



Métodos Experimentales
FI2003
Semestre primavera 2009
Clase #7

Nicolás Mujica
nmujica@dfi.uchile.cl

Clase #7

- Voltajes AC: concepto de impedancia
- Aplicación 1: Generador de funciones SRS modelo DS335
- Aplicación 2: Tarjeta de adquisición NI USB-6008
- Conversión analógica-digital
- Uso de SignalExpress

Voltajes AC: concepto de impedancia

- Para estudiar la respuesta estacionaria de un circuito frente a un voltaje AC de forma sinusoidal, conviene introducir el concepto de impedancia:

$$Z = \frac{V}{I}$$

- Z es un número complejo que cuantifica la relación entre el voltaje y la corriente a través de uno o más elementos en un circuito eléctrico: A mayor $|Z|$ menos corriente pasa para un voltaje V dado.
- Este número complejo es una manera “conveniente” de escribir operadores ya sean diferenciales o simples operadores algebraicos. Ejemplos:

$$V = \hat{V}e^{i\omega t}; I = \hat{I}e^{i\omega t},$$

$$V_C = \frac{Q}{C} \rightarrow i\omega \hat{V}_C = \frac{\hat{I}}{C},$$

$$V_L = L \frac{dI}{dt} \rightarrow \hat{V}_L = i\omega L \hat{I},$$

$$V_R = RI \rightarrow \hat{V}_R = R\hat{I}.$$

Aplicación 1: Z_{load} de Generador de Funciones DS335

- Atención con indicador sobre impedancia de carga del generador de funciones!



El manual dice:

12) Load Impedance LEDs

These LEDs indicate the load impedance value as set by the user. The amplitude and offset display values will change according to the load impedance setting.

¿qué significa esto?

Aplicación 2: Z_{in} de tarjeta NI USB-6008

- Cuidado que la impedancia de entrada de la tarjeta de adquisición es alta pero no tanto...



Low-Cost Multifunction DAQ for USB

Specifications

Typical at 25 °C unless otherwise noted.

Analog Input

Absolute accuracy, single-ended

Range	Typical at 25 °C (mV)	Maximum (0 to 55 °C) (mV)
±10	14.7	138

Absolute accuracy at full scale, differential¹

Output range.....	0 to +5 V
Output impedance.....	50 Ω
Output current drive.....	5 mA
Power-on state.....	0 V
Slew rate.....	1 V/ μ s
Short-circuit current.....	50 mA

Digital I/O

Number of channels.....	12 total
	8 (PO.<0..7>)

Aplicación 2: Z_{in} de tarjeta NI USB-6008

- Cuidado que la impedancia de entrada de la tarjeta de adquisición es alta pero no tanto...

Number of channels..... 8 single-ended/4 differential
Type of ADC Successive approximation

ADC resolution (bits)

Module	Differential	Single-Ended
USB-6008	12	11
USB-6009	14	13

Maximum sampling rate (system dependent)

Module	Maximum Sampling Rate (kS/s)
USB-6008	10
USB-6009	48

Input range, single-ended..... ± 10 V
Input range, differential..... $\pm 20, \pm 10, \pm 5, \pm 4, \pm 2.5, \pm 2, \pm 1.25, \pm 1$ V
Maximum working voltage ± 10 V
Overvoltage protection ± 35 V
FIFO buffer size 512 B
Timing resolution 41.67 ns (24 MHz timebase)
Timing accuracy 100 ppm of actual sample rate
Input impedance 144 k
Trigger source..... Software or external digital trigger
System noise..... $0.3 \text{ LSB}_{\text{rms}} (\pm 10 \text{ V range})$

Compatibility CMOS, TTL, LVTTTL
Internal pull-up resistor $4.7 \text{ k}\Omega$ to +5 V
Power-on state Input (high impedance)
Absolute maximum voltage range -0.5 to +5.8 V

Digital logic levels

Level	Min	Max	Units
Input low voltage	-0.3	0.8	V
Input high voltage	2.0	5.8	V
Input leakage current	—	50	μA
Output low voltage ($I = 8.5 \text{ mA}$)	—	0.8	V
Output high voltage (push-pull, $I = -8.5 \text{ mA}$)	2.0	3.5	V
Output high voltage (open-drain, $I = -0.6 \text{ mA}$, nominal)	2.0	5.0	V
Output high voltage (open-drain, $I = -8.5 \text{ mA}$, with external pull-up resistor)	2.0	—	V

Counter

Number of counters 1
Resolution 32 bits
Counter measurements..... Edge counting (falling edge)
Pull-up resistor $4.7 \text{ k}\Omega$ to 5 V
Maximum input frequency..... 5 MHz
Minimum high pulse width..... 100 ns
Minimum low pulse width..... 100 ns
Input high voltage 2.0 V
Input low voltage 0.8 V

Aplicación 2: Z_{in} de tarjeta NI USB-6008

- Cuidado que la impedancia de entrada de la tarjeta de adquisición es alta pero no tanto...

$$\Rightarrow Z_{in} = 144 \text{ k}\Omega.$$


- Si se usa como medida de voltaje en un circuito de baja impedancia no hay problema: la corriente seguirá pasando por el circuito de baja impedancia y al conectar la tarjeta de adquisición esta perturbará poco el circuito bajo estudio.
- En cambio, si se usa con un circuito de impedancia comparable a $144 \text{ k}\Omega$ o mayor, parte importante de la corriente pasará por la tarjeta de adquisición: se perturba mucho el circuito bajo estudio y no se debe usar la tarjeta como una medida no intrusiva

Conversión analógica-digital

- Los instrumentos digitales, tales como el multímetro y el osciloscopio digital, transforman una señal eléctrica (continua) a un conjunto de datos (discreto) para que estos sean procesados.
- Hay varios parámetros importantes:
 - ➔ La frecuencia de muestreo (también llamada frecuencia de adquisición): es la cantidad de muestras por segundo que se toman de la señal analógica para su conversión digital.
 - ➔ La cuantificación de la señal (bits): lo que determina la diferencia mínima entre dos diferencias de voltaje de la señal digitalizada.

