

SISTEMA TEMPORIZADO DE ILUMINACIÓN CON ENCENDIDO Y APAGADO AUTOMÁTICO

Motta Yépez, Mairelsy del Carmen, Henry Romero.

henryromero16@gmail.com,

UNEXPO, Ciudad Guayan

Resumen: Se propone un prototipo para aplicaciones domóticas que permita un mejor uso de la energía eléctrica en el hogar. Consiste en un sistema temporizado de iluminación con encendido y apagado automático usando un sensor de movimiento Piroeléctrico C-7288. La investigación es de tipo proyectiva y tiene por resultado la construcción de un prototipo que posee una fuente de voltaje AC-DC sin transformador y es controlado a través de una interfaz de usuario para seleccionar el tiempo de iluminación y el funcionamiento manual o automático del mismo.

Palabras clave: Domótica/ Automatización/ Sensor de Movimiento/ Temporización/ Ahorro Energético.

TIMED LIGHTING SYSTEM WITH AUTOMATIC ON/OFF

Abstracts: Proposes a prototype home automation applications that allow better use of electric energy at home. It is a timed lighting system with automatic on/off using a Pyroelectric Motion Sensor C-7288. The research is projective and results in the construction of a prototype that has a supply voltage AC-DC transformerless, and is controlled through an user interface to select the time of illumination and the operation manual or automatic of the equipment.

Key words: Home Automation/ Automation/ Motion Sensor/ Time Delay/ Energy Saving.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en Venezuela, la necesidad de ahorrar energía eléctrica se vuelve cada vez mayor, sin embargo, las nuevas tecnologías implementadas para contribuir con una mejor utilización de la energía son creadas en el exterior, de modo que los equipos tienden a ser costosos para la población venezolana.

Los constantes avances tecnológicos dedicados a la automatización de la vivienda, con la finalidad de brindar confort, seguridad y facilitar el ahorro energético, han despertado en el hombre actual, un gran interés en el uso de equipos que ayuden a mejorar su calidad de vida. Esta área de especialización es la denominada domótica (Asociación Española de Domótica, 2011) (1).

Es importante que el venezolano de la actualidad apoye la innovación tecnológica nacional, con el propósito de que implementen también, equipos propios en el hogar y en el lugar de trabajo. Por dicha razón, la presente investigación beneficia principalmente a la población, ya que, se dirige a la solución de una problemática que día a día va siendo cada vez mayor, que es la necesidad de disminuir el uso inconsciente de la luz eléctrica, para así, evitar la limitación de dicho servicio.

La metodología utilizada es de tipo proyectiva, ya que consiste en la elaboración, creación y diseño de una propuesta orientada a solucionar un problema social, a partir del diagnóstico de las necesidades que existen actualmente.

En el presente artículo se describirá el diseño del prototipo, la metodología empleada en el desarrollo del mismo y los instrumentos requeridos para el logro de la investigación. Asimismo, se presentarán los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados y la interpretación de los mismos, de la cual se derivan las conclusiones del trabajo.

II. DESARROLLO

1. Métodos y Materiales

La presente investigación se trata de un diseño de ingeniería aplicada, la cual corresponde al diseño e implementación de un sistema temporizado de iluminación con encendido y apagado automático usando un sensor de movimiento piroeléctrico (PIR) C-7288. Este, proporciona automatización inteligente a la vivienda de modo que el control del encendido de luces se haga mediante la acción del sensor. El prototipo a construir posee un selector de tiempos para determinar la duración del encendido de una lámpara y la opción de que el usuario realice el control manualmente.

El tipo de investigación es proyectiva. Según Hurtado (2008) (2), este tipo de investigación consiste en la elaboración de una propuesta o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social o de una institución, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento. La investigación proyectiva involucra creación y diseño.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, se requirió el uso de simuladores tales como Proteus versión 7.5 y Pspice versión 9.2, con el fin de determinar las conexiones y observar el comportamiento de algunos componentes del diseño, además, se usó una de las aplicaciones de Proteus conocida como Ares, con el propósito de realizar el diseño del

circuito que debe ir impreso en la PCB para lograr la construcción del prototipo. A continuación se muestra una breve descripción de estas herramientas computacionales.

