

SISTEMA DE INSTRUMENTACION PROGRAMABLE MULTIUSUARIO VIA RED LOCAL PARA EL DESARROLLO DE PRACTICAS DE LABORATORIO.

A.M. Hernández, J.V. Benlloch, G. Benet
Persona de contacto: José V. Benlloch Dualde
Dirección: D.I.S.C.A (Universidad Politécnica de Valencia)
Apartado de Correos 22012, 46071-Valencia
Tfno: 96 387 72 11 ó 96 387 75 75
Fax: 96 387 72 19 ó 96 387 75 79
Email: jbenlloc@disca.upv.es

RESUMEN.- El presente trabajo se orienta hacia el desarrollo de un Sistema de Instrumentación Programable (SIP) sobre bus GPIB que permita a múltiples usuarios, el acceso a un único grupo de instrumentos programables, sobre el que se puedan realizar diferentes actividades prácticas. Cada usuario debería poder acceder al sistema de instrumentos de forma transparente e independiente del resto de usuarios, de modo que tenga la sensación de ser el único usuario del SIP. Se plantea ensayar diversas soluciones, evaluarlas y proponer la más adecuada.

1.-INTRODUCCION.

La creciente automatización de las industrias hace cada vez más frecuente el uso de sistemas automáticos de medida y el empleo de buses normalizados de interconexión de instrumentos, tales como el bus GPIB (también llamado IEEE-488). Por tanto, parece necesario que en las escuelas de ingeniería donde los futuros profesionales puedan encontrarse con tales sistemas (Ingeniería Industrial, Telecomunicación o Informática, entre otras), se incluyan unos conocimientos básicos sobre los mismos.

El estudio de estos sistemas requiere, además de la descripción teórica, una experiencia de tipo práctico que permita al alumno afianzar los conceptos expuestos y el manejo de los sistemas de instrumentación automática.

En esta misma línea, los nuevos planes de estudio abogan por un mayor enfoque práctico de las asignaturas, que se traduce en más horas de laboratorio y por tanto, la necesidad de diseñar un mayor número de actividades prácticas. Desgraciadamente, el elevado coste de estos SIP hace difícil la adquisición por los departamentos universitarios de muchos puestos de trabajo de este tipo, por lo que es necesario explotar al máximo los escasos recursos disponibles.

Lo ideal sería conseguir que cada puesto de trabajo fuera independiente y estuviera dotado de un conjunto de instrumentos digitales propios, controlados desde un unico PC. La Figura 1 ilustra esta situación.

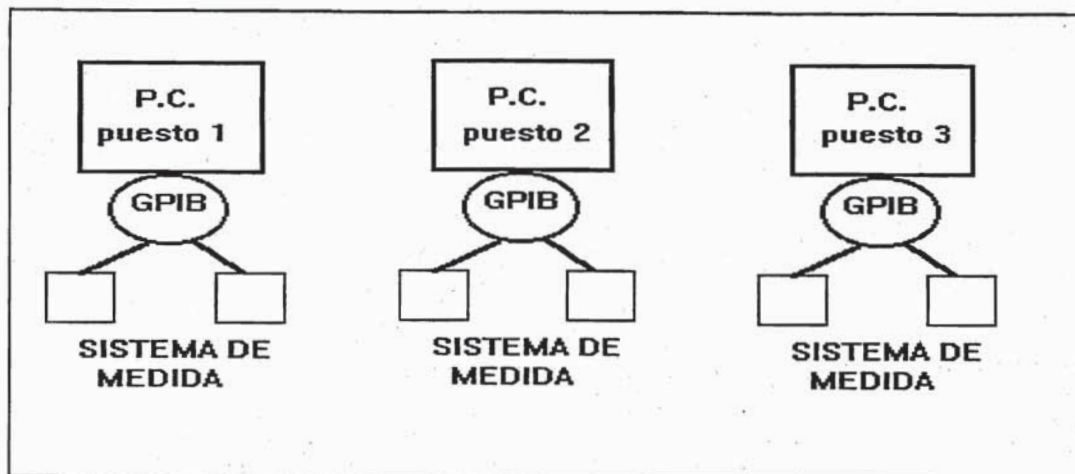


Figura 1. Sistemas de instrumentación independientes.

