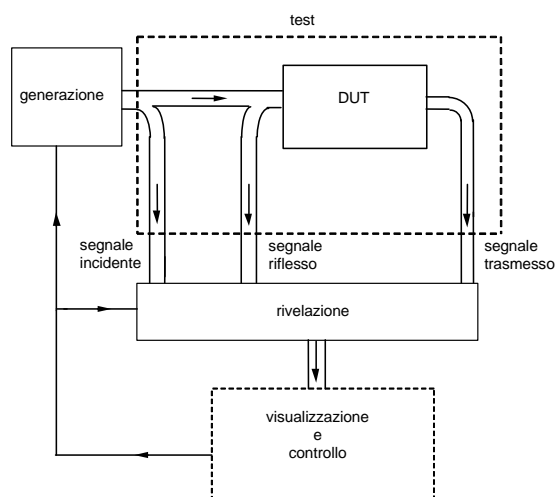


ANALIZZATORE DI RETI

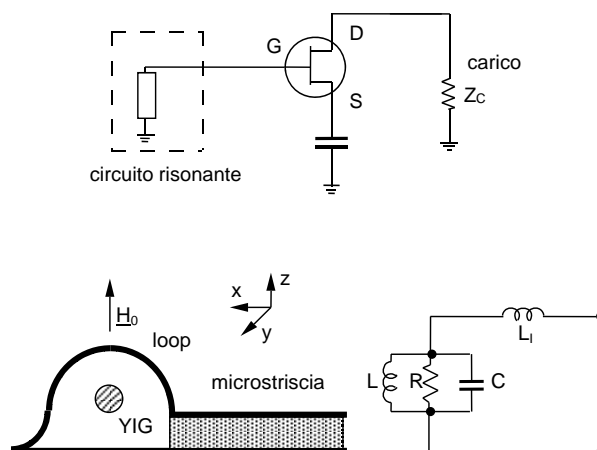
Struttura Analizzatore di Reti



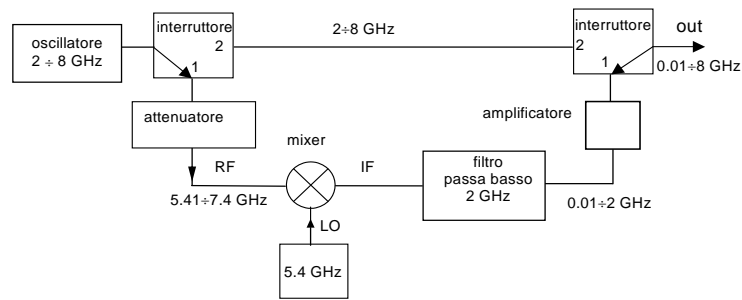
Sezione di Generazione

- Oscillatori spazzolati
- Oscillatori sintetizzati
 - sintesi indiretta
 - sintesi diretta

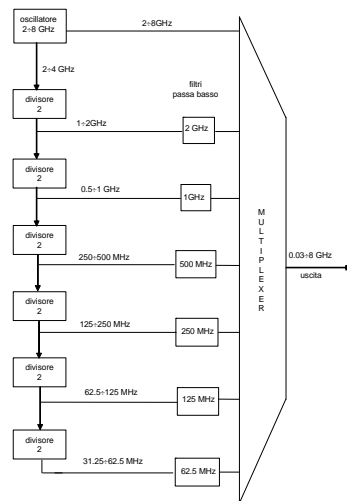
Oscillatori Spazzolati YIG



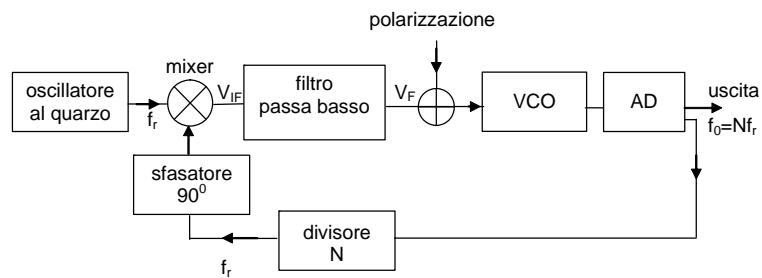
Oscillatori Spazzolati generazione basse frequenze



