



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII ȘI TINERETULUI
Universitatea *Transilvania* din Brașov
Facultatea de Inginerie Mecanică
Specializarea Mecatronica

PROIECT DE DIZERTATIE

*Studiul privind influenta stralucirii si a parametrilor de
masurare asupra preciziei traductoarelor de deplasare
cu sursa laser*

Conducători știitifici:

Prof. dr. fiz. SORIN ZAMFIRA

Asist. dr. ing. BARBU BRAUN

Masterand: Maria NICOARĂ

PROIECT DE DIZERTATIE

1. NOTIUNI DE MASURARE FARA CONTACT

Aceste sisteme pot intra in componenta unui dispozitiv de control activ/control pasiv. Principalele avantaje ale unei masurari fara contact cu piesa, constau nu doar in marirea gamei tipurilor de piese ce pot fi masurate dimensional, dar si intr-o crestere a preciziei de masurare. Posibilitatea masurarii fara a avea contact cu piesa elimina inconvenientul de a putea masura doar piese nedeformabile cum ar fi : din metal, plastic, lemn etc.

Masurarea dimensionala fara contact permite si controlul dimensional al pieselor de diferite forme si confectionate atat din material nedeformabil (metal, lemn, plastic, sticla etc.) cat si a celor deformabile : cauciuc, hartie, carton, plastic.

Cresterea preciziei masurarii, se explica prin faptul ca sunt eliminate o serie de erori, ce afecteaza procesul de control dimensional in cazul masurarii clasice cu contact (eroarea de pozitionare a capului de masurare in raport cu piesa, jocurile elementelor componente ale aparatului de masurare etc).

Controlul activ este de asemenea posibil si in cazul masurarii fara contact : radiatia emisa este reflectata de catre obiect si receptata la nivelul capului de masurare, iar atunci cand piesa, in timp ce este uzinata atinge dimensiunea dorita, radiatia receptata de capul de masurare atinge o intensitate "de prag". In acest moment se poate comanda oprirea procesului de uzinare a piesei.

Traductoarele cu sursa laser, sunt cele mai folosite la ora actuala, prezinta:

Avantaje:

- poate masura piese deformabile;
- posibilitatea cuplarii la calculator;
- timp de raspuns mic;
- se preteaza pentru piese miniaturale.

PROIECT DE DIZERTATIE

Dezavantaje:

- pret de cost ridicat;
- precizia de masurare, depinde de stralucirea materialului.

Proprietatile radiatiei laser

Laserul - “amplificarea luminii prin emisia stimulata a radiatiei”este o instalatie pentru generarea si amplificarea radiatiei electromagnetice din domeniul vizibil, bazata pe fenomenul de emisie stimulata a radiatiei. Produce un fascicol monocromatic paralel, coerent si foarte intens. Dispozitiv care emite cuante de lumina.

La ora actuala traductoarele optice pe principiul Laser sunt cele mai folosite traductoare pentru masurarea distantelor, a deplasarilor, a suprafetelor, a abaterilor de forma, a dimensiunilor si nu numai. Spre deosebire de posturile de control cu structuri pneumatice, unde masurarea se face tot fara contact cu piesa, avantajele unui post de control cu traductoare pe principiul Laser, constau intr-un timp mult mai mic de raspuns, o sensibilitate si o precizie mai ridicata, o mai buna adaptare la sistemele computerizate, rezolutie de masurare foarte buna, posibilitatea de a masura piese deformabile (cum ar fi cele din cauciuc).[14]

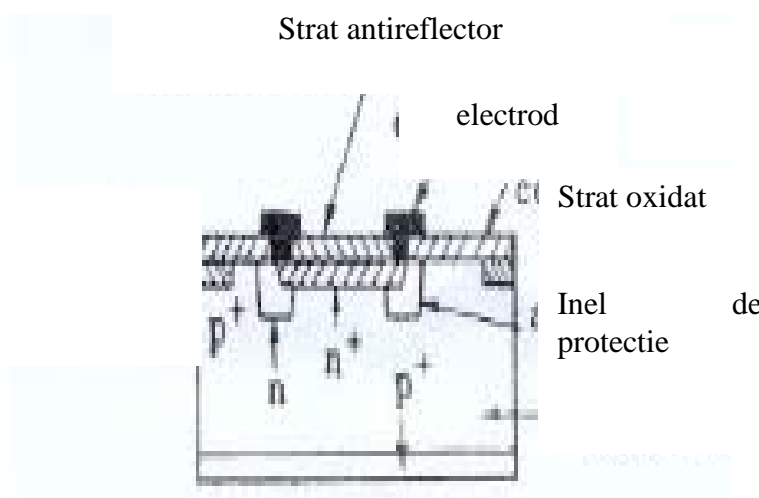


Fig. 1.1 – Principiul de functionare al unei fotodiode [13]

PROIECT DE DIZERTATIE

Pentru cresterea randamentului fotodiodei, pe suprafata acestuia se depune un strat antireflector, pentru a se pastra o cantitate cat mai mare de lumina, in vederea convertirii acestei energii in semnal electric. Principalele materiale pentru confectionarea fotodiodelor sunt cele capabile sa formeze o jonctiune p – n, cum ar fi: Si, Ge, AsGa sau AsGaIn.

Principiul de masurare al unui traductor

Modul de operare al sistemului de masurare cu laser se clasifica dupa felul in care se obtin datele despre obiectul de masurat. Exista trei grupuri de baza in care sistemul poate fi plasat: punct, linie si suprafata.

Tehnicile bazate pe punct au ca principiu masurarea punct cu punct, insemnand ca pentru fiecare ciclu se obtine o singura masurare. Acestea realizeaza masurari in mod secvential, ceea ce necesita numeroase deplasari ale dispozitivului de masurare.

Tehnicile bazate pe linie sunt acelea care realizeaza un numar de masurari, după o linie transversala la suprafata, intr-un singur pas. Deoarece toate punctele sunt masurate in paralel, aceste tehnici sunt in general mai rapide decat cele bazate pe punct.

Tehnicile bazate pe suprafata furnizeaza cele mai flexibile date despre obiect, masurarile sunt organizate intr-o grila deasupra suprafetei de masurat (*Range Image*). Aceste tehnici sunt de obicei mult mai bogate, si de asemenea ele necesita prelevarea de mai multe imagini ale obiectului [15].

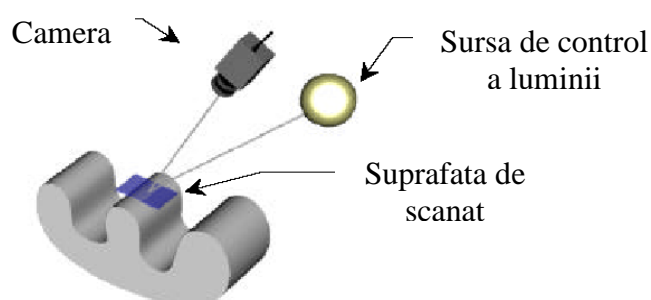


Fig. 1.2 Principiul de masurare cu laser, bazat pe suprafata [15]

PROIECT DE DIZERTATIE

Sistemele de masurare optice cu laser se compun dintr-o sursa laser si un detector optoelectronic. Sursa laser emite un fascicul luminos de intensitate foarte mare si un unghi solid foarte mic catre suprafata obiectului supus masurarii.

Acesta reflecta fascicolul emis, sub un unghi de incidenta, catre detectorul optoelectronic, care este compus dintr-un bloc de fotodiode, dispuse matriceal.

In functie de intensitatea luminoasa medie receptionata la nivelul fotodiodelor, traductorul poate calcula distanta dintre sursa Laser si obiect.

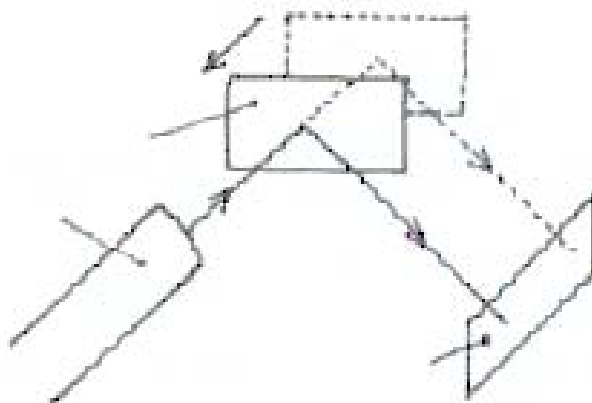


Fig. 1.3 Principiul masurarii prin sisteme cu laser a deplasarii / dimensiunilor obiectelor

Traductoarele optice sunt dispozitive optoelectronice care pot detecta energia radiatiilor luminoase intr-un interval al lungimii de unda ce variaza de la ultraviolet la infrarosu, convertind energia luminoasa intr-un semnal electric.

Aplicatii ale traductoarelor cu laser

In cazul in care se procedeaza la masurarea unor serii de piese, se foloseste la nivelul receptorului a unui dispozitiv de transfer CCD, care este asociat cu un procesor RISC pe 32 de biti cu viteza foarte mare, care poate prelucra foarte rapid semnalele. Dispozitivul de transfer CCD detecteaza valoarea de varf a distributiei cantitatii de lumina a spotului receptat, la nivelul fiecarui pixel, aceasta valoare de varf permitand deducerea distantei la care se afla obiectul [13].

PROIECT DE DIZERTATIE

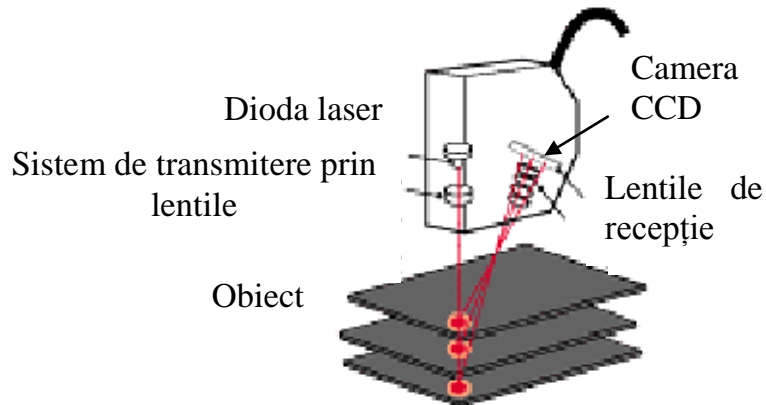


Fig. 1.4 Traductor de deplasare Laser cu sistem de transfer CCD [13]



Fig. 1.5 Traductoare cu laser RLE

RLE10 este un sistem interferometric cu fascicol laser prin fibra optica integrata in capul detector, care reduce extrem de mult costurile de integrare, durata de instalare si spatiul necesar montajului. RLE10 este destinat producatorilor de piese de inalta precizie si asigura atat un semnal digital pana la o rezolutie inferioara a 10 nm, cat si o iesire analogica de 1 Vv-v, care poate fi interpolata extern pana la nivelul nanometrilor. Sistemul poate fi livrat cu o liniaritate la iesire mai buna de +/-5 nm.

PROIECT DE DIZERTATIE

Alte aplicatii ale masurarii fara contact pe principiul Laser:

- sistemele de masurare a suprafetei drumurilor;
- masurarea uzurii pneurilor;
- masurarea uzurii colectoarelor de motor
- masurarea abaterilor de forma si de suprafata a diferitelor piese ce joaca rol de elemente componente ale unui produs.

Sistemele de masurare si control bazate pe principiul Laser pot fi folosite cu succes si la liniile tehnologice de fabricatie.

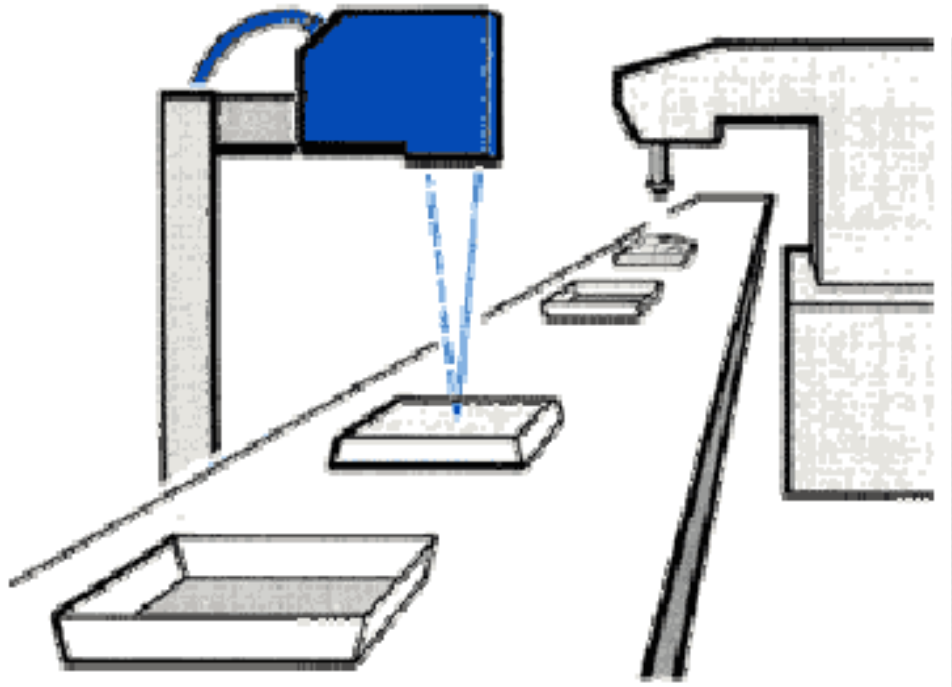


Fig. 1.6 Controlul pozitiei pieselor intr-o linie tehnologica de asamblare

Dispozitivul prezentat in figura de mai sus arata modul de identificare a pozitiei obiectelor ce intra in componenta unui sistem, in vederea orientarii eficiente a acestora intr-o faza ulterioara.

PROIECT DE DIZERTATIE

Traductoare pneumatice fara contact

Acest dispozitiv are totodata prevazut un sistem de actionare in translatie a unui platan, ce joaca rolul unei piese, a carei dimensiune poate varia continuu, modificările dimensionale fiind traduse printr-o deplasare a platanului relativ fata de duza traductorului (fixa). Deplasările pot fi masurate cu precizie, prin masurarea cu Ortotestul, care vine in contact cu platanul. Prin deplasarea platanului, interstițiul cu duza se modifica, astfel incat aerul ce iese prin duza va avea presiunea invers proportionala cu interstițiul. Variatiile de presiune sunt transmise catre un manovacuumetru cu mercur, in forma de “U”, etalonat in mmHg, pe care pot fi citite presiunile statice.



Fig. 1.7 Traductor de deplasare pneumatic, fara contact

PROIECT DE DIZERTATIE

2. DESCRIEREA TRADUCTORULUI FOLOSIT IN DETERMINARILE EXPERIMENTALE

Traductor de deplasare cu sursa laser ZX – LD40

Constructia si functionarea traductorului

Traductorul de deplasare ZX-LD40, produs de Compania OMRON, acest traductor este prevazut cu un sistem de afisare a starii de functionare, in functie de incadrarea sa in domeniul de masurare. ON, este pe principiul emisiei de radiatii laser si, de asemenea masoara fara contact cu piesa.



Fig. 2.1 Indicatorii de stare, in functie de incadrarea distantei de la traductor in domeniul de masurare

PROIECT DE DIZERTATIE

Aprinderea ledului *NEAR* se aprinde pentru zona de distante scurte din domeniul de masurare, iar aprinderea ledului *FAR* se aprinde pentru zona de distante lungi din domeniul de masurare. Aprinderea simultana a ambelor indica faptul ca distanta pana la obiect nu se incadreaza in domeniul de masurare.[11]

Pentru traductorul ZX-LD40, domeniul de masurare este de aproximativ 4 mm si corespunde unor distante cuprinse in intervalul 36 - 40 mm fata de suprafata masurandului.

Capul de masurare al traductorului se compune din emitor si receptor:

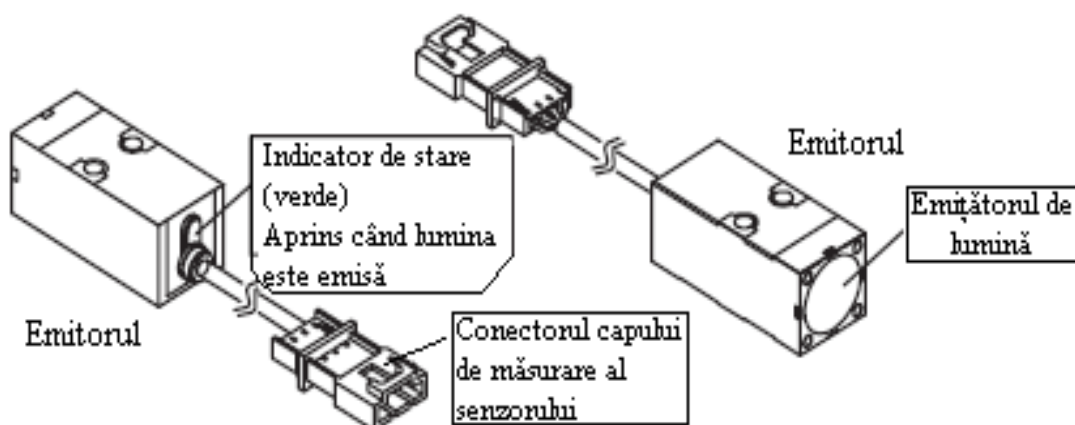


Fig. 2.2 Emitatorul capului de masurare al traductorului

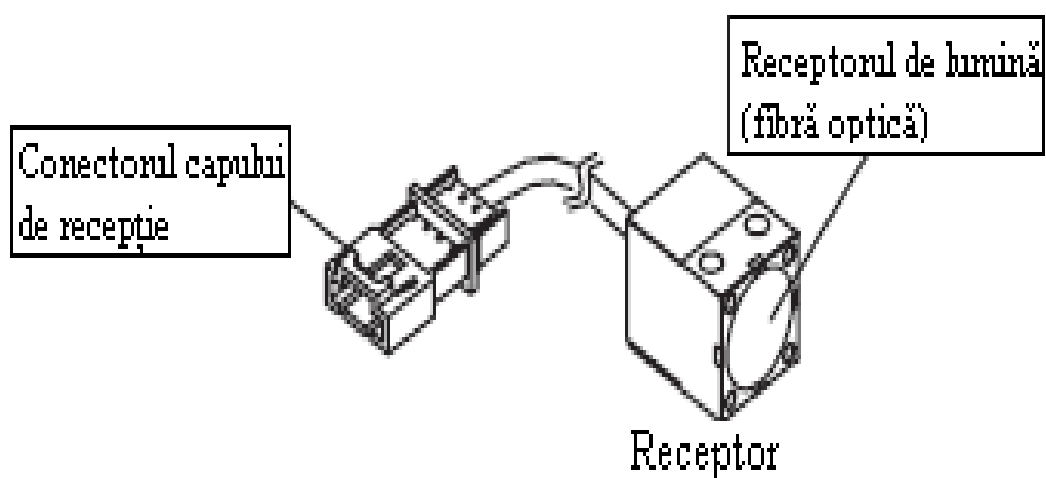


Fig. 2.3 Receptorul capului de masurare al traductorului

PROIECT DE DIZERTATIE

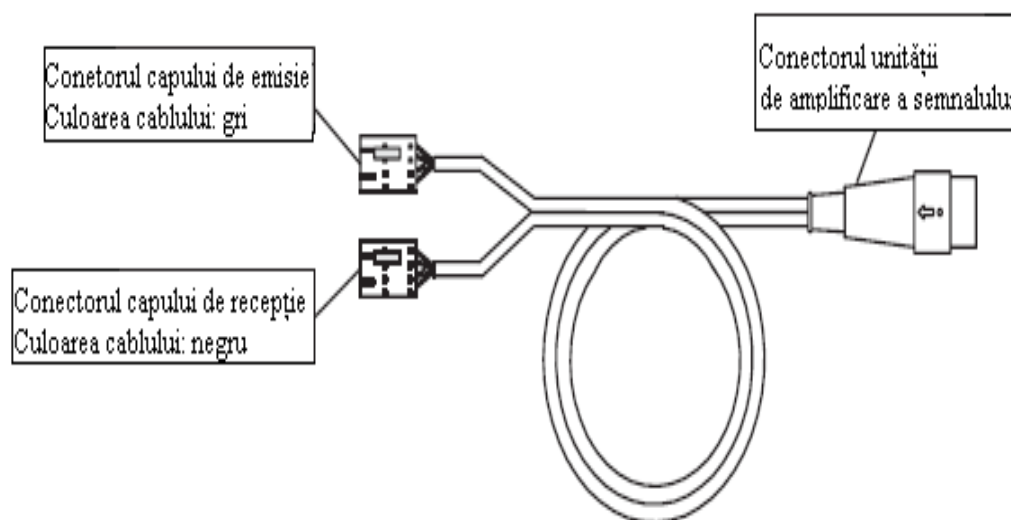


Fig. 2.4 Cuplarea capului de masurare la unitatea de amplificarea a semnalului

Emitorul si receptorul trebuie sa fie instalat in aceeasi directie, pentru alinierea fascicolului laser.

