UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN EN ALMACENES DE LOGÍSTICA Y ALMACENAMIENTO"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
AREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA

PRESENTA

JOSÉ ALFREDO TOVAR LARA

DIRECTOR DE TESIS
M.I. EDUARDO ALARCÓN AVILA

MÉXICO, D.F., ENERO DE 2007

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
AREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA

TESIS

"Diseño de un sistema de Circuito Cerrado de Televisión en almacenes de logística y almacenamiento"

Presentado por: José Alfredo Tovar Lara

Dirección de Tesis: MI. Eduardo Alarcón Ávila

DEDICATORIAS

A MI ABUELO.† José Tovar Miranda
En agradecimiento a un claro ejemplo de perseverancia ante toda adversidad para cumplir los objetivos y metas propuestas en la vida. Es a él quien le dedico este trabajo con cariño y orgullo de ser su nieto.

A MI PADRE. José Tovar Sánchez
Por sus consejos y agradables momentos de reflexiones de toda ocasión.

A MI MADRE. Rosa María Lara Gómez
Por su cariño y paciencia en educarme y de enseñarme como afrontar los problemas en la vida.

A MIS HERMANOS. Esperanza Tovar Lara y José Miguel Tovar Lara.
Por todo su apoyo moral y económico en la trayectoria de mis estudios universitarios

A MI FAMILIA. Rocío Gallo Álvarez y Ricardo Chávez Gallo.
A quienes con cariño y respeto les agradezco el apoyo que me brindaron en todo momento para culminar una de mis grandes metas.

AL DIRECTOR DE TESIS Y SINODALES.
Un agradecimiento muy en especial, por la paciencia y confianza que me han tenido para terminar el desarrollo de este trabajo.

A MIS AMISTADES.
Amigos presentes en el trayecto de mi vida.
Jennifer Stephanie Belinda Murillo Galván, Eva González Soriano, Enrique Aguilar Hernández, Fernando Solís Silva, Elia Sánchez Ramírez, Xóchilt M. Zedillo Cárdenas, Jorge Morales, Edgar Zamudio, Felipe Cervantes, Daniel Viveros, Héctor A. Silva, Carolina Mejía, Antonio Arredondo, Antonio Hernández López, Arnoldo Ibarra, †Antonio Galgera, Larry Escobar, J. Antonio Ponce de León, Irma Plata, Olivia Hernández, Dulce M. Avalos, Laura García, Manuel García Méndez, Sergio Montoya, L. Elena. Ramírez Gochicoa, Mauricio Goyenechea, a todo el personal de Grupo Securitas, Javier López Llanas, Rubén Ecotto Kun, Jan Mark Peschard, William Doran, Daniel Torres, Beatriz Gómez, Cecilia Córdova Domínguez, E. Margarita Mejía Cortés, Alicia Cortés, Delia Carrasco, Hugo Palma, Oscar Alfaro, Julián Altamirano, J. Carlos González, Marco A. Lanzagorta, Martín y Francisco Gil, Pedro Guerrero, Gerardo Vázquez, Andrés Vázquez Ulloa, Hermanos Yépez Arredondo, Hermanos Arriaga, Familia Alvarez Chávez, Javier Gómez Escudero, Fernando Rea, Raúl Gettner Howkosky, Georgina Vidal, Adriana Montes, Alfredo Rodríguez, Laila Poch, Perla y Raúl Galindo, Lourdes Larriva, Manuel Rayn Solay, Alexandra Bravo Bermúdez, Moisés Loyo Ruíz, Armando García Sánchez. Mario Lozada Can, Roberto Remus, Martín Delgado, Jorge López, Jorge Jaramillo, Hortensia Andrade, Gabriela Oropeza y a todo el personal de la Compañía Sistemas de Seguridad Integral Avanzada, y los que faltan. Por su amistad y apoyo, gracias..

José Alfredo Tovar Lara

INDICE

Introducción..... 1
I. Teoría de señales analógicas..... 4
I.1. Señal eléctrica analógica..... 5
I.2. Señales de video..... 7
I.3. De la imagen a la señal eléctrica 17
II. Procesamiento digital de señales..... 23
II.1. Señales discretas y continuas..... 24
II.2. Construcción de señales 28
III. Teoría de transmisión de señales..... 30
III.1. Tipos de cables..... 31
III.2. Cables lineales paralelos..... 31
III.3. Cables coaxiales..... 43
III.4. Transmisión de señales a través de la Fibra Óptica..... 52
IV. Teoría del funcionamiento del proyecto..... 60
IV.1. Metodología..... 61
IV.2. Aplicación de la metodología..... 62
IV.3. Descripción del equipo propuesto..... 75
IV.4. Funcionamiento del sistema..... 85
Conclusiones..... 89
Bibliografía..... 91

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de seguridad, ha sido tema del día en estos últimos años. No cabe duda de que se ha requerido de utilizar nuevas técnicas para obtener mejores soluciones, además, con el avance de la tecnología en el ámbito de la electrónica y de las comunicaciones, ha facilitado a este sector reducir los costos utilizando los beneficios de la tecnología y que su adquisición sea de manera inmediata para cualquier sector.

Actualmente, ante la demanda de productos de grandes compañías distribuidoras y comercios que surten a extensas poblaciones, se ha tenido la necesidad de crear almacenes con capacidad de alto volumen y de tráfico constante, con el fin de surtir pedidos en forma continua. Estos almacenes son llamados "Almacenes de logística y almacenamiento"

Los almacenes son de grandes dimensiones y se construyen en grupos, desarrollándose de esta manera los parques industriales donde a toda hora operan las entradas, salidas, inventarios, y en algunos casos ventas directas de los productos. La ubicación de estos almacenes son en lugares extensos y aislados.

Se define un almacén como un conjunto de bienes en donde se resguardan los artículos. Estos son propios o suministrados por un cliente. Estos deben de ser registrados a su ingreso y salida requiriendo de una logística para su operación, la cual cubre los inventarios, el almacenamiento y distribución de los productos. Uno de los objetivos principales de estos almacenes es de establecer políticas para la conservación y custodia de las mercancías, es aquí, donde la seguridad tiene un lugar de suma importancia.

En los estándares internacionales, se mencionan dos tipos de seguridad: La primera es llamada "*Sefty"* que es la seguridad personal, el cuidado que debe de tener una persona al estar en el área de trabajo, al usar las herramientas y manejar los transportes para el traslado de las mercancías. La segunda es llamada "*Security"*, que es la seguridad física de las personas, bienes e inmuebles, que consiste en, disminuir a través de ciertos medios los riesgos y evitar pérdidas de valores humanas, bienes e inmuebles.

Esta tesis, se ha desarrollado bajo el concepto de "*Security"*, aplicado para estos tipos de almacenes, tomando en cuenta los medios que contribuyen para reducir los riesgos que logran los resultados esperados.

Un sistema de seguridad; Es el conjunto de elementos e instalaciones necesarios para proporcionar a las personas y bienes materiales existentes en un local determinado, protección frente a agresiones, tales como robo, atraco o sabotaje e incendio.

Así, en un siniestro, en principio lo detectará, luego lo señalizará, para posteriormente iniciar las acciones encaminadas a disminuir o extinguir los efectos, y pueden ser variables según las necesidades del local a proteger.

La selección, instalación y operación de un sistema de seguridad, parte de un proceso básico local, que se desarrolla hasta llegar a extensiones de niveles globales.

Los sistemas de seguridad, se dividen en cuatro bloques que son: robo, atraco, antirrobo, incendios y sistemas especiales

El presente trabajo, se planta para un almacén que distribuye en el área Metropolitana y el cual no cuenta con procedimientos ni equipos electrónicos de seguridad.

Para determinar los componentes y equipo del sistema que nos lleve a una solución adecuada, fue necesario referir a la “Teoría de señales analógicas”, con la finalidad de entender como son las señales en los elementos fundamentales del equipo que se usa, además dado que se requiere de sistemas digitales fue indispensable adentrarse al “Procesamiento digital de las señales”, posteriormente se hace patente conocer como se transporta la señal, y en que medios recurriendo a la “Teoría de la transmisión de las señales”, lo que permite plantear una metodología la “Teoría de funcionamiento de proyecto”, en donde se verán las características de los equipos seleccionados, así como su funcionamiento y en conclusiones se mencionan los resultados esperados.

CAPITULO I

TEORIA DE SEÑALES ANALÓGICAS

Teoría de señales analógicas

Se conoce como una señal analógica a la representación de una señal física cuya característica está representada por la magnitud que puede ser de cualquier valor, como es la amplitud dentro de un intervalo de tiempo. La mayor parte de la señales en el mundo son analógicas. Los circuitos electrónicos que manejan estas señales son llamados circuitos analógicos. A estas señales se les llama también señales de tiempo continuo. Figura 1.

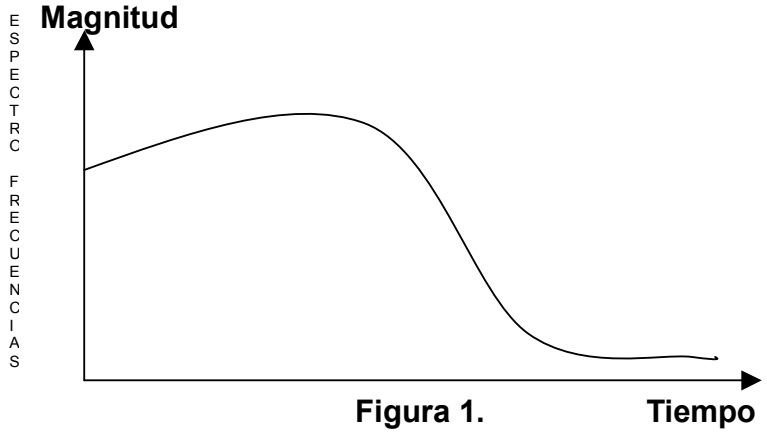


Figura 1.

Para entender mejor el concepto de las señales, se plantea a la “Señal eléctrica analógica” como un ejemplo.

Señal eléctrica analógica

Señal eléctrica analógica es aquella en la que los valores de la tensión o voltaje varían constantemente, incrementando su valor con signo eléctrico positivo (+) durante medio ciclo y disminuyéndolo a continuación con signo eléctrico negativo (–) en el medio ciclo siguiente. El cambio constante de polaridad de positivo a negativo provoca que se cree un trazado en forma de onda senoidal Ver Figura 2. Este es el cado de una onda eléctrica de sonido puede tomar infinidad de valores positivos y negativos, (superiores e inferiores), dentro de cierto límite de “volt” también positivos o negativos, representados siempre dentro de una unidad determinada de tiempo , generalmente medida en segundos. Ver Figura 2

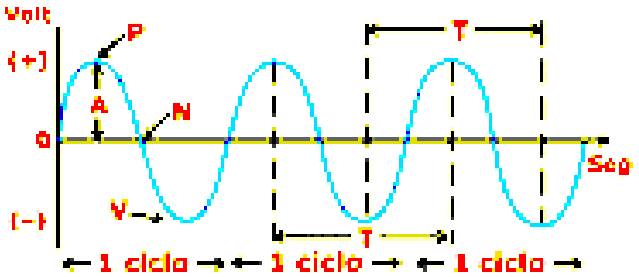


Figura 2

La representación gráfica de una onda senoidal alterna con una frecuencia en Hz (hertz) o ciclos por segundo. Cada ciclo está formado por: amplitud de onda (A), positiva (+) cuando la sinusoide alcanza su máximo valor de tensión o voltaje de pico (por encima de "0" volt) y negativa (–) cuando decrece (por debajo de "0" "volt").

El valor máximo que toma la señal eléctrica de una onda sinusoidal recibe el nombre de "cresta" o "pico" (P), mientras que el valor mínimo o negativo recibe el nombre de "vientre" o "valle" (V). La distancia existente entre una cresta o pico y el otro, o entre un valle o vientre y el otro se denomina "período" (T). Ver figura 2a

$$f(t) = A \text{ sen } (\omega t + \psi 0)$$

Representación matemática de la señal eléctrica

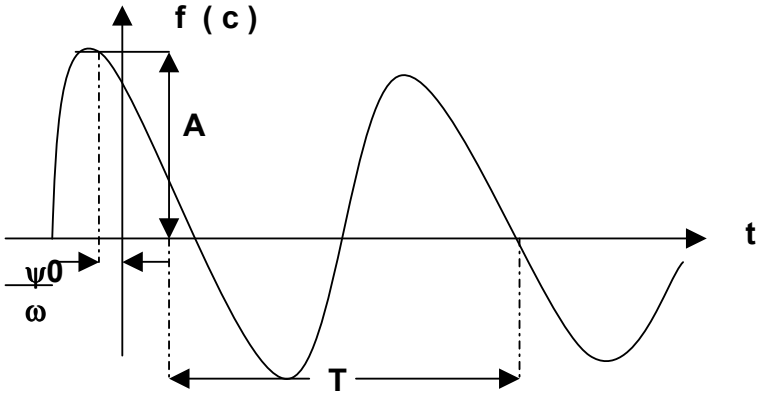


Figura 2a

Señales de Tiempo continuo

Una señal x(t), es una función real o escalar de la variable de tiempo t. Por “real”, se quiere decir que para cualquier valor fijo de la variable de tiempo t, el valor de la señal en el tiempo t es un número real. Cuando la variable de tiempo t toma sus valores en el conjunto de los números reales, se afirma que t es una variable de tiempo continuo y que la señal x(t) es una señal de tiempo continuo o una señal analógica.

Tipos comunes de señales de tiempo continuo son las formas de onda del voltaje y de la corriente en un circuito eléctrico, y las señales bioeléctricas como el de las electrocardiogramas o de las una electroencefalograma. Otras clases de señales de tiempo continuas comunes son las fuerzas y pares de motor aplicados a dispositivos mecánicos, las posiciones angulares o las velocidades angulares del rotor en un motor, o en una transmisión en un robot industrial y las velocidades de flujo de los líquidos o de los gases en un proceso químico. Ver figura 2b

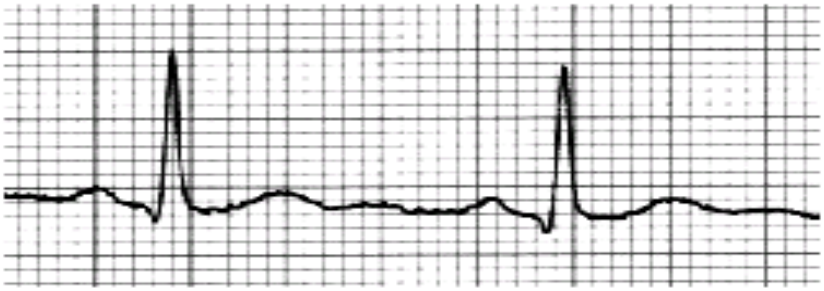


Figura 2b

Para este caso nosotros analizaremos las señales de voltaje de video.

SEÑALES DE VIDEO

Producción de imágenes móviles en cinematografía

En la reproducción sobre la película cinematográfica, la sensación de movimiento se produce por la rápida sucesión de imágenes individuales, en la que la siguiente representa una fase mas de movimiento Ver Figura 3. Estas imágenes se proyectan en orden sucesivo sobre la pantalla. Cada una de la imágenes permanece inmóvil durante muy breve tiempo, siendo sustituida luego a intervalos por la imagen siguiente. Así, por ejemplo, si se reproduce un jugador golpeando la pelota, ésta se hallará en la primera imagen junto al pie del jugador en la posición 1; en la segunda imagen, en la posición 2, en la tercera imagen en la 3, y así sucesivamente.

Debido a la inercia del ojo, a una velocidad o ritmo de 16 a 25 cuadros por segundo, las imágenes parciales se funden en un movimiento continuo, En cinematografía la velocidad normal es de 24 cuadros por segundos, con un intervalo de oscurecimiento entre una de ellas. Este cambio de imágenes produce un fundido de movimiento, que es además un movimiento de centello o parpadeo perfectamente perceptible al paso de una imagen clara y el intervalo de oscuridad.

Figura 3.

Producción de imágenes en televisión

Hace ya mucho tiempo que se conocen los procedimientos para la transmisión de imágenes y textos por medios electrónicos bajo el nombre de telegrafía o tele-transmisión de imágenes. En dicho sistema la imagen es explorada por líneas mediante un foto detector que transforma los valores de luminosidad o brillo en cada uno de los puntos de aquella en valores eléctricos. Estas oscilaciones llegan en orden sucesivo en al lugar de recepción donde vuelven a ser transformadas en valores de luminosidad, lo que se realiza alimentando.

El principio fundamental de la transmisión de imagen consiste en explorar por puntos los valores de luminosidad de la imagen o texto, transmitiéndolos sucesivamente al lugar de reproducción.

Para ello la imagen original se descompone, según la Figura 4., en una trama de líneas paralelas de recorrido oblicuo descendente en un ancho de línea, el órgano de exploración tiene que retroceder rápidamente recorriendo en un salto todo el ancho de la imagen hasta el principio u origen de la imagen hasta el principio u origen de la línea siguiente. Con objeto de que dicho retroceso se realice correctamente, además de las oscilaciones de corriente que se producen por los puntos de distinta luminosidad de la imagen, al final de la línea se prevé una señal especial que inicia el retroceso y cuida que la línea siguiente empiece exactamente en el lugar correcto. Esta señal consta de un impulso de corriente de mayor intensidad proveniente del emisor.

Figura 4a.

En la figura 4a, se representan los valores de luminosidad correspondientes a la línea 12 de la imagen. La figura 4b, inmediatamente debajo, representa las señales eléctricas correspondientes. En este caso ya se anticipa un detalle propio de la televisión a color: que la luminosidad de un punto de la imagen puede designarse también por densidad de brillo o luminancia. Al desarrollo de la señal según la figura 4b se designa por la señal de luminancia. El término de luminosidad o brillo suele emplear mas para expresar la impresión óptica de toda imagen.

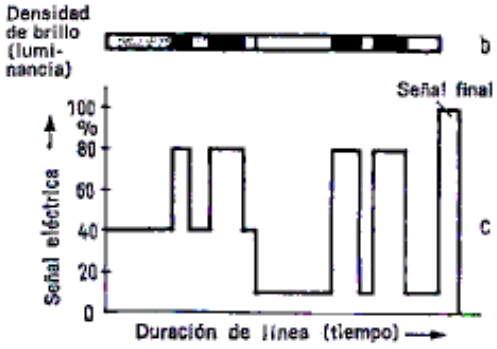


Figura 4b.

A continuación presentamos una tabla de valores de luminosidad.

Valores de luminosidad (brillo)	Señal eléctrica
Blanco	10%
Gris medio	40%
Negro	80%
Señal final	100%

Barrido de la imagen

El esquema del barrido de imagen comprende de las siguientes etapas:
Ver Figura 5**.**

1. Exploración lineal de la imagen. En televisión se emplea como sonda de exploración un fino haz electrónico en el tubo de la cámara.
2. Lo valores de luminosidad de cada uno de los puntos de imagen se transforman en señales eléctricas.
3. Estas señales son transportadas en orden sucesivo al lugar de reproducción.
4. Las señales eléctricas vuelven a ser transformadas en valores de luminosidad. En un receptor de televisión este proceso se realiza en e tubo de imagen.
5. Los mencionados valores de luminosidad actúan linealmente sobre la superficie de la imagen.
6. Unas señales o impulsos adicionales de sincronismo al final de cada señal de línea contribuyen a que el haz inscriptor retroceda con rapidez al principio de la línea siguiente.

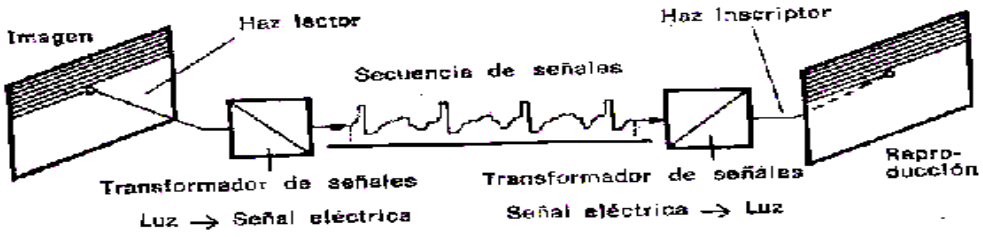
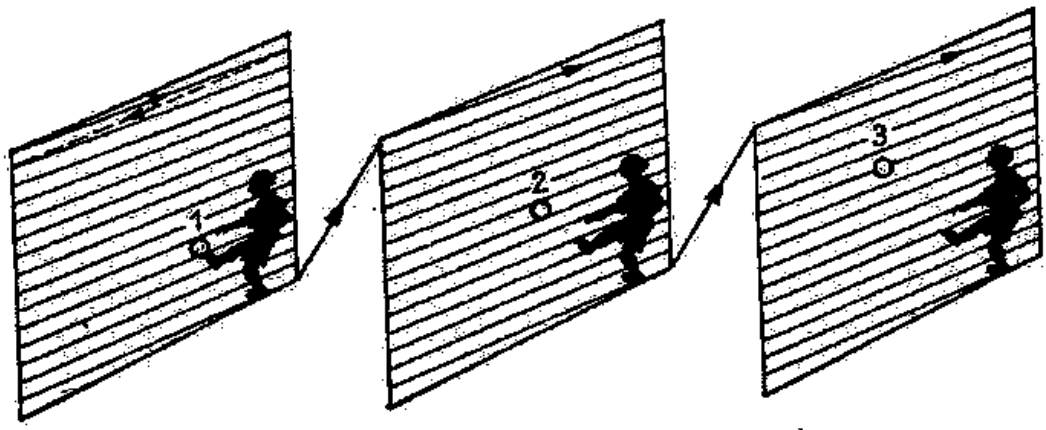


Figura 5

BARRIDO IMÁGENES EN MOVIMIENTO

Este barrido se compone de los principios representados en las figura 5, que ilustran imágenes individuales sucesivas en distintas condiciones de movimiento. Cada una de ellas vuelve a descomponerse en líneas y puntos, cuyos valores de luminosidad son a su vez transformados en oscilaciones de tensión y transmitidos en orden sucesivo.
Al final de cada línea se emite una señal sincronizada consistente en un impulso de corriente, metiéndose varios de ellos en orden sucesivo una vez terminada la exploración de un cuadro o imagen completa. Ver Figura 6.



Ver Figura 6.

PROCEDIEMIENTO DE EXPLORACIÓN ENTRELAZADA

Para obtener una imagen televisiva sin centello habría que recurrir, al igual que la cinematografía a las 50 imágenes por segundo, lo que representaría un al costo para su producción, en amplificadores y dispositivos de transmisión. Por lo consiguiente se transmiten sólo 25 imágenes y se adopta una solución análoga a la empleada en cinematografía. Primero se transmiten en 1/50 de segundo solo las líneas impares y en la siguiente fracción de 1/50 de segundo las siguientes líneas pares, de manera de que 2/50=1/25 de segundo se forma una imagen completa o cuadro. A este procedimiento, consistente en saltar una línea se denomina procedimiento de entrelazado de líneas o de interlíneas. La impresión recibida por el ojo es de 50 imágenes por segundo, quedando así eliminado el centello. El número de imágenes completas (cuadros) exploradas por segundo es lo que se conoce como frecuencia de cuadro, su valor es de 25 Hz. El número de imágenes parciales o campos exploradas en un segundo es la frecuencia de campo o frecuencia vertical ya que al comenzar una nueva imagen parcial el punto inscriptor tiene que saltar hacia arriba (verticalmente).Toda vez que una imagen completa se compone de dos parciales (de líneas pares e impares), la frecuencia de trama es de 50 Hz.

