

Aplicația III.1

ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA SEMNALELOR ANALOGICE

1.1. Scopul lucrării

Majoritatea semnalelor din lumea reală – ca purtătoare de informație – sunt sub formă analogică. Ele provin de la mărimile fizice supuse investigației, care sunt preluate cu senzori/traductoare specifice. Întrucât ieșirea traductoarelor analogice este – fie o tensiune continuă proporțională cu parametrul de proces măsurat – fie un curent continuu proporțional cu limite de variație standardizate, s-au realizat sisteme de achiziție a datelor care au prevăzute intrări analogice de tensiune.

Chiar dacă se dorește achiziția unor semnale analogice provenind de la traductoare cu ieșire în semnal unificat de curent continuu, se procedează la culegerea căderii de tensiune de pe o rezistență conectată în bucla curentului de ieșire. De exemplu, pentru cazul standardului $4\text{mA} \div 20\text{mA}$ – cel mai fiabil și utilizat standard de curent continuu în procesele industriale – se prevede o rezistență $R_s = 250\Omega$ în bucla de curent, astfel că rezultă o cădere de tensiune în limitele de variație $1\text{V} \div 5\text{V}$.

Sunt și situații în care ieșirea traductoarelor este de natura unei tensiuni continue, cu limite de variație standardizate, de exemplu $-10\text{V} \div +10\text{V}$, $0\text{V} \div 10\text{V}$, $0\text{V} \div 5\text{V}$ etc.

În consecință, sistemele de achiziție destinate semnalelor analogice sunt astfel realizate încât permit colectarea tensiunilor continue unipolare sau bipolare, cu domenii de variație consacrate: $-10\text{V} \div +10\text{V}$; $-5\text{V} \div +5\text{V}$; $-2,5\text{V} \div +2,5\text{V}$ etc.

Astfel de sisteme fac parte din categoria celor destinate semnalelor de nivel mare, comparativ cu cele realizate pentru achiziția semnalelor de tensiuni mici (cum ar fi cele provenite de la termocupluri), care fac parte din categoria sistemelor de achiziție destinate semnalelor de nivel mic (utilizarea unui astfel de sistem de achiziție se va exemplifica la **aplicația III.6**).

În multe aplicații, semnalele de tensiune care urmează a fi achiziționate nu permit realizarea unui punct comun de masă între ele, de aceea realizările industriale de sisteme de achiziție au intrări analogice diferențiale, numărul acestora dublându-se în cazul utilizării achiziției tensiunilor continue cu referință comună (aceeași conexiune de masă). Pentru a vedea cum se utilizează astfel de sisteme de achiziție, se recomandă citirea cu atenție a Anexelor E, F, G, H, I de la sfârșitul lucrării, în care sunt descrise modulele și plăcile de achiziție disponibile pentru efectuarea aplicațiilor.

Scopul prezentei lucrări este de a achiziționa semnale de tensiune analogice, provenite de la surse reglabile de curent continuu sau generatoare de semnale

sinusoidale de joasă frecvență, folosind facilitățile de afișare și prelucrare ale programului **LabVIEW**.

1.2. Chestiuni de studiat

2.1. Se vor achiziționa tensiuni continue pozitive în gama $0V \div +5V$, cu pas de modificare a tensiunii din $0,5V$ în $0,5V$.

2.2. Se vor achiziționa tensiuni continue negative în gama $0V \div -5V$, cu pas de modificare a tensiunii din $-0,5V$ în $-0,5V$.

2.3. Se vor achiziționa tensiuni sinusoidale cu amplitudinea maximă reglabilă în gama $0V \div 5V$, cu pas de modificare a amplitudinii maxime din $0,5V$ în $0,5V$.

