

SISTEM DE CREARE A CIRCUITELOR IMPRIMATE PRIN TEHNOLOGIA LASER

Oleg OVCEARENCO

Departamentul Ingineria Software și Automatică, grupa AI-211, Facultatea de Calculatoare, Informatică și
Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autor-corespondent: Oleg Ovcearenco, oleg.ovcearenco@isa.utm.md

Coordonatorul științific **Dumitru MORARU**, lect. univ., mag.,
Departamentul Ingineria Software și Automatică

Rezumat. *Lucrarea reprezintă procesul de elaborare a circuitelor imprimate prin utilizarea tehnologiei laser, și anume, cu ajutorul unui dispozitiv cu coordonate numerice la care este instalat, în calitate de unealtă, modul laser, se creează, prin ardere, desenul circuitului imprimat pe o placă de textolit acoperită cu un strat subțire de cupru. Procedura de creare a circuitelor imprimate este un prim pas în studierea utilizării laserului în diferite procese din natură, ca de exemplu aplicarea laserului mai poate fi utilizată la procese biotehnologice, în agricultură, medicină etc, procese care pe viitor vor fi studiate. Totodată tehnologia aplicată v-a permite studenților să obțină rapid un rezultat pozitiv în elaborarea circuitelor imprimate pentru diferite lucrări de laborator sau proiecte de curs.*

Cuvinte cheie: *sistem de coordonate, diodă laser, circuit imprimat, motor pas cu pas, microcontroler.*

Introducere

Fiecare inginer a încercat măcar o dată să fabrice un circuit imprimat, iar în condițiile casnice acest proces poate fi destul de complicat și pentru unii poate părea chiar imposibil. Acest articol este axat pe studierea procesului de fabricare a circuitelor imprimate cu ajutorul echipamentului de gravare cu laser.

Cel mai răspândit mod de fabricare a unui circuit imprimat în condiții casnice este metoda cu utilizarea imprimantei laser și a unui fier de călcat. Această metodă implică proiectarea modelului circuitului în format electronic și imprimarea acestuia, în oglindă, pe hârtie laminată, ca mai apoi să fie transferat, cu ajutorul fierului de călcat, pe foaia de textolit laminat cu cupru. La temperatură ridicată (aproximativ 200 °C), tonerul de pe hârtia laminată se transferă pe foaia de textolit. În urma procesului termic a ansamblului foaie de textolit – hârtie laminată, este necesar de înlăturat numai hârtia de pe foaia de textolit și apoi de trecut plăcuța printr-un proces de corodare cu substanțe chimice ($FeCl_3$). În final pe foaia de textolit rămâne numai desen imprimat.

În timpul procesului descris mai sus pot apărea o serie de imperfecțiuni sau chiar defecte mai grave, ceea ce duce la repetarea procedurii de mai multe ori. Ca rezultat duce la cheltuieli neprevăzute mai mari.

În lucrare se prezintă procesul de elaborare a circuitelor imprimate prin utilizarea unui gravor laser, care funcționează pe principiul strungurilor cu coordonate numerice. În calitate de unealtă strungul are un modul laser, care, prin ardere, creează desenul circuitului imprimat pe o placă de textolit laminată cu un strat subțire de cupru.

Procedura de creare a circuitelor imprimate este un prim pas în studierea utilizării laserului în diferite procese din natură, ca de exemplu aplicarea laserului mai poate fi utilizată la procese biotehnologice, în agricultură, medicină etc, procese care pe viitor vor fi studiate.

1 Descrierea echipamentului utilizat în studiu

Pentru a simplifica procesul de fabricare a circuitelor imprimate, se propune de utilizat un strung cu coordonate numerice cu tehnologie laser. În figura 1 este reprezentat aspectul exterior al strungului menționat, în care sunt următoarele notații: 1 este blocul de conducere, 2 – sursa de alimentare de, 3 – șină pentru rulmenți liniari, 4 – modul laser 5 – canal pentru aer 6 – motor pas cu pas

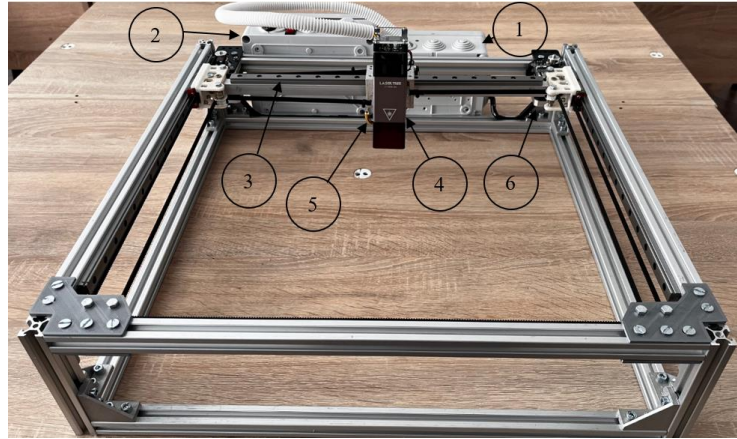


Figura 1. Strungul pentru fabricarea circuitelor imprimate print tehnologie laser

În tabelul 1 sunt prezentați parametrii tehnici a echipamentului cu gravare laser.