Cada trama de imagen debe de comenzar siempre en la misma altura, puesto que resultaría difícil proyectar un circuito para empezar en el punto superior de la imagen alternativamente una línea mas arriba o mas bajo. Por dicho motivo la primera imagen parcial (líneas impares) termina con una semi-línea, el resultado es una imagen completa de TV, siempre compuesta de un número impar de líneas, que en Europa es de 625 líneas cada una, se exploran en un segundo 625*25=15625 líneas. Esta norma recomendada en 1950 por el CCIR.

Descomposición y transmisión de las imágenes: Ver Figura 7.

Frecuencia de cuadros Número de imágenes completas por segundo 25Hz.
Frecuencia de campo (frecuencia de trama o frecuencia vertical)

Número de imágenes parciales o campos por segundo 50Hz.
Número de líneas=Número de líneas de un cuadro completo 625 líneas.
Frecuencia de líneas Número total de líneas por segundo
Número de líneas X frecuencia de cuadro= 625*25=15625 Hz.

En lugar de frecuencia de línea, se emplea también el término frecuencia horizontal por ser líneas prácticamente horizontales.

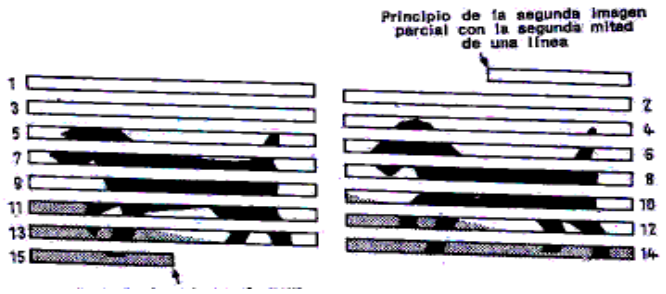


Figura 7

Señal de línea y señal de sincronismo

La señal de línea consta del contenido de la imagen y de la señal de sincronismo al final de la línea. A una frecuencia de línea de 15.625 Hz el tiempo disponible para esta ultima será:

T= 1/f = 1/15.625 = 64*10exp –6 = 64 micros segundos.

Desde este tiempo hay que considerar 11.5 micro segundos para las señales de exploración y de sincronismo, que se componen de un pequeño pedestal o umbral correspondiente a un impulso de sincronismo a unos 5 micros segundos de anchura y de otro umbral, también del mismo valor.
El valor de los impulsos de sincronismo es de 75 a 100% de la amplitud de la máxima señal de línea. El nivel de 75% representa el mismo tiempo del nivel de negro correspondiente a las partes mas oscuras de la imagen.

El nivel de blanco para las partes mas luminosas de la imagen es de 10% del valor máximo.
El desarrollo de luminosidad de una línea se realiza entre dos impulsos de línea en forma de oscilaciones de amplitud. Ver Figura 8.

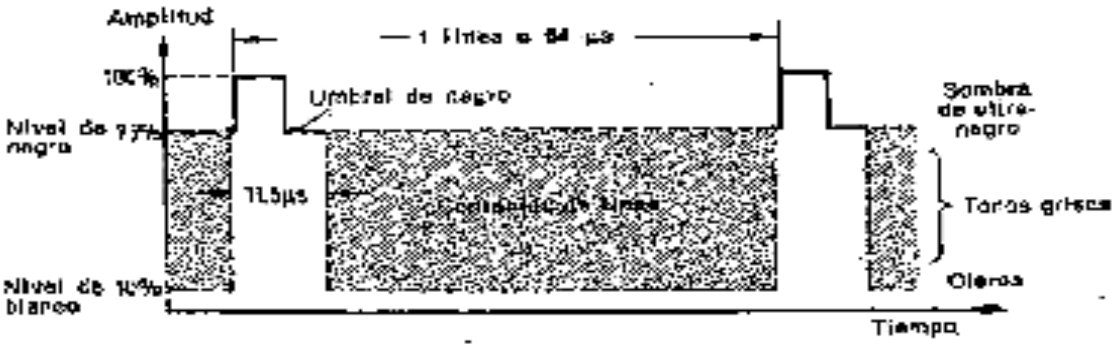


Figura 8

Señal de ráfagas (Burst)

Es llamada así a la señal de frecuencia portadora de color de unos 4.43MHz en pocos periodos o ciclos dentro de una señal de línea. Ver Figura 9

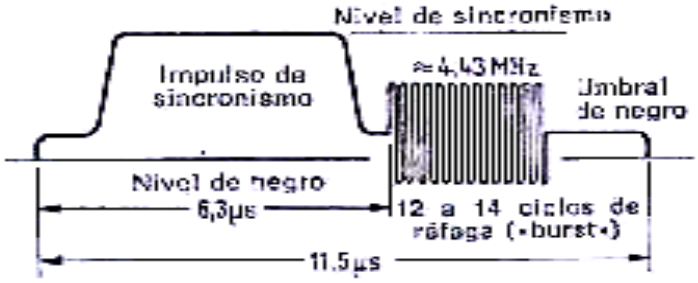


Figura 9

Impulsos de cuadro (Impulsos de trama)

Estos impulsos al final de una imagen parcial son mas anchos que los impulsos de línea, emitiéndose varias señales en el orden sucesivo.

La secuencia total de impulsos para el cambio de imágenes está dispuesta de manera que se mantiene constantemente en ritmo de las señales de línea. Por cada línea a trazos verticales, que corresponde al impulso de línea, hay un flanco de impulso ascendente. De este modo el impulso de línea se mantiene incluso durante el cambio de imagen, por lo que al iniciar la nueva imagen se registra una serie de líneas invisibles. Por lo tanto una imagen de televisión no se compone de 625 líneas, si no que el número de líneas es aproximadamente un 5% menor. Ver Figura 10.

Figura 10.

Señal de imagen con contenido de tonalidad gris

La tonalidad de imagen de la línea se trasforman en valores de tensión de la manera siguiente: al impulso de sincronismo y al umbral de negro de la línea les siguen primeramente, a la izquierda un tramo blanco. Ver Figura 11.

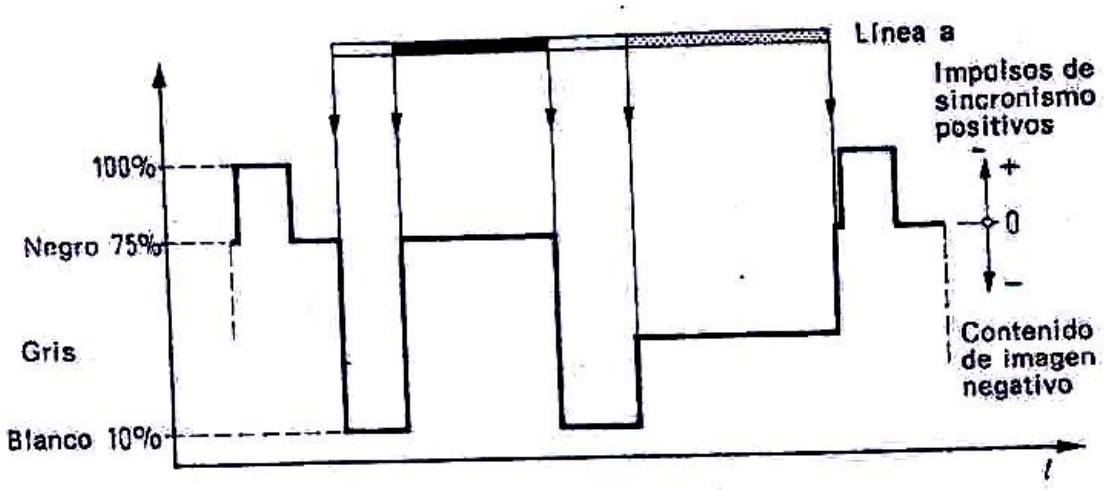


Figura 11.

Línea de imagen con una pequeña porción de corriente continua

La línea “d”, es el caso inverso, comprende sólo de una pequeña porción de blanco por el lado izquierdo.

El elevado contenido de negro produce una tensión de señal que representa un 75% de nivel de negro. En este caso la porción o parte de corriente continua es también elevada. Ver Figura 12.

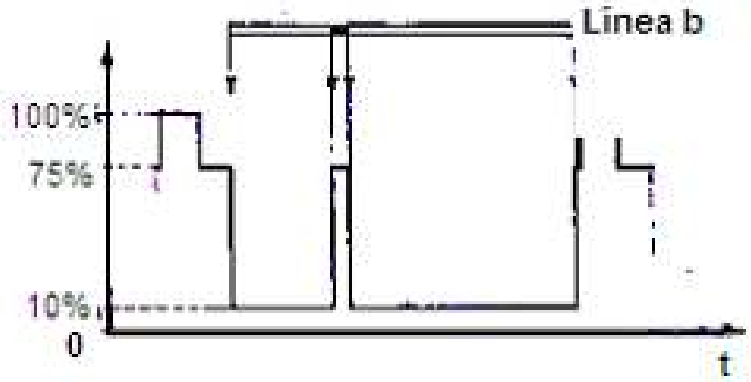


Figura 12.

Línea de imagen con gran porción de corriente continua

La línea “d” es el caso inverso; comprende sólo una pequeña porción de blanco por el lado izquierdo.

El elevado contenido negro produce una tensión de señal que representa un 75% del nivel de negro. En este caso la porción o parte de corriente continua es también elevada. Ver Figura 13.

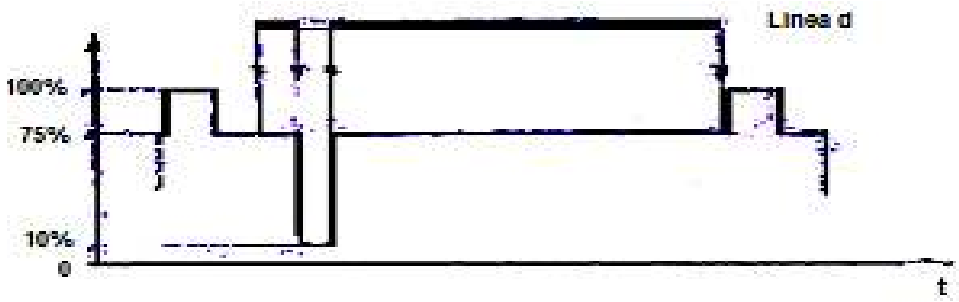


Figura 13.

Generación de tensiones alternas mediante finos detalles de la imagen

En el diagrama de tensiones se forma así sobre el nivel de blanco una tensión alterna de forma rectangular, que debe de ser también retransmitida. Cuanto mas finos sean los detalles a reproducir, mayor será la frecuencia de la tensión alterna generada.

La imagen de televisión tiene una altura de 625 líneas. La anchura de la imagen guarda una proporción de 4:3 con respecto a la altura (relación de aspecto). Los puntos de la imagen a retransmitir deben de tener las mismas dimensiones en ambos sentidos. En ancho “d” en línea habrá por tanto: 625*(4/3)=833 puntos de imagen.

Es decir una imagen con 625 líneas comprenderá: 625X833= 520,000 puntos de imagen. Ver Figura 14.

Durante un segundo se retransmiten 25 cuadros, resultará un total de: 520,000X25=13 millones de imagen por segundo.

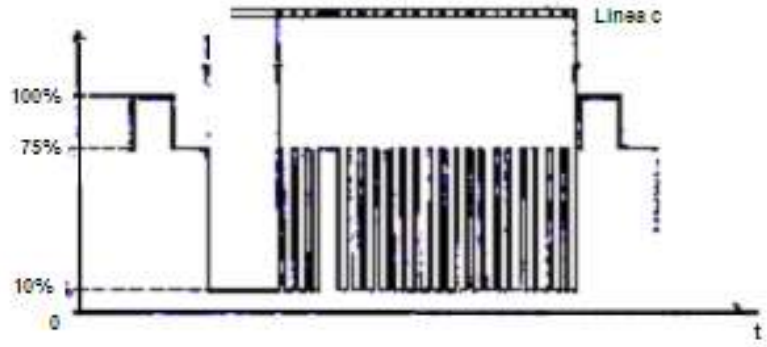


Figura 14.

Máxima frecuencia de transmisión

Si esta secuencia de 13 millones de puntos de imagen es alternativamente blanca y negra (como ejemplo), también variará de modo alternativo la corriente de valor máximo a uno mínimo, o sea , de dos puntos de imagen se formará un de tensión alterna de imagen y por tato una frecuencia fundamental de 13:2=6.5 MHz..

En la práctica este caso extremo no se presenta con frecuencia. Cuando se presenta un caso de estos con tan finos detalles de imagen, hay que contar por lo general con una cierta falta de nitidez. Por tal motivo, en la norma de televisión se limita la frecuencia máxima a 5 MHz.

A banda de frecuencias de 5MHz, que contiene toda la información de imagen en forma de variaciones de amplitud y frecuencia, se le domina banda de video-frecuencia ;en forma abreviada, frecuencia de video o señal de video.

La señal de video es equivalente a la señal de densidad luminosa o luminancia. Puesto que transmite en orden sucesivo los valores de luminosidad de cada uno de los puntos de la imagen. Ver Figura 15.

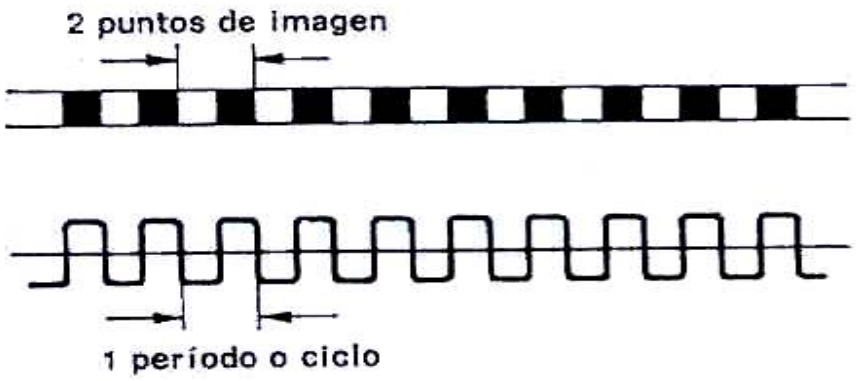


Figura 15

DE LA IMAGEN A LA SEÑAL ELÉCTRICA

Esto es a través de las cámaras de video, que capturan la imagen a través de un tubo al vacío similar al cinescopio de la televisión, y manda la señal de video en señal de pulsos eléctricos.

A continuación describiremos el funcionamiento de la cámara de video moderna, que cuenta con un dispositivo de captación de imagen en estado sólido.

Antes de que iniciemos la descripción de la cámara moderna, retomaremos como antecedente el funcionamiento de la cámara de tubo al vacío.

Cámara VIDICON.
La imagen se proyecta en un elemento o placa sensible que libera cargas eléctricas en los puntos luminosos. Un haz de barrido permite captar las cargas liberadas. Barriendo la imagen completa, línea por línea y punto por punto obtenemos en la salida una señal de video con la información en forma "serial". Cada imagen es separada en líneas y cada línea en puntos o elementos de imagen. Figura 16.

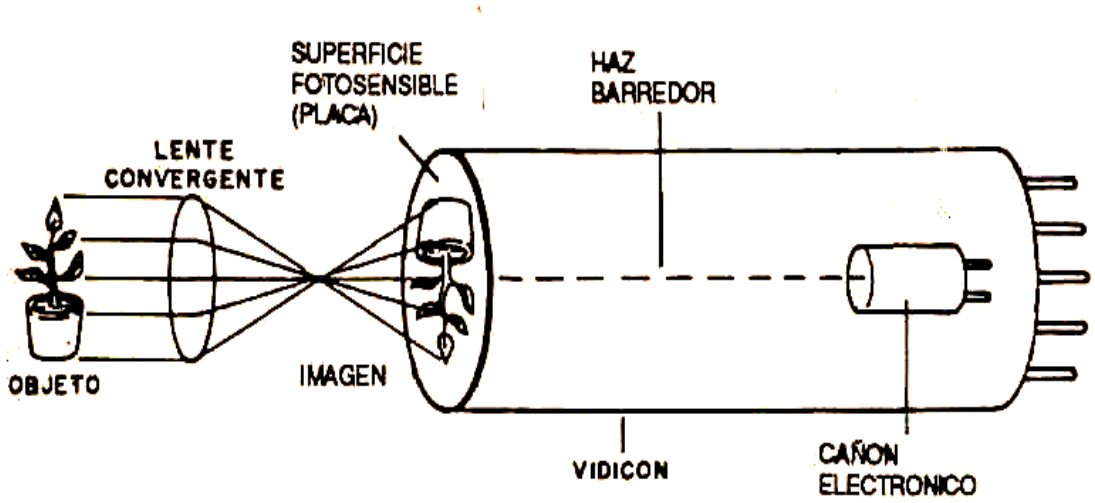


Figura 16.

Cámara CCD

La cámaras con el dispositivo de captación de imagen (Couple Charge Device), en estado sólido o “Sensores de Transferencia de Cuadro”, se asemeja al ojo compuesto de un insecto, donde millares de sensores individuales perciben puntos de luz, que son procesados en el “cerebro” del insecto formando así la imagen completa. Ver Figura 17.

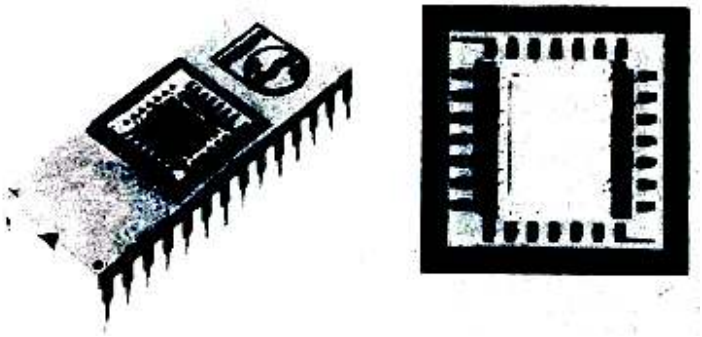


Figura 17

La pastilla de material semiconductor es montada en un material en una cubierta convencional de un circuito DIL, con una ventana transparente para poder recibir la proyección de la imagen a captar.

La sección de imagen se forma por una matriz de elementos sensores. El sensor CCD, tiene una región sensible con diagonal de 7.5mm. En esta región existen 294 líneas de sensores con 604 elementos cada una , lo que nos dan un total de 347,904 elementos de imagen.

Recordando que en el sistema convencional de televisión, cada cuadro está formado por dos campos, o sea por las imágenes obtenidas en dos lecturas sucesivas con entrelazamientos de líneas, la imagen final tendrá el doble de elementos. Así que para la norma CCIR de 576 líneas usamos dos campos de 288 líneas, quedando 6 líneas como referencia para el nivel negro.

La luz incide en la matriz libera pares de electrones/lagunas que son responsables para la información lógica de la lectura de las etapas siguientes.

Conectado a cada línea, del sensor, tenemos un “shift registers” que debe de leer las informaciones de cada punto de imagen.

Durante el tiempo de duración de un campo del orden de 16ms para un sensor según la norma EIA. Los “paquetes” de carga liberados por los sensores son integrados rápidamente. En el periodo de borrado vertical, del orden de 1.6ms, la información contenida en estos paquetes de carga integrados es transferida rápidamente hacia la sección de almacenamiento a través de los “shift registers”. Ver Figura 18.

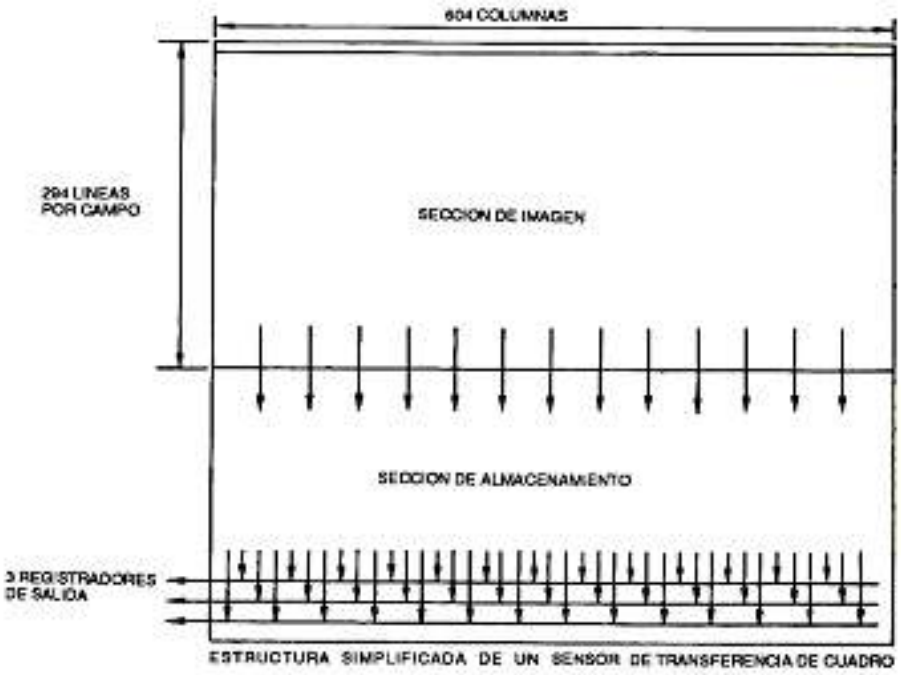


Figura 18

El periodo correspondiente al campo siguiente, el sensor capta una nueva imagen, liberando nuevas cargas que también son integrados rápidamente.

Llegando al periodo de borrado vertical siguiente al mismo tiempo que la información contenida en la sección de almacenamiento es movida una línea hacia abajo, al mismo tiempo que la que se encuentra en el nivel inferior es transferida hacia el exterior. Cada registrador de lectura almacena apenas 200 puntos de imagen de cada línea, lo que quiere decir que tenemos tres registradores por línea. Este arreglo está destinado a obtener algunas ventajas importantes para el dispositivo.

La primera de estas ventajas es la obtención de una densidad horizontal de puntos de imagen mucho mayor que la que se obtendría con un simple registrador de lectura, en el cual el ancho finito de los electrodos de disparo limitan el esparcimiento horizontal mismo entre los elementos. Con tres Shift Registers el espaciamiento horizontal es efectivamente reducido en un tercio. Ver Figura 19.

