Sistemas de Radiofrecuencia

Tema 1. Arquitecturas

Almudena Suárez Rodríguez
Franco Ramírez Terán
Mabel Pontón Lobete

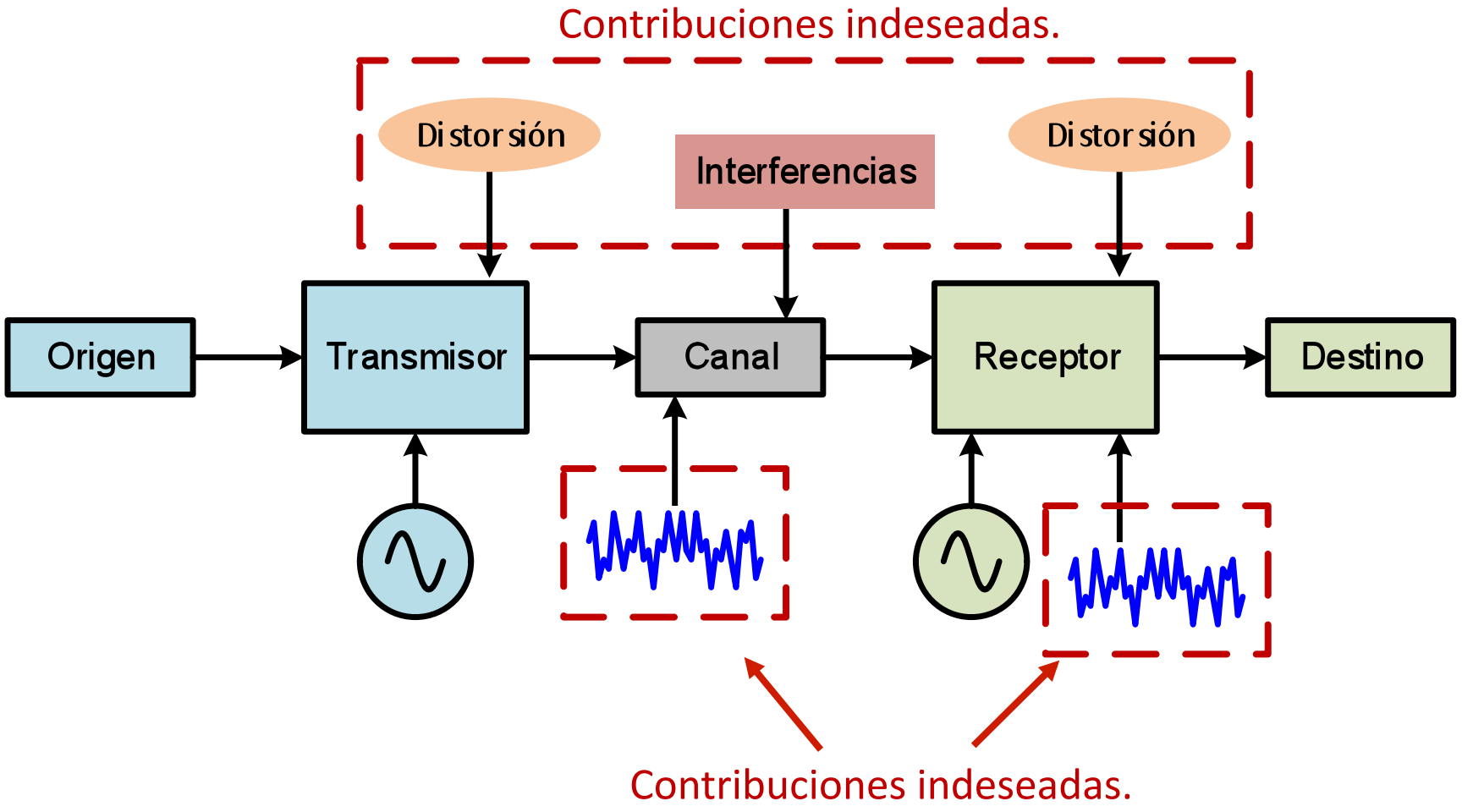
Departamento de Ingeniería de Comunicaciones

