



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LOPEZ MATEOS”

**“AUTOMATIZACION DE ILUMINACIÓN DE UN
EDIFICIO GUBERNAMENTAL”**

TESIS COLECTIVA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACION

PRESENTAN:

SÁNCHEZ GARDUÑO NESTOR DAVID

VALDIVIA ROA RICARDO ANTONIO

ASESOR:

ING. IGNACIO MARTÍNEZ SÁNCHEZ



MÉXICO, D.F.

2008

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TITULO	V
OBJETIVO	VI
JUSTIFICACION	VI

INTRODUCCION	8
CAPITULO I. MARCO CONCEPTUAL	12
1.1.1 Automatización a pequeña escala	12
1.1.2. Ventajas de la automatización	12
1.2.1. Descripción de distintos sensores	13
1.2.3. Sensores de Movimiento.....	15
1.2.3.1. Sensor X10 para control automático de luces.....	16
1.2.3.2. Sensores PIR	17
Aplicaciones de un sensor PIR de techo y/o pared.....	17
1.2.3.3. Sensor de presencia infrarrojo para techo OSC 04, 15-IOW	17
Operación general	18
1.2.3.4. Sensor de presencia ultrasónico para techo OSC20,	18
1.2.3.5. Sensor de presencia multi-tecnología para techo OSC20, 10, 05	19
1.3 Iluminación	
1.4 Jerarquías entre los niveles de comunicación	
1.5 Tecnologías de comunicaciones	
1.5.1 TCP/IP	
1.5.2 PROTOCOLO X10	29
Nivel Físico.....	30
Protocolo	31
1.5.3 BACNET	
1.5.4 ETHERNET.....	33
Conexiones (Desde el DTE) [editar].....	36
Construcción física.....	36
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL	40
2.1 PISO 2: Centro de Desarrollo Infantil (CENDI)	40
2.2 PISO 1: Sala de Comisiones	40
2.3 MEZZANINE.....	41
2.4 PLANTA BAJA.....	41
2.5 ESTACIONAMIENTO 1	42
2.6 ESTACIONAMIENTO 2	43
2.7 ESTACIONAMIENTO 3	43
2.8 ESTACIONAMIENTO 4	44
Características técnicas.....	44

CAPITULO III. CALCULOS Y SELECCIÓN DE EQUIPO	45
3.1 REALIZACIÓN DE LOS CÁLCULOS	45
3.3 Método de ocupación, encendido y apagado del alumbrado	67
3.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	75
CAPITULO IV. ESTUDIO ECONOMICO.....	77
Tabla de ahorro anual.....	78
CONCLUSIONES	79
BIBLIOGRAFIA.....	80

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TITULO.

AUTOMATIZACION DE ILUMINACION DE UN EDIFICIO GUBERNAMENTAL

OBJETIVO.

Diseñar la automatización del sistema de iluminación de un edificio gubernamental para eficientar su operación y mantenimiento evitando desperdicio de energía eléctrica y abatir costos.

JUSTIFICACION

El edificio cuenta con un total de ocho niveles los cuales cuatro son estacionamientos, en el edificio se tienen diferentes áreas donde se realizan distintas actividades con sus respectivos horarios y al término de las mismas la iluminación permanece activada aunque esta no sea utilizada ocasionando así un consumo innecesario ya que existen áreas en las que la iluminación permanece encendida durante la noche por más de 10 horas sin requerimiento alguno viéndose reflejado en los costos de operación.

Dada la problemática anterior se propone realizar la automatización de la iluminación por medio de un sistema que integra diferentes elementos como controladores inteligentes de iluminación, sensores de iluminación, sensores de presencia, interruptores digitales etc.

Las ventajas que se obtienen con la implementación del sistema de automatización son:

- Reducción de costos de operación y mantenimiento
- evita mal uso y desperdicio de energía eléctrica
- el mantener menor tiempo encendidas las lámparas reduce la generación de calor y menor consumo de energía eléctrica por aire acondicionado
- es compatible con los focos ahorradores de energía que se tienen en el edificio
- considerable ahorro económico
- al existir un ahorro económico se tiene la posibilidad de utilizar el presupuesto para otras áreas en las que sea necesario.

INTRODUCCION

La automatización y el Control electrónico de la instalación eléctrica con el objetivo funcional de la gestión técnica para el ahorro energético y el confort en un edificio se denominan Domótica (para hogares) o Inmótica (para edificios terciarios).



Figura 1. Funciones de automatización y control

La "Automatización y Control" permiten de una forma centralizada y/o remota apagar y encender, abrir y cerrar y regular mecanismos y aparatos que forman parte de o están conectados a la instalación eléctrica del edificio como la iluminación, climatización, persianas y toldos, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, suministro de gas, suministro de electricidad, etc.

Arquitectura y Estructura de Dispositivos y Redes

Los sistemas de Automatización y Control constan de varios elementos y se puede hacer la siguiente clasificación de los dispositivos de un sistema:

-- Controlador: en instalaciones centralizadas, es la central que gestiona el sistema. En él reside toda la inteligencia del sistema y suele tener los interfaces de usuario necesarios para presentar la información a este (pantalla, teclado, monitor, etc.). En los sistemas descentralizados cada elemento contiene las funciones de control.

-- Actuador: es el dispositivo de salida capaz de recibir una orden del controlador y realizar una acción (encendido/apagado, subida/bajada de persiana, apertura/cierre

de electroválvula, etc.).

-- Sensor: es el dispositivo que está, de forma permanente, monitorizando el entorno con objeto de generar un evento que será procesado por el controlador. Ejemplos, activación de un interruptor, los sensores son de luz, temperatura, viento, humedad, humo, escape de agua o gas, etc.

Hay equipos que son controladores/sensores/actuadores simultáneamente, un único equipo dispone de toda la inteligencia necesaria para medir una variable física, procesarla y actuar en consecuencia (por ejemplo, un termostato). Pero la mayoría de las soluciones del mercado se construyen diferenciando los sensores de los actuadores con objeto de aportar mayor flexibilidad y escalabilidad. Desde el punto de vista de donde reside la inteligencia del sistema hay dos arquitecturas diferentes:

-- Arquitectura Centralizada: un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.

-- Arquitectura Distribuida: en este caso, no existe la figura del controlador centralizado, sino que toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores. Suele ser típico de los sistemas de cableado en bus.

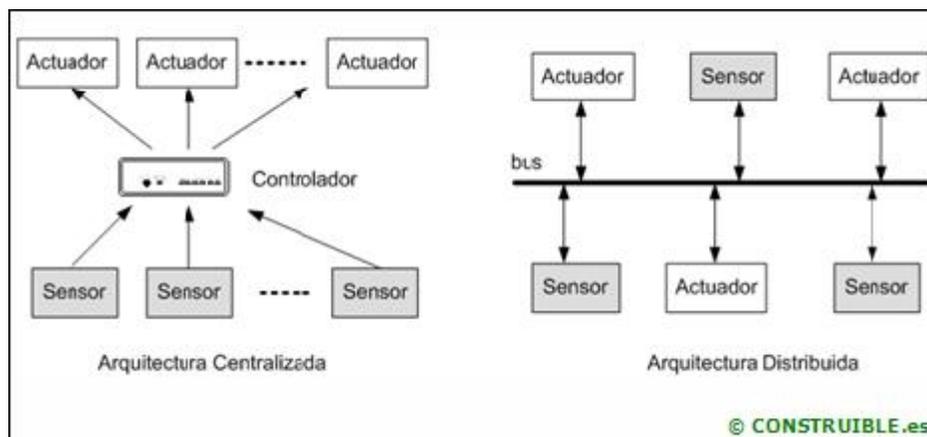


Figura 2. Tipos de arquitecturas

Hay que destacar que algunos sistemas usan un enfoque mixto, esto es, son sistemas con arquitectura descentralizada en cuanto a que disponen de varios pequeños dispositivos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos al resto de dispositivos distribuidos por la vivienda. Hoy en día hay buenos sistemas centralizados y distribuidos, todos ellos con elevadas prestaciones. Ambas

arquitecturas tienen sus ventajas y sus inconvenientes, lo cual a priori no ayuda a decidir cual es la mejor solución para una vivienda o edificio.

Se pueden clasificar las centrales en tres tipos a nivel tecnológico:

--Centrales cableadas: todos los sensores y actuadores (sirenas, etc), están cableados a la central, la cual es el controlador principal de todo el sistema. Esta tiene normalmente una batería de respaldo, para en caso de fallo del suministro eléctrico, poder alimentar a todos sus sensores y actuadores y así seguir funcionando normalmente durante unas horas.

--Centrales inalámbricas: en este caso usan sensores inalámbricos alimentados por pilas o baterías y transmiten vía radio la información de los eventos a la central, la cual está alimentada por red eléctrica y tiene sus baterías de respaldo.

--Centrales mixtas: combinan el cableado con el inalámbrico.

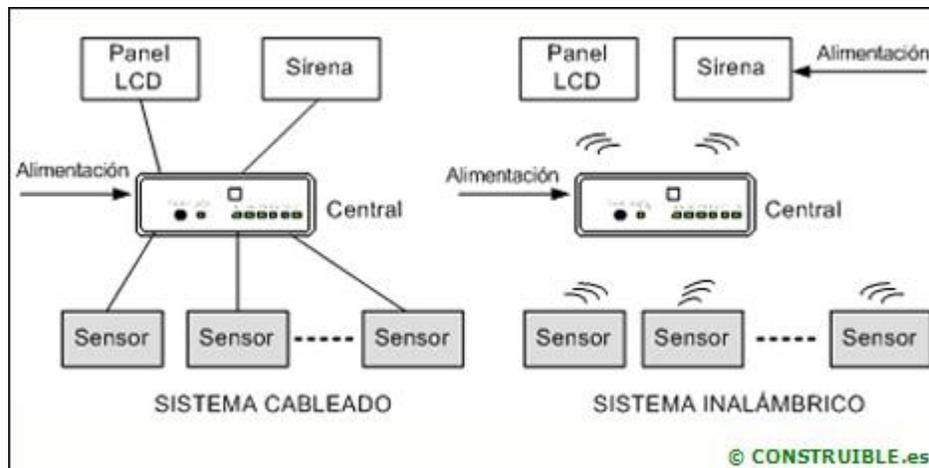


Figura 3. Tipos de sistemas

La topología de la red es el método para interconectar los equipos y sistemas conectados a ella así como la forma que adoptan. La topología depende del sistema de control que se utilice y el cableado en función de los requerimientos del sistema. La Red de Estrella es la conexión utilizada por los sistemas centralizados donde existe un único controlador sobre el que pasa toda la información. En La Red de Anillo cada controlador está conectado a otros dos, y así sucesivamente, formado un anillo. La Red en Bus es una arquitectura donde todos los elementos conectados a ella tengan la

estructura de controladores, y que sean conectados al bus.

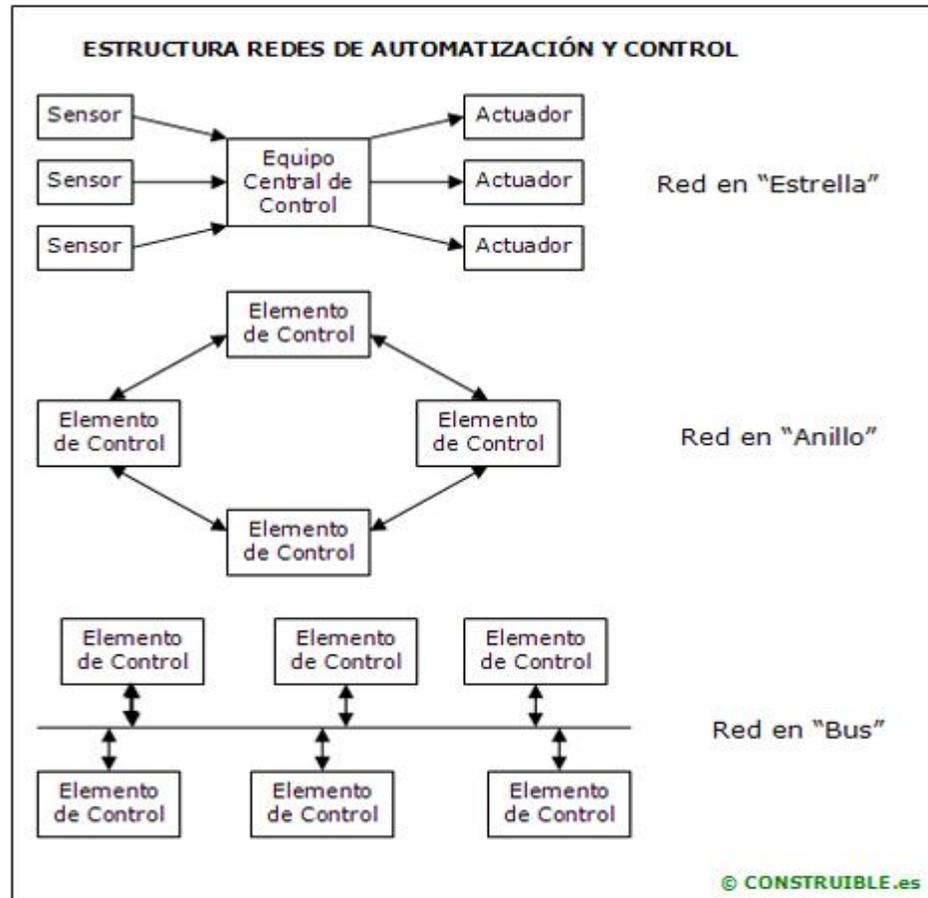


Figura 4. Tipos de redes

La instalación y programación de la Automatización y Control de un edificio deberá ser siempre realizada por un profesional. En el caso de los edificios de carácter terciario este parámetro suele cumplirse, aunque las instalaciones domésticas muchas veces se dejan en manos de los mismos usuarios finales. Para optimizar el ahorro energético de la instalación es importante proporcionar interfaces adecuados e inteligibles para aquellos que van a operar el sistema.

Pantallas de pared, mandos a distancia, Interfaces PC, interfaces web, son algunos de los interfaces disponibles.

CAPITULO I. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Automatización

Cuando un proceso se realiza sin la intervención humana decimos que se trata de un proceso automatizado. La automatización permite la eliminación total o parcial de la intervención del hombre.

1.1.1 Automatización a pequeña escala

- Automatización a proceso: es la automatización en la cual intervienen diferentes máquinas para obtener un fin.
- Sistemas de automatismos programables: representan el grado más elevado de automatización y en ellos intervienen equipos informáticos y robotizados

1.1.2. Ventajas de la automatización

Entre la gran infinidad de beneficios que nos proporciona hoy en día un proceso automatizado entre las que más destacan se encuentran:

- Reduce los gastos de mano de obra directos en un porcentaje considerable según el grado de automatización
- Ya que los productos son más competitivos, aumentan los beneficios, es decir, si reducimos costos es posible fabricar mas barato y por lo tanto aumentar las ventas.
- Aumenta la capacidad de producción de la instalación utilizando las mismas máquinas y los trabajadores.
- Aumenta la calidad de producción ya que las máquinas automáticas son mas precisas.
- Mejora el control de la producción ya que es posible introducir sistemas automáticos de verificación.
- Permite programar la producción.
- A mediano y a largo plazo y gracias a la constancia y a la uniformidad de la producción se garantizan plazos de entrega más fiables.
- Se reducen las incidencias laborales puesto que las máquinas automáticas realizan todo tipos de trabajos perjudiciales para el hombre.

1.2. Sensores

Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Los sensores son tan diversos como los principios físicos en los que se basan. En la actualidad para medir cualquier variable física tenemos diversos tipos de sensores, con sus ventajas y desventajas.

Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc... todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

1.2.1. Descripción de distintos sensores

Se pretende explicar de forma sencilla algunos tipos de sensores.

a) Sensores de posición: Su función es medir o detectar la posición de un determinado objeto en el espacio, dentro de este grupo, podemos encontrar los siguientes tipos de captadores:

- Los captadores fotoeléctricos
- Captadores por barrera.

b) Sensores de contacto: Estos dispositivos, son los más simples, ya que son interruptores que se activan o desactivan si se encuentran en contacto con un objeto, por lo que de esta manera se reconoce la presencia de un objeto en un determinado lugar. Su simplicidad de construcción añadido a su robustez, los hacen muy empleados en robótica.

c) Sensores por ultrasonidos: Este tipo de sensores, se basa en el mismo funcionamiento que los de tipo fotoeléctrico, ya que se emite una señal, esta vez de tipo ultrasónica, y esta señal es recibida por un receptor. De la misma manera,

dependiendo del camino que realice la señal emitida podremos diferenciarlos entre los que son de barrera o los de reflexión.

d) Sensores de reluctancia variable: Existen ciertos casos donde las condiciones físicas de operación requieren un sensor a prueba de casi todo. La solución acostumbrada son los sensores de reluctancia variable.

