

Diseño e implementación de un sistema de monitorización y control remoto mediante la tarjeta Minicore RCM5600W

Lilian Naranjo Cisneros

Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador
lilync_008@hotmail.com

Resumen— En el presente artículo se describe la implementación de un sistema de monitorización y control remoto vía web mediante la tarjeta de control embebido Minicore RCM5600W. Se conoce las características generales del microprocesador y se realiza la programación en Dynamic C que es el software dedicado para procesadores de la familia Rabbit. Además, se analiza las ventajas de implementarla en aplicaciones de automatización, control industrial, seguridad, entre otras. Para observar las prestaciones de la tarjeta, se implementa en un sistema de seguridad, formado de sensores y actuadores, que permiten verificar el estado del sistema mediante la monitorización a través de una página web. Finalmente, se ejecuta las pruebas de comunicación, envío/recepción de señales y control vía web para asegurar la operatividad adecuada del sistema.

Palabras clave—Navegación; RCM5600W; Monitorización; Control Remoto; Dynamic C.

I. INTRODUCCIÓN

A partir de 1970, el panorama de la electrónica cambió radicalmente con el apareamiento del microprocesador, esto introdujo el concepto de la lógica programada. Actualmente se cuenta con muchas prestaciones como velocidades de procesamiento impresionantes y una enorme capacidad de memoria, lo que los hace apropiados para moverse sin problemas en entornos como el internet, procesamiento de datos y el trabajo en tiempo real [1].

Hoy en día, la comunicación inalámbrica ha tomado un papel importante en la automatización industrial. Las diversas ventajas como la movilidad, flexibilidad y bajo costo han constituido un factor primordial para su implementación. Las tecnologías inalámbricas constituyen una eficiente forma de transmitir información de manera rápida y sin importar el lugar donde nos encontremos. Además, posibilitan el intercambio de datos entre usuarios sin mediación de cables.

Entre los distintos dispositivos que se ofrecen en el mercado con tecnología inalámbrica se encuentran los módulos con capacidades Wi-Fi. Como parte de una investigación, en el año 2010 [2], la Escuela Politécnica del Ejército, adquirió una tarjeta de control embebido con comunicación Wi-Fi denominada Minicore RCM5600W. Adicionalmente de sus capacidades de comunicación esta

tarjeta dispone de un microprocesador de 74 MHz, entradas, salidas de propósito general y prestaciones para la implementación de un sistema de monitorización vía web.

Al disponer de este recurso el presente proyecto tiene por finalidad evaluar el desempeño de la tarjeta. Además se realizará el diseño e implementación de un sistema de control remoto que permita monitorizar un sistema de seguridad interactuando mediante una interfaz vía web.

El trabajo servirá de base para el desarrollo de futuras aplicaciones similares y se estudiará la factibilidad de utilizar la plataforma Wi-Fi en sistemas de automatización y control. Además permitirá conocer las funciones principales como el bajo costo, reducido consumo de energía, control embebido inalámbrico y solución de comunicaciones para el sistema de control integrado.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

La implementación de sistemas con microprocesadores inalámbricos se ha desarrollado muy poco en proyectos de tesis. Los proyectos relacionados que han implementado tarjetas de la familia Rabbit, han sido mediante Ethernet, pero han contribuido a un mayor conocimiento de los avances en comunicaciones.

En [3] se implementa un nodo de comunicación modbus-tcp/ip mediante el módulo perteneciente a la serio RCM4000 de la marca Rabbit.

Se [4] se utiliza la tarjeta electrónica Rabbit, denominada PowerCore Flex 3800, para la implementación del control vehicular de una estación de peaje.

III. FUNDAMENTO TEÓRICO

A. Características generales de la tarjeta

El módulo Minicore RCM5600W es una tarjeta electrónica de control embebido, cuyo núcleo se basa en el microprocesador Rabbit 5000 de 8 bits corriendo a 74 MHz. Presenta 6 puertos seriales de alta velocidad, hasta 35 líneas de E/S multiplexadas, PWM y alta capacidad en su memoria RAM y FLASH.

