

Aplicația III.2

PRELUCRAREA ȘI GENERAREA SEMNALELOR ANALOGICE

2.1. Scopul lucrării

În **aplicația III.1** s-a făcut precizarea că majoritatea semnalelor din lumea reală, fie că sunt supuse achiziției, fie că reprezintă comenzi pentru dispozitivele de acționare (elementele de execuție), sunt sub formă analogică. La ora actuală există o multitudine de dispozitive de acționare (s-a preferat această denumire în defavoarea celei de element de execuție, întrucât – prin modul său de concepție – dispozitivul de acționare constituie un sistem automat în sine), la care cerințele de comandă sunt fie în tensiune continuă – cu limite de variație standardizate – fie un curent continuu, cel mai frecvent cu variație între 4mA și 20mA.

De altfel, însăși *noțiunea de traductor* în accepțiunea seriei de standarde IEEE 1451 se referă la acele dispozitive care permit atât achiziția cât și comanda datelor de la / către lumea reală, capabile să fie “rețelizate” într-o manieră similară unei rețele de calculatoare.

Firmele producătoare de sisteme de achiziție / distribuție a datelor au oferte variate privind generarea comenzilor analogice, care țin seama de rata de înprospătare a ieșirilor analogice, numărul de canale analogice prezente simultan în ieșire, natura sarcinii pe care poate “debita” semnalul sistemul de distribuție respectiv etc. Pentru mai multe detalii privind astfel de sisteme – fie destinate numai achiziției de semnale analogice/numerice – fie numai pentru distribuția de comenzi analogice/numerice – fie sisteme multifuncționale înglobând toate funcțiile de mai sus, se pot studia ofertele unor firme de referință în acest domeniu.

În sistemele de automatizare complexe – conduse cu calculator – comenzile sunt elaborate sub formă numerică, urmând a fi convertite analogic prin intermediul unor convertoare numeric-analogice existente în structurile de distribuție a datelor.

Scopul lucrării este de a genera unui mediu extern calculatorului comenzi analogice de natura unor tensiuni continue sau cu o variație predefinită, folosind facilitățile de afișare și prelucrare ale mediului de dezvoltare **LabVIEW**.

2.2. Chestiuni de studiat

2.1. Se vor genera tensiuni continue pozitive în gama $0V \div 1,25V$, cu pas de modificare a tensiunii din $0,1V$ în $0,1V$.

2.2. Se vor genera tensiuni de formă sinusoidală și cosinusoidală, cu amplitudine variabilă în gama $0V \div 1,25V$ și frecvență variabilă în gama $0,1Hz \div 10 Hz$.

2.3. Schema de montaj și aparatura utilizată

Pentru generarea unor tensiuni continue și sinusoidale/cosinusoidale de joasă frecvență se va realiza montajul din fig.2.1, în care:

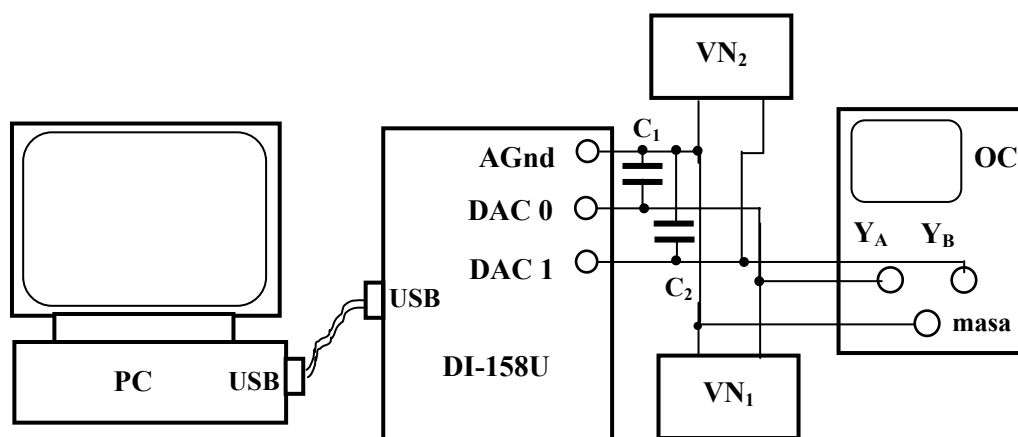


Fig.2.1. Schema montajului pentru generarea unor tensiuni analogice cu modulul DI-158U

