

# Domótica. Desarrollo del sistema de control para un edificio inteligente

Fontana, Sebastián Alejandro<sup>(1)</sup> [sebastianfontana@outlook.com](mailto:sebastianfontana@outlook.com); Penillas, Juan Manuel<sup>(1)</sup> [juan.penillas@gmail.com](mailto:juan.penillas@gmail.com)  
Héctor Hugo Mazzeo<sup>(2)</sup> [hmgvm@yahoo.com](mailto:hmgvm@yahoo.com); José A. Rapallini<sup>(2)</sup> [josrap@gmail.com.ar](mailto:josrap@gmail.com.ar)

<sup>(1)</sup> Alumnos del Trabajo Final de Aplicaciones en Tiempo Real, <sup>(2)</sup> Profesor -Director del Trabajo

<sup>(2)</sup> CODAPLI (Proyecto Codiseño Hardware Software para Aplicaciones en Tiempo Real) – Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Plata, Calle 60 y 124, La Plata 1900, Argentina.

**Resumen**—El presente documento tiene como principal objetivo estudiar un sistema domótico típico y desarrollar un sistema de control básico para una casa o edificio inteligente. Se realizó tanto el análisis de los requerimientos como la implementación del mismo al nivel de una placa de experimentación. El control está basado en la programación de una placa Arduino cuyo código lee el estado de dos tipos de sensores y ejecuta el accionamiento de los actuadores correspondientes.

**Palabras clave:** Domótica, edificios inteligentes, Arduino.

## I. INTRODUCCIÓN

La Domótica comprende al conjunto de sistemas integrados que permiten automatizar procesos dentro de una vivienda o edificio. Algunas de las actividades más usuales que desarrolla un sistema domótico son: control automático de luminosidad y de temperatura, seguridad ante intrusos e incendios, ahorro energético (apagado automático de las luces al no detectarse movimientos por más de un determinado tiempo), detección de fuga de gas, entre otras.

En los últimos tiempos han surgido otros dos conceptos referidos a la domótica pero que tienen otro fin: *inmótica* y *urbótica*[1]. La inmótica radica en la automatización de procesos dentro de edificios como hoteles, hospitales, edificios de oficinas, centros de enseñanza, ayuntamientos, etc. Mientras que la urbótica, es un término que se utiliza para definir a las instalaciones automatizadas que se encuentran en los entornos urbanos, como pueden ser el control del alumbrado, el riego de jardines o los sistemas de seguridad de urbanizaciones mediante televigilancia.

## II. PROCESOS SELECCIONADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

El desarrollo del sistema implementado se basó en dos aspectos relevantes dentro de los sistemas domóticos: confort y seguridad. Para cada uno de ellos se definieron las magnitudes a controlar en cada caso: luminosidad y

temperatura para el primero y alarmas de incendio y de intrusión para la seguridad.

### Confort

Control de Luminosidad: la intensidad de la luz se adecua de acuerdo a la que proviene del exterior.

Control de Temperatura: el usuario establece la temperatura deseada. A través de un sensor se mide la temperatura existente en la habitación, de ser menor a la establecida por el usuario debe encenderse el calefactor, en caso contrario, el aire acondicionado, hasta alcanzar la temperatura deseada (fig. 1).

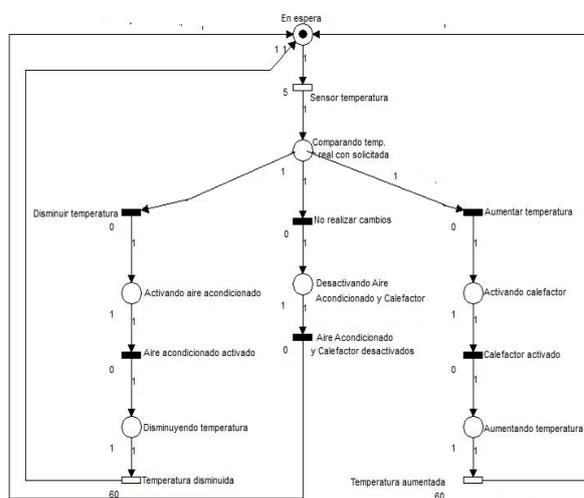


Fig. 1: Red de Petri correspondiente al control de Temperatura

### Seguridad

Ante intrusos: se coloca un sensor de movimiento para detectar si hay algún intruso en la casa. Para que la alarma suene, ésta deberá ser activada con anticipación.

