



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



CFE

COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD

DE ELECTRICIDAD

SISTEMA AUTÓNOMO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MANUEL MORENO TORRES

Reporte de Residencia

Jonathan David Coyazo Hernández

Asesor interno:

Ing. Jorge Díaz Hernández

Asesor externo:

Ing. José Luiss Díaz selvas

**CFE Transmisión Sector Chicoasén
Subestación Manuel Moreno Torres**

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	2
1. Introducción.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Estado del arte.....	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivo.....	5
1.5 Metodología.....	6
2. Fundamento Teórico.....	8
2.1 Subestación eléctrica de potencia.....	8
2.2 Iluminación de una subestación.....	9
2.3 TIPOLOGÍA DE LÁMPARAS PARA EXTERIORES.....	10
2.4 Tipos de iluminación.....	12
2.5 Elementos de un sistema de iluminación.....	13
2.6 Tipos de lámparas.....	15
2.7 Transformadores.....	20
2.8 PLC.....	21
3. Desarrollo.....	22
3.1 Normas.....	22
3.2 diagramas y cuadros de cargas de la subestación.....	24
4.-Resultados y conclusiones.....	31
Análisis financiero.....	34
Conclusion.....	38
Aporte Profesional.....	39
Referencias bibliográficas.....	39
Anexos.....	40
Sistemas de control o automatización.....	40

ABREVIATURAS

SSL: Subsistema de Supervisión Local

LAN: (Local Access Network o Red de Área Local)

SCADA: Supervisory Control And Data Adquisition (Control Supervisorio y Adquisición de Datos)

ETHERNET: Red de Area Local.

PC: Computadora Personal.

KV: kilovoltio

KVA: kilovoltamperio

Lb: Libra (unidad de masa)

In: Pulgadas

N: Newton

m: Metro

LCD: Liquid Crystal Display (pantalla de cristal líquido)

C.A: Corriente Alterna

C.D: Corriente Directa

LED: Light-emitting diode (diodo emisor de luz)

K: kilo

NM: Nanómetro

PTC: Resistencias con un Coeficiente Temperatura Positivo

NTC: (Negative Temperature Coefficient) Coeficiente de Temperatura Negativo

DCS: Sistemas de Control Distribuido

LDR: Fotorresistencia - Light Dependent Resistor

NEC: Código Eléctrico Nacional

NFPA: Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo

NOM: Norma Oficial Mexicana

NRF: Normas de Referencias Vigentes

STPS: Secretaria del Trabajo y Prevención Social

1. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La contaminación lumínica puede definirse como la introducción, directa o indirectamente, de luz artificial en el medio ambiente y sin embargo lo que podemos evitar es la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces.

Actualmente la Subestación Eléctrica Manuel Moreno Torres, se encuentra ubicada en el tramo carretero Tuxtla – Osumacinta Km 40, con tensiones de operación de 400 kv, 115 kv y 13.8 kv, es de tipo intemperie y cuenta con circuitos de iluminación en cada una de las subestaciones, en las cuales se tienen instaladas lámparas de vapor de mercurio de 1250 watts y es alimentada con dos transformadores de 75 KVA.

En este caso el proyecto se plantea sustituir por lámparas de vapor de sodio de 400 watts y así obtener un alumbrado óptimo y un ahorro de energía de hasta un 50%. En base a lo anterior, se plantea diseñar y poner en servicio un sistema autónomo de iluminación controlado vía Ethernet.

Dentro de una subestación eléctrica se debe contar con una iluminación apropiada en todos en los espacios de trabajo, áreas de tránsito y alrededor del equipo eléctrico primario derivado de las actividades y tareas de supervisión y mantenimiento que se realizan. Las salidas para la iluminación deben de estar dispuestas de manera que las personas que cambien las lámparas o hagan reparaciones en el sistema de alumbrado, no corran peligro por las partes vivas u otros equipos. Los puntos de control deben estar situados de modo que no sea probable que las personas entren en contacto con ninguna parte viva o móvil del equipo mientras encienden el alumbrado.

1.2 Estado del arte

G. Jia, B. Guo, Control system of city electrical lighting based on radio paging network, Chinese Journal of Scientific Instrument 23 (S3) (2002) 103–105. Jun Zhang, Guifang Qiao, Group decision making based autonomous control system for street lighting, Measurement 46 (2013) 108–116. M. Popa A Solution for Street Lighting in Smart Cities, Carpathian Journal of Electronic and Computer Engineering 5 (2012) 91–96.

Sistemas de iluminación The Street es uno de los consumidores ávidos de energía eléctrica. Representa una carga financiera para las autoridades locales. Reduciendo su costo es el objetivo de muchos proyectos de investigación. La idea presentada en este artículo, es el desarrollo de un sistema de control de alumbrado público basado en redes de sensores inalámbricos para reducir el consumo de energía.

Nuestro nuevo método es de alrededor de un sistema de control, donde la funcionalidad de iluminación de la calle es proporcional a la densidad del tráfico. nodo sensor Awireless compuesto por una distancia-measuring sensor, que se utiliza como un detector de tráfico, una unidad de control y un transmisor de radio se installed in cada farola a lo largo de la carretera. Este conjunto de nodos forma una red inalámbrica configurada como red de una sola dimensional wireless para controlar la iluminación de la calle.

Mitsunori Miki Dept. of Sci. & Eng., Doshisha Univ., Kyoto, Japan, YoMotoya
Grad. Sch. of Sci. & Eng., Doshisha Univ., Kyoto, Japan, KentaYoshida
Grad. Sch. of Sci. & Eng., Doshisha Univ., Kyoto, Japan. Un prototipo de sensor de iluminancia digital para el sistema de iluminación de control distribuido Al introducir el sistema de iluminación de control distribuido (IntelligentLightingSystem), el cableado de los sensores de iluminación es denso y complejo en torno al convertidor A / D[2].

Por lo tanto, fabricamos prototipo de sensores de iluminancia con convertidor A / D para mejorar este problema. El prototipo de sensor puede utilizar la comunicación Ethernet, y es fácil de conectar a la red del sistema de iluminación inteligente mediante el uso de hub de conmutación. En este estudio, se mide la capacidad de respuesta del prototipo de sensor. Y, se experimenta convergencia de iluminancia para confirmar la viabilidad de la iluminancia objetivo utilizando el prototipo de sensor.

Chun-An Cheng Department of Electrical Engineering, I-Shou University, Kaohsiung County, Taiwan, R. O. C., Hung-Liang Cheng Department of Electrical Engineering, I-Shou University, Kaohsiung County, Taiwan, R. O. C., Kun-Jheng Lin Department of Electrical Engineering, I-Shou University, Kaohsiung County, Taiwan, R. O. C.[3]Implantación de un sistema de iluminación controlada digitalmente para lámparas fluorescentes de dos zonas.

La interfaz de control de oscurecimiento digital es un nuevo tipo de control de atenuación para una variedad de aplicaciones de iluminación, incluyendo edificio, oficina y sala de conferencias; También incluye control remoto, control de regulación en tiempo real y reconocimiento de la condición de la lámpara. El sistema convencional de iluminación digital con atenuación digital RS-232 para lámparas fluorescentes consta de un corrector de factor de potencia.

El sistema convencional de iluminación digital con atenuación digital RS-232 para lámparas fluorescentes consta de un corrector de factor de potencia y un inversor resonante de medio puente como circuito principal, y un controlador y regulador basado en microcontrolador como controlador. Los inconvenientes de este sistema de iluminación convencional son su corta longitud de transmisión y baja velocidad de transmisión.

Lukas Lohaus Chair of Integrated Analog Circuits and RF Systems, RWTH Aachen University, Kopernikusstrasse 16, ICT Cubes, 2nd floor, 52074 Aachen, Germany, Arne Rossius Chair of Integrated Analog Circuits and RF Systems, RWTH Aachen University, Kopernikusstrasse 16, ICT Cubes, 2nd floor, 52074 Aachen, Germany, Colin de Vrieze Chair of Integrated Analog Circuits and RF Systems, RWTH Aachen University, Kopernikusstrasse 16, ICT Cubes, 2nd floor, 52074 Aachen, Germany.[4]

Un avanzado dispositivo de control para iluminación inteligente en sistemas DLT En las instalaciones existentes, los interruptores de luz o atenuadores conectados en serie típicamente carecen de una conexión de cable neutro en la salida del interruptor de luz. Por lo tanto, es un desafío el diseño y la potencia de los terminales de control montados en la pared para los sistemas de iluminación LED inteligentes, que no funcionan con pilas.

Basado en los resultados de este trabajo aborda el problema descrito y demuestra un avanzado dispositivo de control totalmente compatible con la "Digital Load Side Side Transmission" (DLT) estándar. Además de una interfaz de usuario con pantalla de cristal líquido (LCD), este dispositivo de control DLT proporciona dos enlaces inalámbricos, a saber, WiFi y ZigBee, que permiten el control externo desde dispositivos inalámbricos.

Este proyecto pretende crear un sistema de iluminación autónoma bajo las normas NOM 001 SEDE 2012, NEC, CFE E0000-25-2001, CFE E0000-03-2006 para cumplir con los estándares de calidad, seguridad y ayuden al trabajo; así también obtener un mayor ahorro de energía mediante el uso de luminarias adecuadas al tipo de instalación y control mediante un sistema SCADA desde un centro de control SSL vía LAN. (Aporte personal)

1.3 Justificación

La elaboración de este proyecto consiste en obtener un control autónomo de iluminación y ahorro de energía eficiente, la cual se podrá en servicio lámparas de vapor de sodio de 400 watts en la subestación eléctrica Manuel Moreno Torres así mismo mediante un software desarrollado se nos permitirá activar y desactivar el alumbrado de manera automática o local remota mediante un SSL vía LAN.

El control de iluminación que se pondrá en servicio, es eficiente, porque nos será de gran utilidad al detectar cuando no halla presencia en la áreas específicas de la subestación, esto hará que las luces se apaguen en los lugares que no sea requerido y así obteniendo un ahorro de energía que beneficiara a la empresa, un ambiente de trabajo de calidad y seguridad; obteniendo mayor tiempo útil en las luminarias.

1.4 Objetivo

Diseñar e implementar un sistema inteligente autocontrolado de iluminación exterior de la subestación eléctrica Manuel Moreno Torres que cumpla con los estándares actuales de calidad.

Objetivos específicos

Diseño del sistema de iluminación exterior de la S.E. Manuel Moreno Torres mediante un sistema de control supervisorío vía Ethernet.

Estudio de cargabilidad del sistema actual de iluminación de la S.E. M.M.T.

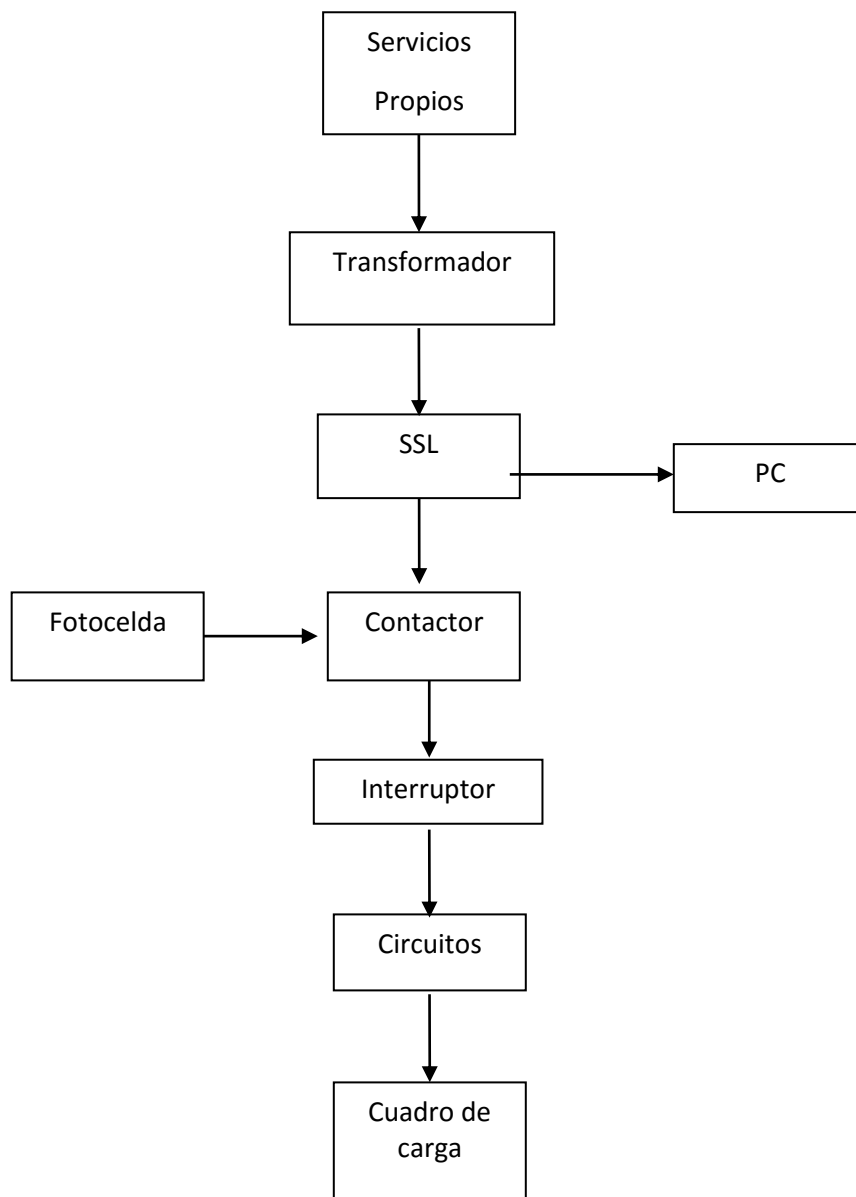
Diseño e instalación de sensores de movimientos que permitan el control automático de las luminarias.

Simulación mediante software de aplicación el sistema de iluminación.

Implementación mediante prácticas de campo con metodología de control automático del sistema de iluminación exterior.

1.5 Metodología

a). Diagrama a bloques del hardware (equipos que se utilizaran para el control del sistema de iluminación)



Servicios Propios.- Los tableros de servicios propios conocidos como tableros autoportados se forman por secciones verticales que se ensamblan formando una estructura rígida, modular y autocontenida. Lo que permite esta estructura es que se arme un conjunto rígido que no pierda continuidad eléctrica que también pueda separarse o permita retirar una parte del mismo sin afectar a los demás componentes.

Fotocelda.- Una fotocelda es un dispositivo electrónico que es capaz de producir una pequeña cantidad de corriente eléctrica al ser expuesta a la luz. Entre sus aplicaciones típicas están las de controlar el encendido-apagado de una lámpara, por ejemplo, o de producir el voltaje suficiente para recargar una batería o cualquier otra aplicación en que se requiera una fuente de voltaje.

