

Diseño e implementación de un sistema de video vigilancia, control de iluminación y comunicación de mensajes para la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (BIEE)

Christian Bonilla, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito – Ecuador
Ángel Hidalgo, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito – Ecuador
Óscar Cerón, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito – Ecuador

Resumen- El objetivo del presente proyecto es mejorar las condiciones de seguridad, consumo energético y de información dentro de la Biblioteca de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la EPN. Para esto se han implementado tres sistemas para cumplir esas necesidades. El sistema de CCTV tiene la finalidad de conseguir el reconocimiento de las actividades que se realizan dentro de la BIEE. Consta de 6 cámaras y un DVR (Digital Video Recorder), con el cual se almacena y respalda las grabaciones durante un determinado tiempo. El sistema de control de iluminación tiene 2 modos principales de funcionamiento: el modo manual y el modo automático/mando a distancia. El modo manual sirve como respaldo y funciona desde los interruptores ubicados en las paredes de la BIEE. En el modo automático/mando a distancia, predomina el modo automático, en el que se aplican dos estrategias de control. La primera corresponde al aprovechamiento de luz natural, en la que se utilizan balastos electrónicos dimerizables, los cuales atenúan el flujo luminoso de las luminarias de la BIEE cuando exista suficiente luz exterior. La segunda se asocia a la detección de presencia. En la PC de la administración, se monitorea el funcionamiento en modo automático desde un HMI desarrollada bajo software libre. También se puede realizar el mando a distancia, es decir encender y apagar los distintos circuitos de luminarias. El sistema de comunicación de mensajes de audio consta de 3 parlantes, un amplificador y dos entradas de audio. La primera entrada permite que se emitan disposiciones desde un micrófono instalado en la oficina de administración, mientras que desde la segunda entrada se transmiten mensajes pregrabados almacenados en la PC.

Índices- Audio, balastos electrónicos dimerizables, control, HMI, iluminación, mensajes, seguridad, software libre, video vigilancia.

I. INTRODUCCIÓN

Gran parte de la energía que se utiliza en instalaciones eléctricas es para iluminación. En la

actualidad se está implementando sistemas de control con el objetivo de reducir los altos consumos de energía, ya que las fuentes de energía en su gran mayoría son contaminantes.

Con la instalación eléctrica de iluminación convencional de la BIEE no se puede aprovechar al máximo la luz solar y con esto ahorrar energía, por esto es necesario implementar un sistema automático de iluminación, de modo que se use más eficientemente la energía, además permite al administrador tener el mando a distancia sobre los circuitos de luminarias.

Es necesario también en la BIEE, contar con un sistema de video vigilancia para reconocer las actividades desarrolladas dentro de sus instalaciones. De este modo se pretende tener mayor seguridad de los libros y equipos existentes.

Dado que la BIEE es un lugar donde existe gran concurrencia de personas, es común informar ciertas disposiciones. Para mejorar la forma de transmitir dichos mensajes., se implementa un sistema de comunicación de mensajes de audio, de modo que se pueda fácilmente darlos a conocer.

Se ha dividido en distintas zonas al espacio de la BIEE. Se cuenta con dos niveles: La planta alta o Nivel I y la planta baja o Nivel II. En el Nivel I se tiene dos áreas de estudio que se las llama zona 1 y zona 2; también se tiene el área de estanterías que se le llama zona 3. El Nivel II se le llama zona 4, e incluye un área de estudio y otra de estanterías.

II. SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de control automático de iluminación permiten controlar o regular el uso de la iluminación artificial, realizando acciones de encendido, apagado o atenuación del flujo luminoso, para ahorrar energía sin

desmejorar los niveles de confort y tener una alternativa de decoración de lugares y espacios. [1]

Los sistemas de control automático de iluminación se pueden dividir de acuerdo a las variables que van a determinar el sistema y son las siguientes:

- Sistema de aprovechamiento de luz natural
- Sistemas de detección de presencia
- Sistemas de temporización

Para la implementación del proyecto de la BIEE, se utiliza 2 estrategias de control que son: Aprovechamiento de luz natural y detección de presencia.

A. Aprovechamiento de luz natural

Es utilizado en la zona 1 y zona 2, que son áreas dedicadas al estudio, tienen mesas para que las personas puedan realizar sus actividades. Se caracteriza por tener suficiente ingreso de luz natural a través de las ventanas y por tener presencia constante de usuarios.

Los elementos que se necesitan para este sistema, se muestran en la

Fig. 1.



