

## Da ZERO alle trappole : Autocostruzione e taratura di trappole per HF in cavo coassiale RG58U ed RG316

Di : Paolo IK4PKK

Questo articolo non ha certamente la pretesa di rappresentare qualcosa di originale o di innovativo, trattando di un argomento talmente noto e diffuso che su questo tema sono stati scritti e sono facilmente reperibili interi libri, sia sugli aspetti teorici che su quelli pratici.

Perché dunque scriverlo ?

Sostanzialmente, direi, per un solo buon motivo : partire, come dice il titolo, veramente da ZERO, fornendo quindi indicazioni pratiche di estremo dettaglio e suggerimenti talmente elementari da sembrare perfino ovvii e, almeno in parte, sicuramente lo sono. Ma i metri e metri di spezzoni di cavo coassiale di ogni possibile misura avvolti su supporti cilindrici di ogni tipo e natura, sacrificati in tentativi mal riusciti e poi abortiti di autocostruzione, stanno a dimostrare che alcuni accorgimenti pratici e un paio di “trucchi del mestiere” forse così ovvi non sono, e possono magari essere utili a chi fino ad ora non si è mai cimentato in questo tipo di semplice autocostruzione. Lo scopo di questo articolo è dunque quello di permettere a qualche volenteroso neòfita autocostruttore di andare un po' più a colpo sicuro di quanto non abbia fatto io, risparmiando se non altro parecchio tempo, qualche frustrazione e magari anche qualche metro di cavo coassiale...☺ .

Premetto che parlerò soltanto di trappole, sia in banda CW che SSB, avvolte in aria su supporto cilindrico e a spire affiancate (...o quasi... vedi oltre). Ho utilizzato cavo coassiale del tipo RG58U, su cui ho fatto esperienza diretta con costruzione di numerose trappole poi utilizzate sul campo con dipoli filari o verticali trappolate, e ottimi risultati.

Fornirò anche i dati costruttivi teorici per le trappole tipo Kelemen con cavetto coassiale M17-113-RG316 di cui è stato per ora realizzato, sempre con ottimi risultati, un solo prototipo per i 40 metri [TNX Vittorio IK4CIE] confermando la correttezza dei calcoli impiegati per l' RG58U.

### • COSA E' UNA TRAPPOLA IN CAVO COASSIALE ?

Una trappola in coassiale non è altro che un circuito risonante **RLC** parallelo, in cui :

- **R** è la resistenza ohmica del circuito;
- La capacità **C** è rappresentata dal coassiale stesso, le cui armature sono rispettivamente la calza e il centrale, e il dielettrico è l' isolante interposto fra di essi. Per il cavo coassiale RG58 U, sempre utilizzato nelle mie autocostruzioni, la capacità specifica lineare è di 0,94 pF/cm, per cui potrete facilmente calcolare la capacità **C** della trappola in pF moltiplicando la lunghezza del coassiale in cm. per tale valore di 0,94 pF/cm [ATTENZIONE ! : usare la lunghezza della sola parte con il coassiale intero, quindi esclusi i codini di collegamento. Per intenderci, la lunghezza indicata con **L** nelle tabelle che seguono];
- L' induttanza **L** è data dall' avvolgimento del coassiale attorno al supporto cilindrico della trappola, a spire affiancate oppure leggermente lasche in misura sufficiente

da centrare perfettamente la frequenza di risonanza in fase di taratura fine [vedi oltre].

La frequenza di risonanza  $f_0$  della trappola è data da :

$$f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$$

in cui  $C$  è in Farad,  $L$  in Henry ed  $f_0$  in Hz.

Una formula equivalente, ma più pratica per il calcolo con i valori e le unità di misura comunemente in gioco (rispettivamente MHz,  $\mu$ H e pF) è la seguente :

$$f_0 = 1000/2\pi\sqrt{LC}$$

in cui appunto  $f_0$  è espressa in MHz,  $L$  in  $\mu$ H e  $C$  in pF.

Per chi “non si fida” ma vuole verificare la formula ed averne la giustificazione matematica, vedi appendice.

Anche l' induttanza  $L$  della trappola potrà quindi essere calcolata, una volta nota la frequenza di risonanza  $f_0$ , mediante la formula :

$$L = 10^6/(4\pi^2f_0^2C)$$

in cui  $C$  è stata calcolata come detto sopra, dalla lunghezza del cavo.