Proporciona conectividad Wi-Fi 802.11b/g con seguridad WPA2, WPA y WEB para poder integrarlo a las redes inalámbricas de manera sencilla. Consta de 52 pines montada en un conector integrada a una placa de reducido tamaño, a través de la cual se puede interactuar con otros dispositivos

digitales MOS que sean compatibles. En la Fig. 1 se puede observar la tarjeta físicamente.



Fig. 1. Microprocesador Minicore RCM5600

Existen múltiples aplicaciones que solo dependen de las necesidades y los procesos a controlar. Se puede nombrar las siguientes:

- Monitorización y control de procesos
- Supervisión de sistemas
- Seguridad y vigilancia
- Archivo de datos
- Unidad Terminal Remota (RTU)
- Control Industrial

B. Características técnicas de la tarjeta

Las características técnicas de la tarjeta se detallan en la Tabla 1.

TABLA 1
Características técnicas de RCM5600W

| | |
|--------------------------|--|
| Microprocesador | Rabbit® 5000 at 74 MHz |
| Memoria Flash | 1 MB |
| SRAM | 1MB |
| E/S de propósito general | Hasta 35 líneas de E/S digitales, configurables hasta 4 alternativas de funciones |
| Puertos seriales | 6 puertos de alta velocidad, compatible con CMOS |
| Reloj en tiempo real | Si |
| Temporizadores | 10 temporizadores de 8 bits, 1 temporizador de 10 bits con dos registros de igualdad, y 1 temporizador de 16 bits con 4 salidas y 8 registros del set/reset. |
| Watchdog | Si |
| Energía | 3.15V DC (min.) - 3.45V DC (max.) |
| Corriente | 625 mA en transmisión/recepción 85 mA sin transmisión/recepción |
| Tamaño del módulo | 30 mm × 51 mm × 10 mm |
| Wi-Fi | 802.11b/g, 2,4GHz |

C. Disposición de los Elementos en la Tarjeta RCM5600W

La placa en la que se encuentra el microprocesador RCM5600W viene integrada con todos los accesorios para desarrollar una estación de trabajo y realizar las aplicaciones

deseadas. Además, tiene la facilidad de una fuente de alimentación mediante el cable USB que va conectado al computador, adicionalmente tiene una entrada para una batería de respaldo. La disposición de los elementos en la tarjeta RCM5600W se muestra en la Fig. 2

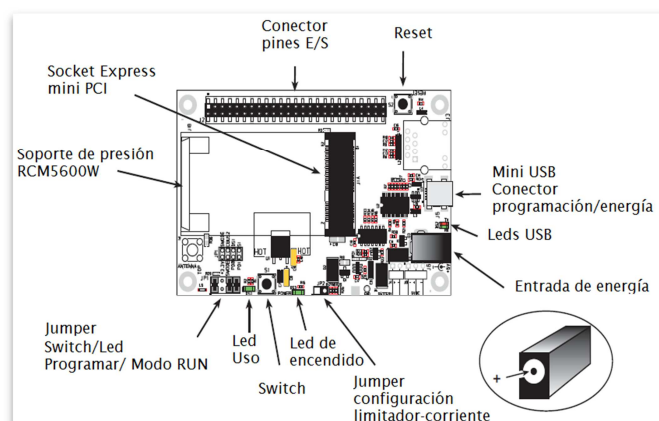


Fig. 2. Disposición de los elementos en MiniCore RCM5600W

D. Entradas y Salida Digitales

La tarjeta RCM5600W posee 50 pines, distribuidos en un conector tipo SMT 2x25 como se muestra en la Fig. 3 estos pines sirven como interfaz de interacción con las entradas y salidas digitales del microprocesador.

Los pines pueden ser usados por defecto como entrada o salida dependiendo de las necesidades, pero también son configurables y tienen un uso alternativo [5].

