

Aplicația III.3

ACHIZIȚIA, PRELUCRAREA ȘI GENERAREA SEMNALELOR ANALOGICE

3.1. Scopul lucrării

Multe din procesele automate, existente în lumea reală, presupun bucle de reglare aferente unui parametru de proces, folosind un traductor poziționat pe calea informațională și un dispozitiv de acționare pe calea de comandă. Legea de reglare, care se elaborează în structura de calcul – uzual denumit bloc de reglare, care poate fi analogic sau numeric - folosește informația obținută de la traductor și o referință concordantă scopului reglării. În consecință, la ieșirea blocului de reglare se obține o comandă care se aplică dispozitivului de acționare.

Dacă în **aplicațiile III.1 și III.2** s-au făcut exemplificări ale modalităților de achiziție, respectiv generare de semnale analogice continue și alternative, în această lucrare se vor aplica principiile respective pentru cazul unui proces real, și anume comanda unei servovalve – destinată reglării presiunii printr-o conductă închisă – pe baza achiziției semnalului generat în ieșire de un traductor de presiune și prelucrarea corespunzătoare a acestuia, pentru a garanta funcționarea corectă a servovalvei.

Ca bloc de reglare se va folosi unul de tip proporțional, cu constanta de proporționalitate unitară, traductorul folosit va fi cel descris în delaliu în **aplicația I.2**, iar servovalva este de tip 8288200.9650.02400 – fabricație Buschjost - la care se va alege comanda în tensiune (o consultare a datelor de catalog pentru servovalvă, arată și alte moduri de comandă, de exemplu în curent continuu unificat $4mA=20mA$). Pentru detalii privind modul de funcționare a traductorului de presiune, ca și ansamblul carcasat în care este plasat acesta împreună cu servovalva, se recomandă studierea cu atenție a **aplicației I.2**.

3.2. Chestiuni de studiat

2.1. Se va comanda deschiderea servovalvei cu tensiuni în plaja $0,625V \div 1,875V$, în sens crescător și descrescător;

2.2. Se va determina eroarea de histerezis a servovalvei în raport cu sensul crescător, respectiv descrescător al tensiunii de comandă.

3.3. Schema de montaj și aparatura utilizată

Pentru realizarea cerințelor de la chestiuni de studiat, se va folosi montajul din fig.3.1, în care:

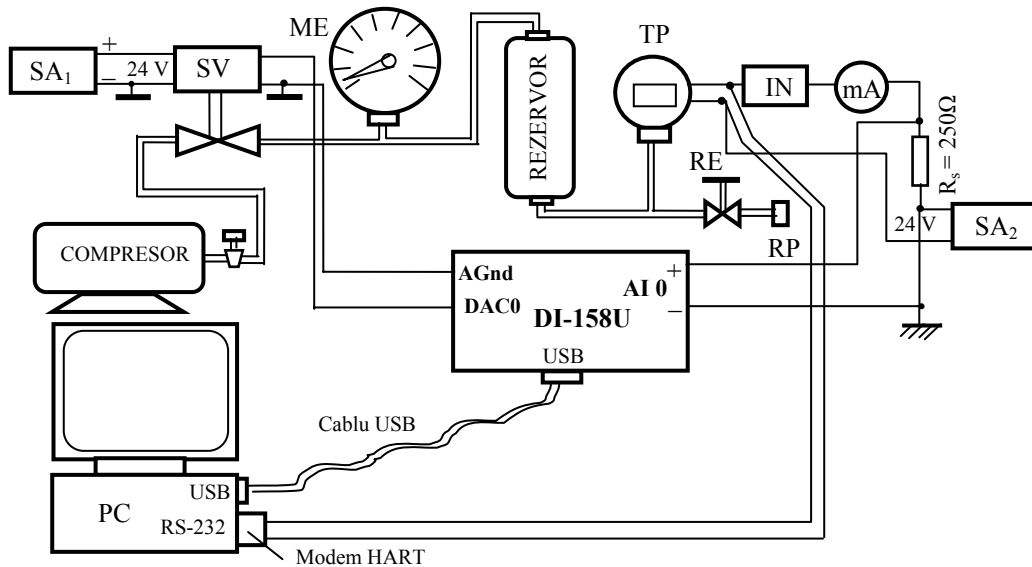


Fig.3.1. Schema montajului pentru comanda servovalvei

SA₁, **SA₂** – surse de tensiune stabilizate cu valoarea tipică de 24V c.c.;

SV – servovalvă tip 8288200.9650.02400;

ME – manometru etalon;

TP – traductorul de presiune relativă SITRANS P tip 7MF4013;

IN – indicator numeric pentru reprezentarea procentuală – în raport cu capătul de scară – a valorii de presiune măsurate;

mA – miliampermetru numeric cu 3¹/₂ digiți;

R_s – rezistență de sarcină cu valoarea tipică de 250Ω;

RE – robinet de evacuare;

RP – robinet de refulare prin care se poate simula o perturbație asupra presiunii din rezervor;

DI-158U – modul de achiziție/distribuție date analogice și numerice, conectabil la PC prin interfața serială USB, de fabricație DATAQ;

PC – calculator personal prevăzut cu interfațe seriale RS-232 și USB, cu software-ul instalat pentru realizarea aplicației.

NOTĂ. Elementele din partea superioară a fig.3.1 sunt dispuse într-o carcasă a cărei vedere frontală este prezentată în fig.2.14 din **aplicația I.2**, iar conexiunile necesare cuplării modulului **DI-158U** la traductorul de presiune și servovalvă sunt scoase la cupla cu șir de cleme poziționată pe laterala din dreapta a carcusei.

3.4. Panoul frontal și diagrama aplicației în LabVIEW

Dezvoltarea aplicației se bazează pe combinarea aplicațiilor realizate privind achiziția, respectiv generarea semnalelor analogice continue, așa cum au fost

amănunțit descrise în **aplicațiile III.1 și III.2**. Evident, apar o serie de elemente suplimentare, care vor fi punctate în cele ce urmează.

Întrucât dezvoltarea aplicației se face în **LabVIEW**, modulul **DI-158U** trebuie configurat corespunzător, în acest scop efectuându-se operațiile – expuse detaliat – în **aplicația III.1**, secțiunea 4.

De asemenea, **frame-urile Configurare dispozitiv, Start și Stop** se realizează întocmai, așa cum sunt ele expuse în aceeași secțiune din **aplicația III.1**.

În această secțiune se va detalia doar **frame-ul** din structura **Sequence** aferent aplicației comandă servovalvă, în care scop se folosește achiziția căderii de tensiune de pe rezistența de sarcină $R_s = 250\Omega$ pe primul canal **AI 0** al modulului **DI-158U** și se dă comanda către servovalvă prin intermediul convertorului numeric-analogic **DAC 0**. Structura **Sequence** pentru comanda servovalvei are configurația din fig.3.2, iar panoul frontal aferent este prezentat în fig.3.3.

Pentru realizarea rapidă a structurii **Sequence** din fig.3.2 vom proceda în felul următor:

- se lansează **VI-urile** dezvoltate la **aplicațiile III.1 și III.2** salvate cu denumirile **achizitie semnale analogice [nume/prenume student] grupa].vi**, respectiv **generare semnale analogice [nume/prenume student] [grupa].vi**;

- se deschide un nou **VI**, în diagrama acestuia copiindu-se diagrama dezvoltată la prima aplicație (**III.1**);

- dacă se trece în panoul frontal se va regăsi întocmai aspectul acestuia de la lucrarea respectivă; în cazul când obiectele plasate pe panou au avut – din construcția aplicației – opțiunea **Group**, se va deselecta această opțiune, pentru a fi posibilă mutarea lor independentă ca și modificarea unora dintre acestea;

- trecând în diagrama bloc, se selectează **frame-ul Sequence** cu indicele **2[0..3]**, același lucru făcându-se și în diagrama bloc din cea de-a doua aplicație (**III.2**);

- prin procedee **Copy/Paste** se selectează – cu săgeata din paleta **Tools** - din **frame-ul** aferent diagramei **Sequence** generării semnalelor analogice **Invoke Node-ul** construit pentru portul **0**, care corespunde ieșirii **DAC 0** a modulului **DI-158U**, și se aduce în diagrama **Sequence** cu indicele **2[0..3]** din **VI-ul** nou construit, plasându-se convenabil conform fig.3.2;

- din paleta **Functions >> Array** se trage în diagramă un **Index Array**, căruia i se mărește dimensiunea la 2 folosind săgeata din paleta **Tools**, cu ajutorul căruia se citește valoarea din prima locație (linia **0**, respectiv coloana **0**), ceea ce corespunde valorii curente analogice achiziționate; pentru a vedea – pe panou – această valoare, se revine în panoul frontal în care se introduce un **Numeric Indicator** din paleta **Controls >> Numeric**, căruia i se atribuie eticheta **Valoare Canal 1**;

- la **Array-ul** cu 2 dimensiuni, care în panoul aplicației din **aplicația III.1** era folosit pentru afișarea simultană a 4 valori aferente celor 4 canale achiziționate, se reduce – folosind săgeata din paleta **Tools** plasată în colțul din dreapta jos – afișarea la o singură căsuță, iar eticheta, de asemenea, se “reduce” doar la **Canal 1**;

- se trage în panoul frontal din paleta **Controls >> Numeric** un **Vertical Pointer Slide**, căruia i se atribuie eticheta **Comanda servovalva**, iar cu mouse-ul

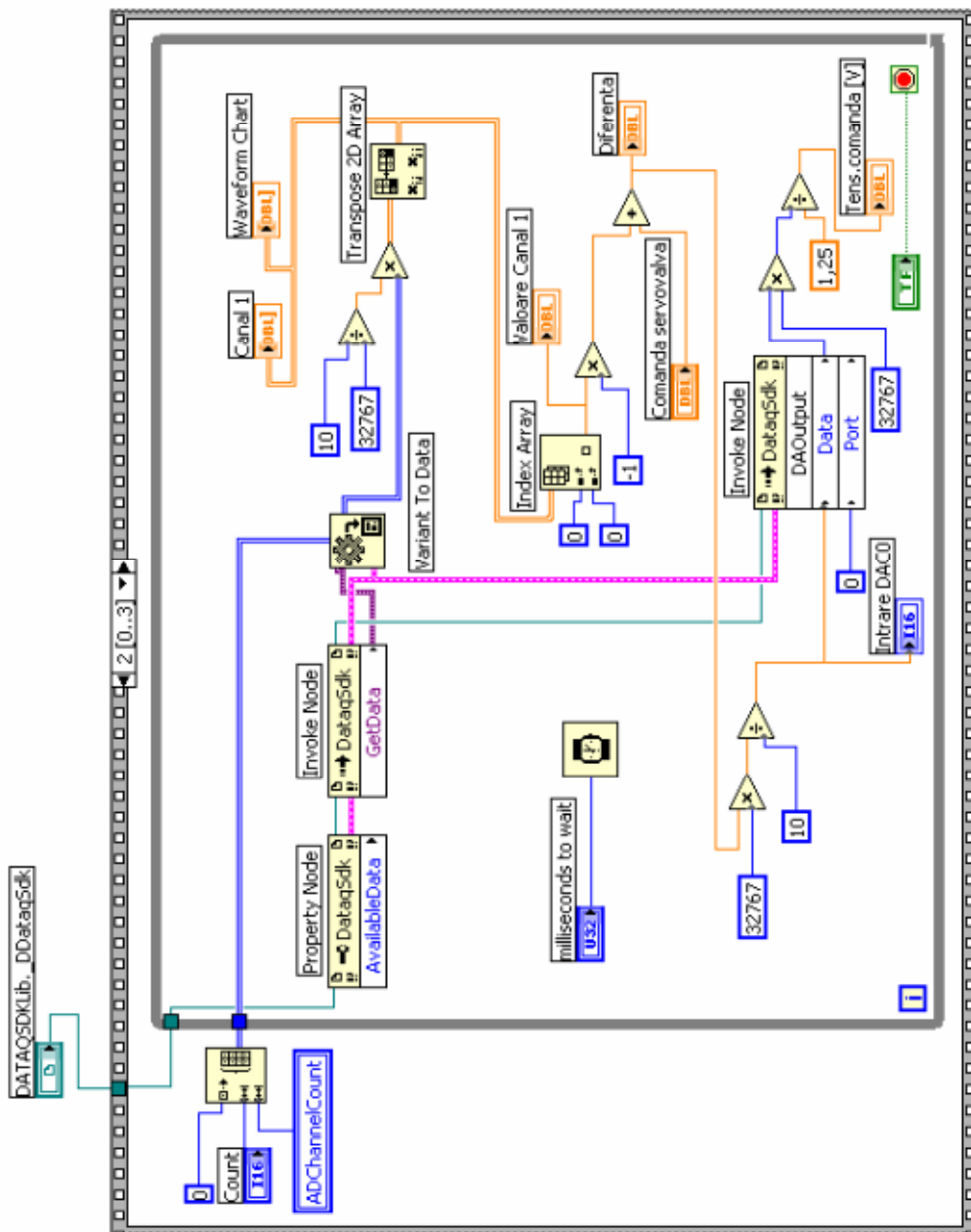


Fig.3.2. Configurația structurii Sequence pentru comanda servovalvei

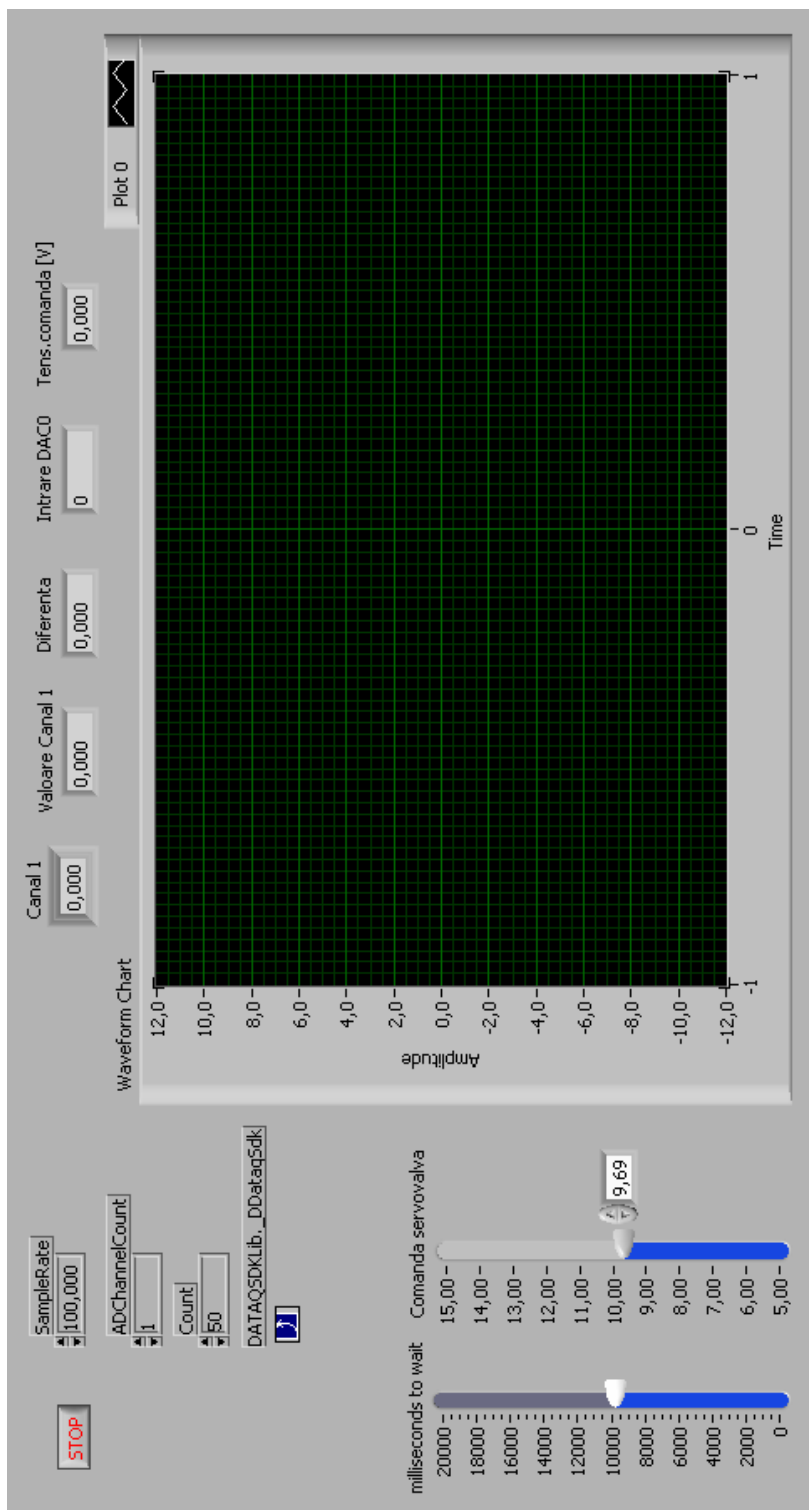


Fig.3.3. Panoul frontal al aplicației pentru comanda servovalvei

poziționat pe acest element de control, se face click dreapta, activându-se **Visible Items** >> **Digital Display**, moment în care – alături de indicatorul tip slide apare unul de tip **Digital Control**. Pentru a putea modifica valoarea acestui control la nivel de sutime, cu mouse-ul poziționat pe acest control, se face click dreapta, se alege opțiunea **Data Range**, se deselectionează **Use Defaults**, iar la poziția **Increment** se trece valoarea **0,01**, după care se dă **OK**; se poate verifica corectitudinea opțiunii alese folosind simbolul **Operate Value** din paleta **Tools**; cu același simbol se face gradarea **slide**-ului aferent comenzii servovalvei între **5,00** și **15,00**;

- pentru completarea panoului frontal, se introduc trei **Digital Indicator** din paleta **Controls** >> **Numeric**, cărora li se atribuie etichetele **Diferenta**, **Intrare DAC0**, **Tens.comanda [V]**, pentru indicatoarele **Diferenta** și **Tens.comanda [V]** alegându-se reprezentarea **DBL** pe 3 digiți, iar pentru **Intrare DAC0** reprezentarea **I16**; aceste atribute se stabilesc pentru coerența schemei cu reprezentările folosite în aplicațiile **III.1** și **III.2**;

- se reduce – la **Waveform Chart** – numărul de ploturi vizualizate la unul singur, după care se aranjează elementele din panoul frontal într-o manieră cât mai plăcută – de exemplu ca în fig.3.3 – folosind facilitățile de aliniere existente în **LabVIEW**;

- se revine în diagrama bloc, se aranjează elementele nou introduse conform fig.3.2, se trag în diagramă elementele lipsă din paleta **Functions** >> **Numeric** și se realizează conexiunile în concordanță cu reprezentarea din fig.3.2; dacă toate conexiunile au fost corect efectuate, săgeata **Run** de pe bara de comenzi devine continuă, simbolizând că aplicația este corectă și poate fi rulată;

- se salvează aplicația – în directorul aferent grupei – sub numele **Comanda servovalva [nume/prenume student]_[grupa].vi**, iar celelalte **VI**-uri de la aplicațiile **III.1** și **III.2** se închid, fără a se face salvarea (se procedează astfel, deoarece – în cursul manevrelor – s-ar putea ca anumite configurații să fi fost, din greșeală, modificate).

NOTE:

a) La prima vedere poate apare o “nedumerire” privind afirmația din secțiunea **1** că schema utilizează un bloc de reglare de tip proporțional; la o analiză mai atentă, se va remarca faptul că valorii curente achiziționate – afișată pe indicatorul **Valoare canal 1** - i se schimbă semnul și se adună deci diferențial cu referința dată de controlul **Comanda servovalva**, rezultând semnalul de eroare afișat de indicatorul **Diferenta**; acest semnal este “scalat” înainte de a fi aplicat portului de ieșire aferent lui **DAC 0**, folosind același domeniu de variație (**10V**) de la achiziție;

b) Pentru aflarea valorii de tensiune generate în ieșirea **DAC 0** se procedează la “scalarea” datelor de tip **Integer** aplicate la intrarea **Data** prin raportare la domeniul maxim al ieșirii (**1,25V**);

c) limitele de variație pentru controlul **Comanda servovalva** s-au ales din considerente impuse de buna funcționare a servovalvei, în sensul că aceasta - la aplicația dezvoltată în lucrare - este complet închisă pentru intrare $\leq 0,7V$ și complet deschisă pentru tensiuni $\geq 1,9V$ (fără a se depăși **10V**).

3.5. Modul de lucru și prezentarea rezultatelor

În cadrul lucrării se va urmări funcționarea montajului din fig.3.1 în conformitate cu cerințele impuse la chestiuni de studiat (secțiunea 3.2), identificându-se modalitățile de realizare a subsansamblurilor funcționale pe diagramă și corespunzător – pe panoul frontal – în concordanță cu precizările detaliate prezentate la secțiunea 3.4.

Înainte de pornirea aplicației, trebuie “izolat” reductorul manual de pe ansamblul carcasat din fig.2.14 (**aplicația I.2**) și “activată” servovalva, în sensul ca fluxul de presiune să corespundă fig.3.1 din prezenta lucrare.

5.1. Cu montajul realizat conform fig.3.1, se alimentează atât traductorul SITRANS P DM cât și servovalva, ceea ce este echivalent cu punerea în funcțiune – din comutatoarele poziționate pe panoul frontal al ansamblului carcasat – a ambelor surse **SA₁** și **SA₂** din interiorul ansamblului. Se pornește compresorul și se așteaptă până când acesta atinge valoarea maximă programată - 8 bari – efectul fiind oprirea automată a motopompei destinate umplerii rezervorului compresorului.

Se pornește aplicația prin acționarea comenzii **Run** din panoul frontal; dacă aceasta rulează, pe ecranul **Waveform Chart**-ului va apare o linie poziționată la valoarea de 1V (valoarea inițială), iar indicatoarele vor afișa valori diferite de zero. În cazul când nu se observă acest efect, se oprește aplicația din butonul **STOP** de pe panoul frontal și se repornește din **Run**, operațiile reluându-se până când există certitudinea că aplicația lucrează (această precizare este făcută deoarece modulul **DI-158U** are probleme de comunicație pentru aplicațiile dezvoltate în **LabVIEW**; a se vedea și NOTA din secțiunea 2.4 a **aplicației III.2**).

Din controlul **Comanda servovalva** de pe panoul frontal al aplicației se dau valori, cu pas de creștere de **0,2V**, între limitele precizate la chestiuni de studiat (valoarea tensiunii aplicate servovalvei se citește pe indicatorul **Tens.comanda [V]**), pentru fiecare valoare notându-se indicațiile citite pe aparatele locale din ansamblul carcasat, cât și pe cele din panoul frontal de pe display-ul **PC**-ului. Rezultatele se trec în tabelul 3.1.

NOTĂ. Traductorul SITRANS P DM poate lucra – independent de aplicația dezvoltată în **LabVIEW** – și prin protocolul de comunicație HART; pentru a constata acest aspect, se lansează comunicația HART conform specificațiilor detaliate de la **aplicația I.2**, plasându-se cele două ferestre Windows corespunzător pe ecran (una cu aplicația **LabVIEW** și cealaltă cu aplicația prin protocolul HART).

După parcurgerea sensului crescător până la limita superioară a domeniului, se procedează la parcurgerea sensului descrescător, alegându-se – pe cât posibil – valori pentru tensiunea de comandă care să conducă la aceleași indicații ale manometrului **ME** de la sensul crescător. Se procedează astfel pentru a fi posibilă determinarea histerezisului servovalvei conform cerinței 2.2 de la chestiuni de studiat. Rezultatele determinărilor pe sensul descrescător se trec în același tabel 3.1.

La terminarea determinărilor, se aduce controlul **Comanda servovalva** la limita inferioară (astfel există certitudinea că servovalva este complet închisă) și se oprește aplicația din comanda **STOP** de pe panoul frontal.

5.2. Se prelucrează datele din tabelul 3.1, în sensul determinării histerezisului aferent comenzii în valori absolute și relative, conform formulelor:

$$U_H = \max |U_{c\uparrow} - U_{c\downarrow}| \quad (3.1)$$

$$U_H [\%] = \frac{\max |U_{c\uparrow} - U_{c\downarrow}|}{10} \cdot 100 \quad (3.2)$$

unde $U_{c\uparrow}$ reprezintă tensiunea de comandă pe sensul crescător, iar $U_{c\downarrow}$ este tensiunea de comandă pe sensul descrescător care are ca efect obținerea aceleași valori pe manometrul **ME**.

Tabelul 3.1

Nr.determinării	1	2	3	4	5	...
$U_{c\uparrow}$ [V]	0,7	0,72	0,74	0,76	0,78	
ME [bari]						
TP [bari]						
IN [%]						
mA [mA]						
Canal 1 [V]						
Valoare canal 1 [nr]						
Diferenta [nr]						
Intrare DAC0 [nr]						
$U_{c\downarrow}$ [V]						
ME [bari]						
TP [bari]						
IN [%]						
mA [mA]						
Canal 1 [V]						
Valoare canal 1 [nr]						
Diferenta [nr]						
Intrare DAC0 [nr]						

NOTĂ. Datorită faptului că tensiunile de comandă diferă pe sensul crescător și descrescător, tabelul 3.1 cuprinde – în aparență – o redundanță a rubricilor aferente indicatoarelor de pe ansamblul carcasat și a celor de pe panoul frontal; în realitate, oricât de fin s-ar lucra din controlul **Comanda servovalva**, este puțin probabil să se obțină aceleași indicații la manometrul etalon la sensul descrescător față de cel crescător, fenomen datorat histerezisului servovalvei.

3.6. Concluzii, observații, chestionar

În cadrul referatului întocmit la lucrare se va pune accentul pe posibilitățile de achiziție, prelucrare și generare a tensiunilor analogice continue folosind modulul **DI-158U** sub mediul de dezvoltare **LabVIEW**.

Se va analiza eroarea de histerezis a servovalvei, calculată în valori absolute cu relația (3.1), respectiv în valori relative cu relația (3.2), interpretându-se valorile obținute în raport cu cerințele unei reglări de calitate.

Se va răspunde la următoarele întrebări:

6.1. Este posibilă simplificarea diagramei bloc din fig.3.2 ținând seama că pe rezistența de sarcină căderea de tensiune are plaja de variație între 1V și 5V? În cazul unui răspuns afirmativ, precizați cum trebuie procedat.

6.2. Credeți că se poate realiza o lege de reglare de tip PI sau PID? Dacă răspunsul este afirmativ, precizați ce modificări suferă diagrama bloc din fig.3.2.

6.3. în panoul frontal din fig.3.3 s-a fixat timpul de împășpătare a colectării/generării datelor la o secundă; considerați că o valoare mai mare sau mai mică a acestui timp influențează calitatea reglării?