Programa Proteus v-7.5: es un software eficiente que permite realizar la conexión entre circuitos de manera sencilla y conocer el modo de funcionamiento de componentes electrónicos, así como el estado en el cual se encuentra el proceso del sistema una vez inicializada la simulación.

Programa Pspice v-9.2: es un programa que permite analizar prácticamente todas las fases del diseño de un circuito electrónico. Mediante la simulación de los circuitos, es posible conocer teóricamente la cantidad de corriente y voltaje que pasa por cada componente a través de gráficas que muestran el comportamiento en cada punto del sistema.

Es importante que antes de elaborar el montaje, se realicen los esquemas eléctricos y las simulaciones convenientes, de modo que se pueda optimizar el comportamiento del circuito y asegurar que el mismo funcione como se espera, a pesar de que en el montaje físico el comportamiento de éste, puede diferir ligeramente debido a las tolerancias de los componentes, la conexión de los cables, las interferencias electromagnéticas, entre otros.

Por otra parte, se utilizó el multímetro como equipo electrónico, con el fin de realizar las pruebas en físico del diseño, es decir, para medir y observar las características de los componentes y el comportamiento de los circuitos, una vez que ya han sido montados en la tabla de prueba (protoboard).

El multímetro es un instrumento de medición que ofrece la posibilidad de medir distintos parámetros eléctricos y magnitudes en el mismo dispositivo, tales como, resistencias, capacitancias, voltaje, corriente, entre otros.

2.Procedimiento para la recolección y procesamiento de la información

El procedimiento llevado a cabo para lograr el diseño y elaboración del sistema propuesto en la investigación, es el siguiente:

- a) Recolección de datos e información acerca de los temas relacionados con la investigación.
- b) Análisis y estudio de cada uno de los componentes a utilizar en el diseño, a través del uso de datasheets y de los programas de simulación nombrados anteriormente.
- c) Búsqueda y análisis de fuentes electrónicas que proveen circuitos AC/DC sin el uso de transformadores.
- d) Pruebas con el sensor de movimiento PIR C-7288 para obtener el rango de variación de voltaje del sensor a la salida de uno de sus pines, ya que de esto depende la realización del circuito de acondicionamiento externo del mismo, el cual forma parte del circuito de control del sistema.
- e) Diseño del circuito de control del sistema junto con la interfaz de manejo, la cual está conformada por un interruptor on/off para la selección del modo de funcionamiento (manual o automático), un potenciómetro analógico para seleccionar el tiempo de encendido del bombillo (1 minuto, 5 minutos o 10 minutos) y un pulsador para la inicialización del prototipo, cuya finalidad es permitir que el sensor realice una captura del lugar antes de entrar en funcionamiento.
- f) Diseño del circuito de potencia del sistema utilizando un optoacoplador para aislar el circuito de control del circuito de potencia y un triac como dispositivo de potencia conectado a una carga (lámpara) alimentada con la red eléctrica de 117V.
- g) Simulación de la fuente de alimentación sin transformador, cuyos componentes fueron calculados con la ayuda de un documento en Excel ubicado en la web y colocado en el CD adjunto al presente informe.
- h) Cálculo de la potencia mínima requerida por las resistencias de la fuente de alimentación, para asegurar que puedan soportar la cantidad de corriente que pasará a través de ellas.
- i) Integración del circuito de control con el circuito de potencia del sistema, conectándolos a la fuente de poder, para realizar posteriormente el prototipo del sistema completo.
- j) Elaboración del prototipo en el protoboard con los componentes utilizados en los programas de diseño.
- k) Realización de las pruebas requeridas para demostrar el correcto funcionamiento del prototipo.
- l) Construcción del prototipo en una tarjeta de circuito impreso o PCB y realización de las pruebas requeridas una vez más, para garantizar su funcionamiento.

A continuación en la Figura 1 se muestra un esquema, desglosando el sistema en etapas, con el fin de visualizar los pasos llevados a cabo para la construcción del prototipo.

