

Microsisteme și achiziții de date

Aplicații

Prof. dr. ing. Silviu FOLEA



Cluj-Napoca
2019

Cuprins

Introducere.....	4
L1. Achiziția de semnale cu <i>Express VI-uri</i>	10
L2. Achiziția de semnale cu <i>NI DAQmx</i> . Filtrarea semnalelor	20
L3. Generatoare de semnale. Modularizare cu subVI-uri	32
L4. Transmisia și recepția datelor prin RS232. Salvarea datelor în fișiere.....	38
L5. Implementarea unui regulator în LabVIEW™	44
L6. Achiziția de semnale cu myRIO™	48
L7. Generator de culori pe led-uri RGB cu myRIO™	49
L8. Levitație în câmp electromagnetic, control cu myRIO™	50
L9. Controlul poziției unui laser cu myRIO™	51
Bibliografie.....	52

LabVIEW™ și myRIO™ sunt mărci înregistrate ale companiei National Instruments, Austin, Texas, SUA.

Introducere

Cunoașterea sistemelor de achiziție, a senzorilor conectați și realizarea unor programe simple în LabVIEW™. Se implementează VI-uri pentru achiziția de semnale cu o placă de achiziție USB-6009 produsă de National Instruments™ pentru aplicații didactice [1].

Extensiile cu „senzori” au fost realizate în *Departamentul de Automatică al Universității Tehnice din Cluj-Napoca* și conțin un număr de 12 elemente care pot fi citite sau acționate prin intermediul plăcii de achiziție, dintr-o aplicație LabVIEW™, iar mărimile măsurate se afișează pe un calculator personal (PC).

Alegerea sistemului de achiziție USB-6009 (DAQ) a fost făcută datorită unui raport preț-performance bun și suportului în mediul LabVIEW™. Interfața de comunicație USB permite conectarea unei game largi de plăci de achiziție, care pot fi utilizate pe sistemul de operare Windows, din mediul de programare LabVIEW™ [2].

Amplasarea senzorilor pe extensiile și modul de conectare la placa USB-6009 este prezentat în figurile 1 și 2. În partea stângă sunt intrările și ieșirile (I/O) analogice (*senzorii analogi*), iar în partea dreaptă sunt I/O digitale (*senzorii digitali sau analogi cu interfață digitală*), dar și tensiunea de alimentare.



Figura 1 – Sistemul modular de achiziție cu extensiile de senzori conectate

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - senzor de lumină LX1972; | 7 - relee reed; |
| 2 - senzor de acceleratie pe două axe
ADXL202; | 8 - senzor de temperatură și umiditate
SHT11, cu interfață digitală pe două fire; |
| 3 - senzor de temperatură LM35; | 9 - LED-uri: galben, verde, roșu și albastru,
numite în continuare Y, G, R, B; |
| 4 - microfon cu amplificare internă SP0103; | 10 - senzor digital de soc SQ-SEN-200; |
| 5 - circuit filtru trece-jos RC (10 kohmi și
100 nF) și filtru trece-sus; | 11 - buzzer; |
| 6 - 8 switch-uri pe liniile digitale; | 12 - buton conectat la intrarea de numărător. |

Caracteristicile generale ale plăcii de achiziție USB-6009: are intrări și ieșiri analogice și digitale, intrare de numărător, sursă stabilizată de tensiune de +5 V și sursă de

tensiune de referință de +2.5 V [3]. Interfața USB este de tip 2.0 fiind limitată la o rată maximă de transfer de 12 Mbps.

Intrările analogice: 8 intrări SE pe 14 biți cu domeniul de intrare ± 10 V sau 4 intrări diferențiale cu domeniile de intrare: ± 20 V, ± 10 V, ± 5 V, ± 4 V, ± 2.5 V, ± 2 V, ± 1.25 V, ± 1 V. Rata maximă de citire poate să fie 48 kSps pentru un canal, impedanță de intrare 144 k Ω , iar protecția la supratensiune ± 35 V.

Ieșirile analogice: 2 ieșiri pe 12 biți cu domeniul 0-5 V, rata maximă de scriere poate să fie 1 kSps pentru un canal, impedanță de ieșire 50 Ω , iar protecția la supracurent 50 mA.

Intrările și ieșirile digitale: 1 port de 8 linii și un port de 4 linii, adresabile atât ca și port de intrare sau ieșire cât și individual pe linii. Liniile sunt compatibile TTL, LV-TTL, CMOS și au rezistență de pull-up de 4.7 k Ω .

Numărător pe 24 / 32 de biți, cu frecvență maximă de intrare de 5 MHz, acționat pe front descrescător.

Tensiunea de ieșire stabilizată, de +5 V / 200mA permite alimentarea senzorilor integrați pe extensii.

Schema bloc de conectare este prezentată în figura 2.

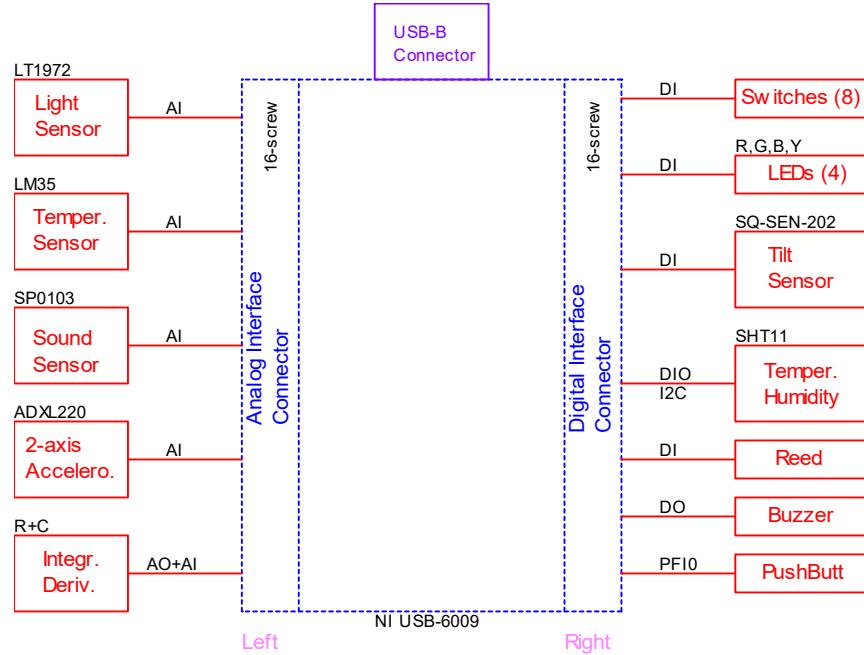


Figura 2 – Schema bloc de conectare pentru extensii

Senzorul de lumină LX1972, este o fotodiodă care permite măsurarea intensității luminoase de la 0...5000 LUX [4]. Răspunsul spectral al senzorului de lumină este apropiat de cel al ochiului uman și are un maxim la 520 nm cu un răspuns în IR mai mic de $\pm 5\%$. Schema de conectare poate fi modificată cu ajutorul switch-ului SW3 și se poate alege măsurare SE sau

diferențială. Semnalul afișat în figura următoare este într-o încăpere iluminată normal, pe timp de zi.

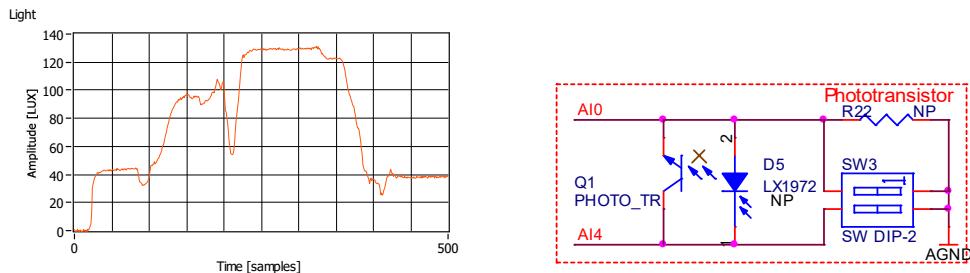


Figura 3 – Semnalul generat de senzorul de lumină și schema electronică

Senzorul de acceleratie pe două axe ADXL202, este de tip iMEMS și permite măsurarea accelerării statice sau dinamice pe două axe, de la -2...+2 g [m/s²], dar și măsurarea vibrațiilor [5]. Cu ajutorul componentelor externe se poate stabili perioada semnalului de ieșire între 0.5 ms...10 ms și limitarea benzii semnalului între 0.01 Hz...5 kHz. Nivelul tipic de zgomot este 500 µg/√Hz și permite achiziția semnalelor sub 5 mg. Semnalul afișat în figura următoare a fost obținut prin deplasarea oscilantă a sistemului cu mâna.

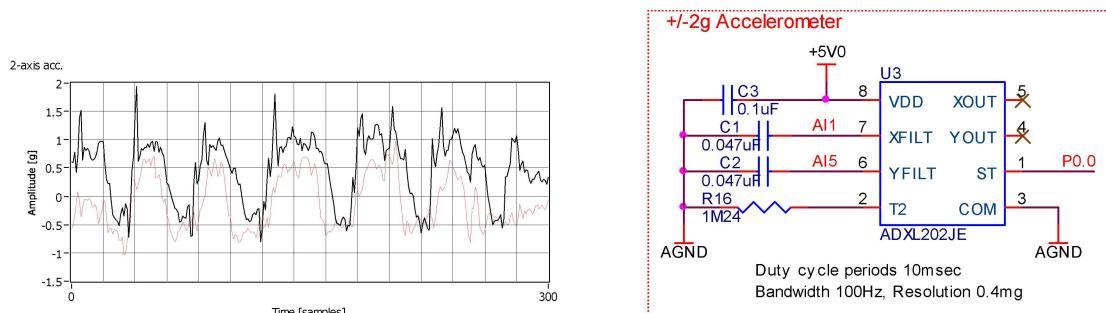


Figura 4 – Semnalul generat de senzorul de acceleratie și schema electronică

Senzorul de temperatură LM35D, este de tip semiconductor și are caracteristică liniară. Permite măsurarea temperaturii de la 0...+100 °C și generează la ieșire o tensiune proporțională cu temperatura, de 10 mV/°C [6]. Nu necesită calibrare, oferă o precizie bună de ±1/4°C la temperatura de 20°C. Semnalul afișat (inclusiv semnalul filtrat) a fost obținut prin apropierea senzorului de o sursă de căldură.

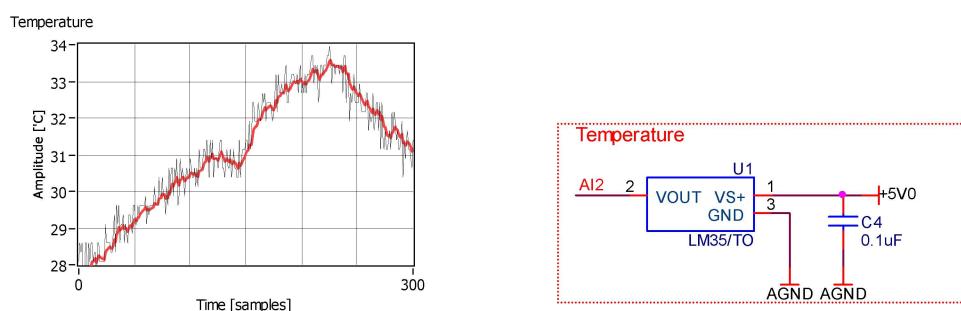


Figura 5 – Semnalul generat de senzorul de temperatură și schema electronică

Microfonul SP0103 folosește intern un amplificator cu un câstig de +20 dB, permite culegerea unor sunete de intensitate redusă și amplificarea semnalului de ieșire până la +2.5 V. Circuitul extern stabilește câstigul și banda de frecvență [7]. Semnalul afișat în figura următoare a fost obținut prin rostirea cuvântului „zece” în fața microfonului.

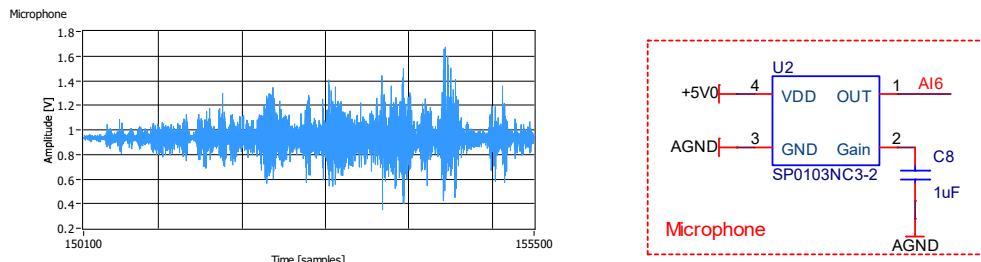


Figura 6 – Semnalul generat de microfon și schema electronică

Senzorul de temperatură și umiditate SHT11, este un senzor integrat, calibrat, care permite măsurarea temperaturii de la -40...+120 °C și a umidității relative de la 0-100%. Ieșirea senzorului este digitală și utilizează un bus asemănător cu I²C [8]. Semnalul afișat în figura următoare a fost obținut prin acoperirea senzorului cu palma.

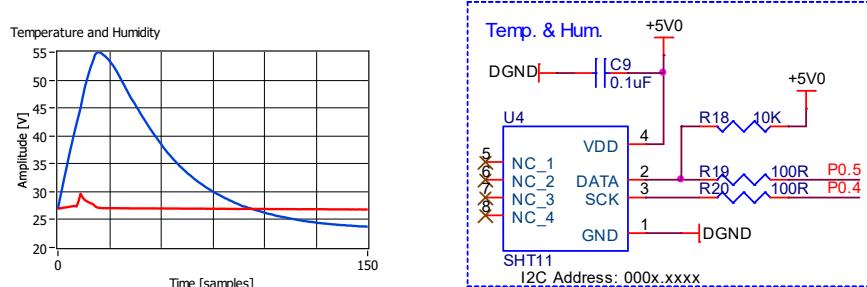


Figura 7 – Semnalul generat de senzorul digital de temperatură și umiditate și schema electronică

Senzorul de șoc SQ-SEN-200, este un senzor de tip ON/OFF cu contact (*rolling-ball*), permite generarea unui tren de impulsuri proporțional cu amplitudinea mișcării. Este un senzor omnidiirectional, fiind sensibil atât la accelerație statică cât și dinamică. Poate fi utilizat pentru detecția șocurilor sau măsurarea vibrațiilor [9]. În figura următoare se observă trenul de impulsuri 1 sau 0 generate de starea de mișcare sau repaus și semnalul obținut prin integrare software [10].

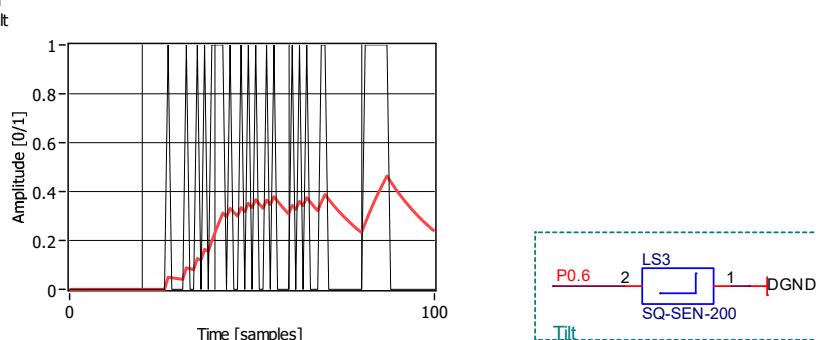


Figura 8 – Semnalul generat de senzorul de șoc, semnalul integrat și schema electronică

Schema electronică a extensiilor de senzori, modul de conectare la placa de achiziție USB6009 și semnalele de interfață.

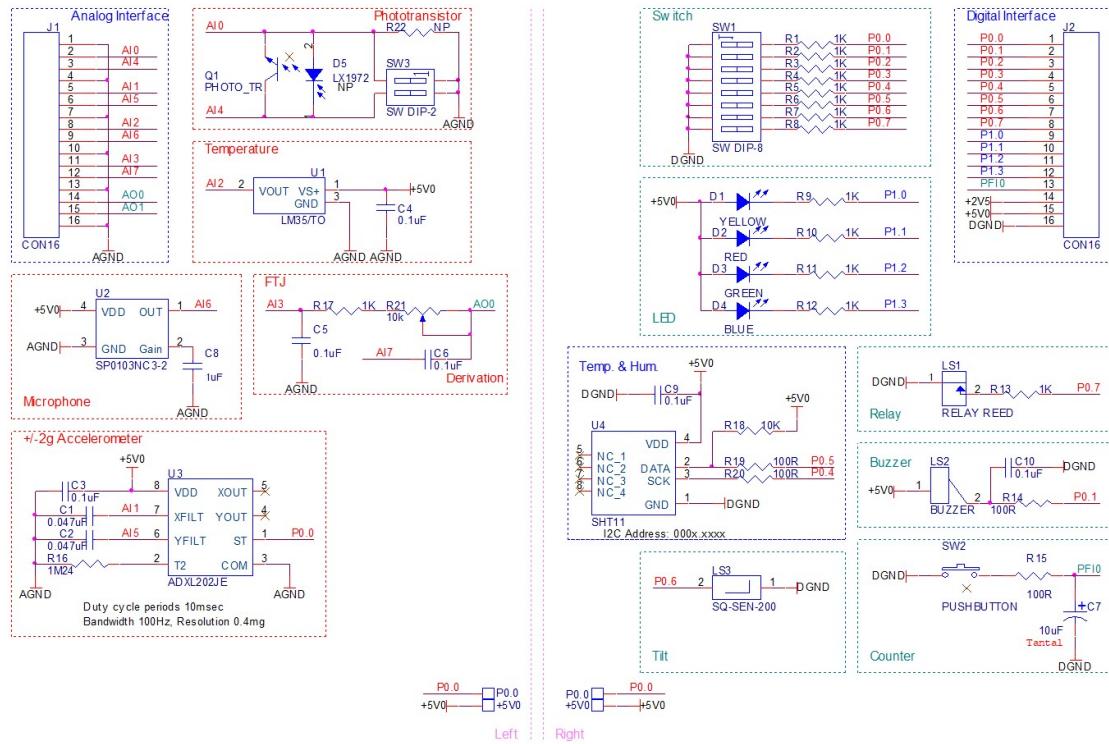


Figura 9 – Schema electronică pentru extensiile de senzori

Cablajul imprimat pentru extensiile de senzori la scara 1:1, amplasarea componentelor și vedere care include PCB-ul, componentele și traseele.

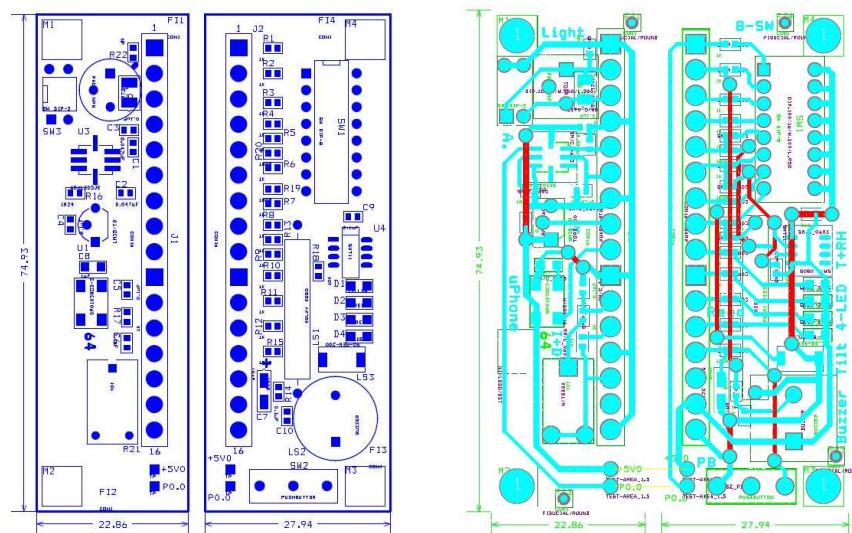


Figura 10 – Cablajul imprimat: asamblarea componentelor, trasee

1. Pe baza informațiilor prezentate în introducere și referințe, realizați un tabel care să conțină următoarele date:

- senzorii care sunt conectați la placa de achiziție;
- canalele de intrare sau ieșire analogică sau digitală la care sunt conectați senzorii;
- tipurile de semnale date de senzori și relația de transformare din tensiune în mărimea măsurată;
- alte informații pe care le considerați utile pentru a implementa aplicațiile în orele următoare de laborator.