Funcionan de la siguiente manera: El campo de un imán permanente es deformado al paso de un objeto de alta reluctancia, como los dientes de un engrane metálico; este cambio en el campo induce un voltaje en una bobina colocada rodeando al imán. La magnitud de este voltaje depende de la velocidad con la que el diente en nuestro ejemplo pasa frente al campo magnético y, cuando es suficientemente grande (4500 mm/seg), puede ser empleado en contadores o indicadores de velocidad directamente.

En nuestro medio usualmente se conocen estos sensores como de "Pick Up" magnético. Y, tienen forma de cilindro metálico, a manera de un tornillo.

e) Sensores fotoeléctricos: Estos sensores son muy usados en algunas industrias para contar piezas, detectar colores, etc., ya que reemplazan una palanca mecánica por un rayo de luz que puede ser usado en distancias de menos de 20 mm hasta de varias centenas de metros, de acuerdo con los lentes ópticos empleados. Funcionan con una fuente de luz que va desde el tipo incandescente de los controles de elevadores a la de estado sólido modulada (LED) de los detectores de colores. Y operan al detectar un cambio en la luz recibida por el fotodetector. Los fotodetectores son típicamente fotodiodos o fototransistores, inclinándose los fabricantes por los primeros por su insensibilidad a campos de radiofrecuencia, que podrían causar interferencia. Algunos modelos de estos sensores son fabricados con inmunidad a la luz solar incidente o reflejada. Para ello emplean haces de luz modulada que únicamente pueden ser detectados por receptores sintonizados a la frecuencia de modulación.

f) Sensores ultrasónicos: Los sensores ultrasónicos son empleados en las industrias químicas como sensores de nivel por su mayor exactitud en presencia de burbujas en los reactores. Funcionan al igual que el sistema de sonar usado por los submarinos. Emiten un pulso ultrasónico contra el objeto a sensar y, al detectar el pulso reflejado, se para un contador de tiempo que inició su conteo al emitir el pulso. Este tiempo es referido a distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta ("Set Point") con ello manda una señal eléctrica digital o analógica.

La técnica actual permite la fabricación de estos sensores con un rango de detección desde 100 mm hasta unos 6000 mm con una exactitud de 0.05%. Estos sensores son empleados con gran éxito sobre otros tipos de sensores para detectar objetos a cierta distancia que son transparentes o extremadamente brillosos y no metálicos.

g) Sensores magnéticos: De los sensores magnéticos tenemos los siguientes tipos: los mecánicos o tipo "reed", los de tipo electrónico o de efecto Hall y, los transformadores lineales variables (LVDT).

Los sensores de tipo "reed" tienen gran difusión al emplearse en muy bajos voltajes, con lo que sirven de indicador de posición a PLCs y, además, por emplearse como indicador de posición de los cilindros neumáticos de émbolo magnético de las marcas que tienen mayor difusión.

Los sensores de efecto Hall, son semiconductores y por su costo no están muy difundidos pero en codificadores ("encoders") de servomecanismos se emplean mucho.

h) Sensores de temperatura: Los sensores de temperatura más sencillos son los que actúan sobre un interruptor miniatura y en general, éstos son de dos tipos: Sistemas de dilatación de un fluido y bimetálicos. Los primeros actúan al dilatarse el líquido o el gas contenido dentro de un capilar y, los segundos actúan directamente el interruptor mediante el efecto de diferencia de dilataciones de tiras de dos metales diferentes. En general, se usan para interrumpir hasta corrientes de 30 Amperes en 120 volts.

1.2.3. Sensores de Movimiento

Este tipo de sensores es uno de los más importantes en robótica, ya que nos da información sobre las evoluciones de las distintas partes que forman el robot, y de esta manera podemos controlar con un grado de precisión elevada la evolución del robot en su entorno de trabajo. Dentro de este tipo de sensores podemos encontrar los siguientes:

- Sensores de deslizamiento
- Sensores de Velocidad
- Sensores de Aceleración
- Sensores de proximidad

Estos sensores pueden estar basados en algo simple como en la operación mecánica de un actuador o, tan complejo como en la operación de un sensor de proximidad fotoeléctrico con discriminación de color.

Los sensores de presencia tienen dos tareas: mantener las luces encendidas mientras la habitación está ocupada y mantenerlas apagadas cuando la habitación se encuentra vacía; dentro de este tipo de sensores podemos encontrar los siguientes:

1.2.3.1. Sensor X10 para control automático de luces

Este sensor de movimiento inalámbrico X10 es de baterías y se puede instalar en un closet, el cuarto, pasillos o donde se deseen activar las luces automáticamente. El tiempo de espera para apagar es ajustable, desde 1 minuto hasta más de 4 horas.

- Enciende las luces cuando alguien entra al cuarto.
- Enciende las luces cuando oscurece.
- Alcance de 100 pies.
- Envía señal (RF) inalámbrica X10 a cualquier receptor X10.
- Puede activar programación de macros inteligentes.
- Tiempo de espera para apagar luego de que no percibe movimiento ajustable de 1 a 256 minutos
- Fotocelda de luz puede ser desactivada para que el sensor trabaje 24 horas.



Figura 5. Sensor X10

Este tipo de sensor es compacto, mide 2.5" x 2.6" x 1.5". Fácil de instalar, puede fijar con tornillos o pegar a la pared. Este pequeño sensor envía una señal "ON" X10 a la unidad receptora RF Transceiver y ésta a su vez envía la señal a los dispositivos X10 con el código seleccionado.

Al transcurrir el tiempo de espera luego de que deja de sentir movimiento, envía una señal "OFF" X10 para apagar los dispositivos. El tiempo de espera se puede ajustar de 1 a 256 minutos.

Como función secundaria, puede enviar una señal X10 de "ON" cuando oscurece y nuevamente "OFF" al amanecer gracias a su fotocelda integrada. Por ejemplo, si el sensor de la unidad para detectar movimiento está en el código A1, la unidad enviará

en adición un código A2 "ON" para prender luces al anochecer y A2 "OFF" para apagar al amanecer.

1.2.3.2. Sensores PIR

Este tipo de sensores reaccionan sólo ante la energía calorífica producida por el cuerpo humano y detectan la presencia con base en la diferencia del calor emitido por un cuerpo y el calor del espacio circundante. Para su funcionamiento correcto, estos detectores deben tener "vista directa", es decir, que no admiten ninguna obstrucción entre ellos y el área a detectar (muebles, vidrios, etc.).

Aplicaciones de un sensor PIR de techo y/o pared

Entre ellas, destacan las áreas con fuertes flujos de aire; las que necesitan 100% de precisión en cobertura; estaciones de trabajo; lugares donde no existan objetos que bloqueen la vista del sensor; lugares y/o bodegas con techos muy y altos; oficinas cerradas y pasillos.

El sensor PIR "Pasive Infra Red" (Fig.6) es un dispositivo piroeléctrico que mide cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor a una distancia máxima de 6m. Como respuesta al movimiento el sensor cambia el nivel lógico de un "pin" por lo cual, su uso es extremadamente simple. Adicionalmente es un dispositivo de bajo costo y reducido tamaño muy utilizado en sistemas de alarmas iluminación controlada por movimiento y aplicaciones de robótica.

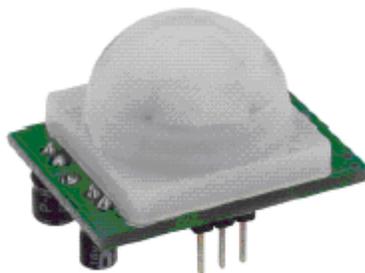


Figura 6. Sensor PIR para techo

1.2.3.3. Sensor de presencia infrarrojo para techo OSC 04, 15-IOW

Completamente digital y basado en tecnología de microprocesador, el sensor infrarrojo más avanzado disponible para el techo. Su Auto-calibración de la sensibilidad y el regulador de tiempo.

Ventajas:

- Tecnología de infrarrojo pasiva (PIR)
- Sencilla y rápida instalación
- Auto – ajuste
- Tecnología digital, completamente confiable
- Control por foto celdas
- Inmune a las corrientes de aire

Operación general

El sensor infrarrojo, es un detector de presencia de bajo voltaje que trabaja en conjunto con el paquete de control de iluminación. La principal función del sensor es encender las luces o mantenerlas encendidas mientras se detecta el movimiento dentro del rango del sensor y apagar las luces cuando el espacio es desocupado.

El sensor utiliza un pequeño semiconductor detector de calor que se localiza detrás de una zona de múltiples lentes ópticos. Estos lentes tipo Fresnel establecen docenas de zonas de detección. El dispositivo detecta el calor emitido por el cuerpo humano a fin de concentrar su sensibilidad, la fuente de calor debe moverse dentro de la zona de sensibilidad. Los objetos calientes sin movimiento no provocan el encendido de las luces.



Figura 7. Sensor de presencia infrarrojo

1.2.3.4. Sensor de presencia ultrasónico para techo OSC20, 10, 05- UOW

Basado en tecnología de microprocesador, posee una característica de auto adaptación que compensa el flujo de aire, dándole una excelente inmunidad para las corrientes de aire y otras interferencias.

Ventajas:

- Tecnología de sensado ultrasónico (US)
- Excelente rango y sensibilidad
- Sencilla y rápida instalación
- Auto – ajuste
- Tecnología digital, completamente confiable
- Control por foto celdas

Operación general

Este sensor es un detector de presencia de bajo voltaje que controla la iluminación de interiores. El sensor llena continuamente la habitación con ondas de sonido de alta frecuencia (ultrasónicas). Cualquier movimiento dentro de los rangos del sensor provoca un cambio en la frecuencia original emitida. El receptor del sensor asocia cualquier cambio en las frecuencias como movimiento y, ya sea que encienda las luces de la habitación o las mantenga en ese estado.



Figura 8. Sensor de presencia ultrasónico

1.2.3.5. Sensor de presencia multi-tecnología para techo OSC20, 10, 05-MOW

El sensor más avanzado disponible. Combina la multi-tecnología con arquitectura totalmente digital. Elimina falsos disparos. El resultado es una solución libre de problemas al “instalar y olvidarse” para el control de iluminación.

Ventajas:

- Multi-tecnología infrarrojo y ultrasonido con la más alta confiabilidad.
- Sencilla y rápida instalación
- Auto – ajuste
- Tecnología digital, completamente confiable
- Construido a base de foto celdas
- Montaje al techo y operación general

La detección de movimiento por ultrasonido que posee una máxima sensibilidad, aún es vulnerable a los falsos disparos debido a los flujos de corriente de aire acondicionado, actividad del corredor y movimientos de objetos inanimados. La detección de movimiento por infrarrojo posee inmunidad a los falsos disparos pero carece de sensibilidad a grandes distancias. El sensor de multi- tecnología combina los beneficios de ambas tecnologías, ultrasonido e infrarrojo, en un desarrollo totalmente confiable que no tiene rival.



Figura 9. Sensor de presencia multi - tecnología

1.3. Iluminación

En la actualidad, los centros laborales y lugares en que vivimos o nos encontramos, son algo más que un mero lugar de trabajo u ocio, son entornos en los

que las personas y sus necesidades deben ser puntos de máxima atención para el beneficio de los mismos. Por lo tanto se exige que las soluciones tomadas en una instalación de iluminación sean parte de un conjunto, soluciones que generen ambientes agradables, ergonómicamente correctos y energéticamente racionales.

Los factores fundamentales que se deben tener en cuenta al realizar el diseño de una instalación son los siguientes:

- Iluminancias requeridas
- Uniformidad de la repartición de las iluminancias.
- Limitación de deslumbramiento
- Limitación del contraste de luminancias.
- Color de la luz y la reproducción cromática
- Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz y de las luminarias.

Por lo tanto es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de luz necesaria, siempre en función de la dependencia que se va a iluminar y de la actividad que en ella se realizará.

Como elementos de un sistema de iluminación tenemos:

Fuente de luz. Tipo de lámpara utilizada, que nos permitirá conocer las necesidades eléctricas.

Luminaria. Sirve para aumentar el flujo luminoso, evitar el deslumbramiento y viene condicionada por el tipo de iluminación y fuente de luz escogida.

Sistema de control y regulación de la luminaria. Que en muchos o en el mejor de los casos es indispensable utilizar diversos tipos de sensores que faciliten su manejo.

La iluminación es la segunda fuente de consumo de energía eléctrica en la mayoría de los edificios. Con la Automatización y Control de la iluminación se trata de conseguir el máximo confort, con el mínimo consumo de energía posible.

El control de la iluminación en un edificio se hace no solo por zonas, sino también por puntos de luz individual. Otra gran diferencia entre la iluminación y la calefacción es

que el cambio de la iluminación es instantáneo, mientras el cambio de la climatización normalmente es más lento.

La forma de encender y apagar la iluminación puede automatizarse, bajo distintas posibilidades de control, en función de las necesidades de los usuarios.

La necesidad de luz en una zona se decide a base de:

-- La Actividad que se está realizando, por ejemplo en el salón puede ser deseable aprovechar toda la potencia de la iluminación al estar charlando entre amigos, mientras en la misma estancia solo se desea 25% de la capacidad de la misma iluminación al ver una película en la televisión. Y cuando no esté nadie la necesidad de luz es cero.

-- El individuo que realiza la actividad, distintas personas pueden necesitar distintas cantidades de luz, dependiendo de por ejemplo la edad.

-- La hora, ya que un pasillo en una casa tal vez solo se desea 30% de la capacidad de la luz durante las horas nocturnas, en comparación de lo que se necesita durante el día.

Además para muchas tareas hace falta tanto luz general como luz puntual. Por ejemplo en un espacio de oficina la luz general es suficiente para zonas de paso, mientras en la mesa es necesario luz puntual para leer documentos, etc.

La iluminación se puede regular de forma automática, dependiendo de uno, o combinaciones de varios de los siguientes parámetros:

-- Programación horaria,

-- Detección de presencia,

-- Nivel de luminosidad del ambiente, por ejemplo luz del exterior que llega a través de las ventanas. Evitando su encendido innecesario si entra luz suficiente desde el exterior.

-- Escenarios, activados por el usuario o activado automáticamente por otros parámetros distintos, que tienen predefinidos distintos parámetros de iluminación, p.e. Modo Televisión, Modo Cena, Modo Noche, Modo Salir de Casa, etc.

-- Regulación manual con interfaces como interruptores, mandos a distancia o interfaces web, sms, etc.

1.4 Jerarquías entre los niveles de comunicación

La telecomunicación es una técnica que consiste en transmitir información desde un punto a otro, normalmente con el atributo típico adicional de ser bidireccional. El término telecomunicación cubre todas las formas de comunicación a distancia incluyendo radio, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de computadoras a nivel de enlace.

Se puede hablar de dos tipos de redes:

Redes de control: tienen más tráfico debido a que la información que mandan esta formada por un gran número de pequeños paquetes.

Redes de datos: están orientadas a grandes paquetes de datos, con un gran ancho de banda para enviar rápidamente la información.

Redes de fábrica:

- * Oficina (comunicación entre otros departamentos)
- * Tecnología ethernet.
- * Tiempos de respuesta es rápido

Red de negocio o planta:

- * Interconexión de módulos y células con el departamento de diseño.
- * Aplicaciones SCADA
- * Gestión de errores (detectar y corregir)
- * Cubrir áreas extensas (kilómetros)
- * Ancho de Banda (amplio)

Red de campo: Utiliza aparatos distribuidos como módulos de I/O, transductores, drivers, aparatos de análisis, válvulas o terminales de operación.

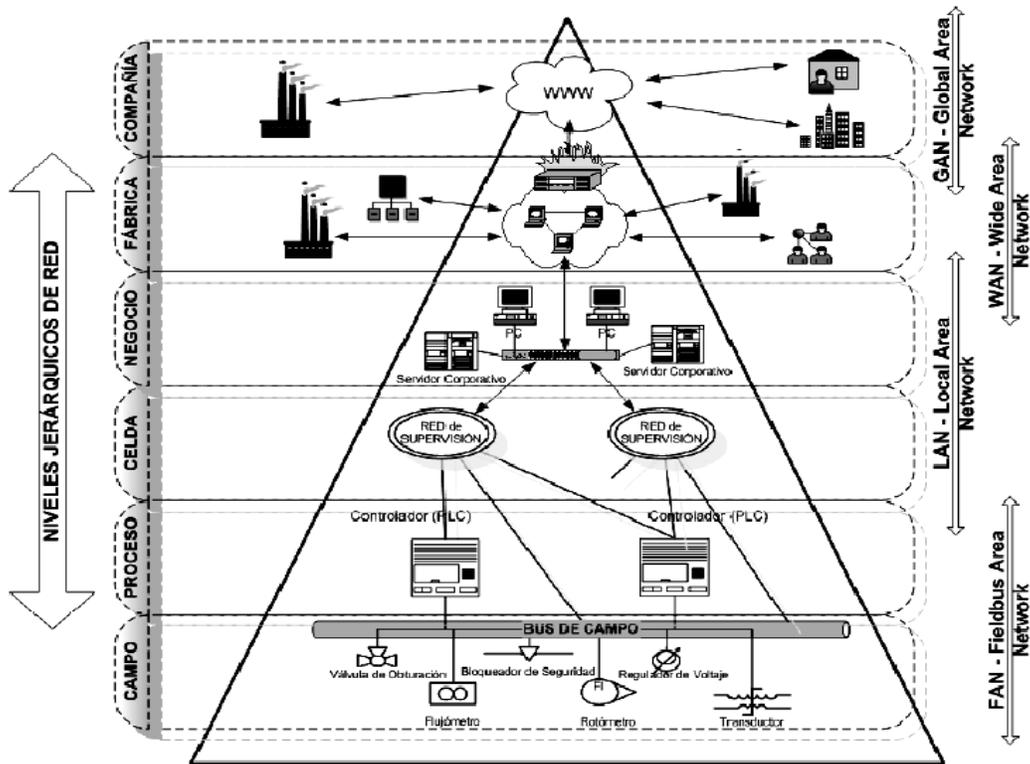


Figura .Niveles jerárquicos de red.

