

Sistemas de Comunicación

- Circuitos Modulación AM -

Ph.D. Cristian Guarnizo Lemus

cristianguarnizo@itm.edu.co

Contenido

1. Principios básicos.
2. Modulador de amplitud.
3. Demodulador de amplitud.

Principios Básicos - Decibel

La ganancia o pérdida de un circuito se expresa en *decibels*(dB).

La ganancia total se calcula como la suma de las ganancias individuales (si todas están en dB).

Es común en circuitos electrónicos tener ganancias extremadamente altas (o atenuaciones), que exceden el millón.

Principios Básicos - Decibel

$$\text{dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$$

$$\text{dB} = 20 \log_{10} \frac{I_{\text{out}}}{I_{\text{in}}}$$

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}}$$

Principios Básicos - Decibel

Ejemplos:

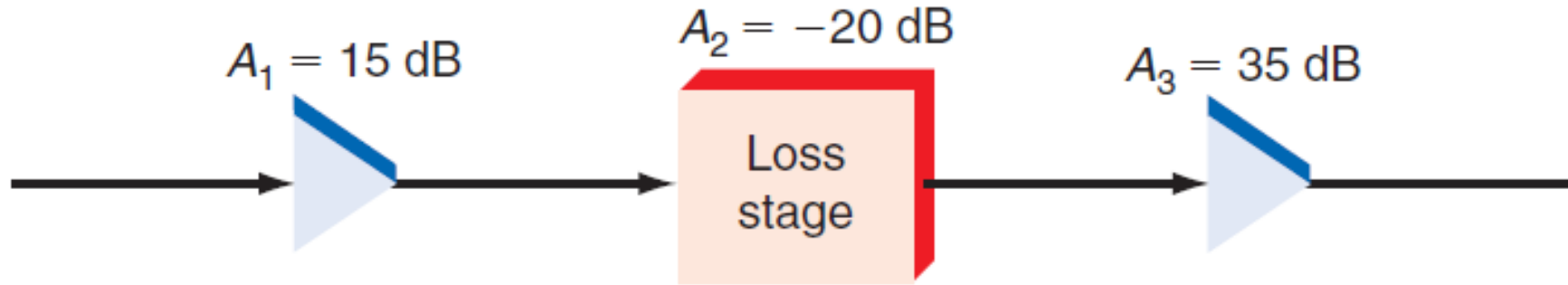
Un amplificador tiene una entrada de 3mV y una salida de 5V. Cuál es la ganancia en decibelios?

Un filtro tiene una potencia de entrada de 50mW y una salida de 2mW. Cuál es la ganancia o atenuación?

Como es el valor en dB cuando la relación salida-entrada es mayor que 1, y cuando es menor que 1.

Principios Básicos - Decibel

Cuál es la ganancia del sistema?



Principios Básicos - Decibel

Un amplificador de potencia con ganancia de 40-dB tiene una salida de 100W. Cual es la potencia de la entrada?

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \quad \log^{-1} \left(\frac{\text{dB}}{10} \right) = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}}$$

$$P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{out}}}{\log^{-1} \left(\frac{\text{dB}}{10} \right)}$$

Principios Básicos - Decibel

dBm: Cuando se compara la ganancia o atenuación de un circuito empleando una referencia de 1mW.

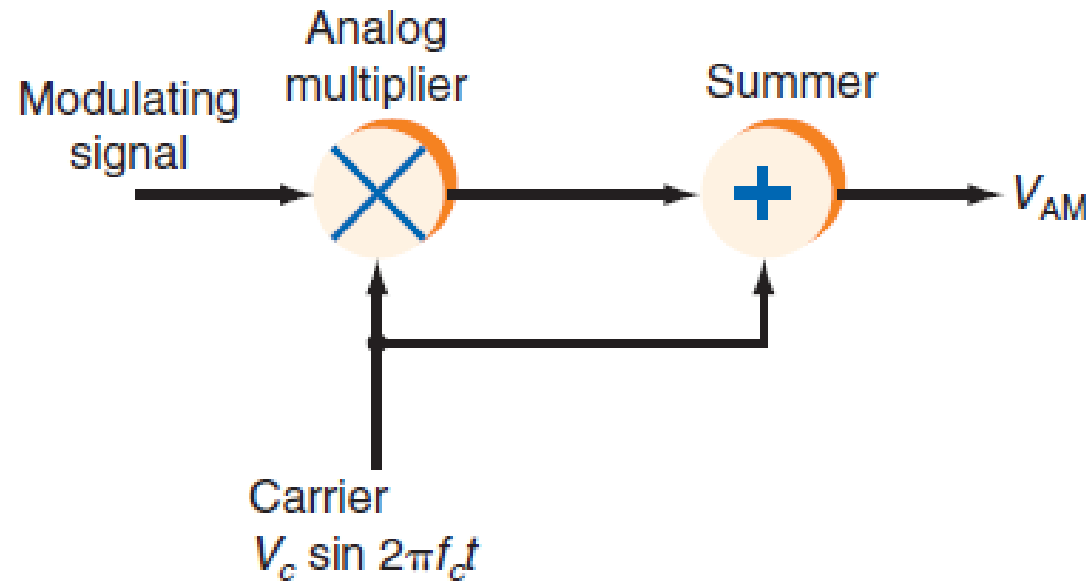
$$\text{dBm} = 10\log_{10} \left(\frac{P_{\text{out}}[W]}{0.001[W]} \right)$$

dBc: Cuando se compara la ganancia o atenuación de un circuito empleando como referencia la potencia de la portadora.

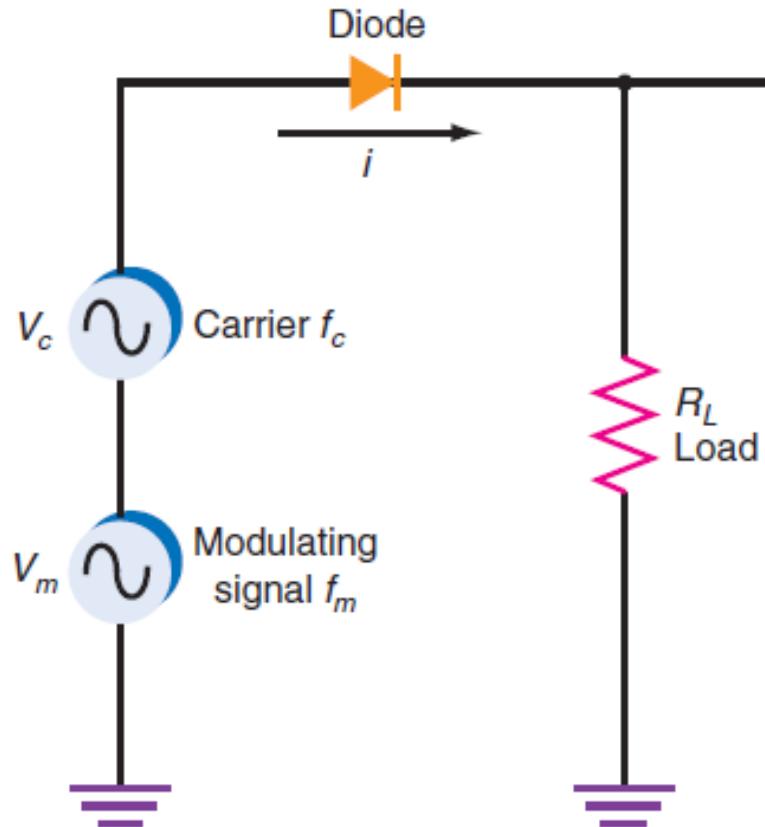
$$\text{dBc} = 10\log_{10} \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{carrier}}} \right)$$