Oscillatori Spazzolati generazione basse frequenze

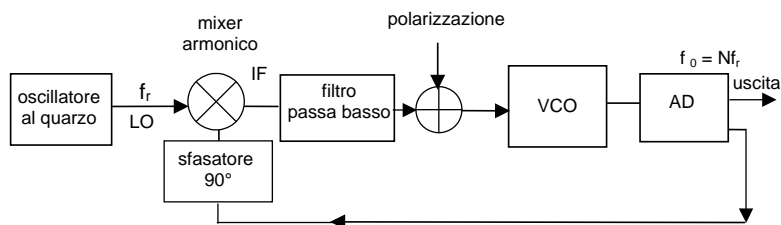


Oscillatori Sintetizzati sintesi indiretta (PLL) mixer



(*) $V_{IF} = K V_0 \text{sen}(\omega_r t) V_R \text{sen}(\omega_r t + \varphi(t) + 90^\circ) = K_\varphi \text{sen}(\varphi(t)) - K_\varphi \cos(2\omega_r t + \varphi(t))$ e quindi
 $V_F \cong K_\varphi \text{sen}(\varphi(t)) \cong K_\varphi \varphi(t)$ dove si è supposto $\varphi(t) \ll \pi/10$

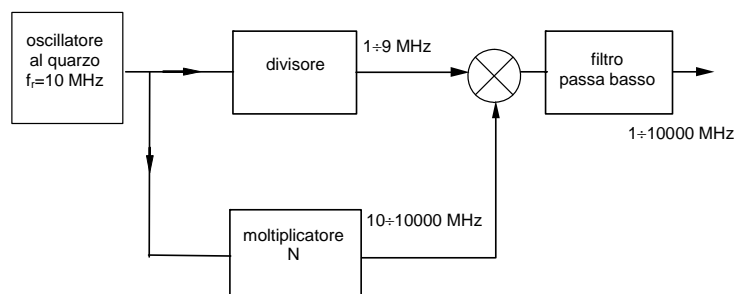
Oscillatori Sintetizzati sintesi indiretta (PLL) mixer armonico



Commenti

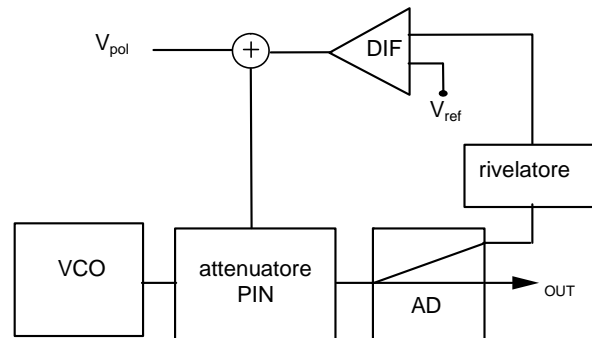
- Lo schema con il mixer standard ha il vantaggio rispetto a quello con il mixer armonico di effettuare il confronto di fase ad una frequenza più bassa ma ha l'inconveniente di dover utilizzare un divisore per N, di non semplice realizzazione alle frequenze delle microonde.
- Il rumore di fase della sorgente sintetizzata è uguale al rumore di fase della sorgente di riferimento moltiplicato per il quadrato del rapporto tra la frequenza usata e quella di riferimento
- $(SSCR_{dB} = SSCR_{QUARZO}(dB) + 20\text{Log}_{10}N (dB))$.
- Bisogna quindi trovare un compromesso tra la risoluzione in frequenza (che dovrebbe essere la più piccola possibile, quindi N grande), ed il rumore di fase (che dovrebbe essere il più piccolo possibile quindi N piccolo). Per superare questo inconveniente è possibile utilizzare un oscillatore a loop multipli

Oscillatori Sintetizzati sintesi diretta



La tecnica di sintesi diretta ha il vantaggio di consentire velocità di spazzolatura maggiori rispetto alle tecniche indirette con il PLL. Infatti nella sintesi diretta le velocità sono limitate essenzialmente dalle velocità degli interruttori, viceversa nel PLL bisogna attendere il tempo di aggancio del loop. Tra gli svantaggi della sintesi diretta, c'è il grande numero di componenti da progettare (filtri, mixer con basse spurie ed alti isolamenti).