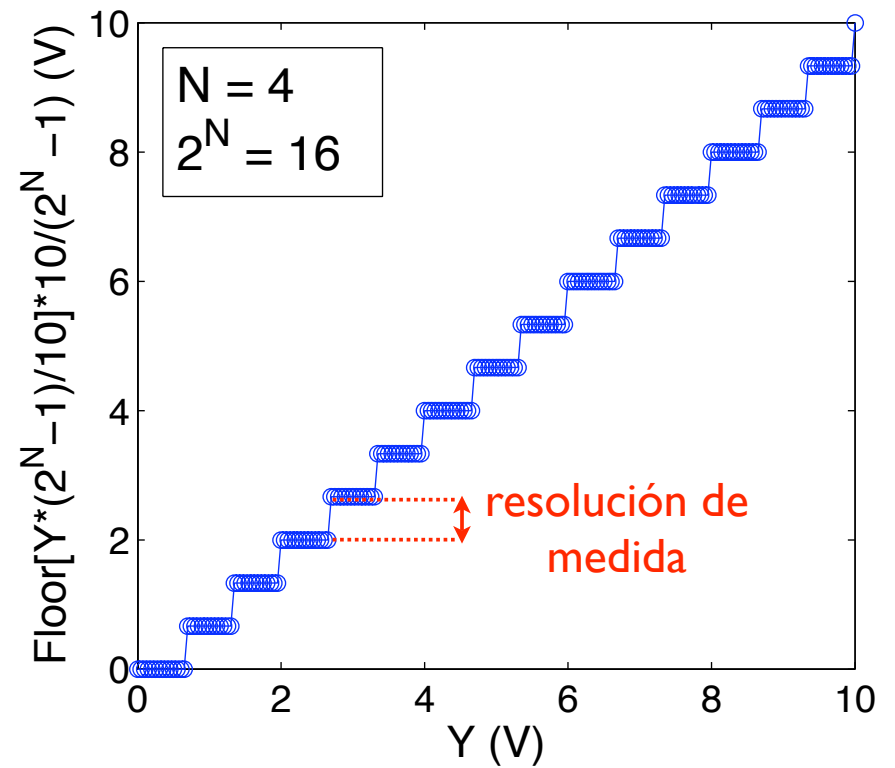
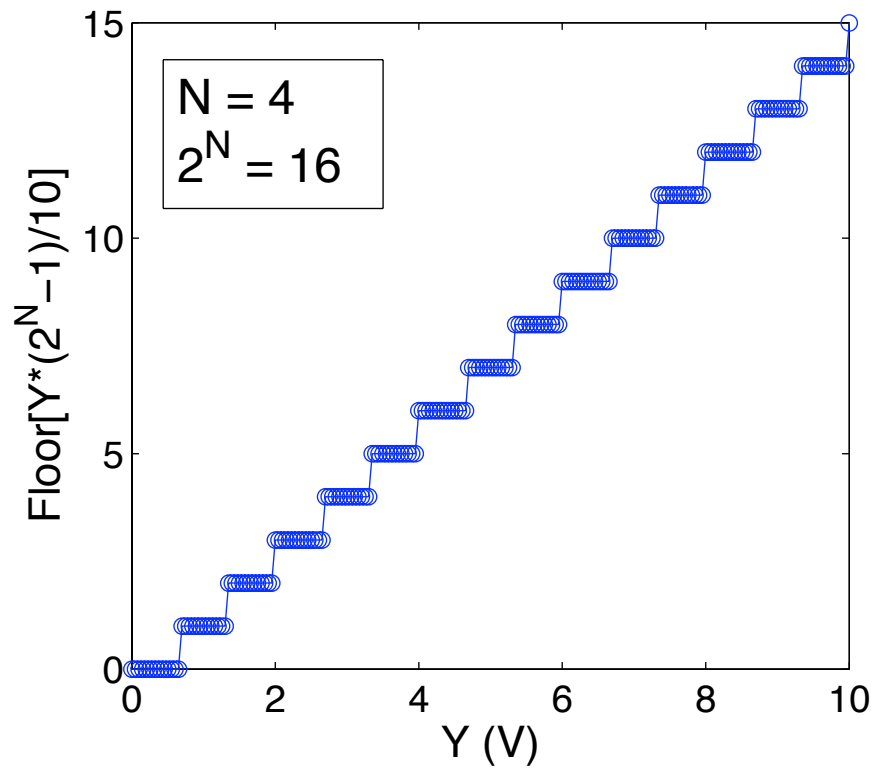
Conversión analógica-digital

- Un instrumento de N bits transforma su escala de medición en 2^N datos posibles de medición (es decir en $2^N - 1$ intervalos).
- Ejemplo 1: si el instrumento mide entre 0 y + 10V, se discretiza la medida de una cantidad Y según la función

$$\text{Floor} \left(\frac{Y \cdot (2^N - 1)}{10} \right) \cdot \frac{10}{2^N - 1}$$


Esta función redondea al entero más bajo

Conversión analógica-digital



Conversión analógica-digital

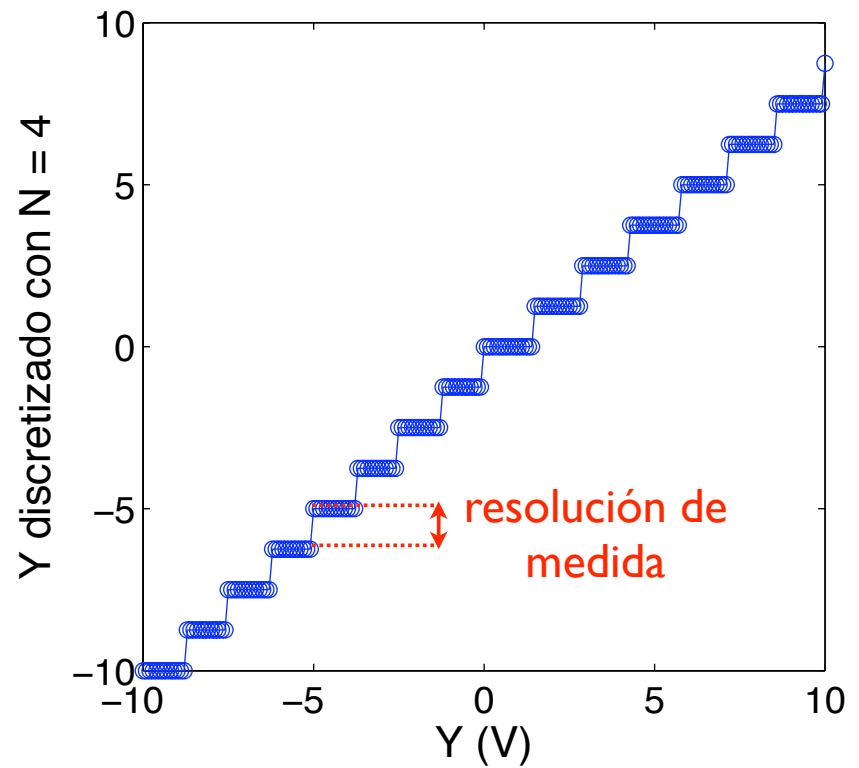
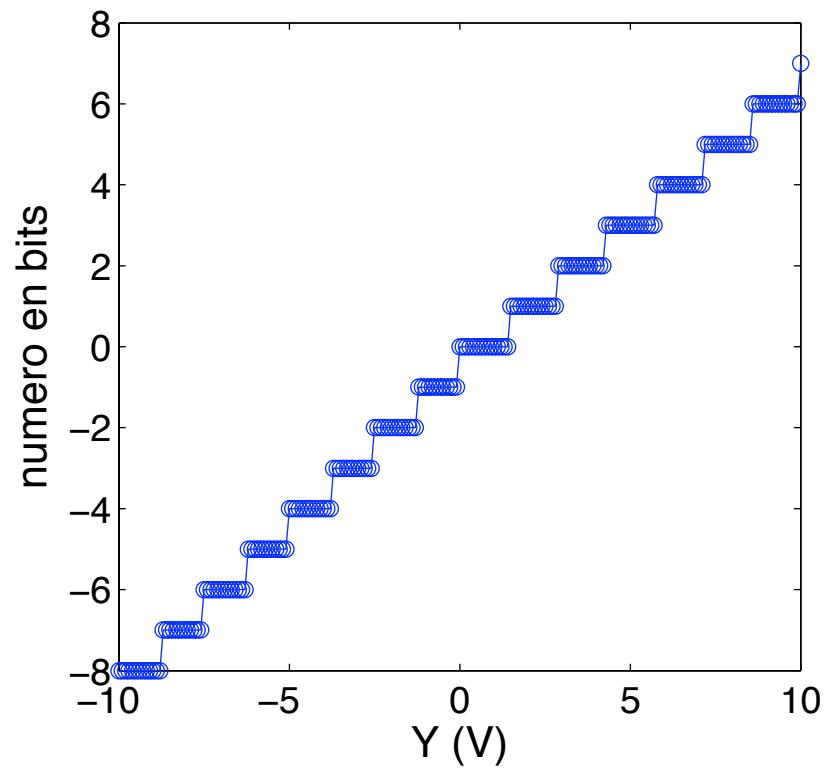
- Ejemplo 2: si el instrumento mide entre $-V_{mx}$ y $+V_{mx}$, se discretiza la medida de una cantidad Y según la función

```
function y = GetBins(a,N,Vmx)

L = length(a);
y = zeros(1,L);
for j = 1:L,
    if a(j)<0,
        y(j) = floor(a(j)/Vmx*(2^(N-1)));
    else
        y(j) = floor(a(j)/Vmx*(2^(N-1)-1));
    end
end
```