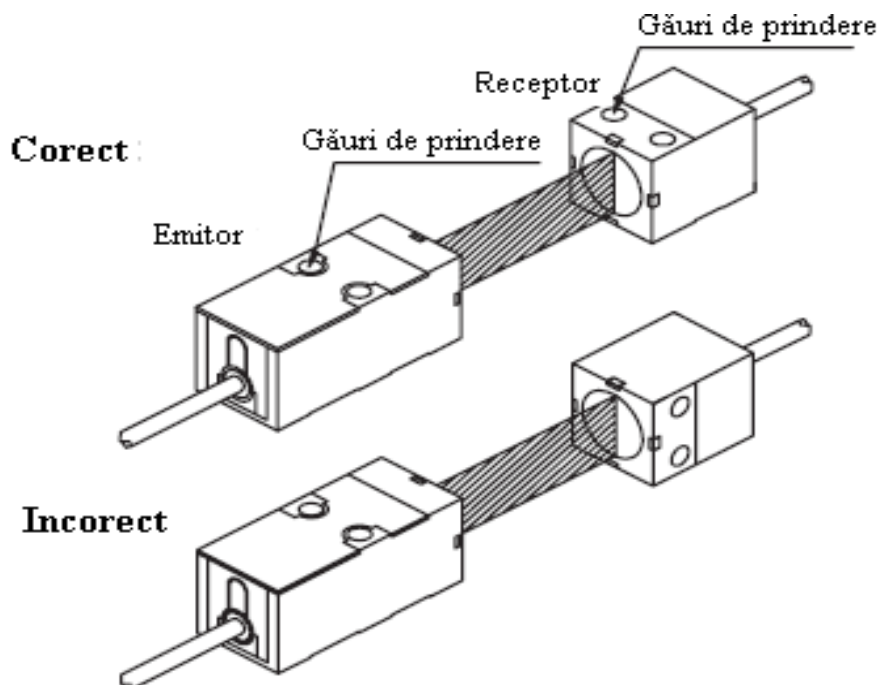


Fig. 2.5 Alinierea corecta a emitorului si a receptorului

PROIECT DE DIZERTATIE

Reglarea axei optice

Se ataseaza dispozitivul de etansare pentru reglarea axei optice, cu care este prevazut capul senzorului, in partea frontala a emitorului. Se regleaza spotul luminos ce provine de la emitor, astfel incat acesta sa fie aliniat in dreptul centrului sistemului de etansare.

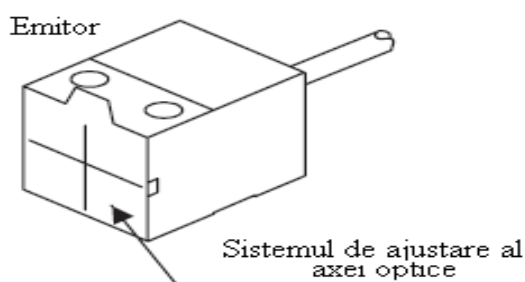


Fig. 2.6 Adaptarea axei optice

Mai jos sunt prezentate constructia si modul de instalare a unitatilor de amplificare a semnalului si de interfatare a traductorului cu calculatorul.

Unitatea de calcul a traductorului este dispusa prin asamblare pe unitatea de interfatare cu calculatorul, care la randul sau este cuplata cu unitatea de amplificare, prezentata mai sus. [11]

In figura de mai jos este prezentata unitatea de interfatare cu calculatorul:

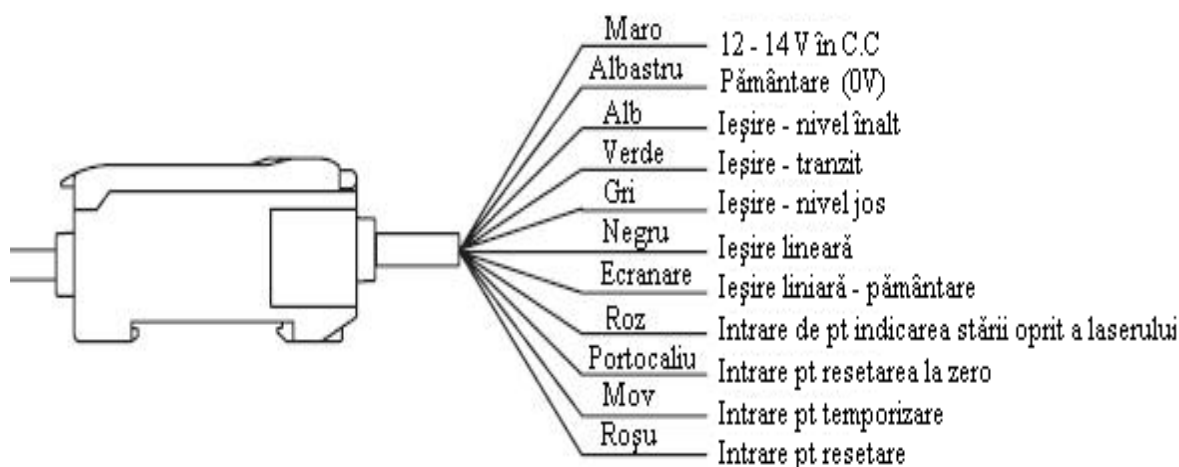


Fig. 2.7 Unitatea de interfatare

PROIECT DE DIZERTATIE



Fig. 2.8 Disponibilitatea unitatilor de amplificare si de interfatare

Motivul folosirii traductorului cu sursa laser OMRON ZX-LD40 este urmatorul: permite si controlul dimensional al pieselor de diferite forme si confectionate atat din material nedeformabil (metal, lemn, plastic, sticla etc.) cat si a celor deformabile : cauciuc, hartie, carton, plastic.

Traductorul prezinta urmatoarele avantaje:

- poate masura piese deformabile;
- posibilitatea cuplarii la calculator;
- timp de raspuns mic;
- se preteaza pentru piese miniaturale.

Scopul lucrarii este acela de evaluarea experimentală a performanțelor din punct de vedere al preciziei de măsurare în funcție de doi parametri: strălucirea suprafeței și viteza de antrenare a reperului măsurat.

PROIECT DE DIZERTATIE

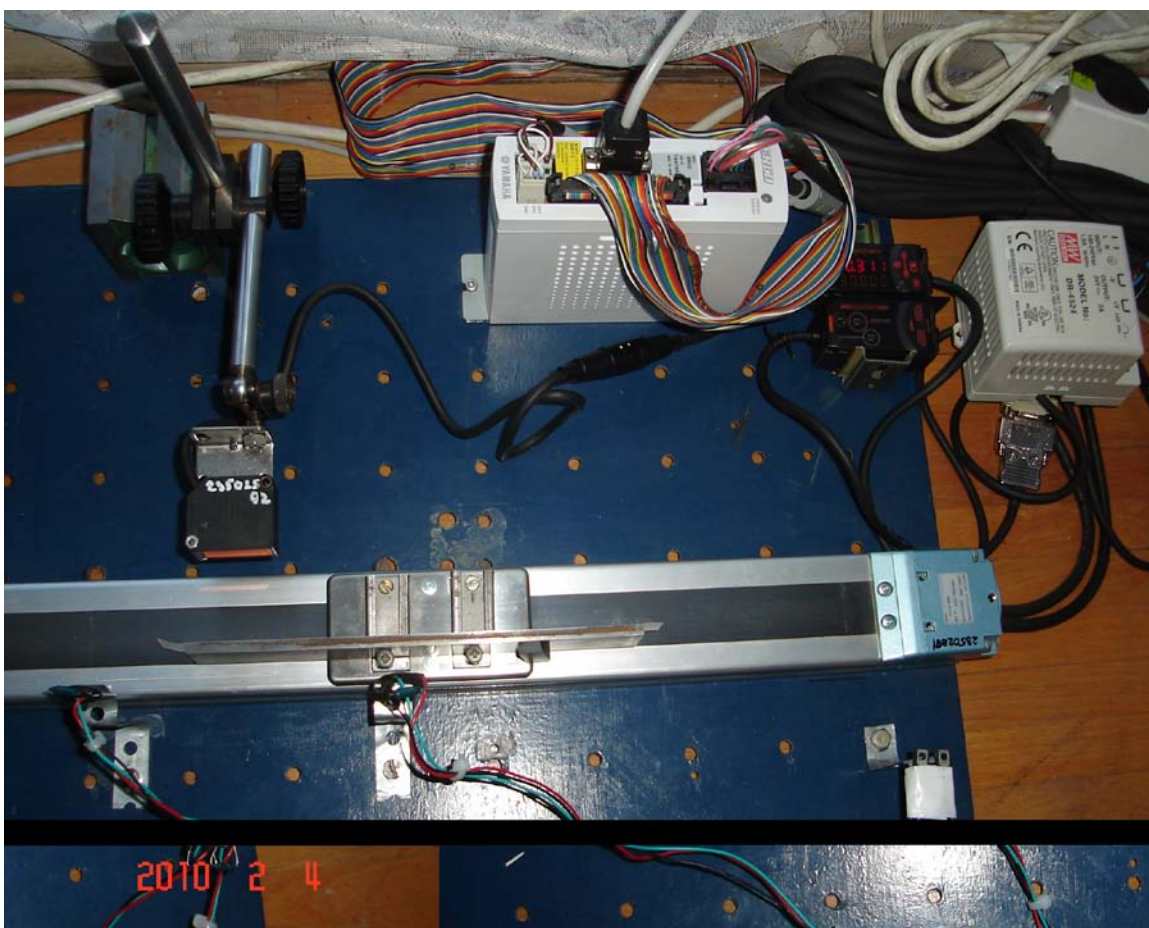
3. DESCRIEREA STANDULUI EXPERIMENTAL**3.1. PREZENTAREA DE ANSAMBLU A STANDULUI**

Fig. 3.1 Standul experimental

Prezentarea reperului supus studiului – argumente pentru alegerea reperului

Reperul folosit reprezinta un exemplu tipic de componenta ale unor sisteme mecanice de tip ghidaj, folosite in miscari de translatie.

S-a ales un reper cu suprafata plan-paralela, deoarece suprafetele plane sunt mult mai concludente in privinta studiului privind influenta gradului de reflexie asupra gradului de masurare.

PROIECT DE DIZERTATIE

S-a ales un reper care sa permita o masurare intr-un plan plan-parallel cu directia axei de antrenare, in scopul evaluarii cat mai corecte a parametrilor de masurare.

Modul de masurare a reperului – masoara in zece puncte echidistante, numarul ideal corespunzator lungimii reperului, printr-o deplasare liniara.

S-au ales zece puncte raportate la suprafata activa a piesei din considerente experimentale. Cele zece puncte satisfac simultan criteriile de precizie in privinta preciziei de masurare a reperului, cat si criteriile de exigenta in ceea ce priveste eficienta din punct de vedere al ratei de transfer a semnalului.

3.2. AXA LINIARA YAMAHA

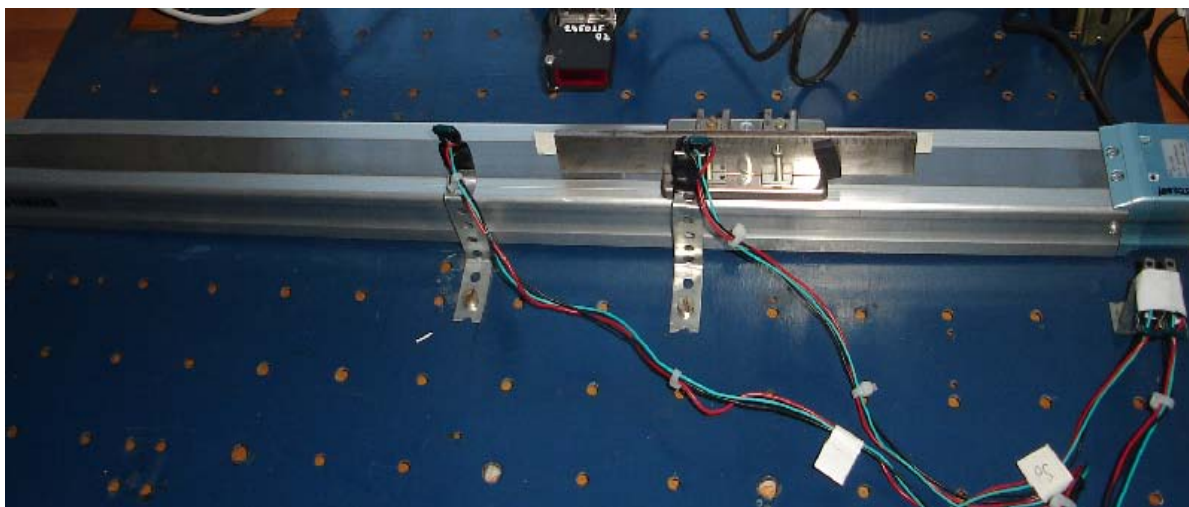
Studiul s-a axat pe o piesa cu doua suprafete plane, antrenate in miscare de translatie in timpul de masurare. Scopul studiului a fost acela de evaluarea experimentală a performantelor din punct de vedere al preciziei de masurare in functie de doi parametri: stralucirea suprafetei si viteza de antrenare a reperului masurat.

Obiectul cercetarii experimentale a fost un reper avand forma paralelipedica, reprezentand un tronson al unei rigle tehnologice, confectionata din otel.

Pentru automatizarea procesului, antrenarea in translatie a reperului in postul de control, s-a realizat cu ajutorul unei axe liniare, dezvoltate de compania japoneza YAMAHA (figura 3.2, a).

Principiul de functionare consta in antrenarea in miscarea de translatie a unei sanii dispuse pe un surub cu bile, cu pasul de 1,5 mm, acesta din urma fiind antrenat de un motor alimentat in curent continuu.

PROIECT DE DIZERTATIE



a



b



c

Fig. 3.2 Axa liniara YAMAHA pentru antrenarea in translatie a reperului masurat

Avantajele folosirii axei liniare unidirectionale:

- poate fi programata sa poata fi deplasata pe distanta si cu viteza necesare, in functie de necesitate;
- precizia de deplasare a saniei este foarte ridicata (0,1 ÷ 0,2 micrometri).

Cursa maxima a acestui robot liniar este de 600 mm, iar viteza maxima este de 0,81 m/s, viteza minima fiind de $6,82 \cdot 10^{-3}$ m/s. Intre aceste valori, viteza de deplasare a saniei poate fi programata, in procente de la 1 la 100 %.

Maria Nicoara, *Studiul privind influenta stralucirii si a parametrilor de masurare asupra preciziei traductoarelor de deplasare cu sursa laser*

PROIECT DE DIZERTATIE

Alimentarea axei robotizate se face prin intermediul unui bloc electronic (figura 3.2, b), ce se cupleaza la blocul de comunicatie cu calculatorul (figura 3.2, c). Blocul electronic de comunicare cu calculatorul transfera informatia catre PC, prin intermediul unui conector de seriala RS – 232.

3.3. SENZORII DE PROXIMITATE HALL



Fig. 3.3 Senzori de proximitate Hall

S-a prevazut un magnet pe suprafata laterala a reperului, folosit in vederea detectarii momentelor de inceput si de sfarsit a unei curse de masurare.

PROIECT DE DIZERTATIE

Motivul pentru care am folosit senzorii – standul a fost prevazut cu senzori Hall pentru monitorizarea unui ciclu de masurare. Prin ciclu de masurare se intelege distanta parcursa de catre sanie ca fiind egala cu distanta dintre senzori, iar aceasta distanta reprezinta lungimea echivalenta a zonei masurate.

Senzorii Hall au fost alimentati la tensiunea de 5 V, in curent continuu, de la o sursa dubla, iar cuplarea acestora la calculator s-a facut printr-o placa de achizitie, LabJack U12, conform schemei din figura 3.4.

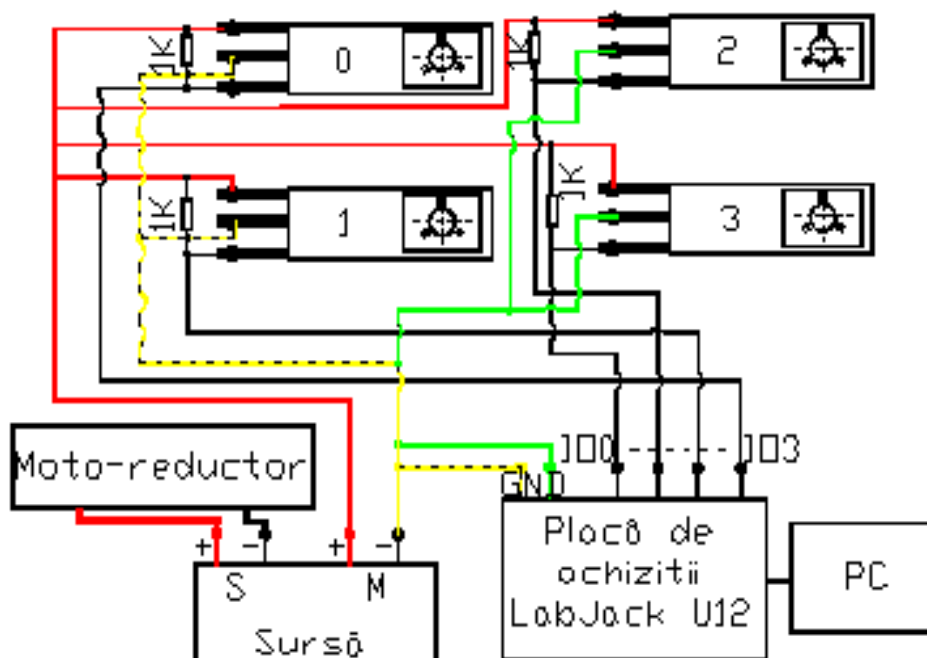


Fig. 3.4 Cuplarea senzorilor magnetici la sursa de tensiune dubla, respectiv la placa de achizitie

Sursa dubla de alimentare, realizata de compania PROTEC (Taiwan), este prezentata în figura 3.5. Senzorii Hall au fost alimentati la bornele MASTER ale sursei, la bornele SLAVE fiind legat moto-reductorul de antrenare in rotatie a piesei.

PROIECT DE DIZERTATIE

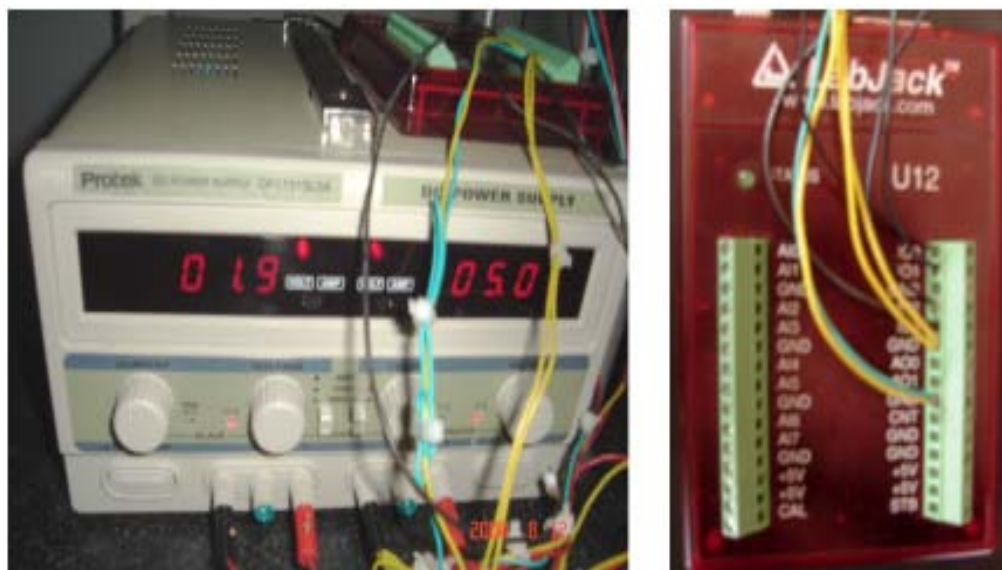


Fig. 3.5 Sursa dubla de alimentare in curent continuu a moto-reductorului si a senzorilor Hall

Modul de alimentare

Senzorii au fost conectati la o placa de achizitie LabJack U12, pentru furnizarea semnalelor de prezenta magnet. Alimentarea senzorilor s-a facut la tensiunea de 5 V de la o sursa.

Functionarea senzorilor

Acestia furnizeaza un semnal la trecerea unui magnet permanent in dreptul lor. Ciclul de masurare – din momentul in care magnetul (solidar cu reperul) ajunge in dreptul primului senzor Hall, pana cand ajunge in dreptul celui de al doilea senzor Hall.

Placa de achizitie LABJACK U12, folosita in procesul de masurare asistata.

In vederea optimizarii procesului de control, prin implementarea unui sistem de masurare asistat de calculator, se poate folosi placa de achizitii de date seriala, *LabJack U12*. Prin intermediul blocului electronic, semnalul este preluat si achizitionat la calculator.

PROIECT DE DIZERTATIE

Capul de citire permite masurarea in tensiune, pornind de la variatia intensitatii fascicolului luminos receptat la nivelul blocului de fotodiode.

Tensiunea este o marime analogica, captata printr-un conector cu noua pini ce se cupleaza la capul de masurare. De aici, semnalul e transmis printr-un fir ecranat la o placa de achizitie (LABJACK U12)



Fig. 3.6 Placa de achizitie de date LABJACK U12

Conectarea la unitatea de baza a calculatorului s-a facut la unul dintre porturile USB cu care calculatorul este prevazut. Cablul de legatura dintre placa si calculator permite o cuplare / decuplare rapida, prin sistemul de conexiune cu care acesta este prevazut. Astfel, bransarea cablului la placa se face printr-un conector USB de tip B, iar cuplarea la calculator, printr-un conector USB de tip A.

Maria Nicoara, *Studiul privind influenta stralucirii si a parametrilor de masurare asupra preciziei traductoarelor de deplasare cu sursa laser*

PROIECT DE DIZERTATIE

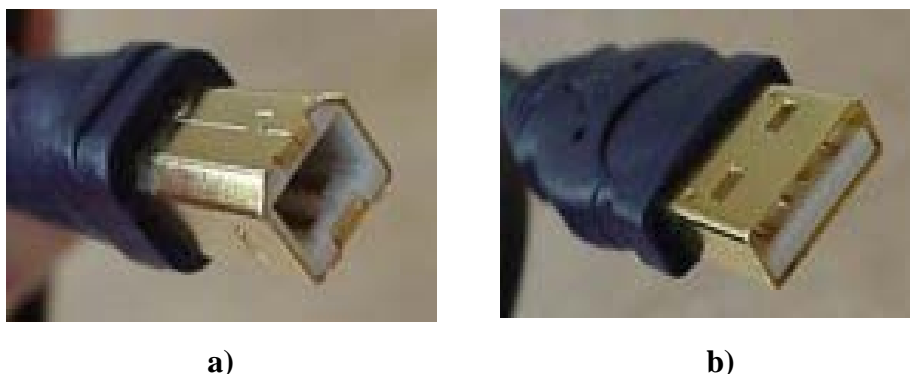


Fig 3.7 – Conectorii de legatura intre placa de achizitie

LabJack U12 si calculator

a) - conector USB de tip B; b) – conector USB de tip A

Caracteristicile de baza ale acestei placi de achizitie sunt urmatoarele:

Tabelul 3.1 -Caracteristicile functionale ale placii de achizitie LabJack U12

Tensiunea maxima de alimentare a placii	5V
Nu necesita alimentare suplimentara	
Marjele de amplificare a semnalului (PGA)	X1, X2, X4, X5, X8, X10, X16, X20
Ratele de transfer de date	8 k esantioane/ s pentru achizitie secventiala 1,2 k esantioane/ s pentru achizitie continua
Numarul maxim de placi ce se pot cupla la un port USB al calculatorului	80 placi
Sistemele de operare cu care placa este compatibila	Windows 98, Windows 2000, Windows ME, Windows XP

PROIECT DE DIZERTATIE

**4. DETERMINARI EXPERIMENTALE PRIVIND
PERFORMANTELE TRADUCTORULUI CU SURSA LASER
4.1. PROGRAMAREA CICLULUI DE MASURARE PENTRU VITEZE DE
ANTRENARE VARIABLE ALE REPERULUI TESTAT**

In scopul determinarii experimentale s-a dezvoltat o rutina de program (tabel 4.1) prin care s-a urmarit in linii mari parcurgerea urmatoarelor etape:

- a) aducerea reperului solidar cu magnetul in dreptul primului senzor Hall (So), acesta corespunde punctului de masurare zero;
- b) programarea unei temporizari, astfel incat sania de antrenare sa ramana in aceasta pozitie o perioada suficienta de timp cat sa se poata face etalonarea traductorului;
- c) deplasarea saniei de antrenare astfel incat magnetul solidar cu reperul sa parcurga distanta dintre cei doi senzori magnetici. Aceasta etapa este asociata procesului de masurare dimensionala a reperului in fiecare dintre cele zece puncte echidistante prestabilite. In paralel, in timpul desfasurarii acestei etape s-a urmarit masurarea asistata de calculator a abaterilor de forma, pe lungimea sus mentionata (egala cu distanta dintre cei doi senzori);
- d) deplasarea saniei de antrenare intr-un punct arbitrar situat in afara domeniului de masurare, urmata de revenirea in punctul initial de la care sa se inceapa un nou ciclu de masurare.

Algoritmul consta intr-o secventa repetitiva, care sa poata permite rularea ciclului de masurare in orice moment pentru a se putea face mai multe masuratori, fiind valida doar cea corespunzatoare unei achizitii de date in timp real cat mai corecte, in raport cu viteza de masurare.

PROIECT DE DIZERTATIE

Algoritmul are un caracter flexibil – se pot modifica o serie de parametrii:

- distantele parcurse;
- se pot modifica in functie de lungimea zonei de masurat;
- durata temporizarii;
- se pot schimba coordonatele punctelor pe axa de antrenare, ce definesc lungimea parcursa la o deplasare a saniei intre doua puncte, specificate in program (prin aceasta se poate mari-micsora lungimea curselor de antrenare).

In cadrul cercetarii facute s-a urmarit sistematic modificarea parametrului-viteza de antrenare pe tronsonul parcurs, aferent etapei -c-. S-a urmarit variatia vitezei de antrenare a reperului, acesta fiind unul din cele doua criterii fundamentale in raport cu care s-a fundamentat cercetarea: influenta vitezei de antrenare a reperului in postul de control asupra preciziei de masurare.

Pentru determinarea vitezei de antrenare – se cunoaste (spatiu/timp=viteza) distanta dintre senzori ($l=125\text{mm}$) si astfel s-a masurat timpul necesar parcurgerii de catre magnet (solidar cu reperul) a distantei dintre cei doi senzori.

Tabelul 4.1. Simbolul si semnificatia liniilor de program pentru comanda antrenarii piesei in dreptul postului de masurare

Nr linie	Linia de program	Semnificatia
1	<i>ORGN</i>	Initializeaza ciclul miscarilor din originea sistemului de coordonate a axei liniare
2	<i>L 1</i>	Atribuie o eticheta programului in curs
3	<i>MOVA 1,10</i>	Deplaseaza sania in punctul 1, cu 10% din viteza maxima de deplasare a saniei pe axa liniara
4	<i>TIMR 200</i>	Temporizare 2 s inaintea retragerii saniei
5	<i>MOVA 2,10</i>	Deplaseaza sania in punctul 3, cu 10% din viteza maxima de deplasare a saniei

PROIECT DE DIZERTATIE

Nr linie	Linia de program	Semnificatia
6	<i>TIMR 1500</i>	Temporizare 15 s inaintea repetarii ciclului de masurare
7	<i>JMP 1,5</i>	Sare la prima linie de program din aplicatia curenta, pentru reluarea ciclului de deplasare a saniei

4.2. DETERMINARI IN CAZUL REPERELOR CU SUPRAFETE LUCIOASE

Am dezvoltat un algoritm repetitiv, in scopul antrenarii in miscare de translatie a reperului, astfel incat acesta sa poata fi masurat la diferite viteze de antrenare.

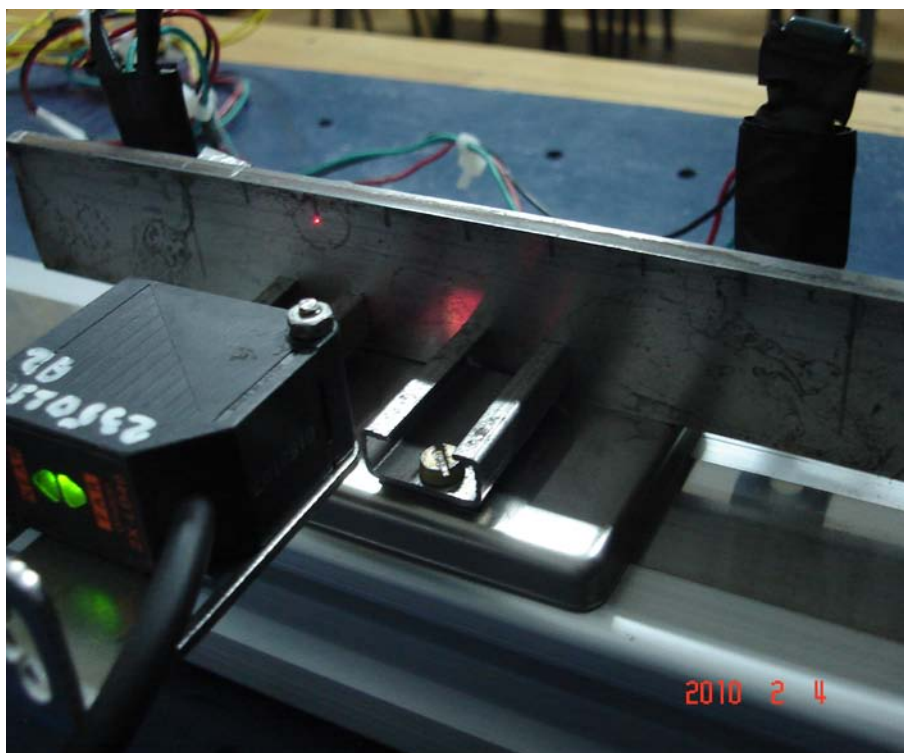


Fig. 4.1 Suprafata lucioasa

Sisteme software folosite

POPCOM – pentru comanda actionarii axei liniare

Maria Nicoara, *Studiul privind influenta stralucirii si a parametrilor de masurare asupra preciziei traductoarelor de deplasare cu sursa laser*

PROIECT DE DIZERTATIE

Din punctul de vedere al interfetei software, aceasta prezinta avantajul ca este foarte usor de folosit pentru programarea axei liniare, pentru orice aplicatie. La accesarea mediului software al axei liniare, se alege optiunea *Connect Robot Controller* (figura 4.2).

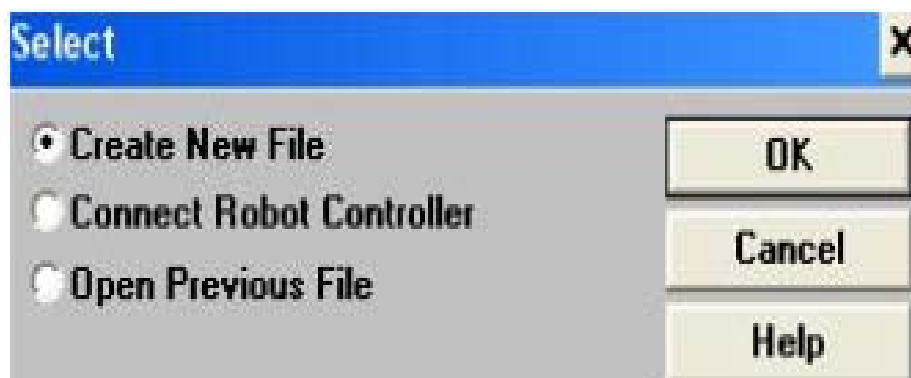


Fig. 4.2 Fereastra de accesare a mediului software pentru comanda axei liniare

Printr-o fereastră de dialog se poate stabili portul de comunicare serială cu calculatorul, pentru programarea axei liniare (figura 4.3, a).

Odata stabilit portul de comunicare, fereastra *POPCOM Windows* permite accesarea fiecaruia dintre programele introduse, prin selectarea unui numar in dreptul casutei de dialog *Exe. Program*. Optiunea *Show Exe Program* permite vizualizarea liniilor de program (figura 4.3, b)

Fiecare program introdus comanda un ciclu de secvente pentru actionarea saniei mobile a axei, iar pentru pornirea acestuia este necesara comanda deplasarii saniei in originea axei. Aceasta se face prin selectarea optiunii *Origin* (figura 4.3, b).

Pentru comanda unui ciclu de secvente, se acceseaza optiunea *Start*, iar pentru oprirea acestuia se actioneaza comanda *Stop*. Optiunea *Stop* permite

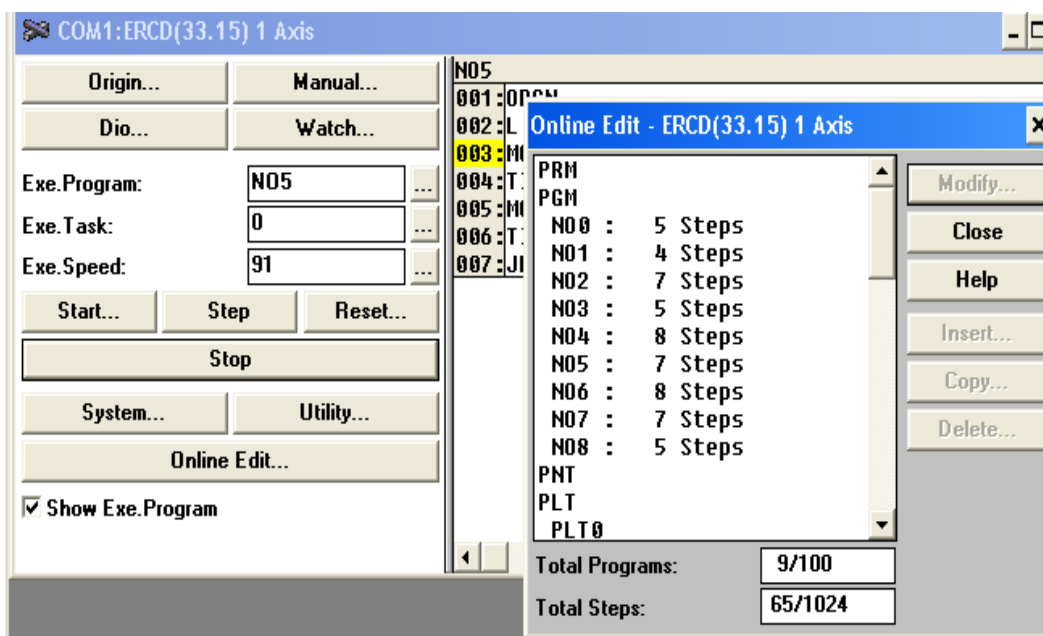
PROIECT DE DIZERTATIE

urmarirea si identificarea pas cu pas a fiecarei secvente dintr-un ciclu de programare.

Tinand cont de faptul ca un program comanda actionarea saniei mobile, prin deplasarea acesteia in coordonate stabilite, caseta de dialog *Online Edit* permite si editarea punctelor de coordonate, adica definirea coordonatelor acestora.



a



b

Fig. 4.3 Fereastra de dialog pentru selectarea portului de comunicatie cu calculatorul

PROIECT DE DIZERTATIE

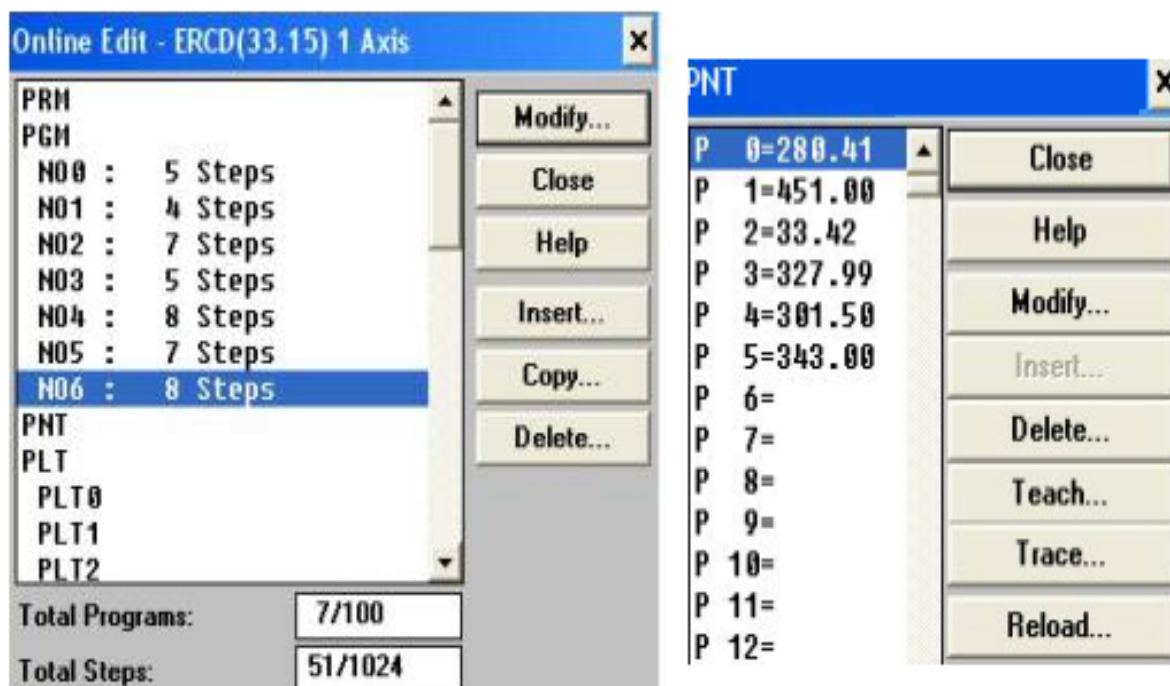


Fig. 4.4 Fereastra de dialog pentru scrierea sau modificarea unui program de comanda a axei liniare

Programul comanda actionarea saniei mobile, in puncte de coordonate stabilite, iar caseta de dialog *Online Edit* permite definirea si editarea punctelor de coordonate, in scopul apelarii lor in programele de comanda.

Pentru aceasta s-a ales optiunea *PNT*, pentru editarea coordonatelor noilor puncte de deplasare ale saniei, sau pentru modificarea coordonatelor punctelor predefinite (figura 4.4).

Pentru realizarea unui program nou de comanda, precum si pentru modificarea unui program existent, se apeleaza optiunea *Online Edit*, care afiseaza o fereastra de dialog, in care apare lista tuturor programelor introduse. Optiunea *PGM* permite deschiderea unui nou fisier pentru scrierea unui nou program de comanda, iar pentru modificarea unui program existent, se procedeaza la selectarea numarului de program si accesarea optiunii *Modify* (figura 4.4).

PROIECT DE DIZERTATIE

S-au pornit simultan cele doua softuri, s-a facut masurarea pentru fiecare punct.

In paralel cu rulara softului pentru antrenarea axei liniare, s-a procedat la rulara unei alte aplicatii soft-ware (Smart Monitor 3) care sa permita achizitia in timp real a datelor masurate cu traductorul cu sursa laser. S-a urmarit sincronizarea duratei de achizitie de date cu durata necesara ciclului de masurare.

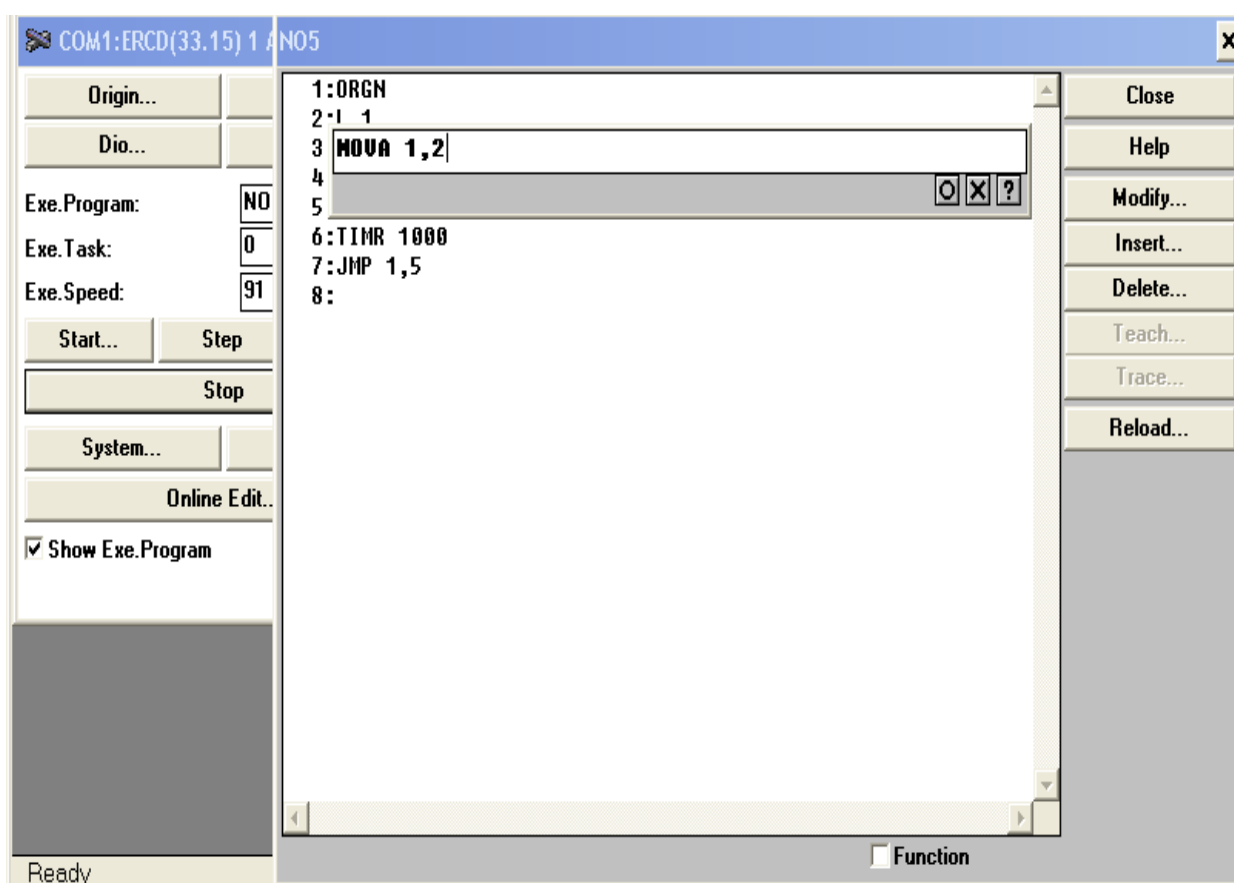


Fig. 4.5 Algoritmul programat. Modificarea parametrilor de antrenare a reperului in postul de masurare – Reglarea vitezei de antrenare a reperului in postul de control

PROIECT DE DIZERTATIE

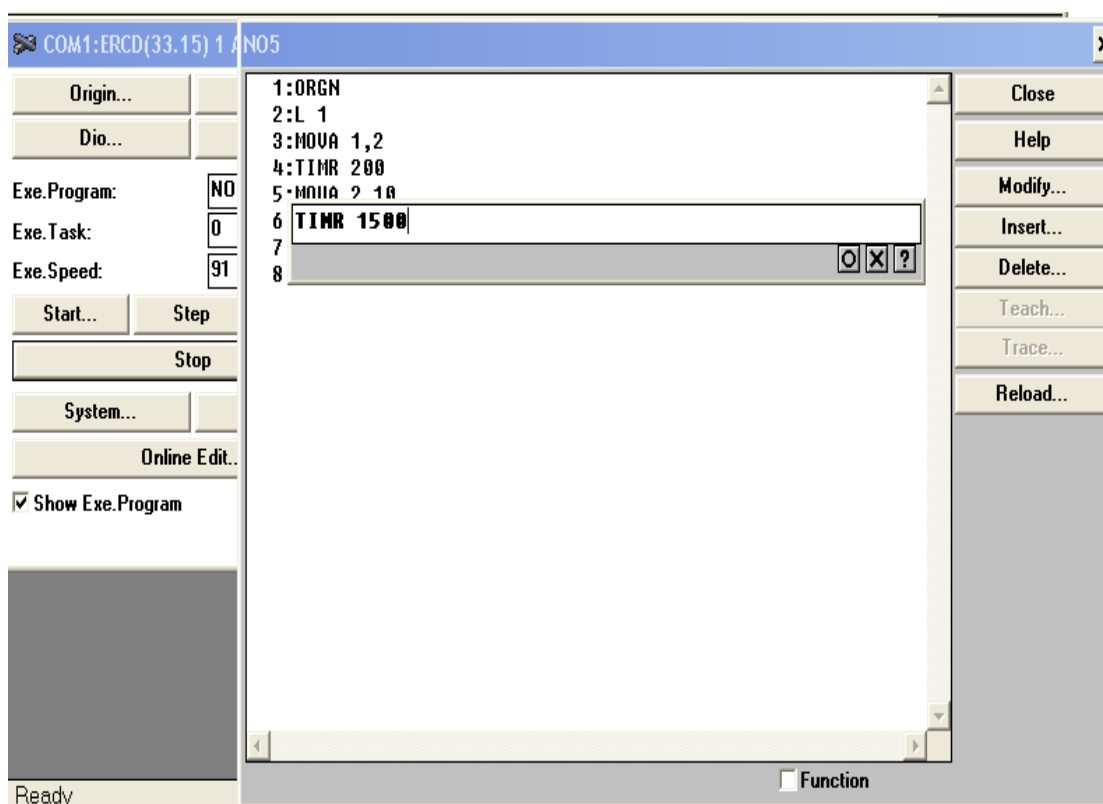


Fig. 4.6 Algoritmul programat. Modificarea parametrilor de antrenare a reperului in postul de masurare – Stabilirea duratei de temporizare inaintea reluării ciclului de masurare

SMART MONITOR 3 – pentru masurarea asistata on-line cu traductorul cu sursa laser OMRON.

Software - traductor cu laser. Prezentarea si descrierea softului SMART 3

VOLTAGE – meniul care indica nivelul de tensiune;

HIGH THRESHOLD – meniul care indica valoarea maxima a campului de toleranta;

LOW THRESHOLD – meniul care indica valoarea minima a campului de toleranta

RELEASE – meniul care permite revenire la valoarea afisata anterior.

Maria Nicoara, *Studiul privind influenta stralucirii si a parametrilor de masurare asupra preciziei traductoarelor de deplasare cu sursa laser*

PROIECT DE DIZERTATIE

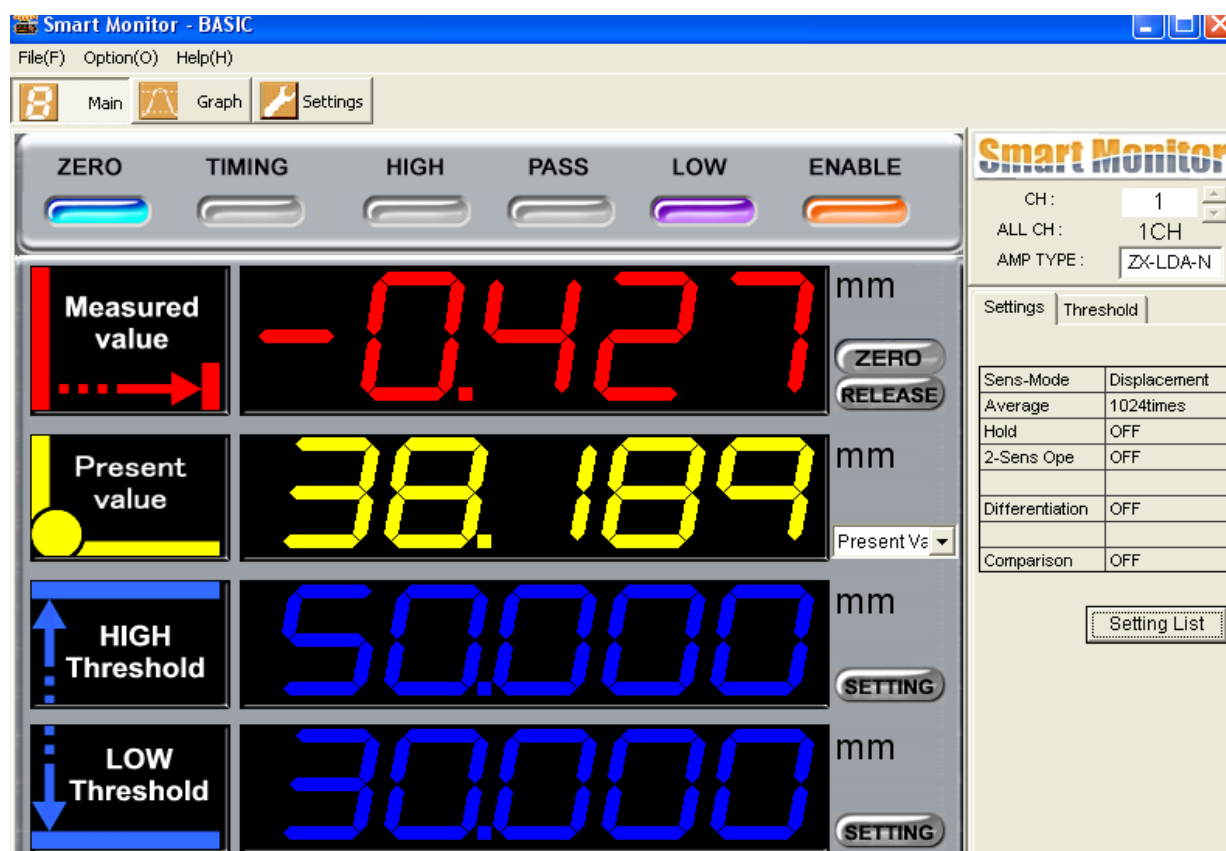


Fig.4.7 Softul SMART 3 pentru masurarea asistata in timp real cu traductorul cu sursa laser OMRON

MAIN – meniul pentru datele inregistrate;

OPTION – meniul pentru optiuni de configurare;

GRAPH – meniul pentru afişarea grafica a valorilor inregistrate;

SETTING – meniul pentru setari, afisare numere zecimale;

ZERO – meniul pentru indicarea starii de setare pe zero (etalonarea - permite setarea pe zero);

TIMING – meniul pentru temporizare;

HIGH – meniul indicator de depasire a valorii de toleranta a marimii;

LOW - meniul pentru marime minima;

MEASURED VALUE – meniul pentru valoarea masurata, curenta [mm];

PROIECT DE DIZERTATIE

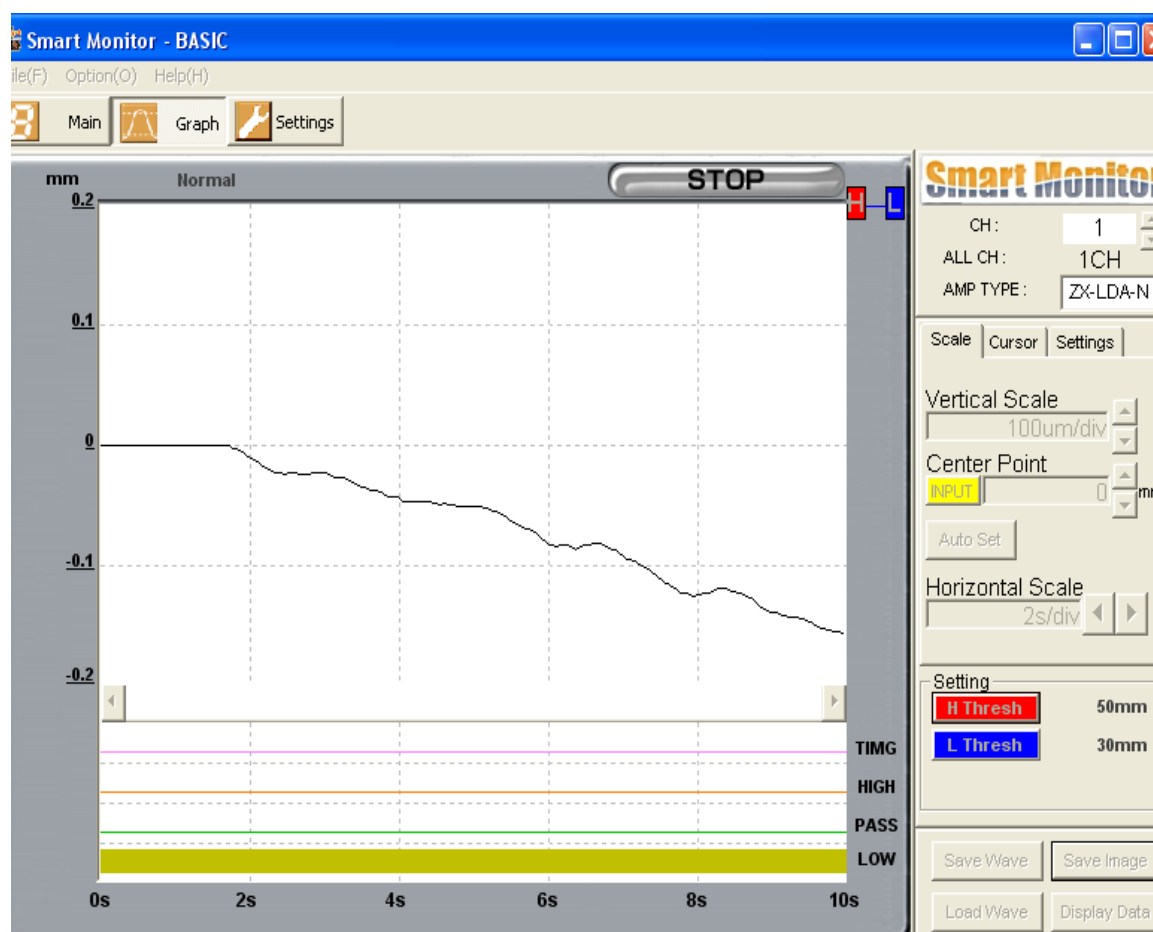


Fig. 4.8 Prezentare soft SMART 3

SETTING – buton care permite stabilirea intervalelor de achizitie a datelor;

START/STOP - buton care permite salvarea datelor , se apasa de doua ori : pentru inceperea/stoparea inregistrarii;

FONDUL ALB –panou de afisare a valorilor masurate;

AMP TYPE (ZE–LDA) - buton care permite selectarea temporizatorului;

SCALE – buton care permite modificarea rezolutiei;

VERTICAL SCALE – buton care permite rezolutia panoului de afisare pe verticala;

HORIZONTAL SCALE - buton care permite rezolutia panoului de afisare pe orizontala;

SAVE WAVE, LOAD WAVE – buton care permite salvarea graficului.

PROIECT DE DIZERTATIE

Descrierea diagramei

S-a lucrat in modul diagrama, pentru ca meniul START-STOP a putut delimita clar inceputul si sfarsitul unui proces complex de achizitie a datelor.

Diagrama furnizeaza informatii imediate cu privire la corectitudinea modului in care s-a realizat procesul de achizitie de date.

Produsul software *Smart Monitor 3*, cu care a fost achizitionat traductorul de deplasare OMRON, a permis masurarea punct cu punct, in timp real, a suprafetei repererului. In punctul de etalonare, s-a procedat la calibrarea traductorului, prin aducerea valorii afisate la zero, in dreptul campului *Measured value*, prin actionarea butonului virtual ZERO dispus in fereastra principala a aplicatiei (figura 4.7).

Procedeeul de obtinere a datelor *in regim static* a fost urmatorul: sania transportoare a reperului s-a deplasat manual, punct cu punct, pentru fiecare pozitie in parte masurandu-se abaterea de forma a reperului. Stabilindu-se experimental un numar de puncte de masurare egal cu 10, in consecinta s-a procedat la 10 incrementari manuale a pozitiei saniei transportoare.

Initial, in punctul 0, specific inceputului zonei de masurare dimensionala a reperului, s-a realizat etalonarea traductorului, prin aducerea sa la zero. Astfel s-a considerat ca punctul de inceput a lungimii de masurare ca fiind de referinta, abaterile de forma specifice celorlalte puncte de masurare fiind raportate la punctul de etalonare (punctul 0).

Pentru fiecare punct de masurare, s-au salvat datele, folosind succesiv butonul virtual START/STOP, intervalul dintre două comutari succesive stabilindu-se la aproximativ 1 secunda; acesta s-a constatat a fi un interval suficient pentru achizitia de date pentru punctul curent de masurare. In acest interval, sistemul software *Smart Monitor 3* a generat un sir de valori, care, cu ajutorul butonului SAVE WAVE a permis salvarea lor intr-un fisier cu extensia *.csv*.

PROIECT DE DIZERTATIE

Ulterior acest fisier a putut fi salvat in mediul EXCEL (figura 5.1) , pentru a fi compatibil cu aplicatia dezvoltata in LabVIEW in vederea procesarii datelor (capitolul 5).

