



INSTRUMENTATIE VIRTUALA

CURS 9





Descrierea sistemelor de achizitii de date si hardware pentru achizitia de date

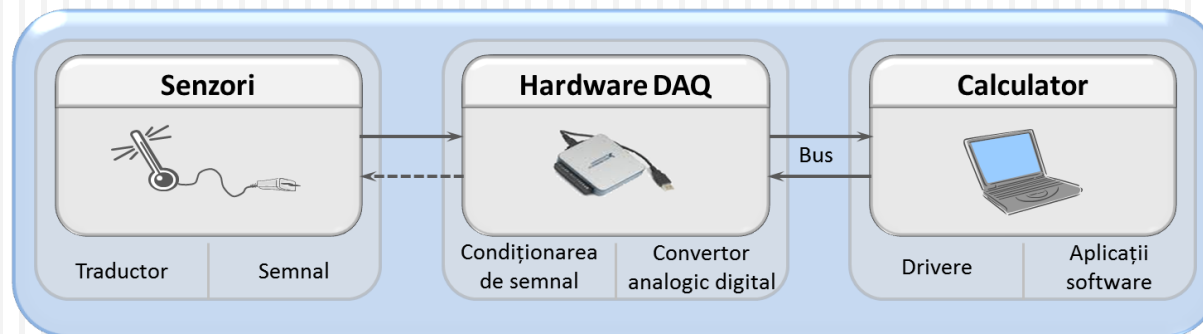
Objective

3

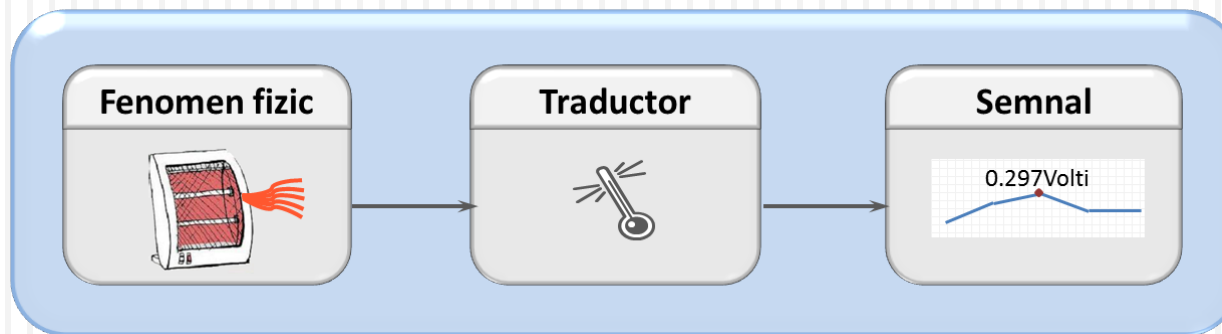
- Prezentarea sistemelor hardware
- Configurare MAX
- Notiuni teoretice
- Achizitia si generarea de semnale

Structura unui sistem DAQ

- Un sistem de achiziție de date (prescurtat cu acronimele DAQ sau mai rar DAS) este compus din senzori, hardware de măsurare specific și un sistem de calcul cu aplicații software specifice



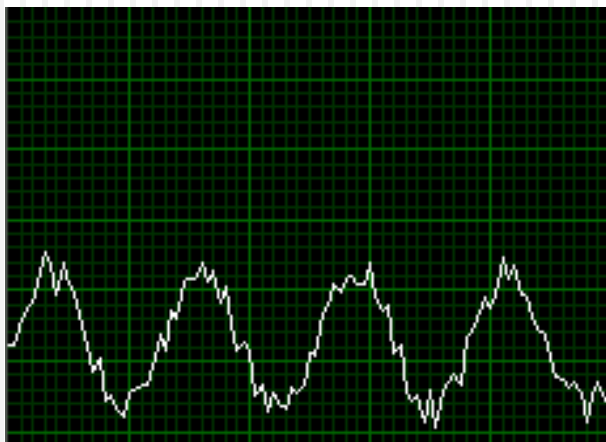
Ce este un traductor?



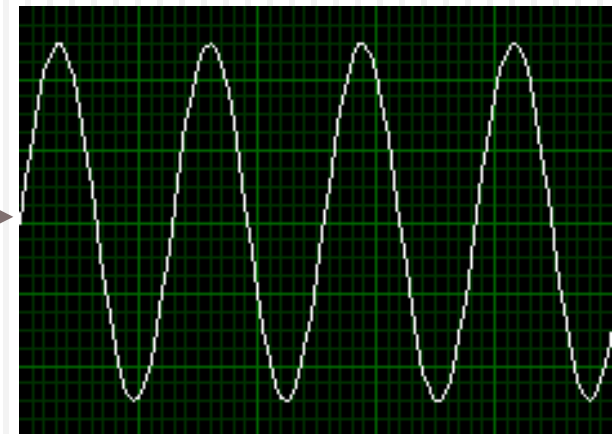
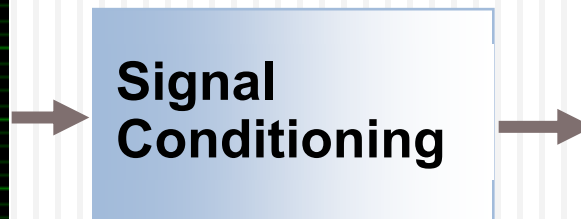
**Un traductor converteste un fenomen fizic
intr-un semnal masurabil.**

De ce se utilizeaza conditionarea de semnal?

- Permite adaptarea semnalului la valori usor de masurat cu sistemul de masura
- Nu este intotdeauna necesara
 - ▣ Depinde de semnalul ce se masoara



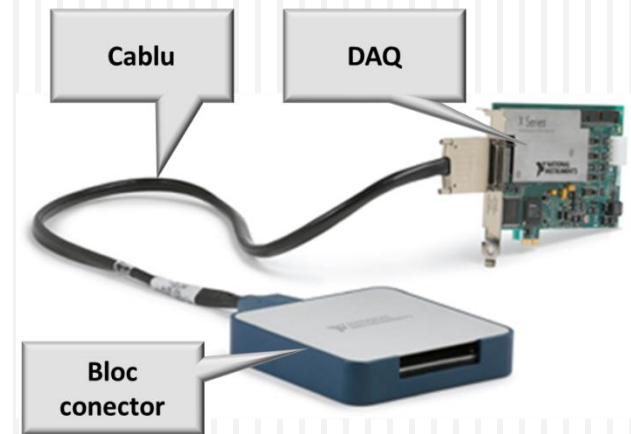
Noisy, Low-Level Signal



Filtered, Amplified Signal

DAQ Device

- Majoritatea DAQ au:
 - Intrari analogice (Analog Input)
 - Iesiri analogice (Analog Output)
 - Intrari/Iesiri digitale (Digital I/O)
 - Numaratoare (Counters)
- In pentru aplicatii speciale exista dispozitive speciale:
 - I/O digitale de viteza mare
 - Generatoare de forme de unda de viteza mare
 - Achizitia de semnale dinamice (vibration, sonar)
- Bus-ul de conectare la PC:
 - PCIe, USB, Ethernet...



Consideratii de configurare

□ Intrari analogice

- Rezolutie
- Domeniu
- Amplificarea
- Code Width

□ Iesiri analogice

- Referinta de tensiune interna sau externa
- Unipolar sau bipolar

Rezolutia

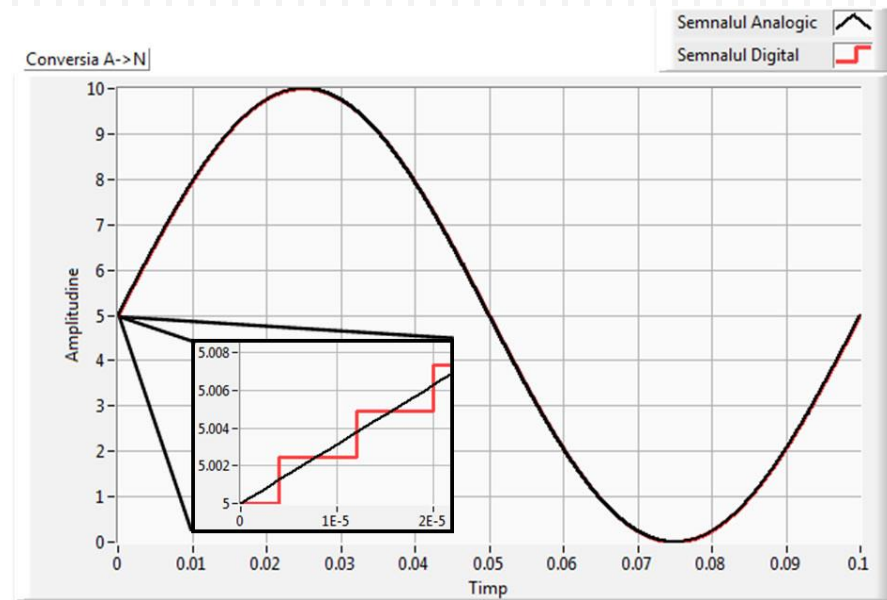
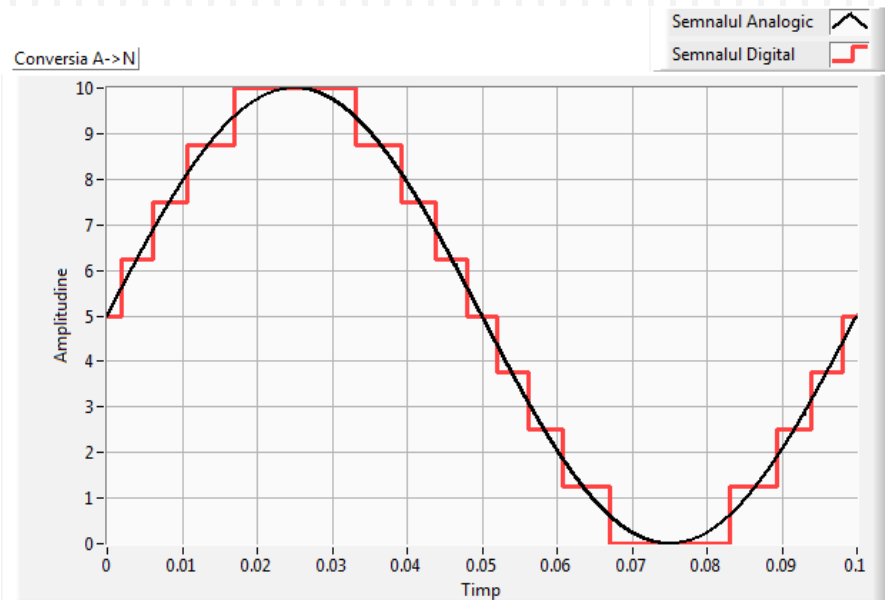
- Numarul de biti utilizati de ADC pentru a reprezenta semnalul
- Determina cate nivele de tensiune pot fi masurate
- Exemplu: rezolutie de 12-bit

$$\text{Numar de nivele} = 2^{\text{rezolutie}} = 2^{12} = 4,096 \text{ nivele}$$

- Rezolutie mai mare = reprezentare mai precisa a semnalului masurat

Exemple de rezolutie

- Rezolutie de 3-bit = 8 nivele de tensiune
- Rezolutie de 12 bit = 4095 nivele de tensiune
- Rezolutie de 16-bit = 65536 nivele de tensiune



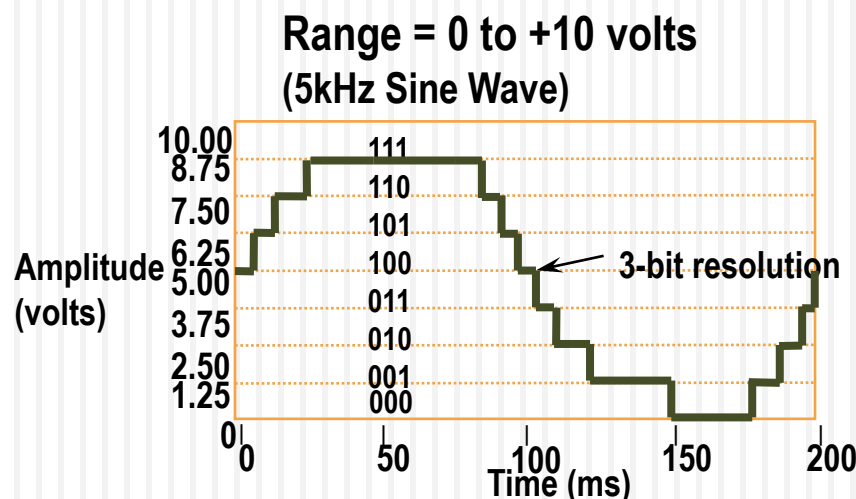
Domeniu

- Intervalul min – max de tensiune pe care ADC il poate digitaliza
- In general pentru DAQ domeniile sunt:
 - ▣ 0 - +10 volti
 - ▣ -10 - +10 volti
- Trebuie ales domeniul care se potriveste semnalelor studiate
- Domeniu mai mic = reprezentare a semnalului mai precisa
 - ▣ Permite utilizarea intregii rezolutii

Exemple de alegere a domeniului

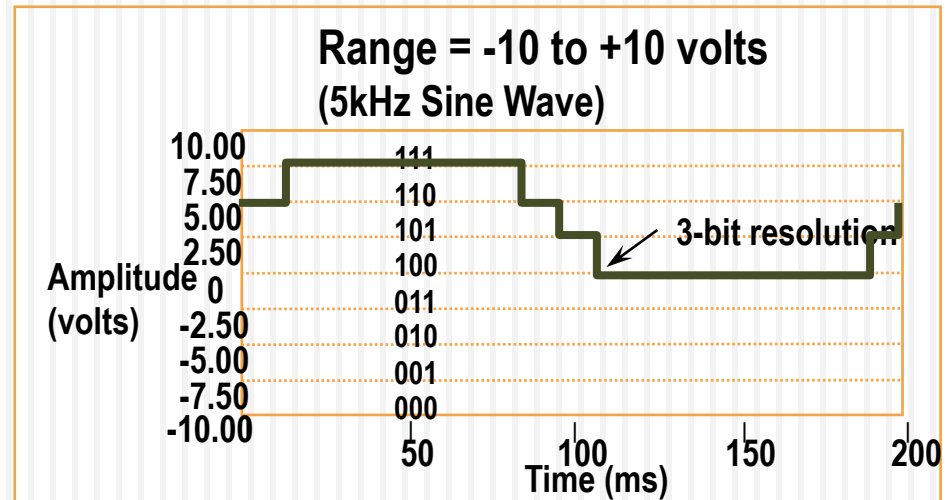
□ Domeniu potrivit

- Utilizeaza toate cele 8 nivee pentru a reprezenta semnalul



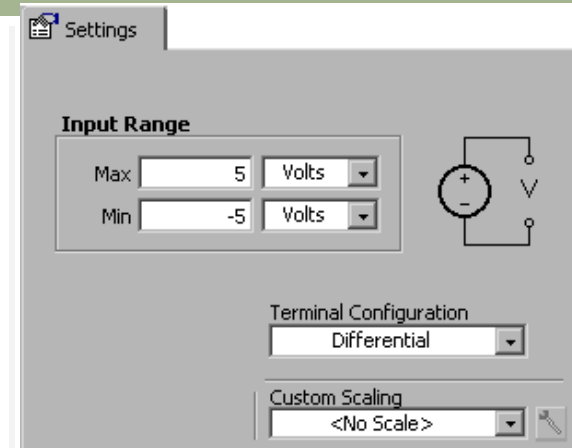
□ Domeniu nepotrivit

- Utilizeaza doar 4 nivele pentru reprezentarea semnalului



Amplificarea

- In LabVIEW se alege max. si min. pentru alegerea amplificarii pentru a aduce semnalul la domeniul ADC
- Valori posibile 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, or 100
- Nu se poate alege direct amplificarea:
 - Se aleg limitele pentru semnal in LabVIEW sau in DAQ Assistant
 - Amplificarea potrivita este aleasa de NI-DAQmx
- O amplificare potrivita = o reprezentare mai precisa a semnalului
 - Permite utilizarea intregii rezolutii



