

## Aplicația II.6

# **SIMULAREA ACHIZIȚIEI DE DATE DE LA PROCESE INDUSTRIALE UTILIZÂND INSTRUMENTE VIRTUALE LABVIEW**

### **6.1. Scopul lucrării**

Una dintre caracteristicile importante ale **LabVIEW** este aceea că dispune de facilități care permit implementarea, sub formă de instrumente virtuale, a aparatelor și dispozitivelor ce sunt utilizate pentru achiziționarea, prelucrarea și interpretarea datelor provenind de la cele mai diverse tipuri de surse de semnale, între care senzorii și traductoarele folosite pentru monitorizarea și conducerea proceselor industriale ocupă un loc central.

În acest sens, **LabVIEW** conține numeroase exemple de **VI-uri** și **subVI-uri** cu ajutorul cărora, prin interfațare adecvată cu senzori și traductoare fizice, care echipează efectiv instalații industriale, se pot realiza sisteme de achiziție și prelucrare de date cu funcții și performanțe similare echipamentelor electronice care integrează toate opțiunile pentru a funcționa de sine-stătător, sau sunt conectabile la calculatoare programabile prin limbaje textuale.

Scopul prezentei lucrări este acela de a ilustra posibilitățile pe care le oferă **LabVIEW** în acest domeniu, prin intermediul unei aplicații concrete: achiziția și prelucrarea datelor de la un senzor de temperatură. În această etapă, senzorul de temperatură și interfața acestuia vor fi realizate prin simulare, folosind, de asemenea, module existente în biblioteca de exemple din dotarea **LabVIEW**. Pe baza cunoștințelor acumulate în cadrul acestei lucrări, într-o etapă ulterioară se vor putea dezvolta aplicații de achiziție și prelucrare de date din procese reale folosind senzori și traductoare industriale.

Utilizând mediul de programare grafică **LabVIEW 6.1** se va crea, în acest scop, un instrument virtual denumit **Simulator achizitie temperatura**.

### **6.2. Funcțiile VI-ului pentru achiziția și prelucrarea datelor de la un senzor de temperatură**

Pentru crearea unui **VI** care să corespundă scopului enunțat, funcțiile pe care acesta trebuie să le îndeplinească trebuie să fie similare cu cele ale sistemelor uzuale de monitorizare a proceselor industriale și sunt menționate în cele ce urmează:

- a) simularea senzorului de temperatură;

- b) prevederea unui modul de interfață care să transmită datele la dispozitivele de afișare și de prelucrare;
- c) dotarea cu dispozitive pentru afișarea temperaturii curente (analog/digital), pentru memorarea și afișarea graficului evoluției temperaturii pe o anumită perioadă de timp (similar cu un înregistrator cu bandă de hârtie);
- d) posibilitatea impunerii unor valori limită maximă și a unei valori limită minimă care să poată fi evidențiate pe dispozitivul de afișare a graficului și prevederea unor dispozitive de avertizare în cazul în care valoarea curentă iese din cadrul limitelor stabilite;
- e) prelucrarea valorilor de temperatură achiziționate, a căror variație este aleatoare, în vederea determinării unor parametri care să caracterizeze evoluția temperaturii, precum valoarea medie și dispersia, cu posibilitatea afișării și actualizării lor;
- f) calcularea și afișarea graficului histogramei temperaturii pe baza evoluției în timp a acesteia.

**VI**-ul va trebui să realizeze funcțiile și operațiile de prelucrare necesare utilizând mijloacele puse la dispoziție de către **LabVIEW**, care sunt cuprinse în barele de meniuri și de butoane, în paletele de controale, de funcții și de unelte, precum și în subpaletele acestora. În plus, se va face apel la o serie de **subVI**-uri, care au fost create și se găsesc în diferitele aplicații existente în biblioteca de exemple și care pot fi selectate alegând cu atenție domeniile corespunzătoare.

### 6.3. Panoul frontal al VI-ului

Ținând seama de funcțiile menționate la punctul **6.2**, a fost conceput panoul frontal reprezentat în fig.6.1, care conține controalele și indicatoarele necesare pentru executarea comenzilor și afișarea rezultatelor aferente operațiilor pe care le implică realizarea acestor funcții.

După cum se poate observa, obiectele plasate în panoul frontal sunt grupate în patru zone, delimitate cu chenare, ținând seama de criteriile funcționale.

În prima zonă - denumită **Comenzile sistemului** - se găsesc două controale logice **Achiziție** și **Analiza**, care servesc pentru pornirea/oprirea rulării programelor aferente celor două tipuri de activități, două indicatoare - unul analogic (slide vertical) și altul numeric - care afișează valoarea **Temperatura curentă** achiziționată și două LED-uri pentru avertizare în cazurile în care temperatura iese din limitele fixate.

Cea de a doua zonă, intitulată **Domeniul de temperatura**, cuprinde câte două controale analogice (butoane rotative) și două numerice, care permit stabilirea și afișarea valorilor pentru **Limita inferioară**, respectiv **Limita superioară**, prin intermediul cărora se definește domeniul admisibil pentru temperatură.

Zona a treia - **Statistica** - destinată afișării rezultatele calculelor pentru caracterizarea evoluției temperaturii prin parametrii statistici, include câte un indicator analogic (slide vertical) și unul digital pentru **Medie** și - similar - pentru **Dispersie**.

