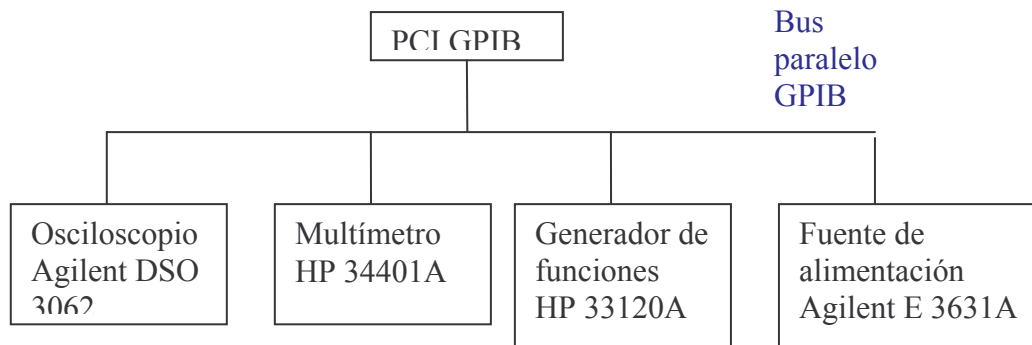


LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

MEMORIA PRÁCTICAS 1, 2, 3, 4, 5.

LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA MEMORIA PRÁCTICA 1

1. *Grafico descriptivo de los componentes del sistema de instrumentación virtual del puesto de trabajo.*



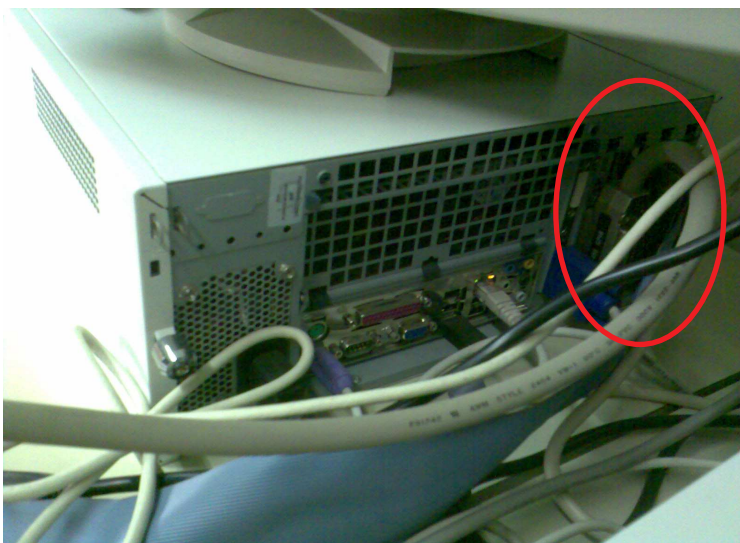
Osciloscopio

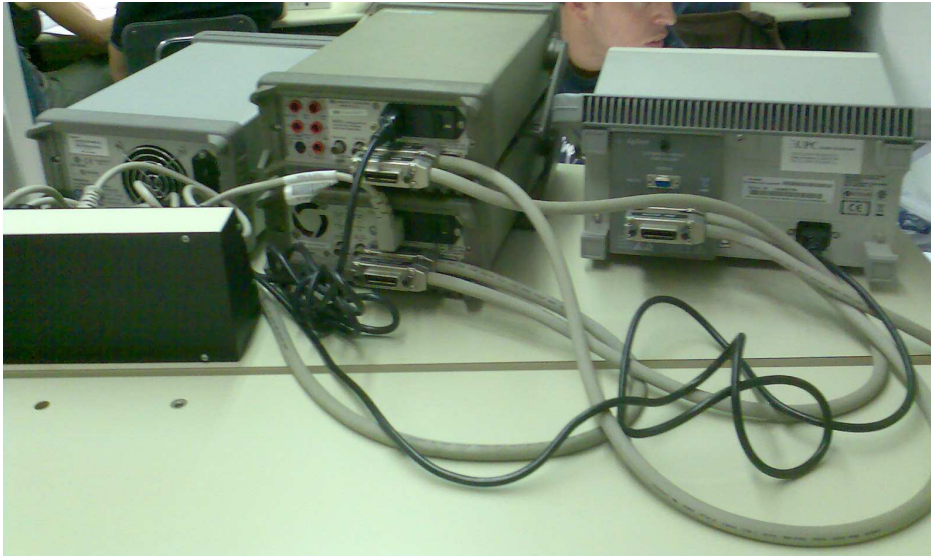
Multímetro
Generador señales

Fuente de
alimentación



Mediante el bus paralelo GPIB de 24 hilos cada uno se encuentra conectado el PC con los distintos instrumentos de medida, tal y como se muestra en las siguientes imágenes. La forma de conexión no tiene por que ser jerárquica ya que se realiza de manera paralela.





2. Inicio en el entorno del LabView.

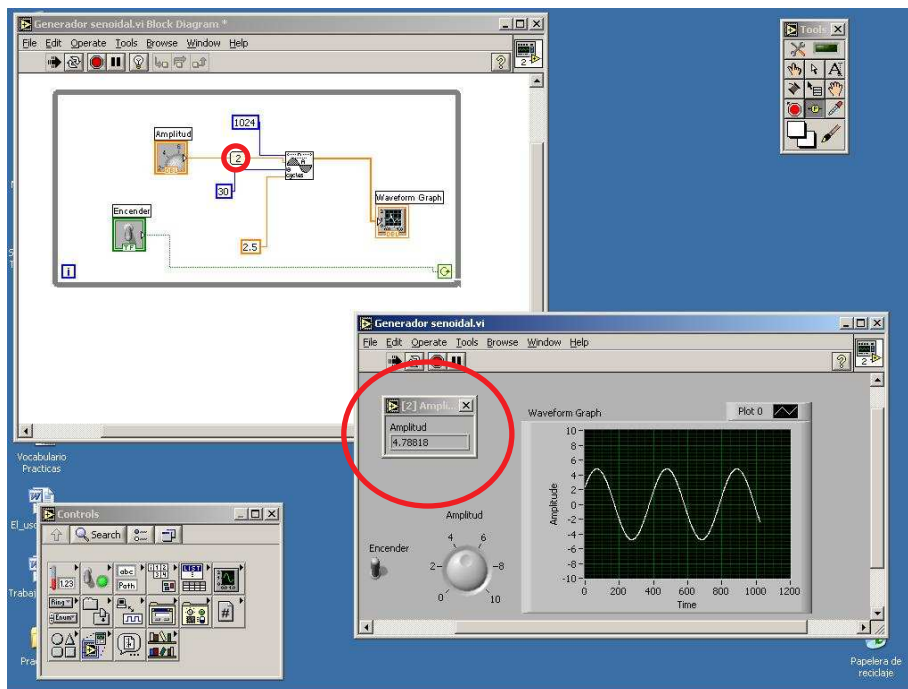
Al inicializar el entorno de trabajo LabView se presentan dos ventanas. Una de ellas es el block diagram en el que se programa las diferentes aplicaciones a un alto nivel mediante VI's (Virtual Instruments) que se encuentran en la paleta de funciones, aunque también permita la programación a bajo nivel, estas aplicaciones controlan los equipos presentados anteriormente, este control se puede realizar en tiempo real desde la otra ventana que se denomina el front panel, que no es mas que una interficie grafica que simula el instrumento en cuestión.

De los diferentes bloques VI, existen los bloques amarillos que son funciones preprogramadas que se corresponden con las estructuras mas básicas que hay, y son indivisibles e inmodificables, utilizando la concatenaciones de ellas se puede crear una estructura mayor.

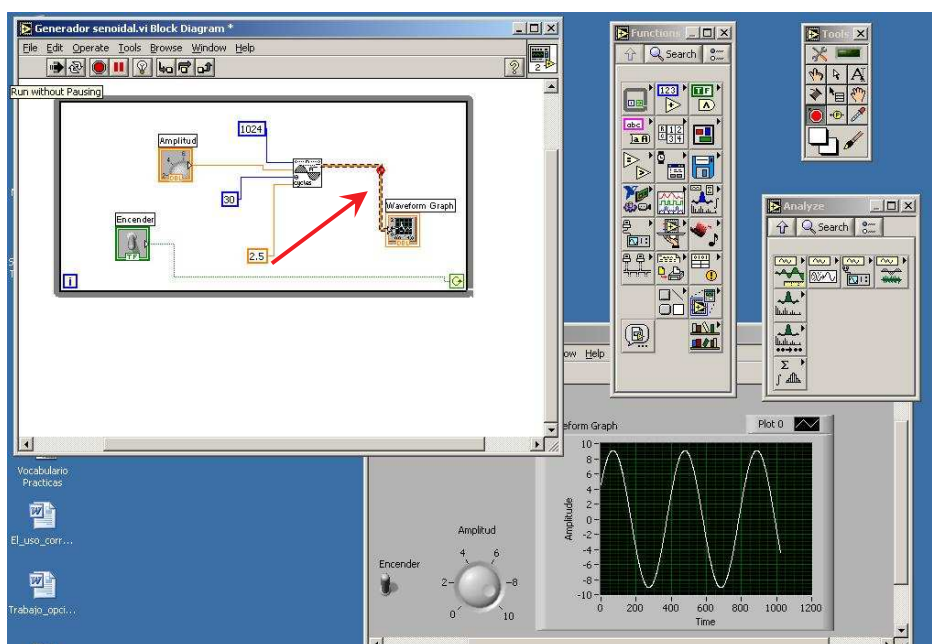
3. Construcción del generador senoidal

Se construyó un generador que puede crear una senoide de frecuencia fija y amplitud variable.

