

Práctica 4: Utilización de controladores de instrumentos. Errores sistemáticos

Dani Gabriel y Rafael Gómez

Abril 2011

Índex

1	Estudio Previo	2
2	Trabajo de Laboratorio	3
2.1	Diseño del VI	3
2.2	Verificación de medidas y errores	3
2.3	Verificación de errores sistemáticos	4
2.4	Verificación del tipo de conversor AC/DC	4
2.5	Verificación de medidas extremas	4
3	Trabajo Opcional	4
3.1	Implementación de un sistema de barrido de frecuencias	4

1 Estudio Previo

Utilización de controladores de instrumentos: Errores sistemáticos

1. Incertidumbre en la frecuencia y en la amplitud de la señal generada (amplitud de 1 Vef, equipos calibrados 1 vez al año):

10 Hz: en frecuencia 20 ppm $\Rightarrow 10 \pm 0.0002$ Hz
 en amplitud $\pm 1\%$ $\Rightarrow 1 \pm 0.01$ V

10 kHz: en frecuencia 20 ppm $\Rightarrow 10000 \pm 0.2$ Hz
 en amplitud $\pm 1\%$ $\Rightarrow 1 \pm 0.01$ V

1 MHz: en frecuencia 20 ppm $\Rightarrow 1000000 \pm 20$ Hz
 en amplitud $\pm 1.5\%$ $\Rightarrow 1 \pm 0.015$ V

Todas las incertidumbres son extendidas con $k=2$.

2. Incertidumbre en frecuencia y amplitud al medir la señal anterior con el multímetro (resolución $6 \frac{1}{2}$ y filtro rápido de acople en AC):

Frecuencia	Incertidumbre en Frecuencia \pm (% lectura)
10 Hz	0.05 $\rightarrow 10 \pm 0.005$ Hz
10 kHz	0.01 $\rightarrow 10000 \pm 1$ Hz
1 MHz	—

Frecuencia	Incertidumbre en Amplitud \pm (% lectura + % rango)
10 Hz	$0.06 + 0.03 \rightarrow 1 \pm 0.0036$
10 kHz	$0.06 + 0.03 \rightarrow 1 \pm 0.0036$
1 MHz	30 — $\rightarrow 1 \pm 0.3$

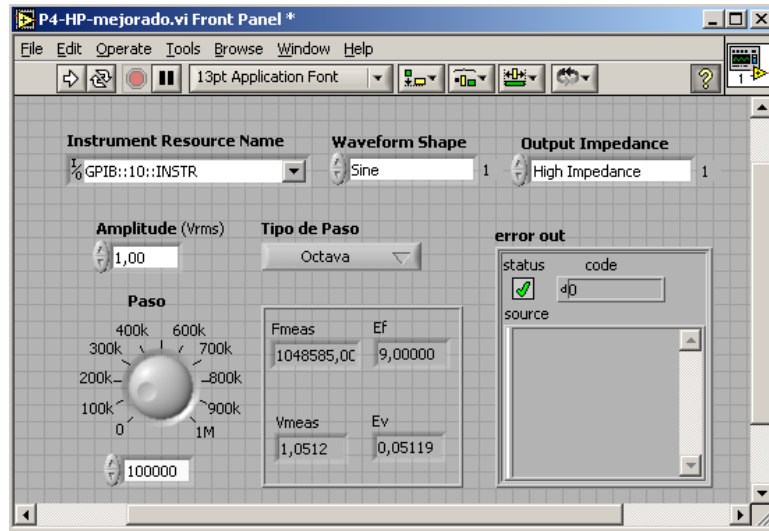
$$\begin{array}{l} \text{escale} \\ 1V \\ \downarrow \\ 0.06 \times 1 + 0.03 \times 10 \\ \hline 100 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{escale} \\ 10V \\ \downarrow \end{array}$$

Todas las incertidumbres son extendidas con $k=4$.

