

## SISTEM NUMERIC PENTRU STUDIUL SENZORILOR REZISTIVI DE DEPLASARE

**Grofu Florin**, *conf.dr.ing.*,  
Universitatea “Cosntantin Brâncuși”  
din Târgu-Jiu

**Cercel Constantin**, *asist.ing.*,  
Universitatea “Cosntantin Brâncuși”  
din Târgu-Jiu

## NUMERICAL SYSTEM FOR RESISTIVE DISPLACEMENT SENSORS STUDY

**Florin Grofu**, *asso.prof.PhD.eng.*,  
„Constantin Brancusi” University  
from Tirgu Jiu

**Constantin Cercel**, *as.drd.eng.*,  
„Constantin Brancusi” University  
from Tirgu Jiu

**ABSTRACT:** În această lucrare este prezentată o modalitate de testare a senzorilor rezistivi de deplasare prin realizarea unui sistem numeric care să permită deplasarea controlată cu o anumită precizie minimă a cursorului unor senzori de deplasare rezistivi având dimensiuni mecanice identice dar valori diferite a rezistenței. De asemenea sistemul este dotat și cu un sistem de achiziția datelor care are rolul de a măsura și trasa grafic caracteristica senzorilor rezistivi de deplasare analizați. Deoarece atât deplasarea cursorului cât și valorile semnalului de la ieșirea senzorilor de deplasare sunt corelate în timp cu ajutorul aplicației ce rulează pe PC se poate trasa ușor caracteristica de ieșire a senzorilor în funcție de deplasarea cursorului.

**Cuvinte cheie:** sistem numeric, senzor rezistiv, deplasare, comanda

### 1. Introducere

Sistemul numeric prezentat în această lucrare permite trasarea caracteristicii unor senzori rezistivi de deplasare liniară. Pentru aceasta sistemul trebuie să aibă în componența sa cel puțin următoarele componente:

- un sistem de control al deplasării care să controleze cu mare precizie deplasarea cursorului senzorilor rezistivi
- doi senzori cu ajutorul cărora sa poată fi stabilită pozițiile de început și de final al deplasării astfel încât sistemul sa poată fi recalibrat în funcție de lungimea senzorilor rezistivi de deplasare
- un sistem de achiziția datelor care să măsoare semnalul de la ieșirea senzorilor

**ABSTRACT:** This paper presents a method of testing resistive displacement sensors by performing a digital system allowing controlled movement with a certain minimum precision cursor movement of resistive sensors with identical dimensions but different values of mechanical resistance. The system also comes with a data acquisition system is designed to measure and draw graphics feature resistive displacement sensors analyzed. Because the cursor movement and values of the output signal of displacement sensors are correlated in time with the application running on PC can be easily pulled out of the sensor characteristic according to the movement cursor.

**Keywords:** numeric system, resistive sensor, displacement, command

### 1. Introduction

The numeric system presented in this paper allows the tracing feature of a resistive linear displacement sensor. For this system must have at least comprise the following components:

- a movement control system to control movement with great precision of cursor resistive sensors
- two sensors with which it can be determined starting positions and the final position of movement so that the system can be recalibrated according to the length of displacement resistive sensors
- a data acquisition system to measure the output signal from the sensor without affecting the measurement accuracy by introducing additional errors

- fără a afecta precizia măsurătorii prin introducerea de erori suplimentare
- un sistem manual de comandă al deplasării pentru cazul în care se dorește realizarea de experimente cu senzorii rezistivi de deplasare fără a utiliza însă aplicația software.

- a manual control of the movement in case we want to make experiments with resistive sensors but without using software.

In figure 1 it is presented block diagram of proposed system.

În figura 1 este prezentată schema bloc a sistemului propus.

