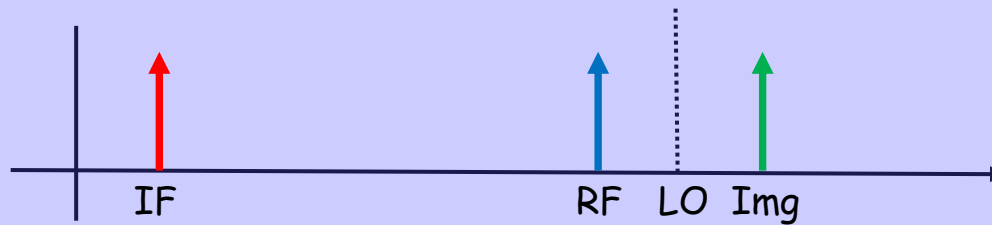
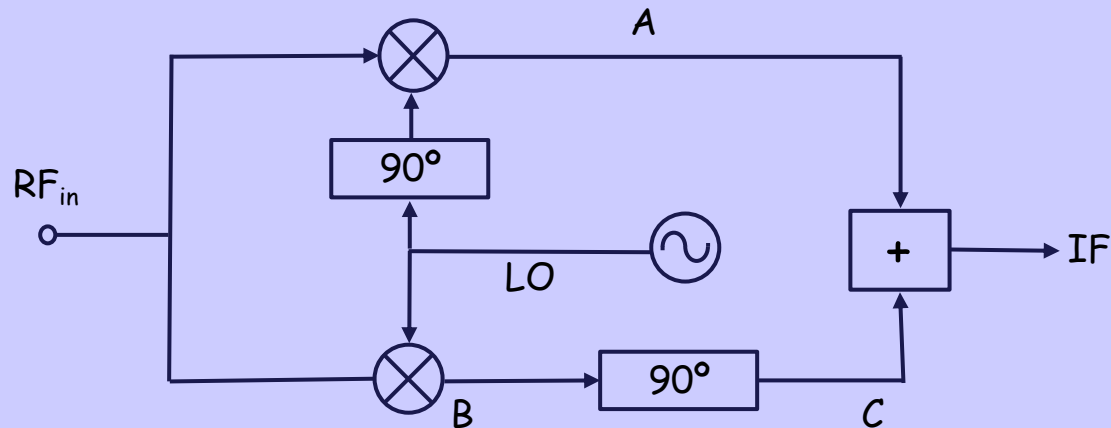


2.3 Receptor superheterodino con rechazo de imagen



2.3 Receptor superheterodino con rechazo de imagen

Respuesta del mixer a la señal RF:

- señal LO $\rightarrow \sin(\omega_{LO}t)$
- señal $RF_{in} \rightarrow A_{RF} \sin(\omega_{RF}t + \phi_{RF})$

◆ En (A) $\longrightarrow RF \times (LO - 90^\circ) = -A_{RF} \sin(\omega_{RF}t + \phi_{RF}) \cos(\omega_{LO}t)$

Si nos quedamos sólo con el término en IF

◆ En (A) $\longrightarrow \frac{A_{RF}}{2} \sin[(\omega_{LO} - \omega_{RF})t - \phi_{RF}]$

2.3 Receptor superheterodino con rechazo de imagen

◆ En (B) \longrightarrow $RF \times LO = A_{RF} \sin(\omega_{RF}t + \phi_{RF}) \sin(\omega_{LO}t)$

Si nos quedamos sólo con el término en IF

◆ En (B) \longrightarrow $\frac{A_{RF}}{2} \cos[(\omega_{LO} - \omega_{RF})t - \phi_{RF}]$

◆ En (C) \longrightarrow (B) $- 90^\circ =$
 $= \frac{A_{RF}}{2} \sin[(\omega_{LO} - \omega_{RF})t - \phi_{RF}]$

◆ En (IF) \longrightarrow (A) + (C) = $A_{RF} \sin[(\omega_{LO} - \omega_{RF})t - \phi_{RF}]$