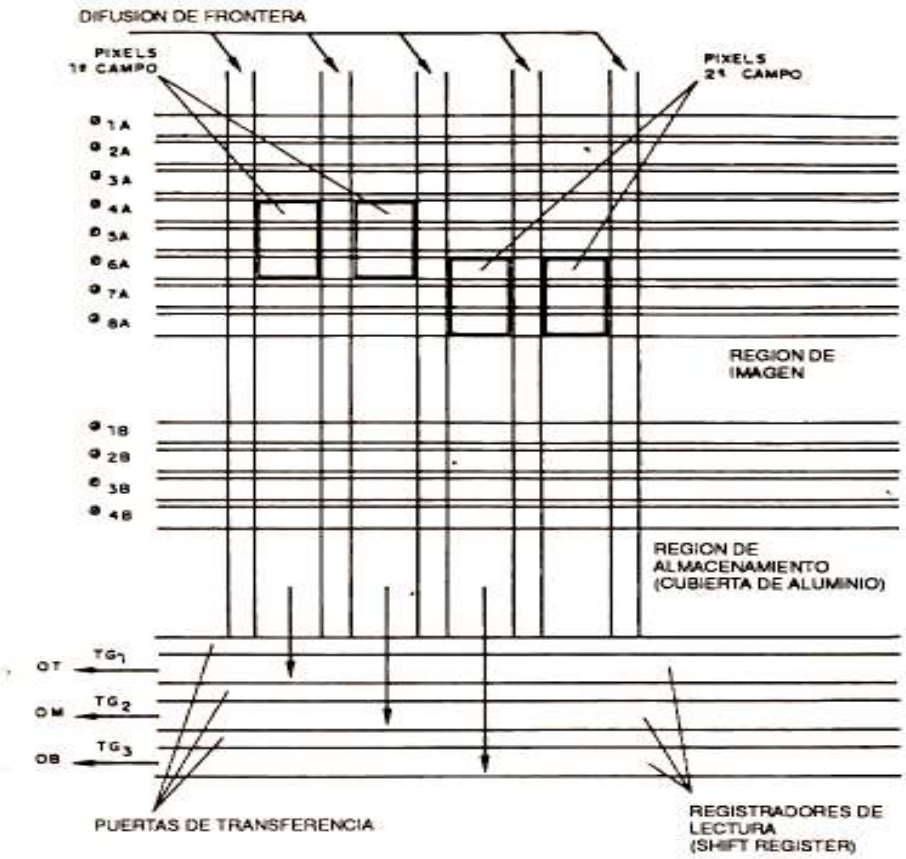


Figura 19.

La segunda es que consigue una separación efectiva de los elementos de imagen dentro de cada línea, de modo que, con la sencilla utilización de filtros en forma de tiras sobre la región de imagen, se puede usar el dispositivo como sensor de imagen para TV. Ver Figura 20.

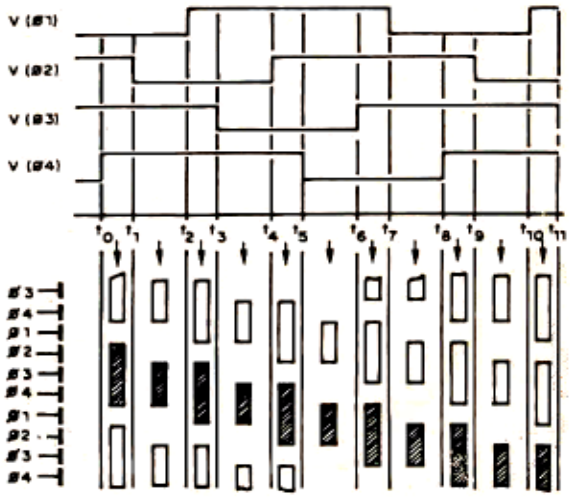


Figura 2

Las líneas de CCD utilizadas para los “Shift Registers”, son diferenciadas en la figura por estar “rayadas” y por la letra V superpuestas.

Durante los sucesivos periodos de borrados horizontal, los registros de desplazamientos Shift Registers, verticales de la región de almacenamiento avanzan los paquetes de carga de una línea de tal forma que, en el final del periodo de borrado, la línea siguiente está lista para ser transferida a los registros de lectura horizontal a través de 3 puertas de transferencia. Los registros de lectura están provistos de una etapa de salida con una sensibilidad de 3.5 micro-“Volts” por elemento.

El tiempo de lectura del primer campo va desde la línea 23 hasta 310 y para el segundo campo de la línea 335 a 623. Las líneas 624 hasta la 3 y de la 311 hasta la 314 son extraídas, pero no transmitidas. Las líneas 314 y 2 sirven para el nivel de referencia de registro y las líneas 312, 624 y 625 están reservadas para la realización de pruebas en el sensor durante el proceso de fabricación. Ver Figura 21.

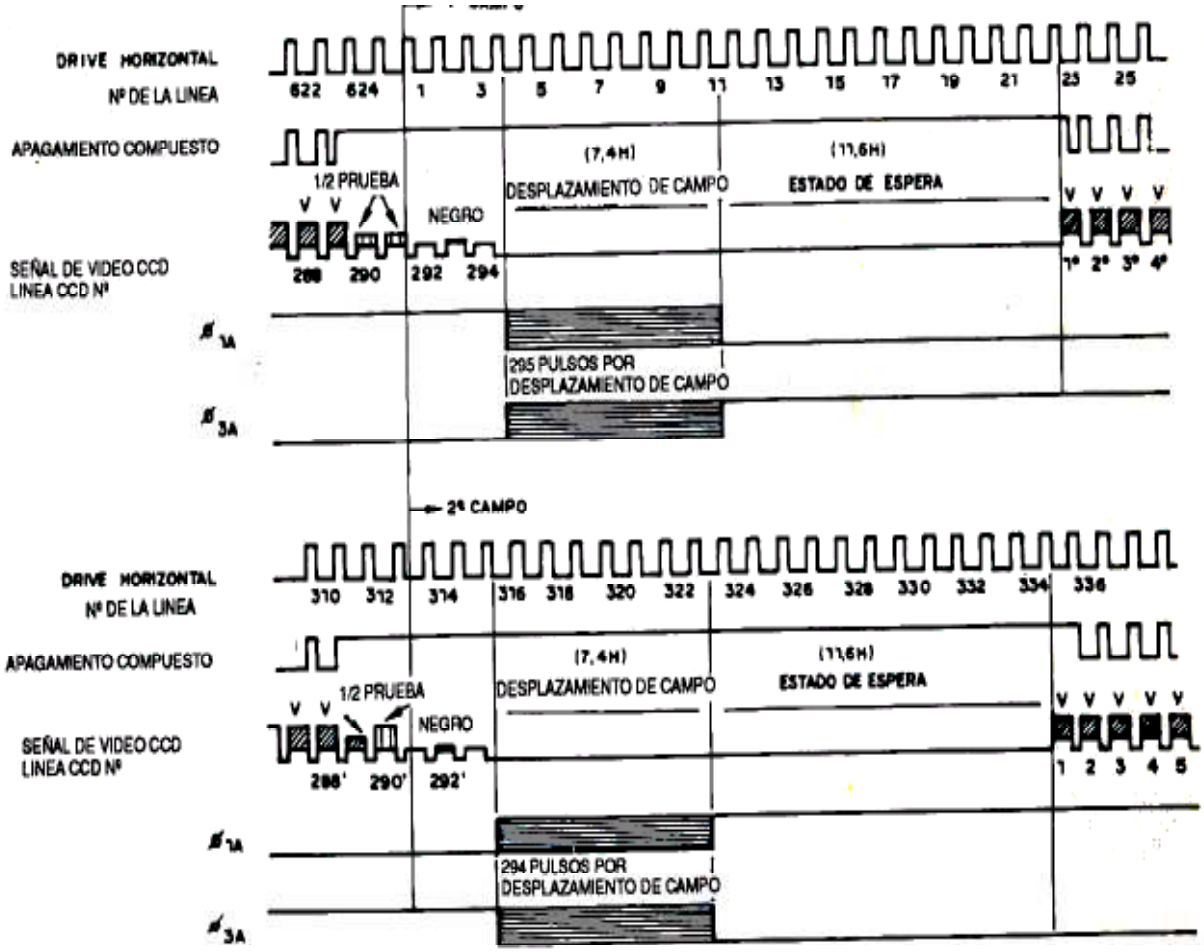


Figura 21

En el análisis del funcionamiento de CCD, se determina la imagen, según las características de dispositivo. El estándar de resolución para un CCD es de 380 líneas horizontales, de 500 por 582 de elementos de imagen en posición horizontal y vertical respectivamente denominado “píxel”, además de que existen distintos tamaños de CCD. Los tamaños comerciales son de 1/3”, 1/4, 1/2”, 2/3” y 1”. Ver Figura 21a.

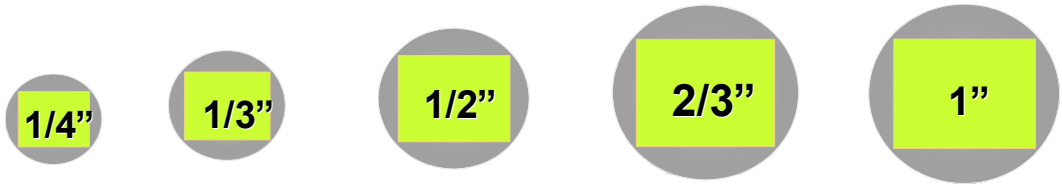


Figura 21a

La señal que sale del CCD es análoga, es enviada a un microprocesador. Este microprocesador incluye un conversor analógico/digital que hace la conversión de señal analógica a señal digital que será procesada en calidad, definición, sincronía, balanceos de blancos etc. Posteriormente pasará por otro convertidor digital/analógico, para convertirlo nuevamente a señal analógica, y es esta señal que tenemos en la salida de la cámara de video.

El proceso que se le da a la señal de cambio de analógico a digital se llama *“procesamiento digital de señales”.*

CAPITULO II

PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

Las señales son funciones de una o mas variables independientes y contienen información acerca de la naturaleza o comportamiento de algún fenómeno. La información contenida en una señal se refiere a un conjunto de variaciones de algún tipo.

Aunque las señales se pueden representar matemáticamente como funciones de una o más variables independientes, aquí se tratará exclusivamente el caso de funciones de una variable independiente y esta variable normalmente será el tiempo.

Señales continuas y discretas

Existen dos tipos básicos de señales: señales de tiempo continuo y señales de tiempo discreto. En una señal continua o señal de tiempo continuo x(t), la variable independiente (tiempo) es una variable continua y por ello estas señales estén definidas para cualquier par de instantes de tiempo y para cualquier instante comprendido entre este par. Para este tipo de señales usaremos t para denotar a la variable dependiente de tiempo continuo. La Figura 22 es un ejemplo de tiempo continuo.

Gráfica de un electro-sueño

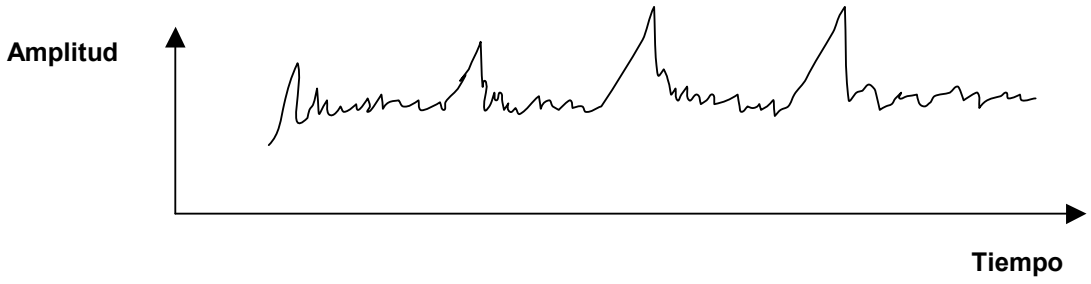


Figura 22.

Por otro lado, la señal discreta o señal de tiempo discreto x(t) solamente está definida en ciertos instantes discretos de tiempo. De manera que entre cada instante y el siguiente no está definida dicha señal. Una señal de tiempo discreto también se puede por lo tanto representar como una lista o secuencia de valores x(1), x(2), x(3)....En estas señales usaremos k para denotar la variable independiente.

Discretización de señales continuas

Una señal de tiempo discreto x(k) puede representar un fenómeno para el cual la variable independiente es inherentemente discreta. Señales tales como las relaciones especie-abundancia, o los datos demográficos o indicadores económicos ya mencionados son ejemplos típicos de estas señales.
Por otro lado una señal de tiempo discreto puede representar muestras de un fenómeno para el cual la variable independiente es en realidad continua.

Por ejemplo, el procesamiento de voz a voz digital a través de una computadora, requiere representar la señal continua de voz por una secuencia discreta de valores que pueda ser procesado por un algoritmo de computadora, tal es el caso también de todas las aplicaciones de control de procesos continuos mediante la computadora.

Procesamiento de muestreo

El proceso a través el cual una señal continua x(t) es transformada en una señal discreta "equivalente " x(k) consiste simplemente en la forma de muestras de la señal continua en instantes discretos de tiempo k denominados instantes de muestreo k={...-1,0,1,2,3,....}.

El proceso de muestreo se muestra en la Figura 23. Para realizar dicho proceso es necesaria una señal adicional que marque el ritmo de la toma de muestras idealmente dicha señal p(t) es un tren de impulsos con la frecuencia fs=1/Es denominada frecuencia de muestreo (en hertz). También es usual considerar dicha frecuencia en radianes/seg ώs=2π/Ts**.** El muestreo puede ser uniforme (Ts constante) o no uniforme (Ts variable), a Ts se le llama también el periodo de muestreo.

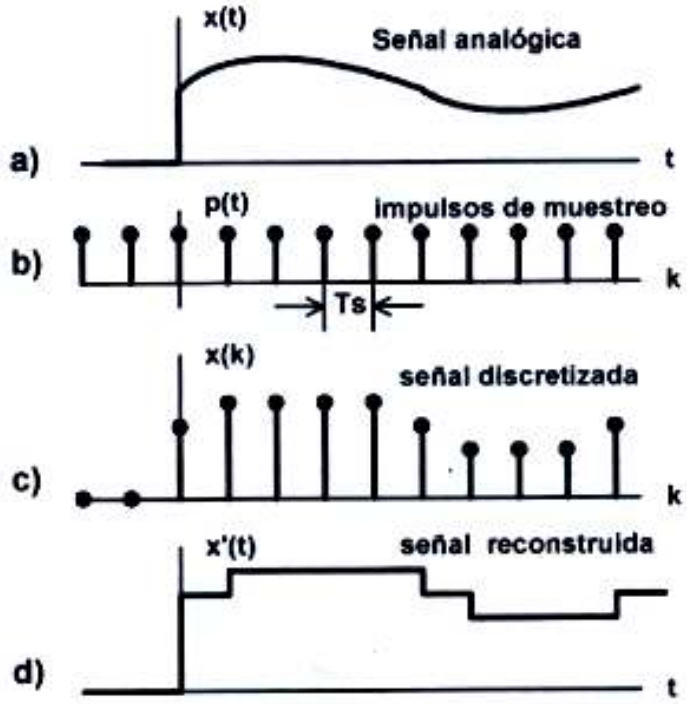


Figura 23

Un sistema muestreador consiste simplemente en un switch que se cierra en el momento marcado por el tren de impulsos y en todos los demás instantes permanece abierto. En una computadora digital este proceso tienen lugar un módulo de adquisición de datos, o convertidor analógico/digital, dado que este proceso de conversión consume un tiempo significativo, cada muestra de la señal continua deberá de ser "congelada" mientras dura su conversión, este congelamiento de denomina retención. En la Figura 24 se muestra un sistema típico muestra/retenedor.

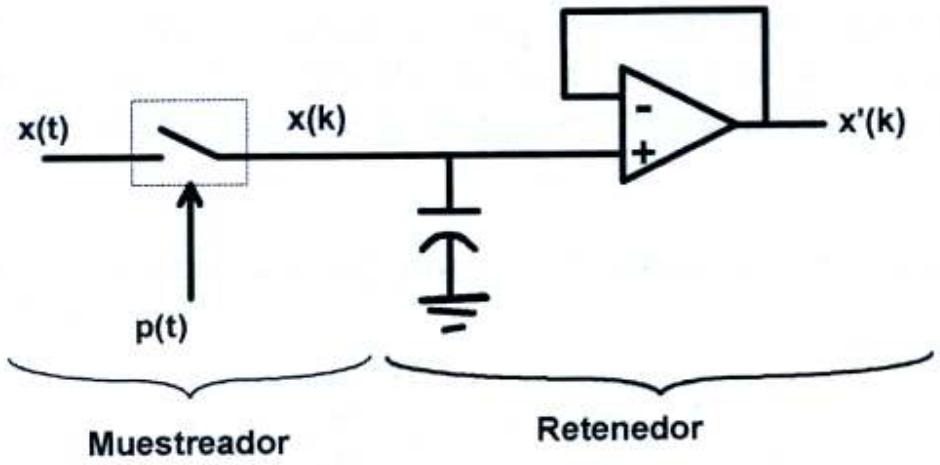


Figura 24

Modelado del proceso de muestreo

Sin entrar en detalles sobre el modelado matemático del proceso de muestreo y sus consecuencias. Observamos la figura 23 y puede verse que la señal continua x(t) actúa como un modulador de amplitud del tren de pulsos p(k), de manera que la señal muestreada x(k) figura 23 (c) es un tren de pulsos de amplitud variable "controlada" por la amplitud de la señal continua x(t) en los instantes de muestreo t=kTs. Así, un muestreador puede modelarse simplemente como un modulador de amplitud de pulso (PAM), o bien, x(k)=p(k)x(t), donde :

$$p(k)=\sum_{j=\acute{a}} \delta(k-j)$$

$$\delta=\begin{cases} 1 \text{ para } k=0 \text{ es el impulso de muestreo} \\ 0 \text{ para } k\neq 0 \text{ es el impulso de muestreo} \end{cases}$$

Partiendo de este modelo y considerando el contenido de"información" presente en la señal continua original X(t), así como en la versión discretizada x(k) Claude Shannon obtuvo el siguiente resultado fundamental de la teoría del muestreo conocido como en Teorema Fundamental del Muestreo.

La idea mas aproximada en el teorema de Shannon es que entre mas rápido se realice el muestreo (mayor número de muestras tomadas) mejor representará x(k) a la señal original x(t), de manera que la condición para poder recuperar la información original deberá de depender de la frecuencia de muestreo. Ver Figura 25.

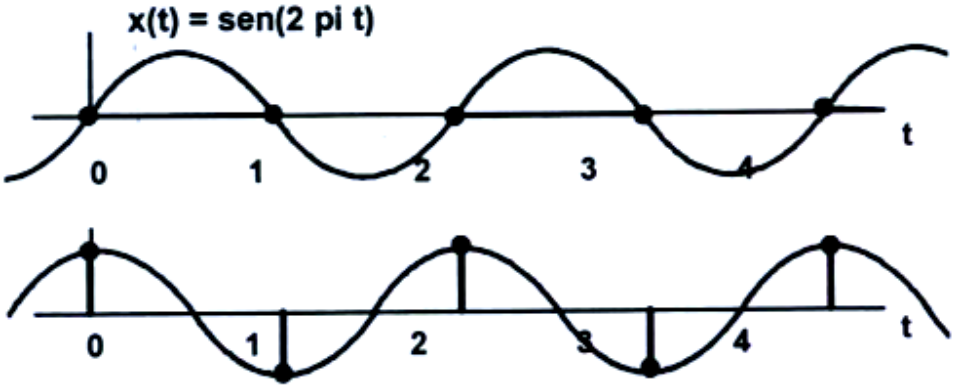


Figura 25.

Teorema de muestreo de Shannon

Una señal de tiempo continuo x(t) cuya transformada de Fourier es cero fuera del intervalo (-ωc,ωc) está dada de manera única por sus valores en puntos equidistantes (muestro uniforme) si la frecuencia de muestreo ωs es mayor que 2ωs.

Además, la señal continua x(t) puede ser calculada mediante la siguiente fórmula de interpolación:

$$x(t)=\sum_{k=\acute{a}} x(k)\mathrm{sinc}\{\omega s(t-k)/\}$$

En donde: $\mathrm{sinc}(x)=\sin x/x$ para $x\neq 0$
$\mathrm{Sinc}(x)0=1$ para $x=0$

Para interpretar correctamente este teorema, hacemos las siguientes observaciones:

1. El requisito sobre la transformada de Fourier de x(t) simplemente significa que la señal x(t) no deberá de contener frecuencias mayores de ωc. Debido a la importancia del valor de la frecuencia ωN=ωs/2, a esta se le llama frecuencia de Nyquist.
2. La reconstrucción de la señal aplicando el teorema de Shannon es exacta siempre y cuando x(t) no contenga frecuencias mayores que ωN.
3. El teorema de Shannon es un resultado teórico en el cual se consideran un muestrador idealizado y no se considera errores en los componentes electrónicos utilizados para implementar de manera práctica el muestreo o la reconstrucción de la señal. En un sistema real, la restricción teórica que establece el teorema (ωs> ωc), deberá de ser exagerada de menos unas 5 veces.
4. La fórmula de interpolación no debe de ser causal de manera que no puede ser implementada en tiempo real.
5. La hipótesis sobre el contenido de frecuencias de x(t) tampoco es directamente aplicable a cualquier señal y aunque la mayoría de señales de interés tienen un contenido de frecuencias limitado, en el caso en que no lo tengan, el teorema no se puede aplicar. Por otro lado, siempre es posible usar filtros analógicos pasabalas para evitar problemas con el contenido de frecuencias mas altas que ωN.

Reconstrucción de señales

La operación inversa al proceso de muestreo, es decir, la obtención de la señal analógica original x(t) a partir de su versión discretizada x(k) se denomina reconstrucción

Una manera de reconstruir (aproximadamente) una señal, es mediante el simple "congelamiento" de las muestras hasta el siguiente instante de muestreo. Sin embargo para reconstruir de manera exacta x(t) se requeriría en general un periodo de muestreo cero (frecuencia infinita).

Al método que consiste en congelar la señal discreta hasta el siguiente instante de muestreo se le denomina el retenedor de orden cero, y tiene la ventaja de ser un retenedor casual, ya que el algoritmo es simplemente como sigue:

$$x(t)=x(k),\ \text{para } k<=t<+1$$

Una implementación sencilla de este retenedor es mostrada en la figura 23

Un algoritmo casual un poco mas complejo, para las señales de lenta variación es el retenedor de orden uno, cuyo algoritmo es el siguiente:

$$x(t)=x(k) + (t-k)\ \{x(t)-x(k-1)\}$$

Sin embargo, ninguno de los retenedores anteriores garantiza una reconstrucción exacta. Por ello, la fórmula de interpolación de Shannon proporciona una buena alternativa para realizar la reconstrucción de señales cuando éstas tienen almacenadas previamente, ya que este algoritmo es no casual . Como por ejemplo los equipos reproductores de CD´s .

La idea intuitiva subyacente en el teorema de Shannon es que entre mas rápido se realice el muestreo (mayor número de muestras tomadas) mejor representará x(k) a la señal original x(t), de manera que la condición para poder recuperar la información original deberá depender de la frecuencia de muestreo. Para ilustrar esto, obsérvese la figura 25, en la cual se está muestreando una onda senoidal a razón de dos muestras por periodo, es decir, al doble de la frecuencia de la señal original.