Fig. 1 Lazo de realimentación de aprovechamiento de luz natural

1) *Sensor de iluminación:* Los sensores de iluminación que se seleccionan son de la marca LUTRON serie EC-DIR-WH, los cuales se basan en una fotocelda, la cual entrega una señal que varía de acuerdo con la cantidad de luz que recibe.

La señal que entregan los sensores es de 0 a 2 mA y se envía al microcontrolador que recibe de 0 a 5 Vdc en el convertidor analógico-digital. Se realiza el acondicionamiento de la señal de acuerdo al esquema mostrado en la Fig. 2.

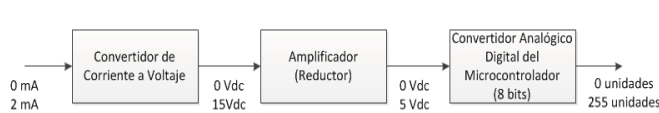


Fig. 2 Acondicionamiento del sensor de iluminación

2) *Controlador:* Esta función la realizan dos microcontroladores ATMEGA164P, para la zona 1 y 2 respectivamente.

3) *Actuador:* Se utilizan balastos electrónicos dimerizables de marca LUTRON, 7 de la serie EC3T832GU210 y 14 de la serie ECOT8321202L. El control de la dimerización de los balastos se lo hace con

voltaje de AC. Para lo cual se utiliza un conversor AC/AC con la técnica de chopper de AC.

Para el conversor AC/AC, se requiere una señal PWM. Esta señal se genera en el microcontrolador. Sin embargo es necesario generar 4 PWM distintos, ya que se debe dimerizar los circuitos de luminarias de acuerdo a la lejanía que tienen con la ventana, de modo que el circuito más cercano se atenúe más, que el más lejano. De este modo se aprovecha de mejor manera la luz natural.

El ancho de pulso de las salidas PWM se determina dividiendo al rango total de la lectura del ADC0 en 8 niveles de iluminación diferentes. Donde, en el nivel 0 indica que el sensor mide iluminación máxima y el nivel 7, iluminación mínima. En cada nivel se tiene un valor definido para cada salida PWM.

B. Detección de movimiento/presencia

Se utiliza este sistema en la zona 3 y zona 4. La zona 3 es un área de estanterías donde se encuentran los libros. Se caracteriza por no tener buena iluminación natural, ya que no está junto a las ventanas, y porque la presencia de usuarios no es constante. Por lo que la estrategia de control a seguir es de detección de movimiento. Se sigue el diagrama presentado en la Fig. 3. El sensor de movimiento envía la información de la ocupación del lugar al controlador, el cual envía la señal al relé electromagnético para encender el circuito de luminarias.

La zona 4 es todo el nivel 2, en el cual hay dos tipos de lugares. El primero es un área de estudio similar a la zona 1 y 2. Se caracteriza porque el ingreso de luz natural es mínimo, por lo tanto la iluminación dentro de la sala depende mucho de las luminarias. La presencia de usuarios es constante, sin embargo al estar en el Nivel 2 suele ser menor que en las zonas 1 y 2. La segunda es otra área de estanterías en la cual se encuentran los proyectos de titulación, donde se tiene presencia esporádica de usuarios. Por lo que la estrategia de control a utilizar es de detección de presencia, siguiendo el mismo diagrama de la zona 3, Fig. 3.



Fig. 3 Lazo abierto del sistema de detección

Los elementos que se utilizan para este sistema son los siguientes:

1) *Sensores de movimiento/presencia:* Son los encargados de detectar presencia de usuarios en las zonas a controlar.

En la zona 3 se utilizan sensores de movimiento de la marca BLITZ serie LX16C, ya que no necesitan cubrir

áreas muy grandes y se tienen movimientos considerables.

En la zona 4 se utilizan sensores de presencia marca LUTRON serie LOS-CDT-500R, ya que el área que tienen que cubrir es más grande y los movimientos a detectarse son más finos que los anteriores.

Para la conexión de ambos tipos de sensores se necesita dos conductores para la alimentación y otros dos para la salida, ya que es de tipo relé. Este relé es el que contiene la información, sobre si el sensor ha detectado o no movimiento y la envía al microcontrolador directamente.

2) *Controlador*: De igual manera, se utilizan dos microcontroladores ATMEGA 164P, para la zona 3 y 4 respectivamente.

3) *Actuador*: Como actuadores se utilizan relés electromagnéticos para las acciones de encendido y apagado de los circuitos. Es necesario recalcar que los relés electromagnéticos se utilizan en todos los circuitos de luminarias, para poder realizar el mando a distancia.