2.3 Receptor superheterodino con rechazo de imagen

Respuesta del mixer a la señal I_{img} :

- señal LO $\rightarrow \sin(\omega_{LO}t)$
- señal RF_{in} $\rightarrow A_{I_{img}} \sin(\omega_{I_{img}}t + \phi_{I_{img}})$

◆ En \textcircled{A} $\longrightarrow I_{MG} \times (LO - 90^\circ) = -A_{I_{img}} \sin(\omega_{I_{img}}t + \phi_{I_{img}}) \cos(\omega_{LO}t)$

Si nos quedamos sólo con el término en IF

◆ En \textcircled{A} \longrightarrow
$$-\frac{A_{I_{img}}}{2} \sin[(\omega_{I_{img}} - \omega_{LO})t + \phi_{I_{img}}]$$

2.3 Receptor superheterodino con rechazo de imagen

◆ En (B) \longrightarrow $IMG \times LO = A_{Img} \sin(\omega_{Img}t + \phi_{Img}) \sin(\omega_{LO}t)$

Si nos quedamos sólo con el término en IF

◆ En (B) \longrightarrow $\frac{A_{Img}}{2} \cos[(\omega_{Img} - \omega_{LO})t + \phi_{Img}]$

◆ En (C) \longrightarrow (B) $- 90^\circ =$
 $= \frac{A_{Img}}{2} \sin[(\omega_{Img} - \omega_{LO})t + \phi_{RF}]$

◆ En (IF) \longrightarrow (A) + (C) = 0

2.3 Receptor superheterodino con rechazo de imagen

En la práctica los desfases no serán exactamente de 90° ni las atenuaciones por los diferentes caminos serán iguales →

→
$$\text{IRR}^* \approx \frac{4}{\theta^2 + \xi^2}$$

$\theta =$ error de fase en $^\circ$

$\xi =$ diferencia atenuación en %

Si
$$\left[\begin{array}{l} \theta = 1 \\ \xi \approx 1\% \end{array} \right]$$



$$\text{IRR} \approx 41 \text{ dB}$$

- ◆ Para algunas aplicaciones no es un rechazo de imagen suficiente. Necesitaremos un preselector aunque puede ser de prestaciones inferiores.

* Image Rejection Ratio

2.4 Receptor homodino o de conversión directa

- ◆ El receptor de conversión directa a banda base o receptor homodino, consiste en hacer que $f_{IF} = 0$

- Si $f_{IF} = 0$



$$f_{RF_{in}} = f_{LO} \pm f_{IF} = f_{LO}$$

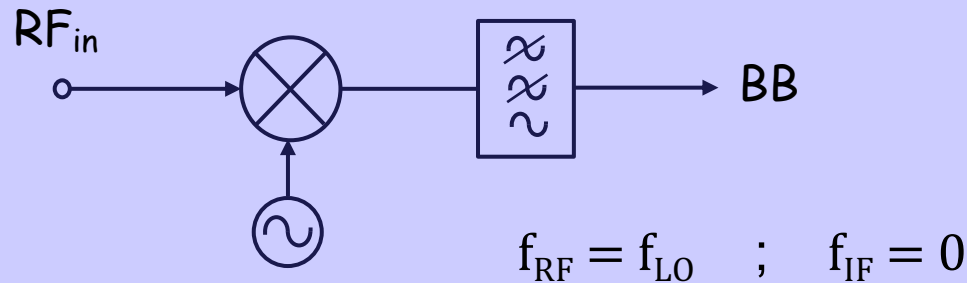
- Si $f_{IF} = 0$



$$f_{Img} = f_{RF} \pm 2f_{IF} = f_{RF}$$

- ◆ No hay frecuencia imagen \longrightarrow No necesitamos preselector ni mixer de rechazo de imagen !!