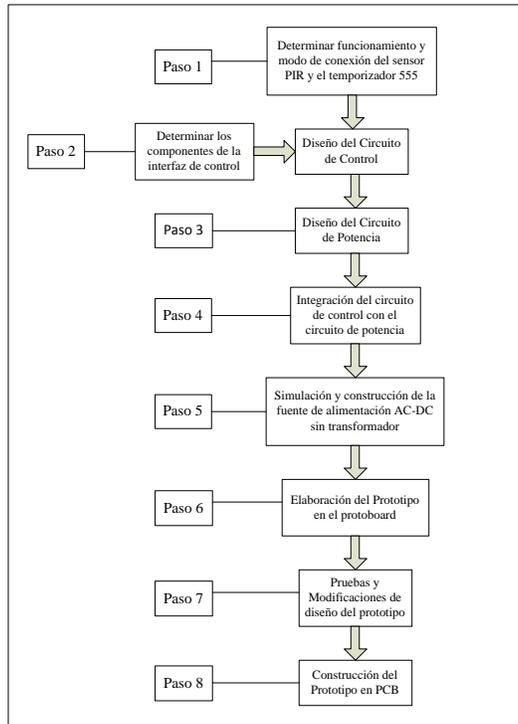


Figura 1. Esquema del procedimiento a seguir para el logro de la construcción del prototipo.

III.RESULTADOS

En la Figura 2 se presenta un diagrama de bloques del sistema. Seguidamente, se explicarán cada una de las etapas del mismo y los cálculos de diseño realizados.

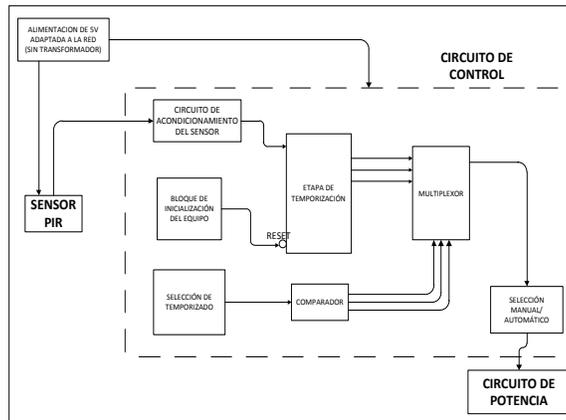


Figura 2. Diagrama de bloques de un sistema temporizado de iluminación con encendido y apagado automático.

Como se observa en el diagrama, la información proveniente del sensor es procesada mediante el circuito de control, el cual está integrado con la red de energía eléctrica y añade la inteligencia al sistema. De la salida de este, se conecta el actuador que permite la regulación de la iluminación.

Una de las etapas del diseño la constituye el circuito de control junto con la interfaz de usuario. Por una parte, se encuentra el circuito de acondicionamiento externo del sensor, el cual genera los niveles de 5V cuando el sensor está monitoreando el lugar sin detectar presencia y 0V cuando el mismo percibe movimiento en su rango de detección. La salida de este circuito se conecta al pin 2 (trigger) de cada uno de los temporizadores 555 de la Figura 3.

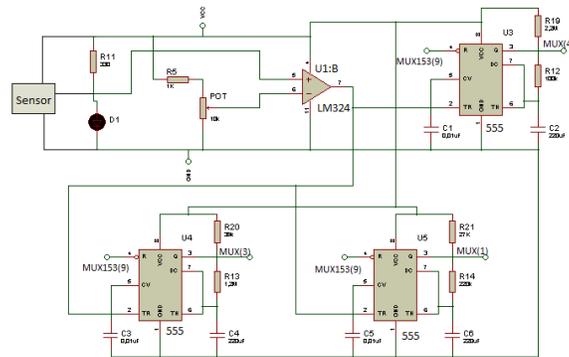


Figura 3. Circuito de acondicionamiento externo del sensor y temporizadores de 1, 5 y 10 minutos.

De acuerdo a la Figura anterior, el circuito de acondicionamiento externo del sensor está conformado por un amplificador operacional (OP-AMP) como comparador. En el terminal negativo del comparador se fija un voltaje de aproximadamente 2V con el potenciómetro de 10K y se asume la resistencia de 1K, conectada en serie.

