

SISTEMA DE APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN DE INSTRUMENTOS CON COMANDOS SCPI

L. ZORZANO, A. ZORZANO, J. ZORZANO, Y J. VICUÑA

Departamento de Ingeniería Eléctrica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Universidad de La Rioja. España.

Este documento presenta una herramienta software para facilitar el estudio de la programación de instrumentos programables SCPI, tanto si se dispone de instrumentos como si no. Está particularizado para la programación de generadores de formas de onda arbitrarias, multímetros digitales y osciloscopios de almacenamiento digital.

1. Introducción

Los sistemas de instrumentación electrónica tienen cada vez más importancia en la industria desde el punto de vista de la constitución de sistemas de medida y prueba, y en la implantación de laboratorios de control de calidad. La programación de los instrumentos se simplificó notablemente con la definición de SCPI. Sin embargo, la formación en SCPI adolece de herramientas que faciliten su conocimiento y aprendizaje. El sistema presentado pretende contribuir a la formación sobre programación de instrumentos electrónicos mediante el conocimiento de los comandos estándar para instrumentos programables. Puede considerarse un recurso del conocido aprendizaje mixto (“b-learning”) que persigue potenciar el aprendizaje virtual en enseñanzas presenciales [1].

2. Instrumentos programables SCPI

La programación de instrumentos electrónicos [3] comenzó con la definición del estándar IEEE-488 allá por el año 1960 cuando Hewlett Packard desarrolló el bus HP-IB, complementándose con la revisión del estándar IEEE-488 en 1978 y la actualización en 1987, dando lugar a dos estándares IEEE-488.1 e IEEE-488.2. Posteriormente, se definió una serie de comandos estándar para instrumentación programables bajo el consorcio de los principales fabricantes de instrumentos, recogidos bajo las siglas SCPI.

Como consecuencia de todo este desarrollo histórico se ha conseguido disponer de mayor potencia en el desarrollo de aplicaciones con instrumentos programables y simplificar el proceso de programación y de mantenimiento de los programas de los sistemas de prueba y medida. Esto, que es cierto, entra aparentemente en contradicción con que las personas (estudiantes de ingenierías o personal técnico de laboratorio) que han de formarse en este campo no lo tienen más fácil por ello, y precisan de alguna herramienta que les facilite la tarea de aprendizaje (“off-line” u “on-line”) y de desarrollo [2].

Existen aplicaciones comerciales que tratan de proporcionar una mayor facilidad de uso, pero que distan bastante de ser una herramienta para fomentar el aprendizaje sobre la programación de instrumentos. Por ello, se ha diseñado un programa que permite realizar prácticas sobre la programación de instrumentos tanto si se dispone de instrumentos como si no, y que persigue que el usuario se vaya familiarizando con el uso de la instrumentación programable mediante el desarrollo de comandos SCPI [4][5][6][7].

3. Modelo del instrumento programable

Para conseguir la compatibilidad en la programación de instrumentos SCPI se definió un modelo de instrumento. Existen tres tipos de compatibilidad en SCPI:

- Compatibilidad vertical: Dos instrumentos del mismo tipo tienen los mismos controles. Por ejemplo, dos osciloscopios tienen los mismos controles para sus bases de tiempo, para los disparos o para las escalas verticales.
- Compatibilidad horizontal: Según la cual dos instrumentos pueden hacer la misma medida sin importar la técnica de medida utilizada. Por ejemplo, un osciloscopio y un contador pueden medir el tiempo de subida de un pulso. Los dos instrumentos son compatibles horizontalmente si emplean el mismo comando en ambos instrumentos.
- Compatibilidad funcional: Según la cual dos instrumentos que realizan la misma función la hacen con los mismos comandos. Por ejemplo, un analizador de espectros y un generador de RF pueden llevar a cabo barridos en frecuencia.