Procedura s-a repetat astfel pentru fiecare punct de masurare in parte, obtinandu-se un numar de fisiere de date EXCEL egal cu numarul punctelor de pe suprafata reperului, in care s-a facut masurarea abaterii sale de forma.

Pentru primul punct s-a facut etalonarea traductorului, iar pentru celelalte puncte de masurare, determinarile s-au realizat prin comparatie.

Aplicatia este configurata sa realizeze cate o citire de la traductor la fiecare milisecunda, pentru un ciclu de masurare, corespunzator unui singur punct, s-au realizat mai multe citiri. Motiv pentru care, pentru determinarea dimensiunilor corespunzatoare fiecarui punct de masurare, la nivelul fiecarui fisier EXCEL generat s-a calculat media aritmetica a valorilor citite de la traductor.

In cazul *regimului dinamic* de antrenare a reperului, pentru genearea datelor, s-a procedat in felul urmatoar: folosind rutina de program realizat in mediul software POPCOM 32 pentru antrenarea axei liniare, s-a modificat viteza de antrenare (figura 4.5), s-a modificat variabila corespunzatoare parametrului viteza. Aceasta modicare s-a facut in vederea cresterii progresive a vitezei de antrenare a reperului, in scopul evaluarii preciziei de masurare pentru regimuri diferite ale vitezei.

Pentru ca masuratorile sa se poata face in regimul dinamic, in acest caz, s-au rulat simultan cele doua sisteme software, si anume rutina de antrenare a axei YAMAHA, creata in mediul software *POPCOM 32*, respectiv protocolul software *Smart Monitor 3*, specific traductorului cu sursa laser, OMRON, pentru achizitia de date în timp real. Un ciclu de masurare corespunzator unei viteze de masurare v_i ($i=1..10$) s-a derulat pe durata deplasarii reperului in postul de control.

PROIECT DE DIZERTATIE

Vitezele de antrenare a reperului sunt specificate in tabelul de mai jos:

Tabelul 4.2. *Valorile vitezelor de antrenare a reperelor in posturile de control pentru care s-au efectuat determinarile experimentale*

Pentru antrenarea reperului [m/s]
$v_1 = 7,25 \cdot 10^{-3} = 1\% \text{ din } v_{\max}$
$v_2 = 14,5 \cdot 10^{-3} = 2\% \text{ din } v_{\max}$
$v_3 = 22 \cdot 10^{-3} = 3\% \text{ din } v_{\max}$
$v_4 = 29,25 \cdot 10^{-3} = 4\% \text{ din } v_{\max}$
$v_5 = 36,5 \cdot 10^{-3} = 5\% \text{ din } v_{\max}$
$v_6 = 44 \cdot 10^{-3} = 6\% \text{ din } v_{\max}$
$v_7 = 51,5 \cdot 10^{-3} = 7\% \text{ din } v_{\max}$
$v_8 = 58,5 \cdot 10^{-3} = 8\% \text{ din } v_{\max}$
$v_9 = 66 \cdot 10^{-3} = 9\% \text{ din } v_{\max}$
$v_{10} = 73,25 \cdot 10^{-3} = 10\% \text{ din } v_{\max}$
$v_{11} = 80,25 \cdot 10^{-3} = 11\% \text{ din } v_{\max}$
$v_{12} = 88,25 \cdot 10^{-3} = 12\% \text{ din } v_{\max}$
$v_{13} = 95,25 \cdot 10^{-3} = 13\% \text{ din } v_{\max}$
$v_{14} = 103 \cdot 10^{-3} = 14\% \text{ din } v_{\max}$
$v_{15} = 109,75 \cdot 10^{-3} = 15\% \text{ din } v_{\max}$

unde v_{\max} reprezinta viteza maxima cu care poate fi antrenata sania transportoare pe axa liniara YAMAHA.

Pentru fiecare viteza de antrenare in parte, prin butonul virtual START/STOP al mediului software *Smart Monitor 3* s-a delimitat intervalul de masurare, egal cu durata necesara deplasarii reperului intre senzorii de proximitate S_0 și S_1 . In acest interval de timp, s-au generat date ce au putut fi salvate (folosind optiunea SAVE WAVE) ca fisier cu extensia *.csv*. Ca si in cazul masurarii in regim static, fisierul a fost salvat in mediul EXCEL, compatibil cu aplicatia software dezvoltata in LabVIEW, pentru prelucrarea statistica ulterioara a datelor.

PROIECT DE DIZERTATIE

Procedura s-a reluat pentru fiecare viteza de antrenare in parte, astfel ca pentru fiecare viteza de antrenare s-a generat cate un fisier EXCEL de forma celui prezentat in figura 5.1.

Pentru o evaluare cat mai corecta a datelor masurate privind geometria reperului, inaintea fiecărei masuratori specifice unei alte viteze de antrenare, s-a procedat la etalonarea traductorului cu sursa laser in punctul 0, corespunzator inceputului lungimii masurate a reperului.

4.3. DETERMINARI IN CAZUL REPERELOR CU SUPRAFETE MATE

Modul de lucru a fost similar cu cazul reperului neacoperit. Pentru ca suprafata reperului sa devina mata, s-a aplicat o fasie de material autocolant de culoare alba, fara stralucire.



Fig. 4.9 Suprafata mata

Si in acest caz datele salvate pentru fiecare regim de viteza in parte, au fost salvate in fisiere EXCEL, pentru a putea fi mai usor prelucrate ulterior.

PROIECT DE DIZERTATIE

5. INTERPRETAREA REZULTATELOR

5.1. CREAREA UNEI APLICATII LABVIEW PENTRU INTERPRETAREA EFICIENTA A REZULTATELOR

Avand in vedere faptul ca fisierele EXCEL obtinute in urma masurarii in timp real a abaterii de forma in regim static si dinamic nu ofera informatii rapide si eficiente privind rezultatele (figura 5.1), in continuare cercetarea s-a axat pe gasirea unei solutii rapide si flexibile in acest sens.

1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Waveform	Data acquired by OMRON SmartMonitor						
2	INTENSITY	0						
3	OFFSET	0						
4	WIDTH SC	4						
5	HEIGHT S	11						
6	HEIGHT T	10						
7	HEIGHT B	-10						
8	HOLD	0						
9	FIG	1						
10	UNIT	mm						
11	START TIM	40:28,2						
12								
13	NO	Time	Data	Timing	LOW	PASS	HIGH	
14								
15	1	00:00,0	-0,006	0	1	0	0	
16	2	00:00,0	-0,006	0	1	0	0	
17	3	00:00,0	-0,006	0	1	0	0	
18	4	00:00,0	-0,006	0	1	0	0	
19	5	00:00,0	-0,006	0	1	0	0	
20	6	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
21	7	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
22	8	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
23	9	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
24	10	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
25	11	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
26	12	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
27	13	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
28	14	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
29	15	00:00,1	-0,006	0	1	0	0	
30	16	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
31	17	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
32	18	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
33	19	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
34	20	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
35	21	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
36	22	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
37	23	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
38	24	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
39	25	00:00,2	-0,006	0	1	0	0	
40	26	00:00,3	-0,006	0	1	0	0	
41	27	00:00,3	0,006	0	1	0	0	
42	28	00:00,3	0,006	0	1	0	0	
43	29	00:00,3	0,006	0	1	0	0	
44	30	00:00,3	-0,006	0	1	0	0	
45	31	00:00,3	-0,006	0	1	0	0	
46	32	00:00,3	-0,006	0	1	0	0	
47	33	00:00,3	-0,006	0	1	0	0	
48	34	00:00,3	-0,006	0	1	0	0	

Fig. 5.1 Generarea datelor cu softul SMART 3

PROIECT DE DIZERTATIE

Importanta posibilitatii de evaluare cat mai eficiente si rapide a datelor masurate este cu atat mai mare cu cat aceasta operatie se desfasoara ca etapa de control al calitatii, in cadrul unui proces de fabricatie.

Evaluarea preciziei de masurare a unor instrumente specifice inspectiei dimensionale, ca procedura metrologica, se inscrie de asemenea intr-unul dintre cazurile in care obtinerea unei statistici clare si precise intr-un timp cat mai scurt este de maxima importanta.

Din cate se poate observa in figura 5.1, o interpretare rapida a datelor cu privire la abaterea de forma ce a fost masurata la reperul studiat nu poate fi posibila in structura actuala a fisierului. Aceasta afirmatie este cu atat mai pertinenta si in privinta evaluarii statistice a preciziei de masurare a traductorului folosit in functie de parametrii studiati: viteza de antrenare si gradul de reflexie a suprafetei reperului testat.

La o prima observare atenta a structurii fisierului, se poate constata ca primele 11 randuri contin date privind parametrii de lucru ai traductorului, ele fiind in acest context irelevante (figura 5.2).

	1	2	3	4	5
1	Waveform	Data aquired by OMRON SmartMonitor			
2	INTENSITY	0			
3	OFFSET	0			
4	WIDTH SC	4			
5	HEIGHT S	11			
6	HEIGHT TC	10			
7	HEIGHT B	-10			
8	HOLD	0			
9	FIG	1			
10	UNIT	mm			
11	START TIM	40:28,2			

Fig. 5.2 Liniile de date privind informatii suplimentare despre parametrii de lucru ai traductorului folosit

PROIECT DE DIZERTATIE

Liniile urmatoare contin inregistrari privind parametrii de inregistrare a datelor. In prima coloana este incris numarul curent al fiecărei inregistrari. In cea de a doua coloana sunt specificate date cu privire la momentul instantaneu la care s-a facut fiecare inregistrare in parte. Coloana a 3 – a contine inregistrari cu privire la valorile citite de la traductor, specifice fiecărei inregistrari in parte (figura 5.3). Pentru o achizitie in timp real cu durata de 1 secunda s-au generat 1000 de inregistrari.

12					
13	NO	Time	Data	Timing	
14					
15		1	00:00,0	-0,006	0
16		2	00:00,0	-0,006	0
17		3	00:00,0	-0,006	0
18		4	00:00,0	-0,006	0

Fig. 5.3 Primele 3 coloane de inregistrari obtinute in urma masurarii in timp real

Ultimele coloane contin date cu privire la valoarea prestabilita a domeniului in care se poate defini campul de toleranta specificat al traductorului, inaintea etalonarii acestuia (fig. 5.4).

LOW	PASS	HIGH	Hold
1	0	0	
1	0	0	

Fig. 5.4 Ultimele coloane de inregistrari cu privire la valorile prestabilite ale domeniului de incriere a campului de toleranta in care poate lucra traductorul

In scopul unei prelucrari statistice eficiente a datelor din fisierele EXCEL, s-a dezvoltat o aplicatie software programata in mediul de instrumentatie virtuala

PROIECT DE DIZERTATIE

LabVIEW 6.1. Aplicatia s-a axat pe o rutina de programare ce contine o structura cazuala permitand prelucrarea statistica a datelor obtinute in doua situatii:

- cazul masurarilor efectuate in regimul static;
- cazul masurarilor efectuate in regimul dinamic.

Structura cazuala (Case) (figura 5.5) este adresata printr-un selector de tip *Text Ring*, prin care operatorul poate alege unul dintre cele 2 cazuri.

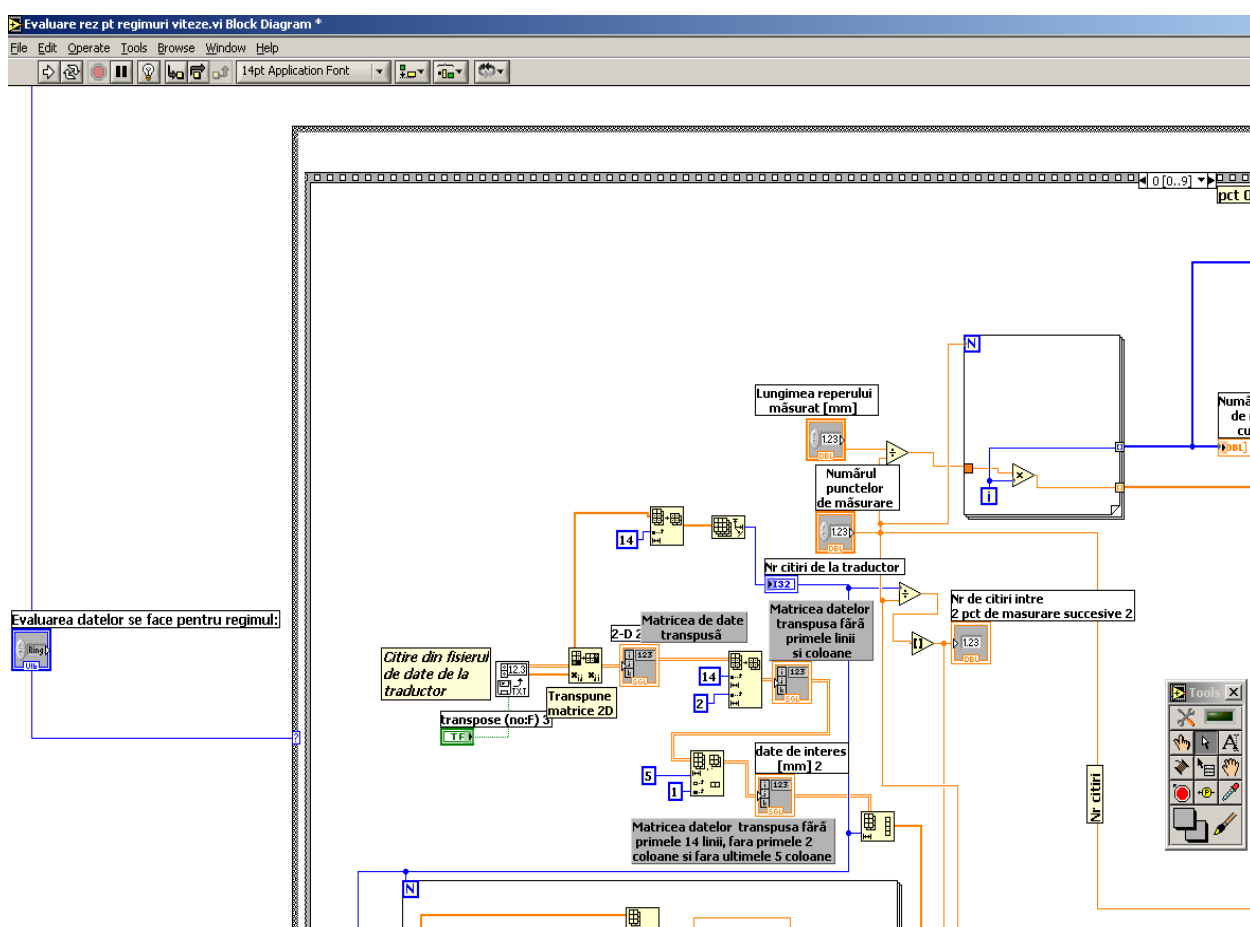


Fig. 5.5 Structura de programare de tip CASE, pentru alegerea unui caz pentru prelucrarea statistica a datelor (in urma masurarii in regimul static sau in urma masurarii in regimul dinamic)

Pentru cazul in care se doreste prelucrarea statistica a datelor obtinute in urma masurarii in regimul *static*, rutina de programare include o structura de tip

PROIECT DE DIZERTATIE

secvențial cu 10 secvențe (figura 5.6). Fiecare dintre acestea conține câte o subrutină pentru citirea și prelucrarea datelor din câte un fișier EXCEL, generat anterior la măsurarea abaterii de forma a reperului în fiecare dintre cele 10 puncte echidistante (vezi capitolul 3, paragraful 3.1)

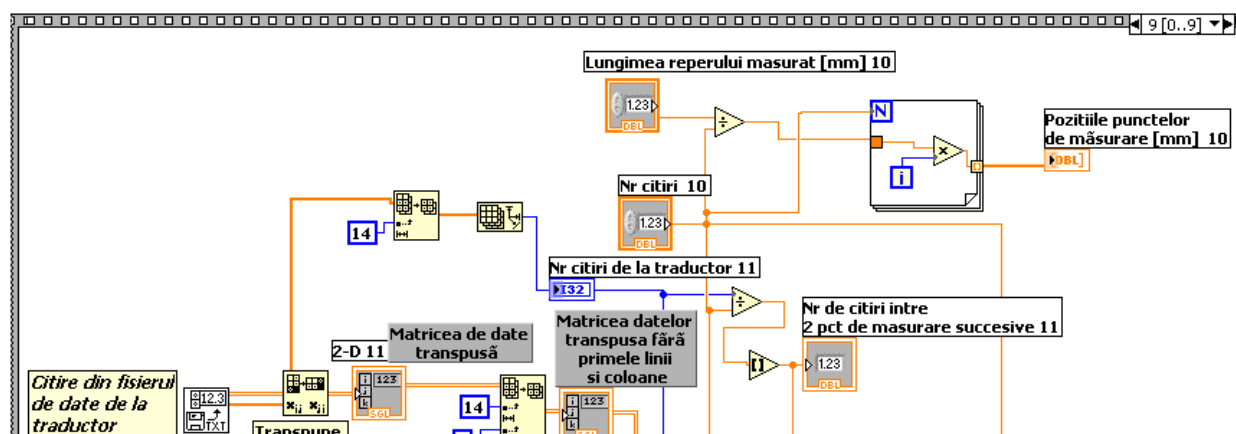


Fig. 5.6 Structura de programare de tip secvențial pentru prelucrarea datelor măsurate în regimul static

Pentru fiecare secvență s-a programat o subrutină de citire a datelor din fișier, cu ajutorul funcției *Read from Spreadsheet file* (figura 5.7)

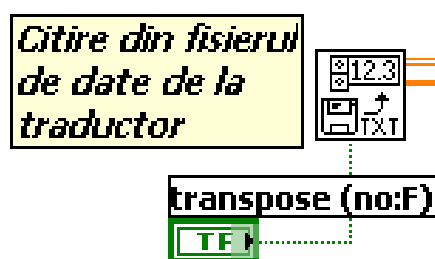


Fig. 5.7 Subrutină de citire a datelor din fișier

Pentru preluarea din fișier a datelor de interes (valorile măsurate ale abaterii de forma) s-au parcurs următoarele etape:

- transpunerea matricii de date conținute în fișier – s-a folosit funcția *Transpose 2D Array* (figura 5.8);

PROIECT DE DIZERTATIE

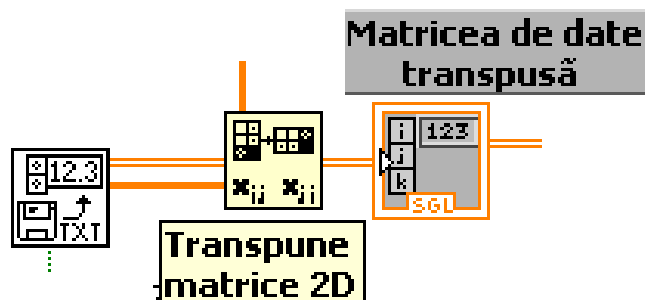


Fig. 5.8 Transpunerea matricei initiale de date continute in fisierul EXCEL

- eliminarea primelor 14 linii si a primelor 2, respectiv a ultimelor 5 coloane de date, acestea nefiind relevante pentru prelucrarea statistica (vezi figura 5.2), prin folosirea succesiva a functiei de programare de tip *Array Subset* (figura 5.9); prin aceste operatii in aceasta faza se obtine o matrice 2D ce contine exclusiv date privind abaterile masurate de forma ale reperului testat;

