CONTROL DE TEMPERATURA DE UNA HABITACIÓN CON LÓGICA DIFUSA

CLAVE DE REGISTRO: CIN2012A20058

ESCUELA: COLEGIO INDOAMERICANO S.C. (6779)

INTEGRANTES:

PÉREZ MACOTELA BARUCH

RODRÍGUEZ VILCHIS BRAULIO AUGUSTO

ROMO GARCÍA DIEGO ENRIQUE

ASESOR:

M. en C. CARLA KERLEGAND BAÑALES

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias Fisicomatemáticas y de las Ingenierías

DISCIPLINA: Mecatrónica y Robótica

TIPO DE INVESTIGACION: Desarrollo Tecnológico

LUGAR: Tlalnepantla, Edo. de México.

FECHA: 12 de Febrero de 2013

RESUMEN

Aplicando algunos conceptos de la lógica difusa se diseñó y construyó un ventilador cuya velocidad de operación depende de la temperatura ambiente y de la presencia de algún usuario. El control de dicha velocidad se logró con una plataforma Arduino y programación en MatLab. Se utilizaron dos sensores: un sensor de temperatura LM-35 y un sensor ultrasónico de movimiento, de manera que el ventilador sólo opera al encontrarse la temperatura de la habitación y la distancia del usuario dentro de rangos preestablecidos. El ventilador funcionó correctamente por lo que se presenta como una propuesta para el ahorro de energía eléctrica.

ABSTRACT

A fan whose velocity depends on both room temperature and the presence of a user was designed and built through the application of fussy logic concepts. The control of the speed was attained by using an Arduino platform and by programming it with MatLab. Two sensors were used- a temperature sensor, LM-35, and an ultrasound movement sensor. Thus, the fan only operates within pre-established ranges of room temperature and distance from the user. Due to the proven fact that the fan functions effectively and efficiently, it is proposed as a means of saving electrical energy.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto consistió en controlar la velocidad de un ventilador dependiendo de dos variables: la distancia a la que se encuentra un objeto y la temperatura ambiente. Su funcionamiento está basado en que los sensores capten una pre-determinada temperatura y la presencia de movimiento para que el ventilador se encienda; mediante la programación el ventilador encenderá solo si existe una persona dentro del rango del sensor ultrasónico y la temperatura que detecte el sensor LM-35 sea la límite programada en *Math Works*. Si existe movimiento pero no hay una temperatura límite el ventilador no se encenderá, si hace calor y no hay movimiento tampoco se

encenderá para evitar el gasto de energía. Si el ventilador está encendido y de pronto la persona sale del rango del sensor ultrasónico el ventilador se apagará.

La lógica usada es la *lógica difusa* que se basa en lo relativo de lo observado como posición diferencial. Este tipo de lógica toma dos valores aleatorios, pero contextualizados y referidos entre sí. Tomando como estos valores a la temperatura y el movimiento, es por eso que el ventilador analiza todas las situaciones posibles, y ejecuta sólo lo que el controlador le *diga* que haga.

En el mundo real la lógica clásica, es un todo o un nada, no es capaz de resolver todos nuestros problemas: el mismo pensamiento humano va más allá de ésta. Mediante los principios de la lógica difusa se basó el planteamiento de universos para las dos variables dividiéndolos en distancia y temperatura: alta, media y baja, teniendo en cada punto del universo un diferente grado de pertenencia para cada uno de estos conjuntos. Mediante un proceso de *defuzzyficación* por el método de Mamdani se obtiene un valor con un grado de pertenencia para el universo de la velocidad, variando así la misma dependiendo de las dos variables.

Para la implementación del proyecto se utilizó un micro controlador Arduino mega 2560 y una programación con el Matlab utilizando el módulo correspondiente del controlador para el software. Se plantearon los universos de las tres variables realizando varias pruebas hasta encontrar curvas de control que cumplieran con el objetivo del proyecto utlizando la herramienta para lógica difusa contenida en Matlab.