2.4 Receptor homodino o de conversión directa



- ◆ La relación de fases entre RF y LO adquiere un papel preponderante:

Señales en fase	Señales en cuadratura
$RF = A_{RF} \sin(\omega_{RF}t)$	$RF = A_{RF} \cos(\omega_{RF}t)$
$LO = \sin(\omega_{RF}t)$	$LO = \sin(\omega_{RF}t)$

2.4 Receptor homodino o de conversión directa

- Señales en fase:

$$\text{IF} = \text{RF} \times \text{LO} \Big|_{\text{BB}} = A_{\text{RF}} \sin^2(\omega_{\text{RF}}t) \Big|_{\text{BB}} = \boxed{\frac{A_{\text{RF}}}{2}}$$

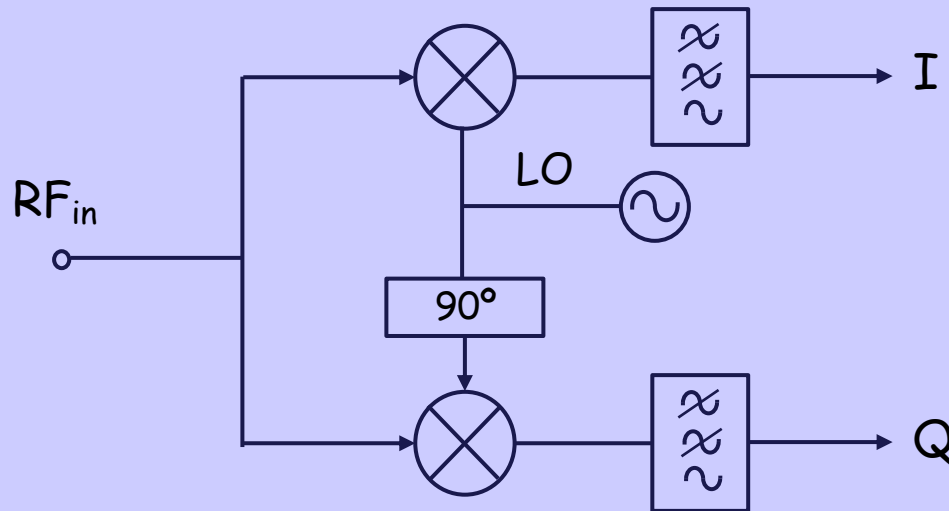
- Señales en cuadratura:

$$\begin{aligned} \text{IF} = \text{RF} \times \text{LO} \Big|_{\text{BB}} &= A_{\text{RF}} \cos(\omega_{\text{RF}}t) \sin(\omega_{\text{RF}}t) \Big|_{\text{BB}} = \\ &= \frac{A_{\text{RF}}}{2} \sin(2\omega_{\text{RF}}t) \Big|_{\text{BB}} = \boxed{0} \end{aligned}$$

◆ Si las señales están en cuadratura el receptor no detecta la señal de RF.

2.4 Receptor homodino o de conversión directa

- ◆ En general la fase será arbitraria y en consecuencia detectaremos un cierto porcentaje de la señal RF indeterminado.
- ◆ Para evitar este problema podemos utilizar un detector IQ (I = in fase ; Q = quadrature).



