

## BOBINE AD UN SOLO STRATO (Autore: Biagio Barberino)

La bobina presenta un'induttanza (espressa in Henry e sottomultipli - "L"), una reattanza al passaggio della corrente alternata (espressa in Ohm - "X"), una resistenza al passaggio della corrente continua ("R" - in Ohm), un determinato fattore di merito.

L'induttanza è la capacità di immagazzinare energia elettrica in un campo elettromagnetico.

La reattanza è la resistenza elettrica che un elemento offre al passaggio di una corrente alternata avente una certa frequenza.

Il fattore di merito (o qualità) espresso con la lettera Q è il rapporto tra la reattanza (induttiva in questo caso) e la somma di tutte le perdite associate alla diminuzione di energia in transito:

$$Q = \frac{2\pi \cdot f \cdot L}{R}$$

Anche i condensatori hanno un Q che spesso è altissimo date le basse perdite mentre gli induttori hanno un Q alto solo se usano nuclei toroidali.

La costruzione delle bobine viene fatta sperimentalmente sulla base di calcoli molto empirici. I fattori che contribuiscono ad aumentare le tolleranze sono tanti per cui sarebbe auspicabile l'uso di un misuratore di induttanza per controllare il giusto valore ottenuto dopo l'avvolgimento. La formula usata per creare bobine ad un solo strato è questa:

$$n = \frac{\sqrt{25,4 \cdot (4,5d + 10l) \cdot L}}{0,5 \cdot d}$$

*L = induttanza in  $\mu H$   
d = diametro del supporto in mm  
n = numero delle spire  
l = lunghezza dell'avvolgimento in mm*

Il supporto si intende senza nucleo e l'avvolgimento della bobina dev'essere lungo almeno 2/3 del diametro del supporto ( se d= 10 mm la bobina dev'essere lunga almeno 6 – 7 mm ).

Il diametro del filo se vogliamo che l'avvolgimento sia a spire unite sarà dato da l/n.

### Esempio pratico:

Vogliamo costruire una bobina con induttanza da 2  $\mu H$ .

Utilizziamo un supporto di 8 mm di diametro, come lunghezza dell'avvolgimento (minimo 2/3 di 1) facciamo 6 mm.

Applichiamo la formula di prima :

$$n = \frac{\sqrt{25,4 \cdot (4,5 \cdot 8 + 10 \cdot 6) \cdot 2}}{4} = 17,4$$

Arrotondiamo per difetto, dobbiamo avvolgere 17 spire.

Il diametro del filo (spire unite) è uguale a 0,3 mm.

Si evincerà che maggiore è il numero di spire maggiore è l'induttanza, maggiore è la spaziatura tra le spire minore è l'induttanza.

Diminuendo il diametro del filo aumenterà l'induttanza.

Se invece vogliamo conoscere l'induttanza di una bobina avvolta in aria già costruita possiamo usare questa formula che garantisce una buona approssimazione:

$$L = \frac{r^2 \cdot N^2}{25,4 \cdot (9r + 10l)}$$

*L = induttanza in microH  
r = raggio del supporto mm  
N = numero delle spire  
l = lunghezza avvolgimento mm*

Dal menù Download è possibile scaricare il programma BobCal ver. 2.0 scritto in Visual Basic .NET che consente senza perdere troppo tempo di sapere il numero di spire da avvolgere per raggiungere un certo valore di induttanza.

E' necessario chiaramente fornire il valore in microH di induttanza desiderata, il diametro della bobina, la lunghezza che avrà l'avvolgimento, **mi raccomando di usare il "punto" come separatore dei decimali (non la virgola!!!)**.

L'applicazione fornirà il numero delle spire ed il diametro massimo che dovrà avere il filo di rame smaltato per avere tutte le spire affiancate.

Premendo sulla voce NUOVO verranno cancellati tutti i valori precedentemente immessi e darà possibile effettuare dei nuovi calcoli.



*Questa è una schermata dell'applicazione. Il programma gira su Windows XP e VISTA necessita della presenza del Framework dot Net 1.1 che potete scaricare dal menù DOWNLOAD in questo sito o direttamente dal sito della Microsoft. Vi consiglio di installare dapprima BobCal 2.0 se si avvia regolarmente vuol dire che il vostro sistema operativo già comprende il Framework e non è, quindi, necessario scaricare il file sopra menzionato (che tra l'altro è abbastanza voluminoso!).*

*Colgo l'occasione per informarvi che tra breve convertirò tutti i programmi di questo sito (Amitor, Attimaker) in Visual Basic .Net ed anche i prossimi che verranno saranno scritti in questo ambiente pertanto non ci sarà più la compatibilità con Windows 98.*

Noterete che alcune ditte vendono il filo smaltato per bobine distinguendone il diametro con un valore AWG ( American Wire Gauge) ad esempio AWG14. Per convertire questo valore in mm potete usare questa semplice formuletta:

$$d = 0,127 \cdot \left( 92 \frac{36-AWG}{39} \right)$$

Nel caso di filo AWG14 il diametro è 1,628 mm.