Tabelul 1

Parametrii tehnici a echipamentului cu gravare laser

Nume parametru, (unitățile de măsură)	Valoarea
Tensiunea de alimentare (V c.a.)	220
Dimensiunile carcasei (mm)	500x500
Puterea laserului (W)	40
Tipul comenzii	numerică
Dimensiuni zonei de lucru (mm)	400x400
Dimensiunea fascicolului (mm)	0,08
Deplasarea minimă pe axele x, y (mm)	0,05

Modelul plăcii de comandă a strungului este LS ESP32 PRO V2.1 la baza căreia se află un microcontroler EP32 cu două nuclee pe 32 de biți, frecvența de lucru este de 240 MHz asigurând performanțe ridicate. Pentru comanda motoarelor strungului se folosesc module driver TMC2209 care asigură un regim de funcționare a lor cu nivel de zgomot redus. Viteza maximă de deplasare la 3000 mm/min. Placa de comandă are un mecanism de protecție încorporat, prevenind expunerea de durată a laserului în același punct.

În tabelul 2 sunt prezentate parametrii tehnice a plăcii de conducere a echipamentului.

Tabelul 2

Parametrii plăcii de conducere a echipamentului cu gravare laser

Nume parametru, (unitățile de măsură)	Valoarea
Tensiunea de alimentare (V c.c.)	12V
Curent maximal driverului (A)	1,5
Puterea maximală (W)	50
Viteza de gravare maximă (mm/min)	30000
Deplasarea minimă pe axele x, y (mm)	0,05

În figura 2 este reprezentat aspectul plăcii de comandă a strungului de fabricare a circuitelor imprimate.

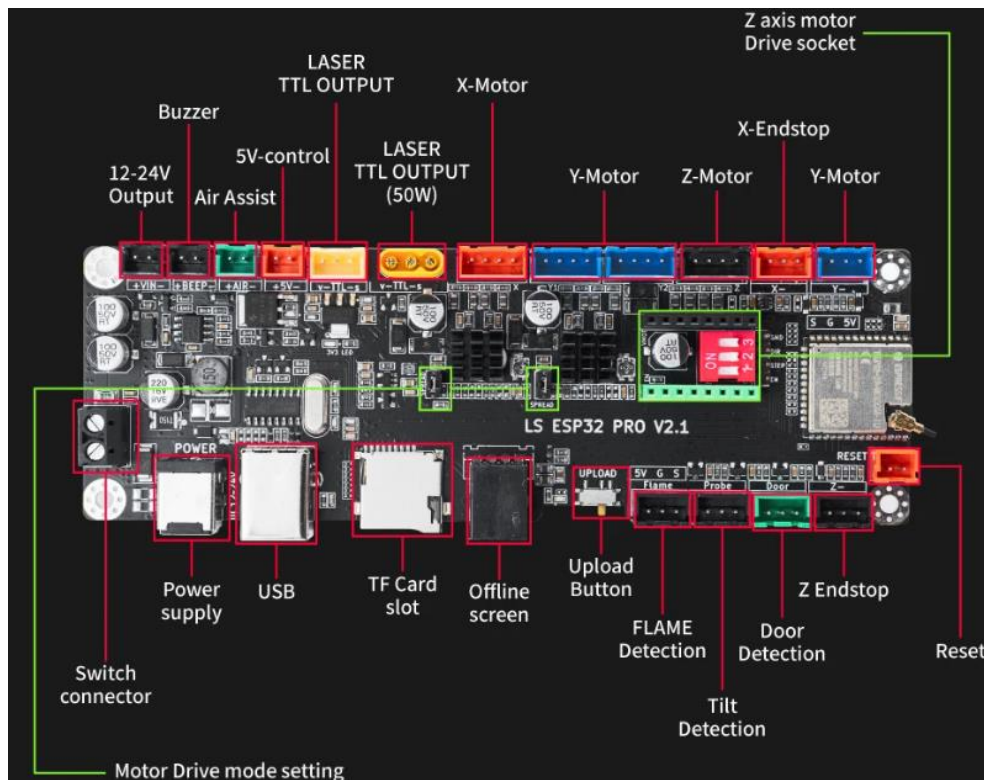


Figura 2. Placa de comandă a strungului

2 Descrierea procesului de elaborare unui circuit imprimat

Procesul de elaborare a unui circuit imprimat cu ajutorul unui strung cu tehnologie laser începe cu elaborarea designului circuitului într-o aplicație specializată pentru proiectare de circuite imprimate (PCB). Inginerul proiectant utilizează software-ul (Altium Designer, Eagle PCB, KiCad etc) pentru a crea schematică circuitului, plasând componente electronice și conectându-le cu fire într-un mod logic și eficient. După finalizarea designului, circuitul este exportat într-un format vector, care păstrează informațiile despre poziția și forma componentelor pe placa de circuit.

