

UNA FORMULA ALTERNATIVA PER IL CALCOLO DELLE BOBINE CILINDRICHE A UNO STRATO

di Marco Gilardetti

Nota: Il presente articolo è stato compilato dall'autore a beneficio di Le Radio di Sophie, e costituisce una copia di backup locale.

Ogni uso privo della corretta citazione bibliografica sarà perseguito. Il corretto riferimento per questo testo è il seguente:

Gilardetti M.: Una formula alternativa per il calcolo delle bobine cilindriche ad uno strato. Torino, Aprile 2006. Il web (highfidelity.net)

INTRODUZIONE

Il metodo classico descritto da Luciano Loria in [1] per il calcolo delle bobine cilindriche avvolte in un unico strato si basa su alcune assunzioni iniziali da stabilirsi a priori (diametro e lunghezza del cilindro disponibile per la bobina) e fornisce, una volta introdotto il valore di induttanza che si vuole ottenere, il numero di avvolgimenti che è necessario eseguire.

Va da sé che, essendo stata fissata in partenza la lunghezza lineare della bobina, a seconda del numero di avvolgimenti fornito dal calcolo sarà necessario reperire un filo smaltato di diametro opportuno per far sì che tutti gli avvolgimenti da realizzare possano essere contenuti nello spazio inizialmente previsto ed inserito nella formula, in una sorta di processo ricorsivo.

Ciò non doveva costituire un grosso problema ai tempi d'oro dell'autocostruzione delle radio, quando in un qualsiasi negozio specializzato avremmo potuto trovare interi bancali di filo smaltato d'ogni sezione, di cavo Litz, di reofori isolati in seta, quando non addirittura bobine già avvolte e pronte all'uso, con tanto di spinotti e connettori. Viceversa oggi, grazie al "progresso tecnologico", nei più gloriosi negozi italiani di componenti elettronici si vendono al massimo fondine per portare il cellulare al cinturone, ozonizzatori camuffati da giardino Zen in miniatura e gondole veneziane rotanti con lucine colorate.

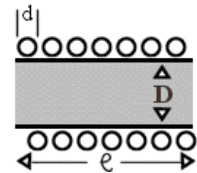
Un'alternativa per non veder letteralmente trasecolare i commessi di fronte a richieste (per loro inusitate) è quella di rivolgersi ai negozi specializzati nell'autocostruzione ad alta fedeltà, ma anche in questo caso i cavi smaltati disponibili - essendo destinati prevalentemente alla realizzazione d'induttanze di filtro per diffusori acustici - saranno costituiti al più da matasse di pochi metri e avranno una sezione tale da poter alimentare tranquillamente una stufa elettrica.

E' chiaro che una formula che consentisse di fissare in partenza (anziché ottenere alla fine dei calcoli) il diametro del cavo che si intende utilizzare per realizzare una bobina sarebbe oggi di grande utilità e consentirebbe di sfruttare al meglio ciò che si è riusciti a reperire sul mercato o che si è riciclato smontando qualche trasformatore guasto.

UNA FORMULA ALTERNATIVA

La formula in oggetto, come quella descritta da Luciano, deriva dalla formula generale per le bobine a più strati nel caso semplificato di uno strato singolo, ed è anch'essa valida a meno di un coefficiente i cui valori sono tabulati. Di seguito, si indicherà questo coefficiente col simbolo kappa tilde (\tilde{K}) per sottolineare che **non si tratta dello stesso coefficiente k incluso nella formula proposta da Luciano Loria.**

$$L = \frac{D^3 n^2}{1000} \tilde{K} \quad (1)$$



Dove: L = induttanza in μH $n = N : \ell$
 D = diametro dell'avvolgimento in cm N = numero di spire
 \tilde{K} = coefficiente come da tabella 1 ℓ = lunghezza assiale della bobina in cm

Le analogie tra questa formula e quella proposta in [1] sono evidenti: in sostanza si differenziano per il modo in cui sono raggruppate le variabili e per come alcuni parametri confluiscono nei due diversi coefficienti K ; proprio in ciò risiede la ragione per la quale è possibile seguire due strade differenti nei calcoli. Entrambe le formule sono di natura empirica - per non dire euristica - ed è bene ricordare che i risultati forniti non possono che essere approssimativi.