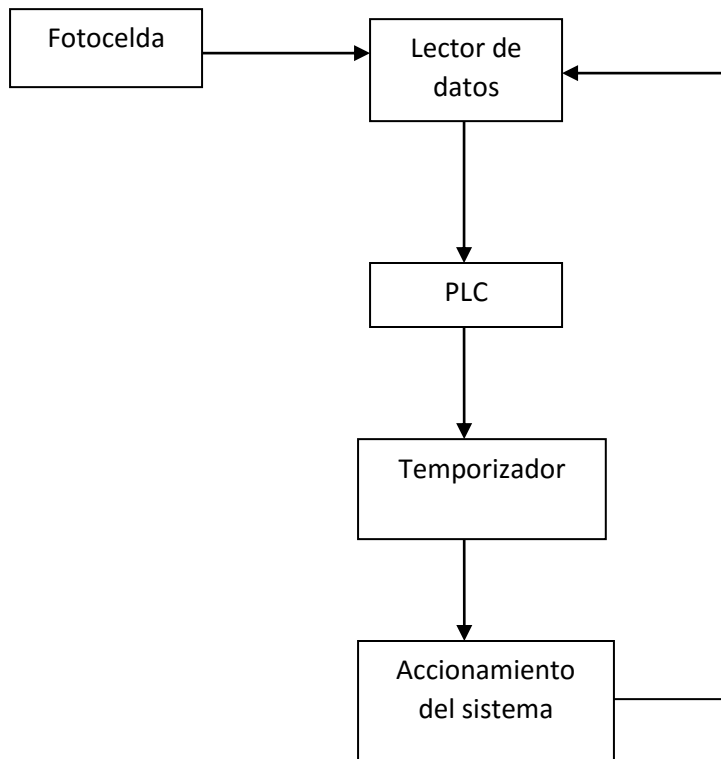
Transformador.- un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

PC.- Computadora personal, ordenador personal, conocido como PC (sigla en inglés de personal computer), es un tipo de microcomputadora diseñada en principio para ser utilizada por una sola persona a la vez. Una computadora personal suele estar equipada para cumplir tareas comunes de la informática moderna, es decir permite navegar por Internet, estudiar, escribir textos y realizar otros trabajos de oficina o educativos, como editar textos y bases de datos, además de actividades de ocio.

Contactador.- Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina . Es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.

Interruptor eléctrico.- es un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. Un simple interruptor que apaga o enciende una bombilla, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas, controlado por computadora. Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen mediante un actuante para permitir que la corriente circule.

b). Diagrama a bloques del software



El primer paso el sistema de iluminación contará con una fotocelda que se tendrá que activar las luminarias cuando el nivel de iluminación exterior (ambiente) sea bajo y apagarse cuando el nivel de iluminación exterior (ambiente) sea alto. Contará con un lector de datos para cuando las luminarias quieran ser activadas en un horario específico, enviando la información al PLC, mismo que tendrá un temporizador para activación del sistema de alumbrado en un horario determinado.

En el segundo paso realizara una evaluación del sistema en el cual evaluaran si se requiere que el sistema de iluminación se ejecute mediante el temporizador o mediante la función de las fotoceldas las cuales se evaluaran en el sistema de control de área local y después de realizar esta función, se llevara a cabo el accionamiento del sistema.

2. Fundamento Teórico

2.1 Subestación eléctrica de potencia

Clasificación de las subestaciones eléctricas.- Una subestación eléctrica es un conjunto de máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente) y de proveer un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de un sistema. Desde el punto de vista de la función que desempeñan las subestaciones se pueden clasificar como sigue.

Subestaciones en las centrales eléctricas.- Estas se encuentran adyacentes a las centrales eléctricas o plantas generadoras de electricidad para modificar los parámetros de la potencia suministrados por los generadores para permitir la transmisión en alta tensión en las líneas de transmisión a este respecto se puede mencionar que los generadores pueden suministrar la potencia entre 5 y 25 kv y la transmisión dependiendo del volumen de energía y la distancia se puede efectuar a 69, 85, 115, 13.8, 230, 0 400 kv en C.A.

Subestaciones receptoras primarias.- Estas son alimentadas directamente de las líneas de transmisión y reducen la tensión a valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o las redes de distribución, de manera que dependiendo de la tensión de la transmisión pueden tener en su secundario tensión del orden de 115, 69 y eventualmente 34.5, 13.2, 6.9, 0 4.16 kv.

Subestaciones eléctricas secundarias.- estas son por lo general alimentadas de las redes de subtransmisión y suministran la energía eléctrica a las redes de distribución a tensiones comprendidas entre 34.5 y 6.9 kv.

Las subestaciones eléctricas también se pueden clasificar por el tipo de instalación como: Subestaciones tipo intemperie.- Estas subestaciones se construyen en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño, aparatos y maquinas capaz de soportar el funcionamiento bajo condiciones atmosféricas adversas tales como (lluvia, viento, nieve, e inclemencias atmosféricas diversas) por lo general se adoptan en los sistemas de alta y extra alta tensión.

Subestaciones de tipo interior: en estas subestaciones los aparatos y las maquinas se encuentran muy protegidas y el espacio necesario es muy reducido en comparación a las construcciones de subestaciones convencionales, por lo general se usan en el interior de fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales que requieren de poco espacio para estas instalaciones por lo que se usan por lo general en tensiones de distribución y utilización.

Subestaciones de las plantas generadoras o centrales eléctricas: un aspecto importante a considerar en el suministro de la energía, es decir se debe analizar la probabilidad de falla en los diferentes elementos y en el arreglo mismo de ellas en función de una continuidad deseada en el servicio que normalmente la regula un criterio de calidad del suministro.

2.2 Iluminación de una subestación

Luminarias y proyectores

Son aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación eléctrica, desempeñando por tanto una triple función fotométrica, mecánica y eléctrica. A nivel fotométrico, estos aparatos son responsables del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara.

Las luminarias convencionales usadas en el alumbrado funcional y ambiental disponen de una fotometría ajustada para estas áreas e iluminando de forma más efectiva en el eje perpendicular la luminaria.

En el caso de los proyectores podemos encontrar diferentes configuraciones que van desde fotometrías muy concentradas hasta aquellas que, con un desplazamiento de la lámpara, se consigue llegar a largas distancias sin inclinar los proyectores (proyector asimétrico).

Las lámparas que normalmente se usan en alumbrado de exteriores son las de descarga y se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para algunos usos u otros. En el último tiempo se ha producido un gran desarrollo de los diodos emisores de luz, más conocidos por su acrónimo en inglés: LED y que cada vez es más popular su uso en exteriores.

2.3 TIPOLOGÍA DE LÁMPARAS PARA EXTERIORES

Lámpara de fluorescencia.- Es una lámpara con vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial. En alumbrado exterior se utiliza usualmente en balizas y existen diversidad de potencias, temperaturas de color y sistemas de conexión. Su vida media es relativamente corta (10.000 horas). Es recomendable el uso de lámparas con temperatura de color inferior a 3000°K por su menor impacto en el medioambiente y la astronomía. En la figura 2.1 se muestra un ejemplo de lámpara fluorescente.



Fig. 2.1 Lámpara de fluorescencia

Lámpara de vapor de mercurio y luz mezcla.- A diferencia de las fluorescentes, la descarga se produce a alta presión. Este tipo de lámparas también contienen vapor de mercurio y su espectro posee una gran cantidad de radiación ultravioleta, lo cual es muy perjudicial para la astronomía y el medio ambiente. Su eficiencia energética es mala en comparación con otras lámparas usadas en alumbrado público. Incluso se prevé la prohibición de su utilización en Europa en los próximos años. En la figura 2.2 se muestra un ejemplo de lámpara de vapor de mercurio.



2.2 lámpara de vapor de mercurio y luz mezcla.

Lámpara de vapor de sodio de alta presión.- La lámpara de vapor de sodio está compuesta de un tubo de descarga de cerámica translúcida, con el fin de soportar la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan. En los extremos tiene dos electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para que el vapor de sodio encienda. Su gran eficiencia unida a su gran duración (25.000 horas aproximadamente) la han hecho merecedora de ser la lámpara más usada en alumbrado público. Su gran capacidad para contrastar los objetos la hace bastante recomendable para zonas de circulación de vehículos.



fig.2.3 lámpara de vapor de sodio de alta presión

Deberá cuidarse que el factor de utilización mantenido (K) en la vía, calzada, plaza o recinto sea superior al 30% o la utilidad superior al 40%, evitando colocar las luminarias o los proyectores alejados de la zona a iluminar o en su caso minimizar la luz proyectada fuera de la zona útil. ($K = \text{iluminancia media mantenida multiplicado por la superficie de cálculo y dividido por los lúmenes instalados}$). En la figura 2.4 se muestra la iluminación en



Fig. 2.4 ejemplo iluminación exterior

2.4 Tipos de iluminación

Iluminación general.-una luminaria uniforme es aquella que se obtiene mediante la localización simétrica de las luminarias necesarias para producir la luz deseada en el plano de trabajo. La iluminación general debe producir un nivel de luz uniforme en el área considerada. La iluminación general localizada es aquella que consiste en la colocación de equipos de alumbrados en zonas especiales de trabajo [5].

La localización de maquinaria u otros equipos importantes, generalmente requieren del uso de un nivel más alto que el nivel de iluminación general. Bajo estas condiciones normalmente se incrementan el número de luminarios o la potencia lumínica por luminarios para proveer el aumento del nivel de iluminación. Donde se necesita altos niveles de iluminación.

Iluminación suplementaria.- el alumbrado suplementario se define como aquel que proporciona una intensidad luminosa relativamente alta en puntos específicos de trabajo, mediante un equipo de alumbrado directo combinado con la iluminación general o localizada. La iluminación suplementaria, para proveer un nivel alto de iluminación en determinados puntos de un área de trabajo especificada.

Iluminación exterior.- el alumbrado exterior se define como aquel sistema de iluminación ubicado en el exterior de un inmueble y tiene como finalidad principal resaltar su entorno durante la noche. La iluminación exterior general es con fines de seguridad y protección del personal y su control debe de ser con operación automática por medio de celdas fotovoltaicas o de relevadores comandados por celdas fotoeléctricas y previendo un mecanismo de control manual en caso necesario.

Sistema alumbrado.- el alumbrado se divide en tres sistemas, sistema normal, sistema esencial y sistema de emergencia. Sistema normal tiene como objetivo prever a las diferentes áreas de una central hidroeléctricas, una iluminación suficiente para llevar acabo satisfactoriamente todas las funciones y operaciones necesarias. Este sistema de alumbrado normal es de uso general para todas las áreas que se comprendan en una planta hidroeléctrica.

Este sistema de alumbrado normal debe de estar en tableros de distribución independiente de los otros sistemas. El cableado y el control de los tableros de distribución de este sistema deben de ser también en forma independiente. El sistema de alumbrado esencial forma parte del alumbrado normal pero con cableado y control independiente de tal manera que pueda ser utilizado los dos sistemas simultáneamente o solo el sistema esencial.

En áreas donde no se requiera ocasionalmente el alumbrado normal, por cuestiones de ahorro de energía. Este sistema de alumbrado esencial debe estar en tableros de distribución independiente de los otros sistemas. Este sistema debe localizar en áreas prioritarias de maniobras y/o operación. Para el sistema de alumbrado esencial se empleara el 30% del alumbrado normal.

Sistema de emergencia, se debe de instalar iluminación de emergencia uniforme con objeto de permitir la fácil salida de personal de algunas de las instrucciones. Este sistema debe de ser a base de lámparas incandescentes de 250 Vcd. El sistema de emergencia se debe

conectar automáticamente cuando haya disminución o pérdida de la tensión de corriente alterna, alimentación en los tableros de distribución con corriente directa.

Este sistema de emergencia debe de permitir la operación de equipos principales instalados en los cuartos de control. Los conductores eléctricos para el sistema de alumbrado deben estar alojados en tuberías y canalizaciones independientes a los sistemas de alumbrados normales y esenciales. El sistema de emergencia debe contemplar el alumbrado de todos los frentes, de todos los tableros existentes en la planta hidroeléctrica.

2.5 Elementos de un sistema de iluminación

Una lámpara es un convertidor de energía. Aunque pueda realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. Hay muchas maneras de crear luz, pero el método normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz. Lo característico de una lámpara estándar consiste en su temperatura de color baja. La misma se considera ser cálida.

Incandescencia.- Los materiales sólidos y líquidos, al calentarse, emiten radiación visible a temperaturas superiores a 1.000 K; este fenómeno recibe el nombre de incandescencia. Las lámparas de filamentos se basan en este calentamiento para generar luz: una corriente eléctrica pasa a través de un fino hilo de tungsteno, cuya temperatura se eleva hasta alcanzar entre 2.500 y 3.200 K, en función del tipo de lámpara y su aplicación.

Existe un límite para este método, que viene descrito por la Ley de Planck para el comportamiento de un radiador de cuerpo negro, de acuerdo con la cual, la distribución espectral de la energía radiada aumenta con la temperatura. A unos 3.600 K o más, se produce un marcado aumento en la emisión de radiación visible y la longitud de onda de la máxima energía se desplaza hacia la banda visible.

Es una temperatura cercana al punto de fusión del tungsteno, que es el material utilizado como filamento, de modo que, en la práctica, el límite de temperatura es de unos 2.700 K, por encima del cual la evaporación del filamento resulta excesiva. Una consecuencia de estos desplazamientos espectrales es que una gran parte de la radiación desprendida no se emite en forma de luz, sino en forma de calor en la región de infrarrojos.

Descarga eléctrica.- La descarga eléctrica es una técnica utilizada en las modernas fuentes de luz para el comercio y la industria, debido a que la producción de luz es más eficaz. Algunos tipos de lámparas combinan la descarga eléctrica con la fotoluminiscencia. Una corriente eléctrica que pasa a través de un gas excita los átomos y moléculas para emitir radiación con un espectro característico de los elementos presentes.

Normalmente se utilizan dos metales, sodio y mercurio, porque sus características dan lugar a radiaciones útiles en el espectro visible. Ninguno de estos metales emite un espectro continuo y las lámparas de descarga tienen espectros selectivos. La reproducción del color nunca será idéntica a la obtenida con espectros continuos. Las lámparas de descarga suelen dividirse en las categorías de baja o alta presión.

Tipos de luminiscencia.- La fotoluminiscencia se produce cuando la radiación es absorbida por un sólido y reemitida en una longitud de onda diferente. Cuando la radiación reemitida está dentro del espectro visible, el proceso se denomina fluorescencia o fosforescencia. La electroluminiscencia se produce cuando la luz es generada por una corriente eléctrica que pasa a través de ciertos sólidos, como los materiales fosfóricos.

Rendimiento lumínico.- La emisión de lúmenes de una lámpara determinará su idoneidad en relación con la escala de la instalación y la cantidad de iluminación necesaria. Coloración y reproducción del color: se aplican escalas y valores numéricos independientes a la coloración y a la reproducción del color. Es importante recordar que las cifras sólo son orientativas y que algunas sólo son aproximaciones.

Vida útil de la lámpara.- la mayoría de las lámparas tienen que ser reemplazadas varias veces durante la pervivencia de la instalación de alumbrado y los diseñadores deben reducir al mínimo los inconvenientes para los ocupantes como consecuencia de las averías esporádicas y del mantenimiento. Las lámparas tienen muy diversas aplicaciones. La previsión de vida útil media suele ser un compromiso entre coste y rendimiento.

La vida útil de la lámpara se ve afectada por las condiciones de trabajo, por lo que no existe una cifra válida para todas las situaciones. De igual manera, la duración efectiva de la lámpara puede venir determinada por diferentes formas de deterioro. El fallo físico, como la rotura del filamento o de la propia lámpara, puede venir precedido de una reducción del rendimiento lumínico o de cambios en la coloración.

La duración de la lámpara resulta afectada por condiciones ambientales externas como la temperatura, la vibración, la frecuencia de encendido, las fluctuaciones de la tensión de alimentación, la orientación, etcétera. Es preciso observar que la vida media establecida para un tipo de lámpara es el tiempo que tardan en fallar el 50 % de las lámparas de una partida de pruebas.

Eficiencia.- Como norma general, la eficiencia de un tipo determinado de lámpara será mejor cuanto mayor sea el régimen de potencia, porque la mayoría de las lámparas tienen cierta pérdida fija. Ahora bien, comparando diferentes tipos de lámparas se observan marcadas variaciones de eficiencia. Es conveniente utilizar las lámparas de mayor eficiencia, siempre que se cumplan al mismo tiempo los criterios de tamaño, color y vida útil. En la figura 2.5 se muestra una tabla de los rendimientos típicos de las lámparas.