Senza entrare nei dettagli teorici, dal punto di vista pratico e di del funzionamento basterà considerare che, alla sua frequenza caratteristica di risonanza  $f_0$ , la trappola presenterà alla radiofrequenza una impedenza teoricamente infinita, e si comporterà quindi come un interruttore aperto : la radiofrequenza verrà completamente bloccata, ovvero totalmente riflessa sul conduttore dalla quale proviene, e la corrente circolante in serie al circuito RLC sarà nulla.

Il risultato finale sarà un “blocco” alla corrente circolante, che sarà confinata nel solo tratto a monte della trappola senza proseguire nel tratto a valle.

A frequenze  $f > f_0$  o  $f < f_0$  la trappola si comporterà sempre teoricamente come un cortocircuito, e la corrente in serie al circuito potrà circolare liberamente, limitata soltanto dalla resistenza ohmica  $R$  del circuito stesso.

#### • CHE FUNZIONE SVOLGE UNA TRAPPOLA ?

Per le proprietà descritte al punto precedente, l'utilizzo principale delle trappole è nella costruzione di antenne multibanda, dette appunto “trappolate”. In particolare, all' autocostruttore saranno utili per la realizzazione di dipoli filari trappolati e di antenne verticali filari trappolate. In pratica, un' antenna trappolata si comporta come se la lunghezza del conduttore fosse limitata alla sola porzione a monte della trappola risonante alla frequenza alla quale l' antenna viene alimentata [comprese eventuali altre trappole a monte di essa], ignorando tutto il tratto a valle della trappola stessa :

una volta raggiunta tale trappola la radiofrequenza viene bloccata e rimandata indietro, e quindi non passa.

In questo modo, usando varie trappole in sequenza e segmenti di conduttore di lunghezza opportuna interposti fra di esse, avremo ottenuto un' antenna risonante a tutte le frequenze delle singole trappole più una, la più bassa, corrispondente all' intera lunghezza del conduttore (incluso quindi il "codino" libero a valle dell' ultima trappola). In corrispondenza di quest'ultima frequenza, la più bassa, nessuna delle trappole fa più blocco e il TX "vede" l' intero conduttore fino in fondo, codino compreso.

Con  $n$  trappole, potremo quindi coprire  $n + 1$  frequenze operative.

Il primo ovvio vantaggio di un dipolo trappolato è che con un unico dipolo, dotato di  $n$  trappole, potremo operare su  $n + 1$  bande semplicemente cambiando frequenza sul TX, senza dover toccare l' antenna.

Un altro vantaggio, per niente trascurabile, è in termini di spazio, perchè il dipolo trappolato risulta notevolmente accorciato rispetto alla somma delle lunghezze fisiche di conduttore che si avrebbero con dipoli monobanda messi "in serie" fra loro, come ad esempio, se mettessimo dei faston alla giunzione fra i diversi segmenti del dipolo.

Questo perché anche il coassiale di ciascuna trappola contribuisce alla lunghezza elettrica del dipolo, ed anzi in misura maggiore della lunghezza lineare fisica del tratto di coassiale che forma la trappola, a causa dell'effetto induttivo derivante dall' avvolgimento a spire affiancate.

#### • COME SI PROGETTA IL DIMENSIONAMENTO DI UNA TRAPPOLA ?

Assunto che praticamente useremo soltanto supporti in tubo in PVC, e quindi non considerando gli effetti del tipo di materiale del supporto, la frequenza di risonanza di una trappola dipende dai seguenti fattori :

- 1) Tipo di cavo coassiale utilizzato : diametro esterno, che influenza la distanza fra le spire e quindi la larghezza dell'avvolgimento, e capacità lineare specifica in pF/cm.;
- 2) Diametro del supporto cilindrico su cui il coassiale viene avvolto;
- 3) Numero di spire dell'avvolgimento;
- 4) Distanza fra le spire;

I fattori 3) e 4) in realtà si combinano fra loro, determinando la larghezza totale dell' avvolgimento, che influenza direttamente la frequenza di risonanza.

**NOTA** : Il fattore 4) è molto importante dal punto di vista pratico, perché un leggero sovradimensionamento nella lunghezza del cavo coassiale rispetto alla lunghezza teorica calcolata, ed un successivo aumento uniforme della spaziatura fra le spire, consentirà una agevole taratura fine della trappola, fino a trovare esattamente la frequenza di risonanza desiderata, ovvero il centro della banda operativa che ci interessa (vedi oltre).

Per il dimensionamento e la progettazione fornirò qui indicazioni pratiche secondo due modalità :

- A) DIMENSIONAMENTO DI TRAPPOLE “STANDARD”, ossia risonanti alla frequenza di centro banda (CW ed SSB) che si intende utilizzare. Per queste trappole si forniscono nelle tabelle seguenti i dati costruttivi per le bande dei 10,12,15,17,20,30 e 40 metri e per i tipi di supporto che, con la pratica, si sono dimostrati i più adatti (gli altri sono tutti nel cestone delle trappole abortite, ma mai buttate ☺...);
- B) DIMENSIONAMENTO “LIBERO”, mediante l'utilizzo di un semplice foglio di calcolo Excel già collaudato e per così dire “convalidato” con l'uso pratico (vedi file a parte sul sito);

Il cavo coassiale che ho utilizzato è il tipo RG58U, da 0,94 pF/cm. e diametro esterno 5,1 mm., ma una interessante possibilità è rappresentata dall'utilizzo del coassiale M17-113-RG316,avente un diametro esterno di 2,5 mm. La capacità specifica lineare del cavo RG316 è praticamente identica a quella dell'RG58U : 0,97 pF/cm. anziché 0,94 pF. Entrambe le capacità dei cavi coassiali sono state misurate sperimentalmente con capacimetro professionale di precisione [TNX Vittorio IK4CIE].

I criteri costruttivi generali che ho adottato sono i seguenti :

- 1) Nella scelta fra diverse possibili combinazioni dei fattori 2) e 3), ossia diametro del supporto e numero di spire, ho preferito per quanto possibile la configurazione a “trappola quadrata”, cioè con il rapporto L/D il più possibile vicino a 1 [L indica la larghezza dell'avvolgimento, D il diametro del supporto]. Questo criterio non è stato rispettato in modo assoluto, volendo anche ottenere una certa maneggevolezza del supporto : avere cioè supporti con diametro sufficientemente grande da poter poi saldare agevolmente al loro interno i capi calza – centrale del cavo coassiale;
- 2) A parità degli altri parametri, dovendo scegliere ho optato per la configurazione col maggior numero di spire. Questa scelta rende meno critiche le differenze percentuali fra lunghezze calcolate e lunghezze realizzate, e minimizza i possibili errori di imprecisione costruttiva;
- 3) Ho utilizzato una lunghezza di cavo coassiale un poco maggiorata (+1%) rispetto alla lunghezza teorica calcolata, in base al principio che accorciare il coassiale è più semplice e rapido che aggiungerne, e che una eventuale piccolo eccesso di lunghezza di coassiale rispetto al necessario per la frequenza di risonanza desiderata può essere compensato allargando un poco la distanza fra le spire : vedi paragrafo “DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA”;

## **A) DIMENSIONAMENTO DI TRAPPOLE “STANDARD**

Per quanto riguarda la modalità A) relativa al dimensionamento di “trappole standard”, consultare le tabelle seguenti.

		Intervallo di banda (MHz.)		<b>CW (CAVO RG58U)</b>								
BANDA (metri)	L	U	f <sub>0</sub> (MHz)	D(mm.)	n	l <sub>0</sub> (cm.)	l (cm.)	I <sub>T</sub> (cm.)	L (cm.)	L/D	Capacità (pF)	Induttanza (μH)
10	28,000	28,050	28,025	32,0	4,394	51,2	51,7	<b>61,7</b>	26,0	0,701	49	0,66
12	24,890	24,920	24,905	32,0	4,845	56,5	57,0	<b>67,0</b>	26,0	0,701	54	0,76
15	21,000	21,060	21,030	32,0	5,583	65,1	65,7	<b>75,7</b>	31,0	0,836	62	0,93
17	18,068	18,100	18,084	40,0	5,127	72,6	73,4	<b>83,4</b>	31,0	0,687	69	1,12
20	14,000	14,040	14,020	50,0	5,129	88,7	89,6	<b>99,6</b>	31,0	0,563	84	1,53
30	10,100	10,150	10,125	50,0	6,687	115,6	116,7	<b>126,7</b>	36,0	0,653	110	2,25
40	7,000	7,035	7,018	82,0	5,670	155,1	156,7	<b>166,7</b>	31,0	0,356	147	3,49
80	3,500	3,550	3,525	82,0	9,823	268,8	271,5	<b>281,5</b>	52,0	0,597	255	7,99

