Isoonda OM radio

PRESENTA:

Antenne accorciate: il calcolo

Articolo già comparso su "Radioclubtigullio.it, old site" il 15/07/2010

Contenuto (rielaborato) ed illustrazioni desunte da *"Nuova Elettronica" e da Nerio Neri.*

Di IZ1TQI Aldo

Per motivi di spazio e praticità, non sempre è possibile utilizzare la reale lunghezza di una antenna, mi riferisco alle H.F. dei 20, 40, 80, 160 metri. Pertanto si è cercato di accorciare quanto più possibile le antenne, cercando di mantenere il miglior rapporto tra accorciamento e rendimento.

Seguendo il presente testo sarete in grado (con carta, penna e calcolatrice) di calcolarvi da soli qualsiasi accorciamento, *tenendo conto però che accorciamenti oltre il 50% si ripercuoteranno, a crescere, sull'efficienza dell'antenna.*

E' chiaro che una antenna corta ha un eccesso di reattività capacitiva, che dovrà essere compensata da una reattanza induttiva capace di annullarla o quasi, in modo da presentare comunque nel punto di alimentazione l'impedenza di 50 o 75 ohm, onde poter sfruttare la comodità dei cavi coassiali.

Tale reattività induttiva dovrà essere fornita da una bobina di compensazione.

Per fare ciò innanzitutto si dovrà decidere la *percentuale di accorciamento* e la *posizione* in cui inserire tale induttanza.

Tale artificio naturalmente porterà ad una *diminuzione di efficienza (nemmeno eccessiva) valutabile tra il 10% e il 20%, se le induttanza saranno realizzate a regola d'arte e l'accorciamento non supererà il 50%,* a vantaggio però della praticità e della possibilità di poter realizzare le vostre antenne in spazi ristretti.

Non prendete per oro colato nè la teoria nè le formule, che di volta in volta andranno adattate anche sperimentalmente all'ambiente circostante, con l'ausilio di un ros-metro.

Pertanto la lunghezza più idonea ed il numero delle spire della bobina, andranno valutete a seconda del punto in cui è posizionata l'antenna (la carrozzeria di una macchina) o dell'altezza da terra o degli oggetti in sua prossimità.

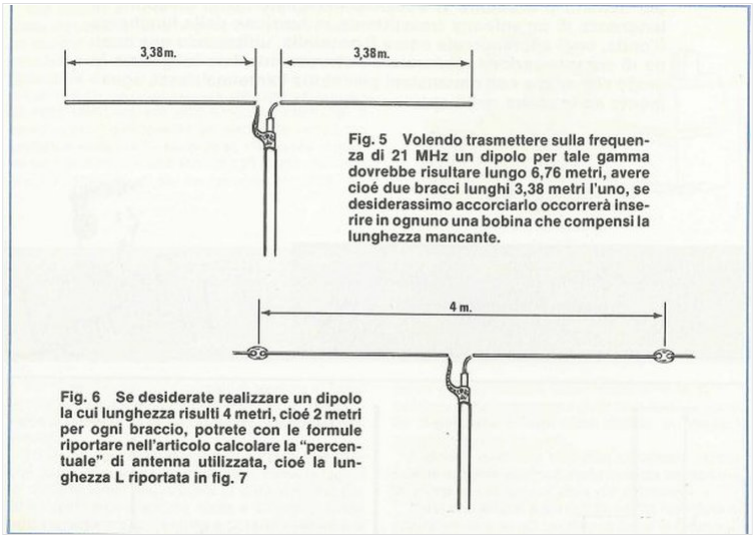


Fig. 5 Volendo trasmettere sulla frequenza di 21 MHz un dipolo per tale gamma dovrebbe risultare lungo 6,76 metri, avere cioé due bracci lunghi 3,38 metri l'uno, se desiderassimo accorciarlo occorrerà inserire in ognuno una bobina che compensi la lunghezza mancante.

