

Automatización de Iluminación con control PID

8 de noviembre de 2020



MATERIA: INGENIERIA DE CONTROL

1. RESUMEN

Utilizando un microcontrolador PIC 18F4550 que cumple la función de adquisición de datos mediante un sensor de luz BH1750 que funciona a través de una comunicación I2C, la misma que proporciona la cantidad de luxes presentes dentro de las áreas de 0 a 65535; y regula la luz de la habitación a los niveles requeridos. Este proyecto tiene como objeto demostrar el diseño y desarrollo de un sistema que analiza los controladores clásicos que son P, I, PD, PI y PID a través de la elaboración una planta didáctica de iluminación led, que estabiliza la intensidad de los niveles de luz en un área específica. Esto se podría aplicar un algo tan simple como el control de la iluminación en un hogar para ahorrar algo de dinero en las facturas, a los procesos complejos que tienen la necesidad de un nivel estable de la luz para la conservación del producto o el cuidado de los seres vivos.

2. INTRODUCCIÓN

Al utilizar la tecnología led se produce un ahorro significativo de energía en este proyecto los cuales brindan una ventaja de fácil instalación en cualquier lugar, estos elementos se los usa actualmente en lugares como: Casas, industria, estacionamientos, laboratorio, etc. Se demuestra en base a un estudio exhaustivo que este sistema automático de control es necesario en varios ambientes entre los que puede mencionar: laboratorios farmacéuticos, auditorios, etc.

El desarrollo de esta planta además contribuye al cuidado del medio ambiente ya que reduce las emisiones de dióxido de carbono (CO_2). La tecnología LED muy aparte de que es un gran ahorro energético es la iluminación del futuro, conforme pasen los años la tecnología LED sigue evolucionando tanto en capacidad de iluminación como su facilidad de uso. Esta tecnología posee una resistencia mecánica muy alta por ende sus facilidades de trabajo ya que la energía eléctrica suministrada es transformada en lumínica esto hace que ahorre una alta calidad de energía, este tipo de iluminación emite menor calor debido a que el diodo LED emite luz monocromática.

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La luz tradicional posee altos consumos y muchas veces no se logra adquirir un nivel ansiado de iluminación, situación que se vuelve un problema con respecto a varias aplicaciones donde la luz representa un factor determinante en un proceso. Por otra parte, los sistemas de análisis de controladores clásicos tienden a no ser amigables para el usuario, adicionalmente a ser muy costosas y no de fácil acceso en las universidades creando una falta de conocimientos prácticos en los estudiantes.

2.2 JUSTIFICACION

En función de las necesidades mencionadas en el punto 2.1, se opta a elaborar un sistema a escala que simula un cuarto al vacío por el cual a través de controladores clásicos P, I, PI, PD, PID manipula la iluminación del área en cuestión, trayendo de esta manera un nivel de luz auto estabilizado en el set point deseado y adicionalmente conociendo las necesidades de plantas didácticas a nivel universitario se desempeña la demostración del funcionamiento de una planta que utilice controladores tipo PID extremadamente amigable al momento de su utilización.

3. MARCO TEÓRICO

En el capítulo a tratar se describe una serie de proyectos relacionados al control de iluminación y adicionalmente se definirán ciertas áreas y elementos a tratar durante el desarrollo de este proyecto. Previo al desarrollo de este proyecto se procedió a analizar varios casos relacionados con este proyecto tales como artículos científicos, libros y patentes.

Medición:

Previo al desarrollo de este proyecto se procedió a analizar varios casos relacionados a la forma como realizan la lectura de la señal de salida de la planta así se tienen los siguientes documentos. Para el desarrollo de “Control Inteligente de Luminancia de Sistemas de Iluminación Basados en la Reacción del Sensor de Imágenes” en la "Escuela de Ciencias Biológicas e Ingeniería Médica", Universidad de Beihang, se llevó a cabo un sistema de iluminación inteligente basado en sensores de imagen, el cual consiste en un sistema embebido que detecta y transmite la información. Lo hace convirtiendo la atenuación variable de las ondas de luz en señales, pequeñas ráfagas de corriente que transmiten la información.