C. Comunicaciones

Para realizar el monitoreo y mando a distancia del sistema, es necesario que los controladores de cada una de las zonas no estén aislados sino que se integren. Para lo cual se escoge una arquitectura que permite comunicar a todos los elementos que componen el sistema. Consta de una PC para el monitoreo y mando a distancia, la cual se comunica con un controlador máster a través de un bus dedicado. El controlador máster se comunica con los demás controladores a través de un bus de comunicación RS485.

Se cuenta con 4 microcontroladores esclavos, los cuales se dedican a realizar el control de cada una de las zonas antes descritas.

1) *Comunicación entre el ordenador y el microcontrolador máster*: Para que estos elementos interactúen correctamente, tomando en cuenta que la distancia entre ambos es de aproximadamente 3 metros, se sigue la norma EIA RS232, la cual define la interface mecánica, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la comunicación serial.

2) *Comunicación entre el Microcontrolador Máster y los Microcontroladores Esclavo*: La primera consideración que se debe tener en cuenta, es que estos elementos están ubicados a una distancia mayor de 10 metros, lo que no es recomendable para RS232; también se debe indicar que se desea interconectar más de dos dispositivos, es por esto que se opta por la interface RS 485 en modo Half Duplex, dado que el proceso no es crítico y se desea reducir costos de implementación.

Se cuenta con un único bus de comunicación, para lo cual se emplea un conductor apantallado de dos hilos. Cada punto de recepción tiene el CI MAX-485, el cual realiza la conversión de los niveles de voltaje de RS-232 a RS-485.

D. Interfaz de monitoreo y mando a distancia

Para el monitoreo del funcionamiento del sistema en modo automático y el mando a distancia del encendido o apagado de las luminarias, es necesaria una aplicación gráfica, la cual como principal característica es que debe cargarse en Ubuntu, una distribución de Linux, ya que es el sistema operativo que se maneja en la BIEE. Por lo que se realiza en el entorno de desarrollo Gambas, el cual se lo utiliza para programación visual en Linux, como lo hace Visual Basic en Windows.

La interfaz de monitoreo permite:

- Elegir entre el modo de funcionamiento automático y mando a distancia.
- En modo automático permite el monitoreo del encendido y apagado de los circuitos de luminarias.
- En modo mando a distancia permite encender y apagar los circuitos de luminarias.
- Realizar acciones con el sistema de audio (se detalla más adelante).

La interfaz está formada por un conjunto de ventanas. Una ventana de autenticación, que solicita el usuario y contraseña para ingresar a la aplicación. Una ventana principal, desde la que se puede acceder a las demás. Las ventanas de monitoreo y mando a distancia del Nivel I y Nivel II.

E. Resultados del sistema de control de iluminación

1) *Factor de potencia*: Es necesario determinar el factor de potencia de los balastos dimerizables con distintos valores de potencia consumida. De este modo se determina si es que el uso de dichos balastos desmejora el sistema. La prueba se la realiza utilizando un variac monofásico, para obtener la señal de control del balasto. Se obtienen los siguientes resultados:

TABLA I
POTENCIA ACTIVA Y FACTOR DE POTENCIA DE LOS BALASTOS DIMERIZABLES

Voltaje de control [V]	Potencia activa [W]	Factor de potencia
Mayor a 80 y menor a 120	65	0.99 en atraso
80.0	64	0.99 en atraso
50.8	60	0.98 en atraso

40.1	55	0.96 en atraso
30.0	41	0.95 en atraso
24 o menos	22	0.95 en atraso

Se observa que el factor de potencia al utilizar los balastos es menor cuando tiene dimerización máxima. Sin embargo es un valor aceptable, por lo tanto el sistema no será desmejorado con el uso de estos balastos.

2) *Niveles de iluminación:* En este caso se toman lecturas del nivel de iluminación sobre las mesas de trabajo de la BIEE en la zona 1 y en la zona 2.