2.4 Receptor homodino o de conversión directa

$$RF = A_{RF} \sin(\omega_{RF}t + \phi_{RF})$$

$$LO = \sin(\omega_{RF}t)$$

$$I = A_{RF} \sin(\omega_{RF}t + \phi_{RF}) \sin(\omega_{RF}t) \Big|_{BB} =$$

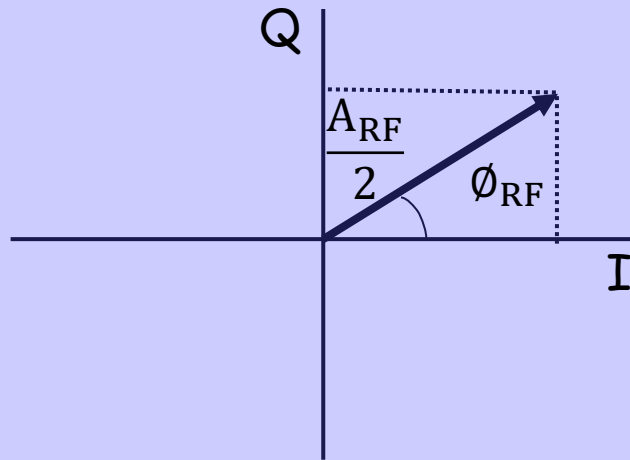
$$= \boxed{\frac{A_{RF}}{2} \cos(\phi_{RF})}$$

$$Q = A_{RF} \sin(\omega_{RF}t + \phi_{RF}) \cos(\omega_{RF}t) \Big|_{BB} =$$

$$= \boxed{\frac{A_{RF}}{2} \sin(\phi_{RF})}$$

2.4 Receptor homodino o de conversión directa

- ◆ No existe ningún valor de la fase ϕ_{RF} para el que ambas señales I y Q sean nulas simultáneamente.
- A la detección/recepción IQ también se la llama detección vectorial.
- En el espacio bidimensional correspondería a un vector de módulo $\frac{A_{RF}}{2}$ y fase ϕ_{RF} .



2.4 Receptor homodino o de conversión directa

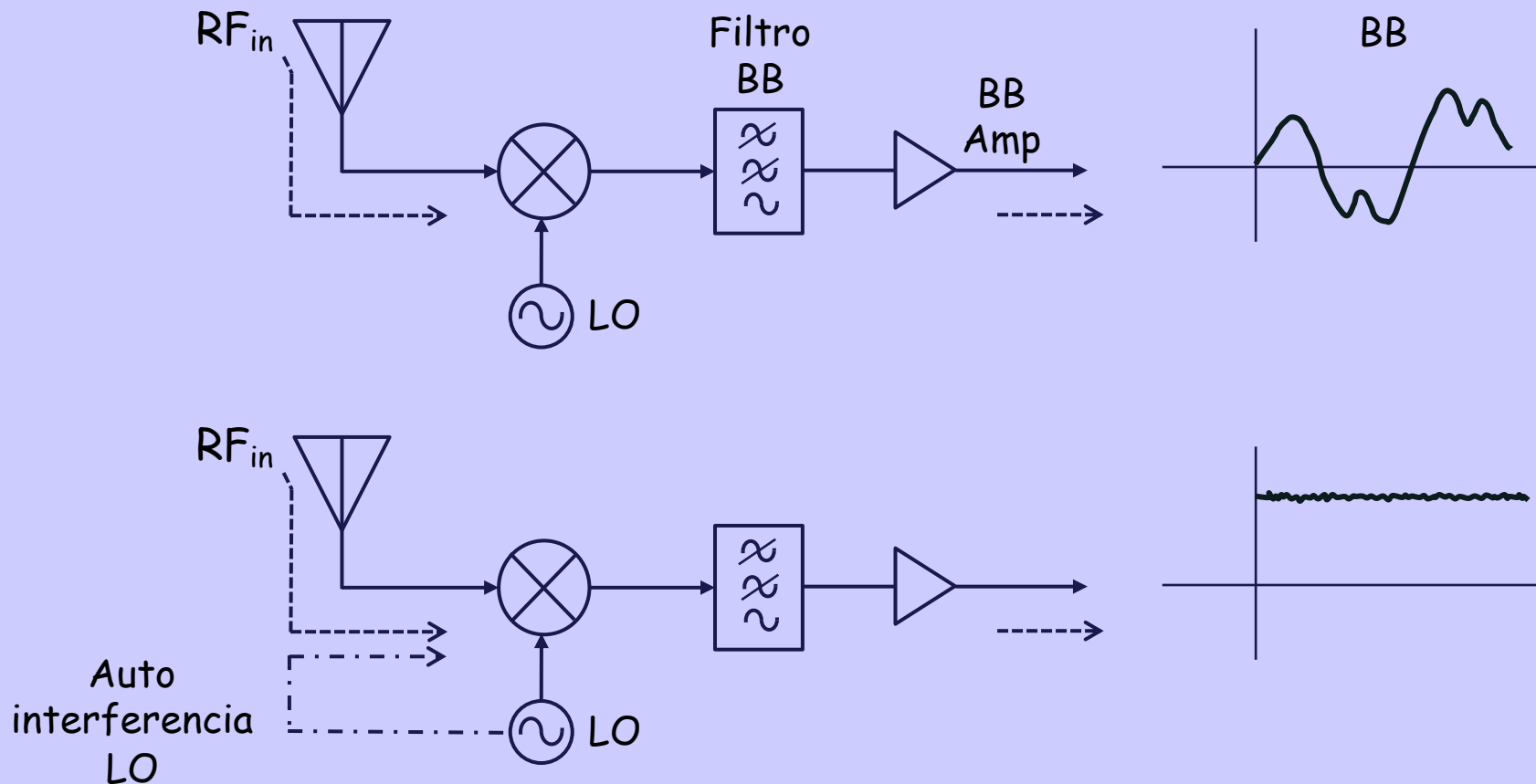
- ◆ Entre emisor y receptor la fase \varnothing_{RF} puede cambiar por diversos motivos:
 - Desplazamiento relativo entre ambos
 - Inclemencias meteorológicas
 - Cambios en el entorno electromagnético (aparición o desaparición de reflectores y/o absorbentes)