Los buses de campo permiten el funcionamiento en red de sistemas de control. Las estructuras de ingeniería de automatización se dividen en distintos niveles. El nivel de gestión es el más elevado, donde se realiza la planificación y la toma de decisiones a partir de la información que reciben los niveles más bajos (LAN o WAM)

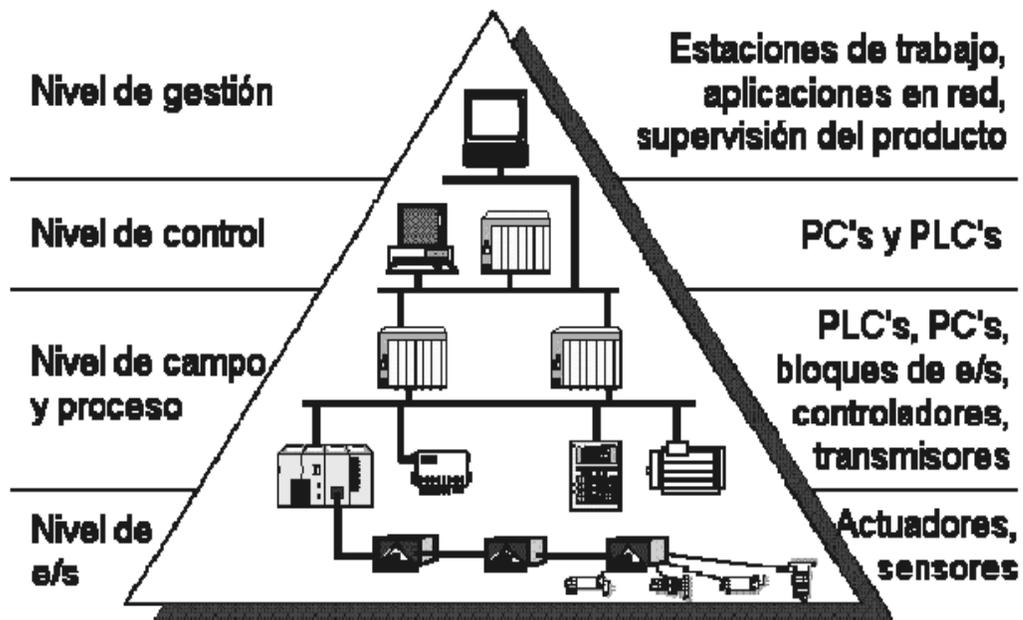


Figura. Niveles de comunicación

1.5 Tecnologías de comunicaciones

1.5.1 TCP/IP

El Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) más que un protocolo es un conjunto de protocolos que definen una serie de reglas y primitivas que permiten a máquinas muy heterogéneas intercambiarse información mediante el uso de redes área local (LANs), redes de área extensa (WAN), redes públicas de telefonía, etc... Por ejemplo, Internet en sí mismo está construido sobre el protocolo TCP/IP.

Al contrario de la arquitectura de 7 niveles especificada en la torre OSI, con TCP/IP bastan cinco niveles, estos son:

De forma muy resumida:

1. **Nivel Físico:** define los tipos de medio físico (cable de pares, coaxial, fibra, etc) y los niveles de señal que se inyectarán en estos.
2. **Nivel de Enlace:** prepara los paquetes de datos para su envío por el medio físico en cuestión, resuelve las colisiones, corrige errores de paquetes o solicita el reenvío de los mismos.
3. **Nivel de Red (IP):** los hosts pueden introducir paquetes en la red, los cuales llegan al destinatario de forma independiente. No hay garantías de entrega ni de orden (IP no está orientado a la conexión), gestiona las rutas de los paquetes y controla la congestión.
4. **Nivel de Transporte:** es el nivel que realmente permite que dos máquinas conectadas TCP/IP puedan conversar entre sí. En este nivel pueden funcionar dos tipos de protocolos:
 - **Transmission Control Protocol (TCP).** Proporciona una conexión segura que permite la entrega sin errores de un flujo de bytes desde una máquina origen a una destino Parte la ristra de datos a enviar en paquetes discretos y lo monta de nuevo en el destino.

Maneja el control de flujo.

- **User Datagram Protocol (UDP).** Es un protocolo no orientado a la conexión, por lo tanto no garantiza el reparto seguro del paquete enviado. En general, se usa el UDP cuando la aplicación que se monta encima, necesita tiempos de respuesta muy cortos mas que fiabilidad en el entrega.

5. Nivel de aplicación. Sobre él se montan las aplicaciones finales que nos facilitan la vida, destacan: el correo electrónico, el navegador Web, el intercambio de ficheros FTP, y aplicaciones como el Napster para el intercambio de música MP3 entre dos ordenadores.

Recordar que cuando se menciona el término "TCP/IP" en general nos estamos refiriendo a todos estos niveles y todas las reglas que hacen posible una comunicación extremo-a-extremo entre dos aplicaciones de máquinas diferentes.

Bien, resumiendo TCP/IP permite trocear las ristras de datos de las aplicaciones y encapsularlos en paquetes de longitud finita, con una dirección de origen y una de destino (como si metiéramos los datos dentro de un sobre de correos). Estos paquetes pasarán por Routers, Gateways, Bridges o Switches que harán posible que lleguen a sus destinos, normalmente libres de errores o pérdidas de información.

TCP/IP no está optimizado para la Domótica

La mayoría de los protocolos que han sido especialmente creados para implementar redes de control distribuidas (Lonworks, EIB, EHS, X-10), las tramas fueron diseñadas de forma que el espacio útil para datos de las aplicaciones fuera el máximo. Por ejemplo para encender y pagar una luz basta con una orden codificada en un par de octetos. Por lo tanto, se trata de minimizar los campos de control (direcciones, CRCs, etc) que el protocolo necesita para transferir estos dos octetos al dispositivo destino.

Los especialistas suelen usar dos formas para medir este factor de mérito:

1. Ancho de Banda Neto, medido en bits por segundo. Por ejemplo, un bus puede inyectar un flujo de datos de 5400 bps en los cables pero

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

sólo 4800 bps son útiles para la aplicación. En este caso, 600 bps serían añadidos por el propio protocolo.

2. *Overhead* o tara, medido en tanto por ciento. Por ejemplo, de una trama 55 bytes, son útiles 50 bytes. La tara sería del 10%.

Fijarse que ambos parámetros representan lo mismo: cuantos bits puedo transferir por el medio físico en un instante dado y cuantos bits son realmente útiles para la aplicación.

Por el contrario, el protocolo TCP/IP, que fue diseñado para transferir ingentes cantidades de datos entre dos máquinas, cuando se usa para transferir 2 o 3 octetos de información el coste en ancho de banda es muy alto. Por ejemplo, entrando directamente a nivel IP, el paquete mínimo necesita 20 octetos sólo de campos de control. Si entramos a nivel de TCP son 40 octetos de control como mínimo. Dando lugar a una tara del 90% y 1800 %, respectivamente.

Por este motivo, el protocolo TCP/IP no está optimizado para su uso en redes de control distribuido en aplicaciones de automatización de viviendas u oficinas.

Entonces ¿por qué se habla del protocolo TCP/IP dentro del tema de Domótica?

A pesar de las razones técnicas que se acaban de mencionar, pronto veremos cómo aparecerán dispositivos domóticos y electrodomésticos con conexiones TCP/IP en el mercado. La razón es muy sencilla... TCP/IP está siendo usado en infinidad de ordenadores y aplicaciones, de forma que ha conseguido un volumen de negocio tal que ha hecho de este protocolo la herramienta ideal para asegurar la interconectividad total entre máquinas en cualquier parte del mundo.

Por otro lado, hasta hace poco, el coste de embarcar la pila TCP/IP (*stack TCP/IP*) no era muy rentable debido a que los precios de las memorias eran elevados y a la cantidad de procesador que roba a la aplicación principal. Pero como el coste del hardware es cada vez menor, estamos viendo como aparecen multitud de

microcontroladores de 8 y 16 bits (los más usados en aplicaciones distribuidas de control de las viviendas) que, con una arquitectura avanzada o una velocidad elevada, implementan el stack TCP/IP ocupando muy poca memoria y sin apenas interferir en la velocidad de la aplicación principal.

Por ejemplo el "eZ80 Webserver" de la empresa Zilog, es un pequeño microcontrolador de 8 bits que es capaz de funcionar a 50 MHz y direccionar hasta 16 Mbytes de memoria. Se puede configurar su memoria para implementar todo o parte del stack TCP/IP además de los protocolos adicionales como el HTTP, SMTP, PPP, DHCP, entre otros.

Es decir, que con un pequeño dispositivo, una memoria adicional (sin discos duros) y un transceiver para el medio físico en cuestión (normalmente, cable de pares trenzados UTP-Cat.5, o RS-232 para un modem con el protocolo PPP) se puede tener un servidor Web que controle la calefacción, el HVAC, el horno, etc y encima ¡proporcione una página Web! con la que el usuario podrá acceder a telecontrolar y monitorizar todos los parámetros.

El coste de embarcar un microcontrolador como este dentro de la caldera de la calefacción, del aire acondicionado, del horno, apenas incrementará el coste final de estos equipos.

Otro especialista en el uso de TCP/IP es la empresa Lantronix. Sus productos sirven para facilitar la conexión de autómatas industriales o terminales remotos al mundo TCP/IP. De momento la mayoría de sus aplicaciones están centradas en la automatización de industrias y factorías. Pero, según los responsables de estrategia de esta empresa ya se está pensando en como abordar a los fabricantes de electrodomésticos, con la clara intención de dotarles a estos de salida Ethernet y stack TCP/IP para poder construir aplicaciones remotas que gestionen su funcionamiento y optimicen el consumo.

1.5.2 X10

X-10 es uno de los protocolos más antiguos que se están usando en aplicaciones domóticas. Fue diseñado en Escocia entre los años 1976 y 1978 con el objetivo de transmitir datos por las líneas de baja tensión a muy baja velocidad (60 bps

en EEUU y 50 bps en Europa) y costes muy bajos. Al usar las líneas de eléctricas de la vivienda, no es necesario tender nuevos cables para conectar dispositivos.

El protocolo X-10, en sí, no es propietario, es decir, cualquier fabricante puede producir dispositivos X-10 y ofrecerlos en su catálogo, eso sí, está obligado a usar los circuitos del fabricante escocés que diseñó esta tecnología. Aunque, al contrario de lo que sucede con la firma Echelon y su NeuronChip que implementa Lonworks, los circuitos integrados que implementan el X-10 tienen un royalty muy bajo (casi simbólico).

Gracias a su madurez (más de 20 años en el mercado) y a la tecnología empleada los productos X-10 tienen un precio muy competitivo de forma que es líder en el mercado norteamericano residencial y de pequeñas empresas (realizadas por los usuarios finales o electricistas sin conocimientos de automatización).

Se puede afirmar que el X-10 es ahora mismo la tecnología más asequible para realizar una instalación domótica no muy compleja. Habrá que esperar a que aparezcan los primeros productos E.mode (easy mode) del protocolo KNX (ver página Konnex) en Europa para comprobar si el X-10 tendrá competencia real, por precio y prestaciones, en el mercado europeo.

Nivel Físico

El protocolo X-10 usa una modulación muy sencilla, comparado con las que usan otros protocolos de control por ondas portadoras. El transceiver X-10 está pendiente de los pasos por cero de la onda senoidal de 50 Hz típica de la alimentación eléctrica (60 Hz en EEUU) para insertar un instante después una ráfaga muy corta de señal en una frecuencia fija.

Se puede insertar esta señal en el semiciclo positivo y el negativo de la onda senoidal. La codificación de un bit 1 o de un bit 0, depende de cómo se inyecte esta señal en los dos semiciclos. Un 1 binario se representa por un pulso de 120 KHz durante 1 milisegundo y el 0 binario se representa por la ausencia de ese pulso de 120 KHz. En un sistema trifásico el pulso de 1 milisegundo se transmite tres veces para que coincida con el paso por el cero en las tres fases.

Por lo tanto, el Tiempo de Bit coincide con los 20 msg que dura el ciclo de la señal, de forma que la velocidad binaria de 50 bps viene impuesta por la frecuencia de la red eléctrica que tenemos en Europa. En Estados Unidos la velocidad binaria son 60 bps.

La transmisión completa de un orden X-10 necesita once ciclos de corriente. Esta trama se divide en tres campos de información:

1. dos ciclos representan el Código de Inicio.
2. cuatro ciclos representan el Código de Casa (letras A-P),
3. cinco ciclos representan o bien el Código Numérico (1-16) o bien el Código de Función (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad, etc...).

Para aumentar la fiabilidad del sistema, esta trama (Código de Inicio, Código de Casa y Código de Función o Numérico) se transmite siempre dos veces, separándolas por tres ciclos completos de corriente. Hay una excepción, en funciones de regulación de intensidad, se transmiten de forma continua (por lo menos dos veces) sin separación entre tramas.

Protocolo

Existen tres tipos de dispositivos X-10: los que sólo pueden transmitir órdenes, los que sólo pueden recibirlas y los que pueden enviar/recibir estas.

Los transmisores pueden direccionar hasta 256 receptores. Los receptores vienen dotados de dos pequeños conmutadores giratorios, uno con 16 letras y el otro con 16 números) que permiten asignar una dirección de las 256 posibles. En una misma instalación puede haber varios receptores configurados con la misma dirección, todos realizarán la función preasignada cuando un transmisor envíe una trama con esa dirección. Evidentemente cualquier dispositivo receptor puede recibir órdenes de diferentes transmisores.

Los dispositivos bidireccionales, tienen la capacidad de responder y confirmar la correcta realización de una orden, lo cual puede ser muy útil cuando el sistema X-10 está conectado a un programa de ordenador que muestre los estados en que se encuentra la instalación domótica de la vivienda.

A continuación se muestran los logos con que se puede identificar a qué tipo de dispositivo pertenece receptor o transmisor.



Figura. Identificación de equipo X10 transmisor/ transmisor-receptor

1.5.3 BACnet

El BACnet es un protocolo norteamericano para la automatización de viviendas y redes de control que fue desarrollado bajo el patrocinio de una asociación norteamericana de fabricantes e instaladores de equipos de calefacción y aire acondicionado.



El principal objetivo, a finales de los años ochenta, era la de crear un protocolo abierto (no propietario) que permitiera interconectar los sistemas de aire acondicionado y calefacción de las viviendas y edificios con el único propósito de realizar una gestión energética inteligente de la vivienda.

Se definió un protocolo que implementaba la arquitectura OSI de niveles y se decidió empezar usando, como soporte de nivel físico, la tecnología RS-485 (similar al RS-232 pero sobre un par trenzado y transmisión diferencial de la señal, para hacer más inmune esta a las interferencias electromagnéticas).

Incluso a principios de los años 90, cuando apareció el protocolo LonTalk usado en Lonworks, esta asociación se planteó su inclusión como parte del protocolo BACnet, a pesar de que Echelon demostró que no pensaba ceder los derechos de patente ni dejar de cobrar royalties por los chips que implementan el Lonworks. Todo ello iba en contra

de las bases fundacionales del grupo de trabajo BACnet como protocolo abierto.

La parte más interesante del protocolo es el esfuerzo que se ha realizado para definir un conjunto de reglas HW y SW que permiten comunicarse a dos dispositivos independientemente si estos usan protocolos como el EIB, el BatiBUS, el EHS, el LonTalk, TCP/IP, etc...