Este tema se publica bajo Licencia:
Creative Commons BY-NC-SA 4.0

Introducción

- Sistemas inalámbricos (wireless): conexión entre equipos mediante ondas electromagnéticas. También se pueden usar frecuencias ópticas o infrarrojas.
- Ondas RF electromagnéticas: desde 10 kHz a 100 GHz.
- Sistemas “wireless” suelen operar entre cientos de MHz y unos pocos GHz.
- Ondas con buena distancia de propagación, con atenuación aceptable y buena capacidad de penetración en edificios y vehículos que pueden transportar señales de banda ancha.

Sistema de Comunicación Completo



Ejemplos

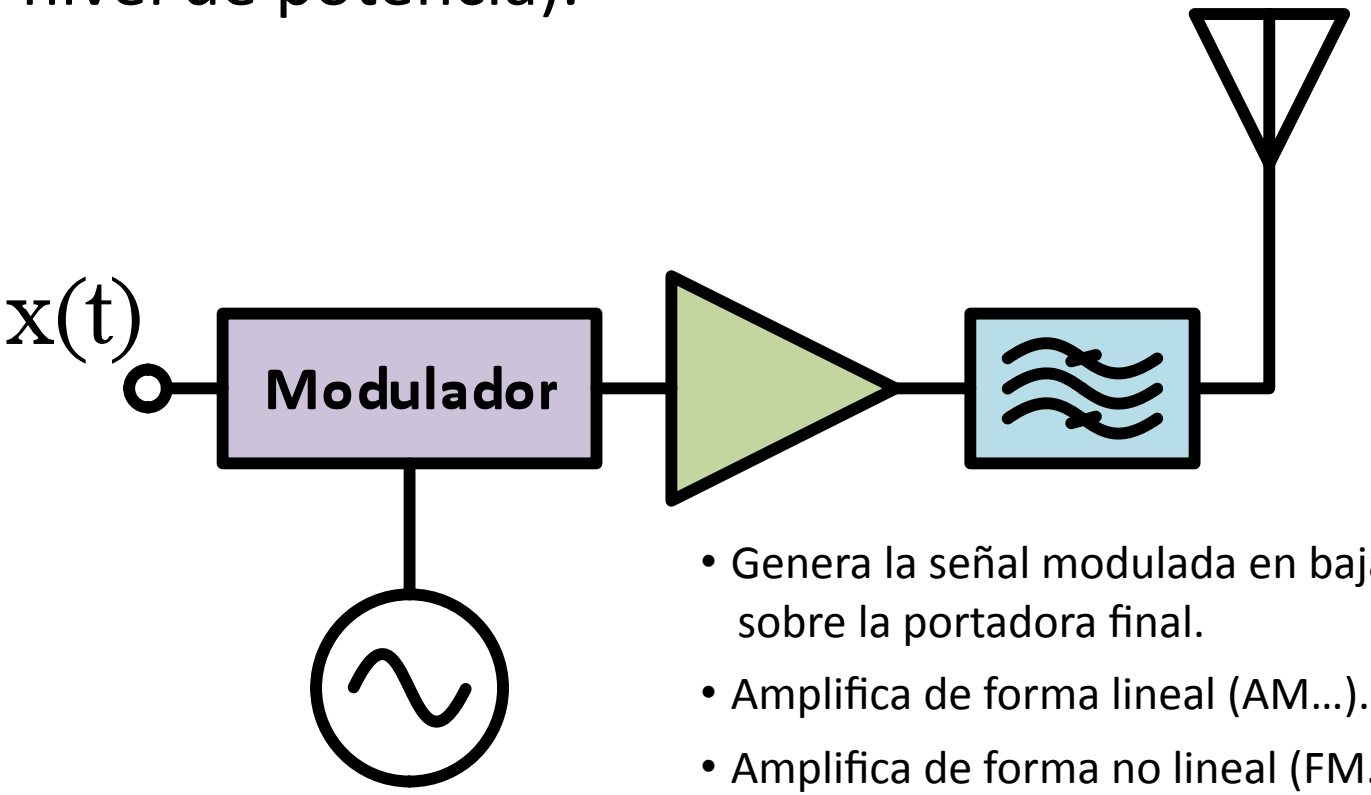
- Sistemas de comunicaciones móviles.
- Redes de área local.
- Bluetooth.
- GPS.
- Banda ultra ancha (ultrawideband).