Para los datos de entrada del micro controlador se utilizó un sensor ultrasónico para las distancias y un sensor LM35 para sensar la temperatura ambiente; se hizo uso del convertidor analógico digital de 10 bits y digital analógico de 8 bits del Arduino para las entradas y para la salida, después se llevó la salida a una etapa de potencia para poder controlar el motor del ventilador.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a los grandes cambios climatológicos que está sufriendo el planeta, hemos estado expuestos a muy altas y bajas temperaturas. Este proyecto se ha desarrollado no solamente para disminuir las fuertes temperaturas que se puedan llegar a presentar en una casa o en una habitación, sino que además tiene como objetivo reducir costos y contaminación al ambiente.
HIPÓTESIS: Es posible diseñar y construir un ventilador inteligente que permita disminuir el consumo de energía eléctrica en época de calor.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un ventilador inteligente a base de un programa controlador, que mediante un código *dicta* las órdenes a los dos sensores (movimiento y temperatura) para que ejecuten la acción deseada en el momento deseado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- El prototipo se desarrollará para una mejor facilidad de uso y ahorro de energía debido a que operará únicamente cuando la temperatura y la distancia de una persona estén dentro de del rango de los sensores controlados por el programa.
- Ahorro de energía: este prototipo podrá hacer que sea imposible perder energía si no hay una persona dentro del rango, no se podría olvidar apagarlo porque en el instante en que el usuario salga del rango el ventilador se apagará, evitando así el gasto de energía innecesario.
- Utilidad: El usuario no deberá interactuar con el prototipo después de haberlo instalado. Podrá disfrutar de un "ventilador inteligente" que actuará por sí solo cuando sea necesario para el usuario y cuando no, permanecerá apagado.
- Resultados esperados: Los resultados que se esperan en este proyecto es que sea un artículo de fácil uso y al mismo tiempo ahorre energía, estando encendido sólo cuando el ambiente y un cuerpo en movimiento lo active.
- Se espera es que este nuevo artículo sea económico y por lo tanto que mucha gente lo pueda comprar y así se puedan reducir los gastos globales de energía eléctrica

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

FUNCIONAMIENTO ARDUINO

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente. Al ser open-hardware, tanto su diseño como su distribución es libre. Es decir, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia.

Segmentar el código en funciones permite al programador crear piezas modulares de código que realizan una tarea definida y vuelven a la zona del programa en la que fueron llamadas. El caso típico para crear un función es cuando uno necesita realizar la misma acción múltiples veces dentro de un mismo programa.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida.4 Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque (boot loader) que corre en la placa.

ESTRUCTURAS DE CONTROL

Condicionales: if, if...else, switch case
Bucles: for, while, do... while
Bifurcaciones y saltos: break, continue, return, goto
Variables: En cuanto al tratamiento de las variables también comparte un gran parecido con el lenguaje C.
Constantes:
HIGH / LOW: niveles alto y bajo en pines. Los niveles altos son aquellos de 3 voltios o más.
INPUT / OUTPUT: entrada o salida
true / false.

Sensores

1. LM35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C. El LM35 no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo

externamente. La baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración hace posible que este integrado sea instalado fácilmente en un circuito de control. Debido a su baja corriente de alimentación se produce un efecto de auto calentamiento muy reducido. Se encuentra en diferentes tipos de encapsulado, el más común es el TO-92, utilizada por transistores de baja potencia.[2]

2. Sensor Ultrasónico

Los sensores de ultrasonidos son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias de hasta 8 m. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar. Estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración. Estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo han de ser deflectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco.

Este sensor al no necesitar el contacto físico con el objeto ofrece la posibilidad de detectar objetos frágiles, como pintura fresca, además detecta cualquier material, independientemente del color, al mismo alcance, sin ajuste ni factor de corrección. Los sensores ultrasónicos tienen una función de aprendizaje para definir el campo de detección, con un alcance mínimo y máximo de precisión de 6 mm. El problema que presentan estos dispositivos son las zonas ciegas y el problema de las falsas alarmas. La zona ciega es la zona comprendida entre el lado sensible del detector y el alcance mínimo en el que ningún objeto puede detectarse de forma fiable.[3]

3. Transistores

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término «transistor» es la contracción en inglés de *transfer*

resistor («resistencia de transferencia»). Actualmente se encuentran prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario: radios, televisores, reproductores de audio y video, relojes de cuarzo, computadoras, lámparas fluorescentes, tomógrafos, teléfonos celulares, etc.

El transistor consta de un sustrato (usualmente silicio) y tres partes dopadas artificialmente (contaminadas con materiales específicos en cantidades específicas) que forman dos uniones bipolares, el emisor que emite portadores, el colector que los recibe o recolecta y la tercera, que está intercalada entre las dos primeras, modula el paso de dichos portadores (base). A diferencia de las válvulas, el transistor es un dispositivo controlado por corriente y del que se obtiene corriente amplificada. En el diseño de circuitos a los transistores se les considera un elemento activo, a diferencia de los resistores, condensadores e inductores que son elementos pasivos. Su funcionamiento sólo puede explicarse mediante mecánica cuántica.

