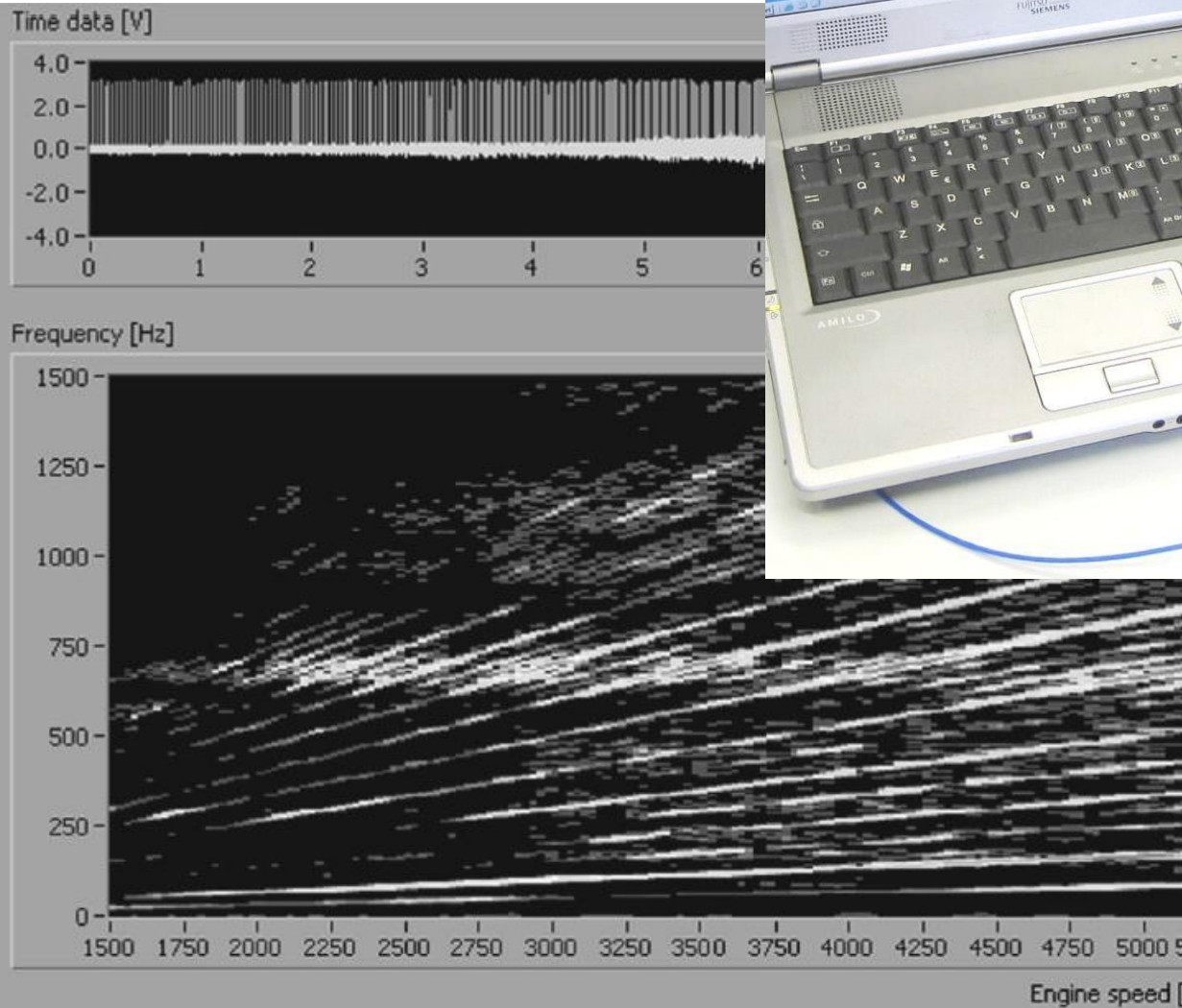


MERNI INFORMACIONI SISTEMI

Profesor dr Miroslav Lutovac

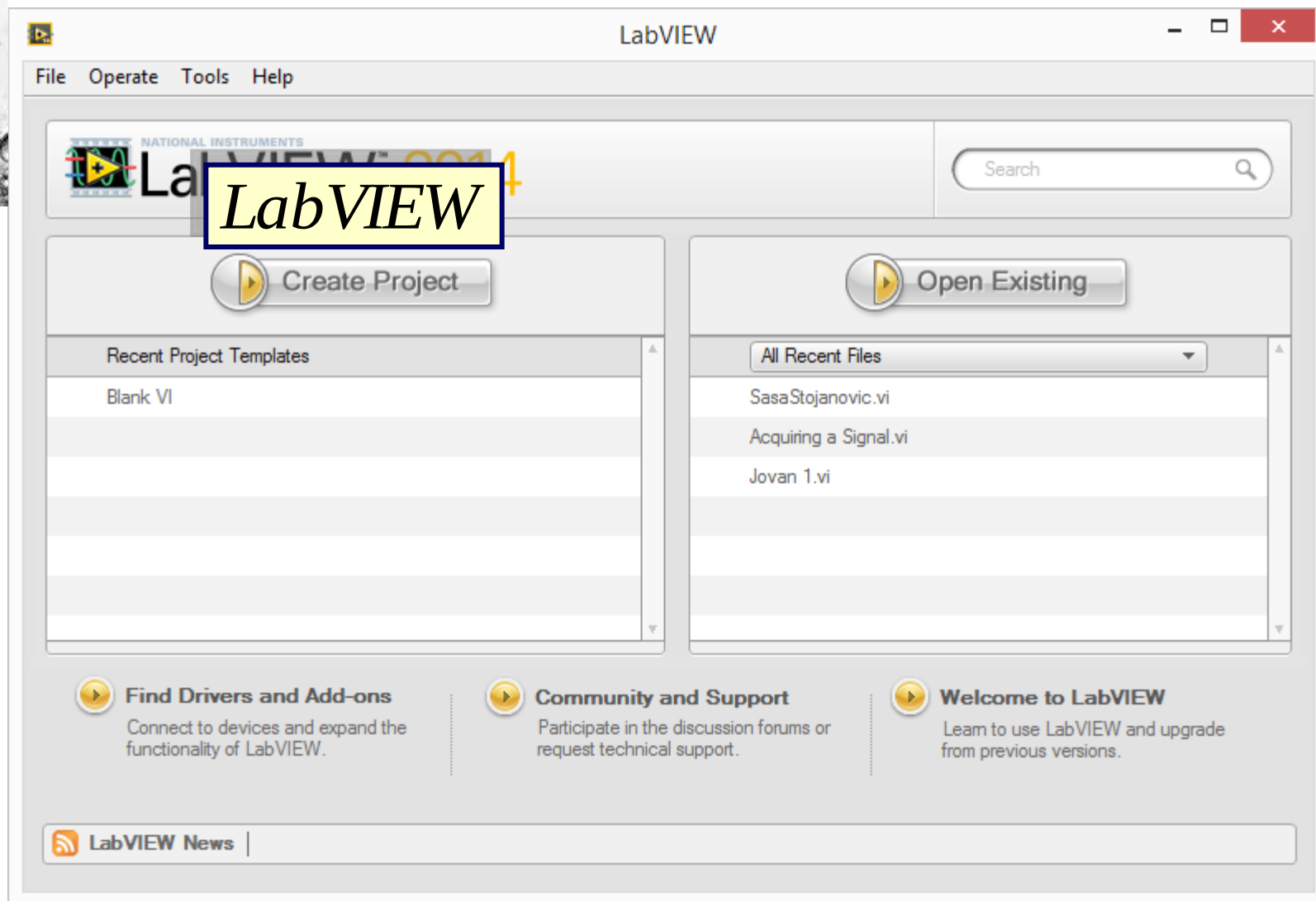
mlutovac@viser.edu.rs

Učenje kroz primere

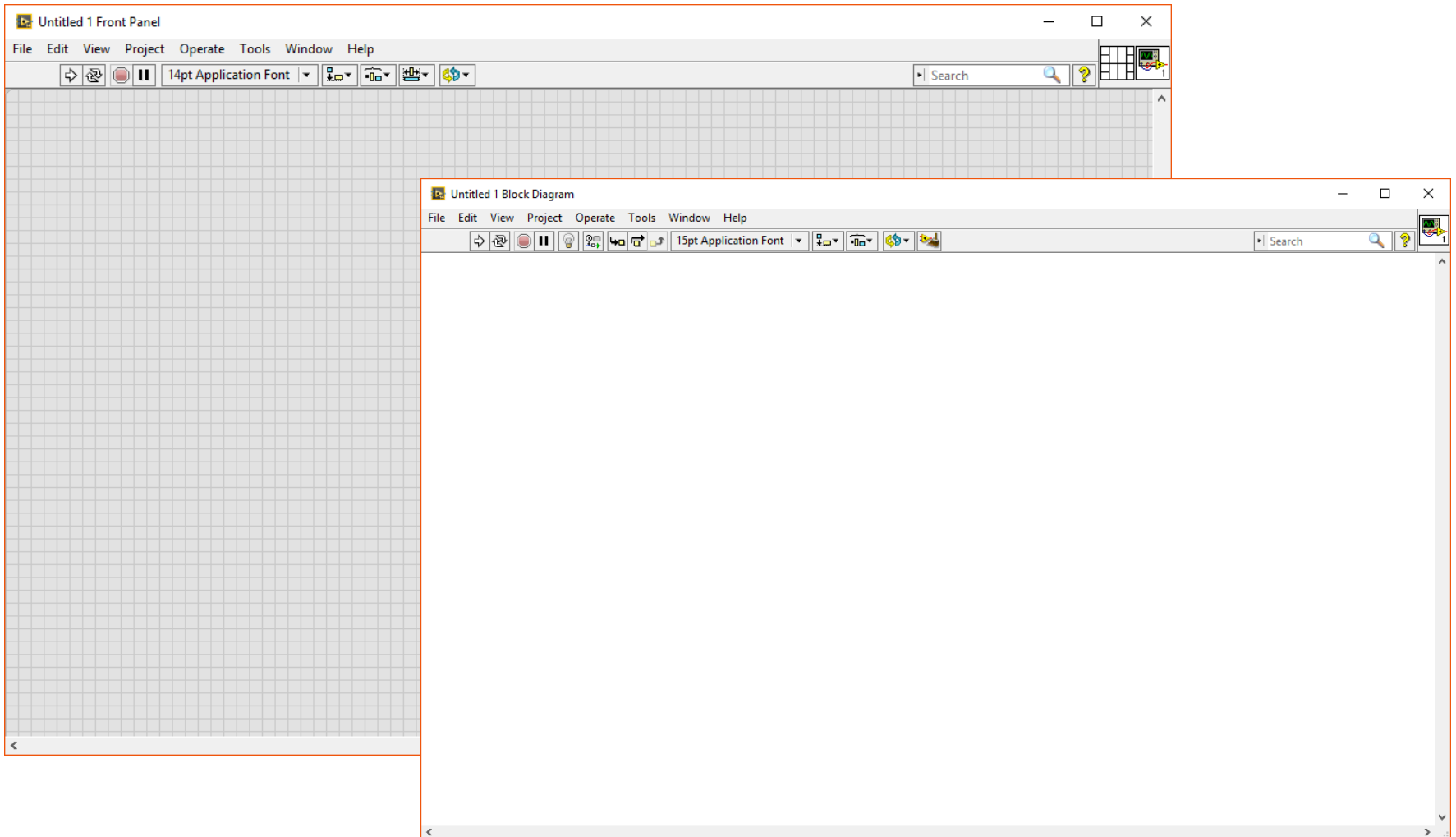


LabVIEW SignalExpress





Launch LabVIEW and click on Blank VI on the Getting Started window. This brings up two windows (gray background - front panel, white background - block diagram).



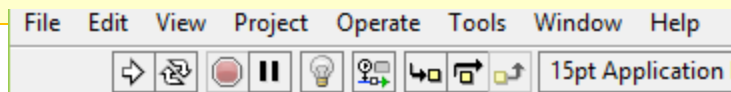
Click on the front-panel
 Click on View>Controls Palette
 Click on Express>Numeric
 Controls>Dial

Move the cursor to position the
 dial in the front-panel window

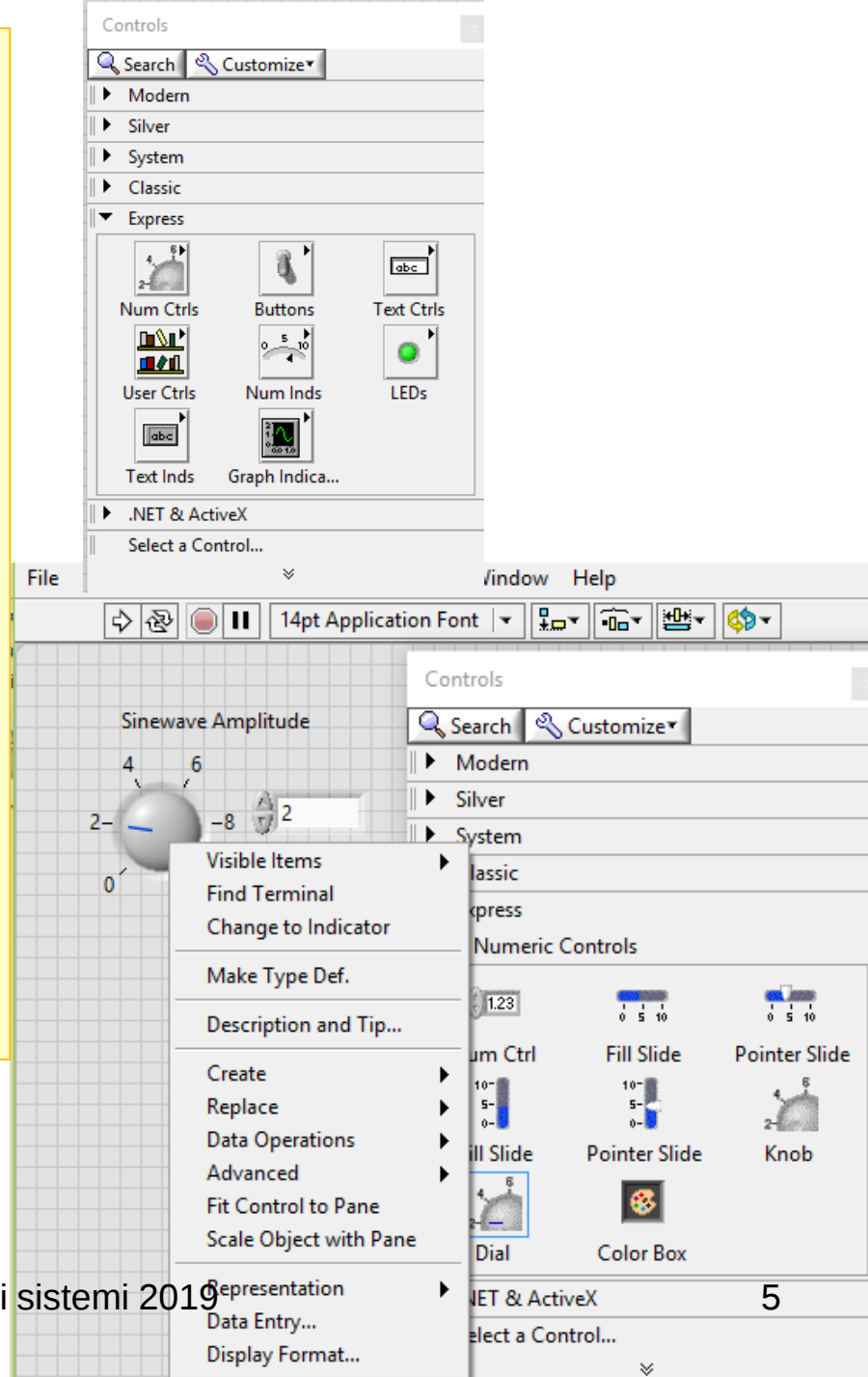
Click to drop it into place

Type in Sinewave Amplitude
 from keyboard

Place the cursor on the dial,
 right-click and select Visible
 Items>Digital Display