Insertando un Probe obtenemos el valor en tiempo real de cualquier señal. En la siguiente imagen podemos ver esta utilidad.



Mediante el Breakpoint nos permite interrumpir la ejecución del programa en un punto determinado.



Se puede observar el flujo de datos en tiempo real utilizando el modo Highlight con el cual podemos comprobar el orden de ejecución de los distintos VI's.

4. Orden de ejecución del programa

ABCFDE

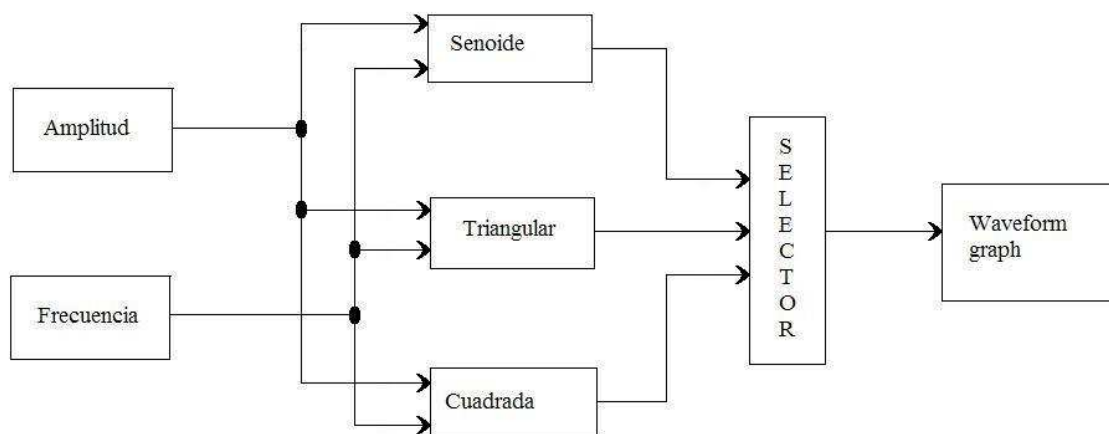
La F se encuentra primero que D y E ya que, D requiere los datos ofrecidos por F para poder procesar la información.

5. Diseño de un generador virtual

Interfaz de entrada/salida virtual:

- Controles:
 - Selector de señal. Será un Enum
 - Selector de amplitud. Será del tipo Knob.
 - Selector de frecuencia. Será del tipo Knob.
 - Selector On/Off: Será un control de tipo Booleano.
- Indicadores:
 - Pantalla de representación: Será un Waveform graph.

Diagrama de Bloques del Generador



Añadir selector

Como podemos ver en la imagen siguiente hemos añadido un control de frecuencias y un selector de señal mediante la herramienta Enum (del menú Ring & Enum). Dentro del selector hemos definido los tres casos (senoidal, triangular y cuadrada).

A continuación se agrega la estructura de datos CASE.

Para poder utilizar el selector como tal hemos usado una estructura Case que nos permite elegir entre un circuito u otro dependiendo del estado del selector.

Para cada uno de los estados del selector hemos utilizado un VI para que nos genere el patrón de señal. Por ejemplo, para la señal cuadrada hemos utilizado el square wave.vi al cual proporcionándole una señal de amplitud, un número fijo de muestras y un número de frecuencia, medida en ciclos/muestra, nos da como resultado la señal cuadrada deseada.

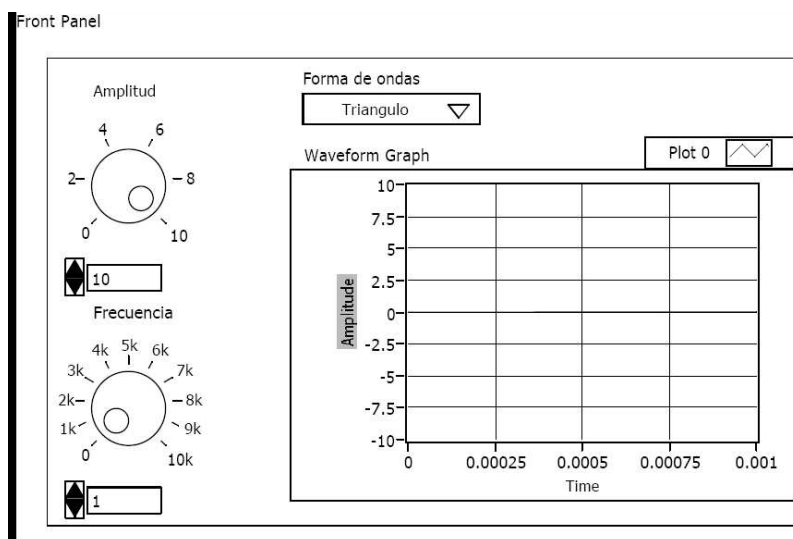
Cabe destacar que para que el selector de frecuencia esté entre 0 y 10, hemos usado un divisor de 10000 para adaptarlo con las unidades de ciclos/muestra que tiene a su entrada el bloque.

Modificación del panel frontal.

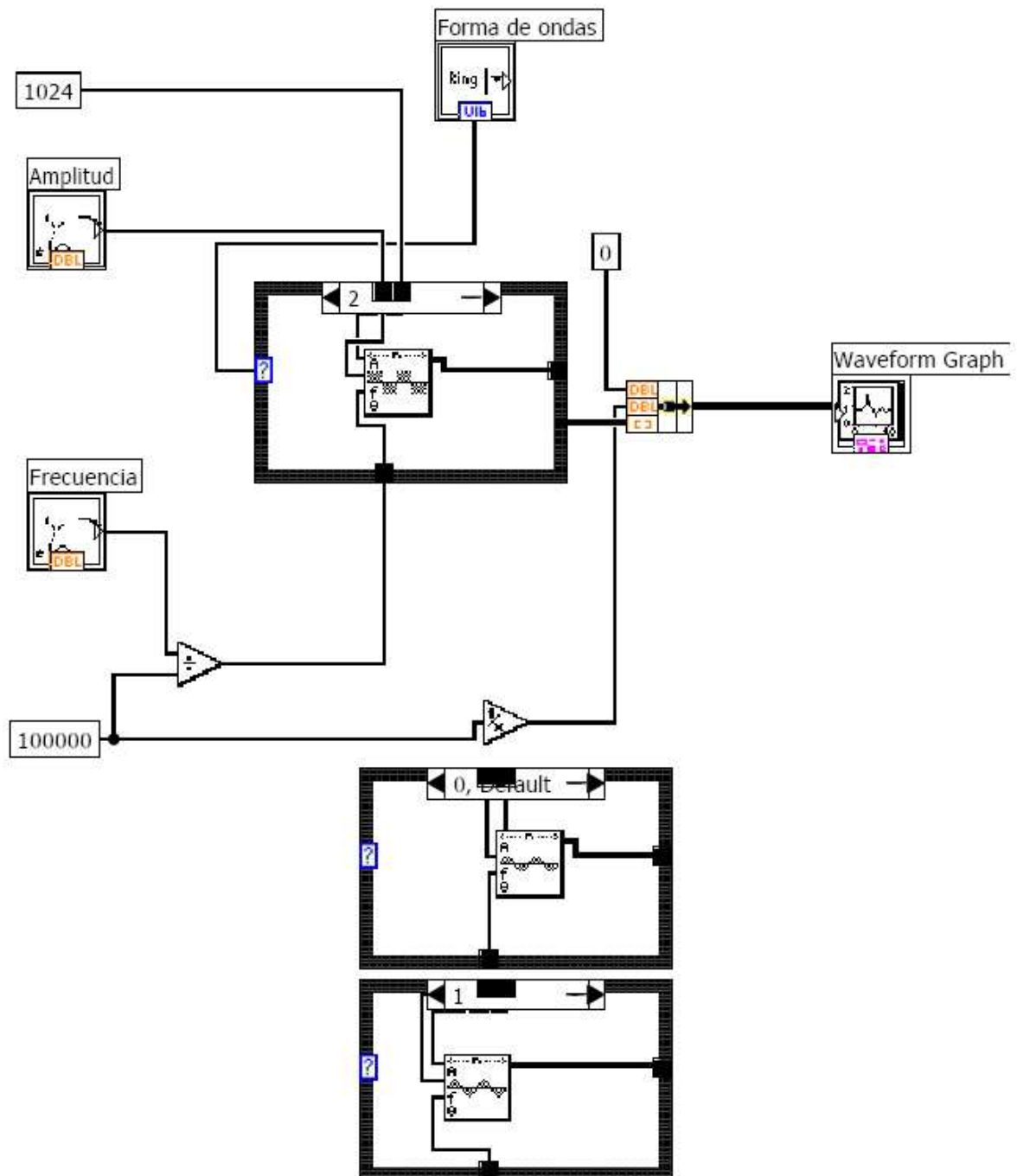
Hemos definido la escala de tensión desde -10 V hasta 10 V, y el eje horizontal en unidades de tiempo.