PC – calculator personal pe care sunt instalate toate facilitățile software pentru rularea aplicațiilor în **LabVIEW** aferente modulului **DI-158U**;

VN₁, VN₂ – voltmetre numerice cu minimum $3^{1/2}$ digiți;

OC – osciloscop catodic pe care se pot vizualiza – folosind intrările de c.c. - atât semnale continue, cât și semnale alternative;

C₁, C₂ – condensatoare folosite ca filtre pasive trece-jos pentru a rejecta zgomotul de înaltă frecvență din ieșirile convertoarelor numeric-analogice ale modulului **DI-158U**.

2.4. Panoul frontal și diagrama aplicației

În cadrul lucrării se utilizează modulul multifuncțional de intrări-ieșiri analogice și numerice **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 configurat corespunzător, în acest scop efectuându-se operațiile – expuse detaliat – în **aplicația III.1**, secțiunea 4.

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

În această secțiune se vor detalia doar **frame**-urile din structura **Sequence** aferente generării tensiunilor continue, respectiv variabile (de tip sinusoidal și cosinusoidal) la ieșirile convertoarelor numeric-analogice **DAC 0** și **DAC 1**.

Structura **Sequence** pentru generarea tensiunilor continue are configurația din fig.2.2. Pentru a se realiza diagrama bloc, trebuie să se țină seama de elementele introduse în panoul frontal, împreună cu care lucrează această structură.

În consecință, se trece în panoul frontal în care se introduc două controale de tip **Knob** și două indicatoare de tip **Digital Indicator** - din paleta **Controls** >> **Numeric** - urmărindu-se aranjarea și denumirea lor în concordanță cu aspectul panoului frontal expus în fig.2.3. Evident, atunci când se revine în diagramă, elementele corespunzătoare din panoul frontal sunt dispuse pe poziții neconvenabile, în consecință se “trag” în locurile dorite, pentru a căpăta aspectul din fig.2.2.

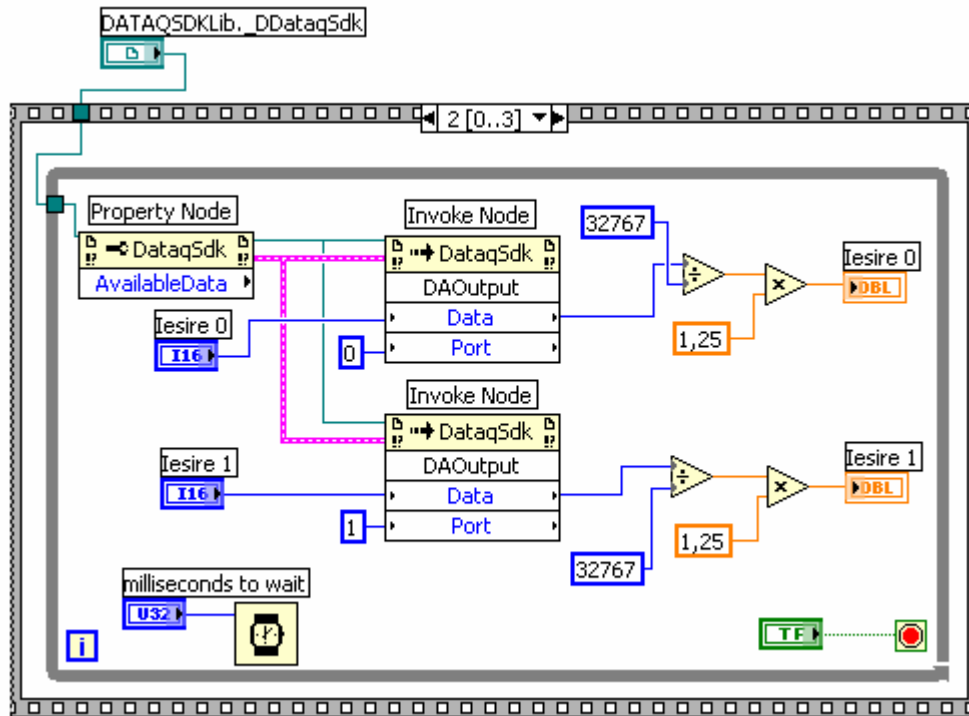


Fig.2.2. Configurația structurii **Sequence** pentru generarea tensiunilor continue