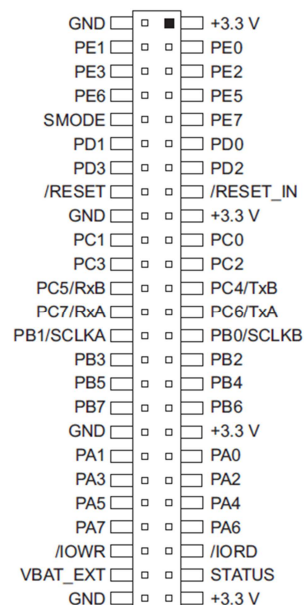


Fig. 3. Distribución de pines en MiniCore RCM5600W

E. Procesador Rabbit 5000

El microprocesador Rabbit 5000 posee un alto rendimiento bajo interferencias electromagnéticas y está diseñado específicamente para control, comunicaciones y conectividad de red.

El desarrollo de este trabajo tuvo dos directrices que conforman su fundamento teórico. A continuación se describen a cada una de ellas.

Rabbit 5000 tiene una velocidad de hasta 100 MHz, con un código compacto y soporte de hasta 16 MB de memoria. También cuenta con un reloj en tiempo real, cuatro niveles de prioridad de interrupciones permitiendo una rápida respuesta a eventos.

Su conjunto compacto de instrucciones y alta velocidad de reloj dan al microprocesador procesamiento excepcionalmente rápido y alto rendimiento de E/S. El rabbit 5000 ofrece dos opciones de conectividad de red: 10/100 Ethernet MAC y una red inalámbrica 802.11 b/g. las dos interfaces de red comparten recursos internos y los pines de E/S, por lo que pueden ser activados a la vez.

F. Dynamic C

Dynamic C es un sistema de desarrollo integrado para programadores de software embebido. Corre bajo un PC basado en Windows y está diseñado para ser usado con una simple tarjeta computarizada y otros dispositivos basados en el microprocesador Rabbit.

Este software ha sido usado alrededor del mundo desde 1989. Esta especialmente diseñado para programar sistemas embebidos, y se caracteriza por una rápida compilación y una depuración interactiva.

Una aplicación debe ser compilada directamente en la memoria flash o ram, pero para que se quede guardado el programa una vez que el cable USB ha sido desconectado, debe guardarse en la memoria flash. El código final siempre debe guardarse en la memoria flash para un funcionamiento fiable.

El desarrollo del software con Dynamic C es simple. Se puede programar, compilar y ejecutar tanto en lenguaje C como en assembler sin salir del entorno de Dynamic C. Los programas pueden ser descargados a velocidades de transmisión de hasta 460,800 bps después de que el programa se compila. [6].

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema está compuesto de sensores de movimiento los cuales son conectados tanto a las luminarias para su activación, así como, a los pines de la tarjeta para su detección. Además, se activarán actuadores para la simulación de presencia y alarma en caso de ser necesario. El microprocesador por sus capacidades Wi-Fi es conectado inalámbricamente al punto de acceso, en este caso el router. Los procesos y su variación pueden ser monitoreados y controlados a través de una interfaz gráfica web.

En la Fig. 4 se observa los componentes del sistema total implementado.

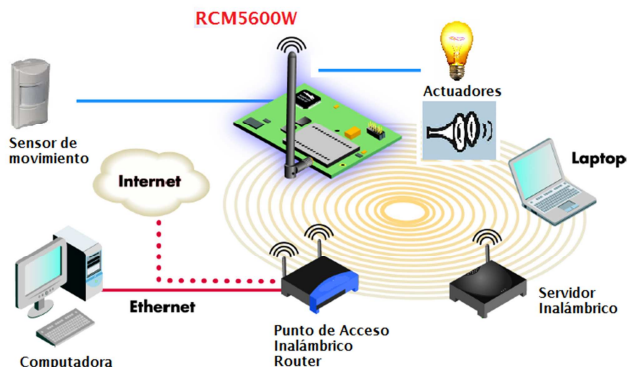


Fig. 4. Sistema integral implementado

A. Tarjeta Minicore RCM5600W

El sistema se basa en la tarjeta RCM5600W. La comunicación será inalámbrica entre la tarjeta y la computadora central u otro dispositivo donde se realice la monitorización. Con los sensores y actuadores se realiza una red cableada, con lo que se asegura una mayor velocidad y seguridad en la transmisión de los datos. El puerto C se ha definido como entrada para realizar el control de los sensores ubicados en la casa. El puerto D se ha asignado como salidas para establecer el simulador de presencia.



