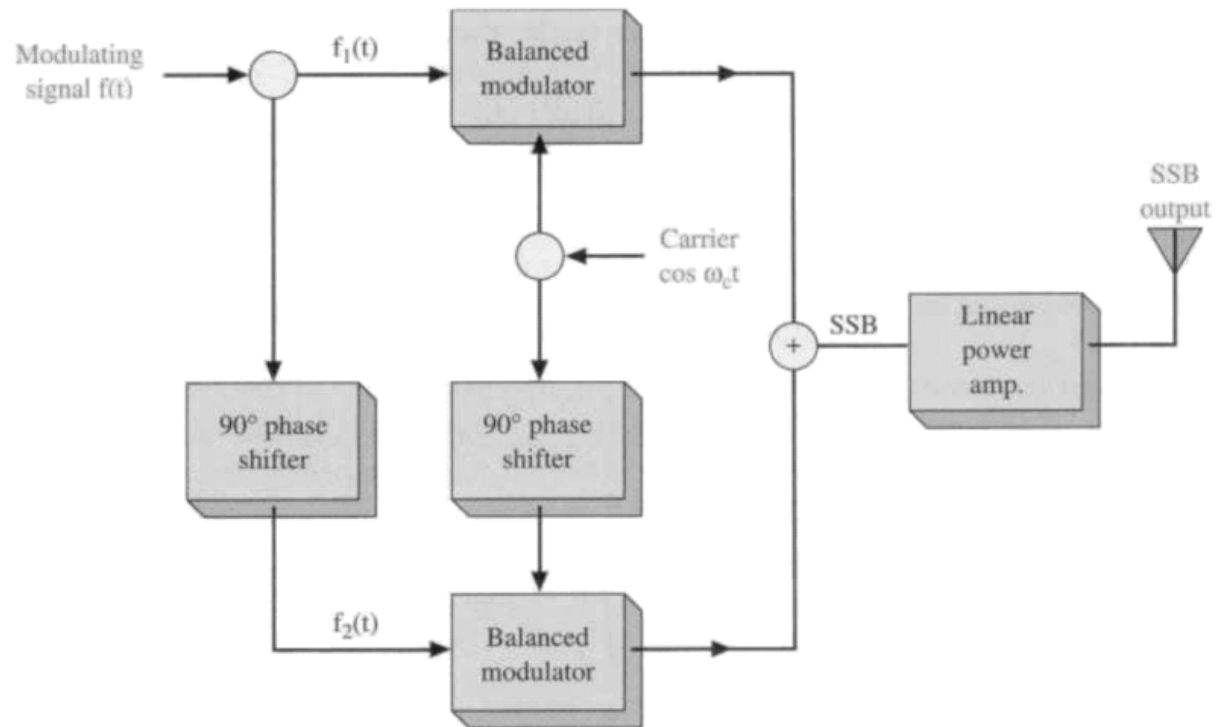
T_1 —15 trifilar turns of No. 26 enameled wire (twist 10 times per inch) on an FT-50-61 toroidal core ($\mu_r = 125$, dia = 0.5 inch).
 T_2 —10-μH primary, 44 turns No. 26 enameled wire on a T50-2 iron core. $\mu_r = 10$, dia = 0.5 in. Link has 10 turns No. 30 insulated

T_3 —10-μH primary, 44 turns of No. 26 enameled wire on a T50-2 iron core. Link has 22 turns of No. 30 insulated wire over cold end of primary.
 Y_1, Y_2 —Crystals to match FL_1 . Obtain from filter manufacturer International Crystal