Para la definición del eje horizontal hemos simulado el barrido temporal de un osciloscopio con un trigger o disparador, con un módulo rampa y la elección adecuada del número de muestras y el valor de inicio y final de la rampa.

Hemos sustituido el monitor de representación de un waveform graph a un XYGraph. Éste último funciona como una representación en ejes cartesianos de modo que necesita a su entrada pares de valores (en nuestro caso tensión y tiempo). Por este motivo hemos introducido un cluster (bunddle) que nos agrupa la señal a mostrar con la rampa a modo de trigger.



Block Diagram

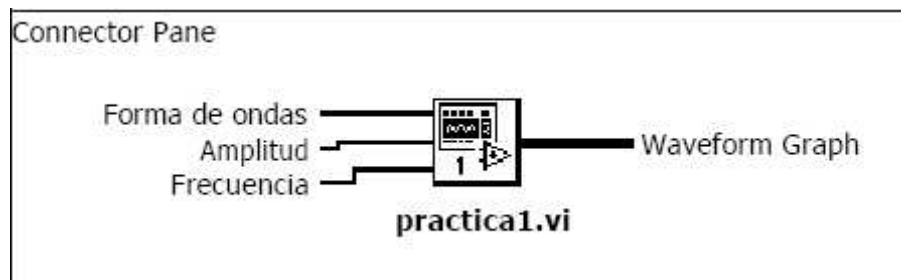


6. Creación de un subvi

Para la creación del SubVI, escogemos la parte del circuito que se encarga de la generación de señal, vamos al menú Edit/Create SubVI.

Es necesario destacar que el bucle while no es capaz de reproducirlo una vez creado, así hemos seleccionado todo lo que estaba dentro del “while”.

En la figura siguiente vemos como ha quedado una vez introducido el subVI.



LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA MEMORIA PRÁCTICA 2

Trabajo previo

Determinar la dirección GPIB por defecto, como modificarla para cada uno de los instrumentos del puesto de trabajo. Determine también la compatibilidad con IEEE 488.2

Osciloscopio (Agilent DSO 3062):

- Dirección por defecto: 7
- Para modificar la dirección GPIB accedemos al menú, mediante las teclas de cursor, vamos a “ajustes I/O” -> “GPIB” -> “Modificar dirección”

Multímetro (HP 34401 A):

- Dirección por defecto: 22
- Para modificar la dirección GPIB accedemos al menú, mediante las teclas de cursor, vamos a “I/O” -> “HPIB Address” -> “Cambio dirección”

Gen. Funciones (HP 33120 A):

- Dirección por defecto: 10
- Análogamente al anterior, puesto que al ser del mismo fabricante tienen la misma distribución de menús.

Fuentes (Agilent E 3631 A):

- Dirección por defecto: 5
- Análogamente al primero, puesto que son del mismo fabricante.

El IEEE 488.2 es un estándar que define las comunicaciones mediante el bus GPIB. Todos los elementos de nuestro puesto de trabajo son compatibles con este protocolo y no se describen problemas de compatibilidad.

Trabajo Laboratorio

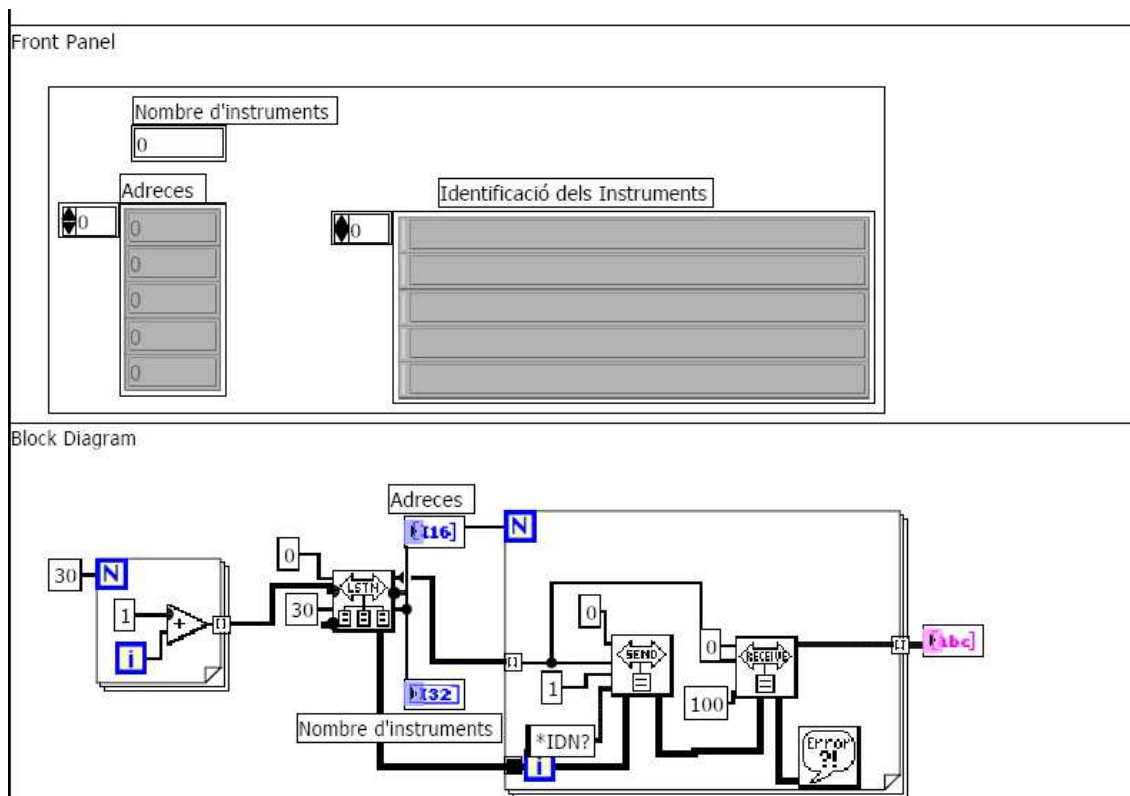
Identificación mediante el procedimiento FindLstn

Con la plantilla proporcionada “Draft-PR2-488” realizamos la detección de los instrumentos de nuestro puesto de trabajo. Enviamos la orden “*IDN?”, para conseguir que la identificación de cada uno de los aparatos, que previamente hemos detectado, mediante la función Find Listeners (FINDLSTN).

Para comprobar que no había respuestas inesperadas hemos creado un circuito de error, con el cual podemos visualizar si hay error o no mediante el texto explicativo del error (Campos de texto en el Front Panel).

Vemos que todos los elementos funcionan correctamente y no nos da ninguna respuesta inesperada, puesto que los resultados son coherentes y nuestro circuito de error no se activa, ya que todos los instrumentos son compatibles con el IEEE-488.2.

La estructura “for” que utilizamos se implementa iterando desde 1 hasta 30 dado que las direcciones 0 y 31 están reservadas.

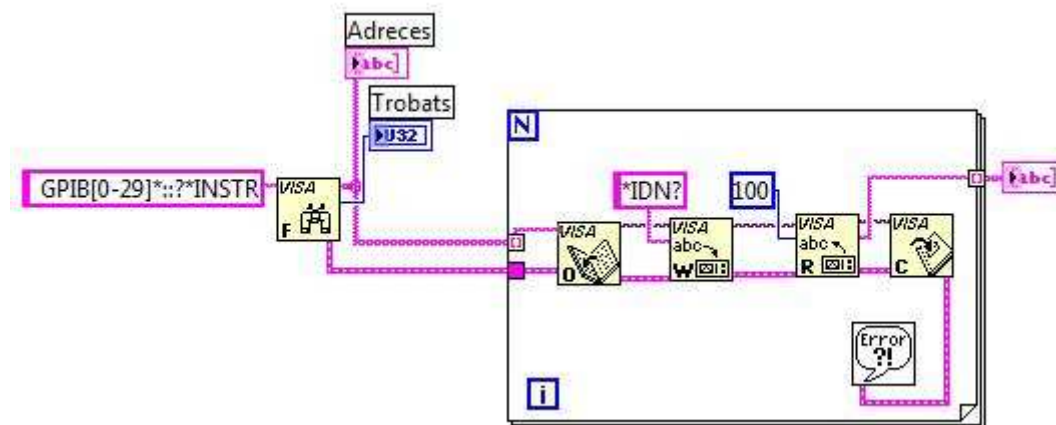


Utilización de funciones VISA

Ahora nos proponen la ejecución de la misma función, pero usando los comandos VISA, que nos proporcionan un módulo de comunicación independiente del tipo de bus de conexión usado.