El BACnet no se cierra a un nivel físico o a un protocolo de nivel 3 concretos, realmente lo que pretende definir es la forma en que se representan las funciones que puede hacer cada dispositivo, llamadas "objetos" cada una con sus propiedades concretas. Existen objetos como entradas/salidas analógicas, digitales, bucles de control (PID, etc) entre otros. Algunas propiedades son obligatorias otras son opcionales, pero la que siempre se debe configurar es la dirección o identificador de dispositivo el cual permite localizar a este dentro de una instalación compleja BACnet.

Actualmente existe incluso una iniciativa en Europa para la estandarización del BACnet como herramienta para el diseño, gestión e interconexión de múltiples redes de control distribuido.

1.5.4 ETHERNET



Figura. Terminal de cable Ethernet

Es, sin lugar a dudas, la tecnología más extendida y de mayor difusión en todo el mundo para la implementación de redes de área local.

Ethernet gestiona el intercambio de datos entre ordenadores pudiendo usar diferentes protocolos como TCP/IP, Netware, AppleTalk, VINES, etc. Pero el más extendido es la pila de protocolos TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol). Se trata de un modelo práctico, implementado en la actualidad a nivel mundial, siendo el soporte no sólo para la intercomunicación de todo tipo de redes, sino también la base sobre la que se ha desarrollado esa gran red mundial de comunicaciones: Internet.

Tecnología

El modelo de referencia TCP/IP y la pila de protocolo TCP/IP hacen que sea posible la comunicación entre dos computadores, desde cualquier parte del mundo, a casi la velocidad de la luz. TCP/IP es compatible con cualquier sistema operativo y con cualquier tipo de hardware, proporcionando una abstracción total del medio.

El Departamento de Defensa de EE.UU. creó el modelo TCP/IP porque necesitaba una arquitectura que pudiera conectar múltiples redes y que tuviera la capacidad de mantener conexiones aun cuando una parte de la subred esté dañada o perdida, lo que podría ocurrir por ejemplo en caso de una guerra nuclear. Este problema de diseño de difícil solución fue lo que llevó al desarrollo del proyecto ARPANET, promovido y financiado por el DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), sección del Departamento de Defensa dedicada a la investigación. Dicho proyecto comenzó en los años 60, y en 1972 surgió de él el modelo de comunicación entre ordenadores de diferentes redes basado en el intercambio de paquetes.

En la creación de dicho modelo de comunicación estaban implicadas varias universidades americanas, que modificaron el mismo creando un sistema propio, que pasó a llamarse Internetworking, que cuando se fue ampliando a redes cada vez mayores se transformó en Internet. Y su base fué el modelo TCP/IP, que desde entonces se transformó en el estándar a partir del cual se desarrolló la Red de redes.

El modelo TCP/IP está basado en el tipo de red packet-switched (de conmutación de paquetes), y tiene cuatro capas: la capa de aplicación, la capa de transporte, la capa de Internet y la capa de red.

Cableado estructurado (Home Networking)

Las redes de área local con Ethernet pueden ser implementadas de diversas formas. Con tecnología en bus usando cables coaxiales (versiones grueso y fino) y velocidades de 10 Mbps (normas 10Base5 y 10Base2, respectivamente).

Pero la opción más difundida en edificios de oficinas es la del cableado estructurado con cables de pares trenzados de bajo costo. Con el nombre de 10Base-T, define una topología en estrella y usa dispositivos intermedios como hubs o switches para unir dos o más ordenadores.

1.5.5 RS-232

RS-232 (también conocido como [Electronic Industries Alliance RS-232C](#)) es una [interfaz](#) que designa una [norma](#) para el intercambio serie de [datos binarios](#) entre un [DTE](#) (Equipo terminal de datos) y un [DCE](#) (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras situaciones en las que también se utiliza la interfaz RS-232.



Figura. Conector RS-232 (DE-9 hembra).

En particular, existen ocasiones en que interesa conectar otro tipo de equipos, como pueden ser computadoras. Evidentemente, en el caso de interconexión entre los mismos, se requerirá la conexión de un DTE (*Data Terminal Equipment*) con otro DTE.

El RS-232 consiste en un conector tipo [DB-25](#) (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines ([DE-9](#)), más barato e incluso más extendido para

cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC).

Conexiones (Desde el DTE) [\[editar\]](#)

En la siguiente tabla se muestran las señales RS-232 más comunes según los pines asignados:

Señal		DB-25	DB-9 (TIA-574)	EIA/TIA 561	Yost	RJ-50	MMJ
Common Ground	G	7	5	4	4,5	6	3,4
Transmitted Data	TD	2	3	6	3	8	2
Received Data	RD	3	2	5	6	9	5
Data Terminal Ready	DTR	20	4	3	2	7	1
Data Set Ready	DSR	6	6	1	7	5	6
Request To Send	RTS	4	7	8	1	4	-
Clear To Send	CTS	5	8	7	8	3	-
Carrier Detect	DCD	8	1	2	7	10	-
Ring Indicator	RI	22	9	1	-	2	-

Construcción física

La interfaz RS-232 está diseñada para distancias cortas, de unos 15 metros o menos, y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 [Kb/s]. A pesar de ello, muchas veces se utiliza a mayores velocidades con un resultado aceptable. La interfaz puede trabajar en comunicación asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, half duplex o full duplex. En un canal **simplex** los datos siempre viajarán en una dirección, por ejemplo desde DCE a DTE. En un canal **half duplex**, los datos pueden viajar en una u otra dirección, pero sólo durante un determinado periodo de tiempo; luego la línea debe ser conmutada antes que los datos puedan viajar en la otra dirección. En un canal **full duplex**, los datos pueden viajar en ambos sentidos simultáneamente. Las líneas de *handshaking* de la RS-232 se usan para resolver los problemas asociados con este modo de operación, tal como en qué dirección los datos deben viajar en un instante determinado.

Si un dispositivo de los que están conectados a una interfaz RS-232 procesa los datos a una velocidad menor de la que los recibe deben de conectarse las líneas

handshaking que permiten realizar un control de flujo tal que el dispositivo más lento pueda procesar la información. Las líneas de "*hand shaking*" que permiten hacer este control de flujo son las líneas RTS y CTS. Los diseñadores del estándar no concibieron estas líneas para que funcionen de este modo, pero dada su utilidad en cada interfaz posterior se incluye este modo de uso.

1.6 Sistema METASYS

Metasys es un sistema de arquitectura flexible que puede adecuarse a cualquier tipo de edificio, sin importar su tamaño. Esta flexibilidad es posible debido a que se basa en un sistema distribuido que cumple tres funciones básicas: autonomía de sus controladores, control supervisorio y manejo de la información monitoreada.

El sistema de administración de instalaciones Metasys tiene las siguientes características básicas:

Modularidad. Permite que los controladores se instalen en un lugar mas cercano al equipo que requiere ser monitoreado o controlado, adicionalmente le permite al usuario integrar sus equipos en forma paulatina sin tener que hacer un desembolso grande al inicio de un proyecto.

Adaptabilidad. Todos los controladores reciben y generan señales de control de tipo universal, analógicas de 0-10VCD o 4-20mA; contactos secos y señales digitales de 5, 12, 24V, etc.

Conectividad en red. Permite la interconexión de los controladores utilizando únicamente un cable tipo torcido calibre 18 AWG con blindaje. El tipo de comunicación que se desarrolla en este bus es un protocolo estandarizado, (no propietario) y que ha probado su confiabilidad en ambientes industriales.

Uso de diferentes medios en red. Esta cualidad permite utilizar para comunicación entre dos controladores principales (NCU) y las estaciones de trabajo (OWS) diferentes medios como son: par torcido, cable coaxial, fibra óptica etc., además cuenta con la facilidad de poder utilizar convertidores a redes Ethernet.

Sistema operativo Windows. Dada la madurez de este sistema operativo, Metasys ha desarrollado todos sus programas en Windows, lo que permite al usuario utilizar un ambiente 100% amigable y compartir información con otros programas como son Excel, Dbase, etc.

Unidad controladora de red. (Network Control Unit “NCU”).

Estos son controladores de nivel superior que permiten el monitoreo centralizado de alarmas, coleccionar y almacenar la tendencia histórica de los datos obtenidos, el consumo de energía y las horas de funcionamiento de los equipos. Según su configuración, pueden desarrollar una o más de las siguientes funciones:

Coordinar otros controladores pequeños o de uso específico, como en el caso que muestra el diagrama anterior a través de una red de comunicaciones

Controlar HVAC de tipo industrial, cuartos limpios y otras aplicaciones de control.

Plataforma de red sofisticada que permite conectar hasta 255 NCU en una LAN (red de área local), así como la conectividad con otros medios de comunicación y protocolos.

Se puede comunicar con el administrador del sistema a través de indicadores locales, una terminal de red o una estación de trabajo local o remota.

En instalaciones medianas y grandes, cada NCU controla una parte de todo el sistema y son enlazados vía una red LAN con protocolo arcenet, la cual se conoce como red N1

Por medio de la red N1, un NCU puede acceder, en forma ilimitada, a la información disponible en otro NCU, este también funciona como una interfase para el operador de la red debido a que cada NCU posee total acceso a todos los otros localizados en la red, basta con que el operador acceda un NCU para tener el control de todos.

Arcenet se recomienda utilizar en aplicaciones donde es importante contar con una comunicación rápida entre controladores de red.

Arcenet provee un desempeño mayor en términos de predictibilidad, costo y factibilidad de instalación

Ethernet se recomienda utilizar cuando el tiempo de transferencia de datos a través de la red es menos crítico.

El bus **N2** conecta los diversos controladores o dispositivos de aplicación específica existentes en una instalación a los controladores NCU's, el Bus N2 es un cable de tipo telefónico donde se pueden conectar más de 100 dispositivos a cada NCU.

Estación de trabajo (Operator Workstation “OWS”)

La estación de trabajo del operador es una herramienta muy útil para la programación y operación del sistema, utilizando un simple mouse, el operador puede rápidamente acceder a los gráficos dinámicos de los equipos monitoreados, comprobar su comportamiento en tiempo real, revisar tendencias históricas generar reportes. Desde la estación de trabajo se tiene el control total de las instalaciones del edificio, por lo que se pueden arrancar y apagar equipos, cambiar los horarios, set points y las estrategias de control. Adicionalmente, da soporte a los programas de mantenimiento de los equipos, utilizando para ello un software para administración que permite realizar mantenimientos predictivos y generar ordenes de mantenimiento en función de las alarmas generadas. El software corre bajo la plataforma de Windows y permite intercambiar información con aplicaciones como son Excel, Word, Visual Basic, etc.

La estación de trabajo puede además respaldar la información producida en la unidad controladora de red, la cual consta del comportamiento de todos los puntos de monitoreo. Las entradas analógicas son muestreadas cada 30 minutos y el NCU tiene almacenados el valor de cada una durante las últimas 24 horas. Respecto a las entradas binarias, el NCU almacena los últimos 10 cambios, incluyendo la información de que operador o acción produjo dichos cambios.

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL

El edificio no cuenta con ningún sistema de automatización de iluminación o programa de ahorro de energía que contribuya a eliminar el desperdicio de la misma a continuación se hace una descripción del general de las actividades y características que presenta el inmueble en cada nivel.

2.1 PISO 2: Centro de Desarrollo Infantil (CENDI)

En este nivel se realizan todas las actividades necesarias de un Centro de Desarrollo Infantil (CENDI), el cual cuenta con un total de 18 trabajadores, Manejando los siguientes horarios:

- Personal de base: De 8:15 a 16:00 hrs.
- Personal de limpieza: De 6:30 a 21:30 hrs.

El cual está formado por 16 secciones (salones), un patio de juegos, salón de usos múltiples, comedor y cocina.

Además consta de 21 circuitos de alumbrado alimentados a 110 v. y una carga total de 17, 017 watts.

2.2 PISO 1: Sala de Comisiones

En el nivel 1 de sala de comisiones se llevan a cabo conferencias y reuniones, por tal motivo el número de personas aumenta eventualmente, además, se brindan los servicios de cafetería y comedor, realizándose en este nivel la preparación de los alimentos en el área de cocinas.

El nivel cuenta con 12 secciones, comedor privado, comedor principal, repostería, cocina y dos salas de comisiones.

Y se tienen los siguientes horarios y número de trabajadores:

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

- Personal de base: De 7:00 a 21:00 hrs.
- Personal de limpieza: De 6:30 a 21:30 hrs.
- 29 trabajadores.

Además consta de 21 circuitos de alumbrado alimentados a 110 v. una carga total de 26, 348 watts.

2.3: MEZZANINE

El mezzanine cuenta con un total de 26 secciones y un auditorio en este nivel las actividades que se realizan son solo de oficina y aseo.

Los diferentes horarios que se manejan son de:

- Personal de base 6:30 a 21:00 hrs.
- Personal de aseo 6:30 a 21: 30 hrs.
- Con un total de 14 trabajadores

Además de 20 circuitos de iluminación alimentados a 110v. Con una carga total de 21,099 watts.

2.4 PLANTA BAJA

En planta baja se encuentra la entrada principal al edificio y el acceso principal del auditorio, además de 22 diferentes secciones con un auditorio y una sala de conferencias, en las que se realizan diferentes eventos.

En el cual laboran un total de 20 trabajadores con los siguientes horarios:

- Personal de base: De 8:30 a 21 hrs.
- Personal de seguridad y resguardo: Las 24 hrs.

- Personal de limpieza: De 6:30 a 21:30 hrs.

Cabe mencionar que el número de personas varía cada que se realizan eventos en el auditorio y en la sala de conferencias además de que en este nivel se encuentra la recepción y es el acceso principal del edificio.

Cuenta con 16 circuitos de iluminación, una carga total de 20,163 watts y 110 volts.

2.5 ESTACIONAMIENTO 1

Características del nivel:

- Entrada y Salida principal del monta coches de los estacionamientos.
- Personal y Horarios:

Personal de base (5) Horario: De 8:30 a 21:00 hrs.

Personal de limpieza (3) Horario: De 6:30 a 21:30 hrs.

- 12 secciones y Área de circulación

Características técnicas del nivel:

- 2 tableros de distribución, general y emergencia.
- 12 circuitos de alumbrado.
- Carga total de 8,332 watts.
- Alimentación 110 volts.

2.6 ESTACIONAMIENTO 2

El estacionamiento 2 tiene una capacidad para 14 automóviles, solo el personal de valet parking es el que llega a hacer uso de este nivel por lo tanto la mayoría del tiempo no hay ninguna persona dentro de él.

Características técnicas del nivel:

- 2 tableros de distribución, general y emergencia.
- 5 circuitos de alumbrado.
- Carga total de 5,618 watts.
- Alimentación 110 volts.

2.7 ESTACIONAMIENTO 3

Características del nivel:

- Capacidad para 11 automóviles.
- 2 secciones: almacén y oficina.
- Personal y Horarios:

En este nivel se almacenan los recursos materiales del personal de limpieza y solo hay una persona en el área de oficina.

Horario de 9:00 a 19:00 hrs.

Características técnicas del nivel:

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

- 2 tableros de distribución, general y emergencia.
- 5 circuitos de iluminación.
- Carga total de 5,128 watts.
- Alimentación 110 volts.

2.8 ESTACIONAMIENTO 4

Características del nivel:

- capacidad de 11 automóviles
- 3 secciones
- personal y horarios

Existe un total de 5 personas encargadas del mantenimiento eléctrico en el área de almacén con un horario de 9:00 a 21:00 hrs.

Características técnicas

- 2 tableros de distribución general y emergencia
- 5 circuitos de iluminación
- 4943 watts de carga total
- alimentación de 110 volts.

CAPITULO III. CALCULOS Y SELECCIÓN DE EQUIPO

3.1 REALIZACIÓN DE LOS CÁLCULOS

El cálculo de la carga de cada nivel se puede obtener realizando la sumatoria de la potencia de todos los componentes de la instalación eléctrica del edificio, dado que este es un inmueble cuenta con una instalación eléctrica ya existente y conociendo todas las cargas de cada elemento se obtuvieron las siguientes tablas de cargas y corrientes de los circuitos.

La corriente de cada circuito de iluminación es importante ya que en dispositivos como sensores o relays de controladores no se permite por seguridad que ésta sobre pase los 20 Amperes.

