

Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación

JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, J. Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS, David

Universidad Tecnológica de Querétaro, Av. Pie de la cuesta #2501, División Industrial, Unidad Nacional, Querétaro, Qro., México C.P. 76148.

Recibido Marzo 21, 2015; Aceptado Septiembre 24, 2015

Resumen

En la Universidad Tecnológica de Querétaro se trabaja constantemente en el impulso al desarrollo sustentable, una muestra de ello son las acciones que contribuyan con el ahorro de energía eléctrica. Si bien las principales actividades orientadas al ahorro de energía se centran en la sustitución de luminarias, el desperdicio de energía asociado al mal uso que se da a la iluminación, representa un factor significativo que afecta los costos del servicio, con la finalidad de mermar la dependencia del factor humano para el control de encendido y apagado de la iluminación, se propone el diseño e instalación de un Tablero Inteligente Básico Para Ahorro de Energía en Iluminación, cuyo principal elemento es un detector de corriente que permita identificar a distancia cuando el sistema de iluminación se encuentra en estado de encendido, siendo una variable más fácil de manejar e integrar a la programación del tablero automático.

Sensor, Iluminación, ahorro.

Abstract

In the Technological University of Queretaro working constantly in promoting sustainable development, an example of this, are the actions that contribute to saving electricity. While the main activities aimed at saving energy is focused on replacing fixtures, energy waste associated with the misuse gives lighting represents a significant factor affecting service costs, with the aim of reducing the dependence on human factor for the on-off control of lighting, design and installation of a BASIC SMART BOARD FOR ENERGY SAVING LIGHTING proposed, whose main element is a current detector that identifies away when the lighting system is on-state, one easier to manage and integrate programming board automatic variable.

Sensor, lighting, saving.

Citación: JAMAICA-GONZÁLEZ, Alejandro, ORTEGA-ZERTUCHE, J. Gerardo, GUERREO-ORDAZ, Salvador, CONDE-SALINAS David. Sensores de corriente aplicados al ahorro de energía en iluminación. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. 2015, 2-5: 224-229

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ajamaica@uteq.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La estrategia principal del programa institucional de ahorro de energía se centra en la sustitución de luminarias de baja eficiencia por otras de mayor eficiencia, sin embargo con base en un monitoreo en ciertas áreas, se puede observar el gran desperdicio de energía, generado por el mal uso de la iluminación, en particular aulas vacías que tienen las luminarias encendidas.

En el estudio realizado se observa que al día permanecen en promedio tres salones con la luz encendida y sin actividad durante 2 horas, lo cual genera un desperdicio económico así como una afectación al medio ambiente. Actualmente por parte del cuerpo académico de Mantenimiento Industrial se está desarrollando un tablero que merme la dependencia del factor humano para el encendido y apagado del sistema de iluminación de aulas, uno de las variables que reconoce el estado del sistema (on/off), es la corriente (Amperes) que demanda los circuitos de alumbrado, si bien existen tableros inteligentes que brindan la protección, monitoreo y control de los sistemas de iluminación mediante, se limita a un control de tiempo y no de estado. El circuito aquí propuesto tendrá la capacidad de integrarse fácilmente al tablero automático, además su versatilidad en su programación, podría ser una opción para ejecutar otras funciones.

Desarrollo

Introducción

Dentro de la Universidad Tecnológica de Querétaro, se trabaja en el ahorro de energía; un área de oportunidad para disminuir los costos por concepto de energía eléctrica, es la iluminación, con las tecnologías actuales la estrategia principal es la simple sustitución por modelos más eficientes.

Un ejemplo de ello es la sustitución de T12, que es un tipo de luminaria que consume 39 watts a T5 o T5 led, que consumen entre 20 y 28 watts respectivamente.

Sin embargo, se evidencio en un estudio que el elemento humano es un gran factor que propicia el desperdicio de energía, por lo que, con base en el marco de sustentabilidad, se pretende disminuir la dependencia.