Principios Básicos – Mod. AM

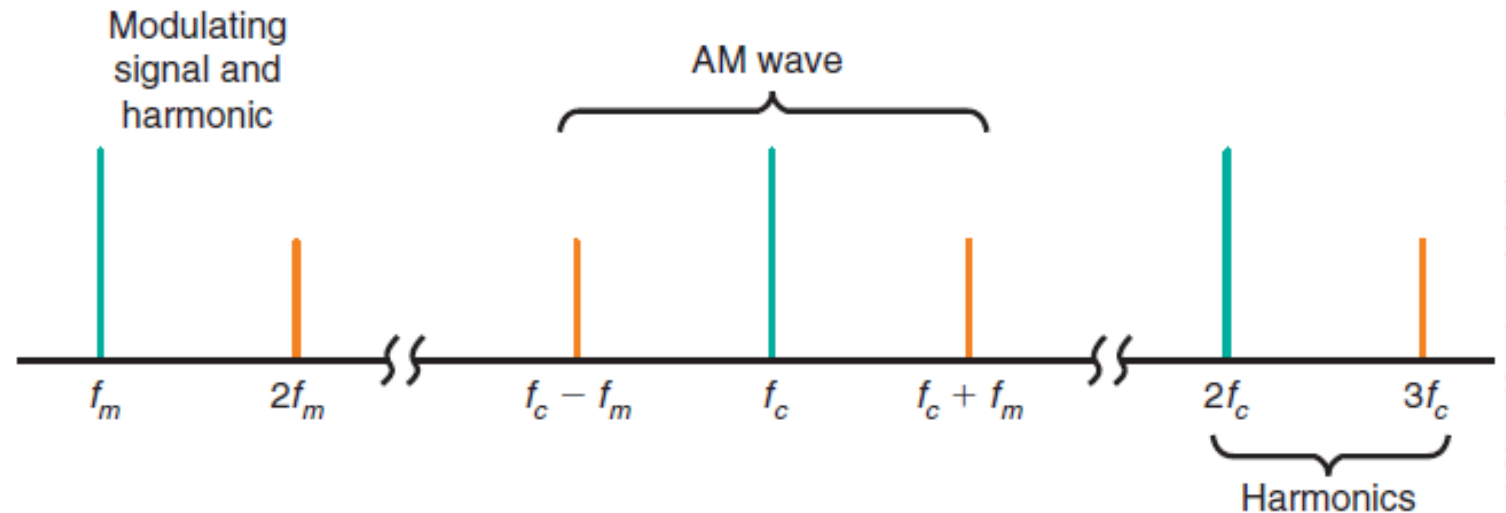
$$v_{AM} = E_c \sin(2\pi f_c t)(1 + m \sin(2\pi f_m t))$$