Sinewave Amplitude



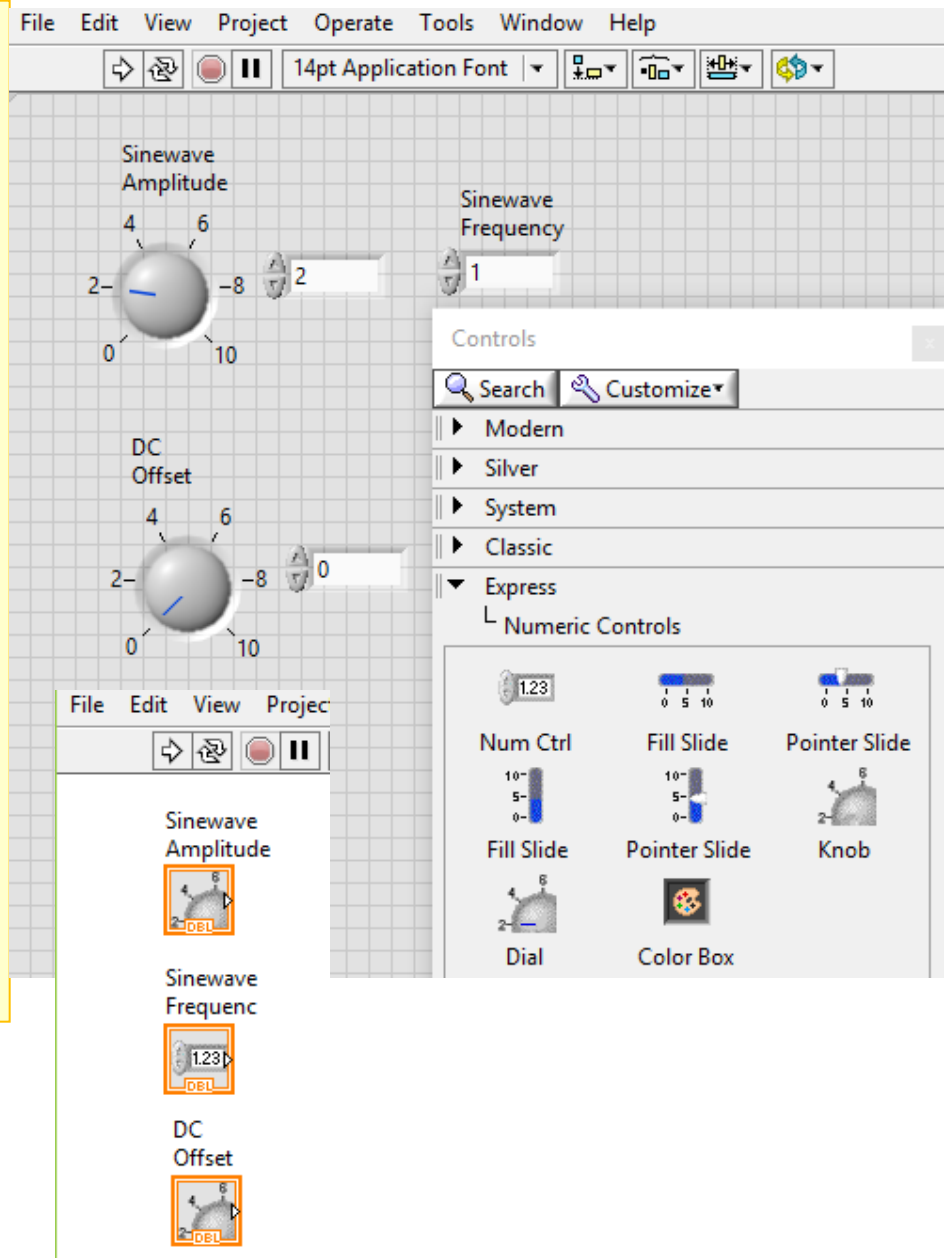
Click on the diagram window
(Window>

Show Block Diagram)

Click on View>Tools Palette

Return to the front panel

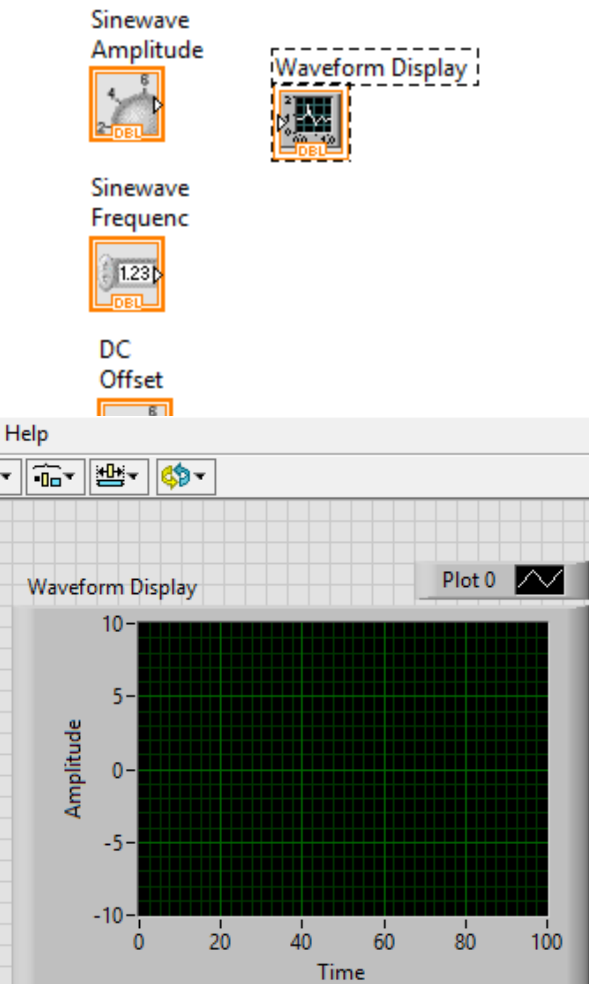
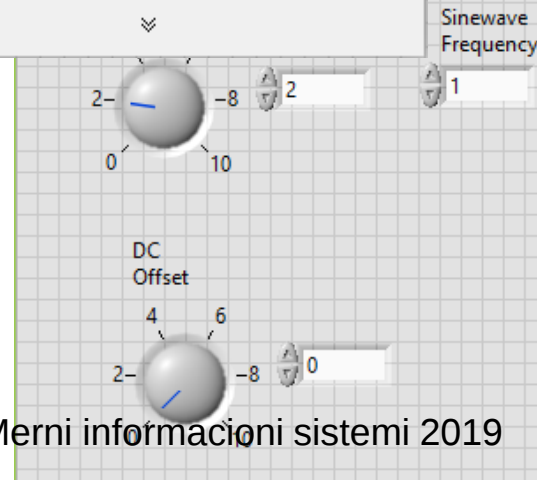
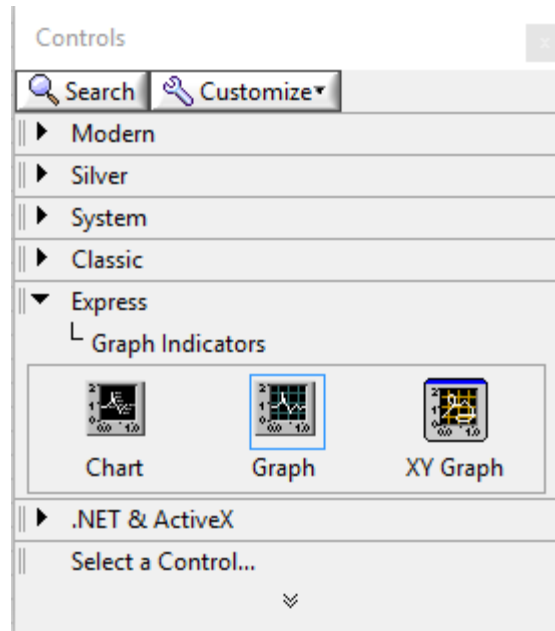
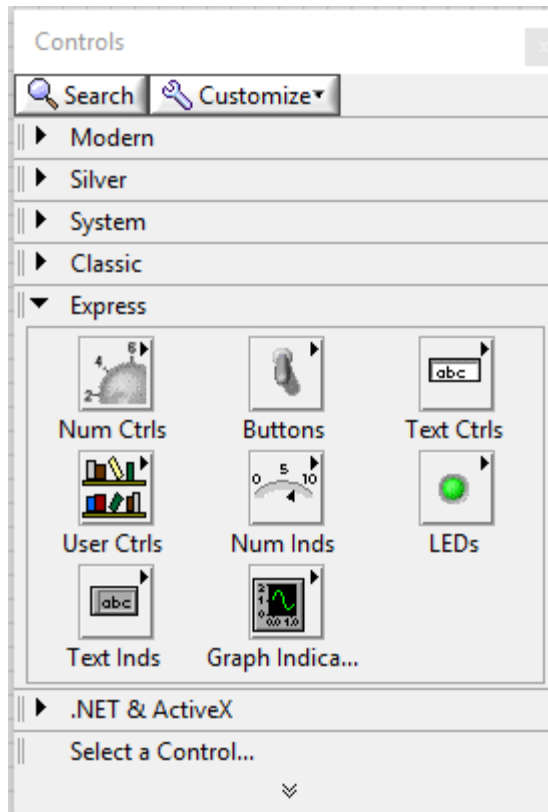
Place a second dial labeled
DC Offset and a numeric
control (upper left-hand
corner of the numeric
controls palette) labeled
Sinewave Frequency on the
front panel



Click on Express>Graph Indicators >Waveform Chart

Place the waveform chart on the front panel

Type in the caption Waveform Display on your keyboard

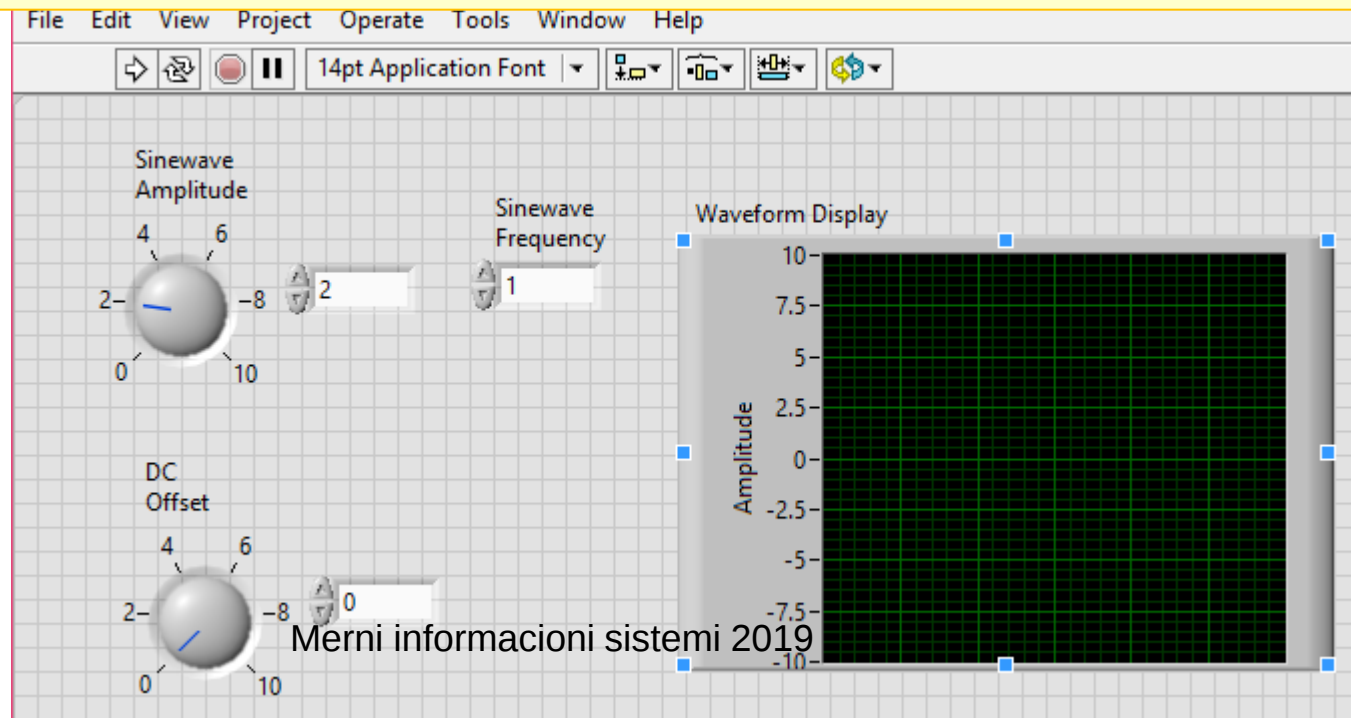


Place the cursor on the display icon and click the right mouse button to bring up the pop-up menu

Use the Visible Items>PlotLegend and Visible Items>X Scale commands to hide the legend and the x-axis scale

Use the Position/Size/Select tool to position and resize the elements on the control panel

Use the Operate Value tool to edit the lower and upper y-axis values, so that they range from -10 to +20

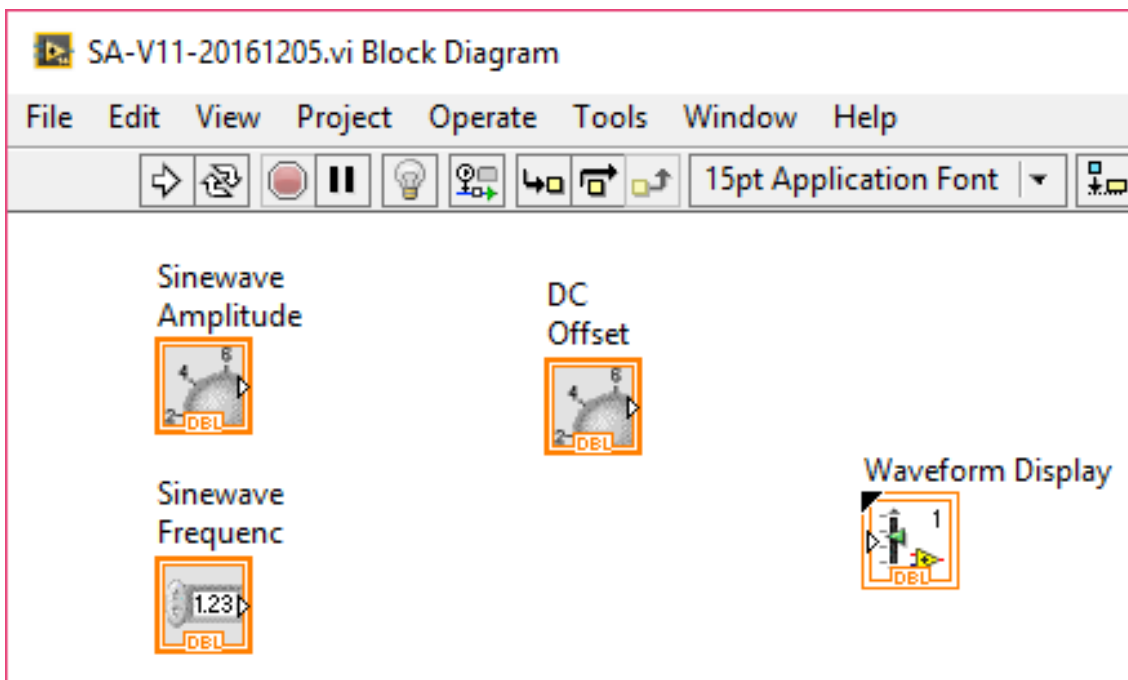


Use the Window>Show Block Diagram command to switch to the block diagram window

Use the View>Functions Palette command to make it visible

Use the Position/Size/Select tool to position the icons

Make sure that when you left-click on each box, the nearest label is the one indicated as being selected