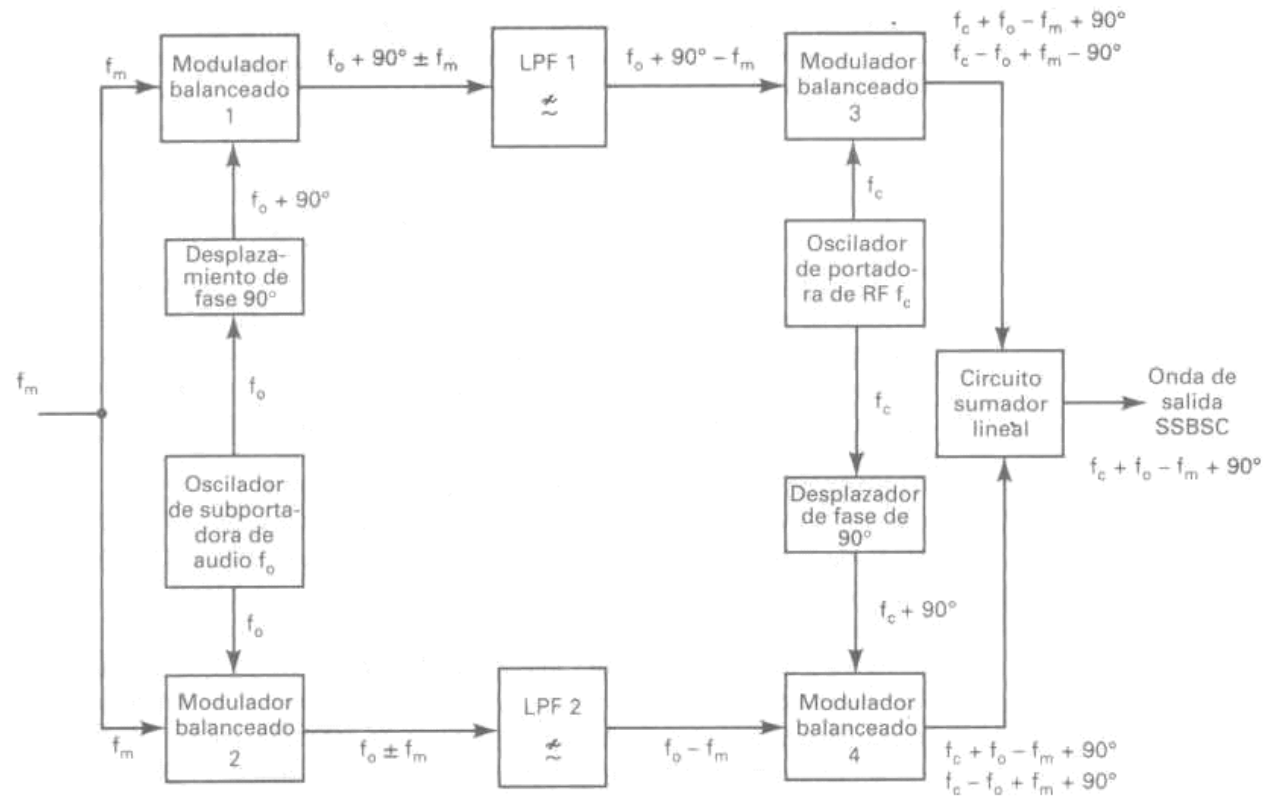
● = phasing
□ = dc voltage
○ = p-p voltage