Arquitecturas de radio y consideraciones de diseño

- Elección de arquitectura según:
  - Características.
  - Coste.
  - Consumo de potencia.
  - Robustez de la implementación.
- Receptor: desde antena hasta conversor ADC.
- Transmisor: desde conversor DAC hasta antena.
- Conversores: muestreo cada vez más rápido.
- Bloques: filtros, amplificadores, conversores de frecuencia, moduladores y demoduladores, osciladores, sintetizadores, convertidores ADC y DAC, acopladores, divisores, combinadores, atenuadores, conmutadores, detectores de voltaje y de potencia etc.

Transmisor Homodino

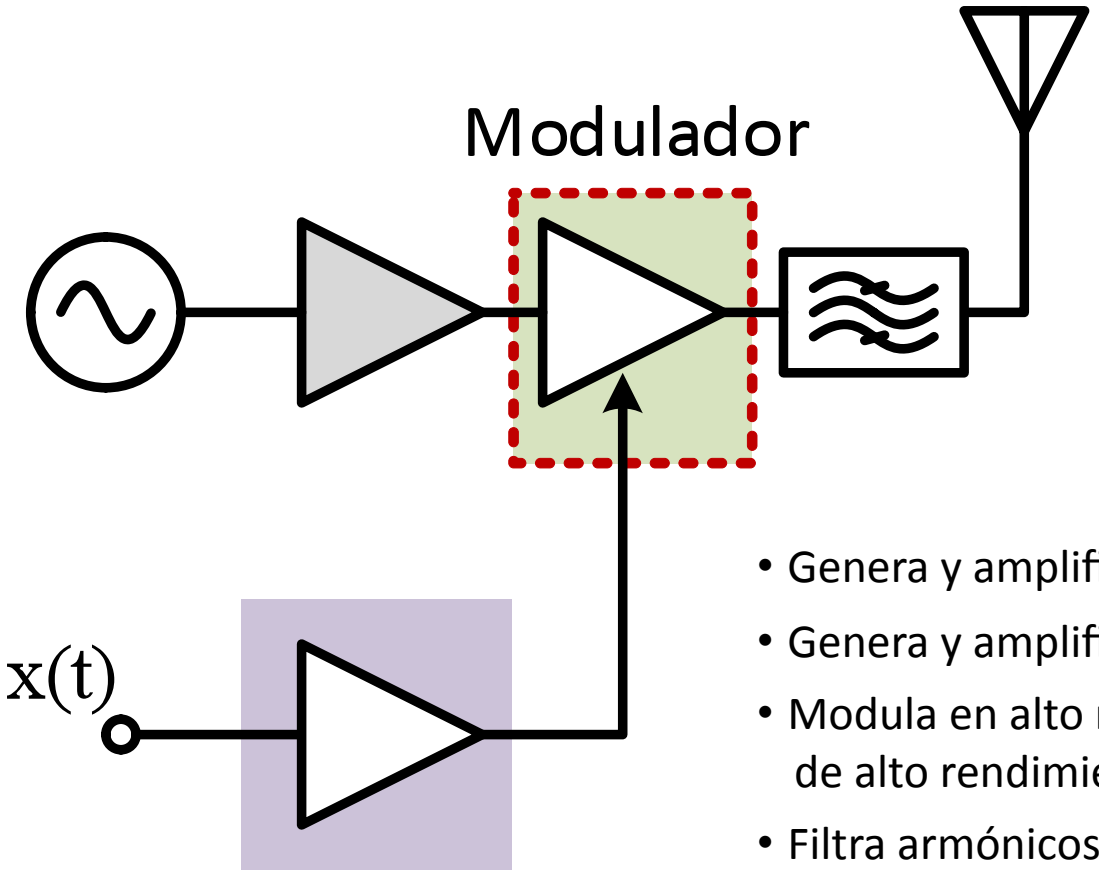
- Con modulación de bajo nivel (modulador con bajo nivel de potencia).



