

"INTERFACE DE CONEXIÓN A INTERNET PARA LAVADORA DOMESTICA"

DR. SAUL SANTILLAN GUTIERREZ
saulsan@servidor.unam.mx

ING. GONZALO GARCIA CASAS
gonzalo@gc.com.mx

CENTRO DE DISEÑO Y MANUFACTURA¹ FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.

Resumen: La aplicación de la domótica en el control de aparatos electrodomésticos se ha incrementado recientemente. El presente documento presenta la aplicación de la domótica a una lavadora de ropa doméstica. Aquí presentamos parte del desarrollo, presentación del problema, el porque el uso de la domótica, y los resultados obtenidos al aplicar ésta en una lavadora comercial.

Abstract: Domestic applications for electrodomestic control have become popular last year. The paper summarises the development of a testbed for automatic washing machines. The part presented here focuses in the reason for using domotic as a way to save energy and water consumption, a presenting results of applying this kind of control to a commercially available washing machine.

Palabras Clave: Domotic, Control Inteligente, El proceso de lavado, Turbiedad y Conductividad del Agua.

Introducción.

La necesidad de monitorear y controlar a distancia, es una actividad que en estos tiempos, ya no solo se realiza en sistemas industriales de alto riesgo, si no también en procesos domésticos, tal es el caso de, los electrodomésticos en el hogar, los sistemas de aire acondicionado, de iluminación, de riego, entre otros. Esta ciencia es llamada Domótica, que significa el control y monitoreo remoto utilizando el Internet, u otra tecnología de comunicación. Las lavadoras en los últimos años han entrado en casi todos los hogares del mundo, cada vez existen lavadoras más pequeñas, autónomas, versátiles, ergonómicas, silenciosas y que su objetivo principal es el ahorro de energía y recursos naturales, además de hacer más cómodo el trabajo al usuario o al ama de casa.

Actualmente existen proyectos y productos, que ofrecen, estas características, sin embargo el desarrollo e investigación es muy largo y caro respectivamente.

Se instrumentó mediante una tarjeta de control electrónica, un sistema para poder adquirir y almacenar los datos obtenidos por los sensores y poderlos visualizar en la pantalla de una PC, además de poder tener control preciso sobre los actuadores de

la lavadora (motor, bomba, válvulas de admisión, etc.). Apéndice 1.

Motivación.

La aplicación y el desarrollo de la domótica, en México es una área que ha sido poco explotada. No se tienen antecedentes de desarrollo solo de aplicaciones comerciales.

Por lo que, contando con la experiencia de desarrollo de controles inteligentes para lavadora doméstica, entablamos este desarrollo, cuyo objetivo es desarrollar un electrodoméstico domótico, cuyo costo de desarrollo e implementación sea bajo, y fácil de utilizar.

Objetivos.

Desarrollar una lavadora doméstica, con acceso remoto para monitoreo y control.

Diseñar una interfase Hombre-Maquina, esto es una tarjeta electrónica de control, así como una interfase grafica para comunicación.

Seleccionar protocolos de comunicación, simples y eficientes, para implementarlo en cualquier equipo de computo.

Desarrollar un algoritmo de comunicación, que sea seguro al enviar y recibir información.

Obtener un desempeño en el proceso de lavado optimo, esto es disminuir costos de operación y desarrollo.

Desarrollo del sistema.

El desarrollo se enfoca inicialmente a una lavadora doméstica, cuya apariencia del tablero de control, se rediseño, con el fin de brindar nuevas características de uso y vista. El control inteligente implantado, ayuda a tener ahorro de suministros, tales como agua detergentes y blanqueadores, convirtiéndose en un ahorro económico para el usuario final, ayudando a disminuir la contaminación y el uso excesivo de recursos naturales.

Diseño del panel de control.

Los requerimientos para este desarrollo están divididos en tres grupos: De diseño, operación y funcionalidad.

Diseño.

Se utilizaron formas graficas simples para que el tablero sea atractivo para el usuario, además de contar con características intuitivas de uso.

La propuesta esta basada en formas tridimensionales a excepción de la tipografía, ya que este efecto causa una mayor relación producto-usuario.

El diseño del tablero tiene una forma curva, para brindar la apariencia de movimiento, así como una inclinación para brindar visibilidad y manejo de las operaciones de la lavadora.

El acabado del panel, es plastificado, facilitando el mantenimiento, y la protección de los circuitos electrónicos.

Operación.