En la zona 1 se tienen 14 mesas de trabajo, mientras que en la zona 2, se cuenta con 15. Las medidas se toman con un luxómetro marca AEMC Instruments, para diferentes condiciones ambientales. (Soleado, poco soleado, nublado, lluvioso y oscuro)

TABLA II
NIVELES DE ILUMINACIÓN ZONA 1

	Soleado [lux]	Poco soleado [lux]	Nublado [lux]	Lluvioso [lux]	Oscuro [lux]
Mínimo	357	339	207	151	149
Máximo	1495	1495	424	185	180

TABLA III
NIVELES DE ILUMINACIÓN ZONA 2

	Soleado [lux]	Poco soleado [lux]	Nublado [lux]	Lluvioso [lux]	Oscuro [lux]
Mínimo	427	440	195	162	163
Máximo	1724	1699	1050	239	217

Se observa en los datos que en las condiciones ambientales soleado y poco soleado, se tiene altos niveles de iluminación. Cabe destacar que en estas condiciones los niveles más altos se dan en las mesas cercanas a las ventanas. Cuando las condiciones ambientales corresponden a un día nublado, lluvioso y oscuro, los niveles de iluminación en las mesas cercanas a la ventana se reducen notablemente, lo que se compensa con la iluminación artificial. Lo que justifica el modo de control que se utiliza, en el cual se reduce el flujo luminoso en mayor medida a los circuitos de luminarias cercanos a la ventana.

También es necesario tomar en cuenta que para las condiciones lluvioso y oscuro, en las luminarias el flujo luminoso es máximo, es decir no se dimeriza. Por lo que no es posible aumentar estos niveles de iluminación.

3) *Consumo de energía:* Para conocer el consumo energético (kWh), se mide la potencia activa consumida en kW durante 10 horas de atención, por tres días

indistintos. El horario considerado es a partir de las 08:00 hasta las 18:00.

Se toma como referencia el consumo en modo manual y se compara con los resultados tomados en modo automático. Los resultados se muestran en la Fig. 4.

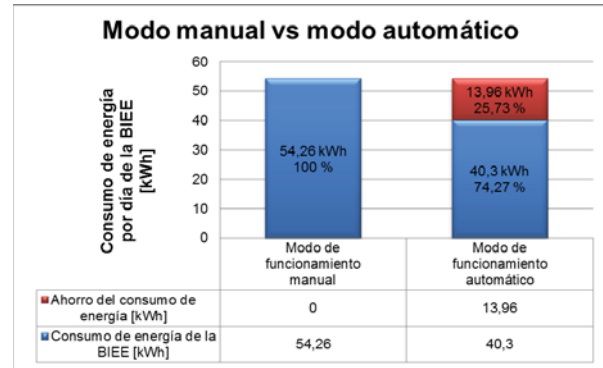


Fig. 4 Comparación del consumo de energía en modo manual con modo automático

Se observa que el sistema funcionando en modo automático puede ahorrar hasta 25% en promedio de lo consumido, si se mantiene en modo manual.

III. SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

Un CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), es una tecnología de video vigilancia visual diseñada para supervisar local y/o remotamente, una diversidad de ambientes y actividades, la información es captada por una o más cámaras, que pueden ser analógicas o digitales. [2]

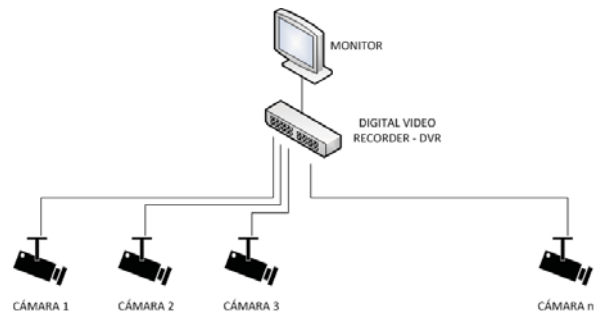


Fig. 5 Esquema del sistema de CCTV

Además, es conveniente indicar que dependiendo de la cantidad de información que se desea extraer del lugar a ser supervisado, un sistema de CCTV, puede ser utilizado para tres fines diferentes posibles, los cuales son: [3]

- Detección: Indicar si algo está ocurriendo en el área de interés.
- Reconocimiento: Determinar exactamente qué está ocurriendo.
- Identificación: Determinar quién está involucrado en la actividad.

A. *Requerimientos del sistema de video vigilancia*

Es necesario, que el sistema de video vigilancia para la BIEE, cumpla con las siguientes características:

- Amplia cobertura del espacio de la BIEE.
- La calidad del sistema de CCTV, debe alcanzar al RECONOCIMIENTO, para que el administrador tenga conocimiento de las actividades, que dentro de la BIEE se realizan.
- El administrador del sistema tiene acceso a la información del mismo y dependiendo de sus necesidades, puede respaldarla o eliminarla.

Considerando el horario de atención, mientras la BIEE está abierta, se debe tener una grabación continua y por las noches solamente si se detecta movimiento

Se elige un sistema de CCTV analógico, debido a que cumple satisfactoriamente con los requerimientos descritos anteriormente y respecto a nuevas tecnologías el costo de implementación es bajo.