COME PROCEDERE

La (1) è posta nella forma in cui il valore dell'induttanza assume il ruolo di variabile dipendente, ma in generale ciò che vuole ottenere l'autocostruttore è il numero di spire che è necessario avvolgere. Al termine dei calcoli, esso dovrà essere dedotto dai valori tabulati per \tilde{K} e quindi, poiché tutti gli altri parametri che compaiono nella formula sono noti, conviene risolvere subito la (1) per \tilde{K} ponendola nella seguente forma:

$$\tilde{K} = \frac{L \cdot 1000}{D^3 \cdot \left(\frac{N}{\ell}\right)^2} \quad (2)$$

dove si è anche posto in evidenza il termine $N : \ell$. Esso è la chiave della soluzione, in quanto è del tutto equivalente al **numero di spire per unità di lunghezza della bobina**, ed è dunque noto poiché il numero di spire che si possono avvolgere per ogni centimetro del supporto è univocamente determinato **una volta fissato il diametro del filo smaltato che si intende utilizzare**.

Per prudenza, v'è sottolineato che la formula è valida per bobine di forma approssimativamente "cubica", ovvero per bobine aventi lunghezza ℓ paragonabile al diametro D ; più ci si discosta da questa condizione ideale, più i risultati ottenuti dalla formula saranno discutibili.

UN ESEMPIO PRATICO DI CALCOLO

Per illustrare l'uso della formula possiamo ripetere i calcoli eseguiti da Luciano Loria per la sua "radio a circuiti accordati" in [2]. Ricordiamo che il problema consiste nel progettare una bobina d'induttanza pari a 238 μH avvolta su un cilindro di diametro $D = 3$ cm e che, al termine dei calcoli, Luciano trova che sarà necessario utilizzare un filo smaltato di diametro $d = 0,3$ mm.

Come anticipato, il modo di procedere è qui invertito e pertanto inizieremo **supponendo di disporre** di un filo smaltato di diametro pari a 0,3 mm. Con un filo di detto diametro, è possibile avvolgere circa 33 spire per ogni centimetro di lunghezza del cilindro che fa da supporto alla bobina. Pertanto, avremo subito:

$$N : \ell = 33$$

da cui emerge il vantaggio di aver posto in evidenza questo termine nella (2). Possiamo introdurre immediatamente tutti i rimanenti parametri del problema nella formula, ottenendo così:

$$\tilde{K} = \frac{238 \cdot 1000}{3^3 \cdot (33)^2} = \frac{238000}{27 \cdot 1089} \cong 8$$

Il valore di \tilde{K} trovato è compreso tra i valori di \tilde{K} tabulati 6,795 e 11,400 (Tab. 1). Anche il corrispondente valore di $\ell : D$, pertanto, andrà determinato per interpolazione. Possiamo ad esempio scegliere, con buona approssimazione:

$$\frac{\ell}{D} \cong 1,20 \quad (3)$$

Essendo per ipotesi il diametro della bobina $D = 3$ cm, si ottiene immediatamente dalla (3) che la lunghezza lineare della bobina dovrà essere:

$$\ell \approx 3,60 \text{ cm}$$

E da qui, poiché abbiamo detto che su ogni centimetro lineare di bobina si potranno realizzare circa 33 avvolgimenti, otteniamo il numero di spire necessarie:

$$N = 3,60 \times 33 = 118 \text{ spire}$$

che, tenuto conto delle approssimazioni introdotte, è in buon accordo con quanto trovato da Luciano (115 spire).

\tilde{K}	$\ell : D$	\tilde{K}	$\ell : D$
0,00345	0,01	6,795	1,00
0,00719	0,015	11,400	1,50
0,01206	0,02	16,150	2,00
0,02485	0,03	20,960	2,50
0,04130	0,04	25,790	3,00
0,06050	0,05	30,780	3,50
0,08373	0,06	35,590	4,00
0,1092	0,07	40,550	4,50
0,1373	0,08	45,400	5,00
0,1641	0,09	50,270	5,50
0,2006	0,10	55,200	6,00
0,3908	0,15	60,170	6,50
0,6313	0,20	65,070	7,00
0,9016	0,25	70,030	7,50
1,199	0,30	74,94	8,00
1,527	0,35	79,86	8,50
1,863	0,40	84,72	9,00
2,225	0,45	89,73	9,50
2,593	0,50	94,64	10,00
2,975	0,55	144,0	15,00
3,352	0,60	193,3	20,00
3,772	0,65	242,6	25,00
4,194	0,70	291,9	30,00
4,605	0,75	341,4	35,00
5,039	0,80	390,8	40,00
5,462	0,85	440,1	45,00
5,875	0,90	489,5	50,00
6,358	0,95		

Tabella 1: valori tabulati per \tilde{K} e corrispondenti valori di $\ell : D$

BIBLIOGRAFIA:

[1] Loria L.: Bobine cilindriche avvolte in unico strato. Il web (leradiodisophie.it).

[2] Loria L.: Costruzione dei trasformatori AF. Il web (leradiodisophie.it).

[3] Montù E.: Radiotecnica. Volume III. Pratica di radiotrasmissione e ricezione. Ulrico Hoepli, Milano, 1944; 447-451.