Para ello, nos proveemos de la plantilla “Draft-PR2-VISA” con la cual, de manera análoga a la plantilla IEEE 488.2, la completamos con las instrucciones “*GPIB[0-29]*::?*INSTR*” para la búsqueda de los instrumentos presentes y activos y “**IDN?*” para que estos se identifiquen con su nombre completo.

El resultado es el mismo que con las funciones IEEE 488.2, pero en este caso ya no dependeríamos del bus usado.



Mediante las estructuras “case”, comparamos la señal de la dirección actual con las predeterminadas de cada instrumento. En el caso de que no coincidan generamos un mensaje de error para indicar al usuario qué instrumento ha sido modificada su dirección predeterminada. En nuestro caso no dio ningún error, por eso forzamos una dirección distinta de la asignada por defecto tal y como se realizó en la primera práctica.

[illegible]

LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA ***MEMORIA PRÁCTICA 3***

Trabajo previo

1. *Determinar la configuración de los registros de estado, la compatibilidad con el IEEE-488.2 y la forma de acceder a los mismos.*

Multímetro:

Bit Definitions – Status Byte Register

Bit	Decimal Value	Definition
0 Not Used	1	Always set to 0.
1 Not Used	2	Always set to 0.
2 Not Used	4	Always set to 0.
3 Questionable Data	8	One or more bits are set in the Questionable Data register (bits must be “enabled” in enable register).
4 Message Available	16	Data is available in the multimeter’s output buffer.
5 Standard Event	32	One or more bits are set in the Standard Event register (bits must be “enabled” in enable register).
6 Request Service	64	The multimeter is requesting service (serial poll).
7 Not Used	128	Always set to 0.

Bit Definitions – Standard Event Register

Bit	Decimal Value	Definition
0 Operation Complete	1	All commands prior to and including an *OPC command have been executed.
1 Not Used	2	Always set to 0.
2 Query Error	4	The multimeter tried to read the output buffer but it was empty. Or, a new command line was received before a previous query has been read. Or, both the input and output buffers are full.
3 Device Error	8	A self-test, calibration, or reading overload error occurred (see error numbers 501 through 748 in chapter 5).
4 Execution Error	16	An execution error occurred (see error numbers -211 through -230 in chapter 5).
5 Command Error	32	A command syntax error occurred (see error numbers – 101 through -158 in chapter 5).
6 Not Used	64	Always set to 0.
7 Power On	128	Power has been turned off and on since the last time the event register was read or cleared

Bit Definitions – Questionable Data Register

Bit	Decimal Value	Definition
0 Voltage Overload	1	Range overload on dc volts, ac volts, frequency, period, diode, or ratio function.
1 Current Overload	2	Range overload on dc or ac current function.
2 Not Used	4	Always set to 0.

3 Not Used	8	Always set to 0.
4 Not Used	16	Always set to 0.
5 Not Used	32	Always set to 0.
6 Not Used	64	Always set to 0.
7 Not Used	128	Always set to 0.
8 Not Used	256	Always set to 0.
9 Ohms Overload	512	Range overload on 2-wire or 4-wire ohms.
10 Not Used	1024	Always set to 0.
11 Limit Fail LO	2048	Reading is less than lower limit in limit test.
12 Limit Fail HI	4096	Reading exceeds upper limit in limit test.
13 Not Used	8192	Always set to 0.
14 Not Used	16384	Always set to 0.
15 Not Used	32768	Always set to 0.

Generador de Funciones

Bit Definitions – Status Byte Register

Bit	Decimal Value	Definition
0 Not Used	1	Always set to 0.
1 Not Used	2	Always set to 0.
2 Not Used	4	Always set to 0.
3 Not Used	8	Always set to 0.
4 Message Available	16	Data is available in the output buffer.
5 Standard Event	32	One or more bits are set in the Standard Event register (bits must be “enabled” in enable register).
6 Request Service	64	Requesting service (serial poll).
7 Not Used	128	Always set to 0.

Bit Definitions – Standard Event Register

Bit	Decimal Value	Definition
0 Operation Complete	1	All commands prior to and including an *OPC command have been executed.
1 Not Used	2	Always set to 0.
2 Query Error	4	The function generator tried to read the output buffer but it was empty. Or, a new command line was received before a previous query has been read. Or, both the input and output buffers are full.
3 Device Error	8	A self-test or calibration error occurred (see error numbers 501 through 857 in chapter 5).
4 Execution Error	16	An execution error occurred (see error numbers -211 through -224 in chapter 5).
5 Command Error	32	A command syntax error occurred (see errors -101 through -168 in chapter 5).
6 Not Used	64	Always set to 0.
7 Power On	128	Power has been turned off and on since the last time the event register was read or cleared.

Para poder acceder a estos registros basta con las instrucciones siguientes:

*ESR?	Devuelve el valor del RESN
*ESE? / *ESE <valor>	Devuelve el valor de la máscara del RESN. Con el valor es para definirlo.
*STB?	Devuelve el valor del Registro de Estado.
*SRE? / *SRE <valor>	Devuelve el valor de la máscara del Registro de Estado. Con el valor lo definimos.

En cuanto a la compatibilidad con el IEEE-488.2 podemos decir que son compatibles, ya que tanto los registros como las órdenes básicas coinciden con el esquema que aparece en el manual de prácticas para los registros y comandos de la norma IEEE 488.2.

2. *Explica el significado de la sentencia “*ESE 1;*SRE 32;TRIG:COUN 100;:INIT;*OPC”*

*ESE 1: Nos activa el bit de la máscara del flag de Operation Complete.
*SRE 32: Habilita el bit 5 para que permita una petición de servicio
TRIG:COUN 100: Indica al multímetro para que realice 100 medidas.
:INIT: Los dos puntos indican que se refiere a la misma instrucción que la precede, en este caso TRIG. Prepara el multímetro a la espera de uno o más disparos.
*OPC: Indicador de Operation Complete. Indica al multímetro que active el flag de Operation Complete cuando acabe el proceso.

3. *Diferencia fundamental entre ambos esquemas.*

La diferencia principal entre ambos esquemas es que el VISA siempre trabaja con parallel poll, mientras que en el caso del GPIB 488.2 se trabaja con serial poll.

En el caso de VISA, el VI abre una sesión VISA del instrumento que estamos utilizando, espera a que se genere la interrupción, se atiende y cierra la sesión.

En cambio, en el GPIB-488.2 se atienden todos los instrumentos a la vez en un solo VI. Se espera a que algún instrumento realice una petición, para preguntar quién la ha realizado para atenderlo. Para ello le pide el valor de registro de estados de sucesos normales (RESN) y se prepara para recibir dicho valor.