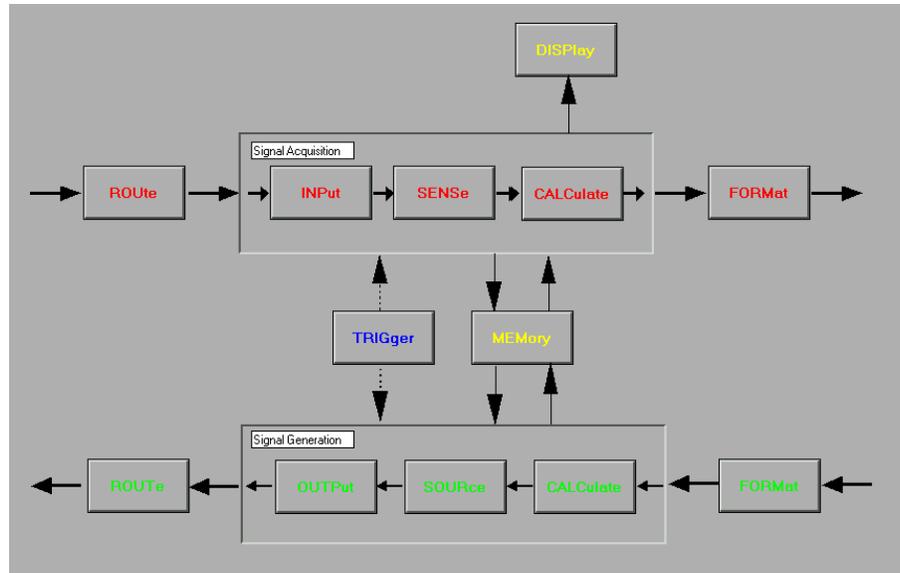


Figura 1. Modelo del instrumento programable

4. Estructura de los comandos SCPI

Los instrumentos SCPI utilizan un sistema de cabeceras compuestas para proporcionar una estructura jerárquica a los comandos. Cada mnemónico de la estructura representa un nodo en el árbol de comandos SCPI [11].

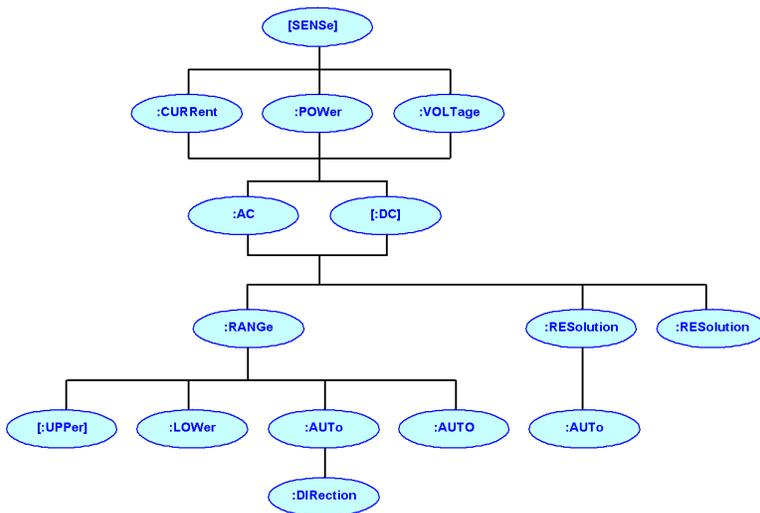


Figura 2. Árbol de comandos SCPI del subsistema SENSE

Los árboles de comandos constituyen un medio muy adecuado para la elaboración y documentación de los conjuntos de comandos de los instrumentos SCPI. En la Figura 2 se muestra el árbol de comandos del subsistema SENSE. Los corchetes ([]) especifican los nodos por defecto. Estos nodos pueden ser incluidos opcionalmente en los mensajes de programación.

5. Descripción del sistema

El sistema desarrollado está constituido por un conjunto

de programas, desarrollados en Borland Delphi 6.0, que proporciona formación sobre los comandos SCPI para los instrumentos programables GPIB. El paquete está fragmentado en tres aplicaciones orientadas a la programación de los tres instrumentos clásicos: generadores, multímetros y osciloscopios.