Ante incendios: se coloca un sensor de humo que permitirá determinar si se produjo un incendio, en caso afirmativo hará sonar una sirena.

En la fig. 2 se muestra la red de Petri correspondiente a la detección de intrusiones y de humo

así como la activación de los elementos de alerta correspondientes.

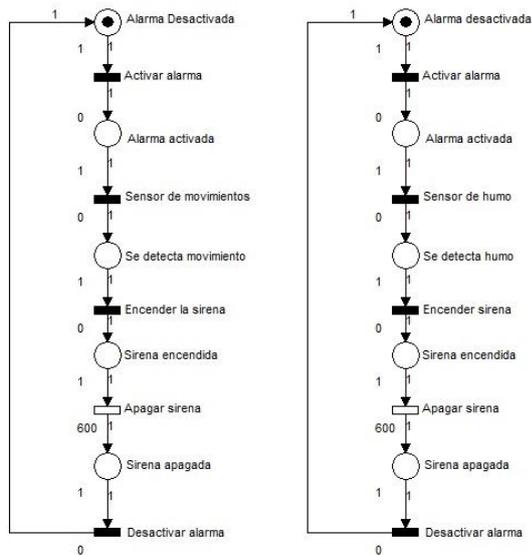


Fig. 2: Red de Petri correspondiente al control de la seguridad

#### IV. DIAGRAMA EN BLOQUES DEL MICROCONTROLADOR

En la figura 3 se puede apreciar el diagrama en bloques de un sistema microcontrolador, incluyendo los sensores y actuadores necesarios para desarrollar el sistema.

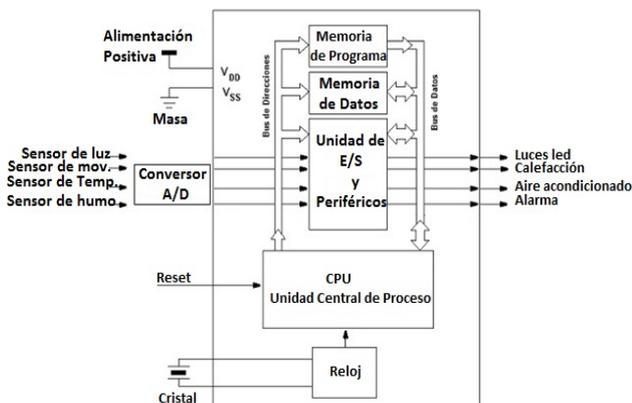


Fig. 3. Diagrama en bloques del microcontrolador

#### V. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA EN TIEMPO REAL Y REQUISITOS

El Sistema de Tiempo Real desarrollado se encuentra dentro de la categoría de los “Soft Real Time Systems”[1] o sistemas de tiempo real blandos, debido a que puede tolerar retrasos ocasionales en la respuesta de un suceso. Los requisitos se enumeran a continuación de acuerdo a su clasificación [2] (temporales, fiabilidad y seguridad y funcionales):

#### Temporales

Tal como se mencionó anteriormente, desarrollamos un STR del tipo Soft Real Time Systems[3], por lo tanto, se busca que la respuesta del sistema sea lo más rápida posible, pero esto no implica que puedan ocurrir pequeños retardos, de hecho, si ocurriesen no pondrían en riesgo la seguridad del usuario ni del inmueble donde es instalado. No obstante a ello, se pueden determinar los siguientes tiempos óptimos de respuesta (muestreo y trabajo) por parte de los sensores y actuadores:

- Sensor de movimientos: envía información cada 20 ms.
- Sensor de humo: envía información cada 20 ms.
- Sensor de temperatura: envía información cada 1 s.
- Sensor de luminosidad: envía información cada 20 ms.
- Aire acondicionado y calefactor: se enciende cada uno respectivamente hasta alcanzar la temperatura establecida por el usuario.
- Luces led y alarma: el tiempo de encendido es casi inmediato, es decir, aproximadamente unos 3 ms.

