...se non ho vinto, la colpa non era delle cartucce !!!

Note tecniche su una interessante metodologia di "direction finding" ... al di là del mio risultato alla Caccia alla volpe ARI_Roma del 12 ottobre 2008.

Thanks Gordon K7HFV, Mike WA7ARK e Clint KA7OEI

di Vito Rustia IZØGNY - iz0gny(at)yahoo.it

Il titolo mi pare che parli chiaro... sono uno dei felici e divertiti partecipanti alla caccia alla volpe del 12 ottobre, anche se certamente non uno di quelli piazzatisi in posizione di spicco, anzi...

Al di là del mio risultato, sul quale hanno molto influito (in)esperienza e (s)fortuna, la metodologia che ho utilizzato è tecnicamente interessante e certamente meritevole di attenzione, ed è di questa che desidero parlare in questo articolo, tanto più che durante la caccia ho scoperto di essere l'unico a farne uso, ed essa ha destato la curiosità di qualche partecipante col quale ho avuto modo di scambiare due parole sull'argomento.

Infatti mentre tutti hanno utilizzato antenne direttive, di varia foggia e prestazioni, e ricevitori in grado di misurare l'intensità del segnale individuando così la direzione da cui questo proveniva più forte, io ho impiegato un metodo completamente



differente, basato sulla comparazione tra la fase (o, se preferite, il ritardo) dei segnali ricevuti da due antenne distinte, rapidamente commutate all'ingresso del ricevitore.

Questa metodologia, chiamata dagli anglosassoni TDoA, ossia *Time Difference of Arrival*, si avvale di due semplici antenne (dipoli) verticali, distanti tra loro tra ¼ e ½ della lunghezza d'onda, commutate alternativamente a frequenza sonica, per mezzo di diodi PIN opportunamente polarizzati, all'ingresso di un ricevitore FM.

Se il piano che contiene le antenne è perpendicolare alla direzione del trasmettitore quest'ultimo risulta equidistante da entrambe e non vi sono differenze di fase tra i segnali da esse ricevuti. Se invece il piano è orientato diversamente le due antenne si trovano a distanza differente (anche di pochi centimetri) dal trasmettitore, e ciò dà luogo a una differenza di fase del segnale ricevuto a ogni commutazione, ossia a una modulazione di fase e un tono risultante in ricezione, che appare all'uscita audio del ricevitore sotto forma di impulsi.

Un circuito permette di comparare i segnali ricevuti dalle due antenne, in modo da visualizzare con uno strumento ad ago se e quanto una antenna riceve il segnale prima dell'altra, ricavando così informazioni sulla direzione da cui questo proviene.

Descrizione del circuito

Nella pratica io ho adottato un'antenna e un circuito proposti da Mike WA7ARK e pubblicati con un ottimo commento tecnico di Gordon K7HFV e Clint KA7OEI sul sito dello UARC, Utah Amateur Radio Club, cui rimando (http://utaharc.org/rptr/ark_df_desc.html). Il tutto collegato alla sezione ricevente del mio RTX palmare Icom IC-T3H.

Come si può vedere dallo schema allegato, ripreso dal sito citato, il circuito è realizzato con tre integrati: un quadruplo amplificatore operazionale (tipo LM324), un contatore decimale Johnson (tipo 4017) e un quadruplo switch bilaterale (tipo 4066), del quale vengono usate solo due sezioni.

In nero il percorso dei segnali di comando, in rosso quello dei segnali a radio frequenza, in blu quello dei segnali di bassa frequenza.

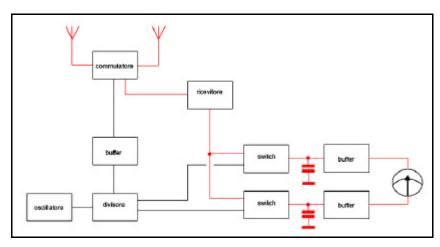


fig. 1: il circuito "a blocchi"

Una sezione dell'operazionale viene impiegata come oscillatore a 10 kHz; questa frequenza viene divisa per dieci dal contatore decimale, dalla cui uscita "principale" (carry output), attraverso un'altra sezione dell'operazionale con funzione di buffer, si preleva l'onda quadra da 1 kHz che pilota i diodi PIN di commutazione tra le antenne (il cui schema proviene sempre dal sito UARC).