A patra zonă, cu denumirea **Parametrii histogramei**, conține două controale numerice prin care se fixează **Valoarea minima** și **Valoarea maxima** a domeniului

de temperatură, pe baza cărora se determină intervalele de grupare pentru calculul histogramei.

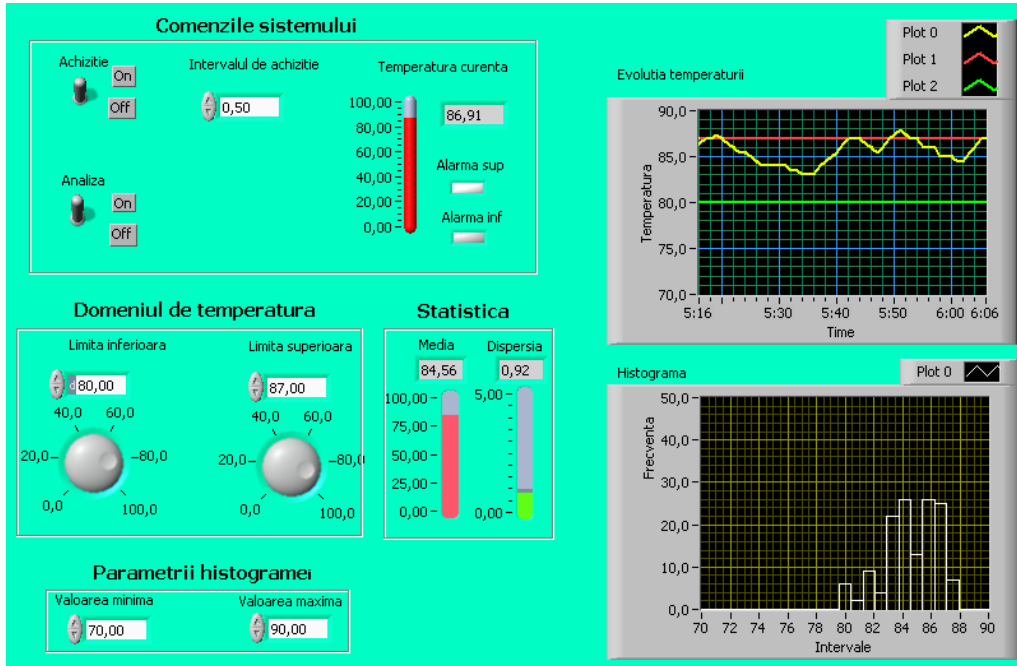


Fig.6.1. Panoul frontal al aplicației **Simulator achizitie temperatura**

Toate obiectele menționate se află în subpaletetele **Numeric** și **Boolean** ale paletetei **Controls**, de unde se pot prelua cu mouse-ul și trage în panoul frontal pe pozițiile dorite.

Panoul frontal mai cuprinde și două indicatoare grafice: unul de tip **Waveform Chart** pentru afișarea graficului **Evolutia temperaturii** și al doilea, de tip **XY Graph**, pentru graficul **Histograma**. Ambele se găsesc în paleta **Controls**, subpaleta **Graph**.

#### 6.4. Diagrama bloc a VI-ului

Plecând de la premisele expuse în 6.2, și ținând seama de obiectele plasate în panoul frontal, s-a obținut diagrama bloc reprezentată în fig.6.2.

Diagrama bloc are elementele constitutive dispuse în subdiagramme cuprinse în interiorul unor structuri repetitive și de caz: o buclă **For**, în interiorul căreia se află subdiagramma pentru **Structura de achizitie**, o structură de tip **Case** care conține subdiagramma **Structura de analiza** și o buclă **While**, care le include pe cele două enumerate anterior.

În interiorul acestor subdiagramme se pot observa terminalele controalelor numerice, logice și grafice corespunzătoare obiectelor din panoul frontal, simbolurile unor funcții care definesc anumite operații matematice, de introducere a unor constante și de impunere a unor temporizări.