1.3. Schema de montaj și aparatura utilizată

Pentru achiziția unor tensiuni continue și sinusoidale de joasă frecvență se va realiza montajul din fig.1.1, în care:

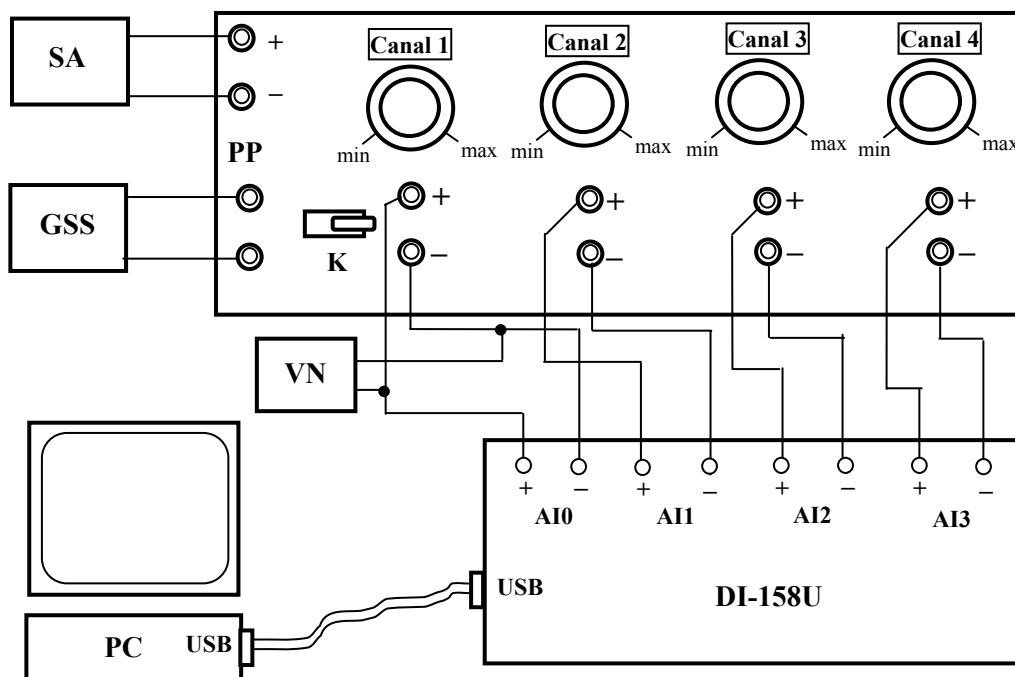


Fig.1.1. Schema montajului pentru achiziția unor tensiuni continue cu modulul **DI-158U**

SA – sursă de alimentare stabilizată reglabilă;

PP – placa cu potențiometri folosiți pentru obținerea unor valori de tensiune în plaja $U_{\min} \dots U_{\max}$;

VN – voltmetru numeric conectat pe intrarea unuia din canalele de achiziție;

GSS – generator de semnal sinusoidal de joasă frecvență;

K – comutator pentru cuplarea – pe canalul 1 – fie a tensiunii continue, fie a semnalului sinusoidal;

DI-158U – modulul de achiziție prin interfața serială USB de fabricație DataQ;

PC – calculator personal cu software-ul instalat pentru realizarea achiziției.

1.4. Diagrama și panoul frontal al aplicației

În cadrul lucrării se folosește modulul multifuncțional de intrări-ieșiri analogice și numerice tip **DI-158U** de fabricație DATAQ, conectabil prin interfața USB, cu specificațiile (performanțele) și conexiunile externe prezentate în *ANEXA E*.

Întrucât dezvoltarea aplicației se face în **LabVIEW**, modulul **DI-158U** trebuie “instalat” pe calculator, în acest scop efectuându-se următoarele etape:

- se conectează modulul la un port USB;

- se instalează **driver**-ul de dispozitiv folosind resursele software existente pe **CD**-ul însoțitor al modulului;

- se instalează **Windaq Software** și **Dataq Instruments Hardware Manager** de pe același **CD**.

În urma acestor operații pregătitoare, **Windaq Software** va instala un director în **C:**, denumit **DATAQ**, în care se găsește subdirectorul **Labview** cu posibile exemple de folosire a modulului în programul **LabVIEW**; în același timp, software-ul de instalare va include în biblioteca **LabVIEW** o serie de componente proprii modulului **DI-158U**, care pot fi folosite – împreună cu controalele de **Active X** – la configurarea în **LabVIEW** a modulului pentru diverse situații de funcționare (intrări/ieșiri analogice, intrări/ieșiri numerice).