2.- DESCRIPCION DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE MEDIDA.

En este punto se describe brevemente el sistema automático de medida elegido. El sistema viene especificado en la norma IEEE-488 y consta de un bus, al cual se conectan un conjunto de instrumentos de medida (generadores de señal, osciloscopios, multímetros, etc.). Lógicamente, estos instrumentos deben disponer del correspondiente interfaz de conexión al bus y cumplir con las especificaciones descritas en la norma. Además de los instrumentos, al bus se conecta un dispositivo controlador (normalmente mediante una tarjeta que se conecta al bus de uno de los ordenadores de la red), cuya función principal es la de programar a aquéllos y controlar las operaciones en el bus (pueden existir varios controladores de bus en un mismo sistema). Los usuarios del sistema programan el bus mandando órdenes al controlador a través del ordenador. Esta forma de operar, define un interfaz de programación (librería de funciones y procedimientos) que utiliza el usuario para programar el sistema de instrumentación (Figura 4). En las prácticas desarrolladas, se utilizó el lenguaje de programación C para escribir los programas de control del GPIB, mientras que el sistema operativo elegido fue Windows para trabajo en Grupo.

3.- DESCRIPCION DEL ENTORNO DE PRACTICAS DE LABORATORIO.

Para el desarrollo de las prácticas, se dispone de diversas alternativas. En este apartado se describirá tres propuestas realizadas, comparando sus ventajas e inconvenientes.

3.1 Instalación de múltiples sistemas de instrumentación.

En esta opción (Figura 1), para la realización de las prácticas, se dispone de un laboratorio con varios sistemas de medida. Cada uno de ellos constará de un ordenador, una tarjeta controladora de GPIB, y un número suficiente de instrumentos con interfaz GPIB (osciloscopio, multímetro, etc.). Este entorno de prácticas es el ideal, ya que cada grupo de usuarios puede programar su sistema GPIB, de forma independiente. El problema de esta propuesta radica en la necesidad de disponer de un número suficiente de instrumentos de medida, ya que dichos instrumentos suelen tener un coste económico elevado. Aunque se disponga de suficientes ordenadores y tarjetas controladoras de bus, no se suele disponer de suficientes instrumentos para completar todos los sistemas automáticos de medida.

3.2 Sistema de instrumentación compartido.

La segunda propuesta consiste en construir un único sistema de instrumentación (Figura 2). En dicho sistema se conectan al GPIB todos los instrumentos de medida disponibles. Adicionalmente se conectan un número limitado de tarjetas controladoras de bus al sistema (controladores clientes). El modo de operación es el siguiente, en el bus existe un controlador maestro que inicialmente tiene el control del sistema. Los usuarios, a través de sus respectivas controladoras, solicitan la cesión del bus al controlador maestro. De este modo, mediante un protocolo de cesión del bus, los usuarios pueden acceder de forma sucesiva al manejo del sistema de instrumentación. Este esquema presenta algunos inconvenientes.

El primer inconveniente, es el límite al número máximo de dispositivos conectables al bus de instrumentación. El número de tarjetas controladoras y el número de instrumentos de medida, no puede superar un límite máximo. Si aumentamos el número de controladoras de bus (usuarios) puede darse la circunstancia que se deba reducir el número de instrumentos de medida del GPIB. Por lo tanto se debe establecer un compromiso, entre el número de usuarios que pueden acceder de forma secuencial al bus, y el número de instrumentos a programar.

El segundo inconveniente es el trazado de la red de interconexión que enlaza todos los instrumentos de medida y todas las tarjetas controladoras del bus. El bus de interconexión se implementa físicamente mediante un haz de líneas conductoras en paralelo, agrupadas formando un único cable de gran grosor. Uniendo sucesivos segmentos de este cable, se consigue trazar la red de interconexión, que unirá todos los dispositivos que forman el sistema de medida. La red admite varias topologías, tales como configuración en anillo o en estrella. El problema surge al intentar conectar los controladores de bus (clientes) al sistema de medida, ya que los ordenadores donde están insertadas estas tarjetas controladoras, no suelen estar próximos al sistema de medida. Se puede dar el caso que un segmento de esta red supere la distancia máxima permitida por la norma.