	Tip senzor	Canalul DAQ	Relație de conversie
LX1972	Lumină, senzor analogic	AI0, diferențial	[LUX] = AI0 [V] x 500

Referințe

- [1] National Instruments, *USB-6009, 14-Bit, 48 kS/s Low-Cost Multifunction DAQ*
 - [2] National Instruments, <http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-218/lang/en>
 - [3] National Instruments, *USB-6008/6009 User Guide and Specifications*, 371303L-01 May08
 - [4] Microsemi, *Ambient Light Detector*, LX1972, Rev. 1.1b, 2005-10-31
 - [5] Analog Devices, *Small, Low Power, 2-Axis $\pm 3g$ MEMS Accelerometer*, D05677-0-6/07(A)
 - [6] National Semiconductor, *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors*, DS005516, 2000
 - [7] SiSonic, *SP0103 Series with Integrated Amplifier*, SP0103NC3
 - [8] Sensirion, *SHT1x / SHT7x Humidity & Temperature Sensor*, v2.04 May 2005
 - [9] SignalQuest, *SQ-SEN-200, Omnidirectional Tilt And Vibration Sensor*, 2009-01-08
 - [10] SignalQuest, *SQ-SEN-200, Digital Filter And Motion Estimation Algorithm*, Application Note, 2006-07-12
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

L1. Achiziția de semnale cu *Express VI-uri*

Implementarea unor programe simple în LabVIEW™ utilizând Express VI-uri de intrare sau ieșire (*DAQ Assistant*) care trebuie doar să fie configurate pentru achiziție de semnale de la extensiile de senzori. În această etapă datorită cunoștințelor limitate legate de LabVIEW™ se va prefera realizarea unor programe cât mai simple.

1. Se implementează VI-uri **utilizând Express VI-uri de intrare sau ieșire** descrise în continuare, care să citească senzorii conectați la placa de achiziție USB-6009. Afisarea datelor se va face pe indicatoare numerice sau grafice cât mai simple.

Express VI-urile sunt programe implementate în C, VHDL, nu în LabVIEW™ și din această cauză nu au cele două ferestre specifice unui program: interfața cu utilizatorul „*Front Panel*” și diagrama bloc „*Bloc Diagram*”.



Figura 1 – Express VI în diferite moduri de afișare: icon, extins etc.

Express VI-urile sunt grupate într-o fereastră de funcții numită „*Express*” pentru a fi ușor de accesat, fiind organizate după funcționalitate: intrări sau ieșiri pentru interfața cu semnalele, analiză de semnale etc.

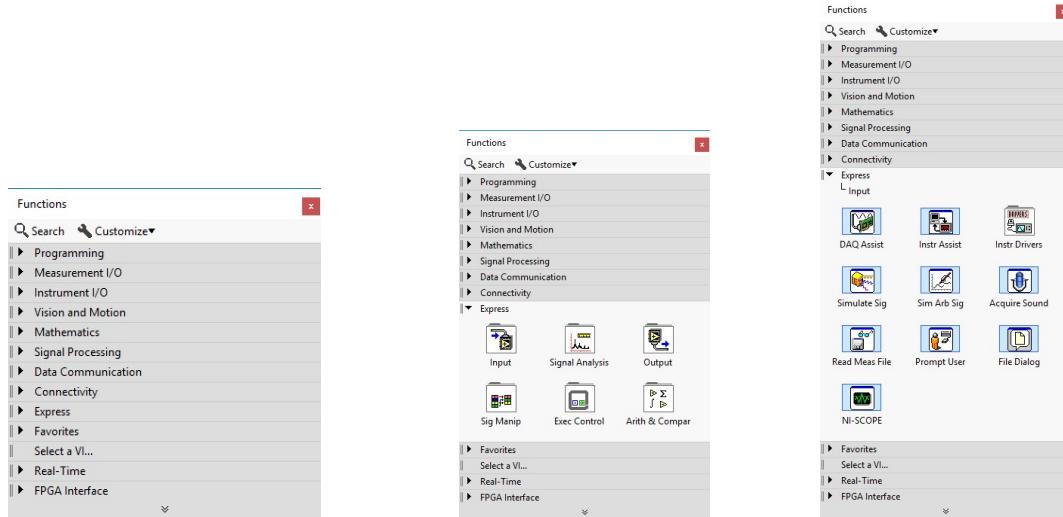


Figura 2 – Fereastra specifică pentru accesarea Express VI-uri

In prima parte se vor implementa **programe pentru intrările analogice**. Deoarece pentru acest laborator se utilizează doar module de achiziție de uz general, acestea au intrări de tensiune. Există și module cu intrări speciale de termocouple, de exemplu NI 9211.

- A.** Primul VI permite citirea și afișarea tensiunii generate de senzorul de lumină **LX1972**. Pentru conversia mărimii citite [tensiune] în valori de intensitate luminoasă [LUX] este nevoie de o formulă de conversie:

$$L = U[V] \times 500 = [LUX]$$

Testarea programului se face prin deplasarea mâinii deasupra senzorului de lumină sau aprinderea și stingerea unui led. Programul citește 100 de valori pe secundă, o singură dată și afișează valorile pe un grafic și media valorilor pe un indicator numeric. Programul va fi pornit în modul rulare nu în modul rulare continuă . Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

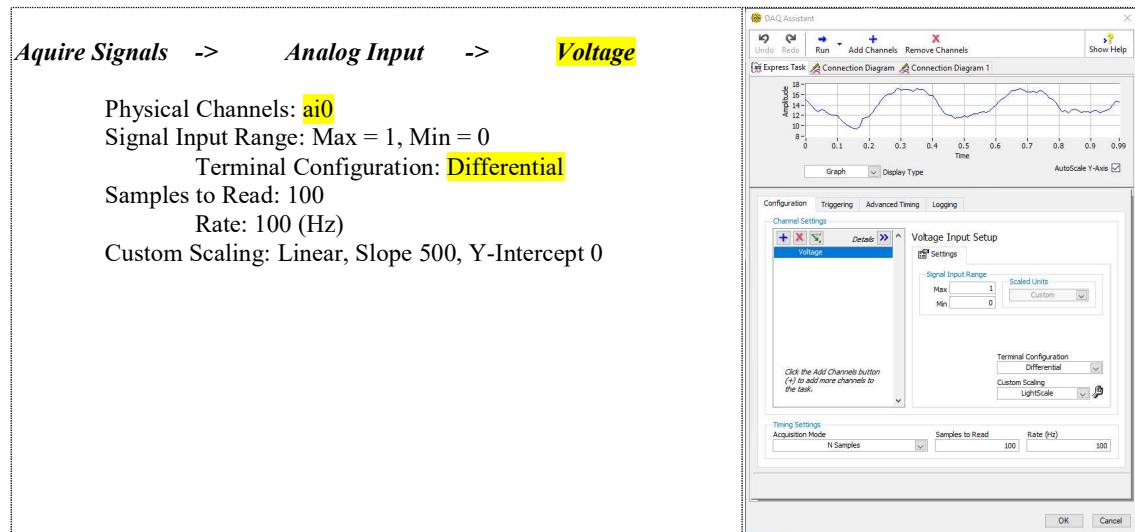


Figura 3 – Interfața de configurare a express VI-ului pentru senzorul de lumină

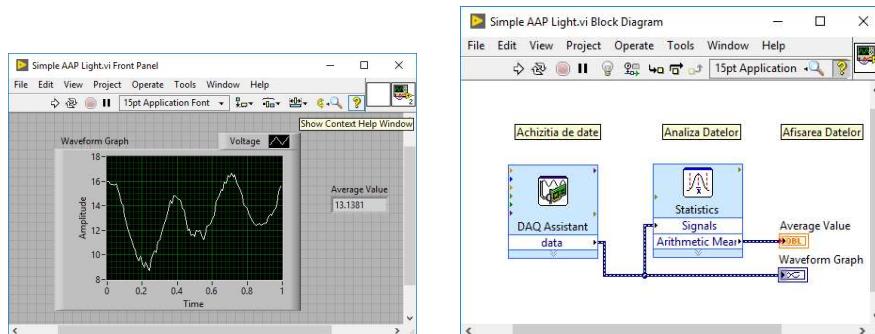


Figura 4 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru senzorul de lumină

- 😊 Realizați un VI care să citească 1000 de valori de la canalul analogic AI0 în loc de 100 valori și folosind Express VI-ul „Statistics” afișați alte rezultate posibile în VI: minim, maxim, perioada de eșantionare etc.

- B.** Al doilea VI permite citirea și afișarea tensiunii generate de senzorul de temperatură **LM35**. Pentru conversia mărimii citite [tensiune] în valori de temperatură [°C] este nevoie de o formulă de conversie:

$$T = U[V] \times 100 = [^{\circ}C]$$

Testarea programului se face prin atingerea senzorului de temperatură cu mâna. **Nu utilizați alte surse de căldură: brichetă, stația de lipire; acestea duc la deteriorarea componentelor!** Programul citește 100 de valori pe secundă, o singură dată și afișează valorile pe un grafic și media valorilor pe un indicator numeric. Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

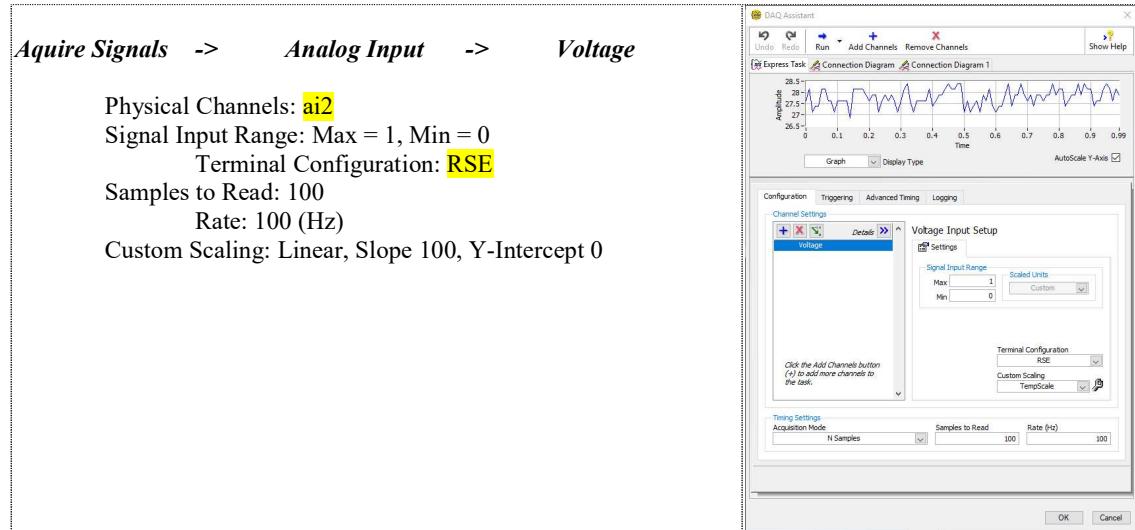


Figura 5 – Interfața de configurare a express VI-ului pentru senzorul de temperatură

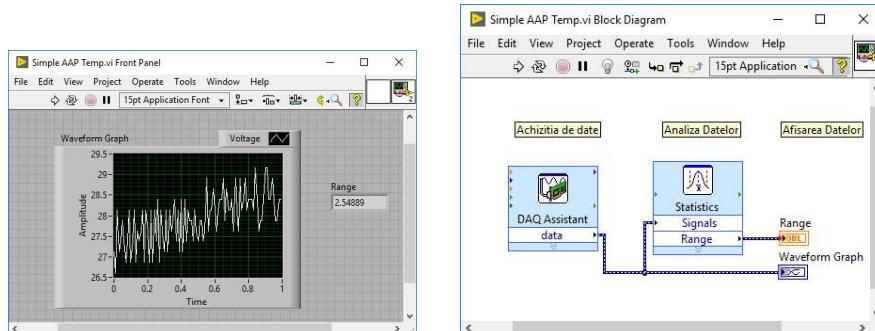


Figura 6 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru senzorul de temperatură

😊 Realizați un VI care să citească 20.000 de valori de la canalul analogic AI1 în loc de 100 valori. Restul setărilor din Express VI-ul de achiziție rămân aceleiași. Cât timp durează achiziția în acest caz?

C. Al treilea VI permite citirea și afișarea tensiunii generate de senzorul de sunet **SP0103** (microfon). În acest exemplu nu utilizăm o formulă de conversie, dar pentru sunet se poate calcula intensitatea în dB sau se poate determina frecvența semnalului.

$$S = U[V]$$

Testarea programului se face prin rostirea unui cuvânt în apropierea microfonului la o distanță de 10-20 cm. **Nu apropiați microfonul de gură!** Programul citește 20.000 de valori pe secundă, o singură dată și afișează valorile pe un grafic și media valorilor pe un indicator numeric. Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

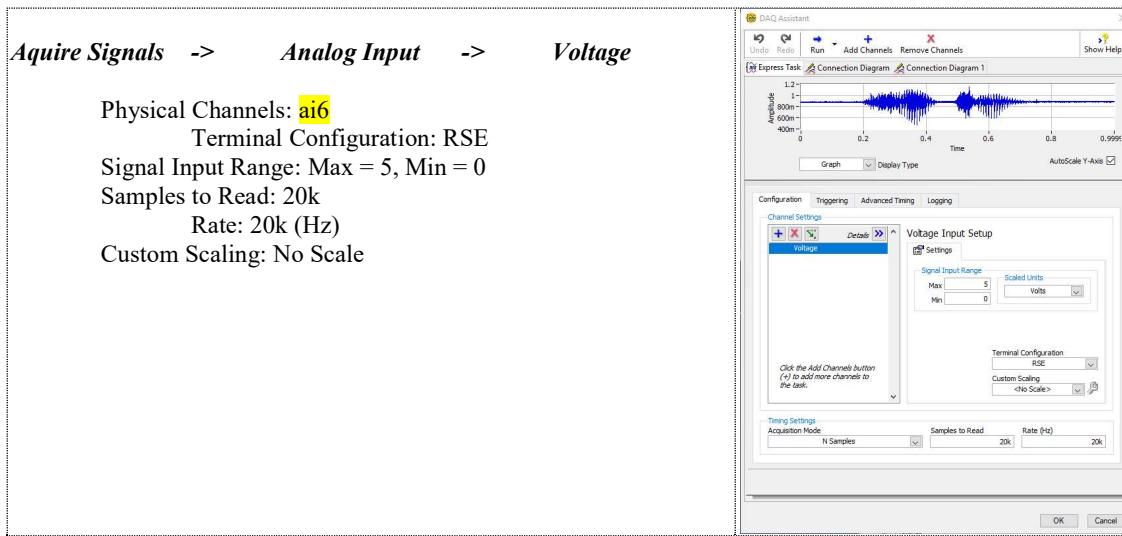


Figura 7 – Interfața de configurare a express VI-ului pentru microfon

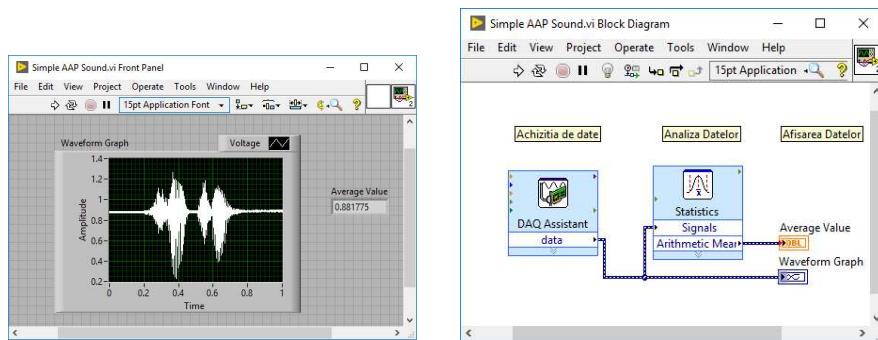


Figura 8 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru microfon

😊 Testați de câte ori puteți bate din palme în timpul cât durează achiziția celor 20.000 de valori. Cât timp durează achiziția în acest caz?

D. Următorul VI permite citirea și afișarea tensiunilor generate de senzorul de acceleratie pe 2 axe **ADXL202E**. Acest senzor permite citirea acceleratiilor dinamice și statice, pe axele XY aflate în planul cablajului (PCB). Pentru conversia mărimii citite [tensiune] în valori de acceleratie [m/s^2] sau [mg] este nevoie de o formulă de conversie:

$$Acc = \frac{U[V] - 2.6[V]}{0.267[V]} = g[m/s^2]$$

Formula este dată de domeniul de măsurare al senzorului, în acest caz [-2 g...+2 g], de valoarea de zero când placă este în poziție orizontală [+2.6 V] și de sensibilitatea senzorului, în acest caz 0.267 [V/g]. Fiecare placă are alte valori pentru offset și sensibilitate, apropriate de cele date în formulă.

Testarea programului se face prin mișcarea repetată a plăcii înainte-înapoi sau stânga-dreapta. Acceleratia statică poate fi măsurată prin poziționarea verticală a plăcii pe una din muchii. **Nu loviți placă de masă, șocul este mult mai mare decât este admis, poate ajunge și la 50 g!** Programul citește 100 de valori pe secundă, o singură dată și afișează valorile pe un grafic și media valorilor pe un indicator numeric. Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

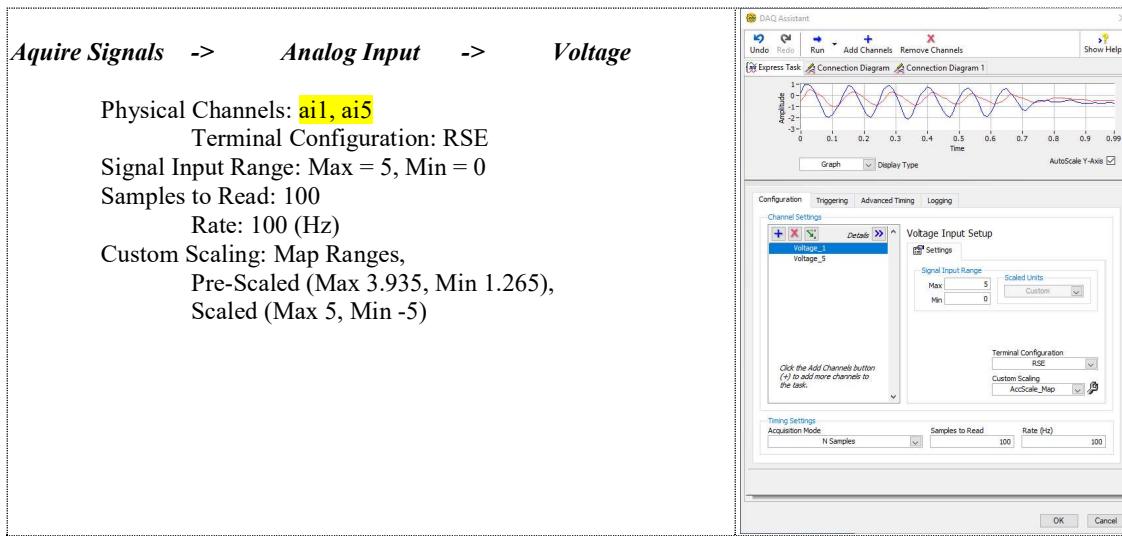


Figura 9 – Interfața de configurare a express VI-ului pentru senzorul de acceleratie

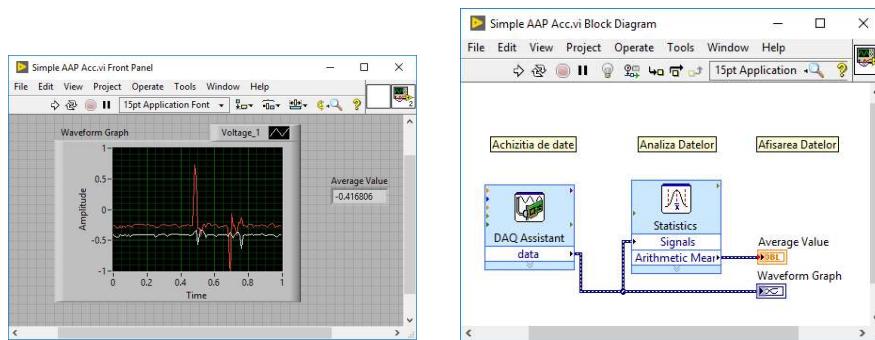


Figura 10 – Interfața cu utilizatorul și diagramea bloc, VI-ul pentru senzorul de acceleratie

😊 Realizați un VI care să citească 2.000 de valori cu o rată de 1.000 valori pe secundă. Restul setărilor din Express VI-ul de achiziție rămân aceleși. Dacă placa este ținută orizontal în palmă puteți vedea tremurul mâinii în semnalul de la senzor.

