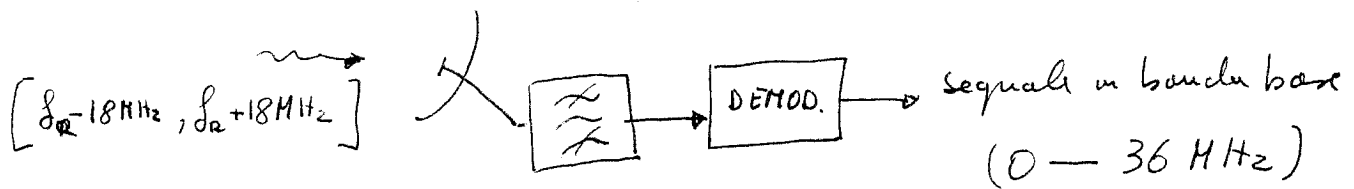


ESEMPIO: RICEVITORE PER TELEVISIONE DA SATELLITE

①

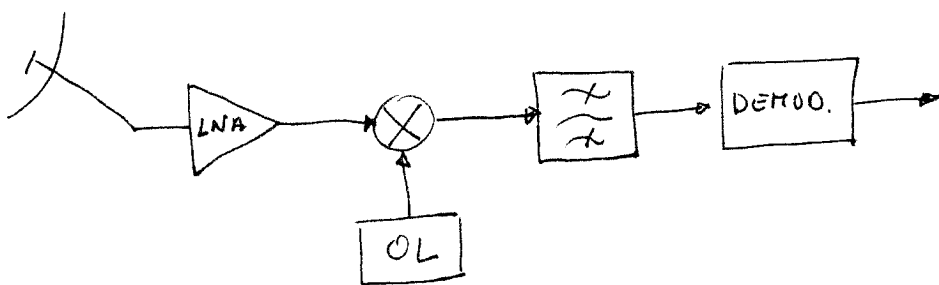
Nella forma più semplice comprende una antenna e un demodulatore per estrarre il segnale in banda base



$$f_R \approx 10.7 - 12.75 \text{ GHz}$$

Il filtro BPF deve selezionare un unico canale, quindi deve avere una banda passante di 36 MHz, corrispondente a 0.3%, e garantire una attenuazione elevata già sul canale ricettivo (da oltre 0.3%).

Evidentemente questo non è possibile e si usa una conversione di frequenza (ricevitore supereterodina).



Il segnale a f_R viene amplificato (LNA: Low Noise Amplifier) e moltiplicato con un segnale a frequenza f_c (prodotto dall'oscillatore locale OL).

(2)

Se il segnale (modulato) a RF è

$$v_{RF} = S_c(t) \cos \omega_R t - S_s(t) \sin \omega_R t$$

(S_c, S_s sono lentamente variabili) e quello dell'oscillatore locale è

$$V_L \cos \omega_L t$$

dal prodotto si ottiene, in uscita,

$$\frac{1}{2} V_L S_c(t) \cos[(\omega_R - \omega_L)t] - \frac{1}{2} V_L S_s(t) \sin[(\omega_R - \omega_L)t]$$

che è ancora un segnale con la stessa modulazione di quello a RF,

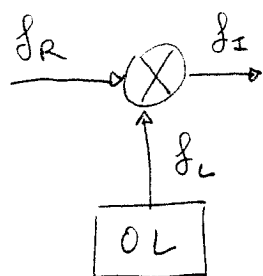
ma centrato a $f_I = f_R - f_L$

Nel nostro caso si usa $f_L = 9.75 \text{ GHz}$ o 10.6 GHz che corrisponde

a $f_I \approx 950 - 2150 \text{ MHz}$. La banda passante del filtro

deve essere ora di 1.6% e evidentemente questo è ~~più~~ più facilmente realizzabile [Nei sistemi reali il segnale a f_I viene prodotto dal "ricevitore esterno" posto sulla antenna e poi trasferito a un secondo ricevitore, che ne esegue una ulteriore conversione, in genere a 480 MHz , e viene poi filtrato con un filtro con 7.5% di banda, e demodulato. In questa interazione ^{ci fermeremo} ~~si fermeremo~~ ~~che~~ all'uscita del ricevitore a f_I]

Poiché la conversione di frequenza, che viene realizzata dal mixer



è lineare nella modulazione (così come nella ampiezza del segnale RF), nel seguito considereremo solo segnali sinusoidali puri, assumendo $v_R = V_R \cos \omega_R t$

Questo schema di rivelatore ha però un problema. Un eventuale segnale a $f_x = f_L - f_I$, ~~do~~ presente in ingresso, viene convertito dal mixer in

$$V_x \cos \omega_x t \cdot V_L \cos \omega_L t = \frac{1}{2} V_x V_L \cos(\omega_L - \omega_x) t + \dots$$

che è a frequenza $\frac{|\omega_L - \omega_x|}{2\pi} = f_I$. Pertanto anche la frequenza

f_x (detta "immagine") viene convertita a f_I e, a quel punto, risulta indistinguibile. Pertanto va tagliata con un altissimo BPF (detto a frequenza intermedia) all'ingresso. Tale BPF è però molto meno critico in quanto deve attenuare ^{molto} a f_x mentre la sua frequenza centrale è f_R .

La distanza tra le due è

$$\frac{f_R - f_x}{f_R} = 2 \frac{f_I}{f_R}$$

Nel nostro caso 32%, una distanza che non pone problemi. Ovviamente ridurre f_I avvicina f_x e f_R , ma consente di avere un filtro a

(4)

frequenza intermedia meno critica. La scelta di f_{\pm} è quindi abbastanza critica (se non si usa una doppia conversione).

Per quanto riguarda l'amplificatore di ingresso, questo è necessario per poter pilotare il mixer e, soprattutto, per ~~non~~ problemi di rumore.

Come vedremo, un mixer attenua il segnale, e quindi introduce un rumore molto forte. Tipicamente $F_H = 6-10$ dB per un mixer.

Per evitare di degradare il segnale occorre un amplificatore a basso rumore. Se G_A, F_A sono guadagno e cifra di rumore del LNA, la cifra di rumore complessiva diventa

$$F_A + \frac{F_H - 1}{G_A}$$

e quindi passa dal valore di F_H in presenza del solo mixer a un valore tipico ($F_A = 1.4$ dB, $G_A = 8$ dB) di $3-4$ dB. Talvolta il LNA è a più stadi, di cui il primo a bassissimo rumore, per ridurre ulteriormente la cifra di rumore finale. Se tra primo stadio e mixer inseriamo un secondo stadio amplificatore con, ad es., $F = 2.5$ dB, $G = 10$ dB, la cifra totale di rumore è intorno a 2 dB.