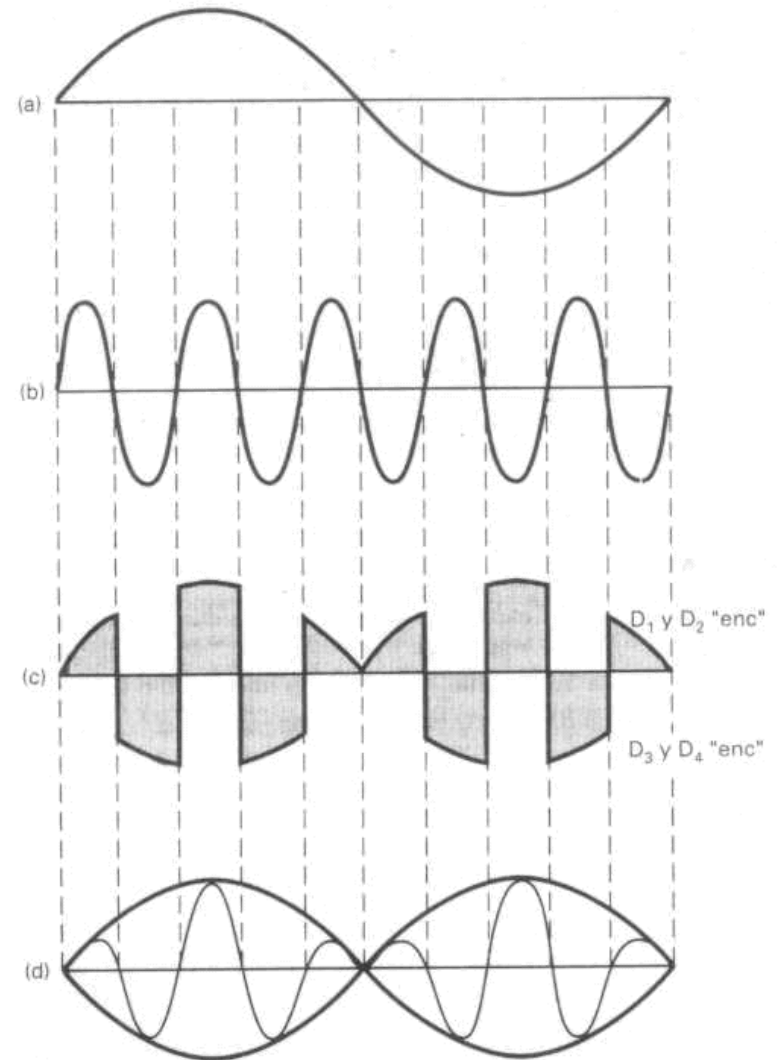
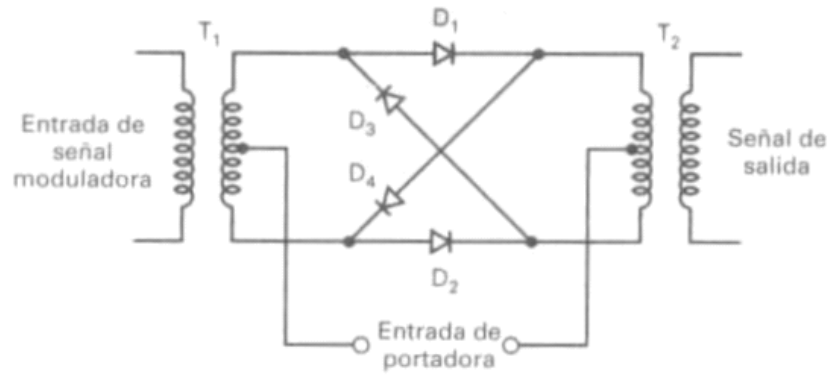
Método por corrimiento de fase



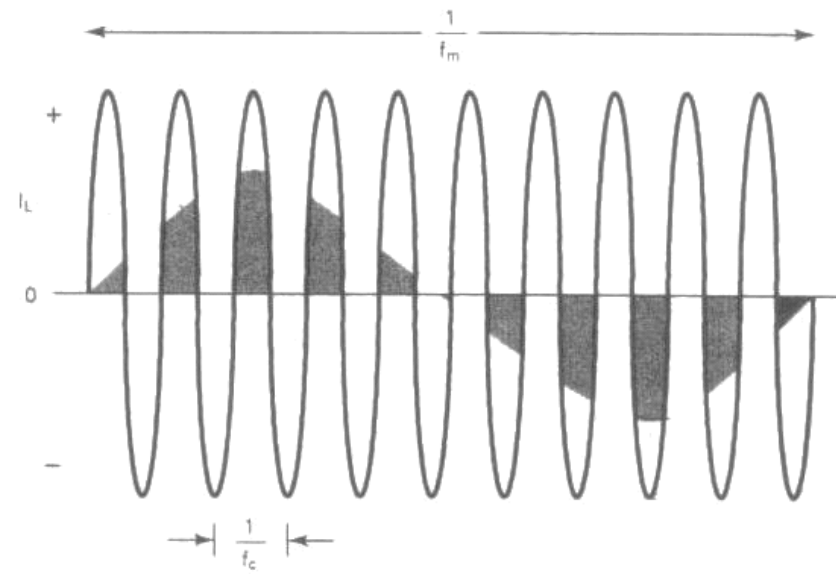
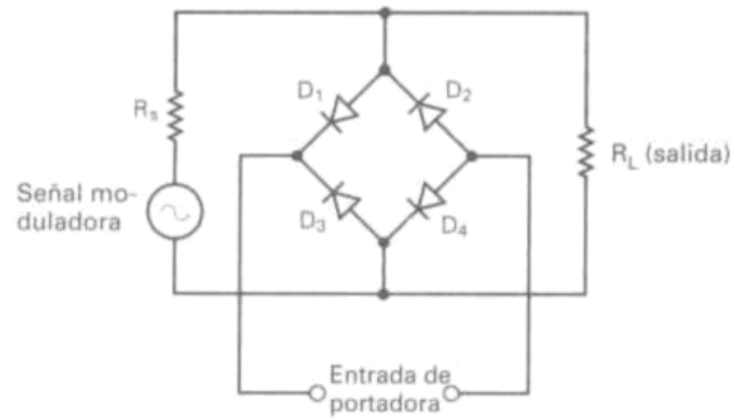
Tercer método