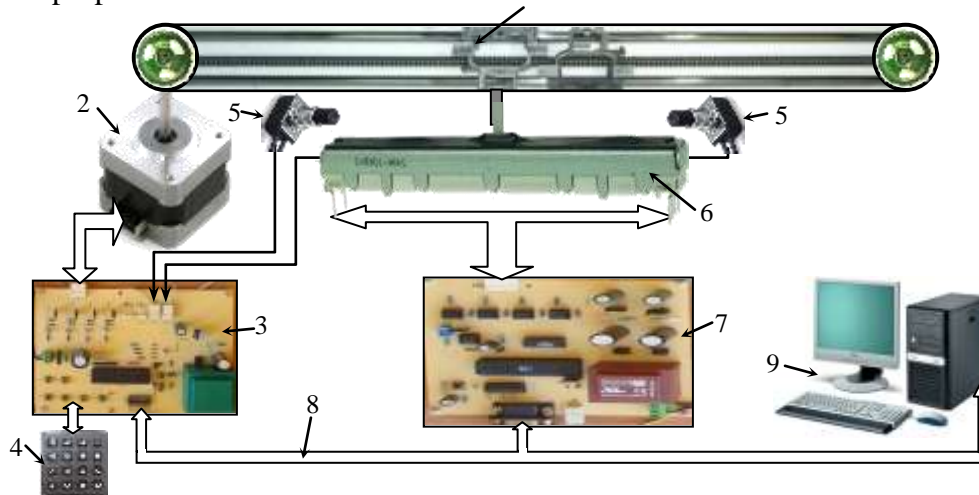


Fig.1 Structura sistemului  
Fig.1 System structure

Componenta sistemului este următoarea: 1-sistem de realizare a deplasării, 2-element de acționare ( motor), 3-sistem numeric pentru comanda deplasării , 4-tastatură pentru comenzi manuale, 5-senzor limită de cursă, 6-senzori rezistivi de deplasare, 7- sistem de achiziția datelor cu 4 canale, 8-rețea de comunicație, 9-sistem automat de măsură și comandă.

System components are the following: 1 – movement system; 2 – execution element (motor); 3 – numeric system for movement control; 4 – manual command keyboard; 5 – limit sensor; 6 – resistive displacement sensors; 7 – 4 channel data acquisition system; 8 – communication network; 9 – automatic system for measurement and command.

În principiu, funcționarea senzorilor rezistivi se bazează pe variația rezistenței electrice a unui fir sau pelicule conductoare, sub acțiunea mărimii de măsurat (poziție sau deplasare în cazul de față ) Cei mai utilizați senzori rezistivi sunt cei mecanici, la aceștia, conversia deplasării într-un semnal electric se bazează pe dependența de lungime a rezistenței electrice a unui conductor, sub formă peliculară sau reprezentat de un fir bobinat cu pas uniform pe un suport izolator. Cea mai utilizată schemă de conectare a

In principale, resistive sensor working is based on electric resistance variation of one wire or conductor films, under the action of measurement (position or displacement in this case). Most used resistive sensors is mechanics, movement conversion to electrical signal is based on dependency with length of a conductor as film form or winded wire with uniform step on isolator. All most used circuit of a resistive sensor is potentiometric (figure 2).

unui senzor rezistiv de deplasare este cea potențiomtrică (figura 2).

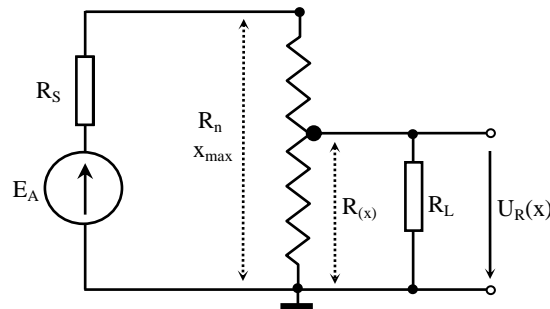


Fig.2. Circuitul potențiomtric  
Fig.2 Potentiometric circuit

La montajul potențiomtric, alimentat în curent continuu de la o sursă cu tensiunea de ieșire de mers în gol  $E_A$  și rezistența internă  $R_S$ , mărimea de ieșire este tensiunea  $U_R$ , care are expresia:

$$U_R(x) = E_A \cdot \frac{R(x)}{R_s + R_n} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R(x)}{R_L} \cdot \left[ 1 - \frac{R(x)}{R_s + R_n} \right]}$$

Când rezistența senzorului depinde liniar de deplasarea cursorului vom avea:

$$U_R(x) = \frac{x}{x_{\max}} \cdot \frac{E_A R_n}{R_s + R_n} \cdot \frac{1}{1 + \frac{x}{x_{\max}} \cdot \frac{R_n}{R_L} \cdot \left( 1 - \frac{x}{x_{\max}} \cdot \frac{R_n}{R_s + R_n} \right)}$$

Dacă, în plus, sursa de alimentare este ideală ( $R_S = 0$ ) și  $R_L \rightarrow \infty$ , se obține:

$$U_R(x) = \frac{x}{x_{\max}} \cdot E_A \quad \text{relație care reprezintă}$$

ecuația caracteristicii ideale de transfer a senzorului în acest montaj. Dacă notăm cu  $m = \frac{R_n}{R_L}$  coeficientul de încărcare a senzorului potențiomtric caracteristica teoretică de transfer a senzorului potențiomtric este prezentată în figura 3.