- Se divide un rango de medida de $-B$ a $+B$ volts en intervalos que van desde -2^{N-1} a $+2^{N-1} - 1$.

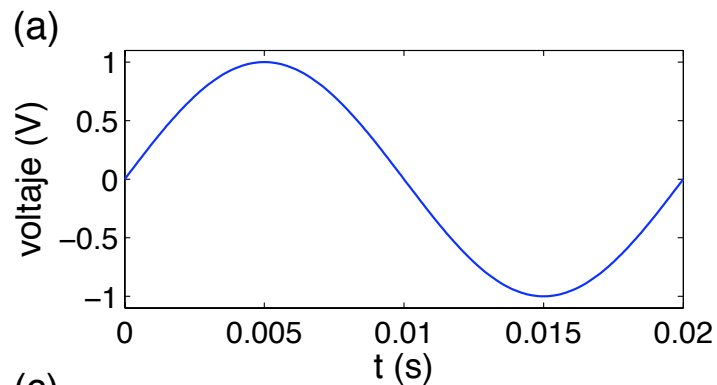
Conversión analógica-digital



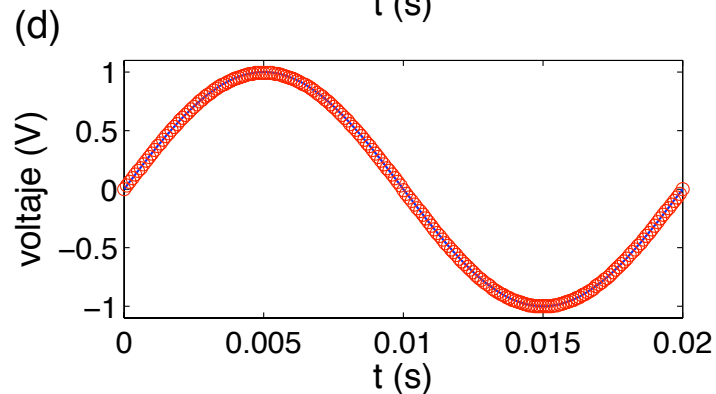
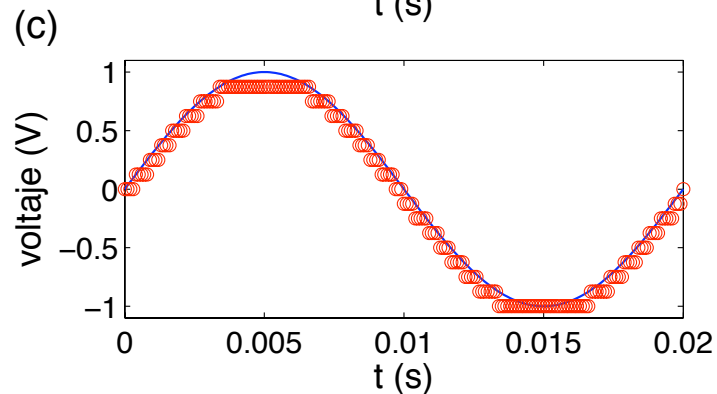
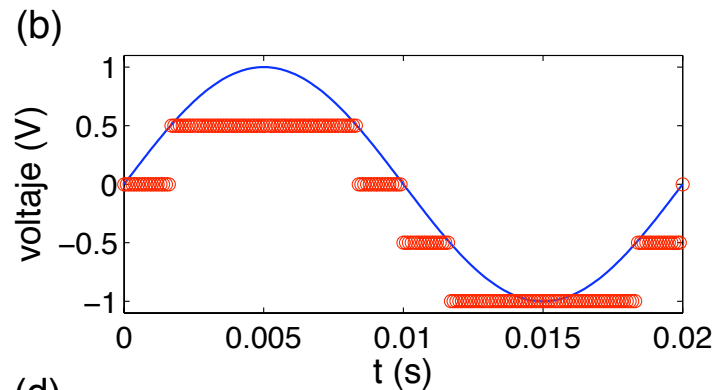
Conversión analógica-digital

Un instrumento de N bits transforma su escala de medición en 2^N datos posibles de medición (es decir en $2^N - 1$ intervalos). Se divide un rango de medida de $-B$ a $+B$ volts en un rango -2^{N-1} a $+2^{N-1} - 1$

Señal original continua



Conversión con $N = 2$



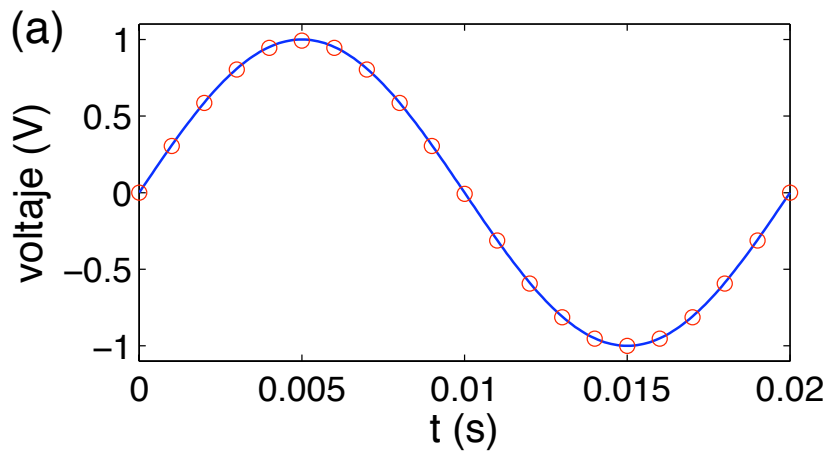
Conversión con $N = 4$

Conversión con $N = 8$

$$f_{\text{adq}} = 10 \text{ kHz}$$

Conversión analógica-digital

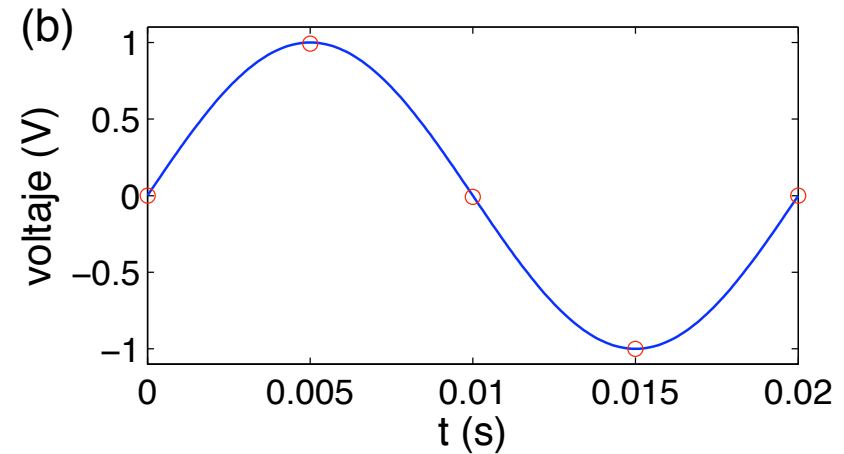
La frecuencia de muestreo determina el número de datos a medir por unidad de tiempo. El inverso de esta frecuencia corresponde al tiempo entre mediciones.