Selecting and positioning function blocks on the block diagram

Addition block: **Mathematics>Numeric>Add**

Multiplication block: **Mathematics>Numeric>Multiply**

Division block: **Mathematics>Numeric>Divide**

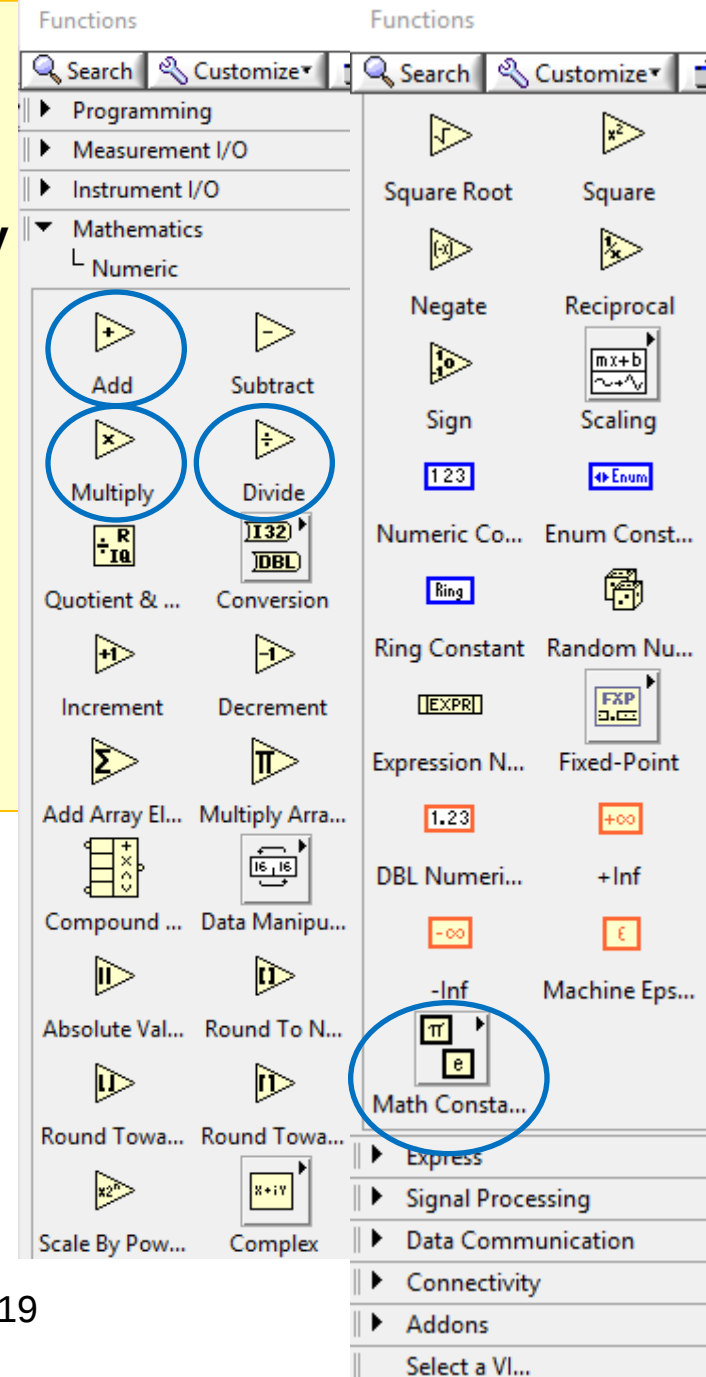
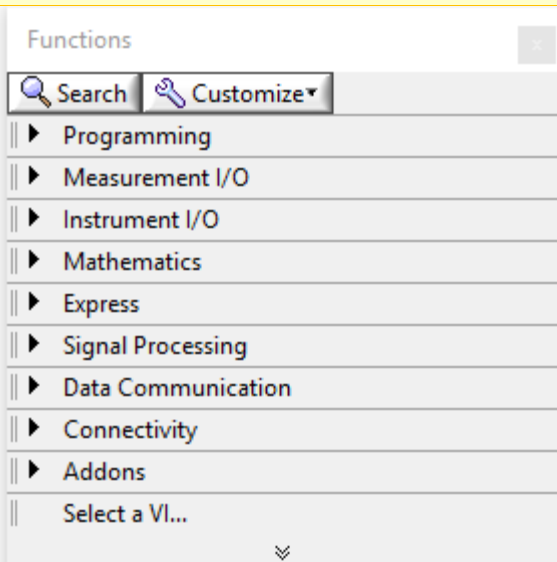
Sine function: **Mathematics>Elementary & Special Functions>Trigonometric**

Functions>Sin

2 Block: **Mathematics>Numeric>Math & Scientific Constants>2*Pi**

Wait Icon: **Programming>Timing>Wait (ms)**

For Loop: **Programming>Structures>For Loop**



Selecting and positioning function blocks on the

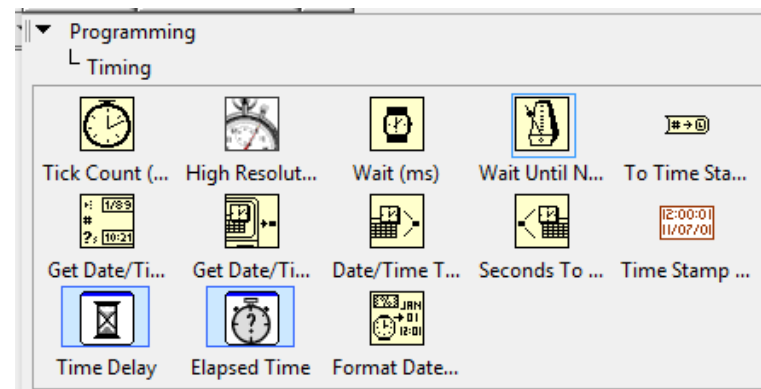
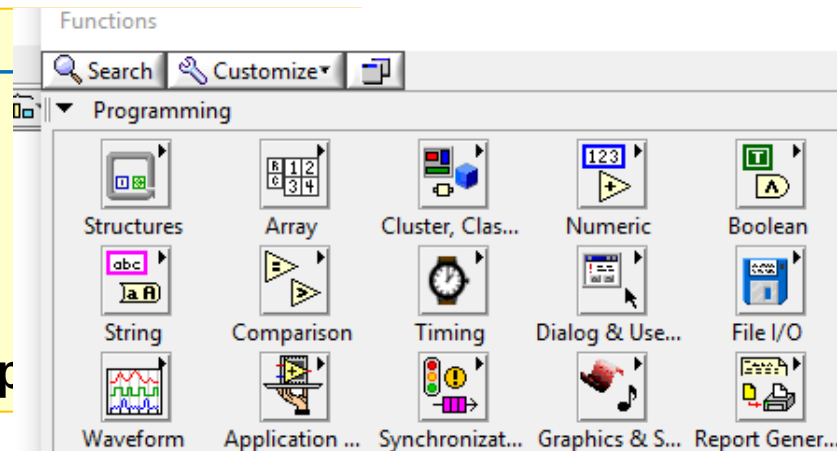
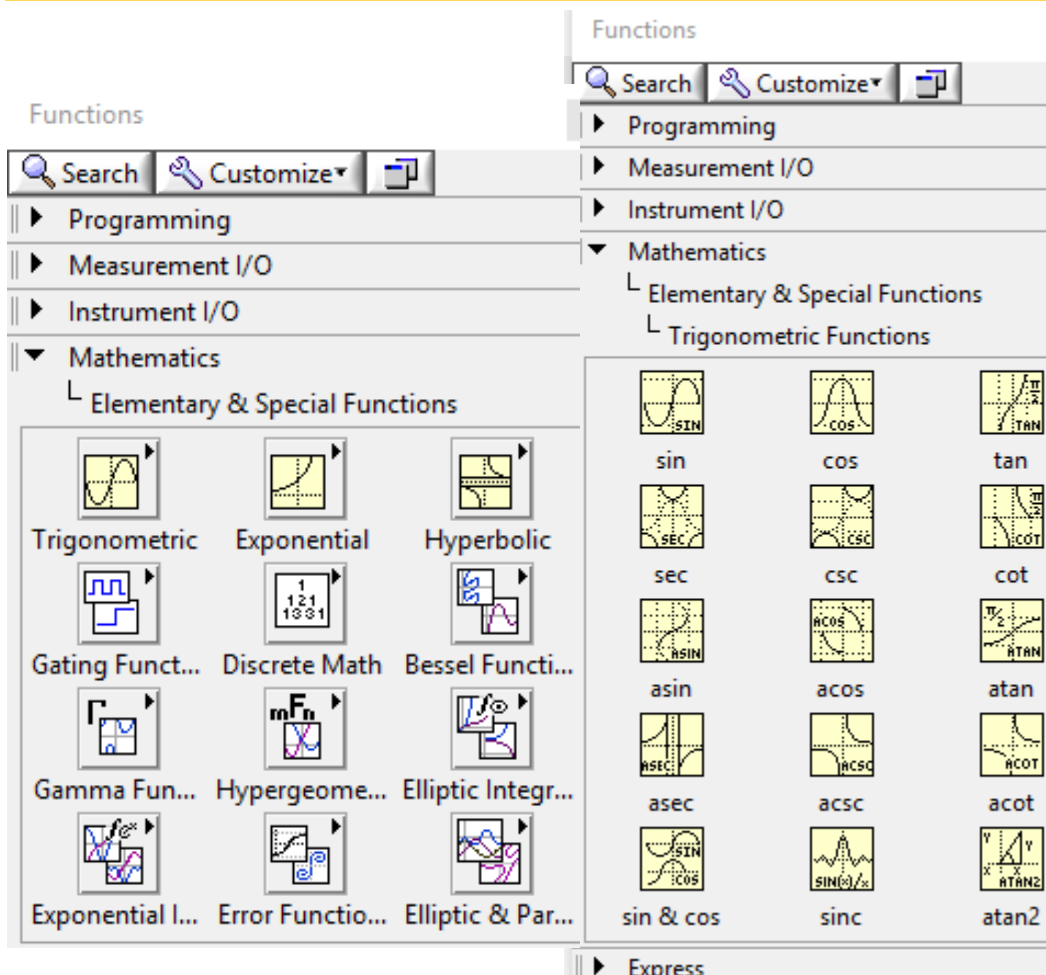
Sine function: **Mathematics>**

Elementary & Special Functions>

Trigonometric Functions>Sin

Wait Icon: **Programming>Timing>Wait (ms)**

For Loop: **Programming>Structures>For Loop**



Selecting and positioning function blocks on the block diagram

Addition block: **Mathematics>Numeric>Add**

Sinewave
Amplitude



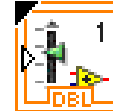
DC
Offset



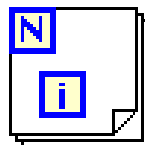
Sinewave
Frequenc



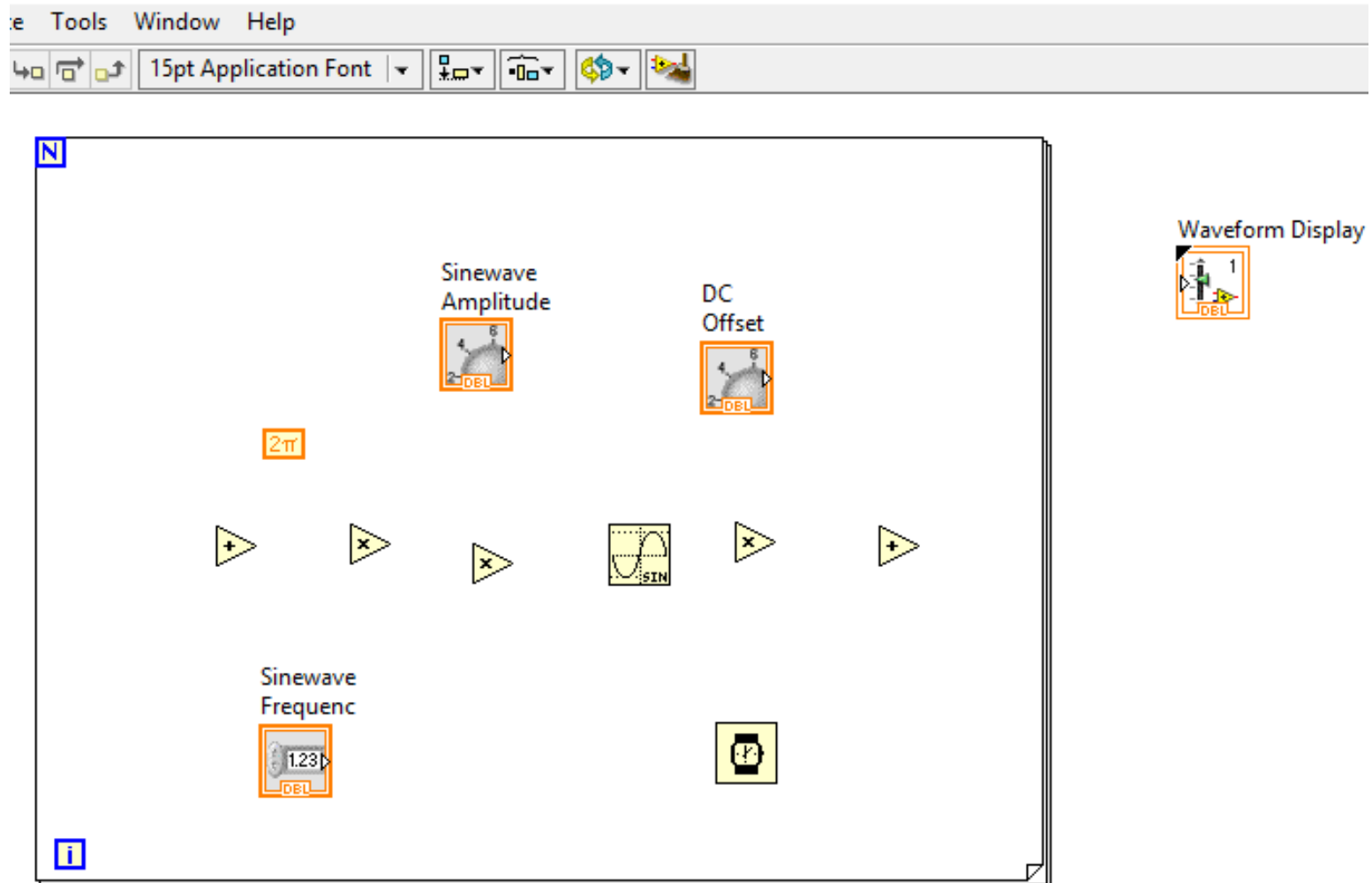
Waveform Display



2π

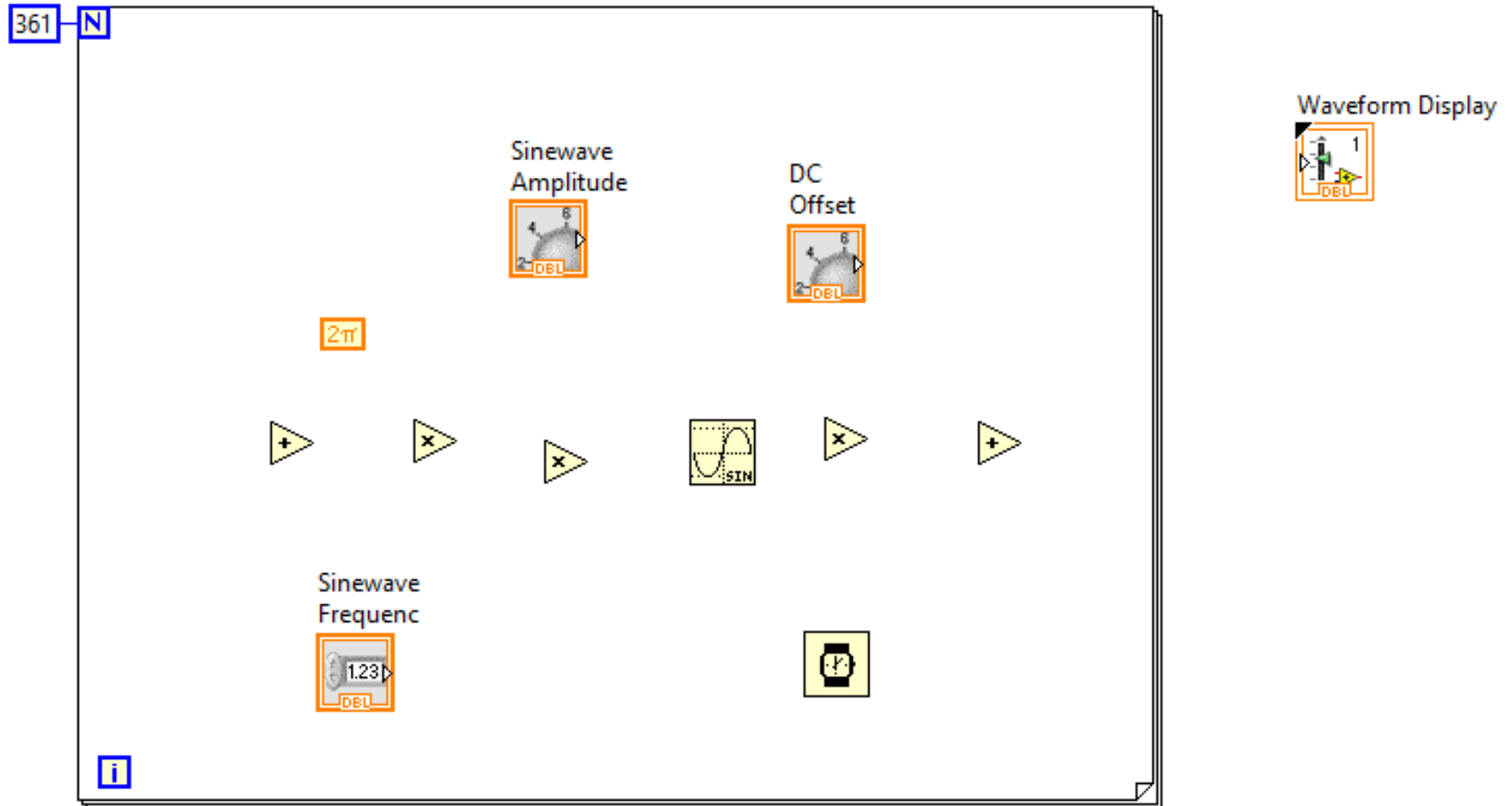


Position the For Loop at the upper left-hand corner of the diagram window
Holding the mouse button down, drag the lower right-hand corner to enclose all of the other icons except the Waveform Display