In partea a doua se vor implementa **programe pentru intrările sau ieșirile digitale**. **Ieșirile digitale își păstrează starea setată chiar dacă programul este opri.**

E. Primul set de VI-uri permite citirea poziției ON/OFF a unui **DIP Switch** cu 8 poziții conectat la **portul 0, liniile 0-7**. Atunci când toate contactele switch-ului sunt OFF, în plus se poate citi starea celor doi senzori digitali conectați pe același port:

- a. Senzorul de soc **SQ-SEN-200 (tilt sensor)** conectat pe linia P0.6,
- b. Releu reed, conectat pe linia P0.7

Testarea programelor se face prin:

- acționarea switch-urilor, ON/OFF. **După testare switch-urile vor fi lăsate în poziția OFF.**
- mișcarea ușoară a plăcii, fără a fi ridicată de pe masă, în cazul senzorului de soc,
- apropierea unui magnet de senzorul reed. **Nu apăsați magnetul pe releul reed, acesta este realizat din sticlă și este sensibil!**

Programul citește o singură dată și afișează valorile pe led-uri sau pe un indicator numeric. Programul trebuie pornit în modul rulare continuă . Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

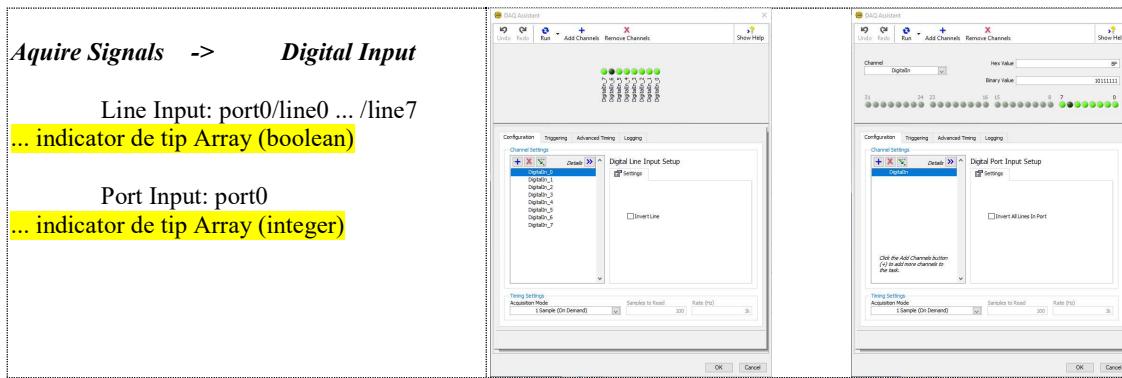


Figura 11 – Configurarea express VI-urilor pentru switch-uri, linii independente sau port

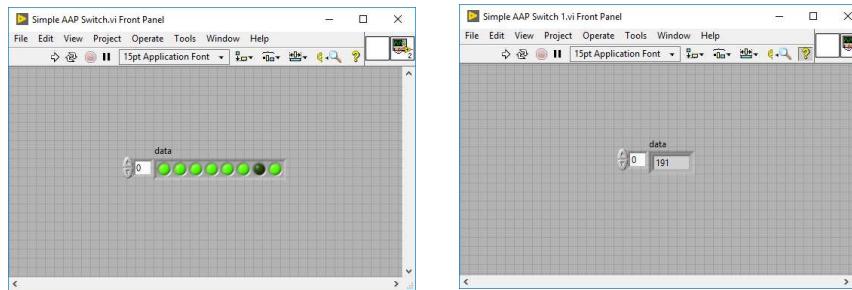


Figura 12 – Interfețele cu utilizatorul pentru switch-uri, linii independente sau port

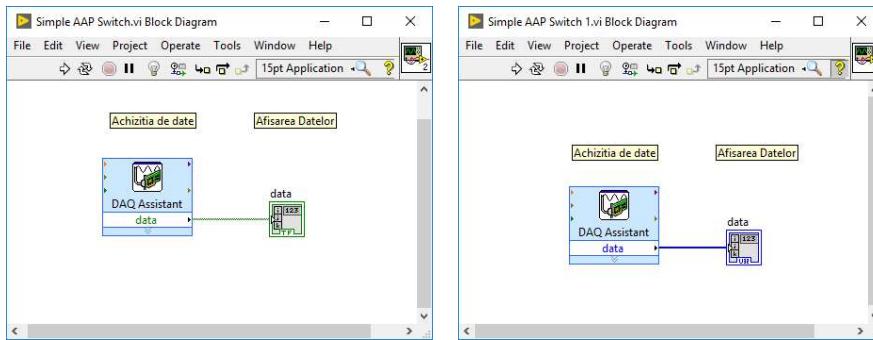


Figura 13 – Diagramale bloc pentru switch-uri, linii independente sau port

- F. Al doilea set de VI-uri permite semnalizarea diferențelor stări din program prin **4 LED-uri** (galben, verde, roșu și albastru, numite în continuare Y, G, R, B) conectate la **portul 1, linile 0-3**. Liniile sau portul vor fi configurate în ieșire. Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

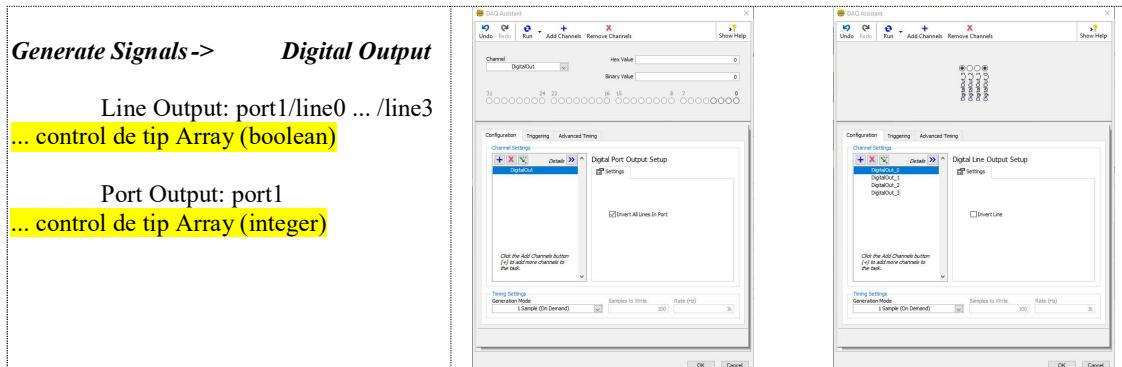


Figura 14 – Configurarea express VI-urilor pentru LED-uri, linii independente sau port

Testarea programului se face prin schimbarea valorilor în controlul de tip boolean sau numeric. **Aceste controale de tip *Array* necesită inițializarea numărului de elemente înainte de prima utilizare!** Numărul de elemente trebuie să fie 4, egal cu numărul de leduri sau 1 pentru varianta cu port. Inițializarea se face prin selectarea numărului de elemente în interfață.

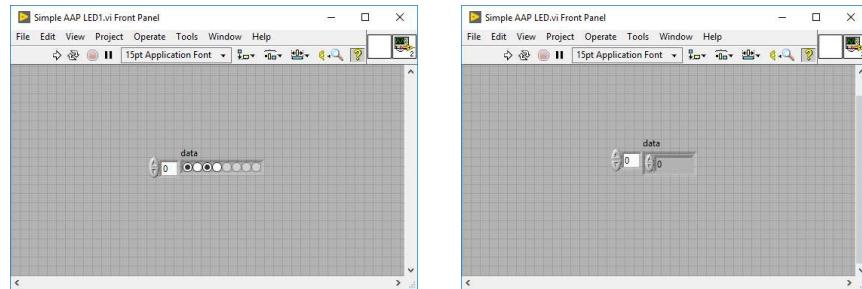


Figura 15 – Interfețele cu utilizatorul pentru LED-uri, linii independente sau port

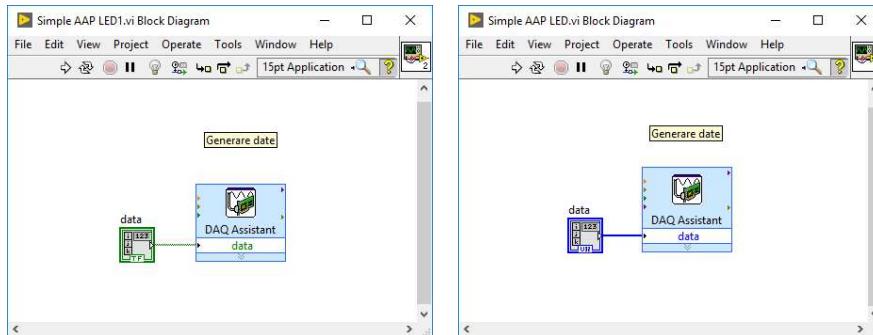


Figura 16 – Diagramele bloc pentru LED-uri, linii independente sau port

G. Al treilea VI permite semnalizarea unei alarme din program prin activarea unui generator de sunet la pornirea unui buzzer. Acesta are o frecvență fixă de 2.5 kHz (nu pot fi generate alte frecvențe). Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

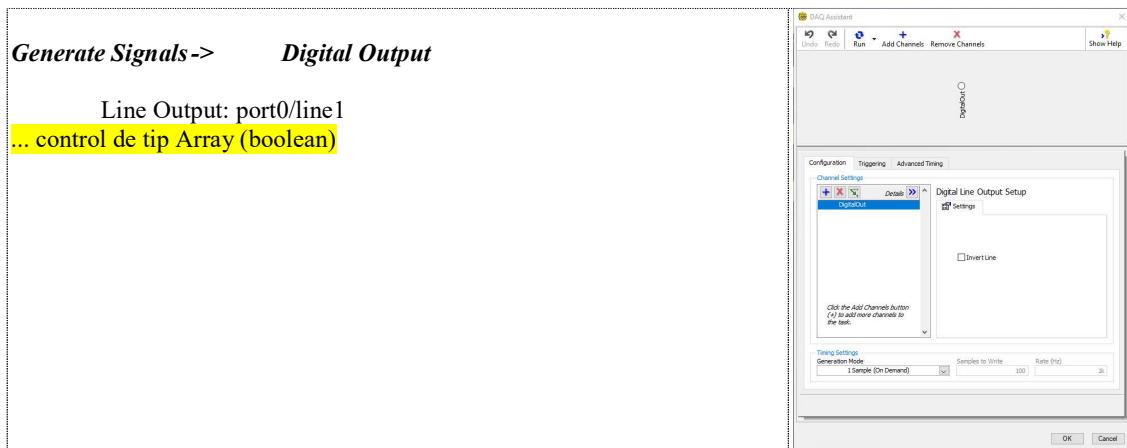


Figura 17 – Interfața de configurare a express VI-ului pentru buzzer

Testarea programului se face prin schimbarea valorii în controlul de tip boolean. Programul trebuie pornit în modul rulare continuă . **Oprirea buzzer-ului nu poate fi făcută de la butonul de stop al VI-ului** . Programul trebuie să ruleze și să schimbeți starea variabilei.

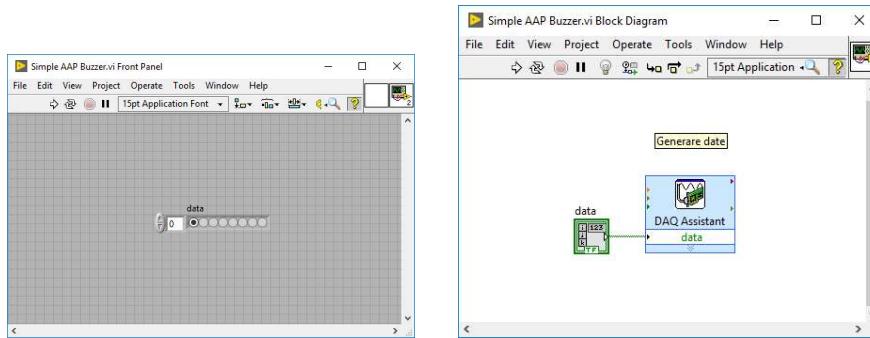


Figura 18 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru buzzer

- H. Următorul VI permite citirea numărului de apăsări pe ***push-button*** care este conectat la intrarea de numărător (*counter*). Această intrare poate fi utilizată ca intrare de *trigger* pentru declanșarea achiziției de semnale cu impuls de start din exterior. Setările care vor fi făcute în Express VI sunt:

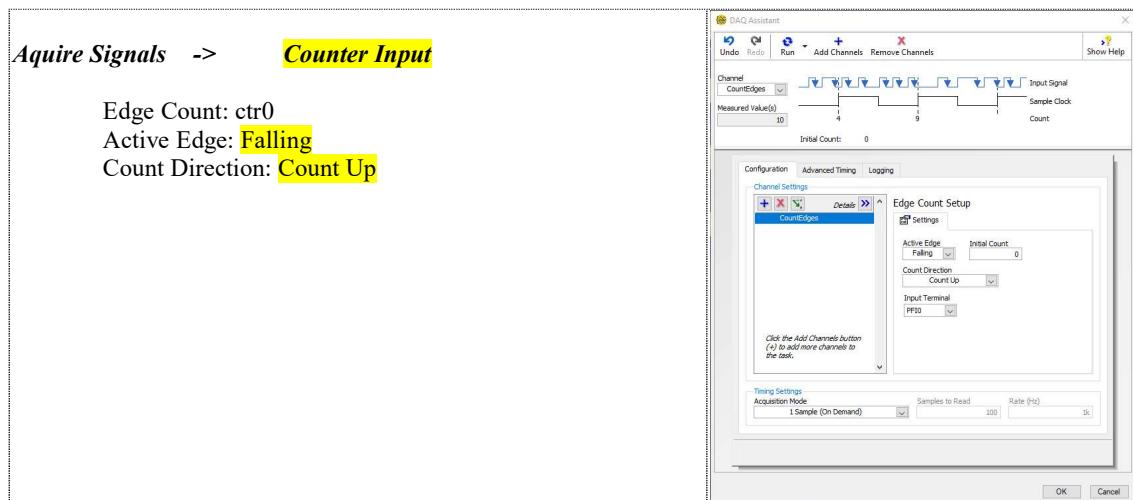


Figura 19 – Interfața de configurare a express VI-ului pentru intrarea de numărător

Numărătorul implementat este pe 24 / 32 biți, numără doar pe front descrescător (*falling*) și poate doar să incrementeze. Deoarece operația de numărare necesită o acțiune repetitivă în program, LabVIEW™ va plasa automat Express VI-ul într-o buclă *While* care poate fi oprită de la butonul de *stop* (*F*) din aplicație.

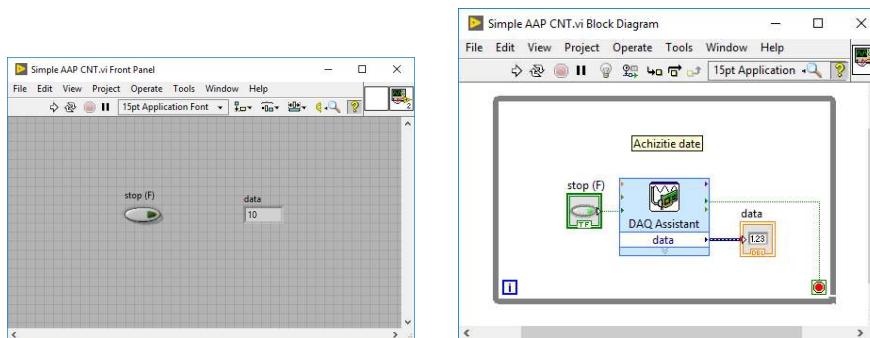


Figura 20 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru intrarea de numărător

I. Probleme suplimentare

1. Realizați un VI care măsoară temperatura de la senzorul LM35 și aprinde 4 LED-uri în program, astfel:
 - a. 2 LED-uri verzi se aprind la temperaturi mai mari de 27 și 28°C;
 - b. 1 LED galben se aprinde la temperatură mai mare de 29°C;
 - c. 1 LED roșu se aprinde la temperatură mai mare de 30°C.

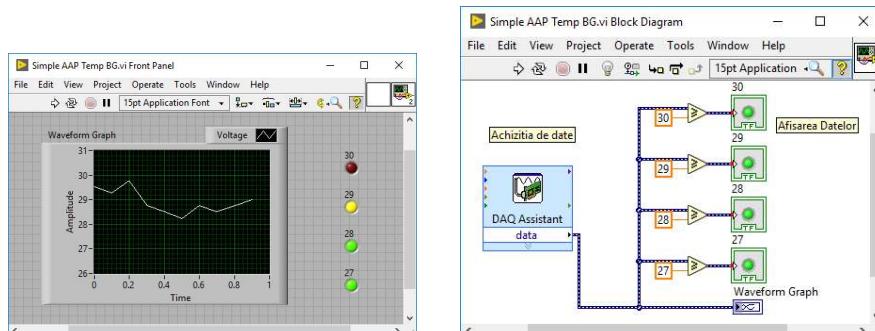


Figura 21 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru problema 1

2. Realizați un VI care măsoară intensitatea luminoasă și în funcție de 4 praguri prestabilite (10, 20, 30, 40 LUX) aprinde LED-urile (Y, R, G, B) de pe placă de extensie.

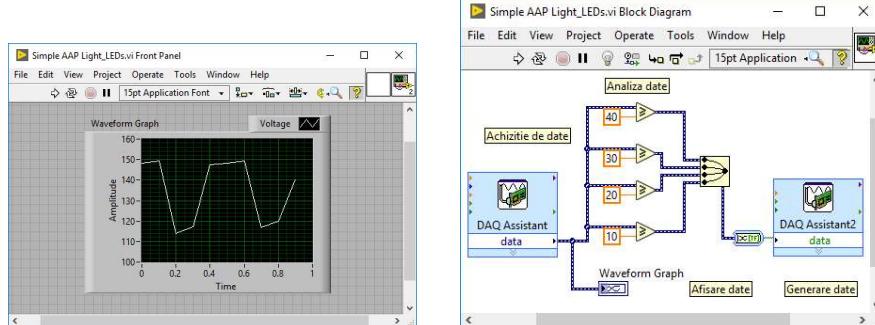


Figura 22 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru problema 2

L2. Achiziția de semnale cu NI DAQmx. Filtrarea semnalelor

Implementarea unor programe simple în LabVIEW™ utilizând funcțiile incluse în NI DAQmx. Utilizarea aplicației MAX (Measurement and Automation Explorer) pentru configurarea task-urilor de achiziție sau generare de semnale analogice și digitale.

Lucrarea nu prezintă fiecare pas necesar în realizarea aplicațiilor, informațiile sunt prezentate la cursuri. Fiecare VI va avea câte un tip de indicator descris în continuare. Scalarea datelor se va face în VI conform formulelor date **sau în task-ul definit în MAX**, în câmpul „Custom Scaling”. **VI-urile date de model nu sunt în varianta finală. Programele vor fi completate și modificate astfel încât să fie îndeplinite cerințele de la fiecare punct.**

Funcțiile NI DAQmx de achiziție de semnale sunt grupate într-o fereastră de funcții în categoria numită „Measurement I/O” pentru a fi ușor de accesat.

