

PRINCIPII DE CABLAJE IMPRIMATE

PRINCIPLES OF PRINTED WIRING

Dorin AFANAS, dr., conf. univ.,

UPS „Ion Creangă” din Chișinău

ORCID: 0000-0001-7758-943X

afanas.dorin@upsc.md

Vadim BODEANCIUC, doctorand,

AMFA „Alexandru cel Bun”

bitosa142@gmail.com

Dorin AFANAS, PhD, Associate Professor,

“Ion Creanga” SPU of Chisinau,

Vadim BODEANCIUC, PhD student

MAAF “Alexandru cel Bun”

CZU: 621.38

DOI: 10.46727/c.v4.21-22-03-2024.p7-11

Abstract. The use of printed wiring (circuits) is currently the most efficient and widespread constructive solution for the interconnection of components in electrical/electronic circuits in assemblies, devices and electronic equipment. Used for the first time in 1945 (in military equipment), printed wiring gradually and everywhere replaced the old „space”, spinning (conventional) wiring, introducing important changes in the construction and technology of both professional and consumer electronic equipment.

Keywords: printed wiring, structure, classification, methods.

1. Generalități

Conductor imprimat este o porțiune a acoperirii conductoare depusă pe un suport izolant. Element sau componentă imprimată este un rezistor, condensator, bobină etc., realizată pe un suport izolant sub forma unor acoperiri metalice sau de alte materiale.

Cablaj imprimat este un cablaj prefabricat în care legăturile conductoare între componentele discrete sunt realizate sub formă de benzi sau suprafețe conductoare depuse pe un suport izolant.

Principalele avantaje ale cablajelor imprimate sunt:

– realizează o mare densitate de montare a componentelor, permițând reducerea volumului și greutateii (deci miniaturizarea) aparatelor electronice;

– asigură poziționarea precisă și fixă a componentelor și a interconexiunilor acestora în circuite, permițând creșterea fiabilității în funcționare și reducerea/compensarea cuplajelor parazite dintre componente și/sau circuite;

– asigură o rezistență superioară a echipamentelor electronice (din care fac parte) la

solicitări mecanice, termice și climatice, îmbunătățind totodată considerabil mentenabilitatea acestora;

– simplifică și reduce durata operațiilor de montaj, facilitând automatizarea acestora, reducând posibilitățile de montare eronată și asigurând un înalt grad de reproductibilitate;

– fac posibilă unificarea și standardizarea constructivă a subansamblelor (blocurilor, modulelor) funcționale din structura aparatelor/echipamentelor electronice, permițând interconectarea simplă, rapidă, precisă și fiabilă a acestora [1 – 4].

Există și dezavantaje minore ale cablajelor imprimate:

– orice modificări ulterioare ale circuitelor (uneori chiar ale componentelor) sunt relativ dificil de efectuat [5, 6];

– majoritatea tipurilor de cablaje imprimate sunt sensibile la șoc termic – ceea ce impune unele precauții la lipirea terminalelor componentelor.

2. Structura și clasificarea cablajelor imprimate

Un cablaj imprimat este un sistem de conductoare plate (imprimate) amplasate în unul, două sau mai multe plane paralele și fixate (cu adeziv) pe suprafața unui suport electroizolant (dielectric), care asigură și susținerea mecanică a componentelor [7 – 9].

a) Suportul electroizolant al circuitelor imprimate este realizat din materiale având proprietăți fizico-chimice, electrice, mecanice și termice adecvate.

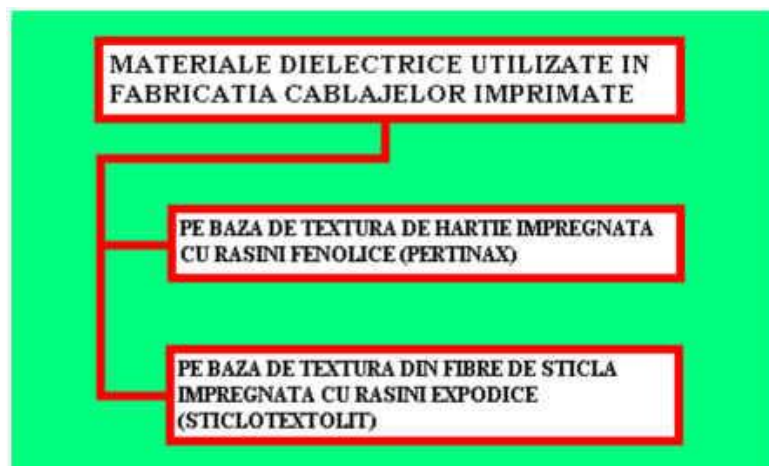


Fig. 1. Principalele materiale electroizolante utilizate ca suport al circuitelor imprimate

Există mai multe categorii de asemenea materiale, dar cele mai frecvent utilizate în prezent pentru cablaje rigide sunt (fig. 1):

Pertinaxul (temperatura maximă de lucru 105°C) – pe bază de textură din hârtie impregnată cu rășini fenolice – ce constituie materialul standard pentru solicitări normale în cele mai diverse aplicații.