În dezvoltarea aplicației conform cerințelor de la chestiuni de studiat, vom pleca de la ipoteza că pe **PC**-ul la care este conectat modulul **DI-158U** s-au respectat pașii de instalare software specificați anterior.

Prezentăm – în continuare – configurația diagramei și a panoului frontal pentru situația achiziției de tensiuni analogice pe cele 4 canale AI0, AI1, AI2, AI3, la care se poate utiliza biblioteca **DATAQSDKLib._DdataSdk** (existentă în exemplele din **C:\DATAQ\Labview**), sau biblioteca **DATAQSDKLib._DataSdk** instalată de **Windaq Software** în container-ul **Active X** din **LabVIEW** (biblioteca din exemplele oferite de firmă este o versiune mai recentă a celei instalate în container-ul **Active X**, cu facilități suplimentare, care nu sunt “exploatate” în cadrul acestei aplicații).

Întrucât se urmărește realizarea unui program cu succesiunea similară din programarea textuală, se va folosi o structură **Sequence** multiplă (cu 4 **frame**-uri), fiecare **frame** fiind similar unei subrutine.

NOTĂ. **Frame**-urile **Configurare dispozitiv**, **Start** și **Stop** sunt identice oricărui program care folosește modulul **DI-158U** în achiziția/distribuția datelor analogice sau numerice; acestea vor fi detaliate în prezenta aplicație, urmând a fi preluate – ca atare – în alte aplicații cu modulul **DI-158U**.

Prima operație cu care se începe dezvoltarea aplicației este legată de includerea în panoul frontal a bibliotecii compatibile **LabVIEW** a modului **DI-158U**. Se poate proceda în două moduri:

- din paleta **Controls** se face click cu mouse-ul pe icoana **Active X** din care se “trage” în panou un **Container**; prin poziționarea mouse-ului în interiorul conturului container-ului, se face click dreapta și apare o căsuță de dialog din care se alege **Insert ActiveX Object...**, astfel că, după selectarea acesteia, apar detaliat – în ordine alfabetică – toate obiectele care lucrează cu **Active X**. Se selectează **DataqSdk**

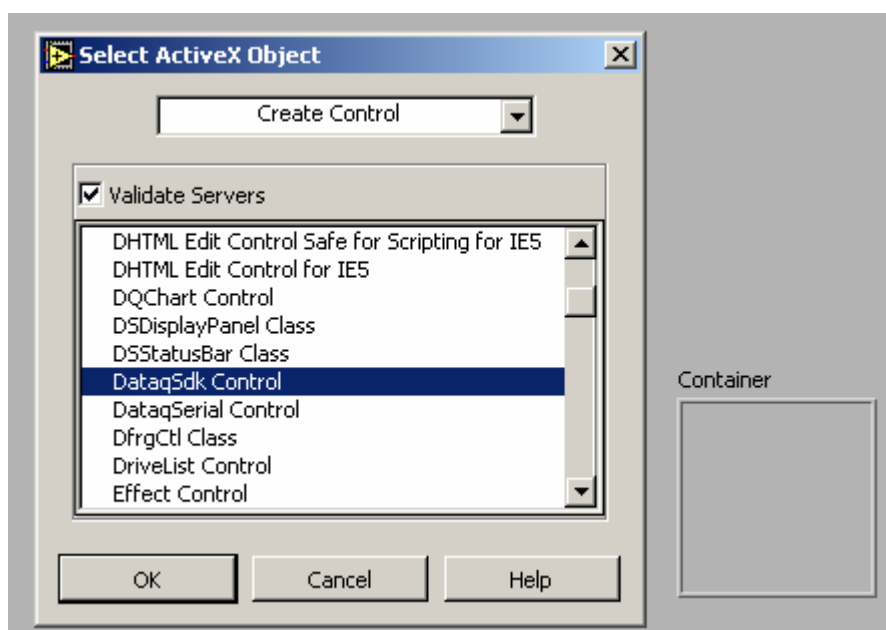


Fig.1.2. Fereastra **Select ActiveX Object**

Control (fig.1.2) și se dă **OK**, moment în care container-ul se umple cu biblioteca respectivă (fig.1.3 din stânga), aceasta “ajustându-se” la dimensiunea dorită folosind poziționarea mouse-ului pe chenar până la forma din fig.1.3 din dreapta. Dacă se trece în diagramă, se constată că biblioteca respectivă are un chenar – de culoare verde – cu săgeată de ieșire în dreapta, care se poziționează convenabil pentru a fi în afara structurii **Sequence**.