B. *Componentes del sistema de CCTV*

1) *Cámaras:* Las características mínimas que deben tener las cámaras a utilizarse dentro de la BIEE deben ser las siguientes:

- Para uso en interiores.
- Para montaje en techo falso.
- Resolución mínima de 540 TVL (recomendadas para tener RECONOCIMIENTO de la escena).
- Lente varifocal para ajustar la imagen a ser grabada.
- Iluminación mínima de 0.1 Lux que corresponde a rangos de niveles de baja luz que se tienen en la BIEE gracias al alumbrado público, cuando todas las luces están apagadas.

Para la implementación se decide ubicar 4 cámaras en el Nivel I, y 2 en el Nivel II, tomando en cuenta el criterio de cubrir la mayor área posible de la BIEE y aprovechando la presencia permanente de personal en la oficina de administración.

TABLA IV
CÁMARAS UTILIZADAS EN EL SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

Número de cámaras	Serie	Principales Características
3	XTS 690MDIVF-WDR	Resolución: 690 TVL Iluminación mínima: 0,1 lux Compensación Backlight
2	XTS 700MDIVF	Resolución: 700 TVL Iluminación mínima: 0,1 lux
1	XTS	Resolución: 540 TVL

	MDVPIR-540F	Iluminación mínima: 0 lux (IR) Compensación Backlight
--	-------------	--

2) *DVR:* para almacenar la información que las cámaras toman, es necesario un DVR (Digital Video Recorder). Se debe elegir un equipo que cubra los requerimientos y que en lo posible permita la expansión del sistema. A continuación se describen las características mínimas que debe tener el DVR:

- Capacidad para 6 cámaras.
- Formato de compresión de las imágenes MPEG o H.264.
- Un puerto USB para realizar respaldos de información.
- Salida de video VGA o HDMI.
- Disco duro de 500 GB.

Se selecciona el equipo XTS – DVR8208S, de la misma marca de las cámaras. Entre sus características principales tiene: 8 canales de entrada, formato de compresión H.264, capacidad de almacenamiento de 500 GB.

3) *Monitor:* se utiliza el monitor LED AOC 23” RazorLED e2343Fk, como elemento de visualización del sistema de CCTV. Su principal característica es que el tamaño es de 23 pulgadas.

C. *Resultados del sistema de CCTV*

La finalidad del sistema de CCTV es el reconocimiento de las actividades que se realizan en la BIEE. Con los equipos instalados en el sistema se logra los objetivos propuestos, ya que la nitidez con la que cuentan las cámaras sirve para reconocer dichas actividades.

En el Nivel I, se determina que la cobertura efectiva que tienen las cámaras es de aproximadamente el 66,8%. Sin embargo, uno de los criterios para la ubicación de las cámaras, fue cubrir lugares a los cuales no se puede observar desde la oficina de administración. Si se desprecia los puntos que no cubren las cámaras, pero se tiene visibilidad desde la oficina de administración, la cobertura llega al 93,6%.

En el Nivel II, no se tiene visibilidad directa desde la administración por esto es necesario ubicar las cámaras de modo que cubran la mayor área posible. La cobertura que se tiene en este nivel es del 94,4%, y se da prioridad a zonas como la oficina (ubicada en el Nivel II y que pasa la mayor parte del tiempo desocupada), las gradas de ingreso a la sala, y la puerta de salida de emergencia.

El DVR instalado tiene una capacidad de almacenamiento de 500 GB. Se configura el DVR para que cuando se llene la memoria, se sobrescriban los nuevos datos, sobre los más antiguos.

También se configura al DVR, para grabar permanentemente durante el horario de atención de la BIEE, y cuando la BIEE esté cerrada, se mantiene al sistema en grabación por detección de movimiento. De esto depende el tiempo que permanecerán los videos grabados en el DVR, ya que si hubo detección de movimiento se ocupa espacio en la memoria. El tiempo aproximado de almacenamiento de la información es de 6 días.

IV. SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE MENSAJES DE AUDIO

La primera consideración, que se tiene para la implementación del sistema, es que se trata de un local cerrado y la transmisión es solamente de palabra, por lo que es necesario que el sistema cuente con un sonido claro y nítido para su entendimiento. [4]

También se considera que el nivel máximo de volumen se mantenga entre 60 y 70 dBs, para evitar molestias en los usuarios, ya que en la BIEE se trabaja en silencio.