Por último, el protocolo de cesión del bus entre los clientes puede ocasionar problemas. Todos los errores que ocasiona un usuario, afectan a todo el sistema (incluido el resto de usuarios). También, el usuario puede ignorar el protocolo de cesión del bus y programar el sistema mientras hay otro usuario haciendo lo mismo.

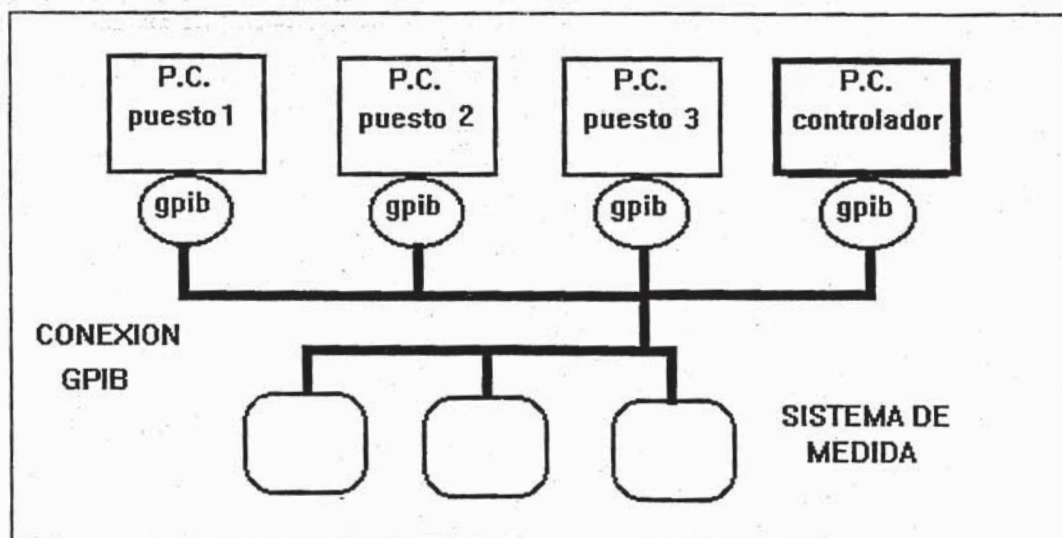


Figura 2. Sistema de instrumentación compartido.

3.3 Control del sistema de instrumentación vía LAN.

La configuración descrita en este subapartado (Figura 3), es la que proponemos en el presente trabajo. En el subapartado anterior se mencionó la problemática que surge al intentar conectar los puestos de trabajo (controladora de bus y ordenador) al sistema de instrumentación usando el GPIB como medio de unión. Una alternativa consiste en usar una red de área local (en el caso de estudio, se utilizó Ethernet) que unirá los puestos de trabajo (ordenadores clientes) a un ordenador servidor. El ordenador servidor está directamente conectado a un sistema de instrumentación a través de una tarjeta controladora de GPIB.