Dentro de la publicación “diseño de un sistema de iluminación LED con atenuación adaptable basado en un controlador PID incremental” publicado en la Universidad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Guangxi, China se mostró las ventajas de la comunicación I2C para el control de la intensidad óptica, detectada por el chip BH1750 en tiempo real, la misma se convierte en señal digital por AD, convertidor analógico/digital, por medio de la interfaz del chip BH1750, y luego se transmite a chip MEGA16 a través del bus serie I2C. Por lo tanto, es adecuado para el adaptador adaptativo Línea de detección de aplicaciones (He, Xiao, & He, 2010).

En un informe titulado “Detección y control automático de la intensidad luminosa de la sala utilizando un microprocesador y sensores de luz” de la IEEE se integró un módulo RF para transmitir y recibir los datos de cada HLCM para poder controlar diferentes luces en diferentes regiones. El módulo RF está específicamente diseñado para conectarse a la Unidad Microcontroladora, MCU, permitiendo así la comunicación entre los HLCM. La modulación de la comunicación de RF es FSK, y el modulador FM funciona a una frecuencia de 2,4 GHz y una velocidad de 2 MKbps.

Para la IJIREEICE se presentó el proyecto: “Control de Intensidad de Luz Inalámbrica Embebida Usando DTMF”, que tiene como objetivo diseñar un sistema que es utilizado para controlar la intensidad de una lámpara de corriente alterna a través de teléfono móvil utilizando la tecnología DTMF. Esto también tiene como objetivo proporcionar un control inalámbrico y continuo sobre muchos dispositivos domésticos, así como industriales. El proceso de domótica funciona haciendo que todo en la casa se controle automáticamente mediante la tecnología DTMF. En este proyecto podemos controlar cualquier lámpara eléctrica a través de móviles desde cualquier distancia del mundo. En este proyecto se conecta una unidad base al teléfono móvil.

4. OBJETIVOS

Objetivo General:

Automatizar el proceso de iluminación en un lugar cerrado, mediante una aplicación y el protocolo Bluetooth, estableciendo y programando horarios.

Controlar la luminosidad por medio del control PID, el set point se configurará desde la aplicación de Android, una vez que se logre el control de los lux emitidos por la luminaria, se debe de cumplir con las horas de funcionamiento configuradas por el usuario.

Objetivo particular 1:

Automatizar horarios de iluminación.

Objetivo Particular 2:

Diseñar App para configurar los horarios de automatización.

Objetivo Particular 3:

Diseñar un controlador PID y calibrar las constantes para llegar al set point de manera óptima.





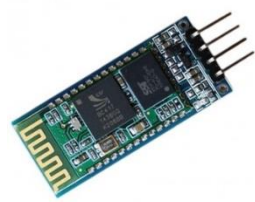

Objetivo Particular 4:


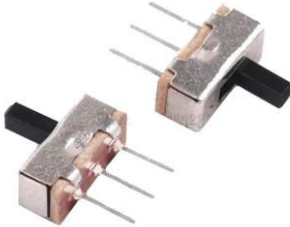

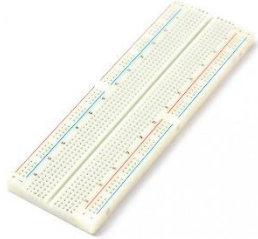
Ver los datos de los sensores, así como los horarios de automatización a través de la aplicación.

5. METODOLOGÍA Y MATERIALES:

Para la siguiente actividad realizamos nuestro código en el IDE MPLAB de Microchip, en el compilador XC8. Para Cargar el código al microcontrolador utilizaremos el Software de PicKit 2 v 2.61.

Material	Ilustración
Pic 18F4550	
Cristal oscilador 4MHz	
2 capacitores de 15 pF	
Push Button	

Jumpers	
Regulador de voltaje 3.3 v (Ams 1117)	
BH1750	
RTC 3231	
HC-06	
Led luz blanca	

Resistencias (10k, 330)	
Mini Switch	
Pickit 2	
Protoboard	

6. DESARROLLO:

Para la parte de control se diseñará un controlador digital PID, en el cual las constantes de ganancias las deduciremos de forma empírica hasta ver que el sistema es estable, dicho sistema se ilustra en la Fig.1.