#### Fiabilidad y Seguridad:

La fiabilidad es la probabilidad de proporcionar el servicio especificado, para ello se mide el tiempo promedio hasta que se produce una falla. En lo que respecta a la seguridad, dichos fallos no deben poner en riesgo la vida de las personas, no deben afectar al medio ambiente, ni provocar pérdidas económicas al cliente que adquirió el STR. Por ello, en nuestro proyecto hemos detectado como un requisito fundamental de fiabilidad y seguridad el correcto funcionamiento de las alarmas (tanto de intrusos, como de detección de incendio), de los sensores de movimiento y de detección de humo, planteando para tal fin un mantenimiento periódico de dichos elementos.

#### Funcionales:

- Adecuar la intensidad de luz de la habitación de acuerdo a la que proviene del exterior. Para ello, se colocará un total de 20 luces led en la habitación. De acuerdo a la luz que proviene del exterior, se encenderán y apagarán de a una a la vez y se irá comparando con los umbrales preestablecidos hasta alcanzar la luminosidad deseada.
- Regular la temperatura a través de los actuadores (aire acondicionado y calefacción), de acuerdo a la provista por el usuario.
- Encender la alarma, cuando el sensor de intrusos detecte movimiento, siempre y cuando haya sido activada previamente. Se puede apagar manualmente, o bien, el sistema se encarga de hacerlo a los 10 minutos de estar encendida.
- Encender la alarma de detección de humo, cuando el sensor de detección de humo lo detecta. El funcionamiento es similar al de la alarma de intrusos, puede ser apagada manualmente, o bien, el sistema lo hace a los 10 minutos de estar encendida.

## VI. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL UTILIZADO

El sistema de control es de tipo empotrado o embebido[4]. Esto implica, que en un microcontrolador se carga una rutina en lenguaje de programación C que permite llevar a cabo todas las funciones que se mencionaron en el apartado II. Dicho microcontrolador con la rutina incorporada junto a los sensores y actuadores (ya descritos anteriormente) conformarán el Sistema Domótico.

## VII. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

### A. Componentes utilizados para el armado

El prototipo del sistema domótico fue realizado sobre una placa Arduino (modelo UNO R3). Los componentes que se utilizaron se describen a continuación, clasificados por la función que desempeñan:

- Control de luminosidad: sensor de luminosidad LDR, cuatro leds que indican la intensidad de luz ambiental, una resistencia de 220 ohms para cada led y una resistencia de 1 Kohms para el sensor LDR.
- Seguridad (incendio e intrusos): un botón (en reemplazo del sensor de humo y de movimiento), un botón que permite activar y desactivar la alarma, buzzer piezoeléctrico, una resistencia de 10K ohms para cada botón, una resistencia de 100 ohms para el buzzer. A su vez, un led celeste que indica que la alarma se encuentra activada y una resistencia de 220 ohms para el mismo.
- Control de temperatura: sensor de temperatura DHT11, led rojo (en reemplazo del actuador calefactor), led azul (en reemplazo del actuador aire acondicionado), resistencia de 10K ohms para el sensor, resistencia de 220 ohms para cada led.

### B. Explicación del funcionamiento

- Control de luminosidad: el control de luminosidad tal como se mencionó anteriormente, se compuso a través de un sensor LDR y cuatro leds que indican la intensidad de la luz ambiental. Si en el ambiente no hay luz proveniente del exterior, es decir, se encuentra totalmente oscuro, se encenderán las cuatro luces led. En cambio, si la habitación posee una intensidad de luz considerable, las luces led se mantendrán apagadas. A medida que la intensidad de luz ambiental disminuya las luces led se irán encendiendo. A su vez, se colocó un potenciómetro de 10K ohms para ajustar la configuración inicial de los leds.
- Seguridad (incendio e intrusos): para la implementación de la seguridad se utilizaron dos botones: el primero de ellos para activar y desactivar la alarma (enciende y apaga el led celeste