Add constants and wire the diagram

Right-click on the upper left-hand corner of the for loop, select Create Constant from the pop-up menu, and type in 361

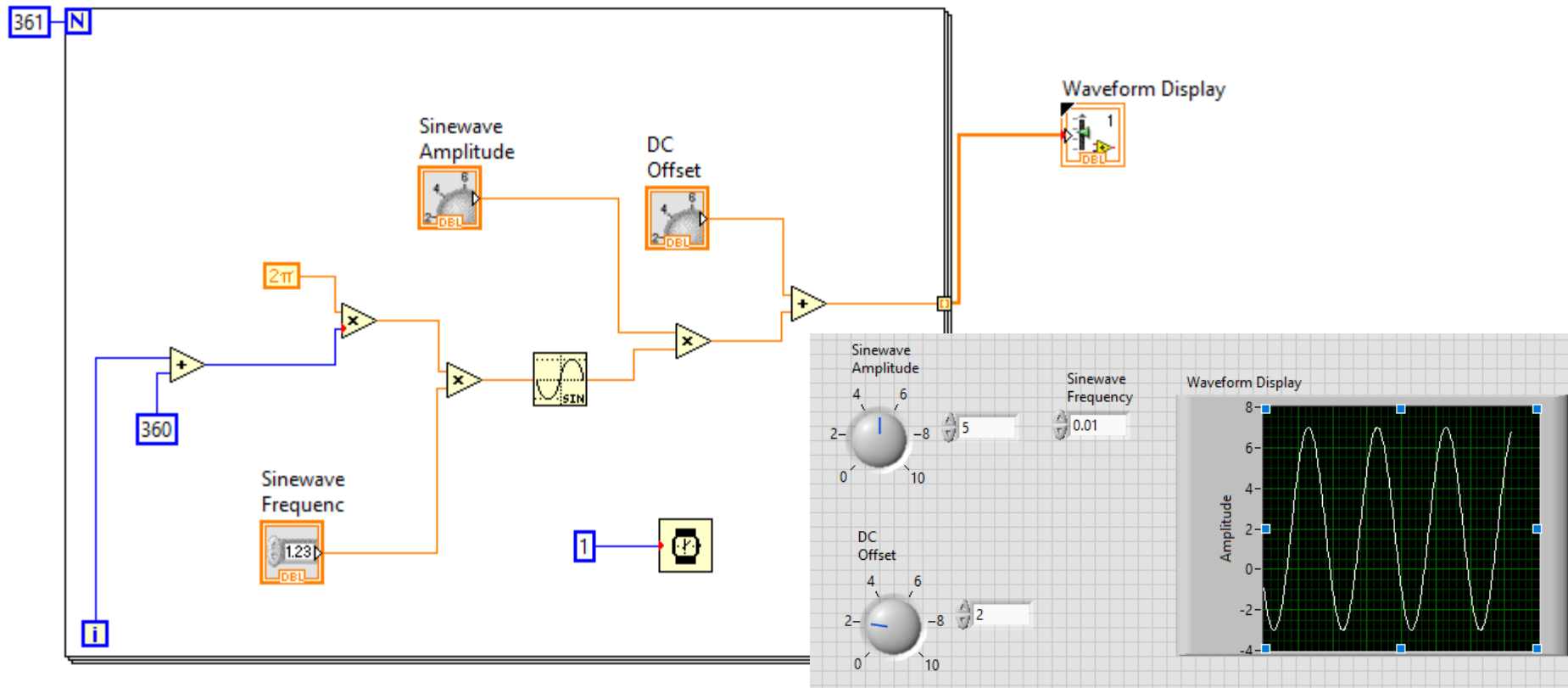


Select the Connect Wire tool from the tools palette

To make a wire connecting the for-loop index (the box labeled i in the lower left-hand corner of the for loop) to the divider, click on the for-loop index, move the cursor to the upper input of the divide box, and click

Right-click on the lower input of the divider, select **Create>Constant**, type in 360

Use the **Connect Wire** tool to finish the wiring

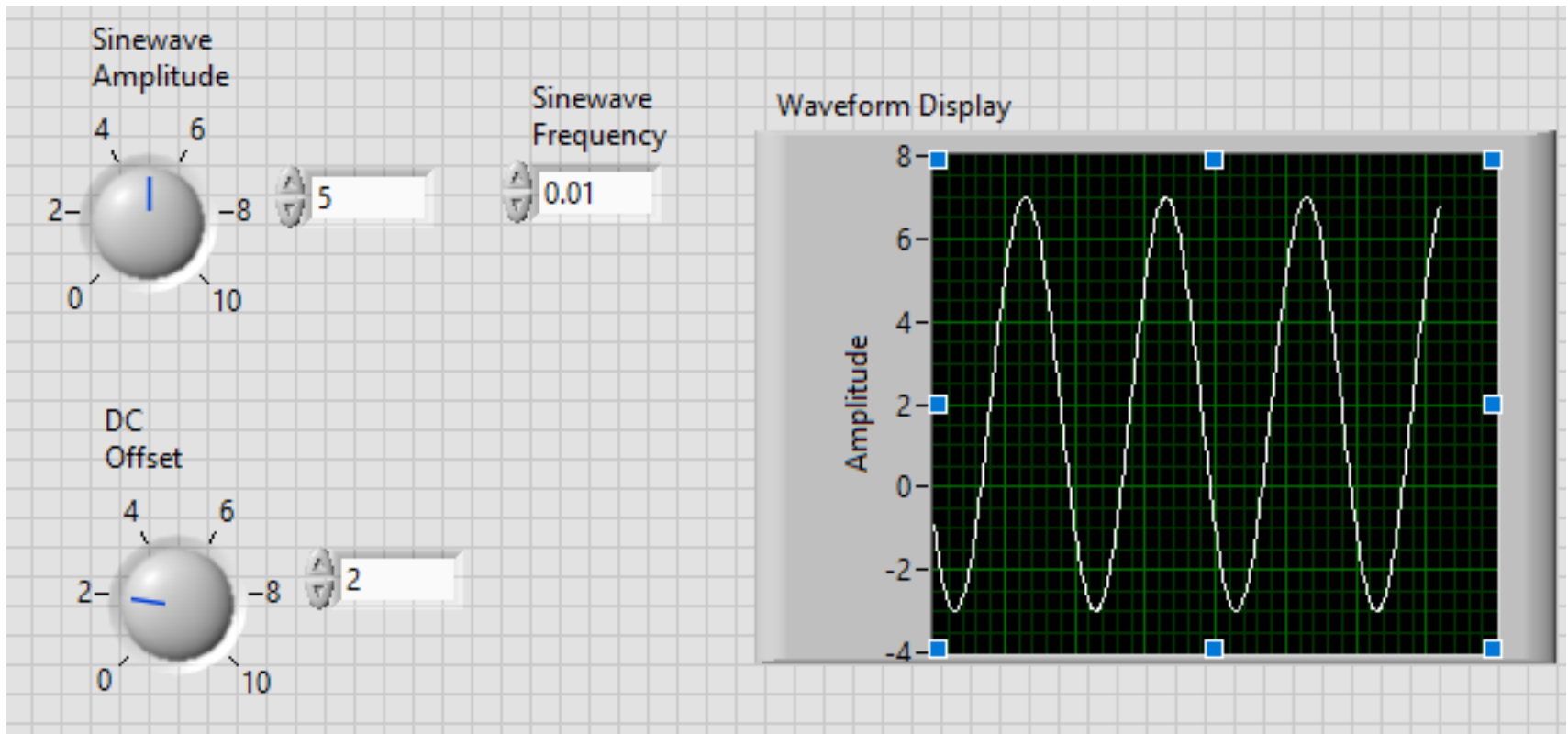


Front panel - click on the run continuously button

Adjust the controls and observe the display

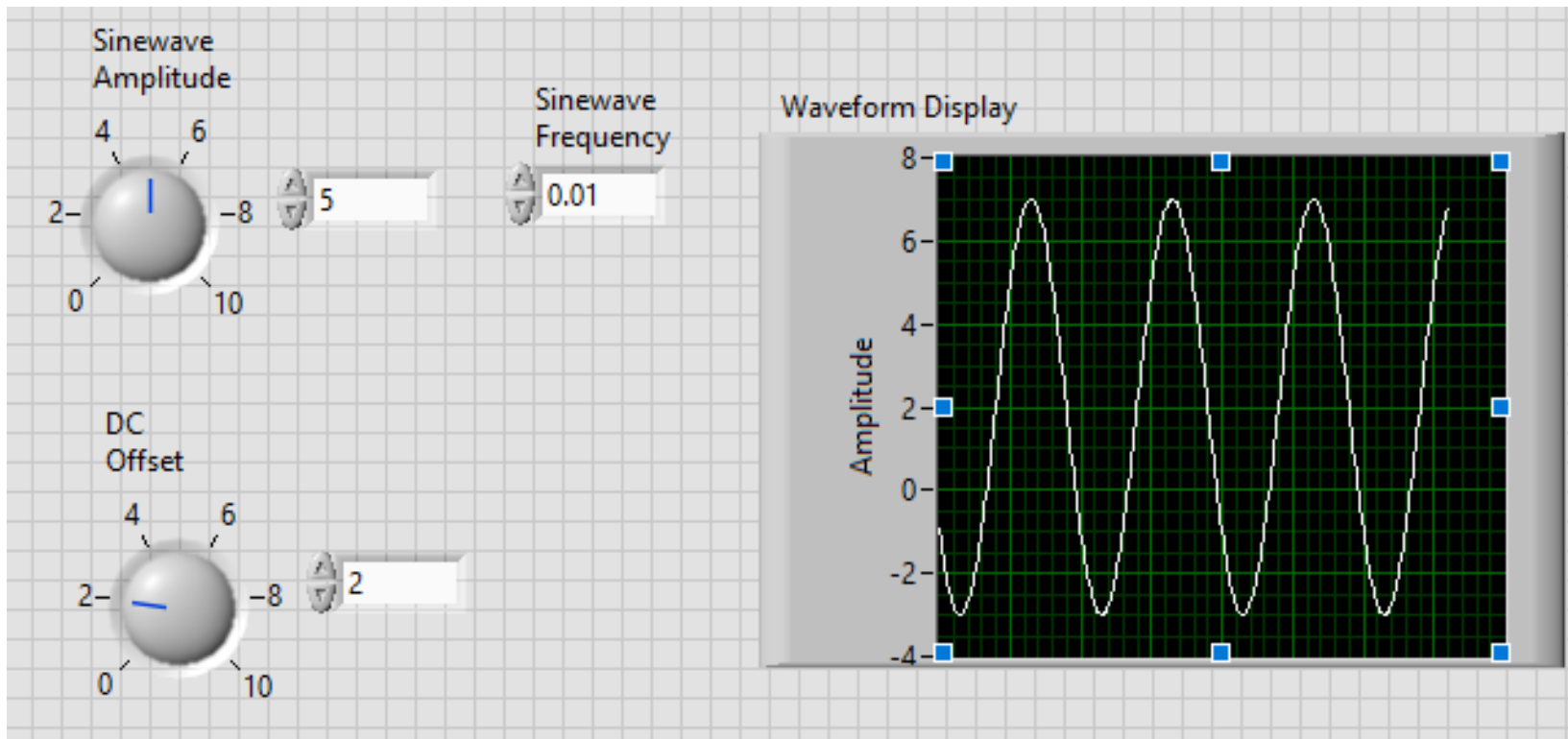
Set the sinewave amplitude to 7, the dc offset to 2, and the frequency to 0.01

Use the **XScale >AutoScaleX** command



Adjust the amplitude and dc offset:

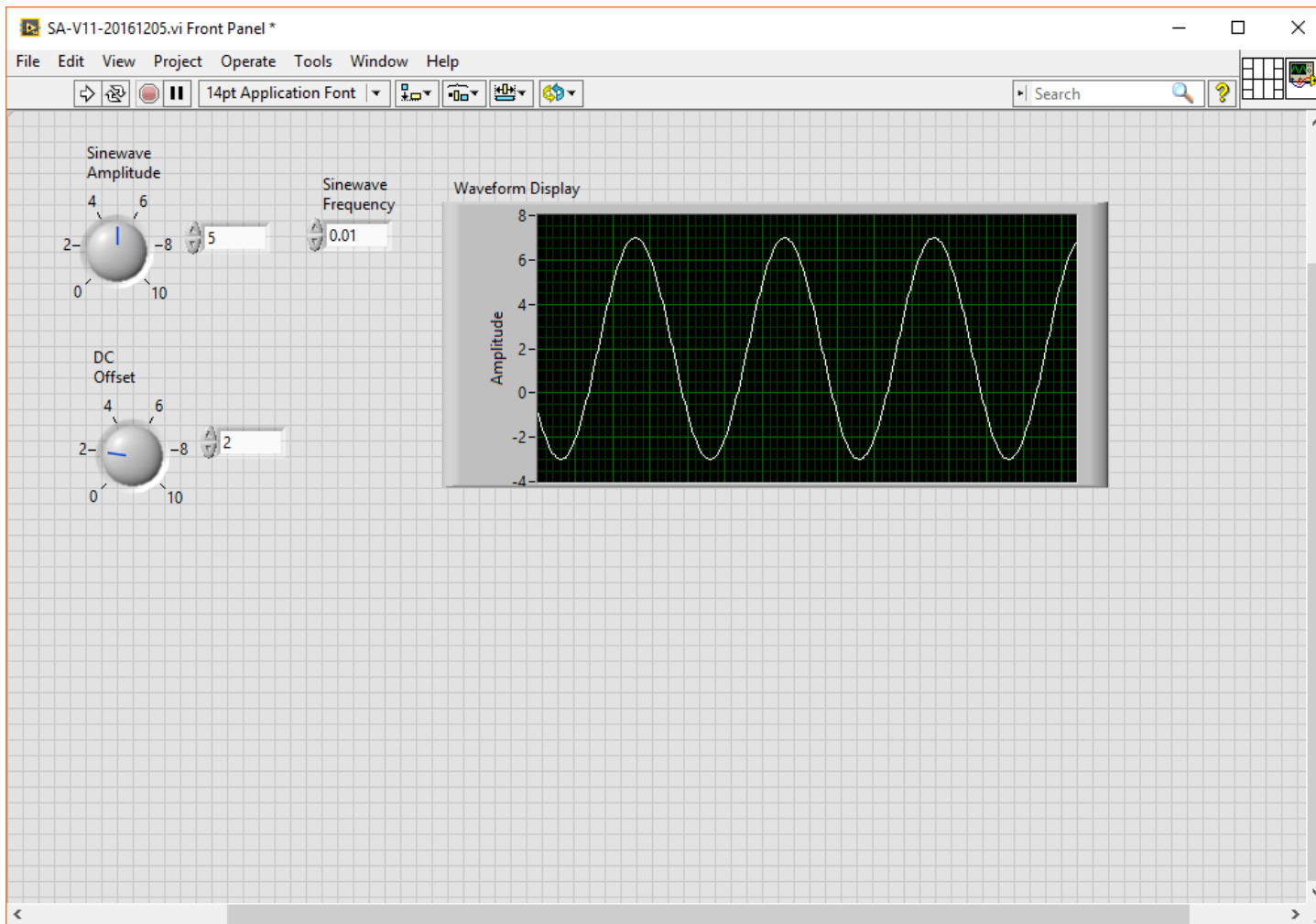
- Point to and rotate the dial.
- Click on the up or down arrows on the left-hand side of the digital indicator under the dial
- Place the cursor inside the digital indicator under the dial and type in a value, which will become effective when you click in a blank region on the front panel outside the indicator



- Each time the program is operated, all of the functions inside the for-loop structure are carried out 361 times with i starting at zero and incrementing by one after each iteration up through $i = 360$
- The value of i to represent angles in one-degree increments
- Division by 360 and multiplication by 2π converts these angles to radians
- The angles are then multiplied by frequency f
- The sine block computes the sine of each angle. Thus, each time the for loop is executed, a total of 361 points on f cycles of the sine function are calculated
- The amplitude input from the front panel multiplies the sinewave values, and the dc offset is added to each value

Each time the for-loop finishes, an array of 361 data points is passed to the display.