minimum value



maximum value

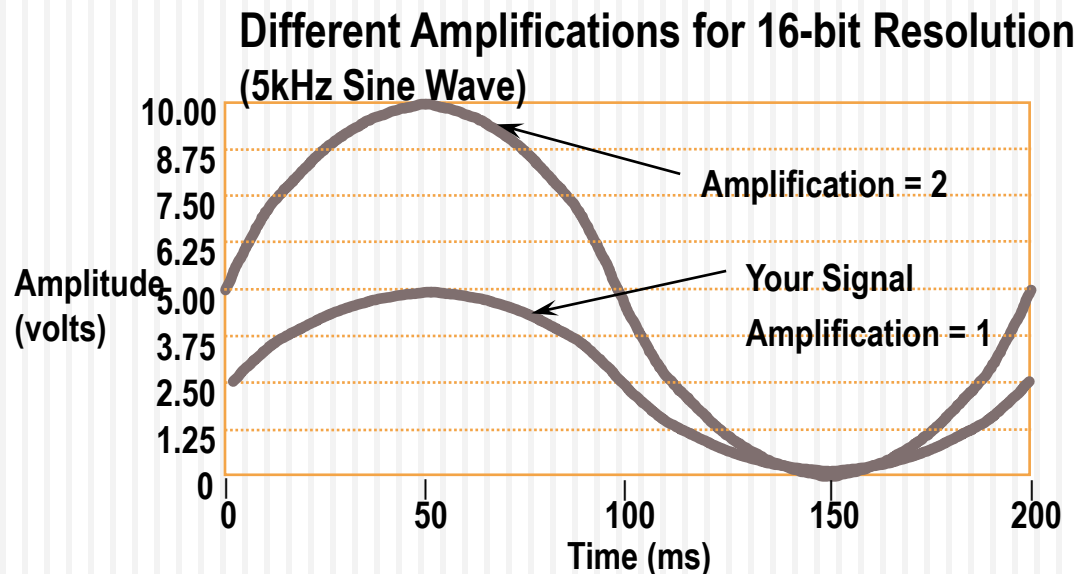


AI Voltage ▾

DAQmx Create Virtual Channel.vi

Exemplu de alegere a amplificării

- Domeniul semnalului = 0 la 5 Volți
- Domeniul pentru ADC = 0 la 10 Volți
- Amplificarea aleasa pentru amplificatorul de instrumentatie = 2



Code Width

- Code Width reprezinta cea mai mica schimbare din semnal care poate fi detectata de sistem (este determinata de rezolutie, domeniu si amplificare)

$$\text{code width} = \frac{\text{domeniu}}{\text{amplificare} * 2^{\text{rezolutie}}}$$

- Code Width mai mic = o mai buna reprezentare a semnalului
- Exemplu: dispozitiv cu 12-bit , domeniu = 0 la 10V, amplificare = 1

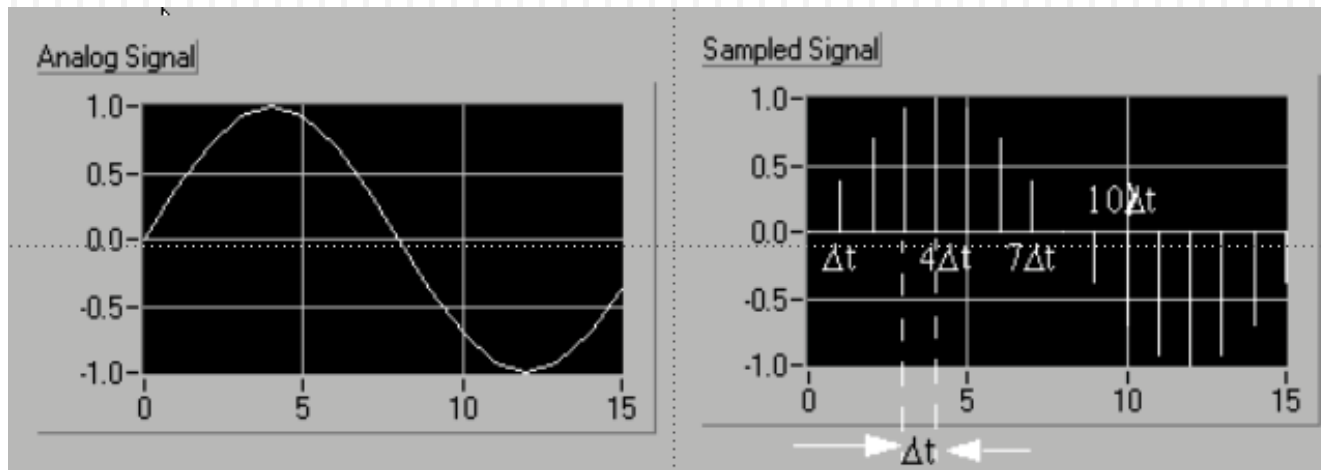
$$\frac{\text{domeniu}}{\text{amplificare} * 2^{\text{rezolutie}}} = \frac{10}{1 * 2^{12}} = 2.4 \text{ mV}$$

$$\text{Marirea domeniului: } \frac{20}{1 * 2^{12}} = 4.8 \text{ mV}$$

$$\text{Marirea amplificarii: } \frac{10}{100 * 2^{12}} = 24 \text{ } \mu\text{V}$$

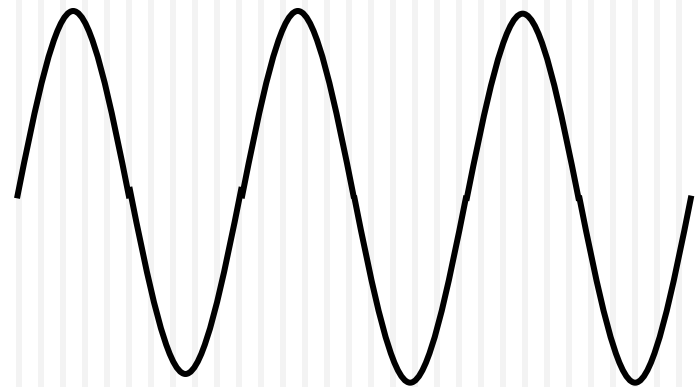
Esantionarea semnalelor

- Esantioanele individuale sunt reprezentate prin:
 $x[i] = x(i\Delta t)$, for $i = 0, 1, 2, \dots$
- Daca sunt prelevate N esantioane din semnalul $x(t)$:
 $X = \{x[0], x[1], x[2], \dots, x[N-1]\}$
- Secventa $X = \{x[i]\}$ este indexata dupa i si nu contine informatii despre rata de esantioanere

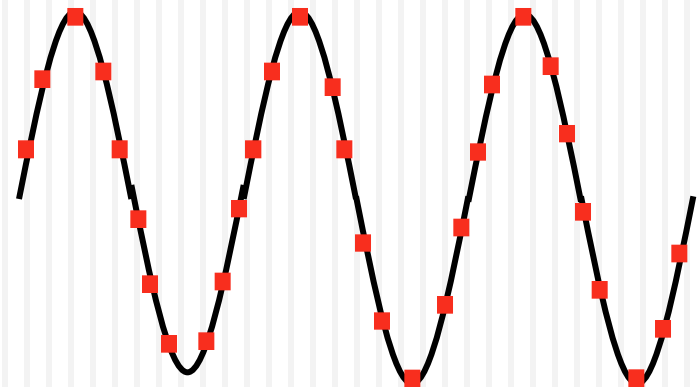


Consideratii de esantionare a semnalelor

- Semnalul studiat este un semnal continuu in raport cu timpul
- Semnalul esantionat este o serie de esantioane discrete prelevate la o rata de esantionare specificata
- Cu cat prelevam esantioane mai des cu atat forma semnalului esantionat se apropie mai mult de cea a semnalului studiat
- Daca rata de esantionare nu este suficient de mare apare fenomenul de aliasing



Semnalul studiat

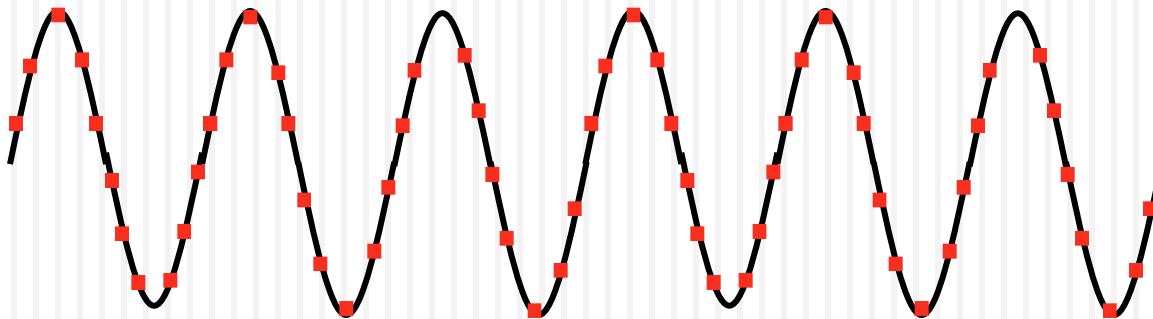


Semnalul esantionat

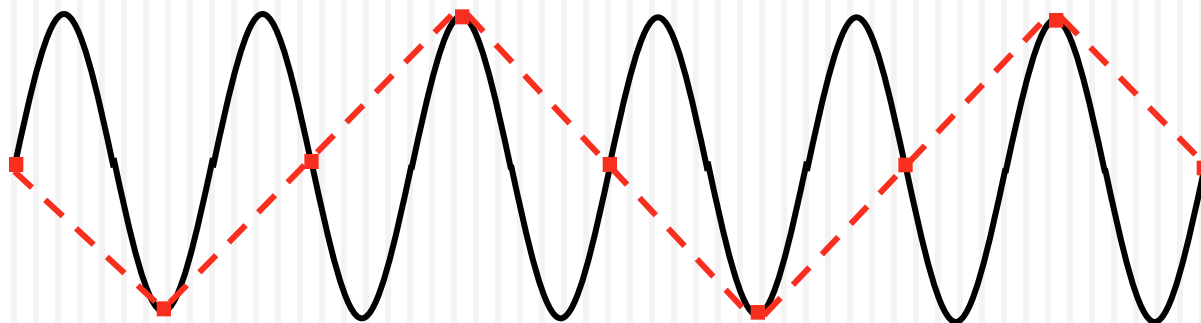
Aliasing

- rata de esantioane – cat de des conversia A/D se realizeaza
- Alias – inexactitate de reprezentare a semnalului

Esantionare corecta



Efectul de aliasing



**Efectul de aliasing
datorita ratei de
esantionare gresita**

Teorema lui Shannon

- Fie semnalul $x(t)$ având frecvența maximă a caracteristicii spectrale, ω_M , finită, și $x^*(t)$ semnalul eșantionat cu perioada de eșantionare T_e . Pentru ca semnalul $x(t)$ să fie reconstruit, pornind de la $x^*(t)$, este necesar ca frecvența de eșantionare să fie cel puțin dublul frecvenței maxime ω_M a caracteristicii spectrale:

$$\omega_e \geq 2\omega_M \quad \text{sau} \quad f_e = \frac{1}{T_e} \geq 2f_M \Leftrightarrow T_e \leq \frac{1}{2f_M}$$

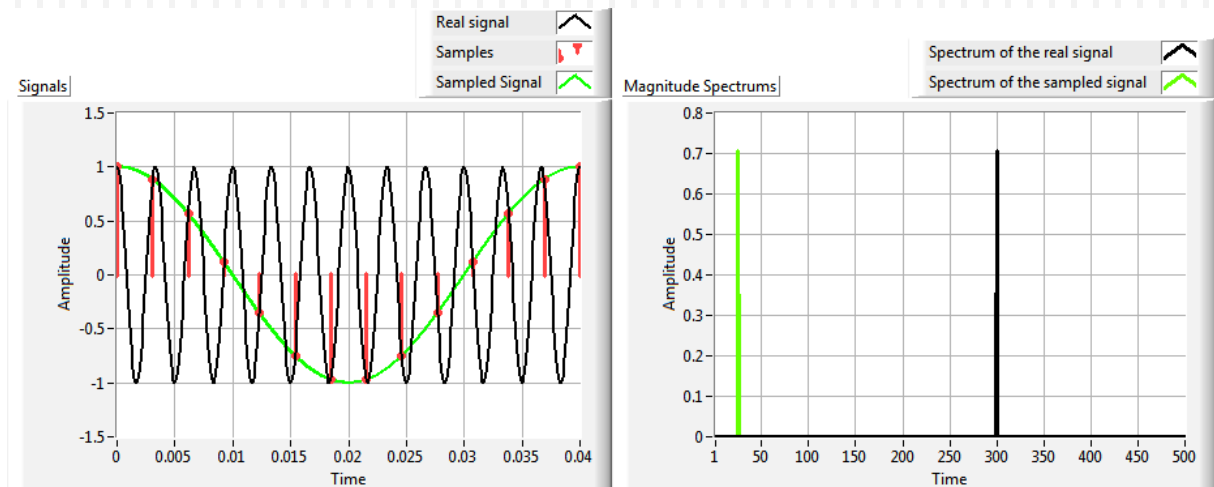
- NOTE: rata de esantionare trebuie sa fie de 5 - 10 ori mai mare decat ω_M (frecventa maxima) pentru a a avea o reprezentare corecta a FORMEI semnalului.