Debido a que el usuario realiza una interacción directa con el producto, se busco tener los controles y los elementos de

¹ Centro de Diseño y Manufactura, Facultad de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México, Dir. Laboratorios y Talleres de Ing. Mec. E Industrial, Circuito Exterior Ciudad Universitaria, México DF. Tel. 56228051, Fax. 56228055

visualización, de tal forma que fueran fáciles de manipular y observar.

Se cuenta con una sección de botones (teclado), donde el usuario selecciona el tipo de ropa y el tipo de lavado a realizar. Se considera una sección para visualizar las opciones del tipo de ropa y el tipo de lavado, utilizando elementos luminosos (LEDs), y un display de cristal líquido (LCD), para desplegar mensajes escritos, de las tareas realizadas y las opciones seleccionadas.

Funcionalidad.

Los elementos considerados tales como: el teclado, el display y los botones de control, son muy importantes, y mas cuando el producto debe responder a necesidades específicas.

En este desarrollo solo se consideraron elementos que por su importancia en el uso y manejo, son determinantes en el funcionamiento del mismo.

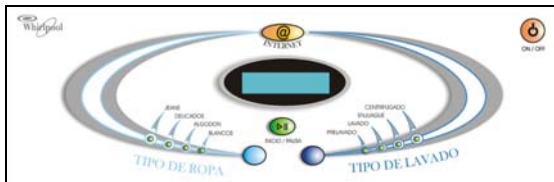


Fig. 1. Panel de la lavadora.



Fig. 2. Panel virtual de la lavadora.

Diseño del control electrónico.

La lavadora cuenta con una tarjeta de control, basada en un microcontrolador COP8 de 8 bits, cuyo costo es muy bajo, y mas cuando se realiza la producción en masa. Esta tarjeta se encarga de obtener los datos del proceso de lavado, el estado de los actuadores, y sensores, la comunicación entre la PC, y el equipo remoto, así como controlar el display de cristal líquido (LCD). También se cuenta con una tarjeta de potencia, para controlar los actuadores.

Las ventajas que tenemos en utilizar la PC como la encargada de realizar el control son:

- ✓ Modificar el algoritmo de control en Tiempo real.
- ✓ Capacidad de memoria.
- ✓ Velocidad de procesamiento.
- ✓ Despliegue visual del comportamiento de las variables de entrada y salida.
- ✓ Desarrollo de múltiples protocolos de comunicación.
- ✓ Desarrollo de múltiples algoritmos de seguridad.

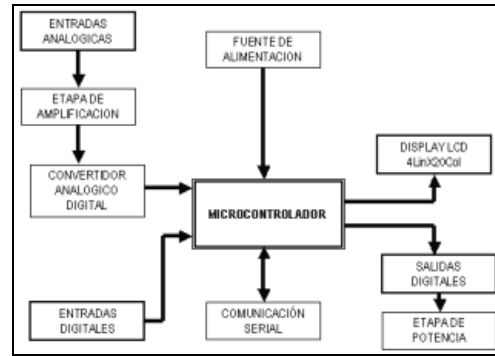


Fig. 3. Diagrama de la tarjeta de control.

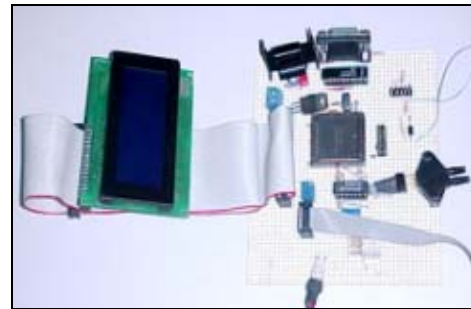


Fig. 4. Tarjeta de Control.

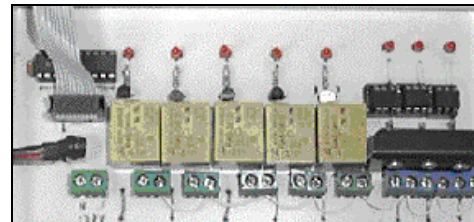


Fig. 5. Modulo de Potencia.

Diseño del programa Cliente-Servidor.

Esta interfase tiene como objetivo realizar un puente de comunicación entre la tarjeta electrónica de la lavadora (RS-232) y la computadora servidor (TCP/IP), con el fin de permitir la conexión de un programa cliente que se encuentre en otro lugar, (oficina, ciudad o país).

La programación se realizo en Visual Basic 6, utilizando sockets, esta forma de programación permite de una manera muy sencilla; implementar la comunicación entre dos computadoras o más utilizando el protocolo TCP/IP, y un modulo de comunicación serial RS-232, para enviar los comandos de lectura de sensores y control de los actuadores.