$$f_{\text{adq}} = 1000 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1 \text{ ms}$$

$$N = 8$$



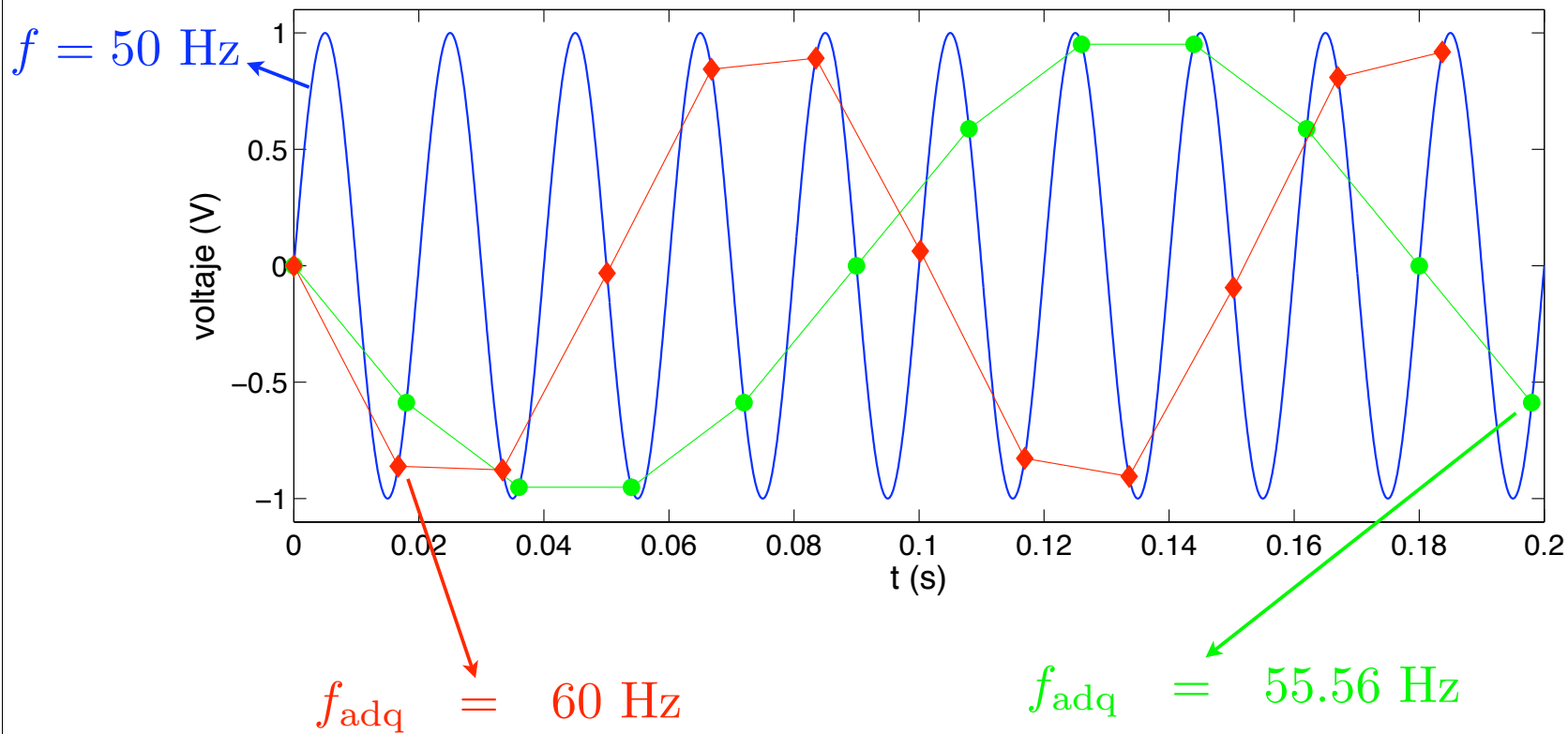
$$f_{\text{adq}} = 200 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 5 \text{ ms}$$

$$N = 8$$

Conversión analógica-digital

Para lograr una buena medición se debe usar una frecuencia de adquisición bastante mayor que la frecuencia de la señal a medir. En caso contrario se corre el riesgo de obtener una señal ficticia de baja frecuencia debido al “submuestreo” de la señal.



SignalExpress

- Programa desarrollado por “National Instruments” que permite realizar adquisición de datos y su análisis sin tener que programar

<http://www.ni.com/labview/signalexpress/esa/>



The screenshot shows the National Instruments website. At the top, there is a navigation bar with the NI logo, a search bar, and links for 'Carro', 'Ayuda', and 'Buscar'. Below this is a user greeting 'Hello Nicolas (This is not me)'. A main navigation bar contains links for 'MyNI', 'Comuníquese con NI', 'Productos y Servicios', 'Soluciones', 'Soporte', 'NI Developer Zone', 'Académico', 'Eventos', and 'Empresa'. A breadcrumb trail reads 'NI Home > Productos y Servicios > Software de Medida y Automatización > NI LabVIEW SignalExpress'. The page title is 'NI LabVIEW SignalExpress'. On the right, there is a contact number '¿Preguntas? 55 11 3262 3599'. The main content area features a large image of a computer monitor displaying the SignalExpress software interface, which includes various graphs and data plots. Text on the left side of the image reads 'NI LabVIEW SignalExpress' and 'El Poder de LabVIEW - Sin Necesidad de Programar'.

LabVIEW SignalExpress de National Instruments es un software de medidas interactivo para adquirir, analizar y presentar datos rápidamente desde cientos de dispositivos e instrumentos de adquisición de datos sin requerir de programación.

Videos y demos:

<http://zone.ni.com/wv/app/doc/p/id/wv-325>

<http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7037>

Tarjeta de Adquisición

Low-Cost Multifunction DAQ for USB

NI USB-6008, NI USB-6009

- Small and portable
- 12 or 14-bit input resolution, at up to 48 kS/s
- Built-in, removable connectors for easier and more cost-effective connectivity
- 2 true DAC analog outputs for accurate output signals
- 12 digital I/O lines (TTL/LVTTL/CMOS)
- 32-bit event counter
- Student kits available
- OEM versions available

Operating Systems

- Windows 2000/XP
- Mac OS X¹
- Linux[®]¹
- Pocket PC
- Win CE

Recommended Software

- LabVIEW
- LabWindows/CVI

Measurement Services Software (included)

- NI-DAQmx
- Ready-to-run data logger

¹Mac OS X and Linux users need to download NI-DAQmx Base.