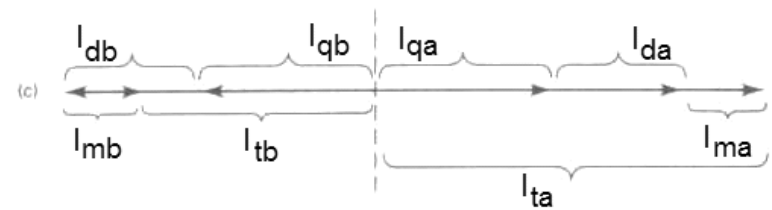
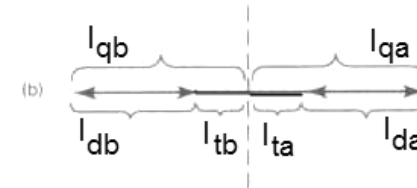
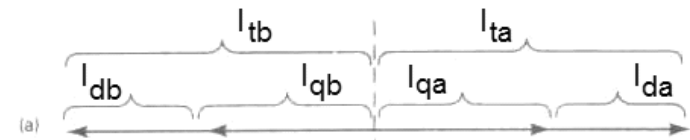
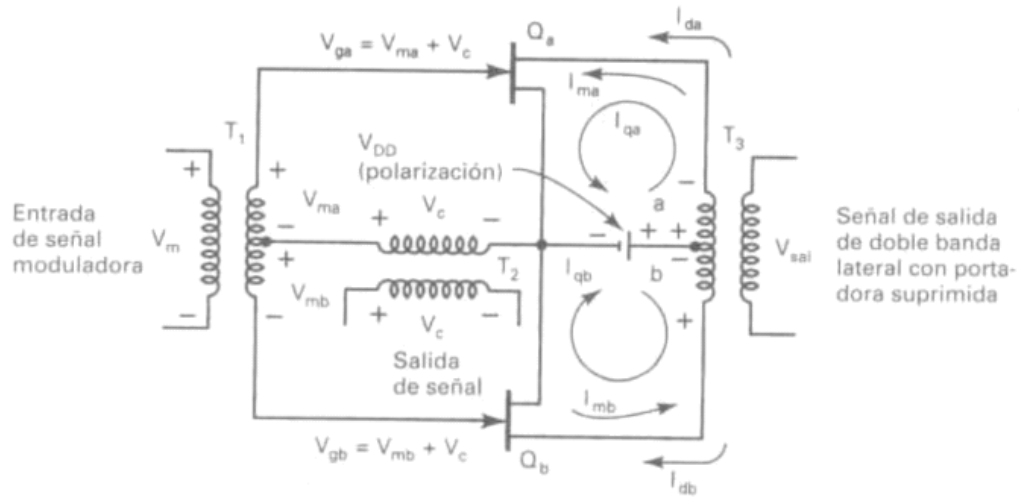
Moduladores balanceados



Moduladores balanceados



Moduladores balanceados



Ejemplo:

- ★ Una transmisión en banda lateral única contiene 10KW. Esta transmisión se va a sustituir por una señal de amplitud modulada convencional con el mismo contenido de potencia. Determinar el contenido de potencia de la portadora y de cada una de las bandas laterales cuando el porcentaje de modulación es del 80%.