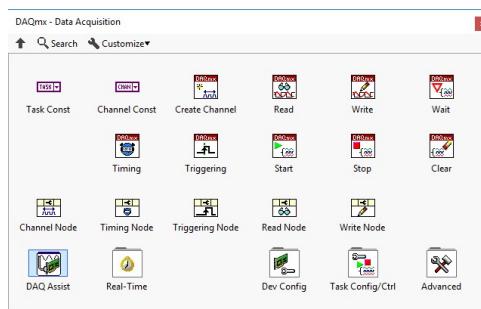


Figura 1 – Fereastra cu funcțiile NI DAQmx

In prima parte se vor implementa programe pentru **intrările analogice**.

- A. Primul VI permite citirea și afișarea tensiunii generate de senzorul de lumină LX1972. Pentru conversia mărimii citite [tensiune] în valori de intensitate luminoasă [LUX] este nevoie de o formulă de conversie:

$$L = U[V] \times 500 = [LUX]$$

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

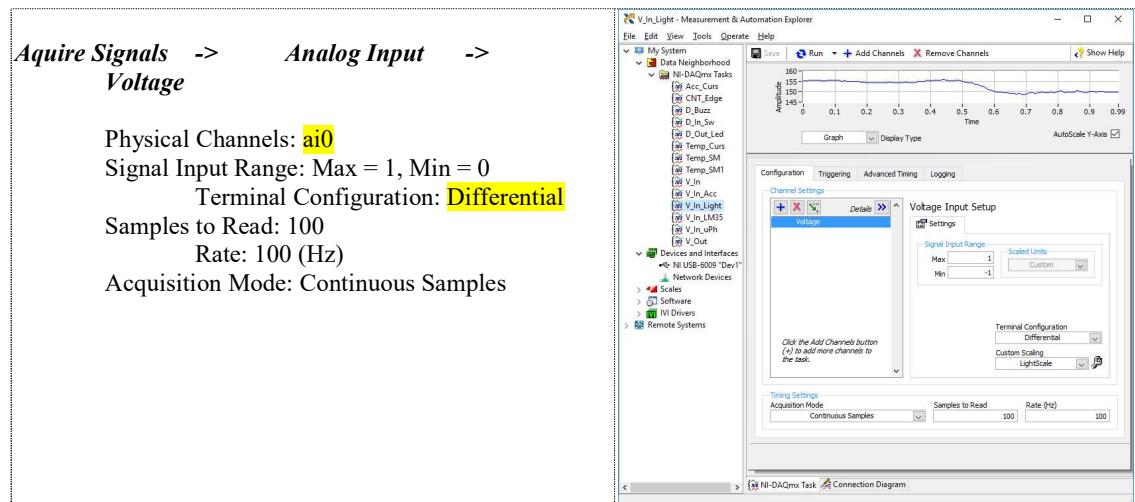


Figura 2 – Interfața de configurare din MAX pentru senzorul de lumină

Se va utiliza un afişaj analogic cu ac „*Meter*” a cărui scală va fi setată în domeniul 0...20. Pentru afişajul analogic se va selecta opţiunea de afişare „*Digital Display*”. Se va include VI-ul într-o buclă *For* cu N=1000.

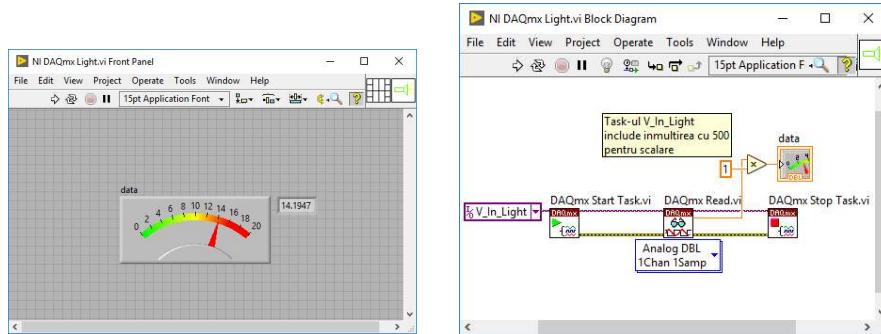


Figura 3 – Interfaţa cu utilizatorul şi diagrama bloc, VI-ul pentru senzorul de lumină

Testarea programului se face prin deplasarea mâinii deasupra senzorului de lumină sau aprinderea și stingerea unui led.

☺ Realizați un VI care să citească 1000 de valori pe secundă de la canalul analogic AI0 și încercați să vizualizați modul în care se aprind și se sting panourile cu leduri folosite la iluminatul sălii. Dacă este nevoie trageți jaluzele din sală pentru a reduce lumina naturală.

B. Al doilea VI permite citirea și afișarea tensiunii generate de senzorul de temperatură **LM35**. Pentru conversia mărimii citite [*tensiune*] în valori de temperatură [°C] este nevoie de o formulă de conversie (senzorul generează 10 mV/°C):

$$T = U[V] \times 100 = [^\circ\text{C}]$$

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

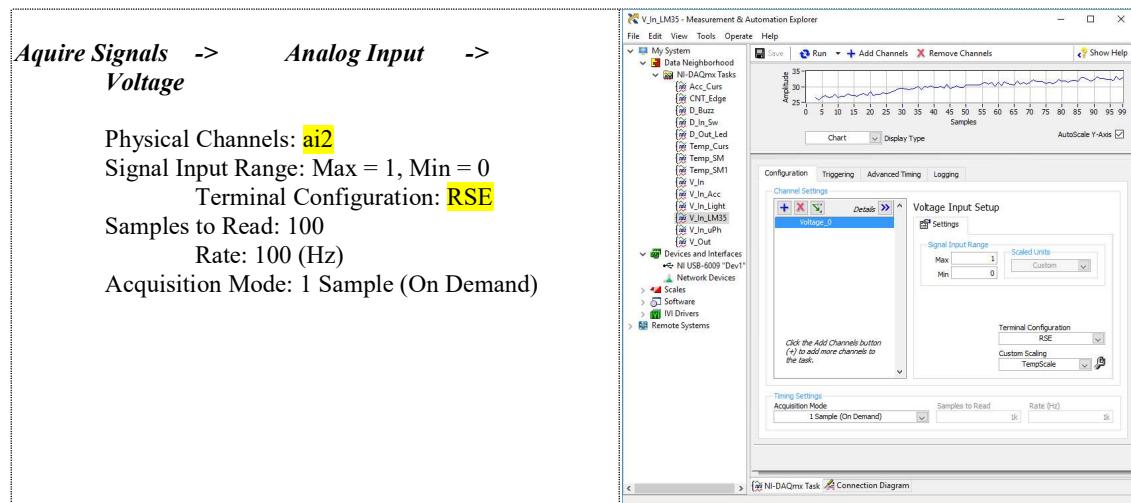


Figura 4 – Interfaţa de configurare din MAX pentru senzorul de temperatură

Se va implementa un VI care include o buclă *While*. Se va utiliza un afişaj de tip „*Thermometer*” a cărui scală va fi setată în domeniul 25...30°C și se va selecta opţiunea „*Digital Display*”.

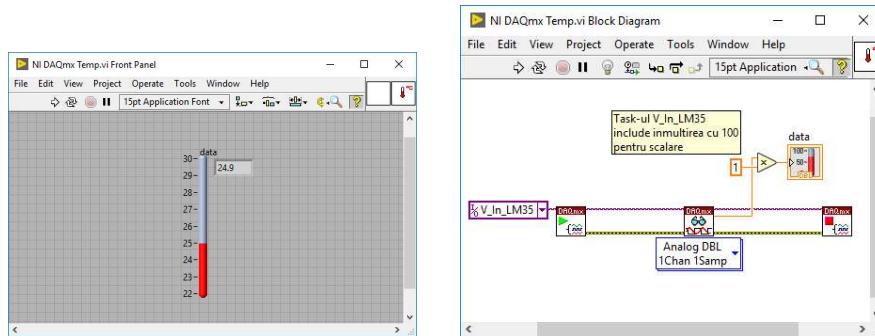


Figura 5 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru senzorul de temperatură

- C. Al treilea VI permite citirea și afișarea tensiunii generate de senzorul de sunet **SP0103** (microfon). In acest exemplu nu utilizăm o formulă de conversie, dar pentru sunet se poate calcula intensitatea în dB sau se poate determina frecvența semnalului.

$$S = U[V]$$

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

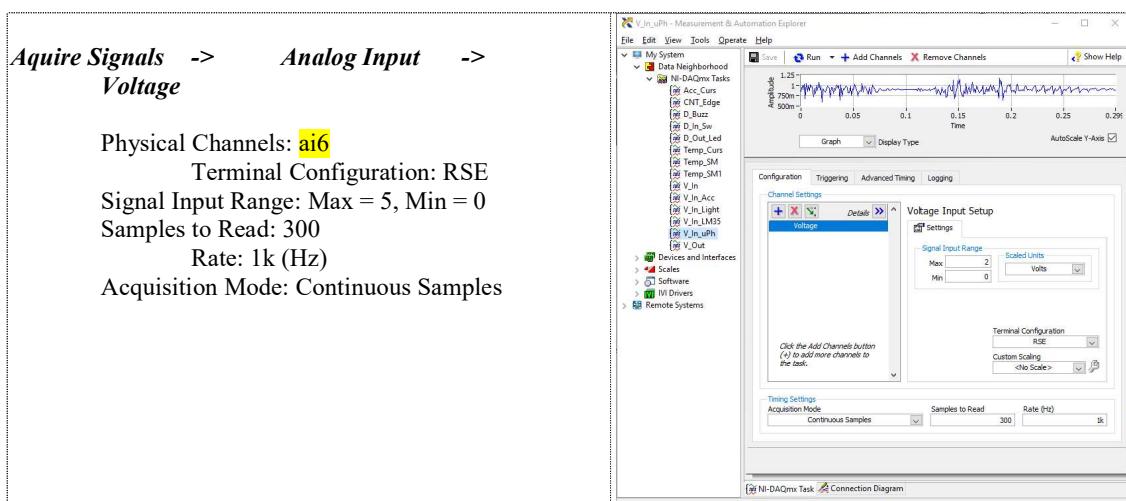


Figura 6 – Interfața de configurare din MAX pentru microfon

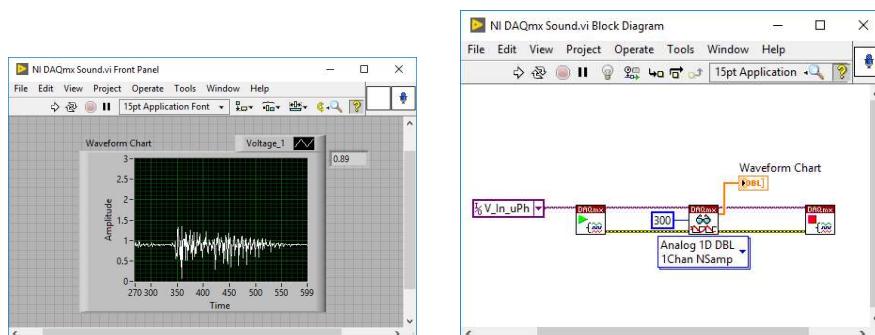


Figura 7 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru microfon

Se va utiliza un afișaj de tip grafic „Waveform Chart” a cărui scală verticală va fi setată în domeniul 0...+3. Se va selecta opțiunea de afișare „Digital Display”.



Pentru realizarea VI-ului, funcția de citire trebuie configurată astfel: **Analog 1D DBL** **1Chan NSamp**, iar numărul de valori citite va fi egal cu numărul setat în task, în acest caz 300.

☺ Realizați un VI care să citească microfonul și să calculeze diferenții parametrii pentru semnalul afișat: minim, maxim, media. Puteți apela și alte funcții din LabVIEW™, determinați frecvența de bază a semnalului. Puteți testa aplicația implementată prin rularea de pe Youtube a unui video de test pentru frecvențe audio.

D. Următorul VI permite citirea și afișarea tensiunilor generate de senzorul de acceleratie pe 2 axe **ADXL202E**. Acest senzor permite citirea acceleratiilor dinamice și statice, pe axele XY aflate în planul cablajului (PCB). Pentru conversia mărimii citite [tensiune] în valori de acceleratie [m/s^2] sau [mg] este nevoie de o formulă de conversie:

$$Acc = \frac{U[V] - 2.6[V]}{0.267[V]} = g[m/s^2]$$

Formula este dată de domeniul de măsurare al senzorului, în acest caz [-2 g...+2 g], de valoarea de zero când placa este în poziție orizontală [+2.6 V] și de sensibilitatea senzorului, în acest caz 0.267 [V/g]. Fiecare placă are alte valori pentru offset și sensibilitate, apropriate de cele date în formulă.

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

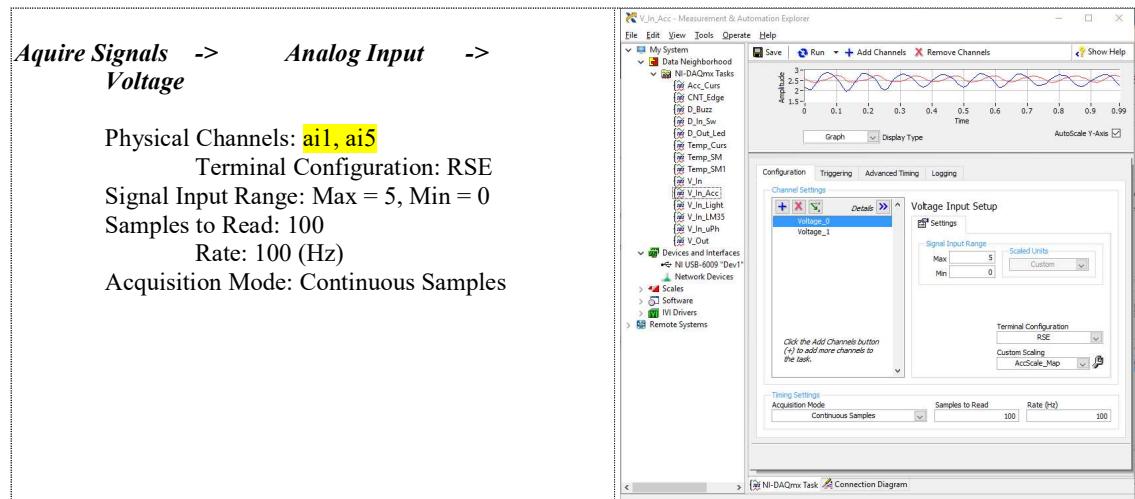


Figura 8 – Interfața de configurare din MAX pentru senzorul de acceleratie

Pentru realizarea VI-ului funcția de citire trebuie configurată ca și la punctul C. În acest caz ieșirea este un vector (*array*) în care valorile de la cele 2 canale alternează. Pentru a putea

Decimate 1D Array

scala valorile citite pentru afișare, este nevoie de funcția care separă punctele corespunzătoare fiecărui canal, apoi se efectuează operațiile de scalare, separat pe fiecare axă (având astfel posibilitatea unei scalări corecte). În fereastra de scalare „Map Ranges Scale” se introduc următoarele valori:

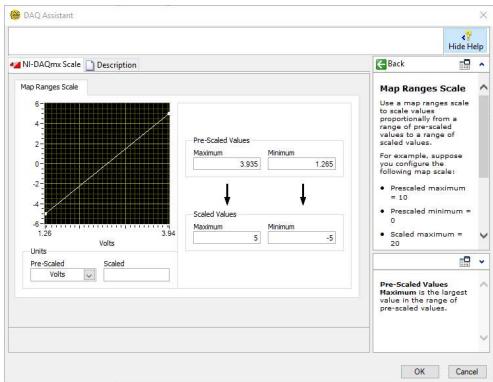


Figura 9 – Fereastra pentru scalarea semnalului în MAX

Rezultatul poate să fie afișat pe același grafic utilizând funcția . Se va utiliza un afișaj de tip grafic cu 2 canale „Waveform Chart” a cărui scală verticală va fi setată în domeniul $-1.5\dots+1.5$. Se vor selecta opțiunile „Digital Display”, „Scale Legend” și „Graph Palette”.

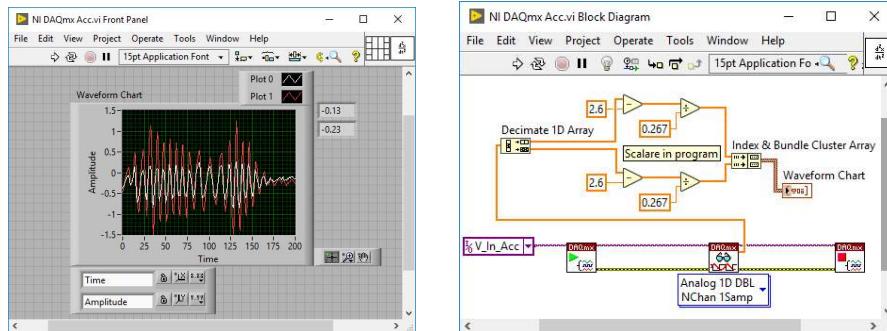


Figura 10 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru senzorul de acceleratie

☺ Realizați un VI reutilizând cele două VI-uri de la punctele C și D (sunet și acceleratie) și utilizați „Tab Control” în interfață. În prima fereastră a tab-ului va fi afișat semnalul de la microfon, iar în fereastra a doua semnalele de la senzorul de acceleratie. Pentru selecția codului care se execută în diagrama bloc se utilizează structura „Case”. Programul va conține o buclă principală pentru program de tip „While”.

In partea a doua se vor implementa **programe pentru intrările sau ieșirile digitale**.

E. Primul set de VI-uri permite citirea poziției ON/OFF a unui **DIP Switch** cu 8 poziții conectat la **portul 0**, liniile 0-7. Atunci când toate contactele switch-ului sunt OFF, în plus se poate citi starea celor doi senzori digitali conectați pe același port:

- a. Senzorul de soc **SQ-SEN-200 (tilt sensor)** conectat pe linia P0.6,
- b. Releu reed, conectat pe linia P0.7

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

<i>Aquire Signals</i>	<i>Digital Input</i>
Line Input: port0/line0 ... port0/line7	necesită indicator de tip Array (boolean)
sau Port Input: port0	necesită indicator de tip Array (integer)

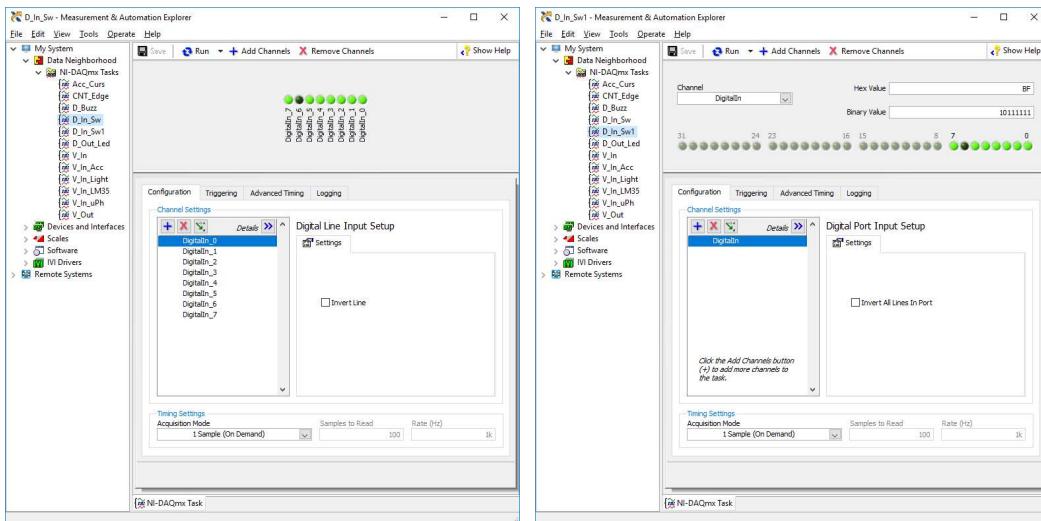


Figura 11 – Interfețele de configurare din MAX pentru switch-uri, linii independente sau port

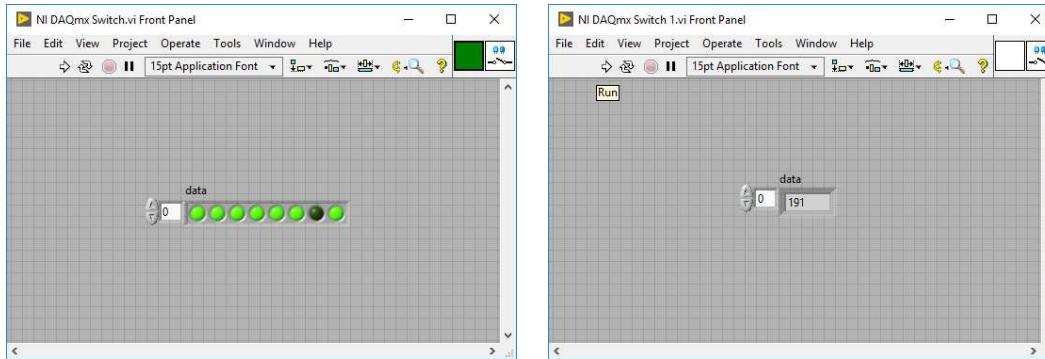


Figura 12 – Interfețele cu utilizatorul pentru switch-uri, linii independente sau port

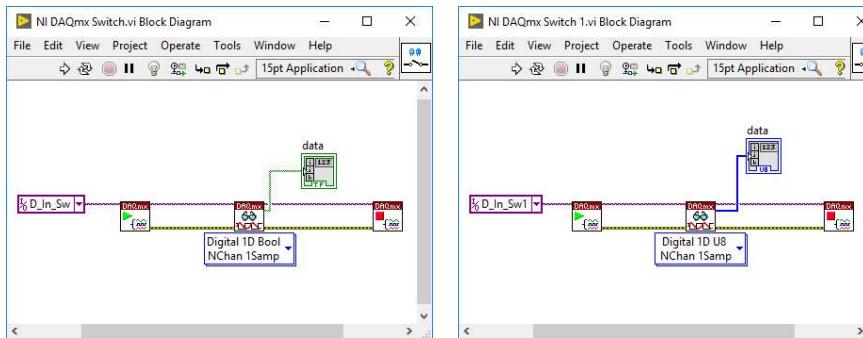


Figura 13 – Diagramele bloc pentru switch-uri, linii independente sau port

- F. Al doilea set de VI-uri permite semnalizarea diferitelor stări din program prin **4 LED-uri** (galben, verde, roșu și albastru, numite în continuare Y, G, R, B) conectate la **portul 1, liniile 0-3**. Liniile sau portul vor fi configurate în ieșire. Programele includ o buclă *FOR* cu $N=10$ atât pentru configurația cu liniile digitale independente cât și cu port digital.