Eficiencia de las lámparas	
Lámpara de filamento de 100 W	14 lúmenes/vatio
Tubo fluorescente de 58 W	89 lúmenes/vatio
Lámpara de sodio de alta presión de 400 W	125 lúmenes/vatio
Lámpara de sodio de baja presión de 131 W	198 lúmenes/vatio

Fig.2.5 Tabla de rendimiento de algunas lámparas.

2.6 Tipos de lámparas

A lo largo de los años, se han ido desarrollando varios sistemas de nomenclatura en los registros y normas nacionales e internacionales. En 1993, la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) publicó un nuevo Sistema Internacional de Codificación de Lámparas (SICL) pensado para sustituir a los sistemas de codificación nacionales y regionales ya existentes.

Lámparas incandescentes.- Utilizan un filamento de tungsteno dentro de un globo de vidrio al vacío o lleno de un gas inerte que evite la evaporación del tungsteno y reduzca el ennegrecimiento del globo. Existen lámparas de muy diversas formas, que pueden resultar muy decorativas. Las lámparas incandescentes también se presentan en una amplia gama de colores y acabados.

Se trata de unas lámparas que siguen teniendo aceptación en la iluminación doméstica debido a su bajo coste y pequeño tamaño. Con todo, su baja eficiencia genera costes de explotación muy altos en la iluminación comercial e industrial, por lo que normalmente se prefieren las lámparas de descarga. Una lámpara de 100 W tiene una eficiencia típica de 14 lúmenes/vatio en comparación con los 96 lúmenes/vatio de una lámpara fluorescente de 36 W. en la figura 2.6 se muestran los componentes de una lámpara típica de iluminación general.

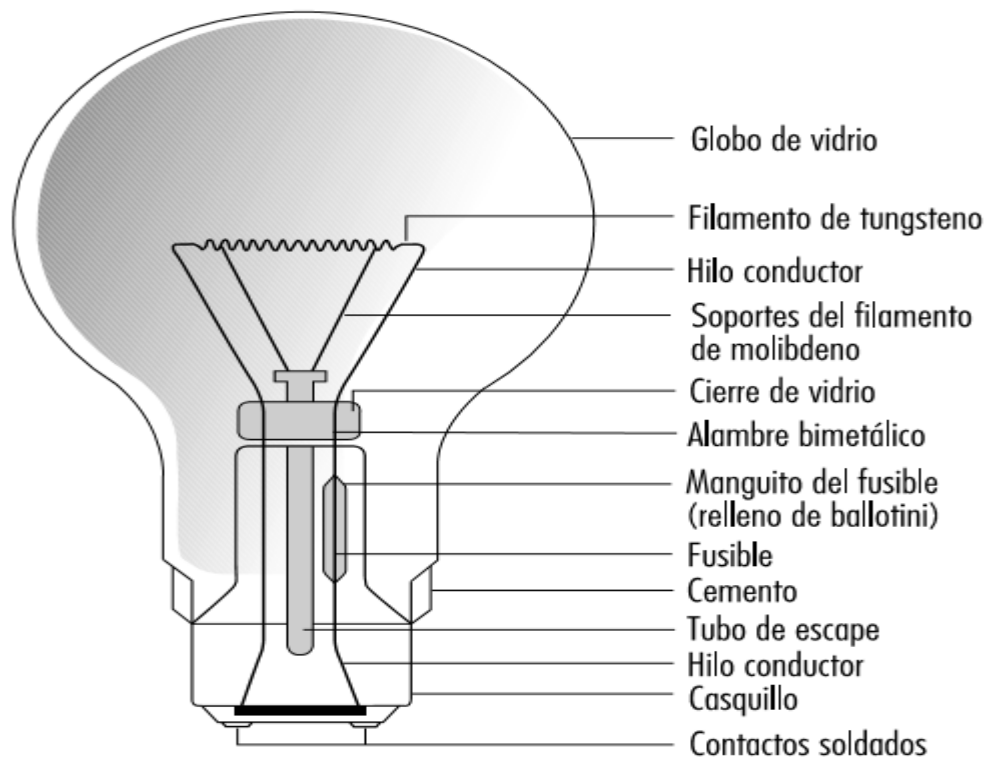


Fig. 2.6 Se muestran los componentes de una lámpara típica de iluminación general.

Lámparas halógenas de tungsteno.- Son parecidas a las lámparas incandescentes y producen luz de la misma manera, a partir de un filamento de tungsteno. El globo contiene gas halógeno que actúa controlando la evaporación del tungsteno. Es fundamental para el ciclo del halógeno que la bombilla se mantenga a una temperatura mínima de 250 °C para que el haluro de tungsteno permanezca en estado gaseoso y no se condense sobre la superficie del globo.

La mayoría de las lámparas halógenas de tungsteno duran más tiempo que sus equivalentes incandescentes y el filamento alcanza una temperatura más alta, creando más luz y un color más blanco. La mayoría de las lámparas halógenas de tungsteno duran más tiempo que sus equivalentes incandescentes y el filamento alcanza una temperatura más alta, creando más luz y un color más blanco.

Lámparas halógenas de tungsteno de baja tensión.- Fueron diseñadas originalmente para proyectores de diapositivas y películas. A 12 V, un filamento diseñado para los mismos vatios que en el caso de una corriente de 230 V se hace más pequeño y grueso. Puede enfocarse más eficazmente, y la mayor masa del filamento permite una temperatura de trabajo más alta, aumentando el rendimiento lumínico.

El filamento grueso es más robusto. Son características que se han considerado ventajosas en el mercado de los expositores comerciales y, aunque es necesario incorporar un transformador reductor, estas lámparas dominan actualmente la iluminación de escaparates. Aunque los usuarios de proyectores cinematográficos desean el máximo de luz posible, un exceso de calor deteriora el medio de la transparencia.

Se ha desarrollado un tipo especial de reflector que sólo refleja la radiación visible, permitiendo que la radiación de infrarrojos (calor) pase a través de la parte trasera de la lámpara. En la actualidad, esta característica está incorporada en muchas lámparas de reflectores de baja tensión para la iluminación de expositores, así como en equipos de proyección.

Lámparas fluorescentes tubulares.- Son lámparas de mercurio de baja presión que están disponibles en versiones de “cátodo caliente” y “cátodo frío”. La primera versión es el tubo fluorescente convencional para fábricas y oficinas; “cátodo caliente” se refiere al cebado de la lámpara por precalentamiento de los electrodos para que la ionización del gas y del vapor de mercurio sea suficiente para realizar la descarga.

Las lámparas fluorescentes necesitan equipo de control externo para efectuar el cebado y para regular la corriente de la lámpara. Además de la pequeña cantidad de vapor de mercurio, hay un gas de cebado (argón o criptón). La baja presión del mercurio genera una descarga de luz de color azul pálido. La mayor parte de la radiación está en la región ultravioleta a 254 nm, una frecuencia de radiación característica del mercurio.

El principio del trifosfórico ha venido a ampliarse con las lámparas multifosfóricas en situaciones donde la reproducción del color es esencial, como en galerías de arte y en la comparación de colores en la industria. Los modernos materiales fosfóricos de banda estrecha son más duraderos, mejoran la constancia del flujo luminoso y aumentan la vida útil de la lámpara.

Lámparas fluorescentes de tamaño reducido.- El tubo fluorescente no es un sustituto práctico para la lámpara incandescente debido a su forma alargada. Pueden hacerse tubos cortos y estrechos de aproximadamente el mismo tamaño que la lámpara incandescente, pero esto impone una carga eléctrica muy superior al material fosfórico. Para que la lámpara tenga una vida útil aceptable es esencial utilizar trifosfóricos.

En todas las lámparas fluorescentes de tamaño reducido se utilizan trifosfóricos, de modo que, si se utilizan junto con las alargadas, también deberán utilizarse en estas últimas, para mantener la coherencia de los colores. Algunas lámparas de tamaño reducido incluyen el equipo de control necesario para crear dispositivos de conversión para lámparas incandescentes.

La gama va en aumento y permite actualizar fácilmente las instalaciones de alumbrado ya existentes para utilizar más eficazmente la energía. En el caso de que los controles originales lo permitieran, estas unidades integradas no serían adecuadas para el efecto de atenuación. Equipo electrónico de control de alta frecuencia: si la frecuencia normal de

alimentación de 50 o 60 Hz aumenta a 30 kHz, se produce un 10 % de aumento en la eficiencia de los tubos fluorescentes.

El equipo de control electrónico puede trabajar en toda una gama de tensiones de alimentación. No existe una norma común para el equipo de control electrónico y el rendimiento de las lámparas puede diferir de la información publicada por los fabricantes. El uso de equipo electrónico de alta frecuencia elimina el problema normal de parpadeo de la luz, al que algunos ocupantes pueden ser sensibles.

Lámparas de inducción.- Recientemente han aparecido en el mercado lámparas que utilizan el principio de inducción. Son lámparas de mercurio de baja presión con revestimientos trifosfóricos y cuya producción de luz es similar a la de las lámparas fluorescentes. La energía se transmite a la lámpara por radiación de alta frecuencia, aproximadamente a 2,5 MHz, desde una antena situada en el centro de la lámpara.

Lámparas de mercurio de alta presión.- Las descargas de alta presión son más compactas y tienen mayores cargas eléctricas; por consiguiente, requieren tubos de descarga de arco hechos de cuarzo para soportar la presión y la temperatura. El tubo de descarga de arco va dentro de una envoltura exterior de vidrio con una atmósfera de nitrógeno o argónnitrógeno para reducir la oxidación y el chisporroteo.

A alta presión, la descarga de mercurio es principalmente radiación azul y verde. Para mejorar el color, un revestimiento fosfórico aplicado a la bombilla añade luz roja. Existen versiones de lujo con mayor contenido de rojo, que proporcionan un mayor rendimiento lumínico y reproducen mejor el color. A todas las lámparas de descarga de alta presión les cuesta alcanzar su pleno rendimiento.

La descarga inicial se realiza a través del gas conductor interior y el metal se evapora a medida que aumenta la temperatura de la lámpara. A presión estable, la lámpara no se vuelve a cebar inmediatamente sin un equipo de control especial. Se produce una demora mientras la lámpara se enfría suficientemente y se reduce la presión, de modo que basta la tensión de alimentación normal o el circuito de ignición para restablecer el arco.

Las lámparas de descarga tienen una característica de resistencia negativa, por lo que es necesario el equipo de control externo para regular la corriente. Existen pérdidas debidas a los componentes de estos equipos de control, de modo que el usuario deberá tener en cuenta el voltaje total al estudiar los costes de explotación y la instalación eléctrica. Las lámparas de mercurio de alta presión constituyen una excepción.

Lámparas de haluro metálico.- Es posible mejorar el color y el rendimiento lumínico de las lámparas de descarga de mercurio añadiendo diferentes metales al arco de mercurio. La dosis es pequeña en cada lámpara y, a efectos de precisión en la aplicación, es más conveniente manejar los metales en polvo, en forma de haluros, que se disgrega cuando la lámpara se calienta y libera el metal.

No existe una mezcla estándar de metales, por lo que puede ser que las lámparas de haluro metálico de diferentes fabricantes no sean compatibles en aspecto o funcionamiento. En las

lámparas de menor voltaje, de 35 a 150 W, existe una compatibilidad física y eléctrica más próxima a una norma común. Las lámparas de haluro metálico necesitan equipo de control, pero la falta de compatibilidad.

Lámparas de sodio de baja presión.- El tubo de descarga de arco tiene un tamaño similar al tubo fluorescente, pero está hecho de un vidrio contrachapado especial con una capa interior resistente al sodio. El tubo de descarga de arco tiene forma de “U” estrecha y va dentro de una envoltura exterior al vacío para asegurar la estabilidad térmica. Durante el cebado, el gas neón del interior de la lámpara produce un intenso resplandor rojo.

La radiación característica del vapor de sodio a baja presión es de un amarillo monocromático. Es un color próximo a la sensibilidad máxima del ojo humano y las lámparas de sodio de baja presión son las más eficaces que existen, a casi 200 lúmenes/vatio. En muchas situaciones estas lámparas están siendo reemplazadas por lámparas de sodio de alta presión.

Lámparas de sodio de alta presión.- Son parecidas a las de mercurio de alta presión, pero ofrecen mejor eficiencia (más de 100 lúmenes/vatio) y una excelente constancia del flujo luminoso. La naturaleza reactiva del sodio requiere que el tubo de descarga de arco se fabrique con alúmina policristalina translúcida, ya que el vidrio o el cuarzo son inadecuados. El globo de vidrio exterior contiene un vacío para evitar el chisporroteo y la oxidación.

La descarga de sodio no emite radiación ultravioleta, por lo que los revestimientos fosfóricos no tienen ninguna utilidad. Algunas bombillas son esmeriladas o revestidas para difuminar la fuente de luz. Al aumentar la presión del sodio, la radiación se convierte en una banda ancha alrededor del pico amarillo y su coloración es de un blanco dorado. En la figura 2.7 se muestra los componentes de una lámpara de sodio de alta presión.

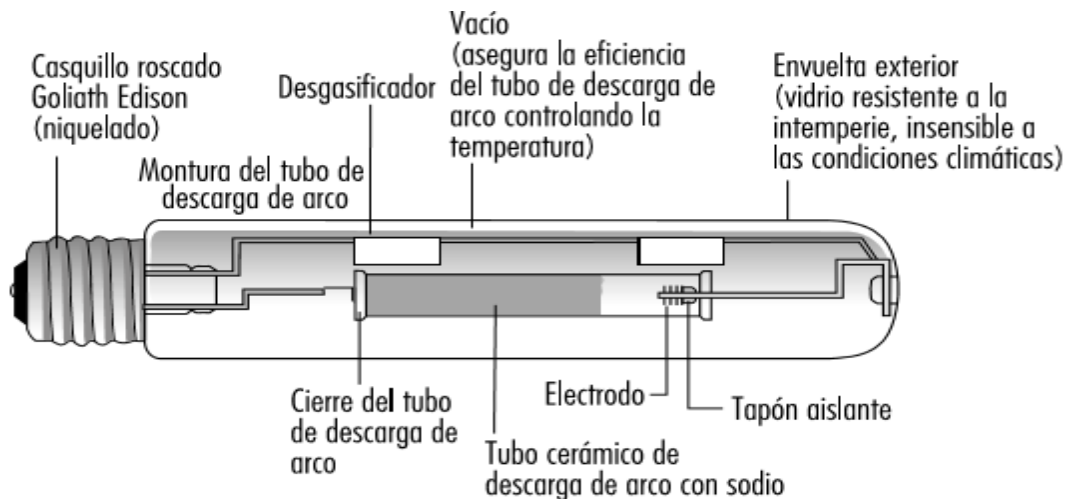


Fig.2.7 Componentes de una lámpara de sodio de alta presión.

Atenuación de las lámparas de descarga.- Las lámparas de alta presión no pueden atenuarse satisfactoriamente, ya que al cambiar la potencia de la lámpara cambia la presión y, por consiguiente, las características fundamentales de la lámpara. Las lámparas fluorescentes pueden atenuarse utilizando suministros eléctricos de alta frecuencia generados normalmente con el equipo de control electrónico. La coloración permanece muy constante.

2.7 Transformadores

Un transformador es un dispositivo que cambia potencia eléctrica alterna de un nivel de voltaje a potencia eléctrica alterna a otro nivel de voltaje mediante la acción de un campo magnético. Consta de dos o más bobinas de alambre conductoras enrolladas alrededor de un núcleo ferromagnético común. En la figura 28 se muestra el primer transformador moderno práctico, construido en 1885, con núcleo construido con hojas de metal.



Fig.2.8 muestra el primer transformador moderno práctico, construido en 1885, con núcleo construido con hojas de metal.