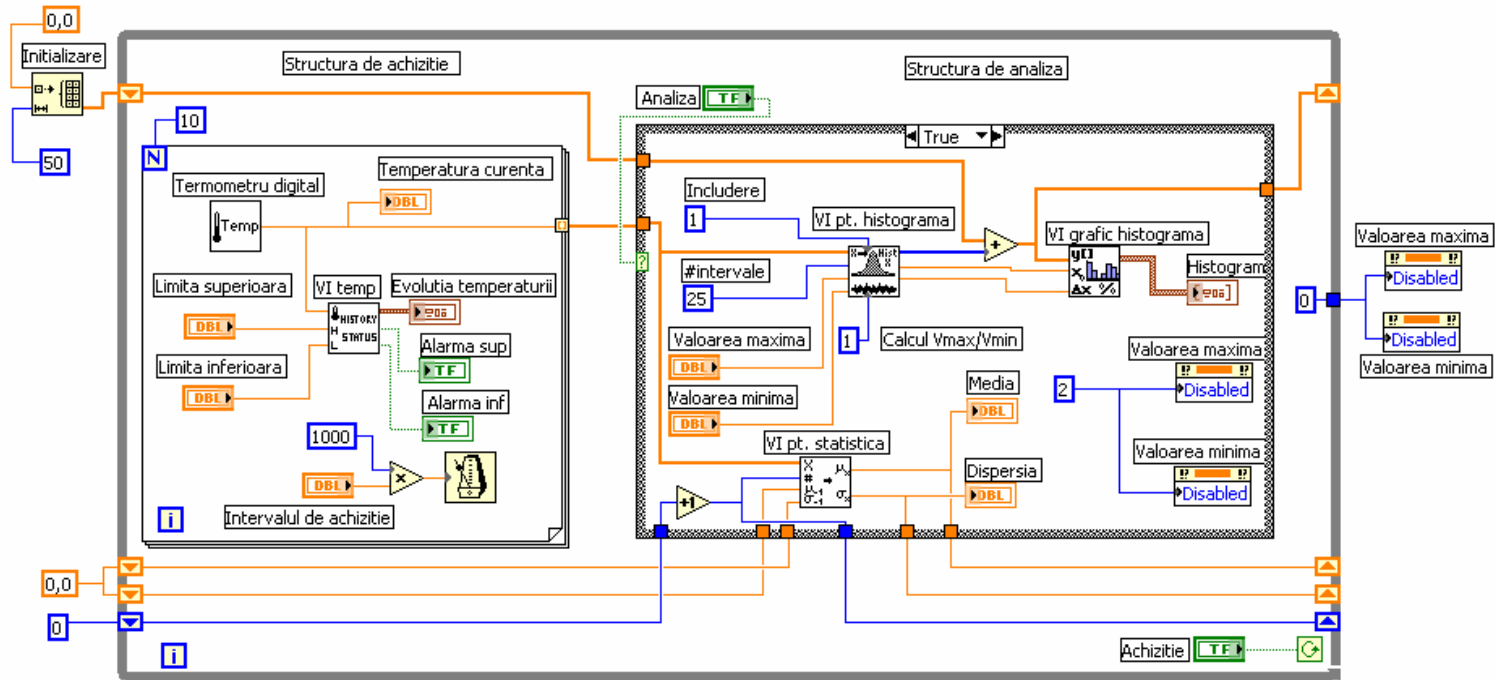


Fig.6.2. Diagrama bloc a aplicației Simulator achizitie temperatura

În plus, față de cele menționate, sunt prevăzute și o serie de **subVI**-uri existente în biblioteca de exemple **LabVIEW**, care au capabilități de integrare a unor funcții mai complexe, ceea ce simplifică realizarea diagramei bloc.

#### 6.4.1. Structura de achiziție

Structura de achiziție este de tipul **For Loop** și include subdiagrama care conține următoarele obiecte împreună cu cablajele aferente: terminalele pentru controalele numerice **Limita inferioara**, **Limita superioara**, **Intervalul de achiziție**, terminalul pentru indicatorul numeric **Temperatura curenta**, terminalele indicatoarelor logice pentru depășirea limitelor **Alarma sup** și **Alarma inf**, terminalul grafic pentru **Evoluția temperaturii**, elementul **WaitUntil Next ms Multiple**, care impune temporizarea între două repetiții ale buclei **For** cu un interval de timp ce rezultă din multiplicarea valorii fixate de controlul **Intervalul de achiziție** cu o constantă ce poate fi introdusă de operator, de exemplu **1000**. În plus, se mai pot remarca două blocuri: unul denumit **Termometru digital** și celălalt **VI Temp**. Aceste două blocuri reprezintă **subVI**-uri, cu ajutorul cărora se simulează generarea valorilor de temperatură, respectiv compararea acestor temperaturi cu limitele impuse.



**Termometru digital.** Rolul acestui **subVI** este de a simula achiziția datelor de temperatură și este marcat în interiorul structurii de achiziție prin icon-ul reprezentat în stânga. Prin intermediul acestui icon se simbolizează, în general, achiziția de la un senzor de temperatură utilizând o placă de achiziție de tip plug-in. Denumirea sa în **LabVIEW 6.1** este **Digital Thermometer.vi** și, pentru a înțelege în detaliu funcționarea sa, se poate vizualiza panoul frontal și diagrama bloc accesând **LabVIEW 6.1 >> Activity >> Digital Thermometer.vi**, sau **LabVIEW 6.1 >> Tutorial >> Virtual Instruments**.



În diagrama bloc se găsește **subVI**-ul **Demo Voltage Read.vi** având icon-ul reprezentat în stânga. **SubVI**-ul **Demo Voltage Read.vi** poate simula citirea tensiunilor de la o placă plug-in, conectată cu senzorul de temperatură și dispunând, în acest sens, de un șir prememorat de valori, generând astfel câte o valoare de temperatură (simulată), la momente succesive de timp.

**Digital Thermometer.vi** are dispus pe panoul frontal un comutator de mod, cu ajutorul căruia valorile de temperatură se pot exprima, fie în grade Celsius, fie în grade Fahrenheit. În prezenta aplicație este folosită exprimarea în grade Celsius.



**VI temp.** Acesta este cel de al doilea **subVI** din interiorul structurii de achiziție și este evidențiat prin icon-ul reprezentat în stânga. Funcția pe care o execută este aceea de a compara valoarea curentă a temperaturii, pe care o primește de la **Digital Thermometer.vi** la una dintre intrări, cu valorile limită superioară și inferioară, introduse de la controalele corespunzătoare de pe panoul frontal și aplicate la celelalte două intrări ale **subVI**-ului. La ieșire, reunite toate acestea într-un **cluster**, sunt transmise către indicatorul grafic **Evoluția temperaturii** și se vizualizează pe ecranul acestuia atât variațiile de temperatură cât și cele două valori limită, putându-se observa depășirile lor atunci când acestea apar. **SubVI**-ul este prevăzut și cu alte două ieșiri logice prin care se comandă iluminarea LED-urilor

indicatoarelor booleene **Alarma inf** și **Alarma sup** de pe panoul frontal, de asemenea în cazul depășirii uneia dintre cele două limite.

