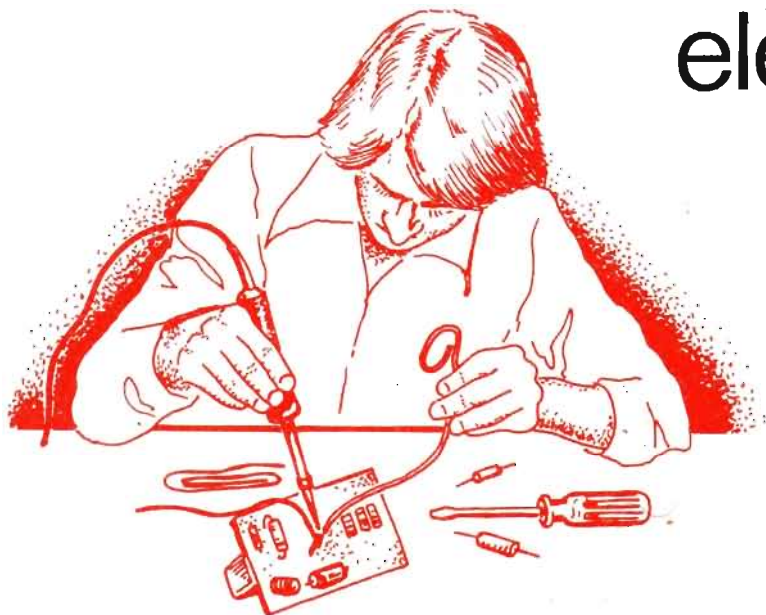


# Rubrica del principiante elettronico



**P**PRIMI  
**P**ASSI

---

## BOBINE E INDUTTANZE

La bobina è un componente elettrico presente nei ricevitori radio, nei trasmettitori, negli oscillatori e in molte apparecchiature elettroniche. In generale, si definisce come « bobina » un filo conduttore di una certa lunghezza, avvolto con lo scopo di concentrare in uno spazio limitato un campo magnetico di un certo valore, ovviamente facendo scorrere in esso una certa corrente. Si dice anche che la bobina serve per concentrare in poco spazio un alto coefficiente di autoinduzione. Ma di ciò parleremo più avanti. I tipi di bobina sono svariati e si differenziano per la lunghezza del conduttore, il numero delle spire, le dimensioni e la forma, la presenza o meno di un elemento di supporto, l'esistenza di un nucleo magnetico aperto o chiuso, la sezione del conduttore ecc. Quando le

bobine hanno il compito di creare un campo magnetico, esse interessano maggiormente il settore dell'elettromeccanica. E a questo punto possiamo ricordare, come esempio più elementare, le bobine inserite nei relé, alle quali è affidato il compito di creare un campo elettromagnetico così intenso da attirare, verso di sé, una sbarretta metallica.

Le bobine di induttanza, invece, cioè le bobine montate nei circuiti elettronici hanno il compito, come abbiamo già detto, di concentrare in un piccolo spazio un elevato coefficiente di autoinduzione. Esse possono suddividersi, secondo una prima grossolana classificazione, in bobine a radiofrequenza e bobine ad alta frequenza. Anche dal lato costruttivo, la differenza fra le due classi è evidente, dato che le prime non

**Le bobine costituiscono uno dei componenti più diffusi nel settore dilettantistico e, in particolare, in quello delle radiocomunicazioni. E' doveroso quindi riservare ad esse un'intera puntata di questa nostra rubrica esclusivamente indirizzata ai lettori principianti. Anche perché non saremmo riusciti ad esporre le necessarie nozioni pratiche, relative agli avvolgimenti, senza tralasciare del tutto la teoria dell'elettromagnetismo, che consente di capire il comportamento e il funzionamento delle bobine di induttanza.**

sono provviste di nucleo magnetico, o per lo meno questo si riduce ad un impasto di ferro polverizzato, trattato in modo particolare, in modo che ogni granello della polvere risulti in sospensione nella pasta isolante che funge da supporto. Le seconde sono invece avvolte attorno ad un nucleo magnetico.

Ma soffermiamoci un momentino sui concetti fondamentali di induzione e autoinduzione. Quando si interpreta il funzionamento di un ricevitore radio e si sta analizzando, in particolare, il circuito di entrata, si suol dire che il segnale radio captato dall'antenna percorre l'avvolgimento primario della bobina d'aereo e si trasferisce per induzione sull'avvolgimento secondario.