Las invenciones del transformador y el desarrollo simultáneo de la fuente de potencia alterna alimentaron para siempre las restricciones referentes al rango y el nivel de los sistemas de potencia. Un transformador cambia, idealmente, un nivel de voltaje alterno a otro nivel de voltaje sin afectar la potencia que está suministrando. Si un transformador eleva el nivel de voltaje de un circuito, debe disminuir la corriente para mantener la potencia que sale de él.

El propósito principal de un transformador es convertir la potencia alterna de un nivel de potencia alterna de la misma frecuencia pero en otro nivel de voltaje. Los transformadores también se utilizan para otros propósitos (ejemplo, para mostrar voltajes, mostrar corrientes y transformar impedancias).en un transformador las bobinas del primario y del secundario están físicamente enrolladas una sobre la otra, la bobina de menor voltaje está situada en la parte interna (más cerca del núcleo) la cual cumple con dos objetivos

Simplifica el problema del aislamiento del devanado de alta tensión desde el núcleo. Resulta menor flujo disperso que en caso de disponer los dos devanados en el núcleo, separados. Los transformadores de potencia reciben variedad de nombres, dependiendo de su utilización en los sistemas de potencia. Un transformador conectado a la salida de un

generador utilizado para elevar el voltaje hasta niveles de transmisión (110 kv y mayores) a veces se denomina transformador de unidad.

El transformador situado en el otro extremo de la línea de transmisión, que reduce el voltaje de los niveles de transmisión a los niveles de distribución desde (2.3 a 34.5 kv), se denomina transformador de subestación. Por último, el transformador que reduce el voltaje de distribución al voltaje final a que se utiliza la potencia (110, 208, 220 V) es llamado transformador de distribución

Si un circuito contiene un transformador ideal, la forma más fácil de analizar su voltaje y corriente es remplazar la porción del circuito ubicado en un lado del transformador por su equivalente de las mismas características en terminales. Una vez sustituido por el circuto por su equivalente en uno de los lados, el nuevo circuito puede ser resuelto para su voltaje y corriente.

Es posible determinar experimentalmente los valores de las resistencias e inductancia del modelo del transformador. Una aproximación adecuada para estos valores se puede lograr con solo dos ensayos. La prueba de circuito abierto y la prueba de cortocircuito. En la prueba de circuito abierto, se deja abierto el devanado secundario del transformador y el devanado primario se conecta al voltaje pleno nominal.

2.8 PLC

Desde el comienzo de la industrialización, el hombre ha buscado las formas y procedimientos para que los trabajos se realicen de forma más ágil y resultaran menos tediosos para el propio operador. Un mecanismo que ha sido clave en dicho proceso es el autómatas programable o PLC; este dispositivo consigue entre otras muchas cosas, que ciertas tareas se hagan de forma más rápida y evita que el hombre aparezca involucrado en trabajos peligrosos para él y su entorno más próximo.

La programación tradicional. En este enfoque, los equipos que se utilizan en maquinaria PLC aplican protocolos informáticos de lenguajes como BASIC y C con el fin de proporcionar las órdenes y señales a los componentes de la maquinaria en la línea de montaje. Este método se volvió muy popular durante los años 1980 y 1990, y sigue siendo común actualmente. En la figura 2.9 se muestra la estructura de un PLC.



Fig. 2.9 Estructura de un PLC.

Un tipo muy avanzado de programación PLC es la lógica de estados. Es un lenguaje de programación de alto rendimiento que funciona con diagramas de transición de estados, en los cuales se puede cambiar el orden de las actividades y se pueden alterar de acuerdo a las prioridades. La programación de lógica de estados se encuentra normalmente en programas informáticos y sistemas de hardware, ya que dicha técnica se acomoda tanto al rendimiento de estado finito como a las actividades por eventos.

Inversor de giro pasando por paro de un motor. En este ejemplo pretendemos realizar el arranque de un motor eléctrico con inversión de giro pasando por paro, de tal manera que este gire de derecha a izquierda dependiendo del pulsador accionado. Asimismo, dispondremos de un pulsador normalmente cerrado para realizar la parada del motor, cualquiera que sea el giro del mismo.

3. Desarrollo

3.1 Normas (son las que se utilizaron para elaborar el proyecto)

¿QUE ES LA NEC 2011?

Código Eléctrico Nacional (NEC), o NFPA 70 El Código Eléctrico Nacional (NEC), o NFPA70, es un estándar de los Estados Unidos para la instalación segura de cableado y equipos eléctricos. Es parte de la serie National Fire Codes publicado por la National Fire Protection Association (NFPA). "National Electrical Code" y "NEC" son marcas

registradas de la NFPA. Mientras que el NEC no es en sí una ley de EE.UU., el uso de NEC es comúnmente exigidos por la ley esta tal o local, así como en muchas jurisdicciones fuera de los Estados Unidos.

¿QUÉ ES LA NOM-001-SEDE-2012?

La Norma NOM-001-SEDE-2012 especifica las disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas del país. Los cambios y modificaciones actualizan este instrumento normativo para incrementar la seguridad en el uso de la energía eléctrica. A este respecto nos habla el director de investigación, planeación y desarrollo de la Asociación de Normalización y Certificación (ANCE), Abel Hernández Pineda, con el fin de dilucidar cuáles son los principales cambios y en qué benefician estos a los usuarios.

¿De qué se trata la NOM de Instalaciones Eléctricas y por qué tuvo que ser reformada?

Su objetivo es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas al uso de la energía eléctrica, con el objetivo de ofrecer condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades. Los cambios realizados buscan mejorar su eficacia y maximizar la seguridad, tomando como base otras reglamentaciones internacionales.

Los beneficios son infinitos ya que con ello se facilita la entrada de productos seguros y, por lo tanto, mejorarán las condiciones de competitividad del mercado. Uno de los objetivos es motivar a la gente para que no utilice materiales eléctricos pirata que puedan ponerlos en riesgo.

¿QUÉ ES LA S.T.P.S.?

La secretaría del trabajo y prevención social es una dependencia del poder ejecutivo federal, encargada de vigilar el cumplimiento de la normatividad en Seguridad y Salud en el trabajo en todo el territorio mexicano, todas estas disposiciones tienen como fundamento al artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos también tiene como funciones:

Vigilar la observación y aplicación de las disposiciones relativas contenidas en el artículo 123 y demás de la Constitución federal, en la ley federal del trabajo y en sus reglamentos.

MISION.- La **S.T.P.S.** tiene como misión fortalecer la política laboral a partir de la promoción de inversiones, a través de una economía cada vez más competitiva, que genere más empleos de calidad en la economía formal y que permita construir relaciones laborales basadas en la productividad y en una más equitativa distribución del producto del trabajo y privilegiar la conciliación de intereses entre los factores de la producción en las revisiones contractuales, salariales y en la atención de los conflictos colectivos, a fin de mantener la paz laboral.

3.2 diagramas y cuadros de cargas de la subestación.

En la figuras 3.1 se muestra el cuadro de carga actual de luminarias que se encuentran en la subestación eléctrica MMT puesta en servicio. En la figura 3.2 se muestra el cuadro de carga futuro de la subestación MMT, que es donde se muestra cuanto se redujo con respecto al cuadro de carga actual.

En la figura 3.3 se muestra el cuadro de carga de perimetral el cual nos muestra como está distribuido el balanceo de los circuitos de las lámparas del perimetral y cuanto es la carga total que esta tiene en estos momentos.

SITUACION ACTUAL AMPLIACION S.E. M.M.T. 400 KV									
TABLERO:	TAB "J"		TIPO DE MONTAJE: SOBREPONER			VOLTAJE:		220/127 v	
CATALOGO:	(80DNM001CR)		MARCA: MERLIN-CERIN			ALIMENTACION:		3--1/0	
N° DE CTOS:	30		INT. PPAL: 3P X 125 AMP			1--1/0 (N)		1--6 (T)	
						T--51 mmø			
CTO	1250 w			INT	TOTAL WATTS	FASES			
						A	B	C	
J1,3	3			2PX20	3,750	1,875			
J2							1,875		
J4,6	3			2PX20	3,750		1,875	1875	
J5,7	3			2PX20	3,750	1,875		1875	
J8,10	2			2PX20	2,500	1,250			
J9,11	2			2PX20	2,500		1250		
Q1,3	3			2PX20	3,750			1875	
Q4,6	3			2PX20	3,750	1,875			
Q5,7	3			2PX20	3,750		1875		
Q8,10	2			2PX20	2,500			1875	
Q9,11	2			2PX20	2,500	1,250		1250	
TOTAL	26						11,250	11,250	10,000
DESBALANCEO MAXIMO ENTRE FASES					SUBTOTAL	32,500			
11,500 - 10,000 X (100)					RESERVA	0			
12,565					11.11%	TOTAL	32,500		

Fig. 3.1 Cuadro de carga actual de la Ampliación S.E. M.M.T. 400KV.

Antes utilizaban lámparas que requerían una mayor cantidad de carga la cual demandaba una gran cantidad de energía. Por eso en este proyecto se utilizará lámparas de vapor de sodio las cuales son de 400 W, que es una cantidad menor a las que utilizaban normalmente en la subestación MMT. En la cual con el ahorro de energía se reducirá la capacidad del transformador donde ahora se utilizará un transformador de 75 KV.

FUTURO AMPLIACION S.E. M.M.T. 400 KV										
TABLERO:	TAB "J"		TIPO DE MONTAJE: SOBREPONER				VOLTAJE:		220/127 v	
CATALOGO:	(80DNM001CR)		MARCA:		MERLIN-CERIN		ALIMENTACION:			
N° DE CTOS:	30		INT. PPAL:		3P X 125 AMP		3-1/0 1-1/0 (N) 1-6 (T) T--51 mmø			
CTO	400 w			INT	TOTAL WATTS	FASES				
J1,3	3			2PX20	800	A	B	C		
J2						400	400			
J4,6	3			2PX20	800		400	400		
J5,7	3			2PX20	800			400		
J8,10	2			2PX20	800	400				
J9,11	2			2PX20	800		400			
Q1,3	3			2PX20	800			400		
Q4,6	3			2PX20	800	400				
Q5,7	3			2PX20	800		400			
Q8,10	2			2PX20	800	400		400		
Q9,11	2			2PX20	800		400			
TOTAL	26					2,800	2,800	2,400		
DESBALANCEO MAXIMO ENTRE FASES					SUBTOTAL	8,000				
2800 - 2400 X (100)					RESERVA	0				
2,800					TOTAL	8,000				

Fig. 3.2 Cuadro de carga futuro de la Ampliación S.E. M.M.T. 400 KV.

SITUACION FUTURO S.E. M.M.T. 400 KV										
TABLERO:	TAB "J"		TIPO DE MONTAJE: SOBREPONER				VOLTAJE:		220/127 v	
CATALOGO:	(80DNM001CR)		MARCA:		MERLIN-CERIN		ALIMENTACION:			
N° DE CTOS:	5		INT. PPAL:		3P X 125 AMP		3-1/0 1-1/0 (N) 1-6 (T) T--51 mmø			
CTO	400 w			INT	TOTAL WATTS	FASES				
J1,3	5	115 KV		2PX20	2,000	A	B	C		
J2						800	800	400		
J4,6	3	115KV		2PX20	1,200	400	400	400		
J5,7	17	400 KV		2PX20	6,800	2400	2000	2400		
J8,10	16	400 KV		2PX20	6,400	2,000	2000	2400		
J9,11	16	400 KV		2PX20	6,400	2000	2400	2000		
J12,14	28	PERIMETRAL		2PX20	35,000	11250	12500	11250		
TOTAL	85					18,850	20,100	18,850		
DESBALANCEO MAXIMO ENTRE FASES					SUBTOTAL	57,800				
20,100 - 18,850 X (100)					RESERVA	0				
20,100					TOTAL	57,800				

Fig. 3.3 Cuadro de carga futuro de la SE M.M.T.

Subestacion	65800	73.112 kva's
	0,9	
	i=	
interruptor	67500	196.823
	$\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,9$	
	S=	
	$\frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 30 \cdot 196.823}{220 \cdot 1.85}$	50.256
	I=	
A	8000	23.327
	$\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,9$	
	S=	
	$\frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 25 \cdot 23.327}{220 \cdot 1.85}$	4.96
	I=	
B	3200	9.33
	$\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,9$	
	S=	
	$\frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 26 \cdot 9.33}{220 \cdot 1.85}$	1.98
	I=	
C	19600	57.151
	$\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,9$	
	S=	
	$\frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 28 \cdot 57.151}{220 \cdot 1.85}$	12.16
	I=	
D	35000	102.056
	$\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,9$	
	S=	
	$\frac{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 28 \cdot 102.056}{220 \cdot 1.85}$	24.32
	I=	

Fig. 3.4 cálculos de los circuitos del sistema de iluminación de la subestación MMT.

En la figura 3.4 se muestra los cálculos de cada área de la subestación y que interruptor se utilizará para cada circuito y también se muestra el cálculo para obtener el transformador que se utilizará y el calibre de conductor a utilizar.

En el diagrama unifilar podemos observar cómo está distribuida cada una de las bahías de la de la subestación Manuel Moreno Torres. La cual es una forma de guía para identificar donde se encuentra distribuido los circuitos de cada departamento y de que capacidad son estos. Tal como se muestra en la figura 3.4

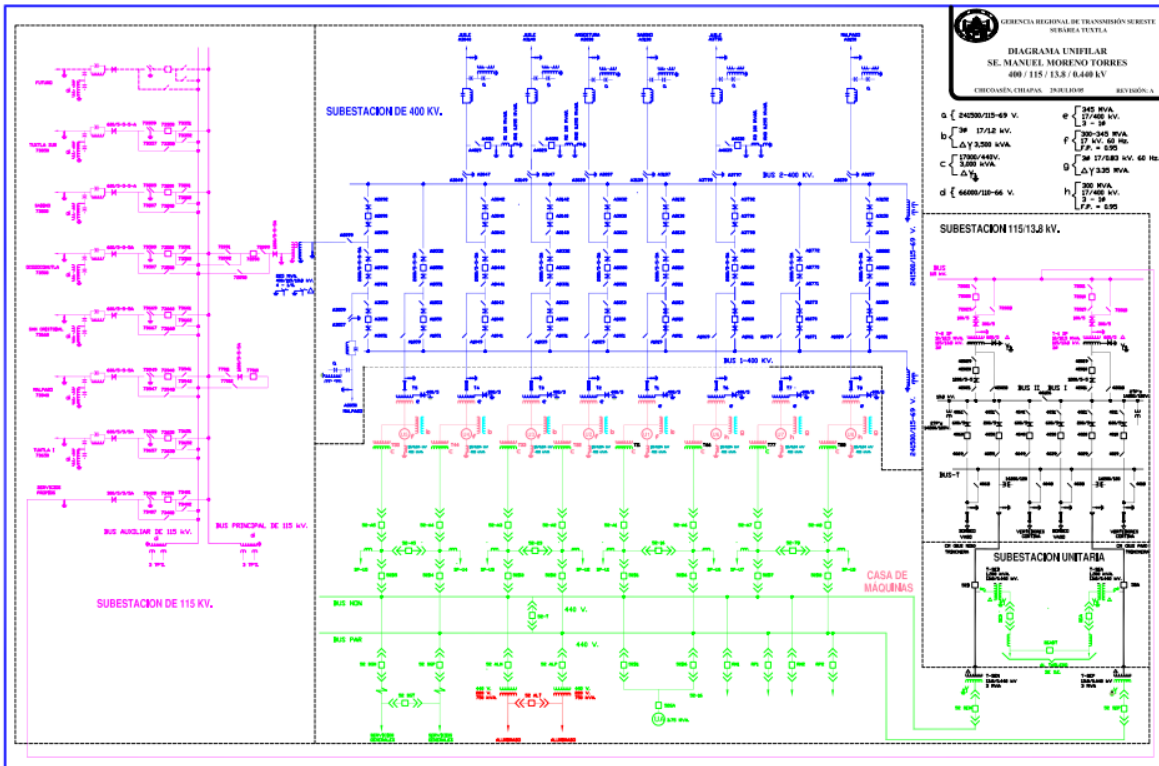


Fig.3.5 Diagrama unifilar de la subestación MMT.