Stabilizzazione dell'ampiezza delle oscillazioni



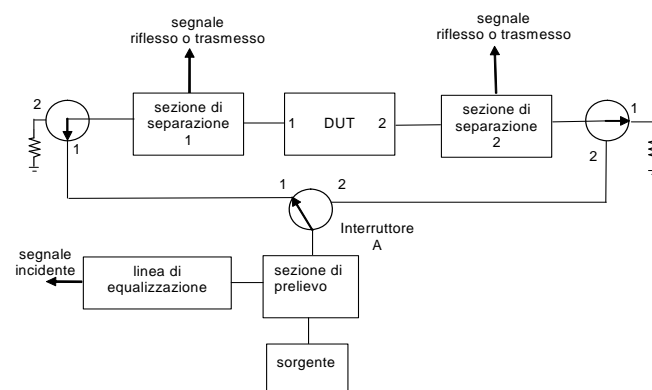
Sezione di Test

- Rotazione Manuale del DUT
- Rotazione Automatica del DUT

Rotazione Manuale del DUT

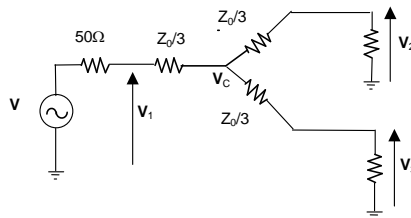


Rotazione Automatica del DUT



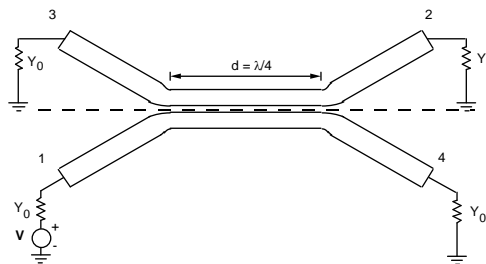
Con lo schema di figura servono tre ricevitori per misurare i segnali. Se si sposta la sezione di prelievo dopo l'interruttore A servono due sezioni distinte di prelievo e quindi 4 ricevitori

Prelievo del Segnale divisore resistivo



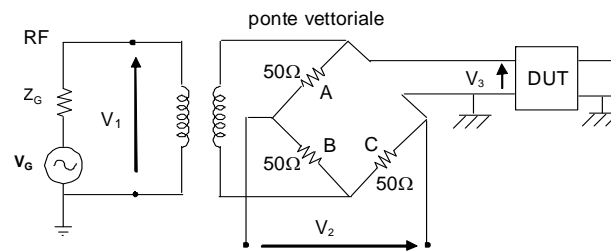
Alimentando dalla porta 1 non si ha riflessione,
 $1/4$ di potenza va in 2 e $1/4$ in 3
 mentre la rimanente metà si dissipa nelle resistenze;
 quindi l'uscita in 2 e 3 è attenuata di 6 dB rispetto all'ingresso

Prelievo del Segnale AD distribuito



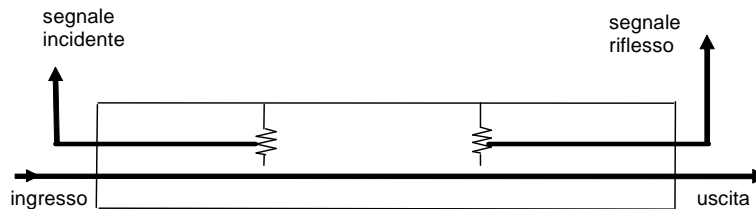
Gli AD distribuiti hanno perdite molto basse e buona direttività
 ma le loro prestazioni degradano alle basse frequenze.

Separazione del Segnale ponte resistivo vettoriale



alimentando dalla porta 1 risulta V_2 proporzionale a Γ_X
mentre quando il segnale è trasmesso attraverso il DUT risulta $V_2 \propto V_3$.

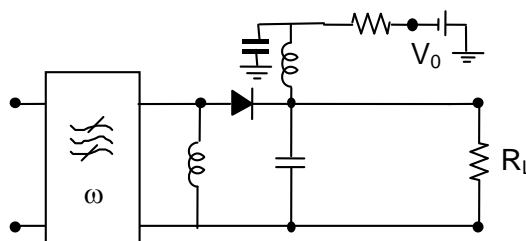
Sezioni di Prelievo e Separazione con un unico elemento



Sezione di Rivelazione

- Diretta (analizzatore scalare)
- Supereterodina (analizzatore vettoriale)