5.1. Tipos de instrumentos y librerías soportados

Más concretamente, se han desarrollado las aplicaciones para interactuar con los siguientes instrumentos de Agilent Technologies (anteriormente Hewlett Packard): generador de formas de onda arbitrarias HP33120A [8], multímetro digital HP34401A [9], Osciloscopio digital HP54603B [10], disponibles en los laboratorios docentes, utilizando la librería SICL (Standard Instrument Control Library) de Agilent Technologies. Sin embargo y debido al carácter universal de los comandos SCPI se pueden aplicar a la programación de cualquier instrumento GPIB que cumpla con el estándar SCPI. El sistema consta de tres programas similares para operar con cada uno de los instrumentos mencionados.

5.2. Aspecto de la interface con el usuario

El laboratorio de instrumentación programable SCPI presenta una primera pantalla (véase Figura 3) desde la que se puede acceder a los tres tipos de instrumentos, modificando la dirección del instrumento en el bus GPIB si fuera necesario.



Figura 3. Aspecto del laboratorio de instrumentación programable SCPI

Tras la selección de cualquiera de los instrumentos aparece un mismo tipo de ventana que permite interactuar con el instrumento concreto, tanto para abrir o cerrar la comunicación con él a través del bus GPIB o a través de la interconexión serie. Con ello, se pretende adaptarse a todo tipo de laboratorios e instrumentos.

En la Figura 4 pueden apreciarse las diferentes posibilidades de programación de instrumentos que ofrece el programa diseñado. Por un lado, a partir de los menús pueden seleccionarse los diferentes comandos paso a paso, abriendo nuevos submenús cada vez que la estructura de comandos debe profundizar en un nivel adicional.

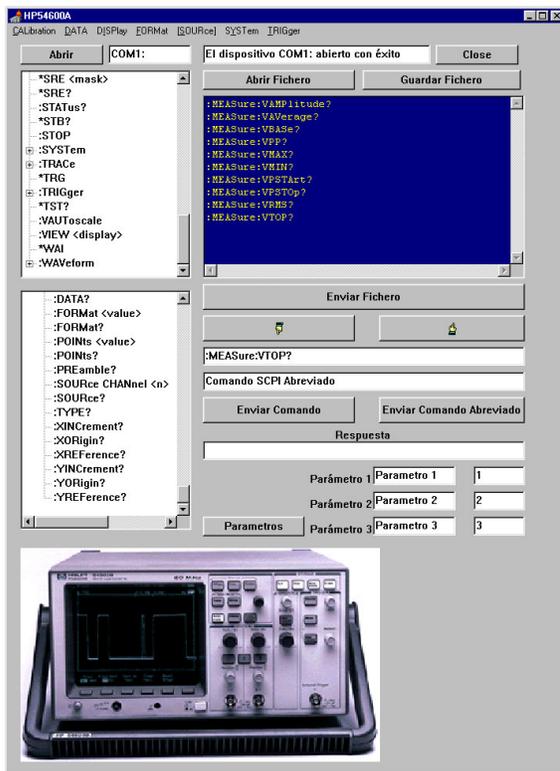


Figura 4. Ventana del módulo HP54603B.exe

del parámetro (amplitud, frecuencia, offset, etc.).

Muchos de los comandos SCPI terminan con un signo de interrogación, lo cual indica que se está preguntando algo al instrumento. Evidentemente el instrumento responde tras recibir la pregunta, y el programa automáticamente recoge esta respuesta que presenta en la caja de texto correspondiente.

En cualquier caso los comandos seleccionados pueden añadirse a un listado de secuencia de comandos que posteriormente pueden ser enviados al instrumento de forma secuencial, o guardarse en un fichero de tipo texto, con objeto de guardarlo para recuperarlo con posterioridad con este mismo programa, o bien con la finalidad de volcar directamente este fichero al instrumento con cualquier programa de transferencia de ficheros.