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

Generate Signals → **Digital Output**
Line Output: port1/line0 ... port1/line3
sau Port Output: port1

necesită control de tip Array (boolean)
necesită control de tip Array (integer)

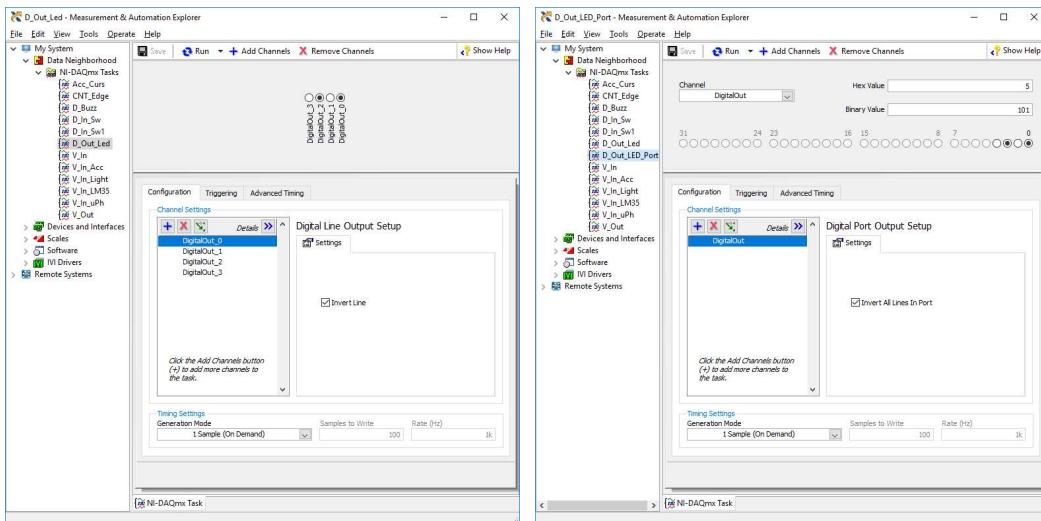


Figura 14 – Interfețele de configurare din MAX pentru LED-uri, linii independente sau port

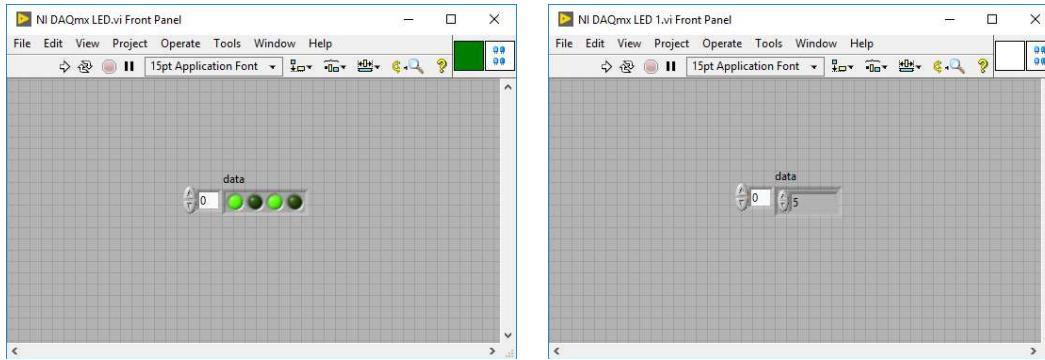


Figura 15 – Interfețele cu utilizatorul pentru LED-uri, linii independente sau port

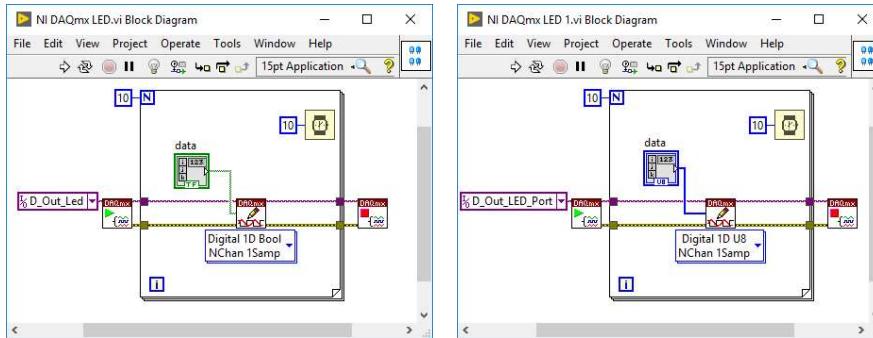


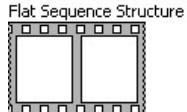
Figura 16 – Diagramale bloc pentru LED-uri, linii independente sau port

☺ Realizați un VI pe baza celor două VI-uri prezentate la punctele E și F (switch-uri și LED-uri), extrageți din vectorul rezultat (array) bitul corespunzător senzorului de șoc și afișați valoarea pe un LED de pe placă de achiziție.

G. Al treilea VI permite semnalizarea unei alarme din program prin activarea unui generator de sunet la pornirea unui buzzer. Acesta are o frecvență fixă de 2.5 kHz (nu pot fi generate alte frecvențe).

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

Generate Signals	->	Digital Output
Line Output: port0/line1		necesita control de tip Array (boolean)



Utilizând structura secvențială se va genera semnal sonor o perioadă de timp de 0.1 secunde pe buzzer și 0.1 secunde acesta va fi opriț. Programul va rula într-o buclă

FOR cu N=10 inițializat cu o constantă. Funcția de timp este:

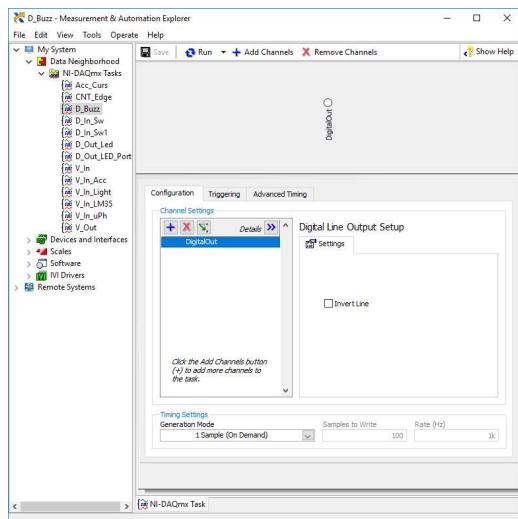


Figura 17 – Interfața de configurare din MAX pentru buzzer

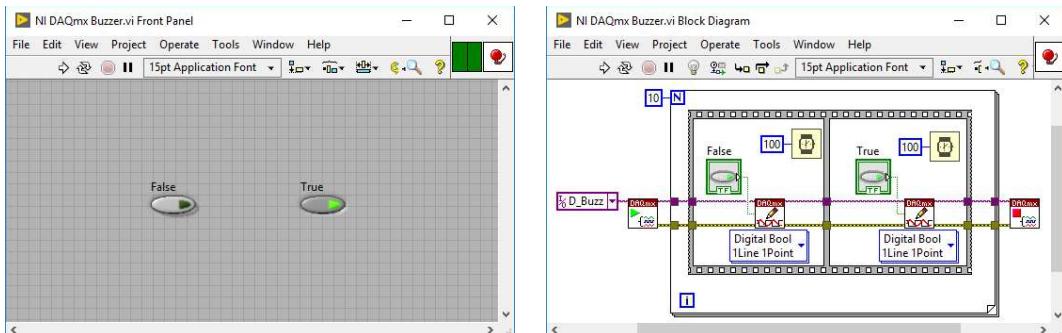


Figura 18 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, VI-ul pentru buzzer

☺ Realizați un VI pe baza celor două VI-uri prezentate la punctele E și G (switch-uri și buzzer), extrageți din vectorul rezultat bitul corespunzător senzorului de soc și afișați valoarea pe buzzer. Pentru valoare logică 1 buzzer-ul va suna, iar pentru 0 este opriț. Este posibil ca programul să meargă corect, dar datorită vibrațiilor produse de buzzer, senzorul de soc să nu se oprească. Utilizați tehniciile de depanare din LabVIEW™ pentru a verifica programul.

H. Următorul VI permite citirea numărului de apăsări pe **push-button** care este conectat la intrarea de numărător (*counter*). Această intrare poate fi utilizată ca intrare de *trigger* pentru declanșarea achiziției de semnale cu impuls de start din exterior.

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

<i>Aquire Signals</i>	->	<i>Counter Input</i>
Edge Count: ctr0		
Active Edge: Falling		

Se va include VI-ul într-o buclă *While*. Se vor folosi 2 task-uri: unul care numără apăsările pe butonul conectat la numărător și al doilea task care aprinde cele 4 LED-uri de pe placă, în funcție de valoarea numărată de la buton.

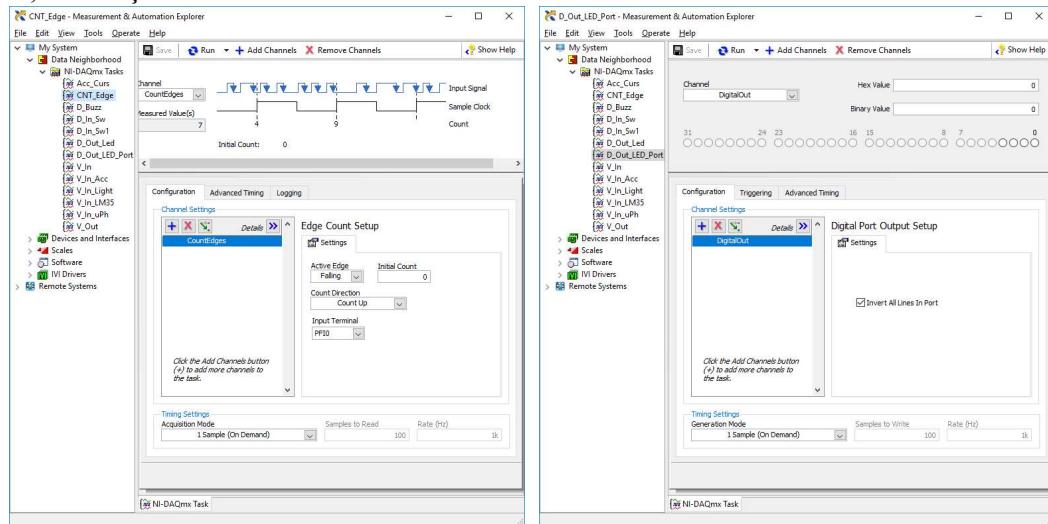


Figura 19 – Interfața de configurare din MAX pentru intrarea de numărător și ieșire pe LED-uri, configurația cu port

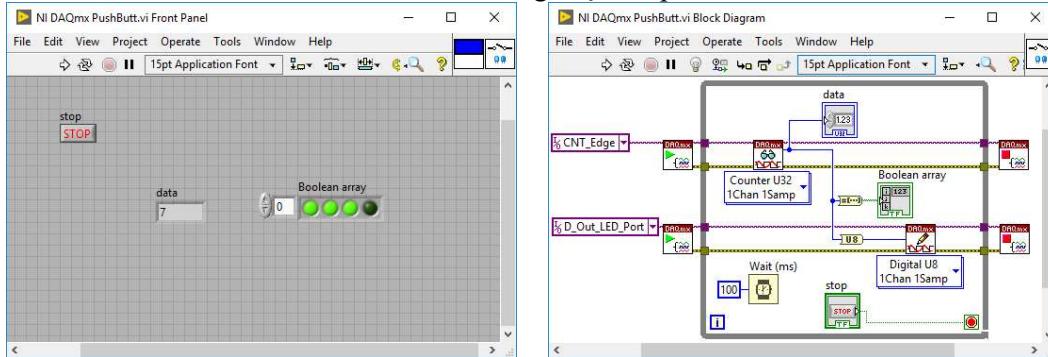


Figura 20 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc pentru intrarea de numărător, cu afișarea stării pe LED-uri

I. Probleme suplimentare:

- Realizați un VI care măsoară temperatura și utilizând o buclă *FOR* cu $N_{variabil}=10\dots100$, calculează valoarea medie a temperaturii. Cele 2 mărimi (T și T_{med}) se vor afișa pe același grafic „*Waveform Chart*” utilizând funcția *bundle*.

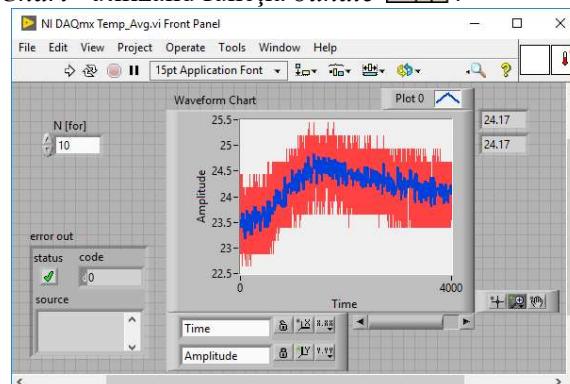


Figura 21 – Interfața cu utilizatorul pentru problema 1

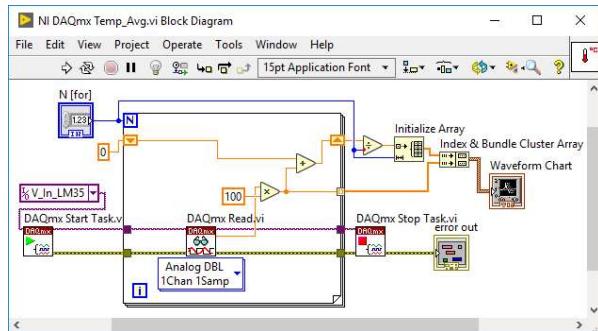


Figura 22 – Diagrama bloc pentru problema 1

2. Realizați un VI care măsoară intensitatea luminoasă și utilizând o buclă „While” filtrează prin integrare semnalul achiziționat. Formula de integrare este:

$$y_{f,k} = \lambda \cdot y_{f,k-1} + (1 - \lambda) \cdot x_k$$

unde T_e este perioada de eşantionare, $\lambda \in [0, 1)$ și $\lambda = \frac{T_f}{T_f + T_e}$. Perioada de eşantionare se va implementa cu funcția „Wait Until Next ms Multiple”, $T_e \in [10, 100]$ ms.

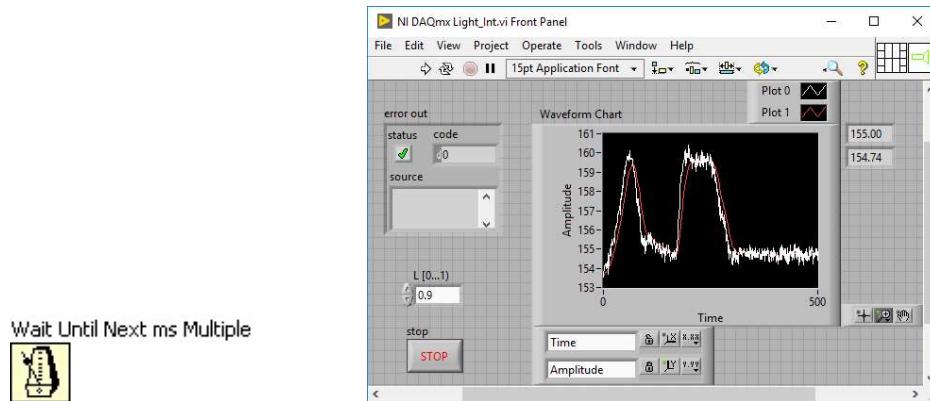


Figura 23 – Interfață cu utilizatorul pentru problema 2

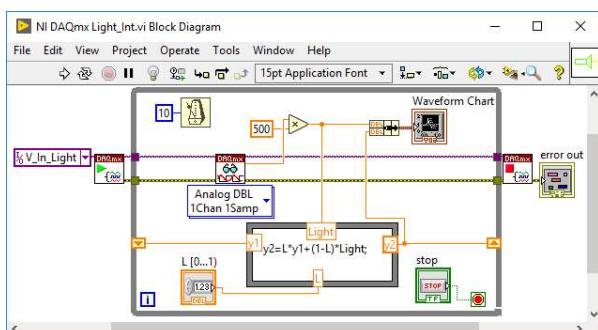


Figura 24 – Diagrama bloc pentru problema 2

3. Realizați un VI care măsoară accelerația pe două axe și utilizând funcțiile:

- a. , , în cazul datelor de ieșire „ID Waveform” sau utilizând funcțiile:

- b.  , în cazul datelor de ieșire „*2D DBL*” și  ,  , (în ordinea indicată), calculați valoarea medie a accelerării.