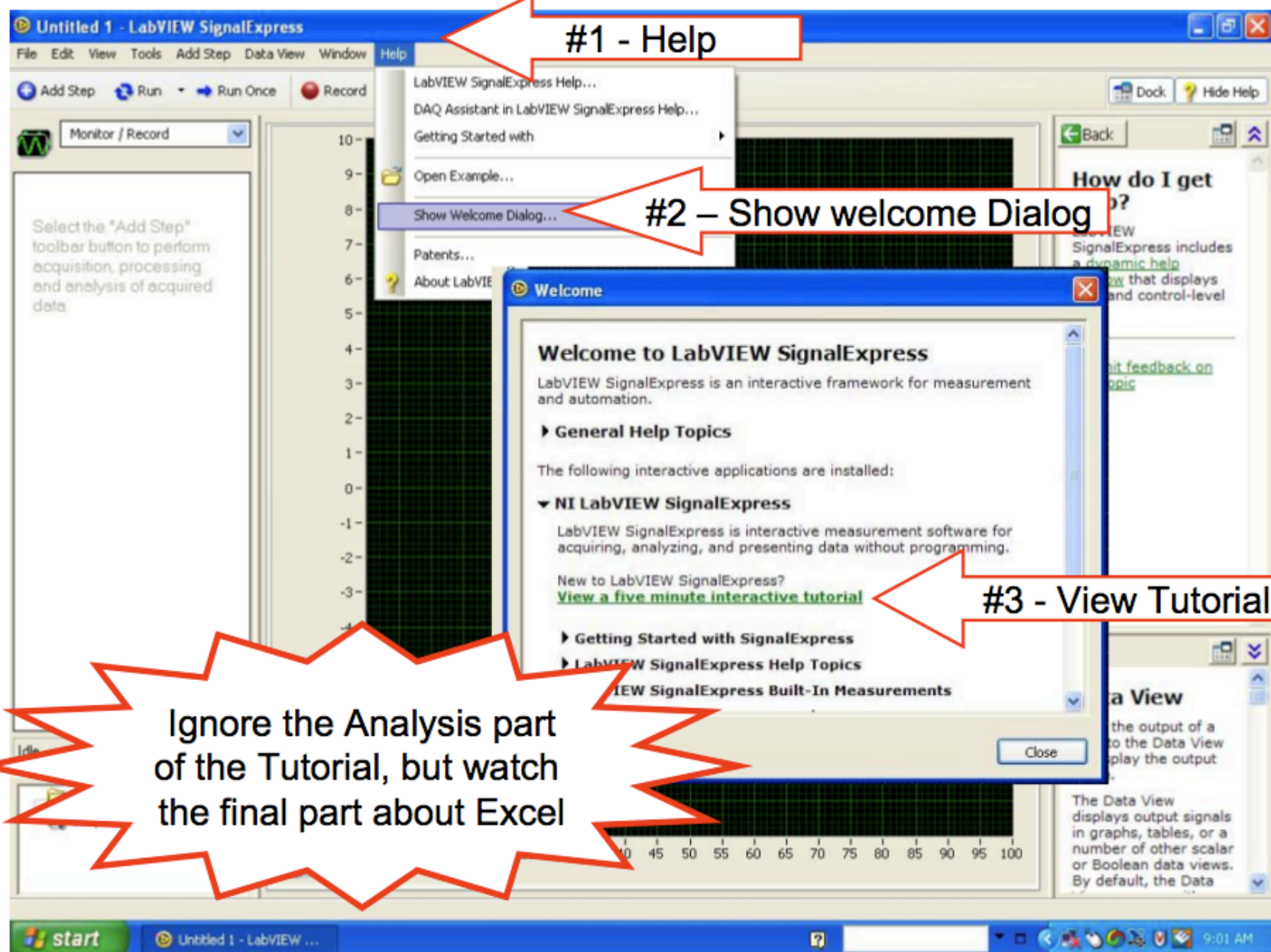


Product	Bus	Analog Inputs ¹	Input Resolution (bits)	Max Sampling Rate (kS/s)	Input Range (V)	Analog Outputs	Output Resolution (bits)	Output Rate (Hz)	Output Range (V)	Digital I/O Lines	32-Bit Counter	Trigger
USB-6009	USB	8 SE/4 DI	14	48	±1 to ±20	2	12	150	0 to 5	12	1	Digital
USB-6008	USB	8 SE/4 DI	12	10	±1 to ±20	2	12	150	0 to 5	12	1	Digital

¹SE = single ended, DI = differential

Ver documento en ucursos para guia n°4

Run the Tutorial first



Step #1 - Acquire Signal - Voltage

The screenshot shows the LabVIEW SignalExpress software interface. The main window is titled 'Untitled 1 * - LabVIEW SignalExpress'. The menu bar includes File, Edit, View, Tools, Add Step, Data View, Window, and Help. The toolbar contains buttons for Add Step, Reset All, Error List, and Add Display. The 'Add Step' dialog box is open, showing a list of signal types under the 'Acquire Signals' category. The 'Voltage' option is selected. The list includes Analog Input, Temperature, Strain, Current, Resistance, Frequency, Position, Acceleration, Custom Voltage with Excitation, Sound Pressure, Counter Input, Digital Input, and Generate Signals. The 'Data View' panel on the right shows a graph with a green grid and a blue line representing the signal. The graph has a y-axis from 0 to 10 and an x-axis from 0 to 100. The status bar at the bottom shows the Windows taskbar with the start button, open files (Untitled 1 * - LabVIEW..., untitled - Paint), and the system clock (2:27 PM).

#1- Add Step

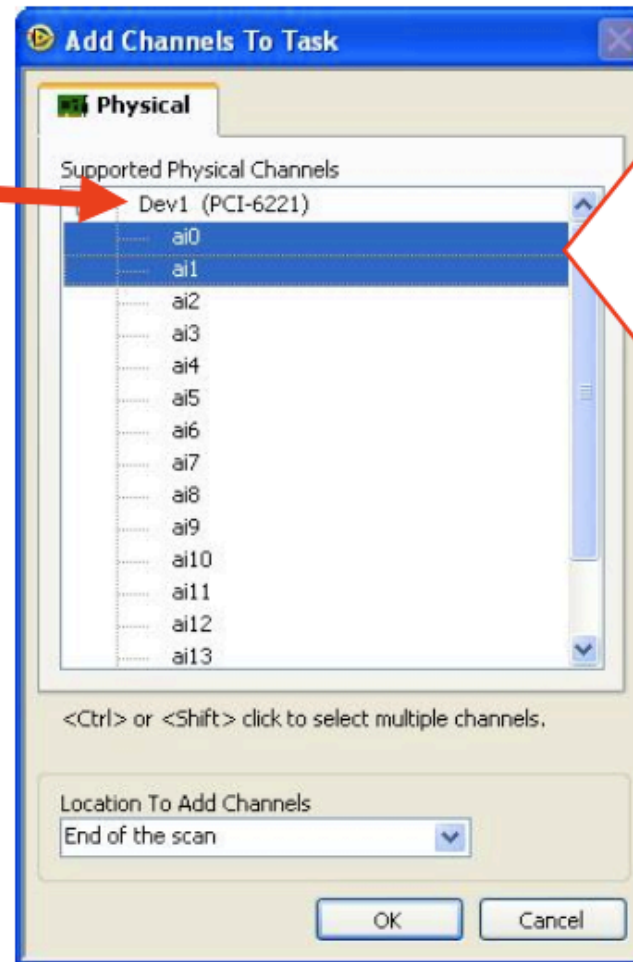
#2 - Acquire Signals
#3 - DAQmx Acquire
#4 - Analog Input
#5 - Voltage