De forma resumida puede decirse que el repertorio de operaciones es:

- Abrir y cerrar la comunicación con instrumentos a través de bus GPIB o de conexión serie,
- Ejecución directa de comandos SCPI sobre el instrumento seleccionado,

También puede seleccionarse el comando a partir de las estructuras de árbol que se observan en la parte izquierda de la ventana. Una ampliación de esta posibilidad se puede apreciar en la Figura 5. Otra opción consiste en introducir el comando directamente desde el teclado en una de las cajas de edición de texto dispuestas a tal efecto.

Sea cual sea la forma de generar el mensaje con el comando de programación del instrumento, se puede enviar al mismo, tanto si está conectado mediante bus GPIB o mediante conexión RS232, siendo necesaria la apertura previa de la comunicación con el instrumento.

A veces los comandos necesitan de parámetros como, por ejemplo, los necesarios para definir una escala de tiempos concreta en un osciloscopio o definir una frecuencia en un generador de señales. Todo esto se puede conseguir mediante la introducción de valores numéricos en las cajas de texto correspondientes a Parámetro 1, Parámetro 2 y Parámetro 3. Obsérvese que además de estas etiquetas existen las respectivas cajas de texto en las que aparecían en cada caso el sentido

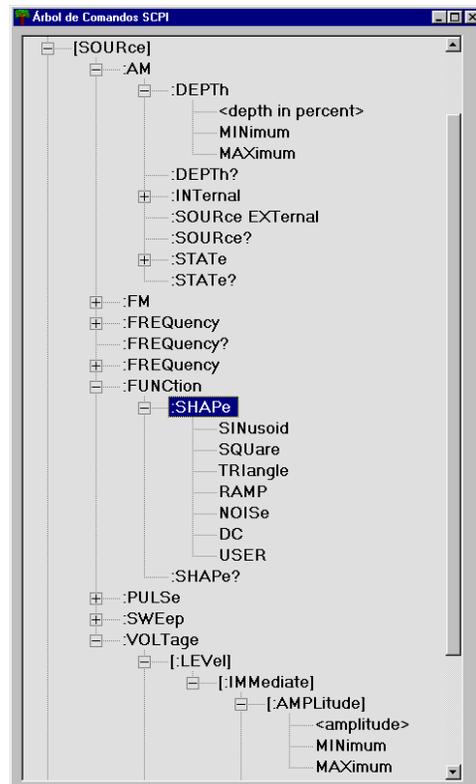


Figura 5 Ventana de ampliación del árbol de comandos SCPI

- Memorización de comandos SCPI seleccionados o enviados al instrumento,
- Envío de secuencia de comandos,
- Apertura y guardado de ficheros con comandos SCPI permitiendo el trabajo off-line y on-line,
- Introducción manual de comandos SCPI,
- Selección de comandos SCPI de una lista con estructura de árbol o desde un menú, facilitando la comprensión de los comandos y de los parámetros (con sustitución automática de los mismos),
- Posibilidad de trabajar con comandos SCPI completos o abreviados,
- Activación de la ventana de ayuda, para proporcionar información automática sobre cada comando SCPI,
- Recepción de ejercicios sobre instrumentación y envío de respuestas via e-mail,
- Generación automática de programas fuente, escritos para el compilador Virtual Pascal (véase Figura 7) y del programa ejecutable.