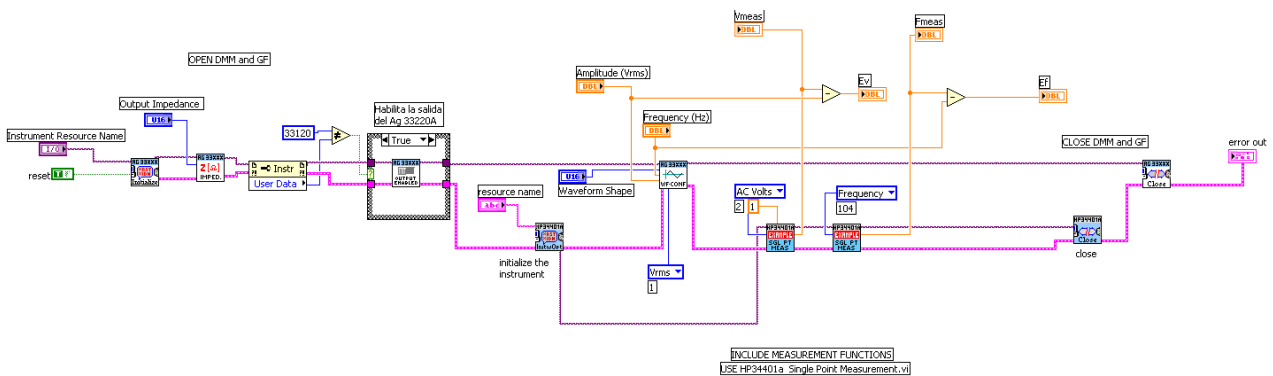
2 Trabajo de Laboratorio

2.1 Diseño del VI

Se pretende diseñar un VI que controle el generador de funciones y el multímetro, de manera que el panel frontal permita modificar la frecuencia, amplitud y forma de onda, y muestre los valores de la frecuencia y amplitud programadas, medidas, y la diferencia entre ellas. Puede verse el instrumento en la figura ??.



(a) Panel Frontal



(b) Diagrama de Bloques

Figura 1: Instrumento Diseñado

2.2 Verificación de medidas y errores

Realizamos una medida y comprobamos si el resultado obtenido está dentro de los márgenes especificados por el fabricante. Programamos una señal sinusoidal de $1V_{ef}$ y frecuencia de 10 kHz. Las lecturas que obtenemos son:

- $f = 10000,08$
- $V = 0,996700$

Calculamos el error especificado por el fabricante para el voltaje mediante la ecuación 1 y vemos que efectivamente, el error medido (0,0033) es menor que el especificado. Nótese que no nos dimos cuenta y que el rango lo pusimos a 10V, que no es lo óptimo para medir $1V_{ef}$.

$$\frac{0,03 * escalaLectura + 0,06 * rango}{100} = 3,6 * 10^{-3} = \frac{0,03 * 1 + 0,06 * 10}{100} = 3,6 * 10^{-3} \quad (1)$$

La frecuencia también se halla dentro de la incertidumbre especificada por el fabricante (0.2Hz).

2.3 Verificación de errores sistemáticos

Con la misma señal que en el apartado anterior (senoidal, 1Vef, 10kHz) tomamos varias medidas:

Frecuencia medida (Hz)	Error de frecuencia (Hz)	Tensión medida (V)	Error de tensión (V)
10000.08	0.08	0.96700	-0.003300
10000.08	0.08	0.96700	-0.003350
10000.08	0.08	0.96700	-0.003300
10000.08	0.08	0.96700	-0.003400
10000.08	0.08	0.96700	-0.003500
10000.07	0.07	0.96600	-0.003420
10000.08	0.08	0.96600	-0.003310
10000.08	0.08	0.96500	-0.003460
10000.08	0.08	0.96400	-0.003600
10000.08	0.08	0.96300	-0.003730

Después de observar la tabla, podemos establecer que existe un error aleatorio en la frecuencia de $\pm 0.01Hz$ que se produce con una probabilidad muy baja, mientras que en tensión, pueden distinguirse frecuentes errores de $\pm 0.000430V$.