Fanno eccezione l' AWG OOOO il cui diametro è 11,64 mm, l' AWG OOO diametro 10,40 mm, l' AWG OO di 9,266 mm e l' AWG O con diametro di 8,251 mm.

Il programma BobCal 2.0 consente anche questo calcolo.

*Esempio pratico di utilizzo del programma:*

*Vogliamo creare una bobina avvolta su supporto di 8 mm con induttanza di 0,5 microHenry, lunghezza dell'avvolgimento 15 mm.*

*Il programma ci dà questo risultato:*



*In pratica dobbiamo avvolgere 12 spire con del filo di 1,2 mm. Facciamolo e misuriamo l'induttanza con un ponte RCL digitale:*

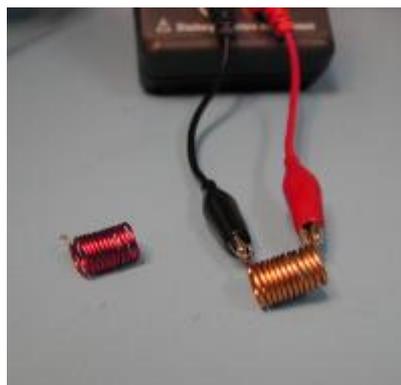


*Come avete visto la formula è davvero precisa. Mettiamo il caso che non disponiamo del filo da 1,2 mm, abbiamo solo rame smaltato del diametro di 0,6 mm ...*

*Costruiamo lo stesso la bobina con lo stesso numero di spire e lo stesso supporto solo la lunghezza sarà logicamente inferiore.*

*Misuriamo con lo strumento e notiamo che l'induttanza è sempre di 0,5 microHenry.*

*Questo esempio fa capire che spesso il diametro del filo non è critico basta allargare leggermente la bobina per raggiungere il valore prefissato!*



Il valore induttivo di una bobina può essere aumentato inserendo un nucleo magnetico al suo interno, nel caso di applicazioni in radiofrequenza questi nuclei sono realizzati in ferrite o polvere di ferro. Talvolta le bobine contengono nuclei in ottone il quale si comporta in maniera opposta ai nuclei citati prima: essi con la loro inserzione diminuiscono l'induttanza e vengono usati principalmente in campo VHF.

Il nucleo va scelto in base alla frequenza di utilizzo, un nucleo sbagliato porta ad un considerevole decremento del fattore di merito.

Altri elementi che influiscono sul Q di una bobina sono: il diametro del filo, il materiale isolante usato come supporto per la bobina stessa e la distanza tra la bobina e gli oggetti conduttori circostanti.

La sezione del filo conduttore porta ad un aumento del Q quanto più è ampia infatti la corrente elettrica potrà scorrere più facilmente attraverso un conduttore più largo e a causa dell'effetto pelle si avranno minori perdite se si userà un filo cavo (tondino) come negli accordatori d'antenna o le bobine di potenza negli amplificatori lineari (la corrente scorrerà sia nella faccia esterna che interna al conduttore).