Fenomenul de aliasing

20



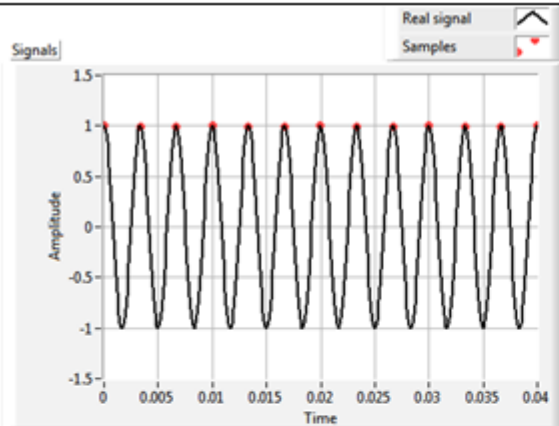
- Demonstratie
 - Studiul fenomenului de aliasing



- ~ 5 min

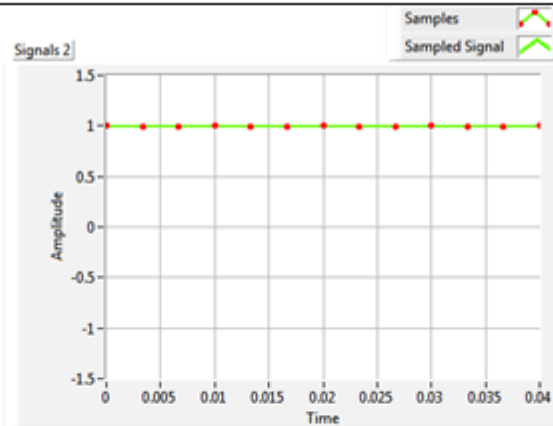
Nyquist Example

Semnal



Frecvența de 300Hz

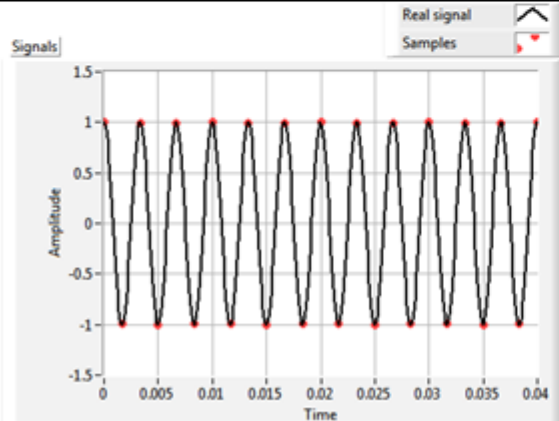
Semnal eșantionat



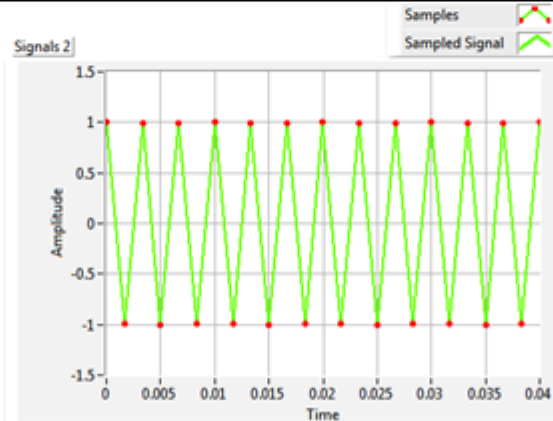
Rata de eșantionare=300S/s

Observații

Semnal afectat de efectul de aliasing



Frecvența de 300Hz



Rata de eșantionare=600S/s

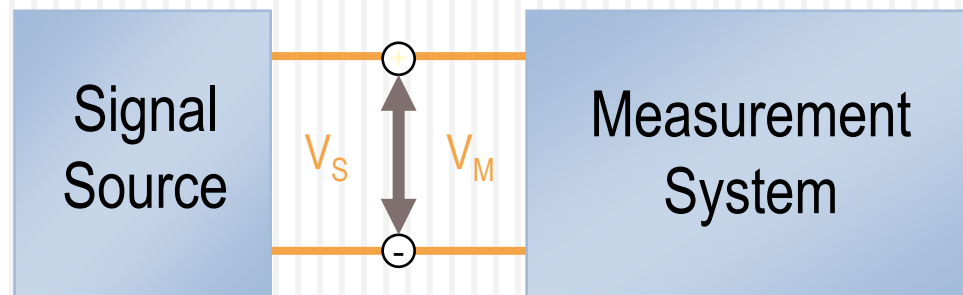
Semnal eșantionat corect pentru analiza spectrală.
Rata de eșantionare egală cu frecvența Nyquist.



Conectarea surselor de semnal la sistemele de masura

Impamantarea

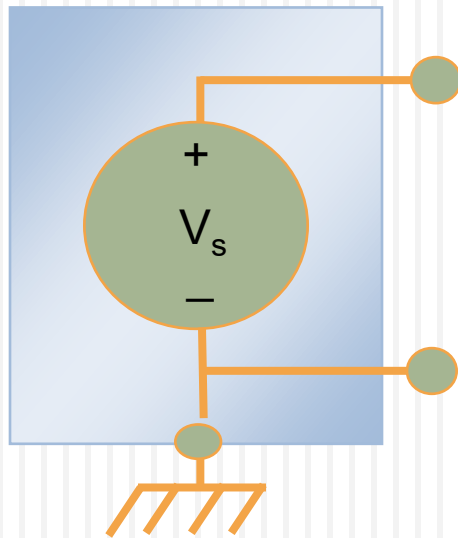
- Pentru a realiza masuratori corecte trebuie conectat corect sistemul la masa
- In functie de cum este semnalul raportat la masa va afecta modul in care trebuie conectat amplificatorul de instrumentatie al placii de achizitie



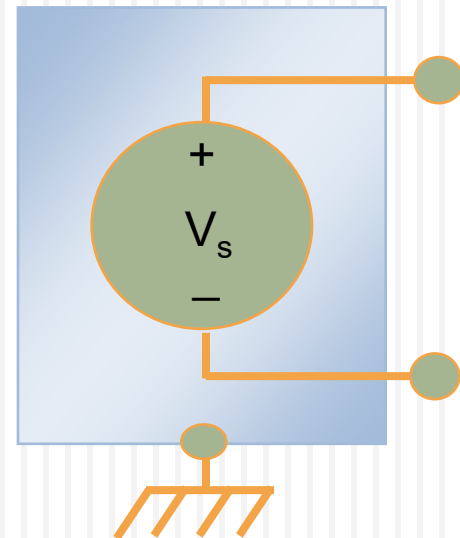
Categorii de surse de semnal

Sursa de semnal

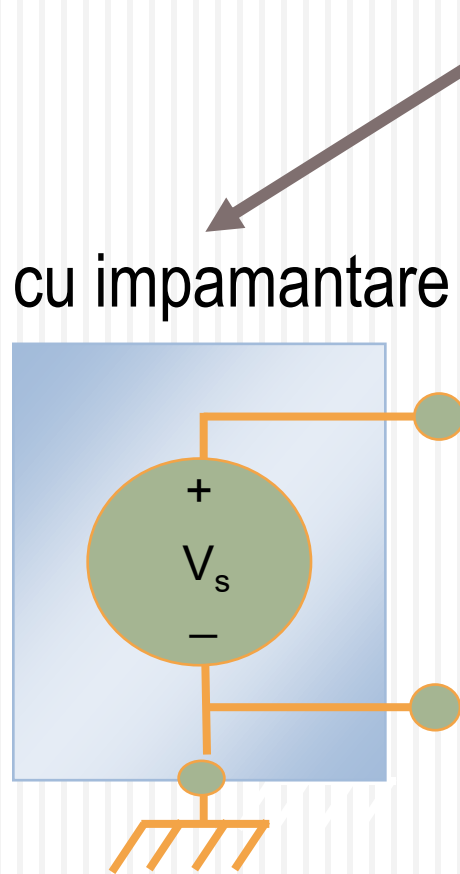
cu impamantare



flotant



Surse de semnal cu impamantare



Sursa de semnal

- Semnalul este raportat la un sistem de impamantare
 - Masa pamantului
 - Masa cladirii
- Exemple:
 - surse de alimentare
 - generatoare de semnal
 - orice este conectata la o prize cu impamantare



Priza cu impamantare

Surse de semnal flotante

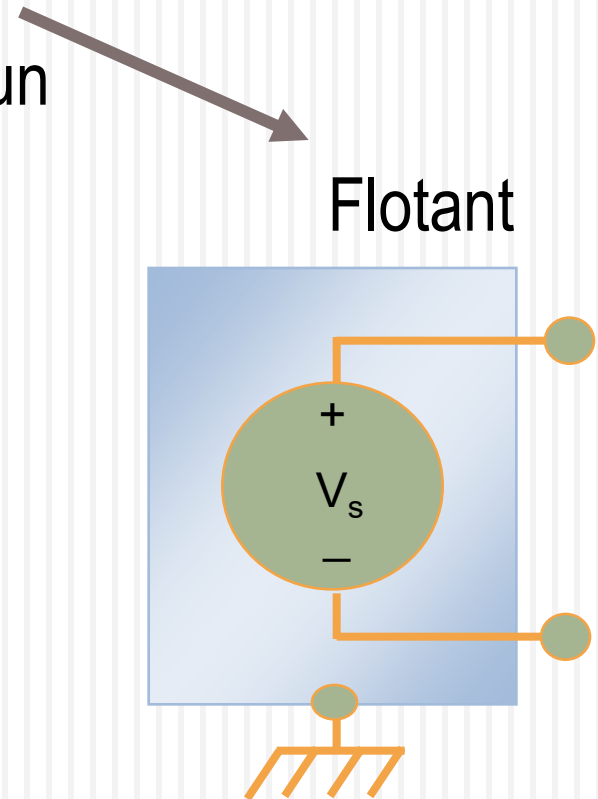
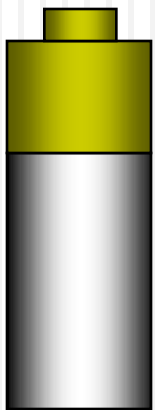
Sursa de semnal

- Semnalul **nu** este raportat la un sistem de împământare

- Masa pamantului
- Masa cladirii

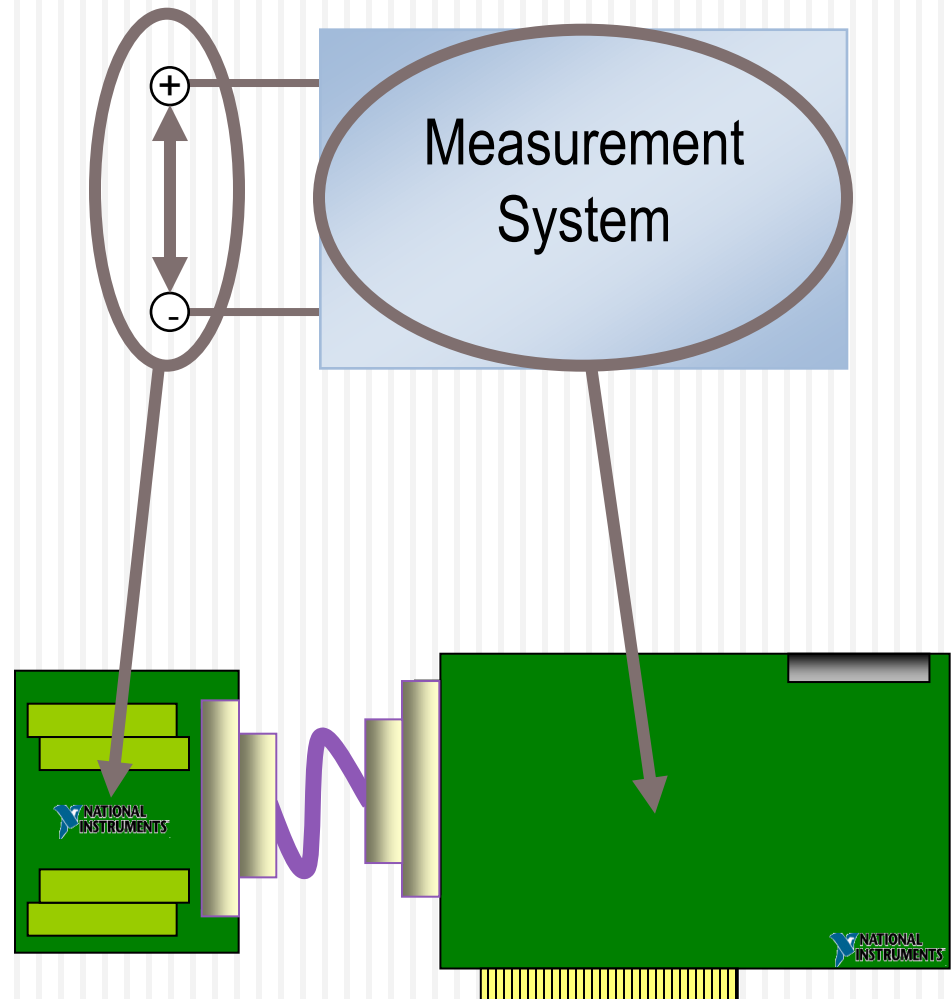
- Examples:

- baterii
- termocuple
- transformatoare
- amplificatoare cu izolatie



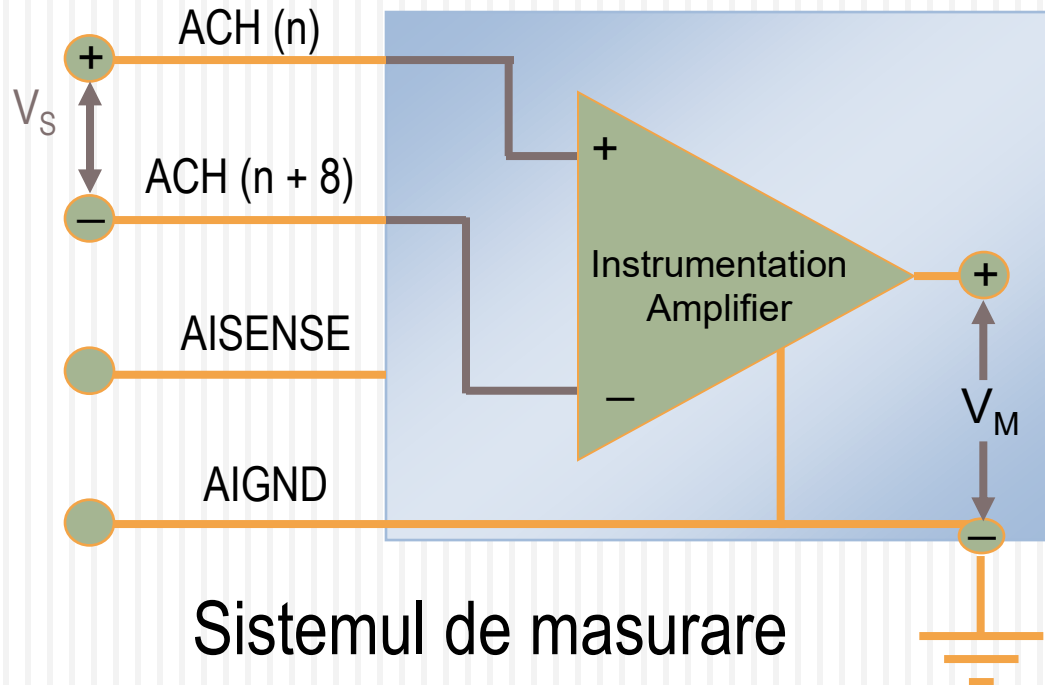
Sistem de masurare

- Exista trei moduri de legare la masa a sistemului de masurare
 - Differential
 - Referenced Single-Ended (RSE)
 - Non-Referenced Single-Ended (NRSE)
- Alegerea modului de conectare depinde raportarea la masa a semnalului



Modul differential

- Doua canale utilizate pentru fiecare semnal
 - ▣ ACH 0 in pereche cu ACH 8, ACH 1 in pereche cu ACH 9, etc.
- Rejctie a tensiunii de mod comun si a zgomotului de mod comun

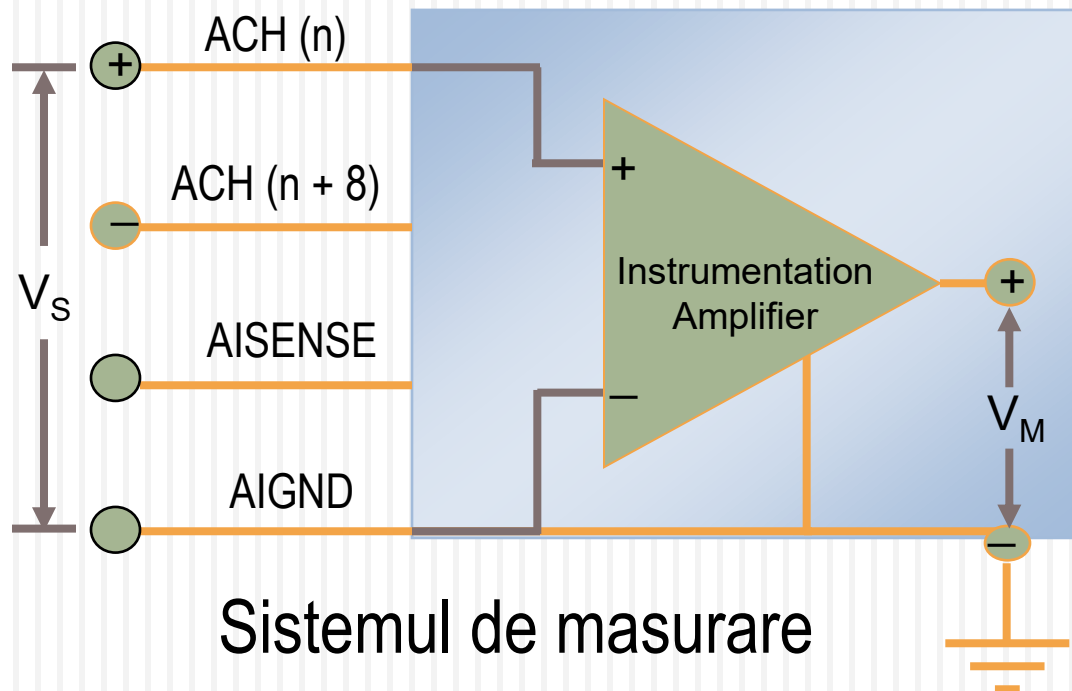


ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7

Modul RSE

Referenced Single-Ended (RSE)