Implementările pentru cele două situații, când datele sunt în formatul „*ID Waveform*” și „*2D DBL*” sunt prezentate în figurile următoare:

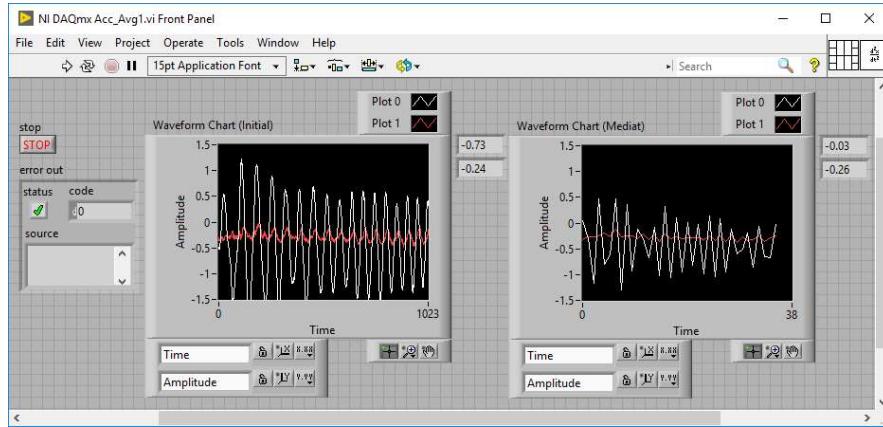


Figura 25 – Interfața cu utilizatorul pentru problema 3.a

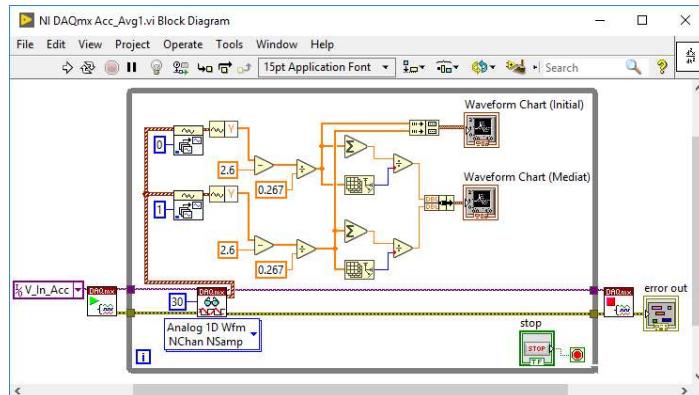


Figura 26 – Diagrama bloc pentru problema 3.a

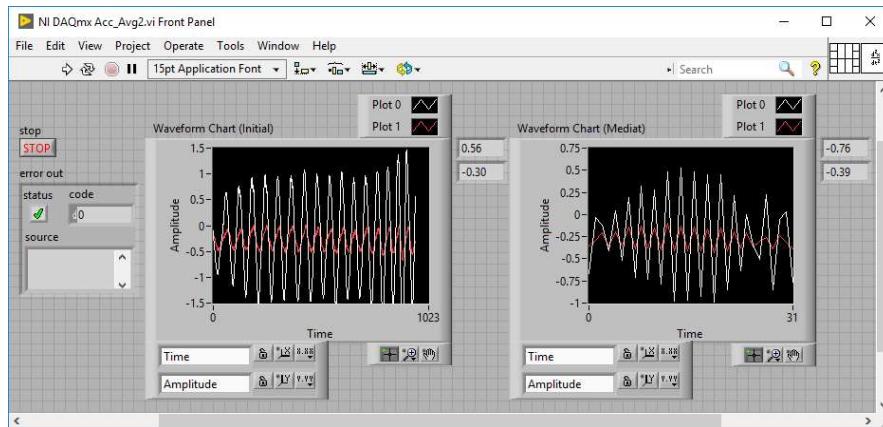


Figura 27 – Interfața cu utilizatorul pentru problema 3.b

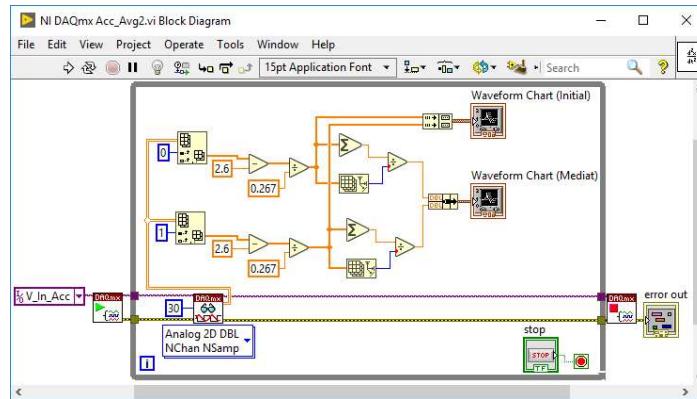


Figura 28 – Diagrama bloc pentru problema 3.b

4. Determinați timpul de execuție al unui VI implementat, utilizând funcția „*Tick Count*”.

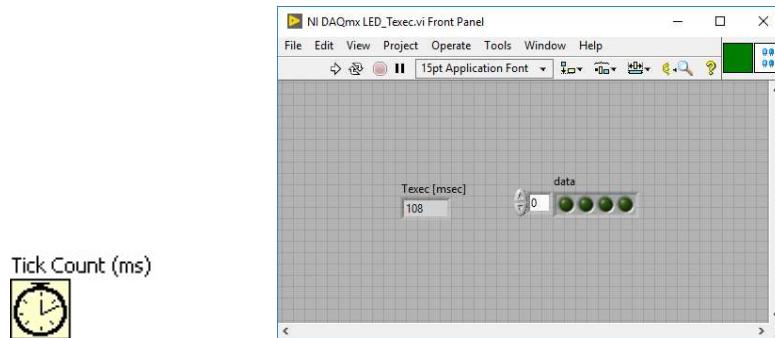


Figura 29 – Interfață cu utilizatorul pentru problema 4

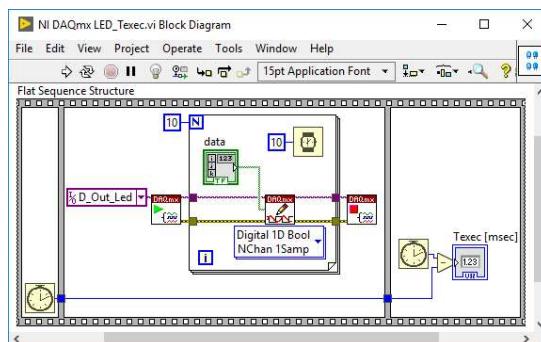


Figura 30 – Diagrama bloc pentru problema 4

☺ Explicați de ce este nevoie de structura „*Flat Sequence Structure*” pentru a implementa măsurarea timpului de execuție.

☺ Realizați un mouse-spațial 2D utilizând senzorul de acceleratie și funcțiile de deplasare ale mouse-ului puse la dispoziție de mediul LabVIEW™, iar butonul conectat la intrarea de numărător să fie echivalentul butonului din stânga al unui mouse obisnuit.

L3. Generatoare de semnale. Modularizare cu subVI-uri

Implementarea unor programe simple pentru generarea de semnale utilizând funcțiile incluse în LabVIEW™. Realizarea și utilizarea subVI-urilor în LabVIEW™. Utilizarea osciloscopului pentru vizualizarea semnalelor.

- Se vor realiza 1...8 subVI-uri care citesc senzorii atașați pe extensiile de la placa de achiziție USB-6009, utilizând VI-urile salvate în lucrarea 2. SubVI-urile nu vor include indicatoare grafice pentru afișare, acestea fiind înlocuite cu indicatoare digitale. Bucla *FOR* va avea control care să poată fi accesat din VI-ul în care se utilizează subVI-urile. Atenție nu utilizați bucla „*While*” în subVI-uri!

Justificați de ce trebuie să evităm bucla „*While*” în subVI-uri.

- Se vor edita icon-urile pentru fiecare VI realizat pentru a putea recunoaște ușor mărimea măsurată. Se vor realiza următoarele „*Icon-uri*”, de exemplu:



Figura 1 – „*Icon-uri*” care se vor edita

Editarea „Icon-ului” se face astfel: click dreapta cu mouse-ul pe „Icon-ul” din „Front Panel” și se selectează opțiunea „Edit Icon” ca și în figura următoare:

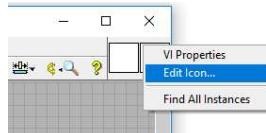


Figura 2 – Editarea „Icon-ului” la un VI

Se deschide fereastra de editare care include 4 tab-uri. Din acestea se folosește „*Icon Text*” pentru scrierea de text și „*Glyphs*” pentru utilizarea unor desene predefinite din biblioteca inclusă în LabVIEW™.



Figura 3 – Editarea „Icon-ului” la un VI, text

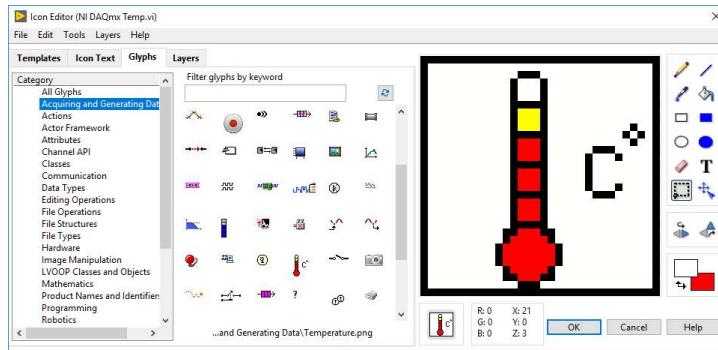


Figura 4 – Editarea „Icon-ului” la un VI, grafic

Editarea conectorului cu terminale se face astfel: click dreapta cu mouse-ul pe „Icon-ul” din „Front Panel” ca în figura următoare. Se deschide meniul de editare a conectorului cu terminale și se alege un tip de conector selectând opțiunea „Patterns”, în funcție de numărul de obiecte din panou care trebuie conectate.

La terminalele conectate avem acces din VI-ul principal, atunci când programul realizat pentru care se editează conectorul este apelat ca și subprogram (subVI). Se configurează proprietățile pentru fiecare terminal.

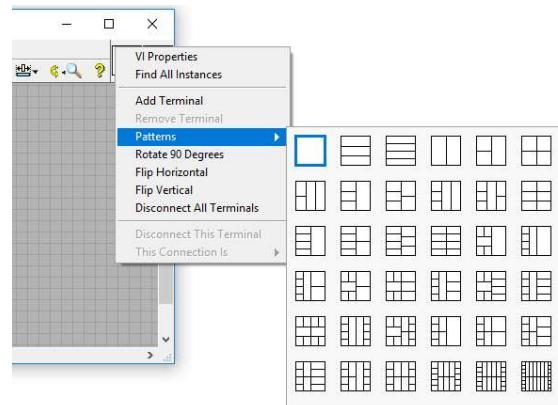


Figura 5 – Meniul pentru editarea conectorului cu terminale la un VI

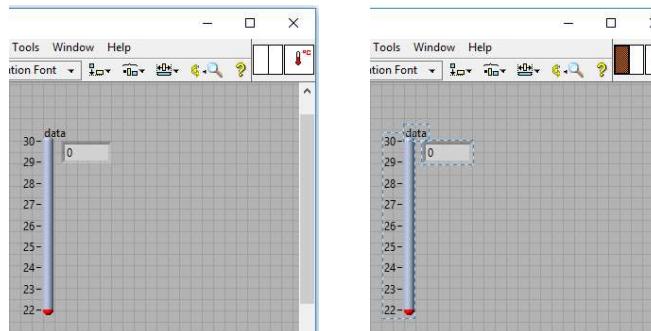


Figura 6 – Conectarea terminalelor la obiectele din interfața utilizator

Folosind unealta de fire selectată automat, se conectează fiecare terminal la un obiect din panou. Este singura situație în care unealta pentru fire se utilizează în „Front Panel”, în orice altă situație este utilizată doar în „Block Diagram”.

Alegerea tipului de terminal este importantă. Sunt trei opțiuni în funcție de care terminalele sunt vizualizate într-un anumit mod:

- *Required* – terminalul este **afişat cu bold** și trebuie conectat obligatoriu în diagramă (la un terminal de control sau la o constantă);
- *Recommended* – terminalul este afişat normal, se utilizează pentru configurare;
- *Optional* – terminalul este afişat cu gri, terminale utilizate rar .

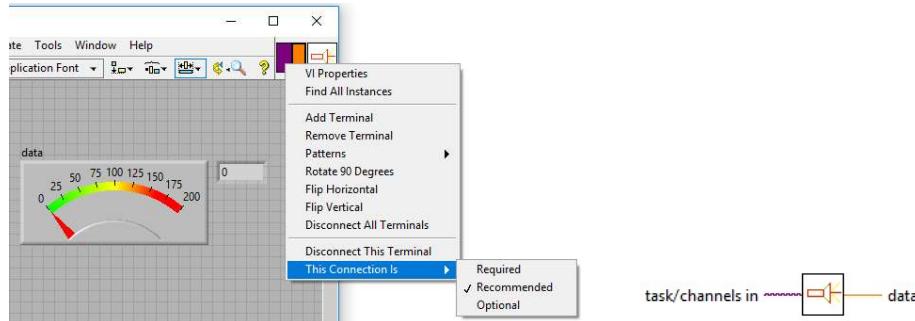


Figura 7 – Terminal configurat „Recommended”

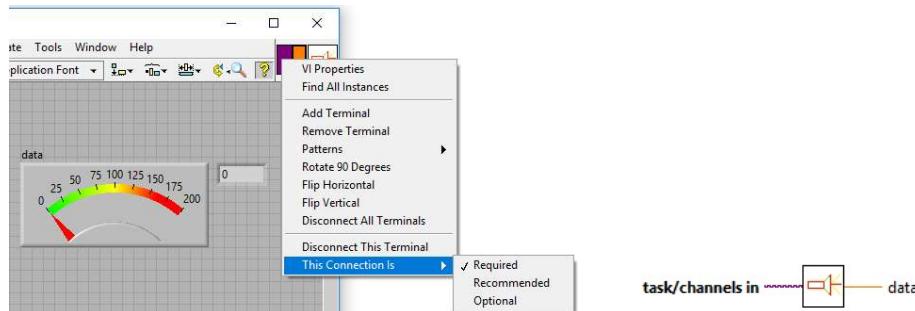


Figura 8 – Terminal configurat „Required”

3. Implementați un VI care să poată genera următoarele semnale, selectable de la un control de tip „Enum”: sinusoidal, rampă, triunghiular, dreptunghiular cu factor de umplere variabil.

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

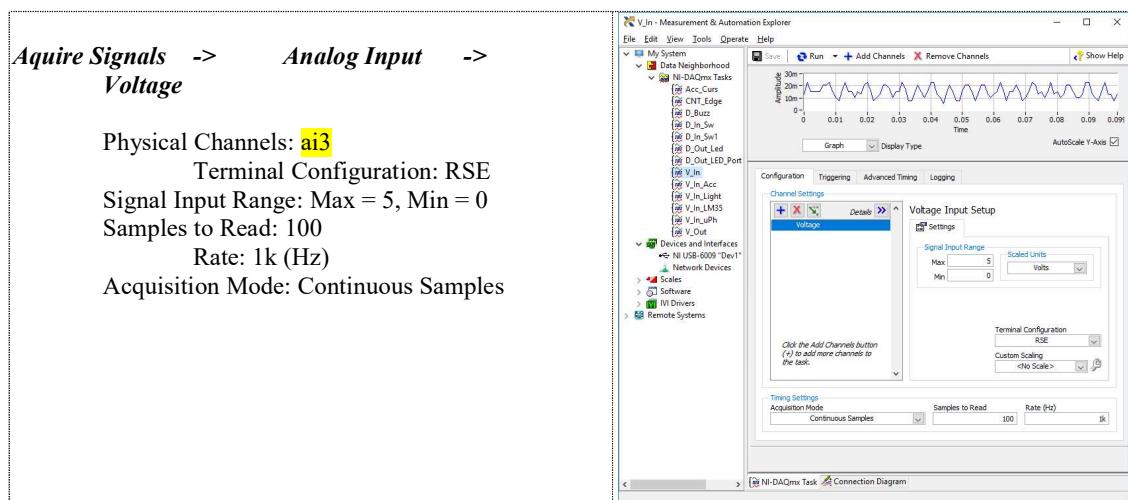


Figura 9 – Interfața de configurare din MAX pentru canalul analogic de intrare AI3

Pentru generarea semnalului se va folosi ieșirea analogică AO0. Semnalele se vor vizualiza pe osciloscopul din laborator (**TDS1012B** sau **DSO1012A**) și în paralel pe calculator prin utilizarea intrării analogice AI3. Numărul de puncte din care este compus un semnal să poată fi setat de către utilizator, de asemenea și frecvența semnalului.

Setările care vor fi făcute în task-ul definit în MAX sunt:

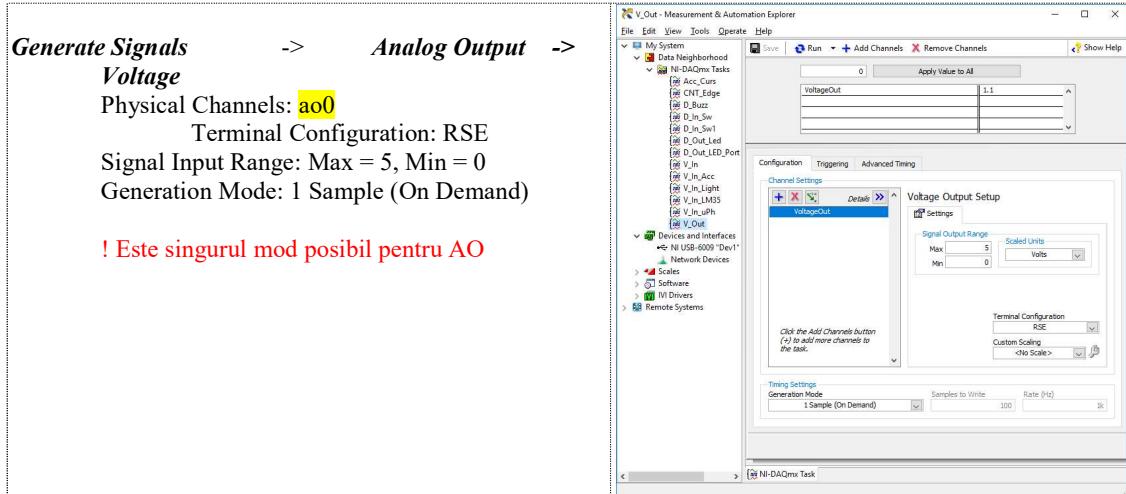


Figura 10 – Interfața de configurare din MAX pentru canalul analogic de ieșire AO0

O variantă de implementare este prezentată în figura următoare. Programul permite selectarea celor patru tipuri de forme de undă.

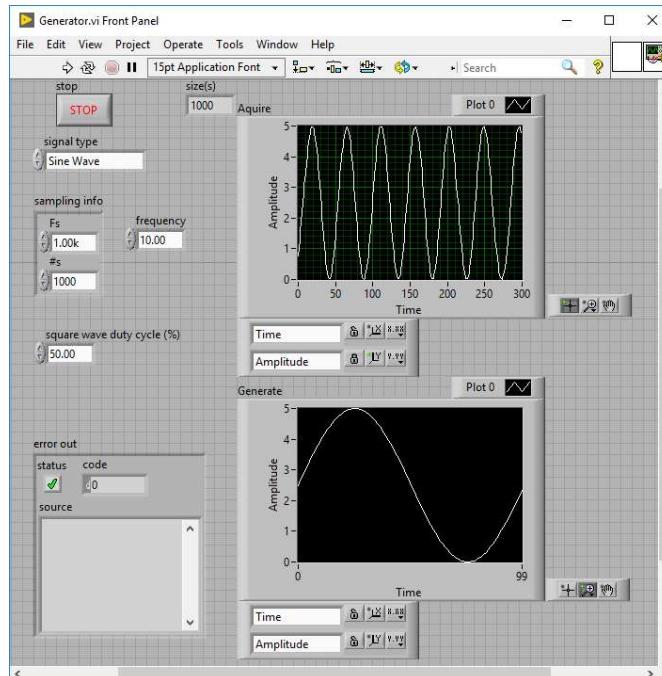


Figura 11 – Interfața cu utilizatorul pentru generatorul de semnal

Se utilizează un afișaj de tip grafic a cărui scală verticală este setată în domeniul 0...+5. Se vor selecta opțiunile „Digital Display”, „Scale Legend” și „Graph Palette”.