Denumirea **subVI**-ului în biblioteca de exemple a **LabVIEW 6.1** este **Temperature Status.vi**, detalii privind panoul frontal, diagrama bloc și modul de funcționare se pot obține accesând **LabVIEW 6.1 >> Examples >> tempsys.llb. >> Temperature Status.vi**.

În afara elementelor descrise, trebuie adăugat că bucla **For** mai are două terminale, unul de intrare notat **N**, denumit terminalul de contorizare și altul notat **i**, denumit terminalul de iterație. Terminalul de contorizare **N** specifică numărul total de execuții ale buclei, adică subdiagrama din interiorul acesteia; acest număr se fixează din exterior prin conectare la o constantă numerică din afara buclei. Terminalul de iterație **i** exprimă de câte ori a fost executată bucla până la momentul considerat și poate lua valori de la **0** la **N-1**. Valorile scalare ale temperaturii generate de **Termometru digital** sunt transmise la un tunel de ieșire situat pe frontiera buclei **For**. Utilizând procedeul de autoindexare (click dreapta pe tunnel și apoi click stânga pe **Enable Indexing**), bucla **For** va transmite către structura de analiză un set unidimensional indexat (**array**) ale cărui componente sunt valorile temperaturii corespunzătoare celor **N** iterații ale buclei, de exemplu **10** în cazul din fig.6.2. Bucla **For**, aflându-se inclusă într-o buclă **While Loop**, va repeta generarea de **array**-uri atât timp cât aceasta este activă (controlul **Achiziție** se află pe **On**).

#### 6.4.2. Structura de analiză

Pentru efectuarea analizei statistice cu privire la valorile de temperatură se folosește o structură de tip **Case** booleană, aplicația având două regimuri de funcționare, întrucât la tunelul selector de intrare **?** este conectat terminalul controlului logic **Analiza** de pe panoul frontal, care are două stări **On** și **Off**. Cele două stări vor determina cele două cazuri de funcționare ale structurii, marcate prin **True** sau **False** pe eticheta afișată la frontiera superioară. Comutarea între cele două cazuri se poate efectua prin executarea click stânga pe săgețile din etichetă. Corespunzător celor două cazuri se pot executa subdiagramme și fluxuri de date diferite. În fig.6.2 este reprezentată, în interior, subdiagrama corespunzătoare cazului **True**. Din inspectarea acestei subdiagramme, se poate observa că include următoarele elemente și conexiunile aferente: terminalele controalelor numerice **Valoarea maxima** și **Valoarea minima**, din caseta denumită **Parametrii histogramei**, terminalele indicatoarelor numerice care afișează **Media** și **Dispersia**, terminalul indicatorului grafic **Histograma**, mai multe constante numerice prin intermediul cărora se stabilesc anumite funcțiuni ale **subVI**-urilor, terminalele unui nod cu proprietati pentru controlul vizibilității controalelor numerice **Valoarea maxima** și **Valoarea minima** (de exemplu **2** implică **Disabled and Grayed Out**) și cele trei **subVI**-uri, **VI pt.statistica**, **VI pt.histograma** și **VI grafic histograma**, care vor fi detaliate în cele ce urmează.



**VI pt. statistica.** Acest **subVI** efectuează calculul valorii mediei și dispersiei, actualizându-le pe măsura generării și transmisiei de noi date referitoare la temperatură, așa după cum sugerează și icon-ul prin intermediul căruia este reprezentat în diagramă.

Notațiile din interiorul icon-ului au următoarele semnificații: **X** este intrarea la care se aplică datele generate de structura de achiziție grupate sub forma de **array** unidimensional, **#** este intrarea de numărare a grupurilor care se succed pentru actualizarea calculelor de către **subVI**,  $\mu_x$  și  $\sigma_x$  reprezintă noile valori ale mediei, respectiv dispersiei, actualizate și transmise la ieșirea **subVI**-ului ca urmare a operației curente de calcul,  $\mu_{-1}$  și  $\sigma_{-1}$  sunt intrările la care se aplică valorile rezultate din operația de calcul precedentă. Calculele mediei și dispersiei se efectuează folosind implementări similare celor prezentate în **aplicația II.3**, bazate pe relațiile:

- pentru medie

$$\mu_x = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} x_j$$

- pentru dispersie

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (x_j - \mu_x)^2},$$

în care:

$N$  - numărul de date, în cazul de față dimensiunea **array**-ului;

$x_j$  - reprezintă componentele indexate ale **array**-ului introduse în operația curentă de calcul.

Relațiile precedente sunt utile în cazul când se operează cu un set fixat de **N** date. În aplicația considerată, structura de achiziție - atât timp cât este activă - generează succesiv **array**-uri cu câte **N** componente:  $X_0, X_1, \dots, X_{i-1}, X_i, \dots$ . Întrucât în această situație ar fi dificil de aplicat relațiile menționate, dat fiind numărul crescând de date, s-a adoptat un procedeu de calcul recursiv, care permite actualizarea succesivă a mediei și dispersiei pe baza valorilor precedente și a efectuării calculelor operând numai cu cele **N** date ale **array**-ului curent.

Admițând că actualizarea valorilor  $\mu_x$  de către **VI pt. statistica** se face după achiziția **array**-ului  $X_i$ , algoritmul aplicat este următorul

$$\mu_{x_i} = \frac{\mu_{x_{i-1}}(i-1) + \mu_i}{i},$$

unde:

$i$  - numărul de **array**-uri luate în calcul;

$\mu_{x_i}$  - media actualizată pentru datele cuprinse în toate **array**-urile  $X_0, X_1, \dots, X_{i-1}, X_i$ ;

$\mu_{x_{i-1}}$  - media precedentă în care sunt incluse **array**-urile  $X_0, X_1, \dots, X_{i-1}$ ;

$\mu_i$  - media calculată cu valorile cuprinse numai în **array**-ul de actualizare  $X_i$ .

Algoritmul pentru actualizarea dispersiei  $\sigma_x$  este identic.

Panoul frontal, diagrama bloc și detalii referitoare la operarea acestui **subVI** se găsesc în **LabVIEW 6.1 >> examples >> apps >> tempsys.llb >> Update Statistics.vi**. Pentru informații similare, se poate selecta din paleta **Functions >> Mathematics >> Probability and Statistics >> Standard Deviation and Variance.vi**.



**VI pt. histograma.** Acest **subVI**, marcat în diagrama bloc prin icon-ul reprezentat în stânga, servește pentru calculul valorilor discrete ale histogramei temperaturii transmise de structura de achiziție, care variază aleator. Împărțind domeniul de variație într-un număr de intervale, în analiza statistică se urmărește determinarea frecvenței de apariție a valorilor aparținând fiecăruia dintre aceste intervale. Se ajunge astfel la o repartiție a frecvențelor care dă informații utile asupra modului de variație a temperaturii. Reprezentarea grafică a repartiției frecvențelor se numește **histograma**, cel mai adesea aceasta fiind sub formă discretă.

Pentru exemplificare se considera setul de date  $\mathbf{X} = (0, 1, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 8)$ , asemănător cu un **array** transmis de structura de achiziție. Diferența între valoarea maximă **8** și valoarea minimă **0** poate fi împărțită în 8 intervale de întindere egală cu 1. În aceste condiții histograma setului de date  $\mathbf{X}$ , notată  $\mathbf{H}(\mathbf{x})$  este  $\mathbf{H}(\mathbf{x}) = (h_0, h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7) = (1, 1, 0, 2, 3, 2, 0, 1)$ .

**VI pt. histograma** realizează calculul în următorii pași:

*Pasul 1.* Stabilește numărul și întinderea intervalelor de grupare pe baza informației furnizate de de **array**-ul  $\mathbf{X}$  transmis de structura de achiziție;

*Pasul 2.* Definește o funcție intermediară  $y_i(x)$  care facilitează calculul termenilor  $h_i(x)$ ;

*Pasul 3.* Determină secvența  $\mathbf{H}(\mathbf{x})$  care va fi folosită pentru reprezentarea grafică a histogramei.

Definirea intervalelor de grupare se execută potrivit expresiei

$$\Delta_i = (l_{i\text{inf}}, l_{i\text{sup}}), \text{ pentru } i = 0, 1, 2, \dots, k-1$$

unde  $l_{i\text{inf}}$  este limita inferioară a intervalului cu indexul  $i$  aparținând **array**-ului **Intervale**,  $l_{i\text{sup}}$  este limita superioară, iar  $k$  este numărul total de intervale.

Cele două valori limită  $l_{i\text{inf}}$  și  $l_{i\text{sup}}$  pot fi incluse sau nu în intervalul  $\Delta_i$ , aceasta depinzând de valoarea unei comenzi **Includere**, comandă ce poate fi stabilită prin valoarea unei constante externe.

Dacă **array**-ul **Intervale** este vid, adică intervalele nu sunt prestabilite, **VI pt.histograma** utilizează intrările **Valoarea maxima**, **Valoarea minima** și numărul specificat prin constanta aplicată la intrarea **# intervale** pentru a calcula întinderea intervalului  $\Delta_x$  cu formula

$$\Delta_x = \frac{\text{Valoarea maxima} - \text{Valoarea minima}}{\# \text{ intervale}}$$

Dacă **array**-ul **intervale** nu este vid, întinderile intervalelor sunt determinate în funcție de valoarea parametrului **Includere**.



Astfel, dacă acesta este setat pentru limita inferioară, atunci întinderile intervalelor vor fi:

$$\Delta_0 = [V \text{ min} + \Delta_x), \text{ unde } V \text{ min este } \mathbf{Valoarea\ minima} \text{ precizată anterior,}$$

$$\Delta_1 = [V \text{ min} + \Delta_x, V \text{ min} + 2\Delta_x)$$

...

$$\Delta_i = [V \text{ min} + i\Delta_x, V \text{ min} + (i+1)\Delta_x)$$

...

$\Delta_{k-1} = [V \text{ min} + (k-1)\Delta_x, V \text{ max}]$ , unde  $V \text{ max}$  este **Valoarea maxima** precizată anterior.

În cazul în care setarea parametrului **Includere** este stabilită pentru limita superioară, vor rezulta expresii ale întinderilor intervalelor asemănătoare cu cele de mai sus, deosebirea constând în aceea că sunt incluse în intervale limitele superioare și sunt excluse cele inferioare.

Definirea funcției intermediare  $y_i(x)$  se face conform relației

$$y_i(x) = \begin{cases} 1 \rightarrow x \in \subseteq \Delta_i \\ 0 \rightarrow x \notin \Delta_i \end{cases} .$$

De exemplu, dacă  $x$  se află în intervalul  $\Delta_i$ , atunci  $y_i(x) = 1$ .

Determinarea termenilor secvenței histogramei  $\mathbf{H(x)}$  se face cu relația

$$h_i(x) = \sum_{j=0}^{n-1} y_i(x_j),$$

unde  $n$  este numărul de componente ale **array**-ului de date  $\mathbf{X}$ ,  $h_i(x)$  al componentelor **array**-ului  $\mathbf{X}$  care cad în intervalul  $\Delta_i$ ,  $i = 0, 1, \dots, k-1$ ,  $k$  fiind numărul total de intervale.

**Valoarea minima**, respectiv **Valoarea maxima**, încadrează domeniul de trasare a histogramei și se pot specifica, de exemplu prin controalele **Parametrii histogramei** de pe panoul frontal, iar în lipsa acestora **VI**-ul le calculează din valorile minimă și maximă ale componentelor **array**-ului  $\mathbf{X}$ , comanda fiind dată prin constanta de la intrarea notată **Calcul Vmin /Vmax**.

Este de observat că în cazul aplicației date, atât timp cât ambele structuri de achiziție și de analiză sunt active, la intrarea **VI pt.histograma** se transmit succesiuni de **array**-uri  $\mathbf{X}$ , consecința fiind că în condițiile conservării numărului și întinderii intervalelor vor rezulta tot mai multe componente aparținând intervalelor  $\Delta_i$ ,  $i = 0, 1, \dots, k-1$  și, ca urmare, termenii corespunzători ai histogramei  $h_i(x)$  pot avea tendința de a crește.

Panoul frontal, diagrama bloc și detalii referitoare la operarea acestui **subVI** se găsesc în **LabVIEW 6.1 >> examples >> apps >> tempsys.llb >> histograme.vi**. Pentru detalii similare se poate selecta din paleta **Functions >> Mathematics >> Probability and Statistics >> General Hist.vi**.



**VI grafic histograma.** Este **subVI**-ul care preia datele referitoare la componentele histogramei și le aduce la forma care permite afișarea de o manieră convenabilă interpretării, aceasta fiind un grafic cu bare. De altfel, în cadrul bibliotecilor cu exemple din **LabVIEW 6.1** este denumit **Array to Bar Graph vi**. Icon-ul care identifică acest **subVI** în diagrama bloc are reprezentarea din stânga.

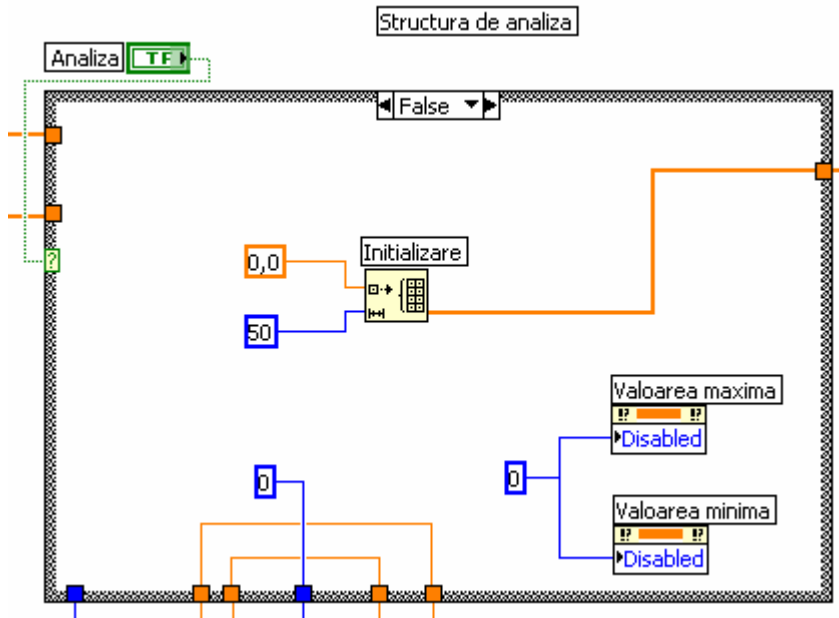
Din modul de interconectare cu **VI pt. histograma** evidențiat în diagrama bloc, se poate vedea că la intrarea  $y[ ]$  se aplică secvența **H(x)**, adică setul de componente  $h_i(x)$  ale histogramei, la intrarea  $X_0$  originea absciselor graficului, iar la intrarea  $\Delta x$  întinderea intervalului de grupare dedus în raport de numărul de intervale fixat prin **#intervale** și de domeniul pentru care se calculează histograma [**Valoare minima, Valoare maxima**], impus prin controalele **Parametrii histogramei**. Pe baza valorii  $\Delta x$ , **VI grafic histograma** determină succesiunea de intervale  $\Delta_i$  pe axa absciselor. Secvența **H(x)**,  $X_0$  și  $\Delta_i$  sunt grupate într-un **cluster** care dă la ieșire fluxul de date transmis indicatorului grafic **XY** pentru afișarea histogramei.

Panoul frontal, diagrama bloc și detalii referitoare la operarea **Array to Bar Grap.subVI** se găsesc în **LabVIEW 6.1 >> Find Examples >> Industry Applications >> Analysis >> Temperature System Demo.vi** (a se vedea diagrama bloc).

Pentru ca indicatorul grafic **XY** să afișeze graficul cu bare, se execută click pe suprafața ecranului și se afișează pop-up meniul din care se selectează **Visible Items**, apoi **Plot Legend**. În continuare se execută click pe **Plot Legend** și se afișează un pop-meniu cu diferite caracteristici privind trasarea graficului, din care se selectează **Bar Plot**, apoi dintre tipurile de grafice cu bare afișate se alege cel dorit.

Structura **Case** din diagrama bloc este de tip boolean, impus de controlul **Analiza (On, Off)** al cărui terminal este conectat la selectorul de pe frontiera din stânga, ceea ce înseamnă că admite două cazuri de funcționare, afișate pe eticheta de pe frontieră: **True** și **False**. În fig.6.2 este reprezentat cazul **True**, care corespunde funcționării cu controlul **Analiza** pe poziția **On** și se va executa subdiagrama din interiorul structurii reprezentată în fig.6.2. Dacă pe parcursul rulării programului controlul **Analiza** este trecut pe poziția **Off**, eticheta va afișa **False** și se va trece la cel de-al doilea caz, executându-se subdiagrama din fig.6.3, potrivit funcțiilor pe care trebuie să le îndeplinească **VI**-ul în această situație.

În esență, subdiagrama din fig.6.3 efectuează ștergerea datelor anterioare ale **array**-ului **X** și, prin nodul cu proprietăți care este comandat de constanta având valoarea **0**, permite resetarea valorilor fixate prin controalele **Parametrii histogramei**. Se poate observa faptul că **array**-ul care conține valorile  $h_i$ , va avea toate elementele componente inițializate la **0**.

Fig.6.3. Structura **Case** pentru cazul **False** din diagrama bloc a aplicației

### 6.4.3. Bucla While

Pentru a se asigura repetarea execuției subdiagramelor pe care le conțin, cu luarea în considerare a datelor actualizate, cele două structuri **For Loop** și **Case** sunt poziționate în interiorul unei bucle **While**.

Bucla **While** va continua să permită executarea de iterații atât timp cât la terminalul său de continuare ajunge valoarea logică **True** și își va înceta execuția atunci când la terminalul respectiv se aplică valoarea logică **False**. Cele două valori logice sunt determinate de pozițiile **On**, respectiv **Off**, ale controlului **Achizitie** din panoul frontal. În consecință, cu controlul **Achizitie** pe **On**, bucla **For** va repeta execuția subdiagrammei de achiziție a valorilor de temperatură de la **Termometru Digital**, iar structura **Case** va repeta execuția subdiagrammei conținute, corespunzător valorii booleene care ajunge la terminalul **Analiza**, **True** sau **False**, în funcție de poziția **On** sau **Off** a controlului corespunzător de pe panou.

Pe frontierele laterale ale buclei **While** sunt dispuse o serie de perechi de regiștri de deplasare. Cele trei perechi situate la partea de jos servesc pentru actualizarea valorilor mediei și dispersiei conform algoritmului expus anterior. Valorile obținute la finele calculului din iterația curentă pentru medie, dispersie și numărul  $i$  al iterației sunt conectate la regiștrii de ieșire de pe frontiera din dreapta, care apoi le transmite la regiștrii pereche de pe frontiera din stânga pentru a fi preluați în calcule la iterația următoare. Perechea de regiștri de la partea de sus folosește la actualizarea secvenței **H(x)** pentru trasarea histogrammei, prin însumarea valorilor  $h_i$  care formează **array-ul** de la ieșirea blocului **VI pt. histograma**, calculate în iterația curentă, cu cele

rezultate din iterația precedentă, care sunt transmiși prin intermediul acestor registri de deplasare.

Pe frontiera din dreapta a buclei **While** se mai observă un tunel prin care se transmite către exterior la terminalele nodului cu proprietăți pentru controlul vizibilității controalelor numerice **Valoarea maxima** și **Valoarea minima** constanta **0** având semnificația **Enabled**, ceea ce înseamnă că se permite modificarea valorilor **Parametrii histogramei**.

### 6.5. Chestiuni de studiat

1. Studiarea elementelor componente și a funcțiilor pe care acestea le realizează, pentru ca instrumentul virtual **Simulator achiziție temperatura** să îndeplinească cerințele impuse potrivit scopului enunțat.

2. Rularea programului și observarea funcționării **VI**-ului în ansamblu, a execuției subdiagramelor structurilor de achiziție și de analiză, precum și a modului de afișare a rezultatelor.

3. Observarea rolului controalelor situate în panoul frontal și a constantelor cuprinse în diagrama bloc, pentru funcționarea **subVI**-urilor componente și a **VI**-ului în întregul său și optimizarea acestora.

4. Experimentarea regimurilor de funcționare ale structurilor **For Loop**, **Case**, **While Loop** și comentarea modurilor în care ele asigură repetarea operațiilor de achiziție și de analiză.

5. Studiarea unor variante de indicatoare pentru afișarea rezultatelor și a altor obiecte ajutătoare, de exemplu un cronometru, un contor al numărului de valori de temperatură achiziționate etc.

6. Inspectarea graficului **Histograma**, explicarea semnificației, a modului de interpretare și de utilizare în aprecierea variației temperaturii. Evaluarea posibilității de a stabili o corelație cu valoarea medie și cu dispersia.