Por consiguiente, cuando el sensor detecta movimiento y su voltaje disminuye a aproximadamente 1.5V, el OP-AMP compara este valor con el de 2V y como es menor, en la salida se genera 0V. En el caso contrario, cuando el sensor no detecta movimiento su voltaje de salida se encuentra en aproximadamente 3.5V entonces como este valor es mayor a 2V, el comparador genera en su salida el voltaje de la fuente de alimentación para mantener en un nivel alto la entrada del pin 2 de los temporizadores.

Asimismo, cuando se produce el cambio repentino de un '1' lógico a un '0' lógico dicha reacción genera un flanco de bajada que activa a todos los temporizadores. El temporizador U3 corresponde al tiempo de 10 minutos, U4 corresponde a 5 minutos y U5 a 1 minuto. Estos tiempos se determinan con las resistencias y el condensador que están conectados a los pines 6 y 7 de dichos temporizadores, para calcularlos se utiliza la ecuación 1 para configuración como monoestable de un 555.

$$T = 1,1 * R * C \quad \text{Ec. 1}$$

En la ecuación anterior se sustituye el tiempo que se quiere obtener en T y se asume el valor del condensador que se desee emplear en C. Despejando R se obtiene entonces el valor de la resistencia.

Se debe tomar en cuenta, que al momento de la implementación, el tiempo tendrá un margen de error, debido a la diferencia que existe entre los valores teóricos y los valores reales de las resistencias y capacitores.

Por otra parte, en la Figura 3 se puede observar que en los pines 3 y 4 de los temporizadores van otras conexiones. La salida de un multiplexor está conectada al pin 4. Este multiplexor es un 74LS153 que conforma el circuito de acondicionamiento del pulsador que inicializa el equipo una vez conectado a la red eléctrica. Dicho pulsador pertenece a la interfaz de control del equipo y los componentes asociados a él se muestran en la Figura 4.

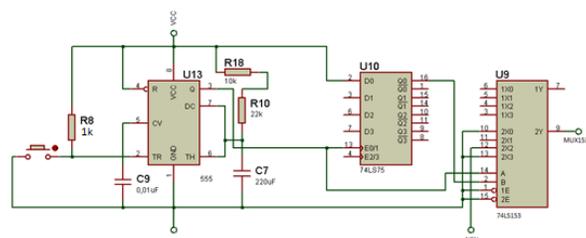


Figura 4. Circuito de acondicionamiento del pulsador que inicializa el sistema.

El pulsador al ser presionado, genera un pulso de bajada en la entrada del pin 2 del temporizador y lo activa, manteniendo en su salida un '1' lógico durante 1 minuto. El nivel lógico a la salida del 555 genera cambios en la entrada del 74LS75 (latch tipo D) y por ende, también en la salida de dicho dispositivo, que inicialmente se encontraba en '0' lógico y luego pasa a '1' lógico. Luego de que el temporizador vuelve a su estado inicial, el estado de la salida del tipo D se mantendrá igual (en '1' lógico).

Tanto la salida del 74LS75 como la salida del temporizador 555, seleccionan conjuntamente la entrada que pasará a la salida en el multiplexor 74LS153. Cuando en las entradas A y B del multiplexor, el número binario es 00 ó 11, en la salida

estará un nivel bajo de voltaje que mantendrá inactivo a los temporizadores de la figura 3; cuando el número binario es 10 entonces dependerá del estado de un transistor NPN que se encuentra en el bloque de selección manual/automático del equipo.

Por otra parte, los pines de salida (3) de los temporizadores de la figura 3 se conectan a diferentes entradas de un multiplexor 74LS151 que se encarga de seleccionar cuál de los tres temporizadores activará el optotriac para encender la lámpara. Para realizar esta selección, el multiplexor posee tres entradas que deberán colocarse en unos o ceros y dependiendo del número binario que se forme, colocará a la salida la entrada que corresponde al número binario seleccionado.