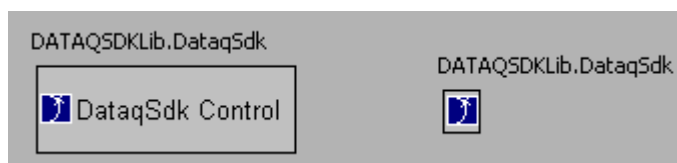


Fig.1.3. Umplerea **container**-ului cu biblioteca **DataqSdk Control** și ajustarea convenabilă a acesteia

săgeata de ieșire devenind acum săgeată de intrare. În continuare, cu mouse-ul plasat pe **Property**, se alege prin click dreapta opțiunea **Properties**, din care se selectează proprietatea corespunzătoare, așa cum se arată în fig.1.4.

String-urile aferente proprietăților **DeviceID** și **DeviceDriver** se trag în diagramă din paleta **Functions** >> **String** >> **String Constant**, iar inscripționarea lor se face cu **Edit Text** din paleta **Tools**.



Fig.1.5. Secvența **Start**

În pasul următor se inițiază secvența **Start** – fig.1.5 - care constă în adăugarea unei noi structuri **Sequence** (cu mouse-ul poziționat pe conturul primei secvențe se face click dreapta și se selectează **Add Frame After**; în acest fel se pot adăuga un număr de **frame**-uri oricât de mare pentru a realiza toate secvențele impuse de program). În această secvență se folosește un **Invoke Node**, care se trage în diagramă din **Functions** >> **Application Control**, la care se alege metoda **Start**.

Următoarea secvență se referă la ceea ce se dorește în cadrul lucrării, și anume achiziția datelor analogice pe cele 4 intrări **AI0**, **AI1**, **AI2**, **AI3**, în concordanță cu schema de montaj din fig.1.1. În acest scop se realizează structura **Sequence** din fig.1.6, în care s-a prevăzut o buclă **While Loop**, care va rula atât timp cât condiția de stop nu este îndeplinită, ceea ce este echivalent cu durata de achiziție a datelor analogice. În exteriorul buclei se inițializează un **array** cu ajutorul **Initialize Array**, care va avea primul element **0**, cu prima dimensiune data de controlul **Count** și a doua de controlul **ADChannelCount**, astfel că datele obținute din **Invoke Node** cu metoda **GetData** sunt convertite de blocul **Variant to Data** în valori ce pot fi afișate sau prelucrate de **LabVIEW**.

Deoarece datele convertite sunt de forma integer pe 16 biți, partea din dreapta a diagramei face o scalare pentru reprezentarea în unități de tensiune [V], după care se