Fig. 6 Se desiderate realizzare un dipolo la cui lunghezza risulti 4 metri, cioé 2 metri per ogni braccio, potrete con le formule riportare nell'articolo calcolare la "percentuale" di antenna utilizzata, cioé la lunghezza L riportata in fig. 7

Per questo motivo i semplici calcoli che andrò presentando, non corrisponderanno mai alla realtà pur approssimandovisi decorosamente.

Per giungere alla conclusione dei calcoli si presentano alcuni problemi: affrontiamone schematicamente uno alla volta.

Premessa: la lunghezza reale dell'antenna in funzione della frequenza : conoscerete tutti la classica formula per la lunghezza fisica:

f = 300 : λ;. f è la frequenza in MHz e λ la lunghezza d'onda in metri.

ed il fattore di accorciamento 0,9467 che ci dà la lunghezza elettrica dell'antenna.

Il fattore di accorciamento, o fattore K = 0,9467 è un valore medio, in realtà dovrebbe essere funzione del rapporto tra lunghezza e diametro dell'antenna, dell'altezza dal suolo e delle masse circostanti; per nostra sicurezza assumiamo tale fattore a 0,96, così corriamo un rischio minore di calcolare l'antenna troppo corta.

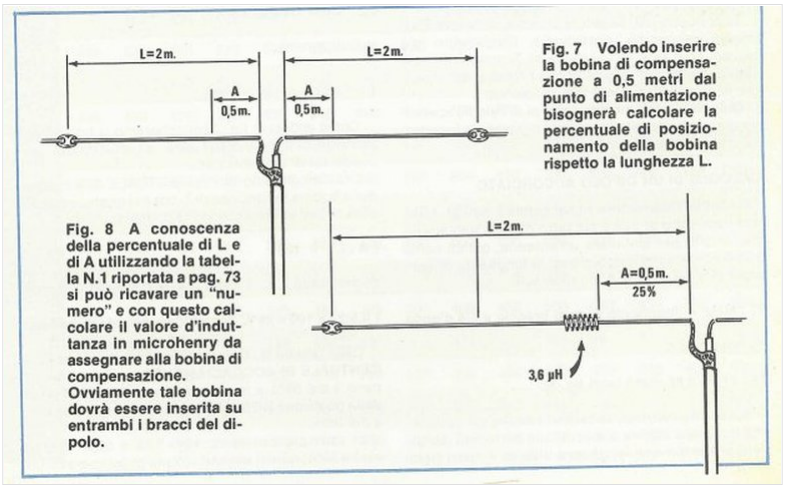


Fig. 7 Volendo inserire la bobina di compensazione a 0,5 metri dal punto di alimentazione bisognerà calcolare la percentuale di posizionamento della bobina rispetto la lunghezza L.

Fig. 8 A conoscenza della percentuale di L e di A utilizzando la tabella N.1 riportata a pag. 73 si può ricavare un "numero" e con questo calcolare il valore d'induttanza in microhenry da assegnare alla bobina di compensazione. Ovviamente tale bobina dovrà essere inserita su entrambi i bracci del dipolo.

Ora passiamo alle fasi vere e proprie:

1) Nel nostro caso ragionando sul quarto d'onda (λ/4), per antenne verticali, potremo semplicemente scrivere:

λ/4 = (75 : f) x 0,96

se l'antenna è a due bracci simmetrici (totale λ/2), l'altro braccio sarà uguale al primo;

2) Il secondo passaggio consiste nel decidere la lunghezza che vogliamo utilizzare e nel calcolare la percentuale di accorciamento:
chiamando "L"la lunghezza che vogliamo realizzare, scriveremo:

Y% = (L : λ/4)

3) Decisa L cioè la lunghezza dell'antenna, bisogna stabilire in quale punto di questa lunghezza desideriamo applicare la bobina di compensazione, ricavandone quindi la percentuale:
denominando "A" la distanza in metri dal punto di alimentazione al punto in cui porremo la bobina, allora:

X% = (A : L);

4) Una volta definite la percentuale di lunghezza antenna (L) e la percentuale di posizione della bobina (A) ci serviremo della successiva tabella che fornisce, all'incrocio della coordinata orizzontale (X%) con quella verticale (Y%), un coefficiente, che chiamiamo "a", da utilizzare nella formula seguente:

μH = a : (2π x f); 2π = 6,28; f in MHz; μH è l'induttanza della bobina in microhenry.