Los componentes conectados a las entradas de selección del multiplexor, corresponden a un circuito que contiene el segundo elemento de la interfaz de control, el potenciómetro analógico. Las conexiones y componentes se muestran en la Figura 5.

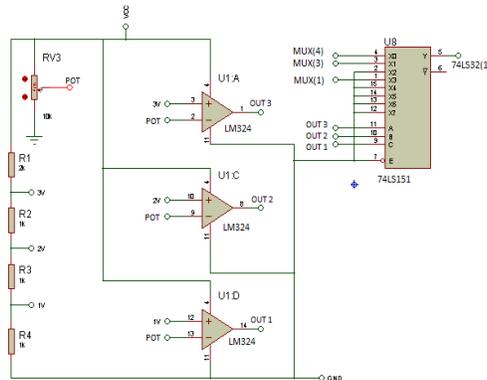


Figura 5. Bloque de selección de temporizado con el potenciómetro analógico.

Las resistencias conectadas en serie consumen voltajes diferentes dependiendo de su valor de impedancia; al ser alimentadas con 5V, este voltaje se divide entre todas ellas de modo que se puede obtener en distintos puntos valores de 3, 2 y 1V, los cuales se utilizan como punto fijo de comparación en los terminales positivos de los amplificadores operacionales que se muestran en el circuito de la figura anterior.

Al variar manualmente el potenciómetro analógico conectado entre la alimentación y tierra, se aumenta o disminuye el voltaje medido en el terminal central, el cual se conecta a los terminales negativos de los amplificadores configurados como comparadores. Cuando el voltaje de salida en el potenciómetro supera a uno de los valores fijados (1, 2 o 3V), el respectivo OP-AMP cambiará su estado de salida a 0V y por el contrario, cuando el voltaje de salida del potenciómetro sea menor al valor fijado, entonces el OP-AMP tendrá a la salida el voltaje de la fuente.

Las salidas OUT 1, OUT 2 Y OUT 3 forman los números binarios en las entradas A, B Y C del multiplexor 74LS151 para seleccionar si la salida colocará la entrada 1, 3 o 4 correspondientes a las salidas de los temporizadores de 1 minuto, 5 minutos y 10 minutos respectivamente.

Por consiguiente, la salida del multiplexor 74LS151 está conectada a la entrada de un sumador 74LS32 y en la otra entrada de este componente se encuentra el tercer elemento de la interfaz del control: el switch on/off. En la Figura 6 se muestran los componentes asociados a dicha interfaz y el circuito de potencia del diseño.

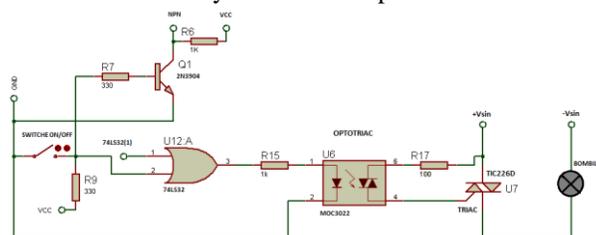


Figura 6. Componentes asociados al switch on/off para la selección automática/manual del equipo y el circuito de potencia.

Con el sumador se le puede suministrar corriente al optotriac de dos maneras, cuando se active cualquiera de los temporizadores lo cual colocará un '1' lógico en una de las entradas del sumador o cuando el interruptor permita la conexión a la alimentación en la otra entrada del sumador de modo que, siempre se mantenga en '1' lógico aun cuando el

respectivo temporizador se encuentre desactivado. Cabe destacar que cuando este interruptor se conecta a tierra, simultáneamente se coloca a tierra también la base del transistor Q1 que está conectada a la alimentación mediante la resistencia R9 de la figura anterior.

La función que cumple el transistor es resetear los temporizadores de la figura 3, cuando el switch sea colocado en modo manual, es decir, cuando se le suministre corriente al optotriac por tiempo indefinido. Para que el sistema actúe en modo automático o manual, dependerá de la posición del interruptor; en modo automático dicho interruptor deberá permitir la conexión a tierra tanto de la entrada del sumador como a la base del transistor y en modo manual, deberá permitir la conexión constante de la alimentación en los puntos ya mencionados.