Ma come avviene, in realtà, questo fenomeno del passaggio, attraverso l'aria, di un segnale radio fra due avvolgimenti elettricamente isolati fra di loro?

Ebbene, per rispondere a tale domanda occorre richiamare l'attenzione del lettore sui principali fenomeni di elettromagnetismo.

## **FENOMENI ELETTROMAGNETICI**

Dopo la scoperta della pila di Alessandro Volta, molti fisici avevano intravisto l'esistenza di una relazione tra i fenomeni elettrici e quelli magnetici. Tuttavia, il primo fenomeno che mette in rilievo questa relazione è stato scoperto dal fisico danese Oersted nel 1820. Egli osservò che avvicinando un ago magnetico, liberamente so-

speso, ad un filo conduttore percorso da corrente, l'ago tende sempre a disporsi nella direzione perpendicolare al conduttore. Cioè, pur spostando il centro di sospensione dell'ago attorno al filo conduttore, l'ago stesso si orienta sempre nella direzione delle tangenti ai cerchi concentrici al conduttore, tracciati nei piani perpendicolari ad esso. Il polo nord dell'ago si rivolge alla sinistra di un osservatore che guardi l'ago stesso ponendosi disteso lungo il filo con la testa rivolta verso la corrente. Questo fatto dimostra che un conduttore rettilineo percorso da corrente genera nello spazio un campo magnetico le cui linee di forza sono circolari e concentriche al conduttore (figura 1). E questo campo magnetico può essere chiaramente rilevato cospargendo della limatura di ferro su un cartoncino infilato nel conduttore di corrente e sistemato in posizione perpendicolare ad esso (figura 2).

Si può concludere dicendo che ogni corrente elettrica si contorna di un campo magnetico, che compare appena inizia il flusso di corrente e scompare quando la corrente si estingue. E questo fenomeno può essere evidenziato anche attraverso l'esperimento illustrato in figura 3. Con il quale si dimostra che, al passaggio della corrente attraverso il circuito, dopo aver chiuso l'interruttore, l'ago della bussola si sposta leggermente dalla sua naturale posizione.

Con l'esperimento illustrato in figura 4 il fenomeno diviene più vistoso, perché il tratto di filo conduttore al quale si avvicina la bussola è ora rappresentato da una matassina di filo, che in pratica è una bobina.

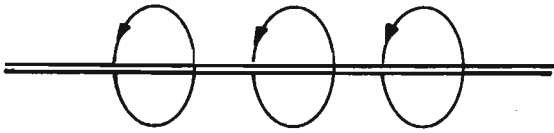


Fig. 1 - Ogni conduttore rettilineo, percorso da corrente, genera nello spazio un campo magnetico le cui linee di forza sono circolari e concentriche.

Il campo elettromagnetico prodotto da una bobina percorsa da corrente assume nello spazio esterno una conformazione che è del tutto simile a quella del campo che si riscontra attorno ad un magnete della stessa forma e delle medesime dimensioni della bobina (figura 5). Anche in questo caso le linee di forza, divergendo dal polo nord, convergono sul polo sud. Si denota col nome di polo nord l'estremità della bobina le cui linee di forza escono verso l'esterno, mentre si denota col nome di polo sud l'estremità opposta, quella in cui entrano le linee di forza.

## INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

Quando una bobina percorsa da corrente elettrica e quindi avvolta da un campo elettromagnetico (linee di forza magnetiche) viene avvicinata ad una bobina qualsiasi, il campo elettromagnetico della prima investe la seconda; la prima prende il nome di bobina inducente o

induttore, la seconda quello di bobina indotta o indotto.