Each time you click the run button (not the run continuously button), f cycles of the signal will appear on the display



Adding the DC and RMS Virtual Instruments

Place and wire additional graphical-program elements to compute the average value of the data and the rms value of the ac component

Add front-panel displays

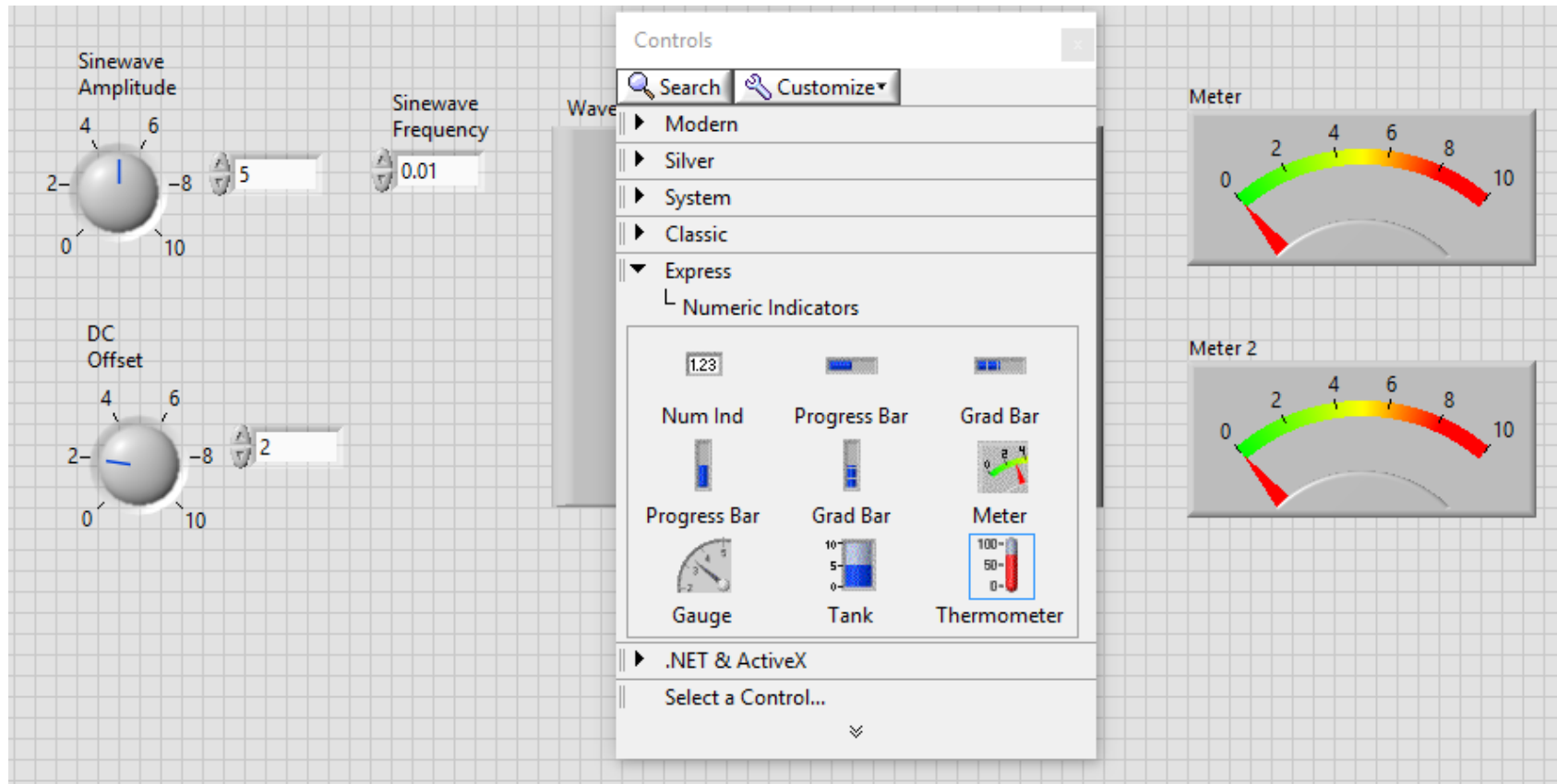
$$X_{\text{dc}} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt$$

$$X_{\text{ac-rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (x(t) - X_{\text{dc}})^2 dt}$$

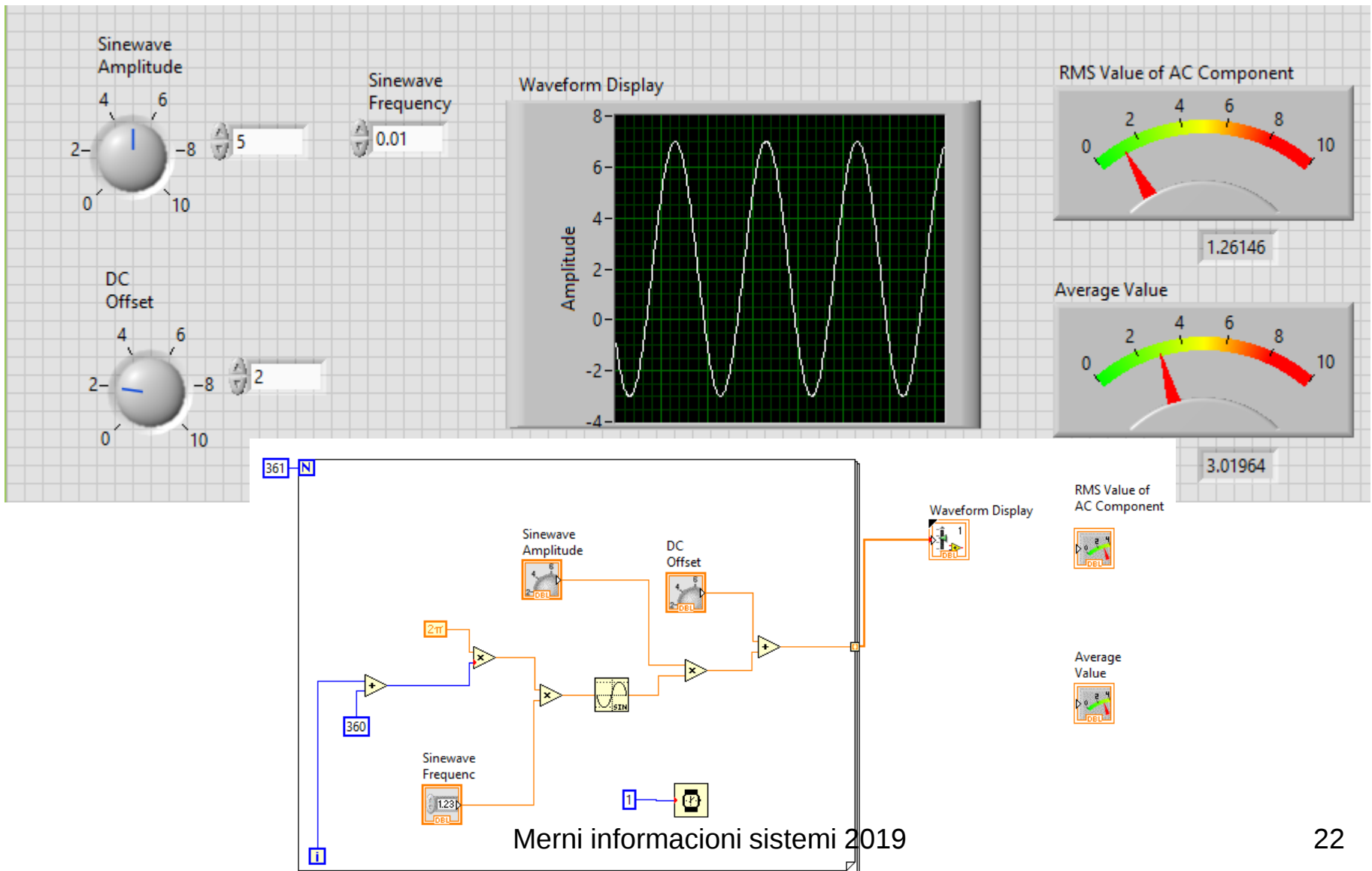
The front-panel meter icon, the Controls Palette and select Express>Numeric Indicators>Meter

Drop the meter icon on the front panel and label

Two meters are needed



Right-click on each meter and use the Visible Items>Digital Display command to add the digital display



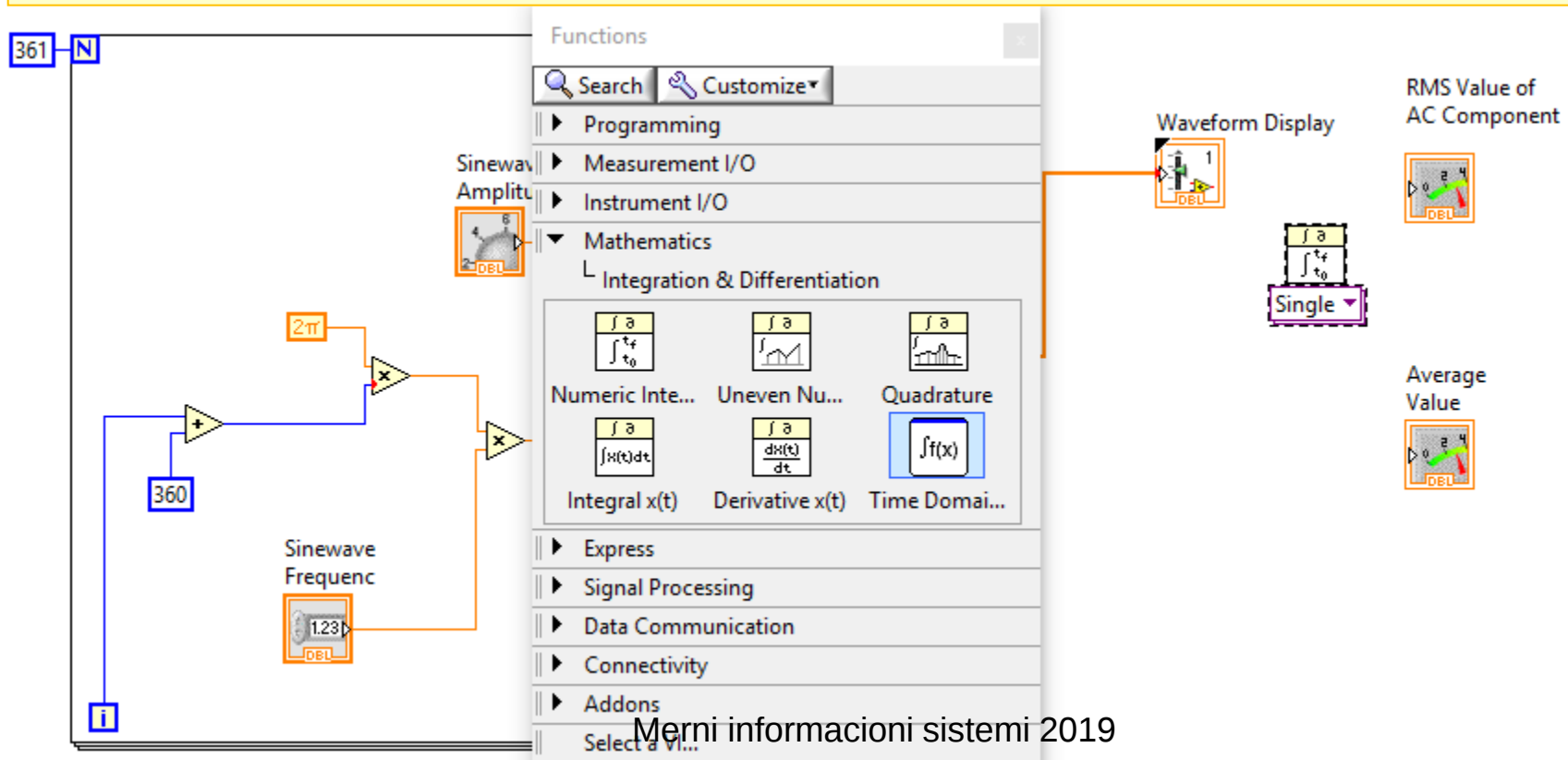
The signal needs to be integrated over one cycle
(from $t = 0$ to $t = T$)

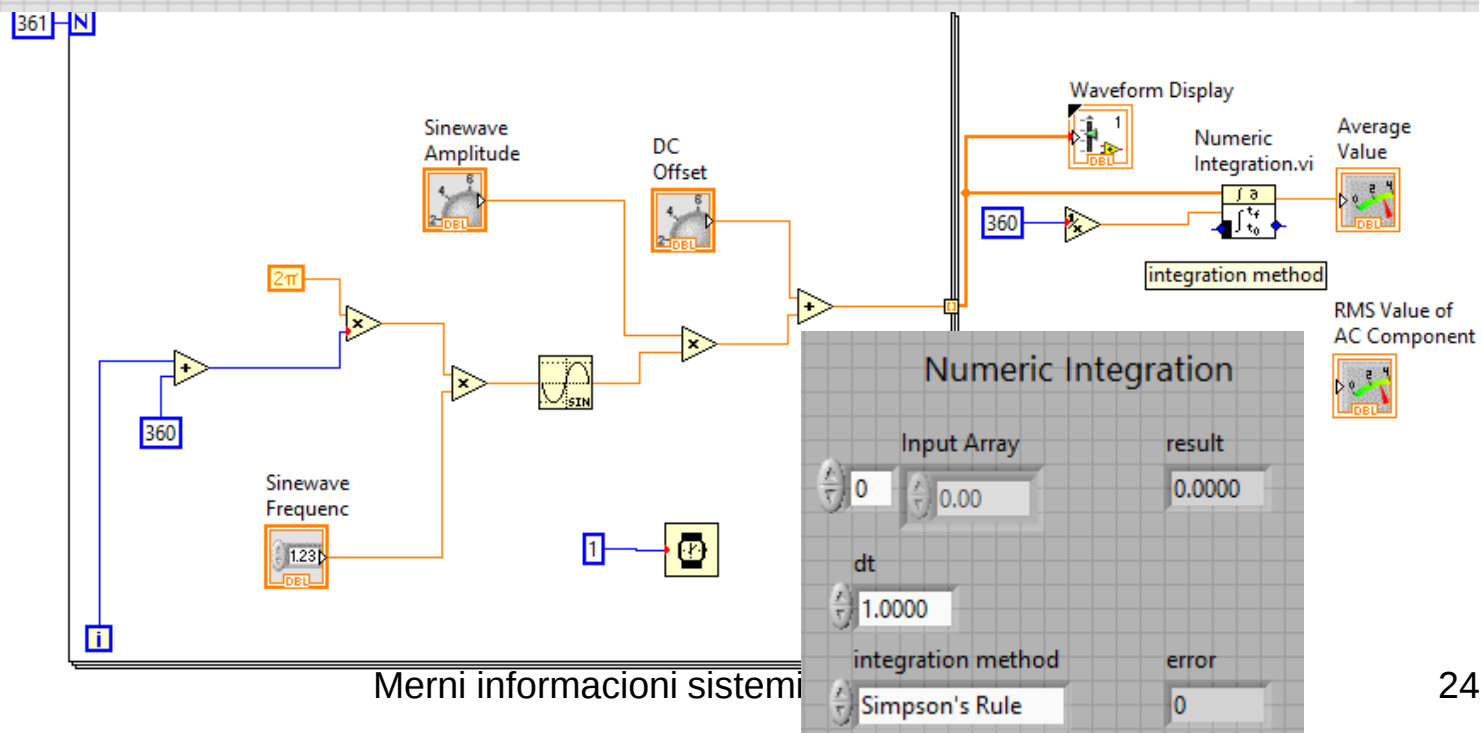
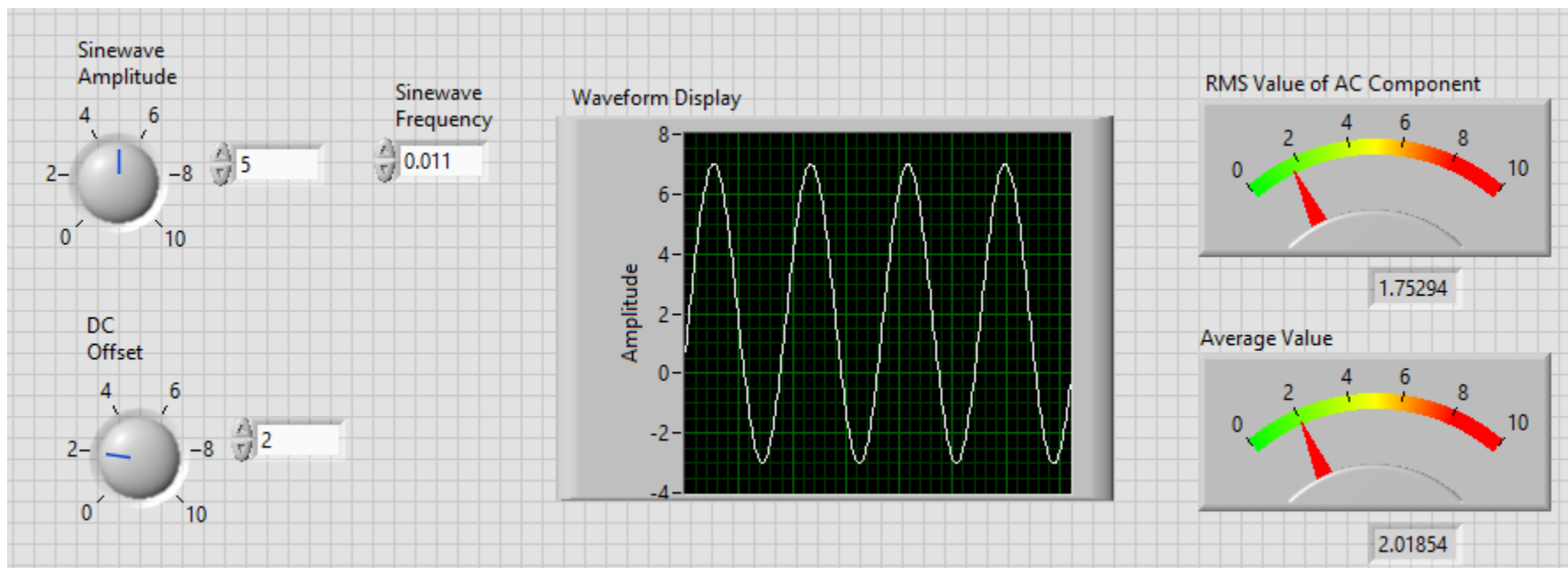
The result of the integration is then divided by the duration T

