

## **Anexo A. Descripción del sistema**

Se procede a describir de forma detallada la configuración del sistema, lo que será fundamental para entender las decisiones tomadas durante el desarrollo de este proyecto.

El sistema consiste en un posicionador de dos grados de libertad, que permite el movimiento de giro respecto a un eje vertical, que se llamará movimiento en Azimut y un segundo giro con eje horizontal, llamado movimiento en Elevación (ver Figura A.1). Dicho posicionador se encuentra situado en la azotea del edificio de los laboratorios L1 de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, colocado sobre una estructura metálica de 10 metros de altura respecto al suelo de la azotea (Figura A.2).

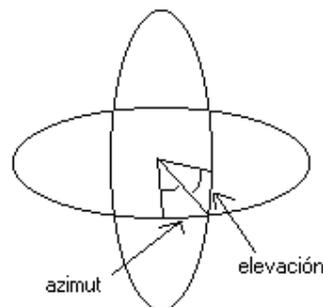


Figura A.1



Figura A.2

Los giros están proporcionados por dos motores paso a paso y por tanto realizan su movimiento mediante incrementos del ángulo de giro iguales al paso del motor, lo que proporciona una alta precisión en su comportamiento. En este caso se trata de motores de 12 bits, lo que significa que son capaces de realizar 4096 giros por vuelta, o lo que es lo mismo, tienen un paso de 0.08789 grados, valor muy superior a la habitual, que suele ser de 1.8 grados. Aunque no afectan a este proyecto hay que añadir que el posicionador posee sendas plataformas a ambos lados del mismo en las que se han colocado una cámara visual y otra de visión infrarroja.

El sistema posicionador tiene un controlador interno general (JENITEC ST-40V5) cuyo cometido fundamental es el de generar las consignas necesarias para los motores de cada eje y leer la salida de los codificadores ópticos que realimentan su posición. Dichos codificadores sólo detectan desplazamientos en los ejes con un tiempo no inferior a 100 ms., hecho que va a afectar a la realización de experimentos. La precisión de los codificadores es de  $10^{-6}$  grados.

El controlador interno puede recibir consignas para controlar la posición, velocidad y aceleración, y se comunica con un ordenador servidor que se encuentra en el interior de un armario ubicado en la entrada a la azotea antes mencionada. En este armario se

halla a su vez la fuente de 24 voltios que alimenta al posicionador. También es fundamental tener presente que no es posible enviar instrucciones al posicionador con un período inferior a 200 ms., debido a que se produce una saturación en la cola de mensajes que le llegan. Las consignas de velocidad que se envían a los motores están limitadas, existiendo un velocidad máxima de desplazamiento. Todo esto condicionará el control del sistema.

El ordenador servidor va a realizar tareas de bajo nivel comunicándose con el posicionador a través de dos canales RS-485, uno para cada eje. Se usa este ordenador intermedio porque la interacción con el sistema posicionador precisa de múltiples conexiones, de modo que si se controlase directamente desde un ordenador remoto haría falta gran longitud de cables. De esta forma en dicho ordenador se ejecuta el servidor de un protocolo que atiende a las órdenes enviadas desde cualquier otro ordenador remoto (ordenador cliente) conectado a la red Ethernet. Por tanto el ordenador servidor se encargará de recibir órdenes, procesarlas e interactuar con los dispositivos de bajo nivel (para lo cual lleva incorporadas diversas tarjetas adicionales) a través de sus respectivos protocolos enviando finalmente confirmaciones o respuestas al ordenador cliente.

El ordenador cliente con el que se trabaja está situado en la planta baja del edificio L1 ya citado. Está interconectado con el servidor a través de un cable de red Ethernet y también le llegan dos cables de vídeo de las cámaras visual e infrarroja, que aunque no son objeto de este proyecto, sí se usará la señal de vídeo de la cámara visual. Esto se hace estrictamente por motivos de seguridad, a fin de poder ver el movimiento de la cámara y por tanto el comportamiento del posicionador ante las distintas rutinas de control a las que va a ser sometido. Para ello se dispone de un pequeño monitor. Hay que tener presente que el rango de desplazamientos del posicionador no abarca el giro completo en ninguno de los ejes. En concreto en azimut se pueden recorrer aproximadamente 338 grados (desde 191 a 169) y en elevación este margen es de 90 grados (entre 305 y 35). La misión del ordenador cliente es la de cerrar los bucles de control de alto nivel, enviando consignas al ordenador servidor.