- Genera la señal modulada en baja potencia sobre la portadora final.
- Amplifica de forma lineal (AM…).
- Amplifica de forma no lineal (FM…).
- Filtra armónicos y espurios de modulación.

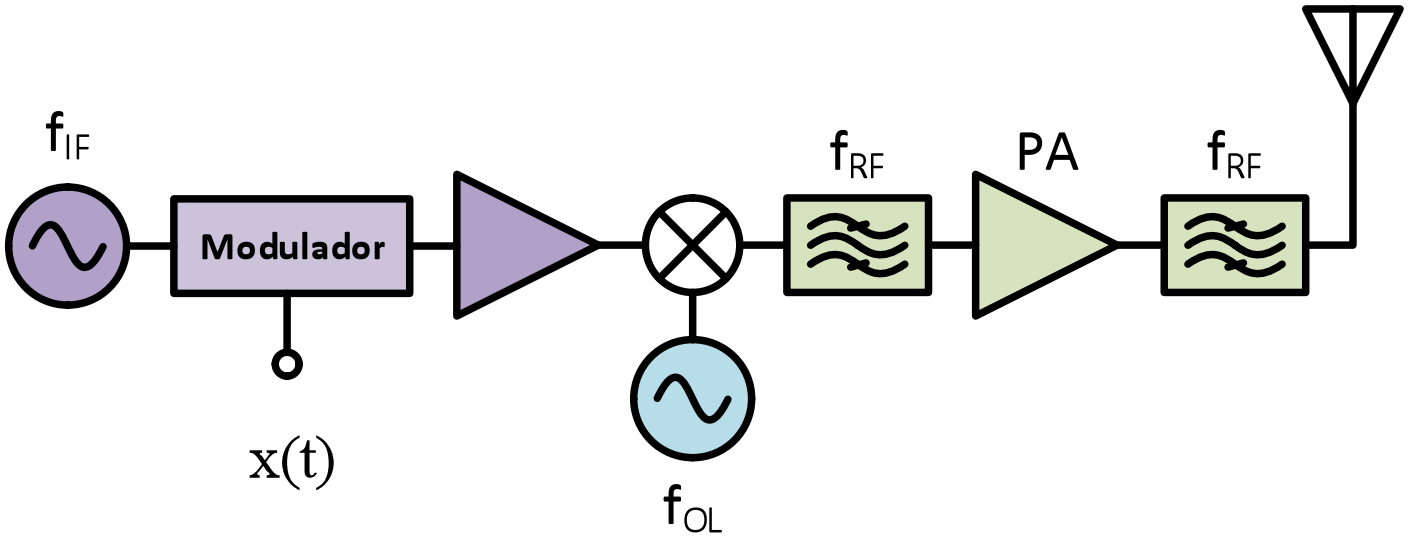
Transmisor Homodino

- Con modulación de alto nivel.



