



Rezultate obținute in cadrul contractelor subsidiare de tip D, in cadrul proiectului

Parteneriate pentru transfer de cunoștințe în vederea creșterii competitivității întreprinderilor din domeniul "INDUSTRIA AUTO SI COMPONENTE" și creșterii siguranței circulației
KTAutoComp

Contract 85/2016; Cod SMIS 105552

Beneficiar proiect: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Mecatronică și Tehnica Măsurării – INCDMTM București

Director Proiect: Dr. Ing. Daniela Doina CIOBOATĂ



Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Competitivitate 2014-2020

CONTRACT SUBSIDIAR 2790/19.02.2018

Proiect: Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

Partener: SC APEL LASER SRL – întreprindere mică;
office@apellaser.ro; www.apellaser.ro; Mogoșoaia, Strada Vânătorilor nr. 25, jud. Ilfov

Responsabil partener: Selagea Mihail Nicolae

Durata de implementare: 38 luni

Obiectiv principal: realizarea unui sistem de microprocesare cu laser a suprafețelor din diferite materiale (metalice, plastice), care să lucreze stand-alone sau integrat pe fluxul de fabricație pentru diferite aplicații industriale: gravare, marcarea, ablație selectivă, structurarea suprafețe, etc.

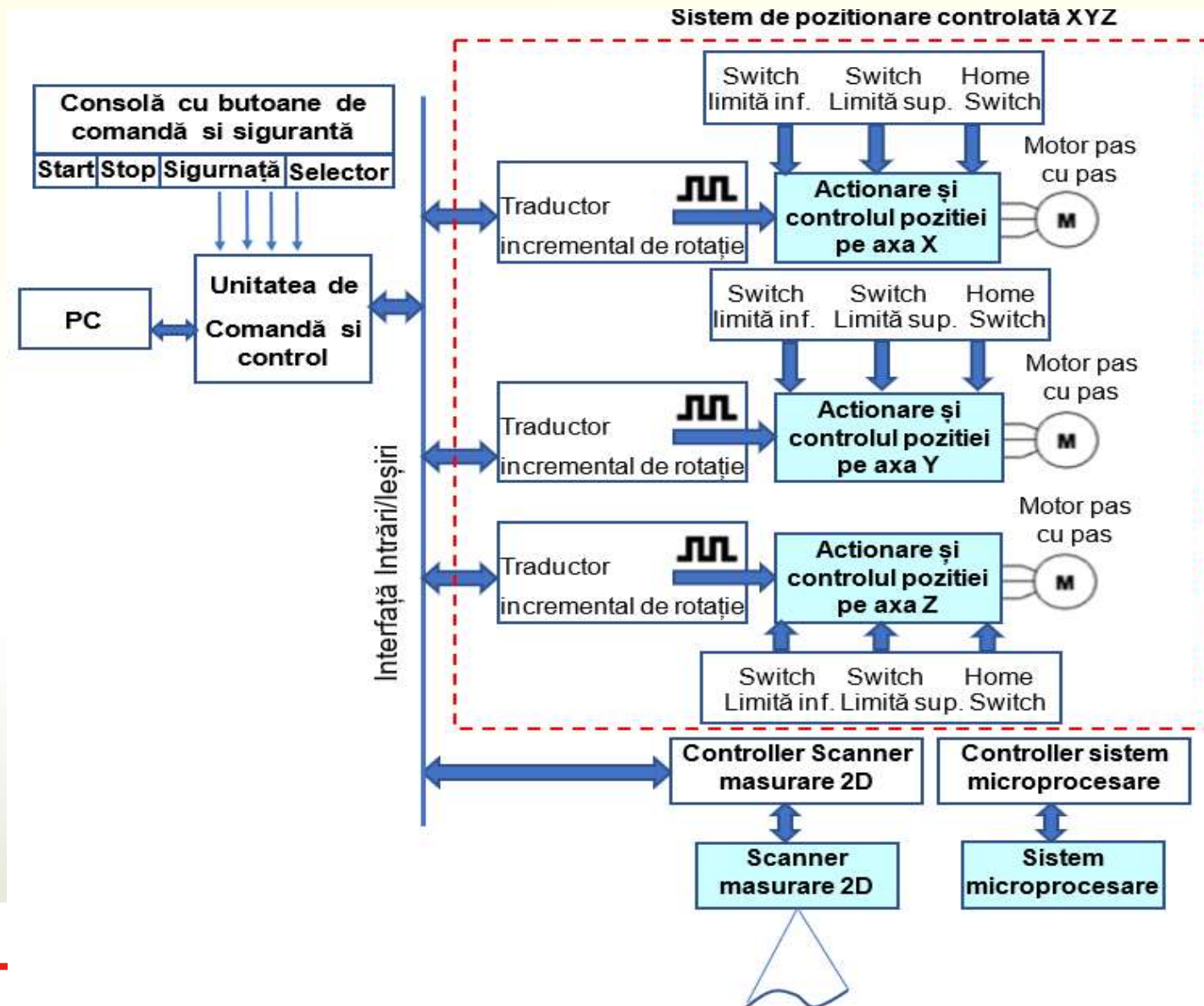
Rezultate:

- 1 studiu tehnic pentru definirea modelului conceptual și determinarea caracteristicilor optime ale subsansamblurilor funcționale ale sistemului de procesare laser
- 1 documentație de execuție ME
- 1 Model experimental, testat și validat
- 1 Documentație tehnică prototip (include Manualul de utilizare și mentenanță)
- 1 Prototip testat și validat
- 1 Cerere brevet
- 3 publicații și o prezentare la o conferință internațională

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

Schema bloc a instalației de microprocesare cu laser



Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

Sistemul de microprocesare cu laser este compus din următoarele **module**:

