

Clasificarea Bobinelor. Materiale utilizate la fabricarea bobinelor.

În cadrul lecției de astăzi, vă propun să studiem informații despre: Clasificarea Bobinelor, materialele utilizate la fabricarea bobinelor.

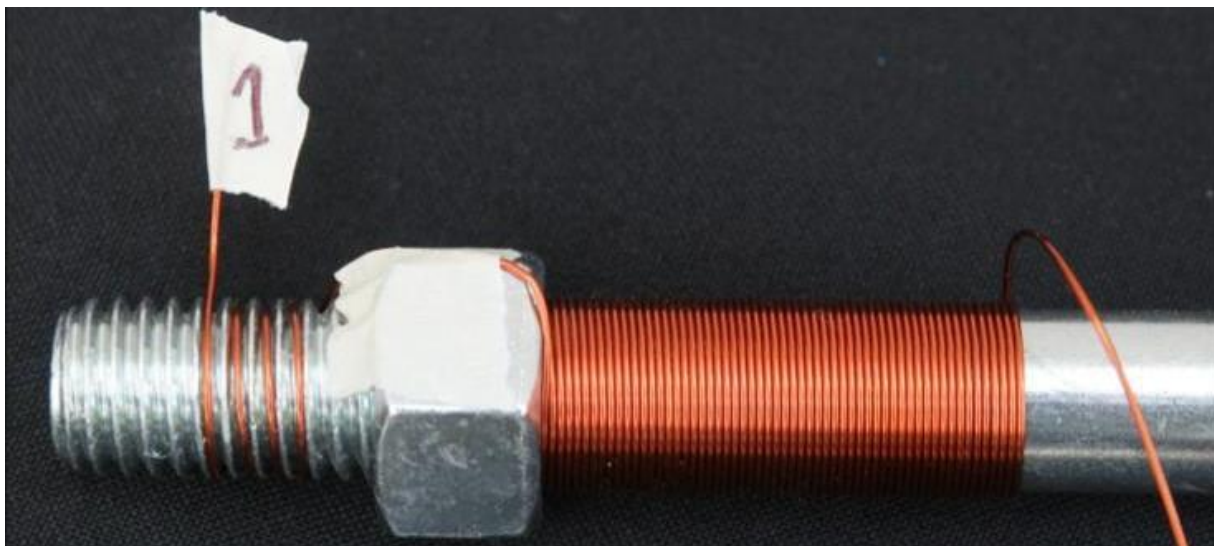
Datorită diversității foarte mari a bobinelor utilizate în radioelectronică, nu există o producție de serie mare standardizată a acestora (ca la rezistoare sau condensatoare). Așadar, bobinele se construiesc numai de către utilizatori (în serii mici sau unice) în funcție de necesități. În general, fiecare circuit care include bobine se calculează pornind de la valorile normalizate ale celorlalte componente pasive.