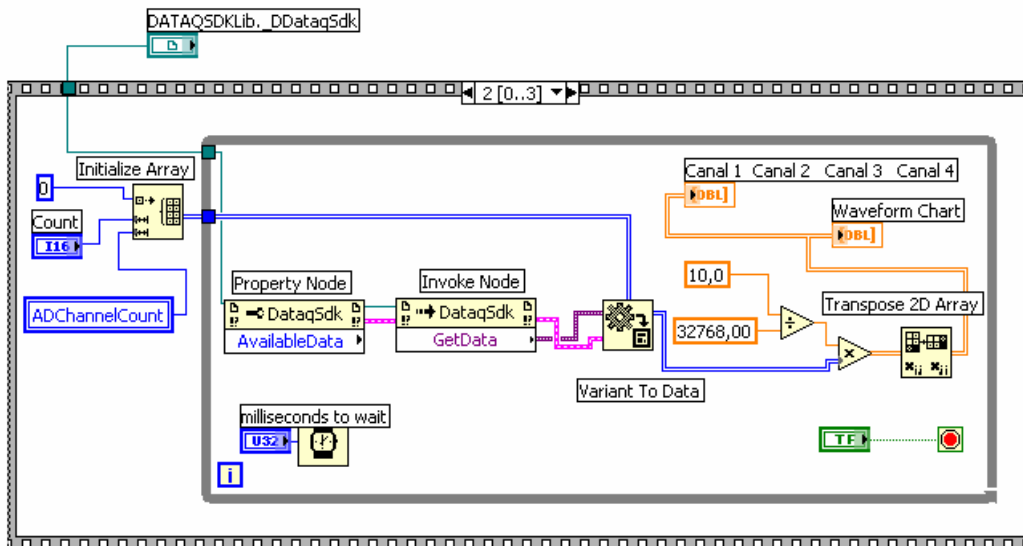


Fig.1.6. Configurația structurii **Sequence** pentru achiziția datelor analogice

face o rearanjare a **array**-ului cu ajutorul blocului **Transpose 2D array**, astfel încât afișarea numerică să corespundă ultimei valori achiziționate pe canalul selectat.

Construcția acestei structuri presupune următorii pași:

- se trece în panoul frontal, în care, din **Controls >> Numeric** se trage un **Digital Control** folosit pentru controlul **Count**; se scrie eticheta corespunzătoare și se face reprezentarea acestuia de tip **Integer Word**, având în vedere că – la rularea aplicației – va lua doar valori între **1** și maximum **1000** (a se vedea **aplicația II.5** în care se fac precizări referitoare la corelația dintre frecvența de eșantionare și numărul de eșantioane pentru o achiziție corectă în concordanță cu teorema lui Shannon);

- cu mouse-ul poziționat pe **ADChannelCount**, se face click dreapta folosind săgeata din **Tools**, iar prin selectarea opțiunii **Create** se realizează un **Local variable**, care va apărea în diagramă sub forma unui dreptunghi de culoare albastră, cu încadrare linie dublă, în interiorul căruia este eticheta controlului respectiv;

- se plasează în panoul frontal un **Waveform Chart** din paleta **Controls >> Graph**, la care **plot**-urile de culori din colțul dreapta sus se măresc la 4, și – pentru estetica panoului – se plasează corect pe colțul din dreapta sus a indicatorului grafic;

- se plasează în panoul frontal un **Vertical Pointer Slide** din paleta **Controls >> Numeric**, care se va folosi cu eticheta **milliseconds to wait** pentru temporizarea achiziției (se va alege pentru acest slide reprezentarea **Unsigned Long – U 32**), se va dimensiona convenabil și se va grada între **0** și **1000**;

- se plasează în panoul frontal un **Array** din paleta **Controls >> Array & Cluster**, căruia i se adaugă o dimensiune în plus din opțiunea **Add Dimension** (după ce s-a executat click dreapta cu mouse-ul pe zona de dimensiune); în interiorul **Array**-ului se plasează un **Digital Indicator**, căruia i se atribuie o precizie pe 3 digiți din opțiunea **Format & Precision** obținută cu mouse-ul plasat pe indicatorul din interiorul **Array**-ului și click dreapta. Se trage din colțul dreapta jos al **Array**-ului până se obțin

4 indicatoare, iar eticheta se scrie – folosind **Edit Text** din **Tools** – **Canal 1 Canal 2 Canal 3 Canal 4**. După terminarea acestor operații, se plasează **Array**-ul deasupra indicatorului grafic (a se vedea fig.1.8 cu panoul frontal al aplicației);

- se plasează în panoul frontal un buton de **STOP**, din **Controls** >> **Boolean**, care va fi folosit – cu opțiunea **Stop If True** – pentru oprirea buclei **While** din fig.1.6;
- pentru estetica panoului se poate face o aranjare a controalelor și indicatoarelor, după care – folosind săgeata din paleta **Tools** – se încadrează toate elementele și se face un **Group** folosind facilitățile **LabVIEW**.