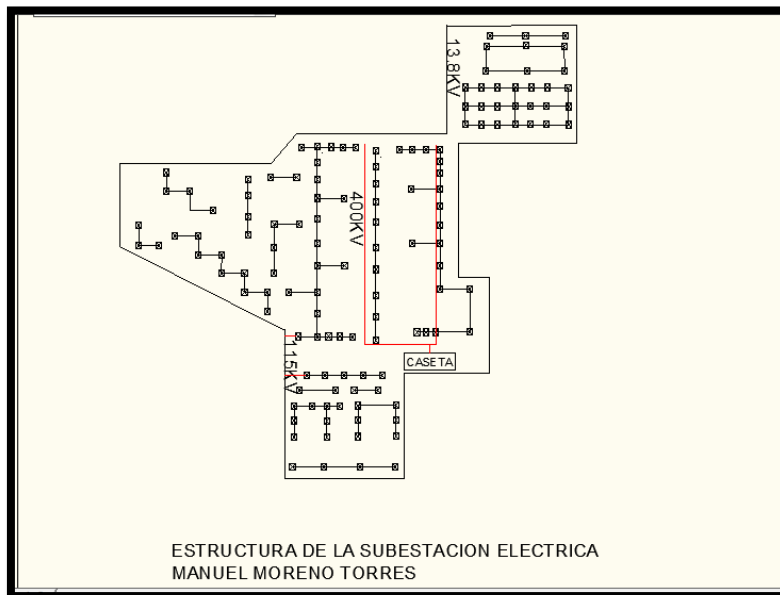


Fig. 3.6 Estructura de la subestación eléctrica MMT.

En la figura 3.6 podemos observar las estructuras mayores existentes de la subestación eléctrica Manuel Moreno Torres donde se instalarán las luminarias para el alumbrado exterior.

En la fig 3.7 se observan las estructuras mayores con sus respectivas luminarias el cual estarán instaladas a 12 mts de altura para así tener una mayor visibilidad y mayor rango de iluminación.

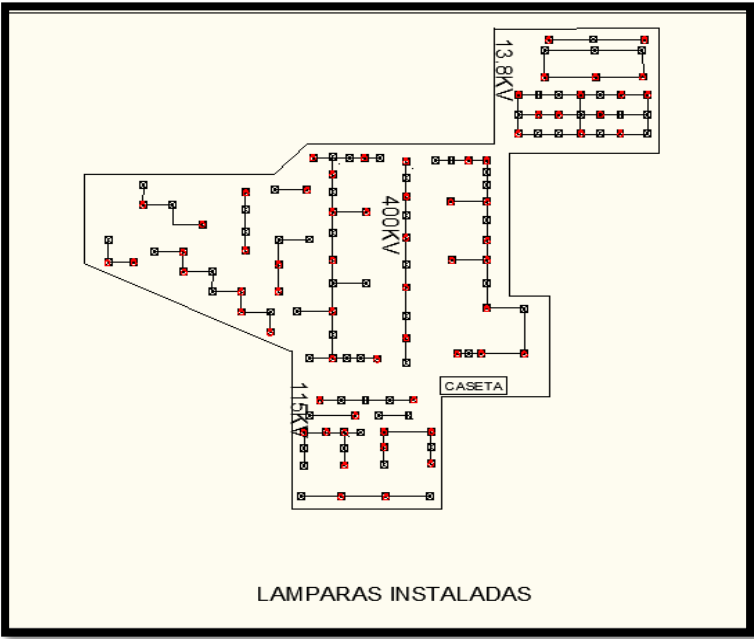


Fig. 3.7 Estructuras con las luminarias instaladas.

En la figura 3.8 se muestra el diagrama de contacto de encendido y apagado de las luminarias mediante unas fotoceldas. La cual es la encargada de activar el sistema de iluminación mediante una fotocelda o un contactor.

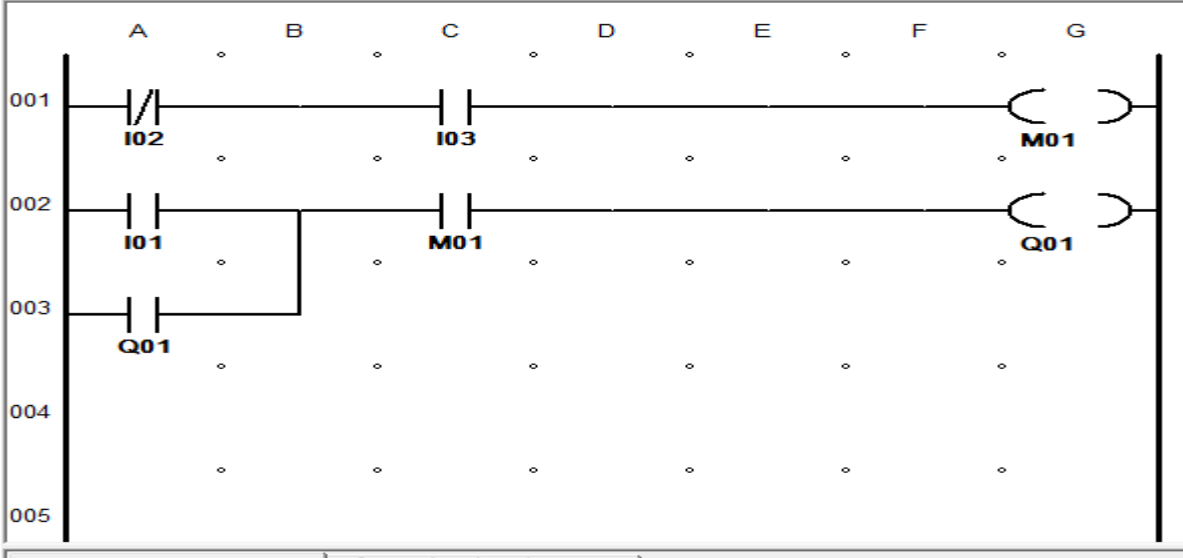


Fig. 3.8 Diagrama de contacto de control de iluminación.

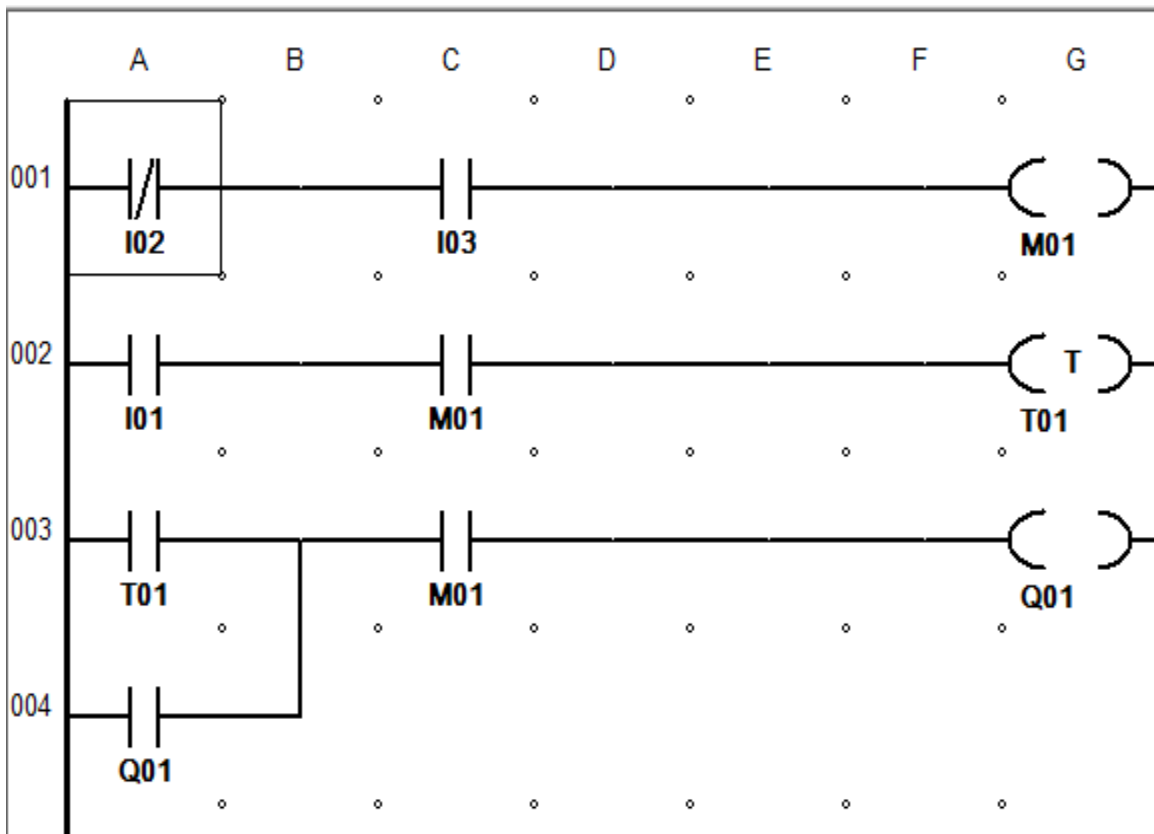
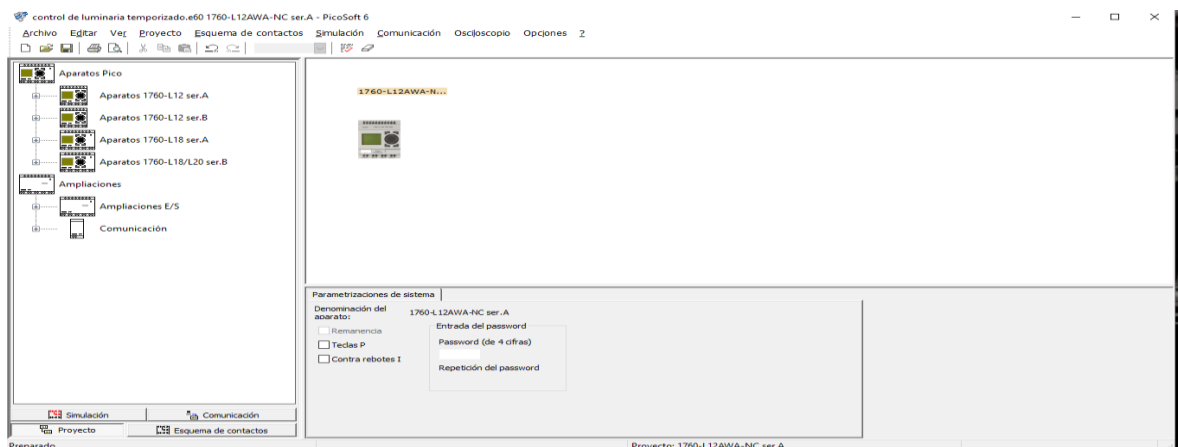
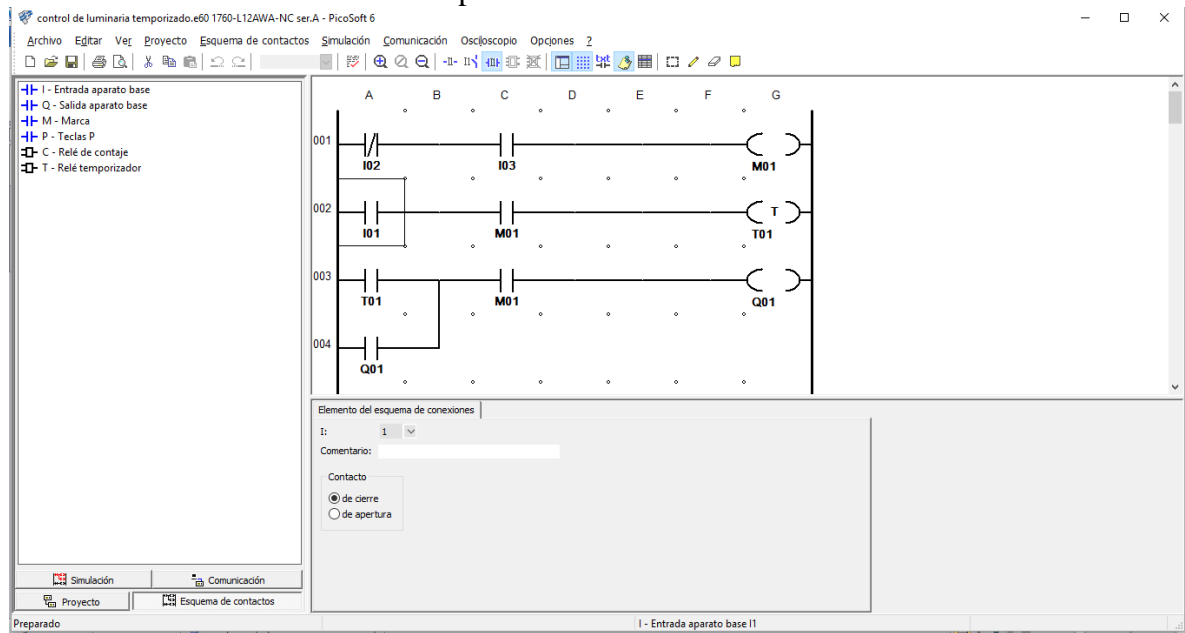


Fig 3.9 Diagrama de contacto con temporizador para el sistema de iluminación de la subestacion MMT.

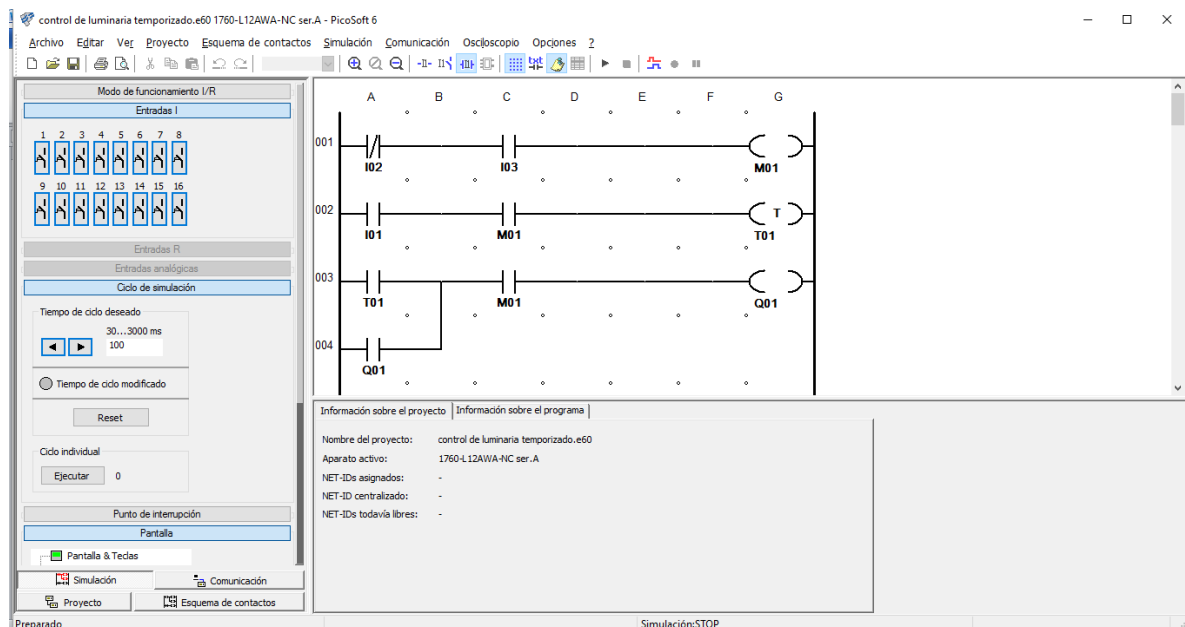
En la figura 3.9 se muestra la programación en PLC del sistema de iluminación de la subestacion MMT, la cual esta programado en diagrama de escalera tambien conocido como lenguaje ladder. Cuando este dentro del PLC, este se accionara cuando empiece la activacion del temporizador.