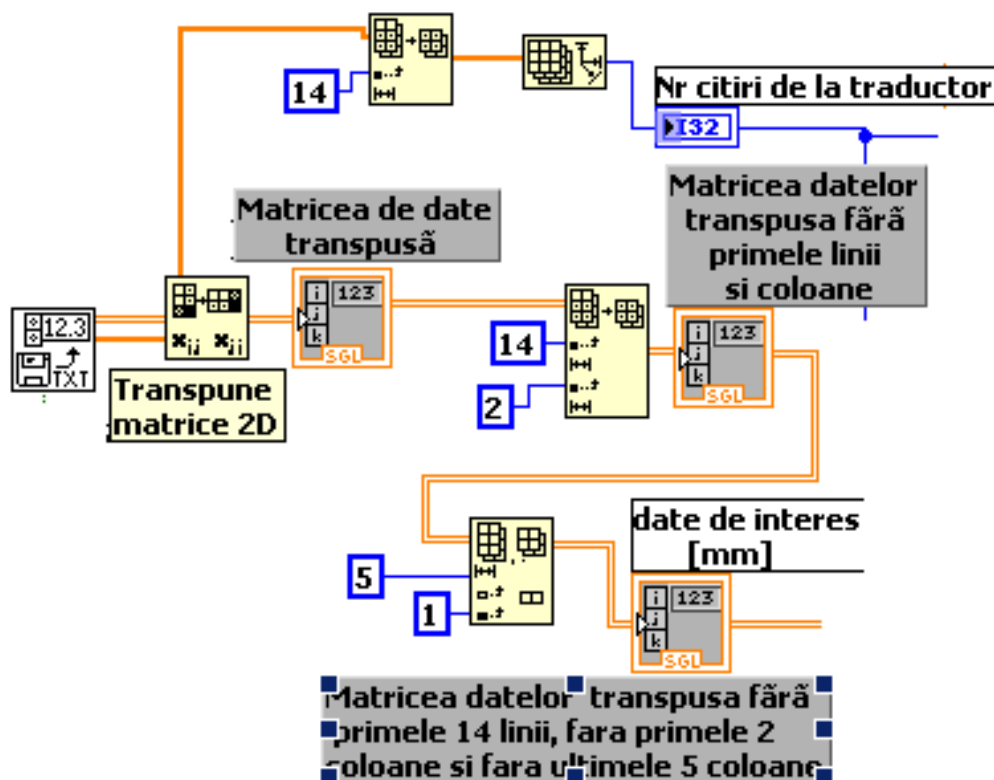


Fig. 5.9 Obținerea matricii datelor de interes, prin eliminarea înregistrărilor irelevante

PROIECT DE DIZERTATIE

- transformarea matricei 2D astfel obtinute intr-un vector (matrice 1D) (functia *Reshape Array*), de tip coloana, continand un numar de inregistrari egal cu numarul de inregistrari ale fisierului EXCEL, exceptand primele 14 linii (figura 5.10);

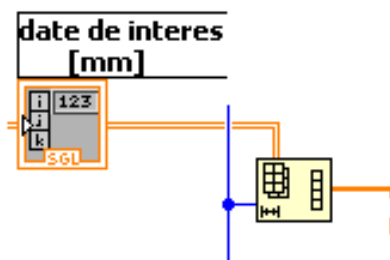


Fig. 5.10 Transformarea intr-un vector-coloana a matricei datelor de interes

- odată obtinut vectorul de date de interes, s-a procedat la extragerea si ajustarea a 10 valori reprezentative de date, prelevate din sirul continut in vectorul obtinut; s-a folosit o structura repetitiva *FOR-LOOP*, cu numarul iteratiilor egal cu numarul de inregistrari al vectorului (figura 5.11);

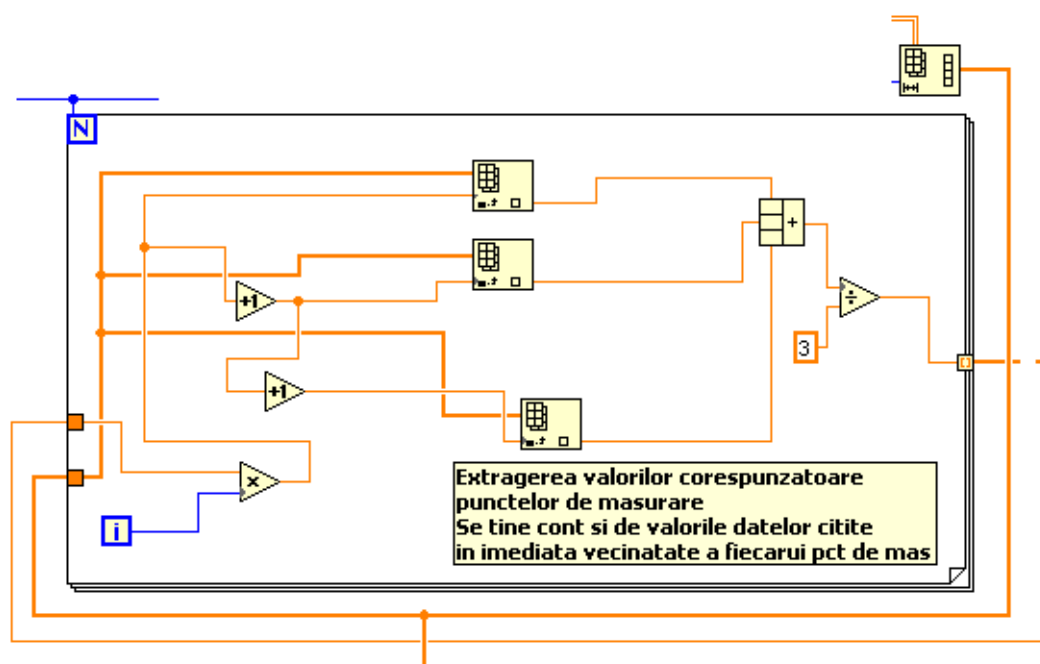


Fig. 5.11 Prelevarea a 10 valori reprezentative din sirul de valori continut in vectorul - coloana

PROIECT DE DIZERTATIE

- cele 10 valori reprezentative ale abaterii de forma au fost mediate, folosindu-se o alta structura repetitiva *FOR-LOOP*, cu numarul iteratiilor egal cu numarul valorilor reprezentative, in care s-a programat algoritmul de calcul al mediei aritmetice a valorilor reprezentative; pentru aceasta s-a folosit functia matematica de adunare a N numere (N=10), *Compound Arithmetic*, urmata de functia de impartire a rezultatului la numarul de valori reprezentative (figura 5.12); prin aceasta procedura s-a obtinut valoarea medie a abaterii de forma masurata in regim static, corespunzatoare unui punct de masurare i ;

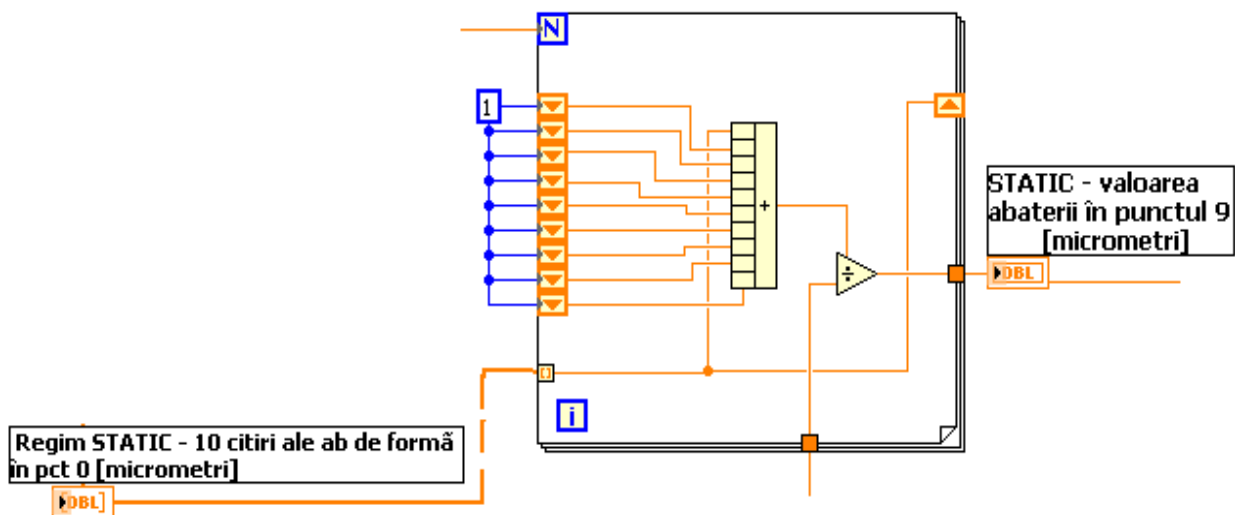


Fig. 5.12 Rutina de calcul al mediei aritmetice a valorilor reprezentative, in vederea obtinerii abaterii de forma corespunzatoare fiecarui punct masurat in regimul static

- acest algoritm de programare descris s-a aplicat in fiecare dintre cele 10 secvente, in final generandu-se valorile medii ale abaterii de forma a reperului masurat in regim static, pentru fiecare dintre cele 10 puncte echidistante stabilite experimental;
- cele 10 valori astfel obtinute au fost concatenate (folosind functia *Build Array*), generandu-se astfel un vector in care se inscriu valorile abaterii

PROIECT DE DIZERTATIE

de forma a reperului masurat in regim static, corespunzatoare fiecarui punct, in parte (figura 5.13)

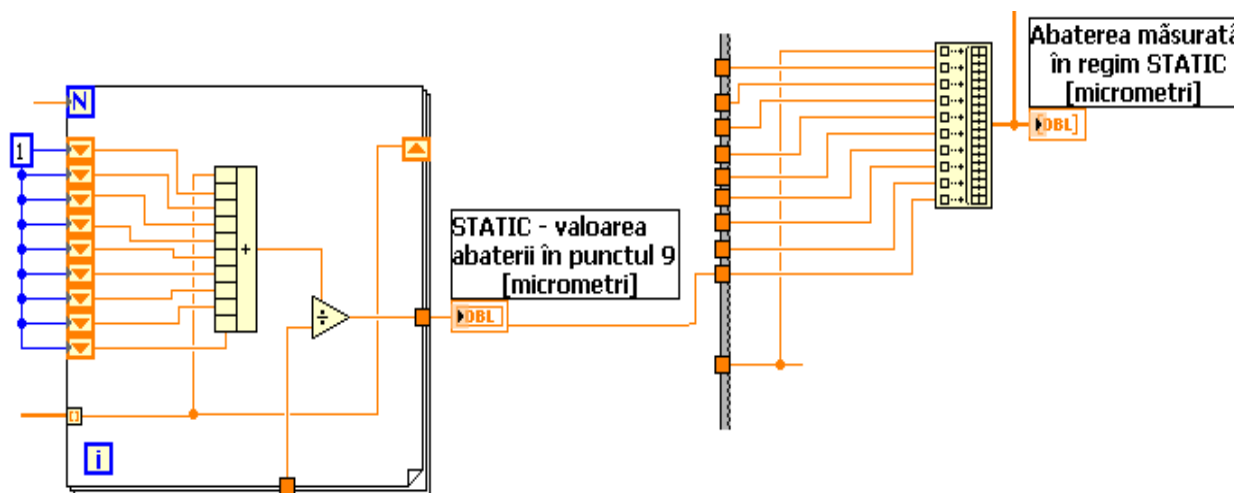


Fig. 5.13 Algoritm de obtinere a vectorului de valori corespunzatoare abaterilor de forma masurate punct cu punct, in regimul static

Pentru cazul in care se doreste prelucrarea statistica a datelor obtinute in urma masurarii in regimul *dinamic* (cazul 2), s-a programat aceeasi rutina de prelucrare a datelor, citite dintr-un fisier EXCEL. Aceste fisiere au fost obtinute in urma masurarii abaterii de forma a reperului, in timpul antrenarii sale pe axa liniara, cu diferite viteze.

Ceea ce difera in acest caz este faptul ca rutina necesara prelevării de valori reprezentative din sirul de date de interes este asociat valorilor abaterilor de forma corespunzatoare fiecărui punct de masurare in parte. In acest scop din sirul de date s-au extras initial valori dispuse echidistant in acesta, numarul acestora fiind egal cu numarul punctelor in care s-a evaluat abaterea de forma a reperului. Pentru aceasta din cele N valori citite de la traductor s-a extras un numar de valori egal cu numarul punctelor de masurare, acestea plasandu – se la intervale egale; un astfel de interval s-a definit ca fiind egal cu numarul de inregistrari impartit la numarul punctelor de masurare (vezi figura 5.14).

PROIECT DE DIZERTATIE

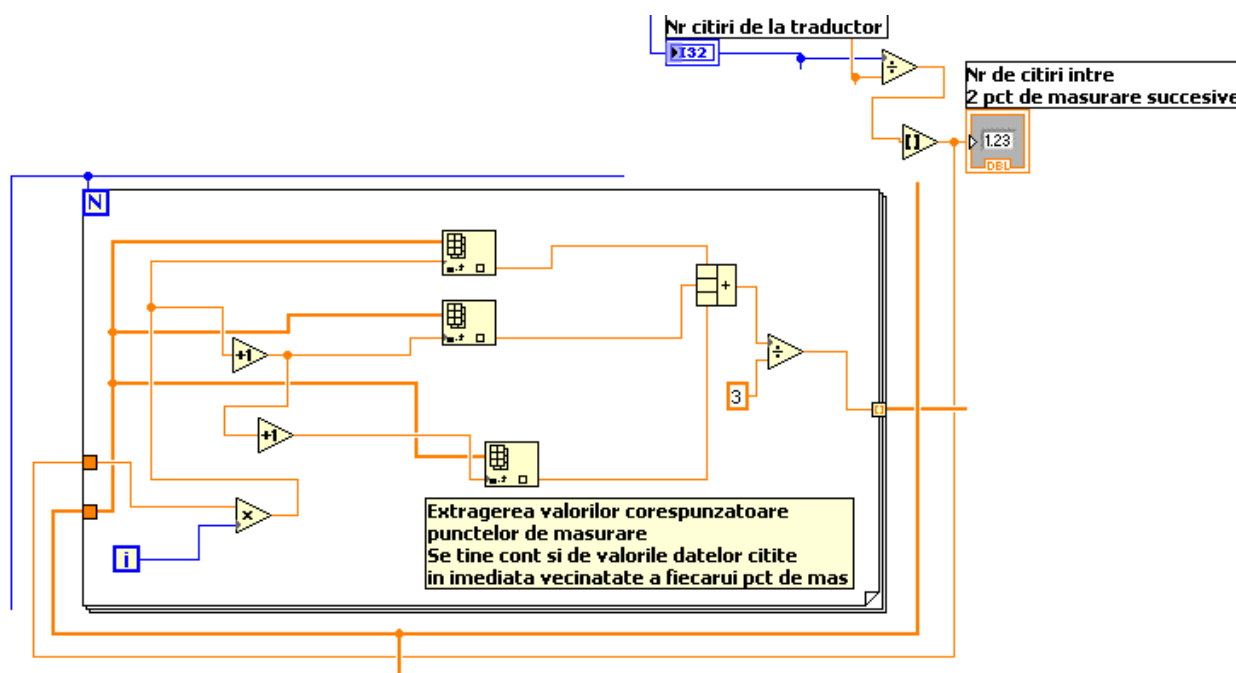


Fig. 5.14 Prelevarea datelor cu privire la măsurarea abaterii de forma corespunzătoare fiecărui punct în care s-a făcut evaluarea în cazul regimului dinamic

Pentru ambele cazuri (static și dinamic) s-a mai programat o rutină pentru afișarea pozițiilor curente ale punctelor de pe reper în care s-a evaluat abaterea de forma. Pentru aceasta s-a dezvoltat următorul algoritm: valoarea lungimii suprafeței măsurate a reperului a fost împărțită la numărul de puncte echidistante în care s-a evaluat măsurarea; iar pentru generarea vectorului de valori de coordonate ale punctelor de măsurare s-a folosit o structură repetitivă *FOR – LOOP* având numărul de iterații egal cu numărul punctelor de măsurare (figura 5.15).

Pasul dintre 2 puncte de măsurare consecutive a fost înmulțit cu numărul curent al iterației, aferent unui punct de măsurare i . La ieșirea buclei repetitive s-a generat astfel vectorul – coloană ce conține valorile coordonatelor punctelor de măsurare. În același mod s-a generat vectorul coloană pentru afișarea numerelor de ordine ale fiecărui punct de măsurare. Obținerea vectorului de coordonate ale

PROIECT DE DIZERTATIE

punctelor de masurare, alaturi de vectorul abaterilor de forma are drept scop ajutorarea utilizatorului la o mai rapida interpretare a rezultatelor masuratorilor.

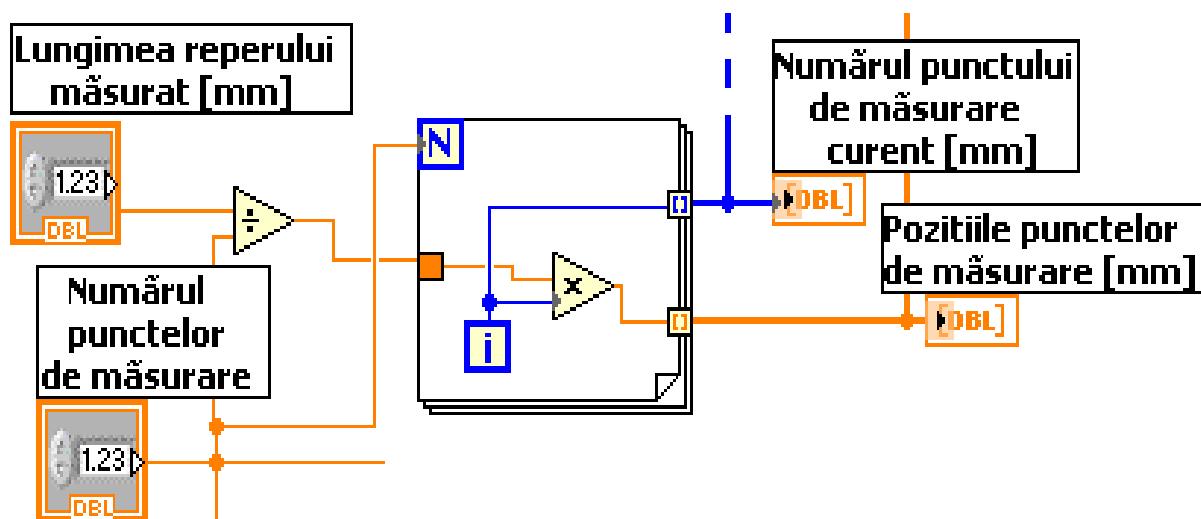


Fig. 5.15 Rutina pentru afişarea coordonatelor punctelor de măsurare

Datele obtinute in cazul ambelor regimuri au fost salvate in fisiere EXCEL, in scopul unei prelucrari statistice ulterioare a acestor din punctul de vedere metrologic. Pentru aceasta pentru ambele cazuri s-a folosit cate o functie de scriere a datelor numerice in fisier, *Write to spreadsheet file*, aceste subrutine fiind programate in ambele cazuri privind regimul de masurare.

S-a folosit o structura cazuala adresand cele doua situatii, in ambele cazuri programandu-se cate o subrutina care sa-i permita utilizatorului sa solicite sau nu salvarea datelor in fisiere EXCEL. Pentru aceasta in interiorul structurii cazuale, pentru fiecare caz in parte s-a programat cate o structura cazuala, *cazul 1* corespunzand situatiei in care utilizatorul doreste salvarea datelor, iar *cazul 0* in care acesta nu doreste acest lucru (figura 5.16).

Pe baza algoritmului de programare realizat in fereastra virtuala a mediului software LabVIEW, in cealalta fereastra (panou) s-a obtinut o interfata cu utilizatorul (figura 5.17). Aceasta permite o evaluare statistica rapida si precisa a

PROIECT DE DIZERTATIE

rezultatelor masuratorilor facute atat in cazul regimului static, cat si in cel al regimului dinamic. In acest caz, se pot evalua rezultatele pentru fiecare viteza de antrenare a reperului testat.