➤ **Subsistemul de microprocesare cu laser cu următoarele caracteristici:**

- **Sursa laser:** laser cu fibra cu impulsuri:

- Lungime de undă : 1064 nm
- Putere debitată: 10...100 W
- Stabilitate în putere: +/-2,5%
- Energia pulsului: 1mJ
- Rata de repetiție: 100~200 kHz
- Lungime fibra: 2-4 m

- **Subsistem optic** pentru omogenizarea și condiționarea fasciculului laser

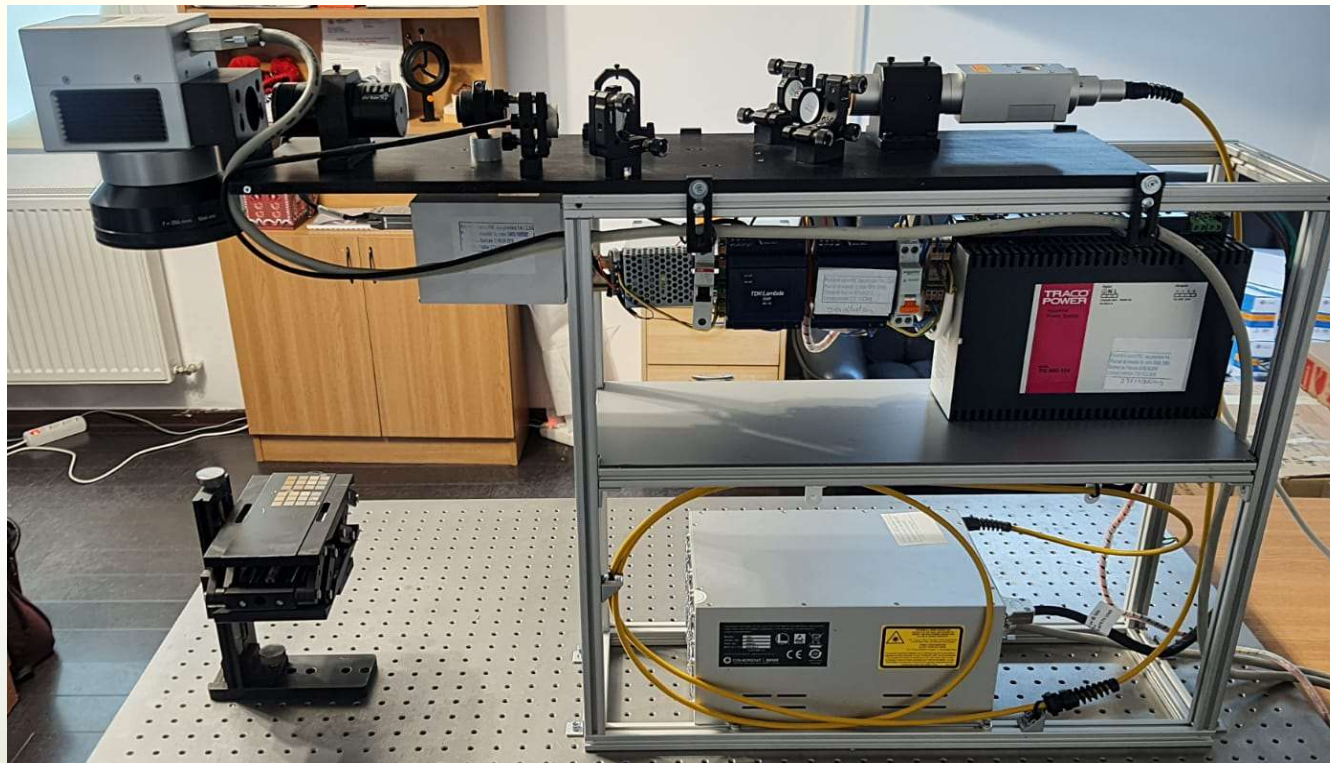
- **Scanner galvanometric** pentru devierea fasciculului laser incident pe direcțiile X și Y:

- Domeniul câmpului imagine: 110 mm x 110 mm
 - Unghiul de scanare: $\pm 0,35$ rad
 - Viteza de poziționare: 10 m/s
 - Diametrul tipic al spotului : 32 μ m
 - Repetabilitate (RMS) < 2 μ rad
 - Rezoluția maximă de poziționare: 16 bit (11 μ rad pentru domeniul unghiular de $\pm 0,36$ rad)
- **Expandor motorizat (VarioSCAN)** pentru a suplimenta sistemul de scanare XY al scannerul galvanometric cu încă o axă, transformând ansamblul într-un sistem de scanare pe 3 axe

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

- **Sursele de alimentare** în comutație (24 VDC, ± 15 VDC) - pentru laser și scanner galvanometric
- **Placa de comandă și control în timp real** (model ScanLab RTC 5) pentru unitatea laser Coherent FLQ, scanner galvanometric precum și pentru expandorul motorizat.
- **Platforma software ScanLab LaserDesk**