El programa de comunicación, cuenta con una algoritmo de corrección de errores (CRC - Cyclic Redundancy Check), en el envío y recepción de información. Esto es; si por alguna razón algún comando a sea de lectura o escritura, no se recibe o envía correctamente, el programa detecta esta anomalía y se reenvía ya sea del cliente, del servidor o de la tarjeta de control.

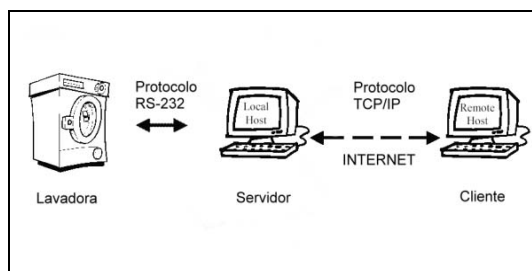


Fig. 6. Diagrama de la arquitectura de comunicación.

Desarrollo del Algoritmo de control.

El usuario tiene que seleccionar los parámetros de lavado de acuerdo a su carga:

1. **Tipo de Lavado:** Prelavado, Lavado, Enjuague, Centrifugado.
2. **Tipo de Ropa:** Blancos, Algodón, Delicados, Jeans.

El grado de suciedad es un parámetro inicial pero después las mediciones de Turbiedad del Agua y de Conductividad nos dará una idea del grado real de la Suciedad. Con estos tres parámetros se calcula el Nivel de Agua, la Temperatura de Lavado, la Cantidad de Detergente, el Tiempo máximo de Lavado, para el ciclo de lavado seleccionado.

Una vez calculado los parámetros de lavado se procede al llenado de la tina, para esto se hace uso de las siguientes relaciones:

$$\text{Dif de Nivel} = \text{Nivel Deseado} - \text{Nivel Real} \quad \text{y}$$

$$\text{Dif de Temp.} = \text{Temp. Deseada} - \text{Temp. Real}$$

Esto para poder abrir y cerrar las válvulas de admisión estas válvulas me dejan entrar agua caliente y fría a la tina hasta que se alcance el Nivel de Agua y la Temperatura asignada.

Cuando la Tina esta llena, se comienza el ciclo de lavado, que es arrancar el motor de la lavadora en modo agitación a una velocidad calculada por el control, esta frecuencia de agitación depende de la cantidad de ropa, tipo de ropa y de la turbiedad del agua, cuando la turbiedad del agua comienza a estabilizarse la frecuencia de agitación comienza a disminuir de manera que se puede ahorrar energía.

Durante todo el proceso de agitación, se están midiendo la Turbiedad y la Conductividad del Agua, para poder en caso de que la Turbiedad empiece a aumentar, el control tira agua sucia y agrega más limpia, esto en primera para bajar el nivel de Turbiedad en el Agua y en segunda para que no cambien las condiciones de lavado, como se desalojo agua, esta lleva disuelta detergente, por lo que la Conductividad cambia, por lo tanto es necesario agregar más detergente. El proceso continua de la misma manera hasta que se detecta que la turbiedad se mantiene constante, entonces el proceso se da por terminado.

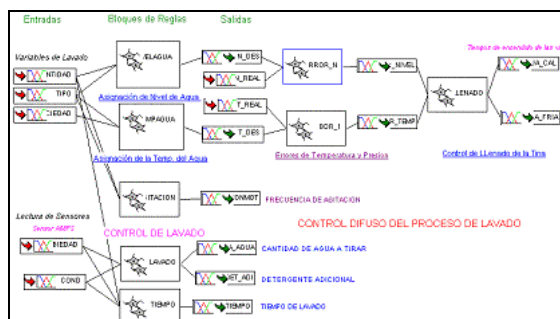


Fig. 7. Bloques para el proceso de lavado

Pruebas de Operación.

Las pruebas se realizaron bajo las siguientes condiciones:

- Cantidad de ropa: 5 Kgs.
- Tipo de Ropa: Algodón Sintéticos
- Grados de Suciedad: Muy sucia

Para la de carga lavado anteriormente mencionadas, se obtuvieron las siguientes condiciones de lavado:

- Nivel de Agua: 40 cms. = 50 lts.
- Temperatura de Lavado: 44.5 °C.
- Tiempo de lavado máximo: 10 min.
- Cantidad de Detergente 150 grs.
- Frecuencia de agitación: 45 osc/min.
- Nivel Máximo de Turbiedad: 1.5 * 25000 NTU
- Conductividad Máxima: 100 mS.

Configuración.

Las pruebas de operación se realizaron en una red LAN, con dos computadoras, una configurada como cliente, y la segunda como servidor. La computadora servidor debe tener un puerto serial para la comunicación con la tarjeta de control, para realizar el control de la lavadora, como muestra la Fig. 8.