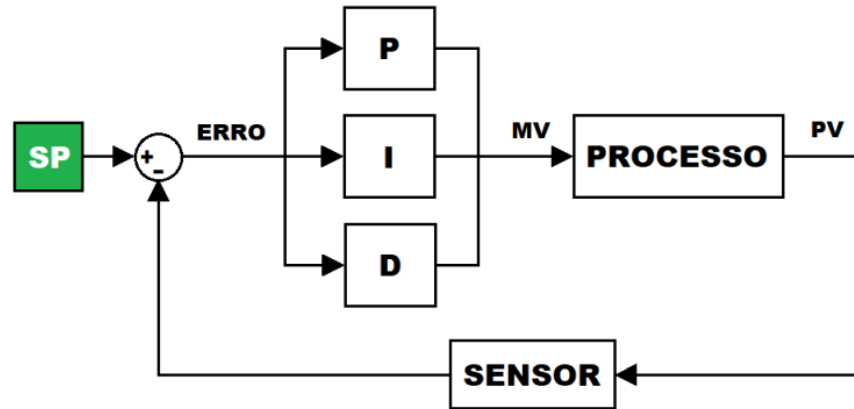


Fig. 1 PID

Posteriormente se diseñará la parte de automatización de eventos, creando librerías para manipular los sensores, así como los protocolos de comunicación.

Desarrollaremos una maqueta con cartón, el cual simulará ser el espacio cerrado a iluminar, se le fijará un led de luz blanca el cual simulará ser una luminaria grande, y también se fijará el sensor de lux en un costado izquierdo, el prototipo irá fijo en la parte superior, dicha maqueta se ilustra en la Fig. 2.

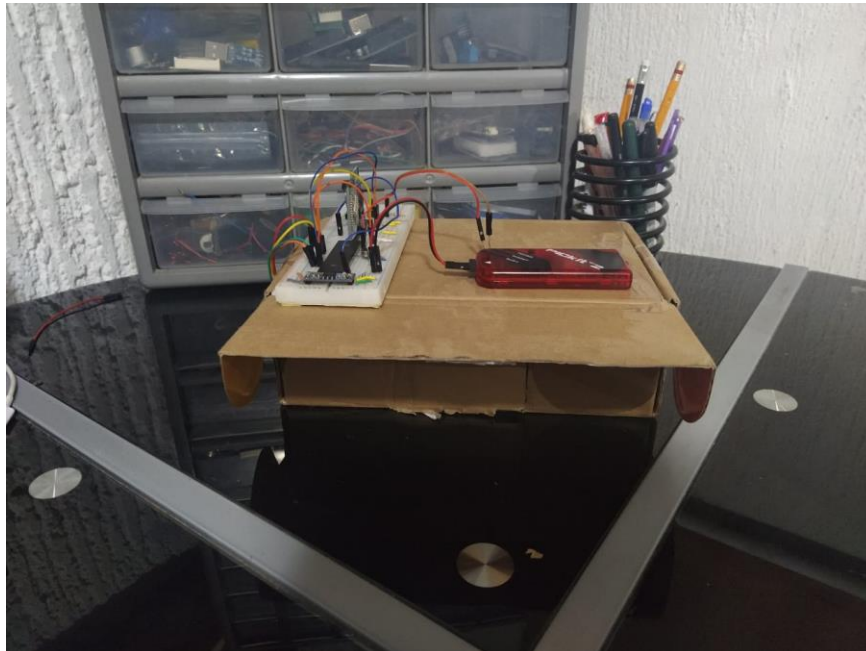


Fig. 2 Maqueta que simulara el espacio cerrado.

Una vez fijado los sensores conectaremos los componentes a la protoboard basándonos en el diagrama de la Fig. 3.