Prototipul CLEAN 100ME

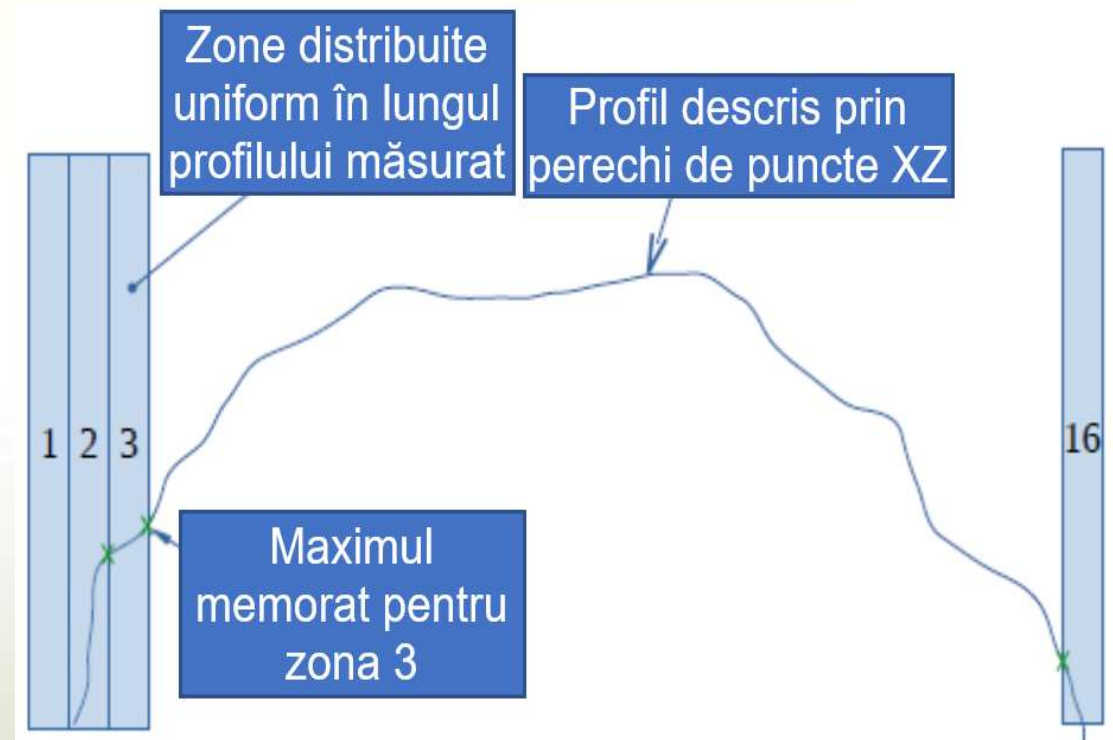
Cercetări privind realizarea unei instalatii laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalica, ceramica si plastica, integrate in cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

Scanerul 2D pentru măsurarea profilului suprafetelor poate achizitiona datele in 2 moduri:

1. Un set de puncte XZ care descriu profilul scanat
2. Un set de 16 valori care reprezintă valorile maxime, minime sau medii pentru 16 zone distribuite uniform în lungul profilului măsurat.

Varianta 1 are avantajul de a necesita un volum de memorie mai mic.

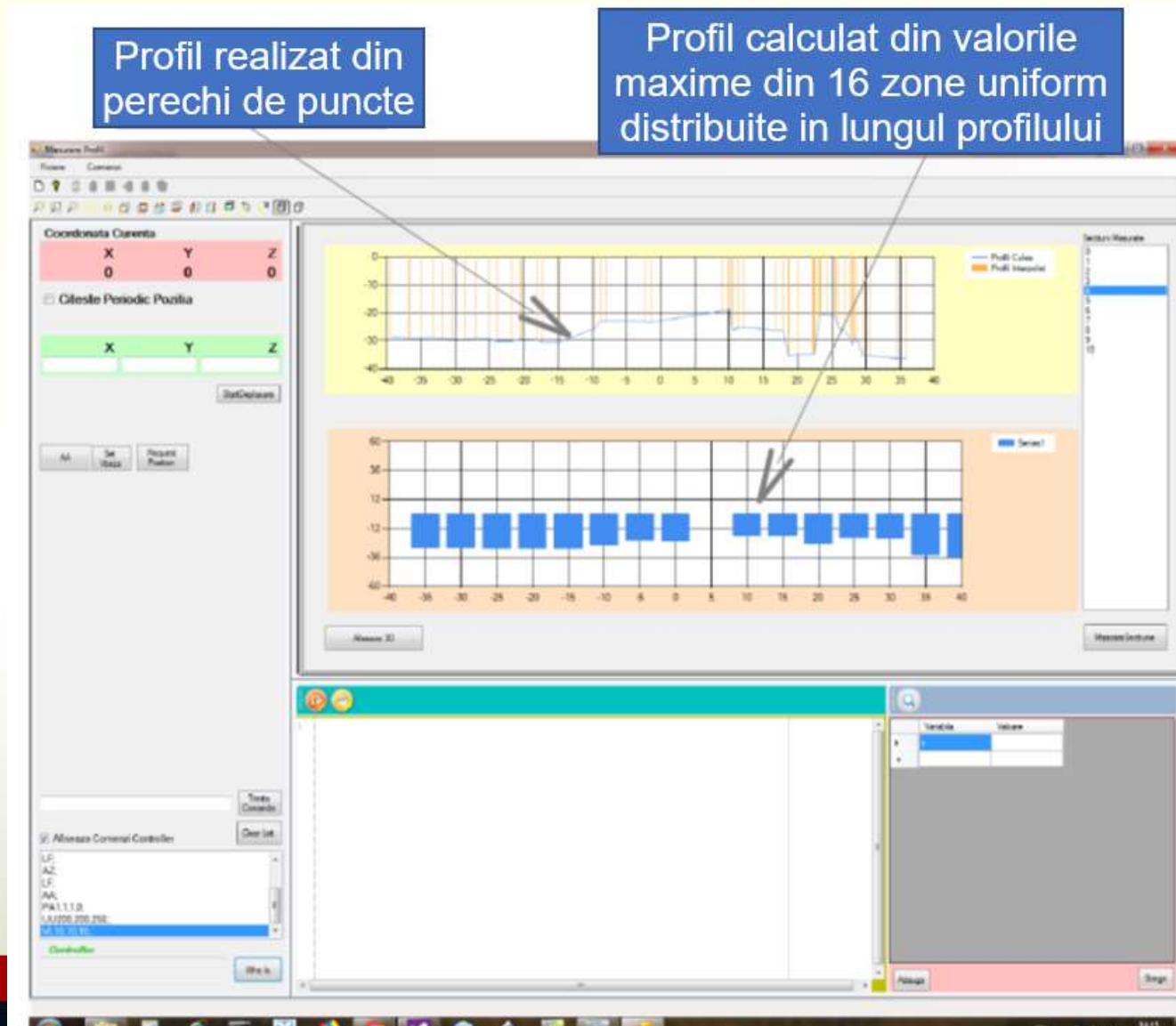
Varianta 2 are avantajul de a furniza un set de date mai complex care poate furniza mai multe informații despre suprafața măsurată cu dezavantajul unui volum mai mare de memorie consumată și a necesarului sporit de putere de calcul.



Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalatii laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalica, ceramica si plastica, integrate in cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

Ecran de afisare al profilului măsurat prin perechi de puncte carteziene si prin definirea unor zone fixe



Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalatii laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalica, ceramica si plastica, integrate in cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

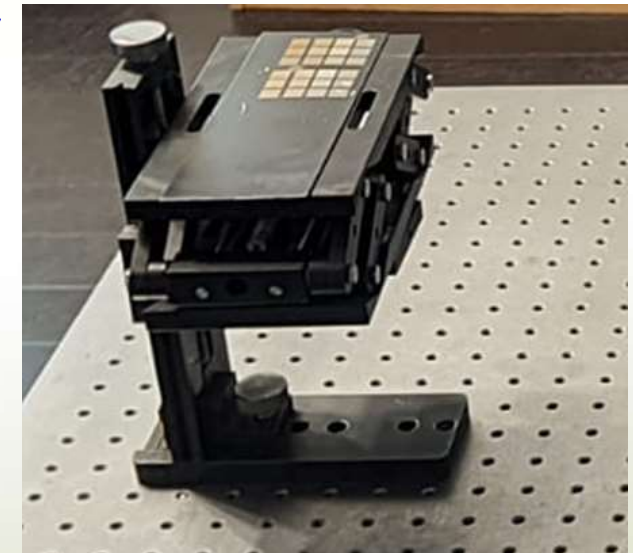
➤ Subansamblu de deplasare controlată

Pentru extensia domeniului de microprocesare se utilizează un sistem de deplasare controlată.

Echipamentul realizat poate funcționa stand alone sau integrat intr-o instalatie automatizată.

- Pentru domenii mai mici de lucru sistemul a fost dotat cu un subansamblu de deplasare a piedelor tip LTS 150/M – ThorLabs cu controller integrat, cu următoarele caracteristici:

- Domeniul de deplasare (pe X si Z): 150 mm
- Capacitate de încărcare: max 15 Kg
- Viteza de deplasare orizontală: max. 50 mm/s
- Viteza de deplasare verticală: max. 3 mm/s
- Incrementul minim de deplasare: 0,1 μm
- Repetabilitate: 4 μm
- Preizie de deplasare absolută, pe axă: 20 μm
- Tip actuatori: motoare pa cu pas

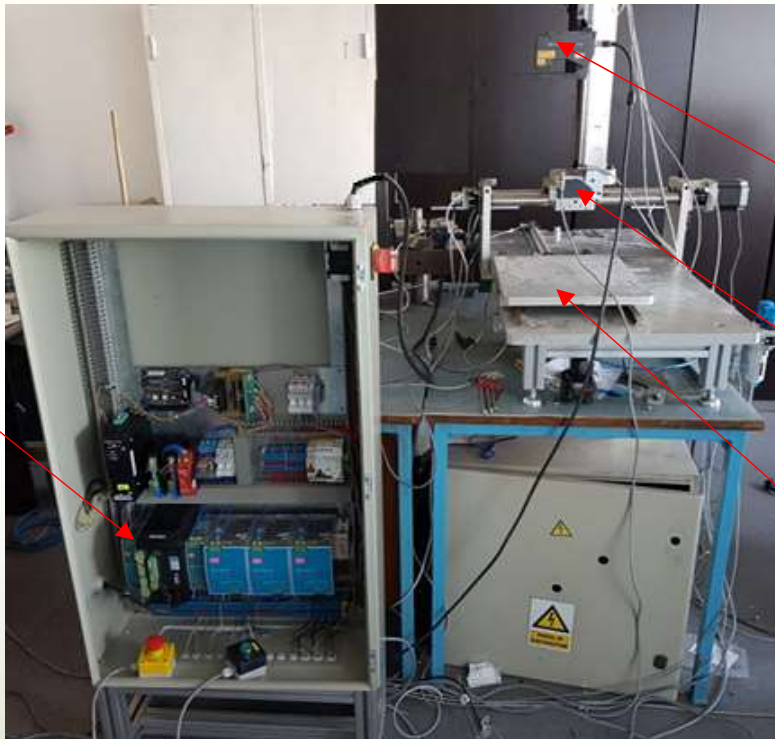


Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

- **Pentru domenii mai mari de lucru a fost realizat un modul de deplasare controlată pe 3 axe**

- Acest sistem permite:
 - deplasarea scannerului de măsurare 2D
 - Deplasarea capului de microprocesare
 - Poziționarea pieselor procesate în câmpul de lucru



Bloc de comandă
și control

Scanner laser 2D
(Keyence)

Subsistem de mișcare controlată
3D (cu motoare pas cu pas)

Subsistem de poziționare piesa
în câmpul de procesare/scanare
(actionat pneumatic)

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalatii laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalica, ceramica si plastica, integrate in cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