La ubicación de los altavoces se la realiza en cada una de las zonas de estudio (zona 1, zona 2, zona 4), de este modo no se centraliza al sistema, a una sola fuente sonora.

Los altavoces se conectan a través de un amplificador de audio para elevar la potencia de la señal de entrada. El ingreso del sonido al amplificador, se hace a través de dos medios, el primero con un micrófono manejado por el administrador, y el segundo por medio de la computadora con mensajes pregrabados. El diagrama del sistema se muestra en la Fig. 6.

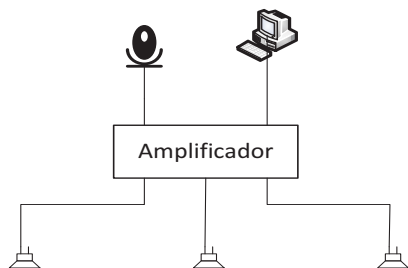


Fig. 6 Esquema del sistema de comunicación de mensajes de audio

Es necesario tener las dos formas de introducir la señal de audio, debido a que existen mensajes repetitivos que se pueden reproducir desde grabaciones, pero eventualmente van a existir ciertas disposiciones diferentes, para lo cual el administrador debe transmitir el mensaje a través del micrófono.

A. Componentes del sistema de comunicación de mensajes de audio

1) *Altavoces*: Es necesario el uso de 3 altavoces ubicados en cada una de las zonas de estudio: zona 1, zona 2 y zona 4. La posición de cada uno de los altavoces se hace tomando en cuenta el centro de la sala de estudio para que la atenuación sea uniforme.

Para que el sonido sea nítido, se utilizan componentes de la misma marca y bajo las recomendaciones del fabricante. Los altavoces que se utilizan son de marca BOSE de la serie DS – 16F.

A continuación se describen las principales características de estos equipos:

- Volumen máximo 96 dBs SPL.
- Impedancia 8Ω.
- Para locales cerrados.
- Recomendable usar cable de 14 AWG a 18 AWG.
- Potencia 16w.
- Ancho de banda de 95 Hz a 17 kHz.
- Uso recomendado con el amplificador BOSE IZA 250 – LZ.
- Dispersión nominal 140° cónica. [5]

2) *Amplificador*: El amplificador utilizado es la marca BOSE de la serie IZA 250 – LZ, y tiene las siguientes características:

- Dos canales de salida.
- Potencia 2 x 50w a 4Ω; 2 x 25w a 8Ω.
- Ancho de banda de 40 Hz a 20 kHz.
- Entradas: dos líneas de entrada RCA, 1 entrada de micrófono, 1 entrada auxiliar.
- Consumo de potencia eléctrica de 15w a 200w. [5]

3) *Entrada de audio*: se utiliza dos líneas de entrada de audio. La primera a través de un micrófono de escritorio, colocado en la oficina del administrador. El micrófono que se utiliza es de cuello de ganso, para escritorio, de la serie TDM - 300.

La segunda forma de ingresar el sonido al amplificador es a través de la PC, para lo cual se conecta la tarjeta de sonido de la misma a una de las entradas del amplificador.

B. Características principales del sistema

Para la conexión de los altavoces con el amplificador, hay que tomar en cuenta que el amplificador de sonido tiene dos salidas por impedancia constante (2x50W a 4Ω o 2x25W a 8Ω). Además la impedancia de cada uno de los altavoces es de 8Ω. Por lo que se conecta en el canal 1 dos altavoces en paralelo (4 Ω) y en el canal 2 el tercer altavoz (8 Ω).

Es necesario determinar el modo en que se utilizan las dos entradas de audio, ya que se utilizan canales independientes del amplificador. Para la conexión de la señal de audio de la PC, se siguen las recomendaciones del fabricante para un conector mono estéreo. Se habilita

la entrada cortocircuitando dos terminales (PPT y ▼). Para realizar esta acción se utiliza un relé electromagnético controlado desde la interfaz y así cuando es necesario transmitir un mensaje pregrabado, se lo activa. La entrada del micrófono está habilitada en cualquier momento. Para transmitir un mensaje es necesario encenderlo (se recomienda tener el micrófono apagado y encenderlo solamente cuando vaya a ser usado). Mientras se transmite un mensaje pregrabado, la entrada del micrófono se bloquea.