Actualmente se desarrolla un tablero eléctrico (Fig.-1) para el control del encendido y apagado automático de la infraestructura dedicada a la iluminación, con la cualidad de adaptarse fácilmente a la instalación actual así como interactuar con sensores de presencia y de medición, el prototipo se centra en hacerlo económico y de fácil manejo para el usuario.

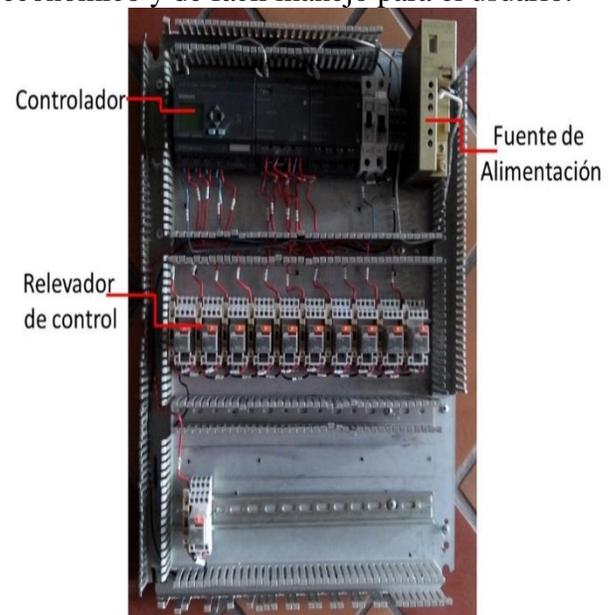


Figura 1

Uno de los elementos que genera un alto costo en la inversión, es el uso de sensores de corriente de detección indirecta con salida a relevador (Relay), este componente está diseñado principalmente para la medición, ya que puede ajustar el disparo del Relay de acuerdo a un valor deseado, lo cual excede las necesidades del prototipo. (Fig.-2)

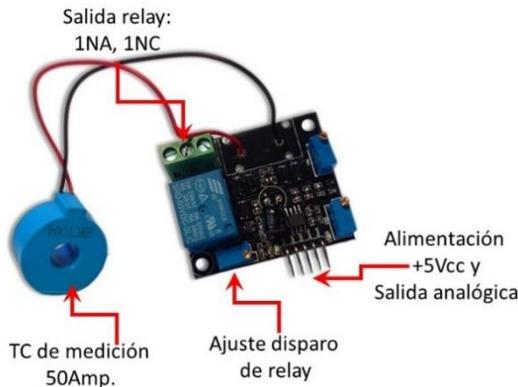


Figura 2

Evaluación de Desperdicio

Como parte de la sustentación del proyecto, se consideró el análisis de desperdicio de energía que se realizó en el edificio “F”, en el mes de Febrero del año en curso. A continuación se presenta dicho análisis.

Impacto energético

Para saber el desperdicio de energía que existe en la universidad, se decidió que por 30 horas durante 5 días, se analizarían los salones de la planta baja y los de la planta alta, que conforman el edificio F, tomando en cuenta que la luminaria no es la misma, se realizó el estudio que se presenta en la tabla 1.0

Planta Alta						
Días / horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total Salones
13hr	1	0	0	0	0	1
14hr	0	0	0	0	0	0
15hr	1	1	1	1	0	4
16hr	0	0	1	0	1	2
17hr	0	0	0	0	0	0
18hr	0	0	0	0	0	0
Total Hrs al día	2	1	2	1	1	
De 30 horas analizadas en una semana 7 horas fueron desperdicio, por lo tanto:						
Si 30 hrs = 100 % analizado, 7 Hrs = 23.5% de DESPERDICIO						
Equivalente a 1 Hr 24min AL DÍA de 7 salones encendidos con lampara T5x28Watts						