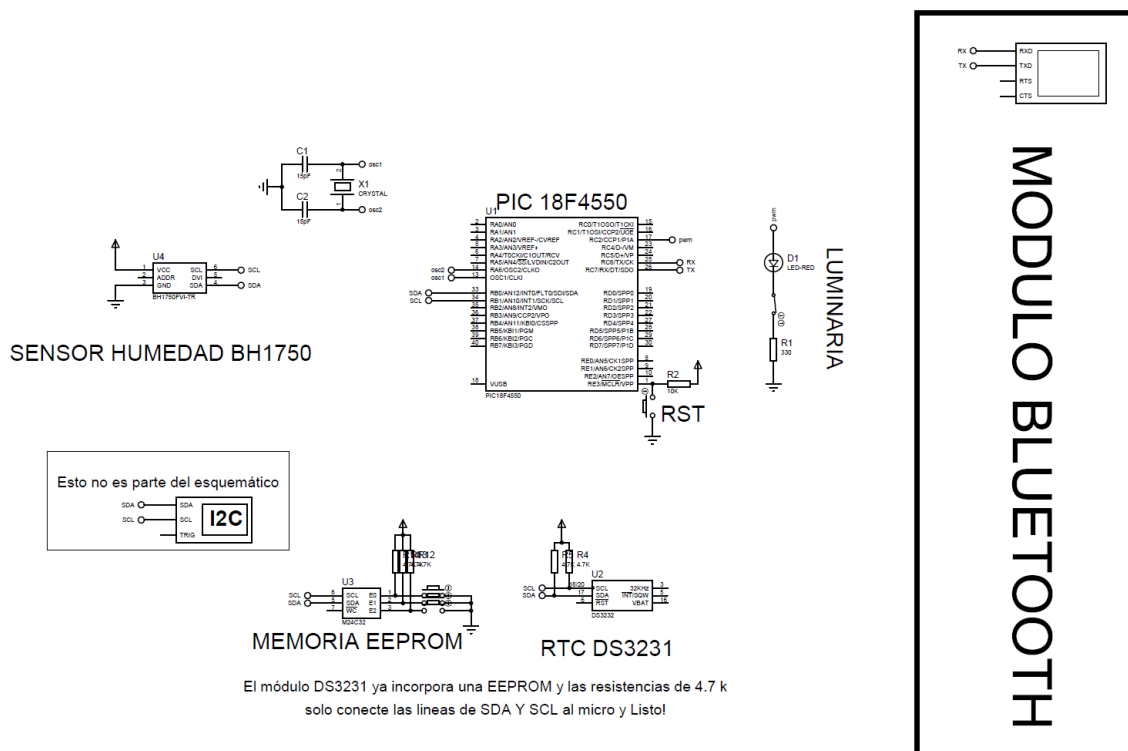


Fig. 3 Diagrama Esquemático a implementar

Una vez conectado el sistema es momento de iniciar la ejecución del sistema, lo alimentamos a través del Pickit 2, el cual nos funciona también como programador, una vez alimentado el sistema iniciamos la aplicación de celular, la cual incluye 9 botones, la interfaz de dicha aplicación se ilustra en la Fig. 4.



Fig. 4 Menú principal de la aplicación

Una vez estando en la aplicación lo primero que se debe de realizar es el enlazamiento con el HC-06 a través del botón de “Conectar Bluetooth”, dicho procedimiento de conexión se ilustra en la Fig. 5.

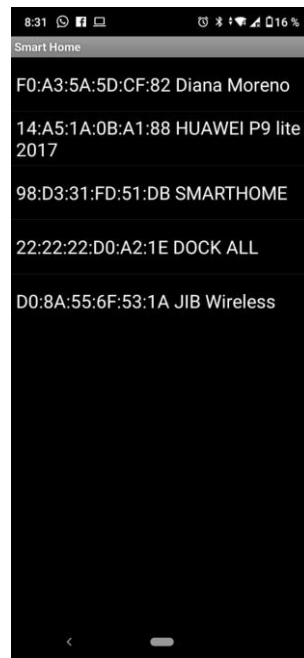


Fig. 5 Enlazamiento con dispositivo Bluetooth

Una vez realizada la conexión se nos mostrara un mensaje en pantalla de Proceso Exitoso, el siguiente paso a realizar es fijar la hora Actual, entonces estando en el menú principal seleccionaremos la opción de “Fijar Hora Actual” al realizar esta acción se nos ilustrara en pantalla dos campos vacíos, uno es para ingresar la hora en formato de 24 horas y el otro para ingresar los minutos, dicho procedimiento se ilustra en la Fig. 6.

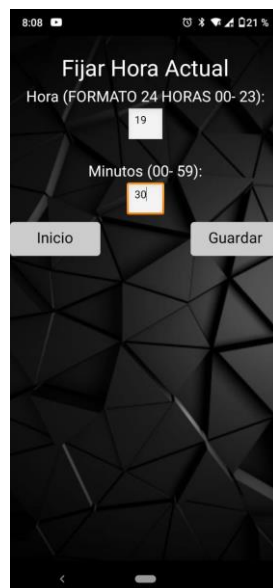


Fig. 6 Fijar Hora Actual en la aplicación.