2.4 Verificación del tipo de conversor AC/DC

Programamos ahora una señal cuadrada de 1Vef y 10kHz con el generador de funciones. Con esto pretendemos verificar si el conversor alterna-continua del multímetro es de Verdadero Valor Eficaz (calcula el valor eficaz de la señal correctamente, independientemente del tipo de señal) o no (calcula el valor eficaz de manera correcta solo para señales senoidales, ya que siempre aplica al valor de pico el factor $1/\sqrt{2}$)

Tras realizar la medida, el valor de la tensión obtenida es 1.00010 V, por lo que podemos observar que se corresponde con el valor eficaz de la tensión programado en el generador. Así pues, concluimos en que tenemos un conversor de Verdadero Valor Eficaz.

2.5 Verificación de medidas extremas

A continuación comprobaremos los resultados de medir una señal senoidal de 1Vef a 10Hz y a 1MHz para ver si los resultados obtenidos se ajustan a las especificaciones del fabricante.

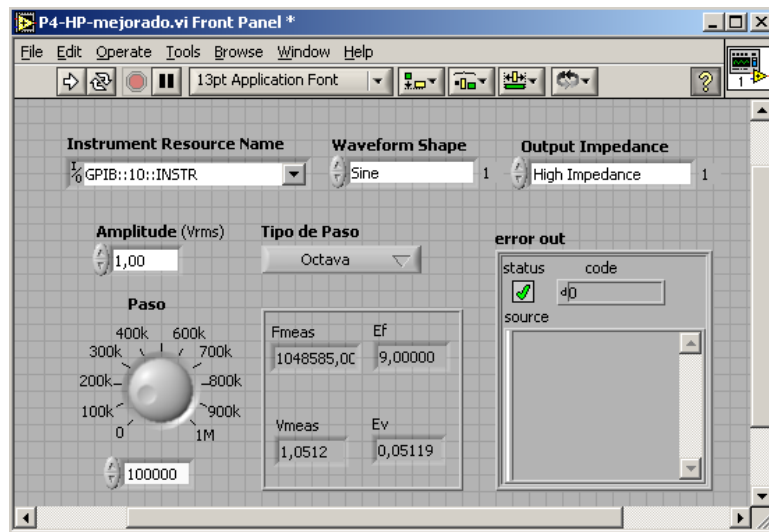
Para el caso de 10Hz, la lectura que obtenemos es de 0.7857 V, que se pasa en mucho de la incertidumbre esperada (0.0036 V según el previo)

Para el caso de 1MHz, la lectura es de 1.03529 V y la incertidumbre, por tanto, es de 0.035 V, que se ajusta dentro del margen establecido por el fabricante a 0.3V para esta frecuencia.