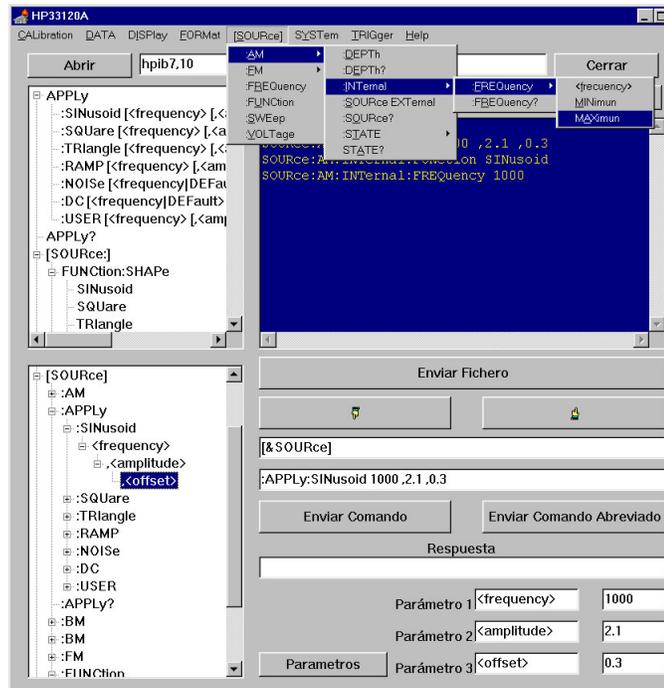


Figura 6 Panel frontal de uno de los programas destinado al control del HP33120A en el que se muestra la elaboración de un comando SCPI

```

Vp
Auto
File Edit Search Run Compile View Debug Tools Options Window Help
C:\GPiB\instDMM.pas
var
dmm: integer;
resp: string;
begin
Abrir (dmm, 'hpib7,22'); { Abre la comunicaci3n con instr. hpib7,22 }
Escribir (dmm, '*IDN?'); { Envía comando IDN para identificar Hw/SW }
Leer (dmm, resp); { Recoge respuesta del instrumento }
writeln (resp); { Visualiza respuesta }
readln;
Repeat
Escribir (dmm, 'MEASure:VOLTage:DC?'); { Envía orden medida voltaje DC }
Leer (dmm, resp); { Lee respuesta del instrumento }
writeln (resp); { Visualiza la lectura tomada }
Until KeyPressed; { Fin del bucle }
Cerrar (dmm); { Cerrar comunicaci3n con el instrumento }
end.
23:1
Messages
shift-ctrl: C-File at cursor T-Options I-Inspect W-watch O-Origin G-Goto V-View

```

Figura 7. Programa fuente escrito en lenguaje Pascal para el compilador Virtual Pascal

6. Conclusiones

Se ha diseñado un sistema para el aprendizaje virtual de la programación de instrumentos GPIB con comandos SCPI, basado en la selección del comando a partir de una lista con estructura de árbol,

pudiendo utilizarse tanto sin instrumentación como con instrumentación conectada al ordenador. Además dispone de un sistema de ayuda sobre cada comando.

Referencias

- [1] *El Blended Learning como práctica transformadora*, M. Aiello, C. Willem, *Revista de Medios y educación Pixel-Bit.*, pags 21-26
- [2] *La red como instrumento de formación. Blended Learning. Conceptos Básicos*, A. Bartolomé Pina, *Revista de Medios y educación Pixel-Bit.*, pags. 7-20
- [3] Kevin James, *PC Interfacing and Data Acquisition: Techniques for Measurement, Instrumentation and Control*, Ed. Elsevier Science, 2000.
- [4] *Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI), Volume 1: Syntax and Style*, USA, 1999.
- [5] *Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI), Volume 2: Command Reference*, USA, 1999.
- [6] *Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI), Volume 3: Data Interchange Format*, USA, 1999.
- [7] *Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI), Volume 4: Instrument Classes*, USA, 1999.
- [8] *Agilent 33120A, 15 MHz Function/Arbitrary Waveform Generator User's Guide*, Agilent Technologies, 2002
- [9] *HP 34401A Multimeter User's Guide*, Hewlett-Packard Company, 1996.
- [10] *Programmer's Guide Agilent 54600-Series Oscilloscopes*, Agilent Technologies, 2001
- [11] Automatic Measurement Control. A tutorial on SCPI and IEEE 488.2, John M. Pieper, Ed. Rohde & Schwarz.
- [12] *Sistemas de Instrumentación*, P.J. Riu Costa, J. Rosell Ferrer, J. Ramos Castro, Ed. Edicions UPC, Barcelona, 1995.