7. Investigarea mijloacelor de a obține alte variante de **VI**-uri care să satisfacă scopuri și cerințe similare cu **VI**-ul studiat, făcând apel la elemente din paleta **Controls** și paleta **Functions**, la **subVI**-uri din biblioteca **Examples** de care dispune **LabVIEW 6.1** și, eventual, creând **VI**-uri originale.

### 6.6. Modul de lucru și prezentarea rezultatelor

Pentru punctele 1 și 2 de la **Chestiuni de studiat** se va deschide și se va experimenta instrumentul virtual **Simulator achiziție temperatura**, identificându-se obiectele dispuse în panoul frontal și în diagrama bloc, interconectările dintre ele și funcțiile pe care le realizează, în conformitate cu precizările din secțiunile prezentei lucrări. Se va rula programul de funcționare a **VI**-ului, folosindu-se, într-o primă etapă, setările din figurile 6.1, 6.2 și 6.3, cu controalele **Achiziție** și **Analiza** pe pozițiile **On**.

Pentru realizarea obiectivelor de la punctul 3, se va proceda la modificarea valorilor atribuite controalelor din panoul frontal asupra proceselor de achiziție și de analiză după cum urmează:

- pentru controlul **Intervalul de achiziție** valorile 0,01; 0,50 ; 5,00;  
 - pentru **Limita inferioara** 70; 75; 80 , iar pentru **Limita superioara** 80; 85;  
 90;  
 - pentru parametrii histogramei **Valoarea minima** 65; 70 și pentru **Valoarea maxima** 90; 95.

În mod similar, se vor modifica valorile constantelor cuprinse în diagrama bloc și se vor urmări efectele pe care le produc în următoarele cazuri:

- pentru constanta de stabilire a numărului de intervale (**#intervale**) 20; 25;  
 40;  
 - pentru constanta nodului cu proprietăți 0; 1; 2.

Pentru punctul 4, în regimul de funcționare specificat în primul paragraf, se va acționa butonul **Highlight Execution**, se va urmări în diagrama bloc modul de realizare a programelor de achiziție și analiză, precum și fluxul de date. Controalele **Achiziție** și **Analiza** se vor poziționa succesiv pe **On** și **Off**.

Se vor observa execuțiile subdiagramei conținută de bucla **For** atunci când se modifică constanta **N** și ale celor două subdiagramme ale structurii **Case** corespunzătoare stărilor **True** și **False**, precum și influența acestora asupra nodului cu proprietăți.

Referitor la cele cerute la punctul 5, se va avea în vedere posibilitatea afișării numerice a valorii curente introdusă în grafic din meniurile asociate indicatoarelor grafice, iar introducerea de obiecte ajutătoare se va face consultând paletele **Controls** și **Functions**.

Din inspectarea graficului **Histograma** prevăzută la punctul 6, se vor evalua intervalele cu cele mai mari frecvențe de grupare a temperaturii, se va calcula numărul total de valori de temperatură achiziționate și frecvența procentuală a valorilor care se încadrează în intervalele de grupare.

Pentru a îndeplini cerințele de la punctul 7, se va deschide fereastra diagrama bloc și se va naviga în paleta **Functions** >> **Mathematics** >> **Probability and Statistics**, din care se vor trage succesiv în fereastră subpaletetele **Mean.vi**, **Standard Deviation and Variance**, **Histogram.vi**, **General Histogram.vi**. Utilizând **Context Help**, se vor vizualiza detalii privind funcțiile pe care acestea le pot realiza și modurile de interconectare.

Un alt procedeu constă în a activa **Context Help** și apoi, executând click pe suprafața **subVI**-urilor din diagrama bloc, se vor observa detaliile afișate în casetele respective. De asemenea, executând dublu click asupra aceluiași **subVI**-uri, se vor vizualiza panourile frontale și diagramele bloc aferente. Utilizând informațiile din lucrare și cele furnizate de **Context Help**, pentru unele dintre aceste **subVI**-uri, de exemplu pentru **VI temp** din structura de achiziție și **VI pt. statistica** din structura de analiză, se vor salva diagramele bloc și se vor explica modurile de realizare a funcțiilor și relațiilor de calcul pe care le implementează.

O altă modalitate este aceea de a selecta **Help** din bara de meniuri și apoi se va accesa **Find Examples** >> **Analyzing and Processing Signals** >> **Probability and Statistics**, unde se vor căuta exemple de **VI**-uri cu funcții asemănătoare în ceea ce privește partea de analiză și se vor compara cu **VI**-ul studiat. Similar, se va proceda și pentru partea de achiziție, accesând **Find Examples** >> **Industry Applications** >> **Process Control**.

În ceea ce privește prezentarea rezultatelor, aceasta va cuprinde enunțarea, pe scurt, a operațiilor efectuate, însoțite de observații, comentarii, soluții, concluzii succinte, în raport de punctul din **Chestiuni de studiat** la care se referă. În anumite cazuri, de exemplu la punctele 4 și 6, se pot prezenta panourile frontale și/sau diagramele bloc care să concretizeze soluțiile preconizate, iar la punctul 5 sub formă de calcule numerice. Rezultatele, indiferent de forma de prezentare, se vor salva în directorul aferent grupei/studentului, în care au fost salvate și rezultatele obținute la lucrările precedente.