El siguiente paso para realizar es Asignar los horarios en los que se iluminara el espacio cerrado, para acceder a esta opción seleccionamos “Asignar horarios” desde el menú principal, una vez realizado esto se nos mostrara un campo de texto vacío en el cual debemos ingresar la hora en la que deseamos iluminar, dicha hora debe ingresarse en formato de 24 horas, debajo de ese campo esta una barra que cambia de color al accionarse, en esta se reflejara si se quiere activar el sistema o desactivarlo. Por último, en esa misma pantalla hay 7 cuadros seleccionables vacíos, en los cuales se ilustran los días de la semana, si esta palomeado significa que el proceso se llevara a cabo ese día de la semana y si este vacío significa que ese día no se realizara el proceso, dicha pantalla se ilustra en la Fig. 7.

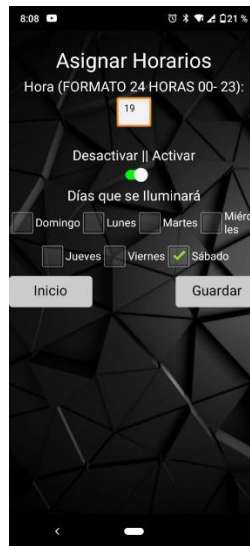


Fig. 7 Menú de Asignar Horarios en la aplicación.

Ahora es momento de fijar el día actual, para hacer esto desde el menú principal seleccionamos la opción de “Fijar día Actual”, al realizar esto se nos desplegara una pantalla con un campo vacío, en el cual debemos ingresa el día actual, se debe ingresar de forma numérica siendo: 1 Domingo... 7 sábado. Esta pantalla se ilustra en la Fig. 8.



Fig. 8 Menú de Fijar día actual.

Se debe de configurar el set point, para realizar esto se debe seleccionar desde el menú principal la opción de “Fijar Set point”, al haber realizado dicha acción se nos ilustrara en pantalla, un campo de texto vacío, en el cual debemos ingresa el set point de luminosidad en el espacio cerrado, el cual tiene un rango de 0 a 9999 lux, dicha pantalla se ilustra en la Fig. 9.

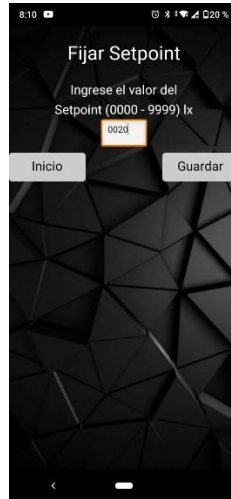


Fig. 9 Fijar Set Point desde la aplicación.

Por ultimo en cuanto a configuraciones del sistema se refiere se debe de configurar las horas de duración que se estará efectuando el control de luminosidad cuando se cumplan condiciones de día y hora de iluminar, para esto debemos seleccionar la opción de “Programar Tiempo Iluminar” desde el menú principal, una vez hecho esto se nos ilustrara en pantalla dos campos de texto vacíos, En el primero debemos ingresar la hora a la que se le desea asignar esa duración, (formato 24 horas), y posteriormente en el cuadro de abajo se debe ingresar en valor numérico el numero de horas de duración de iluminación. Dicho procedimiento se ilustra en la Fig. 10.

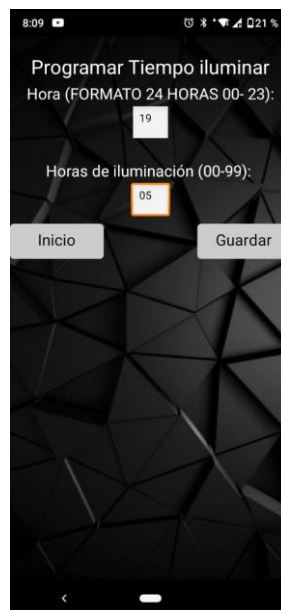


Fig. 10 Programar Tiempo iluminar desde la aplicación.

Por ultimo toca visualizar en la aplicación los cambios realizados recientemente, para esto en el menú principal seleccionamos la opción “Mostrar datos del Sistema”, al seleccionar la opción se nos desplegara en pantalla texto, en el cual se puede ver la simbología, horarios en los que se iluminara y días de la semana en los que se realizara la iluminación, también podremos ver el set point actual y el día y la hora actual, dicha pantalla se ilustra en la Fig. 11.



