

## SISTEMI COERENTI IN RICEZIONE

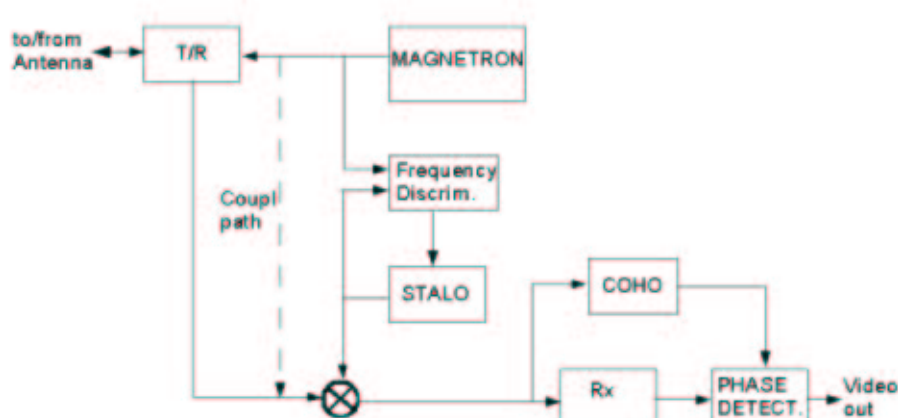
Renato Croci - 28.12.2003

*Con lo scopo di fornire una panoramica su come sui primi radar si implementava l'MTI, avendo a disposizione per generare potenza a microonde, solo il magnetron...*

Durante i primi anni del Radar, l'unico dispositivo disponibile capace di fornire elevate potenze nel campo delle microonde era il magnetron (sì, quello che c'è nel forno a microonde di casa), che non era un amplificatore, ma un oscillatore di potenza: in applicazioni impulsive - tipiche dei radar - l'energia ad RF è generata quando viene applicato al catodo un impulso di alta tensione. Ma, come in ogni oscillatore, non vi è modo di predire la fase con cui si innescherà l'oscillazione: per ogni impulso, la fase sarà casuale e completamente indipendente da quella degli altri impulsi.

Mentre ciò non costituisce un problema in applicazioni che utilizzano solo l'informazione di ampiezza (p.es., il ground mapping), lo è invece per applicazioni MTI. Lo schema tipico di un radar MTI mantiene memoria della fase degli impulsi trasmessi derivandoli dagli stessi oscillatori usati per la ricezione.

Il problema venne risolto adottando un approccio ribaltato: anziché derivare il segnale trasmesso da un riferimento di fase nota, si utilizza la fase del trasmettitore, "memorizzandola", come riferimento per il ricevitore. Questa tecnica è nota come "coerenza in ricezione" ("coherent-on-receive") - contro la "coerenza in trasmissione" dei sistemi che impiegano un amplificatore di potenza, e lo schema implementativo classico è riportato di seguito.



Nello schema, l'oscillatore locale a microonde (LO1 nello schema classico) è usato per il solo ricevitore, ed è chiamato "STALO" (da "STable Local Oscillator"). Essendo la

frequenza del magnetron scarsamente precisa e poco stabile, la frequenza dello STALO e' agganciata a quella del magnetron per mezzo di un controllo automatico di frequenza (AFC), che utilizza un discriminatore di frequenza affinche la differenza tra le frequenze del magnetron e dello STALO corrisponda alla frequenza intermedia del ricevitore.

L'impulso trasmesso e' accoppiato nella catena ricevente, e a frequenza intermedia e' impiegato per agganciare in fase il COHO ("COHerent Oscillator") che e' l'oscillatore che fornisce il riferimento al phase detector.

I due approcci "classici" alla realizzazione del COHO sono:

- linea di ritardo: il segnale a frequenza intermedia e' ricircolato in una linea di ritardo (spesso realizzata tramite un lungo cavo) con un ritardo pari alla durata dell'impulso. Il segnale di uscita e' reiniettato nella linea stessa dopo averne compensato le perdite tramite un amplificatore, per tutta la durata del PRI.

- oscillatore agganciato: si utilizza un oscillatore il cui guadagno di anello viene temporaneamente ridotto sotto l'unita' in modo da interrompere l'oscillazione, quindi si ripristina la condizione di oscillazione mentre viene applicato l'impulso di riferimento. In questo modo, si garantisce l'innescò dell'oscillazione con la stessa fase dell'impulso stesso.

Un'altro possibile approccio al recupero della coerenza utilizza un normale oscillatore come COHO. La fase dell'impulso trasmesso e' memorizzata campionando le componenti I e Q del segnale accoppiato, e questa informazione e' impiegata per controllare un phase shifter che altera la fase del riferimento inviato dal COHO al phase detector.

La principale limitazione delle tecniche di coerenza in ricezione e' che la memoria della fase di trasmissione e' mantenuta solo per la durata di un PRI. Quando e' trasmesso un nuovo impulso, il sistema si aggancia sulla nuova fase perdendo memoria di quella precedente. Di conseguenza, eventuali echi di seconda traccia all'uscita del ricevitore hanno fase totalmente casuale, impedendone la cancellazione da parte dei filtri MTI. Di conseguenza, l'MTI e' inefficace nei confronti di echi di traccia multipla.

Un'altro possibile metodo per impiegare oscillatori di potenza in applicazioni MTI e' tramite il cosiddetto "priming". Come si fa nello schema coerente in ricezione con il COHO, le oscillazioni del magnetron (o altro tipo di tubo) sono inizializzate sulla fase di un impulso di riferimento iniettato mentre esso viene innescato, ottenendo un sistema coerente in trasmissione

Per realizzare l'aggancio e' comunque necessaria la capacita' di amplificare a media potenza (dell'ordine dei W) l'impulso di riferimento, capacita' che non era disponibile durante i primi anni dell'uso del radar. Quando tale capacita' comincio' a diventare

disponibile, erano ormai disponibili anche i primi tubi amplificatori di potenza (klystron, e poi TWT) rendendo generalmente non conveniente questo approccio, e relegandolo ad applicazioni particolari.