En cuanto al transistor 2N3904, a continuación se mostraran las ecuaciones que determinaron su ubicación en el circuito de la figura 6. Cuando el interruptor está abierto la corriente que pasa por R9 se divide en dos partes, una cantidad pasa a la 74LS32 y el resto a la base del transistor. Haciendo un recorrido en la base del mismo, se obtiene la siguiente ecuación:

$$I_B * R' + V_{BE} = V_{CC} \quad \text{Ec. 2}$$

El valor de R' corresponde a la R7 presente en el circuito de la figura 6, asumiendo un valor de 330Ω. El VBE es el voltaje base-emisor del transistor igual a 0,7V (dado por el fabricante). Sustituyendo los valores y despejando la corriente de base, se obtiene:

$$I_B = \frac{(5-0,7)V}{330} = 13mA \quad \text{Ec. 3}$$

Este valor corresponde a la corriente máxima que pasa por la base del transistor. Si:

$$I_B = I_{m\acute{a}x} \rightarrow I_C = I_E = I_{m\acute{a}x} \quad \text{Ec. 4}$$

El transistor se encontrará en zona de saturación y el voltaje colector-emisor a medir será de 0V. Si:

$$I_B = 0 \rightarrow I_C = I_E = 0 \quad \text{Ec. 5}$$

El transistor se encontrará en zona de corte y el voltaje colector-emisor a medir será el voltaje de la fuente. Este caso se presenta cuando el interruptor está cerrado y toda la corriente de la fuente se va a tierra.

De acuerdo a la Figura 6, se observa que el colector del transistor va conectado a otro punto, este corresponde al pin 12 del multiplexor 74LS153 presente en la Figura 4, cuya salida es la que controla el Reset (pin 4) de los temporizadores de la Figura 3.

Luego de haber explicado parte de su funcionamiento, se encuentra el circuito de potencia del sistema conformado por el TRIAC y la lámpara, alimentada con corriente alterna de 117V. El OPTOTRIAC constituye el dispositivo de aislamiento entre el circuito de control y el circuito de potencia de sistema, cuando este recibe la corriente adecuada en su entrada (pin 1), el fototriac se saturará y permitirá el paso de corriente hacia la compuerta del triac, lo cual inducirá el paso de la corriente a través sus dos terminales restantes.

De acuerdo a los datos del fabricante, la corriente máxima de entrada en el optotriac es de 10mA y el voltaje que cae en el diodo es 1.2V, con estos valores se realizan los siguientes cálculos para determinar el valor mínimo de la resistencia conectada en el pin 1.

$$V_{CC} = R * I_D + V_D \quad \text{Ec. 6}$$

Despejando R y sustituyendo los valores mencionados anteriormente, se obtiene:

$$R_{min} = \frac{(5-1,2)V}{10mA} = 380\Omega \quad \text{Ec. 7}$$

Esta es la resistencia mínima que garantiza el fabricante debe utilizarse para que ocurra el cambio en la salida de dicho dispositivo. Por otra parte, la resistencia R17 en el pin 6 del OPTOTRIAC (ver Figura 6), se coloca para proteger al dispositivo de modo que la corriente no pase hacia este terminal.

Finalmente, siempre que se suministre corriente en la entrada del OPTOTRIAC la lámpara podrá encender, ya que de acuerdo a la conexión mostrada en la figura 6, el TRIAC depende directamente del OPTOTRIAC para cerrar el circuito de la lámpara con la fuente de corriente alterna. En relación a la teoría del modo de funcionamiento del triac, este trabaja en el I y IV cuadrante ya que el voltaje suministrado en la compuerta (Vg) es positivo.

Fuente de voltaje AC/DC

El circuito de la Figura 7 permite conectar el equipo a la red de 117V directamente y convertir el voltaje a 5V para alimentar la mayoría de los componentes del sistema.

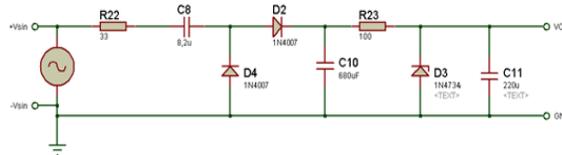


Figura 7. Circuito conversor de voltaje AC-DC.