En la Figura A.3 de la página siguiente se muestra esquemáticamente la configuración del control. Se va a denominar control externo al realizado desde el

ordenador cliente, que en base a una referencia dada y a la realimentación de la salida determinará, mediante los controladores calculados en este proyecto, la acción de control correspondiente. Ésta a su vez será enviada al ordenador servidor intermedio que se la proporcionará al controlador interno JENITEC que lleva el sistema posicionador, que será el encargado de enviar las consignas a los motores. Del esquema anterior se deduce que a efectos de control la planta o sistema se va a considerar como el conjunto formado por el controlador interno y motores.

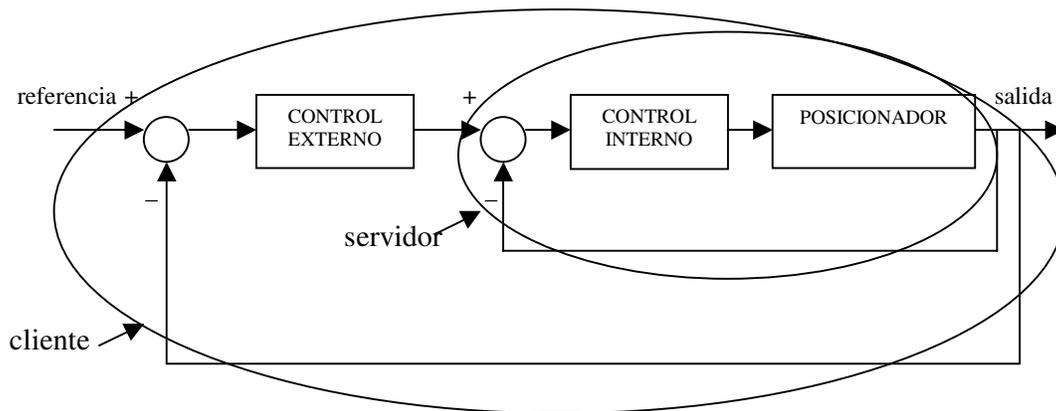


Figura A.3

Por último se explicará brevemente como está desarrollado el protocolo de comunicaciones. El elemento principal es la torre de protocolo, encargada de las comunicaciones entre el ordenador servidor y el ordenador cliente. El protocolo está formado por un conjunto de mensajes ascendentes y descendentes (desde el ordenador cliente al servidor y viceversa). Todas las funcionalidades del sistema se han implantado con una jerarquía de clases y encapsuladas en una librería de enlace dinámico (dll) que pueden ser insertadas y utilizadas en cualquier aplicación.

En sentido ascendente se transmiten mensajes asíncronos por demanda en los que se solicita información de alguno de los dispositivos o el cambio de alguno de sus parámetros. El empleo de transmisión por demanda de los mensajes ascendentes minimiza la colisión con los paquetes que circulan por la red Ethernet. Al recibir un mensaje el ordenador servidor interpreta la orden recibida e interactúa con el dispositivo

adecuado mediante su protocolo e interfaz específicos. Las posibles peticiones para el posicionador son las siguientes:

- Movimiento de ejes a un punto conocido.
- Movimiento de ejes en sentido positivo.
- Selección de velocidad.
- Selección de aceleración.

No se incluyen los mensajes correspondientes a las cámaras puesto que como ya se ha mencionado no son objeto de este proyecto. En cuanto a los mensajes descendentes, permiten la transmisión modo *verbose* y por demanda. En el primero de ellos se transmiten periódicamente mensajes numerados que incluyen información de la posición en ambos ejes y alarmas de estados anormales en cualquiera de los dispositivos. El modo de transmisión por demanda consiste en enviar la información solicitada en algún mensaje ascendente.