Sulla bobina indotta si forma una tensione elettrica, denominata tensione indotta, che è in grado di provocare una corrente indotta se il circuito della stessa bobina viene chiuso. In ciò consiste il fenomeno dell'induzione elettromagnetica. Ma citiamo un esempio pratico maggiormente interpretativo del fenomeno. Sul circuito d'entrata dei normali ricevitori radio è presente una bobina formata da due avvolgimenti separati. Il primo di questi assume il nome di avvolgimento primario, il secondo viene chiamato avvolgimento secondario. Il primario è collegato all'antenna, la quale applica ad esso una piccolissima tensione, quella provocata dai segnali radio presenti nello spazio. Questa tensione avvia una piccola corrente nel primario, generando un campo elettromagnetico che investe il secondario e provoca in questo la corrente indotta. Il passaggio dei segnali radio dall'avvolgimento primario della bobina a quello secondario, dunque, altro non è che un esempio di fenomeno di induzione elettromagnetica.

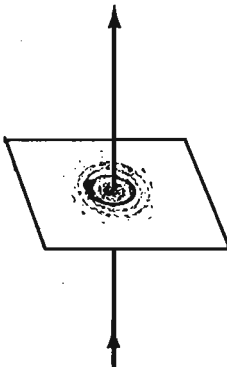


Fig. 2 - Il campo elettromagnetico, generato da un conduttore percorso da corrente, può essere evidenziato facendo passare il conduttore stesso attraverso una superficie cosparsa di limatura di ferro. Le particelle metalliche si dispongono lungo linee di forza circolari e concentriche con il conduttore.

## AUTOINDUZIONE ELETTRIMAGNETICA

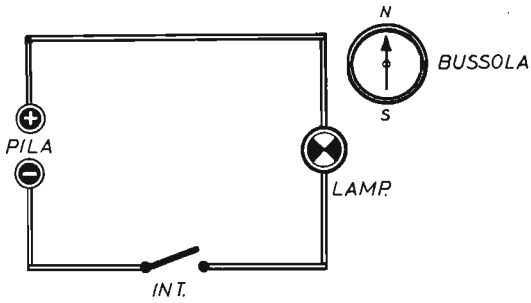


Fig. 3 - Con una semplice bussola, accostata ad un circuito percorso da corrente, si può constatare l'azione prodotta dal campo elettromagnetico del circuito su quello magnetico della bussola, osservando gli spostamenti dell'ago.

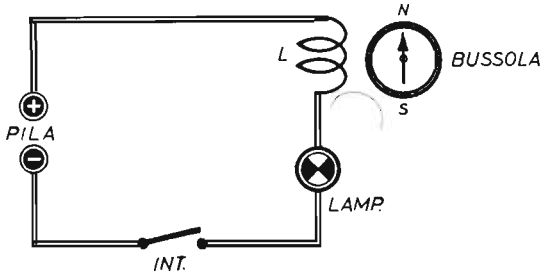


Fig. 4 - Per rendere più vistoso il fenomeno delle azioni dei campi elettromagnetici e magnetici, basta avvicinare una bussola a quella parte del circuito elettrico, percorso da corrente, in cui è inserita una bobina.

Vediamo ora di interpretare un altro fenomeno, altrettanto importante, quello dell'autoinduzione elettromagnetica.

Quando una bobina o, più in generale, un conduttore elettrico, è attraversato da una corrente elettrica, questa, come abbiamo già detto, genera, attorno al conduttore stesso, un campo elettromagnetico. Questo campo elettromagnetico esercita il suo potere induttivo sullo stesso filo conduttore attraversato dalla corrente che lo ha generato. Quindi il fenomeno dell'induzione elettromagnetica non si manifesta soltanto sulle bobine o sui conduttori elettrici posti in vicinanza di una bobina o di un conduttore elettrico percorsi da corrente, ma anche sullo stesso conduttore che genera il campo elettromagnetico. Questo è il fenomeno dell'autoinduzione, cioè dell'induzione elettromagnetica sullo stesso conduttore che genera il campo elettromagnetico. Ma se i fenomeni dell'induzione e dell'autoinduzione conservano molte caratteristiche in comune, i risultati da essi prodotti sono ben diversi. Nella bobina d'aereo di un ricevitore radio, ad esempio, il fenomeno dell'induzione serve per trasferire il segnale da un avvolgimento all'altro. Il fenomeno dell'autoinduzione, invece, limita il passaggio della corrente attraverso una bobina. Infatti, per una ben nota legge fisica, il campo elettromagnetico generato da una bobina o da un conduttore, provoca sulla bobina o sul conduttore una tensione elettrica di verso contrario a quello della tensione primaria che provoca il passaggio di