O potențiomtric circuit, supplied with cc voltage  $E_A$  and intern resistance  $R_S$ , the output  $U_R$  has expression:

$$U_R(x) = E_A \cdot \frac{R(x)}{R_s + R_n} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R(x)}{R_L} \cdot \left[ 1 - \frac{R(x)}{R_s + R_n} \right]}$$

When resistance is linear dependent with displacement will have:

$$U_R(x) = \frac{x}{x_{\max}} \cdot \frac{E_A R_n}{R_s + R_n} \cdot \frac{1}{1 + \frac{x}{x_{\max}} \cdot \frac{R_n}{R_L} \cdot \left( 1 - \frac{x}{x_{\max}} \cdot \frac{R_n}{R_s + R_n} \right)}$$

If, more, supply power is ideal ( $R_S = 0$ ) and  $R_L \rightarrow \infty$ , we obtain:

$$U_R(x) = \frac{x}{x_{\max}} \cdot E_A \quad \text{expression of}$$

equation of ideal transfer characteristic of the sensor in this circuit. If note  $m = \frac{R_n}{R_L}$  the load coefficient of potentiometric sensor, theoretical transfer characteristic of sensor is represented in figure 3.

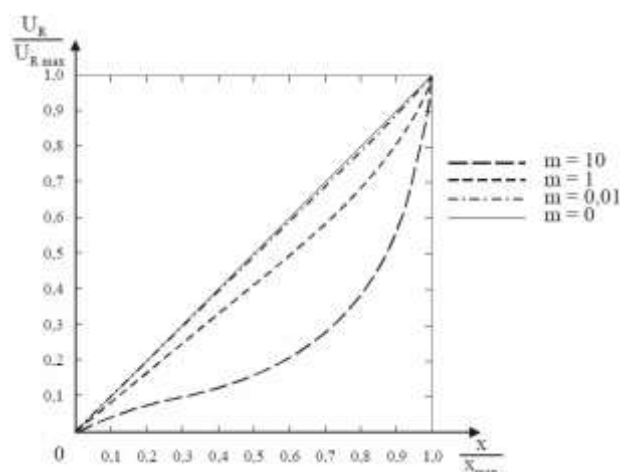


Fig.3. Caracteristica de transfer a senzorului potențiomtric

Fig.3 Transfer characteristic of potentiometric sensor

## 2. Sistemul de comandă și control al deplasării

Deplasarea senzorilor se face prin intermediul sistemului de realizare a deplasării care transformă mișcarea de rotație a unui element de acționare în mișcare de translație. Pentru elementul de acționare existau mai multe soluții și anume motor se curent alternativ, motor de curent continuu, motor pas cu pas, motor fără perii. Datorită faptului că în aplicația de față turația și cuplul necesar erau mici și mai ales datorită faptului ca se dorea o acționare de precizie a fost aleasa varianta de acționare cu motor pas cu pas.

Motorul pas cu pas realizează conversia directă a semnalului de intrare, dat sub formă numerică, într-o mișcare unghiulară discontinuă sau incrementală. În acest fel mișcarea obiectului reglat este cuantizată în deplasări discontinue, în deplină concordanță cu evoluția semnalelor discrete de comandă. Datorită acestor proprietăți motoarele pas cu pas permit realizarea unor sisteme de reglare de tip discret, care prezintă remarcabilul avantaj de a nu avea nevoie de bucle de reacție pentru corectarea mișcării. Indiferent de principiul de funcționare al unui motor

## 2. Displacement control system

Sensor displacement is made by displacement system which transforms the rotation move of an action element in translation move. For action element exist more solutions: alternative current motor, continuous current motor, stepper motor, and brushless motor. Because of fact that in this application rotation and torque are small and also that it need a precision movement, were used a stepper motor.

Stepper motor directly converts the input signal, given in numerical form in a batch or incremental angular motion. In this way the movement of the object set is made in staple trips, fully consistent with the evolution of discrete control signals. These properties allow stepper motors to control of discrete systems, which are remarkable advantage of not needing feedback loop to correct the movement. Regardless of the operating principle of a stepper motor control is achieved by switching its successive phase windings. For a stepper motor with variable reluctance following commands are possible:

- Order symmetric simple or half-power;
- Order symmetric dual or full power;
- Order symmetrical or half-angle command

pas cu pas comanda acestuia se realizează prin comutarea succesivă a fazelor înfășurătorilor. Pentru un motor pas cu pas cu reluctanță variabilă sunt posibile următoarele tipuri de comenzi:

- comanda simetrică simplă sau cu putere pe jumătate;
- comanda simetrică dublă sau cu putere întreagă;
- comanda nesimetrică sau cu comanda cu jumătate de unghi de pas.

Sistemul de comandă este realizat cu un sistem cu microcontroler de tipul AT89S52 care comandă motorul pas cu pas dar și verifică în vederea opririi motorului dacă a fost acționat unul din cei doi senzori de capăt de cursă. Acești senzori care sunt contacte cu lamele elastice au fost montați pe un sistem mecanic ce poate culisa de-a lungul sistemului de deplasare astfel încât poziția lor să poată fi reglată în funcție de dimensiunile senzorilor rezistivi supuși testării.