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

CALCULO DE CARGA Y CORRIENTE DE LOS CIRCUITOS

TABLERO – “A”		UBICACIÓN: SEGUNDO PISO (CENDI)								SERVICIO			In
TIPO – NQOD-24										<input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> E			AMP.
CIRC. N°	INT. AMP.	2X17 40W	50W 59W	13W 16W	39W 49W	2X21 53W	100W	185W	CARGA WATTS	WATTS			In AMP.
										FASES			
										A	B	C	
1	IP-15A	16	2						640	640			5.59
2													
3	IP-15A	6	7						653		653		5.71
4	IP-15A	14							560		560		4.89
5	IP-15A		12						708			708	6.19
6	IP-15A	12							480			480	4.19
7	IP-15A	12						1	705	705			6.16
8	IP-15A				10		2		690	690			6.03
9													
10	IP-15A	4	7						573		573		5.01
11	IP-15A	8							320			320	3.41
12	IP-15A		10						590			590	5.16
13	IP-15A							7	1,295	1,295			11.32
14													
15	IP-15A							7	1,295		1,295		11.32
16	IP-15A							3	555		555		4.85
17	IP-15A							10	1,850			1,850	16.18
18													
19	IP-15A	24	9						1,491	1,491			13.04
20													
21	IP-15A							6	1,110		1,110		9.71
22													
23													
24	IP-15A	16	3						817			817	7.14
TOT									14,332	4,821	4,746	4,765	

Tabla 2. Calculo de carga y corriente de los circuitos del CENDI

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “AE”		UBICACIÓN: SEGUNDO PISO (CENDI)								SERVICIO <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> E			
TIPO – NQOD-24										WATTS			In AMP.
CIRC. Nº	INT. AMP.	⊙ 2X17 40W	⊕ 50W 59W	⊖ 13W 16W	▬ 39W 49W				CARGA WATTS	FASES			
										A	B	C	
1	1P-15A	8							320	320			2.79
2	1P-15A	12							480	480			4.19
3	1P-15A	9							360		360		3.14
4	1P-15A	2							80		80		0.69
5	1P-15A		5						295			295	2.58
6	1P-15A			2	8				592			592	5.17
7	1P-15A	3							120	120			1.04
8													
9	1P-15A	8	2						438		438		3.83
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
TOT									2,685	920	878	887	

Tabla 3. Calculo de carga y corriente de los circuitos del CENDI (Tablero de emergencia)

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “B”		UBICACIÓN: PRIMER PISO (SALA DE COMISIONES)								SERVICIO <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> E			
TIPO – NQOD-24										WATTS			In AMP.
CIRC. Nº	INT. AMP.	2X17 40W	50W 59W	13W 16W	39W 49W	2X21 53W	100W	185W	CARGA WATTS	FASES			
										A	B	C	
1	1P-15A	3	2					3	793	793			6.93
2													
3	1P-15A	3	3	2					329		369		2.87
4	1P-15A	13							520		520		5.54
5	1P-15A	2		4	2			2	990			990	8.66
6	1P-15A	2	5						375			375	3.28
7													
8	1P-15A							8	1,480	1,480			12.94
9	1P-15A	3			3				279		279		2.44
10	1P-15A	6							240		240		2.09
11	1P-15A	4	1						219			219	0.19
12	1P-15A							8	1,480			1,480	12.94
13													
14	1P-15A							6	1,110	1,110			9.71
15	1P-15A	7	20						1,460		1,460		12.77
16	1P-15A							5	925		925		8.09
17													
18													
19	1P-15A							5	925	925			8.09
20													
21	1P-15A							4	740		740		6.47
22	1P-15A	1							40		40		0.34
23	1P-15A						2	5	1,125			1,125	9.84
24	1P-15A		2	5					198			198	1.73
TOT									13,228	4,308	4,533	4,387	

Tabla 4. Calculo de carga y corriente de los circuitos del primer piso

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “EB”		UBICACIÓN: PRIMER PISO (SALA DE COMISIONES)								SERVICIO <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> F				
TIPO – NQOD-24										CARGA WATTS	WATTS			In AMP.
CIRC. Nº	INT. AMP.	2X17 40W	50W 59W	13W 16W	39W 49W	2X21 53W	100W	185W	75W		FASES			
											A	B	C	
1	IP-15A	3	3							297	297			2.59
2	IP-15A	8	11			3		1		1,313	1,313			14.58
3	IP-15A	2	4							316		316		2.76
4	IP-15A	2						5		1005		1005		8.79
5														
6	IP-15A	3	3							297			297	2.59
7														
8				1						16	16			0.14
9														
10	IP-15A		3							177		177		1.54
13,15,17	IP-15A		22	26			40		12	6,614	2,205	2,204	2,205	18.83
7,9,11	IP-15A		6	13			8	8		1,975	658	659	658	5.77
13														
14														
15														
16														
17	IP-15A							4		740			740	6.47
18	IP-15A							2		370			370	
19														
20														
21														
22														
23														
24														
TOT										13,120	4,489	4,361	4,270	

Tabla 5. Calculo de carga y corriente de los circuitos del primer piso (Tablero de emergencia)

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “C”										UBICACIÓN: PLANTA MEZZANINE				SERVICIO <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> E		
TIPO – NQOD-30										CARGA WATTS	WATTS FASES			In AMP.		
CIRC. N°	INT. AMP.	2X17 40W	100W	175W 219W	100W	50 W 59W	185W	2 x 39 98W	2X21 53W		A	B	C			
1	1P-15A	1				4		2			668	668				5.48
2	1P-15A	4							6	478	478			4.18		
3	1P-15A	3				5	4			1,155		1155		10.10		
4	1P-15A	1				7	5			1,378			1,378	12.05		
5	1P-15								2	106			106	0.92		
6	1P-15A	5				7	1			798	798			6.98		
7,9,11	3P-15A	40	7							2,300	766	767	767	6.7		
8	1P-15A						5			925		925		8.09		
10	1P-15A				7					700		700		3.18		
12	1P-15A	2					1			265			265	2.31		
13	1P-15A	14				3	2			1,107	1107			9.68		
14	1P-15A						3			555	555			4.85		
15	1P-15A		2	3						857	857			7.49		
16	1P-15A						4			740		740		6.47		
17	1P-15A						3			555			555	4.85		
18	1P-15A						4			740	740			6.47		
22	1P-15A						8		1	1,533		1533		13.41		
23	1P-20A						7			1,665			1,665	14.56		
24	1P-15A						6			1,110	1110			9.71		
26	1P-15A						6			1,110		1110		9.71		
29	1P-15A					12			7	1,079			1,079	9.44		
TOT.										19,824	6,561	6,677	6,585			

Tabla 6. Calculo de carga y corriente de los circuitos del Mezzanine

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “CE”		UBICACIÓN: PLANTA MEZZANINE							SERVICIO <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> E				
TIPO – NQOD-12										WATTS			In AMP.
CIRC. N°	INT. AMP.						CARGA WATTS	FASES					
		2X17 40W	50W 59W	13W 16W	2X21 53W	2 x 39 98W		A	B	C			
1													
2	IP-15A	2	4		1		329	329				2.89	
3													
4													
5	IP-15A	5	5				495				495	4.33	
6	IP-15A	1					138				138	1.20	
7													
8	IP-15A		7				413	413				3.61	
9													
10													
11													
12													
TOT.							1,375	742			633		

Tabla 6. Calculo de carga y corriente de los circuitos del Mezzanine (Tablero de emergencia)

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “D”		UBICACIÓN: PLANTA BAJA								SERVICIO			In AMP.	
TIPO – NQOD-24										<input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> E				
CIRC. Nº	INT. AMP.	 2X39 98W	 100W	 175W 219W	 2X21 53W	 2X17 40W	 50W 59W	 185W		CARGA WATTS	WATTS FASES			
											A	B	C	
1	1P-30A			11						2,409	2,409			21.07
2	1P-15A					2	4			316	316			2.76
3	1P-30A		2	11		2	5	1		3,169		3,169		27.75
4	1P-15A			2	2	4	4			940		940		8.22
5	1P-15A						5			295			295	2.58
6	1P-15A					4	13			927			927	8.11
7	1P-15A	5				6				730	730			6.38
8	1P-15A	2	2			1	12	1		1,329	1,329			6.54
9	1P-15A					24	4			1,196		1,196		10.46
10														
11	1P-15A							6		1,110			1,110	9.71
12	1P-15A							5		925			925	8.09
13	1P-15A							2		370	370			3.23
14	1P-15A							6		1,110			1,110	9.71
15														
16														
17	1P-15A							5		925			925	8.09
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
TOT										15,751	5,154	5,305	5,292	

Tabla 8. Calculo de carga y corriente de los circuitos de la planta baja

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “DE”		UBICACIÓN: PLANTA BAJA							SERVICIO <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> E						
TIPO – NQOD-24											CARGA WATTS	WATTS			In AMP.
CIRC. Nº	INT. AMP.	☉ 2X17 40W	⊕ 50W 59W	□ 2X21 53W	▬ 175W 219W	⊖ 185W	FASES								
							A	B	C						
1	IP-15A	2	3							257		257		2.24	
2	IP-15A	3								120	120			1.04	
3	IP-15A	3	5							415		415		3.63	
4															
5	IP-15A	3	2		4					1,114			1,114	9.74	
6	IP-15A	8								320			320	2.79	
7	IP-15A	5								200	200			1.74	
8	IP-15A					5				925	925			6.47	
9	IP-15A				4					876		876		7.66	
10						1				185		185		1.61	
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
TOT										4,412	1,502	1,476	1,434		

Tabla 9. Calculo de carga y corriente de los circuitos de la planta baja (Tablero de emergencia)

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO - "H"		UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 1								SERVICIO			
TIPO - NQOD-24										<input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> E			
CIRC. N°	INT. AMP.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CARGA WATTS	WATTS			In AMP.
		2X39 98W	2X74 185W	2X21 53W	2X21 53W	2X17 40W	50W 59W	185W		FASES			
		A	B	C									
1	IP-15A	1							98	98			0.85
2	IP-15A	3						3	849	849			7.42
3	IP-15A							3	555		555		4.85
4	IP-15A	4		4	2				710		710		6.21
5													
6													
7													
8	IP-15A							4	236	236			2.06
9													
10	IP-15A					8			320		320		2.79
11													
12	IP-20A	16	1			6			1,993			1,993	16.48
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
TOT									4,761	1,183	1,585	1,993	

Tabla 10. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 1

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “HE”		UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 1							SERVICIO <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> E				
TIPO – NQOD-24													
CIRC. N°	INT. AMP.	 2X39 98W	 100W			 2X17 40W	 50W 59W	 185W	CARGA WATTS	WATTS			In AMP.
										FASES			
										A	B	C	
1													
2	1P-15A	4						2	762	762			6.66
3													
4	1P-15A	9						1	1,067		1,067		7.71
5													
6	1P-15A					6	3		417			417	5.25
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20	1P-15A	4							400	400			3.49
21													
22													
23													
24													
TOT									2,646	1,162	1,067	417	

Tabla 11. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 1 (Tablero de emergencia)

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – "I"		UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 2						SERVICIO <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> E				
TIPO – NQOD-8								CARGA WATTS	WATTS			In AMP.
CIRC. Nº	INT. AMP.	2 x 39 98W	Ⓢ 185W				FASES					
				A	B	C						
1	1P-15A	8					784	784			6.85	
2	1P-15A	11					1,078	1,078			9.43	
3	1P-15A	8					784		784		6.85	
4			3				555		555		4.85	
5			3				555	555			4.85	
TOT.							3,756	2,417	1,339			

Tabla 12. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 2

TABLERO – "IE"		UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 2						SERVICIO <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> E				
TIPO – NQOD-8								CARGA WATTS	WATTS			In AMP.
CIRC. Nº	INT. AMP.	2 x 39 98W				FASES						
			A	B	C							
1	1P-15A	8					784	784			6.85	
2	1P-15A	11					1,078	1,078			9.43	
3												
4												
5												
6												
7												
8												
TOT.							1,862	1,862				

Tabla 13. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 2 (Tablero de emergencia)

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “J”				UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 3				SERVICIO			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIPO – NQOD-24								CARGA WATTS	WATTS			In AMP.	
CIRC. Nº	INT. AMP.	<input type="checkbox"/> 2X39 98W	<input checked="" type="checkbox"/> 185W						FASES				
									A	B			
1	1P-15A	6					588	588			5.14		
2	1P-15A	9					882	882			7.71		
3	1P-15A	9					882		882		7.71		
4			3				555		555		4.85		
5			3				555	555			4.85		
6													
7													
8													
TOT							3,462	2,025	1,437				

Tabla 14. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 3

TABLERO – “JE”				UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 3				SERVICIO			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIPO – NQOD-24								CARGA WATTS	WATTS			In AMP.	
CIRC. Nº	INT. AMP.	<input type="checkbox"/> 2X39 98W	<input checked="" type="checkbox"/> 185W						FASES				
									A	B			
1	1P-15A	6					588	588			5.14		
2	1P-15A	11					1,078	1,078			9.43		
3													
4													
5													
6													
7													
8													
TOT							1,666	1,666					

Tabla 15. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 3 (Tablero de emergencia)

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

TABLERO – “K”				UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 4					SERVICIO <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> E			
TIPO – NQOD-8												
CIRC. N°	INT. AMP.	2 x 39 98W	185W					CARGA WATTS	WATTS FASES			In AMP.
									A	B	C	
1	1P-15 ^a	8						784	784			6.85
2	1P-15 ^a	11						1,078	1,078			9.43
3	1P-15 ^a	8						784		784		6.85
4	1P-15 ^a		2					370		370		3.24
5												
TOT.								3,016	1,862	1,154		

Tabla 16. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 4

TABLERO – “KE”				UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO 4					SERVICIO <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> R <input checked="" type="checkbox"/> E			
TIPO – NQOD-8												
CIRC. N°	INT. AMP.	2 x 39 98W						CARGA WATTS	WATTS FASES			In AMP.
									A	B	C	
1	1P-15 ^a	8						784	784			6.85
2	1P-15 ^a	11						1,078	1,078			9.43
3												
4												
5												
6												
7												
8												
TOT.								1,862	1,862			

Tabla 17. Calculo de carga y corriente de los circuitos del estacionamiento 4 (Tablero de emergencia)

3.2 SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA

El panel seleccionado para el diseño de automatización es el panel MAXIOM este un controlador específico para programar el encendido y apagado de luces de un edificio, permite programar horarios, días de la semana y temporadas para controlar el alumbrado artificial adicionalmente tiene la flexibilidad de responder a necesidades de ocupación de los usuarios después del horario programado por medio de interruptores, sensores de presencia o comandos vía marcado telefónico, red DDN que permite conectar hasta 30 dispositivos de entrada diferentes además de protocolos de comunicación abiertos gracias a la plataforma LX5 que permite seleccionar diferentes protocolos de comunicación por medio de un deep switch además es un controlador que cumple con las expectativas de los proyectos de integración más exigentes por lo cual es uno de los mejores y más completos candidatos a implementar además de que nos permite desarrollar diferentes puntos como son las telecomunicaciones.



Figura 10. Panel de control de iluminación MAXIOM.

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

El panel de control de iluminación MAXIOM proporciona la capacidad de controlar circuitos de iluminación a dos hilos interconectando sensores de ocupación o de presencia, sensores de nivel de iluminación, interruptores momentáneos con control manual y otros dispositivos de entrada.

La tecnología de la plataforma LX5 nos permite tener una mayor compatibilidad ya que cuenta con distintos protocolos opcionales y seleccionables por medio del deep switch que se puede observar en la parte superior de la imagen de la tarjeta

BACnet
Lumisys Open
Triatek Legacy
N2



Figura 11. Tarjeta del panel maxiom

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Specifications

Native Communications

Building Automation System Dip switch selectable - BACnet MS/TP, N2, Lumisys Open, Triatek Legacy.
Members of Lumisys' Partner Program may offer additional native communication options.

Digi-Touch Subnet Transient protected two-wire differential signaling on a daisy-chain topology network.
Two wires for communication & two wires for power. Belden # 1502P or equivalent.

Electrical

Switch Inputs Software configurable switch input types
Momentary – two-wire ON / OFF alternating switch action
Momentary ON – two-wire or three wire ON only
Momentary OFF – three-wire OFF only
Maintained – two-wire, open = OFF closed = ON
State Change – two-wire ON / OFF alternating system action
Jumper select for:
dry contact or
12 to 24VDC external power.

Analog Inputs Six Analog Inputs (0-5 VDC) - typically used for Light Level Sensors (See Lumisys LS5 Sensors)

Power Supply Primary : 115/277 VAC, 30 VA, 60 Hz \pm 10% (dual-tap) See Power Supply Wiring
Secondary : 24VAC minimum \pm 10%

Relay Type SPST latching with manual override lever, UL Recognized Component

Relay Rating Tungsten 20 amp @ 277 VAC
Ballast 20 amp @ 277 VAC
Ballast 20 amp @ 347 VAC
Resistive 20 amp @ 277 VAC
Resistive 20 amp @ 347 VAC

Relay Terminals Each slotted screw box clamp terminal accepts #14 - #8 AWG or two #10 AWG.
Solid or stranded wire, copper only

Relay Drive Signal Staggered, energize pulse

Environmental

Operating Temperature 32° to 125° F (0° to 50° C)

Operating Humidity 20% - 95%RH, non-condensing

System Certification Electronics meet or exceed IEC Level 3 standards:
Radiated Emissions, IEC 55022, Class A
Conducted Emissions, IEC 55022, Class A
Quasi-Stationary Current Harmonics, IEC 6100-3-2
Voltage Fluctuation and Flicker, IEC 6100-3-2
Electrostatic Discharge, IEC 61000-4-2
Electrical Fast Transient/Burst, IEC 6100-4-4
Surge Immunity, IEC 6100-4-5
Immunity to Conducted Disturbance, IEC 6100-4-6
Immunity to Voltage Dips, Short Interruptions, Voltage Variations, IEC 6100-4-11
Electromagnetic Compatibility Generic Immunity Standard. Part 1, IEC 6100-6-1
ISO 9001
RoHS Compliant

Regulatory – Electronic assemblies shall meet or exceed standards
Underwriters Laboratories UL 916, Standard for Energy Management Equipment
FCC, Part 15, Class A Radiated Emissions
FCC, Part 15, Class A Conducted Emissions
CEC Title 24

Mechanical

Enclosure Type NEMA 1
Enclosure Dimensions Refer to Product Family Comparison

El modelo del panel LUMISYS varía de acuerdo al número de relays.