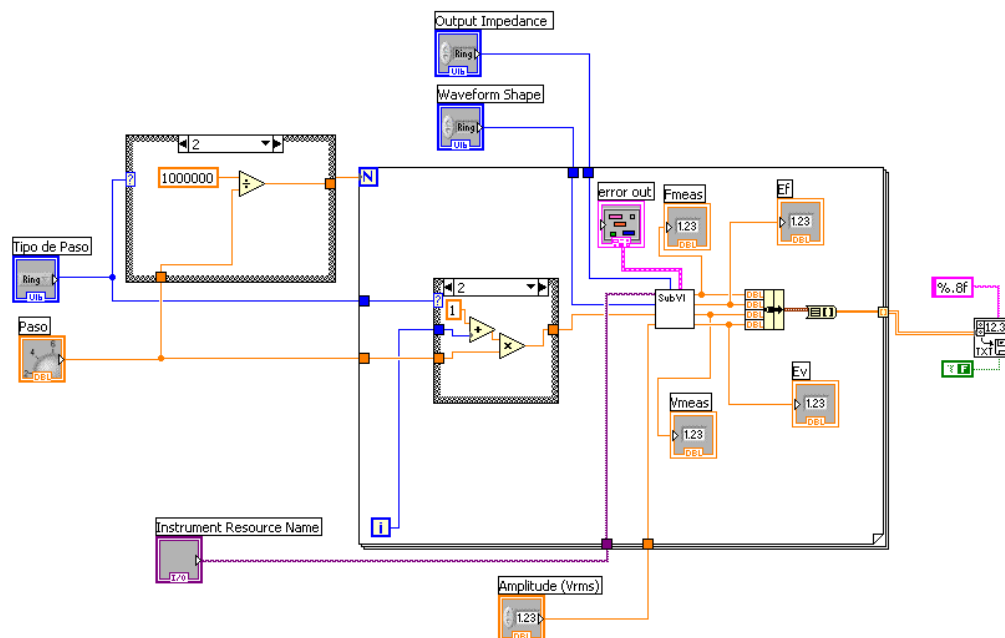
3 Trabajo Opcional

3.1 Implementación de un sistema de barrido de frecuencias

Utilizando el VI anterior, vamos a crear uno que haga un barrido de frecuencias entre una máxima y una mínima con paso seleccionable. Para poder recoger los resultados de cada medida de manera práctica y cómoda, nuestra implementación incluye la escritura de las medidas en un fichero .txt (Ver figura 2).



(a) Panel Frontal



(b) Diagrama de Bloques

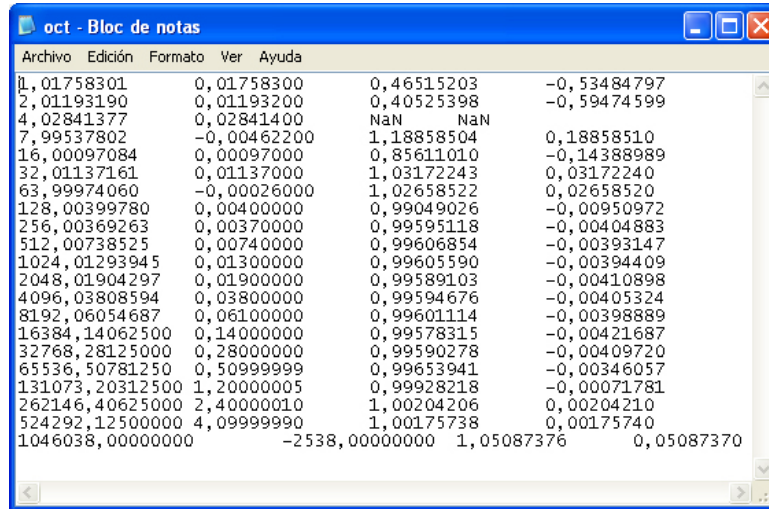
Figura 2: Instrumento Diseñado

El subVI de nombre *subVI*, es el que hemos generado a partir del apartado 1 de la práctica. Sus entradas, de arriba abajo son:

- Impedancia de salida
- Instrumento y dirección
- Forma de onda
- Frecuencia (esta será la que automáticamente vaya ajustándose al paso seleccionado durante la ejecución)
- Amplitud en Vef.

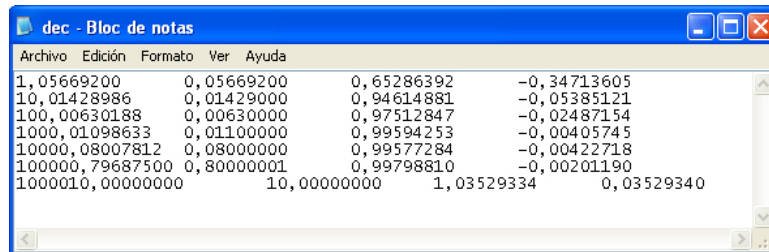
El tipo de barrido de frecuencias se puede seleccionar en el menú *Tipo de Paso*, según se desee (octavas, décadas o User Defined). La opción de paso definido por el usuario permite ajustar el paso al valor que se desee mediante el dial de la izquierda.