Conceptually, $T=1$, the time increment is $1/360$

Integration block is on the functions menu by clicking on

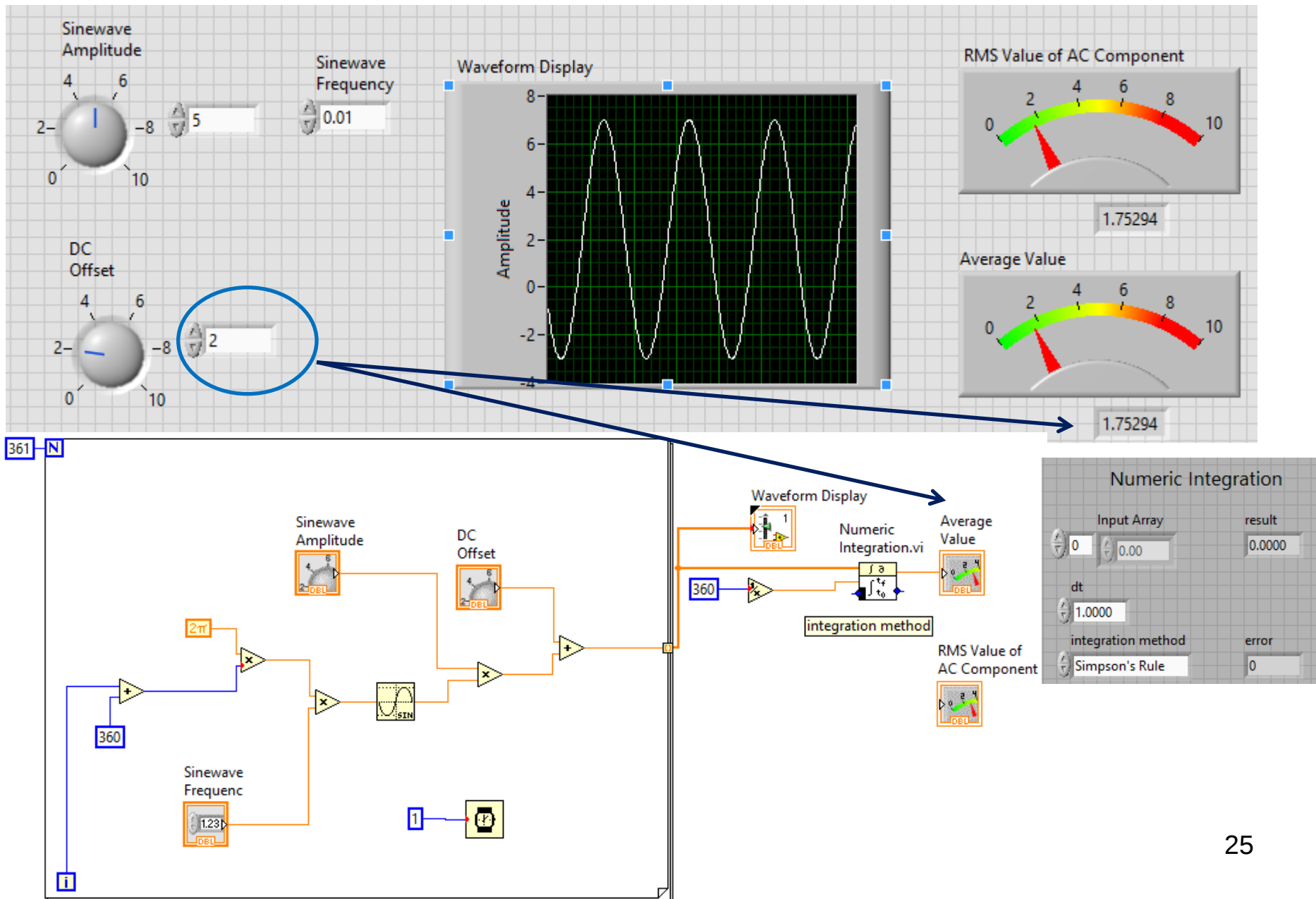
Mathematics>Integration & Differentiation >Numeric Int.



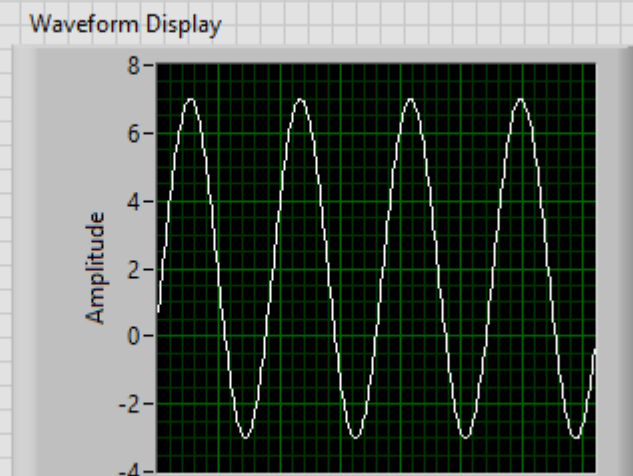
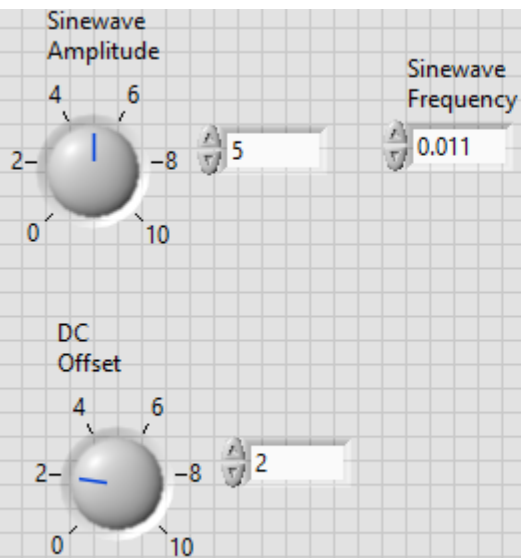
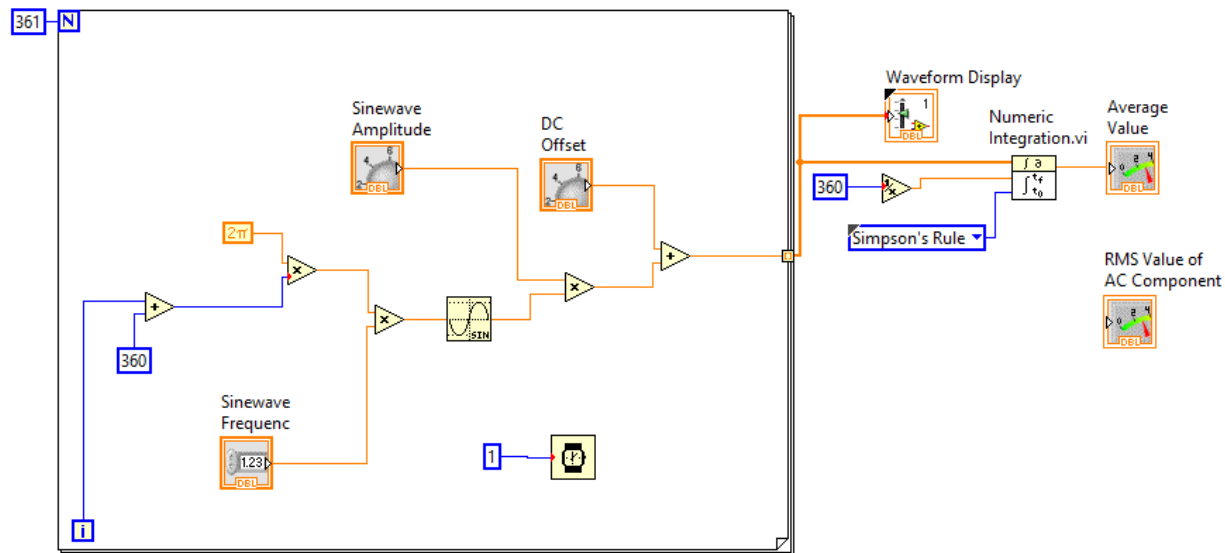


Merni informacioni sistemi

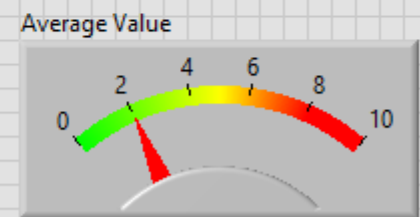
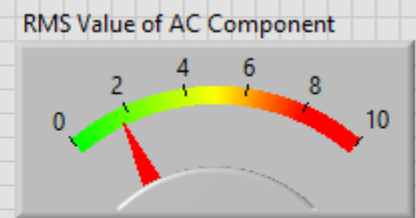
The integration block is a sub VI



The integration algorithm (right-click on the input and use the pop-up menu to select Create>Constant>Simpson's Rule