La recuperación que necesariamente se practicará sobre la información (en este caso la imagen) para compensar ciertos errores debido a las características limitadas del equipo, efectos atmosféricos y errores en la transmisión, es posible procesar la señal de manera que se realcen características deseadas de la imagen y que se pueda realizar una transmisión de una porción deseada a través de los medios digitales de transmisión.

Para las cámaras de circuito cerrado de televisión, la calidad de la imagen depende de los elementos que integra la cámara los cuales son: el dispositivo de acoplamiento de carga (Charged Coupled Device CCD), del convertidor analógico/digital (Analog Digital Convert ADC), y del procesador de señal digital (Digital Signal Processor DSP).

Y para su transmisión en los medios digitales dependerá de los siguientes factores:

- Frecuencia de muestreo
- Tamaño de píxel
- Profundidad de bits del píxel

CAPITULO III

TEORIA DE TRANSMISIÓN DE SEÑALES

TRANSMISION DE SEÑALES ANALOGICAS

La utilización de la palabra línea asociada con la de transmisión, describe la aplicación de un sistema de cableado de punto a punto. La energía puesta viaja a través de la longitud de las líneas conductoras hacia la carga final, exceptuando de aquellas líneas delgadas de las cuales sólo obtenemos pérdidas de energía y no necesariamente por radiación.

Tipos de cables

En la clasificación importante de los conductores de energía tenemos dos clases de líneas de transmisión:

1. Dos cables en líneas paralelas
2. líneas coaxiales.

El cable par trenzado que es utilizado para transmisión de voz y distribución telefónica, y también utilizado como línea de alta carga.

Hoy en día es utilizado para la distribución de señal de video, cortas medianas y largas distancias. De este tema se verá mas adelante.

En la figura 26**.** Se muestra la variedad de cables de líneas paralelas y coaxiales. Las diferencias que se muestran, son de para ciertas especificaciones y aplicaciones en los sistemas de los cuales dependen de sus factores de operación como son: de instalación interior, exterior, frecuencias de operación, alimentación requerida, protección de interferencias electromagnéticas así como también costos y medidas específicas.

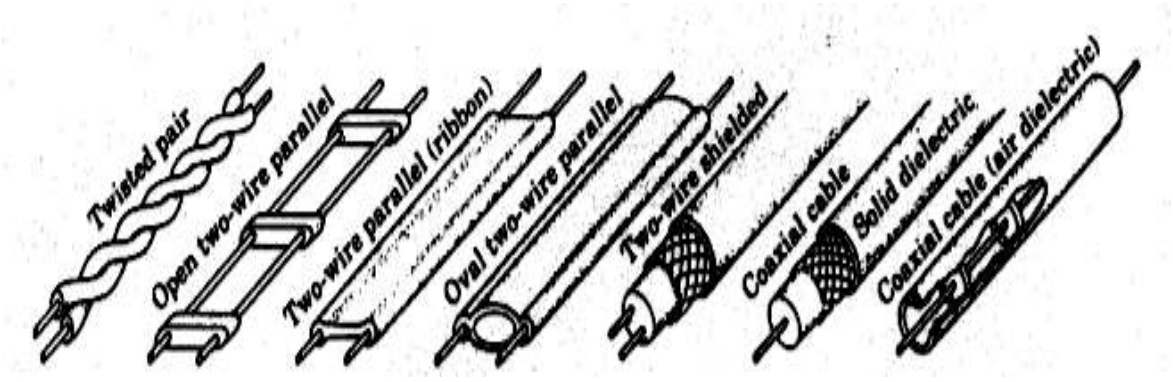


Figura 26

CARACTERISTICAS DE LA IMPEDANCIA

La impedancia del cable, términos característicos de la impedancia en avalancha, Z0, la cual es considerada independiente de la longitud y frecuencia del cable. Estas consideraciones son válidas cuando la línea está propiamente terminada y cuando la frecuencia de operación se encuentra arriba de algunos cuantos cientos de Kilohertz, pero a bajo de los Gigahertz.

Una línea de longitud infinita (ver figura 27) tiene una impedancia igual a Z0, medida a razón de L= Infinito. La energía puesta en esta línea la cual si viajara a lo largo de su longitud, esta nunca regresaría.

Si cortamos una parte proporcional de la línea dividiéndola en una sección (b), la sección remanente (c) sería, indefinidamente largo, por definición. La energía aplicada a la sección (c), podría responder exactamente como si se hubiera aplicado a la sección (a). La impedancia de entrada podría ser considerada como Z0, y la energía que viaja a través de su longitud nunca regresaría. Tomemos el caso de la sección (b) como si fuera la sección (a) el valor de su resistencia es igual a Z0 es considerada como la salida de la sección final (b). La sección (b) ahora se comporta como la sección (c) cual reconsiderada. La longitud de es como la resistencia Z0 es considerada como la sección (b), la sección (a) y (b) actuarían de forma similar y la sección (b) puede ser de cualquier longitud.

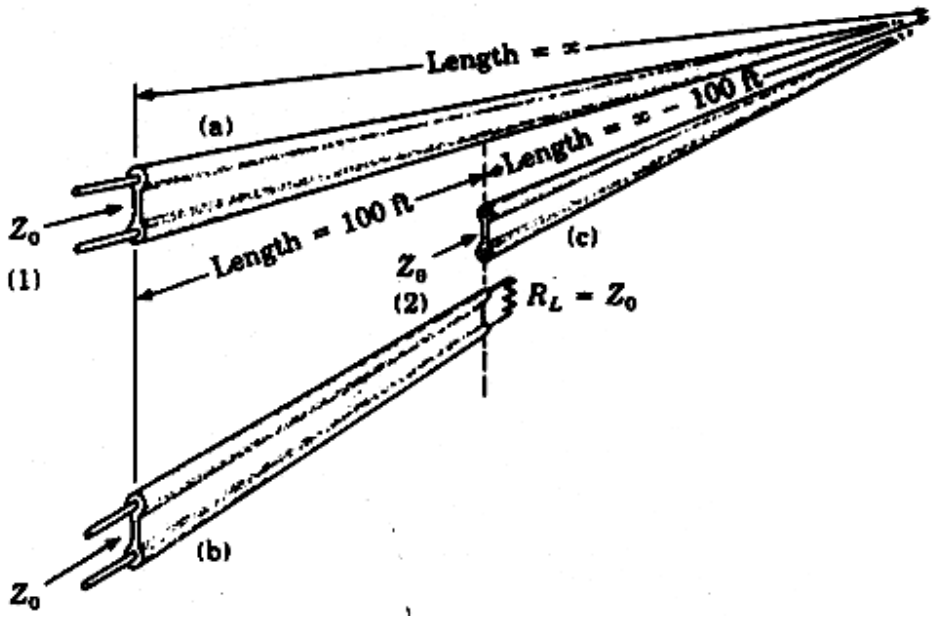


Figura 27

PROPIEDADES ELECTRICAS DE LA LINEA

Dos líneas de en paralelo y la línea coaxial, tienen algunas similitudes eléctricas. Ambos son cables y tienen resistencia (R). Para las altas frecuencias, estos cables presentan propiedades inductivas (L). Dos conductores separados por un aislante representa una forma de capacitancia (C), cual el material aislante (casi siempre es aire), contribuye la conductancia (G). Los valores constantes de línea, están distribuidos uniformemente y a través de su longitud, son valores a nivel microscópicos, representados por valores enteros.
Para entender fácilmente esto, estas constantes de líneas son bloques entre sí, ver figura 28, y esto lo representamos mediante modelos eléctricos.

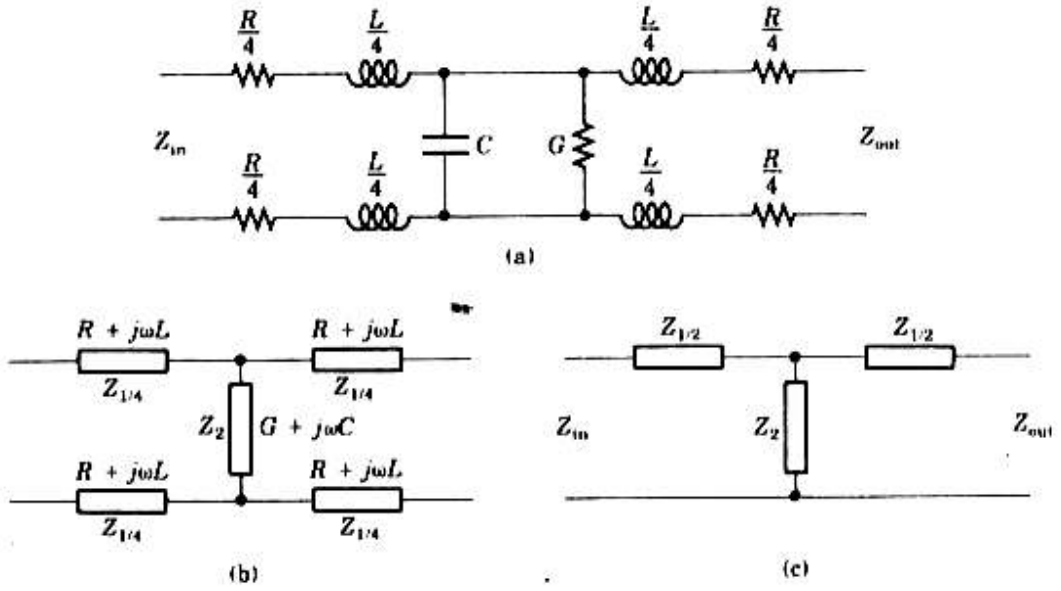


Figura 28

La resistencia (R), y la inductancia (L), representan la relación de resistencia e inductancia, esto es que la resistencia e inductancia bajan de una línea y recarga a la otra línea. Capacitancia (C) y la conductancia (G), son pequeños valores que representan el cruce de líneas paralelas a lo largo de un conductor entero. La red representada como T, muestra la series de impedancias (R+jwL) es dividido en dos mitades, por lo contrario, mover la impedancia (G + jmC), es cruzar la línea hacia el centro del circuito.

CONSTANTE DE IMPEDANCIA

Por el momento, las series y arreglos de impedancias deben de ser reemplazadas por valores de resistencias para facilitar los cálculos. Si seleccionamos una sección muy corta de la línea y otra también corta, y una tercera, cuarta entonces obtendríamos una configuración como lo describe en la Figura 29. Aunque los

valores de la figura 29 están fuera de la proporción de una línea actual, aquí simulamos la impedancia a 50 Ohms.

En la Figura 29 (a), muestra en forma microscópica la longitud del cable con impedancia de 3.3 Ohms en cada serie de rama, la resistencia de 330 Ohms representa una rama de la red. Estos valores los representamos por los valores de Z1 y Z2, en la Figura 28. La impedancia de entrada del cable vendría siendo la suma de las resistencias equivalente a 336.6 Ohms. Cuando la segunda pequeña sección es adicionada como lo muestra en la Figura 4 (b), esto es 336.6 Ohms, podría estar en paralelo con el valor de 330 Ohms de resistencia de la primera sección, formando un equivalente en paralelo de 166.63 Ohms. Para estos valores de las series de 6.6 Ohms en paralelo con 330 Ohms en la tercera sección, adicionando para esto la resistencia de 6.6 Ohms de la primera sección, igual a el total de impedancia de línea de 113.6+6.6=120.2 Ohms. Figura 4 (d), muestra lo ha ocurrido con la impedancia de línea del cable con la nueva sección adicionada. Con cinco secciones, la impedancia es reducida a 76.14 Ohms; con diez secciones, a 55.32 Ohms; y con 20 secciones a 50.43 Ohms. Con 33 secciones adicionados, el valor de la impedancia está en rango de 50.09 Ohms y permanece este valor para cualquier número de secciones adicionadas. por lo tanto, un cable en lo particular es clasificado de 50 Ohms de impedancia, y desde entonces se considera de esta reasistencia a pesar de su longitud o frecuencia de operación. Esta impedancia constante, mantiene por todo tipo de cable de transmisión de señal.

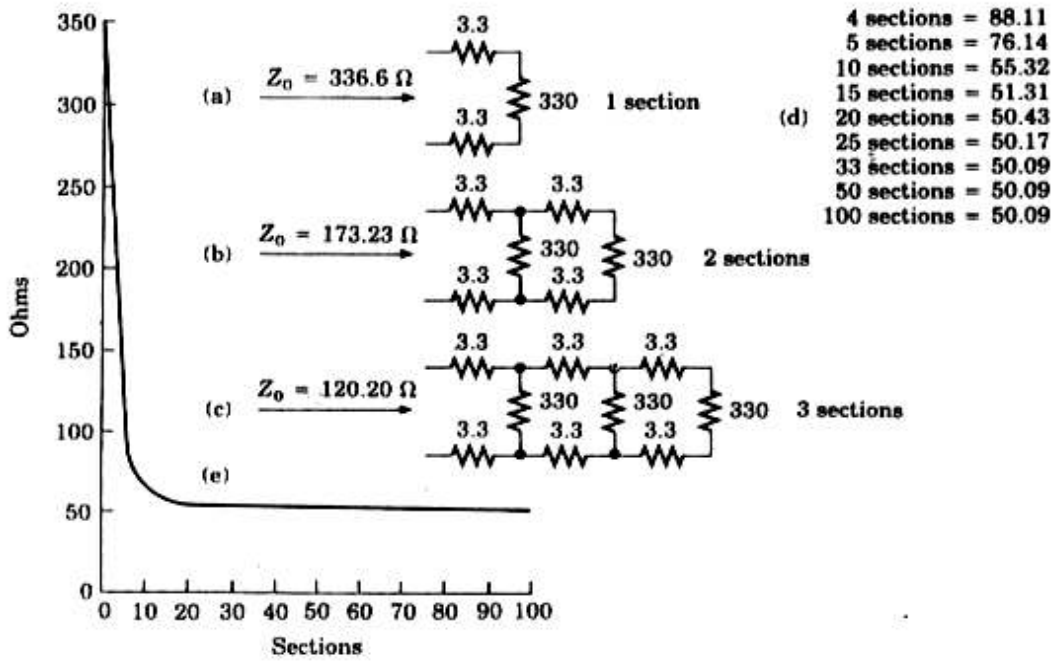


Figura 29

IMPEDANCIA DEL CABLE DE UNA LÍNEA CONSTANTE

En el tema anterior se ha demostrado que a través de una línea enlazada, las constantes R, L, C y G son de valores ligeramente simples. Una simple ecuación extraída de la teoría de los filtros es la que aplicamos para determinar las características de impedancia de los cables.

$$Zo=\sqrt{R+jwL/G+jwC)}$$

Donde: **Zo. Impedancia característica**
Z1= R+jwL Impedancia en serie
Z2= R+jwC Impedancia en paralelo.

En las altas frecuencias, tenemos que wL es mucho mas largo que wC y a su ves es mucho mas largo que G, los valores de R y G pueden ser omitidos de la ecuación de impedancia y el término w se cancela entonces reducimos la ecuación en lo siguiente:

$$Zo=\sqrt{L/C)} \text{ en Ohms.}$$

Debemos e observar que solamente en estado de valores de capacitancia e inductancia para el mismo tramo de cable.

RETARDO DE TIEMPO

No se requiere de imaginar la velocidad que atraviesa la energía a través del conductor desde la entrada hasta la salida o final de línea, y de hecho existe un retardo de tiempo entre la entrada de energía hasta su liberación en al otro extremo de línea, ese rango de tiempo que permanece en la línea es llamado retardo de tiempo y se representa con la nomenclatura Td, De otra forma o nombre se le llama periodo de tiempo transitorio, y es medido en microsegundos o nano-segundos, este tiempo está en base la distancia en la que están separadas las líneas de las cuales están representadas por los circuitos ya mencionados. El resultado del retardo de tiempo está en relación del resultado del rango de tiempo del cambio de corriente a través de la inductancia y en la carga-descarga de la capacitancia. Por lo tanto, tanto la inductancia, capacitancia y longitud de la línea conductora, son factores que intervienen en la ecuación del factor de retardo de tiempo.

$$Td.=\sqrt{LC} \text{) Segundos por unidad de longitud.}$$

Es importante la denotación de las unidades de " segundos por longitud ", ya que el tiempo de retardo es directamente proporcional a la longitud. Si la longitud es el doble, el tiempo también será el doble.
Línea retardo artificial,

Líneas de retardo artificial. El tiempo de retardo puede ser conveniente o inconveniente, dependiendo de las necesidades del circuito que se tenga. Un caso del que pueda ser aceptable, ocurre por cada color transmitido en el televisor. La señal de imagen monocromática llamada luminancia, puede tener un retrazo de μs de señal de color procesada. Las dos señales combinadas son aplicadas al tubo de imagen. Si esto no sucediera, las dos señales llegarían al tubo de imagen, causando una falla de imagen.

Si el cable RG59/U, es utilizado para el efecto de retardo de 1μs, la longitud requerida del cable conociendo sus características, de las cuales el cable coaxial RG59U, 2100-pF de capacitancia y 10.92μH por cada 100-ft. Esto calcando tenemos, 0.01515μs/100ft con la fórmula de retardo de tiempo. Por lo tanto para tener al menos un retardo de 1μs se requiere de 660ft de cable enroscado, para la aplicación de color en TV es mínimo a considerar.

CONECTORES

En el mercado encontramos distintos conectores para cable de transmisión de señal. Todos cumplen con la misma función, de lograr una conexión para transmitir la señal, pero difieren en la construcción. La característica mas común es la separación de los dos conductores del mismo cable, el conductor del centro del cable debe de estar siempre aislado del conductor que lo rodea (malla), El conector se acopla con otro conector siendo este compatible, existe una relación de acoplamiento

macho-hembra, y puede ser acoplamiento en línea (en el mismo cable) o de chasis (en el gabinete del equipo). Ver Figura 30

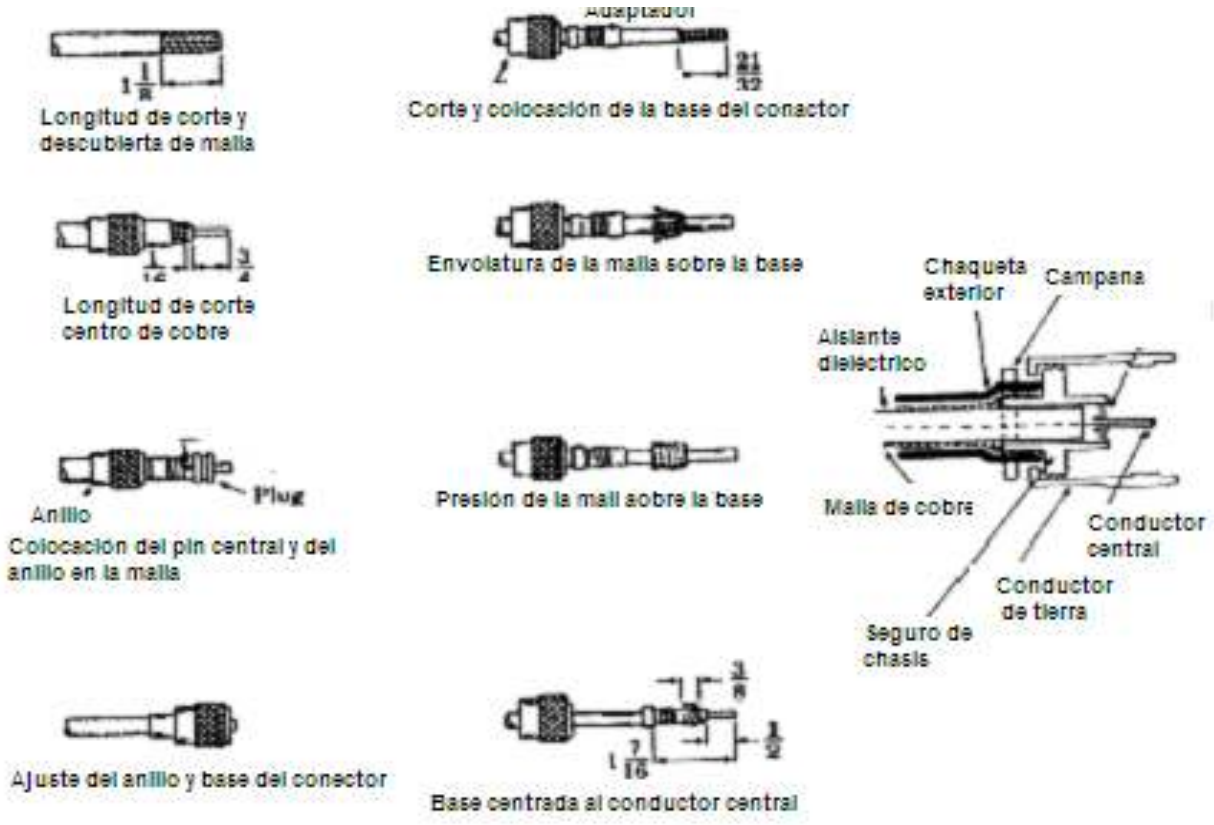


Figura 30

Una vez acoplado ambos conectores, debemos de cerciorarnos, de su funcionamiento, esto es verificando la continuidad de señal, comprobar si el centro del conector está completamente aislado del contacto con el chasis del conector, e identificar la continuidad de punto a punto, primero con el centro y después con el chasis del conector. Utilizando un Ohmetro o multímetro confirmamos esas condiciones.

DETERMINANDO LAS CONSTANTES DE LINEA: R, L, C. Y G.

La resistencia, inductancia, y capacitancia se pueden medir de cualquier línea o cable utilizando los instrumentos de medición calibrados y un generador de señales . Hay que tomar en cuenta que la resistencia e inductancia se puede determinar considerando como lazo cerrado el cable, y la capacitancia a través de la longitud del cable, pero el parámetro de conductividad “G”, está en función del comportamiento molecular de conductor con respecto al material aislante esto es debido al rango de cambio de voltaje (frecuencia) de la señal aplicada.

La evaluación de la conductancia será medida en un cuarto con temperatura y humedad controlada.

Constante de Dieléctrica

Los materiales aislantes, son utilizados para separar los conductores de una línea de transmisión, evitando algunas pérdidas de señal en el cable. Esta propiedad de estos dieléctricos es llamado permisividad, como es el efecto de capacitancia introducida en una fuga. El aire es considerado como el menor factor de fuga, es mas estable, por lo tanto es la referencia en comparación de otros materiales dieléctricos. La permisividad del aire es de 8.842X10e-12 F/m. El símbolo de la permisividad es épsilon ($\in$), refiriéndose a la constante dieléctrica. Una ves tomada esta referencia del aire lo representamos con el símbolo $\in$o y la constante dieléctrica de 1. Las constantes para otros materiales dieléctricos provenientes de la constante del aire se encuentran en la tabla 1.

Material	ε relativa
Aire	1.0006
Teflón	2.0
polipropileno (MKD)	2.1
Poliestireno	2.56
policarbonato (MKC)	2.9
poliéster / mylar (MKT)	3.2
Vidrio	4.0 -8.5
Mica	6.5 – 8.7
Cerámicas	6.0 - 50.000+
óxido de aluminio	7.0
óxido de tantalio	11.0

Tabla 1

RESISTENCIA DEL CABLE.

Mostramos a continuación una tabla con los distintas medidas de calibre y sus características de resistencia. Ver Tabla 2

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm2)	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (O/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	56,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58

25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23
29	0,2859	0,064	32,4	0,57	265,6	0,18
30	0,2546	0,051	35,6	0,45	333,3	0,15
31	0,2268	0,040	39,8	0,36	425,0	0,11
32	0,2019	0,032	44,5	0,28	531,2	0,09
33	0,1798	0,0254	56,0	0,23	669,3	0,072
34	0,1601	0,0201	56,0	0,18	845,8	0,057
35	0,1426	0,0159	62,3	0,14	1069,0	0,045
36	0,1270	0,0127	69,0	0,10	1338,0	0,036
37	0,1131	00100	78,0	0,089	1700,0	0,028
38	0,1007	0,0079	82,3	0,070	2152,0	0,022
39	0,0897	0,0063	97,5	0,056	2696,0	0,017
40	0,0799	0,0050	111,0	0,044	3400,0	0,014
41	00711	0,0040	126,8	0,035	4250,0	0,011
42	0,0633	0,0032	138,9	0,028	5312,0	0,009
43	0,0564	0,0025	156,4	0,022	6800,0	0,007
44	0,0503	0,0020	169,7	0,018	8500,0	0,005

Tabla 2

IMPEDANCIA DE UN CABLE GEOMETRICO

PAR DE LINEAS EN PARALELO
En la figura 31(a), muestra un par de líneas y su impedancia es:

$$Zo= 276/ \sqrt{(\in)} \log10 (2D/d).$$

Donde la constante dieléctrica **ε** proviene de la tabla 1.

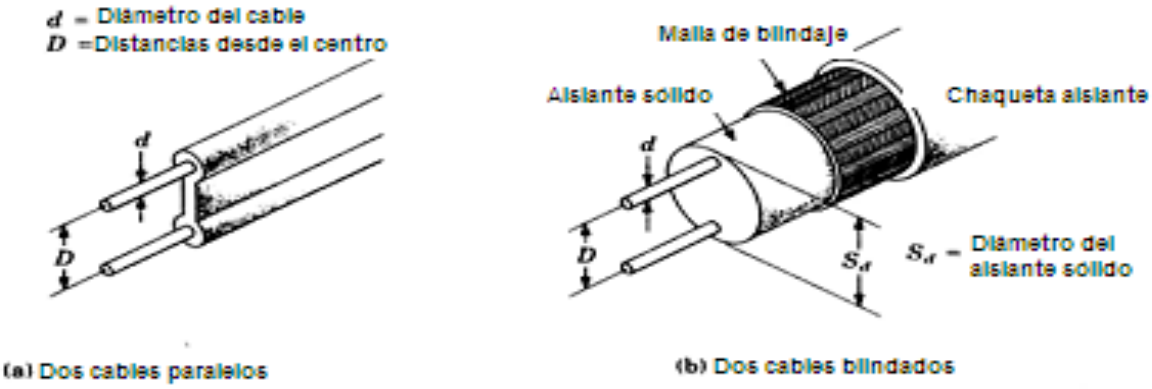


Figura 31

Malla protectora en línea de dos cables conductores. Cuando una línea se compone de dos cables conductores en paralelo y éstos están cubiertos de una pantalla metálica, si la pantalla metálica está conectada a tierra, entonces tendremos un incremento de la capacitancia entre el par de líneas y la pantalla esto es, se adicionaría la capacitancia de la malla a tierra con las líneas paralelas.

Cuando la impedancia es calculada de los factores L y C, no es necesario la aplicación de la fórmula de impedancia si se usa el total de las impedancias.

Cuando la impedancia es calculada a partir de sus dimensiones mecánicas, será necesario realizar una tercera medida. Ver Figura 31.(b), muestra el diámetro interior del interior de la chaqueta y se representa Sd, entonces nos queda la ecuación como sigue:

$$Zo= 276/\sqrt{(\varepsilon)} \log10 (2D((1-)(D/Sd)sqr2)/1+((1-)(D/Sd)sqr2)).$$

Límites de impedancia del cable de dos conductores. Seleccionar cualquier medida en diámetro, cable considerando aproximadamente 10" de largo aproximadamente, Coloca dos cables en paralelo con el espacio del espesor de un cabello. Ver Figura 32

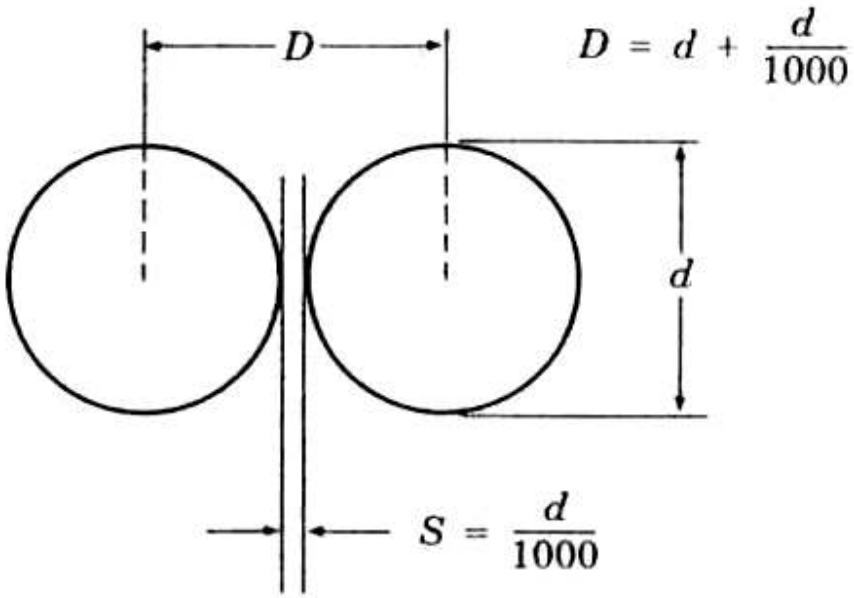


Figura 32

Una ecuación similar podemos desarrollar a partir de la máxima impedancia del cable de dos líneas paralelas entonces tomamos la ecuación 8.5 y despejamos la distancia D, que es la distancia entre los cables y tenemos la ecuación 1: Utilizamos un cable de calibre 22, esto es con un diámetro de 0.02536 pulgadas, la distancia entre los dos cables para una impedancia de 2000 Ohms es:

$$D = \frac{d\left(\text{antilog}_{10}\frac{Z_0\sqrt{\epsilon}}{276}\right)}{2}$$

Ecuación 1

Donde, D y d son de las mismas dimensiones. La distancia es considerado a partir de 18,634.4 pies o 3.529 millas,. Con esta ecuación nos da una solución matemática, pero como se ve es completamente impráctica, mas de esto se verá en el capítulo 10 en el cual se mostrará dos cables con separación de 0.2 longitud de onda de frecuencia en operación y trabajan como antenas. Esto puede situarse de que no existe una impedancia máxima absoluta para un cable de dos

líneas paralelas. En la práctica, se ha encontrado que el máximo límite es aproximadamente de 600 Ohms para los sistemas de comunicación y 800 Ohms para los cables de alimentación

Cables Coaxiales

La palabra coaxial, describe de un tipo de cable el cual dos conductores comparten la misma línea, y están instalado en forma concéntrica, esto es uno de los conductores está instalado en el centro del cable y otro alrededor, separados por un material aislante. El conductor que rodea el cable normalmente se conecta al negativo y el conductor del centro al positivo, en algunos otros cables coaxiales vienen con un conductor mas envolviendo al conductor que rodea al conductor central y tiene como finalidad "aterrizar" las corrientes parásitas que captura en el medio ambiente.

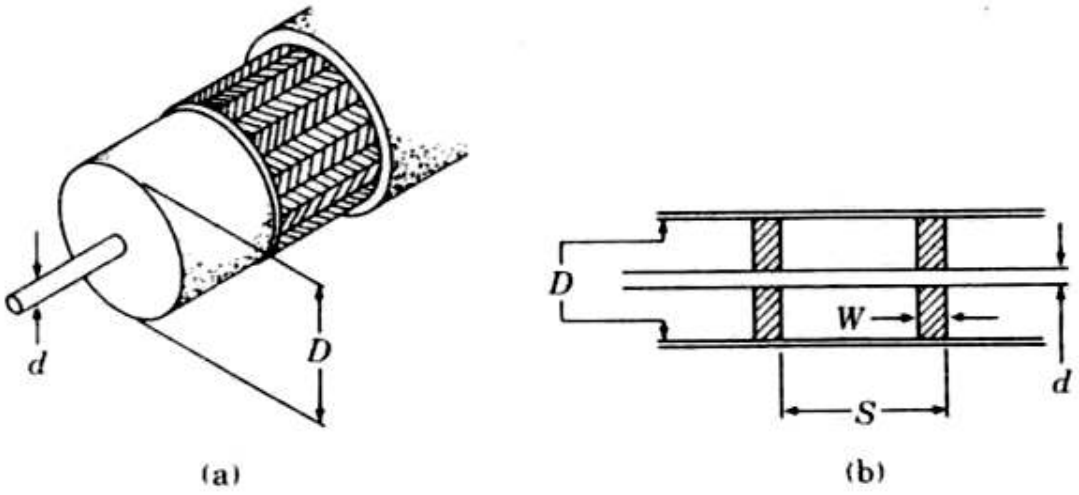


Figura 33

Otra aplicación que tiene esta cubierta, es de dar una resistencia mecánica al cable, esto soportar las tensiones mecánicas al momento de manipular el cable. Observamos el cable de la Figura 33(a). y determinamos la siguiente ecuación: 2 y 2ª.

$$Zo = \frac{138}{\sqrt{(€)}} \log 10(D/d)$$

Ecuación 2

$$Zo = \frac{60}{\sqrt{(€)}} \ln(D/d)$$

Ecuación 2a

Donde D es el diámetro externo del conductor que rodea al conductor central y d es el diámetro exterior del conductor central la ecuación de impedancia se muestra como sigue: ver ecuación 2 y 2. (a).

Para cables mas rígidos de aplicación de antenas para torres de comunicación. Se utiliza el aire como dieléctrico. Los espacios usados para sujetar el cable conductor central tiene un efecto contribuyente Ver Figura 33 (b), la ecuación de impedancia es:

$$Z_0 = \frac{138}{\left(1 + \frac{\epsilon - 1}{S}\right) W} \log_{10}\left(\frac{D}{d}\right)$$

Ecuación 3

Límite de impedancia del Cable Coaxial.

Los valores numéricos nos ilustran lo mínimo como lo máximo en impedancia del cable coaxial. Los valores se seleccionan desde un mínimo valor de impedancia como menor a 1 Ohm, pero sería muy dificultoso elaborar el cable con estas características.

Los valores de D=0.1283” y d=0.1” con un dieléctrico sólido de 2.23, diseñamos un cable con una impedancia de 10 Ohms, Ahora por costos en la elaboración de este cable, el cable coaxial se fabrica con una impedancia de aproximadamente 50 Ohms, de menor valor es en aplicaciones muy especiales.
El máximo valor de impedancia es difícil de definir. La impedancia está en función de radio entre los diámetros concéntricos, D/d. Si el radio es 42.5:1, la impedancia es de 225 Ohms. Para un radio de 65:1, la impedancia se incrementa a 250 Ohms.

Summary of cable impedance limits

Cable Types	Maximum	Minimum
Two-wire	600 Ω	83 Ω
Coaxial	225 Ω	10 Ω

Tabla 3

Longitud de onda

Cada señal eléctrica, tiene una función de periocidad de tiempo. Si pudiéramos verlo a través de un osciloscopio y ver el comportamiento de onda que trabaja por ciclo de tiempo. En la atmósfera se propaga a la velocidad de luz. Por lo tanto, por comparación de cómo podemos obtener repetidamente la señal en ciclo repetidos de la velocidad de la luz, la longitud de onda puede ser determinada. El símbolo que se maneja es λ, y su fórmula es la siguiente:

$$\lambda = \frac{V_c}{f(\text{in hertz})}$$

$$\begin{aligned} \text{where } V_c &= \text{velocity of light} \\ &= 300 \times 10^6 \text{ m/s (meters per second)} \\ &= 984 \times 10^6 \text{ ft/s} \\ &= 1.1808 \times 10^{10} \text{ in./s} \\ &= 186{,}400 \text{ mi/s} \end{aligned}$$

Fórmula de longitud de onda .

Velocidad de propagación a lo largo de una línea.

En la ecuación 3, la velocidad de la luz fue específica a la atmósfera, esto es en el aire. Cuando se transmite desde el aire hacia un conductor, disminuye su velocidad, esto se debe a que dificulta el paso de la señal a través de las moléculas en un dieléctrico sólido. Por lo tanto la señal es mas lenta a través de un cable.

El factor de velocidad Fv, es la razón de velocidad de propagación de energía entre la velocidad de la luz en la atmósfera.

$$F = V_p/V_c = 1/\sqrt{\varepsilon}$$

Ecuación 4

BALANCEO DE FRECUENCIA.

Ahora examinaremos el balanceo de frecuencia, desde un espectro de bajo nivel (desde 0 Hz hasta algunos kilohertz) los valores de resistencia (R) e inductancia (L), no cambian. Entonces tenemos ell valor de la frecuencia es de 2pifL adecuadamente mas grande que (R), llamado balanceo de frecuencia, el valor de (R) se incrementa a razón de la raíz cuadrada de la frecuencia y del valor de L adecuadamente independiente de la frecuencia. El balanceo de frecuencia para una línea de dos cable en paralelo utiliza poco de tantos de valor de frecuencia,

mientras que el valor de frecuencia para el coaxial es de cientos de kiloherz Ecuación 5. Es por esta razón que el termino de transmisión de líneas aplica solamente en frecuencias arriba de 200Khz. Por encima de las frecuencias de la líneas de dos cables que son utilizados para líneas de transmisión telefónicas, de voz, de alimentación y coaxiales con malla de terminación.

$$f = \frac{10\,R}{2\pi L} = \frac{16.14}{6.28 \times 10.91 \times 10^{-6}} = 235\ \text{kHz}$$

Ecuación 5

TRANSFERENCIA MAXIMA DE PODER

Esto ocurre cuando la resistencia de carga es igual a la impedancia de la línea, por lo tanto, cuando la impedancia de la línea es igual a la impedancia de salida del generador transmisor de frecuencia. Bajo estos arreglos, el alto porcentaje de transmisión de poder en la salida aparece con la carga de la resistencia (menos en otros materiales diferentes al cobre).

LINEAS NO RESONANTES

Las condiciones que describe una máxima carga en la línea de transferencia, determinada como no resonante. La resistencia de carga se acopla con la impedancia de línea. Toda carga (poder), puesta a una línea por un transmisor cual la descarga y aparece resistencia a través de la carga. (a excepción de otro material diferente al del cobre).

LINEAS RESONANATES

Decimos que una línea de transmisión es resonante, cuando la impedancia de la línea no es ajustada a la impedancia de entrada de la fuente o no es completamente resistiva. Esto sucede cuando la energía puesta por un transmisor a una línea y esta no es absorbida por la carga. La cantidad de energía se refleja hacia la fuente transmisora. Existen dos tipos de ondas de energía que se desplazan en la línea al mismo tiempo pero en diferentes direcciones. La onda incidental, que es aquella que se mueve desde la fuente transmisora hacia a la carga. La onda reflejada, que es aquella que se mueve en dirección opuesta, desde la carga hasta a la fuente generadora de energía. Hay momentos en que ambas ondas coincides en sus picos y esto ocasiona que se adicionen sus voltajes. También hay momentos en que ambas ondas se encuentran totalmente fuera de fase y se nulifican ambas. Ver Figura 34.

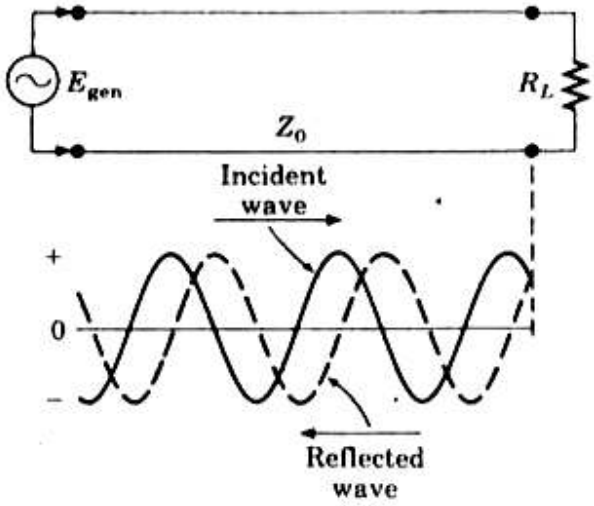


Figura 34

En la Figura 34, representa ambas ondas de voltaje momento antes de que entren en fase.

En la figura 10, debe notarse que la suma de los voltajes en cada uno de los intervalos a,b,c,d,e,f, y g, puede ser igual a cero. En la Figura 35 a, esto es por causa de que ambas ondas atraviesan a través del punto cero de la referencia de voltaje en el mismo tiempo. En la Figura 35 b, se muestra que la sumas de ambas es cero puesto que las una onda canela a otra en picos o crestas opuestas.

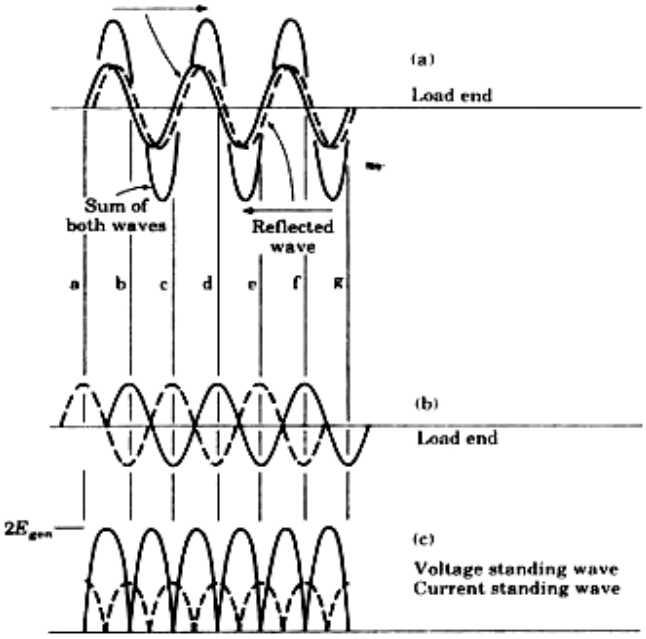


Figura 35

Coeficiente de reflexión, se representa por Γ, el valor de es un número decimal al cual lo tomamos como porcentaje de energía que regresa de la línea, y de la cual no es absorbida por la carga, en otras palabras, es l porcentaje del reflejo de energía y se determina a través de los siguientes rangos: Ver ecuación 6.

$$\Gamma = \frac{E_{\text{reflected}}}{E_{\text{applied}}} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}} = \frac{\text{SWR} - 1}{\text{SWR} + 1} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

Ecuación 6

LIMITE DE IMPEDANCIA DE CARGA.

La impedancia ideal, es cuando la impedancia de carga es igual a la impedancia de línea. En realidad la impedancia de carga puede tomar cualquier valor entre cero e infinito. Existen algunas ocasiones en la carga sea infinita ZL=infinito**,** o cuando la carga esta en corto circuito esto es ZL=0, es fácil observar y entender que en estas situaciones extremas.

Impedancia de carga en circuito abierto.

Cuando una carga es removida de una línea de transmisión, obtenemos un circuito abierto y por lo tanto una impedancia infinita. Un tren de ondas se desplazan a través de la línea desde del generador que llegará al final del tramo abierto, y encontrará con una impedancia que no absorberá toda su energía; la ondas regresaran a la fuente transmisora Figura 36. que muestra los efectos de la ondas incidentes son reflejadas en un circuito abierto.

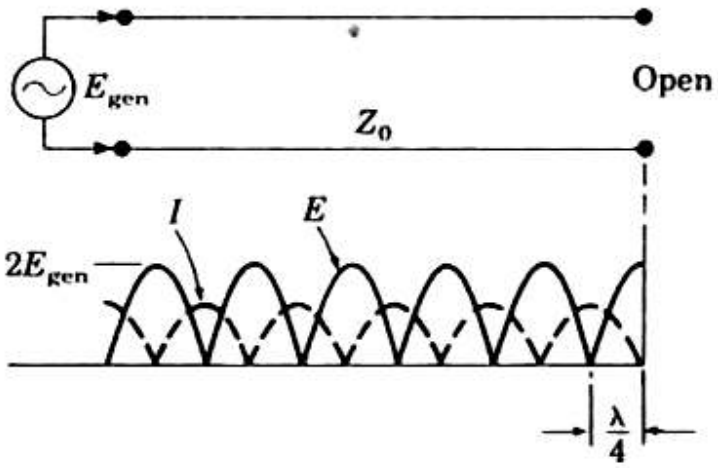


Figura 36

En un circuito abierto, las ondas reflejadas son canceladas en varios puntos en el trayecto de la línea. El primer voltaje mínimo ocurriría a un cuarto de longitud de la

línea desde las terminales de carga. La cancelación de las ondas es repetida varias veces cada media longitud de onda. El primer mínimo pico de voltaje, ocurre a un cuarto de longitud de onda desde las terminales de carga. La cancelación de onda o la onda adicionada, se repite a cada medio ciclo de onda, tal que un segundo mínimo de pico, aparecería a media longitud de onda desde el primer mínimo, o tres cuartos de longitud de onda de las terminales de onda. El máximo voltaje en las terminales de salida sería reparado por las medias longitudes de ondas provenientes de las terminales de carga y una constante onda patrón, que puede estar determinada en cualquier punto de la línea de transmisión.

Para un circuito de carga abierta, E representa un máximo e "I" representa un cero en las terminales de carga. En similares efectos de un circuito paralelo resonante, donde Z representa alto, E representa largo e I es lo mínimo. Un cuarto de longitud de onda desde las terminales de carga, encontramos un "I" para un máximo y un E para un mínimo. La corriente alta indica baja impedancia, y bajo voltaje para esta situación, las condiciones coinciden con un circuito de serie resonante. Esto se debe en que estas condiciones extremas se trata de una línea resonante, lo que indica que esta en compatibilidad de carga.

Notamos que la impedancia de línea cambia para cualquier locación a lo largo de la línea esto nos da como resultado el cambio de e "I". En la Figura 37 muestra la gráfica de línea de impedancia como una función de la longitud de onda en distancia desde la línea de carga

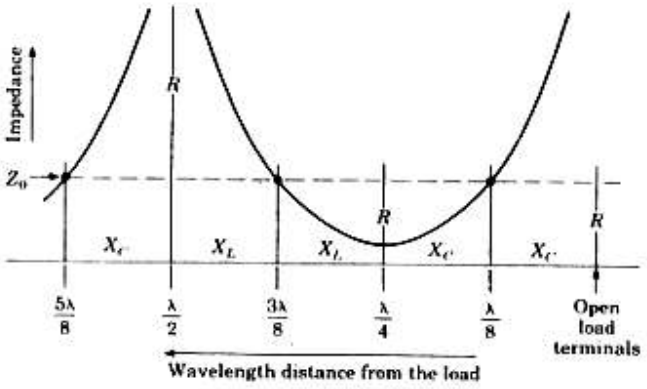


Figura 37

IMPEDANCIA DE CARGA EN CORTO CIRCUITO

Sucede las mismas condiciones para la carga en corto circuito, esto es, que cuando enviamos un tren de pulsos desde una fuente generadora, a través de una línea transmisora, hacia una carga que en estas condiciones se encuentra en corto circuito, cual no son disipadas por ningún medio, estos pulsos son reflejados. Estas ondas reflejadas no son las mismas como las ondas de un circuito abierto,

por ZL es cero. La corriente que cruza por cero resistencia está en máxima. Causando caída de voltaje hasta llegar al mínimo que es cero.

IMPEDANCIA DE ENTRADA EN UNA LINEA.

Despreciando cualquier pérdida en toda la longitud del cable, la impedancia de carga hacia la terminal de salida afectaría al tramo final de la entrada. Un máximo poder de carga de transferencia, desde el generador (transmisor) hacia a la carga toma lugar cuando la impedancia de carga iguala a la impedancia del generador. En el caso de las líneas de transmisión, las cargas reflejadas de una impedancia son retraídas a las terminales de salida del transmisor.

LINEAS DE TRANSMISION COMO COMPONENTES DE CIRCUITOS

Ya se en circuito cerrado o abierto, la línea de transmisión se muestra sus características de circuito eléctrico, simulado circuitos con inductores, capacitares, o como circuito resonante.

En la Figura 39, utilizando un cuarto de longitud de onda una corta sección de cable coaxial como un circuito paralelo resonante. De la Figura 38, se aprecia una sección de un cuarto de longitud de onda en una sección de línea, es equivalente a un circuito resonante paralelo.

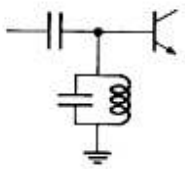


Figura 38

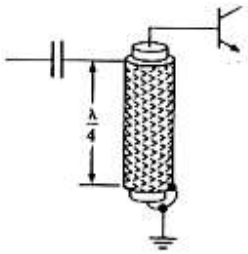


Figura 39

A continuación mostramos las siguientes ecuaciones con sus componentes de capacitancia e inductancia

$$\text{Length} = \lambda \frac{\arctan\left(\frac{Z_0}{X_C}\right)}{360}$$

Ecuación 7

$$X_C = \frac{Z_0}{\tan\left(\frac{360 \times \text{cable length}}{\lambda}\right)} \quad \text{(in ohms)}$$

Ecuación 8

$$X_L = Z_0 \tan\left(\frac{360 \times \text{length}}{\lambda}\right) \quad \text{(in ohms)}$$

Ecuación 8a

$$\text{Length} = \lambda \frac{\arctan\left(\frac{X_L}{Z_0}\right)}{360}$$

Ecuación 9

TRANSFORMADORES DE ACOPLAMIENTO DE IMPEDANCIA.

Una sección de un cuarto de longitud de onda en la línea de transmisión es el único que tiene propiedades de acoplamiento de impedancia. Esto lo verificamos en la Figura 37 . La impedancia del cuarto de longitud de onda en un tramo del circuito, asemeja a un circuito abierto. Esto entiende la razón que un transformador de acoplamiento de impedancia es una sección de una línea larga de transmisión. El cambio de impedancia es debido a la relación entre la fase de la onda incidental y la onda reflejada en la línea.

La desventaja de la transmisión a través del transformador de línea es que para una onda de cuarto de longitud, solamente atraviesen frecuencias muy estrechas. Un valor de +- 5% del centro de frecuencias sean funcionales para rangos de frecuencias de arriba de 100MHz, pero esto es suficiente para que un transformador sea una herramienta.

La impedancia surgida de la sección de transmisión de la máquina de línea es puesta entre la impedancia de carga y la impedancia de línea. Figura 40.

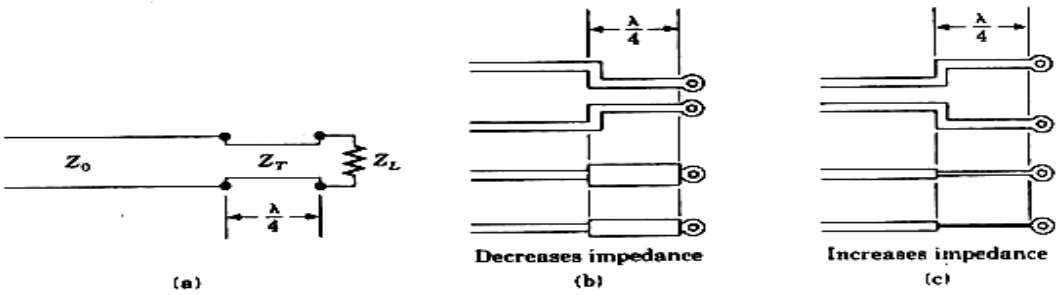


Figura 40

Se determina la siguiente ecuación:

$$ZT=\sqrt{(Z0ZL)}$$

Ecuación 10

Todas las impedancias son puramente resistivas y se expresan en Ohms.

El transformador es conectado directamente a la terminal de carga en este caso.

Para el caso del cable coaxial, se requiere de afinar mas el diseño del transformador para el acoplamiento de las impedancias.
Aplicaría la ecuación 10, pero cambiaría a según la medida del coaxial. El cambio es significativo en el conductor central del cable, cambia la impedancia del cable si cambia la medida del conductor.
Usualmente la impedancia de la máquina es grande que la impedancia de la línea pero pequeña a comparación de la impedancia de carga. Ver figura 41

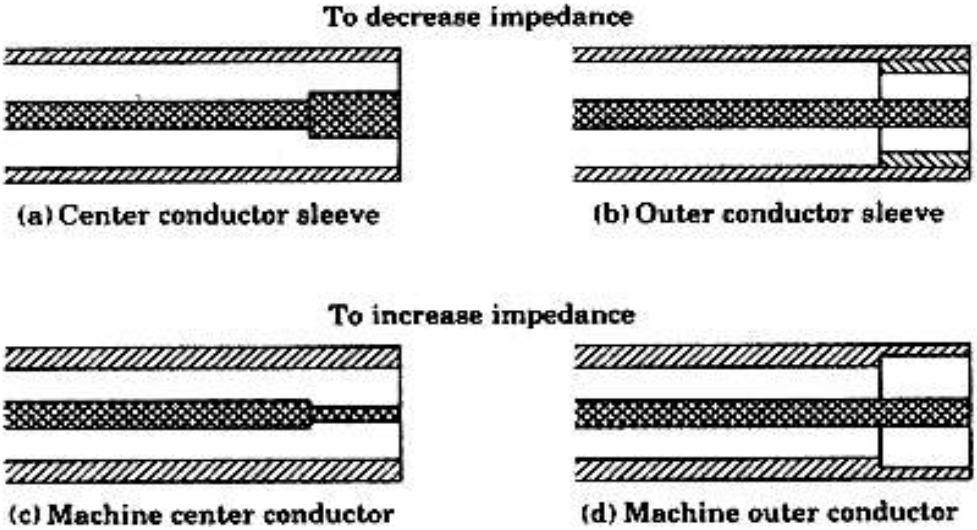


Figura 41

TRASMISIÓN DE SEÑALES A TRAVÉS DE LA FIBRA OPTICA

Con el avance tecnológico, los equipos de CCTV, requieren de mejores recursos en la transmisión de video y por lo tanto en la utilización de la fibra óptica. La aplicación de los sistemas de CCTV en lugares de distancias considerables y de condiciones severas (en cuanto ruido electromagnético, climas extremosos etc.), requieren de conservar la nitidez de las imágenes, así como también la combinación de otros servicios en un solo conducto.

La fibra transmite a mayores anchos de banda y a distancias cinco veces mas que si se utilizara el cable coaxial convencional. Lo que resalta mas los niveles de seguridad en la transmisión de la información.

Un sistema de fibra óptica permite incluso acomodar múltiples cámaras de CCTV, con lo que ahorra instalaciones eléctricas.

Con la fibra pueden verse imágenes nítidas a distancias mayores. A mas de 220 metros, el cable de cobre de par trenzado requiere de amplificadores. Un cable coaxial, se extendería hasta 280 metros de distancia en la misma aplicación. No le permite a uno alejarse mucho en cualquier aplicación. Esa es la distancia básica desde la terminal de un edificio hasta el extremo final del edificio próximo.

La Historia de la comunicación por la fibra óptica es relativamente corta. En 1977, se instaló un sistema de prueba en Inglaterra; dos años después, se producían ya cantidades importantes. Antes, en 1959, como o derivación de los estudios en física enfocados a la óptica, se descubrió una nueva utilización de la luz, a la que se denominó rayo láser, que fue aplicado a las telecomunicaciones con el fin que los mensajes se transmitieran a velocidades inusitadas y con amplia cobertura.

Sin embargo esta utilización del láser era muy limitada debido a que no existían los conductos y canales adecuados para hacer viajar las ondas electromagnéticas provocadas por la lluvia de fotones originados en la fuente denominada láser. Fue entonces cuando los científicos y técnicos especializados en óptica dirigieron sus esfuerzos a la producción de un ducto o canal, conocido hoy como la fibra óptica. En 1966 surgió la propuesta de utilizar una guía óptica para la comunicación. Se trata en realidad de una onda electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, con la única diferencia que la longitud de las ondas es del orden de micrómetros en lugar de metros o centímetros. como portadora de información. En poco más de 10 años la fibra óptica se ha convertido en una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión de información. Este novedoso material vino a revolucionar los procesos de las telecomunicaciones en todos los sentidos, desde lograr una mayor velocidad en la transmisión y disminuir casi en su totalidad los ruidos y las interferencias hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones .

Las fibras ópticas son filamentos de vidrio de alta pureza extremadamente compactos: El grosor de una fibra es similar a la de un cabello humano. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones, entre sus principales características se puede mencionar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad debido a que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún

componente conductivo y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión. Tienen la capacidad de tolerar altas diferencias de potencial sin ningún circuito adicional de protección y no hay problemas debido a los cortos circuitos Tienen un gran ancho de banda, que puede ser utilizado para incrementar la capacidad de transmisión con el fin de reducir el costo por canal; de esta forma es considerable el ahorro en volumen en relación con los cables de cobre. Con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa un gran espacio en los tubos y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costos.

Comparado con el sistema convencional de cables de cobre donde la atenuación de sus señas, (Decremento o reducción de la onda o frecuencia) es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 Km. Sin que halla necesidad de recurrir a repetidores lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento este material. Originalmente, la fibra óptica fue propuesta como medio de transmisión debido a su enorme ancho de banda; sin embargo, con el tiempo se ha planteado para un amplio rango de aplicaciones además de la telefonía, automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución entre otros concepto de transmisión.

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa, por ello se le considera el componente activo de este proceso. Una vez que es transmitida la señal luminosa por las minúsculas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original. El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo) empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

En resumen, se puede decir que este proceso de comunicación, la fibra óptica funciona como medio de transportación de la señal luminosa, generado por el transmisor de LED'S (diodos emisores de luz) y láser. Los diodos emisores de luz y los diodos láser son fuentes adecuadas para la transmisión mediante fibra óptica, debido a que su salida se puede controlar rápidamente por medio de una corriente de polarización. Además su pequeño tamaño, su luminosidad, longitud de onda y el bajo voltaje necesario para manejarlos son características atractivas.

ESTRUCTURA DE COMUNICACIÓN CON FIBRA ÓPTICA.

Los sistemas de comunicación con fibra óptica nos permiten grandes capacidades de comunicación. Un enlace de comunicación con fibra óptica se realiza de forma muy similar al convencional con cable. Se compone de un terminal trasmisor, al cual se le envían informaciones a trasmitir, analógicas o digitales. Las señales analógicas, por ejemplo fónicas o de video, se multiplexan y sucesivamente se convierten en señales digitales, que son preferidas dadas la anchura de banda disponible y las ventajas de la técnica digital. La señal digital obtenida modula una fuente de luz, constituida por un láser o por un diodo LED, y la señal óptica así generada se envía a la línea de fibra óptica. Según la longitud de la línea se pueden tener ninguno, uno o varios repetidores. El repetidor consiste en un receptor óptico, que modula la señal luminosa y permite recuperar la señal digital moduladora. Esta es amplificada y regenerada, y después modula una fuente de luz; se obtiene así otra ves una señal luminosa que es aplicada a la línea de fibra óptica del tramo siguiente. En el terminal de llegada hay un receptor. Este está constituido por; un receptor óptico, que permite obtener la señal digital de la señal luminosa, un amplificador, un circuito de decodificación y un de-multiplexor que permite tener en la salida el canal trasmitido.

Los componentes principales son; cables de fibra óptica, las fuentes de luz y los detectores ópticos. Otros componentes como conmutadores, acopladores, conectores adquieren una notable una notable importancia para ser realizable o en todo caso mas eficiente la comunicación.

PROPIEDADES DE LA FIBRA ÓPTICA

El funcionamiento de las fibras ópticas se basa en las leyes de refracción y reflexión de la luz. Básicamente consiste en una guía-onda-dieléctrica (no conductora de la electricidad) hecha de vidrio o de plástico. Consta de tres partes principales: un núcleo, un revestimiento o manto y una cubierta de protección.

Las principales propiedades de la fibra óptica son:

Abertura numérica: Una fibra óptica no es capaz de recibir toda la energía luminosa que incide sobre la superficie. La magnitud que caracteriza esta capacidad se denomina *abertura numérica.* Cuanto mayor es la abertura numérica, mas la cantidad de luz entrará en la fibra óptica pero menor será el ancho de banda de la señal trasmitida.

Atenuación. La atenuación de la señal producida por la fibra óptica es causada por dos factores:

1. Absorción, que depende de la presencia de las impurezas en la fibra o fenómenos de la resonancia.
2. Difusión, es la reflexión parcial del rayo en diferentes direcciones.

La atenuación depende en mayor parte de la longitud de onda y se da en Decibelios por Kilómetro.

Dispersión. A causa de la dispersión se reduce la anchura de banda de la fibra y aumentan los tiempos de subida y bajada aplicados en la entrada. Pueden ser de dos tipos: modal y espectro.

TIPOS DE FIBRAS ÓPTICAS

1. ***Fibras multimodo step-index:*** Se denominan así por que se tiene un cambio brusco (step) de índice de refracción en el paso del núcleo del manto. Se caracterizan por un núcleo de diámetro relativamente elevado en relación a la longitud de onda. A causa de las dimensiones notables, la luz se propaga según diferentes caminos llamados ***modos***; por esto la fibra se denomina multimodo.
2. ***Fibras multimodo graded index:*** Se denominan así por que el índice de refracción del núcleo disminuye con la ley parabólica pasando desde el centro a la periferia del núcleo mismo.
3. ***Fibras monomodo step index:*** Son del tipo de variación brusca del índice de refracción, pero las dimensiones del núcleo son muy reducidas de tal forma que se puede propagar de un solo modo. Ver figura 42

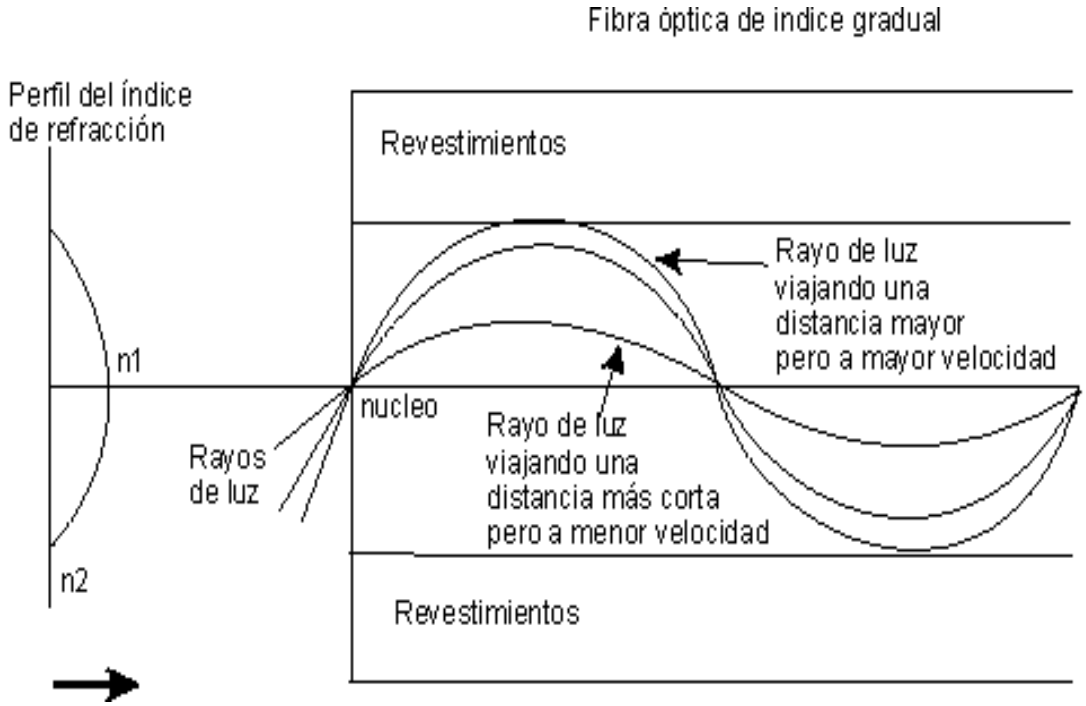
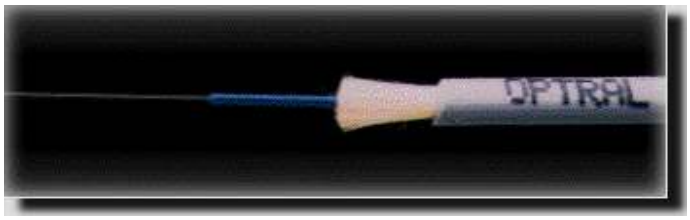
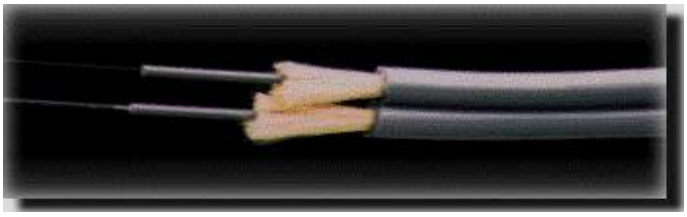


Figura 42 Fibra óptica monomodo

Tipos de Cables



Patchcord simple CPS. Se usa para fabricar latiguillos o para interconectar equipos de audio, video, datos así como instrumentación y control.

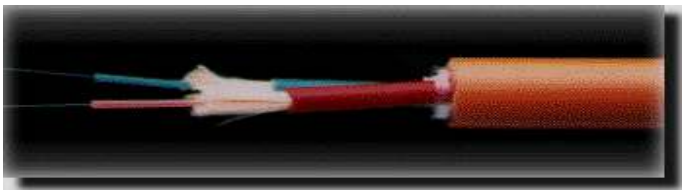


Patchcord doble CPD/CIP. Se usa para la transmisión horizontal de datos y señales en el interior de edificios.

Cable de distribución interior CDI. Se usa para la transmisión horizontal de datos y señales en el interior de edificios.

Cable interior-exterior armado dieléctrico CDAD. Cable muy robusto con una excelente resistencia mecánica, para instalaciones de interior y exterior con armadura dieléctrica como protección anti-roedores.

Cable interior-exterior armado metálico CDAM. Cable muy robusto ideal para instalaciones en interior, así como en exterior con armadura metálica como protección anti-roedores.



Cable de Distribución interior reforzado CDIR. Cable muy robusto con una excelente resistencia mecánica y gran facilidad de conectorización. Se usa para la transmisión horizontal de datos y señales en el interior de edificios.

DETECTORES ÓPTICOS

Los detectores ópticos mas usados en el campo son de las longitudes de onda de 0.8 a 1.2 micras son los diodos y los fotodiodos de avalancha.

Lo diodos son constructivamente mas sencillos y menos caros que los de avalancha pero tienen el inconveniente de una baja sensibilidad. Los diodos proporcionan corrientes superiores y por lo tanto la señal no requiere amplificación después de la detección. Su desventaja es que son mas caros y mas sensibles a las variaciones de temperatura.

Son utilizados para la recepción de datos a través del cable de FO, que posteriormente convierten la señal digital en señal analógica para ser canalizada al monitor o grabador de video.

La aplicación de la Fibra Óptica FO, tiene muchas ventajas a comparación de las otras vías de comunicación, inclusive a las vías inalámbricas, ya que todavía no se consideran como vías para la transmisión de datos confiables como la FO. Caso contrario de la Fibra Óptica, la confiabilidad es excelente. El cable de fibra óptica preserva la integridad de la señal.

No hay problemas de interferencia electromagnética (EMI), interferencia de radio frecuencia (RFI), diafonía o circuitos cerrados de tierra. No hay riesgos de cortocircuitos, chispas o de incendios. Una vez adentro, se reciben imágenes claras y nítidas, incluso cuando se presentan tormentas. Si por casualidad un rayo golpea una de las cámaras, sus consecuencias no trascienden más allá de ésta. Puesto que la fibra no puede transmitir choques electrificados, el resto de los componentes en sus sistemas permanecen seguros. Si se desea que la señal llegue a su destino y sea clara y utilizable, se tiene que utilizar fibra.

TRANSMISIÓN VIA INALÁMBRICA

Instalación a través de sistema inalámbrico radios frecuencia (RF), es muy limitado en distancia y no es un sistema muy confiable. Sobre todo en los lugares donde hay campos electromagnéticos, lluvia, viento, etc., con estas causas, el sistema tiende a tener distorsiones en las imágenes. Por lo que no se considera como una solución.

CAPITULO IV

TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO

DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente las grandes bodegas y almacenes, se integran de un conjunto de naves con dimensiones de mas de 100,000 m² (500 de largo X200 ancho) cada una, y tienen entre tres y cuatro naves.

Para su operación se requiere de un vigilancia con un cierto número de personal el cual es parte del costo para la empresa de logística y almacén.

El complemento de esta vigilancia, es a través de los medios electrónicos de vigilancia remota.
Uno de los problemas principales en la instalación de cámaras, es el medio de transmisión de señal, en este caso el de video. Y el problema mas concreto es la distancia.

METODOLOGÍA

En este capítulo veremos la metodología para solucionar el problema de la seguridad en un almacén cuyas dimensiones son para alto volumen de tráfico.

1. Plantear el siguiente cuestionario para determinar las necesidades, que es la parte del levantamiento de datos en campo u obra. Es importante que el entrevistador (Ingeniero de proyectos), considere las respuestas enfocadas al problema para que de esta forma pueda resolver con exactitud el planteamiento.