Planta baja						
Días / horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total Salones
13hr	0	0	0	0	0	0
14hr	0	1	0	1	0	2
15hr	1	1	1	0	1	4
16hr	0	0	0	2	0	2
17hr	0	0	0	1	0	1
18hr	1	1	1	0	0	3
Total Hrs al día	2	3	2	4	1	
De 30 horas analizadas en una semana 12 horas fueron desperdicio, por lo tanto:						
Si 30 hrs = 100 % analizado, 12Hrs = 36% de DESPERDICIO						
Equivalente a 1Hr AL DÍA de 12 salones encendidos con lampara T12x39w						

Tabla 1.0 Análisis de desperdicio

Con la información obtenida se evaluó el impacto energético y económico, que dio como resultado la justificación para buscar alternativas de mejora.

Justificación

El presente proyecto forma parte de una serie de actividades orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en iluminación, asociadas al programa de ahorro de energía de la institución.

Aprovechar los medios humanos y materiales disponibles en la institución, para la generación de tecnología orientada a optimizar el recurso económico requerido en los proyectos institucionales.

Se avanza en el cumplimiento del marco de Universidad Sustentable.

Objetivo General

Este proyecto tiene como objetivo el diseñar e integrar los componentes necesarios para desarrollar un circuito electrónico que realice la función de los sensores de corriente pero a un menor costo a los utilizados originalmente.

Metodología

Se realizó una investigación de campo con la finalidad de identificar tecnologías que pudieran ser utilizadas en sustitución de los sensores de corriente.

Se experimentó con circuitos alternos, se evaluaron en lo operacional, lo económico y en su capacidad de adaptabilidad a las necesidades. A partir de la experimentación, se desarrolló e implemento un prototipo, se evaluó y ajusto su operación.

Diseño

El prototipo se centra en el uso de una tarjeta Arduino, la cual es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida, por su sencillez y bajo costo permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación. Se programa en el ordenador para que la placa controle los componentes electrónicos.

La tarjeta Arduino facilita la interacción con elementos periféricos (Fig.-3), de los cuales se obtiene información, posteriormente esta es procesada de acuerdo a un programa definido.

El ACS712 es un sensor basado en el efecto hall, puede brindar mediciones precisas para corriente alterna. El ACS712 entrega voltaje analógico que varía linealmente de acuerdo con la corriente censada. Es Compatible con cualquier microcontrolador incluyendo el Arduino

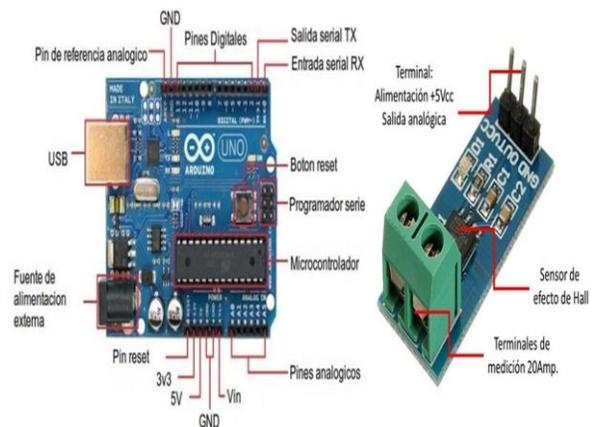


Figura 3

En una primera etapa se realizaron pruebas de operación con un prototipo (Fig.-4), que si bien era limitado en su capacidad de elementos a controlar, sus funciones y programación serian la misma para el circuito proyectado.

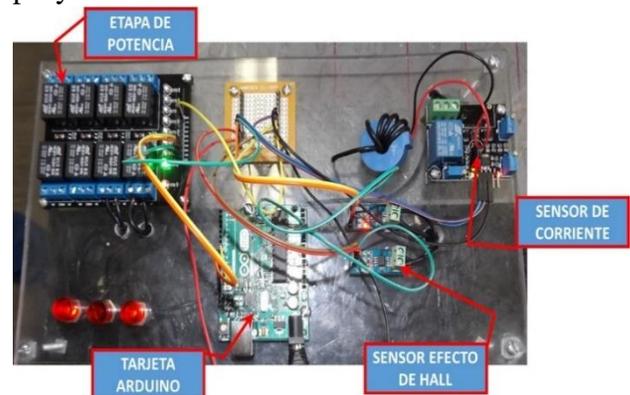


Figura 4

Este prototipo permitió identificar áreas de mejora, en especial en la conectividad y en el programa propuesto.