respectivamente); mientras que el segundo reemplaza al sensor de humo y sensor de movimiento. Cabe destacar que, si el sensor de humo detecta humo (se presiona el botón), o bien, si el sensor de movimientos detecta un movimiento (se presiona el botón), dará lugar al encendido de la sirena (buzzer) si es que la misma fue activada con anterioridad. Al ser ambas funciones similares se decidió utilizar el mismo botón en representación de ambos sensores con el fin de poder utilizar más pines de la placa Arduino para explicar mejor otras funcionalidades.

Una vez que la sirena comienza a sonar, finalizará al poco tiempo y se desactivará automáticamente. Se debe aclarar que no volverá a sonar hasta que se la active nuevamente.

- Control de la temperatura: se establece la temperatura de 24° C como la óptima, debido a que por debajo de ésta el consumo del aire acondicionado aumenta mucho y a su vez puede provocar daños en la salud. Por tanto, cuando la temperatura en el ambiente esté en 24° C no se encenderá ninguno de los actuadores. Si la temperatura disminuye, se encenderá el calefactor (representado por un led rojo), en caso contrario si la temperatura aumenta, se encenderá el aire acondicionado (representado por un led azul). Cualquiera sea el actuador encendido, se mantendrá prendido hasta que se alcancen los 24° C, y una vez alcanzados, el actuador encendido se apagará.

### C. Identificación de los componentes utilizados sobre un protoboard

En la figura 4 se pueden observar los sensores y actuadores (componentes que los reemplazan) que componen el prototipo del sistema domótico.

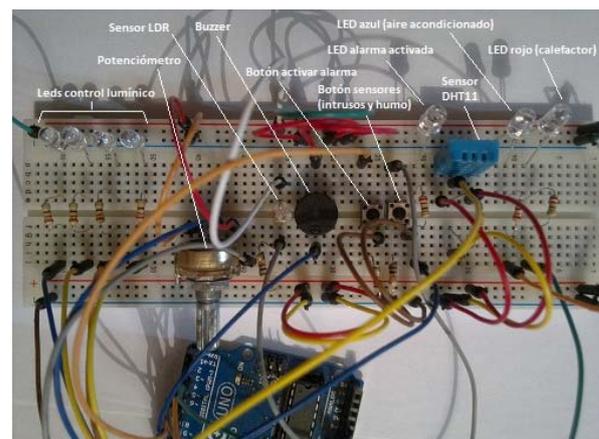


Fig 4. Vista de los componentes utilizados en el protoboard

### D. Imágenes del prototipo en funcionamiento

Se desarrolló un prototipo a nivel de simulación donde se utilizaron algunos leds para indicar el estado de algunas de las magnitudes controladas.

Para el caso del control de temperatura, se indica la activación del calefactor mediante un led rojo encendido (fig. 5).

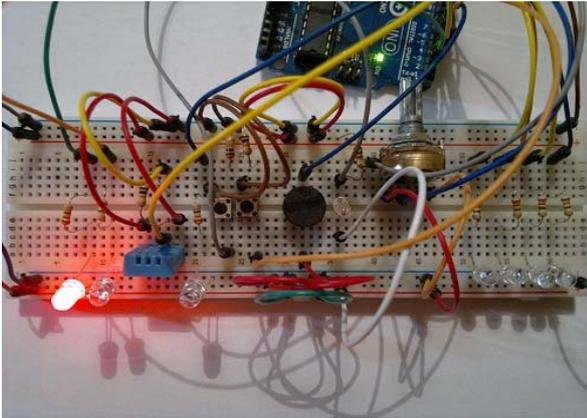


Fig 5. Led rojo indicando que el calefactor se encuentra funcionando.

En el caso que el valor de temperatura del ambiente bajo control aumente por sobre la temperatura programada (por ej. 24° C), se indicará la desactivación del calefactor mediante el apagado del led rojo. De forma similar, el encendido de un led azul es indicativo del accionamiento del aire acondicionado para condiciones de elevada temperatura ambiente (fig. 6).

