

Figura 15. Telecontrol del robot

plataforma Player/Stage para programación y simulación de los robots. Con este sistema los alumnos pueden programar, compilar y descargar código de forma remota en un robot que están visualizando con una cámara IP situada en el techo del laboratorio.

El sistema integrado en el Router La Fonera, puede ser utilizado con el pequeño robot que se ha presentado anteriormente pero también puede ser utilizado con robots comerciales que sean compatibles con el protocolo ARCOS.

### B. Enseñanza de Sistemas Empotrados

El sistema diseñado puede verse también como una plataforma de enseñanza de Sistemas Empotrados. Está formado por dos procesadores: un microcontrolador de 16 bits de bajo coste al que están conectados motores, sensores, un puerto de comunicación serie, etc. y, por otro lado, incorpora un segundo procesador potente conectado con el primero mediante un puerto serie y con posibilidad de comunicación Wifi y USB, que soporta un sistema operativo como Linux.

La plataforma se puede utilizar en un curso de Sistemas Empotrados donde se trabajen diferentes aspectos de un sistema empotrado:

- Configuración y control de periféricos del microcontrolador.
- Diseño de funciones de comunicación serie e implementación de un protocolo de comunicaciones (como ARCOS).
- Configuración y utilización de un sistema operativo en tiempo real que soporte la funcionalidad de bajo nivel del sistema.

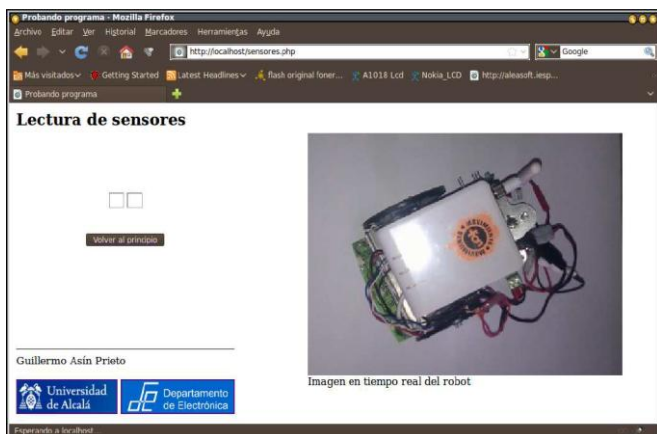


Figura 16. Monitorización en tiempo real del funcionamiento del robot

- Configuración de Linux para ser utilizado en una plataforma hardware con memoria limitada desechando todo lo que no es necesario.
- Uso de los recursos que proporciona Linux que son muy utilizados en sistemas empotrados como es el servidor de páginas web, la transferencia de ficheros por FTP, la transmisión de información a través de TCP/IP.
- El diseño de aplicaciones empotradas desde el mas bajo nivel hasta el mas elevado.
- La incorporación de otros sensores y actuadores, e incluso de otras plataformas hardware de bajo nivel que permita implementar aplicaciones diferentes a la robótica.

## VIII. TRABAJOS FUTUROS

A continuación se exponen algunas ideas y propuestas de trabajos futuros para complementar o ampliar éste:

- Implementación de otros sensores en la interfaz web: Pueden incluirse en la interfaz la monitorización de más sensores del mismo tipo, u otros de los que se provea al robot como pueden ser encoders, sensores de ultrasonidos,...
- Sistemas completamente autónomos: Implementación del servidor web dentro de la propia La Fonera, ampliando sus capacidades de almacenamiento por medio de una modificación para el uso de tarjetas SD.
- Desarrollo de un driver específico: Se ha modificado el driver p2os existente en el repositorio de Player, pero puede implementarse un driver específico que tenga en cuenta las peculiaridades del hardware de Cyborg.
- Utilización de hardware alternativo: El desarrollo ha sido pensado utilizando un sistema operativo como es Linux disponible para muchas plataformas hardware, y Player, que abstrae del hardware subyacente si está soportado. Se podría utilizar por tanto otros router o sistemas empotrados que soporten Linux, y otros plataformas robóticas soportadas por Player.

## IX. CONCLUSIONES

Con el proyecto que se presenta se ha conseguido un sistema completo y funcional para la realización de un laboratorio remoto para el aprendizaje de la robótica a nivel de algorítmica, que además permite la independencia del hardware y software desde el que se trabaje siempre que se disponga de un dispositivo con acceso a internet, y navegador web.

Esta implementación por tanto facilita el aprendizaje de la robótica sin necesidad de laboratorios presenciales.

## AGRADECIMIENTOS

El proyecto ha sido posible por el apoyo del Departamento de Electrónica de la Universidad de Alcalá, por la cofinanciación de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) – Ministerio de Ciencia e Innovación y la cofinanciación del Programa de Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Alcalá.

## REFERENCIAS

- [1] MobileRobots Inc., Pioneer 3 Operations Manual, Pioneer 3 Operations Manual v.3 (ARCOS-based DX and AT).pdf, 2006.