Întrucât modulul **DI-158U** lucrează cu date de tip integer pe 16 biți, iar cele două convertoare numeric-analogice **DAC 0** și **DAC 1** (a se vedea *ANEXA E*) au ieșirea în domeniul $0V \div 1,25V$, rezultă că gradarea celor două controale - denumite **Iesire 0** și **Iesire 1** - trebuie făcută între 0 și 32767. Pentru a avea corespondență între valorile generate la ieșirile convertoarelor și indicatoarele de pe panoul frontal, trebuie făcută scalarea; în acest scop, datele obținute de la controalele **Iesire 0** și **Iesire 1** sunt împărțite la 32767, rezultatul fiind înmulțit cu capătul domeniului (1,25[V]), astfel că indicatoarele plasate pe panoul frontal sub controale, vor afișa un număr echivalent

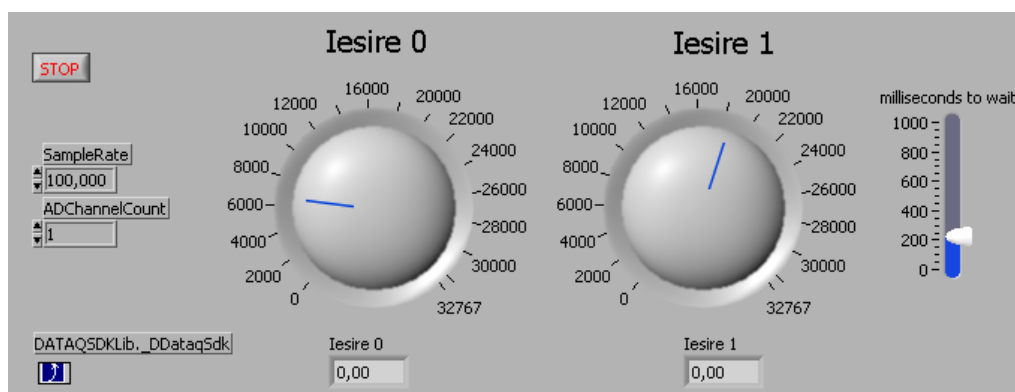


Fig.2.3. Panoul frontal al aplicației pentru generarea tensiunilor analogice continue

tensiunii analogice din ieșirea corespunzătoare a convertorului (**Iesire 0** pentru **DAC 0**, respectiv **Iesire 1** pentru **DAC 1**).

Pentru definitivarea diagramei bloc din fig.2.2 trebuie parcurși – în continuare – următorii pași:

- se trag, în structura **Sequence**, un **Property Node** și două **Invoke Node** din paleta **Functions** >> **Communication** >> **ActiveX**, la **Property Node** alegându-se proprietatea **AvailableData**, iar la **Invoke Node**-uri metoda **DAOutput**, moment în care **Invoke Node**-ul se completează cu căsuțele **Data** și **Port**;

- primul **Invoke Node** este configurat pentru **DAC 0**, în consecință se conectează constanta **0** la intrarea **Port** și **Iesire 0** la intrarea **Data**, în mod similar făcându-se conexiunile pentru cel de-al doilea **Invoke Node**, care este destinat lui **DAC 1**, cu adresa **1** atașată intrării **Port** și **Iesire 1** conectată la **Data**;

- se construiește bucla **While** (dacă aceasta nu a fost anterior realizată) accesând paleta **Functions** >> **Structures** >> **While Loop**, se inserează în panoul frontal butonul **STOP** din paleta **Controls** >> **Boolean**, iar prin revenirea în diagramă se alege opțiunea **Stop If True**;

- se plasează în diagramă obiectul **wait(ms)** din paleta **Functions** >> **Time & Dialog**, iar în panoul frontal se “trage” un control de tip **Vertical Pointer Slide** din paleta **Controls** >> **Numeric**, căruia i se atașează eticheta **milliseconds to wait**;

- se plasează în diagramă – din paleta **Functions** >> **Numeric** - obiectele **Divide**, **Multiply** și **Numeric Constant**, folosite pentru scalarea afișării pe indicatoarele locale, plasate pe panou - de tip **Digital Indicator** – cu etichetele **Iesire 0**, respectiv **Iesire 1**.

Dacă sunt efectuate toate operațiile de mai sus – nu neaparat în ordinea specificată – diagrama arată ca în fig.2.2, iar săgeata **Run** a barei de comenzi devine continuă, simbolizând că structura **Sequence** nu are erori.

Aplicația poate fi rulată prin acționarea butonului **Run** de pe bara de comenzi a panoului frontal și oprită din butonul **STOP**.

NOTĂ. Este posibil ca, la comanda **Run** aplicația să nu genereze tensiuni la ieșirile **DAC 0** și **DAC 1**, deși indicatoarele locale **Iesire 0** și **Iesire 1** își modifică valoarea

prin acționarea controalelor **Iesire 0** și **Iesire 1**. Acest fenomen este frecvent la modulul **DI-158U** și se datorează problemelor de comunicație proprii modulului. În consecință, mai întâi se verifică dacă portul serial **COM** este scris corect în **string**-ul din secvența **Configurare dispozitiv**, apoi se reia procedura **Run** urmată de **STOP** până la pornirea aplicației.

Structura **Sequence** pentru generarea tensiunilor analogice variabile de formă sinusoidală și cosinusoidală are configurația din fig.2.4. Pentru a se realiza diagrama bloc, trebuie să se țină seama de elementele introduse în panoul frontal suplimentare față de aplicația precedentă, ca și de cele din diagramă necesare generării și scalării semnalelor variabile.

În consecință, prima operație cu care se demarează construcția aplicației este deschiderea unui nou **VI**, în care, prin procedee cunoscute **Copy / Paste**, se aduce întocmai aplicația precedentă. La acest **VI**, în panoul frontal se adaugă un indicator grafic de tip **Waveform Chart** din paleta **Controls >> Graph** și un **Vertical Pointer Slide** din paleta **Controls >> Numeric**, cărui i se atașează eticheta **Frecv**. De asemenea, având în vedere tipul de date pe care modulul **DI-158U** le acceptă la intrările celor două convertoare numeric-analogice **DAC 0** și **DAC 1**, se schimbă valoarea maximă a controalelor **Iesire 0** și **Iesire 1** cu numărul **16384** (număr întreg care reprezintă jumătatea valorii de la aplicația anterioară). Prin aranjarea corespunzătoare a elementelor nou introduse, panoul frontal va avea aspectul din fig.2.5.

Se revine în diagramă aranjându-se convenabil cele două elemente nou introduse în panoul frontal, după care se procedează la construcția părții de generare a semnalelor sinus și cosinus. Se parcurg următorii pași:

- din paleta **Functions >> Numeric >> Trigonometric** se trag în diagramă obiectele **Sine** și **Cosine**, capabile să genereze funcțiile trigonometrice sinus și cosinus prin puncte, dacă la intrare se aduce o valoare $2\pi/N$, unde N reprezintă – în acest caz - numărul de puncte prin care se generează o perioadă a funcției. În cazul aplicației cu diagrama din fig.2.4 s-a ales $N=100$, de aceea s-au tras obiectele 2π din paleta **Functions >> Numeric >> Additional Numeric Constants**, respectiv **Numeric Constant**, căreia i s-a atribuit valoarea **100**;

- întrucât ciclul buclei **While** se repetă cu frecvența ceasului intern al **PC**-ului, pentru modificarea frecvenței semnalelor generate s-a procedat la împărțirea acesteia la valoarea (reglabilă) a controlului **Frecv**, astfel că – la ieșirea blocului **Multiply** - se obțin valorile $(2\pi/100) \cdot i$ la intervale $i/Frecv$, de aceea, pentru sincronizarea corectă a aplicației, trebuie să se atribuie la rulare controlului **Frecv** valori divizori ai numărului **100**;

- cum valorile generate de primitivele **Sine** și **Cosine** au domeniul de variație $[-1; +1]$, pentru concordanța cu cerințele modulului **DI-158U** se procedează la multiplicarea ieșirilor cu controalele **Iesire 0**, respectiv **Iesire 1**, și adăugarea componentei continue a semnalelor, astfel că la ieșirile primitivelor **Add** se obțin valori numerice cu domeniul de variație $0 \dots 32768$;

- se șterg conexiunile - din vechea diagramă – dintre controalele **Iesire 0** și **Iesire 1** către intrările **Data** ale **Invoke Node**-urilor, aducându-se corespunzător ieșirile din sumatoarele terminale;

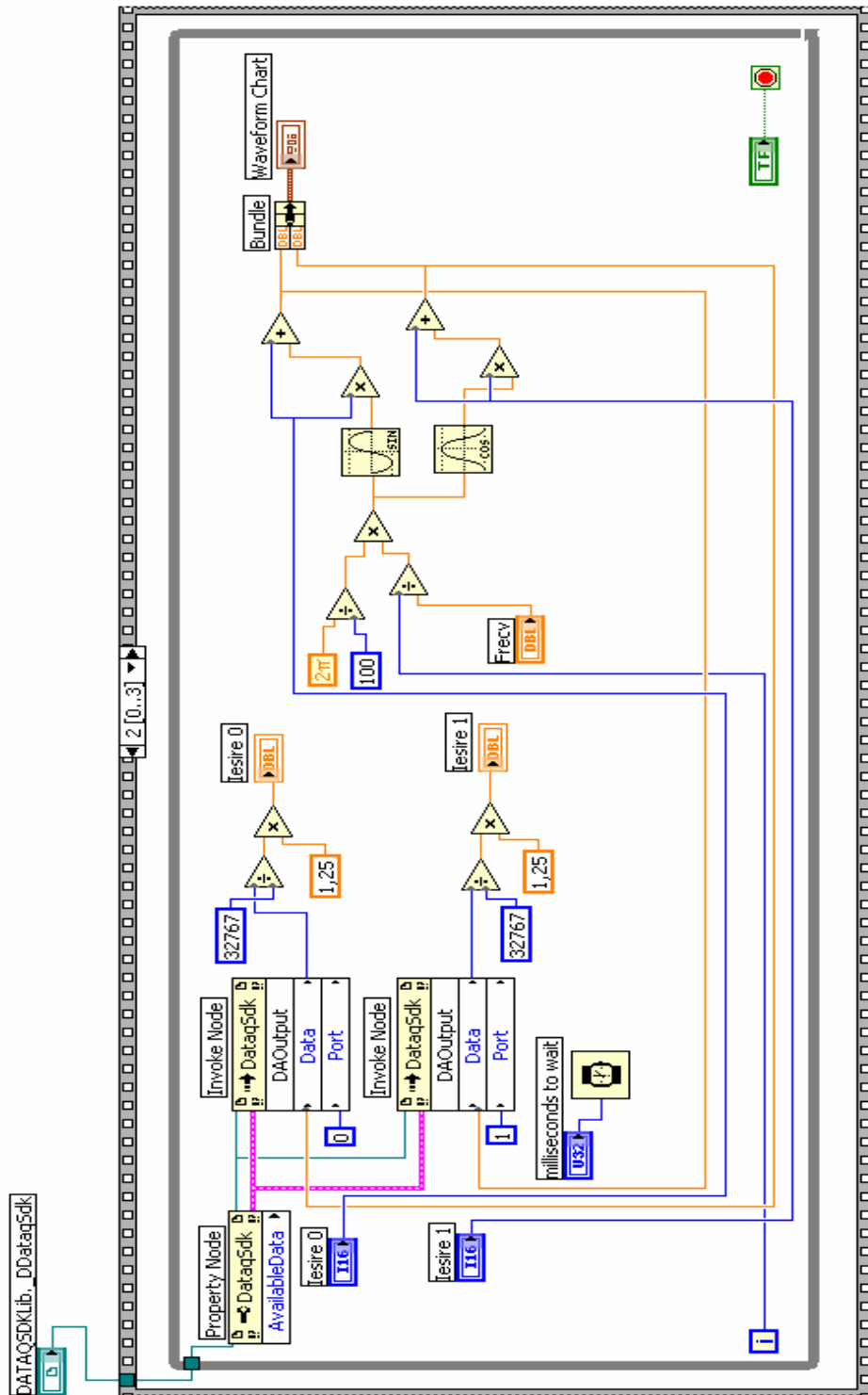


Fig.2.4. Configurația structurii **Sequence** pentru generarea tensiunilor analogice variabile de formă sinusoidală și cosinusoidală