PERCENTUALE POSIZIONE DELLA BOBINA SU "L"

PERCENTUALE DI ACCORCIAMENTO ANTENNA	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%
5%	5000	5100	5400	5700	6000	6300	6500	7000	7500	8000	8500	9000	—	—	—
7,5%	3900	4000	4200	4400	4600	4800	5000	5400	5700	6200	6600	7100	8000	—	—
10%	2800	2900	3000	3100	3200	3400	3600	3800	4000	4400	4800	5200	5600	6300	7000
12,5%	2450	2550	2650	2750	2850	3025	3200	3370	3560	3900	4250	4600	4950	5600	6250
15%	2100	2200	2300	2400	2500	2650	2800	2950	3120	3400	3700	4000	4300	4900	5500
17,5%	1750	1850	1950	2050	2150	2275	2400	2525	2680	2900	3150	3400	3650	4200	4750
20%	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2250	2400	2600	2800	3000	3500	4000
22,5%	1290	1375	1460	1550	1650	1740	1840	1940	2070	2220	2390	2600	2800	3250	3700
25%	1170	1250	1320	1410	1490	1570	1670	1770	1880	2030	2160	2350	2600	3000	3400
27,5%	1060	1125	1180	1260	1300	1400	1500	1600	1700	1850	1950	2120	2400	2750	3100
30%	950	1000	1050	1120	1180	1250	1340	1430	1520	1670	1730	1900	2200	2500	2800
32,5%	885	930	980	1040	1100	1160	1240	1330	1420	1550	1630	1780	2030	2320	2600
35%	820	860	900	960	1010	1070	1140	1210	1310	1430	1510	1650	1850	2120	2400
37,5%	755	790	830	880	930	980	1040	1100	1200	1300	1400	1520	1670	1900	2200
40%	690	725	760	800	850	900	950	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1750	2000
42,5%	650	675	710	750	780	840	890	940	1030	1130	1230	1330	1440	1660	1880
45%	590	620	655	690	725	775	825	875	950	1050	1150	1250	1370	1560	1750
47,5%	540	575	600	630	660	710	760	810	870	970	1050	1180	1300	1450	1600
50%	500	525	550	575	600	650	700	750	800	900	1010	1130	1250	1370	1500
52,5%	470	490	510	540	570	610	650	700	750	840	950	1050	1170	1300	1450
55%	440	450	470	500	525	560	600	650	700	775	855	965	1070	1230	1400
57,5%	410	420	430	460	480	510	550	600	650	700	750	880	980	1160	1350
60%	380	390	400	425	450	475	500	550	600	650	700	800	900	1100	1300
62,5%	350	360	370	390	420	440	470	510	550	600	650	740	840	1000	1180
65%	320	330	340	360	380	400	430	460	500	550	660	680	765	900	1050
67,5%	290	300	310	330	350	370	390	420	450	500	550	620	690	800	920
70%	260	274	288	300	320	340	360	380	400	450	500	560	630	700	800
72,5%	235	250	260	270	290	305	330	355	375	430	475	530	590	650	765
75%	210	220	230	240	257	270	295	325	350	390	445	490	545	600	730
77,5%	185	190	200	210	225	235	260	290	325	370	410	455	500	550	690
80%	160	168	176	184	192	200	230	270	300	345	385	425	460	500	660

Tabella desunta da N.E. Con questa tavola potrete ricavare il coefficiente "a", per calcolare l'induttanza della bobina di carico: in verticale Y% in orizzontale X%.