Fig. 11 Mostrar Datos del sistema desde la aplicación.

7. RESULTADOS:

Una vez configurado todo el sistema ahora toca ver el sistema funcionando en la maqueta, para esto se debe de cumplir la condición de sea hora de iluminar, una vez llegue la hora de iluminar, el led encenderá con una señal de PWM, el cual esta dada por el controlador de PID, tratando de llegar al set point el led variara su luminosidad, en la Fig. 12 se ilustra el led con una luminosidad de 8 Lux, posteriormente se hizo la prueba con un Set point más grande, para esta prueba se eligió un valor de 15 Lux, la luminosidad del led con ese set point se ilustra en la Fig. 13. Por último, incrementamos aún más el set point para esto configuraremos un valor de 20 Lux, en la Fig. 14 se ilustra al led emitiendo dicha luminosidad.

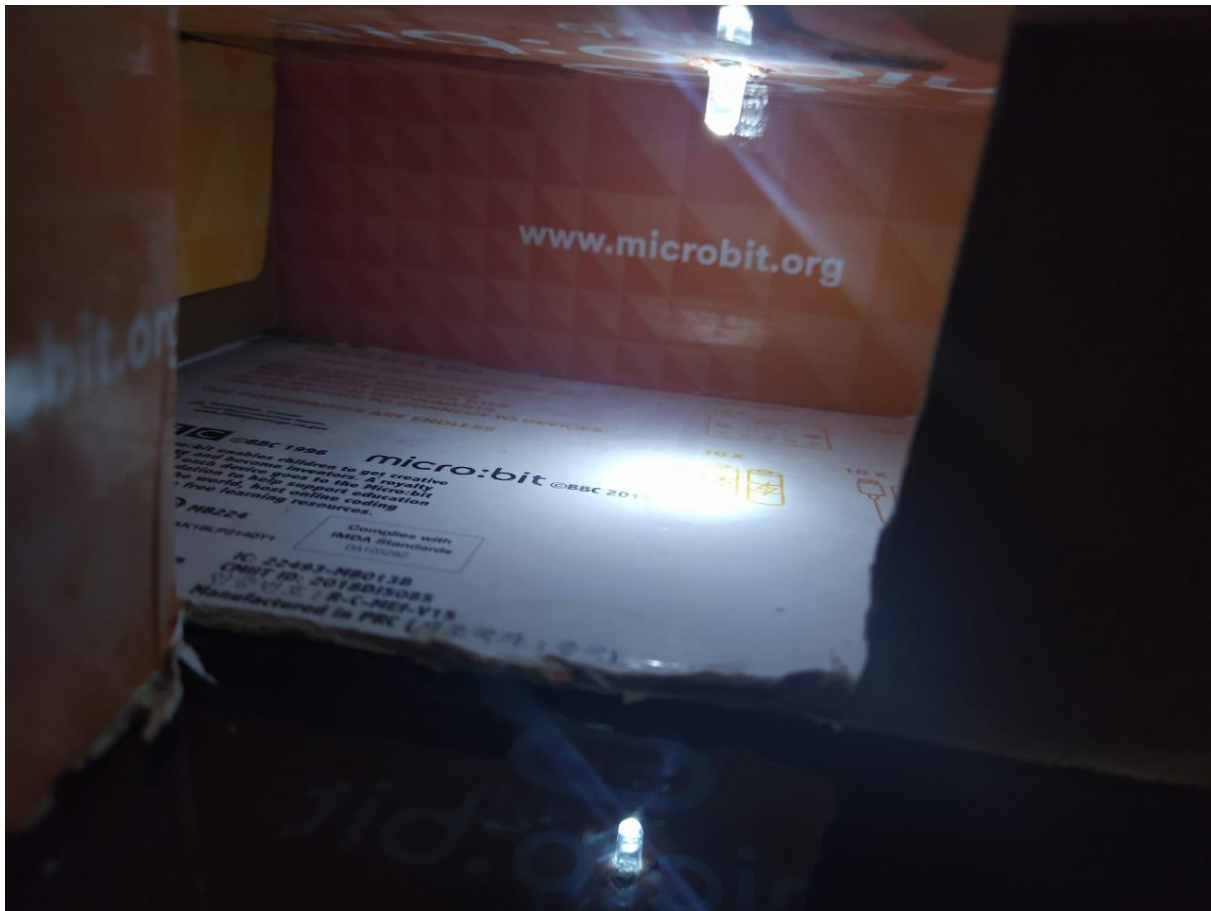


Fig. 12 Led emitiendo 8 lux.