Revenind în diagrama bloc, se constată că indicatoarele plasate în panoul frontal se află în poziții neconforme cu reprezentarea din fig.1.6, în consecință, după inserarea unei bucle **While** în structura **Sequence**, se poziționează corespunzător indicatoarele; de asemenea, sunt o serie de obiecte absente, care se trag în diagramă din paleta **Functions**, după cum urmează:

- **Initialize Array** din paleta **Functions** >> **Array**, din aceeași paletă fiind tras și obiectul **Transpose 2D Array**;
- **Property Node**, **Invoke Node** și **Variante to Data** din paleta **Functions** >> **Communication** >> **ActiveX**;
- **Wait (ms)** din paleta **Functions** >> **Time & Dialog**;
- **Divide**, **Multiply**, **Numeric Constant** din paleta **Functions** >> **Numeric**.

Poziționarea tuturor acestor elemente și efectuarea conexiunilor conform fig.1.6 va avea ca efect transformarea săgeții întrerupte **Run** din diagramă în săgeată continuă, ceea ce semnifică faptul că programul nu are erori.

Secvența **Stop** - reprezentată în fig.1.7 – are ca efect închiderea aplicației și inițializarea dispozitivului cu valorile predefinite pentru controalele de pe panoul frontal. Se observă că, în cadrul **Invoke Node** din această secvență, s-a ales metoda **Stop**, cu efectul anterior precizat.

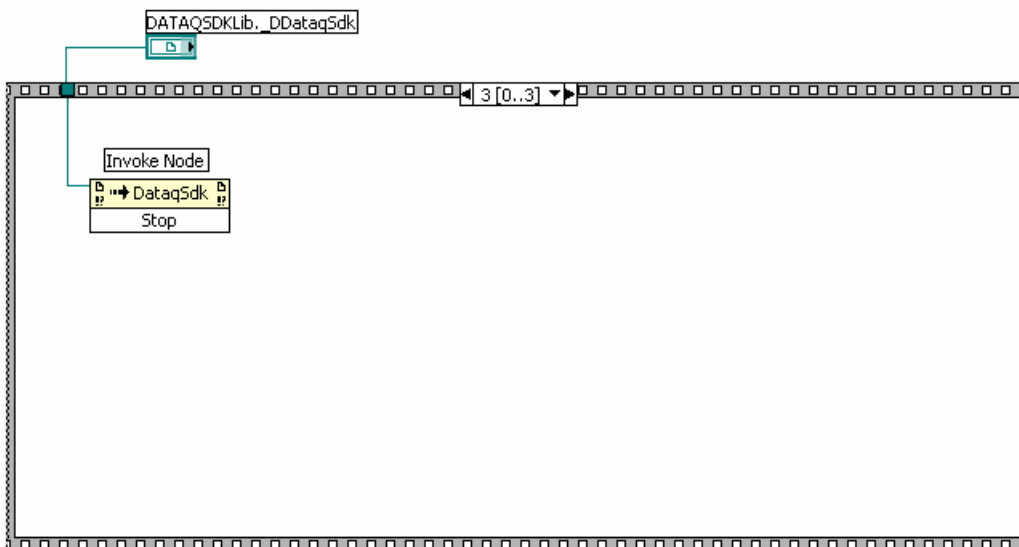


Fig.1.7. Secvența **Stop**

În fig.1.8 este prezentat panoul frontal al aplicației în cazul când aceasta nu rulează (se observă pe panou evidențiată biblioteca **DATAQSDKLib._DDataqSdk** și butonul **STOP** activat). De asemenea, indicatorul grafic și cele numerice aferente canalelor nu afișează nici o valoare.