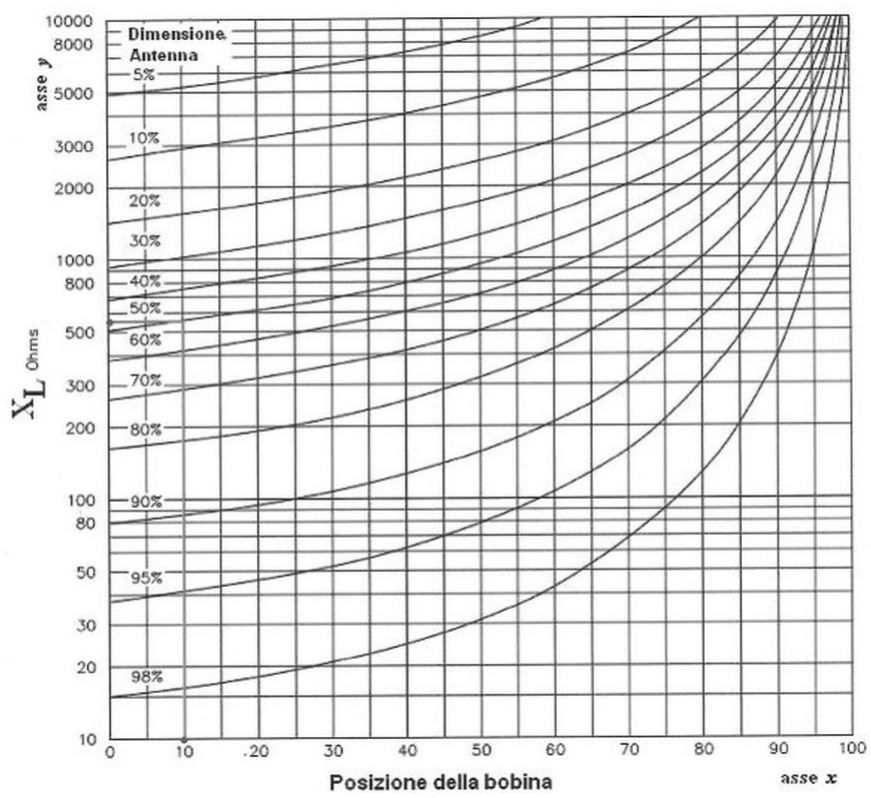
In realtà il fattore "a" altro non è che XL (in ohm) ovvero la reattanza induttiva e, poichè

XL = (2π x f x L), ricavando L (in microhenry) otterremo

L = XL : (2π x f), ossia:

μH = a : (2π x f)

Se invece volessimo questo secondo e successivo metodo dovremo usare il sottostante abaco desunto da Nerio Neri:



in orizzontale c'è la posizione della bobina di compensazione sull'antenna accorciata;
le curve interne si riferiscono alla percentuale d'accorciamento dell'antenna;
in verticale c'è la reattanza induttiva corrispondente al coefficiente "a" della precedente tabella.
Il vantaggio (se così vogliamo dire) di questo abaco è quello di consentire una più facile interpolazione, per quei valori non presenti nella prima tabella di N.E.
Se farete un raffronto corretto tra le due tabelle otterrete gli stessi risultati.

Dove collocare la bobina di compensazione

Premesso che la bobina di compensazione può essere collocata in qualsiasi punto dell'antenna accorciata, tuttavia è buona norma collocarla entro il 50% della lunghezza totale rispetto al punto di alimentazione, perchè più ci si avvicina all'estremo opposto maggiore è l'induttanza necessaria e quindi il numero delle spire e il peso, per altro verso però sarebbe ancora buona norma non posizionarla nelle immediate vicinanze del punto di alimentazione, poiché ne deriverebbe un non trascurabile decadimento dell'efficienza dell'antenna stessa; tuttavia si sa che, per praticità, è assai diffuso l'uso appena detto e, se date retta a me, fate… come volete.