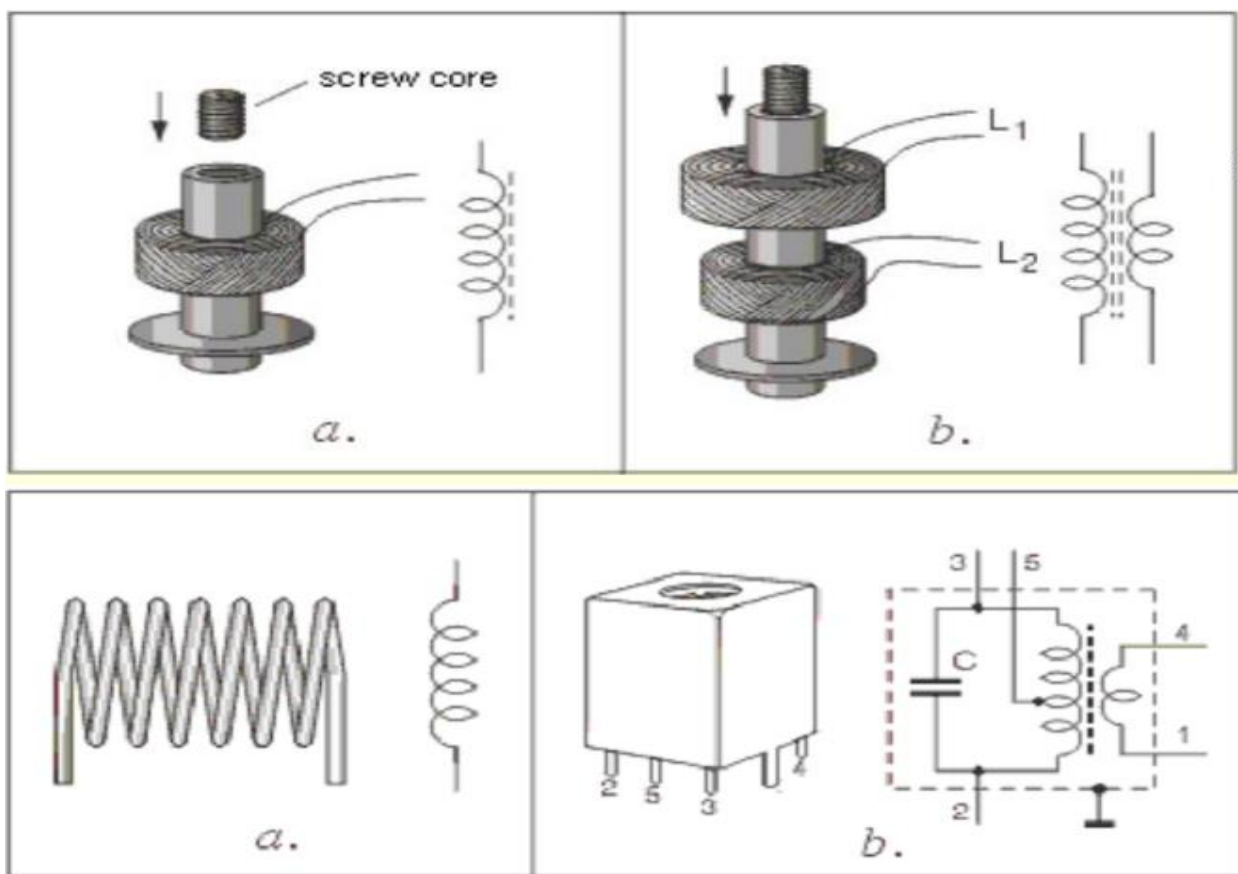
Bobina (inductorul) este o componentă pasivă de circuit, pentru care în mod ideal între tensiunea la bornele sale $U(t)$ și curentul ce o parcurge $I(t)$ există

relația $U = L \frac{di}{dt}$; L – inductivitatea sau inductanța și se măsoară în SI este Henri (H), dar se folosesc submultiplii nH, μ H, mH. Elementele componente ale unei bobine sunt: carcasa, înfășurarea, miezul și ecranul. Cu excepția înfășurării, celelalte elemente nu intră într-un mod obligatoriu în structura unei bobine.

Părțile componente ale unei bobine.

Bobina se realizează prin înfășurarea unui conductor pe un miez. Acest miez poate fi feromagnetic, în acest caz bobina având o inductanță mare, sau poate fi neferomagnetic, sau chiar să lipsească, în acest caz bobina, având o inductanță scăzută.





- a) Carcasa – suportul pe care se înfășoară conductorul bobinei, ea are, în general, o formă tubulară și este realizată din material ușor de prelucrat, dar cu proprietăți izolatoare și cu o rezistență mecanică satisfăcătoare;
- b) Înfășurarea (bobinajul) – constituie elementul principal și indispensabil al oricărei bobine. Se caracterizează prin: diametru, numărul de spire din secțiunea conductorului, pași, număr de straturi.

Cel mai frecvent sunt utilizate conductoarele din Cupru, avînd secțiunea circulară și diametrul în limite normale. În cazul unor curenți foarte mari, se utilizează conductoare cu secțiune dreptunghiulară sau patrată, uneori chiar tubulară, pentru a permite răcirea cu apă, însă se mai pot folosi conductoare și din Aluminiiu.

În cazul bobinelor de frecvență joasă, conductoarele sunt izolate cu email și fibre textile sau cu fibre anorganice.

În cazul bobinelor de înaltă frecvență, se utilizează conductoare lițate (fascicul de fire subțiri de metal-răsucit, sau nerăsucit, folosit drept conductor electric), constituite din 7 – 15 conductoare de diametru foarte

redus și izolate individual, formând ansambluri (ansamblul, la rândul său, se izolează cu bumbac sau mătase).