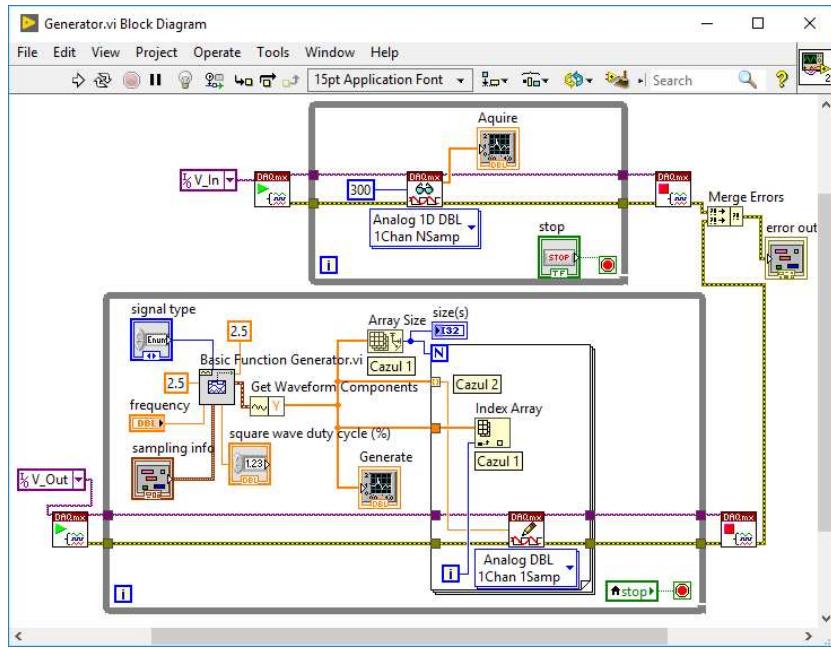


Figura 12 – Diagrama bloc pentru generatorul de semnal

Se poate modifica numărul de puncte pentru o perioadă și frecvența semnalului. Generatorul merge bine pentru frecvențe sub 50-100 Hz, însă la 100 Hz semnalul sinusoidal este foarte asemănător cu cel triunghiular, având un număr prea mic de puncte pentru o perioadă – 10 puncte în acest caz.

Notă: rata maximă de „update” a convertorului numeric analogic conectat la ieșirea AO0 este de 1000 Hz.

Domeniul de funcționare al ieșirii analogice a plăcii de achiziție USB-6009 este 0...+5V și este necesară deplasarea semnalelor generate, acestea fiind în domeniul: \pm , „Amplitudine”. Deplasarea semnalului se face cu valoarea „Amplitudine”, care se trece la intrarea de „Offset”.

A doua limitare a plăcii de achiziție USB-6009 este modul de generare punct cu punct, din vectorul generat cu valorile punctelor pentru o perioadă, fiind necesară extragerea fiecărui element într-o buclă care include și funcția analogică de scriere. Sunt două moduri echivalente de implementare:

- Varianta 1:** tunelul de intrare în bucla *FOR*, este configurat „Disable Indexing”. Folosind funcția „Array Size” precizăm de câte ori se execută bucla *FOR*; funcția „Index Array” care are ca parametru de intrare „i” numărul execuției buclei, extrage câte un element din vectorul de intrare și trimită valoarea numerică funcției de scriere analogică.

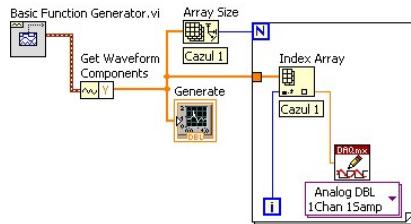


Figura 13 – Varianta 1, extragerea valorilor analogice de ieșire din vectorul generat

- b. **Varianta 2:** se folosește faptul că un tunel de intrare în bucla *FOR*, dacă este configurat „*indexat*”, precizează de câte ori se execută bucla. Fiecare execuție a buclei *FOR* extrage câte un element din vectorul de intrare și trimite valoarea numerică funcției de scriere analogică.

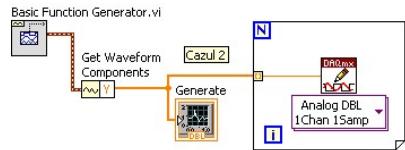


Figura 14 – Varianta 1, extragerea valorilor analogice de ieșire din vectorul generat

Modul de conectare al sondei osciloscopului pentru verificarea funcționării corecte a generatorului de semnal este prezentat în figura următoare. Dacă sonda se conectează pe AI3 atunci se poate vizualiza cu osciloscopul efectul filtrului trece jos implementat cu circuitul RC. Efectul filtrului este vizibil și în aplicația implementată (VI).



Figura 15 – Modul de conectare al osciloscopului

Semnalele vizualizate cu osciloscopul sunt prezentate în figura următoare.

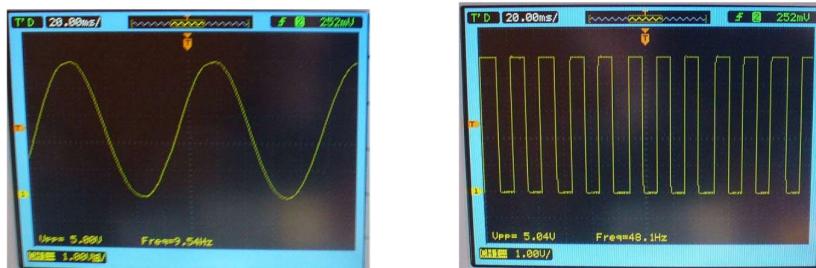


Figura 16 – Semnale preluate cu osciloscopul DSO1012A

Testați aplicația pe myRIO și determinați performanțele!

4. Implementați un VI care generează un semnal modulat în amplitudine și/sau frecvență. Vizualizați semnalul generat pe intrarea analogică AI3 a plăcii de achiziție și pe osciloscop.
5. Folosind VI-ul pentru generarea semnalului dreptunghiular și un osciloscop determinați care este timpul de creștere și de coborâre (*frontul crescător și descrescător*) pentru un set de 5 valori ale potențiometrului R21 de pe placă de extensie.

L4. Transmisia și recepția datelor prin RS232. Salvarea datelor în fișiere

Implementarea unor programe simple în LabVIEW™ pentru transmisia datelor citite de la placa de achiziție și recepția lor prin interfață serială RS232. Salvarea datelor măsurate sau primite prin comunicație serială în fișiere cu diferite formate.

1. Realizați un set de VI-uri pentru transmisia și recepția datelor prin interfață serială RS232. Valorile măsurate sunt de la unul din senzori: lumină, temperatură, acceleratie sau sunet.

😊 Se poate implementa și o variantă în care toată soluția este realizată într-un singur program care permite setarea direcției de comunicație (transmisie sau recepție).

Testați programul conectând 2 calculatoare între ele prin portul RS232 cu un cablu serial de tip *null modem*. Dacă testarea VI-urilor se realizează pe un singur calculator atunci se vor utiliza adaptoare de la portul USB la RS232, de exemplu: UC-232A. Acestea necesită instalarea unor drivere înainte de utilizare.



Figura 1 – Adaptor / convertor de la portul USB la RS232

VI-urile pentru protocoale de comunicație sunt grupate într-o fereastră de funcții numită „*Protocols*” pentru a fi ușor de accesat, fiind organizate după funcționalitate: intrări sau ieșiri pentru interfață cu semnalele, analiză de semnale etc.

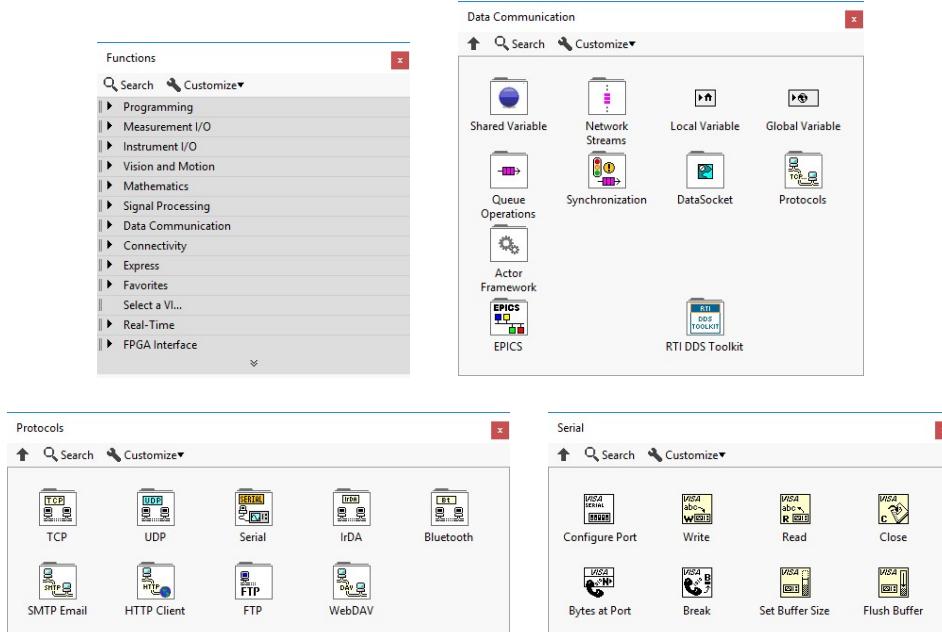


Figura 2 – Fereastra specifică pentru accesarea VI-urilor de comunicație serială

O variantă de implementare este prezentată în continuare: subVI-ul pentru citirea senzorului de lumină LX1972, VI-ul de transmisie a datelor și VI-ul de recepție a datelor.

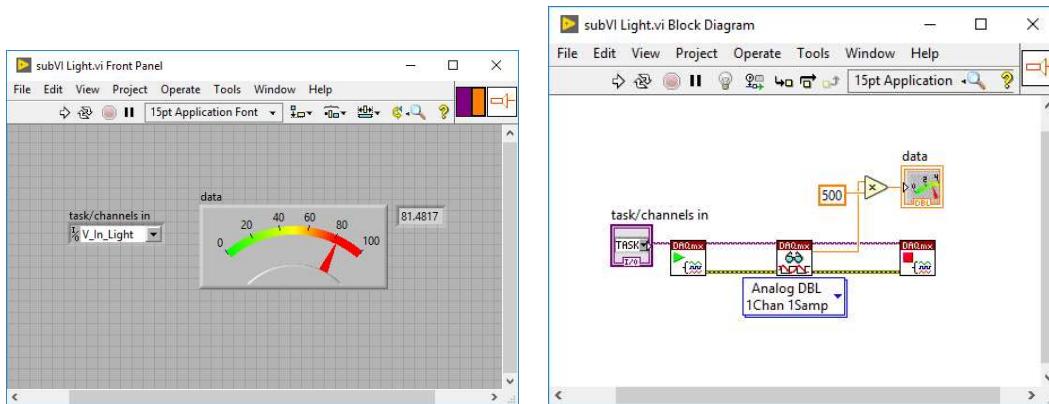


Figura 3 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, subVI-ul de citire a senzorului de lumină

VI-ul pentru transmisia datelor, citește date de la senzorul de lumină apelând subVI-ul anterior. Datele în format numeric reprezentate în dublă precizie (DBL) sunt convertite în sir de caractere cu două zecimale, pentru a nu genera pachete mari de date. Se concatenează datele convertite cu „ENTER” – constantă, pentru a fi ușor de delimitat și reconvertisit la recepție.

Portul pe care se realizează comunicația este COM7, configurat aşa cum este implicit (*default*) în biblioteca de funcții: 9600, 8-N-1.

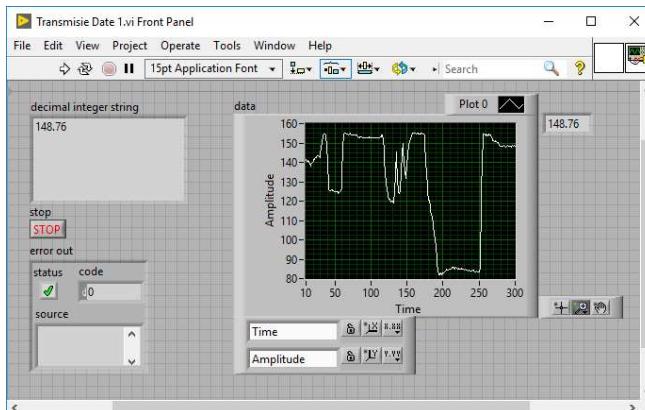


Figura 4 – Interfața cu utilizatorul pentru VI-ul de transmisie a datelor

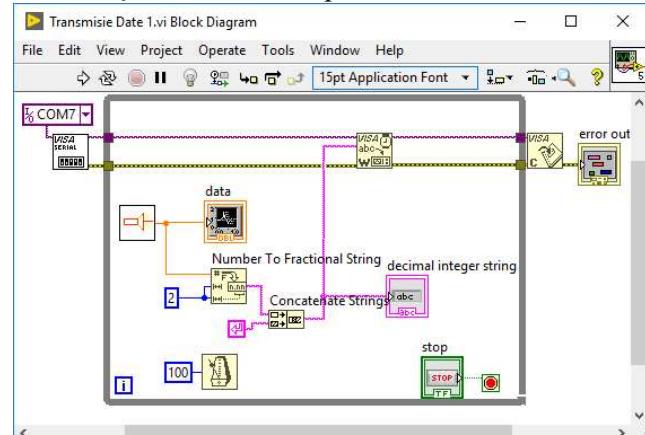


Figura 5 – Diagrama bloc pentru VI-ul de transmisie a datelor

VI-ul pentru receptia datelor, citește date de portul serial COM8 și trebuie să fie configurat identic cu portul din VI-ul de transmisie al datelor. Datele în format sir de caractere cu două zecimale sunt convertite în format numeric (DBL) și afișate grafic. Se observă că cele două grafice sunt identice.

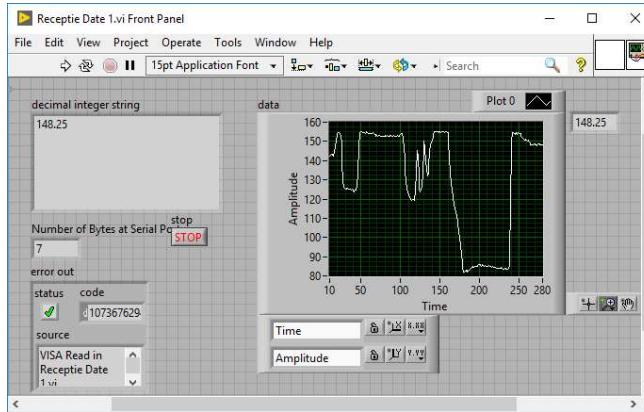


Figura 6 – Interfața cu utilizatorul pentru VI-ul de recepție a datelor

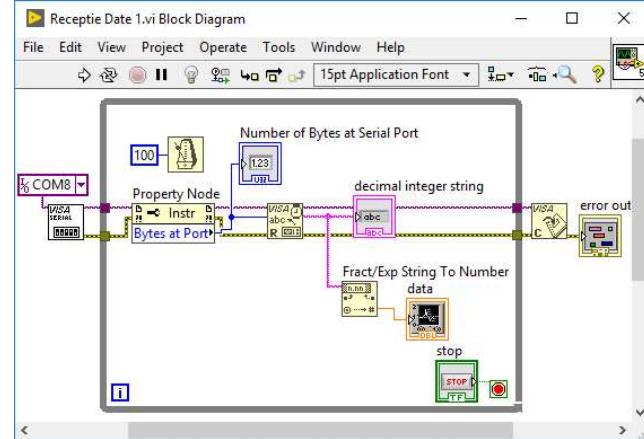


Figura 7 – Diagrama bloc pentru VI-ul de recepție a datelor

- Realizați un VI de transmisie și unul de recepție prin interfața serială RS232 pentru semnalul achiziționat de la microfon (SP0103).

O variantă de implementare este prezentată în continuare: subVI-ul pentru citirea datelor de la microfonul SP0103, VI-ul de transmisie a datelor și VI-ul de recepție a datelor:

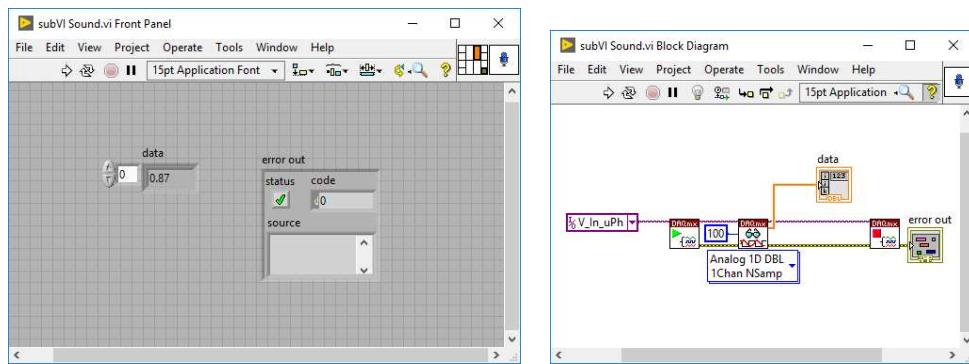


Figura 8 – Interfața cu utilizatorul și diagrama bloc, subVI-ul de citire a microfonului

VI-ul pentru transmisia datelor, citește date de la microfon apelând subVI-ul anterior. Datele în format numeric (DBL) sunt scalate, convertite în numere reprezentate ca și întregi, apoi sunt convertite în sir de caractere în bucla *FOR*. Implementați altă variantă în care să nu fie necesar să specificați numărul de execuții al buclei prin apelarea funcției *Array Size*.

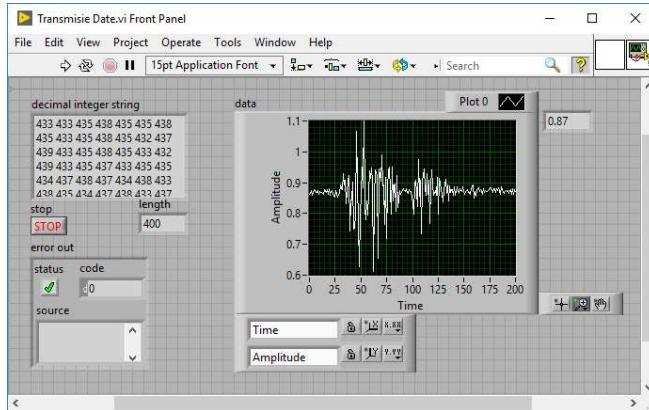


Figura 9 – Interfața cu utilizatorul pentru VI-ul de transmisie a datelor

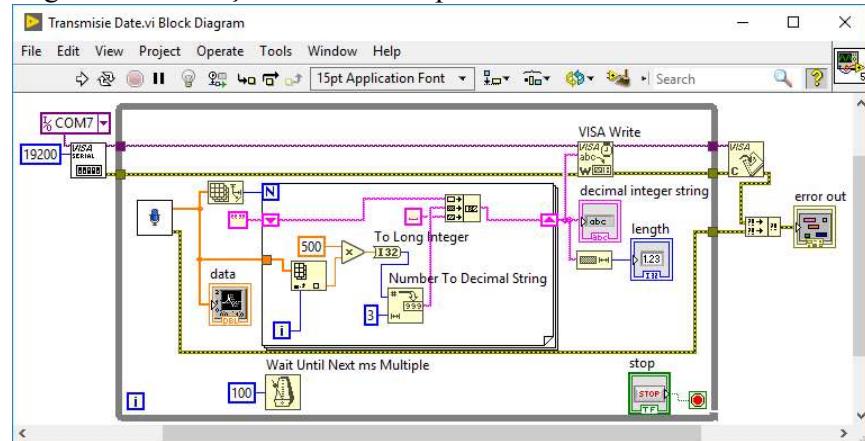


Figura 10 – Diagrama bloc pentru VI-ul de transmisie a datelor

VI-ul pentru receptia datelor, citește date de la portul serial COM8 și trebuie să fie configurat identic ca și în VI-ul de transmisie al datelor. Datele în format sir de caractere sunt convertite în format numeric (DBL) și afișate grafic. Se observă că cele două grafice sunt identice, dar pot să apară erori la transmisie datorită procesării incorecte a datelor.