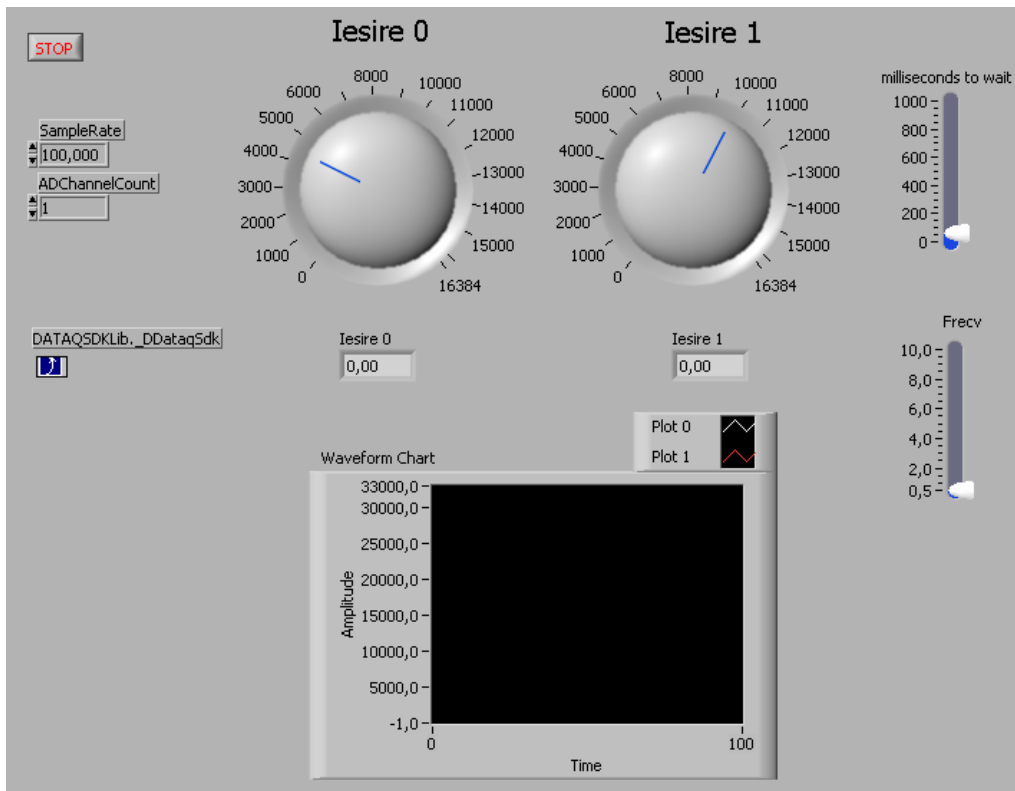


Fig.2.5. Panoul frontal al aplicației pentru generarea tensiunilor analogice variabile de formă sinusoidală și cosinusoidală

- pentru afișarea locală a semnalelor generate (sinus și cosinus) se adaugă în diagramă un obiect **Bundle** tras din paleta **Functions >> Cluster**, se mărește dimensiunea acestuia la 2 intrări și se realizează conexiunile în concordanță cu fig.2.4. Dacă sunt efectuate toate operațiile expuse anterior, aplicația este funcțională și poate fi rulată din butonul **Run** de pe bara de comenzi, oprirea făcându-se din butonul **STOP** plasat pe panoul frontal.

2.5. Modul de lucru și prezentarea rezultatelor

În cadrul lucrării se va urmări funcționarea montajului din fig.2.1 în conformitate cu cerințele impuse la chestiuni de studiat (secțiunea 2), 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.2.1, se poziționează ambele voltmetre numerice (VN_1 și VN_2) pe tensiuni continue, pe scara de 2V, iar osciloscopul catodic se pune în modul **CHOP-at**, **DUAL** (două spoturi), trigger-are pe **DC** (curent

continuu), ambele intrări poziționate pe **DC** cu trasa inițială pe linia mediană a ecranului.

După pornirea aplicației destinate generării tensiunilor analogice continue prin **Run** de pe bara de comenzi a panoului frontal, care se manifestă prin modificarea indicațiilor pe VN_1 și VN_2 , respectiv prin schimbarea poziției spoturilor pe ecranul osciloscopului, la modificarea calitativă a controalelor **Iesire 0** și **Iesire 1**, se procedează la efectuarea de măsurări cantitative, în felul următor:

- se fixează ambele controale (**Iesire 0** și **Iesire 1**) pe poziția limită inferioară, adică la valoarea **0**, moment sesizat de indicatoarele de pe panou (**Iesire 0** și **Iesire 1**) prin afișarea valorii **0,00**;

- se modifică – pe rând - controalele **Iesire 0**, respectiv **Iesire 1**, până când indicatoarele corespunzătoare, aflate pe panou frontal, afișează **0,10**; se repetă această operație până la atingerea indicației **1,25** pe ambele indicatoare locale;

- la fiecare valoare fixată conform procedurii de mai sus se notează indicațiile voltmetrelor numerice VN_1 și VN_2 ;

- se oprește aplicația prin comanda **STOP** de pe panoul frontal și se salvează în directorul aferent grupei, cu denumirea **generare semnale analogice_[nume / prenume student]_[grupa].vi**.

Rezultatele se trec în tabelul 2.1, la care eroarea ε_i se calculează cu relația:

$$\varepsilon_i[\%] = \frac{|VN_i - Iesire\ 0/1_i|}{1,25} \cdot 100 \quad (2.1)$$

unde i este numărul determinării.

Tabelul 2.1

Nr.determinării	1	2	3	4	5	...	14
Iesire 0	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40		1,25
Iesire 1	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40		1,25
VN_1 [V]							
VN_2 [V]							
ε_i [%] DAC 0							
ε_i [%] DAC 1							

5.2. Se realizează aplicația destinată generării tensiunilor analogice variabile de formă sinusoidală și cosinusoidală conform precizărilor amănunțite din secțiunea 4, partea a doua. Se fixează voltmetrele numerice pe Vc.a., osciloscopul catodic rămânând cu setările din aplicația precedentă.

După pornirea aplicației prin comanda **Run** din panoul frontal, se modifică calitativ controalele **Iesire 0**, **Iesire 1** și **Frecv**, observându-se efectul pe ecranul osciloscopului. Întrucât remanența spotului la osciloscoapele uzuale este redusă, trebuie alese frecvențe apropiate de limita superioară (10 Hz), ca și amplitudini în jurul valorii de $1V_{VV}$ (indicele VV are semnificația vârf la vârf). S-a făcut precizarea că modulul **DI-158U** are domeniul de ieșire a **DAC 0** și **DAC 1** în limitele 0V ... 1,25V, așa încât nu pot fi obținute semnale variabile decât între aceste limite.

Rezultatele se trec într-un tabel asemănător tabelului 2.1, cu observația că imaginile de pe osciloscopul catodic sunt doar calitative, acesta având o precizie de măsurare a amplitudinii – respectiv frecvenței – inferioară voltmetrelor numerice, respectiv indicatorului grafic de pe panoul frontal.

La terminarea determinărilor, se închide aplicația din comanda **STOP** aflată pe panoul frontal, aceasta salvându-se în directorul aferent grupei sub denumirea de **generare semnale sinus si cosinus_[nume/prenume student]_[grupa].vi**.

2.6. Concluzii, observații, chestionar

În cadrul referatului întocmit la lucrare se va pune accentul pe posibilitățile de generare a tensiunilor analogice (continue și alternative) folosind modulul **DI-158U**.

Se va analiza precizia conversiei numeric-analogice prin interpretarea erorilor calculate cu relația (2.1), raportată și la precizia de măsurare a voltmetrelor numerice VN_1 și VN_2 .

Se va răspunde la următoarele întrebări:

6.1. Este posibilă modificarea software a plajei de variație pentru tensiunile analogice generate folosind modulul **DI-158U**? În cazul unui răspuns afirmativ, precizați cum trebuie procedat.

6.2. În documentația de produs se face precizarea că **DAC 0** și **DAC 1** au rezoluția de 12 biți. Cum poate fi verificată această afirmație pe baza rezultatelor obținute cu ajutorul primei aplicații?

6.3. Cum influențează valorile condensatoarelor C_1 și C_2 , plasate în ieșirile convertoarelor **DAC 0** și **DAC 1**, frecvența maximă a semnalelor variabile generate pe baza celei de-a doua aplicație? Credeți că se poate renunța la aceste condensatoare, și -dacă răspunsul este afirmativ – în ce situație?