Fig. 5. Microprocesador Minicore RCM5600W

B. Sensor de movimiento

Para la implementación del sistema de seguridad se seleccionó sensores de movimiento con un grado de cobertura amplio, debido a que da la ventaja de cubrir mayores áreas y utilizar menos recursos. Las consideraciones de diseño e implementación se basan en la necesidad de un sistema que proporcione un ahorro energético, alta sensibilidad y facilidad de instalación. Por estas razones se escogieron los sensores infrarrojos LX48B que se muestran en la Fig. 6.



Fig. 6. Sensor Infrarrojo LX48B

C. Alarmas

Para que el sistema de seguridad este completo se incorpora una alarma, para dar un aviso en caso de emergencia. La alarma se activa con 12 VDC, que será alimentado con la misma fuente que alimenta tanto la tarjeta como el circuito para la activación de los actuadores. La sirena que se utiliza se observa en la Fig. 7.



Fig. 7. Alarma AYD-626

D. Circuito para la Activación de los Actuadores

Para la implementación del sistema de seguridad y la monitorización, se debe realizar un acoplamiento entre las salidas de la tarjeta que son a 3,3V y la activación de los actuadores a 110V. En la Fig. 8. se muestra el circuito utilizado. Para la selección de los relés se tomó en cuenta que el microprocesador RCM5600W puede funcionar con un cargador de respaldo de 12V – 1A. Este detalle es importante porque es necesario que los relés trabajen a 12V para la optimización de los recursos existentes. Por medio de una adaptación será utilizada la misma fuente de energía para la tarjeta y el circuito de acoplamiento.

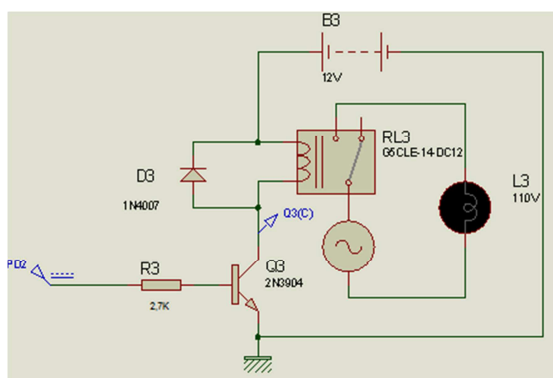


Fig. 8. Circuito de Control

E. Programación

El software utilizado para la programación del controlador RCM5600W es Dynamic C. En la Fig. 9 se detalla las partes más importantes del código y la función que cumple.

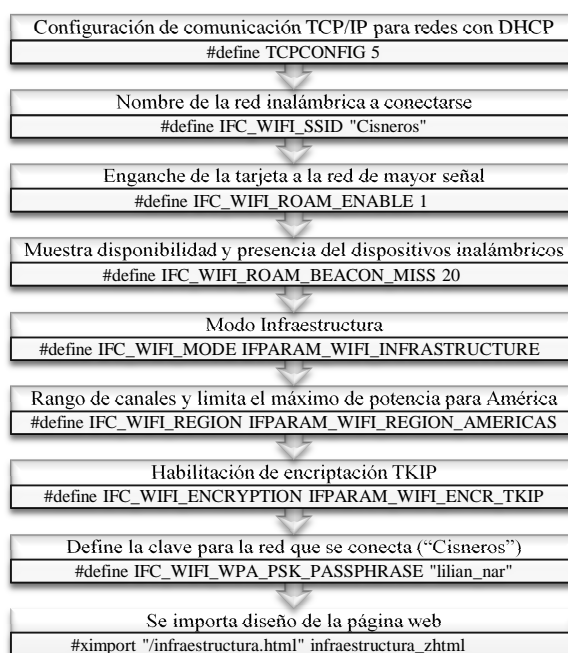


Fig. 9. Código de programación para la tarjeta RCM5600W

Después de realizar las líneas de código para la comunicación de la tarjeta en una red local, se procede a la comunicación de los pines del microprocesador con los sensores y actuadores. Esta comunicación permite ejercer el control sobre las variables y monitorizarlas desde la página web. El método utilizado se describe en la Fig. 10