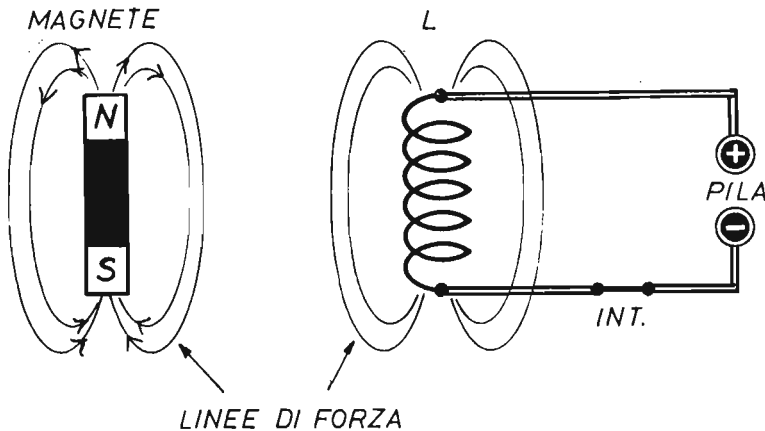


Fig. 5 - Il campo elettromagnetico prodotto dalla bobina  $L$ , percorsa da corrente, assume nello spazio esterno una conformazione del tutto simile a quella del campo magnetico provocato da una calamita.

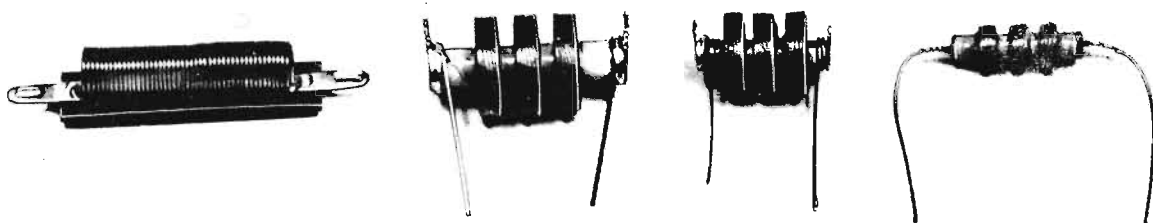


Fig. 6 - Esempi di impedenze di alta frequenza normalmente usate nei ricevitori radio e in molte altre apparecchiature elettroniche.

corrente. La tensione autoindotta, a sua volta, provoca una corrente di verso contrario, che si somma algebricamente alla corrente primaria, diminuendone l'intensità. Per concludere si può dire che il fenomeno dell'autoinduzione ostacola, in una certa misura, il passaggio delle correnti elettriche nelle bobine. E quando questo fenomeno viene sfruttato per impedire il passaggio in un circuito di correnti variabili, la bobina prende il nome di « bobina di impedenza » o, semplicemente, di « impedenza », rispettivamente a radiofrequenza o ad alta frequenza (figura 6).

### TIPI DIVERSI DI BOBINE

Le bobine presenti nei circuiti radioelettrici ed

elettronici possono avere forme diverse e possono essere di diversa grandezza (figura 7). Le più semplici e le più facili da costruire sono le bobine cilindriche, composte da un avvolgimento di filo conduttore attorno ad un supporto che, generalmente, è rappresentato da un tubetto di materiale isolante, come la bachelite o il cartone bachelizzato. Queste bobine presentano l'inconveniente di essere ingombranti per cui, nei ricevitori radio vengono usate soltanto quando le spire di filo avvolte sono poche, come avviene per i circuiti delle onde corte e cortissime. In ogni caso le bobine cilindriche sono quelle che vengono sempre adoperate dai principianti per i montaggi più semplici.