Fig. 8. Equipo de prueba.

La velocidad del envío de la información, depende de la infraestructura con la que se cuente, la red LAN, con la que se realizaron las pruebas de operación es de 10Mb, el tiempo de envío y recepción de datos, utilizando el protocolo TCP/IP fue de aproximadamente 4ms. Con una perdida de paquetes de 0.9%. En la comunicación serial, se tiene una velocidad real de transmisión de 9600bps, con una perdida de datos de 1%.

Las velocidades de comunicación pueden aumentar, en función de los algoritmos de comunicación, de los protocolos de comunicación, del hardware utilizado.

Resultados.

A continuación se muestran alguna de las gráficas obtenidas de las pruebas realizadas, primero se presentan gráficas de Turbiedad y Conductividad para un proceso de lavado sin la aplicación del control difuso, posteriormente se presentan las gráficas ya con el controlador.

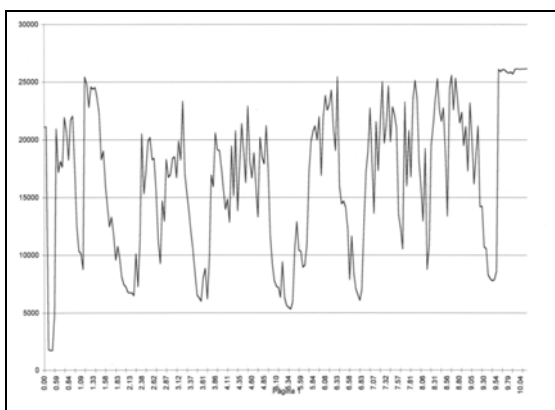


Figura 9. Turbiedad del agua sin control.

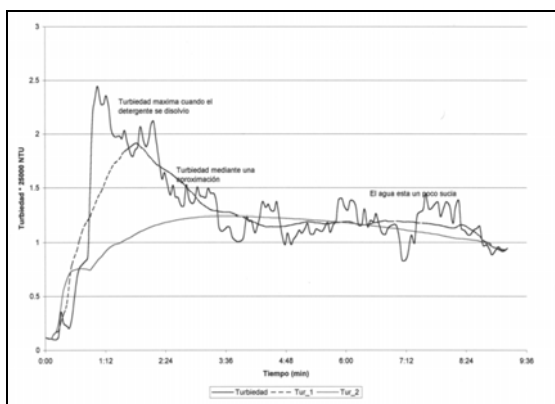


Figura 10. Turbiedad del agua aplicando el control.

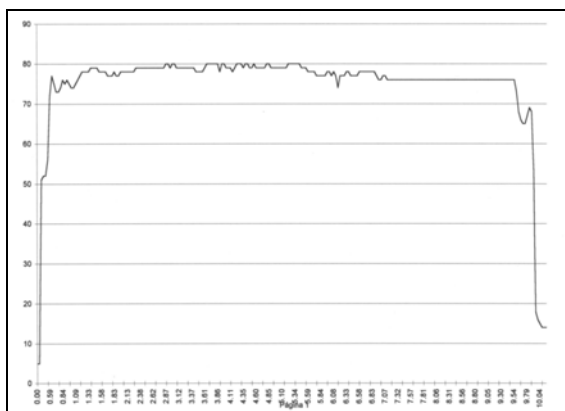


Figura 11. Conductividad del agua sin control.

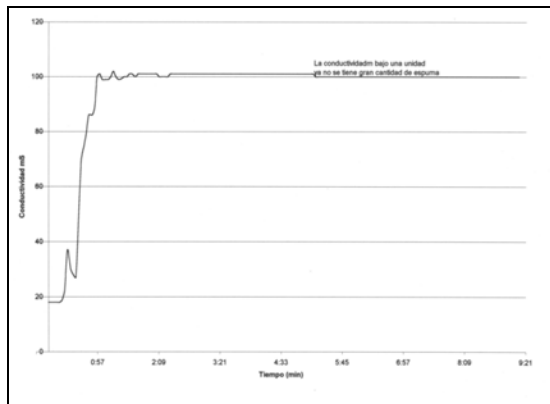


Figura 12. Conductividad del agua aplicando el control.

Conclusiones.

El desarrollo aquí presente, demuestra que el uso de la Domótica se puede realizar de una forma muy sencilla y practica con un costo muy bajo.

Los resultados obtenidos los podemos listar como sigue:

- Interfase gráfica de uso sencillo para el usuario.
- Se puede dar servicio técnico en línea.
- Se puede controlar y monitorear el proceso en tiempo real.
- El sistema puede enviar la información en un archivo de texto, o en forma gráfica.
- En caso de tener un problema con el algoritmo de control, se puede actualizar en línea.

Las velocidades de transmisión de la información, logrados son, rápidas, sin embargo, esto también depende del trafico de información en la red, así como de los protocolos de seguridad implementados en la comunicación.

Al aplicar el algoritmo de control podemos mantener la turbiedad en un rango específico, la única desventaja es que se debe agregar más agua, pero un buen logro es que como las condiciones de lavado las mantenemos estables, entonces es posible reducir el tiempo de lavado a 7.5 minutos con lo que se ahorra energía, además se tiene la seguridad de que la ropa ya no esta soltando suciedad, por que las variaciones en la turbiedad se reducen notablemente.

En cuanto a la Conductividad del agua, se logro estabilizar sin sobrepasar el nivel máximo, esto indica que la cantidad de detergente que se agrego se utilizado adecuadamente y el agua no estaba saturada, demostrando que no hay desperdicio de detergente.

Las gráficas obtenidas antes y después de utilizar las rutinas de control, nos indican que los algoritmos utilizados mantienen la turbiedad, temperatura y conductividad dentro de rangos estables, sin grandes picos o variaciones. Esto revela que el comportamiento del sistema con un control difuso es robusto, es decir que las variaciones en las condiciones de entrada no afectan al control.

Trabajo Futuro.

El desarrollo de este proyecto, da la pauta para implementar y desarrollar sistemas basados en esta tecnología, sin importar cual sea la aplicación.

Actualmente se esta aplicando el conocimiento y experiencia obtenida, en el Centro de Diseño Manufactura F.I. de la UNAM, para desarrollar un sistema de control y monitoreo para respiradores médicos. Utilizando otros protocolos de comunicación, tales como el USB, X-10, TCP/IP, por supuesto el RS-232.

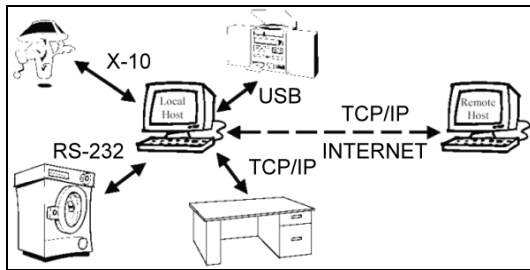


Fig. 13. Múltiples aplicaciones.

Este documento se puede consultar en:

<http://www.gc.com.mx/cdm>

Referencias.

- [1] J. Bravo, M. Ortega
Plannig in problem solving: A case study in domotics
J. Bravo, M. Ortega
ASEE/IEEE, Oct. 2000. Session T2D.
- [2] Daniel G. Schwartz, George J. Klir, Harold W. Lewis III, Yoshinori Ezawa.
Applications of Fuzzy Sets and Approximate Reasoning". Proceedings of the IEEE, Vol. 82 No.4 Abril 1994.
- [3] Industrial Fuzzy Applications, Inform GmbH. 1996.
- [4] B. Martín del Río-A. Sanz Molina
Redes Neuronales y Sistemas Borrosos,
Editorial Ra-Ma, 1997
- [5] COP8 FLASH FAMILY USER MANUAL
National Semiconductors. 2002.
- [6] APMS-10G Kit User manual, Honeywell. 1996.
- [7] HITACHI CO. LCD MANUAL. 1996.
- [8] Minassian Rafael
Desarrollo de Sistemas para Lavadoras de Ropa.
Rehúso de agua y Control Electrónico. 1998.
- [9] John. Croney
"Antropometría para el diseño.
Editorial Gustavo Gili, S.A. 1994.

Apéndice 1.

Fotos de la lavadora.

Tablero.



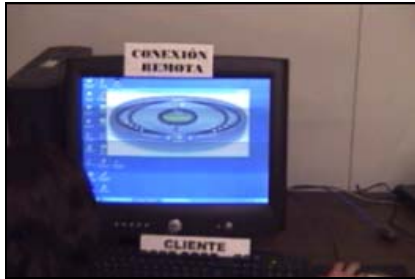
Display.



Teclado. Tipo de Ropa. Y Tipo de lavado



Cliente.



Servidor.



Lavadora.



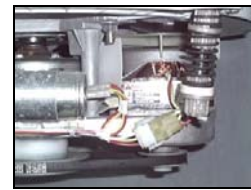
Sensores y Actuadores.



Sensor de presión.



Sensor de Turbiedad.



Motor Principal.



Válvulas de admisión de agua.



Bomba de desagüe.