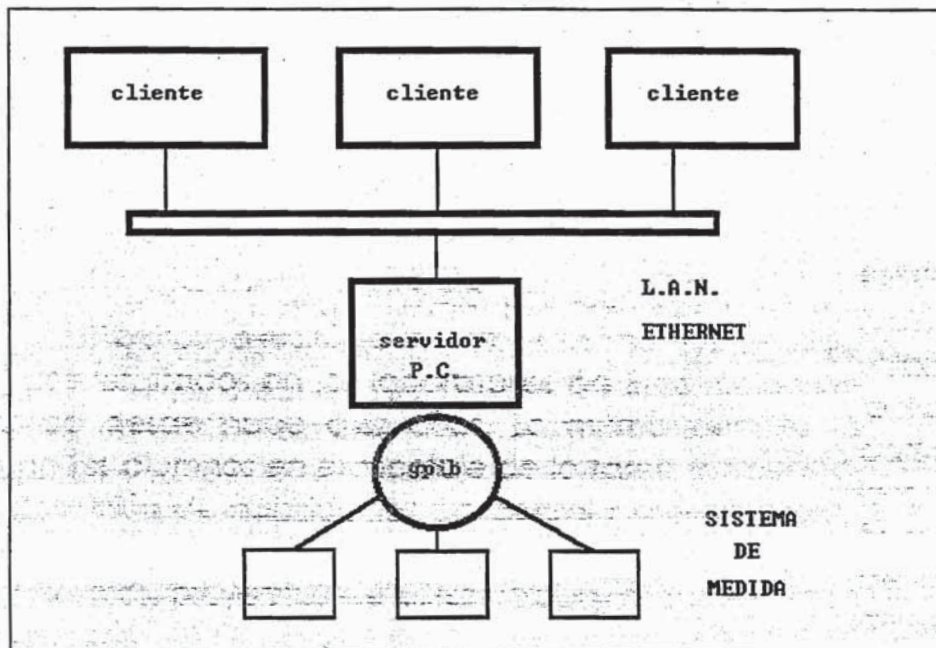


Figura 3. Sistema de instrumentación accedido mediante red local.

Los usuarios, desde los ordenadores clientes, antes de acceder al control del sistema de instrumentación, deben entrar en una fase de conexión con el ordenador servidor. El modo en que se establece esta conexión, vendrá definido por el protocolo de comunicación usado. En este caso fue TCP/IP [2]. El acceso de los clientes al sistema de instrumentación se realiza de forma secuencial.

Con el uso de la red de área local, el ordenador del usuario no está conectado directamente al sistema de instrumentación. Por lo tanto, el interfaz de programación (librería de funciones y procedimientos) que se disponía en los dos entornos de prácticas anteriormente descritos, ya no existe. El usuario, para mandar órdenes al GPIB, sólo dispone del interfaz proporcionado por el protocolo de comunicaciones utilizado (interfaz de los windows sockets) [2].

Para que el entorno de prácticas desarrollado, sea válido, se debe mantener la visión (interfaz de programación) que dispone el usuario cuando programa directamente un GPIB. En definitiva, se tendrá que reescribir la librería de funciones y procedimientos usada para la programación de la tarjeta controladora. La apariencia de estas funciones es idéntica (nombre, parámetros de entrada y salida), pero internamente operan de forma distinta. Estas funciones internamente, construyen un mensaje con los parámetros de entrada de la función, enviando dicho mensaje por la red, al servidor. El servidor, al recibir el mensaje, extrae del mismo la información suficiente para ejecutar la orden requerida en el sistema de instrumentación. Una vez ejecutada la orden el servidor devuelve los parámetros de retorno, a través de la red local

al cliente. Este mecanismo operacional descrito se basa en la herramienta de programación denominada RPC , "Remote Procedure Call" [2].