El sensor de corriente de efecto hall, se conecta en serie con la intensidad requerida por los circuitos de iluminación, detecta los cambios de frecuencia así como de amplitud de la corriente eléctrica, convirtiendo la señal censada en una contraparte analógica, la cual es detectada por la tarjeta Arduino, la experimentación previa identifico al cambio de frecuencia, como la variable sujeta de procesar.

El programa se divide en tres etapas:

✓ *Declaración de variables (Fig.- 5).*

```
long rango=1;
long ultimamedicion;
int ciclo=0;
int cambiodeciclo=0;
int picodetension;
int valledetension=1023;
long contadorvisualizacion;
long contadorciclo;
int ledPin=8; // Pin 8
int ledPin1=7; // Pin7
long rango1=2;
long ultimamedicion1;
int ciclo1=0;
int cambiodeciclo1=0;
int picodetension1;
int valledetension1=1023;
long contadorvisualizacion1;
long contadorciclo1;
```

Figura 5

✓ *Detección de cambio de frecuencia (Fig.- 6).*

```
Serial.print(" Hz=");
Serial.println(contadorciclo1);
if(contadorciclo1<63)//
{
digitalWrite(ledPin1,HIGH);
} else {
digitalWrite(ledPin1,LOW);
}

rango=(1+((picodetension1-valledetension1)/5)); // SE CALCULA EL RANGO MÁS ADECUADO PARA LA SEÑAL, CON EL F
contadorvisualizacion1=micros(); // SE ASIGNA A LA VARIABLE CONTADORVISUALIZACIÓN EL TIEMPO EN MICROSEGUNDOS
picodetension1=sensorValue1; // SE ASIGNA A LA VARIABLE PICODETENSÓN EL VALOR DE LA TENSIÓN LEIDA POR EL PUER
valledetension1=sensorValue1; // SE ASIGNA A LA VALLEDETENSÓN EL VALOR DE LA TENSIÓN LEIDA POR EL PUERTO ANAL
contadorciclo1=0; // SE PONE A CERO LOS CICLOS CONTADOS O HERCIOS.
}

if (sensorValue1 >= ( ultimamedicion1+rango1 ) // La salida 2 pasa a 1 logico si la tensión medida en la entrada a
{
ultimamedicion1 = sensorValue1; // SE ASIGNA A LA VARIABLE ULTIMAMEDICION EL VALOR LEIDO POR LA ENTRADA ANALÓGI
ciclo1=1;
```

Figura 6

✓ *Disparo de salidas digitales hacia una etapa de potencia (Fig.-7).*

```
Serial.begin(9600);
pinMode(A0, INPUT);
pinMode(ledPin,OUTPUT);
pinMode(A1, INPUT);
pinMode(ledPin1,OUTPUT);
}

void loop() {

long sensorValue = analogRead(A0);
long sensorValue1= analogRead(A1);

if (micros())>contadorvisualizacion+1000000)
{
Serial.print(" Hz=");
Serial.println(contadorciclo);
if(contadorciclo<63)//
{
digitalWrite(ledPin, HIGH);
} else {
digitalWrite(ledPin, LOW);
}
rango=(1+((picodetension-valledetension)/5));
contadorvisualizacion=micros();
picodetension=sensorValue;
```

Figura 7

Integración de elementos

A la par que se desarrolló el programa, se fueron integrando lo elementos en una platina de acrílico (Fig.- 8):

- Tarjeta Arduino Mega.
- Etapas de potencia de 4 y 8 salidas digitales
- Conectividad a sensores de efecto hall