- Masuratorile sunt realizate cu referinta la masa systemului
- Un singur canal pentru fiecare semnal
- Nu se rejecta tensiunea de mod comun

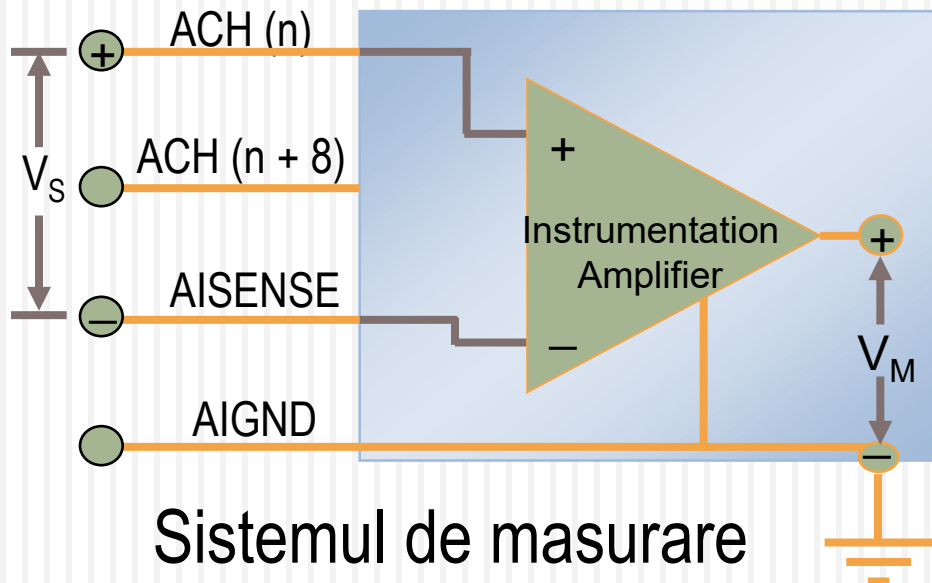


ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7

Modul NRSE

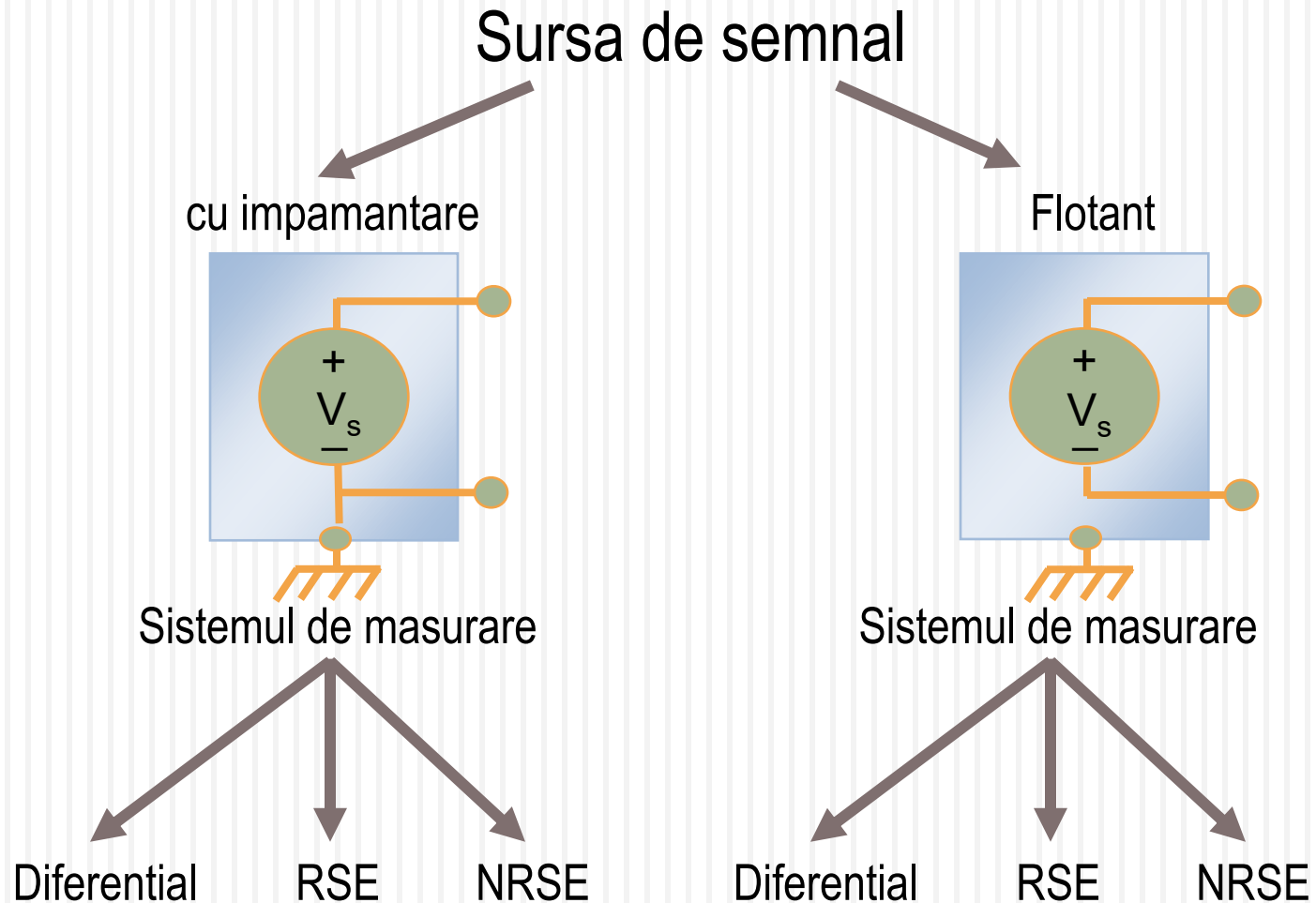
□ Non-Referenced Single-Ended (NRSE)

- ▣ O variație a modului RSE
- ▣ Un singur canal pentru fiecare semnal
- ▣ Masuratori sunt realizate cu referința la AISENSE nu la masa sistemului
- ▣ AISENSE este flotant
- ▣ Nu se rejecta tensiunea de mod comun

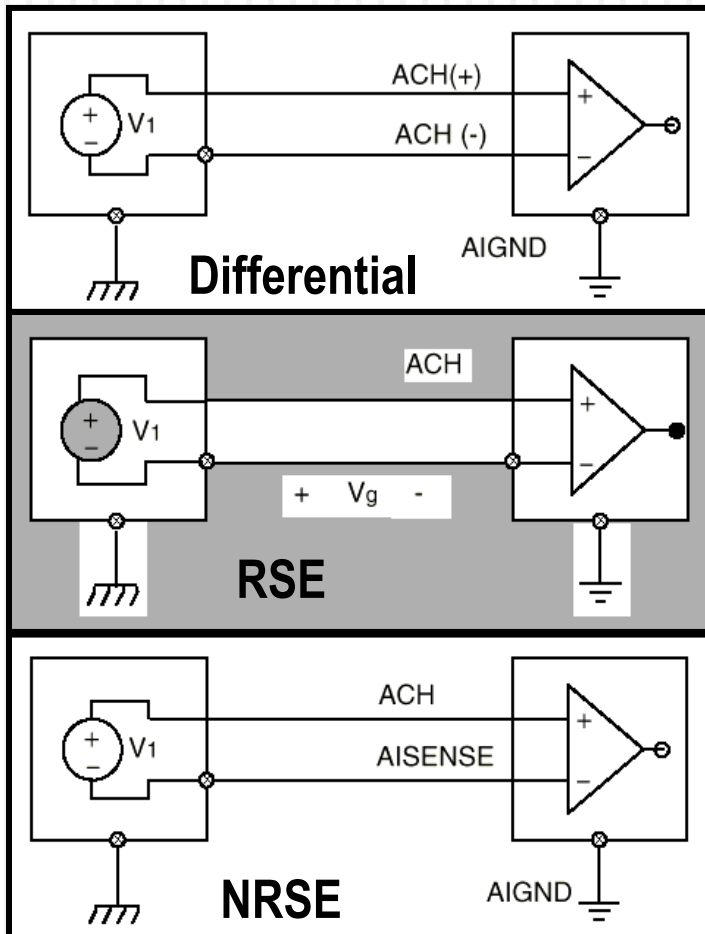


ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7

Alegerea modului de masurare



Optiuni pentru sursele de semnal cu impamantare



Cel mai bun

- + Rejectia tensiunii de mod comun
- Doua canale pentru un semnal (jumătate din canale)

Ne recomandat

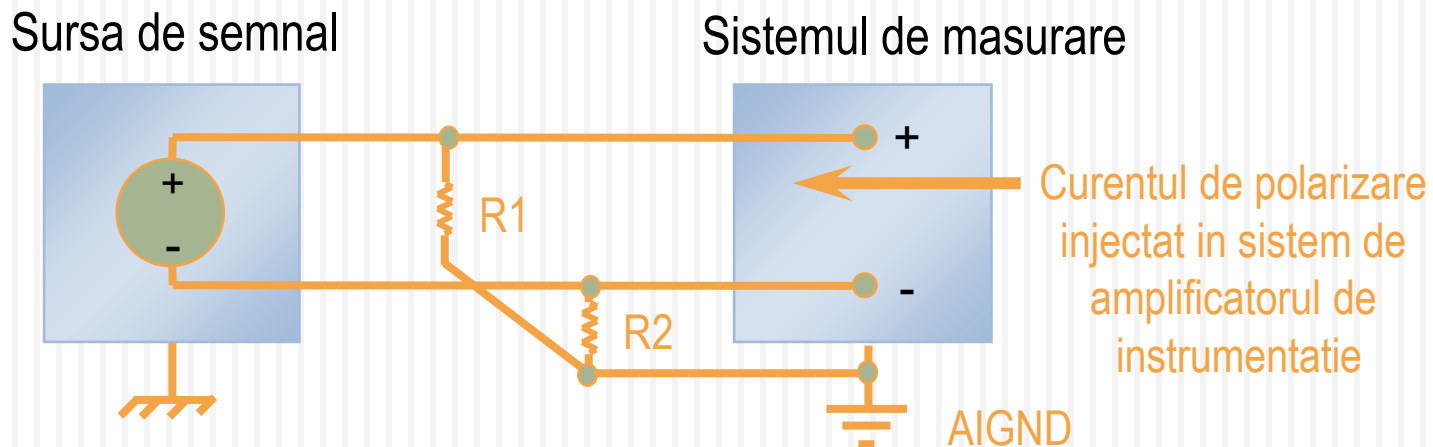
- Diferenta de tensiune (V_g) dintre cele doua mase creeaza o bucla de masa ce poate sa strice dispozitivele

Bun

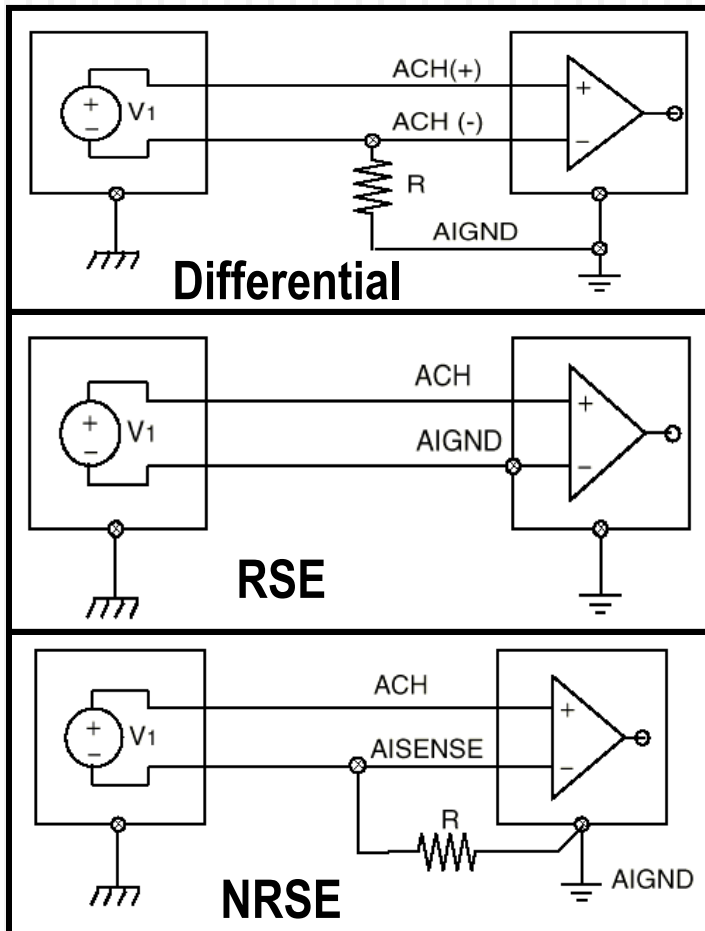
- + permite utilizarea tuturor canalelor
- nu se rejecta tensiunea de mod comun

Rezistori de polarizare

- Necesari pentru sursele flotante si pentru sistemele de masurare flotante (Diferential sau NRSE)
- Oferă o cale de scurgere către masă a curenților de polarizare a amplificatorului de instrumentatie
- Valoarea recomandată este între 10 k Ω și 100 k Ω



Optiuni pentru sursele de semnal flotante



Cel mai bun

- + Rejectia tensiunii de mod comun
- Doua canale pentru un semnal (jumătate din canale)
- Necesita rezistori de polarizare

Mai bun

- + Permite utilizarea tuturor canalelor
- + Nu necesita rezistori de polarizare
- Nu se rejecta tensiunea de mod comun

Bun

- + Permite utilizarea tuturor canalelor
- Necesita rezistori de polarizare
- Nu se rejecta tensiunea de mod comun

Achizitia de date in LabVIEW

35

The image displays the LabVIEW software interface, specifically the Functions palette and the DAQmx - Data Acquisition subpalette.