Un altro tipo di bobina molto comune, ed assai diffusa nei montaggi per i radioricevitori, è la bobina cosiddetta a « nido d'api ». Le bobine

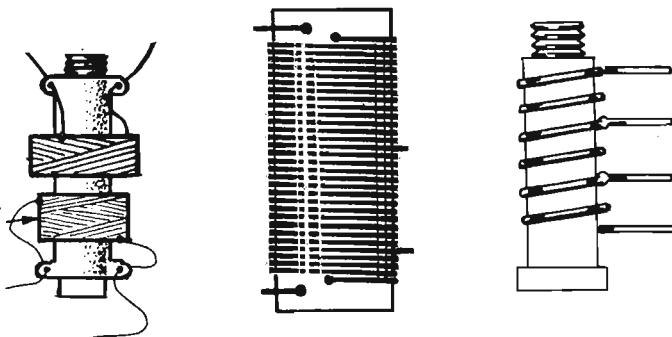
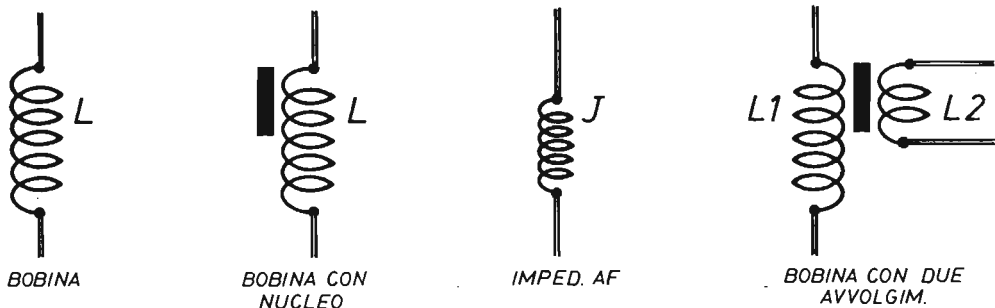


Fig. 7 - Le bobine presenti nei circuiti elettronici e radioelettrici possono avere forme diverse e possono essere di diversa grandezza. Quelle riprodotte in questo disegno vogliono dimostrare tre esempi comuni di bobine di induttanza.



a nido d'api vengono costruite per mezzo di speciali macchine avvolgitrici, chiamate bobinatrici. La bobina a nido d'api, dopo essere stata composta dalla macchina, viene infilata in un supporto di materiale isolante. Si conoscono ancora altri tipi di bobine: le bobine con avvolgimento a banco, le bobine con avvolgimento incrociato, le bobine a rocchetto.

## SIMBOLI ELETTRICI

Come accade per tutti i componenti elettrici ed elettronici, anche le bobine si esprimono in teoria attraverso un preciso simbolismo. Il qua-

le non sempre appare rigorosamente identico in ogni parte del mondo e talvolta anche da noi. Perché la fantasia del progettore o del progettista si allontana assai spesso dalla regola generale. In ogni caso, i simboli riportati in figura 8 sono certamente quelli adottati nella composizione degli schemi che appaiono mensilmente su questo periodico.

La bobina di induttanza di tipo più semplice è quella simboleggiata a sinistra di figura 8. La lettera maiuscola « L » sta ad indicare che il simbolo è quello dell'induttanza, proprio perché con questa stessa lettera si designa il valore dell'induttanza, così come con R si cita il valore della resistenza, con C quella della ca-

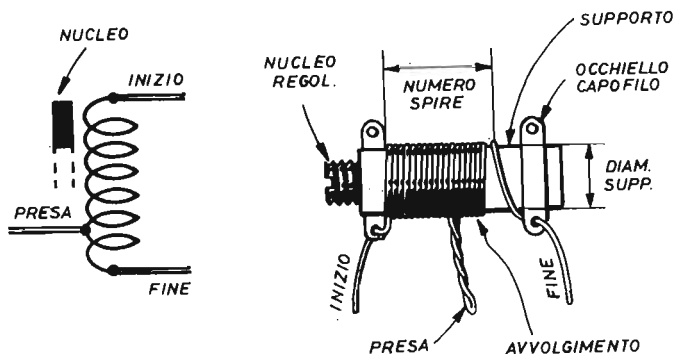


Fig. 9 - Nella presentazione dei più svariati progetti elettronici, i dati costruttivi delle bobine vengono riportati in un apposito disegno nel modo indicato sulla destra di questa figura. A sinistra presentiamo il simbolo della stessa bobina in cui si notano la presa intermedia e la presenza del nucleo di ferrite.