Pentru comanda manuală a modului de deplasare a cursorului senzorilor rezistivi a fost conectată la sistemul cu microcontroler o tastatură cu 10 taste dispusă matricial organizată pe linii și coloane după cum urmează: pentru linii P1.0-P1.3 iar pentru coloane P1.4-P1.6

Prin intermediul acestei tastaturi se pot da comenzi elementului de acționare reprezentat de motorul pas cu pas pentru a efectua anumite comenzi independente de aplicația de măsură și comandă ce rulează pe PC, astfel sistemul de deplasare putând funcționa și în lipsa PC. Comenzile pentru cele 4 faze ale motorului pas cu pas sunt conectate la portul P0 al microcontrolerului astfel: portul P0.0 pentru faza 1, portul P0.1 pentru faza 2, portul P0.2 pentru faza 3 și portul P0.3 pentru faza 4

Pentru o ușoară operare indiferent de modul de comandă manual (folosind tastatura) sau automat (folosind aplicația realizată în LabWindows) în aplicația software a fost implementată o tastatură

step.

Control system is realized with a microcontroller AT89S52 which type stepper motor control and stop the engine checked for whether it was acted one of the two end position sensors. These sensors are contact with elastic lamellae were mounted on a mechanical system that can slide along the displacement system so that their position can be adjusted depending on the size of resistive sensors tested.

For manual control cursor movement mode resistive sensor was connected to the system microcontroller with 10 keys keyboard matrix ordered by rows and columns organized as follows: P1.0-P1.3 for line and column P1.4- P1.6

With this keyboard commands can be represented actuator stepper motor to perform certain commands independent of measurement and control application running on PC, so the system can work and displacement in the absence of PC. Orders for the 4-phase step motor are connected to the microcontroller port P0 as follows: Phase 1 port P0.0, P0.1 port for phase 2, port 3 and port P0.2 P0.3 phase to phase 4

For easy operation regardless of command mode manually (using the keyboard) or automatically (using the built in LabWindows application) software has been implemented in a virtual keyboard with the same functionality as the keyboard connected to the control of movement. So be it virtual or hardware keyboard contains 10 keys numbered 0-9 and each key has a specific functionality, as follows:

- press 0, order to stop the stepping motor;
- key 1, and stepper motor control to perform six steps, resulting in upward movement sensors cursor over a distance of 1 mm;
- key 3, stepper motor command to perform 30 steps, resulting in upward movement sensors cursor over a distance of 5 mm;
- key 3, stepper motor command to perform 60 steps, resulting in upward movement sensors cursor over a distance of 10mm;

virtuală cu aceeași funcționalitate ca și tastatura conectată la sistemul de comandă al deplasării. Astfel tastatura fie ea virtuală sau hardware cuprinde 10 taste numerotate de la 0 la 9 iar fiecare tastă având o anumită funcționalitate, după cum urmează:

- tasta 0, comandă pentru oprirea motorului pas cu pas ;

- tasta 1, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua 6 pași, ce determină deplasarea cursorului senzorilor în sens crescător pe o distanță de 1mm;

- tasta 2, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua 30 pași, ce determină deplasarea cursorului senzorilor în sens crescător pe o distanță de 5mm;

- tasta 3, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua 60 pași, ce determină deplasarea cursorului senzorilor în sens crescător pe o distanță de 10mm;

- tasta 4, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua 6 pași, ce determină deplasarea cursorului senzorilor în sens descrescător pe o distanță de 1mm;

- tasta 5, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua 30 pași, ce determină deplasarea cursorului senzorilor în sens descrescător pe o distanță de 5mm;

- tasta 6, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua 60 pași, ce determină deplasarea cursorului senzorilor în sens descrescător pe o distanță de 10mm;

- tasta 7, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua deplasarea cursorului senzorilor în sens crescător până în limitatorul capătului de cursă aferent. La atingerea limitatorului se comanda deplasarea motorului în sens invers până la anularea contactului de la senzor.

- tasta 8, comandă pentru motorul pas cu pas de a efectua deplasarea cursorului senzorilor în sens descrescător până în limitatorul capătului de cursă aferent. La atingerea limitatorului se comanda deplasarea motorului în sens invers până la anularea contactului de la senzor.

- tasta 9, comandă de oprire a motorului pas cu pas;

- key 4, and stepper motor control to perform six steps, causing the sensors to move the cursor downward a distance of 1 mm;

- key 5, step motor command to perform 30 steps, resulting in downward displacement sensors cursor over a distance of 5 mm;

- key 6, stepper motor control to perform 60 steps, resulting in downward displacement sensors cursor over a distance of 10mm;

- key 7, control the stepper motor to move the cursor to perform sensor upward to end the race for the limiter. On reaching the engine limiter is moving in reverse order to cancel the contact sensor.

- key 8, command stepper motor to move the cursor to perform sensor downward to end the race for the limiter. On reaching the engine limiter is moving in reverse order to cancel the contact sensor.