Componentes no lineales

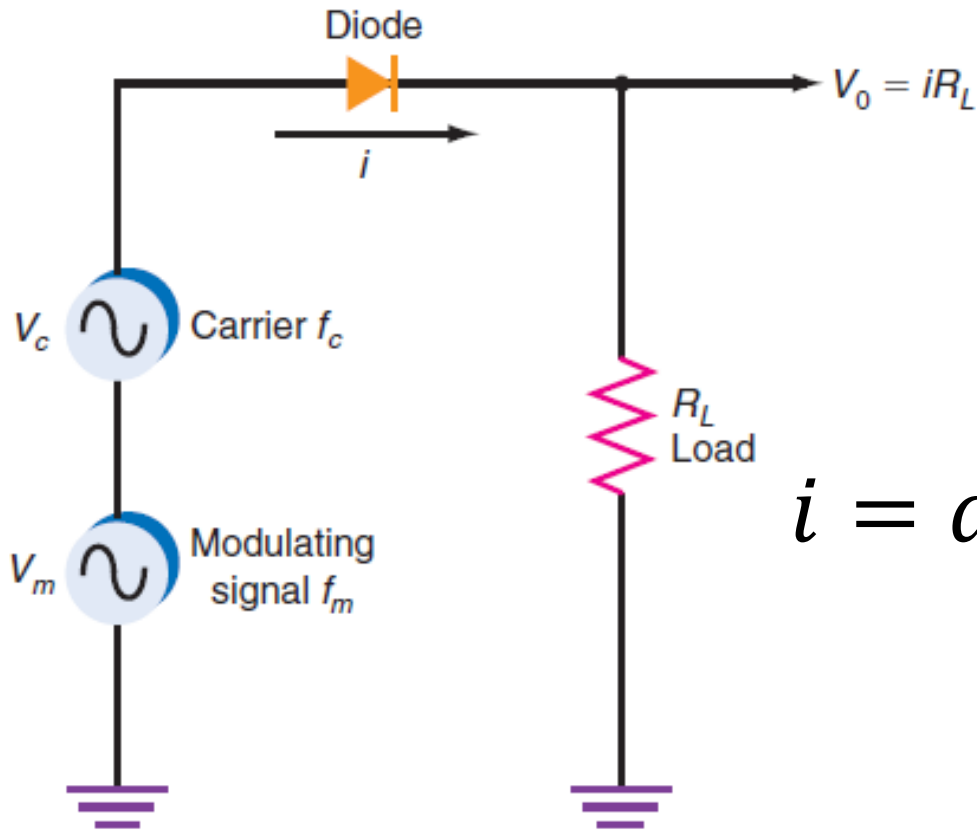


$$i = av + bv^2$$



Componentes no lineales

En



$$i(t) = av(t) + bv^2(t)$$

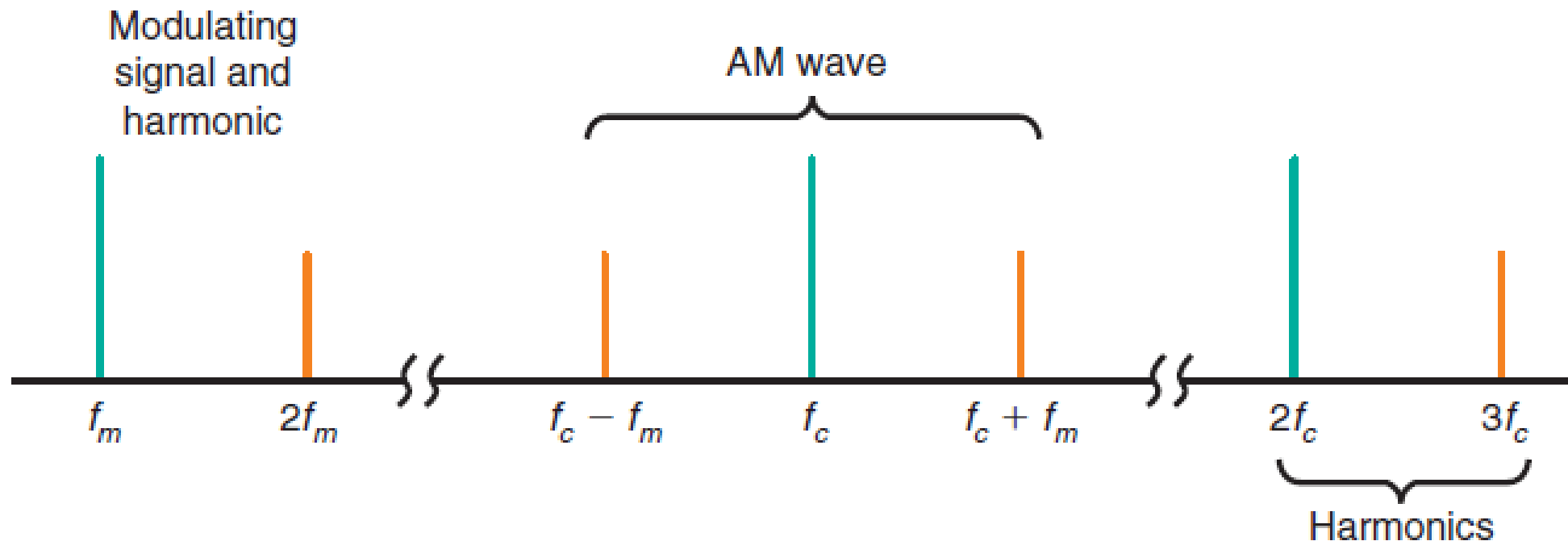
$$v(t) = v_c(t) + v_m(t)$$

$$i = a(v_c + v_m) + b(v_c + v_m)^2$$

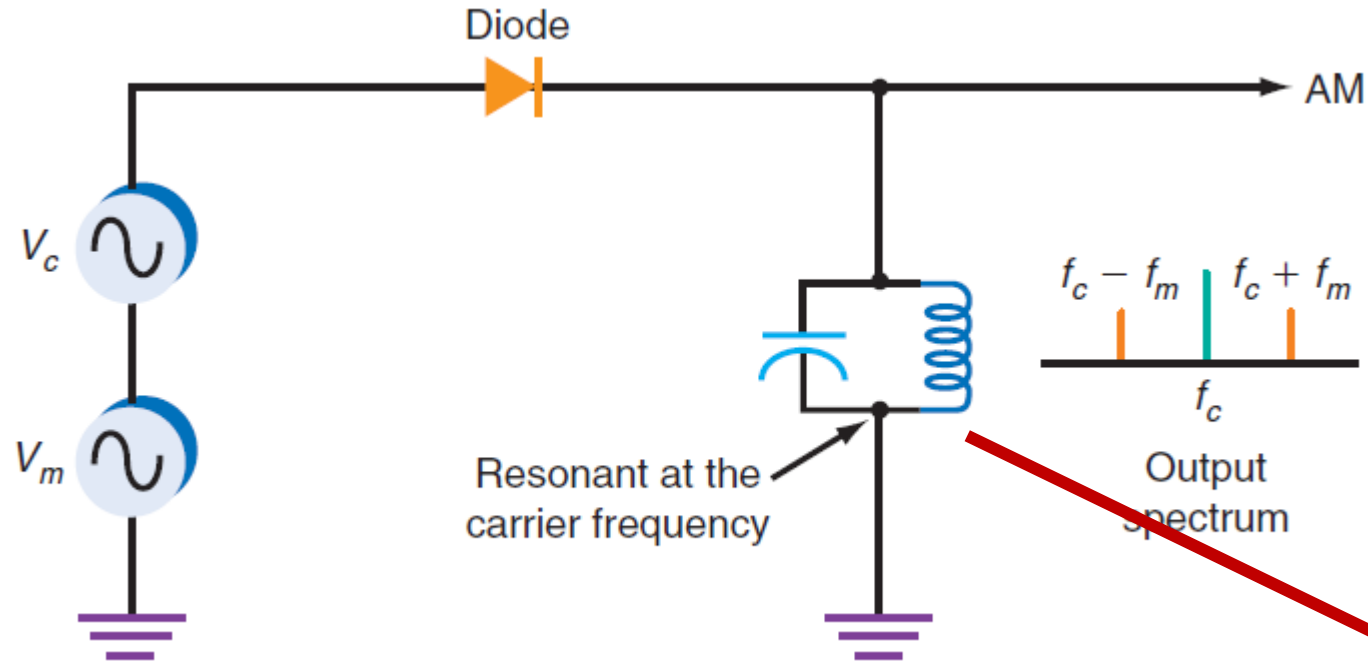
$$i = a(\boxed{v_c} + v_m) + b(v_c^2 + \boxed{2v_c v_m} + v_m^2)$$

Componentes no lineales

$$i = av_c \sin \omega_c t + av_m \sin \omega_m t + 0.5bv_c^2(1 - \cos 2\omega_c t) + 2bv_c v_m \sin \omega_c t \sin \omega_m t + 0.5bv_m^2(1 - \cos \omega_m t)$$