	MX08	MX16	MX32	MX48	MX60
Panel					
Dimensions (Width x Height x Depth)	13" x 16" x 4"	18" x 25" x 5 3/4"	18" x 33 3/4" x 5 3/4"	18" x 42 1/2" x 5 3/4"	18" x 42 1/2" x 5 3/4"
Contactor Mounting Space	N/A	8.0" x 8.0" x 5.0"	8.0" x 8.0" x 5.0"	8.0" x 8.0" x 5.0"	N/A
Trim Style	Screw on	Tru-lock	Tru-lock	Tru-lock	Tru-lock
Controller	Lx5	Lx5	Lx5	Lx5	Lx5
Flash Upgrade	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Approximate Shipping Weight	20lbs	31lbs	44lbs	58lbs	70lbs
Native Protocols Selectable via Dip Switch					
BACnet MS/TP	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N2 Open	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Lumisys Open	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
TRIATEK legacy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Other Protocol Options					
Lumisys' Partners offer additional native communication options	Yes, varies by partner	Yes, varies by partner	Yes, varies by partner	Yes, varies by partner	Yes, varies by partner
Inputs					
Digital Subnet for Switches and Occupancy Sensors	Digi-Touch Native	Digi-Touch Native	Digi-Touch Native	Digi-Touch Native	Digi-Touch Native
Binary inputs available without option card	24	24	56	88	120
Analog Inputs available without option card	6	6	6	6	6
Optional Telephone Override Card	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Outputs					
Relay Panel Capacity	8	16	32	48	60
Latching Relay with manual override on relay	Yes, Lumisys True Relay (LTR)	Yes, Lumisys True Relay (LTR)	Yes, Lumisys True Relay (LTR)	Yes, Lumisys True Relay (LTR)	Yes, Lumisys True Relay (LTR)

TABLA 1. Modelos de paneles

En la siguiente figura se muestran los elementos y componentes del panel de control de iluminación.

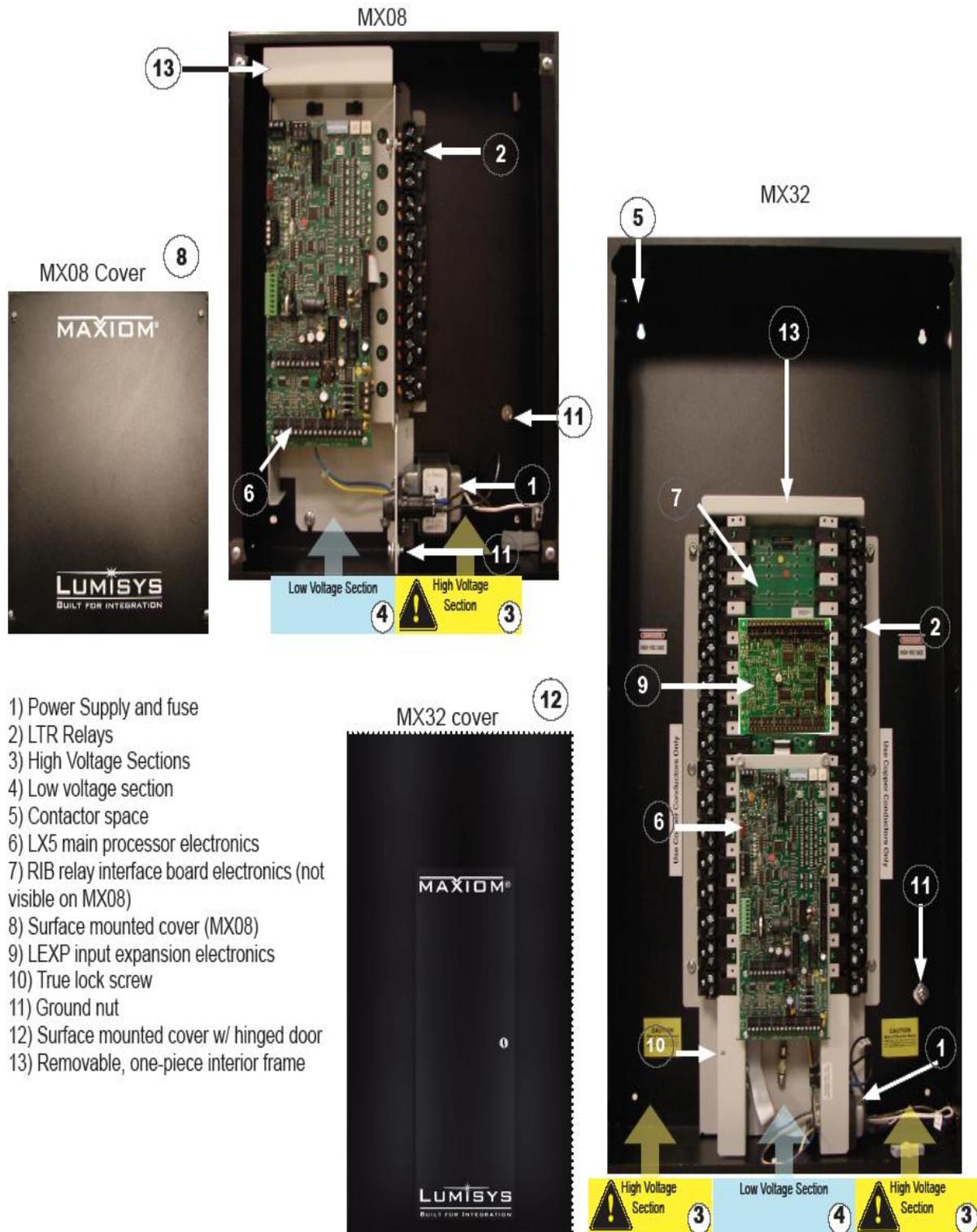


Figura 12. Componentes de un panel de control de iluminación MAXIOM.

Se puede seleccionar la conexión de alimentación del panel dependiendo de la tensión con que se cuenta en una instalación eléctrica realizando la conexión correspondiente según se muestra en la figura 12 obteniendo a la salida del transformador 24vdc.

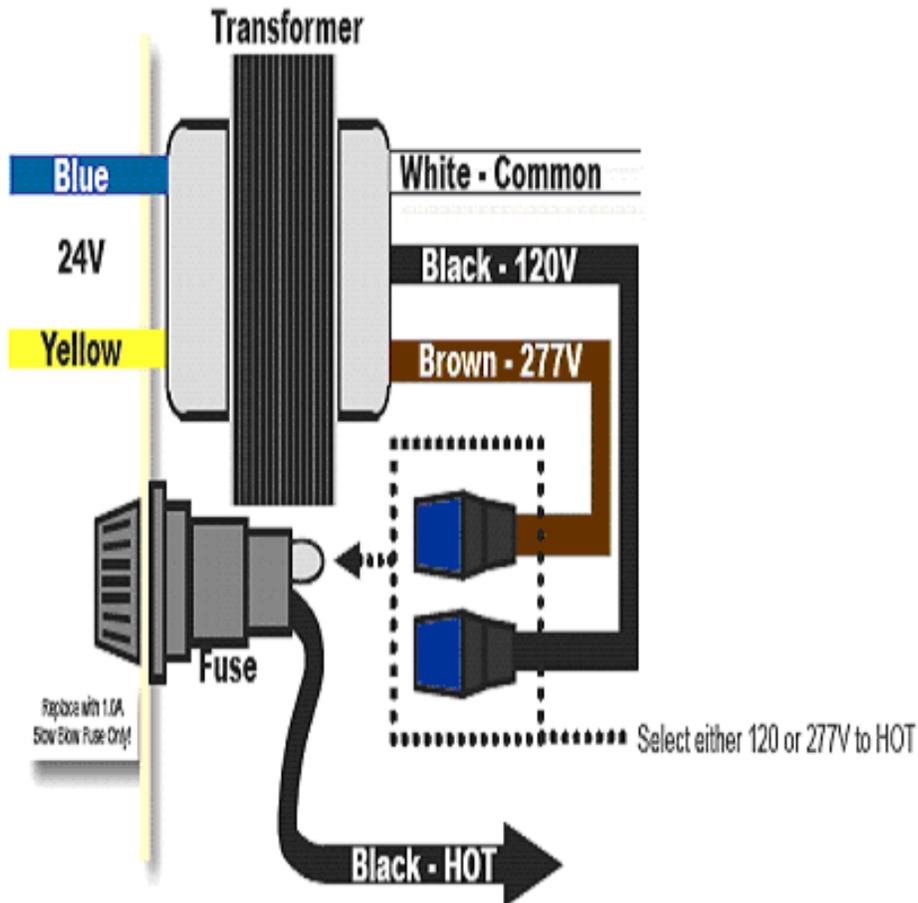


Figura 13. Selección de alimentación

La conexión requerida es de 120 V. Ya que es la tensión con que se cuenta en el edificio.

El control de iluminación se lleva a cabo por medio relays que están integrados en el panel estos son conectados directamente a los circuitos de iluminación también pueden ser activados manualmente como se muestra en la figura 14 por medio del manual override.

Uno de los principales puntos para la selección del panel de iluminación es el número de circuitos de iluminación que se deseen controlar considerando un posible aumento o modificación en la instalación eléctrica como mínimo se requiere un relay por circuito de iluminación.

En el piso 2 (Cendi), piso 1(sala de comisiones), mezzanine y planta baja hay un total de 21, 21, 20 y 16 circuitos de iluminación respectivamente para el cual se requiere un panel de iluminación maxiom modelo MX32 que tiene una capacidad para 32 relays dado que en estos niveles se realizan modificaciones constantemente según los eventos que se realicen y en algunos casos se puede llegar a necesitar dos relay por un circuito de iluminación.

En las siguientes figuras se puede observar el diagrama general de conexión de un relay y sus terminales.

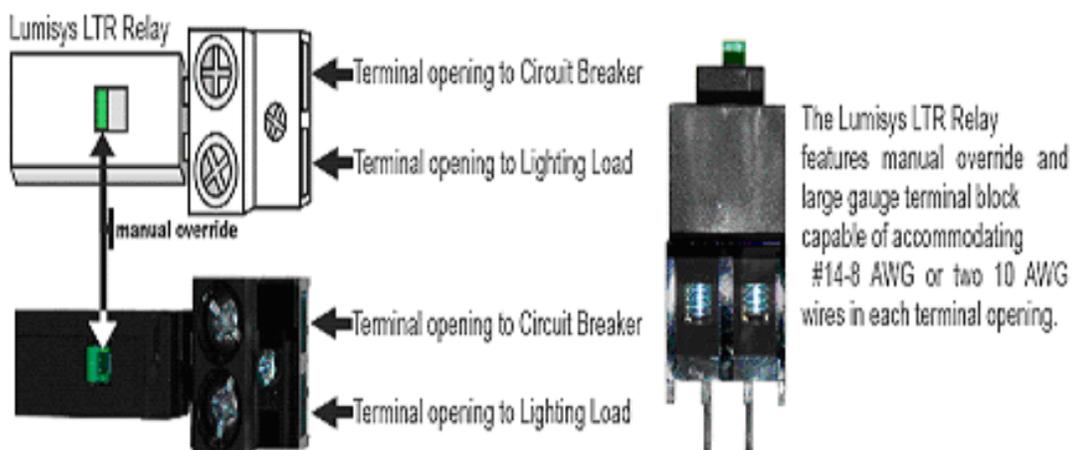


Figura 14. Figura de Relay

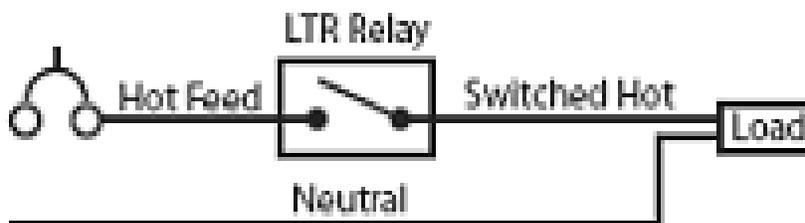
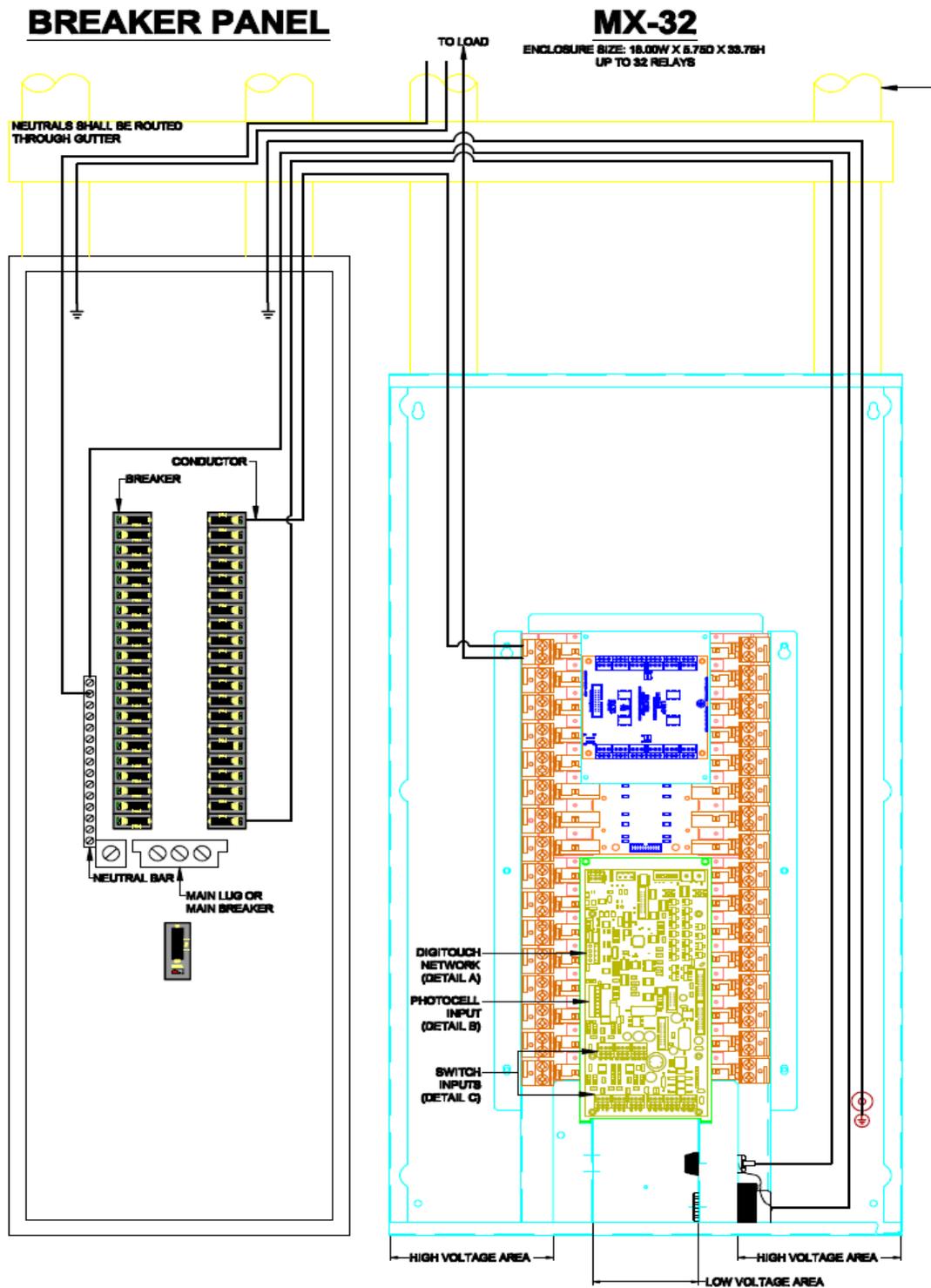


FIGURA 15. Diagrama de conexión general de un relay y un circuito de iluminación

El montaje del panel se realiza junto al tablero general de distribución como se muestra en el diagrama compartiendo las tierras físicas



16. Forma de conexión del tablero de distribución – panel de iluminación

Figura

3.3 Método de ocupación, encendido y apagado del alumbrado

Para detectar la presencia de usuarios en habitaciones se emplearán dispositivos como sensores e interruptores digitales en cada zona o sección además de la configuración de timers que serán programados desde software LP-PK del panel Maxiom en el cual se realiza la asignación y la relación de grupos de entradas (sensores analógicos, de presencia interruptores digitales) y salidas (relays).