- 9 key, the engine stop command step by step;

### 3. Data acquisition system

Data acquisition system was developed around a core ATMEL AT89S52 microcontroller family using analog-digital converter ADS7841 12-bit and MAX232 circuit for achieving communication between the acquisition and application software running on PC. Because the input resistance of the acquisition system should not influence the output signal displacement resistive sensor was used for each channel one repeater circuit LF351 type op-amp with high impedance input. Data acquisition system receives a command to perform measurements for each of the four input channels whenever the movement control system software announces that he made a number of steps moving to the last command received. Such system functions will be: the software keyboard command or perform a number of steps equivalent to a certain displacement. Once these steps have been taken of the motion control system software announced that the scheduled

### 3. Sistemul de achiziția datelor

Sistemul de achiziție de date a fost realizat în jurul unui nucleu cu microcontroler din familia ATMEL AT89S52 folosind convertorul analog-digital ADS7841 pe 12 biți precum și circuitul MAX232 pentru realizarea comunicației între sistemul de achiziție și aplicația software ce rulează pe PC. Pentru ca rezistența de intrare a sistemului de achiziție să nu influențeze semnalul de la ieșirea senzorilor rezistivi de deplasare a fost folosit pentru fiecare canal câte un circuit repetor cu AO de tipul LF351 având impedanță mare de intrare. Sistemul de achiziția datelor primește comanda pentru efectuarea unei măsurători pentru fiecare din cele 4 canale de intrare de fiecare dată când sistemul de comanda al deplasării anunță aplicația software că a realizat deplasarea cu un numărul de pași primit la ultima comandă. Astfel funcționarea sistemului va fi următoarea: din aplicația software sau de la tastatură se comanda efectuarea unui număr de pași echivalentul unei anumite deplasări. După ce pașii au fost făcuți sistemul de comandă al deplasării anunță aplicația software ca a executat deplasarea programată. În acest moment aplicația software comunică cu sistemul de achiziție căruia îi comanda realizarea unei conversii analog numerice pe 12 biți pentru fiecare din cele 4 canale de intrare. Sistemul de achiziție efectuează conversiile și transmite aplicației software rezultatele obținute. Se încheie astfel un ciclu deplasare măsurare sistemul fiind gate pentru execuția unui nou ciclu.

### 4. Aplicația software

Aplicația software a fost realizată astfel încât să poată fi trasată automat caracteristica de transfer a senzorilor rezistivi de deplasare supuși analizei. De asemenea cu ajutorul acestei aplicații se

movement executed. At this point the software communicates with whom the purchase order system achieving a 12 bit digital analog conversion for each of the four input channels. Purchasing system and send out software conversion results. Thus ending a cycle gate displacement measurement system is the implementation of a new cycle.

### 4. Software

The software was made so that they can be drawn automatically transfer characteristic resistive displacement sensors analyzed. Also with this application may reveal the influence of the measurement system transfer characteristic. For this system has the ability to connect each channel of an analog meter can be set to a specific area of measurement (with some input resistance RL) depending on the channel sensor resistance and the degree of influence desired to be analyzed. To implement software programming environment was used LabWindows / CVI is a software development platform for applications-oriented instrumentation. CVI provides us with an interactive environment to develop applications for Windows. Thus combines the advantages of visual programming type language with the advantages of simplicity and flexibility of C. Resistive sensors are used for the 4 different values, namely: the 1K, 250K, 1M and 1M. If a channel is connected and a meter sensor transfer characteristic will be that previously presented in Figure 3 depending on the ratio of sensor resistance and input resistance of the meter.

On running application a windows like in figure 4 will appear:

- button "Resetare Zero" take the cursor to "zero" , respectively take sensors to zero.
- Default value of numeric control "Increment deplasare" is 1mm , but can

poate pune în evidență și influența sistemului de măsurare asupra caracteristicii de transfer. Pentru aceasta sistemul are posibilitatea de conectare pe fiecare canal a unui aparat de măsură analogic ce poate fi setat pe un anumit domeniu de măsură ( având o anumită rezistență de intrare  $R_L$  ) în funcție de rezistența sensorului de pe canalul respectiv și de gradul de influență dorit a fi analizat. Pentru implementarea aplicației software a fost folosit mediul de programare LabWindows/CVI care este o platformă pentru dezvoltare de software cu orientare pentru aplicații de instrumentație. CVI ne pune la dispoziție un mediu interactiv de dezvoltare a unor aplicații pentru sistemul de operare Windows. Îmbină deci avantajele programării de tip vizual cu avantajele simplității și flexibilității limbajului C.

Senzorii rezistivi utilizați pentru cele 4 au valori diferite și anume: de  $1K\Omega$ ,  $250K\Omega$ ,  $1M$  și  $1M$ . Dacă pe un anumit canal se conectează și un aparat de măsură caracteristica de transfer a sensorului va fi cea prezentată anterior în figura 3 depinzând de raportul dintre rezistența sensorului și rezistența de intrare a aparatului de măsură.