How do I get help?
LabVIEW SignalExpress includes a [dynamic help window](#) that displays step and control-level help.
[Submit feedback on this topic](#)

Data View
Drag the output of a step to the Data View to display the output value.
The Data View displays output signals in graphs, tables, or a number of other scalar or Boolean data views. By default, the Data

Step #2 – Add Channels to Task

Should be
Dev1 (PCI-6221)



Click one or both
channels a0 and a1

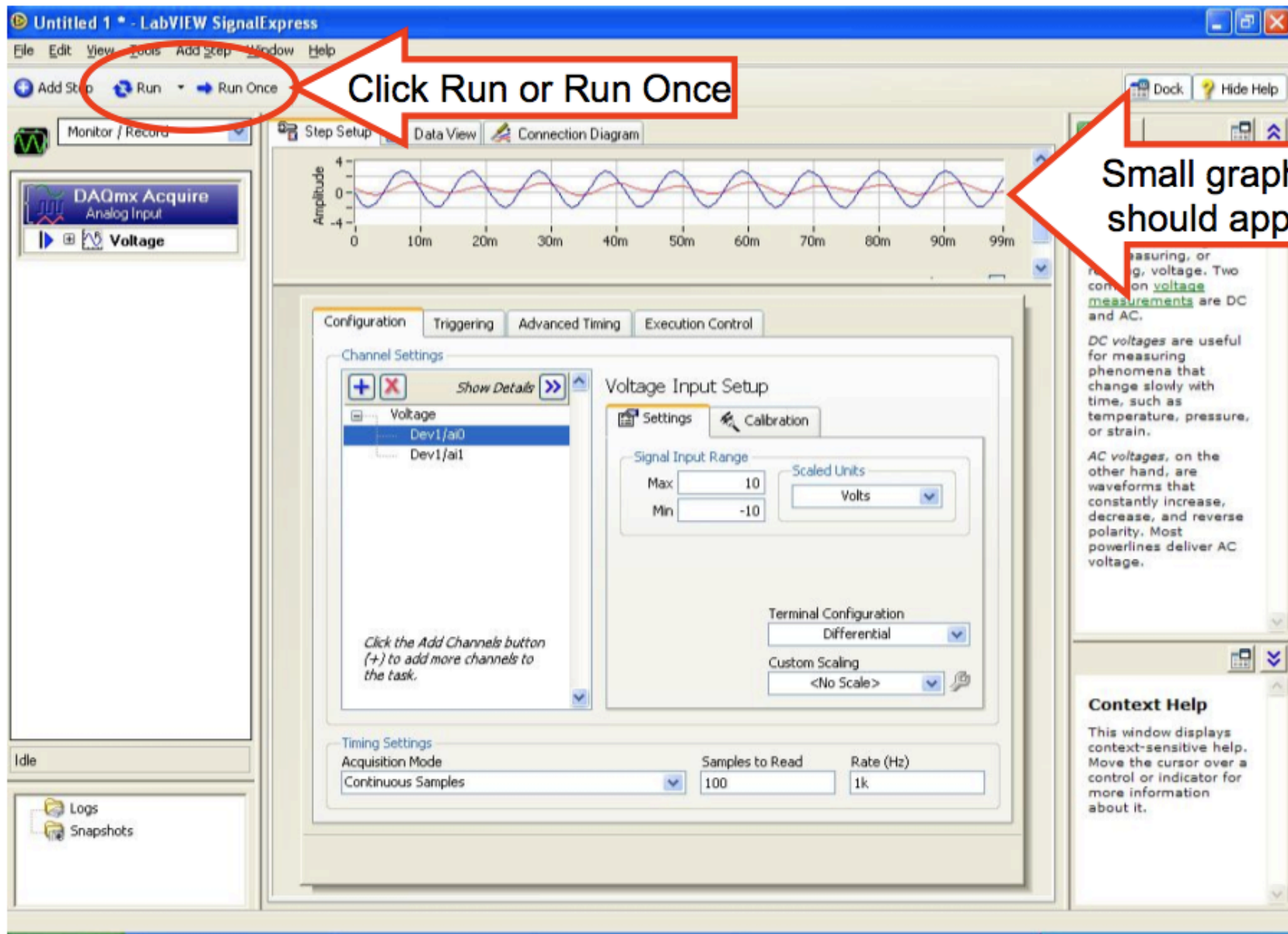
Step #3 – Configuration

The screenshot shows the LabVIEW SignalExpress configuration interface. The main window is titled "Untitled 1 - LabVIEW SignalExpress". The top menu bar includes File, Edit, View, Tools, Add Step, Window, and Help. Below the menu bar is a toolbar with buttons for Add Step, Run, Run Once, Record, Reset All, and Error List. The left sidebar shows the "Monitor / Record" tab and a "DAQmx Acquire Analog Input" section with a "Voltage" button. The main area displays the "Step Setup" tab, which includes a graph of Amplitude vs. Time (0 to 1 second). The "Configuration" tab is active, showing "Channel Settings" and "Voltage Input Setup". The "Channel Settings" section lists "Voltage" with channels "Dev1/ai0" and "Dev1/ai1". The "Voltage Input Setup" section has tabs for "Settings" and "Calibration". The "Settings" tab shows "Signal Input Range" with "Max" set to 10 and "Min" set to -10. The "Scaled Units" dropdown is set to "Volts". The "Terminal Configuration" dropdown is set to "Differential". The "Custom Scaling" dropdown is set to "<No Scale>". The "Timing Settings" section shows "Acquisition Mode" set to "Continuous Samples". The "Samples to Read" is set to 100 and the "Rate (Hz)" is set to 10k. A red box highlights the "Voltage Input Setup" section, and another red box highlights the "Samples to Read" and "Rate (Hz)" fields. A red starburst callout points to the "Signal Input Range" and "Scaled Units" fields, stating "Will usually leave these at defaults". A red arrow callout points to the "Samples to Read" and "Rate (Hz)" fields, stating "Set number of samples and rate".