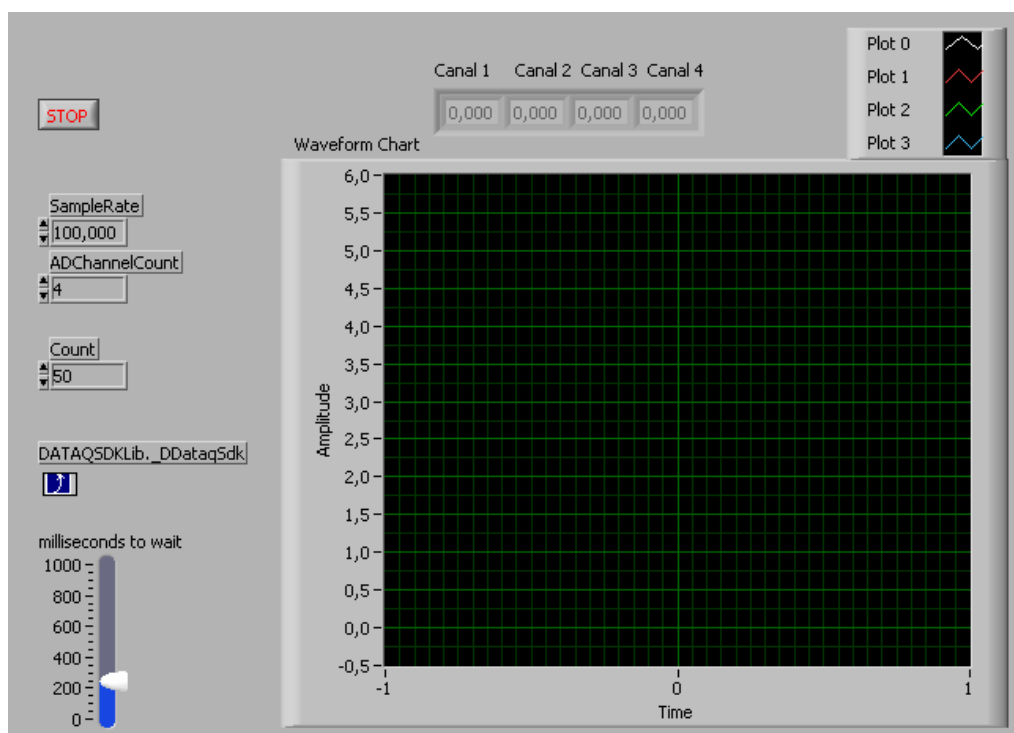


Fig.8. Panoul frontal al aplicației în cazul achiziției datelor de la canalele analogice

La rularea aplicației prin activarea comenzii **Run** de pe panou sau diagramă, în panou biblioteca va deveni invizibilă, butonul **STOP** va deveni inactiv, pe ecranul grafic se vor afișa cele 4 canale cu valorile stabilite din potențiometre, iar pe indicatoarele numerice vor fi prezentate ultimile valori ale intrărilor, cu citire la intervale de timp stabilite din controlul **milliseconds to wait**.

1.5. Modul de lucru și prezentarea rezultatelor

În cadrul lucrării se va urmări funcționarea montajului în conformitate cu cerințele impuse, identificându-se modalitățile de realizare a subansamblurilor funcționale pe diagramă și – corespunzător – pe panoul frontal în concordanță cu precizările detaliate prezentate la secțiunea 4.

5.1. Cu montajul realizat conform fig.1.1, se poziționează comutatorul **K** spre dreapta, se rotesc potențiometrii aferenți celor 4 canale către stânga până se atinge valoarea minimă și se fixează sursa **SA** la aproximativ 6V.

După pornirea aplicației, care se manifestă prin apariția pe ecranul **Waveform Chart**-ului a 4 dungi având culorile precizate în colțul din dreapta sus, ca și prin indicații diferite de zero pe indicatoarele celor 4 canale (se pleacă de la ipoteza că tensiunile de intrare sunt minime dar diferite de 0V), se procedează la măsurarea – pe **Canal 1** – a tensiunii din 0,5V în 0,5V și la notarea valorilor citite pe **VN** și indicatorul aferent de pe ecran al acestui canal. Se va căuta – pe cât posibil – să se fixeze o rată de citire a datelor convertite – din controlul **milliseconds to wait** – comparabilă cu cea a voltmetrului numeric **VN**. Rezultatele se trec în tabelul 1.1.

Se oprește aplicația din butonul **STOP** de pe panoul frontal și se salvează în directorul aferent grupei sub denumirea **achizitie semnale analogice_[nume / prenume student]_[grupa].vi**.