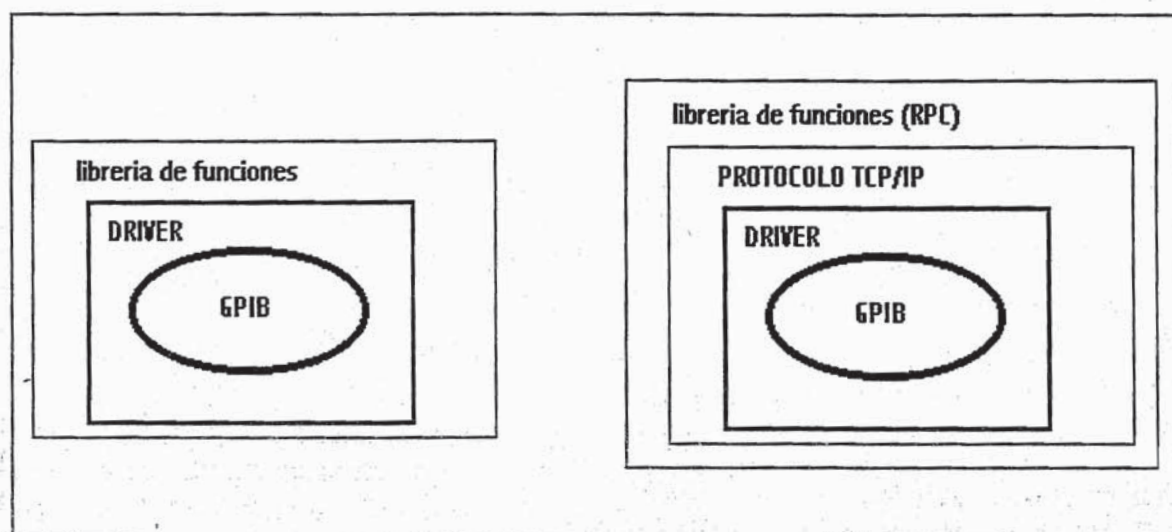


Figura 4. Implementación del interfaz de programación mediante RPC.

El usuario en el ordenador cliente, escribirá los programas de control del bus, de la forma habitual , sin que en principio, el interfaz de programación se vea afectado por tener que usar una LAN para mandar los comandos.

Algunas de las ventajas aportadas con esta configuración, son , en primer lugar, la facilidad de conexión y acceso de puestos de trabajo (clientes) al sistema de instrumentación. En segundo lugar, el sistema de instrumentación sólo dispondrá, en principio, de una tarjeta controladora de bus. De esta forma es posible conectar un número mayor de instrumentos de medida al sistema.

Por otro lado, se pueden añadir fácilmente al entorno de prácticas, nuevos sistemas de instrumentación. Simplemente basta con conectar nuevos servidores a la red de área local, pudiendo los usuarios elegir uno de los servidores conectados a la red. Dado que es la red de área local la que conecta los clientes con el servidor, es posible tener el sistema de medida (servidor) a distancias más alejadas de los clientes (en otra habitación o incluso en un edificio diferente).

Lógicamente, el uso de la red de comunicación presenta un problema. Además de la gestión de errores debidos al control del GPIB, los usuarios deberán gestionar los errores de comunicación, es decir deberán tener en cuenta errores debidos a una posible ruptura de la comunicación con el servidor. El uso del protocolo TCP/IP permite gestionar de forma automática la mayoría de los problemas relacionados con la transmisión de información por la red.

4. CONCLUSIONES.

En el punto tercero, se han descrito las tres opciones para el desarrollo de prácticas de manejo de sistemas de instrumentación. Dado que la primera opción (uso de multiples sistema de

instrumentación) suele ser difícil de desarrollar por su elevado coste económico, quedan las dos opciones mencionadas.

El uso de un sistema de instrumentación programable (SIP) con múltiples controladoras de GPIB, permite que más usuarios puedan manejar el sistema. Pero esta alternativa es poco flexible, ya que requiere una fase previa de instalación del entorno de trabajo (es necesario instalar tarjetas controladoras de GPIB en todos los ordenadores y trazar una red de interconexión que una todos los equipos).

La ventaja de la tercera opción (uso de una red local) es que además de ser la solución más económica, también es la más fiable y versátil. Ya que usualmente en los laboratorios se dispone de una red local, para el desarrollo de las prácticas, sólo sería necesario instalar la controladora de GPIB en un ordenador (ordenador servidor), situando el sistema de medida (instrumentos) próximo al mismo. Además, el uso de un protocolo como TCP permite resolver gran parte de los errores existentes cuando se transfiere información entre dos equipos. Por último, destacar que este entorno de prácticas es fácilmente escalable (se pueden añadir más sistemas de instrumentación, usando más servidores).

REFERENCIAS.

[1] Anthony J. Caristi, "IEEE-488 General Purpose Instrumentation Bus Manual". Editorial Academic Press.

[2] Douglas E. Comer, "Internetworking with TCP/IP" Volúmenes primero y tercero. Editorial Prentice Hall.