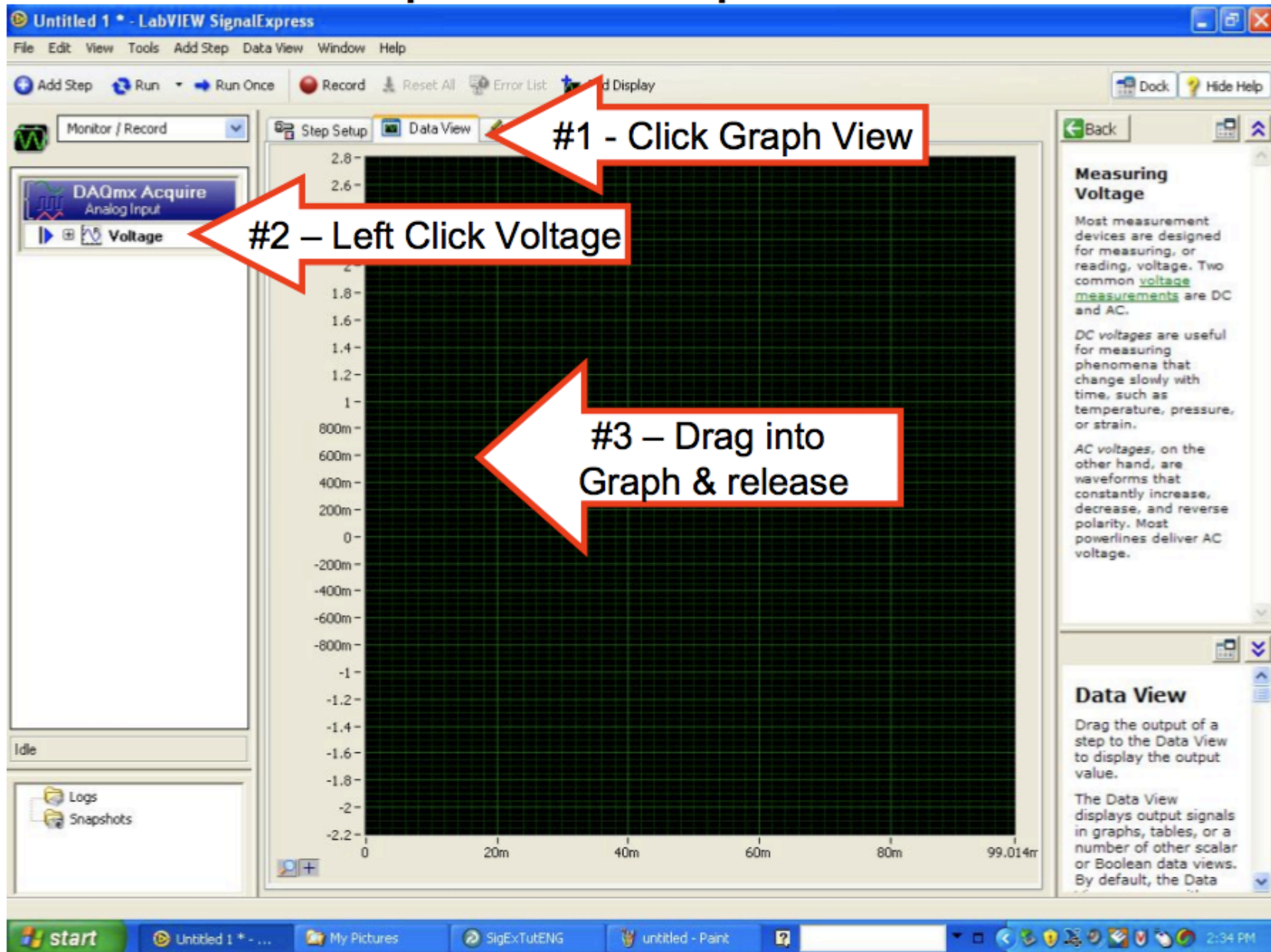
Will usually leave these at defaults

Set number of samples and rate

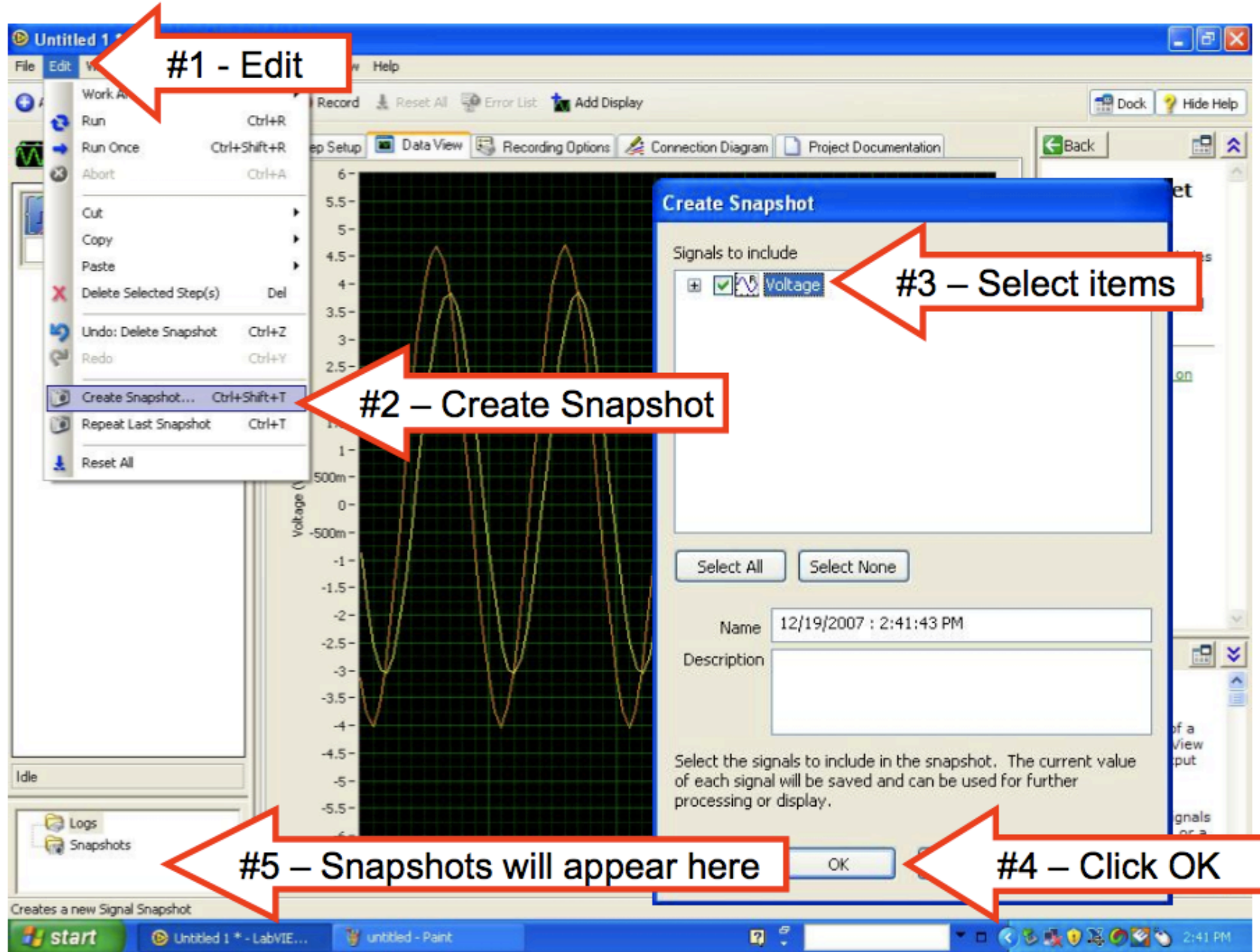
Step #4 – Run or Run Once



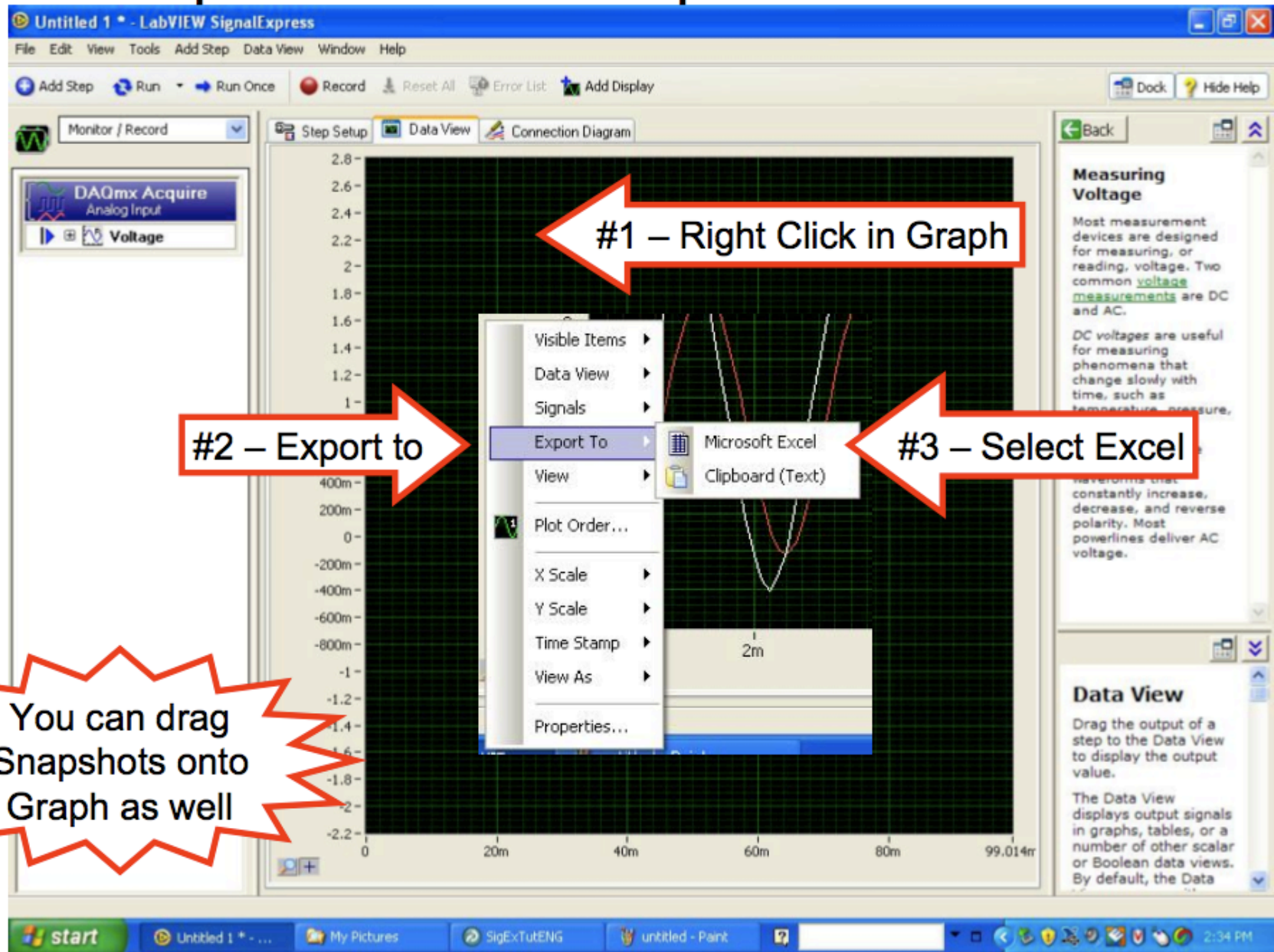