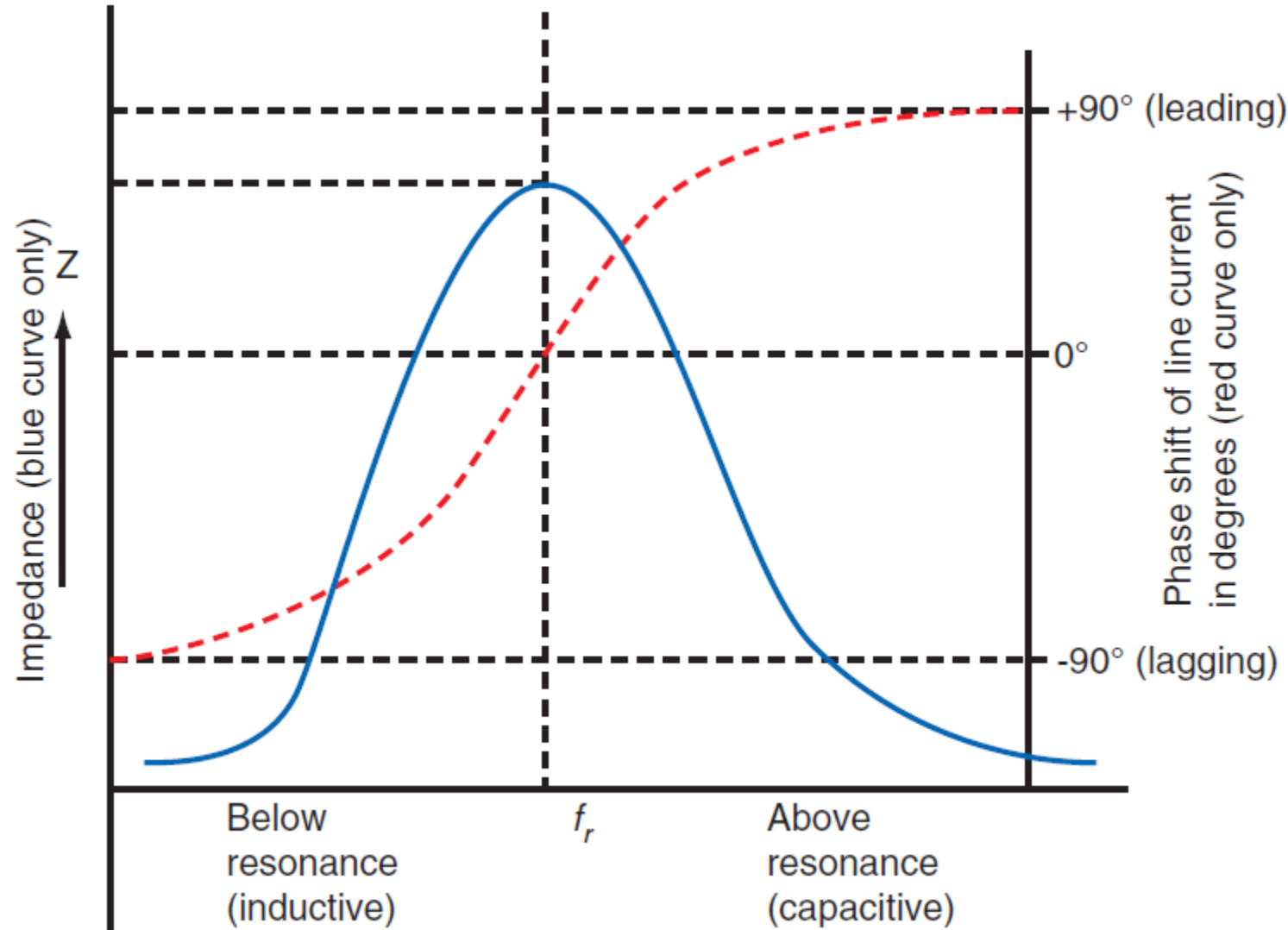


Componentes no lineales



$$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Componentes no lineales



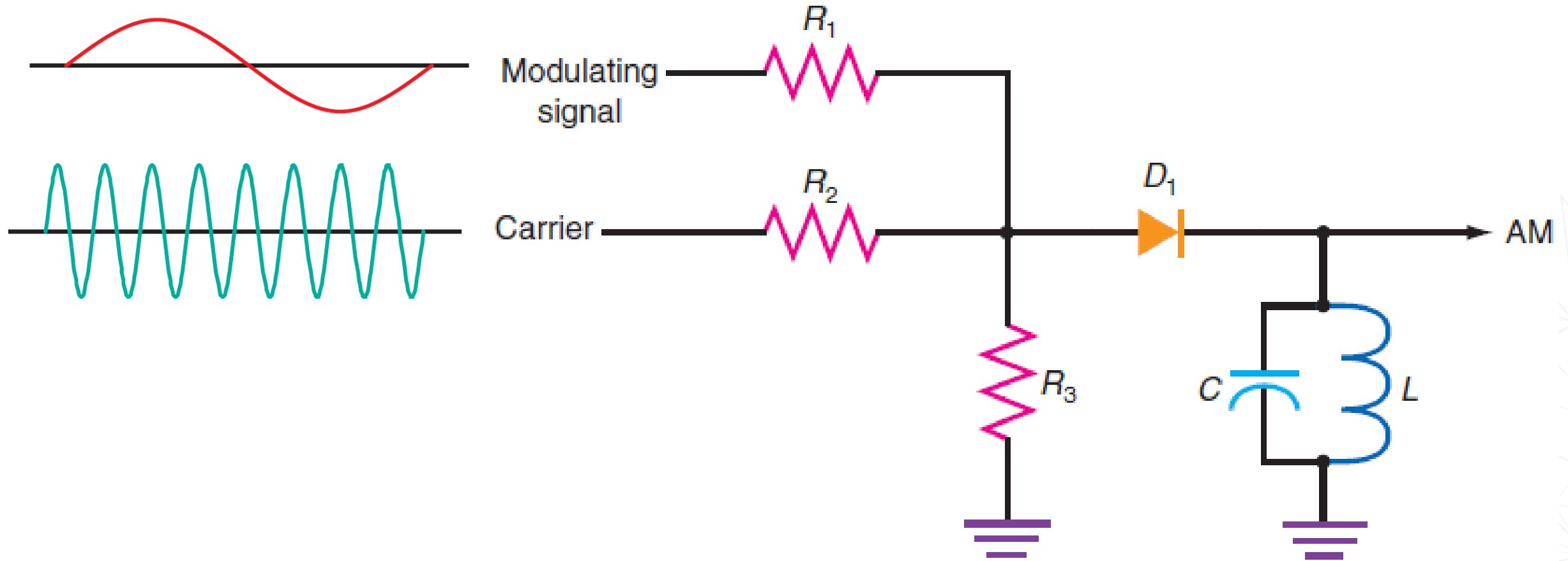
Modulador de amplitud

Existen 2 tipos, de bajo nivel o alto nivel.

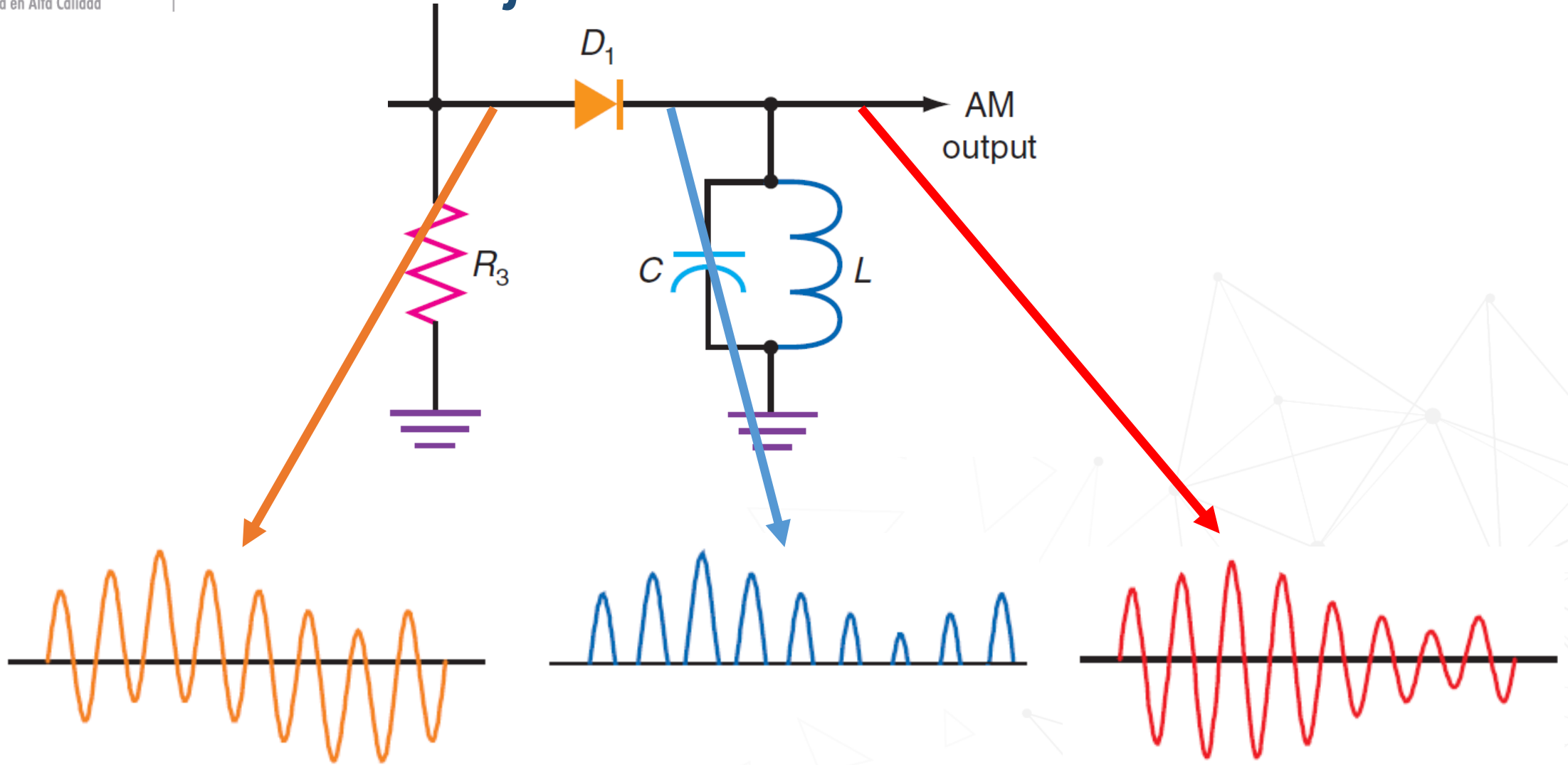
Bajo Nivel: generan pequeñas señales en AM, las cuales deben ser amplificadas para transmitirse.

Alto Nivel: generan AM a altos niveles de potencia, usualmente en la etapa final de amplificación de un transmisor.