Fig. 8 - Il simbolo riportato per primo a sinistra è quello del tipo più semplice di bobina di induttanza. Fa seguito la bobina di induttanza munita di nucleo ferromagnetico, poi il simbolo dell'impedenza di alta frequenza, contrassegnato con la lettera J e, per ultimo, sull'estrema destra, il classico trasformatore composto dall'avvolgimento primario L1 e da quello secondario L2.

pacità, con V quello della tensione e così via. La sbarretta nera, riportata accanto al simbolo della bobina (secondo simbolo a partire da sinistra di figura 8), sta ad indicare una bobina munita di nucleo di ferrite.

Per definire l'impedenza di alta frequenza si usa il simbolo successivo nel quale è accostata la lettera « J ». La bobina con due avvolgimenti detta anche trasformatore di alta frequenza, viene simboleggiata nel modo indicato all'estrema destra di figura 8. L'avvolgimento primario è indicato con L1, quello secondario con L2. Il nucleo di ferrite, indicato dalla sbarretta nera, può essere presente o no.

## MISURE DELL'INDUTTANZA

Come avviene per le resistenze e per i condensatori, anche per le bobine esiste una unità di misura. Si tratta della misura dell'induttanza. L'unità di misura dell'induttanza è l'HENRY (abbreviato H).

I sottomultipli dell'henry più usati sono:

**microhenry = milionesimo di henry**  
(simbolo  $\mu\text{H}$ )

**millihenry = millesimo di henry**  
(simbolo  $\text{mH}$ )

Negli apparecchi radio si possono trovare bobine d'induttanza avvolte su nucleo di ferro, di valore elevato, ad esempio di 10 henry; se ne trovano altre di piccolo valore d'induttanza e sono quelle usate nei circuiti di alta frequenza: il valore d'induttanza di queste bobine può

essere di un centinaio di microhenry, quando si tratta di bobine per onde medie, e di 1 o 2 microhenry quando si tratta di bobine per onde corte.

Le bobine per le onde cortissime hanno una piccolissima induttanza, appena un decimo circa di microhenry.

Ma l'induttanza di una bobina dipende da molti elementi. Ad esempio essa aumenta con l'aumentare del diametro dell'avvolgimento, del numero delle spire complessive e del numero di spire per centimetro di avvolgimento.

## COSTRUZIONE DELLE BOBINE

Nella pratica di ogni giorno, il dilettante di elettronica assai raramente cita i valori di induttanza delle bobine. Menzionandoli soltanto nel caso di impedenze a radiofrequenza. Servendosi del linguaggio comune egli dice: « bo-

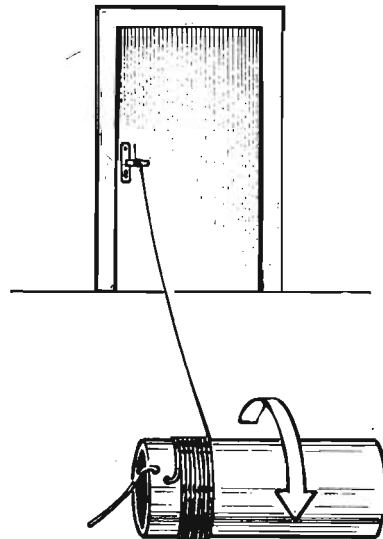


Fig. 10 - La bobina che il lettore principiante realizza più comunemente è senza dubbio quella di forma cilindrica. In questo disegno interpretiamo il sistema migliore, anche se il più rudimentale, necessario per ottenere delle spire compatte ed uniformi lungo tutto l'avvolgimento della bobina. Il filo di rame è tenuto in tensione tramite la maniglia di una porta o di una finestra.

bina d'antenna », « bobina oscillatrice », « bobina di media frequenza », ecc. Indicando con queste semplici espressioni l'uso e l'impiego del componente. E ciò anche perché la misura dell'induttanza di una bobina non è una cosa semplice come la misura di una resistenza. Per quest'ultima infatti basta l'uso dell'ohmmetro per conoscere il valore di « R », mentre per stabilire quello di « L » di una bobina occorrono particolari strumenti, assai costosi, che non sono alla portata dei dilettanti.