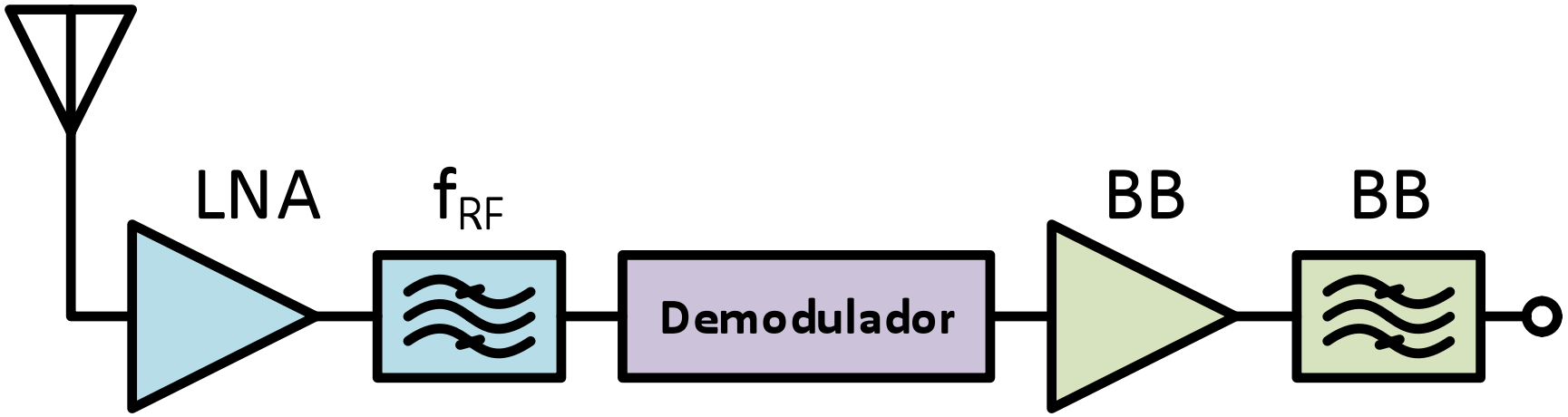
- Genera y amplifica la portadora.
- Genera y amplifica la señal de modulación.
- Modula en alto nivel en un modulador lineal de alto rendimiento.
- Filtra armónicos y espurios de modulación.

Transmisor Heterodino



- Genera la señal modulada en baja potencia sobre frecuencia intermedia fIF.
- Amplifica de forma lineal.
- Traslada la señal a la frecuencia de emisión en un conversor.
- Amplifica de forma lineal o no lineal hasta la potencia de emisión.