Fig. 13 Led emitiendo 15 Lux.



Fig. 14 Led emitiendo 20 Lux.

Para comprobar que se esta llevando a cabo el Control de luminosidad se debe acceder a la última opción que no hemos revisado de la aplicación, la opción de “Mostrar Datos sensores” la cual se encuentra en el menú principal, accedemos a esta y nos mostrara el valor en Lux que está censando el BH1750 que se encuentra en la parte izquierda de la maqueta, dicha pantalla se ilustra en la Fig. 15.

Se les invita a ver el funcionamiento de sistema en el siguiente enlace: “<https://www.youtube.com/watch?v=nudz7fpBITU>”.



Fig. 15 Mostar Datos del Sensor desde la aplicación.

8. CONCLUSIONES:

Habiendo finalizado con el presente proyecto de investigación y de haber analizado los resultados, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Por medio del uso del sensor BH1750, el PIC 18F4550 y un circuito de accionamiento LED, se puede construir una planta de control que resulte eficiente y económica.
- El sensor de iluminación BH1750 funciona de manera correcta y con la exactitud demandada para la adquisición de datos en lazo abierto.
- Realizar la adquisición de datos para realizar el modelo matemático de la planta resulta de vital importancia para la implementación del sistema.
- La ecuación característica del sistema depende del sensor y estructura de la planta, la ecuación cambiara si la misma es alterada de cualquier forma.
- Se analizó cada tipo de controlador clásico por medio de simulación con el fin de descubrir cual posee la mejor respuesta para su aplicación, mostrando excelentes respuestas de parte de los controladores I, PI y PID.
- Utilizando la planta didáctica diseñada se puede implementar con eficiencia los controladores clásicos y se consigue la respuesta de la planta ante ellos.
- Evaluando la respuesta de cada controlador se pudo apreciar que los controladores P y PD no son aplicables en la planta puesto que dan respuestas altamente oscilatorias y no estables.
- Con el análisis de cada controlador se decidió que el que poseía mejor respuesta ante perturbaciones y para su estabilización fue el controlador PI.

9. BIBLIOGRAFIA:

- [1] Anaya, G. (s/f). Regulador de Intensidad Luminosa. Recuperado el 27 de septiembre de 2016, a partir de http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/electro/act_regulador_intensidad.pdf
- [2] Antscran. (2014). PID tutorial C code example using a Stellaris LM3S6965. Recuperado el 2 de julio de 2017, a partir de <http://coder-tronics.com/pid-tutorialc-code-example-pt1/>
- [3] Arduino. (2016, septiembre 25). Arduino - ArduinoBoardMega2560. Recuperado el 25 de septiembre de 2016, a partir de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- [4] Astrom, K. J. (2002). PID Control. Recuperado el 25 de septiembre de 2016, a partir de <http://www.cds.caltech.edu/~murray/courses/cds101/fa02/caltech/astromch6.pdf>
- [5] Bai, Y. W., & Ku, Y. T. (2008). Automatic room light intensity detection and control using a microprocessor and light sensors. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 54(3), 1173–1176. <https://doi.org/10.1109/TCE.2008.4637603>
- [6] Bai, Y. W., & Ku, Y. T. (2010). Automatic room light intensity detection and control using a microprocessor and light sensors. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 54(3), 1173–1176. <https://doi.org/10.1109/TCE.2008.4637603>
- [7] Baklanov, A., & Grigoryeva, S. (2016). Control of LED Lighting Equipment with Robustness Elements. Recuperado el 2 de julio de 2017, a partir de http://uniobuda.hu/journal/Baklanov_Grigoryeva_Gyorok_69.pdf
- [8] Barr, M. (2001). Embedded Systems Programming. Recuperado el 3 de junio de 2017, a partir de http://homepage.cem.itesm.mx/carbajal/Microcontrollers/ASSIGNMENTS/readings/ARTICLES/barro1_pwm.pdf
- [9] Bhangdiya, V. K. (2016). Low power consumption of LED street light based on smart control system. En 2016 International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICC) (pp. 619–622). <https://doi.org/10.1109/ICGTSPICC.2016.7955375>