Da queste poche ma chiare premesse il lettore può dedurre il motivo per cui in questa pubblicazione, quando presentiamo e descriviamo un progetto costruttivo, non diciamo mai il valore dell'induttanza della bobina, o delle bobine, in esso montate. Mentre riportiamo tutti i minimi dettagli realizzativi del componente, dicendo ad esempio che quella particolare bobina deve essere costruita su un supporto di materiale isolante, di forma cilindrica e di un dato diametro (normalmente esterno), con nucleo di ferrite inserito all'interno. E diciamo anche che per effettuare l'avvolgimento occorre un preciso numero di spire di filo, che può essere di rame o d'argento, ricoperto di elementi isolanti o nudo, di un dato diametro. A volte, quando è necessario, indichiamo anche i punti in cui si deve ricavare una presa intermedia. Ma non diciamo mai di comporre una bobina di un certo numero di microhenry o millihenry, perché così facendo metteremmo il principiante nei pasticci, ossia nell'impossibilità materiale di costruire un nostro progetto.

Ma vediamo ora un po' da vicino questi elementi costruttivi delle bobine che nella maggior parte dei casi assumono importanza capitale ai fini del buon funzionamento di un apparato elettronico.

## DATI COSTRUTTIVI

Per analizzare i dati costruttivi di una bobina invitiamo il lettore a far riferimento alla figura 9.

Il supporto è in questo caso un cilindretto isolante ed è destinato a sostenere l'avvolgimento fatto di spire di filo conduttore.

La spira è costituita da un giro completo del filo sul supporto.

Il diametro (esterno) del supporto assume grande importanza per la determinazione del valore di « L », mentre la sua lunghezza non costituisce un elemento critico. Il supporto può essere

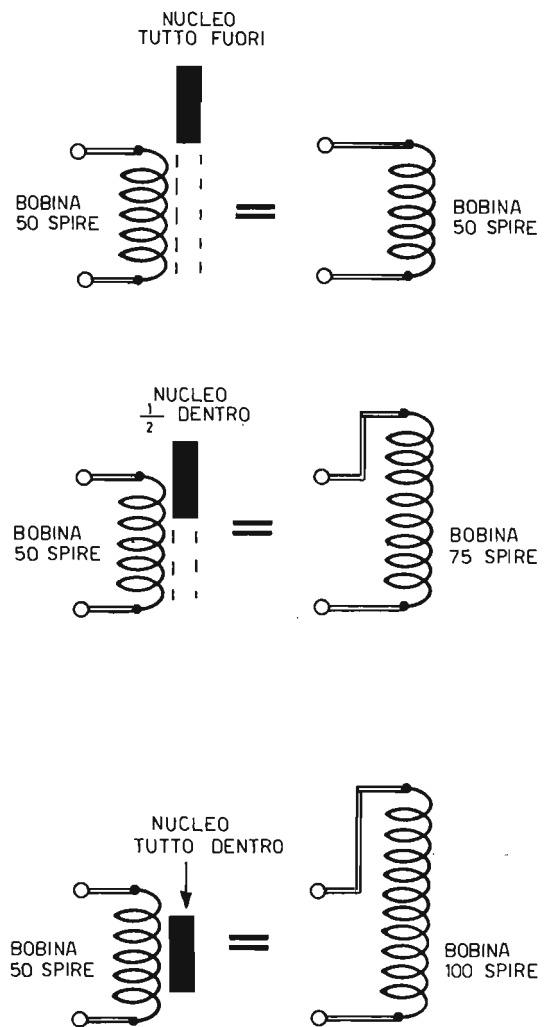


Fig. 11 - I nuclei di ferrite, inseriti nelle bobine, servono per aumentare o diminuire l'induttanza delle bobine stesse. Il nucleo può essere più o meno inserito dentro il supporto della bobina. Quando esso è completamente estratto, l'induttanza della bobina è pari a quella di una bobina sprovvista di nucleo; quando il nucleo è inserito a metà corsa, l'induttanza della bobina aumenta ed il risultato è quello che si otterrebbe sostituendo il componente con un altro dotato di un numero di spire aumentato di 1/3. Quando il nucleo è completamente inserito nel supporto, l'induttanza della bobina è raddoppiata ed è come si fosse sostituita la bobina originale con un'altra costruita con un numero doppio di spire. Questi concetti non sono rigidamente precisi, ma si avvicinano molto alla realtà. I tre esempi, riportati in questo disegno, dimostrano chiaramente l'equivalenza esistente fra la posizione del nucleo e il numero di spire di una bobina senza nucleo.



dotato di fori di fissaggio del conduttore, di capofili (come in figura 9) o di viti di fissaggio. I suoi colori variano col variare del tipo di materiale isolante con cui è composto. Quello di figura 9 è munito di nucleo di ferrite che, in realtà, si presenta con l'aspetto di una grossa vite nera. La quale è molto fragile e può facilmente sgretolarsi cadendo a terra o subendo dei colpi.