Step #5 – Graph View



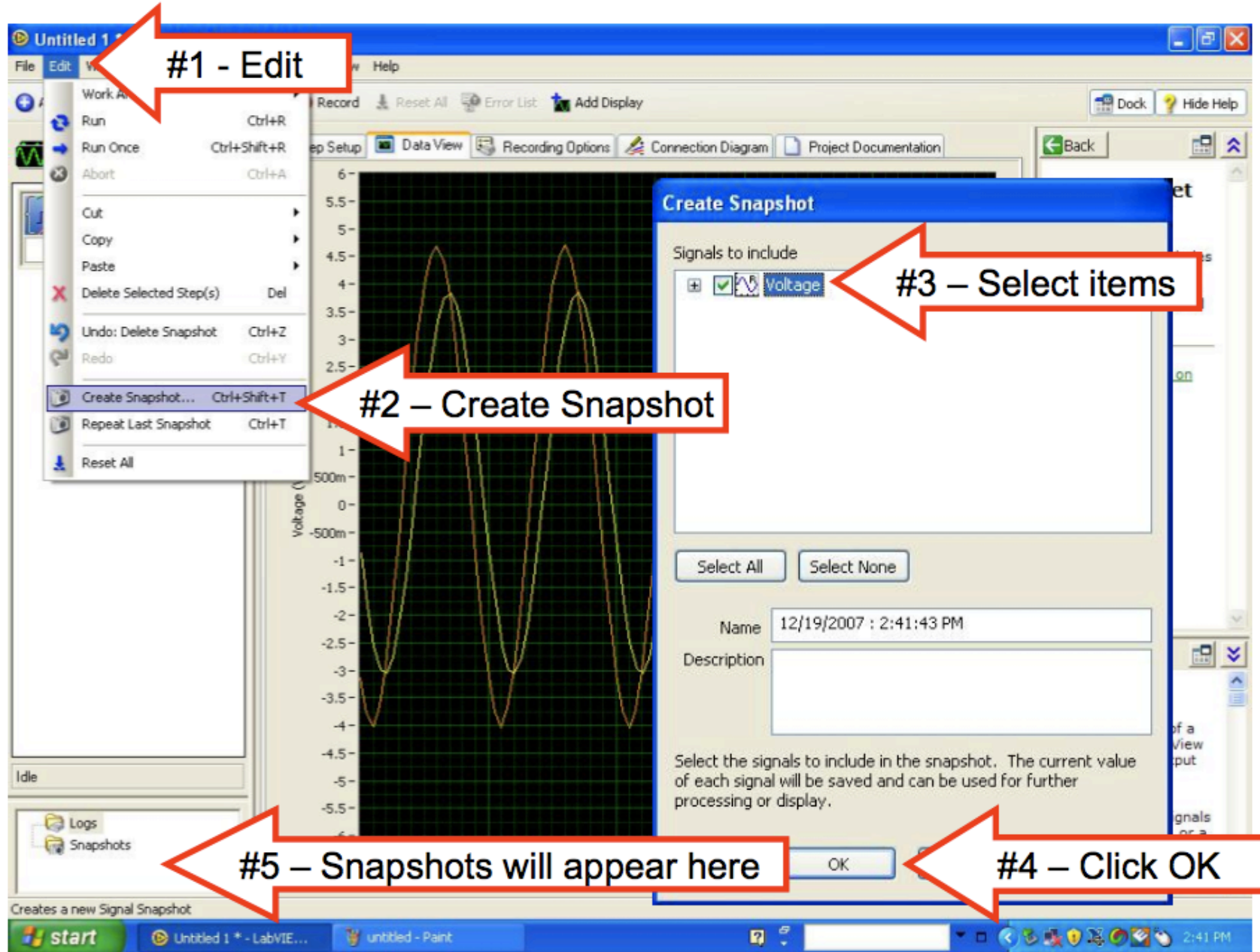
Step #6 – Create Snapshot of collected data



Step #7 – Send Graph Data to Excel



Step #6 – Create Snapshot of collected data



Graph Properties