En la figura se muestra en donde se llevara a cabo el software que se utilizara para el control del sistema de iluminacion para la subestacion MMT.



Este es el programador que se utilizara en el PLC donde se realizara el programa y deespues se vaciara en el PLC que se utilizara para el control del sistema de iluminacion en el cual la programacion sera en lenguaje ladder tambien conocido como lenguaje de contacto o escalera.



En esta parte se realizara las pruebas al programa antes de vaciarlo al PLC. En el cual se veran reflejados los ciclos que durara el proceso, las activaciones de las entradas y la reaccion que tendra el programa al activar o desactivar cualquiera de estas. Como

también mostrara el proceso que realizara el sistema en ciertos tiempos y se observa como reacciona el sistema dependiendo las entradas que esten activas.

4.-Resultados y conclusiones

Resultados

En la figura 4.1 se muestra los resultados de la simulacion del sistema de iluminación, con control de fotoceldas y un sistema de encendido y apagado.

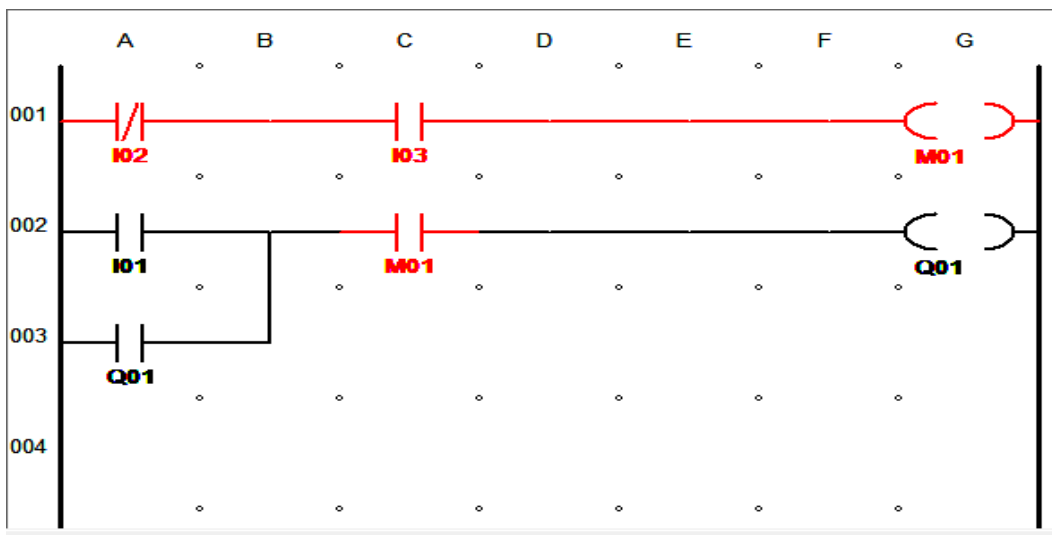


Fig. 4.1 Resultado de la simulación de el sistema de iluminación de la subestación MMT.

El la figura 4.2 se muestra el resultado de la simulación cuando el sistema esta activado, donde se nota que al accionarse las entradas del contactor con la fotocelda el sistema de iluminación se activa automáticamente y solo se puede desactivar cuando este sea de día o en caso de que se opere el sistema por medio del botón de apagado manual.

En las figuras 4.3 y 4.4 se muestra los resultados de la simulación del sistema de iluminación mediante temporizadores que son los que se encargaran de activar el sistema de iluminación una vez que este llegé a el tiempo cronometrizado y se desactivará cuando llegue el tiempo de fin del temporizador en las horas programadas por el operador. Que es el que estará supervisando desde el control del área local de la subestacion MMT.

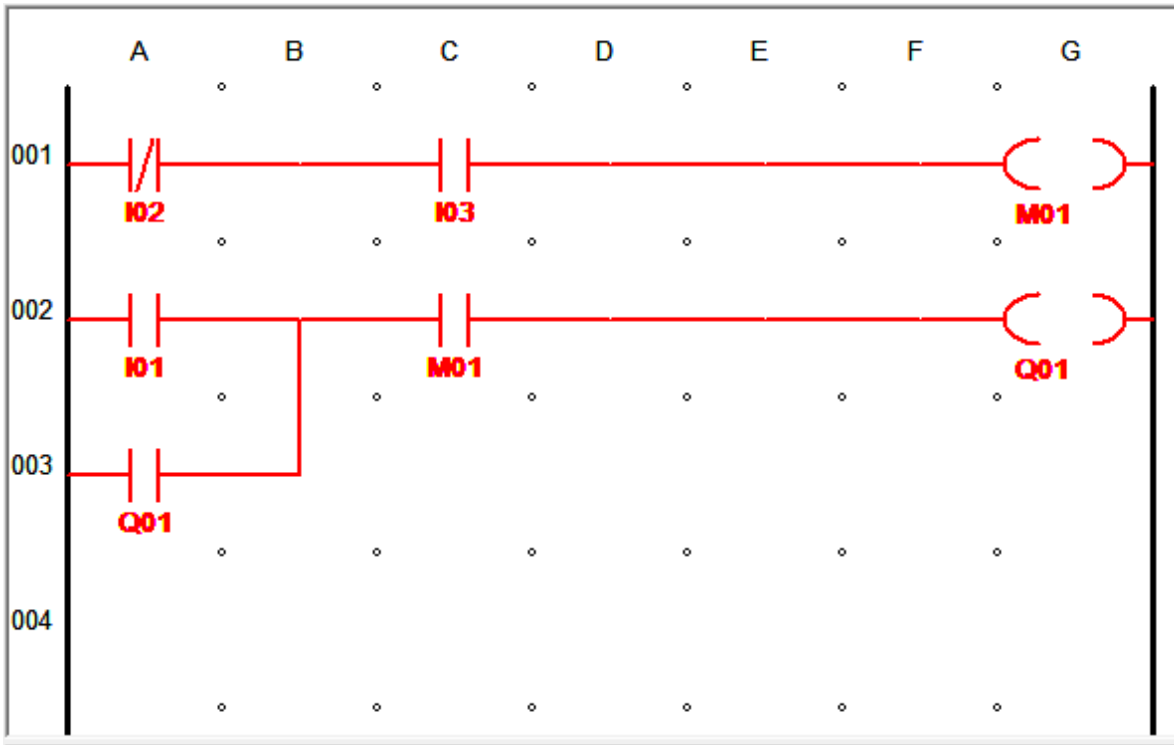


Fig.4.2 Resultados de la simulación del sistema de iluminación.

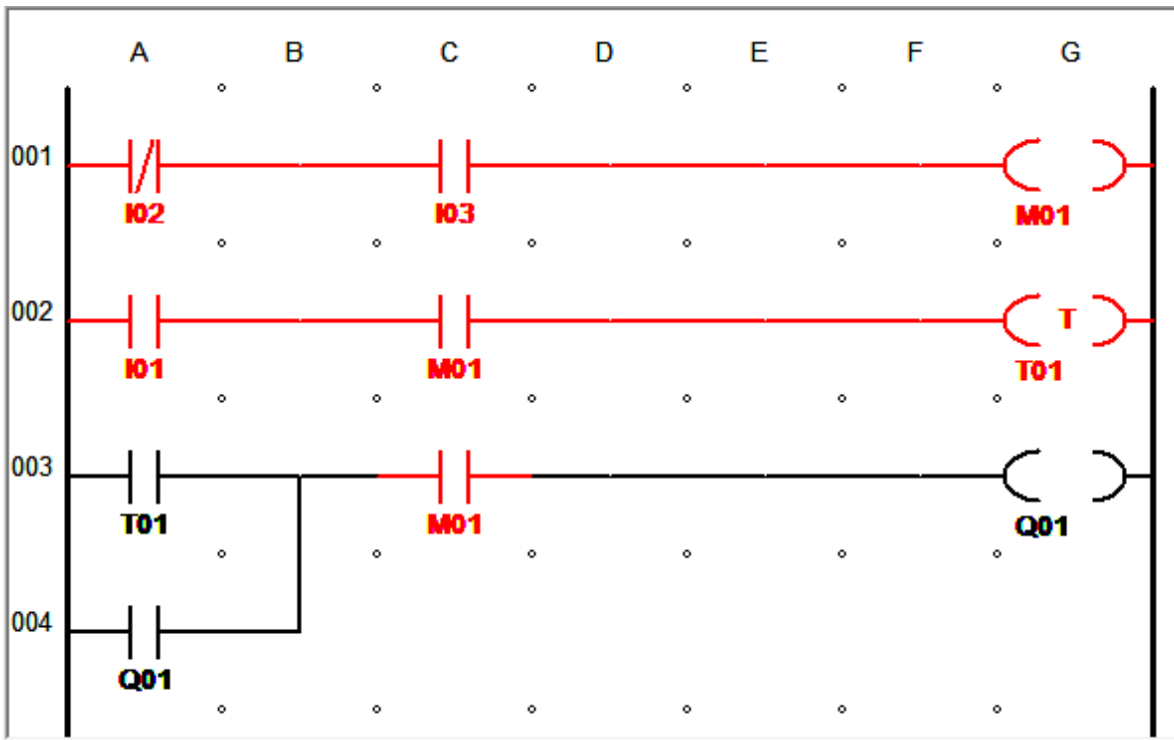


Fig. 4.3 Resultados de sistema de iluminación con temporizador

En la figura 4.3 y 4.4 antes mencionados se muestra el control de el sistema de iluminación el cual consiste en una entrada que es la fotocelda, en este caso es I1, la cual es la entrada que activara el sistema. Donde tambien hay un botón de par que es I2 este botón esta en caso de que la luz no sea necesaria en la subestación .

I3 es un rele térmico que nos sirve como protección extra al sistema en caso de una sobrecorriente en el cual está conectado con el contáctior que es el que se encargará de accionar al sistema de iluminación y tambien se tiene un temporizador el cual tiene un tiempo determinado que se encuentra dentro del PLC .

Por lo consiguiente se activará cuando este llegue al tiempo que esta cronometrizado por el usuario, lo que hara que cuando se active el temporizador se activará el sistema de iluminación para cuando el temporizador llegue a su tiempo de desconexion.

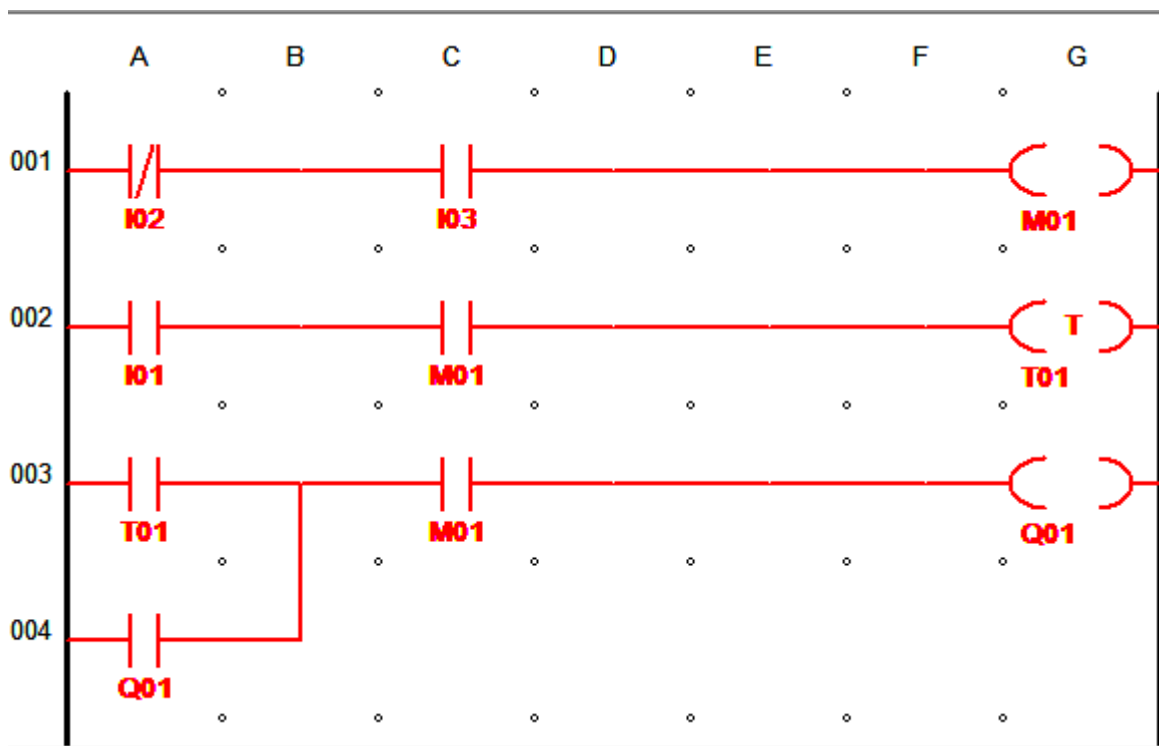


Fig. 4.4 Resultados de la simulación del sistema de iluminación con temporizador de la subestacion MMT.

ANALISIS FINANCIERO

En la siguiente tabla se puede observar el cálculo de la mano de obra y el análisis por precio unitario en el cual refleja el rendimiento por trabajador en metros de tendida de cable 1/0 para que este nos dé un precio estimado del proyecto por trabajador pro hora y sus demás costos indirectos y utilidades.

POR JORNADA LABORAL		ANALISIS PRECIO UNITARIO		
MATERIALES		PRECIO POR UNIDAD		IMPORTE
1	MTRO	CABLE 1/0	\$ 85.00	\$ 85.00
	JORNADA	PUESTO	RENDIMIENTO	SALARIO
	0.25	CABO	0.005	125
	1	ELECTRICISTA 1A	0.005	300
	1	AYUDANTE ELEC	0.005	200
*SALARIO DEL CABO PUEDE VARIAR DEPENDIENDO DE LAS CUADRILLAS ALTAS				
	3%	HERRAMIENTA MENOR	0.094	
			COSTO DIRECTO	\$ 88.219
	3%	INDIRECTO	UTILIDADES	
		25%	10%	30.876
			PRECIO UNITARIO	\$ 119.095
		CALCULADO	60 DIAS	TERMINO DEL PROYECTO

Estudio Costo Beneficio

COSTO DE MANO DE OBRA

El costo de la mano de obra para este caso se realizará como en el anterior, utilizando las mismas condiciones para el cálculo:

SALARIO POR DIA	PRESTACIONES		N° DE DIAS	TOTAL
\$ 230.00	\$ 75.00	\$ 305.00	60	\$18,300.00

$$\text{SALARIO X DÍA PRESTACIONES NO. DE DÍAS TOTAL} = \$230.00 \$75.00 * 60 = \$18,300.00$$

$$\text{Costo de mano de obra} = \$18,300.00 \times 6 \text{ obreros} = \$109,800.00$$

Si consideramos la misma cantidad de piezas necesarias para realizar el proyecto, pero aplicando el sistema tradicional de alumbrado público que se utiliza en las vías públicas de las comunidades que ya cuentan con iluminación en las calles, obtendríamos los siguientes resultados:

UNIDADES	PARTE	MODELO	POTENCIA	FABRICANTE	PRECIO POR UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	transformador	Mon. Pedestal	75 kva	Prolec	\$ 56,305.65	\$ 56,305.65
1	PLC	S7-1200		SIEMENS	\$ 10,280.45	\$ 10,280.45
5	interruptor	TERMOMAGNETICO	2PX20	BTICINO	\$ 151.50	\$ 757.50
1	centro de carga	alumbrado	125 A	SCHNEIDER	\$ 1,488.73	\$ 1,488.73
85	lampara	vapor de sodio	250 w	philips	\$ 222.00	\$ 18,870.00
85	luminaria	SOLARIS II	250 W	SOLARIS	\$ 500.89	\$ 42,575.65
85	balastro	OSRAM	250 w	philips	\$ 590.00	\$ 50,150.00
5	contactor	MC 22 (2A2B)	22A 220 V	Silva	\$ 390.20	\$ 1,951.00
85	fotocelda	Electronica 5237	105-305 v	V. Tork	\$ 94.02	\$ 7,991.70
1	rollo de cable	AWG THHW	CALIBRE 1/0	CONDUMEX	\$ 10,914.00	\$ 10,914.00
13	rollo de cable	AWG	CALIBRE 10	CONDUMEX	\$ 897.00	\$ 11,661.00
850	tubo	licuatite	850 mts	licuatite	\$ 22.26	\$ 18,921.00
					TOTAL	\$ 231,866.68

Fig. Estudio costo beneficio.