La lansarea în execuție a aplicației v-a apărea fereastra de lucru din figura 4 :

- butonul ”Resetare Zero” are rolul de a aduce cursorul în zero, respectiv de a aduce senzorii în poziția de zero.
- valoarea implicită a butonului numeric ”Increment deplasare” este stabilită la 1mm dar se poate seta orice alta valoare dorită stabilind astfel cați mm să se deplaseze sistemul pentru fiecare pas efectuat.
- butonul ”Măsură Digitală” introduce valorile primite de la sistemul de achiziție în tabelul de valori,

butoanele numerice denumite ”Măsura CH1[V] ”, ”Măsura CH2[V] ”, ”Măsura CH3[V] ”, ”Măsura CH4[V] ” permit introducerea de valori ale tensiunii citite de

be set to any other value, setting how many millimeters system will move at one step.

- buton ”Masura Digitala” put the read values from acquisition system to value table, numeric controls ”Masura CH1[V]”, ”Masura CH2[V]”, ”Masura CH3[V]”, ”Masura CH4[V]” allow to introduce values for read values from voltmeters from each channel. After all values was introduced by pressing button “Trasare Grafic” will generate the characteristics with both read values, from acquisition system and from voltmeters. These characteristics will be view selecting “Grafice Rezultate” tab.



la aparatul de măsură corespunzător fiecărui canal. După introducerea valorilor în tabel prin apăsarea butonului ”Trasare Grafic” se vor trasa grafic caracteristicile măsurate cu sistemul de achiziție și cele citite de la aparatele de măsură. Aceste grafice se pot vizualiza prin bifarea tabului ”Grafice Rezultate”.

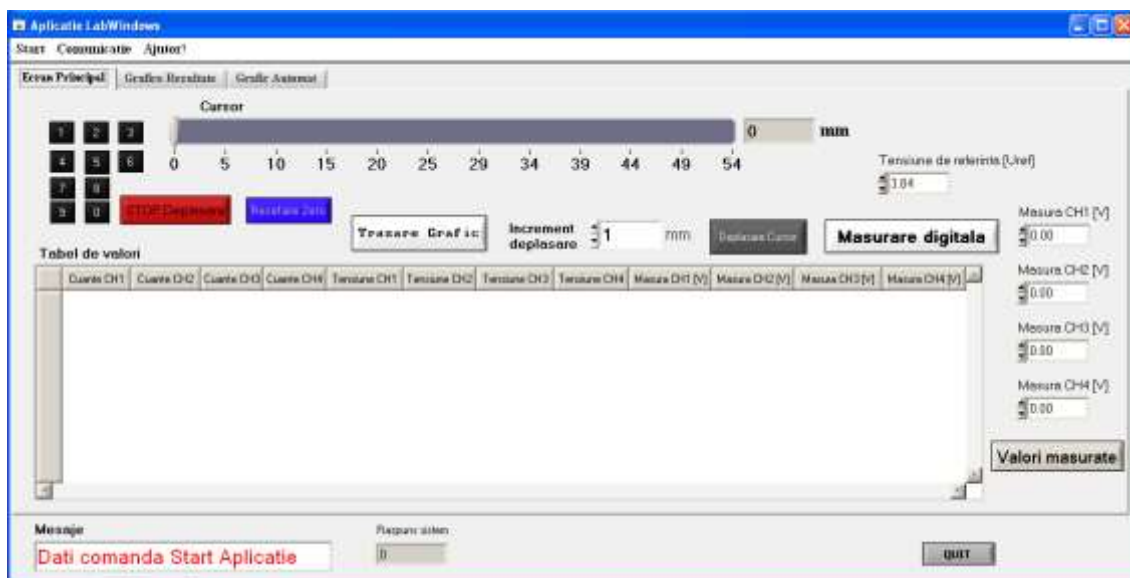


Fig.4. Interfața principală a aplicației  
Fig.4 Main user interface of application

Pentru trasarea automată a caracteristicilor senzorilor de deplasare se folosește fereastra ”Grafic Automat” procedându-se astfel: se aduc senzorii în poziția de zero, se stabilește pasul de deplasare și se dă comanda de trasare automată a caracteristicilor pentru toate cele 4 canale. Pentru caracteristicilor s-au folosit următoarele culori:

- culoarea roșie ( $\Delta$ ) corespunde canalului 1 pentru senzorul cu rezistența de  $1M\Omega$ ;
- culoarea albastră (O) corespunde canalului 2 pentru senzorul cu rezistența de  $1M\Omega$ ;
- culoarea violet ( $\diamond$ ) corespunde canalului 3 pentru senzorul cu rezistența de  $250 K\Omega$ ;
- culoarea neagră ( $\square$ ) corespunde canalului 4 pentru senzorul cu

