Título: “Plataforma de telecontrol sobre Linux embebido en arquitecturas AVR32"

Fecha de comienzo: Septiembre 2008

Fecha de finalización: Octubre 2009

Instituciones: Universidad San Jorge[[1]](#footnote-0) – MACRAUT Ingenieros[[2]](#footnote-1)

Proyecto Final de Carrera – Ingeniería Informática

Autor: José Antonio Esparza Isasa jaesparza@gmail.com

Tutor: Moisés Friginal Santos Olmo mfriginal@usj.es

1. Introducción

Este proyecto se presentó como proyecto final de carrera en la titulación de Ingeniería Informática, impartida por la Universidad San Jorge. El proyecto se desarrolló en colaboración con el departamento de I+D de MACRAUT Ingenieros.

MACRAUT Ingenieros es una empresa dedicada al telecontrol y telesupervisión de procesos industriales, que desarrolla equipos hardware y software genéricos y adaptables a distintos escenarios y entornos industriales. Algunos de los escenarios en los que se aplican son: monitorización de estaciones meteorológicas, control de centrales de alarmas en buques, automatización del proceso de regadío y control de turbinas eléctricas entre otros.

Los equipos utilizados por MACRAUT se comercializan bajo la línea PE-COM system (Power Electronics Communication). Una de las piezas clave del sistema PE-COM es el concentrador de datos *linx*, que se basa en un microprocesador Beck IPC12. Este microprocesador ya no está disponible en el mercado, por lo tanto es necesario un rediseño del sistema *linx* para continuar con su producción. El microprocesador elegido para su sustitución es el AVR32 de la empresa Noruega Atmel, que ofrece alto rendimiento y bajo consumo.

En este proyecto se desarrolló un concentrador de datos como reemplazo para el equipo *linx*, basado en el AVR32 y con aplicación directa en las redes de automatización distribuidas, diseñadas y explotadas por MACRAUT Ingenieros. Como cambios relevantes en la arquitectura software, se introdujo la utilización de un sistema operativo open source y el diseño e implementación de las aplicaciones bajo el paradigma multitarea. Durante el desarrollo del producto se prestó especial atención a la utilización de los interfaces de comunicación del sistema embebido desde el sistema operativo Linux que controlaba el equipo, a los protocolos utilizados y a la concurrencia en el acceso a los datos.

1. Objetivo principal y justificación del desarrollo

El objetivo principal del proyecto consiste en el diseño y desarrollo de un concentrador de datos, un equipo encargado de la actualización y el mantenimiento de un conjunto de valores relevantes en el proceso de automatización denominados mapeados de memoria.

Los mapeados de memoria son una imagen de los valores contenidos en la memoria de los equipos distribuidos de control, que se sitúan en los distintos puntos de automatización de la red en la que trabaja el concentrador de datos desarrollado en este proyecto.

El concentrador de datos es el encargado de recopilar los mapeados de memoria a través de distintos interfaces de comunicación, para finalmente ofrecerlos a través de una conexión TCP/IP de banda ancha a un cliente de gestión de la red. Mediante la gestión de estos mapeados de memoria el administrador de la red podrá manejar desde cualquier ubicación el proceso industrial, programando acciones y monitorizando en tiempo real el estado del proceso automatizado.

1. Metodología

Con el objetivo de lograr una plataforma estable y robusta y que a la vez facilitase el desarrollo y mantenimiento del equipo, se eligió el sistema operativo Linux como base para el desarrollo de las aplicaciones de comunicación y automatización. El sistema Linux desplegado sobre el microprocesador AVR32 ha sido compilado y adaptado al máximo para mejorar su rendimiento y limitar posibles fuentes de errores. Además de estos factores se tuvieron en cuenta otros fundamentales a la hora de compilar el sistema operativo, como que el kernel contase con los controladores apropiados para dar soporte al hardware requerido por el equipo.

Uno de los puntos básicos en el desarrollo del sistema ha sido la regulación de la concurrencia para el acceso a los mapeados de memoria gestionados por el concentrador de datos. Ya que el sistema operativo en el que está basado el concentrador es multitarea y que el conjunto de aplicaciones desarrolladas también han sido concebidas bajo este enfoque, el acceso a un mismo recurso, en este caso cada uno de los mapeados de memoria, se ha regulado cuidadosamente desarrollando una librería específica basada en semáforos IPC V, de la que hace uso cada aplicación que trabaja con recursos compartidos.

El concentrador de datos utiliza el puerto serie del equipo para comunicar con un *modem* radio, que le permite establecer enlaces punto a punto con diversos nodos de automatización. La comunicación se controla mediante el protocolo MODBUS, el cual se ha implementado para permitir que el equipo desarrollado pueda actuar como maestro, de tal forma que sea capaz de controlar múltiples estaciones esclavo. De esta forma se explota la arquitectura de control distribuida.

El concentrador de datos pude comunicar con tarjetas de entrada salida que estén situadas dentro de mismo bastidor, mediante el bus I2C. Para poder acceder al bus desde las aplicaciones desarrolladas se han utilizado los interfaces y módulos definidos en el kernel de Linux y los controladores proporcionados por el fabricante Atmel.

El responsable de la red de automatización puede acceder desde cualquier punto con conexión a Internet al concentrador de datos, pudiendo de esta forma recuperar todos los mapeados de memoria correspondientes a todos los nodos de la red de automatización distribuida en tiempo real. Esta conexión es posible gracias a que el concentrador de datos integra un servidor *socket* desarrollado para cumplir con el protocolo propietario de MACRAUT Ingenieros conocido como Nexus. Este protocolo es una ampliación de MODBUS en su versión TCP, ya que soporta operaciones adaptadas para llevar a cabo operaciones específicas no contempladas en el estándar.

1. Resultados

Como resultado de este proyecto se ha obtenido un sistema fiable y plenamente funcional, capaz de comunicar satisfactoriamente con los equipos del sistema de automatización PE-COM y con cualquier equipo de automatización a través del protocolo MODBUS.

Gracias a este desarrollo, MACRAUT ingenieros podrá ahorrar los costes asociados a licencias software y aprovechar el amplio abanico de posibilidades que ofrece un sistema operativo Linux para el trabajo en un entorno distribuido.

Además de un producto funcional y adaptado a las necesidades planteadas inicialmente por la empresa, se ha generado documentación, diagramas UML y extenso material para facilitar la continuidad del desarrollo.

Se ha dejado una línea de trabajo abierta y sobre la que se continúa desarrollando activamente en MACRAUT Ingenieros para obtener un prototipo del equipo final para finales de año, que integrará el software desarrollado en este proyecto final de carrera.

1. Página web de la Universidad San Jorge www.usj.es [↑](#footnote-ref-0)
2. Página web de MACRAUT Ingenieros www.macraut.com [↑](#footnote-ref-1)