

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE0499 – Proyecto Eléctrico

**Diseño de una readecuación eléctrica del edificio del
Planetario de la Universidad de Costa Rica**

por

Luis Alberto Salazar Romero

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Abril de 2018

Diseño de una readecuación eléctrica del edificio del Planetario de la Universidad de Costa Rica

por

Luis Alberto Salazar Romero

B36359

IE0499 – Proyecto Eléctrico

Aprobado por

Ing. Irene Víquez Barrantes
Profesora guía

Ing. Osvaldo Fernandez Cascante
Profesor lector

Ing. Jorge Sanchez Monge
Profesor lector

Abril de 2018

Resumen

Diseño de una readecuación eléctrica del edificio del Planetario de la Universidad de Costa Rica

por

Luis Alberto Salazar Romero

Universidad de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Profesora guía: Ing. Irene Víquez Barrantes

Abril de 2018

Este proyecto consiste en la elaboración de un diseño eléctrico del planetario de la Universidad de Costa Rica incluyendo los cálculos, planos y especificaciones técnicas necesarias para que cada uno de los sistemas diseñados funcione apropiadamente. Este proyecto propone específicamente una readecuación de los sistemas de iluminación y de seguridad humana de dicha edificación, ya que se considera que el resto de los sistemas actualmente en funcionamiento fueron dimensionados apropiadamente, por lo cual propician disconformidad en los usuarios.

Palabras claves: *Diseño eléctrico, Planetario, Seguridad humana, Iluminación.*

Dedicado a mi padre el Ing. Jorge Alberto Salazar G.

Índice general

Índice general	ix
1 Introducción	1
1.1. Alcance del proyecto	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Metodología	2
2 Marco Teórico	5
2.1. Sistema de iluminación	5
2.1.1. Normativa	5
2.1.2. Estudio de iluminación	5
2.1.3. Tipos de iluminación y luminarias	5
2.1.4. Tipos de aislamiento de cable	5
2.1.5. Cálculo del calibre de cable en circuitos ramales	5
2.1.6. Cálculo protecciones en circuitos ramales	5
2.2. Sistema de alarmas contra incendio	6
2.2.1. Normativa	6
2.2.2. Tipos de fuego	6
2.2.3. Dispositivos de iniciación ó detección de incendio	6
2.2.4. Dispositivos de notificación de incendio	9
2.2.5. Dispositivos de control	9
2.2.6. Tipos de cableado	11
2.3. Sistema de alarmas contra intrusión	13
2.3.1. Normativa	13
2.3.2. Dispositivos de detección de intrusión	13
2.3.3. Dispositivos de notificación de intrusión	13
2.3.4. Recomendaciones de diseño según CIEMI	13
2.4. Sistema de control de acceso	14
2.4.1. Normativa	14

2.4.2.	Dispositivos de control de acceso	14
2.4.3.	Recomendaciones de diseño según CIEMI	14
2.5.	Sistema de CCTV IP	15
2.5.1.	Normativa	15
2.5.2.	Dispositivos de CCTV IP	15
2.5.3.	Recomendaciones de diseño según TIA	15
2.6.	Sistema de iluminación	16
2.6.1.	Normativa	16
2.6.2.	Estudio de iluminación	16
2.6.3.	Recomendaciones de niveles de iluminación según INTECO	16
2.6.4.	Tipos de iluminación y luminarias	16
2.6.5.	Tipos de aislamiento de cable	16
2.6.6.	Cálculo del calibre de cable en circuitos ramales	16
2.6.7.	Cálculo protecciones en circuitos ramales	16
Bibliografía		17

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace de la inquietud de los encargados del Planetario de la Universidad de Costa Rica respecto a deficiencias en el sistema de iluminación. Además al estudiar más detalladamente el proyecto se pudo constatar notables carencias y deficiencias en los sistemas de seguridad humana como lo son el sistema de detección de incendios, el sistema de alarmas contra robo y la ausencia de un sistema de vigilancia de circuito cerrado de televisión (CCTV). Debido a esto, se propone realizar un diseño eléctrico de este edificio ajustado a las necesidades reales de los usuarios, de modo que represente la base para una futura remodelación eléctrica del mismo. Dicho diseño consiste en la elaboración de los cálculos, planos y especificaciones técnicas necesarias para que cada uno de los sistemas diseñados funcione apropiadamente.

1.1. Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto se limita específicamente al diseño de una readecuación de los sistemas de iluminación y de seguridad humana del planetario de la Universidad de Costa Rica, ya que se considera que el resto de los sistemas actualmente en funcionamiento fueron dimensionados apropiadamente, por lo cual propician disconformidad en los usuarios. Por último se propone la realización de un cambio en los modelos de los tomacorrientes por un aspecto meramente estético, pero no es parte del alcance de este proyecto la reubicación, ni el cálculo de protecciones, ni el dimensionamiento del cableado y la canalización para este sistema.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar los planos eléctricos y especificaciones técnicas necesarios para satisfacer las necesidades actuales en materia eléctrica y de seguridad humana del Planetario de la Universidad de Costa Rica en una futura remodelación.

1.2.2. Objetivos específicos

Para el desarrollo de este proyecto se establecieron los siguientes objetivos:

1. Realizar un levantamiento de la condición eléctrica actual del edificio.
2. Realizar un estudio de iluminación del edificio.
3. Elegir los equipos eléctricos y de seguridad humana que mejor se ajusten a las necesidades del proyecto.
4. Diseñar la ubicación de los equipos eléctricos y de seguridad humana que se van a instalar en la edificación.
5. Realizar un estudio de la carga a instalar.
6. Realizar los cálculos necesarios para que los sistemas diseñados funcionen correctamente.
7. Elaborar los planos constructivos en formato .DWG.
8. Elaborar las especificaciones técnicas del proyecto.

1.3. Metodología

La metodología utilizada debe listarse en forma cronológica.

El desarrollo del trabajo incluyó los siguientes pasos y procedimientos, listados en secuencia:

1. Solicitud de los planos eléctricos actuales del planetario de la Universidad de Costa Rica a la Oficina Ejecutora del Programa de Inversiones de la Universidad de Costa Rica (OEPI).
2. Revisión de sitio contra planos suministrados por la OEPI sobre la condición eléctrica actual del edificio.
3. Realización de un estudio de iluminación del edificio mediante el uso del software DIALux considerando los pasillos como sala de exhibición.
4. Elección de los modelos de luminarias más adecuados utilizando como referencia los valores de luminosidad proporcionados por el software DIALux y comparándolos con los modelos de luminarias LED del catálogo 2017 de Sylvania.
5. Realización de una pequeña investigación acerca de los estándares y marcas de equipos de seguridad humana que utiliza la Universidad de Costa Rica.
6. Elección de los equipos de seguridad humana que mejor se ajusten a las necesidades del proyecto tomando en cuenta los estándares y marcas que utiliza la Universidad de Costa Rica.

7. Elaboración de una propuesta y dibujo en formato .DWG de la ubicación de las luminarias y equipos de seguridad humana que se van a instalar en la edificación.
8. Realización un estudio de la carga eléctrica nueva a instalar, tomando en cuenta la que se eliminará.
9. Elaboración del cálculo de las protecciones y dimensionamiento de cableado y canalización necesarios para la instalación de los equipos nuevos. Se incluye un nuevo cálculo de las acometidas en caso de ser necesaria su sustitución.
10. Realización de una reubicación de los equipos propuestos a instalar en caso de tener que eliminar algunos por condiciones de carga eléctrica.
11. Elaboración final de los planos constructivos en formato .DWG incluyendo las ubicaciones finales de los equipos.
12. Redacción las especificaciones técnicas del proyecto, incluyendo las marcas, modelos y certificaciones permitidas para los materiales, métodos y condiciones de instalación de dichos equipos. Se agregará toda aquella información que se considere necesaria para la óptima conclusión del proyecto.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de iluminación

2.1.1. Normativa

La normativa que se debe seguir para el diseño de sistemas de iluminación según el Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA) es la normativa NFPA 70. [?]

2.1.2. Estudio de iluminación

DIALux

Recomendaciones de niveles de iluminación

2.1.3. Tipos de iluminación y luminarias

2.1.4. Tipos de aislamiento de cable

2.1.5. Cálculo del calibre de cable en circuitos ramales

2.1.6. Cálculo protecciones en circuitos ramales

2.2. Sistema de alarmas contra incendio

2.2.1. Normativa

La normativa que se debe seguir para el diseño de sistemas de alarmas contra incendio según el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica es la normativa NFPA 72. [1]

2.2.2. Tipos de fuego

Cuando ocurre un incendio este se debe a la combustión de ciertos materiales, clasificando los tipos de fuego en: [1]

- **Clase A:**
 - **Material combustible:** combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho y plásticos.
- **Clase B:**
 - **Material combustible:** líquidos y gases inflamables como aceites, grasas, alquitranes, base de pinturas y lacas.
- **Clase C:**
 - **Material combustible:** equipos eléctricos energizados.
- **Clase D:**
 - **Material combustible:** metales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio, potasio entre otros.
- **Clase K:**
 - **Material combustible:** utensilios o materiales de cocina como aceites minerales, animales y grasas.

2.2.3. Dispositivos de iniciación ó detección de incendio

Son los dispositivos del sistema que se encargan de censar constantemente las condiciones del ambiente en busca de indicios de incendio. Estos dispositivos o sensores pueden ser direccionales o no, es decir que pueden indicar la locación o zona del incendio o bien solo activar el sistema. El fuego tiene ciertas características que pueden ser censadas y dar indicios de incendio, tales como humo, llama, calor, entre otros. (3.3.122) [2]

Detectores de humo

Son aquellos dispositivos que detectan como indicio de incendio partículas de humo visible o invisible. Estos varían según su aplicación y tiempo de respuesta. (3.3.59.19)

- **Detector por cámara de niebla:** utiliza un dispositivo fotoeléctrico para medir la densidad de una muestra de aire dentro de la recámara del sensor, si la densidad de la muestra original es variada debido a la presencia de partículas de humo el sensor entra en condición de alarma. (3.3.252.1)
- **Detector por ionización:** utiliza un material radiactivo para ionizar el aire entre dos electrodos, cuando existe presencia de partículas de humo estas causan que el flujo de iones decrezca y el sensor entra en condición de alarma si cumple con los parámetros establecidos. (3.3.252.2)
- **Detector por efecto fotoeléctrico de obstrucción:** utilizan una fuente de luz y un foto-receptor no enfocado, al entrar humo en el sensor este dispersa la luz produciendo que parte de esta llegue al foto-receptor quien evaluara dicha dispersión y dará condición de alarma si cumple con los parámetros establecidos. (3.3.252.3)
- **Detector por efecto fotoeléctrico de dispersión:** utilizan una fuente de luz y un foto-receptor enfocado, al entrar humo en el sensor este dispersa la luz produciendo que disminuya la cantidad de luz que llega al foto-receptor quien evaluara dicha dispersión y dará condición de alarma si cumple con los parámetros establecidos. (3.3.252.4)
- **Detector por imagen de video:** utiliza técnicas de análisis de imagen en tiempo real para detectar la presencia de humo. (3.3.252.5)
- **Detector por haz proyectado:** utiliza una fuente de luz, un foto-receptor y un espejo, cuando hay presencia de partículas de humo entre el haz de luz y el espejo, este dispersa la luz que llega al foto-receptor produciendo la señal de alarma. (3.3.59.15)
- **Detector en ducto de aire acondicionado:** responde ante al censado de partículas de humo en el sistema de aire acondicionado. (17.7.4)
- **Detector de muestreo de aire:** consiste en una red de tuberías que van desde el detector hasta las áreas a proteger. El detector aspira aire de la zona a proteger y lo hace correr a través de la red de tuberías pasando por varios puestos de muestreo para detección de humo. (3.3.59.1)

Detectores de gas por fuego

Consiste en dispositivo que detecta gases producidos por fuego como CO_2 , CO , N_2 , H_2 , entre otros. (3.3.59.6)

Detectores de energía radiante

Consiste en un dispositivo capaz de censar la energía radiante como ultravioleta, visible o infrarrojo. (3.3.59.16)

- **Detector de llama:** dispositivo capaz de censar la energía radiante producida por grandes llamas. (3.3.59.8)
- **Detector de chispas y brasas:** dispositivo capaz de censar la energía radiante producida por chispas y brasas. Generalmente utilizado en lugares oscuros y en el rango de infrarrojo. (3.3.59.8)

Detectores de calor

Consiste en un dispositivo capaz de censar la temperatura, la tasa de cambio de la temperatura o ambos de un lugar determinado. (3.3.59.9)

- **Detector por conductividad eléctrica:** utiliza una resistencia que varía en función de la temperatura. (3.3.59.5)
- **Detector de temperatura fija:** responde cuando su elemento operativo se calienta a una temperatura determinada. (3.3.59.7)
- **Detector con tubería de tasa de incremento neumático:** consiste en una serie de tuberías de pequeñas de cobre que se instalan en el techo y los muros. El tubo termina en un detector que contiene diafragmas y contactos configurados para actuar a una presión pre-determinada. El sistema es lo suficientemente robusto para aceptar los pequeños cambios de temperaturas normales. (3.3.59.14)
- **Detector de tasa de compensación:** responde cuando la temperatura del aire que rodea el dispositivo alcanza un nivel determinado. (3.3.59.17)
- **Detector de incremento:** responde cuando la tasa de incremento en la temperatura supera un valor determinado. (3.3.59.18)

Detectores de flujo

Consiste en un sensor que monitorea el flujo en la tubería de supresión de incendio, si hay un cambio en el flujo de la tubería por más de 90 segundos igual o superior al rociador más pequeño instalado, se envía señal de alarma. (17.12.2)

Detectores multi-criterio

Consiste en un dispositivo con múltiples sensores que responden por separado ante un estímulo físico como calor, humo, gases de combustión, entre otros. El detector envía una única señal de alarma, ya sea por la activación de uno de los sensores o varios de ellos. Este dispositivo tiene la capacidad de priorizar su censado según su aplicación. (3.3.59.11)

Estaciones manuales

Es un dispositivo utilizado manualmente para iniciar la señal de alarma de incendio. (3.3.8.3)

2.2.4. Dispositivos de notificación de incendio

Consisten en dispositivos que por medio de luces, bocinas, táctil o mensajes escritos informan el estado de alarma y la ruta de evacuación a las personas dentro de la zona de riesgo. (3.3.160) [2]

Notificación audible

Consiste en la notificación utilizando el sentido de la audición, generalmente mediante el uso de sirenas y bocinas. (3.3.160.1)

- **Notificación audible de salida:** utiliza el sentido de la audición con el fin de guiar a las personas en riesgo a la salida más cercana, se utiliza para rutas de evacuación o reubicación. (3.3.160.1.1)
- **Notificación audible de texto:** utiliza un mensaje pre-gravado para informar a las personas en riesgo el estado de alarma, además brinda indicaciones y medidas de seguridad. (3.3.160.1.2)

Notificación táctil

Consiste en un dispositivo que alerta por medio del sentido del tacto o la vibración. (3.3.160.2)

Notificación visual

Consiste en un dispositivo que alerta por medio del sentido de la vista. (3.3.160.3)

- **Notificación visual de salida:** utiliza el sentido de la vista con el fin de guiar a las personas en riesgo a la salida más cercana, se utiliza para rutas de evacuación o reubicación, generalmente luces estroboscópicas. (3.3.160.3)
- **Notificación visual de texto:** utiliza un mensaje visual para informar a las personas en riesgo el estado de alarma, además brinda indicaciones y medidas de seguridad, típicamente monitores y pantallas. (3.3.160.3.1)

2.2.5. Dispositivos de control

Son todos aquellos dispositivos que se utilizan con opciones de control y monitoreo específicamente.

Unidad de control o panel de control de alarma

Es un dispositivo del sistema provisto de fuentes de energía primaria y secundaria, con entradas capaces de recibir señales de los dispositivos de iniciación u otros dispositivos y procesarlas para determinar que funciones requeridas en cada una de sus salidas. (3.3.92) [2]

El panel de control debe cumplir al menos uno o varias de las siguientes funciones: (23.3.3.1)

1. Iniciación manual de señal de alarma.
2. Alarma contra incendio automática y señal de supervisión.
3. Monitoreo de condiciones de falla en sistemas de supresión.
4. Activación de los sistemas de supresión.
5. Activación de los sistemas de seguridad.
6. Activación de los dispositivos de notificación.
7. Activación de sistemas de voice de emergencia.
8. Servicios de supervisión del departamento de seguridad.
9. Monitoreo del departamento de seguridad.
10. Activación de señales fuera de las instalaciones.
11. Combinación de sistemas.

Módulo de monitoreo

Es un dispositivo que proporciona la dirección específica de otros dispositivos de iniciación no direccionables como contactos magnéticos u otros dispositivos de seguridad mediante el monitoreo con cableado de conexiones normalmente cerradas o normalmente abiertas de contactos secos. [3]

Módulo de relé

Es un dispositivo utilizado para funciones de control como descenso del ascensor, apagado del aire acondicionado, entre otros. El estado del relé se comunica requiriendo solo una dirección de dispositivo. [5]

Módulo de aislamiento

Es un dispositivo capaz de aislar las comunicaciones direccionables para mejorar la conveniencia de la instalación y aumentar la integridad del sistema. El aislamiento se activa automáticamente cuando se detecta un cortocircuito en la salida. También se puede seleccionar el aislamiento manualmente desde el panel de control para ayudar a solucionar los problemas de cableado. [4]

2.2.6. Tipos de cableado

Para los sistemas de alarmas contra incendio existen los siguientes tipos de lazos o cableado: (12.3) [2]

- **Clase A:** (12.3.1)

1. Incluye redundancia.
2. La capacidad operativa continúa más allá de una única apertura.
3. Se anuncian las condiciones que afectan la operación prevista de la ruta.

- **Clase B:** (12.3.2)

1. No incluye redundancia.
2. La capacidad operativa se detiene en una única apertura.
3. Se anuncian las condiciones que afectan la operación prevista de la ruta.

- **Clase C:** (12.3.3)

1. Incluye una o más rutas en las que la capacidad operativa se verifica a través de una comunicación de extremo a extremo, pero la integridad de las rutas individuales no se controla.
2. Se anuncia una pérdida de comunicación de extremo a extremo.

- **Clase D:** (12.3.4)

1. Tiene una operación a prueba de fallas, no se anuncia ningún fallo, pero la operación prevista se realiza en caso de una falla en la ruta.

- **Clase E:** (12.3.5)

1. No es monitoreada por integridad.

- **Clase X:** (12.3.6)

1. Incluye redundancia.
2. La capacidad operativa continúa más allá de una única apertura o cortocircuito.
3. Se anuncian las condiciones que afectan la operación prevista de la ruta.

También es importante mencionar que el cableado para aplicaciones tradicionales es el siguiente:

- **Circuitos de iniciación (IDC):** clase A y clase B. (23.5.1)
- **Circuitos de señalización (SLC):** clase A, clase B y clase X. (23.6.1)
- **Circuitos de notificación (NAC):** clase A y clase B. (23.7.1)

2.3. Sistema de alarmas contra intrusión

2.3.1. Normativa

Actualmente no existe una normativa vigente para el diseño de este sistema. En la buena práctica se debe de cumplir con todas las especificaciones y recomendaciones que sugiera el fabricante.

2.3.2. Dispositivos de detección de intrusión

2.3.3. Dispositivos de notificación de intrusión

2.3.4. Recomendaciones de diseño según CIEMI

2.4. Sistema de control de acceso

2.4.1. Normativa

Actualmente no existe una normativa vigente para el diseño de este sistema. En la buena práctica se debe de cumplir con todas las especificaciones y recomendaciones que sugiera el fabricante.

2.4.2. Dispositivos de control de acceso

2.4.3. Recomendaciones de diseño según CIEMI

2.5. Sistema de CCTV IP

2.5.1. Normativa

Actualmente no existe una normativa vigente para el diseño de este sistema como tal, pero al ser un sistema IP conectado a una red de telecomunicaciones su instalación debe de regirse por la normativa TIA.

2.5.2. Dispositivos de CCTV IP

2.5.3. Recomendaciones de diseño según TIA

2.6. Sistema de iluminación

2.6.1. Normativa

La nor

2.6.2. Estudio de iluminación

2.6.3. Recomendaciones de niveles de iluminación según INTECO

2.6.4. Tipos de iluminación y luminarias

2.6.5. Tipos de aislamiento de cable

2.6.6. Cálculo del calibre de cable en circuitos ramales

2.6.7. Cálculo protecciones en circuitos ramales

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. *Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios*, 2013.
- [2] NFPA. *NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code*, 2010.
- [3] Tyco. *Simplex 4090-9121 Security Monitor IAM (Individual Addressable Module)*, 2011.
- [4] Tyco. *4090-9116 AddressableIDNet Communications Isolator*, 2014.
- [5] Tyco. *IDNet Communicating Devices Model 4090-9002 Relay IAM*, 2014.