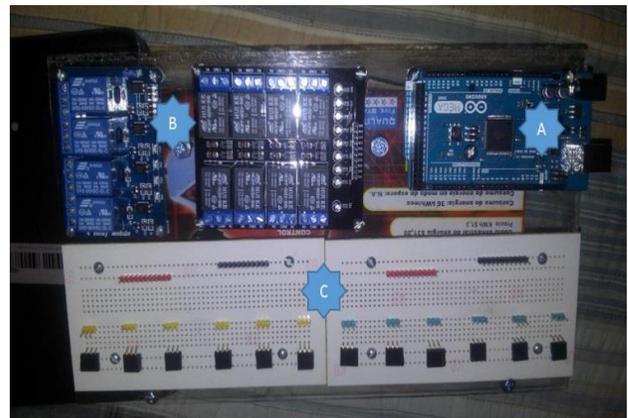


Figura 8

Posteriormente se integró al tablero (Fig.-9) para el cual fue diseñado, se realizaron pruebas de funcionamiento y corrección de fallas asociadas al programa y a la conectividad.

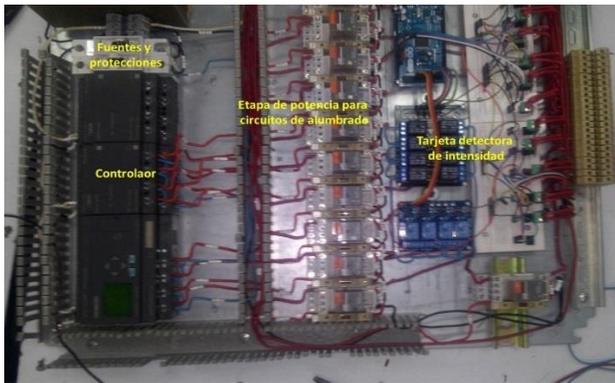


Figura 9

Proyección

El proyecto se concluyó con la instalación del prototipo Tablero Inteligente Básico Para Ahorro de Energía en Iluminación, el circuito detector de corriente resultó ser fácil de integrar y versátil, ya que mediante software se pueden realizar acondicionamiento de las señales de una manera simple, lo que lo hace una alternativa viable para que opere como el controlador maestros del tablero.

Cabe mencionar que se instaló un medidor de energía tipo tarifa, con el fin de saber el ahorro y compararlo entre un edificio que cuenta con el sistema y otro que es dependiente del factor humano, por lo que se tendrán que tomar cada mes las mediciones que este equipo arroje.

Resultados

La combinación de la tarjeta Arduino y el sensor ACS712, en conjunto con una etapa de potencia, son una alternativa viable que permitirá la sustitución de los sensores, disminuyendo en más del 40% del costo, con la ventaja de disminuir espacio así como la versatilidad que permite en tener un componente configurable.

Durante el desarrollo del prototipo, se pudo evidenciar que las funciones de la tarjeta Arduino, pudiera ser una alternativa para ser usada como un controlador general, se sugiere experimentar en este sentido.

Conclusiones

Como se comentó, existen equipos que pudieran realizar funciones semejantes a este prototipo, sin embargo con la gran desventaja de su costo, una vez que nuestro equipo esté operando y se obtengan los primeros resultados, podremos contar con el marco de referencia que nos permita tomar decisiones para su uso cotidiano y/o bien pensar en otra alternativa que permita la automatización orientada a la no dependencia del factor humano para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en iluminación.

Referencias

Mecatronicatip. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de Mecatronicatip:
http://www.mecatronicatip.com/e107_files/downloads/cursobasmtiptoshi.pdf

Mes-sigma.net. Recuperado el 03 de Junio de 2014, de Mes-sigma.net:
<http://www.mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Capacitivos.pdf>

Mes-sigam.net. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de Mes.sigma.net:
<http://www.mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Ultrasonicos.pdf>

Microautomación. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de Microautomación: