

## Trasformatori e Chokes per ricezione in 160 metri

di Pierluigi Mansutti IV3PRK

Di fondamentale importanza è l'impiego di toroidi di materiale corretto, adatto alle gamme di frequenza interessate. Ci sono ferriti con massima permeabilità in bassa frequenza e ce ne sono di quelle per l'impiego in VHF e UHF. Ad occhio i toroidi in ferrite sono tutti uguali, aldilà delle dimensioni, e bisogna fare attenzione a quelli trovati sulle bancarelle a pochi soldi; se non si conosce la loro sigla, e quindi le loro caratteristiche, è impossibile utilizzarli correttamente.

Le sottostanti tabelle tratte dal catalogo della Amidon sono di facile comprensione: il primo numero dopo la "FT" indica le dimensioni fisiche in centesimi di pollice, ed il secondo numero indica il tipo di materiale.

### FERRITE TOROIDAL CORES

| Physical Dimensions - Ferrite Toroids |              |              |               |                   |                               |                           |
|---------------------------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------|
| core size<br>V                        | OD<br>inches | ID<br>inches | Hgt<br>inches | Mean length<br>cm | Cross Sect<br>cm <sup>2</sup> | Volume<br>cm <sup>3</sup> |
| FT-23                                 | .230         | .120         | .060          | 1.34              | .021                          | .028                      |
| FT-37                                 | .375         | .187         | .125          | 2.15              | .076                          | .163                      |
| FT-50                                 | .500         | .281         | .188          | 3.02              | .133                          | .402                      |
| FT-50 -A                              | .500         | .312         | .250          | 3.18              | .152                          | .483                      |
| FT-50 -B                              | .500         | .312         | .500          | 3.18              | .303                          | .963                      |
| FT-82                                 | .825         | .520         | .250          | 5.26              | .246                          | 1.294                     |
| FT-87 -A                              | .870         | .540         | .500          | 5.42              | .315                          | 1.710                     |
| FT-114                                | 1.142        | .750         | .295          | 7.42              | .375                          | 2.783                     |
| FT-114-A                              | 1.142        | .750         | .545          | 7.42              | .690                          | 5.120                     |
| FT-140                                | 1.400        | .900         | .500          | 9.02              | .806                          | 7.270                     |
| FT-150                                | 1.500        | .750         | .250          | 8.30              | .591                          | 4.905                     |
| FT-150-A                              | 1.500        | .750         | .500          | 8.30              | 1.110                         | 9.213                     |
| FT-193-A                              | 1.932        | 1.250        | .750          | 12.31             | 1.460                         | 18.000                    |
| FT-240                                | 2.400        | 1.400        | .500          | 14.40             | 1.570                         | 22.608                    |

### A<sub>L</sub> Values (mH / 1000 turns) - Ferrite Toroids

To complete the part number add the Mix number to the Core size number  
The 63 & 72 materials are being superseded by the 67 & 77 materials respectively.

| Material ><br>core size<br>V | 43<br>u=850 | 61<br>u=125 | 63<br>u=250 | 67<br>u=40 | 68<br>u=20 | 72<br>u=2M | 75<br>u=5M | 77<br>u=2M | F<br>u=3M | J<br>u=5M |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| FT-23                        | 188         | 24.8        | 7.9         | 7.8        | 4.0        | 396        | 990        | 356        | NA        | NA        |
| FT-37                        | 420         | 55.3        | 17.7        | 17.7       | 8.8        | 884        | 2210       | 796        | NA        | NA        |
| FT-50                        | 523         | 68.0        | 22.0        | 22.0       | 11.0       | 1100       | 2750       | 990        | NA        | NA        |
| FT-50 -A                     | 570         | 75.0        | 24.0        | 24.0       | 12.0       | 1200       | 2990       | 1080       | NA        | NA        |
| FT-50 -B                     | 1140        | 150.0       | 48.0        | 48.0       | 12.0       | 2400       | NA         | 2160       | NA        | NA        |
| FT-82                        | 557         | 73.3        | 22.4        | 22.4       | 11.7       | 1170       | 3020       | 1060       | NA        | 3020      |
| FT-87 -A                     | NA          | NA          | NA          | NA         | NA         | NA         | NA         | NA         | 3700      | 6040      |
| FT-114                       | 603         | 79.3        | 25.4        | 25.4       | 12.7       | 1270       | 3170       | 1140       | 1902      | 3170      |
| FT-114-A                     | NA          | 146.0       | NA          | NA         | NA         | 2340       | NA         | NA         | NA        | NA        |
| FT-140                       | 952         | 140.0       | 45.0        | 45.0       | NA         | 2250       | 6736       | 2340       | NA        | 6736      |
| FT-150                       | NA          | NA          | NA          | NA         | NA         | NA         | NA         | NA         | 2640      | 4400      |
| FT-150-A                     | NA          | N           | NA          | NA         | NA         | NA         | NA         | NA         | 5020      | 8370      |
| FT-193-A                     | NA          | NA          | NA          | NA         | NA         | NA         | NA         | NA         | 4460      | 7435      |
| FT-240                       | 1240        | 173.0       | 53.0        | 53.0       | NA         | 3130       | 6845       | 3130       | NA        | 6845      |

### Magnetic Properties - Ferrite Materials

| Material >    | 43  | 61  | K   | 67 | 68 | W      | 75/J | 77   | F    | H      |
|---------------|-----|-----|-----|----|----|--------|------|------|------|--------|
| Initial Perm. | 850 | 125 | 290 | 40 | 20 | 10,000 | 5000 | 2000 | 3000 | 15,000 |

La seconda tabella fornisce il numero "AL" che semplifica il calcolo delle spire necessarie per ottenere l'induttanza richiesta, con la seguente formula:

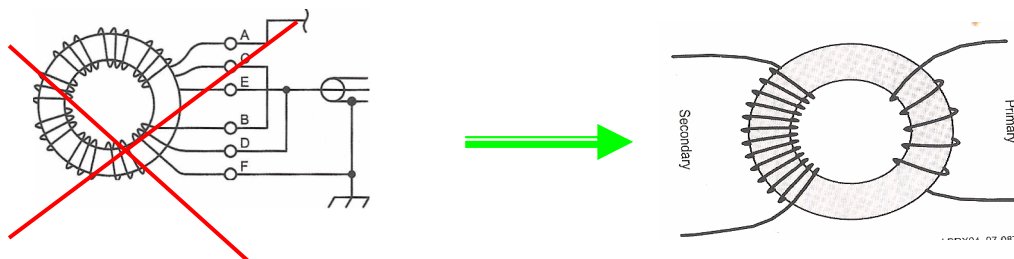
- Numero di spire = 1.000 \* Radice Quadrata ( Induttanza in mH / AL )

Pertanto un trasformatore di 18:1 fatto con due toroidi apparentemente uguali, FT50-77 ed FT50-61, richiederebbe 21 e 5 spire nel primo caso e 68 e 16 nel secondo, certamente impraticabile.

## Trasformatori

Nel corso degli anni c'è stato un evolversi continuo nelle esperienze in questo settore ed io stesso ho cambiato almeno quattro volte il tipo di trasformatore sulle antenne in ricezione.

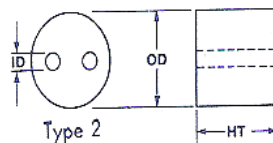
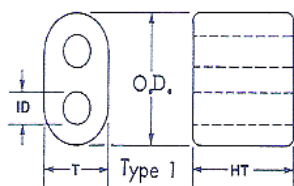
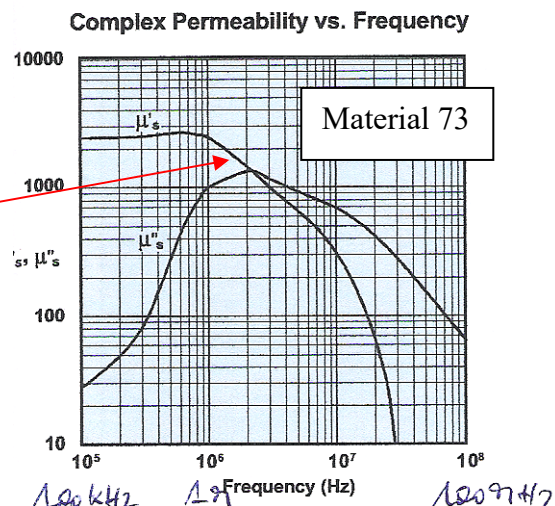
Da tempo sono stati abbandonati gli autotrasformatori con avvolgimenti trifilari o simili per passare a quelli molto più semplici con due avvolgimenti completamente separati, in cui la calza del cavo di alimentazione è tenuta isolata e non collegata alla terra dell'antenna. E' questo un accorgimento fondamentale per evitare che la radio frequenza captata dalla calza del cavo coassiale passi nel conduttore interno attraverso l'antenna od alla connessione comune alla terra, sommando quindi rumore generale al segnale ricevuto dalla direzione desiderata: è il "common noise".



Anche la scelta dei materiali più adatti è mutata e, dopo aver abbandonato i piccoli toroidi di materiale ceramico MN8CX ( permeabilità di 10.000 ma solo in bassa frequenza), si è passati a preferire il materiale 43 e 77 ma, soprattutto, il 73 nella forma binoculare.

La sua elevata permeabilità, che rimane 1.500 alla frequenza di 2 MHz, e la forma fisica permettono di ottenere la massima induttanza con un minor numero di spire ed una conseguente riduzione di perdite.

Il grafico a destra è tratto dal catalogo della Fair-Rite mentre sotto è la tabella della Amidon in cui è compreso lo stesso BN73-202.



Dimensions in inches;  $A_L$  value in mh/1000 turns based on hole to hole winding

| Part No.   | OD    | ID   | Hgt   | Th   | Type | $A_L$ | Part No.   | OD   | ID   | Hgt  | Th   | Type | $A_L$ |
|------------|-------|------|-------|------|------|-------|------------|------|------|------|------|------|-------|
| BN-43-202  | .525  | .150 | .550  | .295 | one  | 2890  | BN-61-2302 | .136 | .035 | .093 | .080 | one  | 100   |
| BN-43-2302 | .136  | .035 | .093  | .080 | one  | 680   | BN-61-2402 | .280 | .070 | .240 | .160 | one  | 280   |
| BN-43-2402 | .280  | .070 | .240  | .160 | one  | 1277  | BN-61-1702 | .250 | .050 | .470 | ---  | two  | 420   |
| BN-43-3312 | .765  | .187 | 1.000 | .375 | one  | 5400  | BN-61-1802 | .250 | .050 | .240 | ---  | two  | 310   |
| BN-43-7051 | 1.130 | .250 | 1.130 | .560 | one  | 6000  | BN-73-202  | .525 | .150 | .550 | .295 | one  | 8500  |
| BN-61-202  | .525  | .150 | .550  | .295 | one  | 425   | BN-73-2402 | .275 | .070 | .240 | .160 | one  | 3750  |