En la siguiente figura podemos observar los cálculos y el importe mensual en base a las luminarias del antiguo sistema de iluminación de la subestación MMT, en el cual se deduce que se utiliza 2 conductores del 1/0 debido al amperaje calculado.

LAMPARAS	WATTS	EQUIVALEN		
88	1250	110 kw		
88	400	35 kw		
CONDUCTOR				
I1 =	288.67 A	2	1/0	300 A
I2 =	92 A	1	1/0	150 A
ANTIGÜO				
KW DEMANDA			KWH	
	178.24		1.363	
COSTO DEMANDA				
	110*178.24	\$ 19,606.40		
COSTO ENERGIA				
	(1.36)(110)(12)(30) =	\$ 53,856.00		
IMPORTE MENSUAL		\$ 73,462.40		

Fig. Calculo de demanda antigua.

TARIFA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
TARIFA MEDIA TENSION SUR	1.363	1.033	0.984	1.06	0.955	0.99
39600	\$73,581.20	\$60,513.20	\$58,572.80	\$61,582.40	\$57,424.40	\$ 58,810.40
COSTO DE LA DEMANDA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
\$ 19,606.40	1.091	1.127	1.216	1.213	1.28	1.314
	\$62,810.00	\$64,235.60	\$67,760.00	\$67,641.20	\$70,294.40	\$ 71,640.80
					TOTAL	\$ 774,866.40

Fig. Cuotas de tarifas mensuales del alumbrado en servicio.

En la siguiente figura podemos observar los cálculos y el importe mensual en base a las luminarias del nuevo sistema de iluminación de la subestación MMT, en el cual se deduce que se utilizara 1 conductor del 1/0 debido al amperaje calculado que es menor al anterior, con esto obtenemos un gran ahorro en cuanto a costos en la demanda de la energía eléctrica.

LAMPARAS	WATTS	EQUIVALEN		
88	1250	110 kw		
88	400	35 kw		
CONDUCTOR				
I1 =	288.67 A	2	1/0	300 A
I2 =	92 A	1	1/0	150 A
NUEVO				
KW DEMANDA			KWH	
	178.24		1.363	
COSTO DEMANDA				
	(35)(178.24)	\$ 6,238.40		
COSTO ENERGIA				
	(1.36)(35)(12)(30) =	\$ 17,173.80		
IMPORTE MENSUAL		\$ 23,412.20		

Fig. Calculo de demanda nueva.

Si comparamos el costo total del proyecto propuesto con el costo total del sistema convencional, es fácil apreciar que resultaría más económico implementar el sistema convencional. Ahora, si tomamos en cuenta que el sistema convencional necesita ser alimentado a través de un sistema monofásico a dos hilos (220 V), por lo cual tendremos que calcular que cantidad de KW/HR consume el sistema. Si contamos con que se

necesitan 88 luminarias en el sistema convencional, cada luminaria consumiría 450 W por ser del tipo de aditivos metálicos, con lo cual resultara:

$$\text{Potencia Total} = 88 \text{ pzas} \times 400 \text{ W} = 35 \text{ KW}$$

Si las luminarias encenderán un aproximado de 12 horas diarias, obtendremos un total de KW / HR que se consumen en un día:

$$\text{Total en KW/HR} = 35 \text{ KW} \times 12 \text{ Hrs} = 420 \text{ KW / HR}$$

Las cuotas en las tarifas en pesos para alumbrado que se aplica al suministro de energía eléctrica media tensión en el sur de la república mexicana, se muestran en la siguiente tabla:

TARIFA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
TARIFA MEDIA TENSION SUR	1.363	1.033	0.984	1.06	0.955	0.99
12600	\$ 23,412.20	\$ 19,254.20	\$ 18,636.80	\$ 19,594.40	\$ 18,271.40	\$ 18,712.40
COSTO DE LA DEMANDA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
\$ 6,238.40	1.091	1.127	1.216	1.213	1.28	1.314
	\$ 19,985.00	\$ 20,438.60	\$ 21,560.00	\$ 21,522.20	\$ 22,366.40	\$ 22,794.80
					TOTAL	\$ 246,548.40

Fig. Cuotas de tarifas mensuales del alumbrado propuesto.

Si calculamos el gasto en KW / HR de todas las luminarias a emplear por cada uno de los meses y aplicando la tarifa vigente en cada mes resulta:

Para fines de cálculo tomamos a cada mes con una cantidad de 30 días.

$$\text{KW / HR mensuales} = 420 \text{ KW /HR} \times 30 \text{ días} = 12,600 \text{ KW / HR}$$

$$\text{COSTO DE LA DEMANDA} = 35 \times 178.24 = \$6,238.40$$

$$\text{Enero} = 12,600 \text{ KW / HR} \times 1.363 + \$6,238.40 = 23,412.20 \text{ Mx}$$

$$\text{Febrero} = 12,600 \text{ KW / HR} \times 1.033 + \$6,238.40 = 119,254.20 \text{ Mx}$$

$$\text{Marzo} = 12,600 \text{ KW / HR} \times 0.984 + \$6,238.40 = 18,636.80 \text{ Mx}$$

$$\text{Abril} = 12,600 \text{ KW / HR} \times 1.060 + \$6,238.40 = 19,594.40 \text{ Mx}$$

$$\text{Mayo} = 12,600 \text{ KW / HR} \times 0.955 + \$6,238.40 = 18,271.40 \text{ Mx}$$

$$\text{Junio} = 12,600 \text{ KW / HR} \times 0.990 + \$6,238.40 = 18,712.40 \text{ Mx}$$

$$\text{Julio} = 12,600 \text{ KW / HR} \times 1.091 + \$6,238.40 = 19,985.00 \text{ Mx}$$

Agosto = $12,600 \text{ KW} / \text{HR} \times 1.127 + \$6,238.40 = 20,438.60 \text{ Mx}$

Septiembre = $12,600 \text{ KW} / \text{HR} \times 1.216 + \$6,238.40 = 21,560.00 \text{ Mx}$

Octubre = $12,600 \text{ KW} / \text{HR} \times 1.213 + \$6,238.40 = 21,522.20 \text{ Mx}$

Noviembre = $12,600 \text{ KW} / \text{HR} \times 1.280 + \$6,238.40 = 22,366.40 \text{ Mx}$

Diciembre = $12,600 \text{ KW} / \text{HR} \times 1.314 + \$6,238.40 = 22,794.80 \text{ Mx}$

Si sumamos los meses ya calculados obtendremos un gasto anual:

Gasto Anual = $\$246,548.40 \text{ Mx}$

Sumando el costo total del proyecto más el gasto anual tenemos:

Total del sistema convencional = $341,666.68 + 246,548.40 = \$ 588,215.08 \text{ Mx}$

Si se considera que las luminarias cuentan con un total de 6 000 a 10 000 horas de vida, lo cual nos daría un rendimiento de 2.3148 años de vida útil, por lo cual se necesitaría reemplazar las luminarias cada 2.3148 años, a diferencia de las luminarias que se proponen en el presente proyecto que tienen una vida útil de 100 000 horas de vida que equivalen a 23.148 años de utilidad.

Con lo cual, si se piensa a futuro y se considera que en un total de 11.574 años se tendrían que reemplazar las luminarias y fotoceldas lo cual equivaldría a sustituirlos 4 veces (este será el tiempo que se tendría que amortizar por la inversión del proyecto propuesto).

Conclusión

Una vez realizado el análisis de consumo de energía eléctrica en Alumbrado de la SE MMT, se llegó a demostrar que las luminarias están consumiendo más energía eléctrica de lo normal, derivado del tipo de tecnología en luminarias, lámparas y balastos instalados. Al realizar el estudio de iluminación de las luminarias se pudo apreciar que los niveles de iluminación de las vías no son los más adecuados; pues, a pesar de que la mayoría de vías cumple con la Norma NOM-001-SEDE-2012.

De acuerdo al estudio de iluminación de las luminarias, se puede demostrar que el Sistema Propuesto de Alumbrado en la SE MMT, cumpliría con todas las recomendaciones que indica la norma justificándose la selección de luminarias a usarse. Por lo expuesto anteriormente, al implementarse el Sistema Propuesto, se estaría cumpliendo con las exigencias que demanda un sistema eficiente, criterios de seguridad y salud del personal que realiza tareas de mantenimiento y supervisión de los equipos eléctricos primarios de la subestación, protección hacia la biodiversidad y ahorro de energía.

La utilización de Dispositivos de Doble Nivel de potencia en horarios de 18:00-07:00 (considerando el supuesto que las luminarias se encienden por 12 horas en el día) permitirá una disminución en el consumo de energía eléctrica del 40%. Al realizar el cálculo del costo anual estimado por consumo de energía eléctrica de los sistemas actual y propuesto, se obtuvo como diferencia del consumo de energía eléctrica (KWh) un ahorro sustancial, estimado en un 50.36% en relación al consumo actual.

El Flujo de efectivo económico, registró un valor actual neto positivo y una tasa interna de retorno económico mayor a la tasa de descuento, por lo que se puede concluir que el proyecto es económicamente factible, permitiendo recuperar la inversión en 3 años y 2 meses posteriores a la fecha de implementación del sistema propuesto.

Por lo dicho anteriormente, con la ejecución de este proyecto se estaría contribuyendo a un sistema eficiente de alumbrado en la subestación SE MMT, que eliminaría el exceso de consumo de energía eléctrica, y además permitiría el ahorro de energía.

El nivel de iluminación obtenido es el mínimo requerido, por lo tanto se recomienda en un futuro implementar el sistema, cambiando la lámpara por una del mismo tipo, pero de menor consumo, el flujo luminoso disminuirá por lo que se debe verificar que la iluminancia siga estando por encima de los 15 Lux. De esta forma se ahorrara energía dando la posibilidad de alargar el tiempo de autonomía, y todo esto cumpliendo con el estándar de la norma 001-SEDE 2012 así también como las normas internas de la CFE.

Aporte Profesional

Derivado a este proyecto pude conocer las diferentes normas de trabajos en iluminación y como es el proceso de la puesta en servicio, mediante planteamientos, diferentes análisis y cálculos. Con este proyecto se pudo desarrollar la mejora en las instalaciones, en nivel luminoso, con el fin de contribuir al ahorro energético.

Este proyecto es técnicamente factible, ya que estamos ahorrando más del 50% gracias a los diferentes cálculos y automatizaciones que se realizaron mediante los análisis, para así llevarlo a cabo por el cual se desarrolla una mejor eficiencia en el consumo de energía anual en la SE MMT. Gracias a este proyecto también conocí como realizar cotizaciones de los diferentes materiales y marcas confiables que se pueden utilizar para un sistema autónomo de iluminación.

Principalmente tome en cuenta el fundamento teórico de las normas de energía como la NOM 001 SEDE 2012 y normas internas de la CFE, costos y presupuestos de herramientas, personal y los equipos de protección con los estándares más altos de calidad. Con este proyecto la empresa tendrá anualmente un ahorro económico ya que anteriormente el gasto mensual era de \$73,462.40 si multiplicamos este importe por los importes correspondientes a los 12 meses del año el total sería de \$774,866.40 y ahora con este nuevo sistema autónomo de iluminación la empresa solo gastaría \$23,412.20 mensuales y anualmente \$246,548.40 estaríamos ahorrando \$528,318 anualmente con esto se ahorrara más del 50% del importe que se generaba anteriormente.

Referencias bibliográficas

- [1] Manuel Alvares Pulido; Controladores lógicos.
- [2] Festo, Manual de PLC.
- [3] Stephen J. Chapman, maquinas eléctricas, tercera edición.
- [4] SCADA, Controlador de procesos.

- [5] Manuel Alvares Pulido, Controladores lógicos.
- [6] Macro Capacitación; controladores lógicos programables (PLC).
- [7] Manual de Pruebas, Comisión Federal de Electricidad.
- [8] Especificacion_NRF-041, CFE.
- [9] Elementos de Diseño de Subestaciones, Harper.
- [10] diseños de sistemas de alumbrados para centrales hidroeléctricas, CFE.
- [11] 06_NOM-001-SEDE-2012
- [12] 2014 International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM). 10.1109/HNICEM.2014.7016271
- [13] Packaging and wired interconnections for insertion of miniaturized chips in smart fabrics Jean Brun; Dominique Vicard; Bruno Mourey; Benoit Lepine; Francois Frassati 2009 European Microelectronics and Packaging Conference.
- [14] Implementation of a digitally dimming controlled lighting system for two-area fluorescent lamps. Chun-An Cheng; Hung-Liang Cheng; Kun-Jheng Lin; En-Chih Chang; Chun-Hsien Yen. 2010 5th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications
- [15] An advanced control device for intelligent lighting in DLT-systemsm Lukas Lohaus; Arne Rossius; Colin de Vrieze; Ralf Wunderlich; Stefan Heinen. 2016 18th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'16 ECCE Europe)

Anexos

Sistemas de control o automatización

Sistema de control.- Un sistema dinámico puede definirse conceptualmente como un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida. Las acciones externas al sistema se dividen en dos grupos, variable de control que se puede manipular, y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control. La figura 3 ilustra de un modo conceptual el funcionamiento de un sistema. En la figura se muestra un ejemplo de sistema de control.

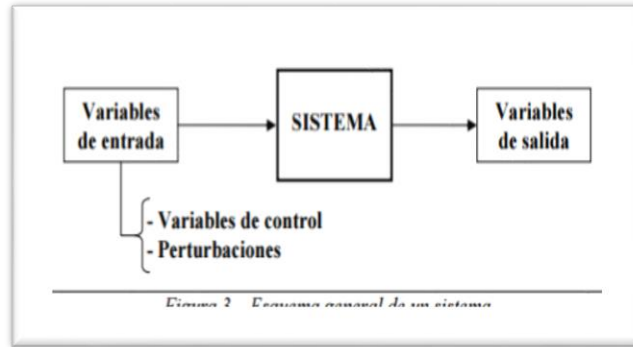


Fig.1 Ejemplo de sistema de control.

Dentro de los dos sistemas se encuentra el concepto de sistema de control. Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados.

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos: Garantizar y particularmente ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos, ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido. Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales. Ser fácilmente implementarle y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los siguientes. **Sensores.-** Permiten conocer los valores de las variables de medida del sistema. **Controlador.-** Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia. **Actuador.-** Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

Sensores.- Un sensor o captor, 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. Normalmente estos dispositivos e 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.

Fotoceldas.- Una fotocelda es un dispositivo electrónico que es capaz de producir una pequeña cantidad de corriente eléctrica al ser expuesta a la luz. Entre sus aplicaciones típicas están las de controlar el encendido-apagado de una lámpara, por ejemplo, o de producir el voltaje suficiente para recargar una batería o cualquier otra aplicación en que se requiera una fuente de voltaje.