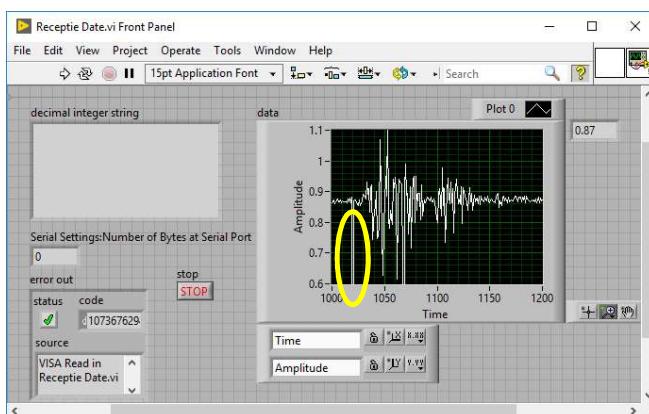


Figura 11 – Interfața cu utilizatorul pentru VI-ul de recepție a datelor

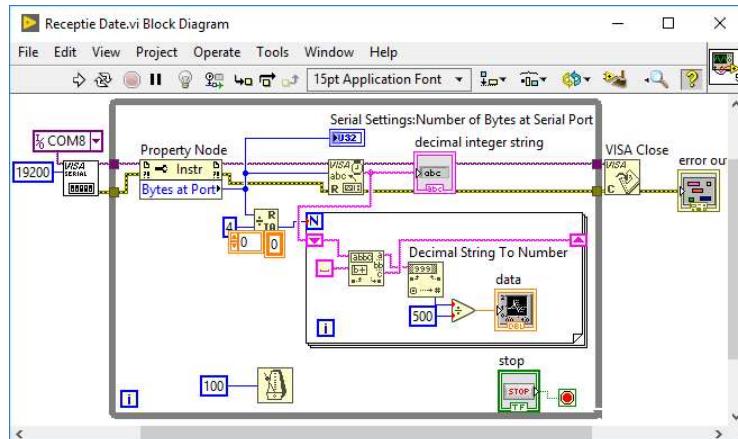


Figura 12 – Diagrama bloc pentru VI-ul de recepție a datelor

- Realizați un VI care utilizează subVI-ul de citire a unei mărimi (temperatură, intensitate luminoasă etc.) și un subVI de filtrare prin mediere, iar aplicația salvează datele la fiecare secundă în format ASCII.

(mm-dd-yyyy), h-m-sec, temperatură, temperatură_filtrată;

Se prezintă în continuare o variantă simplificată – completați varianta cu toate elementele cerute.

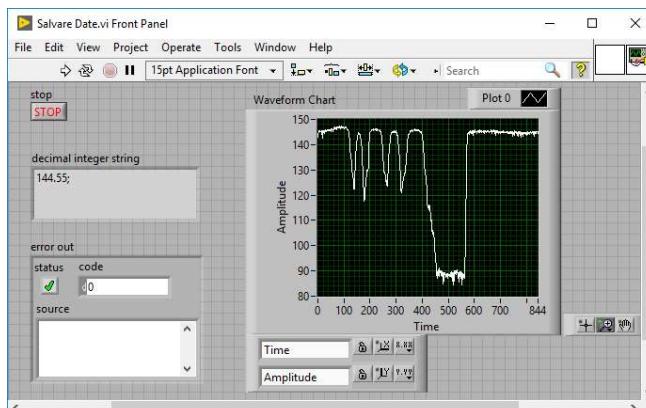


Figura 13 – Interfața cu utilizatorul pentru VI-ul de salvare a datelor în fișiere

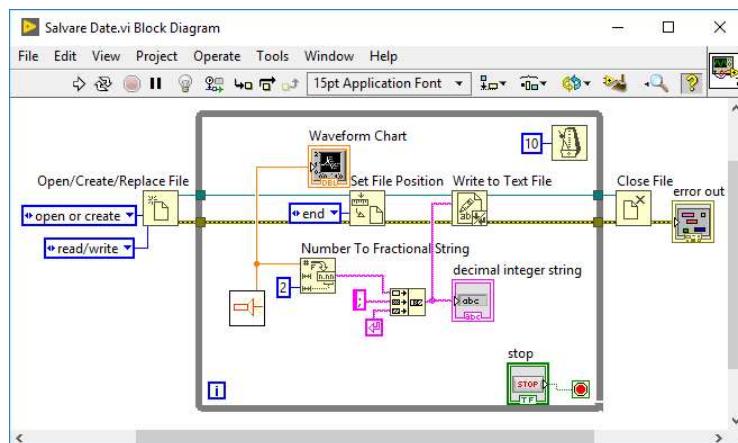


Figura 14 – Diagrama bloc pentru VI-ul de salvare a datelor în fișiere

4. Realizați un VI care citește datele din fișierul salvat și le afișează pe un indicator grafic.

VI-ul pentru citirea datelor, preia datele în format sir de caractere cu două zecimale și le procesează. Se extrag date „string” până la caracterul (;) și se face conversia în format numeric (DBL) pentru afișare grafică. Execuția programului se oprește automat atunci când au fost citite toate datele până la sfârșitul fișierului. Se observă că cele două grafice sunt identice în această implementare, deci procesarea a fost corectă.

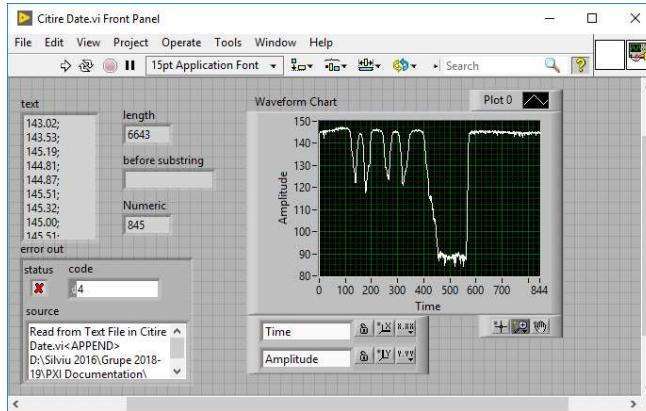


Figura 15 – Interfața cu utilizatorul pentru VI-ul de citire a datelor din fișiere

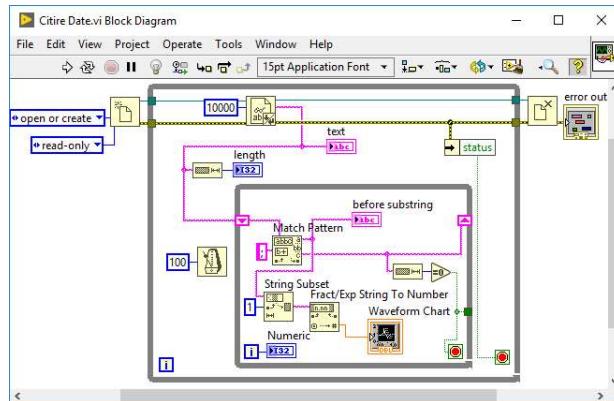


Figura 16 – Diagrama bloc pentru VI-ul de receptie a datelor din fișiere

L5. Implementarea unui regulator în LabVIEW™

Identificarea procesului. Acordarea regulatorului.

Implementarea în LabVIEW™ a unor programe pentru identificarea și reglarea unui proces termic. Familiarizarea cu diferite circuite și interfețe pentru realizarea unei sarcini rezistive comandate.

1. Se utilizează placa de achiziție USB-6009. Se vor realiza subVI-uri simple pentru:
 - a. Citirea tensiunii de ieșire de la senzorul LM35 și conversia în temperatură, exprimată în grade C,

$$T = U[V] \times 100 = [^\circ\text{C}], U_{\text{ADC}} [\text{V}]$$
 - b. Generarea unei comenzi de tip PWM, pe linia digitală P1.3, pe care este conectat LED-ul albastru ca și indicator;
 - c. Salvarea datelor într-un fișier text în formatul:
 Timp 1, comanda 1, temperatura masurată 1,
 Timp 2, comanda 2, temperatura masurată 2,
2. Se impune timpul de execuție al programelor (achiziția temperaturii, generarea comenzi și salvarea datelor în fișier text) la intervale selectable între 0.1...3.0 secunde.

Schema bloc de conectare pentru standul de reglare a temperaturii este prezentată în figura următoare:

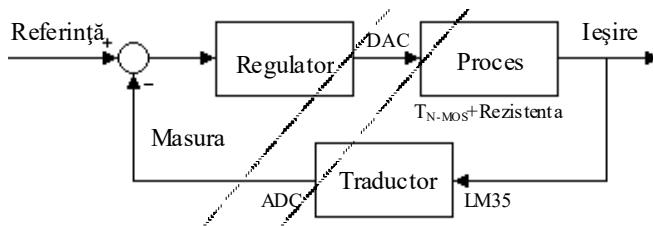


Figura 1 – Schema de conectare pentru reglarea de temperatură

Circuitul de comandă a rezistenței de încălzire de 50 ohmi, este implementat cu un tranzistor de tip N-channel TrenchMOS FET.

3. Verificați domeniul **minim** și **maxim** de funcționare pentru circuitul de comandă de tip PWM prin generarea unor valori succesive de ieșire și măsurarea cu multimetru digital sau vizualizarea cu osciloscopul.

VI-ul implementat oferă posibilitatea de stabilire a referinței de temperatură, afișarea grafică a mărimilor din proces (referință, comandă, temperatura masurată).

4. Implementați un regulator bipozițional, astfel:

```
if (Referință > Măsura) then Comanda = Timp_Max_1 logic;
Else Comanda = Timp_Min_0 logic;
```

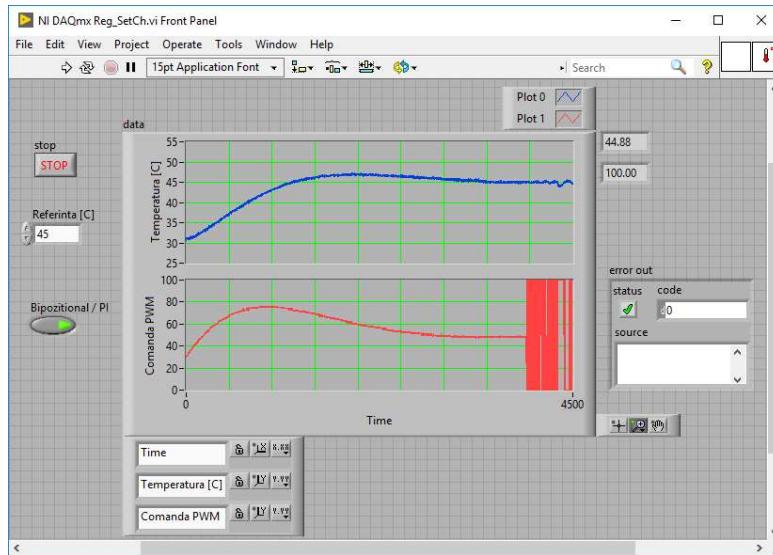


Figura 2 – Interfață cu utilizatorul pentru regulatoarele PI și bipozițional

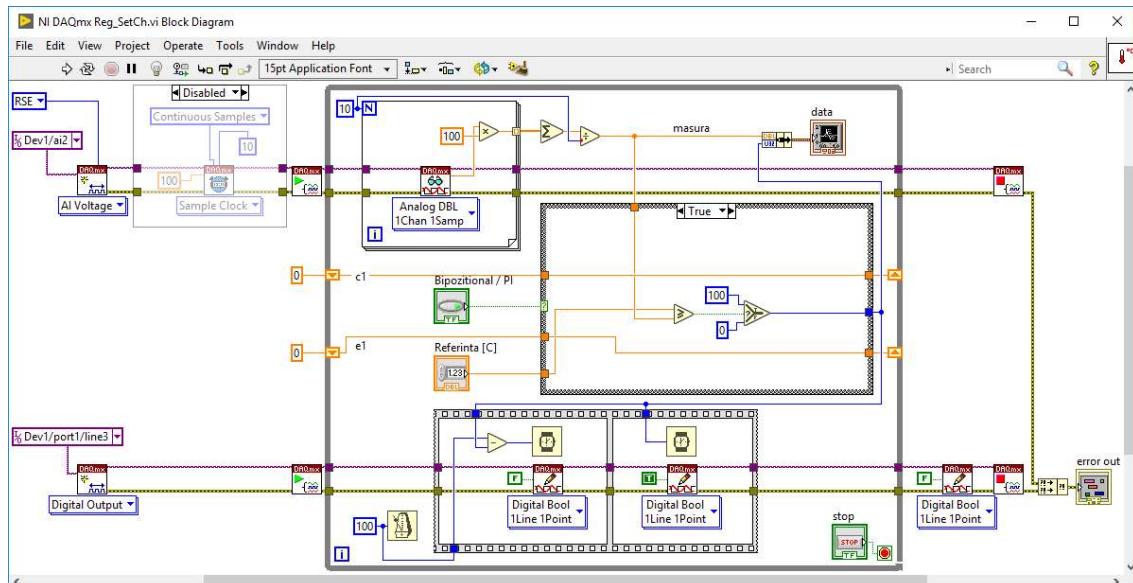


Figura 3 – Diagrama bloc pentru regulatorul bipozițional

5. Implementați un regulator bipozițional cu histerezis, astfel:

$$\begin{aligned} Eroarea &= Referință - Măsură; \\ \text{if } (Eroarea \geq 1) \text{ Comanda} &= Timp_Max_1\ logic; \\ \text{else if } (Eroarea < -1) \text{ Comanda} &= Timp_Min_0\ logic; \end{aligned}$$

Completați programul dat ca și exemplu astfel încât să puteți selecta dintr-un control de tip *Enum* (PI, bipozițional, BH) regulatorul dorit.

6. Ridicați răspunsul indicial pentru standul de reglare a temperaturii în una din următoarele situații: treapta de amplitudine 30%, 50% sau 70% din domeniul maxim de comandă, utilizând subVI-urile realizate la punctele 1.a, b și c.

7. Identificați procesul printr-o metodă învățată (de exemplu metoda grafică) și calculați un regulator PI (de exemplu prin impunerea unui timp de răspuns). Datele de intrare și ieșire pot fi normalizează. Comanda trebuie limitată în domeniul [Min, Max] acceptat de placa de achiziție. Se va obține o comandă de tipul:

$$c_k = c_{k-1} + n_1 \cdot e_k - n_2 \cdot e_{k-1}$$

unde: $n_{1,2}$ = sunt valori numerice constante, iar indicele k reprezintă momentul actual și indicele $k-1$ momentul anterior.

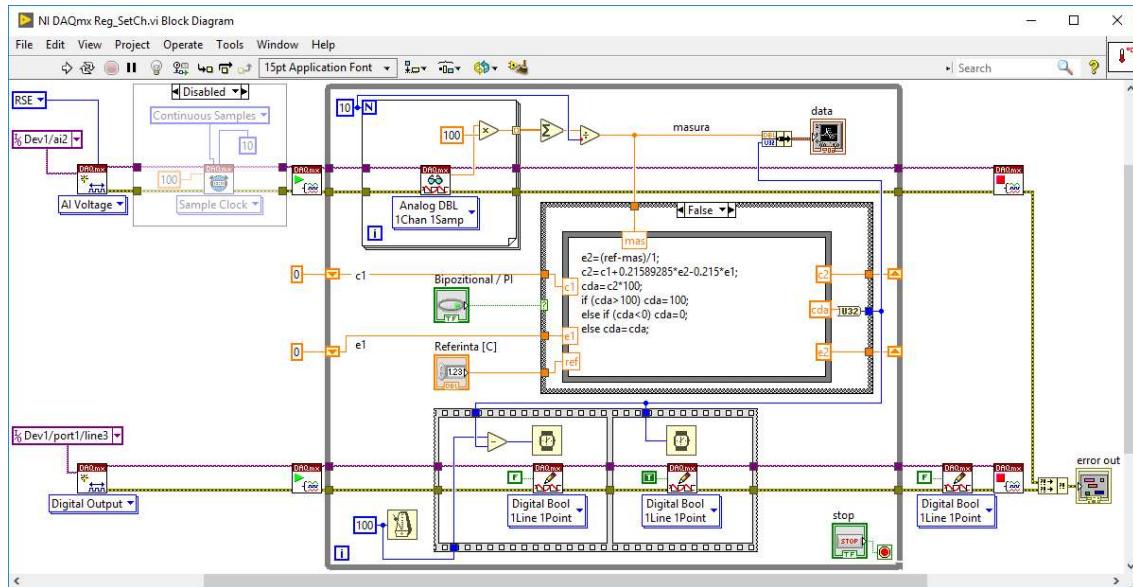


Figura 4 – Diagrama bloc pentru regulatorul PI

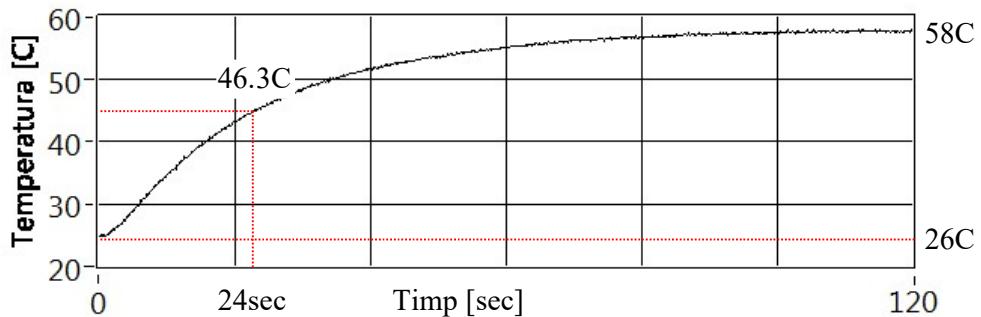


Figura 5 – Răspunsul la o treaptă, pentru comanda maximă

$$H_f(s) = \frac{k_f}{T_f \cdot s + 1}, \quad k_f = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{58 - 26}{1} = 32, \text{ am considerat o comandă maximă de } 100\%.$$

$$T_f \rightarrow 0.634 \cdot \Delta y + y_{init} = 0.634 \cdot 32 + 26 = 46.3[C], \quad T_f = 24[\text{sec}]$$

$$H_f(s) = \frac{32}{24 \cdot s + 1}$$

$$H_0(s) = \frac{1}{T_0 \cdot s + 1} = \frac{1}{35 \cdot s + 1} = \frac{H_R \cdot H_f}{1 + H_R \cdot H_f}, \text{ unde } T_0 \cong T_f / 10 = 2.4[\text{sec}], \text{ dar poate să fie mai mare.}$$

Notă: în continuare calculele sunt realizate pentru $T_0 = 35$ secunde, dar se vor refa pentru $T_0 = 3.5$ secunde, pentru care sistemul reglat va avea performanțe mai bune.

$$H_R(s) = \frac{1}{H_f} \cdot \frac{H_0}{1-H_0} = \frac{H_R \cdot H_f}{1+H_R \cdot H_f} = \frac{24 \cdot s + 1}{32} \cdot \frac{1}{35 \cdot s + 1} \cdot \frac{35 \cdot s + 1}{35 \cdot s} = 0.02143 + \frac{1}{1120 \cdot s},$$

unde $s = \frac{1-z^{-1}}{T_e}$, iar $T_e = 0.1$ secunde este perioada de eşantionare considerată în acest exemplu.

$$H_R = \frac{c}{e} = 0.02143 + \frac{0.1}{1120 \cdot (1 - z^{-1})}.$$

Rezultă: $c_k = c_{k-1} - 0.02143 \cdot e_{k-1} + 0.02152 \cdot e_k$ comanda pentru regulatorul calculat.

😊 Testați implementarea unui regulator pe myRIO folosind un led alb de putere medie de 0.5 W și o celulă solară utilizată în laborator.

L6. Achiziția de semnale cu myRIO™

L7. Generator de culori pe led-uri RGB cu myRIO™

L8. Levitație în câmp electromagnetic, control cu myRIO™

L9. Controlul poziției unui laser cu myRIO™

Bibliografie

1. National Instruments, “LabVIEW™ Basics I Introduction Course Manual”, Course Software Version 8.0, May 2006 Edition, Part Number 320628P-01
2. National Instruments, “LabVIEW™ Basics II Introduction Course Manual”, Course Software Version 8.0, May 2006 Edition, Part Number 320629P-01
3. Robert H. Bishop, “Learning with LabVIEW 2009”, Publisher: Prentice Hall, 2009, ISBN-13: 978-0132141314;
4. Peter A. Blume, “The LabVIEW Style Book”, Publisher: Prentice Hall; 1 edition (March 9, 2007), ISBN-13: 978-0131458352;
5. Ronald Larsen, “LabVIEW for Engineers”, Publisher: Prentice Hall; 1 edition (February 7, 2010), ISBN-13: 978-0136094296;
6. Robert H. Bishop, National National Instruments, “LabVIEW 2009 Student Edition, Publisher: Prentice Hall”, 1 edition (December 28, 2009), ISBN-13: 978-0132141291;
7. Editor: S. Folea, “Practical Applications and Solutions using LabVIEW™ Software”, InTech Education and Publishing, Austria, 2011, ISBN: 978-953-307-650-8.