### **Procedura di calcolo di un trasformatore per antenne riceventi:**

1. la reattanza dell'avvolgimento primario, dal lato antenna, deve essere almeno 4 volte l'impedenza dell'antenna, quindi per una Pennant .....  $4 * 900 = 3.600 \text{ ohm}$
2. l'induttanza richiesta alla frequenza operativa più bassa di 1.8 MHz risulta, dalla formula classica  $L = Z / (2 * \pi * F)$  .....  $3.600 / (6,28 * 1,8)$  .....  $= 318 \mu\text{H} = 0,318 \text{ mH}$
3. si calcola il numero di spire necessario sul lato antenna con  $N = 1.000 * \text{RadQ}(L \text{ in mH} / AL)$  e quindi per il BN73-202 ....  $1.000 * \text{Radice quadrata}(0,318 / 8.500) = 6,12$  spire per il primario
4. il rapporto delle impedenze fra primario e secondario l'uscita a 50 ohm, quindi di  $900/50 = 18$
5. il rapporto di spire fra primario e secondario è uguale alla radice quadrata del rapporto fra le impedenze...  $\text{RadQ}(Z_p/Z_s)$  ....  $= \text{Radice quadrata}(18)$  .....  $= 4,24$
6. Quindi N.ro di spire richieste per il secondario (lato 50 ohm) .....  $= 6,12 / 4,24$  .....  $= 1,44$
7. che è necessario arrotondare ad un numero intero; se lo portiamo a 2, il numero di spire per il primario sale a 8,49... sarà meglio portarlo a 3 di modo che il 12,73 risultante per il primario è più vicino a 13 spire intere
8. risultato definito: 13 spire sul lato antenna e 3 spire sul lato del cavo di 50 ohm.

*Ho scritto questa semplice procedura su un foglio Excel, che non riesco a caricare qui.  
Posso inviarlo via e-mail su richiesta al mio indirizzo: [luis@iv3prk.it](mailto:luis@iv3prk.it)*

Il trasformatore dell'esempio citato può essere realizzato avvolgendo prima le tre spire del secondario con filo smaltato da mm. 0,55 e sopra le 13 spire del primario con filo smaltato da mm. 0,40; si usa ciò che si ha a disposizione, ma con questi diametri gli avvolgimenti riescono a starci.

Avvolgendo le spire più numerose "sopra" è facile rimuoverne eventualmente una in seguito alla verifica con un analizzatore d'antenna, che deve essere sempre fatta. Infatti sul campo quasi tutti i miei trasformatori risultano avere 3 e 12 spire, in qualche caso anche 2 ed 8, quale miglior risultato di adattamento delle impedenze. A volte dipende dalla situazione del carico reale dell'impedenza, ma a volte anche dal materiale del toroide stesso che può variare da una partita all'altra. Può succedere di ottenere risultati anche inspiegabili come verificatosi diversi anni fa con alcuni toroidi FT140-43, che a quel tempo erano maggiormente consigliati per questi usi. Avvolti e riavvolti dopo diversi tentativi, non riuscivo ad ottenere una lettura migliore di:  $R=65$ ,  $X=107$ ,  $Z=125$ ,  $\text{SWR}=5,44$ ; è stato sufficiente aggiungere in serie all'uscita una capacità di 820 pF ( $X_c = 108$ ) per ottenere:  $R=52,5$   $X=0$   $Z=52,5$ : assolutamente perfetto, però era diventato risonante solo in 160 metri!