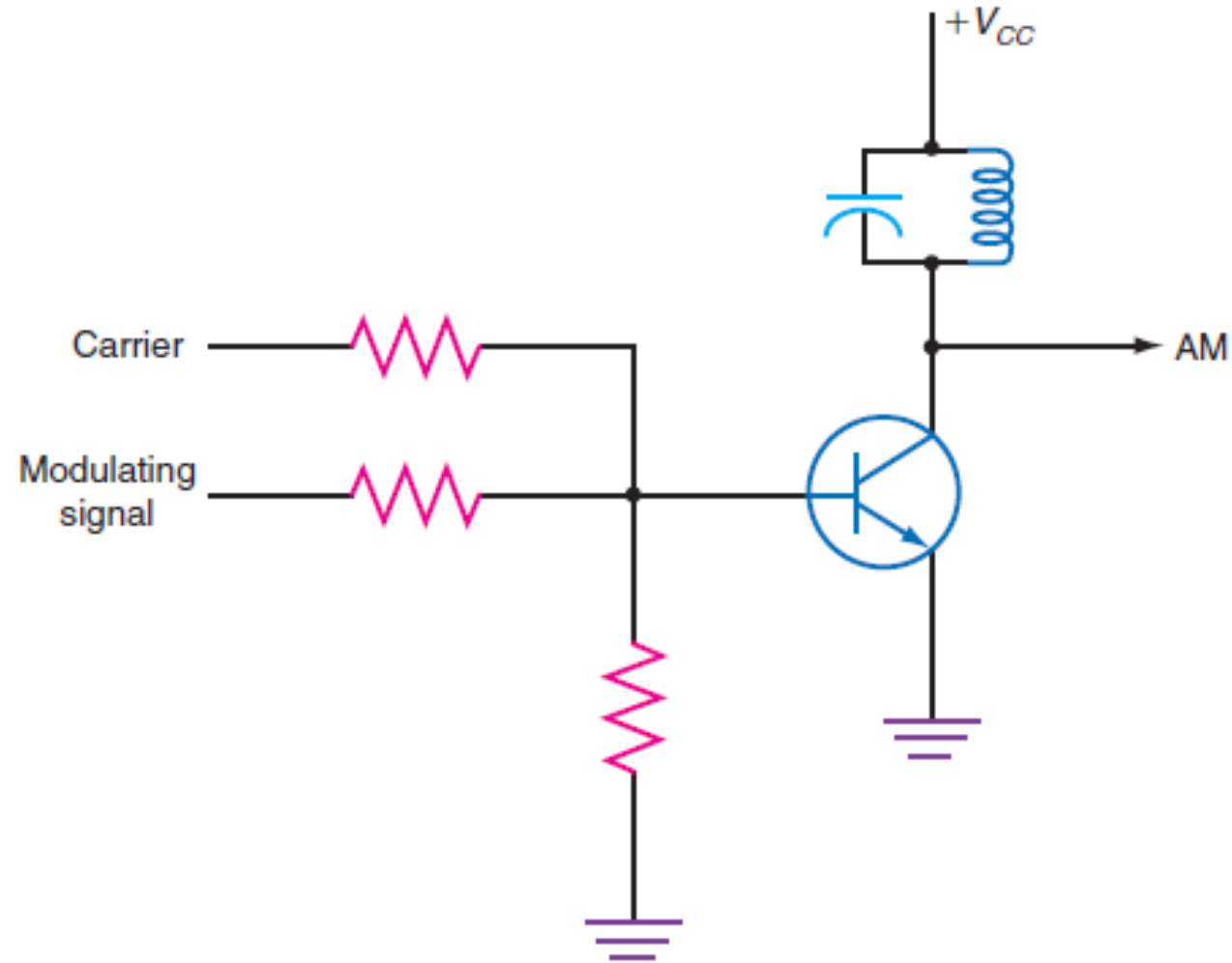
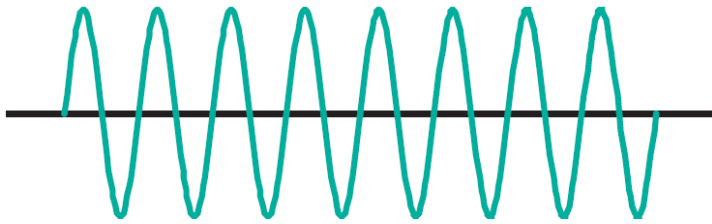
Bajo Nivel - Diodo