Il lavoro di composizione dell'avvolgimento deve essere iniziato dopo aver introdotto il terminale del filo in un occhiello o in due fori del supporto come indicato in figura 10. Il filo deve rimanere teso per ottenere spire ben affiancate e non sovrapposte. Ad ogni rotazione completa del cilindretto corrisponde una spira e il principiante deve contare diligentemente le successive rotazioni del supporto tenendo a mente il numero fino al raggiungimento di quello prescritto.

Per realizzare la presa intermedia, chiaramente indicata in figura 9, si attorciglia il filo alla spira prestabilita e si continua poi con le rotazioni del supporto.

A lavoro ultimato, il capofilo va introdotto nel relativo occhiello facendo bene attenzione a non provocare alcun allentamento nella compattezza delle spire.

La costruzione della bobina termina con la stagnatura dei terminali, da effettuarsi dopo aver ben raschiato il filo di rame per una lunghezza di un centimetro almeno, liberandolo completamente dalla sostanza isolante. Questa stessa operazione va eseguita anche sul filo attorcigliato della presa intermedia. La stagnatu-

ra deve « imbiancare » i terminali dell'avvolgimento allo scopo di agevolare le operazioni di saldatura del componente sul circuito in cui verrà montato.

Un'ultima raccomandazione: quando si lavora con il saldatore nelle vicinanze del supporto della bobina, si faccia bene attenzione a non danneggiarlo con il calore trasmesso, soprattutto quando il materiale isolante, con cui è costruito il supporto, è il polistirolo.

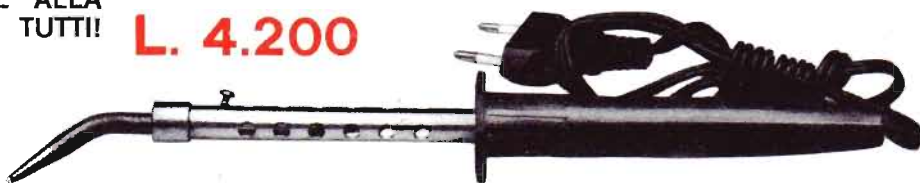
## I NUCLEI DI FERRITE

I nuclei di ferrite, inseriti nelle bobine, servono per aumentare o diminuire l'induttanza delle bobine stesse. Il nucleo può essere più o meno inserito dentro il supporto della bobina. Quando esso è completamente estratto, l'induttanza della bobina è pari a quella di una bobina sprovvista di nucleo; quando il nucleo è inserito a metà corsa, l'induttanza della bobina aumenta ed il risultato è quello che si otterrebbe sostituendo il componente con un altro dotato di un numero di spire aumentato di  $1/3$ . Quando il nucleo è completamente inserito nel supporto, l'induttanza della bobina è raddoppiata ed è come si fosse sostituita la bobina originale con un'altra costruita con un numero doppio di spire. Questi concetti non sono rigidamente precisi, ma si avvicinano molto alla realtà. I tre esempi, riportati in figura 11, dimostrano chiaramente l'equivalenza esistente fra la posizione del nucleo e il numero di spire di una bobina senza nucleo.

# IL SALDATORE DEL PRINCIPIANTE

IL PREZZO E' ALLA  
PORTATA DI TUTTI!

**L. 4.200**



Chi comincia soltanto ora a muovere i primi passi nel mondo dell'elettronica non può sottoporsi a spese eccessive per attrezzare il proprio banco di lavoro, anche se questo deve assumere un carattere essenzialmente dilettantistico. Il saldatore del principiante, dunque deve essere economico, robusto e versatile, così come è qui raffigurato. La sua potenza è di 40 W e l'alimentazione è quella normale di rete-luce di 220 V.

Per richiederlo occorre inviare vaglia postale, assegno bancario o c.c.p. n. 46013207 intestato a:  
STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20 (Telef. 6891945).