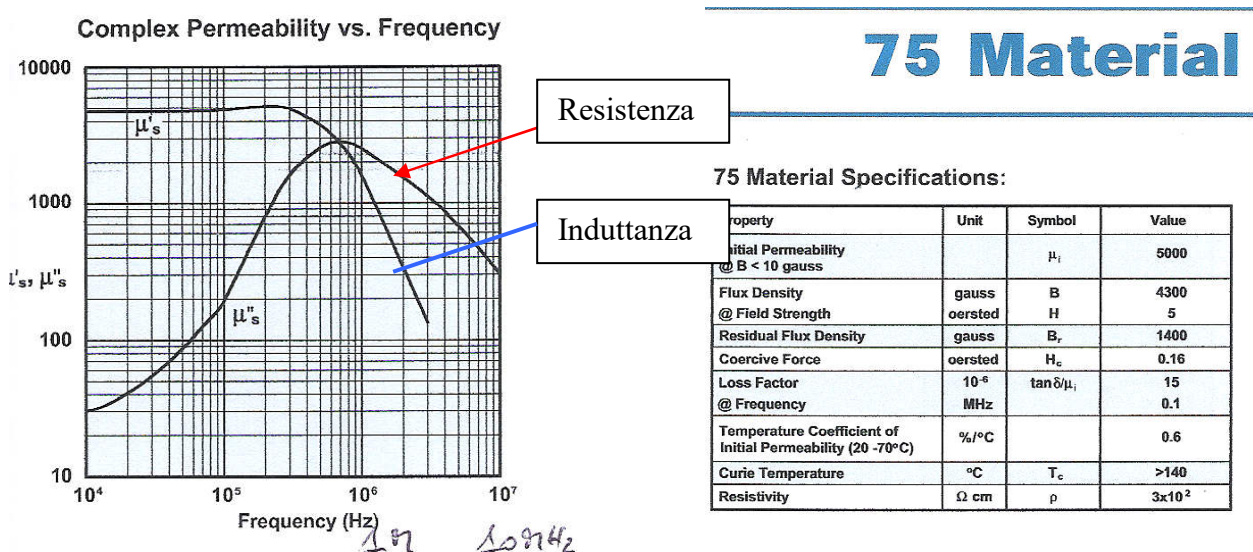




## Chokes o Impedenze di arresto RF

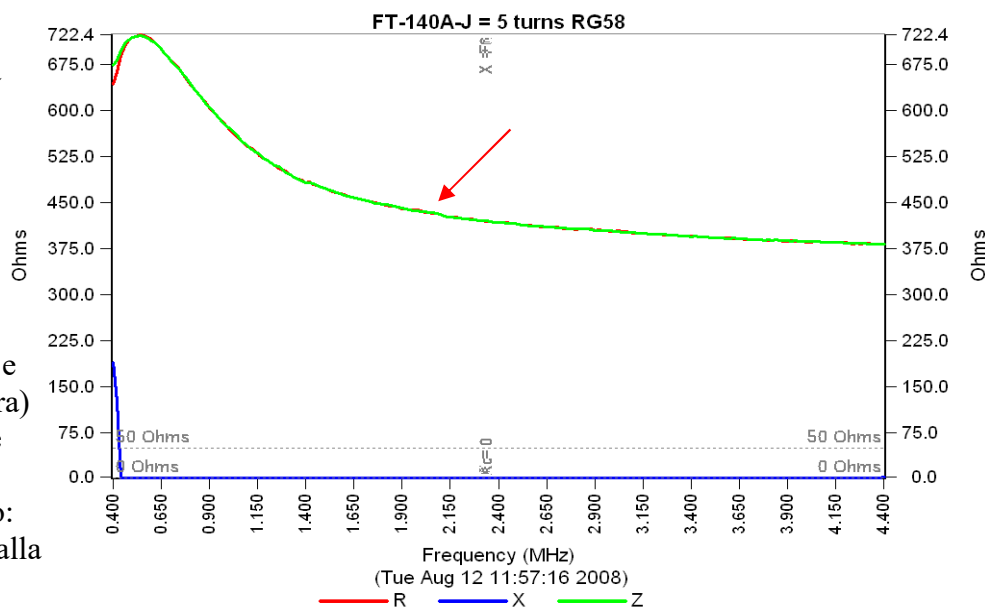
Le tabelle Amidon riportano solamente la permeabilità iniziale del materiale ( $\mu$ ) mentre per una descrizione più completa è necessario ricorrere al catalogo della Fair-Rite scaricabile gratuitamente dal loro sito <http://www.fair-rite.com/cgibin/catalog.pgm>. Fair-Rite è il maggior produttore dei materiali in ferrite; Amidon è solo un distributore. Le sezioni tecniche del catalogo sono certamente eccessive per i nostri scopi, ma dopo aver studiato l'interessante "RFI Tutorial" di Jim Brown, K9YC, scaricabile qui: [www.audiosystemsgroup.com/RFI-Ham.pdf](http://www.audiosystemsgroup.com/RFI-Ham.pdf), si possono trovare delle informazioni molto utili.