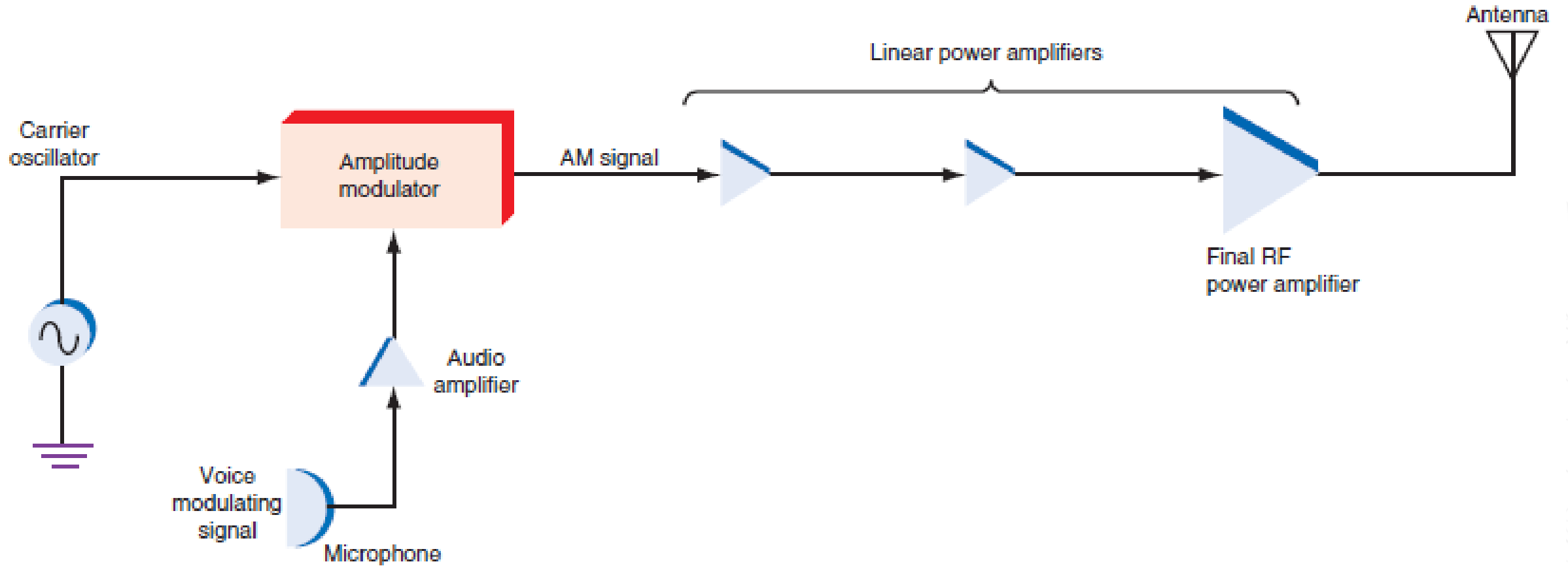
Bajo Nivel - Diodo



Bajo Nivel - Transistor

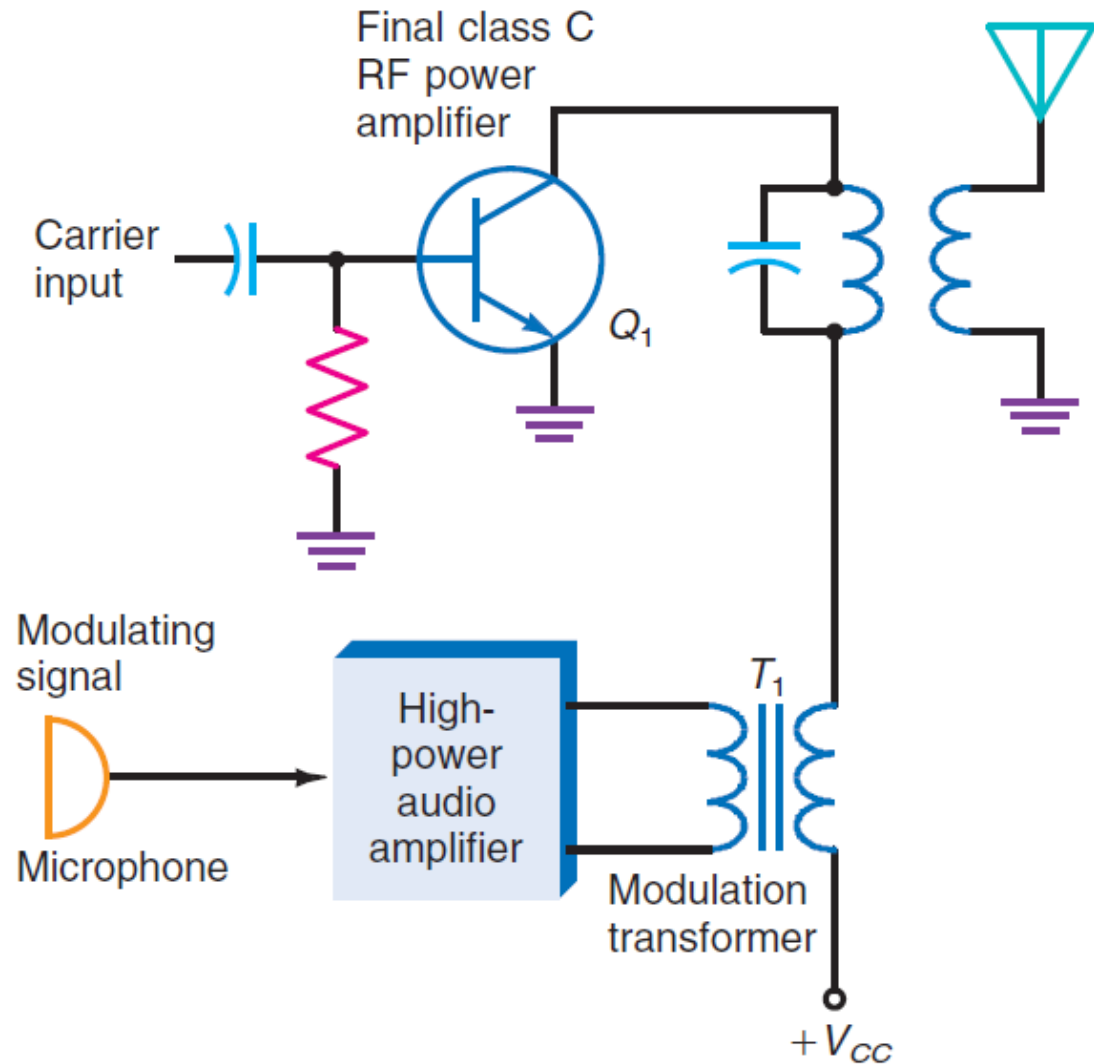


Bajo Nivel - Amplificando



El modulador varia el voltaje y la potencia en la transmisión. El resultado es una alta eficiencia en la amplificación de Radio Frecuencia y un desempeño de alta calidad.

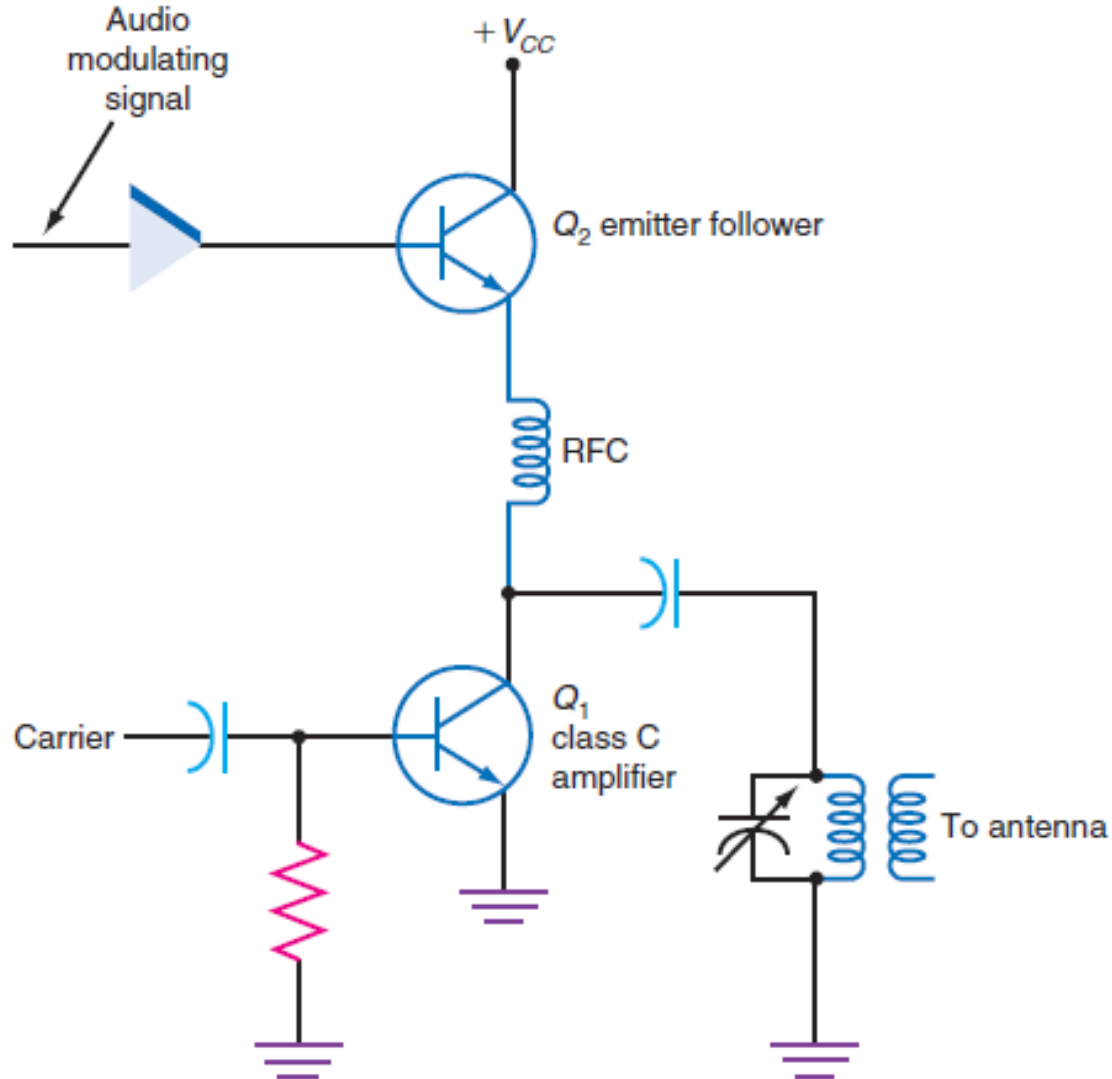
Alto Nivel – Modu. Colector



Cuando ocurre la señal moduladora, se suma y resta del voltaje dc de la fuente.

Como resultado la amplitud de la portadora varía de acuerdo con la señal moduladora.

Alto Nivel – Modulador serie



Evita el uso del transformador de alta potencia de la moduladora, por medio de un emisor-seguidor.