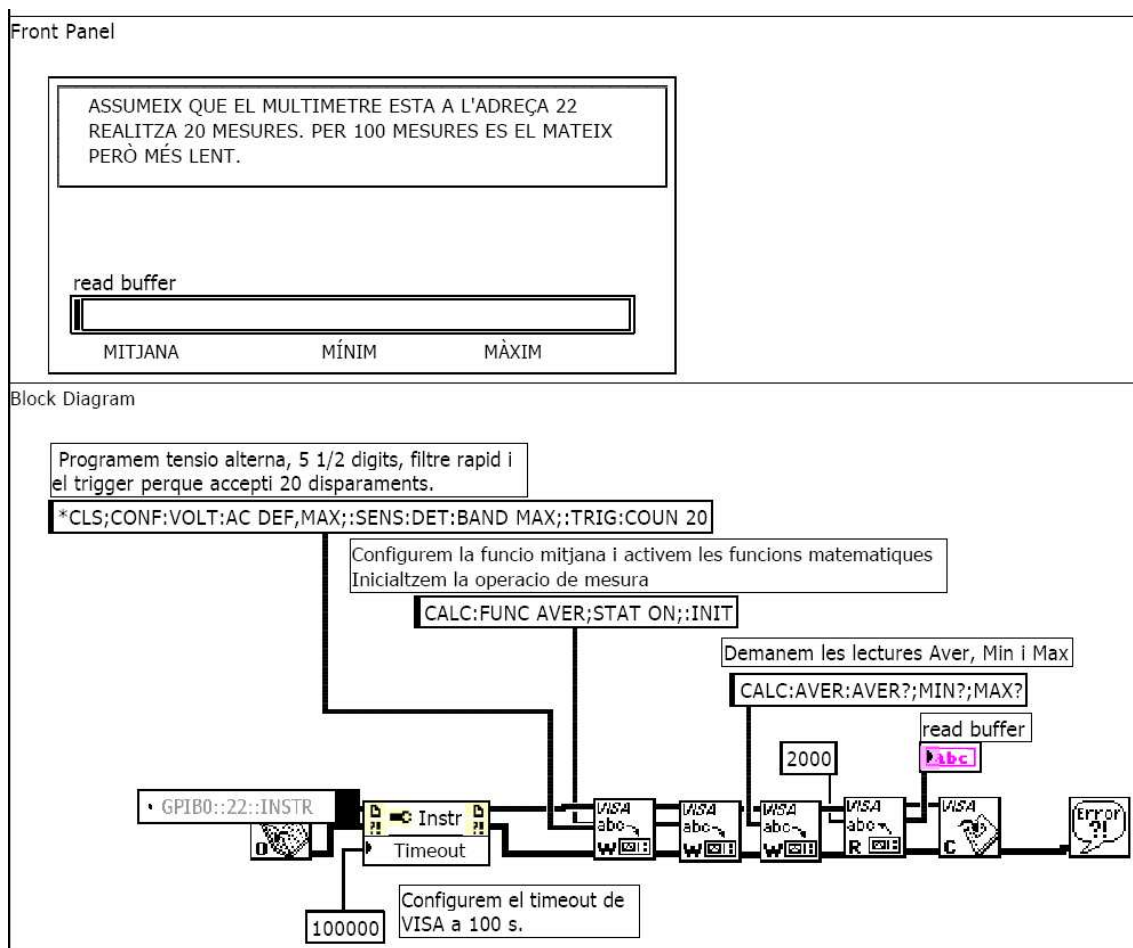
Trabajo Laboratorio

Realización automática de medidas con el multímetro

En esta práctica se pretende programar en bajo nivel utilizando las funciones VISA y los comandos SCPI para configurar el multímetro de modo que realice 20 medidas y las guarde en memoria para posteriormente calcular la media, el valor mínimo y el máximo de una secuencia de medidas.

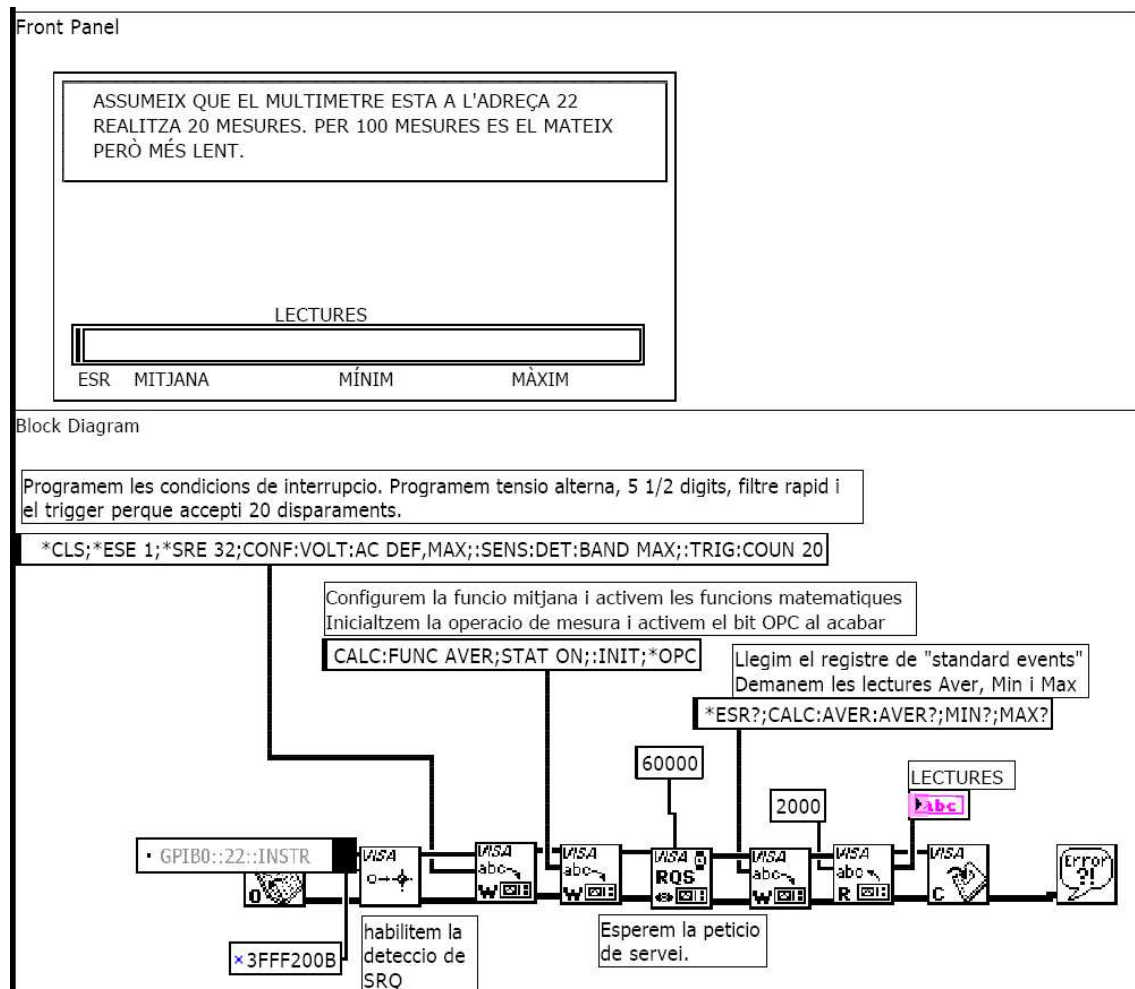
Para configurar el multímetro en alterna usamos el comando CONF:VOLT:AC; para utilizar escala automática lo programamos mediante el comando DEF y para obtener la máxima resolución utilizamos MAX. Para realizar 20 disparos se escribe TRIG:COUN 20.

Para encender e inicializar el multímetro se debe introducir el comando STAT ON;:INIT. Mediante la instrucción CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX? Calculamos los parámetros que se piden.



Detección de la finalización de las medidas

En este apartado se pide que programemos el multímetro para realizar las mismas medidas que en el apartado anterior utilizando interrupciones mediante el registro de estado ESR(Event Status Register). Esto nos permite realizar distintos procesos en paralelo y el bit 0 del registro indica cuándo el proceso está listo activando la interrupción.



LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA MEMORIA PRÁCTICA 4

Trabajo previo

1. A partir de las especificaciones del generador de funciones evaluar la incertidumbre en la frecuencia y en la amplitud de la señal generada a las siguientes frecuencias ($V_{ef} = 1\text{ V}$): 10 Hz, 10 kHz y 1 MHz.

Frecuencia	Incertidumbre (%)	Incertidumbre en Tensión (V)	Incertidumbre en frecuencia (Hz)
10 Hz	1%	0.707 ± 0.007	10 ± 0.0002
10 kHz	1%	0.707 ± 0.007	10000 ± 0.2
1 MHz	1.50%	0.707 ± 0.0106	1000000 ± 20

La incertidumbre para la frecuencia es de 20 ppm, para todas las frecuencias

2. Determinar el intervalo de incertidumbre en frecuencia y amplitud al medir con el multímetro la señal anterior a las frecuencias dadas con una resolución de $6\frac{1}{2}$ dígitos y con el filtro rápido de acoplo en AC.

Para las condiciones requeridas, las incertidumbres que obtenemos son:

Tensión			Frecuencia		
Frecuencia	Rango	lectura	Incertidumbre (%) en tensión (V)	lectura (%)	Incertidumbre en frecuencia (Hz)
10 Hz	0.06	0.03	0.707 ± 0.000636	0.05	10 ± 0.005
10 kHz	0.06	0.03	0.707 ± 0.000636	0.01	10000 ± 1
1 MHz	0.3	---	0.707 ± 0.00212	---	1000000 ± 0

Trabajo Laboratorio

1. Diseño de VI, para controlar generador de funciones y multímetro.

Para la realización de este VI partimos del VI dado “Draft-P4-HP”, que incluye el control sobre el generador de funciones, y que modificamos para poder incluir los controles del multímetro, que nos permitirá tomar las medidas tanto de tensión como de frecuencia. Para ello introducimos los siguientes controles:

HP34401A Initialize: Nos permite inicializar el multímetro en modo remoto.