Receptor Homodino



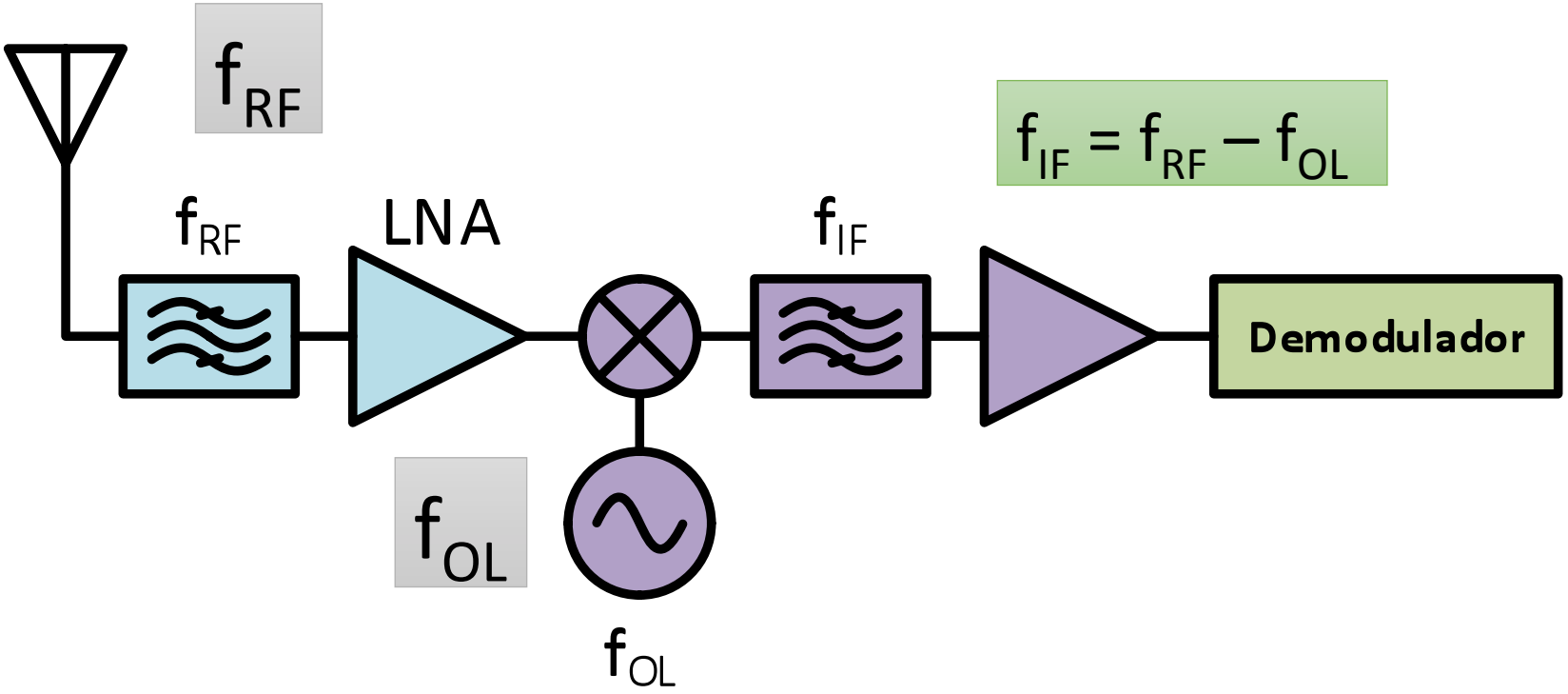
Ventajas:

- Sencillez.
- Bajo costo.

Inconvenientes:

- Difícil filtrado en RF si f_{RF} / B > 100.
- Alta ganancia en los amplificadores de RF con posibilidad de oscilación.

Receptor Heterodino



Ventajas:

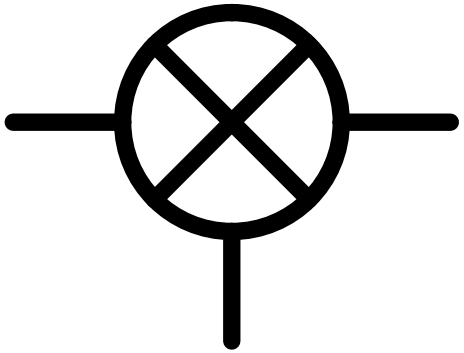
- El filtrado se hace sobre una frecuencia más baja.
- Se amplifica en dos etapas de diferente frecuencia.

Inconvenientes:

- Más complejo y caro.
- Hay que eliminar la banda imagen.

Mezclador

Modelo no lineal.



$$s_i(t) = \underbrace{S_1 \cos \omega_s t}_{\text{Señal.}} + \underbrace{S_2 \cos \omega_o t}_{\text{Oscilador local.}}$$

$$s_o[s_i(t)] = a_1 s_i(t) + a_2 s_i^2(t) + a_3 s_i^3(t)$$

Término responsable del mezclado.

Mezclador

- Segundo término:

$$s_o[s_i(t)] = a_1 s_i(t) + a_2 s_i^2(t) + a_3 s_i^3(t)$$

$$a_2\ s_i^2(t) = S_1^2 \cos^2 \omega_s t + S_2^2 \cos^2 \omega_o t + 2 S_1 S_2 \cos \omega_s t\ \cos \omega_o t =$$

$$\frac{1}{2}(S_1^2 + S_2^2) + \frac{S_1^2}{2} \cos\ 2\omega_s t + \frac{S_2^2}{2} \cos\ 2\omega_o t +$$