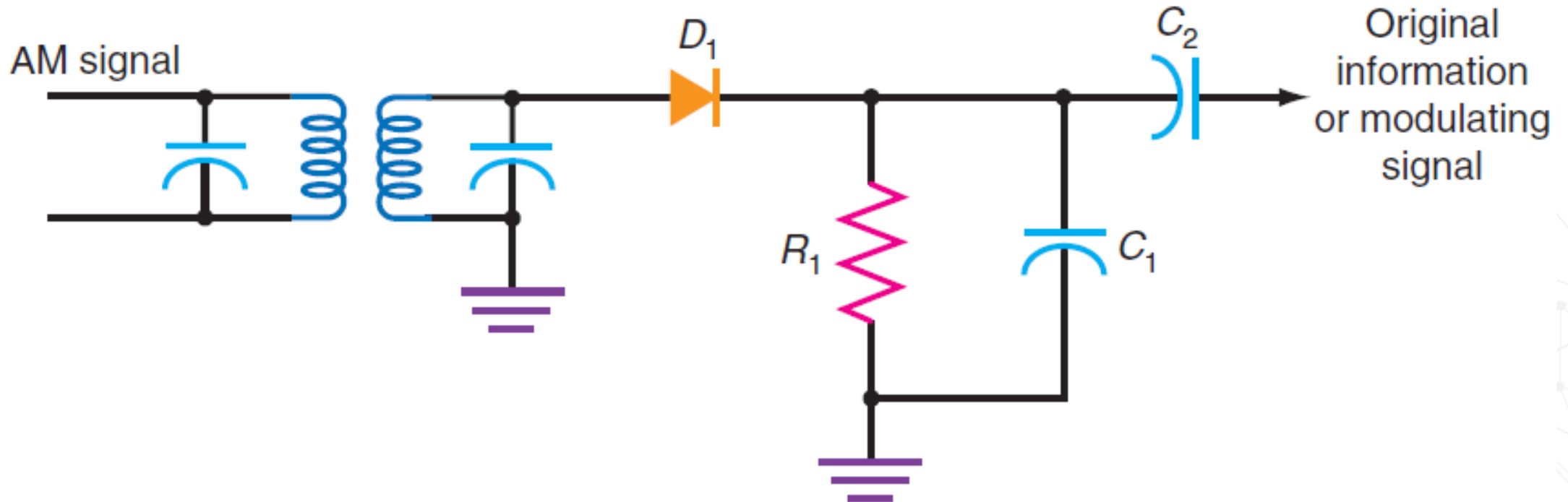
Como resultado la amplitud de la portadora varia de acuerdo con la señal moduladora.

Demodulador de amplitud

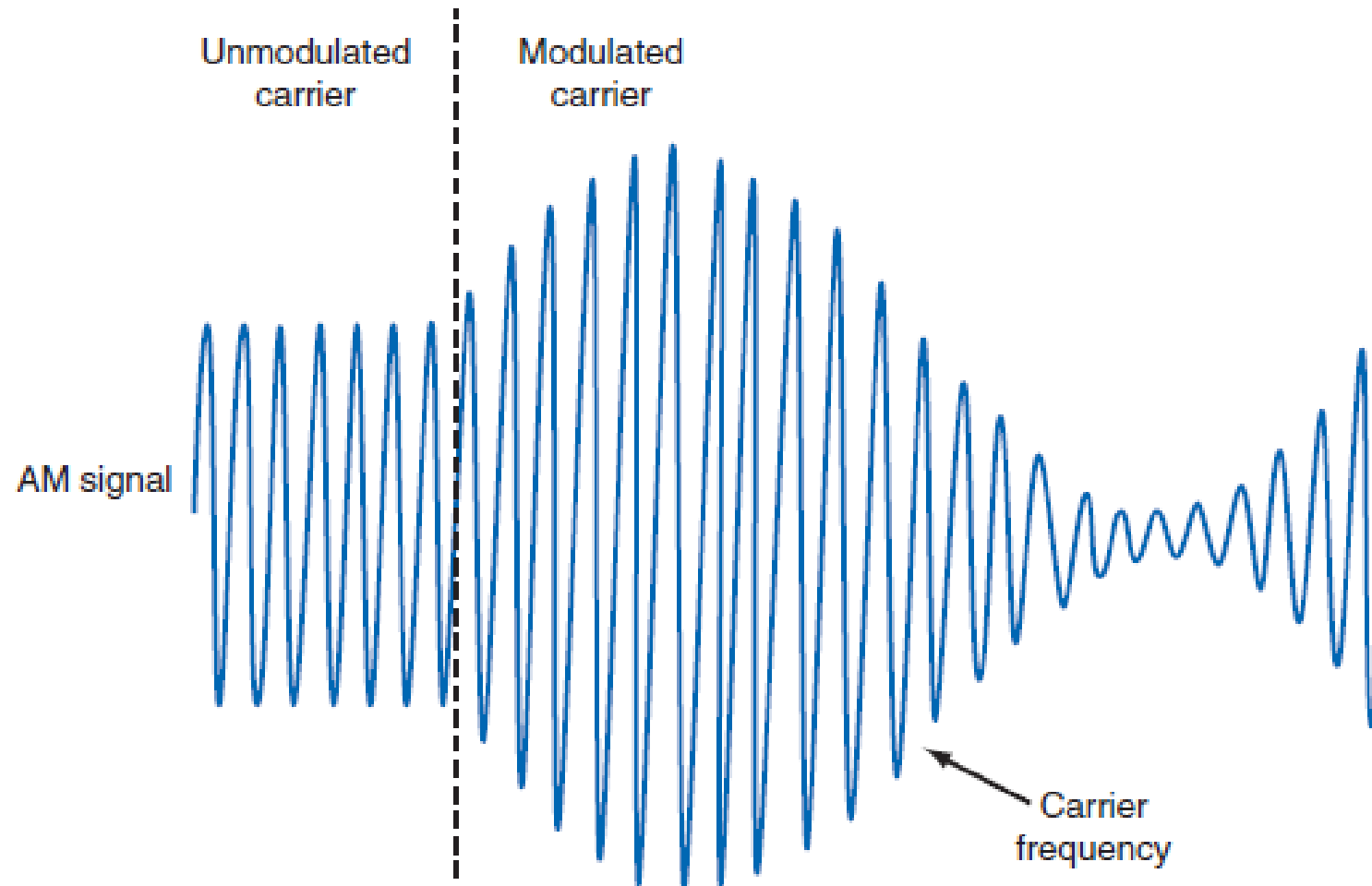
Demoduladores o detectores, son circuitos que aceptan señales moduladas y recuperan la información original.

El circuito demodulador es la parte mas importante de cualquier receptor.