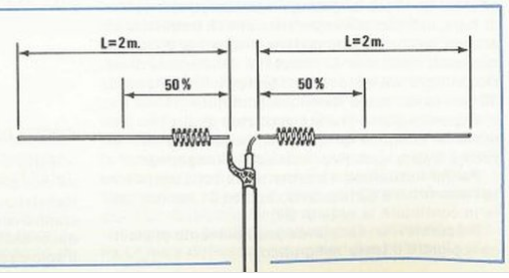


Fig. 1 In un'antenna accorciata la bobina di compensazione può essere collocata subito in prossimità dell'attacco del cavo coassiale, oppure in qualsiasi altra posizione spostandosi verso l'estremità purché non si superi il 50% della lunghezza totale del dipolo.

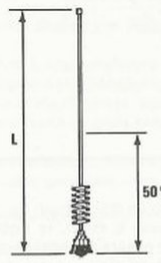


Fig. 2 Anche per le antenne a stilo applicate sulle auto e nei ricetrasmettitori portatili la bobina di compensazione deve essere collocata partendo dal basso verso l'alto cercando di non oltrepassare il 50% della lunghezza totale.

Fig. 3 Per un'antenna Ground-Plane é possibile lasciare inalterate le dimensioni dello stilo verticale ed accorciare i soli bracci orizzontali. La bobina come vedesi in figura dovrà essere collocata su ogni braccio.

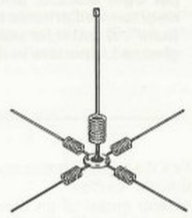


Fig. 4 Come vedesi in questa figura é possibile anche accorciare sia lo stilo verticale che i quattro bracci orizzontali. Lo stilo verticale può essere accorciato in proporzione diversa dai bracci orizzontali.

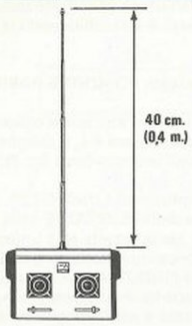


Fig. 9 Volendo adottare in ricetrasmettitori o radiocomandati portatili antenne notevolmente accorciate, bisognerà come per i dipoli calcolare la percentuale di antenna utilizzata rispetto ad una di 1/4 d'onda.

Fig. 10 Applicando la bobina direttamente sull'innesto del bocchettone antenna, la percentuale di posizionamento bobina valore A, risulterà uguale a O e con i dati di L e A se ne potrà calcolare l'induttanza.

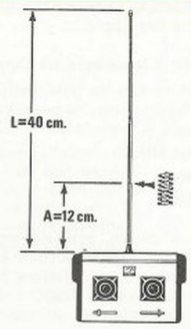


Fig. 11 Volendo collocare la bobina di compensazione a circa 12 cm dal bocchettone, occorrerà ricalcolare il valore d'induttanza. Più collochiamo verso l'alto la bobina più aumenta il volore d'induttanza.

Come calcolare il numero delle spire:

Stabilito il diametro "D"della bobina in mm e la sua lunghezza "L" in mm, una delle tante formule è la seguente:

$$\mu H = \frac{N^2 * D}{1010 * (\frac{L}{D} + 0{,}45)}$$

da cui ricavando il numero delle spire avremo:

$$N^2 = \frac{[(1010 * \mu H * (\frac{L}{D} + 0{,}45)]}{D} \quad \text{ed} \quad N = \sqrt{N^2}.$$

ovverosia:

$$N^2 = \{1010 \times \mu H \times [(L : D) + 0{,}45]\} : D \quad \text{ed} \quad N = \sqrt{N^2}.$$

Se poi dividerete la lunghezza del solenoide per il numero delle spire:

L : N

otterrete il diametro del filo.

Qualora vi risultasse un diametro troppo ridotto, allora allungate la "L" del solenoide

Tenuto conto che questa formula non consente di predeterminare il diametro del filo, andrete un po' per tentativi.

Di norma si cerca, in primo luogo, la quadratura della bobina, ossia il diametro uguale alla lunghezza; ciò procura la massima efficienza, ma non è cosa tassativa.

In secondo luogo si adopera un filo di sezione congrua con la corrente che deve attraversarlo (diversamente una buona parte della potenza viene dissipata dalla resistenza di perita del solenoide). Una formula adatta e:

$d = 0{,}7 \times \sqrt{I}$; dove d è il diametro del filo ed I è la corrente che lo attraversa.