Cabe destacar, que este circuito se realizó sin el uso de un transformador debido a que el sistema en su totalidad solo consume alrededor de 80mA y por lo general los transformadores suministran mucha más corriente y son pesados. Debido a esto, para optimizar el uso del equipo se usaron resistencias, diodos y capacitores para convertir la señal de voltaje.

Los cálculos de resistencias y capacitores se realizaron mediante un documento de Excel, propuesto por Noriega (2007) (3), hallado en la web, cuyo autor estableció las ecuaciones apropiadas para el cálculo de cada uno de ellos.

La resistencia R22 y el condensador C8 soportan la mayor parte de corriente alterna que sale de la alimentación y asimismo, con el divisor de tensión se genera un menor voltaje en la entrada de los diodos, la configuración de los diodos D4 y D2 corresponde a un rectificador de media onda cuya función es eliminar la componente negativa de la corriente alterna y convertirla en corriente directa. Seguido a esto, se encuentra la etapa de filtrado que corresponde al condensador C10 y a la resistencia de 100Ω, los cuales se encargan de eliminar la pequeña componente de alterna que queda tras el rectificado de la señal a corriente continua. Y finalmente, se encuentra un diodo regulador (D3) que se encarga de convertir 16 a 5V y un condensador C11 para eliminar el voltaje del zener y hacer el voltaje de salida más continuo.

Para comprobar el correcto funcionamiento del circuito de la Figura 7 extraído de la web, se realizaron simulaciones en Pspice con los datos calculados en Excel y acercándolos a los valores comerciales. La Figura 8 muestra las señales obtenidas en las etapas de rectificación, de filtrado y en la salida.

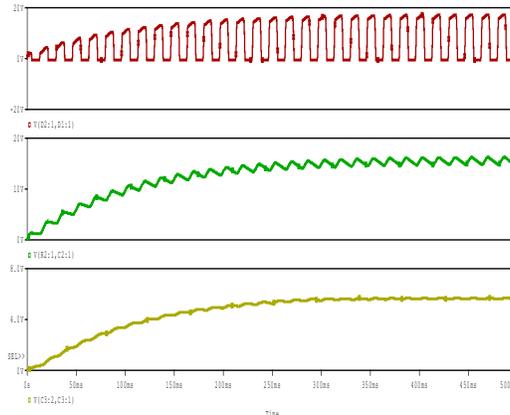


Figura 8. Señal rectificada (superior), filtrada (central) y de salida (inferior) obtenidas de la simulación de la fuente.

En dicha Figura, la señal del cuadro superior representa la señal rectificada por los diodos, cuya amplitud máxima de voltaje es aproximadamente de 16V. La señal del cuadro central representa la señal filtrada por C10 y R23 (ver figura 8) y finalmente, la señal del cuadro inferior es el voltaje de salida medido en los terminales del condensador C11, luego de haber sido regulado por el diodo D3 de 16 a 5V.

Finalmente, en la Figura 9 se presenta el diseño completo del sistema.

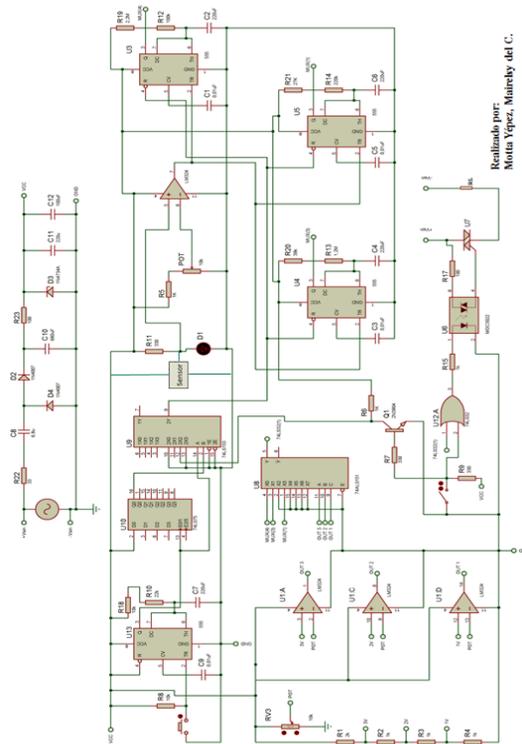


Figura 9. Diseño completo del sistema temporizado con encendido y apagado automático.