De manera simplificada, la corriente que circula por el colector es función amplificada de la que se inyecta en el emisor, pero el transistor sólo gradúa la corriente que circula a través de sí mismo, si desde una fuente de corriente continua se alimenta la base para que circule la carga por el colector, según el tipo de circuito que se utilice. El factor de amplificación o ganancia logrado entre corriente de colector y corriente de base, se denomina *Beta* del transistor. Otros parámetros a tener en cuenta y que son particulares de cada tipo de transistor son: Tensiones de ruptura de Colector Emisor, de Base Emisor, de Colector Base, Potencia Máxima, disipación de calor, frecuencia de trabajo, y varias tablas donde se grafican los distintos parámetros tales como corriente de base, tensión Colector Emisor, tensión Base Emisor, corriente de Emisor, etc. Los tres tipos de esquemas(configuraciones) básicos para utilización analógica de los transistores son emisor común, colector común y base común.[4]

4. Diodo
5.

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Este término generalmente se usa para referirse al diodo

semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos. El diodo de vacío (que actualmente ya no se usa, excepto para tecnologías de alta potencia) es un tubo de vacío con dos electrodos: una lámina como ánodo, y un cátodo.

De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I-V) consta de dos regiones: por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un circuito cerrado con una resistencia eléctrica muy pequeña. Debido a este comportamiento, se les suele denominar rectificadores, ya que son dispositivos capaces de suprimir la parte negativa de cualquier señal, como paso inicial para convertir una corriente alterna en corriente continua. Su principio de funcionamiento está basado en los experimentos de Lee De Forest.[5]

Lógica difusa

La lógica difusa (también llamada lógica borrosa o lógica heurística) se basa en lo relativo de lo observado como posición diferencial. Este tipo de lógica toma dos valores aleatorios, pero contextualizados y referidos entre sí. Así, por ejemplo, una persona que mida 2 metros es claramente una persona alta, si previamente se ha tomado el valor de una persona baja y se ha establecido en 1 metro. Ambos valores están contextualizados a personas y referidos a una medida métrica lineal.

La lógica difusa se adapta mejor al mundo real en el que vivimos, e incluso puede comprender y funcionar con nuestras expresiones, del tipo "hace mucho calor", "no es muy alto", "el ritmo del corazón está un poco acelerado", etc. La clave de esta adaptación al lenguaje, se basa en comprender los cuantificadores de nuestro lenguaje (en los ejemplos de arriba "mucho", "muy" y "un poco"). En la teoría de conjuntos difusos se definen también las operaciones de unión, intersección, diferencia, negación o complemento, y otras operaciones sobre conjuntos, en los que se basa esta lógica. Para cada conjunto difuso, existe asociada una función de pertenencia para sus elementos, que indican en qué medida el elemento forma parte de ese conjunto difuso. Las formas de las funciones de pertenencia más típicas son trapezoidal, lineal y curva.[7]

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Materiales

1.- Protoboard
2.- Arduino
3.- Cables para conectar Arduino
4.-1 diodo
5.-1 resistencia
6.- 1 transistor
7.- Sensor ultrasónico
8.- Sensor LM-35
9.- 1 motor de ventilador

