

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

“INEFICIENCIA EN LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA, CAUSADA POR FALTA DE CAPACITACIÓN”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

PRESENTA:

ANTONIO DE JESÚS ALCÁNTARA ALCIBIA

DIRECTORA DE TRABAJO ESCRITO:

MTRA. ESTHER BARRIOS MARTINEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA

2014

Dedicatoria

A mi padre, por ser el guía que me enseña,

A mi madre, por ser el amor que me nutre,

A mi hermana, por ser la alegría que me alumbra.

Tabla de Contenido

Objetivo.....	5
Capítulo # 1	7
Marco teórico.....	7
Capítulo # 2	14
Antecedentes del tema	14
Capítulo # 3	15
Definición del problema.....	15
Capítulo # 4	17
Análisis y metodología empleada.....	17
Caso de estudio # 1. Sistema CCTV en fábrica.....	18
Descripción del caso.....	18
Detección del problema.....	19
Caso de estudio # 2. Sistema de seguridad perimetral con fibra óptica.....	21
Descripción.....	21
Detección del problema.....	22
Caso de estudio # 3. Sistema en planta productora.....	24
Descripción.....	24
Detección del problema.....	26
Capítulo # 5	27
Participación profesional	27
Caso de estudio # 1. Sistema CCTV en fábrica.....	28
Participación.....	28
Solución.....	29
Causa.....	31
Caso de estudio # 2. Sistema de seguridad perimetral con fibra óptica.....	32
Participación.....	32
Solución.....	34
Causa.....	35
Caso de estudio #3. Sistema en planta productora	36
Participación.....	36

Solución	36
Causa	37
Capítulo # 6	38
Resultados y aportaciones	38
Capítulo # 7	41
Conclusiones	41
Referencias bibliográficas	42
Tabla de ilustraciones	43

Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo demostrar que existe falta de capacitación en las personas que se involucran en las instalaciones de sistemas de seguridad electrónica (SSE), que da como resultado final la ineficiencia en la ejecución de los proyectos. Es así que se plantearán una serie de consejos prácticos que pueden mejorar notablemente la eficiencia en la instalación de SSE, y en general de cualquier proyecto de ingeniería en la fase de ejecución.

Para demostrar la falta de capacitación de los involucrados en este tipo de proyectos analizaré tres casos reales, en donde se observa cómo la falta de capacitación provoca retardos en tiempo y aumento en los costos de los proyectos, afectando directamente la parte de ejecución de un proyecto.

A lo largo de mi carrera tuve la oportunidad de trabajar en diversos proyectos relacionados con instalaciones de SSE, en donde enfrenté innumerables problemas técnicos que eran resultado principalmente de una mala instalación de los equipos electrónicos,

Con la experiencia adquirida pude desarrollar métodos para facilitar la detección de problemas técnicos, y elaborar estrategias para aplicar soluciones de manera rápida y eficiente, dicha labor me llevó a subir de puesto, y así poder hacer la planeación y diseño de los proyectos desde otra perspectiva (nivel administrativo), poniendo a prueba mis conocimientos adquiridos en la universidad y en el campo laboral, y obteniendo resultados exitosos, que son la mejor comprobación de que los análisis y consejos mostrados en este trabajo pueden ayudar a prevenir problemas y hacer más eficiente los proyectos ahorrando tiempo, dinero y esfuerzo.

Estos consejos prácticos para prevenir este tipo de problemas, y lograr hacer más eficiente el trabajo de instalación SSE, son el resultado de dos años de experiencia que he adquirido en el área de seguridad electrónica, trabajando como representante en campo de soporte técnico, y como gerente de Soporte técnico en la empresa Senstar, posteriormente como

Gerente de Ingeniería, innovación y desarrollo Tecnológico (I2D) en la empresa Bibbins Safe, de la cual soy Co-fundador.

Por motivos de seguridad no daré nombres de las empresas o clientes para los cuales trabajé ni la ubicación de los proyectos.

Capítulo # 1

Marco teórico

Para fundamentar el análisis de los casos presentados en este trabajo es importante revisar lo que es un proyecto, sus etapas, haciendo énfasis en la etapa de la ejecución, así como los involucrados y el término de capacitación. También se definirá lo que es un Sistema de seguridad electrónica.

1.1 Proyecto y sus fases

Un proyecto es la planificación de un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas. ¹ La razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente y un lapso de tiempo previamente definido. La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. ²

La definición más tradicional "es un esfuerzo planificado, temporal y único, realizado para crear productos o servicios únicos que agreguen valor o provoquen un cambio positivo". El proyecto finaliza cuando se obtiene el resultado deseado, y se puede decir que colapsa cuando desaparece la necesidad inicial o se agotan los recursos disponibles.

Las partes que componen un proyecto son:

1 Parodi, C. (2001). El lenguaje de los proyectos». Gerencia social. Diseño, monitoreo y evaluación de proyectos sociales. Lima-Perú: Universidad del Pacífico. Recuperado del sitio http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto#cite_ref-Parodi_1_1-1

2 Project Management Institute, Guía de los fundamentos de gestión de proyectos PMBOK, Tercera Edición, http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto#cite_ref-Parodi_1_1-1

- 1) **Idea:** consiste en establecer la necesidad u oportunidad a partir de la cual es posible iniciar el diseño del proyecto. La idea de proyecto puede iniciarse debido a alguna de las siguientes razones: ³
 - ✓ Porque existen necesidades insatisfechas actuales o se prevé que existirán en el futuro, estas razones son las más comunes por las que se inicia un proyecto.
 - ✓ Porque existen potencialidades o recursos desaprovechados que pueden optimizarse y mejorar las condiciones actuales.
 - ✓ Porque es necesario complementar o reforzar otras actividades o proyectos que se producen en el mismo lugar y con los mismos involucrados.

- 2) **Diseño:** etapa de un proyecto en la que se valoran las opciones, tácticas y estrategias a seguir, teniendo como indicador principal el objetivo a lograr. En esta etapa se produce la aprobación del proyecto, que se suele hacer luego de la revisión del perfil de proyecto y/o de los estudios de pre-factibilidad, o incluso de factibilidad. Una vez dada la aprobación, se realiza la planificación operativa, un proceso relevante que consiste en prever los diferentes recursos y los plazos de tiempo necesarios para alcanzar los fines del proyecto; asimismo establece la asignación o requerimiento de personal respectivo.

- 3) **Ejecución:** consiste en poner en práctica la planificación llevada a cabo previamente.

- 4) **Evaluación:** etapa final de un proyecto en la que éste es revisado, y se llevan a cabo las valoraciones pertinentes sobre lo planeado y lo ejecutado, así como sus resultados, en consideración al logro de los objetivos planteados.

3 Parodi, C. (2001). El lenguaje de los proyectos». Gerencia social. Diseño, monitoreo y evaluación de proyectos sociales. Lima-Perú: Universidad del Pacífico. Recuperado del sitio

http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto#cite_ref-Parodi_1_1-1

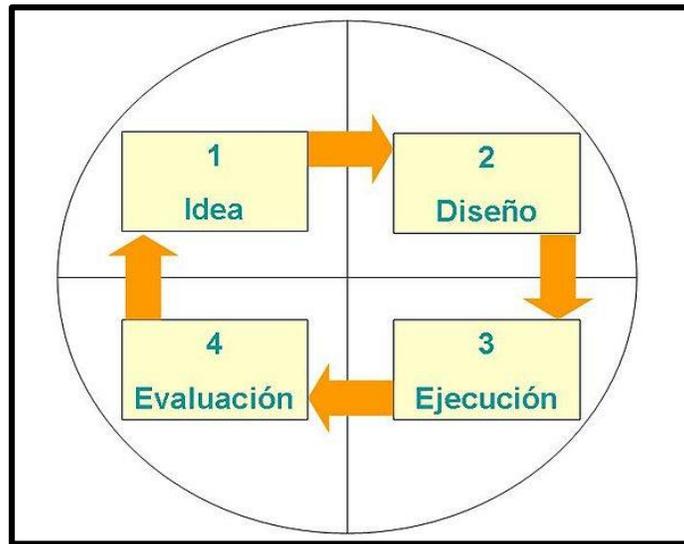


Ilustración 1. Partes que componen un proyecto

1.2 Énfasis en la ejecución de un proyecto

Al hablar de “**Ineficiencia en la instalación de un sistema de seguridad electrónica**”, la cual es el objeto del presente trabajo, nos referimos a instalación como parte principal de la ejecución de un proyecto.

El termino ejecución hace referencia a una acción que se concreta o se pone por obra.⁴

La fase de ejecución es la intervención transformadora de la realidad o situación que inicialmente se consideró insatisfactoria o problemática; representa el conjunto de tareas y actividades que suponen la realización del proyecto. También se le llama puesta en marcha y para esta fase es necesario:

- ✓ Organizar los medios o recursos así como asignarlos a cada actividad.
- ✓ Controlar para asegurar la adecuada ejecución y control del riesgo.

4 Orellana, Lizeth, 2012. Fase de ejecución de un proyecto, recuperado del sitio <http://lizzi2012.blogspot.mx/2012/09/fase-de-ejecucion-de-un-proyecto.html>

- ✓ Concluir para obtener los resultados después de haber realizado todas las actividades.

Al dirigir un proyecto en esta etapa se necesita el plan que fue generado en la fase de planificación. Se deben incluir peticiones de cambio, las cuales pueden ser:

- **Correctivas:** tareas para eliminar las desviaciones en el proyecto y alinearlo con la planificación.
- **Acciones preventivas:** tareas que se realizan a fin de eliminar y mitigar un riesgo identificado, reparación de defectos por corrección o sustitución.

Es necesario tener presente que en todo proyecto surgen eventualidades, las cuales cambian los planes previstos, por eso deben ser flexibles.

1.3 Personas involucradas en la fase de ejecución

En la ejecución de proyectos es importante identificar a las personas adecuadas que tengan las habilidades y conocimientos que se necesitan para realizar el trabajo requerido en un proyecto. Todo proyecto tiene un patrocinador y directores o líderes que lo dirigen, pero el verdadero motor es el equipo encargado del proyecto. La parte más difícil es encontrar personas que realicen el trabajo bajo los estándares que se necesitan.

1.4 Sistema de seguridad electrónica (SSE)

“Podemos decir que un sistema de seguridad electrónica será la interconexión de recursos, redes y dispositivos cuyo objetivo es precautelar la integridad de las personas y su entorno previniéndolas de peligros y presiones externas.”⁵

⁵ Cevallos, Gabriel (2001). Recuperado del sitio <https://sites.google.com/site/seguridadelectronicagcm/capitulo-1/1-1-1-definiciones>

“Este concepto engloba a todos los productos y servicios que, basados en algún dispositivo electrónico, permiten implementar controles y avisos automáticos como complemento fundamental de cualquier plan general de seguridad.”⁶

Los Sistemas de seguridad electrónica se enfocan en resolver diversas necesidades relacionadas con la protección de las personas y activos. Las principales áreas en este campo son:

- Detección de intrusión o fuga
- Videovigilancia - CCTV (Circuito Cerrado de Televisión)
- Control de accesos
- Detección y prevención de Incendios

El esquema básico para un sistema de seguridad electrónica se describe a continuación:

- 1) **Red:** es la forma de conexión de los elementos o componentes, básicamente la red es de tipo cableada o inalámbrica, aunque pueden existir también redes híbridas; dependiendo del tipo de conexiones de la red se pueden también clasificar en tipo bus, estrella, anillo, etc.
- 2) **Fuente de alimentación:** la fuente de alimentación del SSE permite entregar la energía eléctrica necesaria para los elementos del sistema (aunque algunos pueden tener su fuente independiente); se conecta directamente a la red eléctrica pública y adapta el voltaje alterno a voltaje continuo, que es el utilizado por los dispositivos electrónicos. Es recomendable que el SSE tenga fuentes de alimentación secundarias en caso de fallo de la red eléctrica pública.
- 3) **Detectores:** son los “ojos” y “oídos” del sistema, puede ser un sensor de movimiento, una cámara de seguridad, un detector magnético, entre otros. Su función es entregar información de cualquier tipo, relacionada con la protección de

⁶ Empresa Argentina de Redes y Sistemas. Recuperado del sitio <http://www.ears.com.ar/productos-y-servicios/seguridad-electronica/>

los lugares clave del sitio protegido. Existe una amplia oferta de detectores debido al gran número de aplicaciones de los SSE.

- 4) **Señalizadores o indicadores:** los señalizadores o indicadores son los elementos a través de los cuales el sistema actúa al existir un impulso o alarma generado por los detectores ante un intento de intrusión, puede tratarse de sirenas, luces, avisos a centrales de monitoreo, bloqueo de cerradura, etc.
- 5) **Central de seguridad:** es el elemento que gestiona el sistema, recibe las señales de los detectores y envía comandos a los señalizadores en función de lo recibido.
- 6) **Interfaz de usuario:** son todos los componentes que permiten que el usuario interactúe con el sistema. Puede tratarse de una computadora con conexión al sistema, un teclado independiente, sistemas dactilares, etc.

1.5 Ineficiencia y capacitación

En este trabajo se habla de **ineficiencia**, que significa falta de eficiencia, refiriéndose a la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado con el mínimo de recursos posibles viable.

También podemos definir la eficiencia como la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. O al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.⁷

Por último, definimos capacitación como la adquisición de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos que van a contribuir al desarrollo de los individuos en el desempeño de una actividad.

Después de hablar de los conceptos que engloban el título que lleva esta obra podemos resumir que: **“Ineficiencia en la instalación de un sistema de seguridad electrónica, causada por falta de capacitación”** hace referencia al conjunto de situaciones y problemas

7 Definición de eficiencia. Recuperado del sitio <http://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia>

que encarecen y retrasan la ejecución de un proyecto, en el que dispositivos electrónicos hacen la labor de seguridad, a causa de la falta de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos de los involucrados en la instalación de dichos equipos electrónicos.

Capítulo # 2

Antecedentes del tema

Hoy en día cada vez son más necesarios los sistemas de seguridad en México debido al alto índice de violencia que se presenta en el país. Como resultado de esta racha de violencia, la industria de la seguridad ha tenido que expandir sus fronteras apoyándose en la tecnología para la implementación de sistemas de seguridad. Es así que la rama de seguridad electrónica crece cada día más en México al ser una opción económica y confiable para proteger personas y activos.

Son cientos los proyectos que se han iniciado por toda la República, dichos proyectos son ejecutados por grandes empresas que realizan el diagnóstico y el diseño, y que para su ejecución, se apoyan en contratistas locales para realizar los trabajos de instalación, ya que muchas veces los proyectos se instalan en entidades distintas de donde radica la empresa que lleva el proyecto.

Los trabajos de instalación son realizados por personal ajeno al proyecto, que algunas veces por motivos de seguridad únicamente ejecuta órdenes sin saber realmente el objetivo final de lo que se está instalando. La mayoría de las veces el personal cuenta con experiencia en el área de construcción, pero no en el área de seguridad electrónica, por lo que en la instalación se limitan a seguir diagramas y planos al pie de la letra (sin un conocimiento específico de lo que se está haciendo). Si se comete algún error en la etapa de diseño, éste se arrastrará durante todo el proyecto, y es hasta la etapa final de la puesta en marcha cuando saldrá a relucir el error, etapa en la que hacer algún cambio representa gastos mayores de tiempo, dinero y esfuerzo.

Y aunque normalmente se cuenta con supervisores de obra, que son los encargados de supervisar los trabajos que realizan los contratistas y detectar cualquier problema antes de que sea demasiado tarde, en algunas ocasiones estos supervisores desconocen todo el proyecto y no cuentan con capacitación en electrónica; por lo general son ingenieros civiles con conocimientos básicos de electrónica, y esto sumado al desconocimiento del proyecto provoca que muchos errores pasen desapercibidos cuando era posible su corrección.

Capítulo # 3

Definición del problema

En mi trayectoria profesional he observado que ocho de cada 10 proyectos de seguridad electrónica tienen problemas relacionados con la ejecución, para ser más específico puedo decir que los problemas que causan grandes atrasos y gastos innecesarios son los problemas relacionados con la instalación.