Per ogni tipo di materiale sono forniti i grafici che riportano la permeabilità complessiva ( $\mu'$  e  $\mu''$ ) in relazione alla frequenza. Da notare che  $\mu'$  indica la componente dell'induttanza, mentre  $\mu''$  indica la componente della resistenza. La prima quindi determina l'induttanza degli avvolgimenti nei trasformatori, mentre la seconda è interessante per l'uso come "choke" o soppressore di RF, e chiaramente lo deve essere alle frequenze di nostro interesse, non in bassa frequenza od in VHF.



Qui sopra ho riportato l'esempio del materiale 75: la permeabilità iniziale ( $\mu'$ ) da 5.000 scende a circa 300 in corrispondenza della frequenza di 2 MHz, mentre la  $\mu''$  è attorno ai 1.600, certamente la più elevata fra i materiali disponibili. Questa caratteristica lo rende adatto all'uso come "Common Mode Choke", ossia come impedenza d'arresto per la RF che scorre sulla calza del cavo coassiale. Circa 20 anni fa avevo acquistato diversi pezzi di FT140-J (J = materiale 75) ed, un po' alla volta, sono stati tutti utilizzati a questo scopo.

L'impedenza richiesta per un efficace azione di arresto del "common noise" in 160 metri è di almeno 1.500 ohm e, naturalmente, più elevata è e meglio è; eccedere non crea alcun problema. Ma questo va oltre il range del mio analizzatore, e pertanto la misura (qui a destra) si limita a 5 spire per ottenere risultati credibili. La lettura conferma infatti quanto atteso: l'impedenza è formata solo dalla



parte resistiva (la curva rossa è coperta esattamente da quella verde), mentre la reattanza (curva blue) scende a zero.

Il grafico qui a fianco rappresenta l'incremento della resistenza con l'aumento del numero di spire del cavo RG58 fino al massimo di 16, che si riesce a far passare attraverso il toroide.

Il dato effettivamente letto sull'analizzatore è quello da 2 ad 8 spire, dove aumenta in modo lineare fino a 1.000 ohm, il limite dello strumento.

I dati successivi sono costruiti sul grafico Excel.

La curva gialla è calcolata secondo la regola che dice:

"...l'impedenza aumenta

con il quadrato delle spire..", ma i valori sembrano esagerati e non combaciano con quelli effettivamente misurati con poche spire. Ritengo pertanto che la linea rossa, che rappresenta la tendenza stimata, possa essere più affidabile .... ed in ogni caso ben superiore al valore necessario.

Con un massimo di 16 spire di cavo RG58 sottile avvolte su un toroide FT140-J si raggiunge sicuramente un'impedenza resistiva di 2.000 ohm, più che sufficiente per bloccare i disturbi di radio frequenza che scorrono lungo la calza del cavo di alimentazione di ogni antenna ricevente.

Ulteriori accorgimenti possono essere necessari:

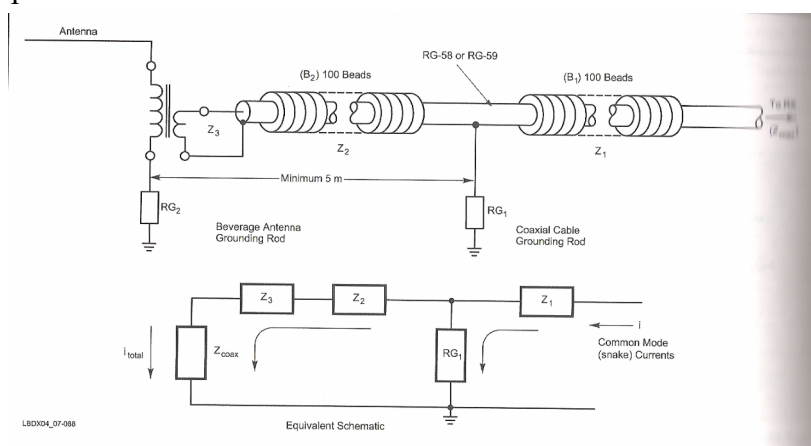
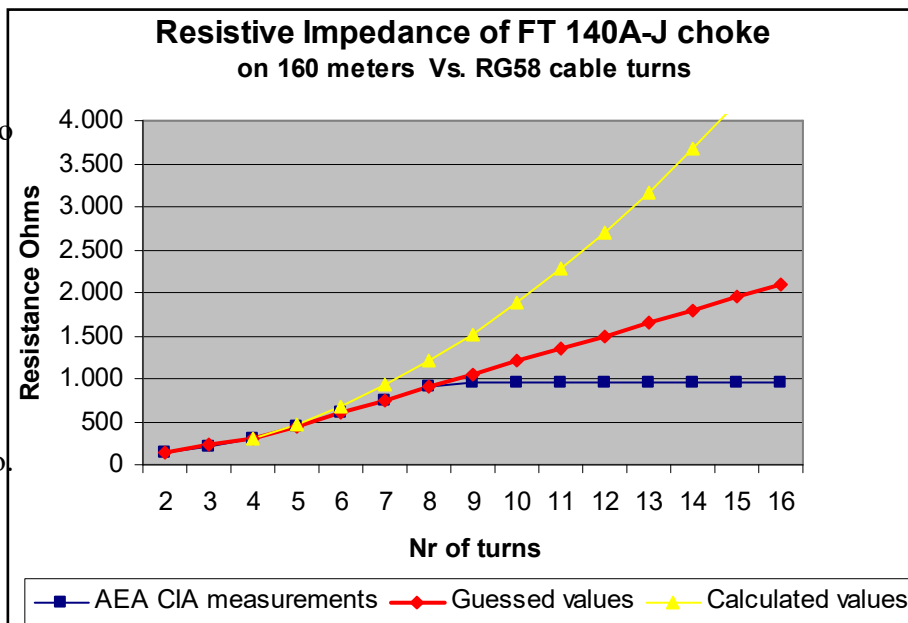
- distribuire le spire, come nella foto a destra, anziché fasciarle con il nastro adesivo, allo scopo di minimizzare ogni possibile induttanza o capacità fra le stesse;

- provvedere a collegare il cavo coassiale ad un picchetto di terra nel punto più vicino al "choke" per consentire lo scarico a terra della RF dallo stesso arrestata.

Questo stesso principio per la soppressione del "common noise" è ben illustrato nello schema qui a lato, tratto dal testo sacro di ON4UN, "Low Band DXing", che tutti dovrebbero possedere.

Attenzione però: non ci si attenda miracoli improvvisi da queste tecniche od accorgimenti. I miglioramenti apportati possono apparire impercettibili ed a volte sono anche superflui ma, se nel loro complesso, fanno sì che il segnale DX giunga all'ingresso del ricevitore anche con un solo dB al di sopra del livello del rumore, ne è valsa sicuramente la pena!

Queste note non hanno la pretesa di essere un trattato tecnico, ma solo una documentazione pratica delle mie esperienze dirette.



P.S.: Giugno 2025 – Dopo la stesura di queste note, ero stato informato del nuovo materiale #31, introdotto dalla Fair-Rite, e raccomandato da K9YC (Jim stesso ha rivisto il suo documento – quello sì che è un grande trattato tecnico – nel gennaio 2019 – vedi il link più sopra) come soppressore di RF (e quindi ideale come choke ma non ad uso trasformatore) sulle bande basse. Da allora, tutti i miei CMC – common mode chokes – sono realizzati con i grossi toroidi FT240-31, come si può vedere nei miei progetti di antenne in ricezione più recenti.