Método

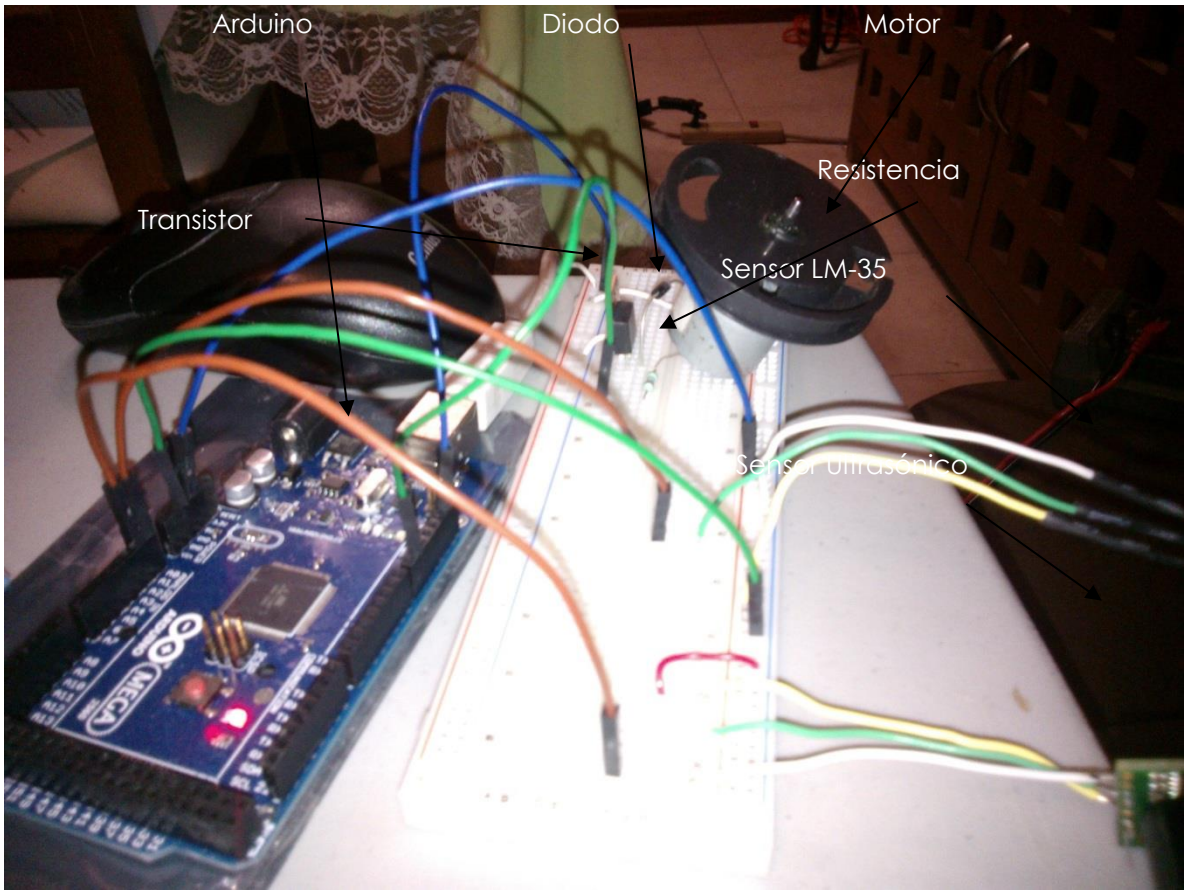
1.- En el Programa MatLab se introdujo el siguente código:

```
tmax=90;%%%%Tiempo en segundos que se repite el ciclo
t=0;
tic
while t<tmax
t=toc;
valorLM35=a.analogRead(0);
grados=100*((valorLM35*5)/1023);%%%%%%Calculo de grados en base al sensor
display(grados)
ultra=a.analogRead(1);
cm=(((ultra*5)/1023)*2.54)/.0098;%%%%%%Calculo de cm en base al sensor
display(cm)
motor=def(ceil(grados),ceil(cm));
```

```
v=ceil((motor*255)/5);%%Salida PWM del Arduino
a.analogWrite(9,v);
end
a.analogWrite(9,0);
```

2.- Se conectan las entradas de los sensores al Arduino, el cual procesa la información y se utiliza una salida PWM del Arduino para controlar la velocidad del motor.

3.- Se conecta la salida a un circuito donde se utiliza un transistor para controlar el paso de corriente hacia el motor; la salida PWM sólo sirve para controlar el paso en el transistor. Se utiliza un diodo únicamente para proteger el circuito de las corrientes inversas que pudieran venir del motor; es importante conectar todas las tierras.



RESULTADOS

El prototipo desarrollado funciona correctamente ya que se activa únicamente a las temperaturas indicadas y en presencia de un usuario. Se logró un ahorro de energía de aproximadamente 30% comparándolo con otros ventiladores convencionales. Es portátil, automático y por lo tanto de fácil uso. Su costo es reducido si se toma en cuenta el precio de los ventiladores existentes en el mercado y el ahorro de energía.

CONCLUSIÓN

El ventilador actuó de acuerdo a lo esperado. Con su fabricación en serie podría reducirse aún más su costo y podría implementarse su operación con energía solar o eólica.

FUENTES

- Tippens, Paul. (7ma Edición) (2011). Ley de Ohm, resistencia. En *Física: Conceptos y aplicaciones* (p. 537). México D.F., México: McGraw-Hill.
- Ceballos, Javier. (2da Edición) (2010). Prólogo. En *Enciclopedia de Microsoft Visual Basic* (p. 26). Madrid, España: RA-MA Editorial.
- Margolis, Michael. (1era Edición) (2011), *Arduino Cookbook*. California, EE. UU.: O'Reilly Media
- Allan, R. *Electrónica*. Editorial Prentice Hall, 2002, España.
- Pleite, J. *Electrónica Analógica para ingenieros*. Editorial Mc Graw Hill. 2009, México.

FUENTES DE INTERNET

[1] http://arduino.cc/es/Reference/FunctionDeclaration

[2] http://es.wikipedia.org/wiki/LM35

[3] http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultrasonico

[4] http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2008/04/transistores.pdf

[5] http://www.dte.uvigo.es/recursos/potencia/ac-dc/archivos/diodo.html