To establish automatic displacement sensor characteristics we use window "Grafic Automat" in this way: position sensors are brought to zero, it sets up the movement and is given command of automatic tracking features for all 4 channels. Characteristics were used for the following colors:

- Red ( $\Delta$ ) channel corresponds to a resistance of  $1M\Omega$  sensor;
- Blue (O) corresponds to channel 2 for sensor resistance  $1M\Omega$ ;
- Purple ( $\diamond$ ) corresponds to channel 3 sensor resistance of  $250 K\Omega$ ;
- Black ( $\square$ ) channel corresponds to 4 for sensor resistance  $1K\Omega$ ;

## 5. Results and conclusions

Figure 5 presents the transfer characteristics of the four sensor outputs with resistive load

rezistența de  $1\text{K}\Omega$ ;

### 5. Rezultate și concluzii

În figura 5 sunt prezentate caracteristicile de transfer ale celor 4 senzori rezistivi de deplasare având ieșirile în gol. Se observă că pentru trei din cei patru senzori caracteristica este aproximativ liniară pe întreg domeniul de lucru. Pentru cel de-al patrulea sensor caracteristica este liniară dar mult redusă. În urma studierii senzorului respectiv cu valoarea de  $1\text{K}\Omega$  s-a constatat că rezistența de contact la unul din capete are valoarea  $1\Omega$  ceea ce face ca semnalul de la ieșire să aibă jumătate din valoarea normală fapt care se observă și în figura 5.

În figura 6 sunt prezentate caracteristicile de transfer ale celor 4 senzori rezistivi de deplasare având în continuare pe canalul 1 ieșirea în gol pe când pe celelalte canale a fost conectat câte un aparat de măsură setate pe același domeniu de măsură pentru a avea aceeași rezistență de intrare. Din această figură se observă influența aparatelor de măsură prin rezistență de intrare a acestora asupra caracteristicilor de ieșire a senzorilor. Se observă că influența este cu atât mai mare cu cât valoarea rezistenței senzorului este mai mare deci cu cât raportul rezistență senzor / rezistență internă aparat este mai mare fapt conform cu noțiunile teoretice prezentate anterior.

displacement. It is noted that for three of the four sensors is approximately linear feature throughout the work. For the fourth sensor characteristic is linear but much reduced. After studying the sensor respectively  $1\text{K}\Omega$  value was found that contact resistance on one end is  $1\Omega$  value which makes the output signal to be half the normal value which is observed in figure 5.

In figure 6 Transfer characteristics of the four resistive sensors and still travel on channel 1 output load while the other channel was connected by a meter set on the same field as to have the same input resistance. From this figure we observe the influence of the measuring instruments in their input resistance of the sensor output characteristics. Note that influence is even greater as the resistance value is greater than the sensor as sensor resistance ratio / higher internal resistance device is actually consistent with theoretical notions above.

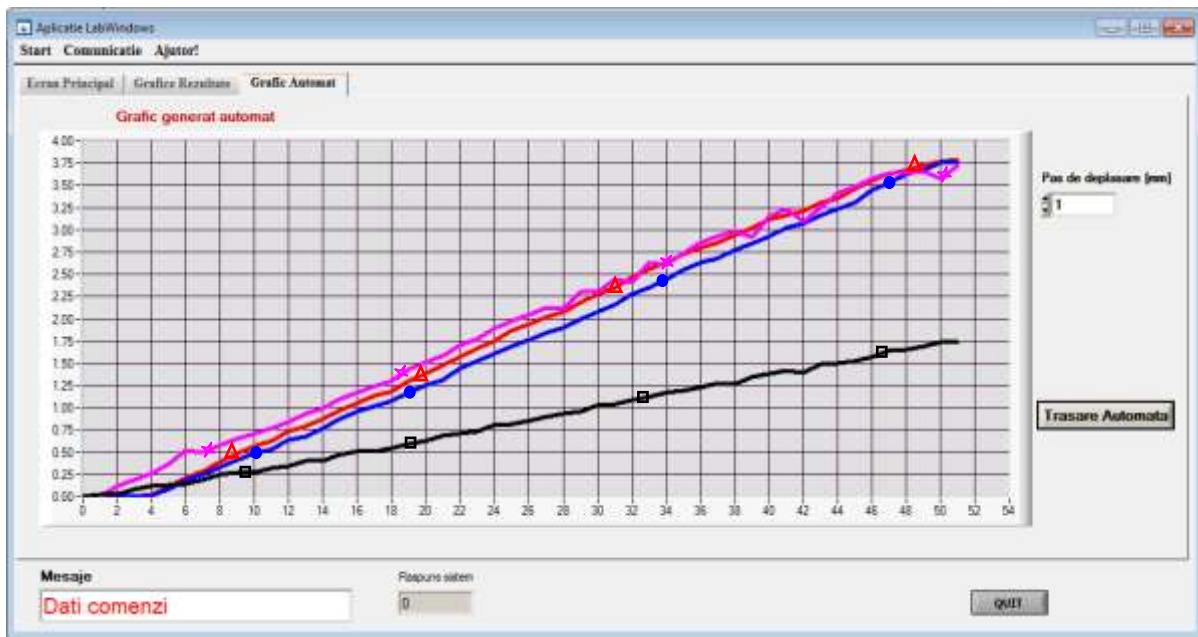


Fig.5 Caracteristica senzorilor fără aparate de măsură  
Fig.5. Characteristic without measurement devices