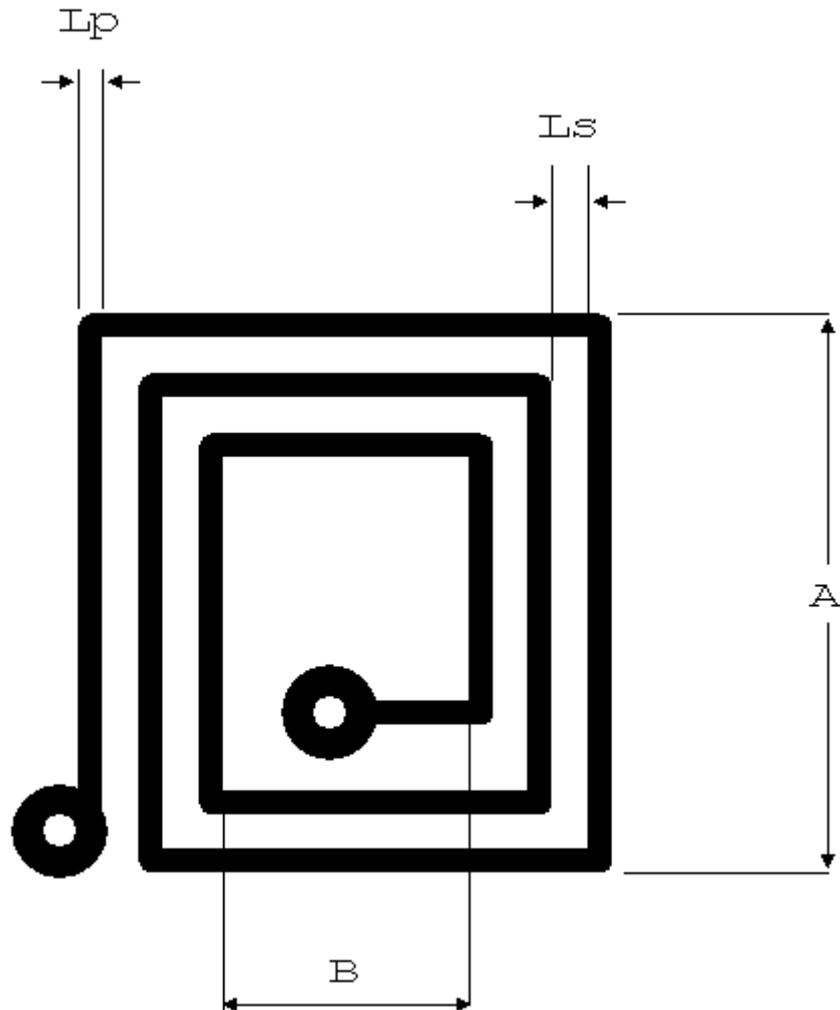
Il materiale che dovrà sostenere la bobina dovrà essere assolutamente isolante (ceramica, steatite, fenolo), il miglior Q si otterrebbe naturalmente con le bobine avvolte in aria ma non sempre ciò è possibile, le bobine avvolte in aria si deformano e specialmente negli oscillatori provocano instabilità. Il montaggio di una bobina nel contenitore va fatto anch'esso con cognizione di causa, se il contenitore è di metallo l'eccessiva vicinanza all'induttore può non solo modificare il Q ma anche il valore dell'induttanza (fanno eccezione le bobine toroidali che sono autoschermanti).

Per piccoli valori induttivi può essere comodo disegnare le bobine direttamente su circuito stampato, questo tipo di induttori vengono chiamati "bobine piatte".

Si parte dal presupposto che lo spessore è praticamente nullo, nella pratica il rame presente nel circuito stampato ha uno spessore di 35 micron, fino a 70-100 micron in effetti il valore può essere

trascurabile.

La forma che useremo sarà quella quadrata perché è più facile da disegnare al computer e presenterà minori imperfezioni.



La formula è la seguente:

$$N = \left( \frac{L}{1,8856 \cdot A \cdot (0,9039 + \log A)} \right)^{\frac{3}{5}}$$

Dove:

N= numero di spire

L= induttanza espressa in nanoH

A= lato esterno della bobina in mm

Quando disegnate la bobina piatta tenete presente che il vuoto interno deve essere pari ad 1/3 del lato esterno

Questa formula non è il massimo della praticità perché non tiene conto della larghezza delle piste e della distanza tra di loro, potrà capitare di ottenere dei risultati impossibili da realizzare nella pratica hobbistica, per esempio piste di qualche di micron (!)

La formula completa che invece tiene conto di tutti i dati costruttivi è la seguente:

$$L = 5.6568 \cdot [N \cdot Lp + (N-1) \cdot Ls] \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot [0,9031 + \log(N \cdot Lp + (N-1) \cdot Ls)]$$

$$A = 3 \cdot [N \cdot Lp + (N-1) \cdot Ls]$$

$$B = [N \cdot Lp + (N-1) \cdot Ls]$$

Dove :

*Ls= Larghezza dell'isolamento*

*Lp= Larghezza della pista*

*A= Lato esterno della bobina in mm*

*B= Dimensione del vuoto interno in mm*

Fare riferimento al disegno sopra per capire meglio.

Vi sarà capitato di smontare qualche induttanza commerciale da rottami elettronici, avrete notato che diverse bobine hanno un codice a colori simile a quello delle resistenze, per comodità ho fatto questo prospetto che va bene per interpretare il codice a 4 barre colorate.



Es. 300 mH 10%

CODICE A 4 BANDE RISULTATO IN microH

COLORE	1	2	MOLTIPLICATORE	TOLLERANZA
NERO	0	0	1	20%
MARRONE	1	1	10	1%
ROSSO	2	2	100	2%
ARANCIONE	3	3	1000	3%
GIALLO	4	4	10000	4%
VERDE	5	5		
BLU	6	6		
VIOLETTA	7	7		
GRIGIO	8	8		
BIANCO	9	9		
NESSUNO				20%
ORO			0,1	5%
ARGENTO			0,01	10%