Functions Palette:

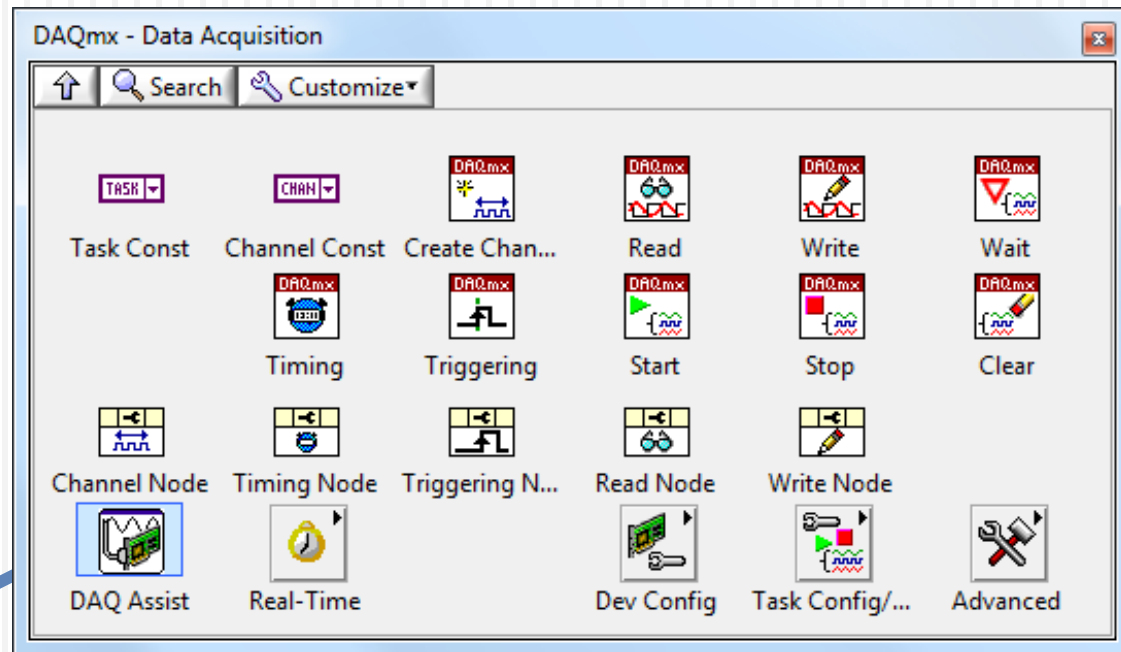
- Search:** A search bar is located at the top of the palette.
- Categories:** The palette is organized into several categories, including Programming, Measurement I/O (highlighted), Instrument I/O, Vision and Motion, Mathematics, Signal Processing, Data Communication, Connectivity, Control Design & Simulation, SignalExpress, and Express.
- Subcategories:** Under the Measurement I/O category, subcategories like Input, Signal Analysis, Output, Sig Manip, Exec Control, and Arith & Com... are visible.
- Measurement I/O Subpalette:** This subpalette contains various measurement and acquisition functions, including NI-DAQmx, NI-SCOPE, NI-FGEN, NI-DMM, NI-DCPOWER, NI-SCAN, NI-SWITCH, NI-HSDIO, NI-RFSG, NI-RFSA, CAN, System Conf..., NI Spy, and Peer To Peer ...

DAQmx - Data Acquisition Subpalette:

- Search and Customize:** A search bar and a Customize button are located at the top of the subpalette.
- Functions:** The subpalette contains a grid of functions for data acquisition, including Task Const, Channel Const, Create Chan..., Read, Write, Wait, Timing, Triggering, Start, Stop, Clear, Channel Node, Timing Node, Triggering N..., Read Node, Write Node, DAQ Assist, Real-Time, Dev Config, Task Config/..., and Advanced.

Achizitie de Date folosind NI-DAQmx

Un singur set de VI-uri folosite pentru a face Analog I/O, Digital I/O si operatii de numarare



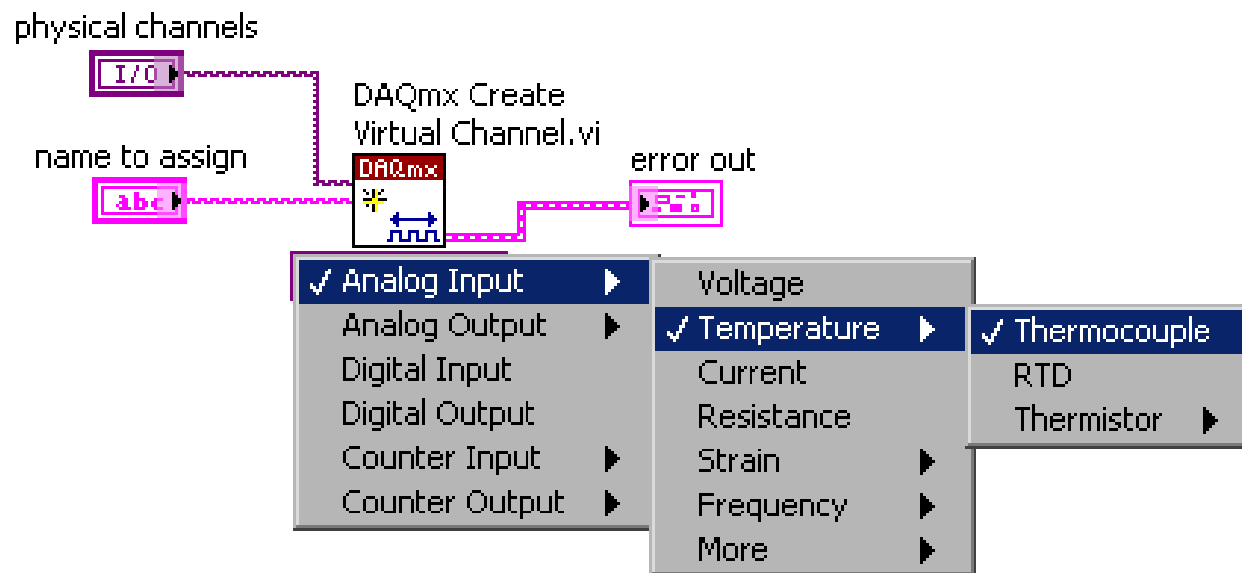
DAQ Assistant Express VI

- Rapid si usor se programeaza sistemul DAQ
- Creaza un "task" local
- Majoritatea aplicatiilor pot sa utilizeze

DAQ Assistant Express VI

Create Virtual Channel VI

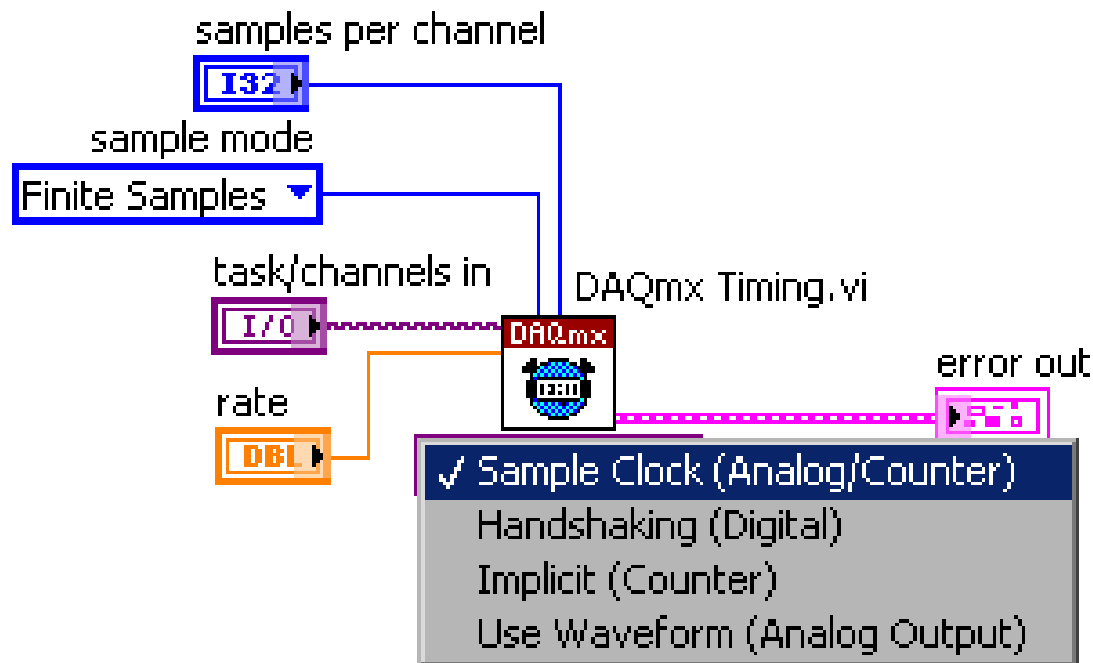
- **Create Virtual Channel VI**
 - Crearea de canale virtuale programatic
 - Adaugarea canalelor virtuale unui task specificat



Timing VI

- **Timing VI**

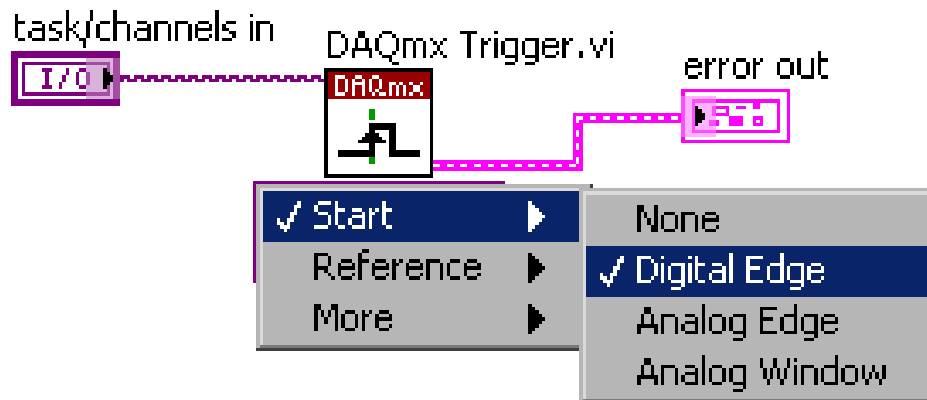
- configurarea ratei de esantionare si a modului de esantionare
- Crearea unui buffer cand este necesar (automat)



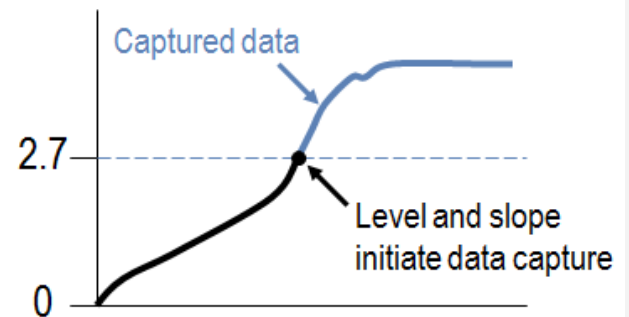
Trigger VI

- **Trigger VI**

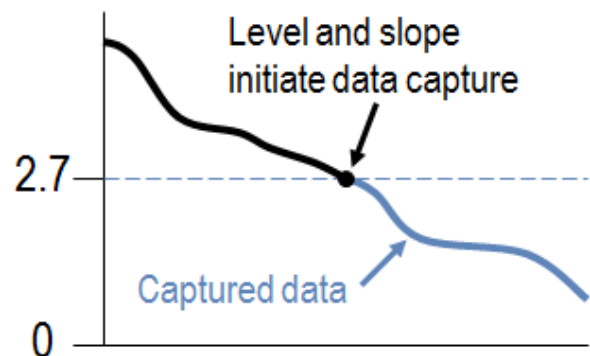
- configurarea task-ului pentru startarea in functie de anumite semnale (digitale, analogice sau ferestre analogice), pe panta crescatoare/descrescatoare



Slope = Rising
Level = 2.7



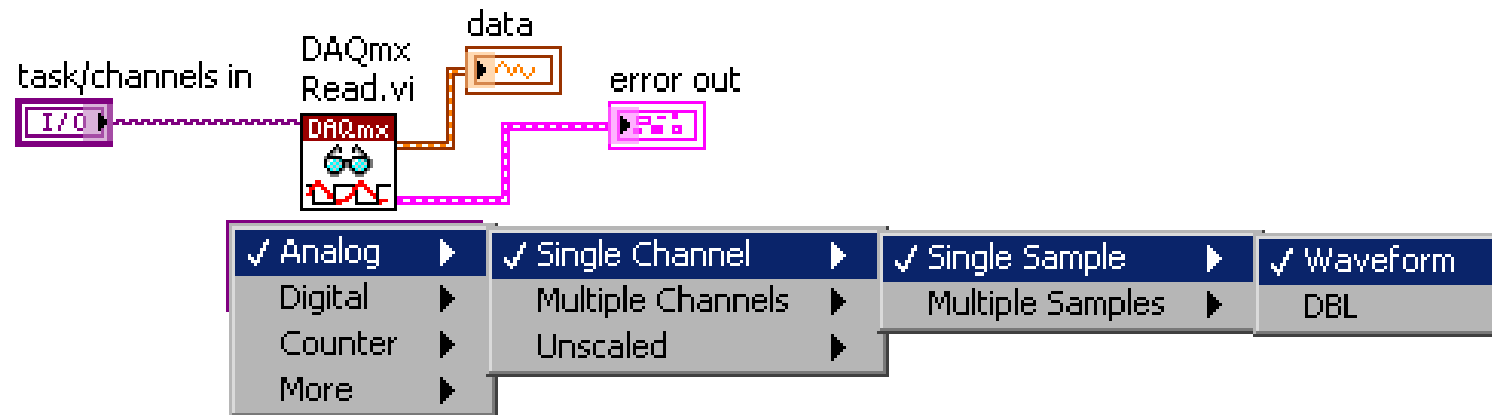
Slope = Falling
Level = 2.7



Read VI

- **Read VI**

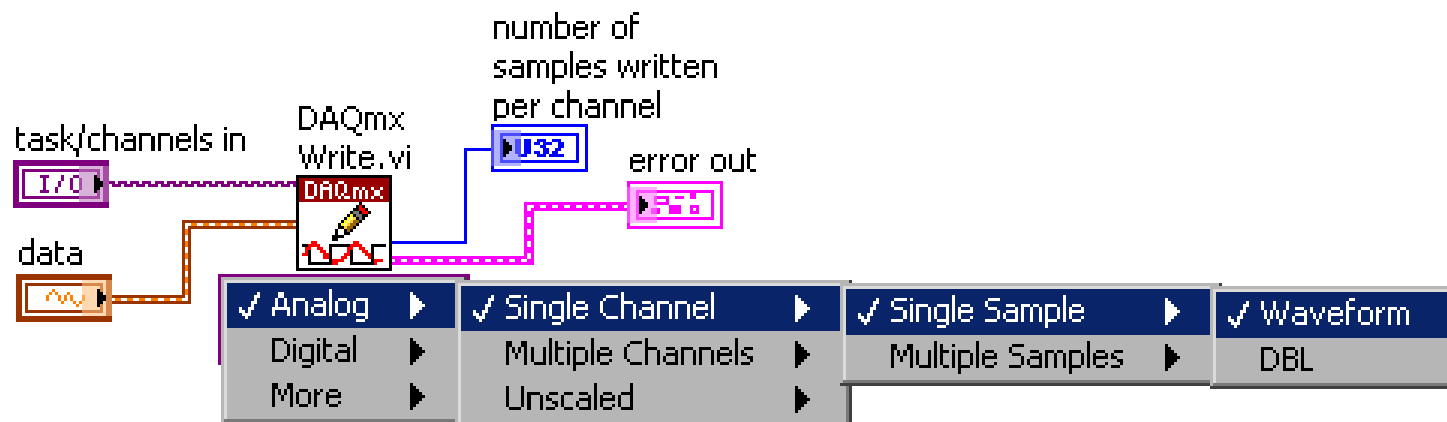
- utilizate pentru canale analogice, digitale sau numaratoare (counter)
- unu sau mai multe canale si esantioane



Write VI & Write Property Node

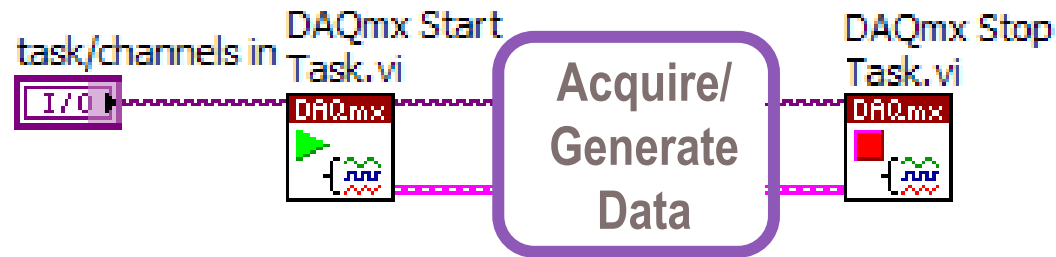
- **Write VI**

- utilizate pentru canale analogice sau digitale
- unu sau mai multe canale si esantioane