L'audio del ricevitore viene inviato in parallelo a due degli switch bilaterali; uno di essi viene fatto condurre durante il periodo in cui nell'audio ricevuto è presente l'impulso associato a una antenna, l'altro quando vi è quello associato all'altra.

All'uscita di ciascuno switch c'è un condensatore, la tensione ai cui capi rappresenta l'ampiezza dell'impulso che è passato per lo switch stesso. Queste due tensioni, attraverso altri due buffer realizzati con le restanti sezioni dell'operazionale, pilotano in modo differenziale uno strumento a zero centrale.

Poiché vi è un ritardo tra la commutazione dell'antenna e il corrispondente impulso all'uscita del ricevitore, a causa dei ritardi interni nelle sezioni IF e audio di questo, i due switch vengono pilotati con i segnali prelevati da due opportune uscite del contatore decimale, scelte sperimentalmente in funzione del ricevitore adottato.

Quando l'apparecchio è correttamente messo a punto la deviazione dell'ago indica da che parte si trova il trasmettitore rispetto alla perpendicolare alla congiungente tra le antenne. Girando queste verso la direzione di provenienza del segnale l'ago si sposta via via verso il centro, e quando vi si posiziona vuol dire che le antenne "guardano" il trasmettitore. Facile, no?

Pregi e difetti

Lasciate andare il mio risultato nella situazione specifica... nelle cacce alla volpe, per quello che ho capito da questa mia prima partecipazione, lo hardware conta fino a un certo punto. L'esperienza, e anche un po' di fortuna, giocano la loro bella parte. Ma naturalmente l'apparecchiatura ha il suo ruolo, ed è bene conoscerne i pregi e i limiti.

Per la tecnica TDoA i pregi riconosciuti sono:

- la semplicità del circuito (che però è necessario realizzare in proprio, oltre all'antenna);
- la possibilità di utilizzare senza modifiche qualsiasi ricevitore FM, purché abbia un connettore per l'antenna e uno per l'uscita audio;

- la facilità operativa: la lancetta dello strumento indica "da che lato" sta il trasmettitore;
- l'insensibilità ai segnali forti.

Per contro i difetti sono essenzialmente:

- una certa suscettibilità alle riflessioni, da cui non sono però esenti nemmeno le altre tecniche di orientamento;
- la mancanza di informazioni sull'intensità del segnale, che non aiuta a rendersi conto se si è vicini o lontani dal trasmettitore;
- la diminuzione di efficacia in presenza di forte modulazione audio;
- l'inutilizzabilità in caso di trasmissioni molto brevi.

Questo è tutto, almeno a volersi limitare all'essenziale. Rimango volentieri a disposizione di chi desiderasse scambiare commenti o impressioni, o volesse qualche informazione in più. Naturalmente ringrazio Gordon K7HFV, Mike WA7ARK e Clint KA7OEI che sono stati così cortesi da autorizzarmi a pubblicare i loro schemi originali e a fare uso delle loro spiegazioni, pubblicati sul sito dell'UARC, che vi consiglio caldamente di andare a visitare per le tante idee che vi si trovano e per le descrizioni ben più approfondite della mia.

Thanks Gordon K7HFV, Mike WA7ARK e Clint KA7OEI, for the permission to use your drawings, and over all for the good ideas I've found in your pages!!!