		Intervallo di banda (MHz.)		<b>SSB (CAVO RG58U)</b>								
BANDA (metri)	L	U	f <sub>0</sub> (MHz)	D(mm.)	n	l <sub>0</sub> (cm.)	l (cm.)	I <sub>T</sub> (cm.)	L (cm.)	L/D	Capacità (pF)	Induttanza (μH)
10	28,301	28,674	28,488	32,0	4,335	50,5	51,0	<b>61,0</b>	26,0	0,701	48	0,65
12	24,930	24,990	24,960	32,0	4,836	56,4	56,9	<b>66,9</b>	26,0	0,701	54	0,76
15	21,152	21,450	21,301	32,0	5,524	64,4	65,0	<b>75,0</b>	31,0	0,836	61	0,91
17	18,111	18,168	18,140	40,0	5,113	72,4	73,2	<b>83,2</b>	31,0	0,687	69	1,12
20	14,100	14,350	14,225	50,0	5,070	87,8	88,6	<b>98,6</b>	31,0	0,687	83	1,50
30	---	---	NON ESISTE SERVIZIO SSB IN BANDA 30 METRI								---	---
40	7,050	7,200	7,125	82,0	5,604	153,3	154,9	<b>164,9</b>	31,0	0,356	146	3,43
80	3,621	3,729	3,675	82,0	9,498	259,9	262,5	<b>272,5</b>	52,0	0,597	247	7,60

		Intervallo di banda (MHz.)		<b>CW (CAVO M17-113-RG316)</b>								
BANDA (metri)	L	U	f <sub>0</sub> (MHz)	D(mm.)	n	l <sub>0</sub> (cm.)	l (cm.)	I <sub>T</sub> (cm.)	L (cm.)	L/D	Capacità (pF)	Induttanza (μH)
10	28,000	28,050	28,025	25,0	5,054	43,7	44,1	<b>54,1</b>	16,0	0,582	43	0,75
12	24,890	24,920	24,905	25,0	5,558	48,0	48,5	<b>58,5</b>	16,0	0,582	47	0,87
15	21,000	21,060	21,030	32,0	5,080	55,1	55,6	<b>65,6</b>	16,0	0,464	54	1,06
17	18,068	18,100	18,084	32,0	5,723	62,0	62,6	<b>72,6</b>	16,0	0,464	61	1,27
20	14,000	14,040	14,020	32,0	7,017	76,1	76,8	<b>86,8</b>	21,0	0,609	75	1,73
30	10,100	10,150	10,125	32,0	9,170	99,4	100,4	<b>110,4</b>	26,0	0,754	97	2,54
40	7,000	7,035	7,018	50,0	8,030	132,4	133,8	<b>143,8</b>	23,0	0,438	130	3,96
80	3,500	3,550	3,525	50,0	14,010	231,1	233,4	<b>243,4</b>	38,0	0,724	226	9,00

		Intervallo di banda (MHz.)		<b>SSB (CAVO M17-113-RG316)</b>								
BANDA (metri)	L	U	f <sub>0</sub> (MHz)	D(mm.)	n	l <sub>0</sub> (cm.)	l (cm.)	I <sub>T</sub> (cm.)	L (cm.)	L/D	Capacità (pF)	Induttanza (μH)
10	28,301	28,674	28,488	25,0	4,988	43,1	43,5	<b>53,5</b>	13,0	0,474	42	0,74
12	24,930	24,990	24,960	25,0	5,548	47,9	48,4	<b>58,4</b>	16,0	0,582	47	0,87
15	21,152	21,450	21,301	32,0	5,029	54,5	55,1	<b>65,1</b>	16,0	0,464	53	1,05
17	18,111	18,168	18,140	32,0	5,708	61,9	62,5	<b>72,5</b>	16,0	0,464	61	1,27
20	14,100	14,350	14,225	32,0	6,936	75,2	75,9	<b>85,9</b>	18,0	0,522	74	1,70
30	---	---	NON ESISTE SERVIZIO SSB IN BANDA 30 METRI								---	---
40	7,050	7,200	7,125	50,0	7,934	130,9	132,2	<b>142,2</b>	21,0	0,400	128	3,89
80	3,621	3,729	3,675	50,0	13,540	223,3	225,6	<b>235,6</b>	36,0	0,686	219	8,57

## B) DIMENSIONAMENTO “LIBERO”

Per il dimensionamento “libero” delle trappole potete utilizzare il foglio di calcolo che ho battezzato TRAPCALC, e che ho più volte utilizzato trovandolo affidabile ed accurato nella previsione del dimensionamento.

Con TRAPCALC potrete dimensionare trappole in coassiale partendo da supporti cilindrici di diametro esterno qualunque, e risonanti alla frequenza che vi occorre (sempre, ovviamente, nel campo delle HF).

Il foglio di calcolo è abbastanza autoesplicativo, ma descrivo qui di seguito le costanti e le variabili in gioco, sia di INPUT (da inserire manualmente) che calcolate.

- **DATI DI INPUT** (evidenziati in colore azzurro)

SIMBOLO   CELLA   SIGNIFICATO

$n_0$	B5	Numero di spire (affiancate), valore tentativo iniziale;
$h$	B6	Passo incrementale nella scansione del valore di $n$ in colonna F;
$D$	B7	Diametro esterno del supporto cilindrico in mm.;
$d$	B8	Diametro esterno del cavo coassiale in mm.;
$C_0$	B9	Capacità lineare specifica del cavo coassiale in pF/cm.;

- **FORMULE DI CALCOLO :**

$$[1] \quad f = (1000 / 2\pi\sqrt{LC}) \text{ esprimendo } C \text{ in pF, } L \text{ in mH}$$

$$[2] \quad L = (D + d)^2 n^2 / (18(D + d) + 40nd)$$

$$[3] \quad C = (C_0 \pi n (D + d) + 1) / 12$$

$$[4] \quad L = 10^6 / (4\pi^2 f^2 C)$$

**NOTA :** Le formule [2] e [3], che contengono le dimensioni lineari di lunghezza di  $D$  e  $d$  e la capacità specifica lineare  $C_0$ , sono valide esprimendo  $D$  e  $d$  in pollici (inches) e  $C_0$  in pF/feet (piedi). I calcoli in TRAPCALC tengono comunque conto della conversione delle unità di misura di lunghezza, con 1 Inch = 2,54 cm. e 1 Feet = 30,48 cm.

- **DATI DI OUTPUT (calcolati)**, evidenziati in colore **giallo chiaro** :

SIMBOLO	CELLA	SIGNIFICATO
(D + d)	B10	Diametro effettivo della trappola (da centrale a centrale del coax) in mm.
L	B12	Larghezza dell' avvolgimento (a spire affiancate) in mm.
L/D	B13	Rapporto fra larghezza dell' avvolgimento e diametro
$l_0$	B14	Lunghezza teorica calcolata del cavo coassiale

I dati calcolati nelle colonne D, E, F e G sono generati dalle formule di calcolo riportate sopra aumentando, con passo h, il valore tentativo iniziale di  $n_0$  inserito come dato di input nella cella B5. Per default h è fissato al valore di 0,005, che permette una scansione sufficientemente fine sulle corrispondenti frequenze di risonanza f.

- **UTILIZZO DEL FOGLIO DI CALCOLO**

- 1) Inserite i dati di input h, D, d e  $C_0$ ;
- 2) Inserite un valore tentativo iniziale per  $n_0$  nella cella B5;
- 3) Cambiate il valore di  $n_0$  nella cella B5 fino ad ottenere, nello spettro dei valori di f generati in colonna G, il valore nominale desiderato della frequenza di risonanza della trappola, o un valore il più possibile vicino ad esso : con un po' di pazienza, e lavorando sui decimali di  $n_0$ , si riesce a trovare esattamente la frequenza f desiderata;
- 4) Leggete, in colonna F, il valore di n corrispondente alla frequenza di risonanza f scelta;
- 5) Inserite tale valore di n nella cella B5;
- 6) A questo punto trovate, nelle celle B12, B13 e B14 i valori corretti rispettivamente di l, L/D ed  $l_0$ . Nelle celle D6 ed E6 trovate i valori di induttanza in  $\mu\text{H}$  e di capacità in pF della trappola.

A questo punto passiamo alla parte pratica di costruzione vera e propria della trappola.

- **ELENCO DEI MATERIALI NECESSARI**

- Cavo coassiale RG58U;
- Tubi in PVC di adeguato diametro e spessore;
- Taglierino (cutter);

- Trapano + 1 punta da 5 mm. e 1 da 2,5 mm.;
- 1 Stuzzicadenti appuntito;
- Colla rapida a base di cianoacrilato, tipo "Attack";
- Silicone idroresistente in tubetto del tipo per sigillature idrauliche, idrosanitari bagno, ecc;

Possibili fornitori :

Per il cavo coassiale RG58U : COMEL, Via Battistini 8/A Parma;

Per i tubi in PVC : Del Frate Tubi, Via Savani 26, Parma;

Per il restante materiale : Bricoman, Via San Leonardo angolo via Rastelli, Parma

#### • DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA

- 1) Tagliate un pezzo di tubo del diametro D prescelto e lungo almeno  $L+5$  cm, in modo da avere sul tubo un margine libero di 2,5 cm. per parte ai lati dell'avvolgimento. Non abbondate troppo, a tutto vantaggio del minor peso della trappola;
- 2) Al centro di una delle due zone di margine, quindi a 1,25 cm. dal bordo del tubo, fate un foro di 5 mm di diametro;
- 3) Tagliate uno spezzone di cavo coassiale lungo  $l_T$  cm. [vedere tabelle], dove  $l_T = l_0 (1,01) + 10$  cm. Lo spezzone lungo  $l_T$  cm. include la maggiorazione dell'1 % ed i due codini laterali di 5 cm. ciascuno. Su ciascun pezzo da 5 cm. verrà poi separato il filo centrale isolato dalla calza del coassiale (vedi punto 4 seguente);
- 4) Su un lato del coassiale segnate il punto a 5 cm. dall'estremità e separate il filo centrale isolato dalla calza del coassiale. Per fare ciò; :
  - a) Incidete tutto intorno con un taglierino il rivestimento in gomma del coassiale, fino a staccarlo completamente [Foto 1, punto 1]. Non calcate troppo la mano col taglierino, per evitare di incidere la calza sottostante, sacrificando fili della stessa;
  - b) Sempre col taglierino, fate un taglio longitudinale sul tratto di 5 cm. lungo la costa del coassiale, dal collare di incisione circolare fino all'estremità del coassiale. Stessa precauzione : incidete bene il rivestimento in gomma ma avendo cura di risparmiare la calza sottostante;
  - c) Spellate via il rivestimento in gomma, in modo da lasciare scoperta la calza sottostante [Foto 1, punto 2];



- d) Con una punta (va benissimo, ad esempio, uno stuzzicadenti appuntito) separate con pazienza i fili della calza.. Partite dall'estremità e, senza fare nodi, isolate i singoli fili metallici della calza fino a raggiungere l'inizio del rivestimento in gomma, a 5 cm. dall' estremità;
- e) Arrotolate i fili della maglia e spellate per 2 cm. l'isolamento del centrale, quindi arrotolate bene fra loro sia i fili della calza che quelli dello spezzoncino terminale del centrale [Foto 1, punto 3].

### FOTO 1 : PREPARAZIONE DEL CAVO COASSIALE



- 5) Infilate il coassiale nel foro del supporto, se necessario allargate appena il foro ma in modo che il coassiale vi passi a sforzo e non resti lasco. Fate sporgere, all' interno del supporto cilindrico, 1 cm. di rivestimento;
- 6) Avvolgete tutto il coassiale a spire affiancate in leggera tensione, iniziando ad avvolgere a circa 1 cm più a destra del foro, e a fine avvolgimento segnate, sulla superficie esterna del supporto il punto in cui dovrete praticare il secondo foro da 5 mm., tenendo conto dei 5 cm. del secondo codino. Il secondo foro dovrà essere spostato verso l'esterno del supporto (lato bordo del tubo) di 1 cm. rispetto alla linea di avvolgimento, per permettere se

necessario la successiva spaziatura “a fisarmonica” fra le spire in fase di taratura fine;

- 7) Individuato così il punto giusto, ripetete l'operazione di cui al punto 5) questo lato del coassiale (anche qui, 1 cm. più a destra rispetto alla linea di avvolgimento), quindi fate un secondo foro da 5 mm. e passate all'interno il coassiale, lasciando anche qui 1 cm di rivestimento all'interno;
- 8) Arrotolate bene fra loro le estremità di calza e centrale e saldateli assieme;
- 9) In corrispondenza dei due reofori liberi della trappola, centrale da un lato e calza dall'altro, praticate sul supporto da ciascun lato un foro da 2,5 mm. e fate passare i reofori all'esterno, in modo che siano disponibili per i collegamenti elettrici all'antenna;
- 10) Segnate in modo ben chiaro, ad esempio con un punto rosso con pennarello indelebile, il lato dalla parte della calza del coassiale, e coprite il segno con un giro di nastro adesivo trasparente in modo da evitare che si cancelli;

**NOTA 1** : Nel suo impiego, la trappola non è un elemento simmetrico, ma ha un suo ben determinato verso. Precisamente, il lato calza del coassiale va sempre collegato al lato alimentazione dell' antenna cioè verso l'interno di un dipolo (lato PL o balun, al vertice del dipolo stesso) o, nelle verticali, al lato basso, appunto verso l'alimentazione dell' antenna;

**NOTA 2** : Per una buona tenuta all'acqua e alle intemperie in esterno, una volta completata la trappola tutto il tratto di coassiale interno al supporto e, dopo aver fissato in modo stabile i terminali, anche i contatti esterni, andranno abbondantemente annegati in silicone, e con i reofori così “accecati” potrebbe non essere così semplice individuare a posteriori qual è il reforo corrispondente alla calza e quale al centrale del coassiale, da cui la precauzione del punto 10).

A questo punto la trappola è pronta per la taratura, che potrete effettuare mediante il “ciappino” descritto su questo stesso sito seguendo la procedura descritta di seguito.

In foto 2 vedete alcuni esemplari di trappole finite.

## FOTO 2 : ALCUNI ESEMPLARI DI TRAPPOLE FINITE



- **TARATURA DELLA TRAPOLA**

Collegate il ciappino ai reofori della trappola e individuate la frequenza  $f$  di risonanza; Se tale frequenza  $f$  coincide con la frequenza nominale  $f_0$  desiderata, cioè se trovate  $f = f_0$ , avete finito e la trappola è pronta per la siliconatura finale e per i fori di fissaggio sul supporto. Ma, a causa della “abbondanza” dell’1 % appositamente introdotta nella lunghezza del coassiale, ciò non dovrebbe succedere, e dovrete invece trovare  $f < f_0$ , ossia una frequenza di risonanza **più bassa** della frequenza nominale  $f_0$ . Se invece, già a questo punto, avete  $f > f_0$  qualcosa non va, verosimilmente avrete avvolto troppo poco coassiale. E poiché l’aggiustamento fine mediante aumento della spaziatura fra le spire può soltanto *alzare* la frequenza di risonanza diminuendo la capacità  $C$  della trappola e cioè diminuendo l’ accoppiamento capacitivo fra le spire, abbiamo un problema : l’ unica possibilità è o rifare l’avvolgimento con più coassiale (perché aggiungerne diventa una bojata) oppure saldare uno spezzoncino di coassiale di 4 – 5 cm. in parallelo alla trappola per avere  $f < f_0$ , quindi “potarlo” a 3 o 4 mm. per volta fino ad ottenere  $f = f_0$ . Questa soluzione funziona [agli inizi, qualche volta l’ ho usata] ma se la adottate dovrete avere la precauzione di siliconare molto bene le saldature del parallelo e, soprattutto, di siliconare e nastrare abbondantemente l’ estremità tagliata dello spezzone con calza e centrale 2avista”, per evitare l’ infiltrazione di acqua al suo interno.

Se dunque, come dovrebbe essere, trovate  $f < f_0$ , stirate leggermente e in modo uniforme l' avvolgimento in modo da aumentare uniformemente la spaziatura fra le spire, rifate a misura di  $f$  e ripetete l' operazione fino ad ottenere  $f = f_0$ . A questo punto, avendo cura di ***NON modificare*** la configurazione delle spire, fissate con abbondante colla Attack le spire al supporto e fra di loro e lasciate asciugare, la trappola è pronta. Se, nonostante gli stiracchiamenti anche estremi compatibilmente con lo spazio disponibile, avete ancora sempre  $f < f_0$  abbiamo di nuovo un problema, c'è del coassiale di troppo e l'unica possibilità è accorciare il coassiale (per tentativi e a piccoli passi) fino ad arrivare a  $f = f_0$ , fare dunque un altro foro da 5 mm. e riprovare.