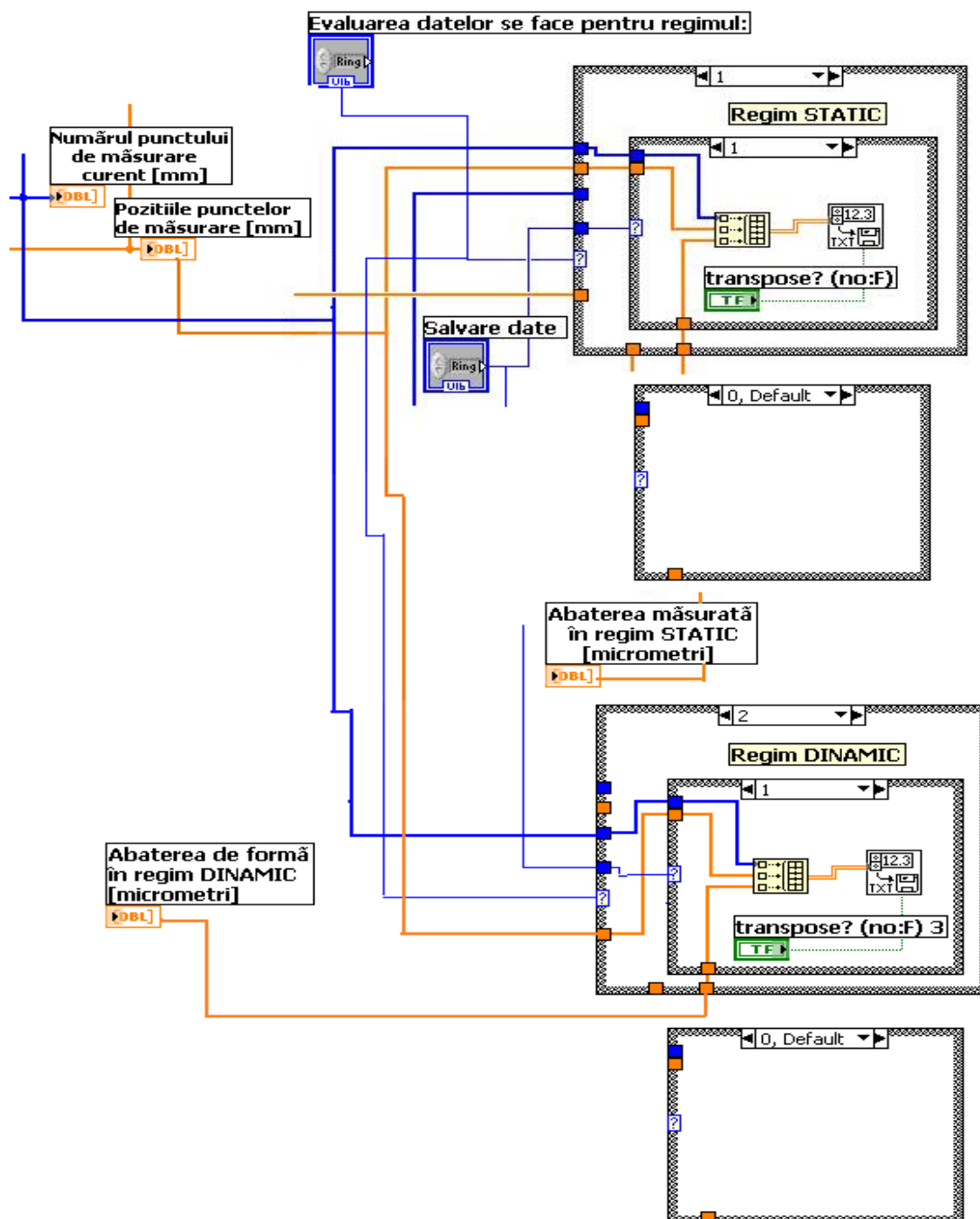


Fig. 5.16 Rutina de programare a modului in care se salveaza în fisiere ASCII/ EXCEL datele statistice cu privire la rezultatele masurarilor

PROIECT DE DIZERTATIE

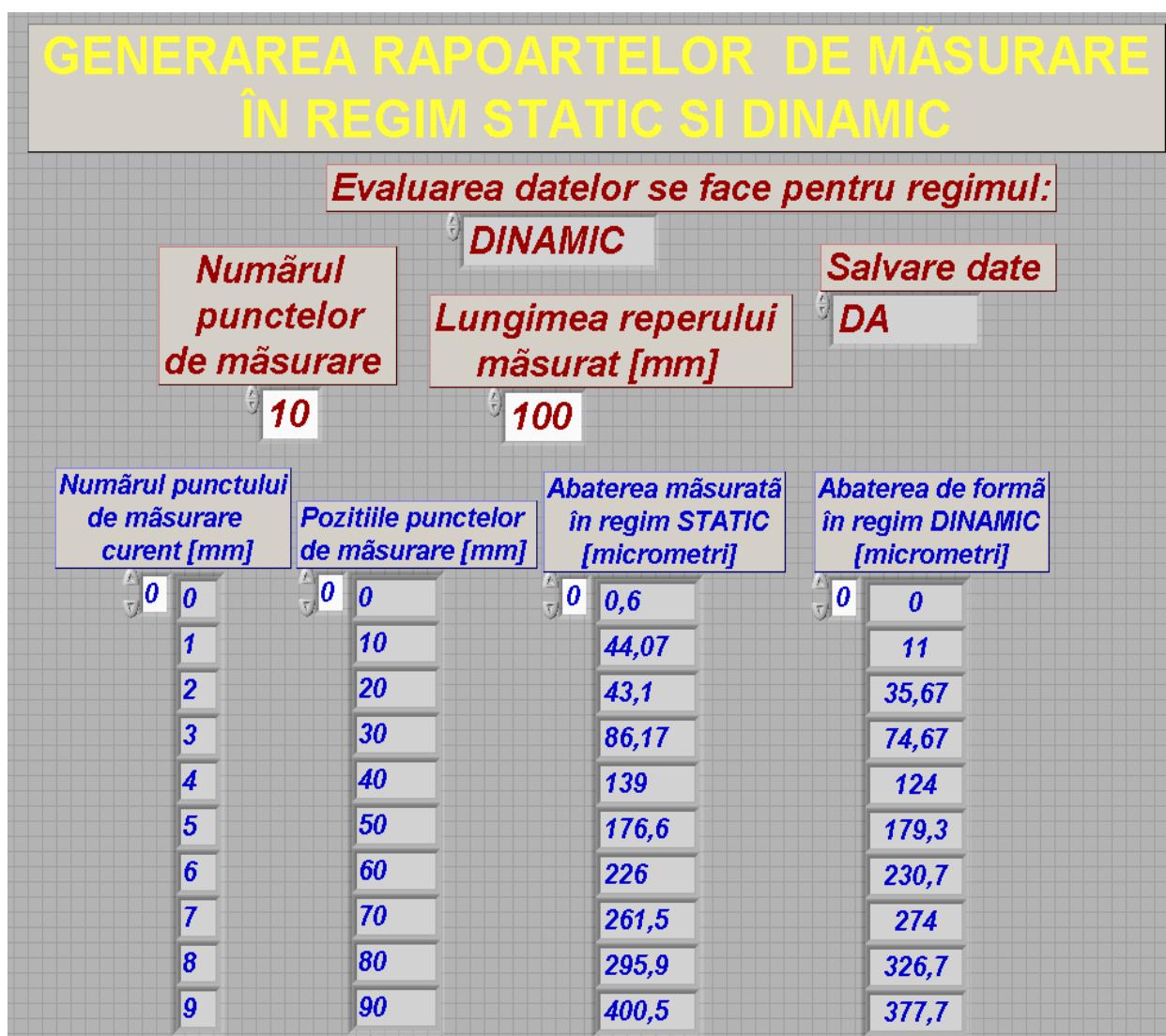


Fig. 5.17 Interfața LabVIEW cu utilizatorul în vederea prelucrării statistice a datelor măsurate în timp real cu traductorul cu sursa laser

Interfața software îi permite utilizatorului să genereze fișiere de date statistice, în scopul evaluării cât mai corecte a preciziei de măsurare în regim dinamic, pentru fiecare caz, privind viteza de antrenare a reperului testat, în parte. În acest sens, în prima fază, în casuta de dialog *Evaluarea datelor se face pentru regimul:*, se va alege opțiunea *STATIC* (figurile 5.17 și 5.18).

PROIECT DE DIZERTATIE

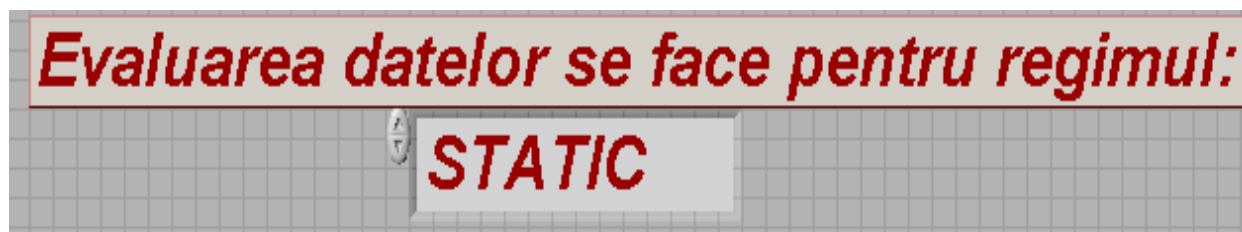


Fig. 5.18 Alegerea regimului *STATIC* in care s-a facut masurarea, pentru prelucrarea statistica a datelor

Motivul pentru care in prima faza evaluarea datelor se face pentru masurarile in regimul static este acela ca acestea au fost considerate ca etalon din punctul de vedere al preciziei in raport cu masurarile in regimul dinamic.

Aplicatia LabVIEW s-a dorit a avea un caracter flexibil, astfel incat prelucrarea statistica sa acopere un numar cat mai mare de cazuri in ceea ce priveste parametrii geometrici si de masurare ai reperului. Concret, prin intermediul a doua casute de dialog, se poate stabili numarul punctelor in care se doreste evaluarea preciziei de masurare pentru un anumit reper si lungimea de masurare a acestuia (figura 5.19).



Fig. 5.19 Stabilirea parametrilor geometrici si de masurare ai reperului testat, in vederea evaluarii statistice a preciziei

Dacă se doreşte ca datele prelucrate statistic în urma rulării aplicaţiei LabVIEW să fie salvate în fişiere ASCII sau EXCEL, utilizatorul poate opta folosind căsuţa de dialog *Salvare date*.

PROIECT DE DIZERTATIE

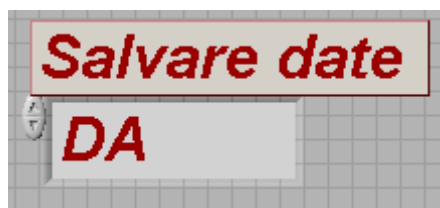


Fig. 5.20 *Opțiunea de salvare a datelor prelucrate statistic*

În faza de prelucrare statistică a datelor cu privire la măsurarea în regimul static, ciclul de rulare a datelor se va relua pentru citirea a câte unui fișier corespunzător datelor statistice aferente fiecărui punct de măsurare, în parte (vezi figura 5.20). Citirea datelor se face din fișiere de date obținute anterior la măsurarea în timp real cu traductorul cu sursă laser (OMRON) pentru fiecare punct în care s-a făcut măsurarea în regimul static. După rularea rutinei repetitive de citire a datelor din fișiere, utilizatorului i se cere să specifice un nume de fișier în care datele prelucrate aferente măsurării în regimul static să poată fi salvate (figura 5.21).

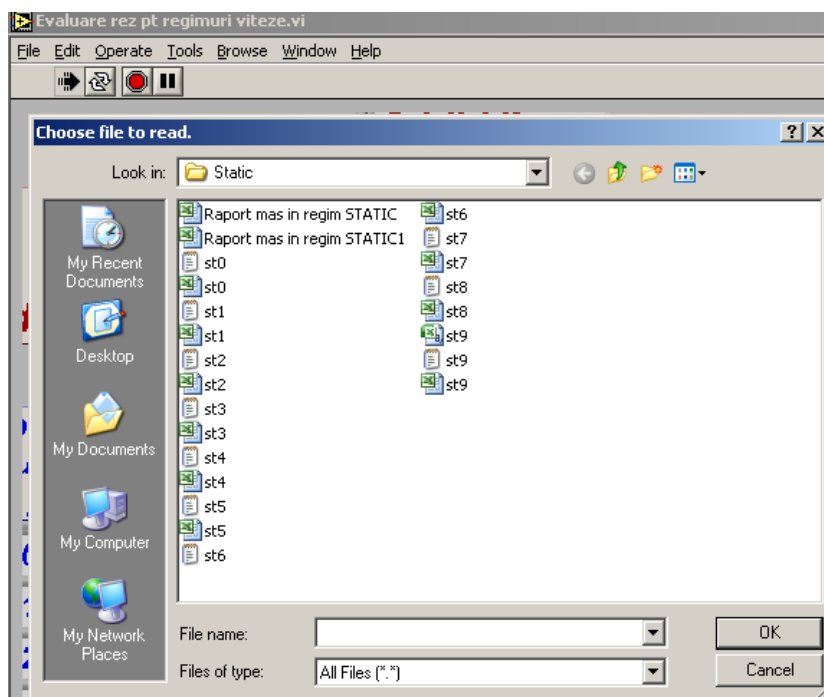


Fig. 5.21 *Fereastra de dialog pentru citirea datelor din fișierele generate anterior, la măsurarea în timp real, punct cu punct*

PROIECT DE DIZERTATIE

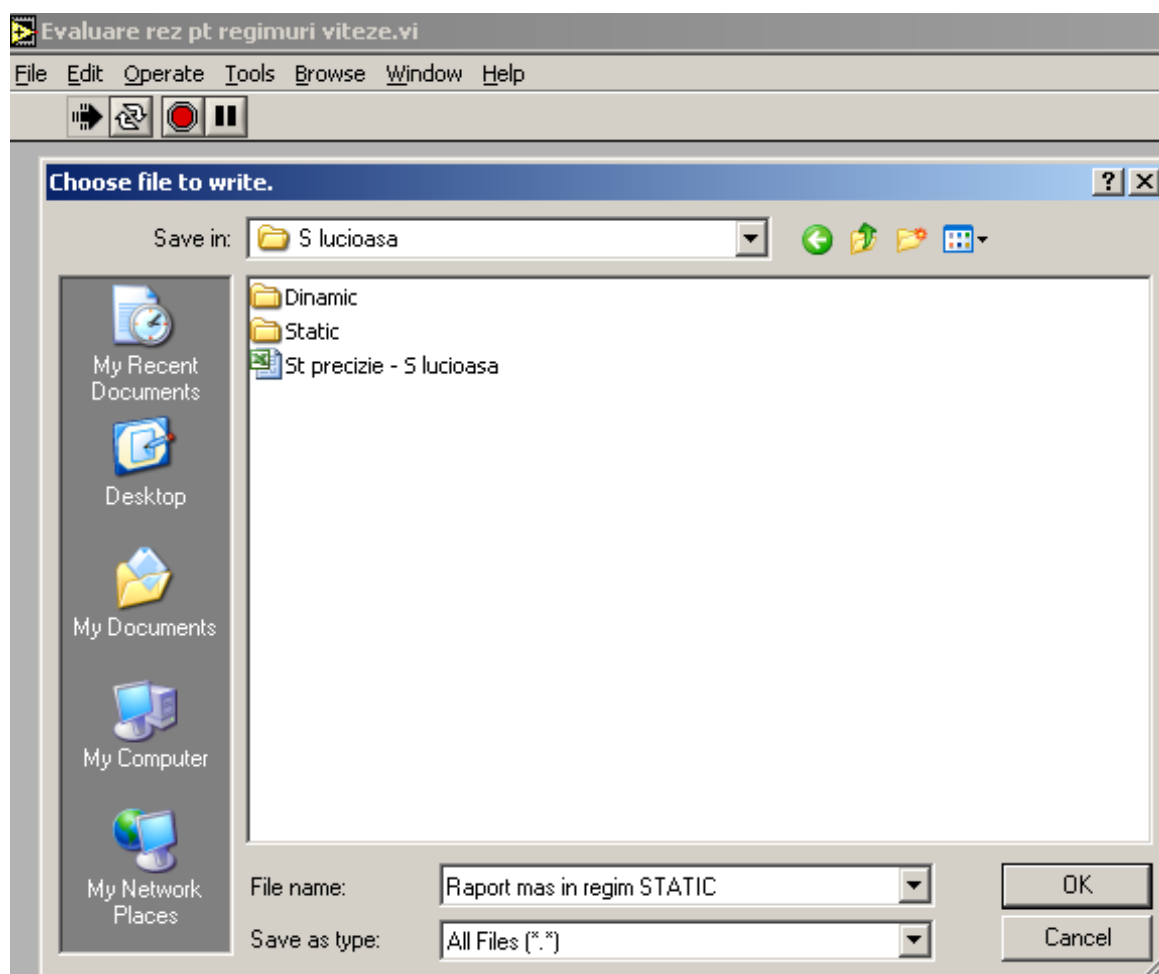
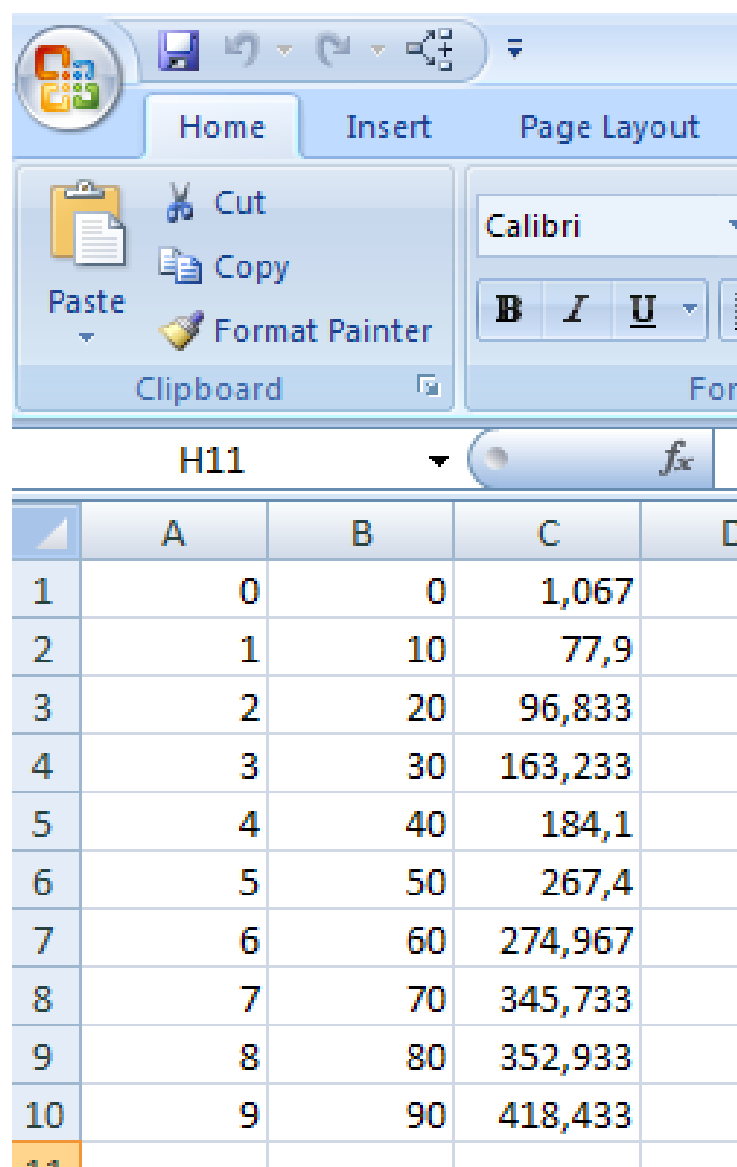


Fig. 5.22 Fereastra de dialog pentru crearea fisierului privind evaluarea statistica a valorilor masurate a abaterii de forma a reperului, in regimul static

Odata generat fisierul de date statistice referitor la valorile masurate pentru regimul static, acesta poate fi deschis cu aplicatia Microsoft EXCEL. Datele continute intr-un astfel de fisier sunt structurate pe 3 coloane, prima referindu-se la numarul de ordine al punctului insemnat pe reper in care s-a facut evaluarea masurarii. A doua coloana contine valori privind coordonatele punctelor in care s-a facut masurarea, raportate la lungimea reperului, iar cea de a 3-a coloana indica valorile masurate ale abaterii de forma in fiecare punct.