- ◆ Esto provocaría modificaciones en el espacio bidimensional IQ pero difícilmente la anulación de ambas señales.

2.4 Receptor homodino o de conversión directa

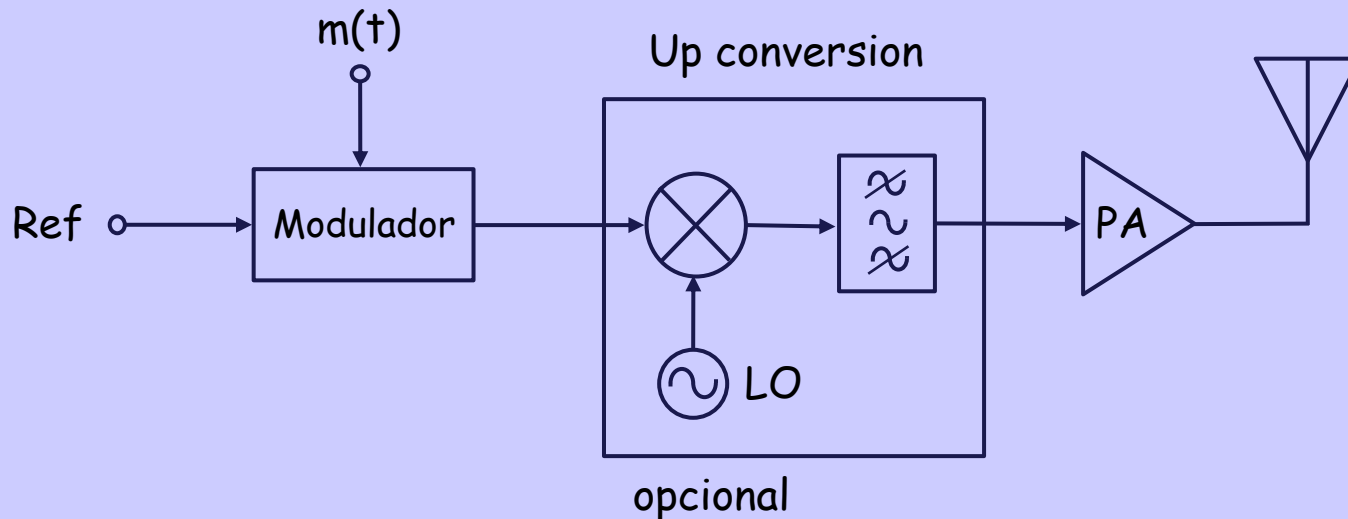
- ◆ La simplicidad del receptor de conversión directa suscita gran interés. Es la arquitectura más idónea para la implementación de un receptor integrado.
- ◆ No obstante también presenta inconvenientes importantes que limitan su utilización:
 - Afectación del ruido de baja frecuencia ($1/f$) que cae en la banda de conversión (BB).
 - Offset de continua internos y externos que provoca la saturación del receptor.
 - Autointerferencias ocasionadas por el oscilador local.