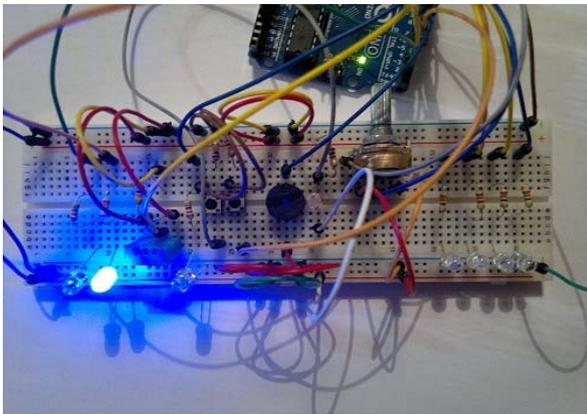


Fig 6. Led azul encendido que indica que el aire acondicionado se encuentra funcionando.

Para el caso del control de luminosidad, directamente se utiliza un grupo de leds blancos que al encenderse indican una baja luminosidad en el ambiente controlado (fig. 7).

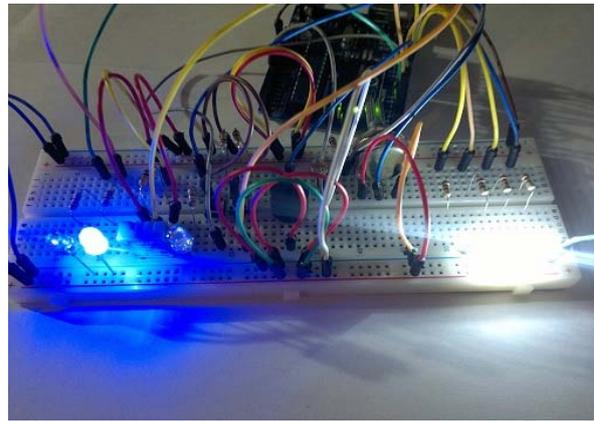


Fig 7. Al disminuir totalmente la luz ambiental, se encienden los 4 leds blancos ubicados a la derecha.

El caso de activación de una alarma se hace tanto auditivamente mediante el buzzer y también se visualiza mediante el encendido de otro led azul (fig. 8).

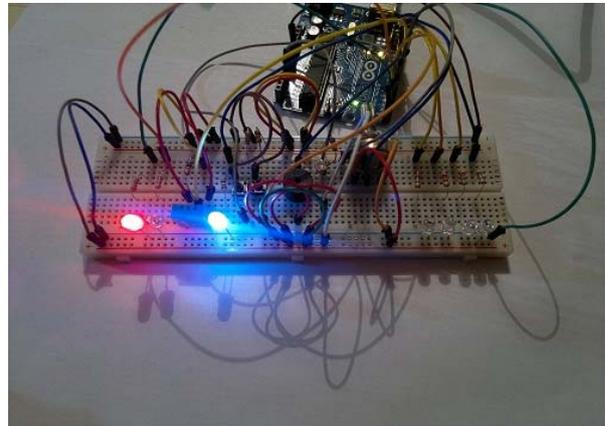


Fig 8. El led celeste encendido indica que la alarma se encuentra activada.

## VIII. CONCLUSIONES

Si bien no llegó a implementarse un prototipo completo de un sistema de control domótico, el trabajo fue útil para investigar los conceptos principales de la domótica y realizar la simulación del sistema de control de la iluminación, temperatura y seguridad de una vivienda.

## REFERENCIAS

- [1] Rubén Saavedra Silveira, "Automatización de viviendas y edificios", ediciones Ceac, pp. 9-10, 2009.
- [2] Hermann Kopetz, "Real-Time Systems, Design Principles for Distributed Embedded Applications" Springer, pp. 3-13, 2011.
- [3] Hermann Kopetz, "Real-Time Systems, Design Principles for Distributed Embedded Applications" Springer, pp. 13-17, 2011.
- [4] Robert Oshana, Mark Kraeling, "Software Engineering For Embedded Systems", Newness, pp. 7-9, 2013.