C. Resultados del sistema de comunicación de mensajes

1) *Mensajes pregrabados:* Actualmente, dadas las condiciones operativas de la BIEE, se considera que las siguientes situaciones requieren de mensajes establecidos previamente:

- Informar el horario de atención de la BIEE, que actualmente, es de lunes a viernes de 07:00 a 18:00.
- Informar que debido a una falla en el suministro de energía eléctrica, los estudiantes deben abandonar la biblioteca, de esta forma evitar la pérdida de libros, ya que su sistema de seguridad después de un corte de energía, depende del tiempo de autonomía de la UPS (25 minutos con la carga instalada actual).
- Informar que en caso de hallar objetos olvidados dentro de la BIEE, éstos deben ser entregados en la administración de la misma.
- En caso de que exista demasiado ruido dentro de la BIEE, se les solicite, orden y silencio a los usuarios.
- Informar a los usuarios que abandonen la biblioteca minutos antes de que termine el horario de atención.
- Existe la posibilidad de que se presenten otro tipo de circunstancias, en las cuales el personal administrativo deberá informar a los usuarios utilizando el micrófono.

2) *Encuesta para determinar el nivel de satisfacción de los usuarios de la BIEE:* Para validar el funcionamiento del sistema de comunicación de mensajes de audio y la aceptación que tiene en los usuarios, se realiza una encuesta.

La encuesta se realiza a 50 usuarios, luego de haber reproducido uno de los mensajes de audio pregrabados disponibles, en 2 días distintos de atención (25 encuestas por día). El primer día con una baja cantidad de usuarios y el segundo con alta presencia de los mismos. A continuación, se presenta el detalle de los resultados.

- El 98% de los encuestados, considera que el mensaje reproducido, fue comprensible y solamente un 2% que no lo fue.
- El 82% asegura que el nivel de volumen de los mensajes es adecuado, un 18% que es muy alto, mientras que nadie que fue muy bajo.

- El 66% interrumpió sus actividades para escuchar el mensaje, mientras que el 34% las continuó realizando mientras el mensaje era transmitido.
- El 94% considera efectiva el mecanismo empleado para la información dentro de la BIEE y solo al 6% restante, no lo hace.
- Al igual que en el caso anterior, el 94% considera que mensaje nítido, y un 6% que no lo fue.
- El 66% de los usuarios encuestados piensa que la frecuencia con la que se deben reproducir debe ser media, un 30% que debe ser baja y un 4% que debe ser alta.

V. CONCLUSIONES

Con el sistema de control de iluminación, se tiene un uso más eficiente en el consumo de energía, logrando ahorrar hasta un 25% de energía promedio durante un día particular. El porcentaje varía de acuerdo a distintas condiciones de iluminación externa, y número de usuarios dentro de las instalaciones.

El sistema de CCTV implementado en la BIEE tiene la finalidad de obtener un reconocimiento de las actividades dentro de las instalaciones. En distintas ocasiones se logra resolver algunos problemas, gracias al sistema de CCTV, en cuanto a pérdidas y olvidos de objetos. Además, por el solo hecho de tener instaladas las cámaras, el comportamiento de los usuarios se ve mejorado.

El sistema de comunicación de mensajes de audio, se realiza con el objetivo de dar a conocer de manera eficiente cualquier tipo de disposiciones dentro de la BIEE, a todos los usuarios. En base a los resultados de las encuestas realizadas se conoce que los usuarios se encuentran satisfechos con el sistema implementado.

En el sistema de control de iluminación se utilizan balastos dimerizables, sensores de iluminación y sensores de movimiento, los cuales son parte de un sistema completo que vende el fabricante. Hay que tomar en cuenta que este sistema tiene un costo elevado, además de limitaciones al momento de adaptarlo a un lugar específico. Por lo que se decide utilizar los elementos antes mencionados, pero diseñar los controladores para adaptarlos a los modos de trabajo que se requieren en la BIEE. Lo que reduce el costo total del sistema.

Se utiliza un sistema microprocesado para realizar el control del sistema de iluminación. La desventaja que suelen ofrecer este tipo de sistemas es en cuanto a la robustez, ya que suelen tener problemas con interferencias. Para lo cual es necesario seguir las recomendaciones del fabricante del microcontrolador al momento de realizar el diseño de las placas PCB. También se sigue las recomendaciones en cuanto a las alimentaciones de los microcontroladores.

Para el sistema de control de iluminación es importante saber que se trabaja sobre un diseño de

ubicación de luminarias, el cual no es alterado para el desarrollo del presente proyecto. Por lo que es importante destacar que el sistema está limitado a las condiciones de iluminación que se diseñaron originalmente.