2.4 Receptor homodino o de conversión directa



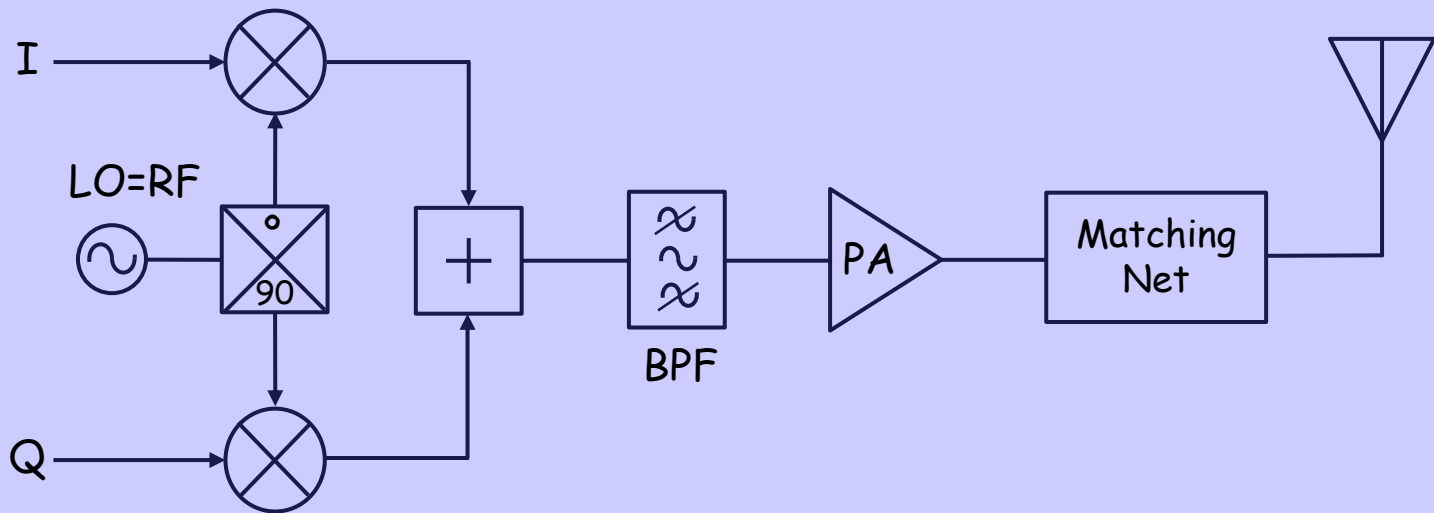
2.5 Transmisores RF

- ◆ Un transmisor RF es un dispositivo que genera una señal que será radiada por una antena mediante la modulación de una señal de referencia, cambios de frecuencia (up conversion) y por último amplificación hasta conseguir el nivel de potencia requerido.