Manual de Usuario

Para colocar el equipo en funcionamiento, es esencial que el usuario conozca las capacidades del mismo y las funciones de cada uno de los elementos de la interfaz de control. Es importante mencionar, que el mismo debe ser utilizado en lugares cerrados por las características del sensor piroeléctrico.

Como primer paso se debe conectar el sistema a la red eléctrica de 117V. Seguido a esto, se esperará tan solo 5 segundos (para que la fuente se estabilice) y deberá presionarse el pulsador de inicialización, tiempo durante el cual preferiblemente no debe haber movimiento en el entorno para que el sensor haga un análisis del lugar en el cual se instalará el equipo.

Antes de que finalice el tiempo de inicialización (1 minuto), es recomendable que el usuario se asegure de que el interruptor está colocado en modo automático (A) y además, seleccione el tiempo durante el cual desee que el bombillo permanezca encendido cuando el sensor detecte la presencia de personas en el lugar; dicha selección se hace a través del potenciómetro analógico. Si se quiere colocar el equipo en modo manual (M), solo basta con cambiar la posición del interruptor; para apagarlo y volver al modo automático, igualmente se debe cambiar el mismo a su posición inicial. Seguidamente, en la Tabla I se presentan las especificaciones técnicas del prototipo.

Tabla I. Especificaciones técnicas del prototipo

Voltaje de entrada	117±10V
Consumo de corriente en reposo	70 mA
Consumo de corriente en funcionamiento	80 mA
Alcance de detección del sensor PIR C-7288	Aprox. 3 metros
Tiempo de encendido	1 min, 5 min y 10 min
Angulo de detección del sensor	Aprox. 100 Grados

Discusión de Resultados

De acuerdo a lo obtenido en los resultados, una vez que se conecte el equipo a la red, si el pulsador de inicialización no es presionado, el sistema no comenzará a funcionar automáticamente. Luego de haberlo presionado, durante el tiempo de inicialización del equipo (1 minuto), el sensor se mantendrá activo, sin embargo, la lámpara no encenderá ya que los temporizadores no estarán habilitados para ser activados.

Por otra parte, cuando el interruptor se encuentre en modo automático, el transistor NPN estará en zona de corte, por lo que, el mismo mantiene a los temporizadores habilitados para activarse; cuando el interruptor se encuentre en modo manual, dicho transistor estará en zona de saturación y los temporizadores estarán reseteados para que cuando se cambie al modo automático nuevamente, estos no hayan sido activados por el sensor, ya que este siempre estará detectando movimiento en el entorno.

En definitiva, una vez finalizado el tiempo de encendido de la lámpara, si el sensor detecta movimiento nuevamente, ésta volverá a encender inicializando los temporizadores.

IV.CONCLUSIONES

1. Los objetivos propuestos en la investigación se cumplieron de manera efectiva.
2. La implementación del sistema contribuye a un mejor uso de la energía eléctrica.
3. Se logró construir una fuente de alimentación sin transformador, con componentes localizados en la zona, de peso y tamaño reducidos.
4. La aplicación del prototipo es absolutamente viable ya que no requiere más que conectarse a la red eléctrica para permitir su funcionamiento.

V.REFERENCIAS

1. Asociación Española de Domótica. (2011). Domótica. Recuperado el 21 de febrero de 2011, de www.cedom.es/que-es-domotica.php.
2. Hurtado, J. (2008). La investigación proyectiva. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://investigacionholistica.blogspot.com/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html>.
3. Noriega, C. (2007). Minifuentes sin transformador. Recuperado el 03 de diciembre de 2010, de http://www.micropic.es/index.php?option=com_content&view=article&id=10:minifuentes-sintransformador&catid=35:articulos&Itemid=61