5.2. Cu aplicația oprită, se schimbă polaritatea sursei **SA**, păstrându-se valoarea fixată inițial la bornele acesteia.

Se pornește aplicația și se repetă experimentele în aceeași manieră de la punctul 5.1. Atenție, la schimbarea polarității sursei de intrare, indicațiile **Waveform Chart**-ului vor fi negative, în consecință se va proceda la modificarea limitelor pe scara **Amplitude** a acestuia. Rezultatele citite pe cele două indicatoare (**VN** și cel de pe ecran) se trec, de asemenea, în tabelul 1.1.

NOTĂ. Atât în cazul punctului 5.1, cât și al punctului 5.2, pe celelalte canale de intrare se vor modifica – din potențiometrii aferenți – tensiunile de intrare între limitele **min** și **max** (a se vedea fig.1.1).

5.3. Cu aplicația oprită, se trece comutatorul **K** spre stânga – ceea ce este echivalent cu conectarea primului canal de achiziție la **GSS** – se alege un domeniu convenabil pentru **VN** de măsurat tensiuni alternative, după care se rulează aplicația din comanda **Run**.

Se notează, plecând de la valori minime ale tensiunii generate de **GSS**, indicațiile citite pe ecranul propriu al **GSS** și cele arătate de **VN** (valori efective), precum și cele citite pe **Waveform Chart** (cum imaginea reprezintă un semnal sinusoidal, se va grada simetric scara **Amplitude**, iar valoarea maximă citită se va transforma în valoare efectivă). Alegerea frecvenței **GSS** se face în corelație cu rata de eșantionare **SampleRate** și numărul de eșantioane fixat din controlul **Count**. Modificările de amplitudine ale **GSS** se vor face conform imaginii de pe ecranul aplicației, astfel încât să se realizeze cerința de la punctul 2.3 al chestiunilor de studiat. Rezultatele se trec – de asemenea – în tabelul 1.1.

Tabelul 1.1

Numărul determinării	1	2	3	4	5	...	11
U_i [V] pe VN tens.pozitive	0V	0,5V	1V	1,5V	2V		5V
U_c [V] pe Canal 1 tens.pozitive							
U_i [V] pe VN tens.negative							
U_c [V] pe Canal 1 tens.negative							
U_{ef} [V] pe GSS							
U_{ef} [V] pe VN							

U_{\max} [V] pe Waveform Chart							
ε [%] tens.pozitive							
ε [%] tens.negative							
ε [%] tens.alternative							

În tabelul 1.1 indicii atașați tensiunii U au semnificațiile: i – tensiune de intrare, c – tensiune convertită, \max – tensiune maximă, iar erorile relative se calculează cu relația:

$$\varepsilon [\%] = \frac{U_i - U_c}{U_i} \cdot 100 \tag{1.1}$$

iar în cazul tensiunilor alternative se va înlocui U_c cu $U_{ef} = U_{\max} / \sqrt{2}$.

1.6.. Concluzii, observații, chestionar

În referatul întocmit la lucrare se va pune accentul pe posibilitățile de achiziție ale tensiunilor analogice (continue și alternative) folosind modulul **DI-158U**.

Se va analiza precizia conversiei prin interpretarea erorilor calculate cu relația (1.1), raportată și la precizia de măsurare a voltmetrului numeric **VN**.

Se va răspunde la următoarele întrebări:

6.1. Este posibilă modificarea software a domeniului de achiziție pentru modulul **DI-158U**? În cazul unui răspuns afirmativ, precizați cum trebuie procedat.

6.2. Care este corelația între rata de eșantionare, numărul de eșantioane și frecvența semnalului de intrare pe canalul **AI0**, pentru ca pe **Waveform Chart** să se vizualizeze un semnal sincronizat?

6.3. Se poate afișa valoarea efectivă a semnalului sinusoidal pe un indicator plasat în panoul frontal? Dacă răspunsul este afirmativ, construiți acest indicator astfel încât acesta să opereze similar voltmetrului numeric **VN**.