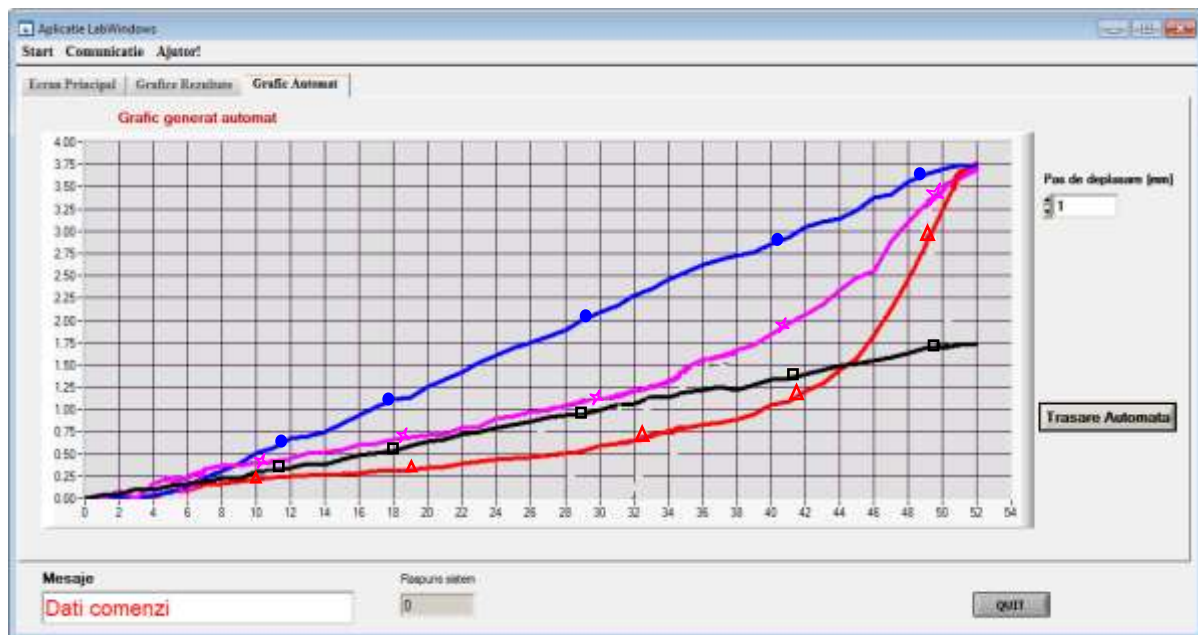


Fig.6 Caracteristica senzorilor cu aparate de măsură  
Fig.6 Characteristic with measurement devices

#### BIBLIOGRAFIE:

1. Grofu Florin, “Sisteme cu microprocesoare. Îndrumar de laborator” – Editura Academica Brâncuși, Tg-Jiu

#### REFERENCES

1. Grofu Florin, “Sisteme cu microprocesoare. Îndrumar de laborator” – Editura Academica Brâncuși, Tg-Jiu

- 2008, 109 pagini, ISBN 978-973-144-108-5
2. Alimpie Ignea, ”Măsurări electrice și electronice. Curs” - Universitatea “Politehnica” din Timișoara - Facultatea de Electronică și Telecomunicații;
  3. <http://ro.wikipedia.org/wiki/AT89S52>;
  4. <http://microcontroller.ti.com/>;
  5. Gheorghe Tunsoiu, Emanuel Serain, C. Saal, “Acționări electrice”, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982;
  6. <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/ads7841.pdf>;
  7. Zaides P., “Senzori și traductoare”, Editura Macarie, București, 1997.
- 2008, 109 pagini, ISBN 978-973-144-108-5
2. Alimpie Ignea, ”Măsurări electrice și electronice. Curs” - Universitatea “Politehnica” din Timișoara - Facultatea de Electronică și Telecomunicații;
  3. <http://ro.wikipedia.org/wiki/AT89S52>;
  4. <http://microcontroller.ti.com/>;
  5. Gheorghe Tunsoiu, Emanuel Serain, C. Saal, “Acționări electrice”, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982;
  6. <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/ads7841.pdf>;
  7. Zaides P., “Senzori și traductoare”, Editura Macarie, București, 1997.