In terzo luogo è bene spaziare le spire onde minimizzare la capacità parassita della medesima; tutto a vantaggio di un alto fattore di merito Q.

Usando il filo da elettricisti isolato si ha il vantaggio che l'isolante provvede a mantenere la spaziatura tra spira e spira (se l'avvolgimento è serrato) ed essendo esso cavo multi filare si minimizza l'effetto pelle proprio dei fili pieni in rame smaltato.

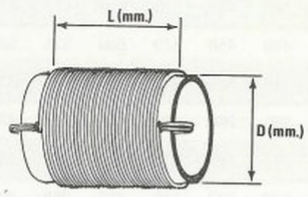


Fig. 12 Per calcolare il valore d'induttanza di una bobina conoscendo il numero di spire N, la lunghezza L e il diametro interno D in millimetri si potrà utilizzare questa semplice formula

$$\text{microHenry} = \frac{(N \times N) \times D}{1010 \times (L : D + 0{,}45)}$$

Calcolo esemplificativo di una ground-plane.

Un esempio numerico sarà utile come chiarimento. Supponiamo di voler costruire una ground-plane per il poggiolo, sulla gamma dei 28-29,700 MHz, con lo stilo in λ/4, ma di dover quindi ridurre l'ingombro dei radiali a soli 40 cm.
Calcoleremo il centro banda sulla frequenza

(28,000 + 29,700) : 2 = 28,850 MHz.

Allora

(75 : 28,850) x 0,96 = 2,46; questa è la lunghezza elettrica di λ/4, a centro banda.

Realizzeremo lo stilo un po' più lungo in modo d'avere poi un margine per l'eventuale accorciamento quando tareremo l'antenna con il ros-metro.
Adesso procediamo con il resto:
1) Calcoliamo la percentuale di di accorciamento:

Y% = (0,4 : 2,46) = 16,2%

2) Volendo applicare la bobina di compensazione a 20 cm dal punto di attacco, calcoleremo in che percentuale stanno 20 cm su 40cm:

X% = (0,20 : 0,40) = 50%

3) servendoci della tabella di N.E, in verticale non troviamo 16,2%, pertanto ci terremo a metà strada fra il 15% e il 17%, annotando i valori corrispondenti a 50%
che leggeremo in orizzontale; cioè:

(3700+3150) : 2 = 3425; questo è il valore di "a" che useremo della formula:

$$\mu H = \frac{a}{2\pi \times f}$$ pertanto: **3425 : (6,28 x 28,850) = 18,90 µH.**

A questo punto a ciascun braccio verrà applicata una bobina di carico con induttanza 18,90 µH.

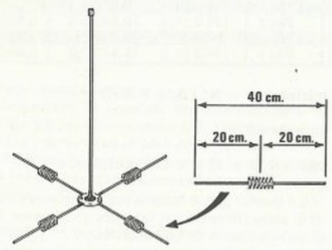


Fig. 13 Volendo accorciare i bracci orizzontali di una Ground-Plane occorrerà come per gli altri esempi calcolare la percentuale di lunghezza utilizzata rispetto ad 1/4 d'onda e la percentuale di posizionamento della bobina su tali bracci

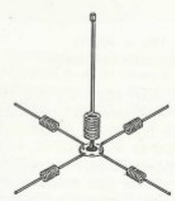


Fig. 14 Accorciando sia lo stilo verticale che i bracci orizzontali, si potrà posizionare la bobina di compensazione su due diverse distanze ed anche ridurre sia lo stilo che i bracci orizzontali con proporzioni diverse, calcolando ad ogni variente il valore d'induttanza necessario.