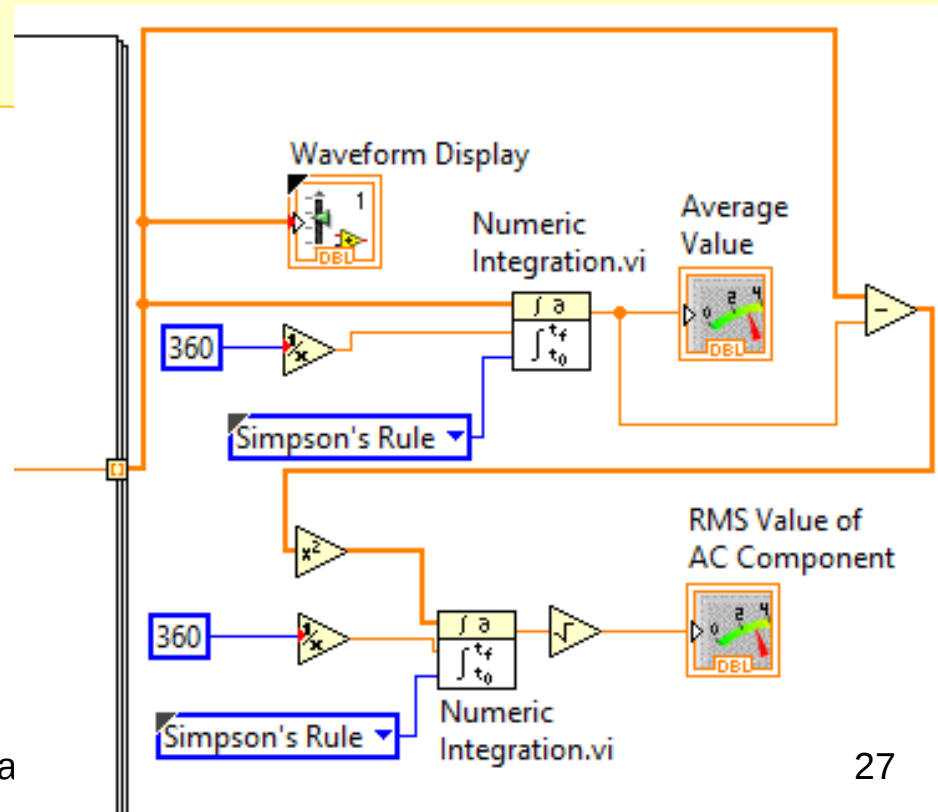


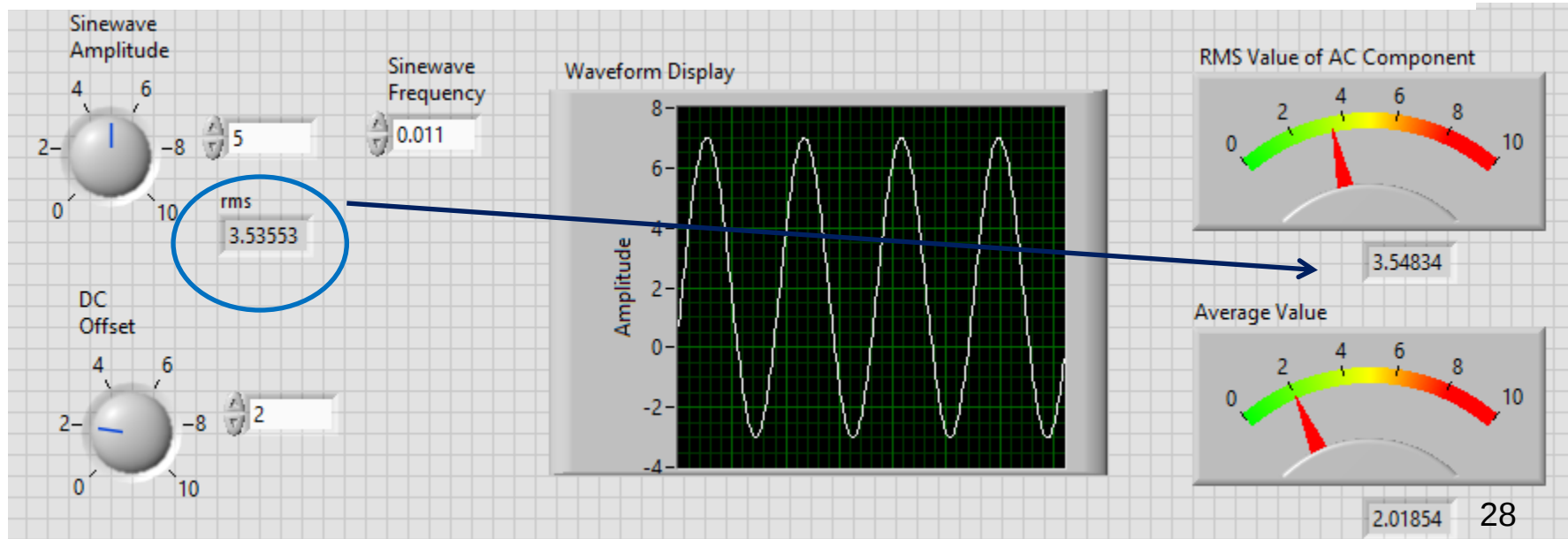
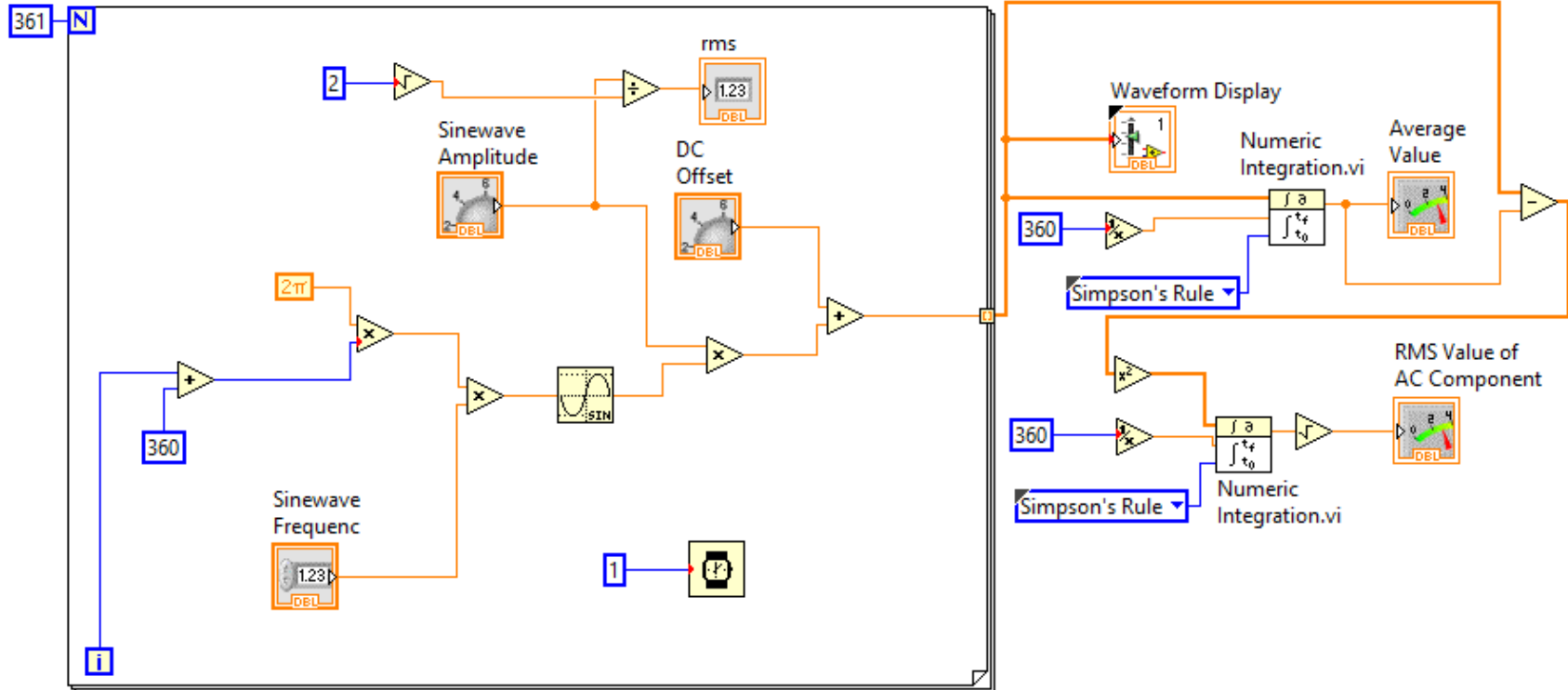
Merni informazioni sistemi 2019

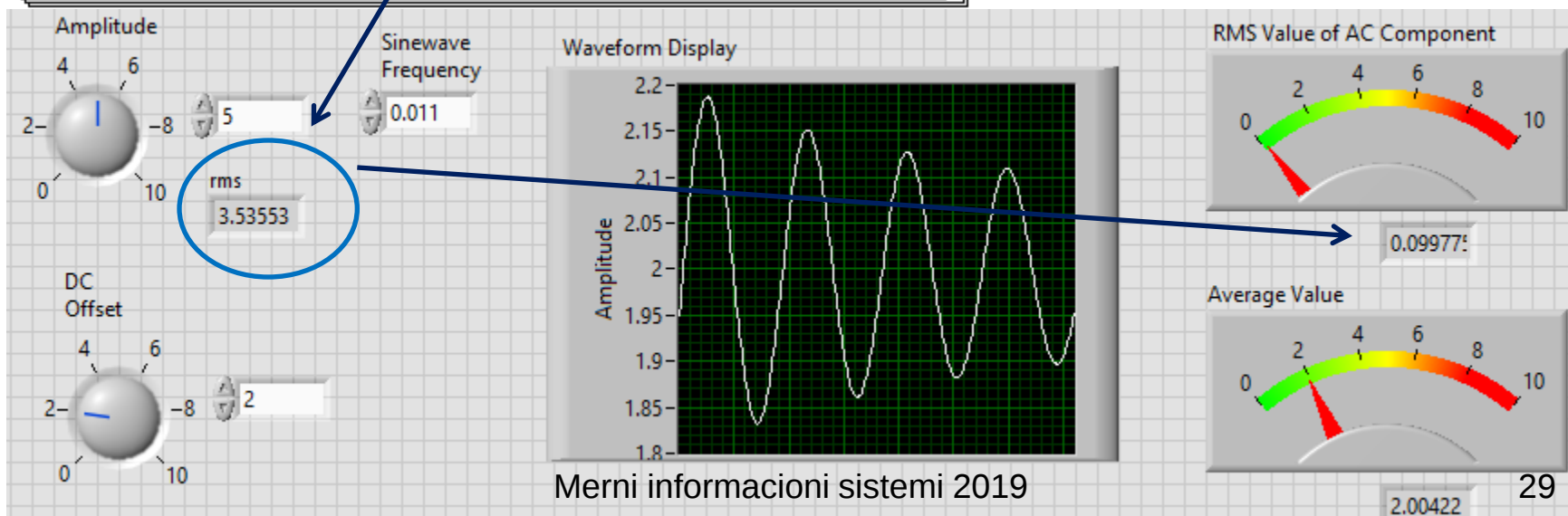
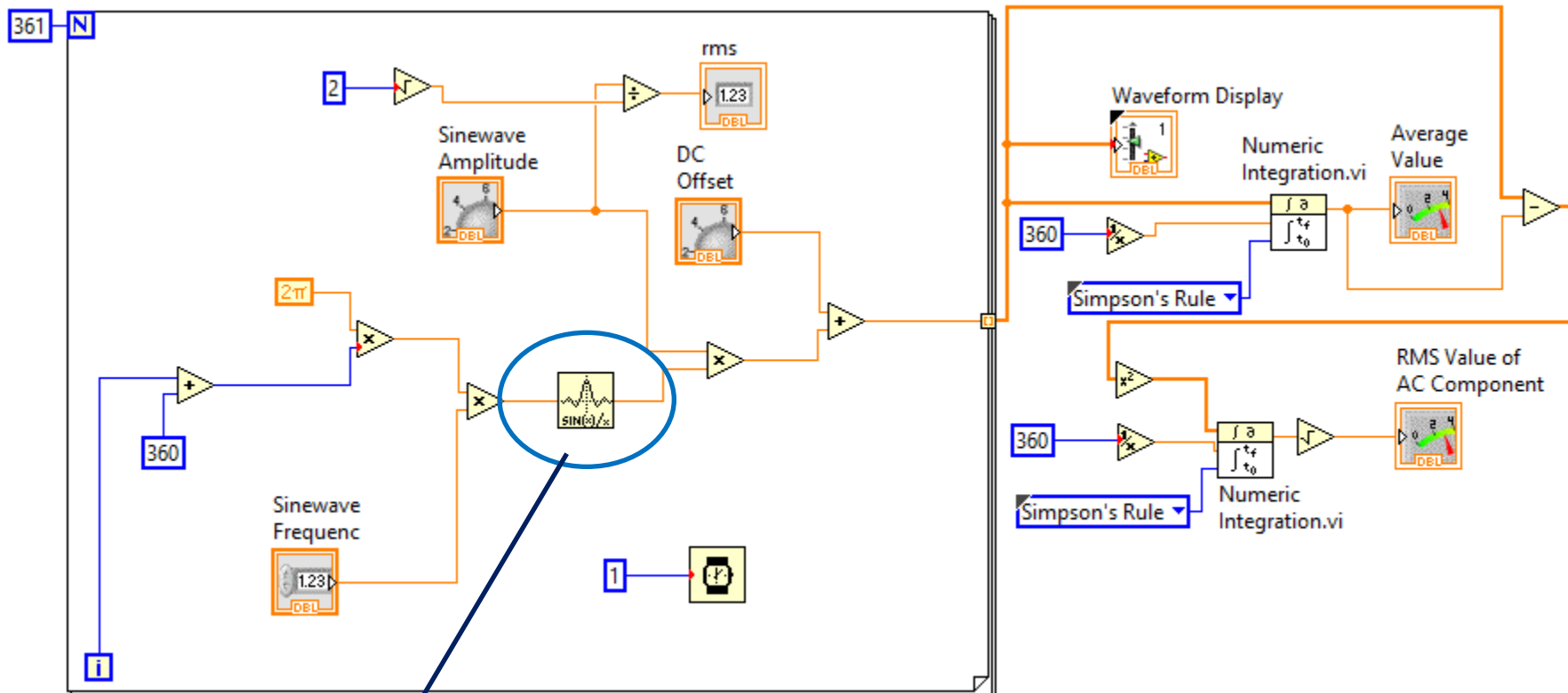


2.01854

The RMS value of the AC component of the signal
The DC component is subtracted from the input array
The result is then connected to both inputs of a multiplier
The corresponding elements of the arrays are multiplied
The squares of the values in the input array
This is integrated ($T=1$, $\Delta t=1/360$)
The square root is computed







LabVIEW MathScript

Tools>MathScriptWindow

comments following the % signs

Sadržaj

- Literatura
- Diskretizacija po amplitudi – kvantovanje
- Predstavljanje brojeva sa fiksnom tačkom
- Predstavljanje sa pokretnom tačkom
- Greške zbog odsecanja i zaokruživanja
- Greška kvantovanja
- Kvantovanje koeficijenata
- Procena optimalne dužine reči

Literatura

- 1. *Mechatronic Systems Fundamentals*, Rolf Isermann, Springer, 2005**
- 2. *Metode i instrumentacija za električna merenja*, N. Miljković, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu**
- 3. *Senzori i merenja*, Mladen Popović, Zavod za udzbenike i nastavna sredstva, Srpsko Sarajevo, 2004.**

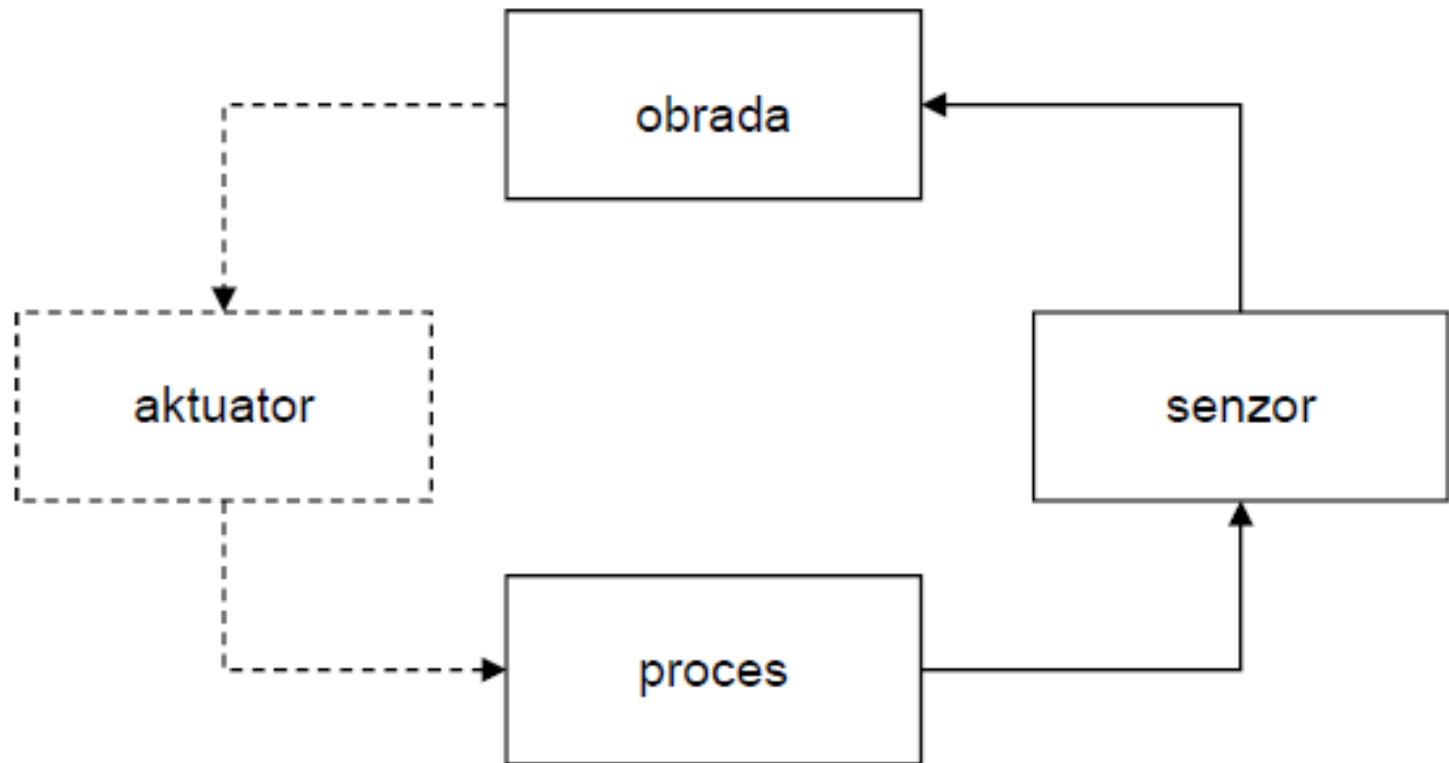
Senzori i merni sistemi

- Senzori i pridruženi merni sistemi obezbeđuju zahtevane merljive (opservabilne) informacije o procesu u različitim sistemima
- Predstavljaju vezu između procesa i podsistema za procesiranje ili obradu informacija (procesori, mikroračunari)
- Senzori, koji mere neelektrične veličine, pretvaraju ih u električni signal
- Opis: karakteristika mernih podsistema, tipova signala i principa merenja

Senzori i merni sistemi

- Senzori i pridruženi merni sistemi obezbeđuju zahtevane merljive (opservabilne) informacije o procesu u različitim sistemima
- Predstavljaju vezu između procesa i podsistema za procesiranje ili obradu informacija (procesori, mikroračunari)
- Senzori, koji mere neelektrične veličine, pretvaraju ih u električni signal
- Opis: karakteristika mernih podsistema, tipova signala i principa merenja