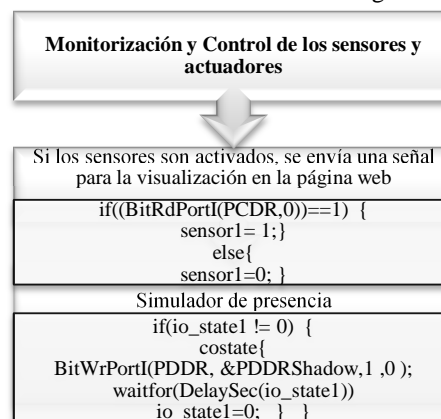


Fig. 10. Programación para la monitorización y control de variables

V. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

A. Integración de Hardware

Una vez concluido el programa y cargado en la memoria flash del microprocesador, se procede a la integración del sistema en su totalidad. Se pone en marcha el sistema de monitorización y control remoto vía web, y se realiza las pruebas para su normal funcionamiento.

1) Placa de Control

En esta placa se coloca el sistema que controlará la simulación de presencia, sensores de movimiento y alarmas. Los relés y los demás dispositivos electrónicos fueron distribuidos de tal manera que sea integrada a la tarjeta y la placa de adaptación.



Fig. 11. Placa de Control

2) Integración del Sistema

Una vez que se ha realizado la placa de control y adaptación se integran, formando un solo sistema que será introducido en un módulo para su instalación. La integración de las placas se muestra en la Fig. 12.

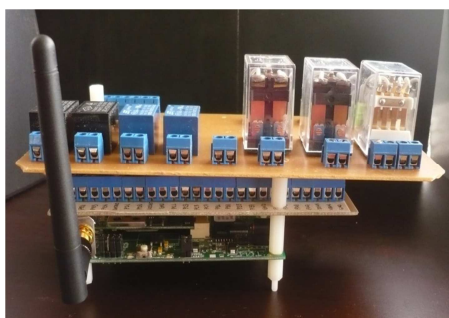


Fig. 11. Integración de la placa de control a la tarjeta

Después de realizar las pruebas respectivas y sin que exista ninguna falla se procede a la implementación de los componentes del sistema. En la Fig.12 se indica la adaptación final del sistema de control a una caja de propósito general para su instalación.



Fig.12. Caja de Control

B. Integración de Software

Una vez concluida la integración de los sensores, actuadores y la tarjeta, se procede a la integración del

software. Se debe verificar que la conexión de la tarjeta y la red sea correcta. Además debe transmitir y recibir datos desde la página web hacia la tarjeta y viceversa.

1) Prueba de Conexión de la Tarjeta con la Red

En la programación de la tarjeta de control embebido, se conectó el sistema a la red para acceder a la aplicación desde una red LAN o WAN. Para la verificación del normal funcionamiento de la tarjeta, ingresamos a la configuración del router. Dependiendo del modelo del router y el proveedor de internet, la forma de acceder al mismo puede variar, pero el procedimiento es similar. Verificamos que la tarjeta está conectada mediante la MAC que es 00:90:C2:DB:73:B4, mediante la opción DHCP, comprobando el normal funcionamiento de la tarjeta en la conexión.

La prueba de conexión se ha realizado durante tiempos prudentes y a medida que se avanzó el proyecto, sin que ocurran problemas de desconexión. Se puede realizar un ping de comprobación para verificar la conexión de la tarjeta con la red.

2) Diseño de la Interfaz Web

La tarjeta de control embebido acepta programación en texto plano, por lo que se ha realizado en HTML (HyperText Markup Language). Es un lenguaje simple utilizado para crear documentos de hipertexto para páginas web.

Para el diseño de la página web se consideró la seguridad necesaria para que no exista infiltración de personas sin autorización. Es por esto que para acceder a la aplicación se debe ingresar el “nombre de usuario” y “contraseña”.