***Lo stesso discorso vale per lo stilo*,**
qualora lo si volesse accorciare, portandolo ad esempio alla lunghezza di 1,30 m.
1) **Y% = 1,30 : 2,46 = 0,528;** arrotondando avremo **Y% = 53%** e pertanto
potremo tranquillamente servirci del valore più vicino 52,5% presente in tabella di N.E;

2) Poichè sullo stilo è assai comodo collocare la bobina di carico alla base (ma solo per questo motivo, perché sappiamo di perdere in efficienza) allora:

X% = 0%

3) agendo come sopra (cioè all'incrocio tra 0% e 52,5%) troveremo nella tabella di N.E. il fattore 470 quindi:

470 : (6,28 x 28,850) = 470 : 181,178 = 2,59 µH.

Calcoliamo ora il numero delle spire per lo stilo dell'antenna, supposto L = 50 mm e D = 50mm:

N^2 = {1010 x µH x [(L : D) + 0,45]} : D ed N = √N^2.

N^2 = {1010 x 2,59 x [(50 : 50) + 0,45]} : 50 ed N = √75,86.

vediamo ora di frazionare i calcoli:

10 x µH = 1010 x 2,59 = 2615.9

(L : D) + 045 = (50 : 50) + 0,45 = 1,45

(2615,9 x 1,45) : 50 = 3793.055 : 50 = 75,86

Per ora siamo in possesso di N^2, dobbiamo estrarne la radice quadrata:

N = √75,86 = 8,70, che arrotondiamo a 9 spire.

Se useremo filo da 2 mm di diametro, le spire saranno spaziate, tra centro spira e centro spira, di circa 5 mm.
N.B. Il problema non cambia nel calcolo della bobina di compensazione di una 5/8λ. La percentuale della lunghezza andrà considerata nei riguardi dei 3/4 λ, infatti una verticale di 3/4 λ sommata con l'immagine riflessa dal suolo ammonterebbe a 1,5 λ.
Qualsiasi altra frazione, superiore a λ/4 e inferiore λ/2, di andrà considerata rispetto a λ/2. Se invece superiore a λ/2 e inferiore a 3/4 λ, andrà considerata rispetto a 3/4 λ. Se nella tabella non troverete la percentuale da voi cercata farete un po' una media tra il valore inferiore e superiore o vi affiderete all'abaco di Nerio Neri.

Una seconda formula, per il calcolo delle spire, prevede le misure lineari di "d" e di "lu" espresse in pollici ed è la seguente:

$$L = \frac{N^2 * 0{,}2 * d^2}{(3d + 9\,lu)}$$ *che moltiplicata per* $\frac{1}{25{,}4}$ permette di esprimerci in millimetri.

Infatti il numero 25,4 altro non è che la riduzione da pollici in mm,
*poichè mm = (pollici * 25,4),*
quindi: pollici = $\frac{mm}{25{,}4}$,

pertanto moltiplicandi la precedente equazione per

(1: 25,4) = 0,0394

potremo esprimere "d" e "lu" in mm, anzicchè in pollici.
In forma semplificata:

L = { (N x N x 0,2 x d x d) : [(3 x d) + (9 x lu)] } x 0,0394

Allora, in forma semplificata, dalla prima formula, risolvendo rispetto a N^2 :

N^2 = { L x [(3 x d) + (9 x lu)] } : (0,2 x d x d x 0,0394)

N = √N^2 ;
L in *µH*, lu (lunghezza) in *mm*, *d* (diametro) in *mm.*

Una terza formula pratica, per il calcolo delle spire di un solenoide cilindrico ad un solo strato , prevede le misure lineari di "R" e di "Lu" espresse in centimetrii
N = numero di spire
R = raggio del solenoide in centimetri
Lu = la lunghezza in centimetri
L = induttanza in micro Henry

$$N = \frac{1}{R} \times \sqrt{[(33R + 25Lu) \times L]}$$

La formula inversa da cui si ricava l'induttanza in micro Henry da un solenoide già avvolto:

$$L = \frac{N^2 \times R^2}{33R + 25Lu}$$

Null'altro da aggiungere.

73 de IZ1TQI Aldo

pubblicazione su radioclubtigullio del 15/07/2010

FORNITO DA weebly