

Radiolocalizzando 1ª parte



# Radiolocalizzando 1ª parte

di IØAMS

La passione per la radiolocalizzazione (caccia alla volpe) sembra per qualcuno una attività che non debba far parte della sfera radioamatoriale. Ma chi lo pensa credo che si sbaglia di grosso, perché questo modo di vedere gli fa perdere una grande occasione per affinare le sue conoscenze sia nel campo delle antenne, della propagazione che nel campo dei ricevitori. Oltre all'aspetto prettamente tecnico c'è poi anche l'aspetto sociale ed umano, un ambiente amichevole, dove lo spirito di competizione non è mai portato all'esasperazione e quando la gara è finita tutti i concorrenti sono sempre amici e quelli che non sono riusciti a "stanare" la volpe vengono un po' canzonati con battute ironiche del tipo: "Ti debbo insegnare dov'è la strada di casa?". Nessuno però se la prende a male perché c'è la consapevolezza che a questo gioco, la prossima volta, potrebbe toccare a ognuno.

Al termine di ogni esercitazione è consuetudine che ci si ritrova immancabilmente tutti insieme a tavola a consumare un lauto pasto tra qualche commento e battuta spiritosa. Ed infine c'è la premiazione, fatta di coppe, apparecchiature radioamatoriali oppure di prodotti tipici locali come prosciutti e salami, souvenir del luogo. Alcuni vengono alla radiocaccia non tanto per vincerla ma per provare le proprie attrezzature che hanno progettato di sana pianta. Altri, specialmente al nord, coinvolgono gruppi di scout ed intere scolaresche insegnando loro a praticare questa attività. Alcune gare sono organizzate a piedi e altre con l'ausilio della propria automobile, queste ultime sono da me preferite perché si fatica molto di meno "hi".

La radiocaccia può essere praticata da chiunque, basta saper gestire il ricevitore e direzionare l'antenna. Certamente la conoscenza e l'esperienza aiutano, ma in questa disciplina spesso è la "fortuna" a fare la differenza.

Ma veniamo ora ad alcune definizioni sulle terminologie:

**A.R.D.F.** è l'acronimo di *Amateur Radio Direction Finding*, identifica uno sport da competizione a livello amatoriale praticato in gran parte del globo. Inizialmente ogni nazione aveva una propria serie di norme e regolamenti che poi si è deciso di uniformare per permettere la realizzazione di gare internazionali sotto l'egida della IARU.

Nella sostanza in questo sport vengono implicate tre abilità: prestazione atletica, capacità di orientamento sul territorio mediante l'uso di cartine e bussole e una

## Radiolocalizzando 1ª parte

conoscenza tecnica di base della radio. Sebbene vi siano ormai regole ben definite dalla IARU in merito alla A.R.D.F., a livello locale permangono delle varianti e in Italia, almeno nel Lazio per esempio, alla dizione di “gara” viene preferita quella di “esercitazione” e si attua la variante denominata R.O.C.A. “Radio Orienteering in a Compact Area”, abbreviata in italiano col termine tecnico di “Radiolocalizzazione” o a quello più amichevole di “Radiocaccia”. In questa disciplina è richiesta meno abilità atletica ma più competenza tecnica nella constatazione della direzione dei segnali radio emessi da trasmettitori che a differenza di come avviene nelle gare internazionali in cui i trasmettitori sono messi in bella vista, nelle radiocacce vengono furbescamente nascosti e denominati: le “volpi”. Queste volpi (TX) sono di piccola potenza da 10 mW a 2 W, operanti nelle stesse bande utilizzate in A.R.D.F. dei 2m e 80m. Nelle radiocacce in 80m, sempre nel Lazio, si preferisce usare volpi regolamentari, le stesse usate nelle gare internazionali.

L'attrezzatura minima per il ritrovamento delle volpi è un'antenna direttiva ed un ricevitore dotato di s-meter visivo o acustico, detto anche “fischiometro”.

E' evidente in questa attività il ruolo di spicco che gioca l'antenna, più è acuta la sua direttività più preciso sarà il puntamento. D'altronde non poteva essere altrimenti, vista l'importanza fondamentale che l'antenna riveste nelle telecomunicazioni in generale. Inizierò pertanto a descriverne i principi basilari, anche se so che per molti fanno già parte del bagaglio tecnico personale, possono tornare utili a chi desidera avvicinarsi a questa attività di radiolocalizzazione per la prima volta e a chi semplicemente volesse colmare le proprie lacune sulle antenne.

Inizierò da una antenna che non esiste, cioè con quell'antenna ideale puntiforme che irradia energia in tutte le direzioni con eguale intensità, cioè un'antenna senza direttività e guadagno, questa antenna viene chiamata: **Radiatore isotropo**.

Un radiatore isotropo è una sorgente puntiforme, un'antenna teorica che irradia energia uniformemente in tutte le direzioni, i suoi diagrammi di radiazione sono delle circonferenze.

Nella realtà non esiste questo tipo di antenna, dato che le antenne di fatto irradiano in modo diverso nelle varie direzioni, cioè sono anisotrope, quindi l'antenna isotropa è una pura astrazione. Essa è utile come termine di confronto per altre antenne, e per semplificare i calcoli. Potrebbe sembrare sterile, visto che l'antenna isotropa non esiste: essa invece è di estrema utilità pratica, perché è più facile determinare l'intensità di campo ad una data distanza con l'antenna isotropa, il cui solido di radiazione è una sfera, mentre sarebbe molto più difficile lo stesso calcolo con una antenna reale, il cui solido di radiazione ha una forma complessa non esprimibile analiticamente.

## Radiolocalizzando 1ª parte

Se prendiamo questo tipo di antenna fittizia e la poniamo al centro di una sfera di raggio  $r$  e la alimentiamo con un trasmettitore avente una potenza  $P_t$  (watt), il flusso di energia elettromagnetica emesso attraverserà tutta la superficie  $S_u$  della sfera di raggio  $r$ .

Per conoscere quanta potenza attraversa la superficie sferica di  $1m^2$  basta dividere la potenza emessa per la superficie totale della sfera  $S_u$ .

Perciò la densità di potenza  $P_d$  sarà data dalla seguente relazione:

$$P_d = \frac{P_t}{S_u} = \frac{P_t}{4\pi r^2} \quad (\text{W/m}^2) \quad [1]$$

L'espressione al denominatore  $4\pi r^2$  permette di calcolare la superficie della sfera di raggio  $r$ .

Se la sfera avesse un raggio in metri  $r_1$ , la densità di potenza  $P_{d1}$  sarebbe:

$$P_{d1} = \frac{P_t}{S_{u1}} = \frac{P_t}{4\pi r_1^2} \quad (\text{W/m}^2) \quad [2]$$

Il rapporto della densità di potenza nella superficie sferica dei due differenti raggi  $r$  e  $r_1$  sarà dopo le dovute semplificazioni:

$$\frac{P_d}{P_{d1}} = \left(\frac{r}{r_1}\right)^2 \quad [3]$$

Dalla quale si comprende che la densità di potenza  $P_d$  è inversamente proporzionale al quadrato della distanza  $r$ , quindi se la distanza raddoppia diventando  $2r_1$  allora la densità di potenza  $P_d$  diviene  $1/4$ :

$$\frac{P_d}{P_{d1}} = \left(\frac{r}{2r_1}\right)^2 = \frac{1}{4} \quad [4]$$

che espresso in dB vale:

$$10 \log \frac{P_d}{P_{d1}} = 10 \log \frac{1}{4} = 10(-0.60) = -6 \text{ dB} \quad [5]$$

## Radiolocalizzando 1ª parte

Dalla quale si evince che ad ogni raddoppio della distanza corrisponde una diminuzione della densità di potenza di **4 volte** (-6 dB), e il nostro S-Meter segnerebbe un punto in meno.

E' facile costatare che la diminuzione segue una legge quadratica in quanto la superficie sferica  $S_u$  dipende dal quadrato del raggio:  $S_u = 4\pi r^2$   
la potenza per unità di superficie ( $1m^2$ ) di questa sfera, è anche rappresentata dal vettore di Poynting  $P_d$  ed è data dalla seguente relazione:

$$P_d = \frac{1}{2} E H \quad [6]$$

Il vettore di Poynting può essere così definito: il suo verso indica la direzione di propagazione mentre il modulo indica l'energia trasportata per unità di tempo (1 s) e di superficie (1  $m^2$ ).

Entrambe le equazioni [1] e [6] esprimono la stessa unità di potenza, possono quindi essere uguagliate:

$$P_d = \frac{1}{2} E H = \frac{P_t}{4\pi r^2} \quad (W/m^2) \quad [7]$$

**E** rappresenta il valore del campo elettrico espresso in volt/metro (valore di picco)

**H** rappresenta il campo magnetico espresso in amperspire / metro

**r** è la lunghezza (o distanza) in metri

**P<sub>t</sub>** è la potenza irradiata in W

L'impedenza caratteristica dello spazio o impedenza d'onda  $\rho$  vale la radice quadrata del rapporto tra la permeabilità del vuoto  $\mu_0 = 1,26*10^{-6}$  e la costante dielettrica del vuoto  $\epsilon_0 = 8,86*10^{-12}$ .

Tale rapporto eguaglia il rapporto tra i vettori E ed H che sostituendo tali valori nell'equazione [8] si ottiene il numero  $377 = 120 \pi$ .

$$\rho = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \frac{E}{H} = 377 \Omega \quad [8]$$

da cui

$$\frac{1}{2} \frac{E^2}{377} = \frac{P_t}{4\pi r^2} \quad (W/m^2) \quad [9]$$

## Radiolocalizzando 1ª parte

$$E = \frac{1}{r} \sqrt{\rho \frac{P_t}{2\pi}} \quad (\text{V/m}) \quad [10]$$

La relazione [10] permette di calcolare il valore del campo elettrico **E** alla distanza **r**.

Esempio:

Se un'antenna a dipolo  $\lambda/2$  ( $G = 1,64$ ) irradia la potenza  $P_0 = 10$  W, l'intensità di campo **E** in V/m alla distanza di 100 Km è:

$$E = \frac{1}{100000} \sqrt{\frac{377 * 1,64 * 10}{6,28}} = 0,31 \text{ mV/m}$$

La presenza del coefficiente  $1/2$  di cui alla [9] è dovuta all'uso dei valori di picco delle grandezze mentre è assente se le grandezze sono espresse in valore efficace.

Forse qualcuno dirà che non c'era necessità di esporre queste considerazioni tecniche le quali sottolineano che allontanandoci dal trasmettitore il segnale ricevuto diminuisce perché ciò è dettato anche dal buon senso, ma noi siamo dei radioamatori quindi dei tecnici a cui piace sapere le leggi che governano queste variazioni.

Faccio un esempio pratico, se durante lo svolgimento della radiocaccia ad un certo punto del percorso ricevesti un segnale con una intensità di S8, leggessi il contachilometri e poi proseguissi verso la direzione del segnale fino ad arrivare ad una intensità di S9, la differenza dei rispettivi valori letti sul contachilometri tra le due letture S8 e S9 ossia la distanza percorsa, ad esempio di 4 Km, significherebbe che la volpe disterebbe 4 Km da dove mi trovassi in quel momento.

Ricordo infatti che una unità S vale 6 dB cioè un raddoppio della tensione ricevuta, e per raddoppiare la tensione dobbiamo far quadruplicare la densità di potenza e quindi dimezzare la distanza tra noi e il trasmettitore (la volpe). Come vedete conoscere un pò di teoria può aiutare anche a giocare.

Per quanto concerne le antenne usate in VHF primeggia il tipo Yagi Uda, ma non mancano altri tipi come la quad, la loop e altre "stranezze" varie costruite dai vari concorrenti e che in seguito descriverò.

Uno tra i più interessanti parametri delle antenne è sicuramente il guadagno G.

## Radiolocalizzando 1ª parte

Si definisce guadagno **G** di una antenna il rapporto tra la potenza che dovrebbe essere applicata all'antenna isotropa e la potenza dell'antenna reale per ottenere alla stessa distanza lo stesso valore di intensità di campo nella direzione di massima radiazione.

$$G = \frac{\text{Potenza applicata sull' antenna isotropa}}{\text{Potenza applicata sull' antenna reale}}$$

Per un dipolo  $\lambda/2$  il guadagno  $G = 1,64$  (2,15 dB). Se disponiamo di un'antenna con un guadagno  $G = 20$ , questo significa che per avere nella direzione di massima irradiazione, ad una certa distanza un certo valore di campo, basta una potenza che è la ventesima parte della potenza che sarebbe necessaria se l'antenna fosse isotropa.

Per calcolare l'intensità di campo ad una certa distanza si fa sempre riferimento alla radiazione sferica tenendo conto della diversa radiazione moltiplicando la potenza  $P_0$  irradiata per il guadagno **G** dell'antenna.

In questo caso si dice EIRP "Equivalent Isotropic Radiated Power" (potenza equivalente irradiata da una antenna isotropica), per cui l'intensità di campo alla distanza **d** applicando l'equazione [7] sarà:

$$E = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{377 * G * P_0}{2 \pi}}$$

Esempio:

Un trasmettitore da 2 watt alimenta un dipolo  $\lambda/2$ , quale sarà l'intensità di campo a 4 Km di distanza?

Risposta:

$$E = \frac{1}{4000} \sqrt{\frac{377 * 1,64 * 2}{6,28}} = 0,0035 \text{ mV/m}$$

Se dispongo ora di un' antenna Yagi di 3 elementi per la ricerca, quale sarà l'intensità del segnale che riceverò?

La risposta a questo quesito verrà data nella seconda parte di Radiolocalizzando.

Anticipo solamente che l'antenna si comporta come una superficie la quale intercetta parte dell'energia in transito per renderla disponibile ai suoi morsetti.

**Antonio IØAMS**