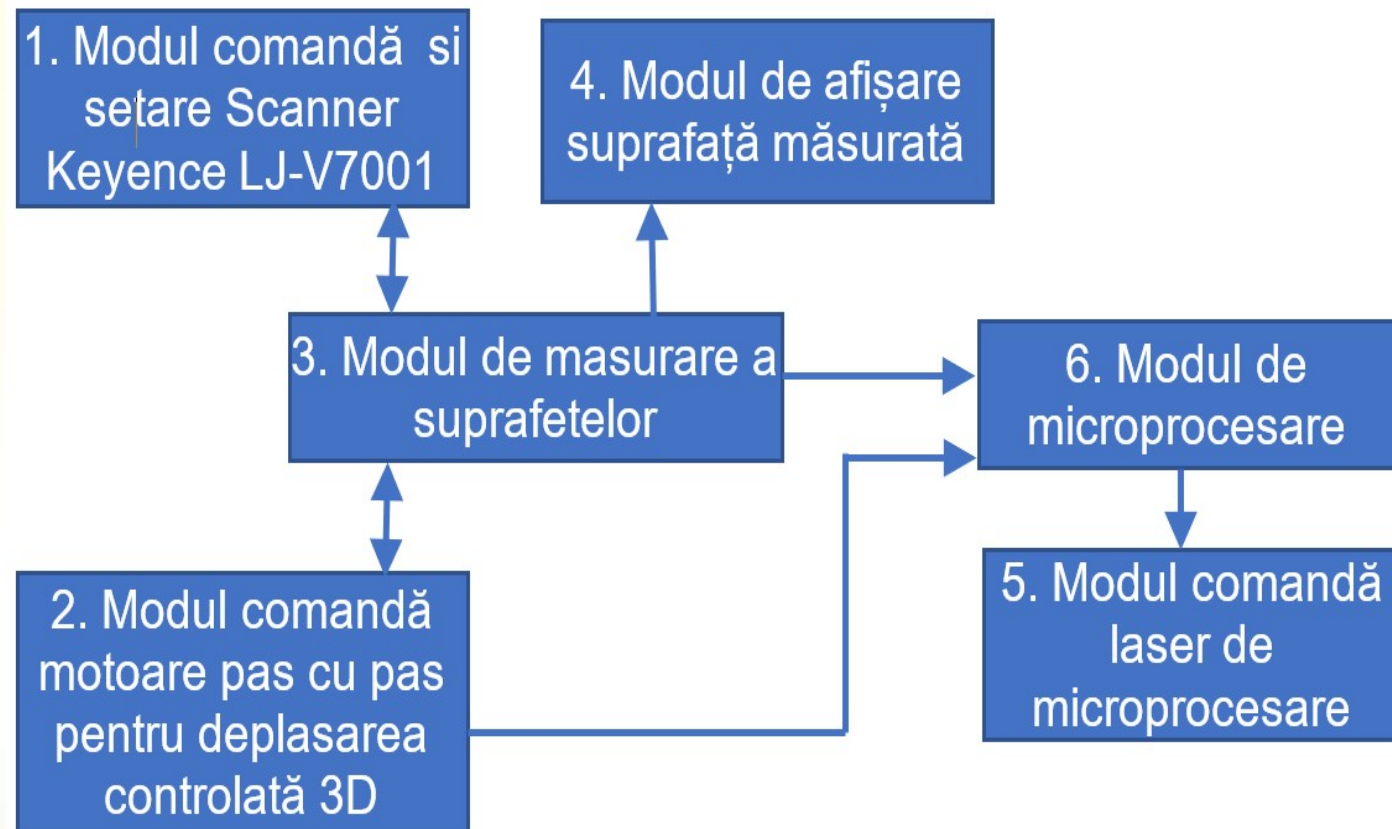
Caracteristicile tehnice ale sistemului de deplasare controlată pe 3 axe

Caracteristica tehnică		Descriere
Mod de poziționare		Poziționare punct cu punct, conturare
Domenii de deplasare	Axa X	300 mm
	Axa Y	250 mm
	Axa Z	300 mm
Rezoluție	Axa X, Y, Z	0,010....0,001 mm
Viteza de deplasare		Max.600 mm/min
Tip de comanda		Bucula închisa prin TIRO 500 impulsuri/ rot
Acționare		MPP tip PK299, 4,5 Nm, 200 pași/rot. cu drivere de comanda care permit obtinerea unor rezolutii 1/2,1/4,1/8 si 1/16 din pas
Repetabilitate		+/- 0,025 mm
Transmisie		Mecanisme șurub – piuliță cu bile

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

Programul pentru comanda sistemului de microprocesare cu laser are o structură modulară, conform figurii:



Pentru verificarea funcționalității sistemului au fost testate toate funcțiile programului de comandă, măsurare și procesare. În urma acestei testări s-a obținut un set de librării software care au fost integrate în program.

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalatii laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalica, ceramica si plastica, integrate in cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

Determinarea experimentală a unor seturi de parametrii optimi (rețete) pentru diferite aplicații

Functionarea subsistemului de microprocesare cu laser a fost testată pentru mai multe regimuri de lucru si pe mai multe materiale.

Parametrii fascicului laser care au fost setati la diferite valori funcție de aplicație (curatare, marcare) și de materialul procesat sunt:

- Distanța dintre linii [μm]
- Viteza [m/s]
- Puterea [%]
- Frecvența [kHz]
- Dimensiunile esantionului microprocesat [mm x mm]
- Numarul de treceri

In continuare sunt prezentate câteva din rezultatele obținute.