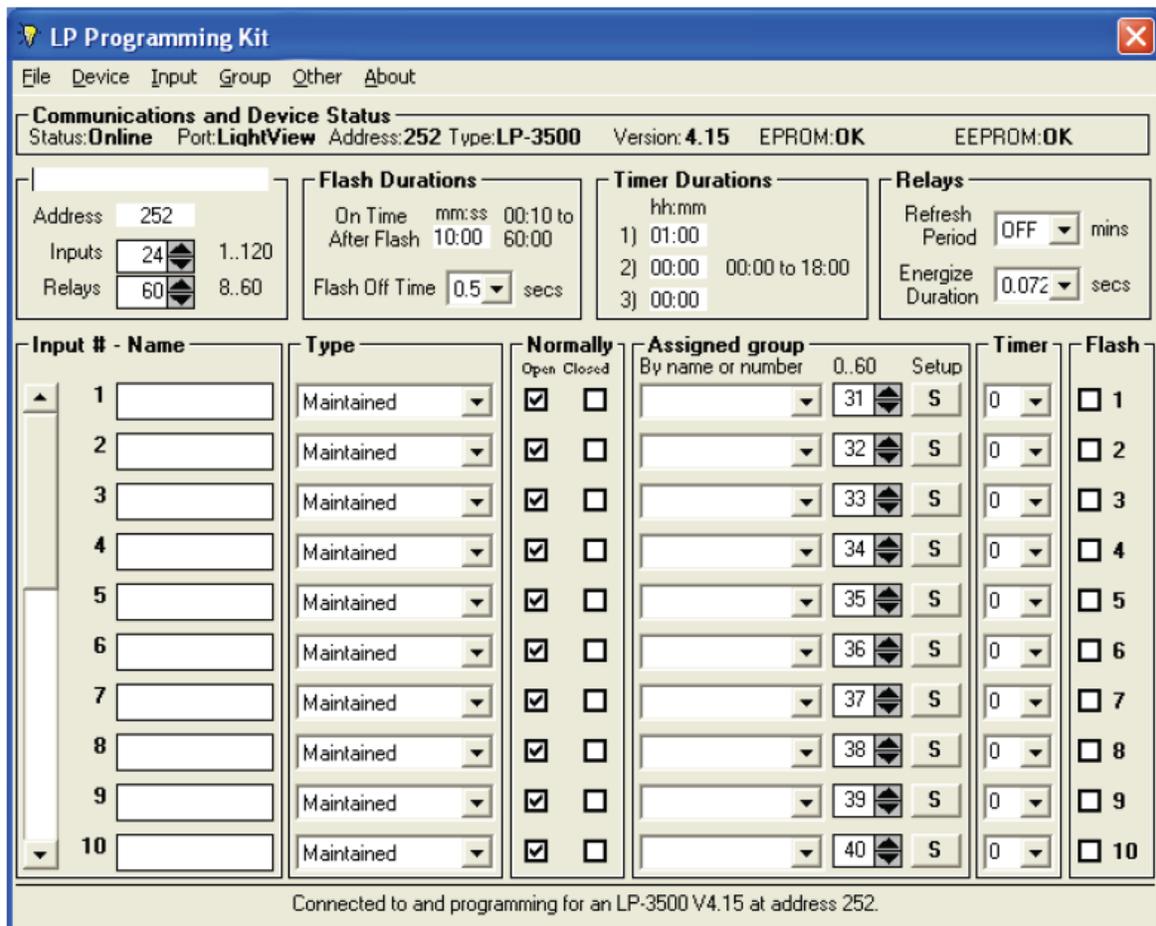


Figura. Ventana de programación y configuración del software LP-PK

La programación y configuración del panel se realiza por medio del software LP-PK que es conectado con un cable terminal DB-9 a la computadora

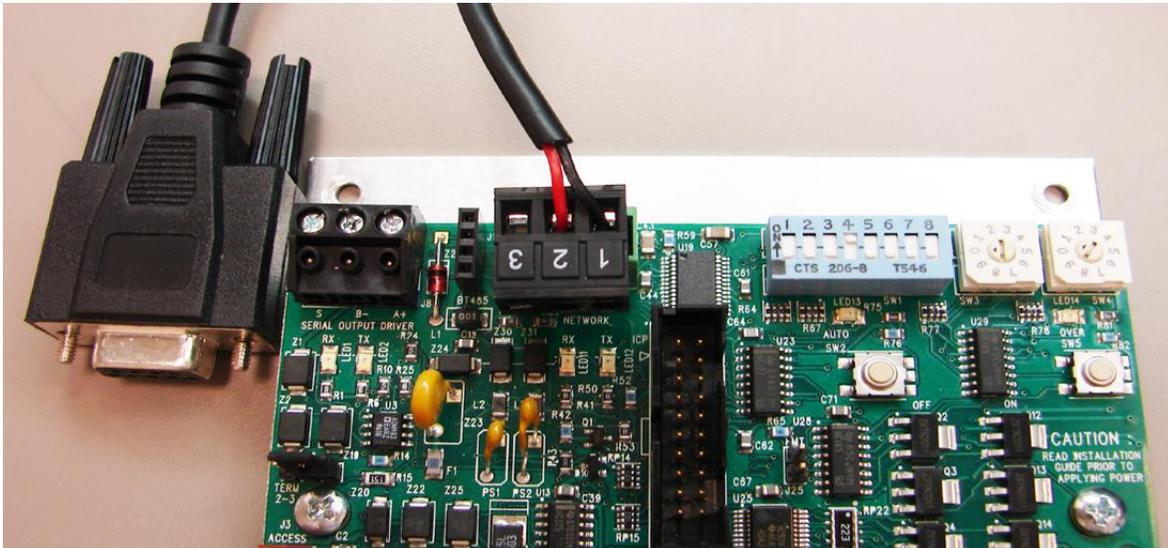


Figura. Conexión del panel MAXIOM terminal 3PIN-DB9 RS-232 a computadora para configuración.

Los requerimientos mínimos del equipo o PC son:

- .windows 2000, XP
- .procesador de 1Ghz
- .256MB RAM
- .5MB de espacio libre
- .puerto serie libre COM1, COM2, COM3 o COM4

El interruptor digital o Digi-Touch mejora la funcionalidad de tableros Lumisys proporcionando la capacidad de conectar una red de interruptores digitales con tan solo un par de alambres.

La idea es que sea posible instalar más dispositivos en una subred digital manteniendo una buena configurabilidad como una parte íntegra del Sistema de Automatización de Edificio (BAS). Con el Digi-touch en una plataforma de Lx5, de esta manera los instaladores, gerentes de energía y usuarios experimentan una mejora dramática que cambia y supera los métodos de ocupación.

Significativamente menos cable necesita ser corrido utilizando una Red Digi-touch este es comparado con un proceso de instalación eléctrica tradicional; reduciendo de este modo costos de instalación ya que se elimina la necesidad de múltiples conexiones de bajo voltaje y cableado adicional para alimentación eléctrica por cada dispositivo.

Estos dispositivos

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

- Proveen de un botón para encendido y apagado de dos grupos de iluminación
- pueden ser uno de muchos interruptores que controlan el mismo grupo.
- Cuenta con un indicador bi-color integrado que se ilumina de color rojo cuando el grupo de iluminación asociado es encendido y verde cuando es apagado.
- Proveen de una indicación clara en el interruptor digital para la colocación de una etiqueta que identifica el área controlada.
- Set de Dip switch para el grupo de iluminación que controla.

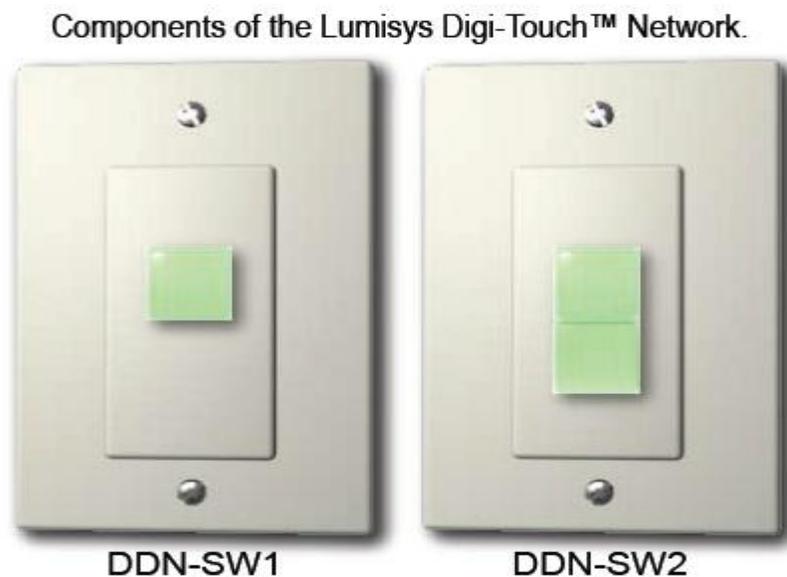


figura 17. digi touch (interruptor digital)

- Interruptores del Digitales

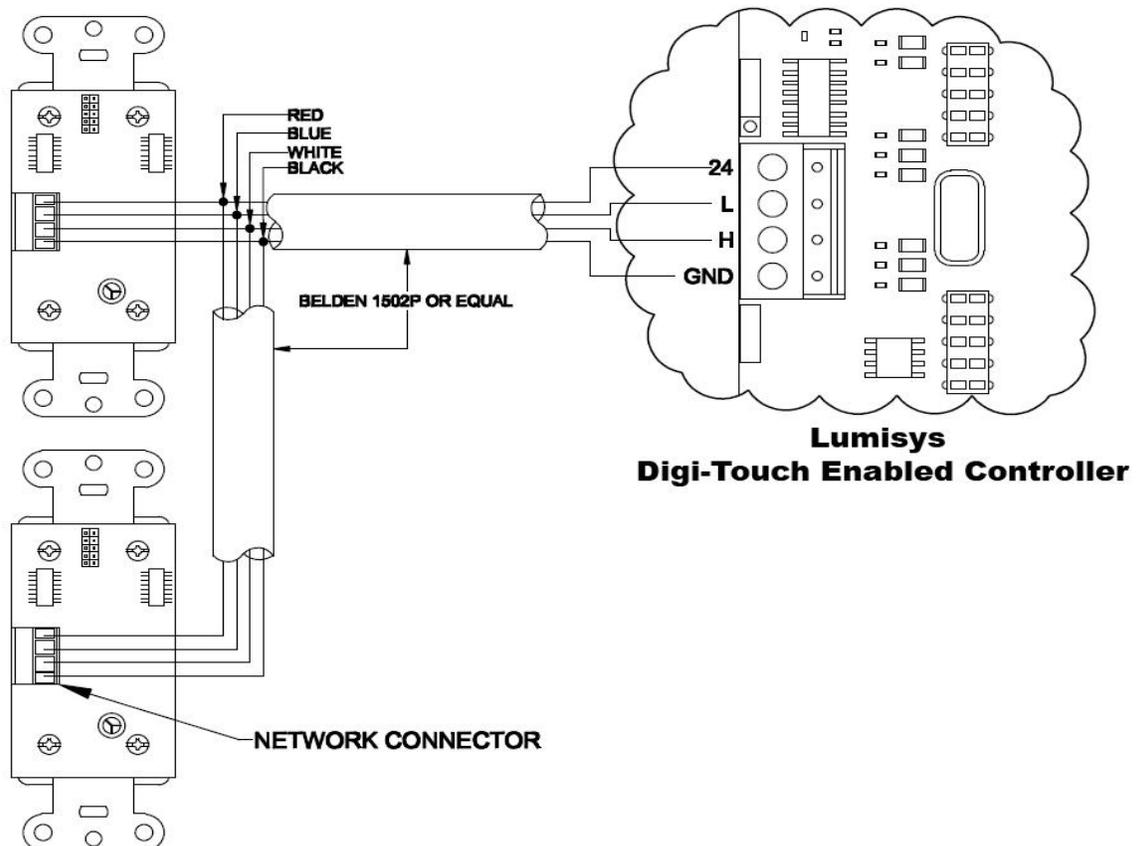
Se pueden conectar un máximo de 30 interruptores digitales en una red de digi touch (el número real puede variar, dependiendo de la medida del cable de la red y caída de voltaje)

Se requiere un modulo de entrada para realizar la conexión de sensores de ocupación utilizando la misma red



Figura 18. digi touch modulo de entrada

En la figura se puede observar el diagrama de conexión de la red de digi- touch o interruptores digitales con sus respectivas terminales de conexión el tipo de cable que se recomienda es belden 1502P de 4 hilos como se especifica en la figura de abajo.



La red es compatible con los siguientes sensores

- Hubble ATP1500CRP
- Novitas 01-BAS300
- Sensor Switch CM9
- Sensor Switch CM9PDT
- Watt Stopper CI-200
- Otros con características y configuraciones similares

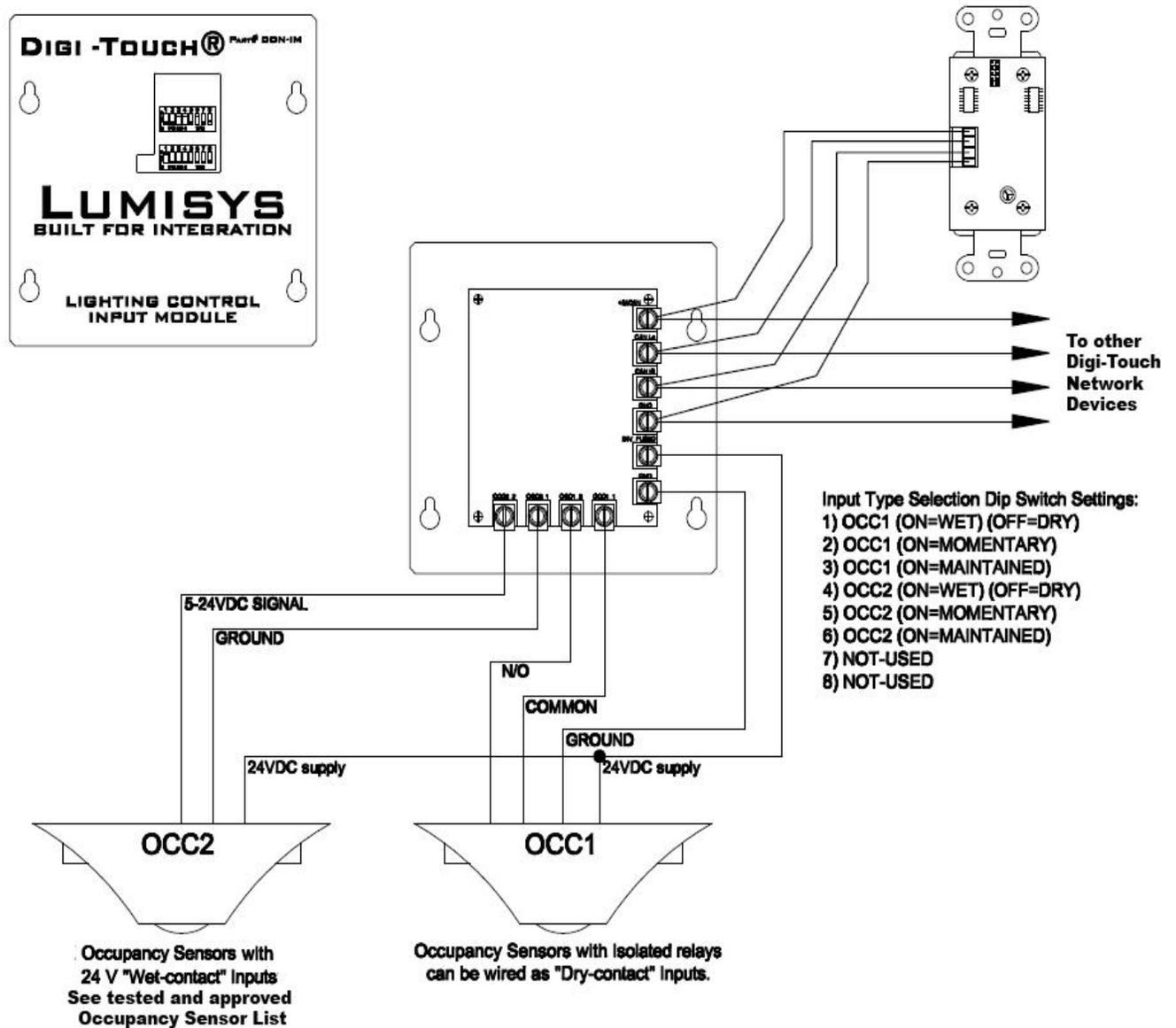


Figura. Diagrama de conexión sensores de ocupación con un modulo de entrada a la red.