HP34401A Config Meas: Nos permite configurar el tipo de medida que queremos realizar, en este caso, tensión en alterna (AC Volts)

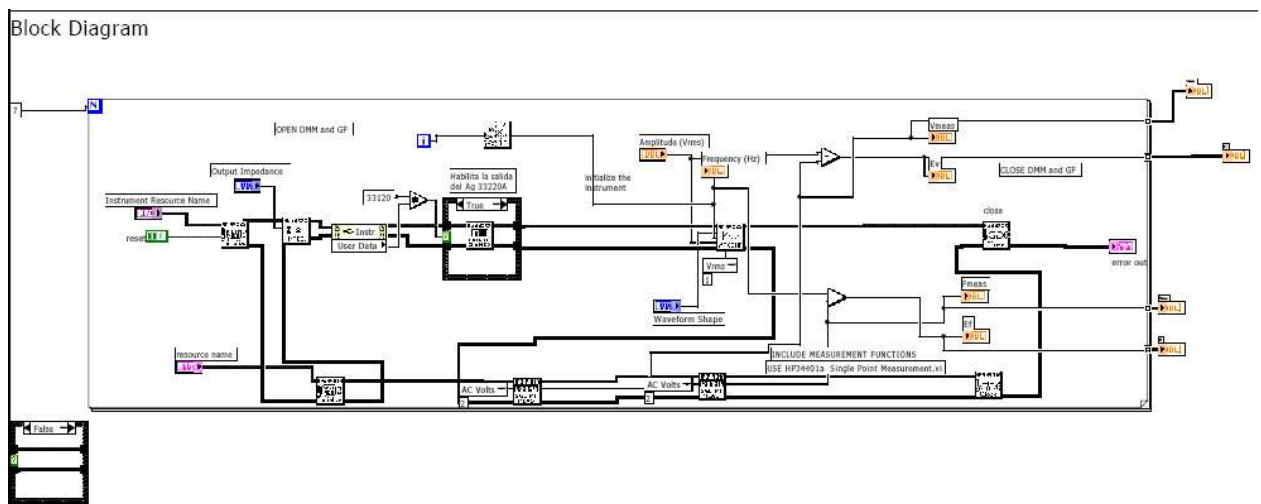
HP34401A Read: Hace la lectura de tensión especificada en el anterior control.

HP34401A Config Meas: Nos permite configurar la medida de la frecuencia (Frequency).

HP34401A Read: Hace la lectura de frecuencia.

HP34401A Close: Cierra el circuito del multímetro.

La imagen siguiente muestre el diagrama de bloques resultante de nuestro sistema:

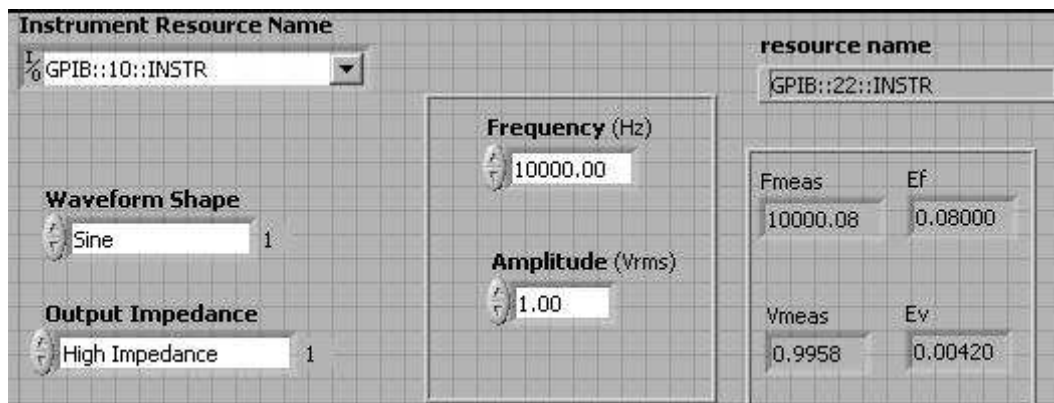


LabView incorpora algunas utilidades que nos son de mucha ayuda como por ejemplo la creación de constantes; nos define los posibles valores que puede tener una entrada para que escojamos el valor más adecuado para nuestro uso.

Para asegurar que las medidas hechas por el multímetro se hagan después que el generador de funciones esté configurado completamente, debemos obligar que la ejecución de VI sea secuencial. Para ello unimos enlazamos el circuito de error para que éste nos haga de guía en la ejecución. Así en la imagen anterior podemos ver como la línea de error es la que nos señala el orden de ejecución de cada uno de los VI.

2. Programar una señal senoidal de 1 Voltio eficaz y una frecuencia de 10 kHz. ¿Están los resultados dentro del margen esperado según las especificaciones de los equipos?

La captura de datos, donde se ve los valores de las medidas (Fmeas y Vmeas), así como la diferencia entre el valor medido y el programado (Ef y Ev), lo vemos en la siguiente imagen del panel frontal de nuestro VI:



Vemos que las medidas realizadas están dentro de los márgenes especificados por el fabricante, ya que el valor teórico de incertidumbre en la tensión es de 0.007 V y el de frecuencia es de 0.2 Hz.

3. Además del posible error sistemático ¿hay errores aleatorios? Realizar varias medidas para ver si son del mismo orden que los sistemáticos. No realizar medidas estadísticas, éstas se harán en la siguiente sesión.

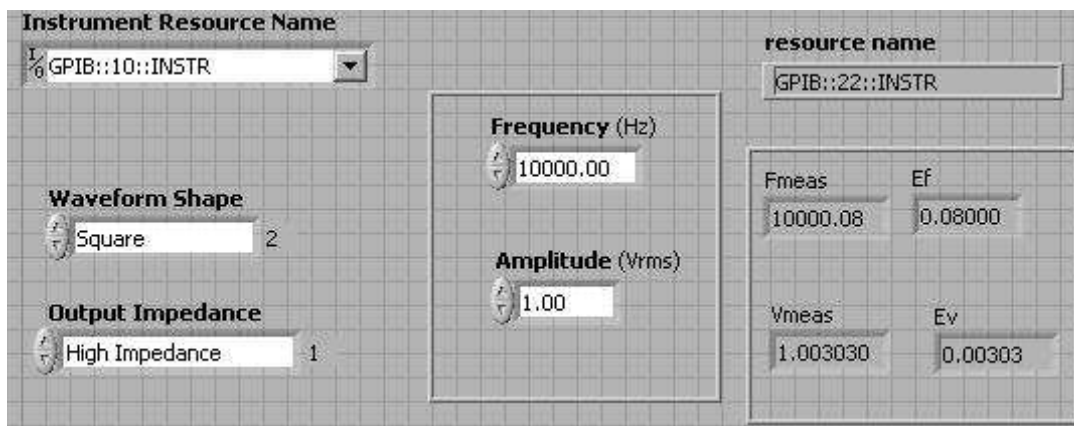
Realizamos varias medidas y obtenemos los siguientes valores:

Número medida	Tensión	Error en tensión	Frecuencia	Error en frecuencia
1	0.995551	0.004449	10000.08	0.08
2	0.995558	0.004442	10000.08	0.08
3	0.995566	0.004434	10000.08	0.08
4	0.995544	0.004456	10000.08	0.08
5	0.995523	0.004477	10000.08	0.08
6	0.995540	0.00446	10000.08	0.08
7	0.995553	0.004447	10000.10	0.1
8	0.995550	0.00445	10000.08	0.08
9	0.995533	0.004467	10000.08	0.08
10	0.995527	0.004473	10000.10	0.1

Podemos observar que no se han producido errores aleatorios, sino que todos los errores que hay son sistemáticos.

4. Con los mismos valores de amplitud y de frecuencia cambiar la forma de onda a cuadrada. ¿Cuál es el valor medido por el multímetro? ¿coincide con el valor eficaz de la señal? ¿Qué tipo de conversor alterna continua tiene el multímetro?

Cambiamos la forma de onda de la señal a cuadrada y volvemos a realizar la medida sin alterar los valores de tensión y frecuencia anterior y el resultado lo observamos en la siguiente imagen:



Vemos que el valor medido ($V_{\text{meas}} = 1,003030 \text{ V}$) si se corresponde con el valor de $V_{\text{ef}} = 1 \text{ V}$ que le introducimos para la medida, con un margen de error dentro de lo especificado por el fabricante.

5. Realizar las medidas con una senoide de 10 Hz y de 1MHz. ¿Están los resultados dentro del margen esperado según las especificaciones de los equipos? ¿Cómo se explican los resultados en ambos casos?

Volvemos a cambiar la forma de onda a senoidal en el selector y modificamos los valores de frecuencia para la medida con 10 Hz y con 1 MHz y obtenemos:

Frecuencia teorica (Hz)	Frecuencia medida (Hz)	Error (Hz)	Tensión medida (V)	Error (V)
10	10.00	0.00013	0.9923	0.007
1 M	1000007	7	1.0126	0.01257

En ambos casos se encuentran dentro de los márgenes previstos.

Instrument Resource Name

GPIB::10::INSTR

Waveform Shape

Sine

1

Output Impedance

High Impedance

1

resource name

GPIB::22::INSTR

Frequency (Hz)

10000.00

Amplitude (Vrms)

1.00

Fmeas

0.00

Ef

0.00000

Vmeas

0.0000

Ev

0.00000

error out

status

code

0

source

Ev

0

0

0

0

0

0

0

0

Vmeas

0

0

0

0

0

0

0

0

Fmeas

0

0

0

0

0

0

0

0

Ef

0

0

0

0

0

0

0

0

LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

MEMORIA PRÁCTICA 5

Trabajo previo

1. A partir de las especificaciones del multímetro determinar la incertidumbre provocada por los errores sistemáticos al medir una resistencia de un valor próximo a $1\text{ M}\Omega$.