Stecлотextolitul (temperatura maximă de lucru 150°C) – pe bază de textură din fibre de sticlă impregnata cu rășini expodice – larg utilizat în aparatura electronică profesională întrucât permite obținerea unor performanțe superioare.

În ultimul timp, pentru realizarea cablajelor profesionale sunt utilizate și suporturi ceramice având proprietăți termice excelente dar și rezistența mecanică redusă.

Circuitele imprimate flexibile utilizează drept suport materiale termoplasate ca: ACLAR (max. 200°C), TEFLON (max. 274°C), KAPTON (max. 400°C).

b) Traseele conductoare se realizează din materiale având proprietăți adecvate: rezistivitate electrică redusă, bună sudabilitate, rezistență mare la coroziune. În general, cel mai frecvent utilizat material este cuprul electrolitic de înaltă puritate, formând o folie de grosimi normalizate uzuale: 35 mm sau 70 mm, aplicată pe suprafața suportului electrolitic izolant (împreună cu care formează semifabricatul „placat” din care, prin operații tehnologice specifice, se obțin cablajele imprimate având diferite structuri, configurații, dimensiuni etc.). În unele aplicații profesionale se pot utiliza și aurul, argintul sau nichelul. În scopul facilitării lipirii terminalelor componentelor, precum și pentru asigurarea unor contacte electrice fiabile folia de cupru se acoperă uneori cu o peliculă de cositor, de aur sau de argint.

c) Adezivi utilizați pentru fixarea foliei de cupru pe suportul electroizolant de tip **Pertinax** – de regulă, rășini speciale – trebuie să reziste la temperatura de lipire și să fie suficient de elastici (pentru a prelua la lipire diferențele de dilatare dintre suport și folie).

Materialele electroizolante de tip **Stecлотextolit** nu necesită adezivi.

Semifabricatele placate cu cupru se produc la diferite dimensiuni – mai frecvente fiind: 900 X 900 mm sau 900 X 1800 mm. Din acestea se debitează plăcile cu viitoarele cablaje imprimate ale căror dimensiuni nu trebuie să depășească 240 X 360mm – pentru cablaje simplu/dublu strat și 200 X 240 mm – pentru cablajele multistrat, astfel încât procesul tehnologic de realizare a acestora să nu devină prea dificil.



Fig. 2. Clasificarea cablajelor imprimate

În fig. 2 se prezintă o clasificare a cablajelor imprimate după numărul planelor în care sunt amplasate traseele conductoare, precum și după caracteristicile mecanice ale suportului izolant:

a) cablajele cu o față („cablaje simplu strat ” sau „cablaje monostrat”) sunt cele mai vechi și mai frecvent utilizate cablaje imprimate, fiind destinate, în special, aparaturii electronice de larg consum. Au cel mai simplu proces tehnologic de fabricație și cele mai reduse costuri de producție, dar nu permit obținerea de mari densități de montaj, motiv pentru care ponderea lor pe ansamblul producției de cablaje imprimate este în scădere;

b) cablajele dublu față („cablaje dublu strat”) sunt actualmente cele mai utilizate în construcția aparatelor și echipamentelor electronice profesionale, întrucât asigură o densitate ridicată de montaj, la un preț de cost relativ scăzut. Procesul tehnologic de realizare este însă mai complex, implicând în unele cazuri și metalizarea găurilor în care se implantează terminalele componentelor;

c) **cablajele multistrat** sunt destinate exclusiv echipamentelor electronice profesionale, întrucât asigură o densitate de montaj și proprietăți electrice superioare tuturor celorlalte tipuri (permițând interconectarea mai simplă a numeroase circuite integrate tip LSI sau VLSI). Dar procesul lor tehnologic de realizare este complex și costisitor, întrucât metalizarea găurilor este mult mai dificilă;

d) **cablajele cu suport flexibil** au tendința de a înlocui atât cablajele imprimate rigide, cât și „forme de cablu” (compuse din diferite tipuri de conductoare), care interconectează subansamblele echipamentelor electronice.

Cablajele imprimate flexibile au numeroase avantaje:

- sunt mai ușoare și mai puțin voluminoase decât cele rigide, fiind destinate, în principal, echipamentelor la care greutatea și volumul sunt esențiale – de exemplu aparatele electronice aerospațiale, calculatoarele electronice etc.;
- permit realizarea unor mari densități de montaj și obținerea unei fiabilități superioare în exploatare, reducând mult sau chiar eliminând posibilitatea cuplajelor parazite între circuite;
- formează un sistem de interconectare tridimensional, întrucât nu numai că pot fi eventual îndoite, răsucite și deplasate, dar și pot avea orice geometrie (spre diferența de cablajele rigide – având, de regulă, forma dreptunghiulară).

Dar lipirea componentelor pe astfel de cablaje este, de obicei, mai avantajoasă dacă se efectuează manual (deci cu o productivitate relativ scăzută), și nu automat.

3. Metode de realizare a cablajelor imprimate

Pentru realizarea cablajelor imprimate cu mijloace industriale sau artisanale se pot utiliza peste 30 de metode (tehnologii) diferite ce pot fi grupate în două mari categorii, principal opuse (fig. 3):



Fig. 3. Metode (tehnologii) de realizare a cablajelor imprimate

a) **metodele substructive („de corodare”)** implicând prelucrarea unui semifabricat placat cu cupru și obținerea traseelor circuitului imprimat prin înlăturarea unor porțiuni din folia electroconductoare aderentă la suportul electroizolant. Îndepărtarea acestor zone se poate face fie pe cale chimică (prin corodare) – având în prezent cea mai mare pondere pe ansamblul cablajelor imprimate –, fie pe cale mecanică, prin segmentarea și eliminarea foliei.

b) metodele aditive („de depunere”) impunând metalizarea unui semifabricat din material electroizolant neplacat. Din această categorie fac parte: metoda electrochimică, metoda transferului, metoda arderii în cuptor, metoda pulverizării catodice și termice etc.

Actualmente predomină metodele substructive, dar a apărut și o tendință de extindere a metodelor de depunere, având în vedere necesitatea reducerii consumului de cupru.

Există și o a treia categorie de metode mai rar folosite – „metodele combinate” –, la care se folosesc tehnologii specifice atât metodelor substructive cât și celor aditive.

Aproape în toate cazurile este necesară transpunerea configurației circuitului de realizat de pe un desen pe semifabricatul de prelucrat. Această operație se realizează industrial – cu metode fotografice, serigrafice sau offset, iar artizanal – prin desenare manuală sau vopsire cu șablon și pensula (sau pulverizator).

CONCLUZII

Cablajele imprimate posedă următoarele avantaje:

- realizează o mare densitate de montare a componentelor, permițând reducerea volumului și greutateii (deci miniaturizarea) aparatelor electronice;
- asigură poziționarea precisă și fixă a componentelor și a interconexiunilor acestora în circuite, permițând creșterea fiabilității în funcționare și reducerea/compensarea cuplajelor parazite dintre componente și/sau circuite;
- asigură o rezistență superioară a echipamentelor electronice (din care fac parte) la solicitări mecanice, termice și climatice, îmbunătățind, totodată, considerabil mentenabilitatea acestora;
- simplifică și reduce durata operațiilor de montaj, facilitând automatizarea acestora, reducând posibilitățile de montare eronată și asigurând un înalt grad de reproductibilitate;
- fac posibilă unificarea și standardizarea constructivă a subansamblelor (blocurilor, modulelor) funcționale din structura aparatelor/echipamentelor electronice, permițând interconectarea simplă, rapidă, precisă și fiabilă a acestora [1 – 4].

De rând cu avantajele pe care le posedă cablajele imprimate, ele au și unele dezavantaje, minore:

- orice modificări ulterioare ale circuitelor (uneori chiar ale componentelor) sunt relativ dificil de efectuat [5, 6];
- majoritatea tipurilor de cablaje imprimate sunt sensibile la șoc termic – ceea ce impune unele precauții la lipirea terminalelor componentelor.

BIBLIOGRAFIE

1. Drăgulănescu, N., coord. *Electronica în imagini. Componente pasive*. Editura Tehnică: București, 1990
2. Emil, T. *Măsurări electrice și electronice. editura academiei trupelor de uscat*. Sibiu 2000.
3. <http://www.scribub.com/tehnica-mecanica/CABLAJE-IMPRIMATE24857.php>
4. <http://www.rasfoiesc.com/inginerie/electronica/Tehnologia-cablajelor-imprimat85.php>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=TpOhM6lg9V0>
6. MILLEA, A. *Măsurări electrice - principii și metode*. Editura Tehnică, București, 1980.
7. Răduleț, R. *Bazele electrotehnicii*. Probleme, vol.1, 2, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
8. Simion, E. *Electrotehnică*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978
9. Șora, C. *Bazele electrotehnicii*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982