Bajada en frecuencia

$$S_1 S_2 \cos(\omega_s + \omega_o)t + S_1 S_2 \cos(\omega_s - \omega_o)t$$

Mezclador

- Segundo término:

$$s_o[s_i(t)] = a_1 s_i(t) + a_2 s_i^2(t) + a_3 s_i^3(t)$$

$$a_2\ s_i^2(t) = S_1^2 \cos^2 \omega_s t + S_2^2 \cos^2 \omega_o t + 2 S_1 S_2 \cos \omega_s t\ \cos \omega_o t =$$

$$\frac{1}{2}(S_1^2 + S_2^2) + \frac{S_1^2}{2}\cos\ 2\omega_s t + \frac{S_2^2}{2}\cos\ 2\omega_o t +$$

Subida en frecuencia

$$S_1 S_2 \cos(\omega_s + \omega_o)t + S_1 S_2 \cos(\omega_s - \omega_o)t$$

Ejemplo. Transmisor heterodino

- Frecuencia modulación: $F_l = 70$ MHz
- Frecuencia transmisión: $F_s = 800$ MHz
- ¿Frecuencia oscilador? $F_o = 730$ MHz

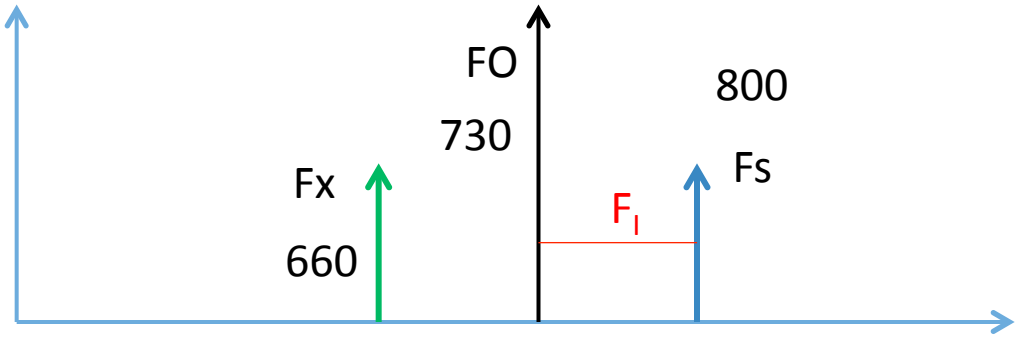
Ejemplo. Transmisor heterodino

Frecuencia demodulación $F_I = 70$ MHz.

Frecuencia recepción deseada: $F_s = 800$ MHz.

¿Frecuencia oscilador?
$F_o = F_s - F_I = 730$ MHz $= 800$ MHz $- 70$ MHz $= 730$ MHz.

Frecuencia imagen: Equidistante de la del oscilador en el valor de la frecuencia de demodulación: $F_x = 730$ MHz $- 70$ MHz $= 660$ MHz.