Para la interacción del usuario con la aplicación fue necesario crear una interfaz gráfica bien estructurada y amigable. En la Fig. 13 se observa las opciones creadas para el sistema. Existen cuatro iconos de acceso: Inicio, Monitoreo, Control e Información. Estas alternativas permiten realizar la monitorización de los sensores, el control de las luminarias e información del sistema.



Fig. 13. Interfaz Gráfica Web

VI. RESULTADOS

Durante el avance del proyecto se han ido ajustando diversos parámetros para que el resultado final sea óptimo. Los problemas que se han suscitado han sido solucionados

paulatinamente hasta lograr el correcto funcionamiento del sistema.

Los resultados obtenidos se observa en la interfaz web, desde donde se controlan los sensores de movimiento y se monitorizan las variables. A continuación se detalla los resultados conseguidos.

A. Resultado de Monitorización de Variables

La visualización de los estados se muestra en la interfaz web. En la Fig. 13 se observa la pantalla mediante la cual se conoce si hay un cambio en los sensores de movimiento y la alarma.

En la prueba realizada se verifica que cambia el estado de activado o desactivado dependiendo de la actividad que se presente. El tiempo de muestreo es de 5 segundos, suficiente para los requerimientos del sistema.

| MONITOREO | |
|----------------|-------------|
| DORMITORIO 1 | Activado |
| DORMITORIO 2 | Activado |
| SALA - COMEDOR | Desactivado |
| ALARMA | Desactivado |

○ Tiempo de muestreo: 5 segundos
 ○ Tipos de estados: Activo - Desactivado

Fig. 13. Pantalla de monitorización

B. Resultado de Simulación de Presencia

En la pantalla de control se realiza la simulación de presencia como se muestra en la Fig. 14. Se puede ingresar el tiempo que se desea para que las luces permanezcan encendidas. Este parámetro es importante para que los tiempos sean variables y no crear un patrón preestablecido. También se puede desactivar en cualquier momento los focos.

| SIMULACIÓN DE PRESENCIA | | |
|-------------------------|--------------------------------------|------------|
| DORMITORIO 1 | Activar <input type="text"/> Min. | Desactivar |
| DORMITORIO 2 | Activar <input type="text"/> Min. | Desactivar |
| SALA - COMEDOR | Activar <input type="text"/> Min. | Desactivar |
| ALARMA | Activar <input type="text"/> Min. | Desactivar |

Fig. 13. Pantalla de Control

En las pantallas de control y monitorización se consiguió el normal funcionamiento. Los resultados obtenidos tanto en la transmisión y recepción de señales fueron correctos.

VII. CONCLUSIONES

Este artículo ha permitido realizar la implementación de un sistema de monitorización y control remoto mediante la tarjeta de control embebido Minicore RCM5600W. Los resultados obtenidos muestran que es factible hacer uso de la

comunicación inalámbrica Wi-Fi en entornos de automatización, seguridad y control. Las pruebas de comunicación garantizan el normal funcionamiento entre la tarjeta y la interfaz web, proporcionando una gran ventaja al ser un sistema de bajo precio.

VIII. REFERENCIAS

- [1] Edward V. Ramirez, *Introducción a los Microprocesadores*, Editorial Limusa, México 1998
- [2] Proyecto de investigación ESPE 2010, "Diseño, implementación y validación de soluciones inalámbricas para automatización industrial"
- [3] Bohorquez C, *Implementación de un nodo de comunicación modbus-tcp/ip mediante el uso de un módulo de control embebido de la marca Rabbit*, Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Eléctrica y Electrónica, Sangolquí 2008.
- [4] Chiluisa W, *Diseño e implementación de un sistema de preclasificado y auditoria para el control vehicular de una estación de peaje*, Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Eléctrica y Electrónica, Sangolquí 2008.
- [5] MiniCore RCM5600W, Running Sample Programs, pp. 26-29, User's Manual, 2009, www.rabbit.com.
- [6] MiniCore RCM5600W, Hardware Reference, PP. 41, User's Manual, 2009, www.rabbit.com.