La comunicación que se utiliza es RS-485, con el CI MAX-485, el cual tiene el canal de comunicación con voltaje diferencial. Sin embargo al momento de realizar las pruebas se referencia al mismo punto todos los MAX-485, obteniendo así buenos resultados en la comunicación. Para conectar las referencias se emplea el apantallamiento del cable utilizado (par trenzado apantallado).

De las mediciones realizadas, se observa que el factor de potencia del sistema de control de iluminación, se mantiene sobre el valor recomendable, por lo que se concluye que el uso de balastos dimerizables LUTRON, introduce niveles de distorsión mínimos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Universidad Tecnológica Nacional de Argentina. (2002) <http://www.edutecne.utn.edu.ar>. [Online]. HYPERLINK "http://www.edutecne.utn.edu.ar" <http://www.edutecne.utn.edu.ar>
- [2] CASADOMO. (2012) www.casadomo.com. [Online]. HYPERLINK "http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=33&m=37&idm=41&n2=36" <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=33&m=37&idm=41&n2=36>
- [3] BOSCH. www.boschsecurity.com.ve. [Online]. HYPERLINK "http://www.boschsecurity.com.ve/acerca/noticias_y_eventos_productos/pdf/cctv/Nota_C%C3%B3mo%20seleccionar%20la%20c%C3%A1mara%20correcta_Marzo2009.pdf" http://www.boschsecurity.com.ve/acerca/noticias_y_eventos_productos/pdf/cctv/Nota_C%C3%B3mo%20seleccionar%20la%20c%C3%A1mara%20correcta_Marzo2009.pdf
- [4] CENTRO DOCUMENTACIÓN DE ESTUDIOS Y OPOSICIONES. (2012) <http://www.cede.es>. [Online]. HYPERLINK "https://www.serina.es/empresas/cede_muestra/302/TEMA%20MUESTRA.pdf" https://www.serina.es/empresas/cede_muestra/302/TEMA%20MUESTRA.pdf
- [5] BOSE. (2012) <http://worldwide.bose.com>. [Online]. HYPERLINK "http://worldwide.bose.com/pro/assets/pdf/en/tds_fs_iza_190_250.pdf" http://worldwide.bose.com/pro/assets/pdf/en/tds_fs_iza_190_250.pdf

VII. BIOGRAFÍAS

Christian Sebastian Bonilla Ribadeneira, nació en Quito - Ecuador, el 02 de mayo de 1988. Realizó sus estudios primarios en la Escuela Municipal Espejo, donde obtuvo la distinción de Primer Escolta del Pabellón Nacional. Sus estudios secundarios los realizó en el Colegio San Gabriel, donde obtuvo su bachillerato en el año 2006. Se graduó de Ingeniero en Electrónica y Control en la Escuela Politécnica Nacional en marzo de 2013.

Áreas de interés: Microcontroladores, Instrumentación, Eficiencia Energética, Automatización y Control de Procesos Industriales.

christianbon@gmail.com



Ángel Guillermo Hidalgo Oñate, nació en Saquisilí - Ecuador, el 04 de Junio de 1988. Realizó sus estudios primarios en la Escuela Naciones Unidas, donde obtuvo la distinción de Abanderado del Pabellón Nacional. Sus estudios secundarios los realizó en el Instituto

Tecnológico Superior Industrial Ramón Barba Naranjo, donde se graduó de Bachiller Técnico en la especialidad de Electrónica, ahí obtuvo la distinción de Abanderado del Pabellón Nacional y mejor egresado de la promoción 2005 - 2006. Se graduó de Ingeniero en Electrónica y Control en la Escuela Politécnica Nacional en marzo de 2013.

Áreas de interés: Sistemas Microprocesados, Control Industrial, Eficiencia Energética, Domótica/Inmótica, Conectividad y Redes de la Información.

agho_11@hotmail.com



Óscar Efraín Cerón Aguirre, nació en Cayambe - Ecuador, el 23 de Diciembre de 1951. Sus estudios universitarios los realizó en la Escuela Politécnica Nacional, donde obtuvo el título de Ingeniero Eléctrico en 1978. En esta

institución, se desempeña como Profesor Principal a tiempo completo. En el 2007, alcanzó el título de Máster en Sistemas de Control, siendo el mejor graduado de postgrados de la EPN. En el período 2008 - 2011, desempeñó el cargo de Jefe del Departamento de Automatización y Control (DACI) de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Ha dirigido diversos proyectos de titulación y también ha formado parte de varios proyectos de investigación.

Áreas de interés: Circuitos Eléctricos, Señales y Sistemas, Sistemas de Control e Inteligencia Computacional.

oscar.ceron@epn.edu.ec