Di norma però la situazione che si verifica è la  $f < f_0$  riconducibile ad  $f = f_0$ , il che vi porta al termine del lavoro.

- **COMPLETAMENTO DELLA COSTRUZIONE E SIGILLATURA CON SILICONE**

- 1) Se la trappola è destinata ad un dipolo filare, su ciascun lato della trappola fate un altro foro da 5 mm, in linea nel senso di avvolgimento, che servirà per l' ancoraggio del dipolo da collegare alla trappola. Il foro va fatto a 2,5 cm. dal forellino da cui esce il reoforo. Il modo in cui realizzare il fissaggio del filo del dipolo al supporto della trappola è parzialmente visibile in foto 2, a sinistra in alto (filo azzurro) nella trappola con diametro 80 mm. Semplicemente, il filo del dipolo fa un'ansa passante attraverso l' apposito foro, e l'ansa viene fissata con un piccolo cavallotto a U che fa la tenuta meccanica. Lo spezzone terminale interno del filo viene poi collegato al reoforo della trappola durante la taratura [attorcigliato, oppure mediante un "mammoth"] e, terminata la taratura finale, viene saldato al reoforo della trappola.
- 2) Annegare tutto in abbondante silicone, soprattutto in corrispondenza delle giunzioni e al punto di uscita di calza e centrale dal coassiale, in modo da evitare che restino passaggi per l' infiltrazione d' acqua;

Le trappole così ottenute reggono tranquillamente i 500 W di potenza legale... ☺

- **SVILUPPI FUTURI**

Con un altro tipo di cavo, l' M17-113-RG316 tipo "Kelemen" (è con questo cavetto coassiale che sono fatte le trappole dei dipoli multibanda Kelemen della WiMo) è possibile costruire, con lo stesso metodo descritto sopra, trappole più piccole e più leggere di quelle fatte con l'RG58U. Il coassiale M17-113-RG316 ha un diametro esterno di 2,5 mm., la metà dell' RG58U, ed ha una capacità specifica lineare praticamente identica : 0,97 pF/cm. anziché 0,94. pF.

Personalmente non ho ancora sperimentato intensivamente l' autocostruzione di trappole con questo tipo di coassiale, ma una prima costruzione prototipale di trappola tipo Kelemen per i 40 metri è stata recentemente realizzata col metodo descritto in questo articolo da Vittorio

IK4CIE [TNX !]. Questo primo prototipo ha dato ottimi risultati, dimostrando l' esattezza del calcolo con TRAPCALC anche per questo tipo di cavo. Posso inoltre assicurare che le trappole Kelemen originali del mio dipolo commerciale 10 / 15 / 20 metri, fatte col medesimo coassiale, reggono benissimo i 500 W di potenza.

Nelle tabelle riporto anche per l' M17-113-RG316 i calcoli già esposti per l' RG58U.

Il risultato ottenuto col primo prototipo è incoraggiante, ma andrà confermato con altre verifiche sperimentali : si dovranno costruire e collaudare altre trappole Kelemen per poter dire di aver consolidato il metodo anche per queste. Spero dunque che questa "nuova" (per me) frontiera di autocostruzione di trappole "ultraleggere" possa stimolare ed invogliare altri a provare a costruirle..

## • APPENDICE

Il fattore 1000 a denominatore deriva dal prodotto  $(10^{-6}) \cdot (10^9)$ .

Il fattore  $10^{-6}$  deriva dal fatto che 1 Hz è  $10^{-6}$  MHz, mentre il fattore  $10^9$  proviene dalla estrazione di radice quadrata del fattore  $10^{-18}$  : in generale, la radice quadrata di  $X^n$  è  $X^{n/2}$ , per cui  $\sqrt{(10^{-18})} = 10^{-9}$

Il cambio di segno nell' esponente da  $10^{-9}$  a  $10^9$  è dovuto al fatto di portare tale fattore dal denominatore al numeratore della frazione.

Resta da spiegare il  $10^{-18}$  sotto radice quadrata, che deriva semplicemente dal prodotto di  $10^{-6}$  (per passare dagli Henry ai  $\mu\text{H}$  :  $1 \mu\text{H}$  è  $10^{-6}$  H) per  $10^{-12}$  (per passare dai Farad ai pF :  $1 \text{ pF}$  è  $10^{-12}$  Farad) :  $10^{-6} \cdot 10^{-12} = 10^{-18}$