În domeniul frecvențelor foarte înalte, se utilizează conductoarele din Cupru argintat, izolate cu email, mătasă sau chiar neizolate, când se utilizează bobine cu spire puține și rare.

- c) Miezul -intră în componența majorităților bobinelor, întrucât permite obținerea unor inductivități de valori mai mari și reglabile. Se utilizează miezuri magnetice din Aramă sau Cupru;
- d) Ecranul – este facultativ și se utilizează pentru a înlătura potențialele, cuplajele parazite (electrice sau magnetice).

Criteriile de clasificare a bobinelor pot fi:

- considerente constructive – cu carcasă (forma sau tipul carcasei, tipul bobinajului, numărul de spire, numărul de straturi, prezența sau absența ecranului, a miezului etc.).

Clasificarea bobinelor de inductanță.

1. După construcție: după formă, după dimensiuni, după nr. de spire, după nr. de straturi, după prezența sau absența miezului sau ecranului;

2. După parametri: după inductivitate, după factorul de calitate, diapazonul frecvențelor de lucru;

3. După destinație: receptoare/emițătoare radio sau TV.

Pe lângă aceasta, bobinele se împart în 3 clase mari, după domeniile de utilizare:

- 1. Bobine pentru curenți slabi: (telecomunicații, automatizări);
- 2. Bobine pentru curenți tari: (declanșatoare, electromagneți, transformatoare, bobine de reactanță, etc.);
- 3. Bobine de inducție: (aparate electromedicale, aprinderea amestecurilor explosive).

Parametrii bobinelor:

- **Tensiunea** nominală U_n , este tensiunea maximă pentru care se dimensionează izolația bobinei ;

- **Tensiunea** de serviciu U_s , este tensiunea care se aplică la capetele înfașurării bobinei, într-un anumit regim de lucru;
- **Rezistența** R a bobinei, este o mărime care se poate evidenția dacă bobina este alimentată cu tensiune continuă. Din legea lui Ohm, rezultă:

$$R = \frac{U}{I}$$

- **Inducția** proprie a bobinei L , depinde de dimensiunile acesteia, de numărul de spire și de materialul miezului magnetic, conform relației:

$$L = \mu N^2 \frac{A}{l}$$

Inducția proprie a bobinei, se mai poate calcula în funcție de fluxul magnetic și de curentul care străbat bobina, conform relației:

$$L = \frac{\phi}{i}$$

- **Impedanța** Z a bobinei, se manifestă la alimentarea acesteia cu tensiune alternativă și se poate calcula cu relația:

$$Z = \frac{U}{I}$$

- **Reactanța** inductivă $X_L = 2\pi fL$

Impedanța se poate calcula în funcție de rezistența și de reactanța inductivă:

$$Z^2 = R^2 + X_L^2$$

- **Factorul** de calitate Q , este raportul dintre reactanța inductivă și rezistență:

$$Q = \frac{X_L}{R}$$

Formulele utilizate [2]:

Pentru $l > 4d$ vom avea $L = \frac{0.001n^2 D}{l/D} [\mu H]$, unde D este diametrul bobinei, mm; l – lungimea bobinei, mm.

Pentru un inductor cu miez $L = \mu_0 \mu_{ef} \frac{n^2 S}{l} = \mu_{ef} L_0$.

Pentru o bobină cilindrică multistrat se aplică formula empirică:

$$L = \frac{0.008n^2 D^2}{3D + 9l + 10h} [\mu H], \quad l, D \text{ și } h \text{ în mm};$$

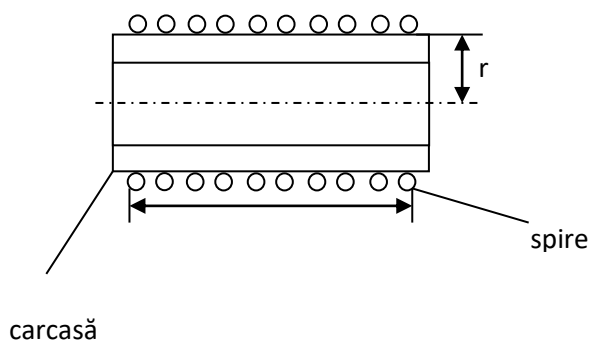
$$h = md_{\text{cond}} = m \frac{l}{n/m} = \frac{m^2 l}{n}.$$

În cazul unei bobine plane în formă de spirală se utilizează formula empirică:

$$L = \frac{3.2 \cdot 10^{-2} \cdot a^2 \cdot n^2}{6a + 10c} [\mu H], \quad a = \frac{d_e + d_i}{4} [\mu m], \quad c = \frac{d_e - d_i}{2} [\mu m].$$

Tipuri constructive de bobine:

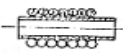
Cel mai simplu tip de bobină, conține un singur strat de conductor din **Cu** emailat.