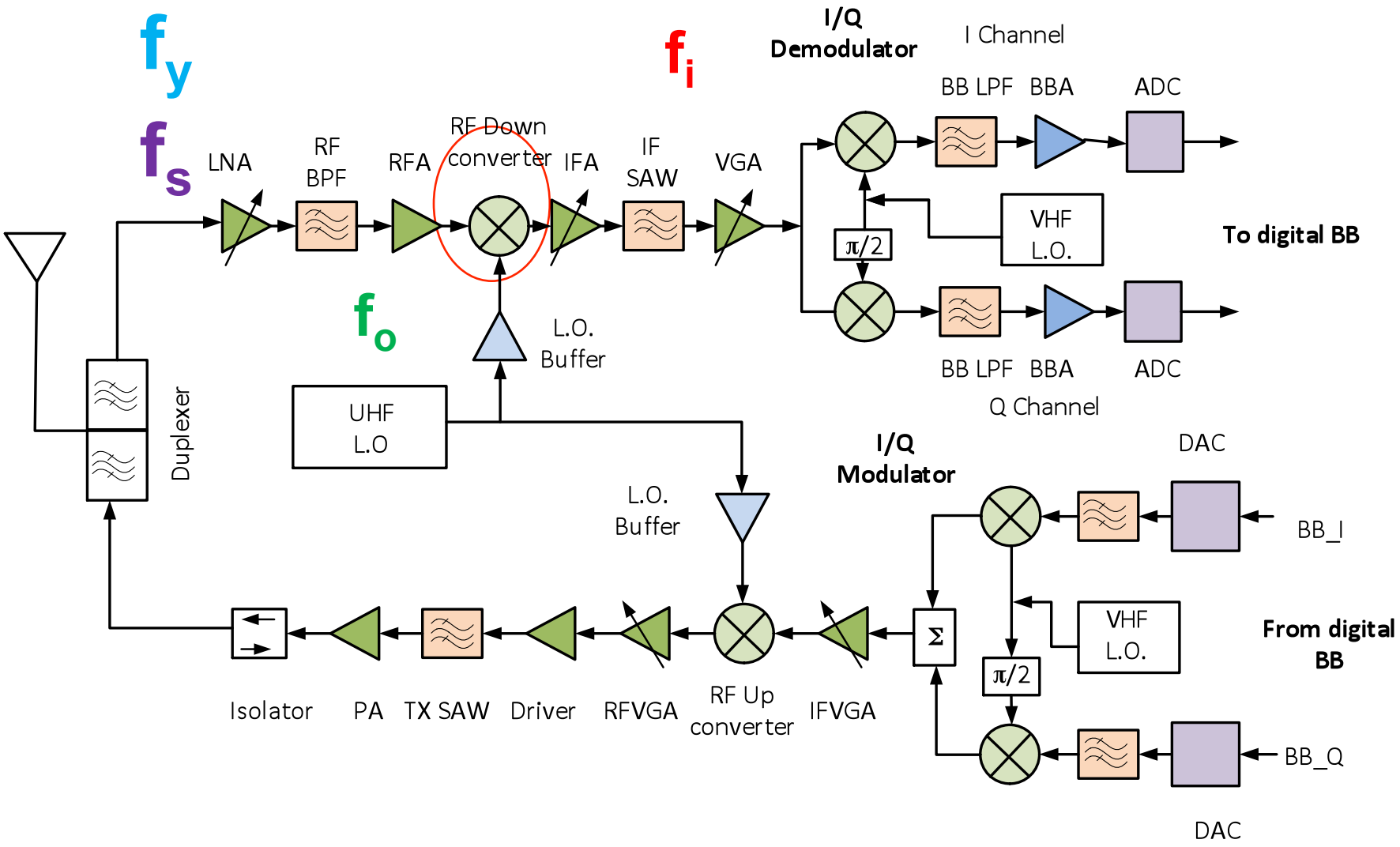
Arquitectura superheterodina

- Proceso heterodino de mezclado de señal con un oscilador con un offset de frecuencia para producir una frecuencia intermedia (IF). O al revés, para producir una señal RF a partir de una IF dada. La traslación de frecuencia se puede realizar más de una vez.
- Frecuencia imagen: la indeseada, debajo o encima de la frecuencia del oscilador local.
- Para evitar la interferencia de la imagen y otras señales indeseadas, se necesita suficiente filtrado antes del conversor.

Arquitectura superheterodina (receptor)

- El filtro de entrada tiene gran ancho de banda y cubre toda la banda de recepción. El filtrado de canal se realiza en los bloques de IF con filtros pasivos de gran selectividad.
- La sintonización del canal de recepción se realiza mediante la programación de un sintetizador de RF.

Arquitectura superheterodina

- La mayoría de ganancia la proporcionan los bloques de IF.
- **El consumo de potencia es menor** que si esta ganancia se proporcionase en RF. **Menos interferencias**.
- Las múltiples frecuencias intermedias pueden causar un problema de respuestas espurias.
- Hay que hacer un buen plan de frecuencias.

Transceptor super-heterodino full duplex