Seturile de parametrii optimi sunt scrise cu rosu

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

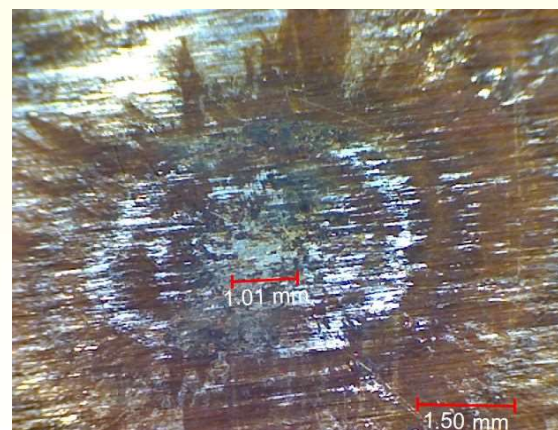
Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natură metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive – IMPLA

Aplicații

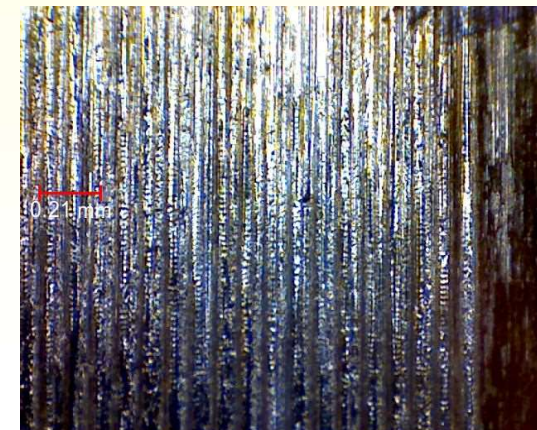
1. Curățarea suprafețelor unor materiale des utilizate în domeniul industriei auto

1.1. Oțel de scule 1.2343 (folosit la ștanțarea componentelor auto din plastic), oxidat superficial

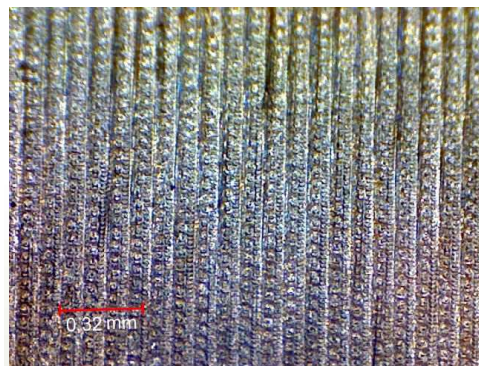
Parametrul	Test II			
	a	b	c	d
Distanța dintre linii [μm]	0,1			
Viteza [m/s]	1			
Putere [%]	20	40	60	80
Frecvență [kHz]	50			
Dimensiuni [mm x mm]	5x5			
Treceri	6			
Timp	N/A			



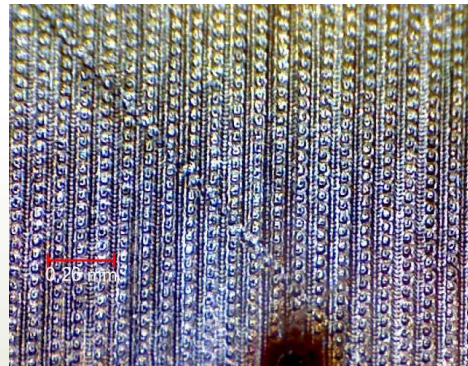
Mostră înainte de curățare



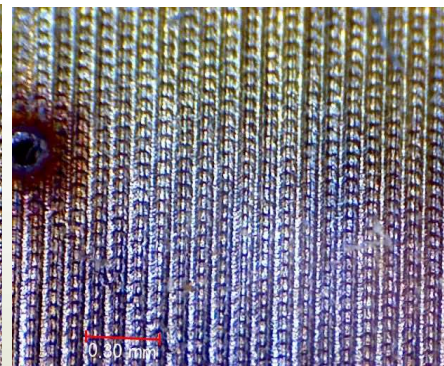
Mostră curățată cu param. a



Mostră curățată cu parametrii b



Mostră curățată cu parametrii c



Mostră curățată cu parametrii d

Concluzii:

- Cu cât puterea crește, suprafața este mai bine curățată, dar cantitatea de material îndepărtată modifică dimensiunile piesei (c și d).
- Experimentările la diferite frecvențe au arătat că acestea nu influențează mult rezultatul.

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalatii laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalica, ceramica si plastica, integrate in cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

1.2. Otel de uz general S 235JR (OL 37-2) oxidat, 30x30x2mm

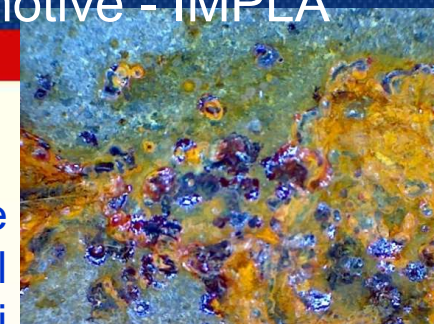
	I				II				III			
Putere (%)	10	30	70	99	10	30	70	99	10	30	70	99
Viteza (m/s)					0,05							
Dist. dintre linii (mm)					0,09							
Nr. hasuri					1							
Frecventa (kHz)	30				65				99			

	IV			V			VI		
Putere (%)	10	30	70	10	30	70	10	30	70
Viteza (m/s)				0,1					
Dist. dintre linii (mm)				0,2					
Nr. hasuri				2 la 90°					
Frecventa (kHz)	30			65			99		

	VII			VIII			IX		
Putere (%)	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Viteza (m/s)				0,8					
Dist. dintre linii (mm)				0,18					
Nr. hasuri				4 la 45°					
Frecventa (kHz)	70			85			99		

Concluzii:

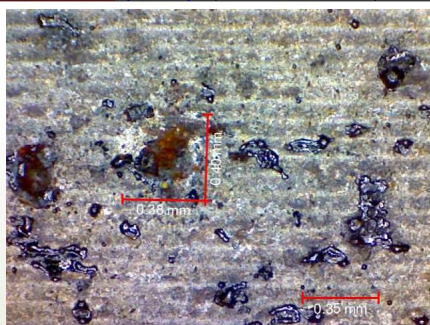
- La viteza mică si distanță mică între linii a rezultat o suprafață arsă. Stratul corodat nu este îndepărtat ci mai degrabă tratat termic (parametrii I-III).
- Menținând aceiași parametri și mărind nr. de treceri, s-a obținut același rezultat. - Cel mai bun rezultat a fost obținut la puterea medie de 20% și frecvența de 99kHz, realizandu-se un nr de 4x4 treceri la 45°. Se constată că suprafața nu este perfect curată, deoarece stratul de oxid nu a fost crescut uniform.