Această bobină este înfășurată spiră lângă spiră pe o carcasă tubulară, fără miez magnetic, fiind notată cu $2r$ în centimetrii diametrului exterior al carcasei, n – numărul de spire ale bobinei, l – în cm. – lungimea bobinei pe carcasă, se

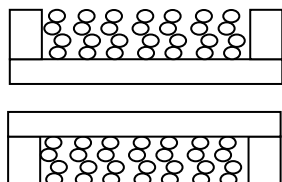
poate demonstra cu condiția $l > 0,8 r$ că inductivitatea L a bobinei, este dată de relația $L_{\mu H} = 0,3937r^2n^2/(9r+10l)$. Valorile inductivității maxime ce se pot obține cu astfel de bobini nu depășesc 300 μH .

Bobinaje utilizate pentru diferite domenii de frecvențe

Nr. crt.	Tipul bobinajului	Aspect	Domeniu de utilizare	Q	C_p	Observații
1.	Într-un strat cu spire alăturate		Întreaga gamă de frecvențe; L mici ($\times 0,1 \mu H.. \times 0,1 H$)	80... .250	mică	cu/fără miez cu/fără carcasă
2.	Într-un strat cu spire distanțate		Frecvențe înalte și foarte înalte, L mici ($\times nH... \times 0,1 mH$)	150... 350	f. mică	idem 1 puteri mari (emisie)
3.	Bobinaj spiral		Frecvențe înalte și foarte înalte, L mici ($\times nH$) puteri mari pentru emisie	150... ...300	f. mică	Fără miez; se fac și pe cablaj imprimat
4.	Mai multe straturi spiră lângă spiră și strat peste strat		Frecvențe joase când nu contează Q , Q mic, L mari	mic < 50	f. mare	idem 1
5.	Mai multe straturi bobinate întâmplător		Frecvențe medii < ($< 2MHz$) L mari	uneori satisfactor	mare	pe carcasă cu flanșă sau pe miez
6.	Piramidal		Frecvențe medii și înalte	bun (> 80)	medie	pe carcasă sau pe miez
7.	Cu straturi distanțate		Frecvențe medii și înalte, puteri mari (emisie, L medie)	bun (> 80)	mică	carcase speciale

Bobinajele monostrat, prezintă rezistențe de curent continuu, cu inductivități și capacități parazite reduse.

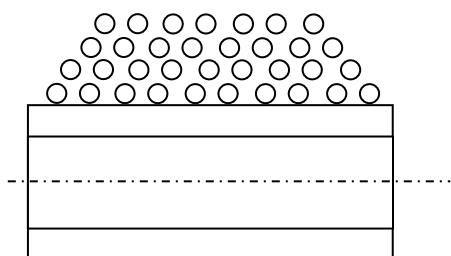
Un alt tip de bobinaj constructiv, fără miez magnetic, conține mai multe straturi de conductor suprapus, avînd fiecare spirale bobinate una lângă alta. Conductorul, trebuie, în acest caz, să fie izolat cu email sau chiar cu mătase.



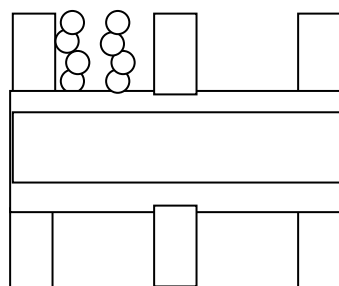
Bobinajele multistrat, fixate spiră lângă spiră, se caracterizează printr-o capacitate de distribuție mare și pericol de străpungere a izolației (se are în vedere, că extremitatea bobinei, unde diferența de potențial este mare, în acest caz, pentru reducerea pericolului de străpungere, se introduc folii izolatoare, confecționate din material din plastic, hârtie de condensator etc.). Unicul neajuns, în acest caz, este mărirea volumului bobinei și a prețului de cost.