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

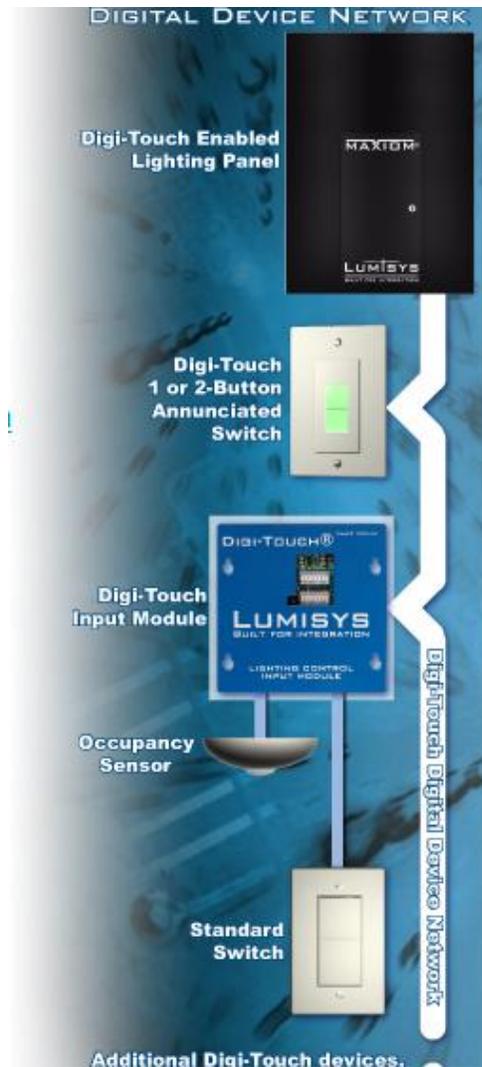


Figura. Red de dispositivos digitales

La integración general del sistema que se plantea para cada nivel se puede observar en la figura el apagado de alumbrado se ejecuta por horarios manejados en cada nivel del edificio antes mencionados pero con prioridad al encendido ya que si se activa el timer off los usuarios que aun se encuentren en la habitación quedarían en la oscuridad es por eso que se instalan sensores de presencia aumentando el tiempo de apagado del alumbrado hasta por varios minutos, además de que es posible aplazar el tiempo activando los interruptores digitales que en caso de quedar a oscuras es fácil su localización ya que emiten una luz de color verde

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

El apagado o encendido puede ser realizado de igual manera por sensores de presencia al no detectar movimiento alguno o al detectar presencia, también es posible ejecutar la esta acción oprimiendo el interruptor digital como un interruptor tradicional.

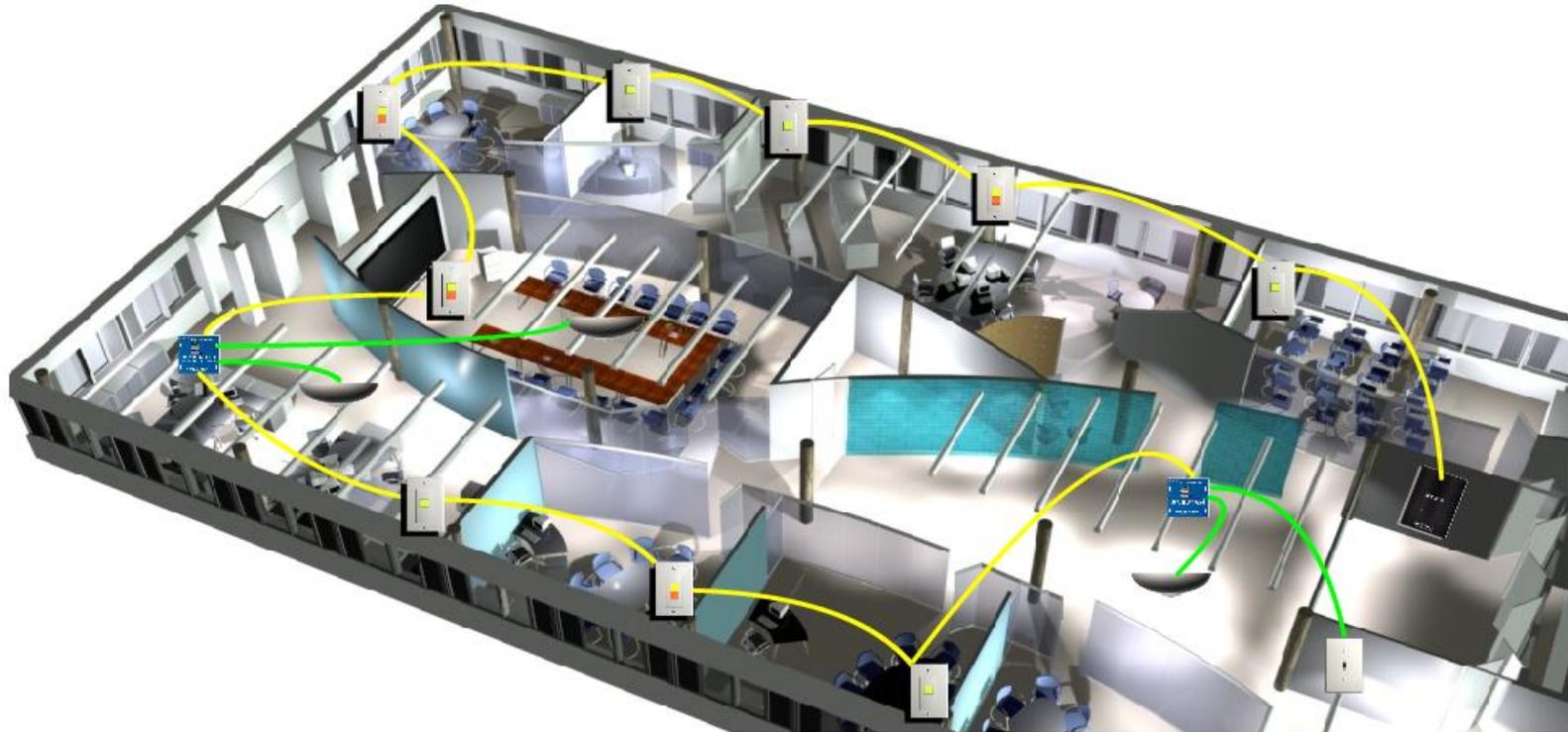


Figura. Integración de los elementos del sistema de automatización.

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

En el área de estacionamientos solo hay de 4 a 8 circuitos de iluminación por lo que es suficiente la sencilla instalación de sensores de presencia implicando menor inversión en esa área y mayor ahorro ya que son una de las zonas en las que más se mantiene activado el alumbrado y menor cantidad de personal y visitantes transita o hace uso de él.

3.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La integración general del sistema de automatización del edificio se realiza por medio de una arquitectura de red METASYS con interconexión bus N2.

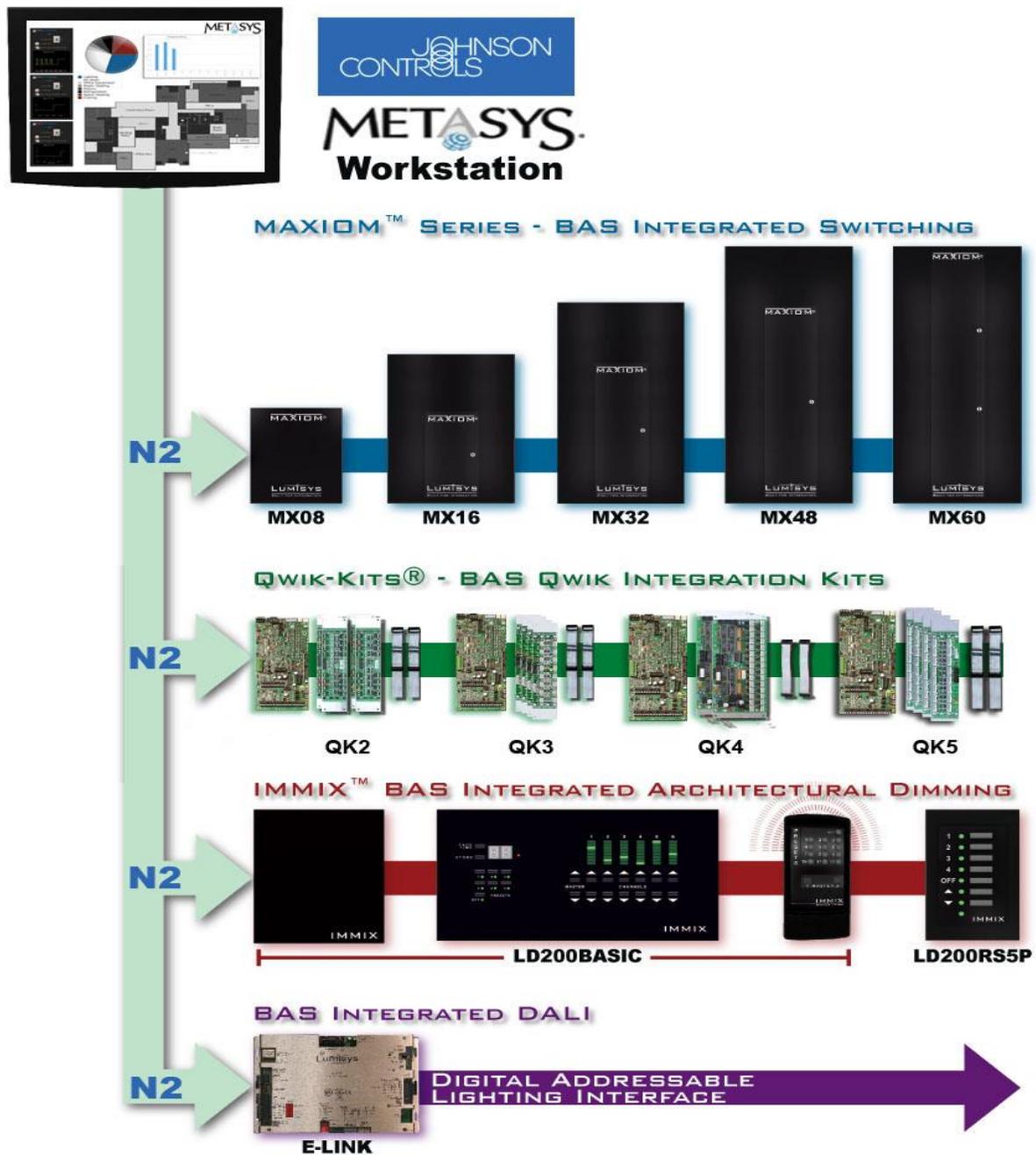


Figura. Arquitectura del sistema METASYS

Diseño de automatización de iluminación de un edificio gubernamental.

Con el sistema METASYS se obtiene la posibilidad de controlar y monitorear desde una estación de trabajo local o remota, en el edificio la terminal local se instala en el área de mantenimiento supervisada y controlada por el personal responsable de energía que se encuentra en el estacionamiento 1.

El monitoreo del sistema es posible ya que se conoce el estado de las entradas y salidas del panel de control de iluminación de aquí se generan históricos tendencias gráficos, reportes alarmas etc.

CAPITULO IV. ESTUDIO ECONOMICO

Costo de mano de obra = salario por hora x HHT

	HHT	salario	costo de mano de obra	C de MO ind
ingenieros	132	350	46200	23100
asesores	132	200	26400	8800
dibujantes	88	80	7040	3520
tecnicos	198	100	19800	6600
capturista	44	70	3080	3080
total			102520	

Catalogo de conceptos.

Partida	Concepto	Cantidad	Unidad	P/unitario	Total
1	Panel de Control: MAXIOM MX36 - 36 LTR Relay Capacity - 56 Switch Inputs - 6 Analog Inputs - Unibody Interior - Dimensions 18" x 33.75" x 5 3/4" - Additional Space at top for Contactors	4	Pieza	\$3,092.23Dls.	\$12,368.92Dls.
2	Sensor PIR 50feet (15.2m) de alcance.	103	Pieza	\$167.24Dls.	\$17,225.72Dls.
3	Cable belden: 4 hilos	500	Metro	\$2.60Dls.	\$1,300Dls.
4	Digi touch (interruptor digital)	76	Pieza	\$182.75Dls.	\$13,889Dls.
				Total:	\$44,783.64Dls.

Tabla de ahorro anual

	de lámparas	Total kW	utilizadas	anual (kW)	kW	Ahorrado
2° piso						
Pasillos	25	1	5	1825	1.5	\$2,737
Oficinas	20	0.82	5	1551.25	1.5	\$2,326
Salones	40	1.624	5	2963.8	1.5	\$4,445
1° piso						
Pasillos	25	1	5	1825	1.5	\$2,737
Baño1	4	0.198	5	361.35	1.5	\$542
Vestíbulo	8	0.415	5	757.375	1.5	\$1,136
Comedor	40	1.768	5	3226.6	1.5	\$4,839
Cocina 1	20	0.8	5	1460	1.5	\$2,190
Cocina 2	18	0.72	5	1314	1.5	\$1,971
Baño 2	4	0.198	5	361.35	1.5	\$542
Mezzanine						
Oficinas	42	2.226	5	4062.45	1.5	\$6,093
Pasillos	40	2.488	5	4540.6	1.5	\$6,810
Baño 1	3	0.197	5	359.525	1.5	\$539
Baño 2	3	0.197	5	359.525	1.5	\$539
Planta Baja						
Oficinas	40	1.752	5	3197.4	1.5	\$4,796
Pasillos	49	2.492	5	4547.9	1.5	\$6,821
Baño 1	3	0.178	5	324.85	1.5	\$487
Baño 2	3	0.178	5	324.85	1.5	\$487
Estacionamiento 1						
Area de estacionamiento	27	2.414	9	7929.99	1.5	\$11,894
Estacionamiento 2						
Area de estacionamiento	40	3.92	9	12877.2	1.5	\$19,315
Estacionamiento 3						
Area de estacionamiento	32	3.136	9	10301.76	1.5	\$15,452
Estacionamiento 4						
Area de estacionamiento	32	3.136	9	10301.76	1.5	\$15,452
Total ahorro						\$112,160

CONCLUSIONES

Hoy en día se puede observar que en muchas empresas e instituciones particulares y de gobierno existe el mal uso de la iluminación y desperdicio de energía eléctrica generando un costo de funcionamiento importante para las mismas dada esta problemática es recomendable realizar un estudio de consumo eléctrico e identificar puntos de oportunidad en los que se pueda lograr un ahorro y realizar medidas para llevar a cabo el objetivo ya que ahora existen diferentes métodos y sistemas para el ahorro de energía desde configuraciones en tableros de distribución con planes de intervención manual del personal de mantenimiento que se encarga de encender y apagar interruptores aunque este método es muy poco recomendable y rudimentario se llega a encontrar que lo llevan a cabo empresas. hasta sistemas muy avanzados de ahorro y monitoreo de energía eléctrica que interactúan con otros sistemas como aire acondicionado, emergencia, software de computadoras, dimmers etc.

Es importante hacer comparaciones de los diferentes tipos de tecnologías que existen en el mercado considerando principalmente el presupuesto del cliente para hacer una adecuada selección de los componentes del sistema y que sean más compatibles ajustándose a las necesidades específicas del sitio donde se va a realizar el proyecto.

Generar manuales de mantenimiento, procedimientos que requieran los equipos y del sistema en general para los usuarios, capacitarlos para la operación del sistema así como brindar un periodo de soporte técnico en caso de que sea necesario algún ajuste.

El proyecto de automatización de iluminación presentado en este trabajo es factible ya que se cumplen los objetivos principales de ahorro y uso eficiente de energía además de que existe un retorno de inversión y al cumplirse este aun sigue generando un beneficio económico

BIBLIOGRAFIA

Toda la información fue obtenida de:

- **Domotica e inmotica. Viviendas y Edificios Inteligentes.**
2ª Edición
ROMERO, C. VAZQUEZ, F. CASTRO, C.
Editorial Ra-ma
416 páginas
- **Domótica. Edificios Inteligentes**
Ramón J. Millán tejedor; José Manuel Huidobro
Creaciones Copyright
384ginas
- **La ingeniería en edificios de alta tecnología: criterios de diseño, proyectos y puesta en servicio.**
Díaz Olivares, J.C..
McGraw-Hill

BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

- <http://www.lumisys.com/>
- www.quiminet.com.mx/pr7/edificios%2Binteligentes.htm