Mostra înainte de curățare



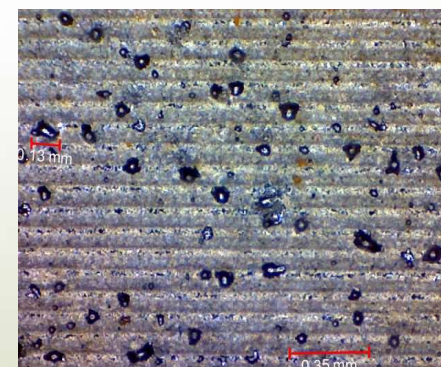
Mostra curățată cu parametrii II (f=65 kHz, Putere=30%)



Parametrii VII (f=70 kHz, Putere=20%)



Parametrii VIII (f=85 kHz, Putere=20%)



Parametrii IX (f=99 kHz, Putere=20%)

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

1.3. Aluminiu eloxat negru

Cantitatea de aluminiu utilizată în prezent în industria Auto, în special pentru mașinile mici sau medii este din ce în ce mai mare, la unele modele depășind 300 Kg, chiar dacă alumiul concurează cu alte materiale ușoare cum ar fi magneziul, fibrele plastice armate, etc.

Parametrii	I	II
Distanța dintre linii [μm]	0,8	0,8
Viteza [m/s]	1	1
Putere [%]	50	60
Frecvența [kHz]	90	70
Dimensiuni [mm x mm]	16,5x15,5	16,5x15,6
Treceri	4	4
Timp	N/A	N/A

CONCLUZII:

Alumiul eloxat negru, poate fi curățat ușor prin îndepărtarea stratului de eloxare, ajungând astfel la materialul de bază.



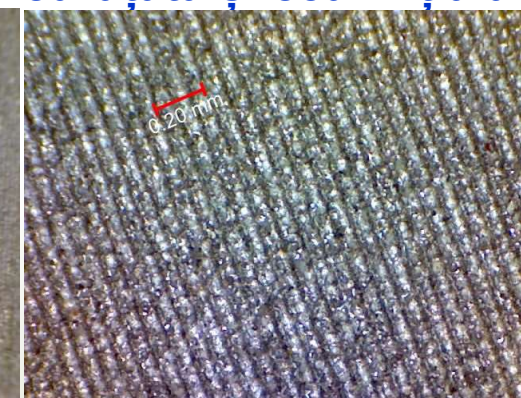
Mostra curățată cu parametrii I.



Comparație între suprafața curățată și cea inițială



Mostra curățată cu parametrii II (mărire 36x).



Mostra curățată cu parametrii II (mărire 200x).

Contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

1.4. Curățarea plăcii de aluminiu a unui DIBOND

Dibondul este un panou compozit de aluminiu cu miez de polietilenă. Fețele de aluminiu sunt lipite de miezul din polietilenă prin metode chimice și mecanice în timpul procesului de extrudare, ceea ce determină o rezistență deosebită la destratificare. Fețele de aluminiu sunt protejate cu vopsea poliesterică și lăcuite. Tabla de aluminiu folosită pentru cele două fețe este de grosime 0,3 mm și este protejată cu un strat de vopsea poliesterică de 20 μm .

Experimental s-au căutat parametrii optimi pentru îndepărtarea stratului de vopsea de pe placa de aluminiu. Pe zonele curățate s-a testat conductivitatea electrică, panoul putând fi utilizat pentru crearea unor circuite electrice. Folosind o baterie de 9 V și închizând circuitul prin suprafața de dibond curățată, s-a aprins un LED. Parametrii optimi identificați pentru a obține o suprafață bine curățată, cu o bună conductivitate electrică sunt:

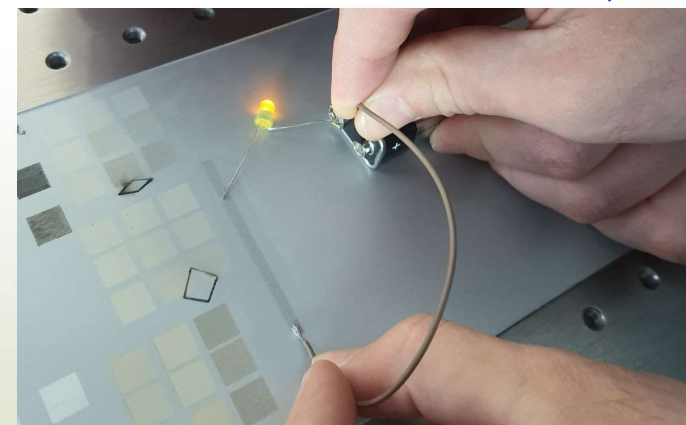
- Putere: 40 %
- Frecvența: 99 kHz
- Distanța între linii: 0,15 mm
- Viteza: 0,5 m/s
- Număr de treceri: 8 la 45°