Rivelazione Diretta

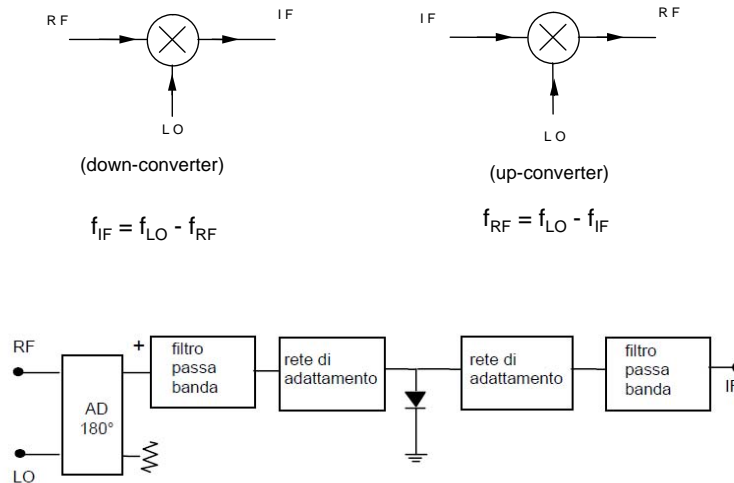


Dal rapporto tra il segnale ottenuto a partire dalla RF trasmessa o riflessa e quello ottenuto a partire dalla RF incidente è possibile risalire al modulo del parametro di scattering di interesse.

I principali vantaggi della rivelazione diretta sono le ampie bande di frequenza (tipicamente tra 10 MHz e 30 GHz) e i bassi costi.

Con la rivelazione CW-DC si ottengono delle dinamiche di circa 50 dB (tra -70 dBm e -20 dBm).

Mixer



Funzionamento

$$i(t) = \frac{v(t)}{R_J} + \frac{\alpha v(t)^2}{2R_J} = G_J v(t) + G_J \frac{\alpha}{2} v(t)^2$$

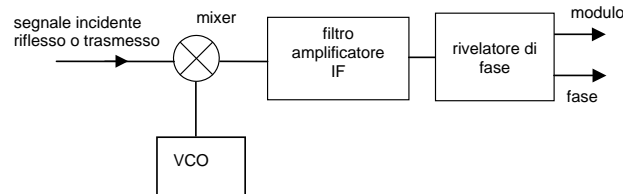
$$v(t) = V_0 \text{sen}(\omega_0 t) + V_R \text{sen}(\omega_R t)$$

$$i(t) = G_J V_0 \text{sen}(\omega_0 t) + G_J V_R \text{sen}(\omega_R t) + \frac{G_J \alpha V_0^2}{4} - \frac{G_J \alpha V_0^2}{4} \cos(2\omega_0 t) + \frac{G_J \alpha V_R^2}{4} +$$

$$- \frac{G_J \alpha V_R^2}{4} \cos(2\omega_R t) + \frac{G_J \alpha}{2} V_0 V_R \cos((\omega_0 - \omega_R)t) - \frac{G_J \alpha}{2} V_0 V_R \cos((\omega_0 + \omega_R)t)$$

$$\omega_{IF} = \omega_0 - \omega_R$$

Rivelazione Supereterodina



- Il segnale del VCO è a frequenza $f_s + f_{IF}$, dove f_s è la frequenza del segnale in ingresso e f_{IF} è la frequenza centrale del filtro (si dice che il VCO è agganciato alla RF in ingresso).
- Questo segnale è inviato in un mixer dove è confrontato con la RF (segnale incidente, riflesso o trasmesso) il segnale a frequenza intermedia in uscita è prima amplificato con un amplificatore a banda stretta e quindi rivelato in fase.
- Si noti che la conversione IF mantiene le relazioni di fase e di ampiezza del segnale originale.
- Per la rivelazione di fase i moderni analizzatori di reti utilizzano dei convertitori analogico-digitale seguiti da dei processori di segnali digitali (DSP). Con questa tecnica è possibile valutare il modulo e la fase del segnale incidente.

Rivelazione Supereterodina

- Nello schema di figura possono essere utilizzati sia mixer convenzionali che mixer armonici (campionatori).
- Nel mixer convenzionale la RF di ingresso è confrontata con l'uscita del VCO mentre in quelli armonici il VCO è seguito da un generatore di armoniche per cui il segnale che passa attraverso il filtro è ottenuto dalla miscelazione della RF con una delle armoniche del VCO.
- Con i mixer convenzionali si ottengono sensibilità molto elevate fino a -120 dBm. I mixer armonici hanno delle sensibilità leggermente inferiori, in quanto del rumore addizionale è trasferito nella banda IF da tutte le armoniche del segnale, ma sono più economici in quanto il VCO può coprire una banda di frequenze ridotta (lo spettro completo viene coperto con le sue armoniche).

VNA Vettoriale