Majoritatea bobinelor, utilizate în echipamentele electronice, au un miez magnetic, care din punct de vedere constructiv poate să fie secționat, de obicei în formă cilindrică sau tubulară, în cazul când acesta este de formă închisă, are o formă toroidală. Miezurile se realizează din materiale feromagnetice moi. Construcția miezurilor, permite, în general, modificarea inductanței prin deplasarea miezului în raport cu înfășurarea. Există și miezuri nemagnetizate, realizate din Aramă sau Cupru.

Pe lângă tipurile de bobine analizate mai sus, există și alte tipuri de bobine, care se pot realiza cu sau fără miez magnetic.



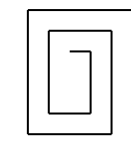
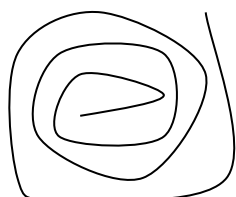
piramidală



Carcasă în formă de găleți.

Aceste tipuri de carcase se utilizează pentru reducerea numărului de spire, fiecare secțiune, delimitînd numărul spirelor în așa mod ca capacitatea parazită dintre spire să fie minimă.

În microelectronica modern, se folosesc și bobinaje imprimate, însă inductanța acestor bobine este foarte mică. O bobină plată, se realizează odată cu apariția tehnologiei cablajelor imprimate sub forma unei spirale dreptunghiulare sau circulare, aceasta reprezintă o bobină imprimată, inductanța căreia poate fi între 0,1 – 10 μH și cu un factor de calitate între 50 și 200.



Vezi anexa .2

Ecranarea bobinelor

Pentru structura și funcționarea sa, orice bobină se poate cupla inductiv prin câmpuri magnetice sau capacitive, prin câmpuri electrice de diferite generații, care reprezintă receptoare exterioare a semnalelor parazitare. Pentru reducerea sau chiar anularea acestor cuplaje potențiale și nedorite, bobinele sunt protejate cu ajutorul unor ecrane magnetice sau electrice, special construite și conectate la masă. Forma și materialul acestor ecrane se aleg în funcție de rolul acestora cât și de frecvența câmpului magnetic sau electric perturbator. Astfel, pentru ecranarea magnetică cu frecvență joasă, se utilizează materiale feromagnetice cu permeabilitate mare. Bobinele se plasează în interiorul unui ecran de formă paralelepipedă sau cilindrică, fără contact între ecran și miez. Ca rezultat, se obține un efect de ecranare cu atât mai eficient cu cât ecranul este mai departe de miez.

Pentru micșorarea reductanței, se alege un ecran de grosimea dorită, constituit din mai multe straturi.

Pentru ecranarea magnetică de frecvențe medii și înalte, se folosesc materiale conductoare care au o conductibilitate ridicată (Al sau Cu). În acest caz, bobina se plasează în interiorul ecranului, avind formă paralelepipedă sau cilindrică, dar efectul de protecție se realizează prin acțiunea curenților turbionari, induși în circuitul electric închis prin peretele ecranului de câmpul magnetic extern. Acești curenți, la rândul lor, crează un câmp magnetic ce se opune efectului perturbator. Deoarece Al este mai ieftin decât Cu, ecranele de regulă sunt de Al.

Câmp magnetic perturbator

Pentru ecranarea electrostatică cu frecvență joasă (la Transformator), se poate regula efectul capacitiv parazit dintre primar și secundar, introducând în aceste înfășurări o folie conductivă separatoare, conectată galvanic la potențial nul.

Ecranul electrostatic astfel obținut, nu trebuie să se închidă, pentru a nu forma o spirală în scurtcircuit. Efectul de ecran este măsurat prin raportul dintre intensitatea câmpului electric sau magnetic, în interiorul bobinei, în prezența ecranului și în absența lui.

Valorile de $1/100$ pînă la $1/20$, semnifică o ecranare suficientă în majoritatea cazurilor.

Stabilitatea bobinei ecranate este inferioară celei neecranate, deoarece factorii de influență (timpul, temperatura, umeditatea ș.a) acționează și asupra dimensiunilor geometrice și asupra parametrilor electrici ai ecranului.