Următorul pas implică convertirea fișierului vector într-un format G-code, care conține instrucțiuni specifice pentru mașina de gravat cu laser. Aceste instrucțiuni dictează mișcările precise ale laserului pentru a gravura traseele conductorului și alte elemente ale circuitului pe o placă de textolit. Înainte de a începe gravarea, placa de textolit trebuie pregătită prin degresare și acoperirea cu un strat întunecat pentru a asigura o absorbție optimă a razei laser.

Odată ce placa de textolit este pregătită, este plasată și fixată cu grijă în gravorul cu laser. Este esențial să fie aliniată corect pentru a evita erorile în gravare. În timpul procesului de gravare, laserul elimină stratul întunecat de pe placa de textolit, creând traseele conductorului și alte elemente ale circuitului conform specificațiilor din fișierul G-code.

După finalizarea gravării, placa de textolit este curățată pentru a îndepărta reziduurile rezultate din procesul de gravare. Această etapă este crucială pentru a asigura o calitate ridicată a circuitului imprimat și pentru a evita eventualele scurtcircuite sau probleme de funcționare.

Odată ce placa de circuit este curățată, aceasta este pregătită pentru montarea componentelor. Componentele electronice sunt plasate și lipite pe placa de circuit conform schematicii, iar apoi sunt sudate pentru a asigura conexiuni stabile. Astfel, prin aceste etape integrate de proiectare și producție, este realizat un circuit imprimat funcțional, fabricat cu ajutorul tehnologiei laser.

Concluzii

Utilizarea unui strung cu tehnologie laser pentru elaborarea circuitului imprimat oferă numeroase avantaje care îl fac o opțiune atrăgătoare și eficientă în producția de circuite imprimate.

În primul rând, precizia este unul dintre cele mai importante avantaje ale utilizării unui laser pentru gravarea circuitelor imprimate. Capacitatea laserului de a grava cu o precizie extrem de mare permite crearea de circuite complexe, cu detalii fine, fără compromisuri asupra calității sau a funcționalității acestora.

Flexibilitatea este, de asemenea, un factor cheie în favoarea tehnologiei laser. Laserul poate lucra cu o varietate de materiale utilizate în fabricarea circuitelor imprimate, inclusiv textolit, plastic și metal, oferind astfel un grad ridicat de adaptabilitate la diferite cerințe de proiectare și aplicații.

Viteza este un alt beneficiu semnificativ al utilizării laserului pentru elaborarea circuitelor imprimate. Procesul de gravare cu laser este rapid și eficient, permițând producția de circuite într-un timp scurt, ceea ce este esențial în cazul prototipurilor sau al producției la scară mică.

În plus, costurile reduse reprezintă un avantaj major al acestei tehnologii. Echipamentele de gravare cu laser sunt relativ accesibile, ceea ce face ca această metodă să fie o opțiune rentabilă pentru producția la scară mică sau medie, sau pentru prototipare.

În concluzie, utilizarea unui strung cu tehnologie laser pentru elaborarea circuitului imprimat este o metodă modernă și eficientă de producție a circuitelor imprimate de înaltă calitate. Această tehnologie este potrivită atât pentru producția în serie mică, cât și pentru prototipare, oferind un echilibru optim între precizie, flexibilitate, viteză și costuri reduse.

Bibliografie

- [1] *Make Circuit Boards with Lasers*, Make Circuit Boards with Lasers © 2024 [citat 21.03.2024]. Disponibil: <https://www.instructables.com/Make-Circuit-Boards-With-Lasers/>
- [2] *Electrical Engineering about PCB - PCBWay*, Electrical Engineering about PCB - PCBWay © 2024 [citat 05.03.2024]. Disponibil: <https://www.pcbway.com/project/question/>
- [3] *Азбука электроники. Электронные устройства своими руками*, Ю. Ревич © 2024 [citat 29.03.2024].
- [4] *Printed Circuit Boards: Design, Fabrication, Assembly and Testing*, R. S. Khandpur © 2024 [citat 15.03.2024]
- [5] *Laser prototyping of printed circuit boards*, M. Nowak, A. J. Antonczak, P. E. Koziol, K. M. Abramski © 2024 [citat 24.03.2024]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/257909102_Laser_prototyping_of_printed_circuit_boards