    I. ¿Cuáles son las condiciones actuales?
    II. ¿Cuáles son las condiciones ideales?
    III. ¿Cuáles son las posibles soluciones para alcanzar las condiciones ideales?
    IV. ¿Por qué la solución propuesta es la óptima?
    V. ¿Cuáles son las ventajas de una propuesta general?
    VI. ¿Qué problemas acarrearía la propuesta planteada?
    VII. ¿De cuantas formas puede plantearse el sistema que den la misma solución?
    VIII. ¿Cuál puede dar mejor resultado?

2. Se continúa con la exploración física del lugar, se hace el levantamiento de el terreno, observando sus características como su arquitectura, topografía, geometría y realizando las mediciones respectivas con el fin de realizar un croquis con los acotamientos y medidas mas aproximada.
3. Se toman datos de los servicios con que cuenta el almacén como servicio de energía eléctrica, teléfono y de conexión a Internet,
4. Analizar posibles alternativas de solución que resuelva el problema y seleccionar la optima.
5. Al tener una solución, se procede realizar un plan de trabajo para la ejecución, con las fechas de inicio, avance, terminación y entrega.
6. Se capacita al personal encargado o dueño del sistema, quien será responsable de su y operación y administración.

Aplicación de la metodología

Se tiene un almacén que no cuenta con las mínimas normas de seguridad requeridas, esto se considera en condiciones iniciales, y como condición ideal, es tener un almacén sin riesgo de pérdidas de mercancías y de operaciones controladas. Así que analizando el lugar, determina las siguientes alternativas como posibles soluciones:

Iniciando con la metodología

1.- Cuestionario

¿Cuáles son las condiciones actuales? Sin ningún mecanismo de seguridad, guardias ni protecciones perimetrales.

¿Cuáles son las condiciones ideales? Operar el almacén con un mínimo o nulo riesgo de pérdidas

¿Cuáles son las posibles soluciones para alcanzar las condiciones ideales?

a) Contratar un número de guardias necesarios para cubrir las zonas internas, externas.
b) Inversión de un almacén con características herméticas y número de personal limitado.
c) Construcción de pequeños almacenes.
d) Diseño e implementación de un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión a la medida y necesidad del almacén.

¿Por qué la solución propuesta es la óptima?

La mejor propuesta que se sugiere, es la opción d), que es el diseño e implementación de un sistema de Circuito Cerrado de Televisión, ya que cubre con los alcances y cumple con las expectativas.

¿Cuáles son las ventajas de una propuesta general?

Es económico a largo plazo ya que no se requiere de pagar una rentabilidad, su diseño está basado a las necesidades, y además su operación puede ser realizada con un número limitado de personal de seguridad.

¿Qué problemas acarrearía la propuesta planteada?

Los riesgos que pueda presentar esta solución, sería la mala planeación de instalación y operación del equipo.

¿De cuantas formas puede plantearse el sistema que me den la misma solución?

Otra opción que pueda dar el mismo resultado sería el Sistema de CCTV. Pero utilizando distintos medios de transmisión de señales.

1. Vía coaxial.
2. Vía inalámbrica
3. Vía RED LAN.
4. Vía fibra óptica. (Opción seleccionada.)

¿Cuál puede dar mejor resultado?

Dentro de la gama de estos sistemas, seleccionamos el que mas cumple con las especificaciones y necesidades del lugar, pero mencionando las otras opciones de transmisión.

- ✓ Instalación del sistema de CCTV con cable coaxial (costo en instalación muy elevada puesto que se requiere de amplificadores de video y datos, además que se invierte mas en la instalación eléctrica y aun así no es confiable por las grandes distancias).
- ✓ Instalación a través de sistema inalámbrico RF. (es muy limitado en distancia y no es un sistema muy confiable si en el lugar hay campos electromagnéticos, lluvia, viento este sistema tiende a tener distorsiones en las imágenes).
- ✓ La solución que se aproximaría seria la instalación de un sistema de CCTV en red LAN, esto es a través de Ethernet, ya sea por cada cámara o en grupo de cámaras conectadas a un módulo de transmisión de datos con una dirección TC/IP. Claro, el costo es muy elevado por la rentabilidad de la red y el mejorar el ancho de banda cada ves que se requiera escalar el sistema. También el costo de mantenimiento sería muy elevado y si esta red se comparte con otras operaciones de informática, se tendría que pagar a un especialista para su monitoreo y administración. (Respaldo de datos, mantenimientos, eventos de contingencias etc). Además de que las imágenes no serían en tiempo real ni con la resolución y calidad que se maneja con la fibra óptica.
- ✓ *Fibra óptica,* es la mejor solución para la transmisión a grandes distancias, y con mejor calidad de imagen además en este trabajo, lo presentamos de manera combinada.

2.- Exploración física del lugar

Se realiza el levantamiento del lugar, tomando una sección de la nave, considerada como almacén 5, su geometría es rectangular con medidas aproximadas de 28 X 85 metros de largo y ancho respectivamente, por lo que su área es de 2,380m2, tiene un acceso de entrada de personal, tres salidas de emergencias, 6 puertos de recepción y 8 puertos de salida, cuenta con una caseta o módulo de vigilancia, comedor y 120m2 6 X 20 de área de oficinas. En el interior del área, se tiene una oficina de recepción en la entrada, una oficina de contabilidad, un centro de cómputo “SITE”, dos oficinas generales y una oficina de Gerencia General.

En el “SITE”, se destina para colocar el servidor de video o multiplexor de fibra óptica, ya que es solo se considera este almacén como solo una sección a monitorear de toda la nave industrial. Ver figura 43

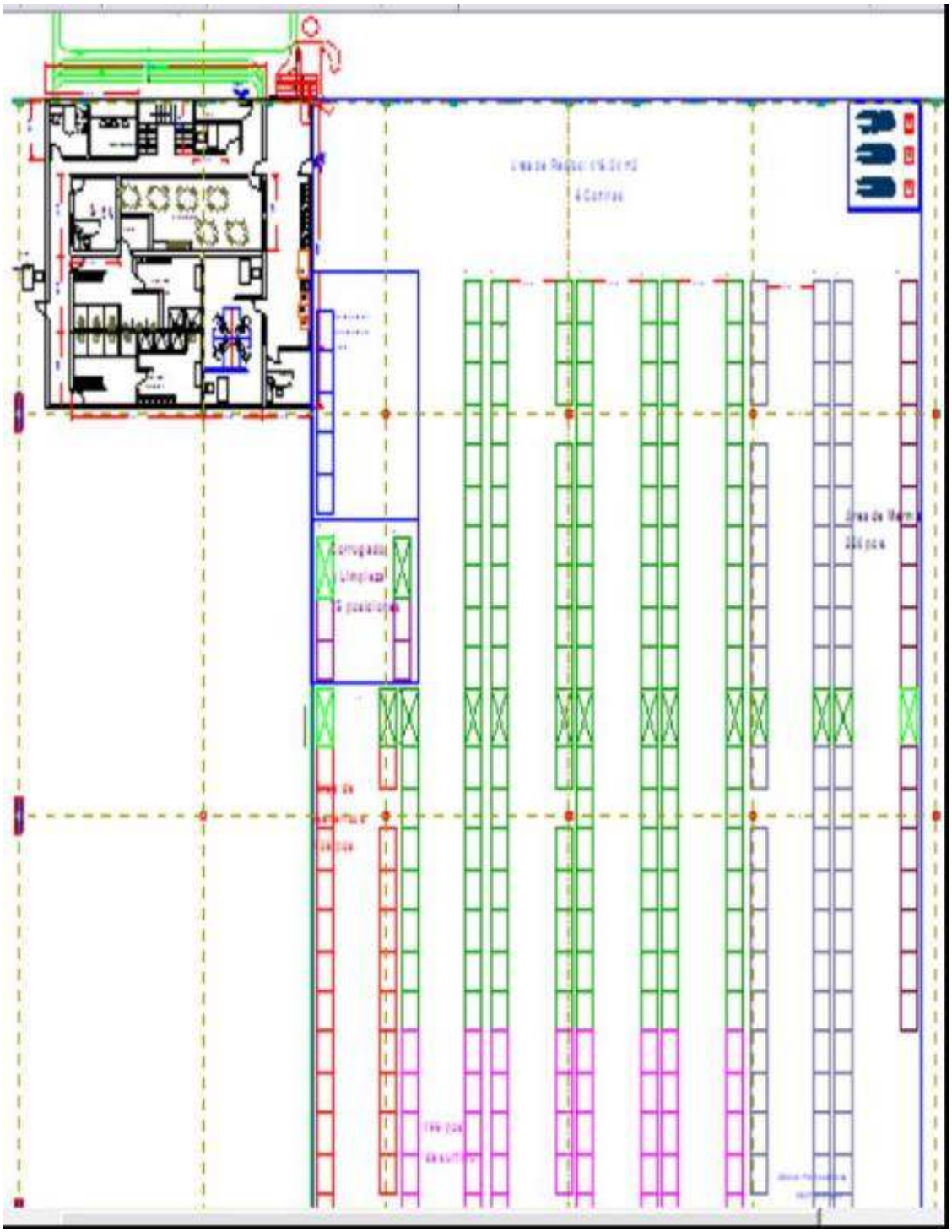


Figura 43

Sección del almacén

3.- Servicios

Los servicios que cuenta esta sección que son considerados para el sistema de monitoreo, es el suministro de energía eléctrica regulada y respaldada por la planta eléctrica de emergencia, el servicio de red de voz y datos en el área de oficinas, y servicio de Internet contratado.

Levantada la información se documenta en un formato realizado en campo. Ver tabla 1

HOJA DE DATOS DEL LEVANTAMIENTO. ALMACÉN NÚMERO 5 DE LA NAVE 9 PARQUE INDUSTRIAL NORTE						
Áreas	**Dimensiones por área en metros (Largo X Ancho)**	**Distancias en metros (partiendo como origen el SITE)**	**Tipo de estructura donde pretende montar el equipo**	**Tipo de red elèctrica**	**Red de datos interna**	**Servicio de red externa**
Centro de cómputo SITE	3.00 X 3.00	0	Tabla roca y plafond	Regulada	Disponible	Disponible
Acceso peatonal	2.20 X 1.20	7	Tabla roca y plafond	Regulada	No disponible	No disponible
Acceso a oficinas	2.20 X 2.50	5	Tabla roca y plafond	Regulada	Disponible	No disponible
Puerto de llegada 1	2.50 X 3.00	6	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de llegada 2	2.50 X 3.00	10	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de llegada 3	2.50 X 3.00	13	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de llegada 4	2.50 X 3.00	17	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de llegada 5	2.50 X 3.00	20	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de llegada 6	2.50 X 3.00	25	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 1	2.50 X 3.00	100	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 2	2.50 X 3.00	105	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 3	2.50 X 3.00	109	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 4	2.50 X 3.00	112	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 5	2.50 X 3.00	116	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 6	2.50 X 3.00	120	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 7	2.50 X 3.00	125	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible
Puerto de salida 8	2.50 X 3.00	128	Viga metálica colgante	Regulada	No disponible	No disponible

Tabla 1

Resumen de datos levantados en campo

4.- Análisis de las alternativas para la solución

Como resultado a la investigación realizada (ver cuestionario en la tercera pregunta), encontramos varias alternativas para obtener una solución, y la mejor es el diseño e implementación del sistema de circuito cerrado de televisión

5.- Plan de trabajo.

El plan de trabajo para ejecutar esta sección de la nave es el siguiente. Ver tabla 2

Id	PLAN DE TRABAJO ALMACE	Duración	Comienzo	Fin
1	**SISTEMA DE CCTV FIBRA OPT**	0 día	lun 10/10/(	lun 10/10/(
2	Aceptación de contrato de proyec	1 día	lun 10/10/(	lun 10/10/(
3	Solicitud de equipo	25 día	lun 10/10/(	vie 11/11/(
4	Solicitud de permisos para trabajo las áreas	2 día	mar 11/10/	mié 12/10/
5	Canalizaciones eléctricas: Tuberí	15 día	jue 13/10/(	mié 02/11/
6	Canalizaciones eléctricas: Cablea	5 día	vie 28/10/(	jue 03/11/(
7	Instalación de equipo en el almac Instalación de cámaras	5 día	lun 14/11/(	vie 18/11/(
8	Instalación de equipo en el cuarto control: Grabador Digital	2 día	lun 14/11/(	mar 15/11/
9	Pruebas del equipo	3 día	mar 15/11/	jue 17/11/(
10	Capacitación	1 día	vie 18/11/(	vie 18/11/(
11	Entrega de equipo de CCTV.	1 día	lun 21/11/(	lun 21/11/(

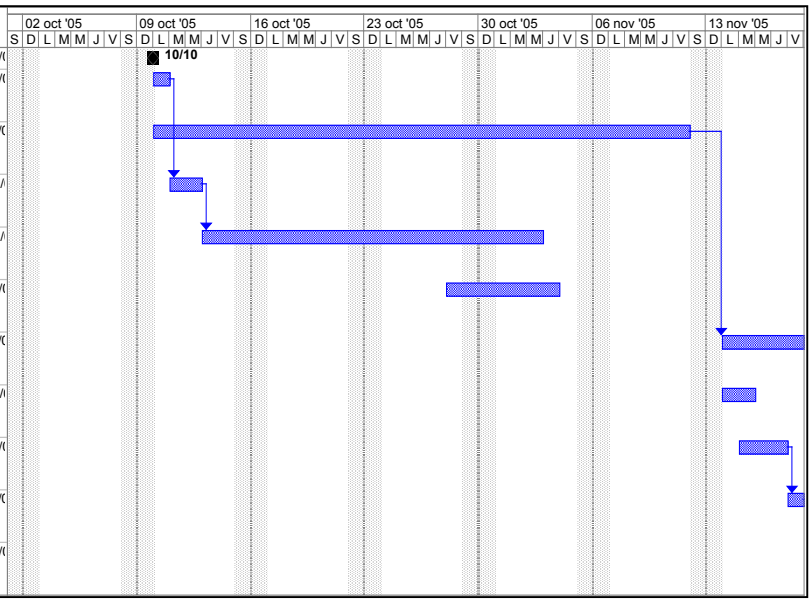


Tabla 2

Imagen de plan de trabajo para la instalación en un almacén

Descripción de las actividades de plan de trabajo

Inicio del proyecto. Se considera como inicio a la solicitud o pedido de equipo, materiales y de personal técnico calificado.

Solicitud de equipo y material. Consiste en un listado detallado de lo que requiere para la ejecución del proyecto. Dicho listado es de acuerdo a los resultados del levantamiento de datos. Ver tablas 3 y 4.

INSTALACION DE MATERIAL PARA SISTEMA DE CCTV.					
MATERIAL	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio MO	Total
Cable calibre 10 THW ROJO	Metro	300			
Cable calibre 10 THW BLANCO	Metro	300			
Cable calibre 10 THW VERDE	Metro	300			
Cable calibre 10 DESNUDO	Metro	300			
Cable Coaxial RG6 doble malla	Metro	1100			
Cable de fibra optica	Metro	6000			
Conectores RG6	Pieza	16			
Cinta Plastica de Aislar	Pieza	10			
Varilla Roscada 1/4 X 1mt	Pieza	150			
Tuerca Hexagonal 1/4	Pieza	200			
Roldana plana 1/4	Pieza	200			
Taquete expansión 5/16	Pieza	300			
Pija 8x13mm	Ciento	500			
Unicanal de 4x4 [tramo industrial]	3 mts	10			
Barra Multicontacto	Pieza	3			
Cinchos 72 cm	100 pzas	4			
Cinchos 36 cm	100 pzas	4			
Tuberia 25mm PDG c/conector	3 mts	30			
Tuberia 51mm PDG c/conector	3 mts	21			
Codo 19mm PDG	Pieza	200			
Codo 25mm PDG	Pieza	200			
Codo 51mm PDG	Pieza	100			
Uñas	Pieza	400			
Abrazaderas omega de 19mm plana reforzada	Pieza	300			
Abrazaderas omega de 25mm plana reforzada	Pieza	300			
Condulet OLB 25mm	Pieza	18			
Condulet OLB 51mm	Pieza	20			
Conector 25mm tipo americano	Pieza	50			
Conector 51mm tipo americano	Pieza	50			
Cople PD 25mm tipo americano	Pieza	40			
Cople PD 51mm tipo americano	Pieza	45			
Ducto cuadrado de 6.5x6.5cmx1.52mt	Metro	6			
Tubería flexible 19mm metálica	Metro	20			
Caja Registro 19mm c/Tapa	Pieza	16			
Caja Registro 25mm c/Tapa	Pieza	16			
Caja Registro 51mm c/Tapa	Pieza	10			
Conector flexible recto 19mm	Pieza	20			
Contacto doble polarizado	Pieza	10			
Contacto tipo Pedro flores Polarizado	Jgo	10			
Clavija		10			
Caja de sobreponer	Pieza	10			
Centro de Carga 30P, 3F, SQ, 200amp y Frente par	Pieza	2			
Tablero QO2 de sobreponer (Reseteo)	Pieza	2			
Interruptor Principal SD 3x70	Pieza	2			
Interruptor 1x15 Tipo QO	Pieza	2			
GABINETE PARA SERVIDORES EQUIPO AUDIO/VIDEO 6 pies de alto, 19" de ancho y fondo 70cm, puerta de acrílico y cuatro postes, dos tapas laterales y tapa posterior, con ruedas, kit de ventilación, juego de ruedas, barra de contactos (6) dobles, charola deslizable incluye tres.	Pieza				

Tabla 3

Lista de solicitud de material para instalación de equipo

EQUIPO DE CCTV						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MARCA	MODELO	P.U.	P.T.
1	SERVIDOR DE CCTV	1				
2	CÁMARA MOVIL CON CARCAZA	2				
3	CÁMARA FIJA	10				
4	LENTE FIJO PARA CÁMARA	10				
5	CARCASA Y BRAZO SOPORTE PARA CÁMARA	10				
6	TRANSFORMADOR DE ALIMENTACIÓN P/CÁMARA	10				
7	MONITOR PLANO DE LCD DE 17"	1				
8	UNIDAD DE RESPALDO DE CORTE DE ENERGIA	1				
9	UNIDAD TRANSRECPTOR DE FIBRA OPTICA 8 CAM	2				
10	CONECTORES DE FIBRA OPTICA	20				
11	PANEL DE PARCHEO PARA FIBRA OPTICA	1				
12	CONTROLADOR PARA CÁMARAS MOVILES	1				

Tabla 4

Solicitud de equipo de CCTV

A continuación se describe la selección de equipo.

Selección de equipo.

1. Dependiendo de las áreas se determina el tipo de cámara (**ver ficha técnica de cámaras fijas**). En resumen se toma el siguiente criterio: Zonas de dimensiones limitadas, se utilizan cámaras fijas, con lente fijo o vari-focal **(ver ficha técnica para selección del lente)** para aprovechar a lo máximo la escena a vigilar. Ahora si son zonas cuyas dimensiones son extensas a lo largo y ancho, se requiere de una cámara móvil. Aunque ya con la tecnología, estas cámara tiene muchas ventajas, solo menciono algunas de ellas, interacción con equipos de alarmas, operación automática de "centinela", secuencia automática etc. **(ver ficha técnica de la cámara móvil).**
2. Con esta información se consulta las fichas técnicas de los equipos y con ciertas características que se aproximen, determinamos la cantidad de cámaras fijas y móviles para las áreas determinadas.
3. Estas cámaras se concentran en los grabadores digitales, cuya capacidad es de 8 hasta 32 cámaras por grabador. A esto se le calcula el número de grabadores que sean necesarios para el almacén.
4. Ya realizado la distribución del almacén, ahora se dispone centralizarlo a cuarto de operación del parque industrial. Para la comunicación entre el almacén y el cuarto de control se utiliza la fibra óptica. Sin olvidar que las canalizaciones eléctricas pueden ser centralizadas por cada almacén tomando en cuenta los medios de protección a cortes eléctricos.
5. En el cuarto de operaciones, quedarán instalados los servidores de video, monitores y equipo mobiliario especial para su operación.

Después de la distribución del equipo, se propones a realizar las pruebas de los equipos instalados, que de manera parcial hayan sido probados de tal forma que sea oportuno el realizar los cambios o reclamaciones por garantías.

Por ultimo se capacita al personal para su operación y administración, finalizando la entrega del sistema completo

Básicamente, los componentes de un circuito cerrado de televisión son:

- Cámaras (cámaras fijas o móviles)
- Monitores para la reproducción de imagen (monitores).
- Grabador de imágenes (Digital o Analógico)
- Componentes de transmisión de la señal de vídeo.
- Sistema de control para cámaras móviles.

Cámaras de circuito cerrado de televisión

Una cámara es un elemento que se encarga de transformar las variaciones ópticas o imágenes, en variaciones de tensión. Las variaciones de tensión obtenidas por una cámara son amplificadas y tratadas, para mas tarde llevarlas a los monitores, donde de nuevo serán transformadas en imágenes.

Están constituidas por las cámaras y los accesorios que las complementan, tales como:

- Carcasas de protección.
- Soportes y sistema giratorio.
- El dispositivo captador de imagen. (CCD)
- Foco
- Diafragma.
- Zoom.
- Los circuitos electrónicos que procesan la señal de imagen.

Carcasas de protección

En el caso en que las cámaras de T. V. tengan que aislarse de posibles manipulaciones, o bien situarse en el exterior o en locales de elevada temperatura o humedad, deben protegerse con determinadas carcasas.

Quiere decir esto que hay que proteger forzosamente la cámara, debiendo colocar así otros elementos que la refrigeren o la ventilen. Esto dependerá de la ubicación y del lugar geográfico donde se instale. (Si hace frío o calor, viento, humedad, etc.).

Pueden ser de varios tipos:

- Carcasa para interiores.
- Carcasa para exteriores.
- Carcasa para exteriores con calefactor y termostato.
- Carcasa para exteriores con calefactor y limpia cristal.
- Carcasa para exteriores con ventilador y termostato.
- Carcasa estanca (sumergible).

Lentes para cámara fija.