Como fue mencionado en los antecedentes del problema, esta situación se debe a la falta de capacitación de las personas que conforman los grupos de trabajo que realizan la instalación de un SSE, porque éstos normalmente ejecutan proyectos relacionados con obra civil, plomería, electricidad etc., pero rara vez en SSE, por lo que sus conocimientos y habilidades no son suficientes para trabajar con equipos electrónicos especializados, no afirmando que no sean capaces de hacer la instalación, sino que no están capacitados para dicha labor.

Estos grupos de trabajo encargados de la ejecución están integrados por instaladores, residentes, supervisores y un director de proyecto, que rara vez tienen una formación en electrónica, lo que ocasiona problemas que fácilmente se podrían evitar brindando capacitación a todo el personal involucrado en los proyectos.

La parte de la ejecución de un proyecto representa la transformación de una idea en algo real, y es la parte de un proyecto en donde se requiere un mayor número de recursos, razón por la cual es indispensable ocuparlos eficientemente, pero si no se capacita al personal que realiza las tareas de ejecución, se están malgastando muchos de estos valiosos recursos.

Este problema afecta indirectamente a toda la planeación del proyecto, ya que al no cumplir con fechas de entrega, causa retardos en la instalación y se genera una serie de problemas que incluso pueden llegar a cancelar el proyecto; por eso la capacitación juega un papel muy importante en esta cadena de esfuerzos planificados.

Hoy en día a algunas empresas no les interesa invertir dinero en capacitación, pues les resulta un gasto excesivo en primera instancia al no ver los resultados a corto plazo, pero

si observaran los resultados positivos a largo plazo de capacitar al personal y el ahorro en recursos, aumentaría notablemente el índice de capacitaciones que las empresas darían.

Por ello en este trabajo se presentan tres casos reales donde se observa claramente cómo la falta de capacitación puede afectar un proyecto, y cómo la capacitación previene e incluso resuelve esta situación.

Una persona capacitada puede resolver problemas y actuar eficaz y eficientemente ante situaciones complicadas.

Capítulo # 4

Análisis y metodología empleada

Para analizar el vínculo que hay entre las fallas de un SSE y la relación con una mala instalación causada por falta de capacitación, describiré tres casos reales de estudio en los cuales participé.

En cada caso se analizaron las problemáticas en cada fase del proyecto, así como el perfil de los involucrados, encontrando que el común denominador de todos ellos fue, como lo he mencionado, una mala instalación causada por falta de capacitación.

En este capítulo se describirá el caso y el problema abordado.

En el siguiente capítulo se describirá la solución a cada caso, y cómo esta experiencia podría ayudar para capacitar al personal involucrado y así prevenir problemas similares en proyectos futuros.

Por motivos de privacidad y respeto no entraré en detalles respecto a la ubicación, nombres, ni fechas de los proyectos aquí mencionados.

Caso de estudio # 1. Sistema CCTV en fábrica

Descripción del caso

Se instaló un sistema de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) que cuenta con 27 cámaras IP distribuidas en una amplia zona de una fábrica que requiere seguridad. Para transmitir el video desde todos los puntos del inmueble se necesita una infraestructura capaz de transmitir video por grandes distancias.

La salida de video que tiene cada cámara es un salida RJ-45, para usar con cable de cobre UTP. La transmisión máxima de video por cable UTP es de 100 mts., la cual no es suficiente para los requisitos de este proyecto, por lo que se escogió hacer una conversión de cobre a fibra óptica (FO) multimodo, capaz de transmitir video hasta 2 Kms. de distancia, ideal para cubrir el área de la fábrica conectando cada cámara hasta un centro de control.

El sistema se diseñó de la siguiente manera:

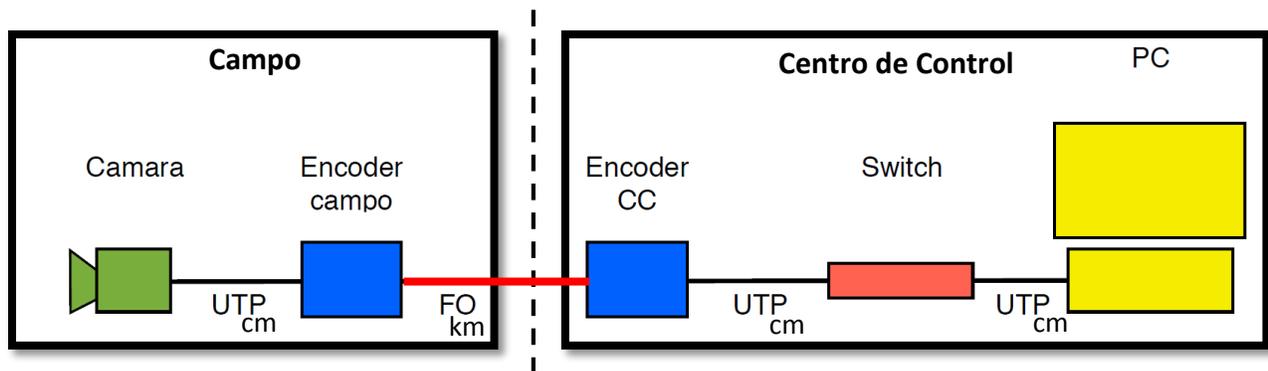


Ilustración 2. Sistemas de CCTV

- **Cámara:** consta de una cámara HD con tecnología IP para la transmisión de video, con conector de salida RJ-45.
- **Encoder Campo:** es el equipo que convierte la señal de video proveniente de la cámara de cobre a fibra óptica; tiene como entrada un conector RJ-45 para cable de cobre UTP y como salida un conector SC para fibra óptica multimodo.

- **Encoder CC:** es el equipo que convierte la señal de video proveniente de la fibra óptica del Encoder de campo; tiene como entrada un conector SC para fibra óptica multimodo y da como salida un conector RJ-45 para cable de cobre UTP.
- **Switch:** a éste se conectarán las 27 salidas de los Encoder CC de cada cámara a través de conectores RJ-45; su función es hacer la comunicación entre la PC y las cámaras.
- **PC:** es la encargada de administrar el video con un programa de gestión de video.

El sistema fue instalado por personal del contratista asignado para el proyecto, cuyo personal fueron técnicos eléctricos con experiencia en obra.

El supervisor y encargado de obra fue un ingeniero civil asignado por la empresa que diseñó el proyecto.

Tanto al contratista como al supervisor se le dieron planos y diagramas específicos con la ubicación de cada equipo, y el tipo de cables y conectores que debían poner.

Después de unos meses, el sistema quedó instalado a la espera de la puesta en marcha que realiza el departamento de soporte técnico del cual formé parte.

Al momento de la puesta en marcha fui asignado para configurar todos los equipos y dejar el sistema listo para la entrega. Me dispuse a configurar cada cámara desde el programa de gestión de video, y debido a que todas las cámaras son IP y los equipos de transmisión (Encoder y Switch) son transparentes para la comunicación entre la PC y las cámaras, es posible acceder a cada cámara desde la PC en el cuarto de control, lo cual facilita esta tarea.

Detección del problema

Desde el programa de gestión de video sólo podía tener comunicación con cuatro de 27 cámaras, las demás cámaras simplemente era como si no existieran.

El área donde se instalaron las cámaras es de alrededor de 4 hectáreas. Enviar al personal a cada cámara para revisar cuál era el problema en cada una de ellas tomaría varios días;

los costos por estas fallas son altísimos y más aún cuando se suponía que todas las cámaras habían sido instaladas conforme a los planos y diagramas originales, por lo que no debería existir ninguna complicación; todas las cámaras al ser energizadas deberían reflejarse en el software de gestión de video, situación que no sucedió.

En los capítulos siguientes hablaré de cómo encontré el problema, la solución que apliqué, la causa y cómo esta experiencia nos puede ayudar a evitar este tipo de situaciones.

Caso de estudio # 2. Sistema de seguridad perimetral con fibra óptica

Descripción

En un sitio se instala un sistema de seguridad perimetral que consta de dos procesadores que analizan la señal proveniente de un cable sensor de FO (fibra óptica). El cable sensor está compuesto por cuatro elementos en su interior, dos de ellos son cables de cobre calibre 18 para llevar energía al sistema y así ahorrar tiempo, espacio y dinero en una instalación eléctrica independiente.

Los otros dos son hilos de fibra óptica (FO) multimodo que funcionan como un gran sensor; el cable es acoplado a una malla ciclónica que recorre todo del perímetro de la instalación a proteger; cualquier cambio en la malla será detectado por el cable sensor y reportado a los procesadores.

Un ejemplo del sistema se muestra a continuación.

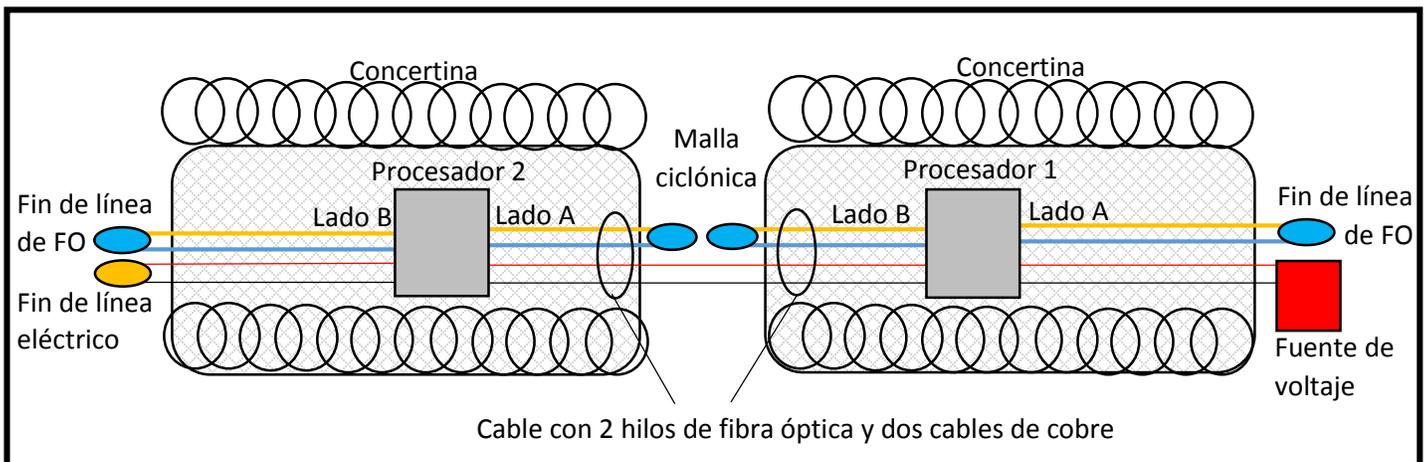


Ilustración 3. Sistema de seguridad perimetral

Cada procesador tiene dos lados independientes, lado A y lado B. El sistema funciona enviando un haz de luz a cada lado, el haz de luz recorre una de las FO y regresa por la otra FO a través del fin de línea, que no es más que un loop entre las FO, es decir, el haz de luz es enviado desde un transmisor láser en el procesador, éste viaja por todo el cable,

llega al fin de zona y a través del loop regresa por el otro hilo de fibra, para finalmente llegar a un receptor en el procesador. Esta descripción aplica para cada lado de cada procesador.

En el extremo derecho se encuentra una fuente de voltaje única que, a través de los cables de cobre lleva energía al procesador 1 y 2, como se muestra en la Ilustración 3. En el extremo izquierdo se encuentra un fin de zona eléctrico, cuya función es aislar los cables de energía para evitar corto circuito.

Los procesadores son circuitos electrónicos especialmente diseñados para interpretar cambios en el haz de luz que viaja por la FO. Estas variaciones de luz son convertidas en impulsos eléctricos que son analizados y comparados, para determinar si se presenta algún cambio que el sistema pueda interpretar como una intrusión.

Si el cambio corresponde a lo que el sistema reconoce como intrusión, entonces se emitirá una alarma sonora y visible para que un usuario la pueda ver, es decir, cuando alguien intenta cortar, escalar o mover la malla ciclónica, en la cual está acoplado el cable de FO, esta acción provocará un cambio en la luz que viaja por cable de FO que está acoplado a la malla, este cambio será detectado por el procesador y acciona una alarma que avisará que alguien intenta penetrar al perímetro que se está protegiendo.

Detección del problema

La instalación del cable sensor de fibra óptica a la malla ciclónica la realizó un contratista local, al cual se le instruyó cómo debía acoplar el cable a la malla. En su mayoría los encargados de esta labor fueron técnicos eléctricos y obreros de construcción; se asignó un supervisor de obra por parte de la compañía responsable, que fue un ingeniero civil con experiencia en obra.

Al llegar la puesta en marcha del sistema nuevamente fui asignado como encargado para calibrar, configurar y dejar el sistema funcionando. Siguiendo los procedimientos que aprendí en la universidad, procedí a verificar el funcionamiento de la fuente de voltaje desconectada del sistema; los resultados fueron los esperados, es decir, el voltaje de salida era el óptimo para el funcionamiento del sistema, así que continúe a interconectar el sistema con la fuente de voltaje apagada.

Como procedimiento de seguridad volví a revisar la salida de la fuente ya con los equipos conectados en busca de algo fuera de lo normal, desgraciadamente detecté la presencia de corto circuito al interconectar el sistema. Revisé los puntos críticos, como las conexiones con los procesadores y el fin de zona eléctrico, para descartar que el corto fuera un error menor, pero el corto siguió presente. De no haber revisado esto y haber encendido la fuente sin verificar el sistema, habría causado un daño al sistema.

Esto significaba que en algún lugar del perímetro existía un daño en el cable que provocaba un corto circuito. Esto se detectó a pocos días de entregar el proyecto, y enviar al personal a inspeccionar 3 Kms. de perímetro en busca de algún daño en el cable era una tarea muy complicada que requería mucho tiempo y esfuerzo, sumado a la presión por entregar el proyecto. Este tipo de fallas son comúnmente detectadas en etapas finales de los proyectos, y vuelven aún más complicado el problema.

El procedimiento que seguí para detectar en el menor tiempo posible la falla y resolver el problema será relatado en el capítulo 5, así como la causa del problema y cómo evitar este tipo de errores. Cabe destacar que fue mi capacitación en electrónica y en este sistema lo que me ayudó a resolver el problema eficientemente.

Caso de estudio # 3. Sistema en planta productora

Descripción

Se realizó la instalación de 110 sensores de movimiento con tecnología de doble sensor para cubrir áreas estratégicas de una planta productora. Estos equipos funcionan con base en dos sensores con principios distintos: uno tiene un sensor Infrarrojo activo que emite luz infrarroja en una área y detecta los cambios de ésta al ser reflejada por objetos en movimiento; el otro es un sensor de microondas que funciona con base en el efecto doppler, detectando objetos en movimiento por medio de la variación de las ondas reflejadas en estos.

Ambos sensores están acoplados a un mismo equipo, le llamaremos únicamente *sensor* a este equipo que incluye los dos sensores antes mencionados. Por medio de una compuerta lógica “and” el sensor nos da una salida de alarma cuando ambos sensores detectan la presencia de un objeto en movimiento, esto es realmente útil, ya que se elimina una gran parte de falsas alarmas que los sensores por separado darían.

En la siguiente ilustración se muestra cómo se vería la luz infrarroja y las microondas si fueran visibles.

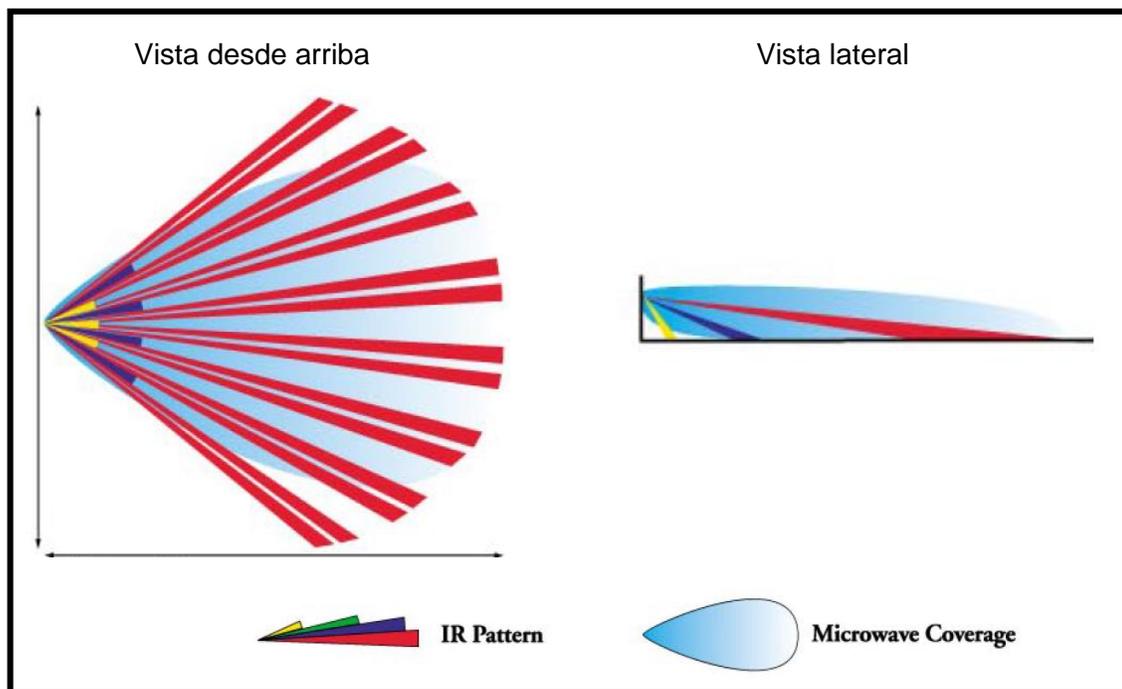


Ilustración 4. Luz infrarroja y microondas

Los 110 sensores serán conectados de 10 en 10 a un circuito supervisor, que detecta el cambio de estado de dichos sensores para reconocer si hay una alarma o no, y posteriormente enviarla a un sistema de gestión de alarmas. Cada sensor puede presentar 3 estados:

- ✓ No Alarm: cuando no hay objetos en movimiento.
- ✓ Alarm: cuando se detecta un objeto en movimiento.
- ✓ Tamper: cuando se intenta sabotear el sensor.

Estos estados son diferenciados por un valor de resistencia que es reflejado como un valor de voltaje en el circuito supervisor, como se muestra en la siguiente ilustración:

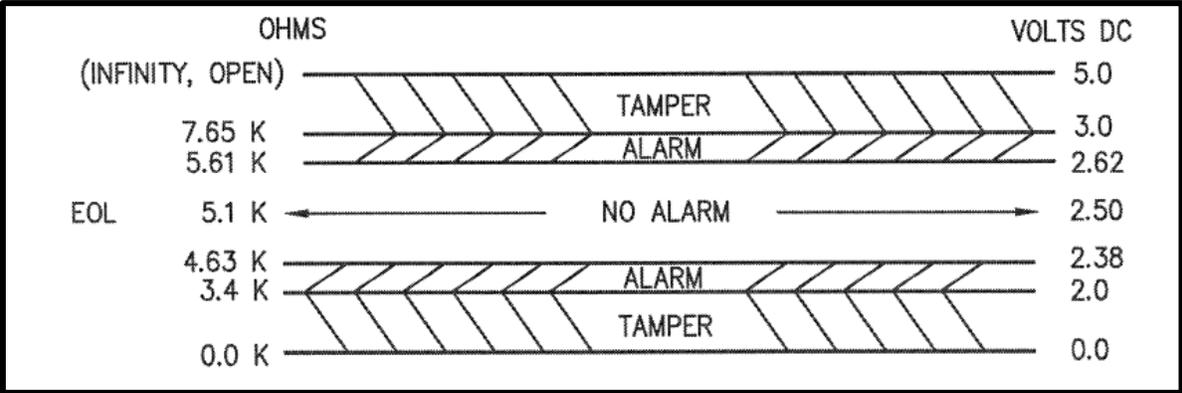


Ilustración 5. Valores para los estados de alarma

Cada sensor cuenta con dos contactos, normalmente cerrados, para con ellos realizar el arreglo de resistencias, que dé como resultado los valores que el circuito supervisor pueda identificar como alguno de los tres estados antes mencionados.

De esta forma el arreglo de resistores quedaría como se muestra a continuación:

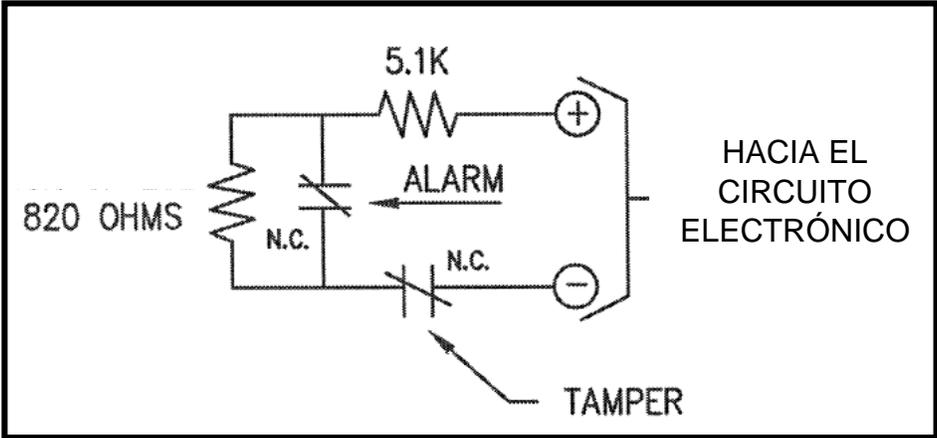


Ilustración 6. Circuito de alarma

De esta forma cuando no hay objetos en movimiento, es decir, sin alarma, ambos contactos permanecerán cerrados y el valor de resistencia que se reflejará en las terminales que van hacia el circuito supervisor será de $5.1 \text{ k } \Omega$.

Si se detecta un objeto en movimiento, el contacto de alarma pasaría de cerrado a abierto, lo cual reflejaría en las terminales que van hacia el circuito supervisor la suma de los dos resistores $5.1 \text{ k } \Omega + 820 \text{ } \Omega = 5.92 \text{ k } \Omega$ que, de acuerdo a la tabla representa estado de alarma.

De igual forma, si se intenta sabotear al equipo, el contacto de tamper pasaría de cerrado a abierto lo que se vería reflejado en las terminales que van hacia el circuito supervisor como resistencia infinita, que de acuerdo a la Ilustración 5 es un estado de tamper o sabotaje.

Detección del problema

Los equipos fueron instalados a lo largo de toda la planta, de acuerdo a planos y diagramas realizados en las oficinas principales de la empresa encargada. Los instaladores fueron técnicos electricistas y supervisados por un ingeniero civil con experiencia en obra.

Para la calibración, configuración y puesta en marcha fue requerida mi presencia en el proyecto.

Al llegar al primer grupo de sensores descubrí que el circuito supervisor reconocía a todos los sensores en estado de tamper permanente, cuando físicamente no se encontraban en ese estado. Sin importar si se encontraba o no un objeto en movimiento enfrente de ellos, el circuito supervisor los veía como si estuvieran siendo abiertos, es decir, en estado tamper.

Todos los equipos ya habían sido instalados y el supervisor de obra había revisado cada equipo y dado por buena la instalación firmando documentos de recibido, lo que deslindaba al contratista de cualquier cambio. Eran 110 sensores instalados y recibidos, que de acuerdo al cronograma de actividades debían quedar listos en no más de cuatro días.

Los detalles de este problema serán expuestos en el capítulo siguiente al igual que la causa y la solución.

Capítulo # 5

Participación profesional

Gracias a mi experiencia, habilidades, formación como ingeniero y capacitación profesional pude encontrar solución y resolver los casos de estudio que menciono en este trabajo, y al mismo tiempo encontrar la estrecha relación que hay entre ellos y la falta de capacitación en el personal que ejecuta estos proyectos, refiriéndome a instaladores, residentes de obra, arquitectos, supervisores e incluso directores.

Como responsable de la puesta en marcha de estos proyectos, usé mi conocimiento y habilidades para crear grupos que trabajaran como equipo, y en conjunto resolver los problemas; de esta forma pude estar muy de cerca con la causa y solución de cada uno de los casos aquí detallados, y es por eso que pude detectar las grandes similitudes de todos ellos: la **falta de capacitación**.

A continuación muestro el desenlace de cada caso de estudio.

Caso de estudio # 1. Sistema CCTV en fábrica

Participación

Lo más importante para localizar un problema en los sistemas electrónicos es recopilar información, es decir, conocer cómo se manifiesta la falla, saber cuáles son los elementos involucrados y las características del problema.

Al ser parte del equipo de diseño de este proyecto tuve el conocimiento de cada parte del sistema, así como la capacitación para ponerlo en funcionamiento. Para reunir información hablé con cada uno de los instaladores y pregunté cómo habían hecho las conexiones, instalación, etc. Pude detectar que no conocían los términos específicos como conector RJ-45, o cuando me refería al Encoder como equipo de conversión de cobre a fibra, simplemente ellos no sabían lo que habían instalado.

Supe que el problema estaría en la instalación, por lo que realicé una hoja con los detalles de los equipos y cómo se interconectaban unos con otros.

Posteriormente realicé una reunión para platicar con la gente involucrada, y motivarlos a resolver el problema lo antes posible, es decir, hice una pequeña capacitación; también desarrollé un método en el que dividía todo el sistema en elementos independientes y cada elemento tenía que ser probado por separado, sólo si los resultados eran positivos se podía continuar con el siguiente elemento, que equivalía a la siguiente etapa del sistema.

De esta forma me aseguraba que cada elemento era verificado, y de haber alguna falla, ésta sería detectada inmediatamente.

También en el proceso de verificación podría saber qué elementos eran los que estaban fallando y con esto poder solicitar refacciones o reparaciones rápidamente, y al mismo tiempo podría descubrir si la falla era repetitiva, y de ser así podría aplicar una solución general ahorrando tiempo.

Solución

Realicé un documento que incluía los detalles de los equipos, sus conexiones y descripción de las pruebas básicas necesarias para comprobar su correcto funcionamiento; organicé dos equipos de trabajo, los capacité brevemente y se fueron a campo a seguir mis indicaciones.

Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

Cámara

Voltaje: verificar el voltaje de 24 V con el multímetro.

Enfoque: con la ayuda del display analógico, conectar el cable coaxial a la cámara y manipular las palancas hasta conseguir la mejor calidad de imagen.

UTP: con el probador de UTP verificar el cable.

Encoder en campo

Voltaje: verificar el voltaje de 12 V con el multímetro.

Canal: verificar que se encuentre en el canal 1 y que estén correctamente conectados RX y TX de la FO.

FO: con la ayuda de un apuntador láser verificar que la luz llegue de campo al Centro de control.

Encoder en CC

Voltaje: verificar el voltaje de 12 V con el multímetro.

Canal: verificar que se encuentre en el canal 1 y que estén correctamente conectados RX y TX de la FO.

UTP: con el probador de UTP verificar el cable.

Después de 30 minutos de seguir este procedimiento de revisión, se detectaron dos fallas repetitivas.

1. El cable de FO óptica estaba cruzado.
2. El cable UTP estaba mal armado.

Inmediatamente hablé con los instaladores y les pregunté sobre el estándar que habían usado para el cable UTP: 568A o 568B.

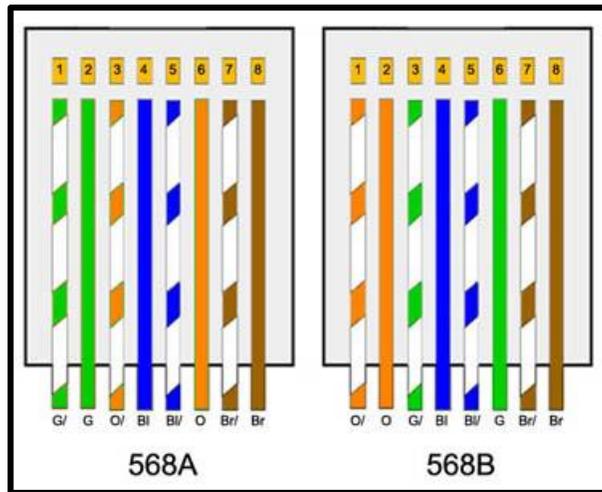


Ilustración 7. Estándares usados para cable UTP/RJ-45

Ellos no sabían que había un estandar para poner el conector, por lo que sólo pelaban los hilos y los metían al conector para después poncharlo, sin importar el orden en que quedaban los hilos.

De los 23 equipos con falla, 12 tenían mal armado el conector, en seis estaba cruzada la fibra y cinco tenían ambos problemas.

Les expliqué cuál era el orden correcto para armar el conector. Armé uno con ellos enseñándoles cómo deberían de hacerlo y también les expliqué cómo viajaba la luz en la fibra óptica y como deberían de ir los hilos de fibra, es decir, TX con RX, y RX con TX, ya que así se entablaba la comunicación. Después de capacitarlos en lo que observé que desconocían, procedimos a hacer los cambios.

Los resultados fueron sorprendentes; con el conocimientos adquirido, los instaladores rápidamente pudieron detectar y solucionar el problema en cada cámara.

En tres días las 27 cámaras quedaron en línea y el proyecto listo para la entrega.

Causa

- ✓ Falta de capacitación para los instaladores.
- ✓ Falta de capacitación para los supervisores de obra.
- ✓ Obviedad por parte de los ingenieros de conceptos que los instaladores no conocen.
- ✓ Falta de diagramas con un lenguaje de fácil entendimiento para personal sin formación de ingeniero electrónico.

Caso de estudio # 2. Sistema de seguridad perimetral con fibra óptica

Participación

Para detectar el corto lo más rápido posible, separé el sistema en cada uno de sus elementos y los revisé independientemente, tal como lo relato a continuación.

1. Desconecté los dos procesadores y encendí la fuente de poder; la fuente sin carga funcionó correctamente.
2. Conecté únicamente el procesador 1; la fuente y el procesador trabajaron correctamente.
3. Conecté únicamente el procesador 2; la fuente y el procesador trabajaron correctamente.
4. Conecté el procesador 1 más el procesador 2 y encendí la fuente, inmediatamente se fundió el fusible, indicando corto circuito.

Realicé pruebas de continuidad y de medición de voltaje, encontrando lo siguiente:

El cable sensor se instaló en la concertina sin tener cuidado con las filosas púas que ésta tiene, lo que ocasionó que estas púas pincharan el cable sensor en todo el perímetro, dañando en algunos casos fibra óptica, y en otros cables de alimentación eléctrica.

En cuestión eléctrica, las púas se enterraron en el cable sensor, provocando un contacto entre los cables de cobre y la concertina, en algunas zonas en el cable positivo, y otros en el negativo, haciendo que la concertina actuara como puente entre ellos, lo que ocasiona que al conectar sólo un procesador no se provocara un corto circuito, pero al conectar el otro procesador sí se produjera el corto circuito; esta situación se ilustra a continuación.

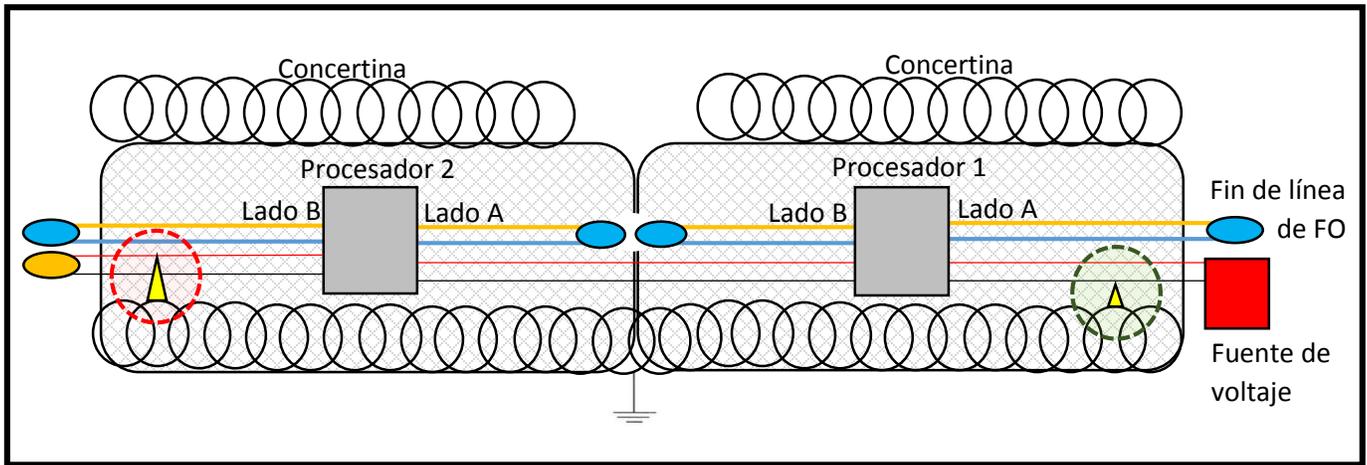


Ilustración 8. Daño en sistema de seguridad perimetral

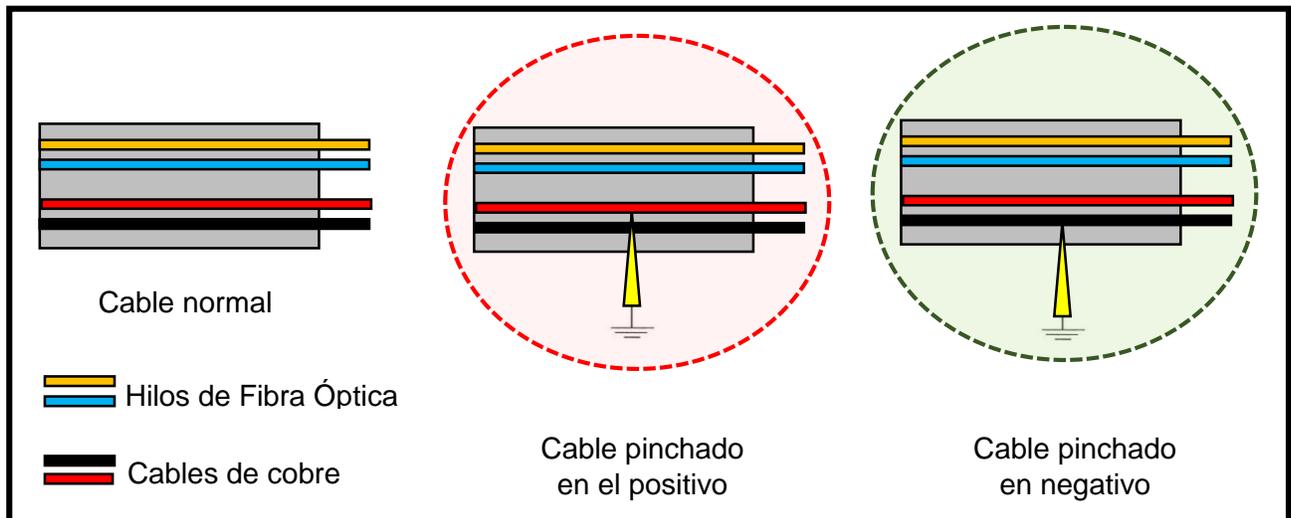


Ilustración 9. Diagrama de daño en cable de cobre

La concertina actúa como un puente entre positivo y negativo, lo que provoca el corto circuito.



Ilustración 10. Foto de daño en cable

Solución

Sabiendo que la falla era causada por púas de concertina clavadas en el cable, se mostró la situación al personal y se explicó la solución. Después el personal recorrió todo el perímetro verificando que el cable no estuviera pinchado ni expuesto a futuros daños; se entregó equipo de protección y herramientas adecuadas para trabajos con concertina, y con el equipo adecuado se doblaron las púas peligrosas, y se acomodó el cable de tal forma que no se dañara.

Al concluir esta labor se revisó el estado del sistema en busca de corto circuito, los resultados fueron positivos ya que el corto había desaparecido. Afortunadamente no hubo daños mayores, y en poco tiempo se habilitó el sistema y se dejó listo para la entrega. Hay

que aclarar que esta solución fue gracias al análisis del problema, y los conocimientos de electrónica y la capacitación al personal que realiza las actividades.

Para este caso quiero comentar que al hacer una junta con el director del proyecto y otros ingenieros encargados, la solución que proponían era cambiar el cable, asegurando que éste estaba dañado, y sin hacer una revisión pedían que se cambiara todo el cable por uno nuevo, lo que implicaba dinero y tiempo. Gracias a mi experiencia, con un análisis sencillo pero concreto, y con un equipo de trabajo capacitado, se pudo dar con el problema y ofrecer una solución económica, eficaz y eficiente.

Causa

- ✓ Falta de conocimiento de los sistemas por parte de los instaladores y del supervisor de obra; los instaladores no sabían lo fácil que se podía dañar el cable, ni los cuidados que debían tener.
- ✓ No se usó el equipo de seguridad adecuado para protegerse de las púas de la concertina, por lo que los instaladores para no lastimarse sólo aventaban el cable encima de la concertina sin verificar si éste quedaba libre de picaduras.
- ✓ Falta de pruebas locales por parte de los instaladores para detectar a tiempo las fallas. Después de instalar cada tramo de cable, fácilmente se podían haber hecho pruebas para verificar que la instalación de ese tramo era correcta, lo que hubiera ahorrado tiempo.

Caso de estudio #3. Sistema en planta productora

Participación

Revisando a fondo los valores que enviaban los sensores hacia el circuito supervisor, pude apreciar que estos valores no cambiaban, a pesar de que el estado físico del sensor cambiara de alarmado a no alarmado, o tamper.

Fui a donde se encontraba colocado el sensor más cercano y subí a revisarlo (estos sensores son instalados a tres metros de altura), y al abrirlo pude observar que no había ningún resistor instalado.

Al preguntar a los instaladores y al supervisor de obra acerca del porqué no habían instalado los resistores, simplemente dijeron que no sabían que se tenían que instalar. El supervisor de obra comentó haberlos visto, pero simplemente los hizo a un lado, ya que pensó que no se requerían.

Es muy importante este caso, porque nos deja ver cómo algo que para un ingeniero electrónico hubiera sido obvio, para tres técnicos eléctricos y un ingeniero civil no lo fue. Este caso fue crítico, porque la falla fue muy sencilla pero sumamente costosa, ya que el supervisor al no saber que estos equipos requieran de un resistor para funcionar, no revisó si los instaladores lo habían o no colocado, y firmó de recibido 110 sensores.

Solución

La solución era sencilla, capacitar a cuatro personas acerca de cómo debían instalarse los resistores en los sensores, y después proporcionarles los medios adecuados para que fueran a instalar todos los resistores. Fueron días de trabajo que nuevamente se tuvieron que pagar, y que se hubieran podido evitar con capacitación.

Causa

- ✓ Falta de capacitación por parte de los instaladores, ya que de conocer el sistema hubieran notado la falta de resistores.
- ✓ Falta de diagramas claros y sencillos por parte de la empresa encargada del proyecto.
- ✓ Falta de una protocolo de revisión por parte del supervisor para verificar que efectivamente todo estuviera bien instalado.

Capítulo # 6

Resultados y aportaciones

Como podemos observar en estos casos, la solución a los problemas fue la organización y la capacitación. Con esto podemos afirmar que un proyecto mejorará su eficiencia si se hacen correctamente los grupos de trabajo y se escoge al personal indicado para cada labor, y de igual forma se capacita a todos los involucrados.

Ahora bien, podemos resumir la experiencia que el estudio de estos tres casos nos ha aportado en los siguientes consejos:

1. Antes de iniciar una instalación se debe conocer el perfil de los instaladores

Se deben armar equipos de trabajo de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Valoración de actividades:** se debe estudiar la tarea y determinar qué cualidades se necesitan para realizarla.
 - **Por habilidades:** considerar las destrezas y experiencia. Normalmente es el resultado de una formación especializada.
 - **Interpersonales:** por la interacción con los demás o formas de relacionarse, como trabajar eficazmente en equipo, resolución de conflictos (capacidad que tiene una persona de analizar situaciones difíciles y encontrarles solución), organizativas (personas con habilidad de comunicación y conocimiento de las instituciones, empresas, proyectos, etc.)
2. Posteriormente se debe capacitar a los involucrados en el proyecto en las áreas en donde desempeñarán su labor, se debe enseñar con ejemplos y teoría sobre los conceptos básicos del sistema a instalar.

3. El supervisor de obra debe tener capacitación profunda de los equipos que va a instalar, que incluye: funcionamiento, instalación, configuración y calibración; de esta forma cualquier detalle que tenga que ver con estos puntos podrá ser detectado en etapas tempranas del proyecto y corregir inmediatamente.
4. El diseñador del sistema, junto con los arquitectos y demás encargados de elaborar planos y diagramas, deben asegurarse que éstos sean claros y legibles para los instaladores.
5. Para tener un mejor control y mejores resultados en la instalación del sistema, se debe dividir en secciones que sean fácil de revisar y probar; se deben realizar pruebas intermedias después de la instalación de cada sección para ir verificando su correcta instalación. Uno de los mayores errores en proyectos grandes es que se instalan todos los elementos del proyecto, y es hasta el final cuando se hacen las pruebas y surgen los problemas, por eso deben hacerse pruebas intermedias para evitar problemas mayores.

Un cuadro de tareas, a veces denominado cuadro técnico del proyecto, puede ayudar a desglosar el proyecto en tareas elementales (listado de elementos).

6. Durante la ejecución del proyecto, se debe poner énfasis en la comunicación para tomar decisiones lo más rápido posible en caso de que surjan problemas. Así es posible acelerar el proyecto estableciendo un plan de comunicación, por ejemplo a través de:
 - El uso de un tablero, que muestre gráficamente los resultados del proyecto, permitiendo que el director del proyecto actúe en caso de anomalías.
 - Un informe de progreso que permita a todas las personas involucradas en el proyecto estar informadas sobre las acciones en progreso y aquellas terminadas.
7. Se deben crear protocolos de pruebas para cada tipo de equipos, los cuales el supervisor de obra debe conocer a la perfección y realizarlos al concluir cualquier instalación.

8. Para hacer pruebas en campo de los equipos instalados de forma correcta y eficiente, se pueden crear kits de herramientas y equipos especiales para hacer el tipo de pruebas que requieren los equipos. Estos kits deben ser autónomos, es decir, un técnico debe poder hacer cualquier tipo de pruebas de configuración y calibración a estos equipos sin necesidad de algo extra. Si el equipo requiere de alimentación eléctrica, entonces el kit debe incluir baterías; si requiere ajustes con desarmador, el kit debe de incluirlo. Esto facilita enormemente la tarea del técnico que realiza la instalación y las pruebas, ahorrando tiempo y dinero. Por ejemplo, un encargado de instalar cámaras deberá tener un kit para instalar cámaras, y con éste poder moverse por todo el perímetro, instalando velozmente las cámaras sin necesidad de regresar a un punto de reunión por herramienta o accesorios.
9. Se debe trabajar con la herramienta específica para cada trabajo. Es muy común ver en los proyectos que los instaladores ocupan unas pinzas como martillo; esto daña la herramienta y baja la calidad del trabajo. Estar capacitados en el uso adecuado de la herramienta es indispensable para la eficiencia de un proyecto.
10. Los encargados de los ajustes finales, como lo son programadores e ingenieros, deben hacer visitas regulares a las instalaciones del proyecto, para detectar a tiempo fallas o hacer cambios que pudieran complicarse con el paso del tiempo.

Además, se deberán organizar regularmente (una vez por semana, preferentemente) reuniones para administrar el equipo del proyecto, es decir, discutir regularmente el progreso del proyecto y determinar las prioridades para las siguientes semanas.

Capítulo # 7

Conclusiones

Como conclusión puedo decir que la falta de capacitación es la causante de la ineficiencia en la instalación de sistemas de seguridad electrónica.

“No instalas un foco detrás de un cuadro si sabes que a va a ser utilizado para alumbrar, y que éste genera calor que podría dañar el cuadro, y si no sabes para qué es un foco y cómo funciona, da lo mismo dónde y cómo lo instales. Este es el claro ejemplo de lo que pasa con los instaladores a la hora de colocar equipos de seguridad electrónica, no conocen lo que instalan ni saben para qué sirve.”

No es que no haya gente capaz en el país, lo que sucede es que la mayoría de las empresas no invierten lo suficiente en capacitar a sus empleados y esto se vuelve un ciclo vicioso.

El empleado es catalogado como deficiente al no cumplir eficientemente sus labores, lo que ocasiona despidos y rotación de personal. Esto es para los directivos un argumento para no invertir en los empleados, ya que no les conviene capacitar a alguien que no preste servicio por un largo tiempo a la empresa. Por eso no ven la capacitación como un beneficio, sin darse cuenta que al no capacitarlo son ellos mismos los que ocasionan la rotación de personal, y así continua el ciclo.

Al capacitar a un empleado le otorgas habilidades y conocimiento para desempeñar de la mejor forma posible su labor, que a largo plazo se verá reflejada en calidad y eficiencia, haciendo crecer a la empresa, y disminuyendo accidentes y rotación de personal.

Sin duda alguna después de haber trabajado por más dos años en esta área, puedo decir que la capacitación resolvería un gran número de problemas que existen hoy en día en los proyectos de seguridad electrónica, y en general en los proyectos de ingeniería.

Referencias bibliográficas

1. Cevallos, Gabriel. (2011). Seguridad electrónica. Recuperado del sitio <https://sites.google.com/site/seguridadelectronicagcm/capitulo-1/1-1-definiciones>
2. Empresa Argentina de Redes y Sistemas. Recuperado del sitio <http://www.ears.com.ar/productos-y-servicios/seguridad-electronica/>
3. Kernel Security and Fire systems. Recuperado del sitio <http://kernelsecurity.com.mx/>
4. Kioskea. Fases de ejecución de un proyecto. Recuperado del sitio <http://es.kioskea.net/contents/585-fase-de-ejecucion-de-un-proyecto>
5. Orellana, Lizeth, 2012. Fase de ejecución de un proyecto. Recuperado del sitio <http://lizzi2012.blogspot.mx/2012/09/fase-de-ejecucion-de-un-proyecto.html>
6. Parodi, C. (2001). El lenguaje de los proyectos». Gerencia social. Diseño, monitoreo y evaluación de proyectos sociales. Lima-Perú: Universidad del Pacífico. Recuperado del sitio http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto#cite_ref-Parodi_1_1-1
7. Project Management Institute, Guía de los fundamentos de gestión de proyectos PMBOK, Tercera Edición, Recuperado del sitio http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto#cite_ref-Parodi_1_1-1
8. Definición de Eficiencia. Recuperado del sitio <http://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia>

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 (Partes que componen un proyecto).....	9
Ilustración 2 (Sistema de CCTV).....	18
Ilustración 3 (Sistema de seguridad perimetral)	21
Ilustración 4 (Luz infrarroja y microondas)	24
Ilustración 5 (Valores para los estados de alarma).....	25
Ilustración 6 (Circuito de alarma)	25
Ilustración 7 (Estándares usados para cable UTP/RJ-45).....	30
Ilustración 8 (Daño en sistema de seguridad perimetral).....	332
Ilustración 9 (Diagrama de daño en cable de cobre).....	33
Ilustración 10 (Foto de daño en cable).....	343

“El conocimiento es la mejor inversión que se puede hacer”. **Abraham Lincoln**

“La adquisición de cualquier conocimiento es siempre útil al intelecto, que sabrá descartar lo malo y conservar lo bueno”. **Leonardo Da Vinci**