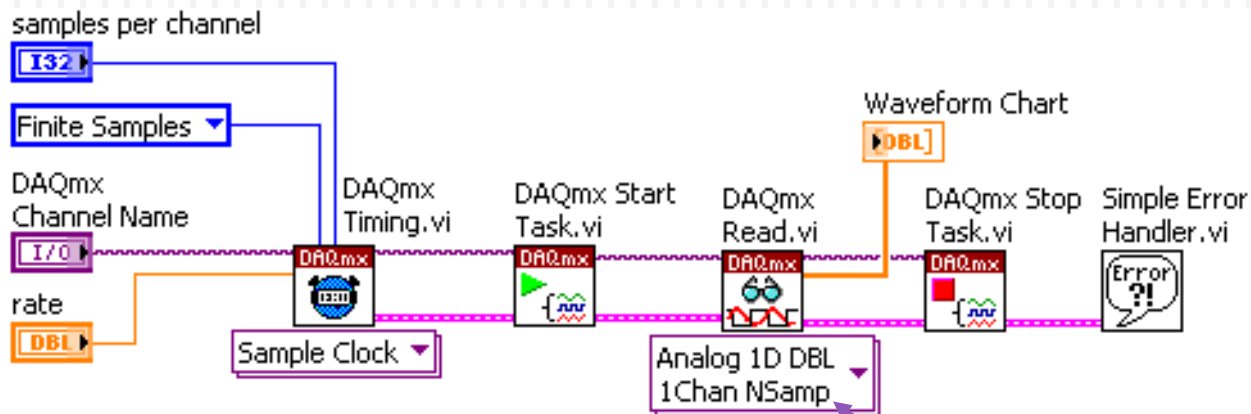


Startarea si oprirea Task-ului

- Start Task – porneste masurarea sau generarea
- Stop Task – opreste sau generarea

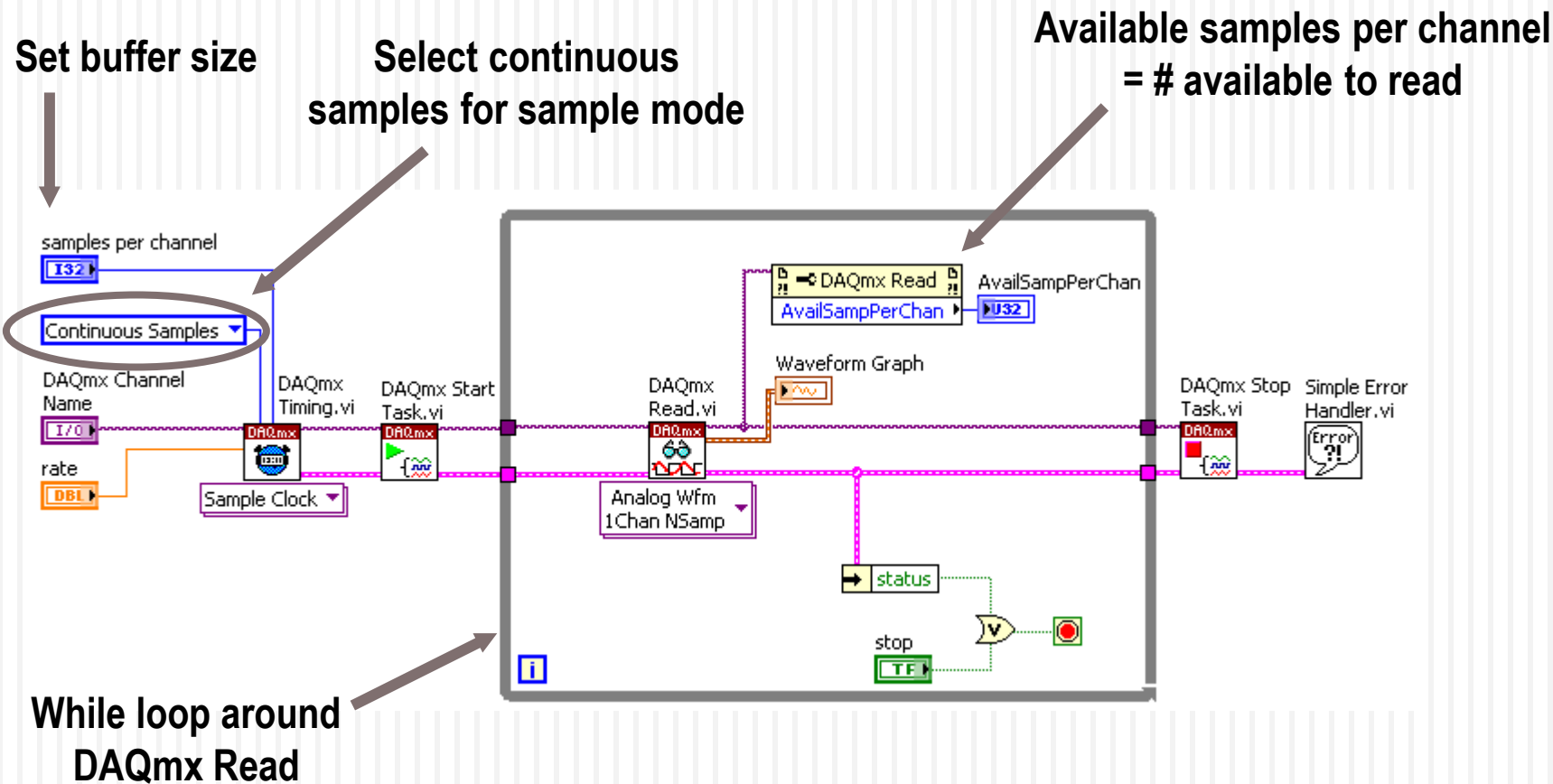


Achizitia unui numar finit de esantioane



NSamp = Multiple Samples

Achizitia continua

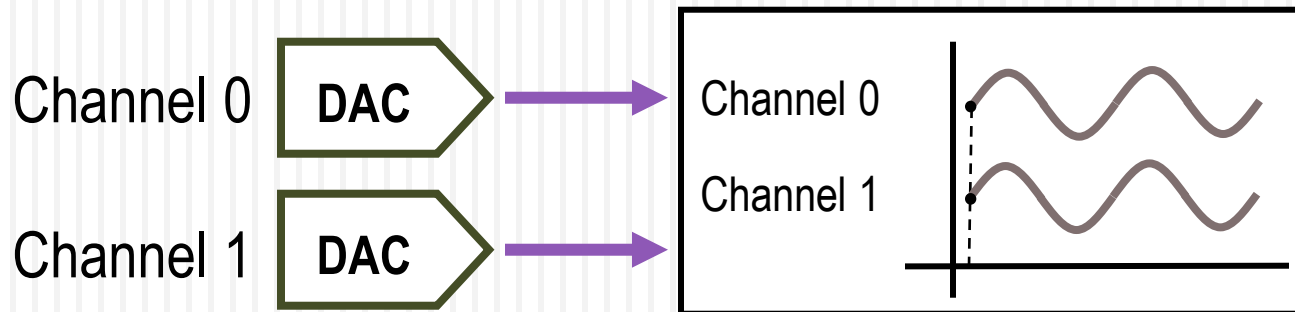


Generarea de semnal

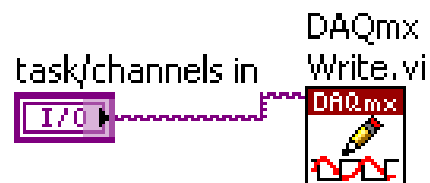


Arhitectura Analog Output

- Majoritatea placilor E-Series DAQ au câte un convertor Digital-to-Analog pentru fiecare canal
=> DAC-urile se actualizează în același timp



DAQmx Write VI



1. Select Settings

Analog DBL
1Chan 1Samp

✓ Single Channel
Multiple Channels
Unscaled

✓ Single Sample
Multiple Samples

1D DBL
Waveform

Signal Type

Single or
Multiple
Channels?

Single or
Multiple
Samples?

Write data as
waveform or
double (array)
type?

2. Verify Settings

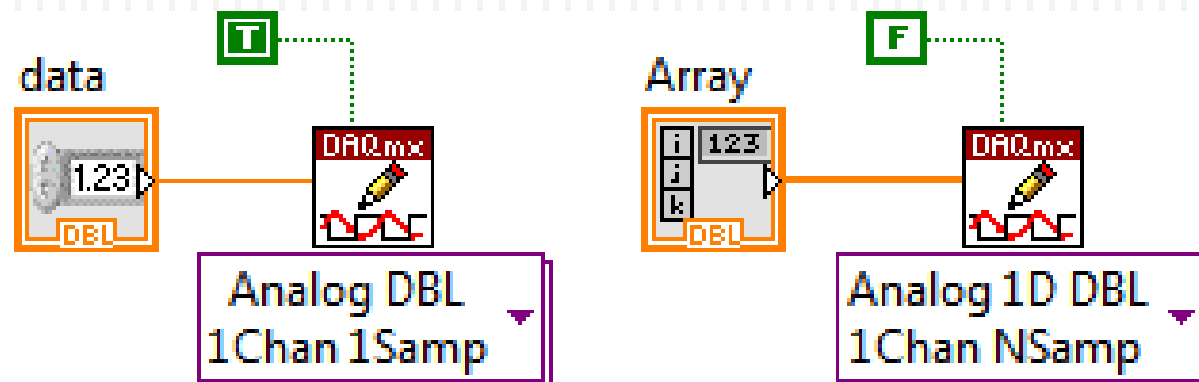


Analog Wfm
1Chan NSamp

- ✓ Analog
- ✓ 1 Channel
- ✓ N Samples
- ✓ Waveform

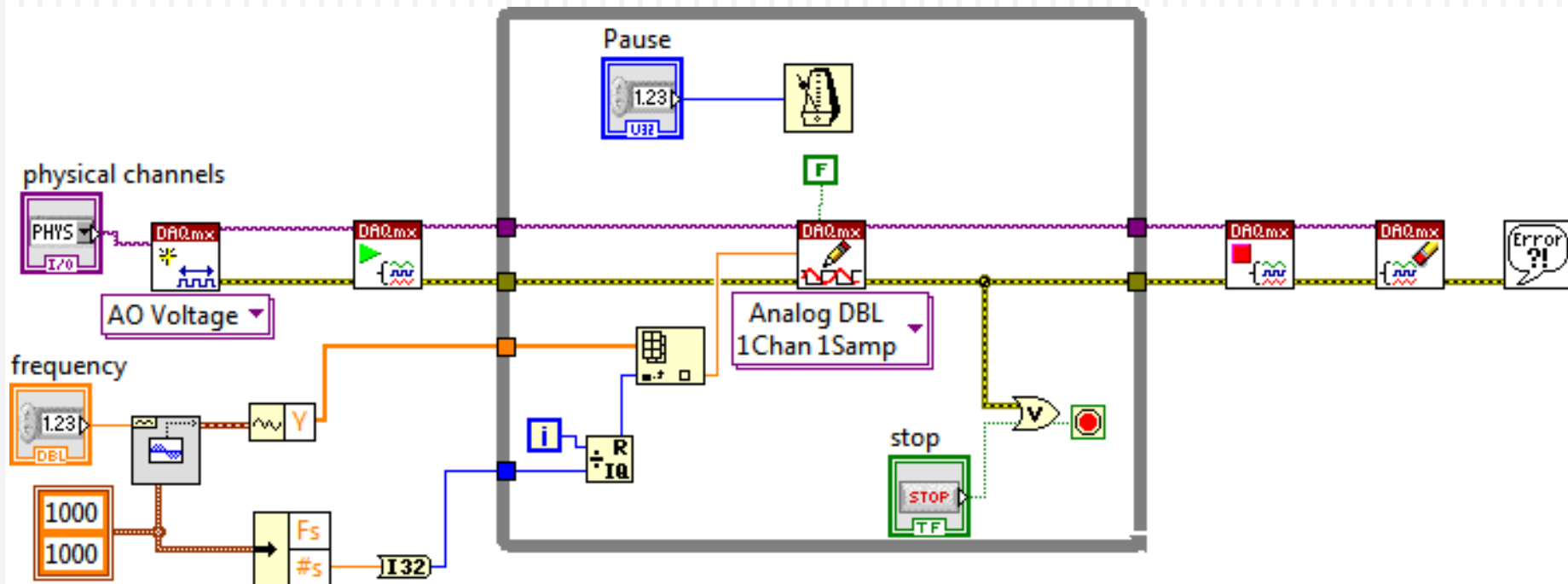
Parametru Auto Start pentru Write VI

- Controleaza inceperea generarii:
 - Pentru un singur esantion, default auto start este True
 - Pentru mai multe esantioane, default auto start este False
- Daca se utilizeaza VI-urile Start/Stop Task VI, trebuie fixat parametru auto start pe False



Software-timed Analog Output Loop

- Generarea unei valori din vector la fiecare iteratie pana la apasarea butonului stop.