$1\text{ M}\Omega$ a un año implica tener una exactitud de 0.010% en la lectura más 0.001% en la escala, por lo que nos provocará una exactitud total de:

$$\text{Exactitud} = 1\text{ M} \cdot (0.010 + 0.001)/100 = 110\ \Omega.$$

Para calcular la incertidumbre típica es necesario dividir la exactitud entre la k del multímetro, que en este caso es $k=4$. Por lo que la incertidumbre típica vale:

$$\text{Incertidumbre típica} = \text{Exactitud} / 4 = 27.5\ \Omega.$$

2. Calcular cuál es el efecto de la tensión equivalente de ruido de la resistencia si el tiempo de integración es de 4 ms y la corriente inyectada es la que especifica el instrumento en la escala de $1\text{ M}\Omega$ (consultar el manual). Expresar el resultado como la desviación tipo del resultado en ohmios.

Calculamos primero el valor del ancho de banda de ruido como:

$$\text{BW} = \frac{1}{2T_{\text{int}}} = 125\text{ Hz}$$

Calculamos ahora la incertidumbre típica de tensión y obtenemos:

$$\sigma_v = \sqrt{4 \cdot k \cdot T \cdot \text{BW} \cdot R} \text{ (V)} = 1.438\ \mu\text{V}$$

Según el manual del multímetro la corriente inyectada es de $5\ \mu\text{A}$, por lo que la incertidumbre típica en resistencia vale:

$$\sigma_r = \frac{1.438\ \mu\text{V}}{5\ \mu\text{A}} = 0.287\ \Omega$$

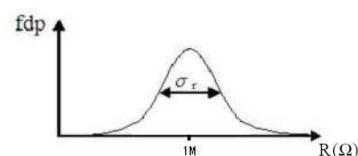
3. ¿Cuál es la función de densidad de probabilidad (fdp) de la lectura si suponemos que sólo hay este ruido?

El ruido térmico es un ruido blanco gaussiano, por lo que tenemos que la función de densidad de probabilidad es una gaussiana, cuya expresión es:

$$\text{fdp} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma}} \cdot \exp\left(-\frac{(x - m_z)}{2 \cdot \sigma^2}\right)$$

Si sustituimos los valores en la expresión:

$$\text{fdp} = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot 0.287}} \cdot \exp\left(-\frac{(x - 1 \cdot 10^6)}{2 \cdot 0.287^2}\right)$$



4. Si suponemos que el campo electromagnético más importante es el de 50 Hz y éste inyecta en nuestro circuito una señal aditiva senoidal de 10 mV de amplitud. ¿Qué desviación tipo expresada en ohmios tendrá la lectura?

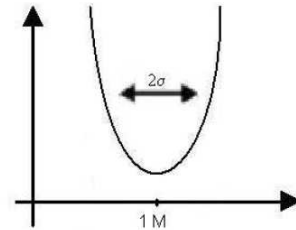
$$\sigma(V_{DC}) \Big|_{INTERF} = \sigma_{INTERF} \cdot \frac{\sin(\pi \cdot f_{INTERF} \cdot T)}{\pi \cdot f_{INTERF} \cdot T} = \frac{10mV}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sin(\pi \cdot 50Hz \cdot \frac{0.2}{50Hz})}{\pi \cdot 50Hz \cdot \frac{0.2}{50Hz}} = 6.61 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

$$\sigma_r = \frac{6.61mV}{5\mu A} = 1322 \text{ } \Omega$$

5. ¿Qué forma aproximada tiene la función de densidad de probabilidad de la lectura para este caso? (despreciar el ruido propio de la resistencia).

En este caso el ruido es una señal de 50 Hz senoidal. La expresión de la fdp es la siguiente:

$$fdp \Big|_{SENOIODE}(x) = \frac{1}{\pi \cdot \sigma \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{x - m_x}{\sigma}\right)^2}}$$



Donde el valor de $\sigma_r = 1322 \text{ } \Omega$

6. Si el tiempo de integración del multímetro se programa para que sea de 200 ms ¿cuál es la desviación tipo de la salida debida a la señal senoidal?

Como el tiempo de integración es múltiplo de la frecuencia, esto hace que la interferente no nos afecte, pero como la interferente puede sufrir variaciones del 1 %, deberemos tenerlas en cuenta.

$$\sigma(V_{DC}) \Big|_{INTERF} = \sigma_{INTERF} \cdot \frac{\sin(\pi \cdot f_{INTERF} \cdot T)}{\pi \cdot f_{INTERF} \cdot T} = \frac{10mV}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sin(\pi \cdot 50 \cdot (1 + 0.001)Hz \cdot \frac{10}{50Hz})}{\pi \cdot 50(1 + 0.001)Hz \cdot \frac{10}{50Hz}} = 7.06 \cdot 10^{-6} \text{ V}$$

$$\sigma_r = \frac{7.06\mu V}{5\mu A} = 1.412 \text{ } \Omega$$

Trabajo Laboratorio

1. Diseñar un VI, partiendo de la librería del multímetro, que mida resistencia a dos hilos, se pueda programar el tiempo de integración (directamente o mediante la selección del número de dígitos, ya que están relacionados) y seleccionar el número de medidas consecutivas a realizar.

El panel del VI debe presentar:

- El vector de medidas con un visualizador numérico para vectores o de forma gráfica.
- El valor medio de las medidas realizadas.
- La desviación tipo de las medidas.

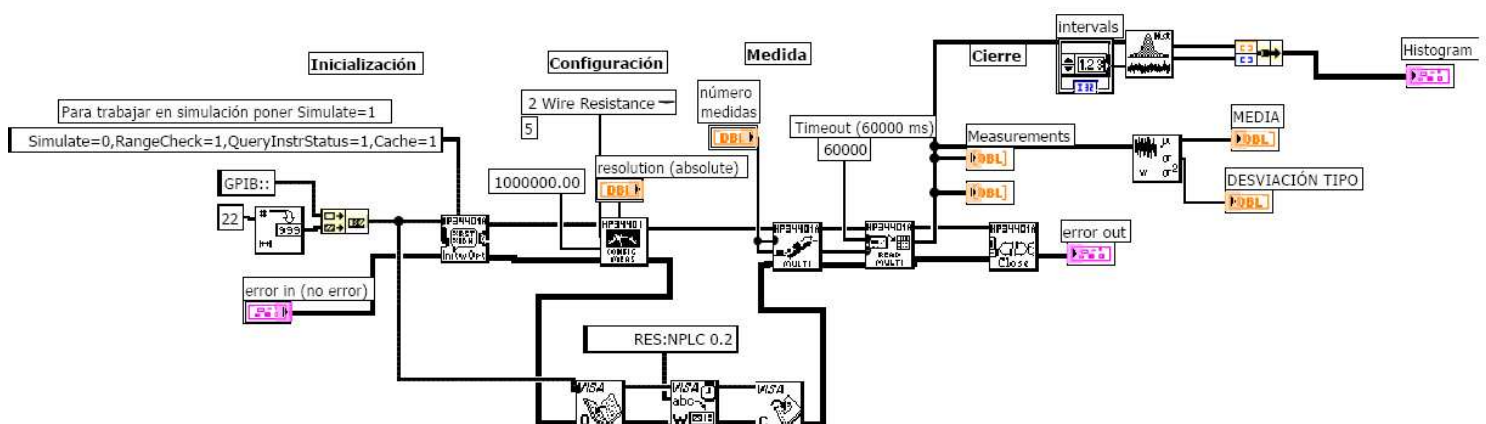
Para realizar las funciones estadísticas utilizar la librería de Probabilidad y estadística que está dentro de la librería de Análisis.

Para seleccionar el número de medidas que queremos realizar, debemos definirlo en la entrada del trigger count y no en la entrada sample count, debido a que por construcción del VI, esta entrada no funciona como se espera.

Para especificar el tiempo de integración utilizamos la instrucción RES:NPLC 0.2, donde un PLC equivale a 20 ms, por lo que nosotros hemos definido con la instrucción anterior un tiempo de 4 ms.

Para encontrar el valor medio y la desviación tipo, hemos utilizado el VI proveído en la librería de probabilidad y estadística, dentro de la parte de análisis, tal como se nos sugiere en el enunciado de la práctica.