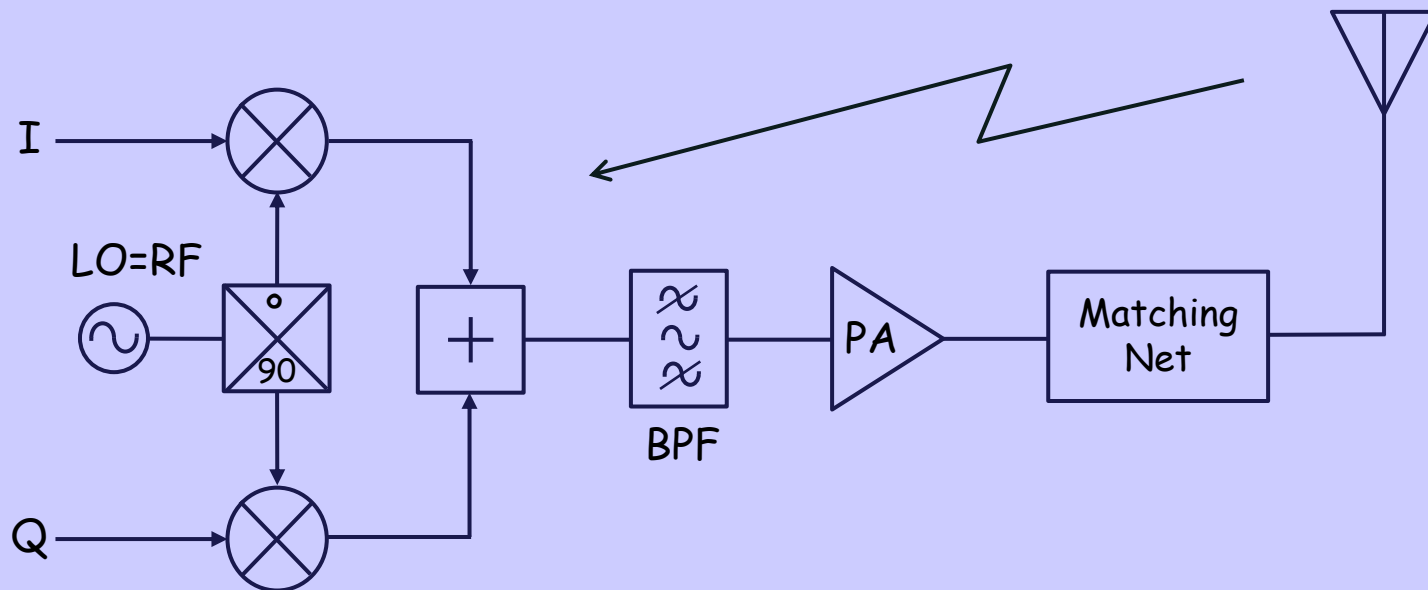


2.5 Transmisor RF de conversión directa

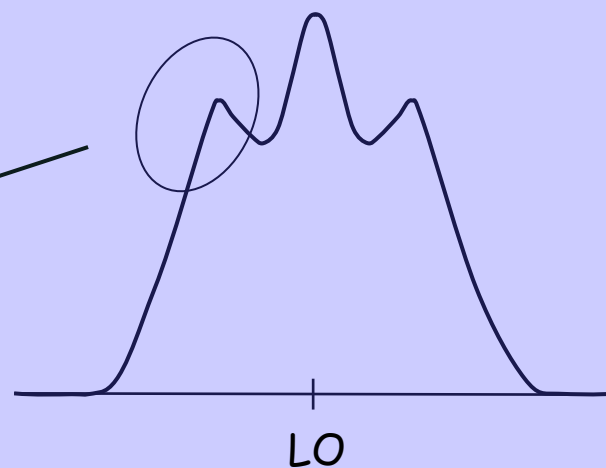
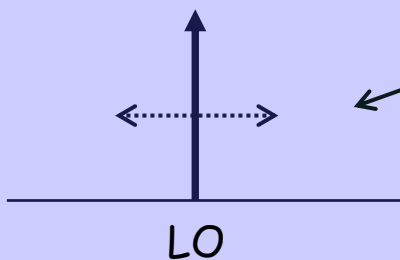
Señales
moduladoras
banda base



2.5 Transmisor RF de conversión directa



Problema de "Pulling"
del oscilador local



2.5 Transmisor RF superheterodino

Para evitar el "Pulling" de LO se utiliza la arquitectura de transmisor RF superheterodino.