Generare unui nr. finit de esantioane



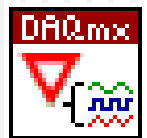
- Configurare generare si buffer



- Scrierea datelor in buffer



- Start task



- Verificare efectuare Task (Wait Until Done)



- Stop task

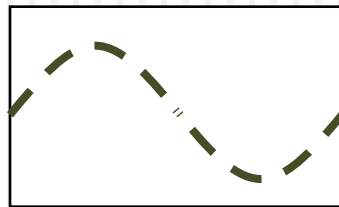


- Management erori

Frecventa semnalului de iesire

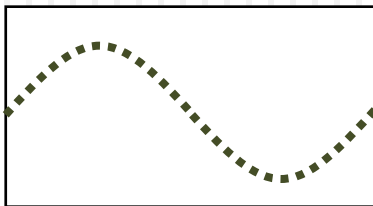
□ Depinde de doi factori:

- Rata de actualizare (Update Rate)
- Numarul de cicli din buffer



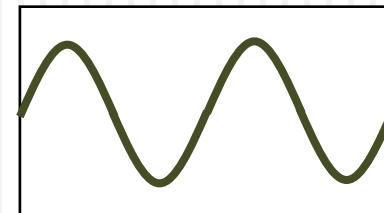
- 1000 de puncte in buffer
- nr. de ciclii din buffer = 1
- Rata de actualizare = 1 kHz
- Frecventa semnalului = 1 Hz

Rata de actualizare = 2 kHz



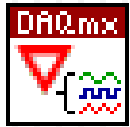
Frecventa semnalului = 2 Hz

Nr. de cicli din buffer = 2



Frecventa semnalului = 2 Hz

Wait Until Done vs. Is Task Done



□ Wait Until Done VI

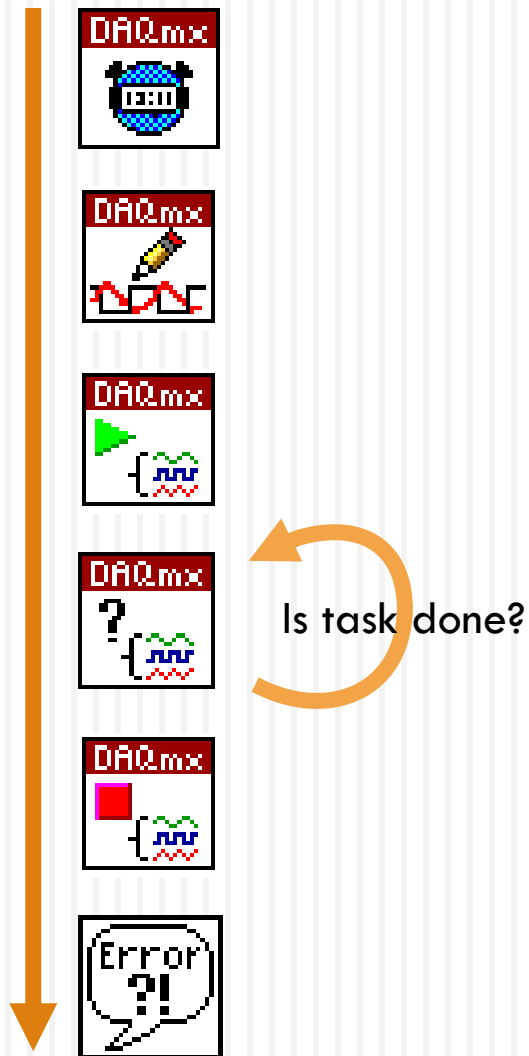
- Folosit pentru achizitii finite
- Utilizatorul poate seta un timeout
- Blocheaza task pana finalizarea executiei



□ Is Task Done VI

- Folosit pentru verificarea erorilor in modul Continuous Samples

Generare continua de esantioane

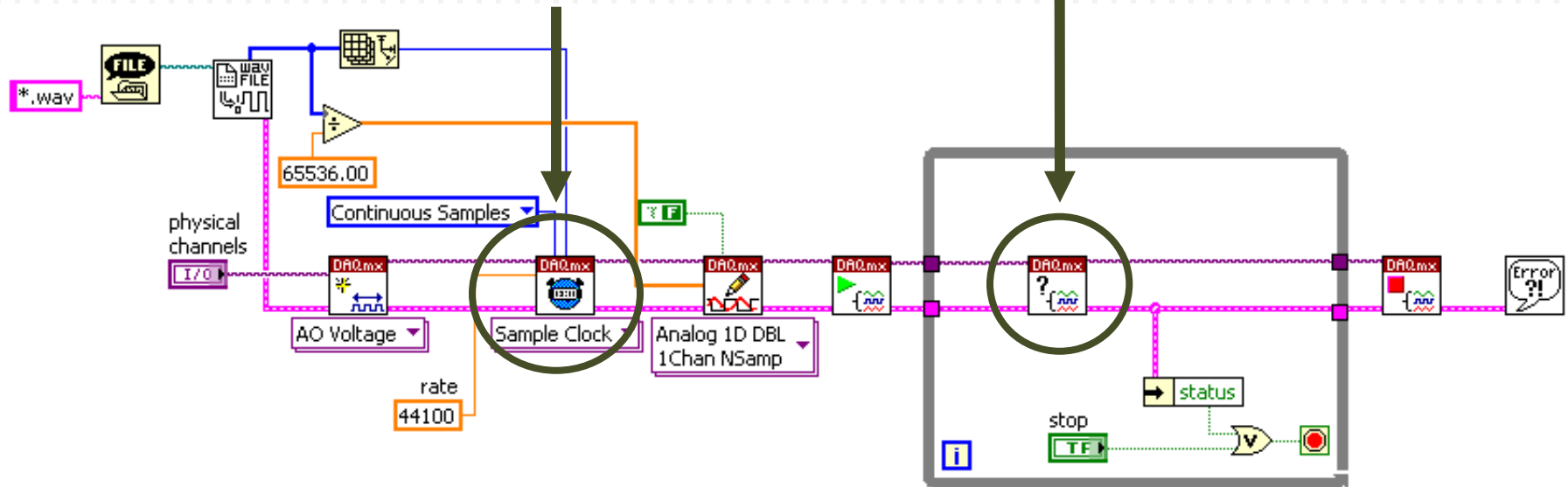


- ☐ Configurare generare si buffer
- ☐ Scrierea datelor in buffer
- ☐ Start task
- ☐ Este Task-ul ok?
- ☐ Stop task
- ☐ Management erori

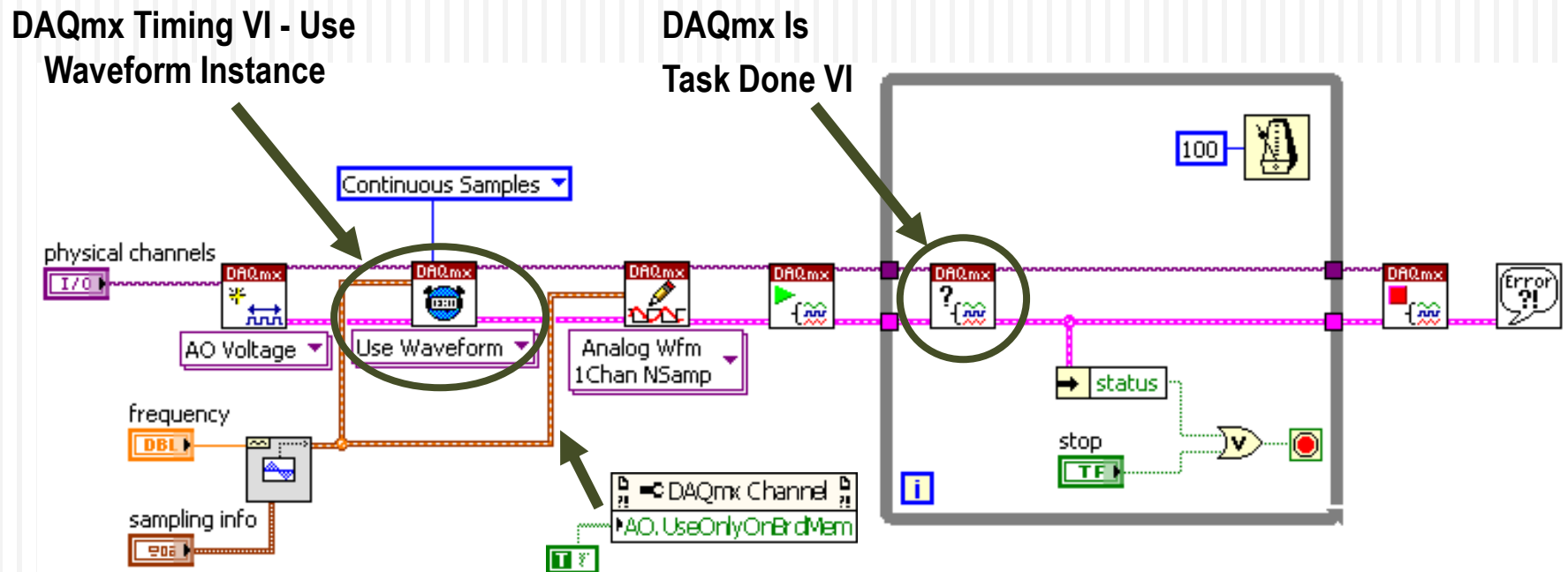
Generarea continua utilizand Sample Clock

DAQmx Timing VI – Use
Sample Clock
Instance

DAQmx Is
Task Done VI



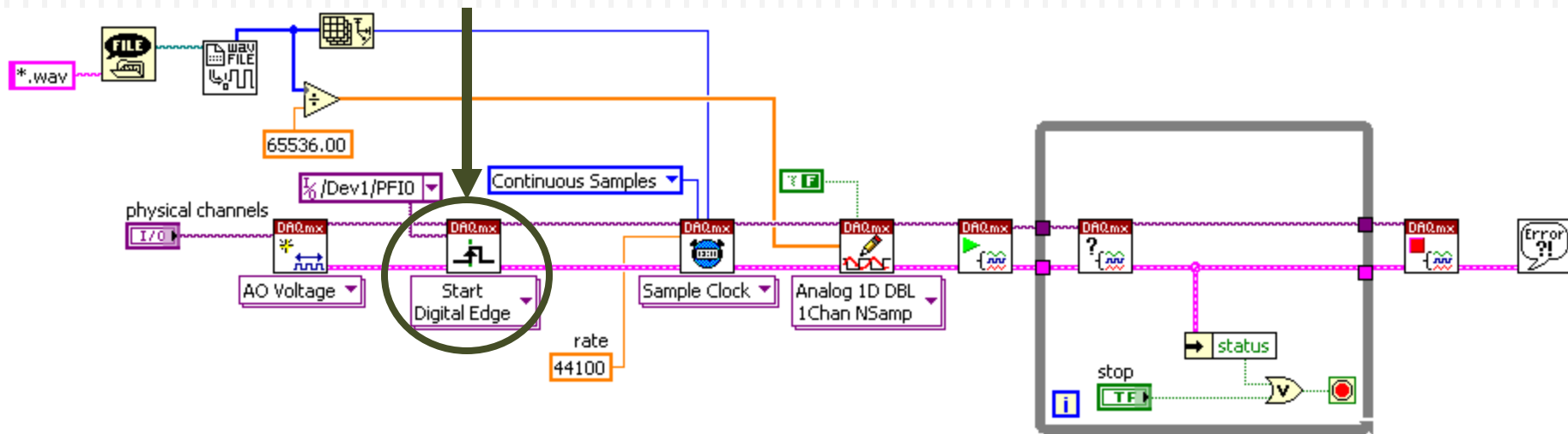
Generarea continua utilizand dt pentru temporizare



Generarea cu triggerare digitala

□ Utilizand DAQmx Trigger VI

DAQmx Trigger VI

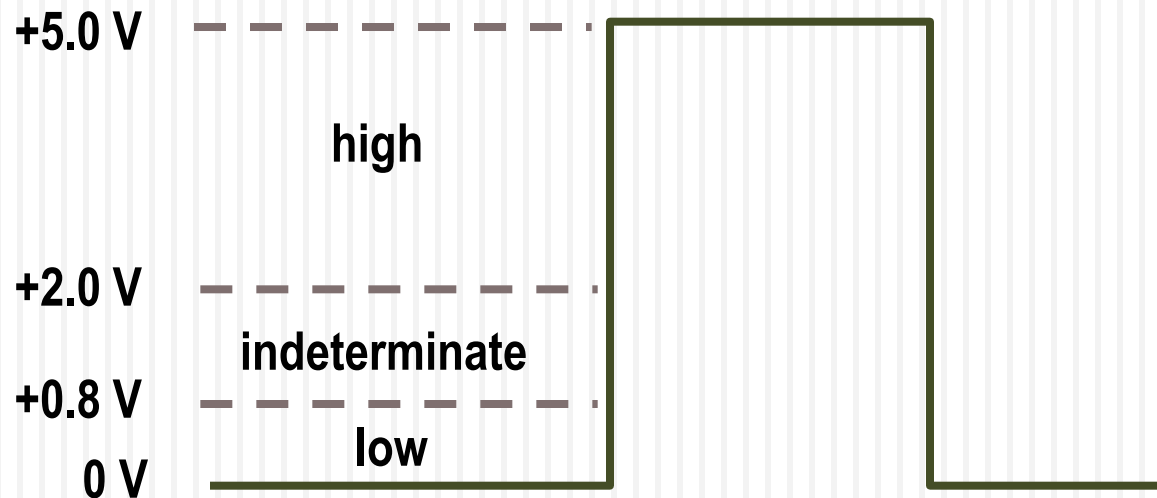




Digital Input Output - DIO

Digital Signals

- Liniile digitale accepta si genereaza semnale compatibile TTL



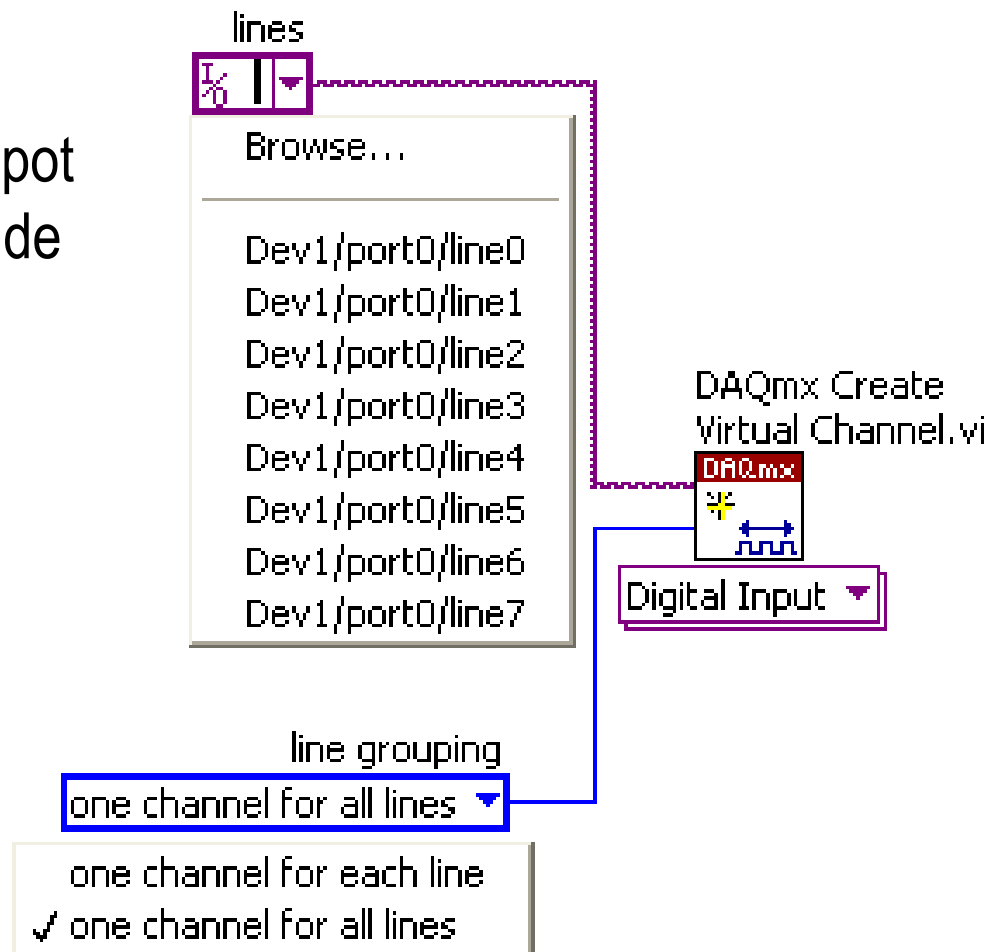
Definition of a TTL Signal

Termeni digitali

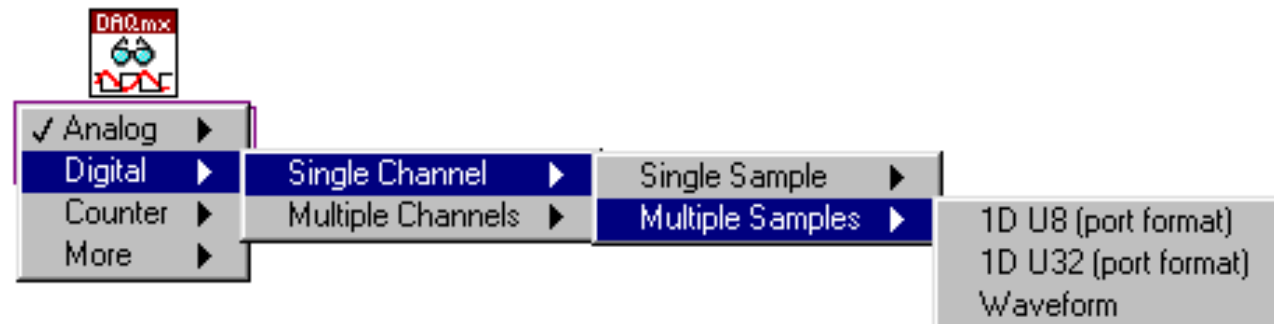
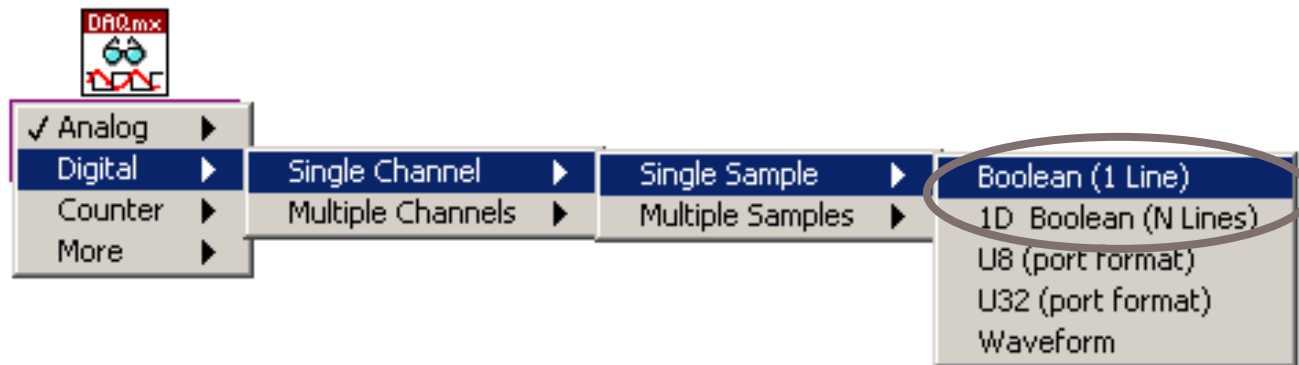
- Bit – unitatea de date cea mai mica. Valorile posibile 1 sau 0.
- Line – un singur semnal dintr-un port. Se refera la hardware.
- Port – o colectie de linii digitale.