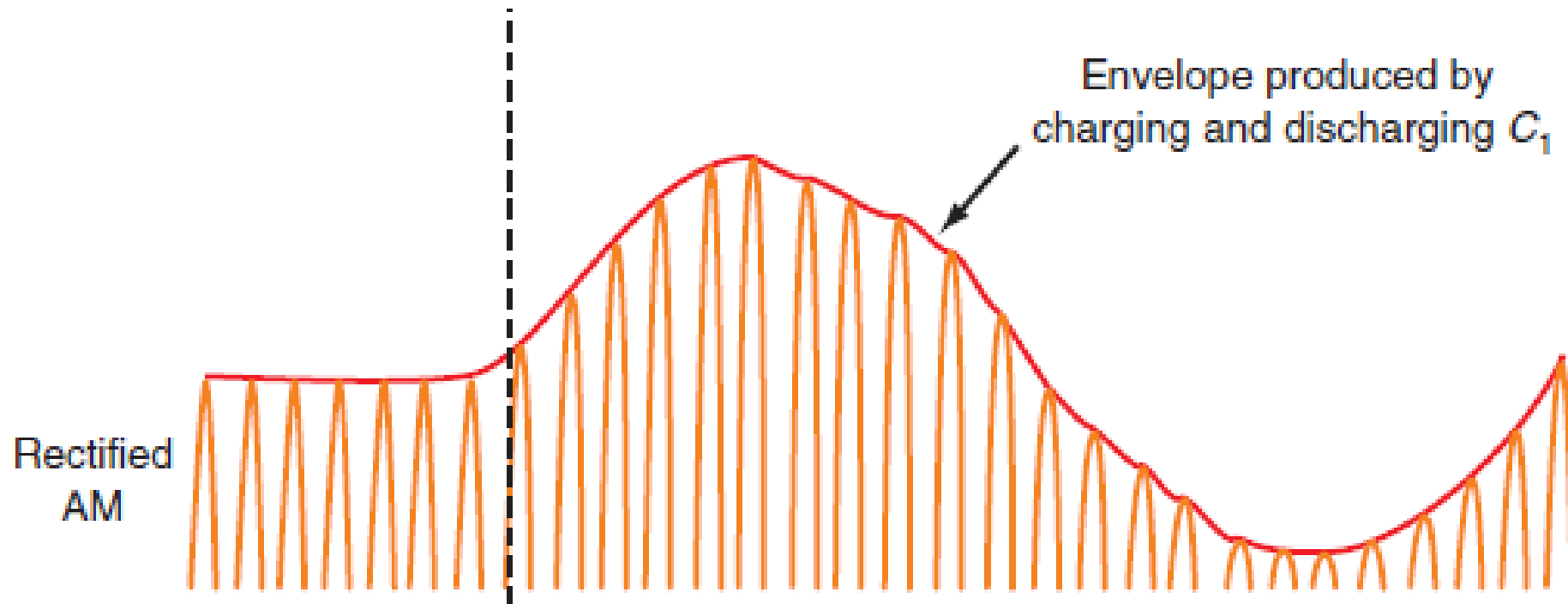
Demod. AM – Diodo detector



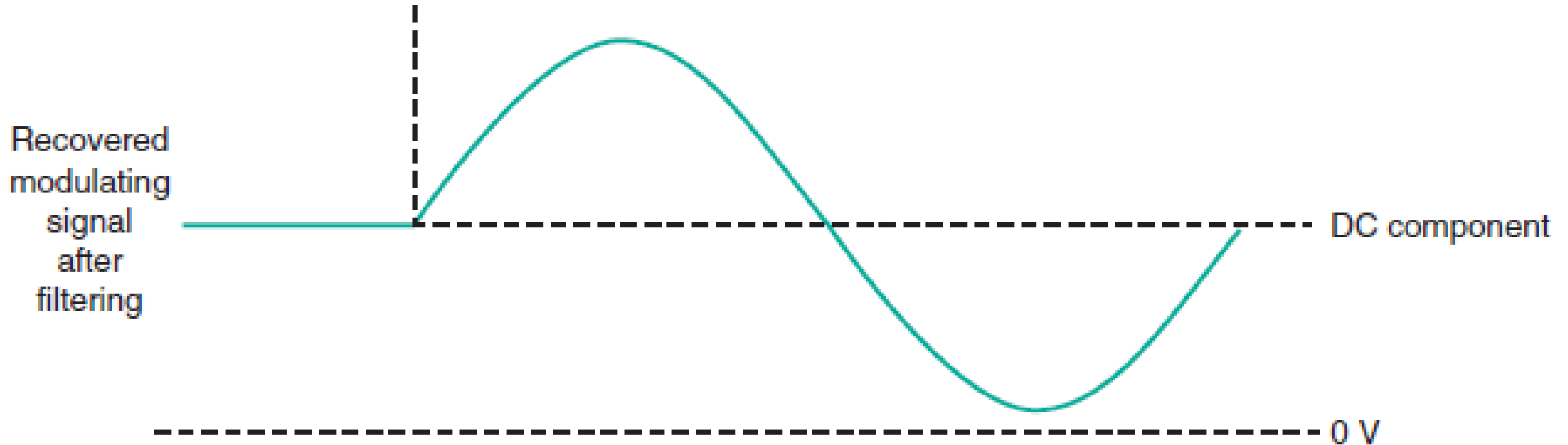
Demod. AM – Diodo detector



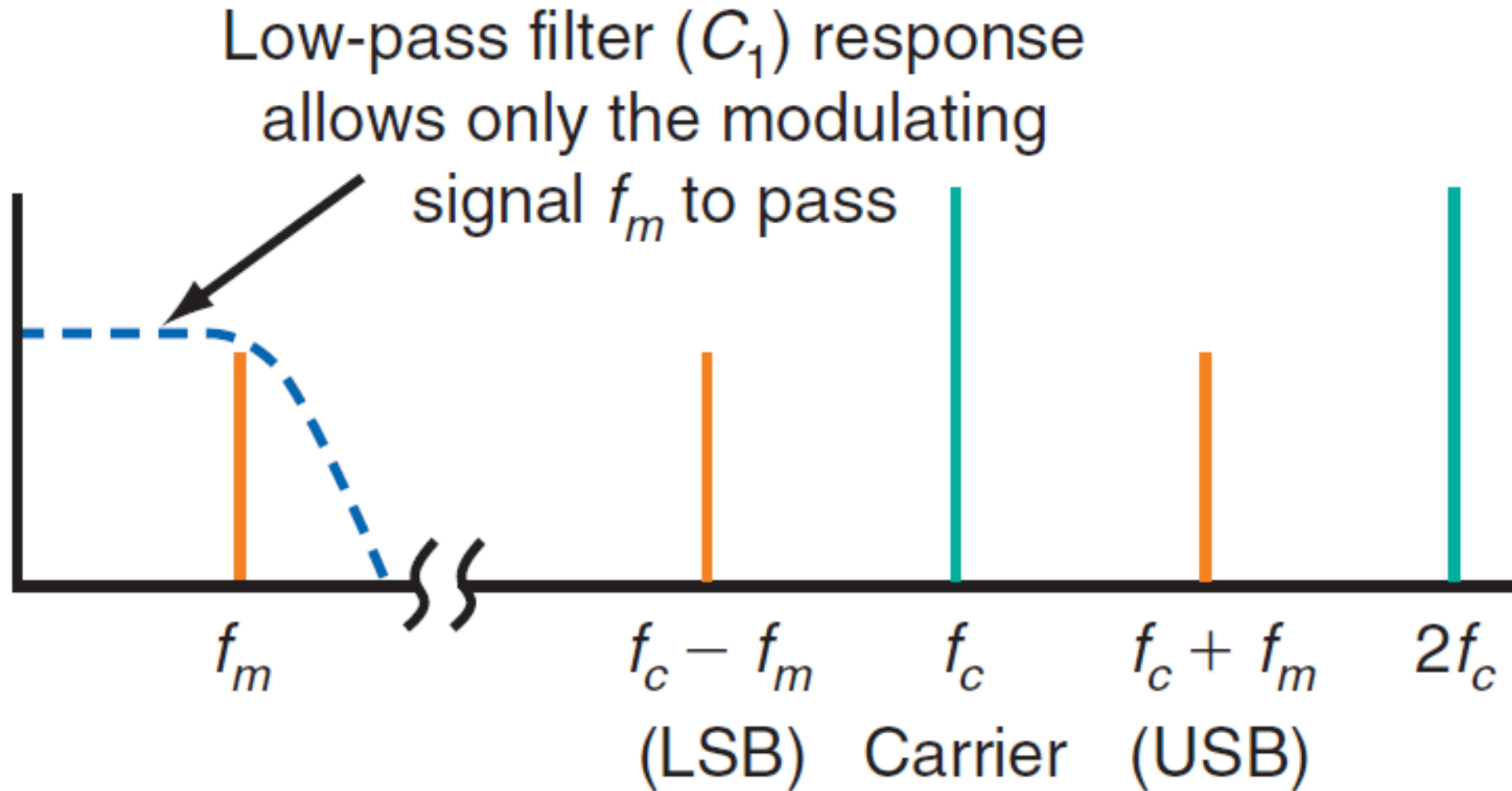
Demod. AM – Diodo detector



Demod. AM – Diodo detector



Demod. AM – Diodo detector



Bibliografía

- FRENZEL, Louis. (2016) Principles of Electronic Communication Systems. 4th Edition.