Supraf.dibondului
înainte de iradiere



Supraf.
curățată



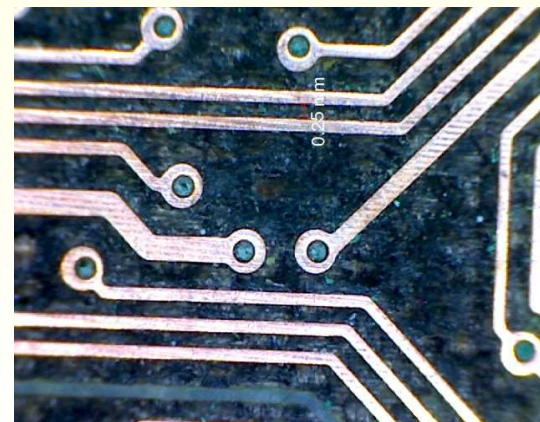
Aprinderea unui LED folosind ca traseu electric dibond curățat cu laser

Rezultate contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibră pentru microprocesarea materialelor de natură metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

1.5. Curățarea stratului izolator de pe plăcile PCB

Parametrii	I	II	III	IV
Distanța dintre linii [μm]	0.1	0.1	0.1	0.1
Viteza [m/s]	1	1	0.5	0.5
Putere [%]	75	75	99	99
Frecvență [kHz]	30	30	30	50
Dimensiuni [$\text{mm} \times \text{mm}$]	2x2	12.5x9	12.5x9	12.5x9
Treceri	30	30	5	5
Timp	2s	N/A	N/A	N/A



Mostră de placuță PCB vurățată folosind parametrii IV (mărit de 35x)

Concluzie:

Analiza rezultatelor cu ajutorul microscopului, a arătat că înlăturarea completă și uniformă a izolatorului cu ajutorul laserului cu mediu activ fibră, fără a deteriora/afecta conexiunile de cupru este posibilă prin utilizarea setului de parametrii IV din tabelul de mai sus.

Rezultate contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalatii laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natura metalica, ceramica si plastica, integrate in cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

2. Marcarea pe diferite materiale

Au fost facute teste de marcare pe diferite materiale metalice si nemetalice, cu diferite seturi de parametrii.

2.1. Marcarea pe aluminiu

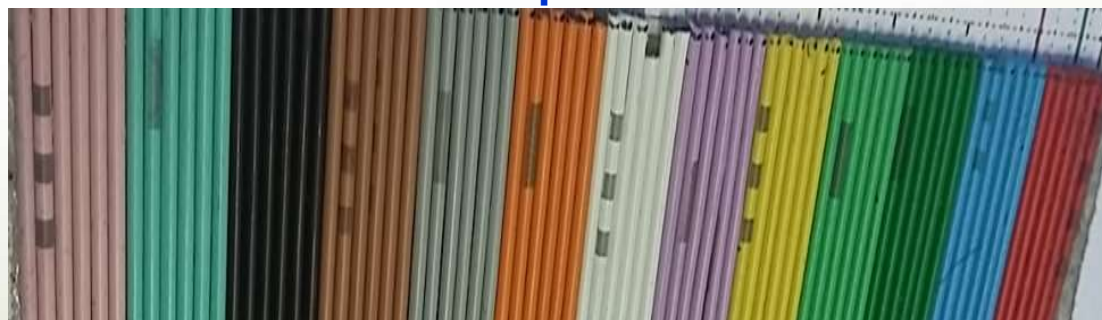
Rezultate satisfăcătoare s-au obținut la marcarea pe aluminiu eloxat (caractere lizibile cu dimensiuni până la $0.6 \times 0.46 \text{ mm}^2$), bare de aluminiu (s-au obținut contraste albe si negre), in momentul montării).



Marcare pe aluminiu
eloxat negru

Marcare pe bare din
aluminiu

2.2. Marcarea fibrelor optice

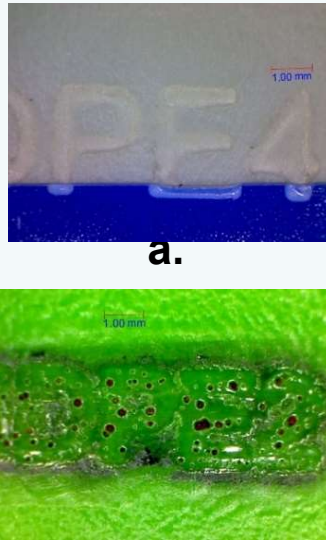


S-a folosit o putere de **80W**, viteza de **800mm/s** si frecventa de **100 kHz**.

Rezultate contract subsidiar 2790/19.02.2018

Cercetări privind realizarea unei instalații laser cu mediul activ fibra pentru microprocesarea materialelor de natură metalică, ceramică și plastică, integrate în cadrul unor tehnologii de prelucrare emergente din domeniul automotive - IMPLA

2.3. Marcarea pe materiale plastice

Material marcat	Parametrii optimi	Aspectul marcarii	Concluzii
1. PLA - Acidul polilactic (marcare 3D)	Putere: 75% Frecvență: 99 kHz Viteza: 2 m/s Distanța dintre linii: 0,5 mm		Acest contrast s-a obținut printr-o singură trecere. La mai multe treceri suprafața începe să se topească. Marcajul s-a putut face numai pe PLA de culoare neagră. Piesele din PLA de culoare albastră, roșu și verde nu sunt impresionate pentru a putea fi marcate. Absorbția fasciculului laser produce topirea sau arderea materialului.
2. HDPE – Polietilena de mare densitate a. de culoare gri deschis b. de culoare verde	Putere: 99% Frecvență: 99 kHz Viteza: 0,7 m/s Distanța dintre linii: 0,1 mm	 a. b.	În urma testelor efectuate pe componente fabricate din HDPE de diferite culori, s-a constatat că marcarea pe acest material este posibilă în prezența unui aditiv. S-a folosit un marker permanent. Cel mai bun rezultat s-a obținut pe HDPE de culoare gri deschis (chiar și fără aditiv). În acest caz se constată că aditivul nu are o influență deosebită) Pentru mostrele din material verde, sau translucid, rezultatele nu au fost multumitoare: rezoluție slabă, suprafața afectată termic.