Digital Virtual Channel Options

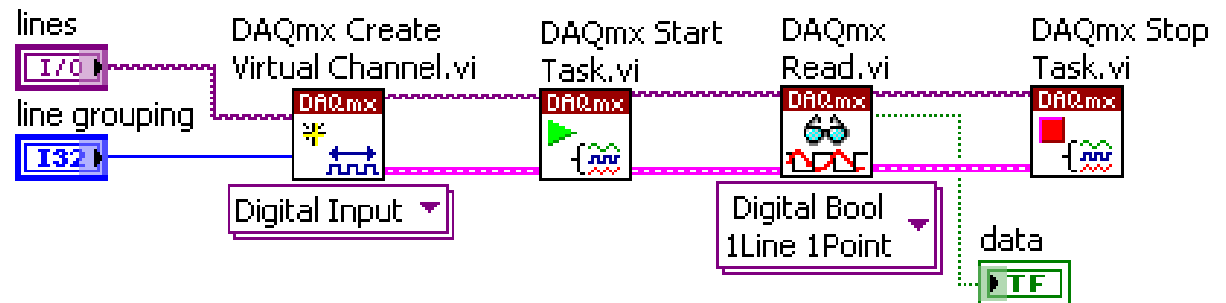
- crearea de canale digitale ce pot fi un port, o linie sau o colectie de linii.



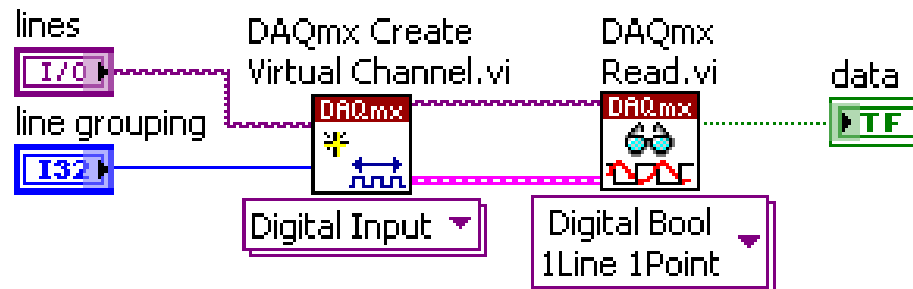
DAQmx Read VI – Digital



Read Single Sample, Single Line Channel

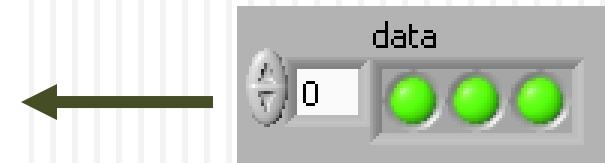
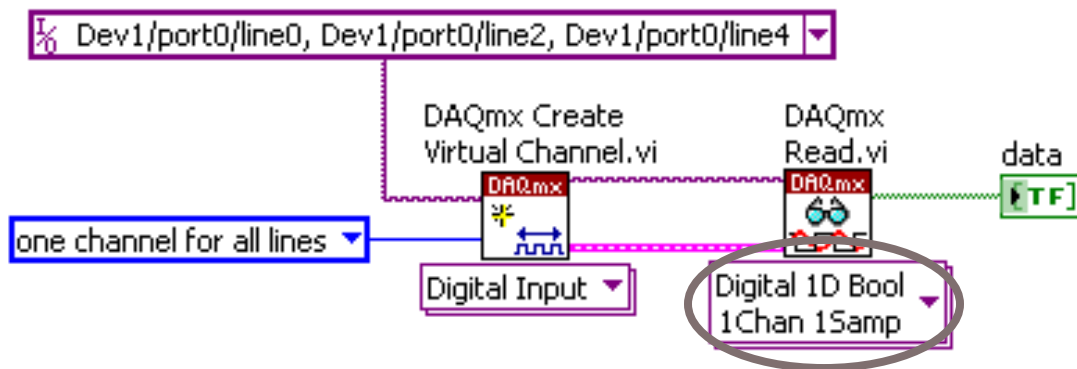


sau



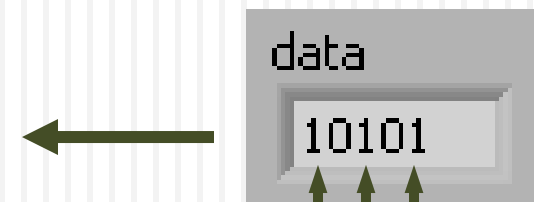
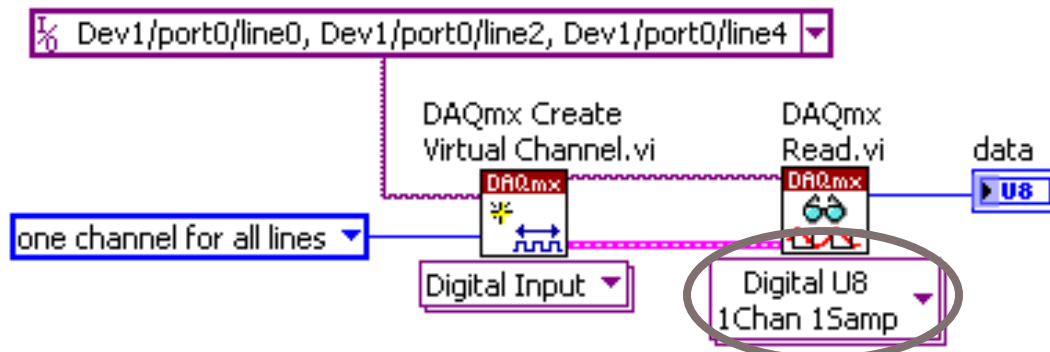
Read Single Sample, Multiple Line Channel

- Return type = Array of booleans (line data format)



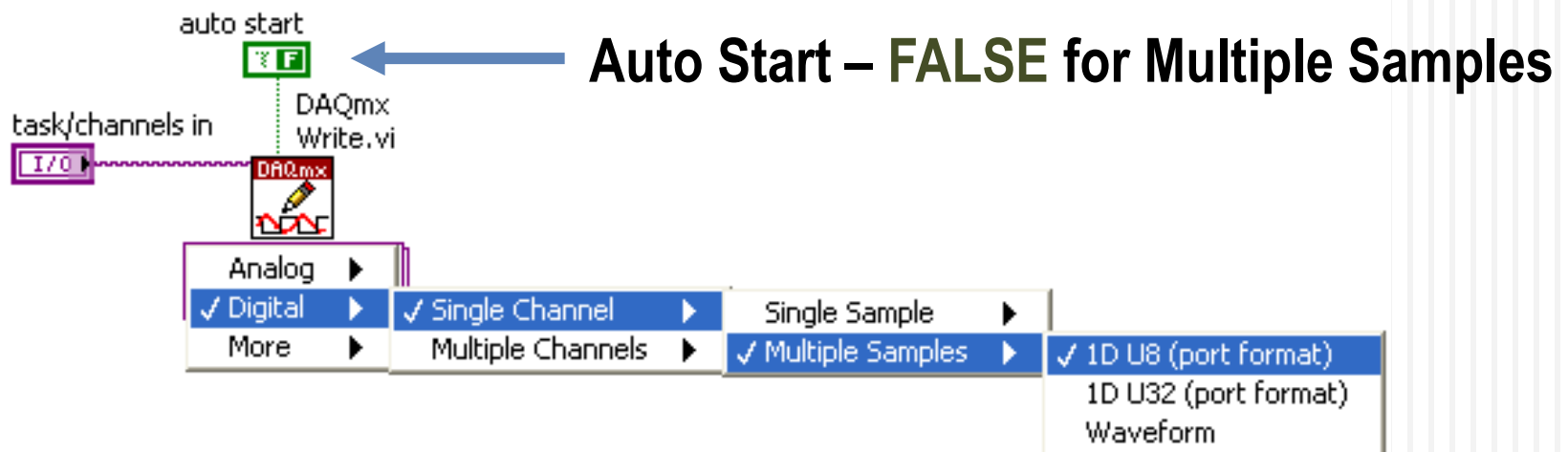
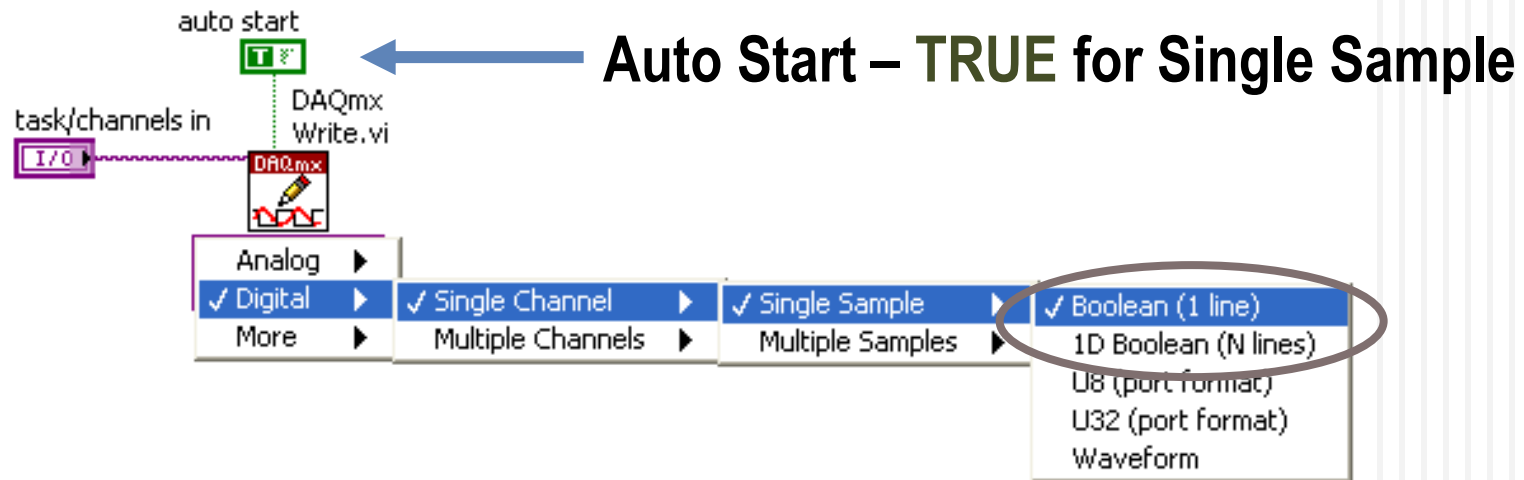
Lines 0,2,4

- Return type = Integer (port data format)

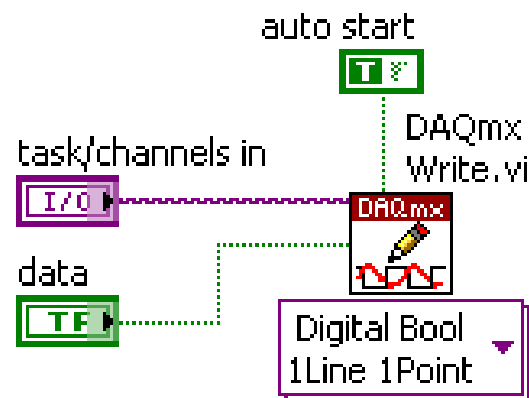


Lines 4, 2, 0

DAQmx Write VI – Digital

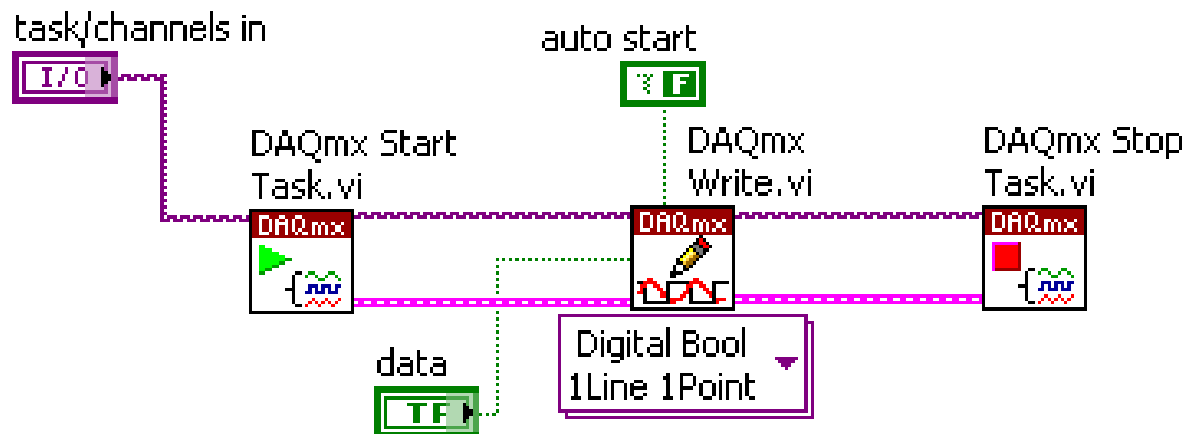


Write Single Sample, Single Line Channel

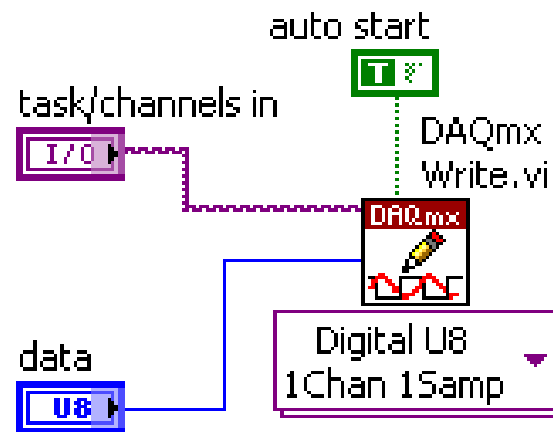


Default, auto
start este
setat pe true

sau



Write Single Sample to Port



sau