73 de Vito, IZ0GNY

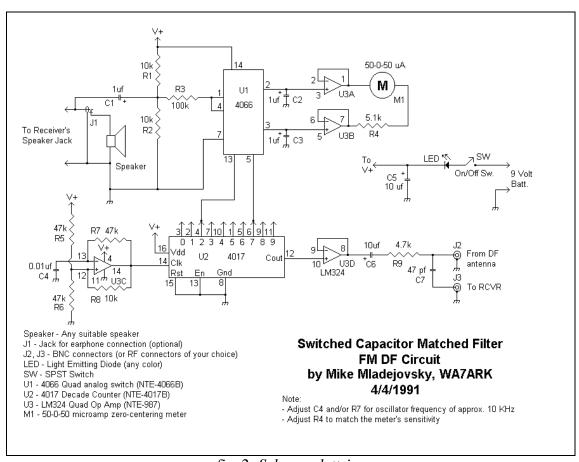


fig. 2: Schema elettrico

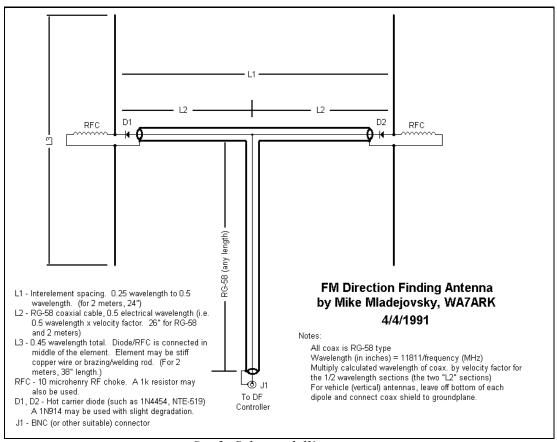


fig. 3: Schema dell'antenna

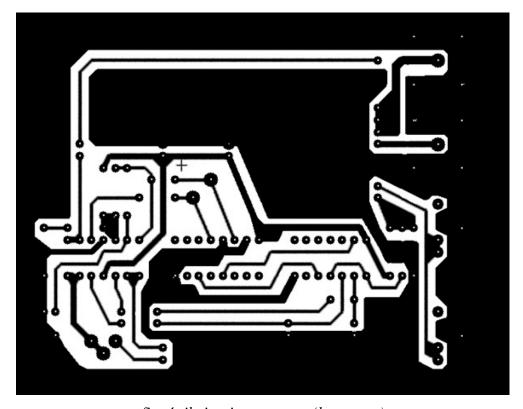


fig. 4: il circuito stampato (lato rame)

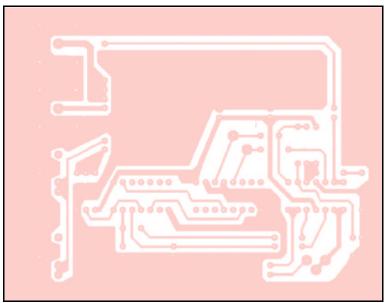


fig. 5: il circuito stampato (lato componenti)

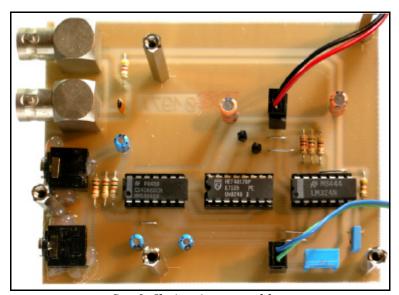


fig. 6: Il circuito assemblato

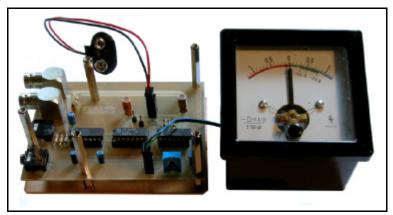


fig. 7: Il dispositivo collegato allo strumento

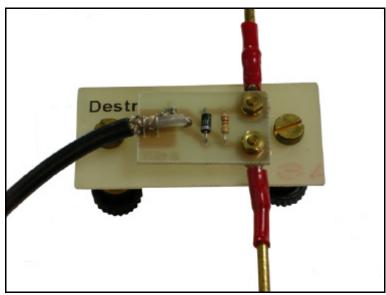


fig. 8: Particolare dell'alimentazione del dipolo



fig. 9 e 10: sono pronto si va ... manca solo la volpe!

Thanks Gordon K7HFV, Mike WA7ARK e Clint KA7OEI, for the permission to use your drawings, and over all for the good ideas I've found in your pages!!!