Este tipo de dispositivos son distintos a las celdas solares y paneles solares.

Una fotocelda es una resistencia, cuyo valor en ohmios, varía ante las variaciones de la luz. Estas resistencias están construidas con un material sensible a la luz, de tal manera que cuando la luz incide sobre su superficie, el material sufre una reacción química, alterando su resistencia eléctrica.

Presentan bajo valor de su resistencia ante la presencia de luz presentan un alto valor de resistencia ante la ausencia de luz la fotocelda se emplea para controlar el encendido automático del alumbrado público. También se utiliza ampliamente en circuitos contadores electrónicos de objetos y personas, en alarmas, etc.

SCADA: Es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition. Un sistema SCADA está basado en computadores que permiten supervisar y controlar a distancia una instalación, proceso o sistema de características variadas. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática.

Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. En la siguiente tabla se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los Sistemas de Control Distribuido (DCS) (Estas Características no son limitantes para uno u otro tipo de sistemas, sino que por el contrario son típicas).

ASPECTO	SCADA	DCS
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	SUPERVISORIO: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente: control secuencial y regulatorio.	REGULATORIO: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc.
TIPOS DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuidas.	Área de la planta.
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLC's.	Controladores de lazo, PLC's.
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA

LAN.- Son las siglas de *Local Area Network*, Red de área local. Una LAN es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada (como una habitación, un edificio, o un conjunto de edificios). Las redes LAN se pueden conectar

entre ellas a través de líneas telefónicas y ondas de radio. Un sistema de redes LAN conectadas de esta forma se llama una **WAN**, siglas del inglés de wide-area network, **Red de area ancha**.

ETHERNET.- Ethernet es una popular tecnología LAN (Red de Área Local) que utiliza el Acceso múltiple con portadora y detección de colisiones (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*, **CSMA/CD**) entre estaciones con diversos tipos de cables. En la figura se muestra como es la comunicación vía Ethernet

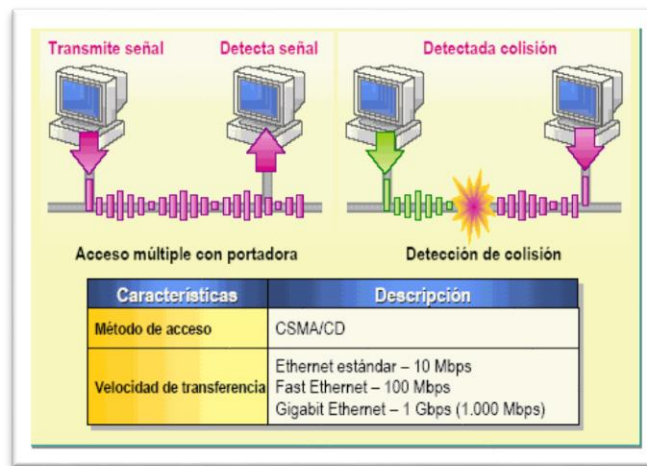


Fig.2 Se muestra como es la comunicación vía Ethernet

Es PASIVO, es decir, no requiere una fuente de alimentación propia, y por tanto, NO FALLA a menos que el cable se corte físicamente o su terminación sea incorrecta. Se conecta utilizando una TOPOLOGÍA DE BUS en la que el cable está terminado en ambos extremos. UTILIZA MÚLTIPLES PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN y puede conectar entornos informáticos heterogéneos, incluyendo Netware, UNIX, Windows y Macintosh.

Método de Acceso de la Ethernet.- El método de acceso que usa Ethernet es el ACCESO MÚLTIPLE CON PORTADORA Y DETECCIÓN DE COLISIONES (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA/CD). CSMA/CD es un conjunto de reglas que DETERMINA EL MODO DE RESPUESTA DE LOS DISPOSITIVOS DE RED CUANDO DOS DE ELLOS INTENTAN ENVIAR DATOS EN LA RED SIMULTÁNEAMENTE. La transmisión de datos por múltiples equipos simultáneamente a través de la red produce una colisión.

Contactador.- El contactador es un aparato eléctrico de mando a distancia, que pueden cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga, es la pieza clave del automatismo en el motor eléctrico. Su principal aplicación es la efectuar maniobrar de apertura y cierra de circuitos relacionados con instalaciones de motores. Excepto los motores individuales, que son accionados manualmente o por relés, el resto de motores se accionan por contactores.

Un contactador está conformado por una bobina y unos contactos, que pueden estar abiertos o cerrados y que hacen de interruptores de apertura y cierre de la corriente en el circuito. La

bobina es un electroimán que acciona los contactos, abriendo los cerrados y cerrando los abiertos. Cuando le deja de llegar corriente a la bobina los contactos vuelven a su estado de reposo. En la figura se muestra la estructura de un contactor.

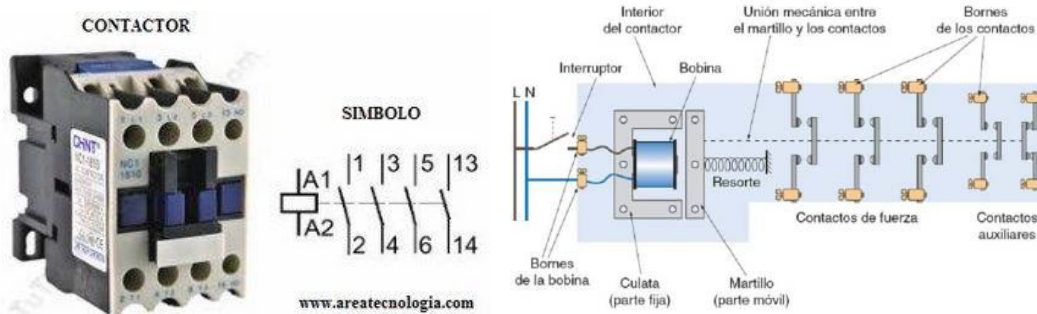


Fig. 3 Estructura de un contactor.

Sensor de movimientos.- 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. **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 captores;

Captore fotoeléctricos.- la construcción de este tipo de sensores, se encuentra basada en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos led, diodos laser, etc) y una célula receptora de dicha señal como pueden ser los fotodiodos, fototransistores, o LDR, etc. Este tipo de sensores se encuentra basado en la emisión de luz, y en la detección de esta emisión realizada por los fotodetectores.

Controlador o Drivers.- El driver es un pequeño software que conecta el sistema operativo directamente con los componentes del hardware de la PC. Por ejemplo, si tienes una placa de vídeo instalada en tu computadora, esta necesita entenderse con el sistema operativo para poder recibir las instrucciones y procesar todo correctamente; y es justamente esto lo que hace el driver, un puente entre ambos.

El driver le da instrucciones al sistema operativo, sobre cómo debe funcionar determinado hardware y de que forma el sistema debe trabajar en conjunto para suministrarte los mejores resultados. En placas de vídeo, principalmente, los drivers son indispensables, pues las tecnologías (DirectX 10, OpenGL 2.1, PhysX, etc) que las nuevas placas utilizan para que los juegos reproduzcan efectos especiales son muy avanzadas y necesitan instrucciones bien detalladas y específicas.

Drivers Básicos.- Windows consigue hacer que algunos componentes de hardware funcionen - aunque de manera simple - sin instalar otro driver. Esto es posible, gracias a los drivers básicos, que son sólo drivers comunes para cualquier placa. Por ejemplo, el driver básico (también conocido como genérico o standard) de vídeo, tiene instrucciones pre-establecidas que definen que cualquier placa de vídeo soporta la resolución de 640x480 y pueda reproducir 16 colores.

Los Drivers y el sistema operativo.- Cada sistema operativo usa drivers diferentes y es ahí donde surgen los problemas, ya que los fabricantes raramente crean un archivo universal para todos los sistemas y el que acaba teniendo problemas buscando drivers apropiados es el usuario, y el más perjudicado cuando no se encuentran los drivers en la página del fabricante.

Esos problemas generalmente ocurren debido a la incompatibilidad entre los sistemas operativos y drivers son más comunes en Windows - pues un driver para Windows 2000 en general será distinto al driver para Windows XP o Vista.

Linux en cambio, es un sistema de código abierto, los drivers son fácilmente creados por usuarios expertos en programación y las distribuciones de Linux, en general, vienen listas para poder utilizarse de forma casi automática. Cualquier componente de las computadoras actuales, pueden ser utilizados sin la necesidad de instalar los respectivos drivers.

VERSION 64 BITS.- Con el surgimiento de los sistemas operativos de 64 bits, los drivers tuvieron que ser modificados. Es muy común que haya incompatibilidades cuando se utiliza algún sistema de 64 bits, debido a que algunos fabricantes de placas y componentes no crearon versiones de sus drivers para los nuevos sistemas (Vista 64 bits y XP 64 bits).

Para Linux el problema no es tan grande (para quien está habituado al uso), porque el sistema siempre tuvo una mayor capacidad para la comunicación con el hardware. Si sólo estás probando alguna versión de Linux probablemente vas a encontrar todo muy difícil. En general los únicos drivers que Linux no conseguirá detectar son los de las placas de vídeo, o de las placas poco conocidas en el mercado.

Relevador ON-DELAY.- Los “timers” usados en los PLC’s se pueden comparar con los circuitos de temporización electromecánicos. En el ejemplo mostrado, un interruptor normalmente abierto, S1, es usado con el timer TR1, que está ajustado para 5 segundos. TR1 es un temporizador ON delay, lo que significa que una vez que recibe una señal de habilitación, debe pasar una cantidad determinada de tiempo antes de que sus contactos puedan cambiar. En la figura se muestra un ejemplo de Relevadores Temporizados

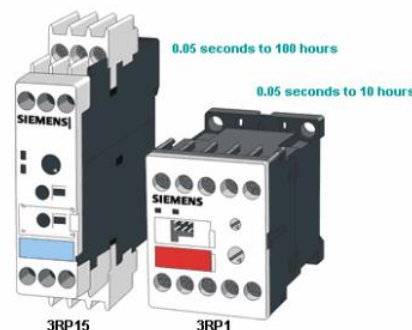


Fig. 4 estructura de un relevador

Retardo de Tiempo.- Hay dos tipos de funciones en los relevadores con tiempo de retardo. On delay (retardo al energizar) y Off delay (retardo al desenergizar). On delay significa que

una vez que un timer ha recibido un señal de encendido, su salida cambiará de estado después de un retardo predeterminado. Off delay significa que cambiará de estado un tiempo predeterminado después de que el timer haya recibido la señal de apagar. En la figura se muestra Relevador On-delay con contacto Normalmente Abierto (NA) con tiempo para cerrar.

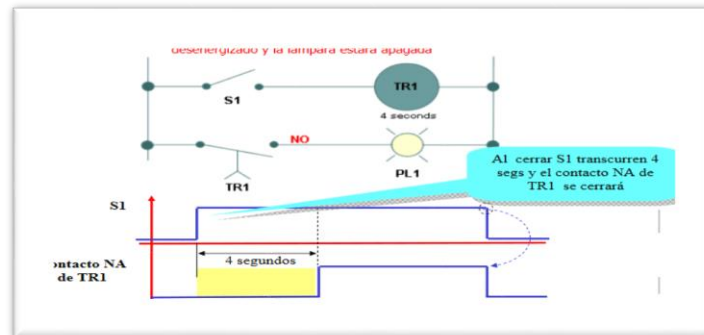


Fig.5 Relevador On-delay con contacto Normalmente Abierto (NA) con tiempo para cerrar.

CONTACTOS INSTANTANEOS.- Los relevadores de tiempo también pueden incluir contactos instantáneos. Estos pueden ser normalmente abiertos (NA) y (NC) normalmente cerrado. El contacto TR1 instantáneo cerrará inmediatamente, ilumina PL1. Después de 5 segundos los contactos temporizados de TR1 se cerrarán, iluminando PL2. En la figura se muestra un diagrama de contacto de un control de iluminación.

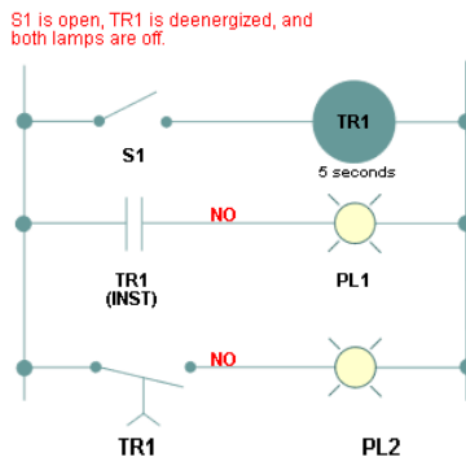


Fig. 6 Diagrama de contacto de un control de iluminación.

TEMPORIZADORES (TIMERS).- Conceptualmente un Temporizador (TIMER) es un dispositivo electrónico utilizado para proveer señales de base de tiempo o para generar señales de acción retardada variable. Un Timer digital consiste de un contador decreciente en donde cada decremento en su conteo, será realizado a una frecuencia conocida (veces por segundo) y al llegar a cero se activa un relevador.

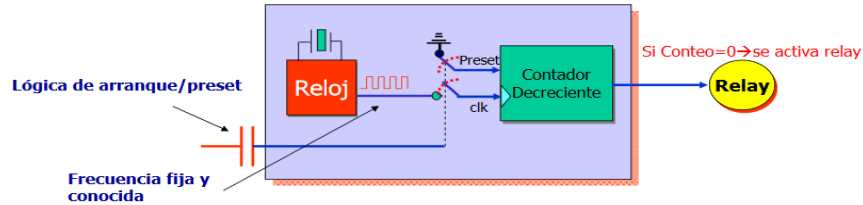


Diagrama de bloques de las componentes de un timer conceptual

Fig. 7 ejemplo de un timer.

ACTUADOR.- Un ACTUADOR es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz Eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

El actuador más común es el actuador manual o humano. Es decir, una persona mueve o actúa un dispositivo para promover su funcionamiento. Con el tiempo, se hizo conveniente automatizar la actuación de dispositivos, por lo que diferentes dispositivos hicieron su aparición. Actualmente hay básicamente dos tipos de actuadores.

Los actuadores lineales generan una fuerza en línea recta, tal como haría un pistón. Los actuadores rotatorios generan una fuerza rotatoria, como lo haría un motor eléctrico. En este artículo nos concentraremos en los actuadores rotatorios. En la próxima actualización tocaremos el tema de los actuadores lineales. Como ya se mencionó, hay tres tipos de actuadores:

El objetivo final del actuador rotatorio es generar un movimiento giratorio. El movimiento debe estar limitado a un ángulo máximo de rotación. Normalmente se habla de actuadores de cuarto de vuelta, o 90°; fracción de vuelta para ángulos diferentes a 90°, por ejemplo 180°; y de actuadores multivuelta, para válvulas lineales que poseen un eje de tornillo o que requieren de múltiples vueltas para ser actuados.

La variable básica a tomar en cuenta en un actuador rotatorio es el torque o par; también llamado momento. Y es expresado en lb-in, lb-pie, N-m, etc. El actuador rotatorio dependiendo de su diseño, consta de las siguientes partes móviles básicas. En la Figura ejemplo de variables básicas.

	Actuador Neumático	Actuador Eléctrico	Actuador Hidráulico
Fuerza Generadora de Movimiento	Presión de aire	Energía eléctrica	Presión hidráulica
Elemento Motriz	Émbolo, Pistón o Veleta	Motor Eléctrico	Émbolo, Pistón o Veleta
Transmisión de Fuerza o Torque	Eje o Cremallera	Reductor	Eje
Conversión mecánica	Yugo o Piñón	- No hay -	Yugo o Piñón

Fig.8 ejemplo de variables básicas.