PROIECT DE DIZERTATIE



	A	B	C
1	0	0	1,067
2	1	10	77,9
3	2	20	96,833
4	3	30	163,233
5	4	40	184,1
6	5	50	267,4
7	6	60	274,967
8	7	70	345,733
9	8	80	352,933
10	9	90	418,433
11			

Fig. 5.23 Datele statistice privind măsurarea abaterii de forma a reperului in regim static

Dupa generarea fisierului de date statistice privind măsurarea in regimul static, utilizatorul va continua sa folosească aplicatia LabVIEW pentru a continua generarea de rapoarte de date statistice cu privire la măsurarea in regimul dinamic. Pentru aceasta, in casuta de dialog *Evaluarea datelor se face pentru regimul:*, utilizatorul va alege optiunea *DINAMIC* (figura 5.24).

PROIECT DE DIZERTATIE

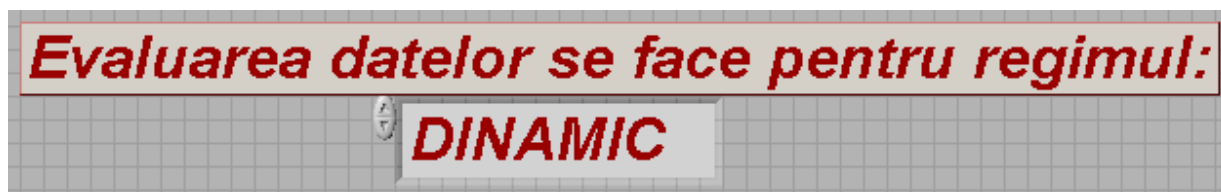


Fig. 5.24 Alegerea regimului DINAMIC in care s-a facut masurarea, pentru prelucrarea statistica a datelor

In continuare, se procedeaza la rularea aplicatiei, utilizatorul specificand fisierul din care sa se faca citirea, acesta continand date in timp real in cazul masurarii în regimul dinamic (reperul a fost antrenat cu ajutorul axei liniare robotizate YAMAHA). Dupa procesul de citire, printr-o alta fereastră de dialog, se va specifica numele fisierului ce va contine date statistice privind masurarea in regim dinamic, pentru cazul in care antrenarea reperului in postul de control s-a facut cu o viteza prestabilita.

Procedura de citire – scriere trebuie reluata pentru toate fisierele de date, aferente masurarii in cazul antrenarii reperului cu diferite viteze de antrenare. Structura unui fisier de date prelucrate statistic privind rezultatele abaterii de forma a reperului studiat, in cazul masurarii in regimul dinamic este asemanatoare cu cea a fisierului statistic aferent regimului static (figura 5.23).

PROIECT DE DIZERTATIE

5.2 STATISTICA REZULTATELOR PRIVIND INFLUENTA VITEZEI DE ANTRENARE SI A GRADULUI DE STRALUCIRE A REPERULUI

Pentru ca lucrarea de fata sa-si atinga scopul, s-a dorit o continuare a prelucrării statistice a datelor ce au fost obtinute in fisiere EXCEL in urma rularii aplicatiei create in mediul LabVIEW. Concret s-a urmarit determinarea exacta a erorii de masurare a abaterii de forma a reperului in cazul antrenarii sale in regim dinamic, comparativ cu masurarea in regimul static (considerat caz-etalon). Acest studiu a fost facut pentru a stabili in ce masura viteza de antrenare a reperului testat poate afecta precizia de masurare cu traductorul cu sursa laser folosit. In mediul EXCEL s-a creat un fisier cu date statistice (tabelul 5.1), pe baza importarii datelor din fisierele EXCEL generate in urma rularilor succesive ale aplicatiei LabVIEW. Astfel s-au determinat erorile de masurare a abaterii de forma pentru fiecare regim de viteza de antrenare.

Tabelul 5.1 *Determinarea erorilor de masurare pe regimuri de viteza de antrenare, stabilite in raport cu fiecare punct de pe reper, in care s-a evaluat abaterea sa de forma cazul reperului cu suprafata lucioasa*

v1	v2	v3	v4	v5
2,40	5,07	2,73	5,07	6,07
60,90	61,57	75,23	82,90	68,57
44,83	48,83	65,17	91,17	53,17
78,57	86,90	98,90	121,90	80,57
54,10	57,10	64,43	104,10	53,77
96,73	104,07	107,40	134,40	88,07
59,97	68,30	64,63	92,97	48,97
84,07	101,07	89,73	118,40	73,40
50,27	67,60	51,60	71,93	30,27
63,43	80,43	54,43	79,10	40,10
59,53	68,09	67,43	90,19	54,29
Valoarea erorii medii pentru viteza v1 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v2 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v3 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v4 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v5 [um]

PROIECT DE DIZERTATIE

Tabelul 5.1 *Determinarea erorilor de masurare pe regimuri de viteza de antrenare, stabilite in raport cu fiecare punct de pe reper, in care s-a evaluat abaterea sa de forma cazul reperului cu suprafata lucioasa*

v6	v7	v8	v9	v10
-2,27	8,07	6,07	7,07	5,07
45,90	82,90	80,90	82,23	82,23
32,83	99,83	87,83	82,17	99,83
59,90	139,23	122,90	106,90	146,23
38,77	114,77	98,10	79,10	122,77
74,07	142,73	133,73	104,40	150,73
40,97	91,30	90,63	54,97	95,97
67,73	105,73	110,40	72,73	106,73
24,93	51,93	67,60	17,60	47,93
41,77	50,43	75,43	33,43	50,43
42,46	88,69	87,36	64,06	90,79
Valoarea erorii medii pentru viteza v6 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v7 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v8 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v9 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v10 [um]

La prelucrarea statistica finala, in vederea atingerii scopului de a evalua influenta vitezei de antrenare asupra preciziei de masurare, s-a procedat la calculul valorilor medii ale erorilor de masurare pentru fiecare regim de viteza, in parte (tabelul 5.1, randurile 12 și 13).

Pe baza acestor informatii, pentru a avea o si mai buna vedere de ansamblu, s-au reconstituit diagramele de influenta a vitezei de antrenare asupra preciziei de masurare (figura 5.25).

Un alt obiectiv al cercetarii s-a axat pe influenta stralucirii suprafetei reperului studiat. Pentru aceasta, intreaga procedura descrisa mai sus, cu privire la cazul in care statistica s-a facut pentru reperul lasat liber, s-a reluat pentru cazul in care acelasi reper a fost acoperit cu o hartie autocolanta mata (paragrafele 4.2 si 4.3).

PROIECT DE DIZERTATIE

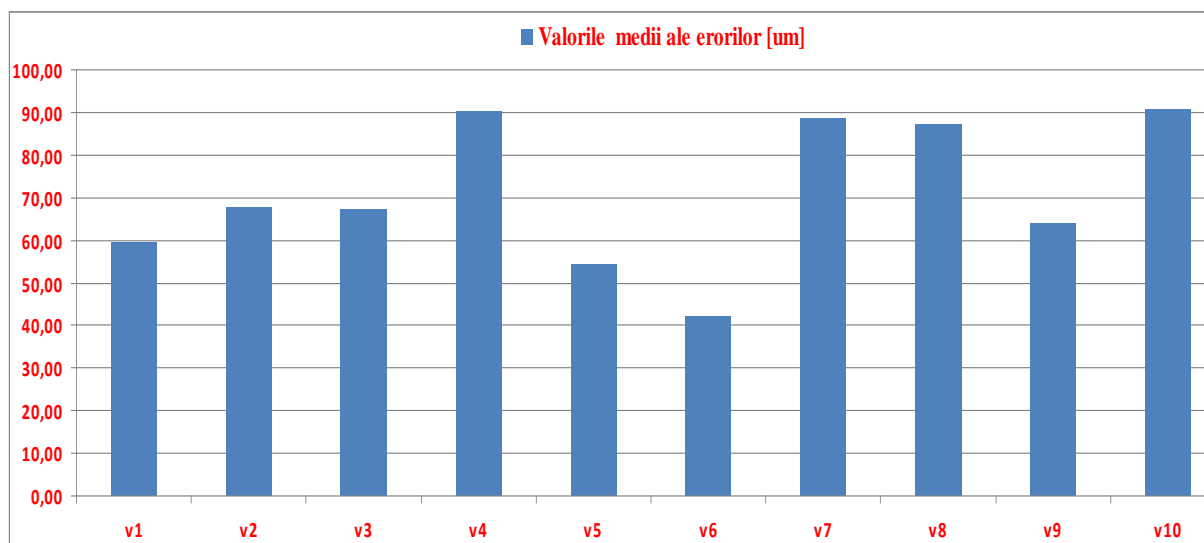


Fig.5.25 Erorile de masurare pentru suprafata lucioasa

Pentru cazul in care reperul a fost acoperit cu hartie autocolanta mata, rezultatele statistice obtinute pot fi observate in tabelul 5.2, respectiv figura 5.26.

Tabelul 5.2 *Determinarea erorilor de masurare pe regimuri de viteza de antrenare, stabilite in raport cu fiecare punct de pe reper, in care s-a evaluat abaterea sa de forma cazul reperului cu suprafata mata*

v1	v2	v3	v4	v5
0,60	0,00	2,00	2,33	0,67
29,40	13,33	4,00	6,00	2,00
3,90	7,33	6,67	4,00	0,67
1,17	10,00	8,00	2,67	1,33
19,00	17,67	4,33	0,33	3,00
3,23	19,67	11,00	1,00	0,00
4,67	0,33	5,00	5,67	7,33
5,13	3,67	3,00	6,33	5,33
5,10	7,33	3,00	10,00	8,67
55,83	8,00	2,00	23,33	9,67
12,80	8,73	4,90	6,17	3,87
Valoarea erorii medii pentru viteza v1 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v2 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v3 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v4 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v5 [um]

PROIECT DE DIZERTATIE

Tabelul 5.2 Determinarea erorilor de masurare pe regimuri de viteza de antrenare, stabilite in raport cu fiecare punct de pe reper, in care s-a evaluat abaterea sa de forma cazul reperului cu suprafaa mata

v6	v7	v8	v9	v10
0,67	0,33	1,00	1,00	0,00
15,67	1,67	5,67	4,67	0,00
18,33	0,00	8,00	3,67	6,67
21,33	1,67	8,33	1,00	14,00
19,00	2,00	12,33	10,67	26,67
-18,00	1,00	8,33	12,67	29,67
-6,33	2,00	11,00	14,33	29,33
-11,33	3,33	14,00	25,33	42,33
-7,33	4,67	17,67	31,67	50,00
-5,67	3,00	9,33	16,00	32,67
2,63	1,97	9,57	12,10	23,13
Valoarea erorii medii pentru viteza v6 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v7 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v8 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v9 [um]	Valoarea erorii medii pentru viteza v10 [um]

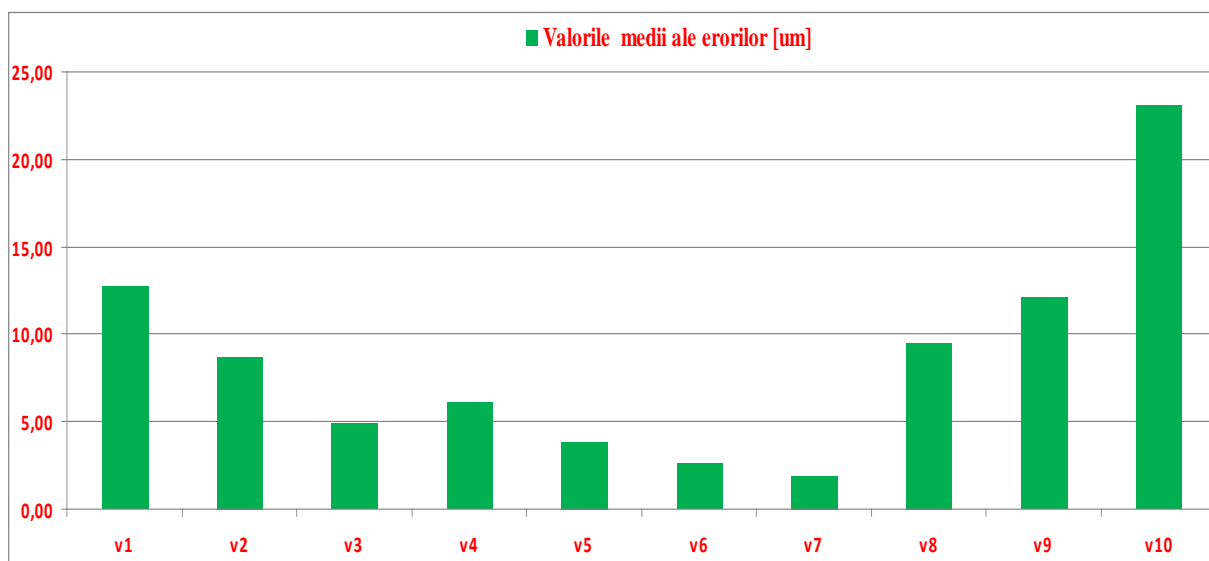


Fig.5.26 Erorile de masurare pentru suprafaa mata

PROIECT DE DIZERTATIE

6. CONCLUZII PRIVIN INFLUENTA VITEZEI DE ANTRENARE SI A SUPRAFETEI REPERULUI MASURAT

In urma realizarii cercetarilor experimentale privind statistica preciziei de masurare cu un traductor pe principiul fara contact cu reperul, s-au putut trage doua concluzii fundamentale, avand ca baza diagramele statistice prezentate in figurile 5.25 si 5.26:

1. Viteza optima de antrenare a reperului studiat, din punctul de vedere al preciziei de masurare a fost $v = 44 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$; valorile vitezelor de antrenare putand fi consultate la tabelul 4.2.
2. In cazul masurarii reperului cu suprafata mata, s-a putut constata o crestere sensibila a preciziei de masurare (eroarea medie de masurare, luata global pentru toate regimurile de masurare s-a redus cu aproximativ **75 -80%** din valoarea medie a erorii in cazul suprafetei lucioase).

Pe viitor se propune o continuare a studiului, urmarindu-se optimizarea procesului de inspectie dimensionala prin mijloace pe principiul fara contact cu masurandul, din doua puncte de vedere:

- a. Cresterea gradului de automatizare a procesului de inspectie dimensionala asistata, urmarindu-se ca interfata LabVIEW sa permita nu doar o prelucrare statistica a datelor, ci si masurarea in timp real a valorilor citite de la traductor;
- b. Extinderea rezultatelor concludente asupra influentei parametrilor de masurare si de calitate a suprafetei pentru o gama cat mai mare de repere folosite in componenta diferitor produse finite.

PROIECT DE DIZERTATIE

BIBLIOGRAFIE

- [1]. L. Cristea : ”Tehnologii si sisteme de control dimensional”;
Reprografia Univ. „TRANSILVANIA” Brasov, 2000.
- [2]. L.Cristea, E. Ionescu, C.Olteanu : „Automate de control in industrie”;
Edit. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1998.
- [3]. L. Cristea : „Automate de control si de servire”; Curs,
Reprografia Univ. „TRANSILVANIA” Brasov, 1995.
- [4]. C. Olteanu : „Mijloace mecanice si hidropneumatice de masurare”;
Reprografia Univ. „TRANSILVANIA” Brasov, 1988.
- [5]. C. Olteanu, C. Toma :”Mijloace mecanice si hidropneumatice de masurare”;
Indrumar de laborator, Reprografia Univ. „TRANSILVANIA” Brasov, 1991.
- [6]. S.Ulm : „Automatizarea controlului dimensional in constructia de masini”;
Edit. Tehnica, Bucuresti, 1987.
- [8]. E. Stoica : „Proiect de diploma”; Facultatea de Mecanica, Sectia – Mecanica Fina, Brasov, 2000.
- [9]. L.Cristea : „Automate de control si de servire”; Indrumar de laborator,
Reprografia Univ. „TRANSILVANIA” Brasov.
- [10].S.Craciun : „Proiect de diploma”; Facultatea de Mecanica, Brasov, 1987.
- [11]. A. Furcoiu : „Studiul asupra cercetarilor si realizarii in domeniul echipamentelor de masurare cu laser”; Lucrare de dizertatie, Sectia – Mecanica Fina, Univ.” TRANSILVANIA” Brasov, 2004.
- [12]. „Transmiterea optica a informatiei”; Vol. 1, Edit. Tehnica, Bucuresti, 1981.
- [13]. M. Chambreuil, S. Fouilleux : „Captorii de deplasare – Raport de proiect”;
trad. din lb. franceza, documentatie Internet 2001.
- [15]. G. Bradshaw, T. Colledge: „Tehnici de masurare a suprafetei geometrice fara contact” – documentatie Internet, Dublin, 1998/1999.

PROIECT DE DIZERTATIE

- [16]. P. Groot : „How does the Pegasus Flying Height Tester Measure n and k ?”, ZYGO – documentatie Internet.
- [17]. S. Meeks, R. Kudinar : „The next battle ground : Head disk interface”, pag. 29 38, documentatie Internet, 1998.
- [18]. J. Stover : „Optica – masurare si analiza”, trad. din lb. engleza, Edit. SPIE 1995, documentatie Internet.
- [19]. G. Fowles : „Introducere in optica moderna”, trad. din lb. engleza, Winston , Inc. NY. 1968, documentatie Internet.
- [20]. www.spectromas.ro
- [21]. OMRON, documentatie tehnica din 2007, www.omron.ro
- [22] YAMAHA – Robot user’s manual–documentatie tehnica Internet, site: www.yamaha.com accesat in septembrie 2010.

PROIECT DE DIZERTATIE

CUPRINS

1. Notiuni de masurare fara contact.....	2
2. Descrierea Traductorului folosit in determinarile experimentale.....	9
3. Descrierea standului experimental.....	14
3.1. Prezentarea de ansamblu a standului.....	14
3.2. Axa liniara YAMAHA.....	15
3.3. Senzorii de proximitate HALL.....	17
4. Determinari experimentale privind performantele traductorului cu sursa laser.....	22
4.1. Programarea ciclului de masurare pentru viteze de antrenare variabile ale reperului testat.....	22
4.2. Determinari in cazul reperelor cu suprafate lucioase.....	24
4.3. Determinari in cazul reperelor cu suprafate mate.....	35
5. Interpretarea rezultatelor.....	36
5.1. Crearea unei aplicatii LabVIEW pentru interpretarea eficienta a rezultatelor.....	36
5.2. Statistica rezultatelor privind influnta vitezei de antrenare si a gradului de stralucire a reperului.....	54
6. Concluzii privind influenta vitezei de antrenare si a suprafetei reperului masurat.....	58
Bibliografie.....	59