Un transmisor de BLU (método de filtrado), tiene portadora de baja frecuencia de 100KHz, portadora de frecuencia media de 4MHz, portadora de alta frecuencia de 30MHz e intervalo de frecuencias de señal moduladora de 0 a 4kHz. Determinar la frecuencia de salida del transmisor.

Potencia de salida de un transmisor BLU

La potencia de salida de una señal BLU se expresa en términos de la potencia pico de la envolvente PPE y representa la máxima potencia producida por los picos de la amplitud de la señal de salida, normalmente voz.

$$PPE = \frac{V_{PE}^2}{2R}$$

La potencia de entrada de DC en la etapa de amplificación final del transmisor deber ser igual a la PPE para una eficiencia del 100%

$$P_{DC} = V_{DC} I_{m\acute{a}x} = PPE$$

Debido a que durante los niveles normales de voz, los niveles de potencia de entrada y salida son mucho menores que el nivel PPE, los transmisores BLU se diseñan para manejar sólo el nivel de la potencia promedio sobre una base continua.

La potencia promedio disipada en la carga es igual a la suma de las potencias de cada uno de los tonos que forman la señal moduladora:

$$P_{PROM} = \frac{V_1^2}{2R} + \frac{V_2^2}{2R} + \dots + \frac{V_n^2}{2R}$$

Para señales de un solo tono en transmisores BLU, la $PPE = P_{PROM}$

Comunmente señales de dos tonos son usadas para probar equipos BLU. Consiste de dos tonos de igual amplitud que producen un espectro equivalente al de una modulación de DBLPS con un solo tono. La envolvente en la señal resultante es el valor absoluto de una onda coseno, esto es:

$$A(t) = V_{PE} |\cos \omega_m t|$$

La potencia de salida pico de envolvente es por tanto:

$$PPE = \frac{V_{PE}^2}{2R}$$

Por inspección de: $F(t) = \frac{V_m}{2} \cos(\omega_c + \omega_m)t + \frac{V_m}{2} \cos(\omega_c - \omega_m)t$

muestra que cada componente de la señal de RF tiene una amplitud de $\frac{V_{PE}}{2}$.

La potencia de salida promedio es entonces la suma de la potencia de cada una de las componentes de la señal

$$P_{PROM} = \frac{V_1^2}{2R} + \frac{V_2^2}{2R} = \frac{V_{PE}^2}{4R} = \frac{PPE}{2}$$

Ejemplos:

Para una señal de prueba con moduladora de dos tonos $f_{m1} = 1.5\text{KHz}$ y $f_{m2} = 3\text{KHz}$ con portadora de 100KHz . Determinar para una transmisión de banda lateral única con portadora suprimida:

- a) Frecuencia de salida si sólo se transmite la banda superior.
- b) Para $E_1 = E_2 = 5\text{v}$ y resistencia de carga de 50Ω , la PPE y potencia promedio de salida.

Solución:

a) $f_1 = 100\text{KHz} + 1.5\text{KHz} = 101.5\text{KHz}$

$f_2 = 100\text{KHz} + 3\text{KHz} = 103\text{KHz}$

b)
$$P_{PE} = \frac{V_{PE}^2}{2R} = \frac{(E_1 + E_2)^2}{2R} = \frac{(5 + 5)^2}{2(50\Omega)} = \frac{100}{100} = 1\text{W}$$

$$P_{PROM} = \frac{E_1^2}{2R} + \frac{E_2^2}{2R} = \frac{5^2}{2(50\Omega)} + \frac{5^2}{2(50\Omega)} = \frac{2(5)^2}{2(50\Omega)} = 0.5\text{W} = \frac{P_{PE}}{2}$$