A continuación se muestran las capturas de pantalla de algunos generados por el instrumento con los resultados de las medidas (figura 3)



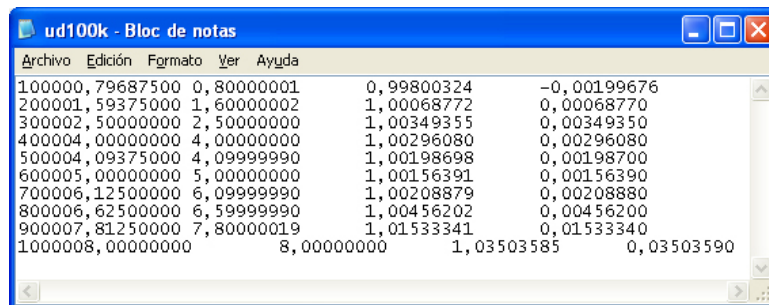
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
1,01758301	0,01758300	0,46515203	-0,53484797	
2,01193190	0,01193200	0,40525398	-0,59474599	
4,02841377	0,02841400	NaN	NaN	
7,99537802	-0,00462200	1,18858504	0,18858510	
16,00097084	0,00097000	0,85611010	-0,14388989	
32,01137161	0,01137000	1,03172243	0,03172240	
63,99974060	-0,00026000	1,02658522	0,02658520	
128,00399780	0,00400000	0,99049026	-0,00950972	
256,00369263	0,00370000	0,99595118	-0,00404883	
512,00738525	0,00740000	0,99606854	-0,00393147	
1024,01293945	0,01300000	0,99605590	-0,00394409	
2048,01904297	0,01900000	0,99589103	-0,00410898	
4096,03808594	0,03800000	0,99594676	-0,00405324	
8192,06054687	0,06100000	0,99601114	-0,00398889	
16384,14062500	0,14000000	0,99578315	-0,00421687	
32768,28125000	0,28000000	0,99590278	-0,00409720	
65536,50781250	0,50999999	0,99653941	-0,00346057	
131073,20312500	1,20000005	0,99928218	-0,00071781	
262146,40625000	2,40000010	1,00204206	0,00204210	
524292,12500000	4,09999990	1,00175738	0,00175740	
1046038,00000000	-2538,00000000	1,05087376	0,05087370	

(a) Paso de Octavas



Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
1,05669200	0,05669200	0,65286392	-0,34713605	
10,01428986	0,01429000	0,94614881	-0,05385121	
100,00630188	0,00630000	0,97512847	-0,02487154	
1000,01098633	0,01100000	0,99594253	-0,00405745	
10000,08007812	0,08000000	0,99577284	-0,00422718	
100000,79687500	0,80000001	0,99798810	-0,00201190	
1000010,00000000	10,00000000	1,03529334	0,03529340	

(b) Paso de Décadas



Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
100000,79687500	0,80000001	0,99800324	-0,00199676	
200001,59375000	1,60000002	1,00068772	0,00068770	
300002,50000000	2,50000000	1,00349355	0,00349350	
400004,00000000	4,00000000	1,00296080	0,00296080	
500004,09375000	4,09999990	1,00198698	0,00198700	
600005,00000000	5,00000000	1,00156391	0,00156390	
700006,12500000	6,09999990	1,00208879	0,00208880	
800006,62500000	6,59999990	1,00456202	0,00456200	
900007,81250000	7,80000019	1,01533341	0,01533340	
1000008,00000000	8,00000000	1,03503585	0,03503590	

(c) Paso de 100kHz definido por el usuario

Figura 3: Capturas de pantalla de los ficheros generados