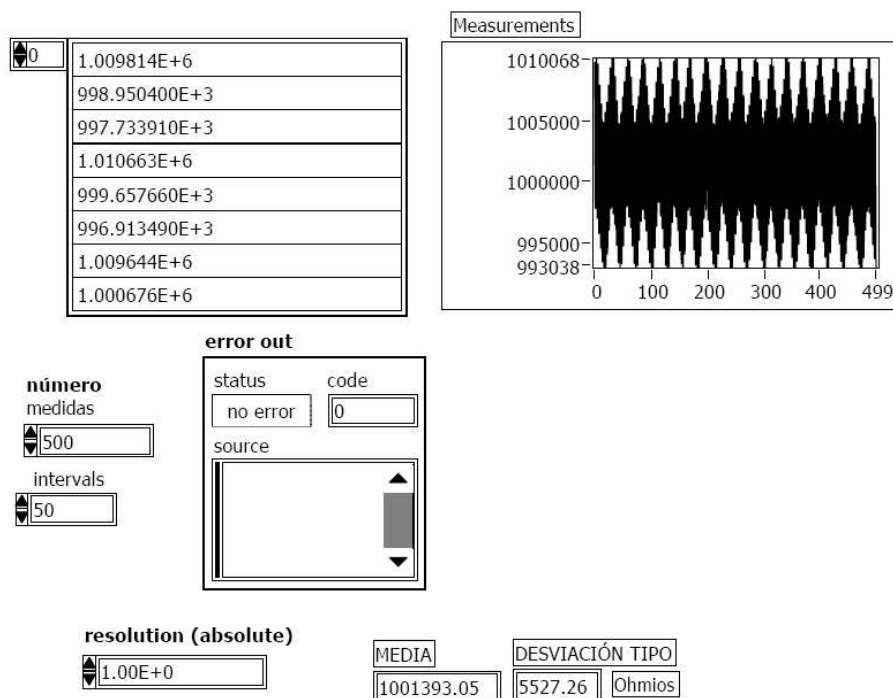
Block Diagram



2. Conectar la resistencia de $1M\Omega$ de valor nominal al multímetro utilizando dos cables unifilares y bananas. Realizar un conjunto de 100 medidas con un tiempo de integración de 4 ms.

Conectamos la resistencia y hacemos las 100 medidas que nos piden. En el panel frontal tenemos una tabla con todas las medidas y un gráfico que nos muestra la distribución de éstas.

Vemos que la distribución de las medidas que hemos hecho se parece a una señal sinusoidal distorsionada.



3. ¿Está el valor medio estimado dentro del margen de incertidumbre calculado para los errores sistemáticos? Si no es así proponer alguna hipótesis.

Vemos que el valor medio de las medida que hemos tomado está en 1001393.05Ω , y nosotros habíamos calculado en el previo que el margen estaba entre 999890Ω y 1000110Ω . Por tanto no se encuentra dentro de los márgenes previstos.

Esto se puede deber a que tenemos, además de los errores sistemáticos alguna señal interferente que distorsiona nuestras medidas. Esta señal podría ser línea de alimentación a 50 Hz.

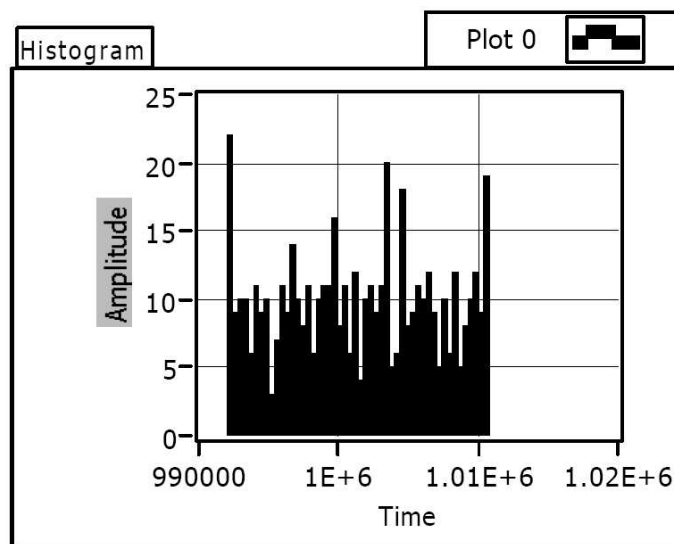
4. ¿Coincide la variancia calculada con la que puede provocar únicamente la tensión propia de ruido de la resistencia?

Claramente no coincide con el valor calculado, que es de unos 0.287Ω , ya que como vemos en la figura anterior, tenemos una variancia de 5527.26Ω .

5. Para averiguar si los campos de 50 Hz son los responsables de la varianza obtenida ampliar el VI diseñado con una gráfica que represente el histograma de las medidas. Realizar un conjunto amplio de medidas para que el histograma represente aproximadamente la función de distribución de probabilidad de las medidas. ¿El histograma obtenido se aproxima más a una gaussiana o al esperado de una señal sinusoidal?

Una vez le añadimos el histograma con 50 intervalos, vemos que la forma obtenida no es una gaussiana ni la esperada para una señal sinusoidal (forma de U).

En nuestro caso hemos obtenido una forma que se asemeja más a un W. Esto es debido a que tenemos dos senoides solapadas por lo que la fdp hace la convolución de ambas. ($U * U = W$).



6. ¿Se puede calcular los intervalos de confianza y de tolerancia con los resultados disponibles? ¿Por qué?

Para poder hacer el cálculo necesitaríamos que las medidas fueran independientes, pero este requisito no se cumple para este caso, con lo que no podemos hacer los cálculos.

Si las medidas fueran independientes, basta con considerar que tienen una distribución gaussiana, y con su media y la caracterización de la gaussiana podríamos obtener los valores.

Cuando las medidas no son independientes entonces debemos usar algoritmos de cálculo para saber las correlaciones entre las medidas.

7. Intentar reducir el efecto de las interferencias minimizando la longitud de los cables, reduciendo el bucle que forman y/o apantallando. El reducir la fuente de interferencias es otro buen método, pero no es fácil (o muy útil) el apagar todos los equipos del laboratorio.

Para reducir la distancia de los cables, ya que no podemos apantallarlos, conectamos la resistencia directamente a los bornes del multímetro.

Vemos que reducimos sensiblemente la desviación tipo, pero incluso con esto el histograma no se parece a una U.

Esto implica que el efecto de la interferente y de los otros aparatos del laboratorio continua siendo no despreciable.

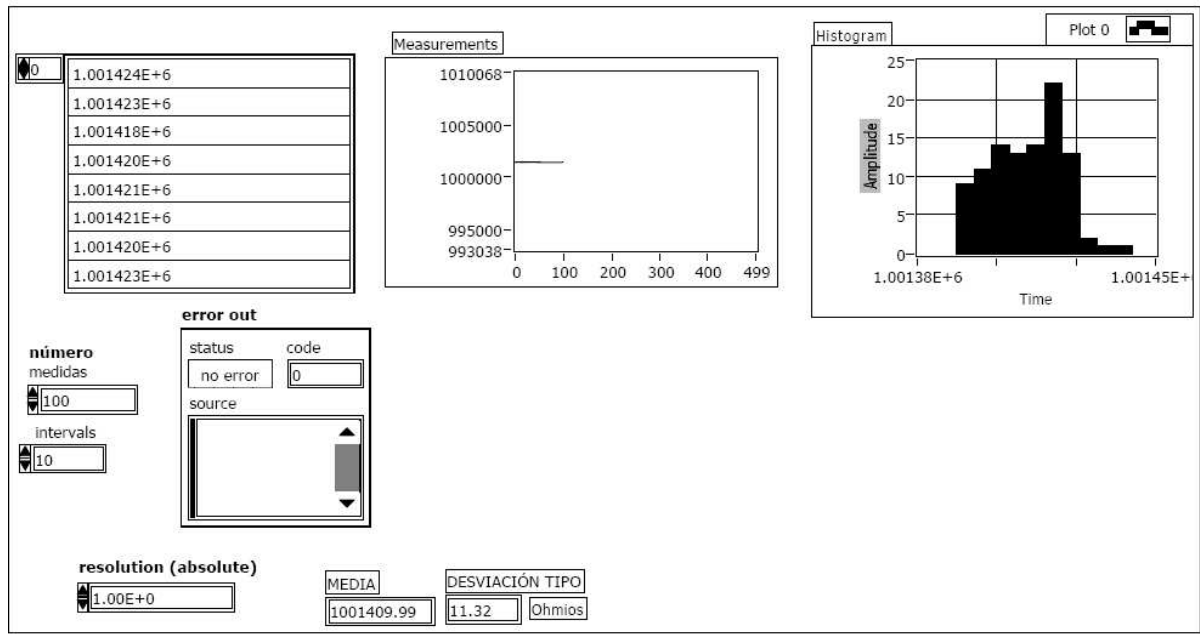
8. ¿Se puede calcular los intervalos de confianza y de tolerancia con los resultados disponibles? ¿Por qué?

Seguimos viendo una senoide en las medidas que hemos hecho, por lo que continúan siendo dependientes unas de otras y no podemos hacer los cálculos.

9. Comprobar los resultados si se aumenta el tiempo de integración a 200 ms. ¿Es ahora posible calcular el intervalo de confianza? ¿Por qué? Tener en cuenta que al medir durante un tiempo prolongado puede haber derivas debido a cambios en la temperatura del resistor (el coeficiente térmico de una resistencia de carbón es de unos $1500 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

Para cambiar el tiempo de integración la instrucción ha de ser RES: NPLC 10. En este caso, tampoco podemos calcular los intervalos de confianza, debido a que aunque ahora ya hemos eliminado la interferente, la deriva térmica, que antes era despreciable, se convierte ahora en el error predominante y nos impide calcular estos valores.

Vemos que para varias realizaciones de la medida nos dan valores de media y desviación tipo muy distintas.



Block Diagram