Senzori i merni sistemi



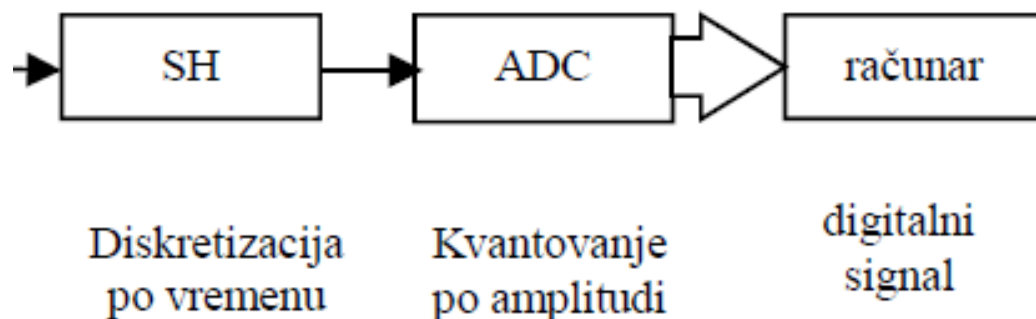
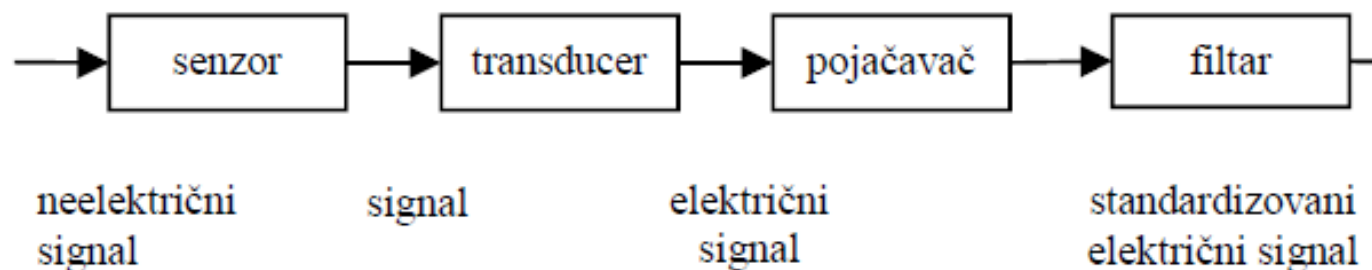
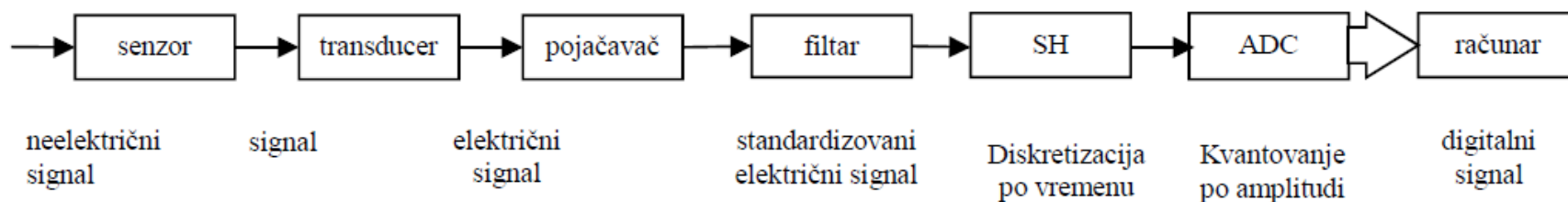
Merni sistemi

- Svrha je da „posmatra“ (opservira, prati) i kvantifikuje vrednosti fizičkih veličina nekog procesa i da izvršava obradu izmerenih podataka
- Senzor - primarna funkcija je da detektuje merenu fizičku veličinu i transformiše je u odgovarajući signal
- Uglavnom se koriste senzori sa električnim izlaznim signalom
- Karakteristike signala senzora zavise od principa merenja i karakteristika senzora

Transdjuseri

- Transdjuseri (konvertori signala) i pojačavači transformišu izlazni električni signal senzora u standardizovan električni signal (0-20 mA, 4-20 mA, 0-10 V)
- Ukoliko postoje smetnje na nekoj frekvenciji, koristi se filter kako bi smanjio uticaj
- Kolo odabiranja i (SH) analogno-digitalni konvertor su neophodni za konverziju signala u digitalni
- Dalja digitalna obrada signala u računaru

Senzori i merni sistemi



Klasifikacija senzora

- svojstva za klasifikaciju senzora 1:
 - merena veličina
 - tip senzora, princip rada senzora
 - tehnologija izrade senzora
 - tipovi signala i interfejsa
 - polja primene senzora, polja aplikacija primenljivosti
 - osobine
 - klasa kvaliteta
 - cena
 - mehaničke veličine

Klasifikacija senzora

- svojstva za klasifikaciju senzora 2:
 - termodinamičke/toplotne/kalorijske veličine
 - električne veličine
 - hemijske i fizičke veličine

Mehaničke veličine

- Geometrijske veličine
(pomeraaj, ugao, nivo, gradijent)
- Kinematske veličine
(brzina, ubrzanje, oscilacija, protok)
- Veličine mehaničkih naprezanja
(sila, pritisak, moment)
- Karakteristike materijala
(masa, gustina, viskoznost)
- Akustične veličine
(brzina zvuka, zvučni pritisak, frekvencija zvuka)

Toplotne veličine

- Temperatura
(kontaktna temperatura, temperatura zračenja)

Električne veličine

- Promenljive električnog stanja
(napon, struja, električna snaga)
- Parametri električnih komponenti
(otpor, impedansa, kapacitet, induktivnost)
- Promenljive polja
(magnetno polje, električno polje)

Hemijske i fizičke veličine

- Koncentracija
(pH vrednost, vlažnost, toplotna provodljivost)
- Veličina čestice
(sadržaj suspendovane materije, sadržaj praha)
- Vrsta molekula
(molekuli gasa, molekuli tečnosti molekuli čvrstih tela)
- Optičke veličine
(intenzitet, talasna dužina, boja)

Glavni i sekundarni efekat

- Pretvaranje neelektričnih veličina u električne zavisi od fizičkih ili hemijskih efekata (zakonitosti, akcija i reakcija)
- Mogu se podeliti u glavne (primarne) i prateće (sekundarne) efekte
- Glavni efekat je odgovoran za generisanje željenog mernog signala (električni napon piezoelektričnog senzora pritiska)
- Sekundarni efekti koji utiču na generisanje neželjene komponente izmerenog signala su superponirajući efekti poremećaja (promena temperature u sredini u kojoj se vrši merenje); njihov uticaj treba da ima zanemarljiv efekat ili da se smanji odgovarajućim

Kririjumi za ocenu senzora

- statičko ponašanje
- dinamičko ponašanje
- klasa kvaliteta, merni opseg
- kapacitet preopterećenja
- kompatibilnost sa ostalim pridruženim komponentama
- uticaji na okolinu
- pouzdanost

Statičko ponašanje senzora

- Statičko ponašanje senzora je opisano statičkom karakteristikom senzora
- Statičko ponašanje definiše osetljivost senzora odnos promene električnog izlaznog signala sa promenom merene veličine
- važne osobine senzora su
 - Linearnost
 - Histerezis
 - Ponovljivost

Dinamičko ponašanje senzora

- Dinamičko ponašanje senzora je opisano frekvencijskim odzivom senzora ili jednostavnim karakterističnim vrednostima u vremenskom domenu
- vremenske konstante ili prelomne učestanosti
- Dinamika senzora treba da bude prilagođena procesu i zadatku merenja (dinamici merene veličine)

Klasa kvaliteta

- Klasa kvaliteta daje osnovnu ocenu tačnosti senzora
- Procenat maksimalne greške u odnosu na ceo opseg
- roba široke potrošnje ne zahteva visoku tačnost (2% do 5%)
- Primene u industriji zahtevaju visoku tačnost (0.05% do 1%)
- Oprema za vrlo precizna merenja, za kalibraciju i testiranje, mora da zadovolji veoma stroge zahteve
- Opseg merenja je opseg u kojem su specifikacije senzora zadovoljene

Kapacitet preopeterećenja

- Kapacitet preopeterećenja opisuje opseg u kom senzor može da radi bez promena u karakteristikama i/ili da ne dođe do oštećenja senzora
- Tipičan kapacitet preopterećenja je između 200% i 500%

Kompatibilnost senzora

- Kompatibilnost senzora zavisi od tipa izlaznog signala
- Uticaji okruženja (kako se senzor uklapa u sredinu u kojoj se vrši merenje)
 - Temperatura
 - Ubrzanje
 - Korozija
 - Kontaminacija
 - Habanje

Pouzdanost senzora

- Pouzdanost senzora je opisana karakterističnim parametrima
- prosečno vreme između dva otkaza
- „mean time between failures“ - MTBF u [h]
- recipročna vrednost - učestanost otkaza [h^{-1}]

Tip signala

- Primenjen principa merenja i pridružen uređaj za prenosa izmerenog signala i njegovu obradu:
 - amplitudno modulisani signali
 - frekvencijski modulisani signali
 - digitalni signali
- Amplitudno modulisane signale - proporcionalna zavisnost izmedju amplitude signala i merene veličine
- Frekvencija signala proporcionalna merenoj veličini
- Digitalni signali kodiraju merenu veličinu koristeći binarnu predstavi

Tip signala

Tip signala \ Osobine	amplitudno modulisani	frekventno modulisani	digitalni
Statička tačnost	visoka	visoka	ograničena dužinom digitalne reči
Dinamičko ponašanje	veoma brzo	ograničeno transdjuserom (konvertorom)	ograničeno brzinom semplovanja
Osetljivost na šum	srednja/visoka	mala	mala
Galvansko odvajanje	skupo	jednostavno (transdjuser)	jednostavno (optičko sprezanje)
Interfejs sa digitalnim računarom	analogno - digitalni konvertor	jednostavno (frekventni brojač)	jednostavan
Računske operacije	veoma ograničene	ograničene	Jednostavne za realizaciju (u slučaju mikrokompjuteru napr)

Primeri transdjuserskih električnih kola

- Transdjuseri konvertuju amplitudno modulisani signal u drugi odgovarajući električni signal:
- naponsko-strujni pretvarač (transdjuser ili konvertor) sa preciznim otpornikom
- delitelj napona, delitelj struje
- otpornički - strujni pretvarač
- kompenzaciona mreža za mereni napon, struju ili otpor (otpornički most)

Tip

- Merni pojačavači povećavaju nivo snage izlaznih signala senzora ili generišu standardizovane signale veće snage (0-10V, 0 - 20mA)
- Veća snaga kod izlaznih signala senzora je potrebna kao ulaz u druge komponente u mernom lancu
- transmisione veze, filter i displej
- obično se sastoje od operacionih pojačavača - napravljenih od otpornika i tranzistora u formi analogno-integrisanog strujnog kola, strujno ogledalo
- Operacioni pojačavači imaju veliko pojačanje, koje može značajno da varira od starenja i od zavisnosti od temperature

operacioni pojačavači

- Dodavanjem negativne povratne sprege, pojačanje celog kola zavisi samo od otpornosti u negativnoj povratnoj sprezi kod operacionih pojačavača
- Merni pojačavači sa negativnom povratnom spregom su podeljeni u četiri osnovne grupe:
 - pojačavači napona
 - pojačavači napona sa strujnim izlazom
 - pojačavači struje
 - pojačavači struje sa naponskim izlazom

Elektromagnetna kompatibilnost

- EMC
- Izvori smetnji imaju širok spektar frekvencija od Hz (napajanje šinskih vozila) do nekoliko GHz (radarske instalacije)
- pikovi u (pre)opterećenju električnih potrošača, varničenje električnih motora, varijacije u napajanju
- uticaj međusobno bliskih polja
- greške rukovanja (utrokovanje kratkih spojeva)
- odgovarajuća izolacija ili korišćenje namotaja za smanjenje uticaja u vodovima za napajanje
- Standardima VDE 0874 i VDE 0871

Elektromagnetna kompatibilnost

- Dovoljan prostor između uređaja manji nivo šuma
- Instrumenti i kablovi za napajanje treba da se uvek instaliraju odvojeno
- Korišćenje radio zaštite (metalnog kućišta)
- Transmisione linije konfigurisane u parove
- Odgovarajuća veza kućišta i uzemljenja je bitna
- Smanjenje dužina žica koje povezuju uređaje i elemente sistema - integrisanje senzora, mernog pojačavača i uređaja za kondicioniranje (pilagođenje) signala u jednu jedinicu

Elektromagnetna kompatibilnost

- Korišćenje prenosa signala koje je bezbedno u odnosu na uticaje smetnji (korišćenje visokih nivoa signala, strujnog signala sa živom nulom 4 – 20 mA, kodirano slanje signala sa detekcijom greške) – dalje poboljšava EMC
- Optičkom transmisija signala (koja koristi kablove od optičkih vlakana) i korišćenjem principa merenja koji su neosetljivi na elektromagnetne uticaje (optički, digitalni) daje još bolje rezultate

Integrirani i inteligentni senzori

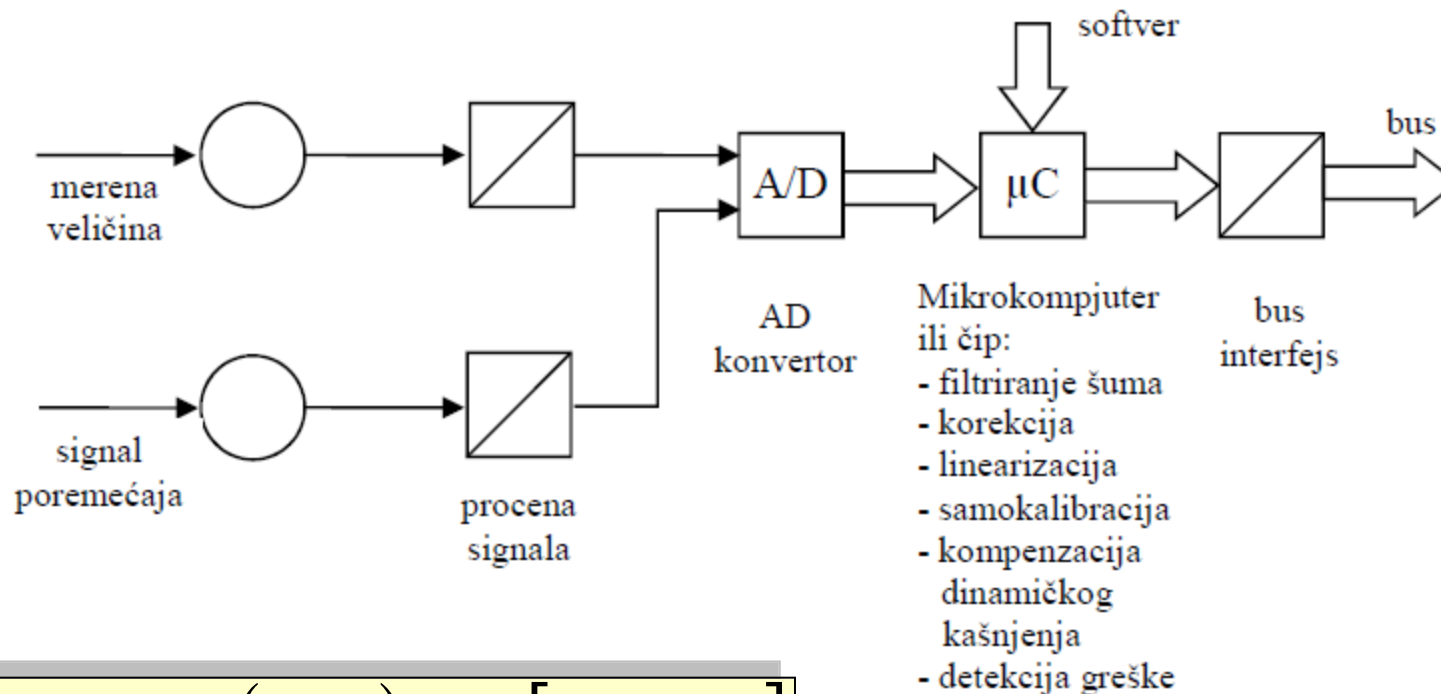
- Izmereni signal mora da nedvosmisleno odgovara stvarnoj fizičkoj veličini
- kalibraciju svakog senzora pojedinačno tokom proizvodnje i smanjuje eventualnu neophodnost intervencija na analognom delu senzora
- ugrađenih brojača koji lako mere frekvenciju
- Integrirani senzori za izvršavanje dodatnih funkcija
- pametni senzori, inteligentni senzori
- za kompenzaciju neželjenog efekta
- Auto-kalibraciju
- algoritmi za detekciju i dijagnostikovanje otkaza

ASIC, FPGA, Anadigm

multisenzorske tehnologije

- kombinacijom sličnih ili različitih tipova senzora, sa razvojem koji nastaju kroz mikromehaniku

multisenzorske tehnologije



$$x_q[n] = Q(x[n]) = Q[x_a(nT)]$$

Profesor dr Miroslav Lutovac
mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA
("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)