Los lentes para cámaras fijas se clasifican según su aplicación y son de los siguientes tipos:

Lentes fijos: Los cuales son de enfoque fijo cuyas medidas de longitud focal están descritas en la tabla 5

Focal Length	Format	No Iris	Manual Iris	DC auto-iris	Video auto-iris
2.8mm	1/3"	L28CS	L28CSWI	L28DC4P	L28GECS
4mm	1/3"	L4CS	L4CSWI	L4DC4P	L4GECS
4mm Pinhole	1/3"	–	L4PCSWI	–	–
8mm	1/3"	L8CS	L8CSWI	L8DC4P	L8GECS
3.5mm	1/2"	–	H35CSWI	L35DC4P	H35ECS
6mm	1/2"	–	H6CSWI	L6DC4P	H6ECS H6GECS
6mm Pinhole	1/2"	–	H6PWI	–	–
12mm	1/2"	–	H12CSWI	L12DC4P	H12ECS H12GECS
4.8mm	2/3"	–	S48WI	–	S48E
7.5mm	2/3"	–	S75WI	–	S75E
16mm	2/3"	–	S16WI	L16DC4P	S16E
50mm	2/3"	–	S50WI	–	–
25mm	1"	–	G25WI	L25DC4P	G25E
50mm	1"	–	G50WI	L50DC4P	G50E
75mm	1"	–	G75WI	L75DC4P	G75E

Tabla 5

Lentes vari-focales: Tienen la capacidad de cambiar la distancia focal, en la tabla 3 observamos algunas medidas comerciales. Ver tabla 6

Focal Length	Format	Manual Iris	DC auto-iris	Video auto-iris
1.6~3.4mm	1/3"	L163VCS	L163VDC4P	Use DLA*
2.8~6.4mm	1/3"	L2864VCS	L2864VDC4P	Use DLA*
2.7~12mm (day/night)	1/3"	—	L212AVDC4PIR	Use DLA*
2.9~8mm	1/3"	—	L298AVDC4P	Use DLA*
3~8mm (day/night)	1/3"	L308VCS	L308VDC4PIR	Use DLA*
5~40mm	1/3"	L540VCS	L540VDC4P	Use DLA*
5~55mm NEW	1/3"	—	L555VDC4P	Use DLA*
5.5~82.5mm	1/3"	L582VCS	L582VDC4P	Use DLA*
6.5~39mm	1/3"	L639VCS	L639VDC4P	L639VGECS
8~80mm (day/night)	1/2"	—	L880VDC4PIR	—
6~12mm	1/2"	H612VCS	L612VDC4P	H612VGECS
8.5~51mm	1/2"	L851VCS	L851VDC4P	L851VGECS
8.5~85mm	1/2"	—	L885VDC4P	Use DLA*

Tabla 6

Lentes Zoom: Son lentes compuestos de tal forma que amplifican la imagen según la variación de la distancia focal, se clasifican en rangos comerciales como son los que se ven en la tabla 7.

Focal Length	Format	Manual	Manual w/auto-iris*	3-motor	DC auto-iris	Video auto-iris
6~60mm	1/3"	—	—	L10X6MCS	—	L10X6MEACS
6.5~39mm	1/3"	L639VCS	L639VDC4P	L6X6.5MCS	—	L6X6.5MEACS
6.5~65mm	1/3"	—	—	L10X65MCS	L10X65DC4P	L10X65MGECS
6.5~104mm	1/2"	—	—	H16X6.5M	—	H16X6.5MEA
8~48mm	1/2"	H6X8	—	H6X8M-II	—	H6X8MEA-II
8~80mm	1/2"	—	—	H10X8M-II	—	H10X8MEA-II
8.5~51mm	1/2"	L851VCS	L851VDC4P	—	—	—
8.5~85mm	1/2"	—	L885VDC4P	H10X85M	L10X85DC4P	H10X85MGE
8.6~154mm**	1/2"	—	—	—	—	H18X86MEAIR
15~300mm	1/2"	—	—	H20X15M	—	H20X15MEA
30~750mm	1/2"	—	—	—	H25X30DC4P	H25X30MGE
9.5~152mm	2/3"	—	—	S16X9.5M	—	S16X9.5MEA
10~100mm	2/3"	—	—	S10X10M-II	—	S10X10MEA-II
11.5~69mm	2/3"	S6X11		S6X11M-II	—	S6X11MEA-II
16~160mm	1"	—	—	G10X16M	—	G10X16MEA

Tabla 7

Cálculo para seleccionar el tipo de lente a partir de su longitud focal.

Para realizar este cálculo, debemos de tomar las medidas de distancia entre el objeto y la cámara, las unidades pueden ser en pies ***ft*** o en metros ***m*** por las dimensiones del dispositivo de captación de imagen CCD de la cámara que viene en formatos (Ver tabla 8a), y por ultimo tener como dato la medida de lo alto o ancho del objeto en unidades métricas. Finalmente se hace la conversión de unidades métricas inglesas por las unidades internacionales quedando en unidades milimétricas.

Format	1"	2/3"	1/2"	1/3"	1/4"
Height (mm)	9.6	6.6	4.8	3.6	2.7
Width (mm)	12.8	8.8	6.4	4.8	3.6

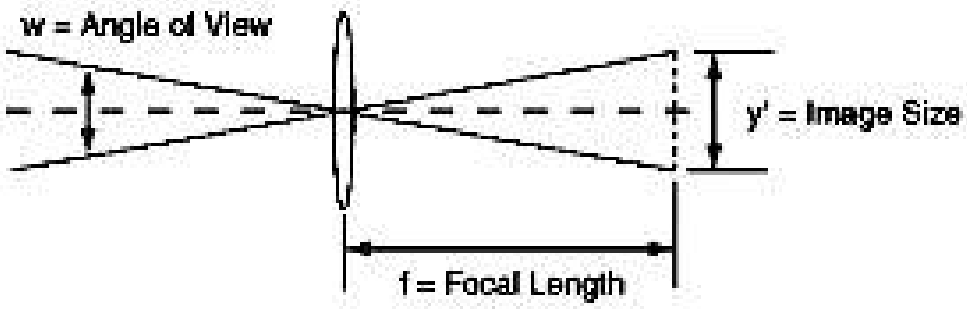
Tabla 8a

$$Df(mm)=\frac{\text{Distancia del objeto (mm) X medida horizontal o vertical del CCD (mm)}}{\text{Medida de lo alto o ancho de la escena (mm)}}$$

Donde: Df es distancia focal del lente.

Angulo de visión.

Depende de la distancia focal del lente, es el acercamiento que se tiene en la escena u al objeto que se observa, también varía el ángulo de visión. La relación se determina de la siguiente manera: "Entre mas nos acercamos al objeto disminuye el ángulo de visión, de lo contrario, mas nos alejamos del objeto, vamos teniendo un ángulo mas amplio. Ver figura 44



$$\text{Angle of View}: \; w = 2\tan^{-1}\frac{y'}{2f}$$

Figura 44

Sistema giratorio para las cámaras "PAN&TILT"

Las cámaras de vigilancia deben fijarse a las paredes o techos, con lo que deben disponer de sus correspondientes soportes. Estos soportes normalmente son móviles para ajustar adecuadamente la cámara.

Cuando la cámara debe de variar habitualmente su posición, controlado desde la central de seguridad del edificio, debe de disponer de sistema giratorio, que pueden ser de tres tipos:

1. Sistema giratorio panorámico horizontal para interiores.
2. Sistema giratorio horizontal panorámico y vertical para interiores.
3. Sistema giratorio panorámico horizontal y vertical para exteriores.(debe de ser a prueba de agua y disponer de mayor potencia para poder mover la carcasa).

Monitores para reproducción de imagen

Los elementos que nos permiten ver las imágenes captadas por las cámaras son los monitores, que nos convierten las señales eléctricas enviadas por la cámara, transformándolas en imágenes la pantalla del monitor.

Básicamente es un televisor domestico sin circuitos de radiofrecuencia.
Paralelamente, cuando es necesario, en el sistema se puede conectar un circuito alternativo de sonido (baja frecuencia), que puede estar situado en uno o varios puntos de un circuito de cámaras o de varias cámaras, de las instaladas en un sistema de control.

Componentes grabadores de la imagen

La imagen que nosotros estamos visualizando en los monitores puede ser grabada magnéticamente por medio de los grabadores.

Estos pueden ser de tres tipos:

- Magnetoscopio.
- Videocasetes.
- Digital

Ahora este sistema de grabación en cinta es sustituido, por el sistema de grabación digital, el cual almacena la información en disco duro u otros medios mas compactos de gran capacidad como CD, cintas DAC etc.

Componentes de transmisión de la señal de vídeo

La señal de vídeo que sale de la cámara debe de llegar en las mejores condiciones posibles al monitor o monitores (no debe tener ni pérdidas, ni deformaciones), para lo cual se emplean:

- Líneas de transmisión.
- Amplificadores de línea.
- Distribuidores de vídeo.

Líneas de transmisión
Transmiten la información de vídeo, con un mínimo de perdidas para que la imagen sea de calidad.

Se emplea cable coaxial, cable par trenzado y/o fibra óptica dependiendo del proyecto que se desarrolle.

En ocasiones las señales obtenidas por las cámaras son enviadas vía módem o vía red LAN/WAN a un servidor central, donde son grabadas y archivadas en disco duro.

Amplificadores de línea

Los amplificadores de línea se utilizan para compensar las pérdidas que se producen en las señales que transmitimos. Bien por efecto de la longitud de los cables en la instalación cableada, bien en radio frecuencia, cuando la señal es transmitida desde la cámara a un receptor.

Distribuidores electrónicos de señal de vídeo

A veces es necesaria la utilización de los distribuidores para poner la misma señal en varios monitores.

El distribuidor es un circuito electrónico que mediante la correspondiente amplificación, (cuando es necesaria), posibilita la llegada de la misma señal de una cámara a varios monitores.

Circuitos de control

Con el fin de controlar todas las señales proporcionadas por las cámaras, que en algunas ocasiones pueden ser muchas, se instalan determinados circuitos que nos posibilitan ver y manejar todas las cámaras instaladas en el sistema.

Pueden ser de dos tipos:

1. Selectores de vídeo.
2. Control de cámaras móviles.

1) Selectores de vídeo

Los selectores de vídeo nos permiten seleccionar o conmutar una de las imágenes provenientes de varias cámaras, tanto para dirigirla a un monitor determinado como a un grabador de vídeo.

Cuando disponemos de varias cámaras colocadas en un local determinado, no necesariamente debemos de instalar el mismo número de monitores, ya que está comprobado que no se pueden seguir con atención muchos, monitores a la vez, Por eso se coloca un secuenciador, que automáticamente (depende de la programación) va conmutando las distintas cámaras, para así realizarles el seguimiento.

Hoy en día se utiliza el multiplexor de imágenes, el cual permite observar hasta 16 imágenes en un solo monitor.

2) Control de cámaras móviles

Cuando las cámaras disponen de foco, diafragma y zoom, es necesario instalar unos circuitos que nos posibiliten su manejo desde el puesto de control, con el fin de obtener las imágenes deseadas. Estos controles pueden ser manuales (cuando lo necesite el vigilante desde el puesto de control) o pueden ser automáticos (cuando las cámaras funcionan de forma autónoma).

DESCRIPCION DEL EQUIPO DE CCTV PROPUESTO

Cámara móvil

- Domo de 5.6 pulgadas de diámetro.
- Cámara color de 480 líneas de resolución.
- CCD 1/4", 0.7 lux.
- Compensación de backlight.
- Lente de Enfoque automático.
- Salida de video BNC.
- Consumo de potencia 13 Watts.
- Zoom óptico de 17x (3.9-66.3 mm.).
- 360 grados continuos.
- 128 presets o posiciones.
- 6 entradas de alarma.
- 1 salida de alarma configurable (abierto o cerrado).
- Interfase de control RS-485.
- emperatura de operación 5°~ 50°C.
- Peso de 2.5 Kg.
- Alimentación 24 VAC.
- Transformador no incluido.

Cámara fija

- CCD Sony EX VIEW 1/3"
- 470 líneas de resolución
- Iluminicación mínima de 1.0 lux (color) / 0.08 lux (B/N)
- Salida de video en conector BNC
- Función de BLC, AGC
- Acepta lentes de DC y Video
- Montaje C / CS
- Alimentación de 24VAC / 12 VCD
- Dimensiones de 62 x 57 x 128.5 mm.

Lente para cámara fija.

El tipo de lente que se contempla en este trabajo es el vari-focal, seleccionado con la distancia focal de 3 a 8 milímetros, de operación automática de iris.

Este lente, tiene la ventaja de ajustarse al escenario, pero de manera limitada, esto es desde los 2 metros de distancia hasta 9 metros, que por experiencia se ha determinado para la vigilancia en las áreas mas importantes del almacén.

Calculamos en esta aplicación la distancia focal ***Df*** y seleccionamos el tipo de lente.

El formato de CCD 1/3, que en la tabla 1 a, es de 3.6mm de largo por 4.8mm de ancho.

La distancia de la escena es de 4 metros como mínimo y 9 metros como máximo.

Calculamos

Distancia: 4 metros que son 4000 milímetros
Largo de CCD: 3.6 milímetros
Altura de la escena: 5000 milímetros

Distancia focal mínima Dfm= (4000mm X 3.6mm)/ 5000mm = 2.88 mm.

Resultado Distancia focal del lente es de 2.88 milímetros, comercialmente serían **3 milímetros**

Distancia focal máxima Dfmx= (9000mm X 3.6mm)/ 5000mm = 6.48 mm.

El resultado de la distancia focal máxima sería de 6.48 milímetros, pero en la tabla de valores comerciales para este lente se aproximaría a **8 milímetros**.

Por lo cual seleccionamos un lente vari-focal de 3 a 8 milímetros para las áreas mas importantes de cada almacén. Ver tabla 8b

Focal Length	Format	Manual Iris	DC auto-iris	Video auto-iris
3~8mm (day/night)	1/3"	L308VCS	L308VDC4PIR	Use DLA*

Tabla 8b

Grabador Digital

- MULTITAREAS: Video en Vivo, grabación, reproducción, acceso remoto y respaldo simultáneamente.
- ALTA VELOCIDAD EN GRABACION: 30 / 120 / 240 / 480 ips. Dependiendo el modelo.
- COMPRESION: Las imágenes son grabadas utilizando la avanzada tecnología de compresión ML-JPEG, para mantener una gran calidad de imagen en poco espacio de disco duro.
- ESTABILIDAD.
- SEGURIDAD TOTAL.
- AUTENTIFICACION DE IMAGENES: Sistema “Chained Fingerprint” para establecer una cadena de imágenes y evitar que estas puedan ser alteradas o modificadas.
- ACCESO PROTEGIDO POR CONTRASEÑA.
- INFORMACION EN-PANTALLA: ID de Cámara, estatus de grabación y modo de grabación.
- INTERFAZ GRAFICA AMIGABLE.
- IMPRESION: Soporta todo tipo de impresoras que funcionen bajo Windows™.
- BOOKMARK: Agregue a una imagen especifica una marca para localizarla nuevamente de forma rápida.
- ALMACENAMIENTO MINIBANK: Almacene un archivo de video en formato ".exe" que contenga el visualizador, de tal forma que pueda reproducirlo en cualquier computadora sin necesidad de instalar algún software en especial.
- PRIORIDAD DE ALARMA PROGRAMABLE: Programe velocidad de grabación, resolución de imagen y calidad de imagen en grabación para una alarma de alta prioridad.
- PRE-ALARMA: Puede grabar hasta 1 minuto antes de que ocurra una alarma.
- FUNCIONES:
- GRABACION PERSONALIZADA.
- DIFERENTES MODOS DE GRABACION: Tiempo-lapsado, por evento (alarma) y pre-alarma.
- DOBLE CALENDARIZACION: Además de la calendarización normal, cuenta con formato para eventos después del horario de trabajo y alarmas.
- GRABACION Y REPRODUCCION DE AUDIO.
- BUSQUEDAS RAPIDAS: Busque y muestre en pantalla eventos críticos de forma instantánea utilizando los avanzados filtros de búsqueda - Búsqueda por Calendario, Búsqueda Ir-a, Búsqueda por tipo de estatus, Búsqueda por Objeto
- VARIOS MODOS DE PANTALLA: Cámara individual, Pantalla completa, Quad, 3+4, 3x3, 2+8 y 4x4
- MEJORA DE IMAGNES: Brillo, interpolación, contraste, nitidez.
- DETECCION DE MOVIMIENTO PROGRAMABLE
- RESPALDOS: Respaldo en forma automática o manual a DVD-RAM / Red de datos / disco duro USB

- CONTROL DE PAN/TILT/ZOOM: Soporta mas de 25 protocolos de speed domes.
- ACCESO REMOTO Monitoreo por Internet: Monitoreo de video en vivo a través de Internet. Sólo accede a la dirección de Grabadora digital y ésta enviará el programa (WEBGUARD) para que visualice el video, prácticamente desde cualquier lugar. Para que el sistema funcione con acceso remoto será necesario asignar una dirección IP fija.
- INTERFAZ GRAFICA DE USUARIO

Control de cámaras móviles

- Versiones minipantalla de 4" o 5” a color.
- Versión de pantalla LCD de caracteres
- Velocidad variable de Pan / Tilt con joystick.
- Control de MUX o DVRs
- 2 Niveles de Seguridad de usuarios
- Control de PTZ, enfoque e Iris
- Bancos de almacenamiento de programación.
- Pantalla Alfanumérica LCD
- Control de Pant / Tilt Con palanca (joystick).
- Zoom / Enfoque / Iris Con botones de control
- Control de MUX Dúplex / Triplex (SYSCOM)
- Control de DVR IDR / ADR / PCR / SDR / XDR.
- Control de Domos Hasta 32 Domos

EQUIPO PARA TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN A TRAVES DE FIBRA OPTICA

Características Módulos de transmisión y recepción

Multiplexor con capacidad de conexión a 32 cámaras
Distancia máxima 45 km)
Atenuación
15 dB
Especificaciones técnicas
32-CHANNEL MULTIPLEXER
VT/VR73230-R3
15 dB VT73230-R3
Monomodo
9/125µm
1510 nm
1530 nm
1550 nm
1570 nm
28 miles (45 km) VR73230-R3

	PART NUMBER	DESCRIPTION	FIBERS REQUIRED	OPTICAL PWR BUDGET	MAX. DISTANCE*
SINGLEMODE 9/125µm	VT73230-R3	32 Channel Video Transmitter-Multiplexer	1	15 dB	28 miles (45 km)
	VR73230-R3	32 Channel Video Receiver-Demultiplexer			
OPTIONS	Add '-C' for Conformally Coated Printed Circuit Boards (Extra charge, consult factory) Add "-SC" to model number for SC Connector. Add '-FC' to model number for FC Optical Connector.				

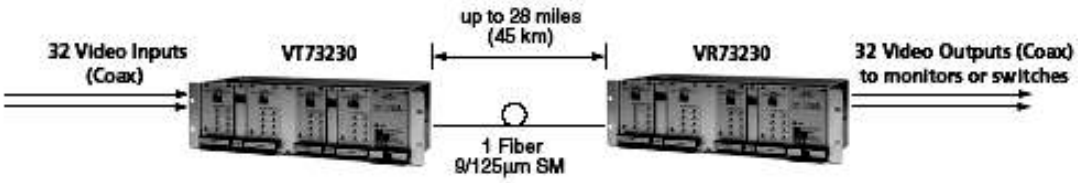
* Optical transmission distance is limited to optical loss of the fiber and any additional loss introduced by connectors, splices and patch panels.

▲NOTE: All optical terminations need to be epoxy polished with a minimum back reflection of -30dB.

Tabla 9
Características de los módulos transreceptores

Transreceptor para conexión de 8 cámaras multiplexado.

Conexión de 8 cámaras a través de coaxial



Ancho de banda: 10Hz – 605 MHz

Diagrama de interconexión entre dos módulos transreceptores

	PART NUMBER	DESCRIPTION	FIBERS REQUIRED	OPTICAL PWR BUDGET	MAX. DISTANCE*
MULTIMODE 62.5/125µm**	VT7820-2DRDT VR7820-2DRDT	8 Channel Video Transmitter/Data Transceiver (1310/1550 nm) 8 Channel Video Receiver/Data Transceiver (1310/1550 nm)	1	10 dB	1.2 miles (2 km)
SINGLEMODE 9/125µm	VT7830-2DRDT VR7830-2DRDT	8 Channel Video Transmitter/Data Transceiver (1310/1550 nm) 8 Channel Video Receiver/Data Transceiver (1310/1550 nm)	1	15 dB	28 miles (45 km)
	VT7830-2DRDT-HP VR7830-2DRDT-HP	8 Channel Video Transmitter/Data Transceiver (1310/1550 nm) 8 Channel Video Receiver/Data Transceiver (1310/1550 nm)	1	20 dB	37 miles (60 km)
ACCESSORIES♦	PS-12VDC 12 Volt DC Plug-in Power Supply (Included) PS-12VDC-230 12 Volt DC Plug-in Power Supply, 230 VAC Input (Included if specified at time of order)				
OPTIONS	Add '-R3' to model number for R3 Rack Mount - No Charge (Requires R3 Rack purchased separately) Add '-C' for conformally coated Printed Circuit Boards (Extra charge, consult factory) Add -'FC' to model number for FC Optical Connector (Singlemode equipment only) Add '-SC' to model number for SC Optical Connector (Singlemode equipment only) Add -'HP' to model number for 20 dB Optical Power Budget				

* Optical transmission distance is limited by optical loss of fiber, bandwidth fiber and any additional loss introduced by connectors, splices and patch panels. Distance can also be limited by fiber bandwidth. ** For 50/125 Fiber, subtract 4 dB from Optical Power Budget.

NOTE: All optical terminations need to be epoxy polished with a minimum back reflection of -30dB. ♦ All accessories are third party manufactured.

Tabla 10
Selección del módulo transreceptor

FIBER	WAVELENGTH	TRANSMITTER MODEL	RECEIVER MODEL	OPTICAL PWR BUDGET	MAX. DISTANCE*
Multimode 62.5/125µm**	1310/1550 nm	VT7820-2DRDT	VR7820-2DRDT	10 dB	1.2 mile (2 km)
Singlemode 9/125µm		VT7830-2DRDT	VR7830-2DRDT	15 dB	28 miles (45 km)
		VT7830-2DRDT-HP**	VR7830-2DRDT-HP**	20 dB	37 miles (60 km)

* Optical transmission distance is limited to optical loss of the fiber and any additional loss introduced by connectors, splices and patch panels. Distance can also be limited by fiber bandwidth. ** For 50/125 Fiber, subtract 4 dB from Optical Power Budget.

Tabla 11
Selección de modelo transreceptor

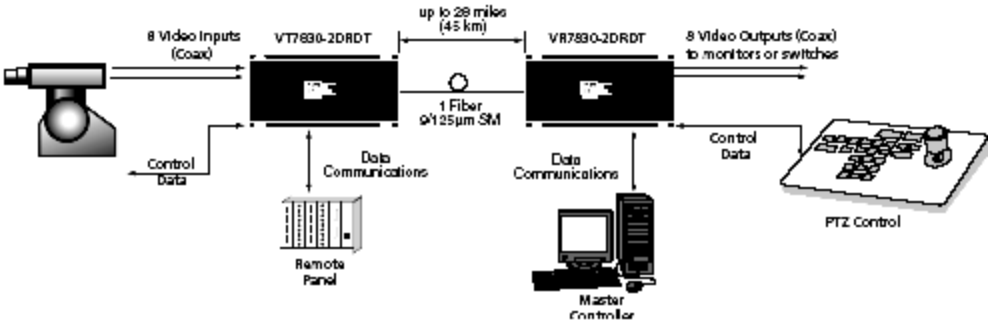


Diagrama de conexión simple de un sistema de CCTV simple con cámara móvil.

Solicitud de trabajo para las áreas de trabajo. Son cartas que describen el trabajo en el lugar asignado y que deben de contar con la previa autorización del administrador del almacén.

Canalizaciones eléctricas, instalación tubería. En esta sección del plan de trabajo, se desarrolla la instalación de la tubería, la cual fue previamente seleccionada y planeada. Ver figura 45

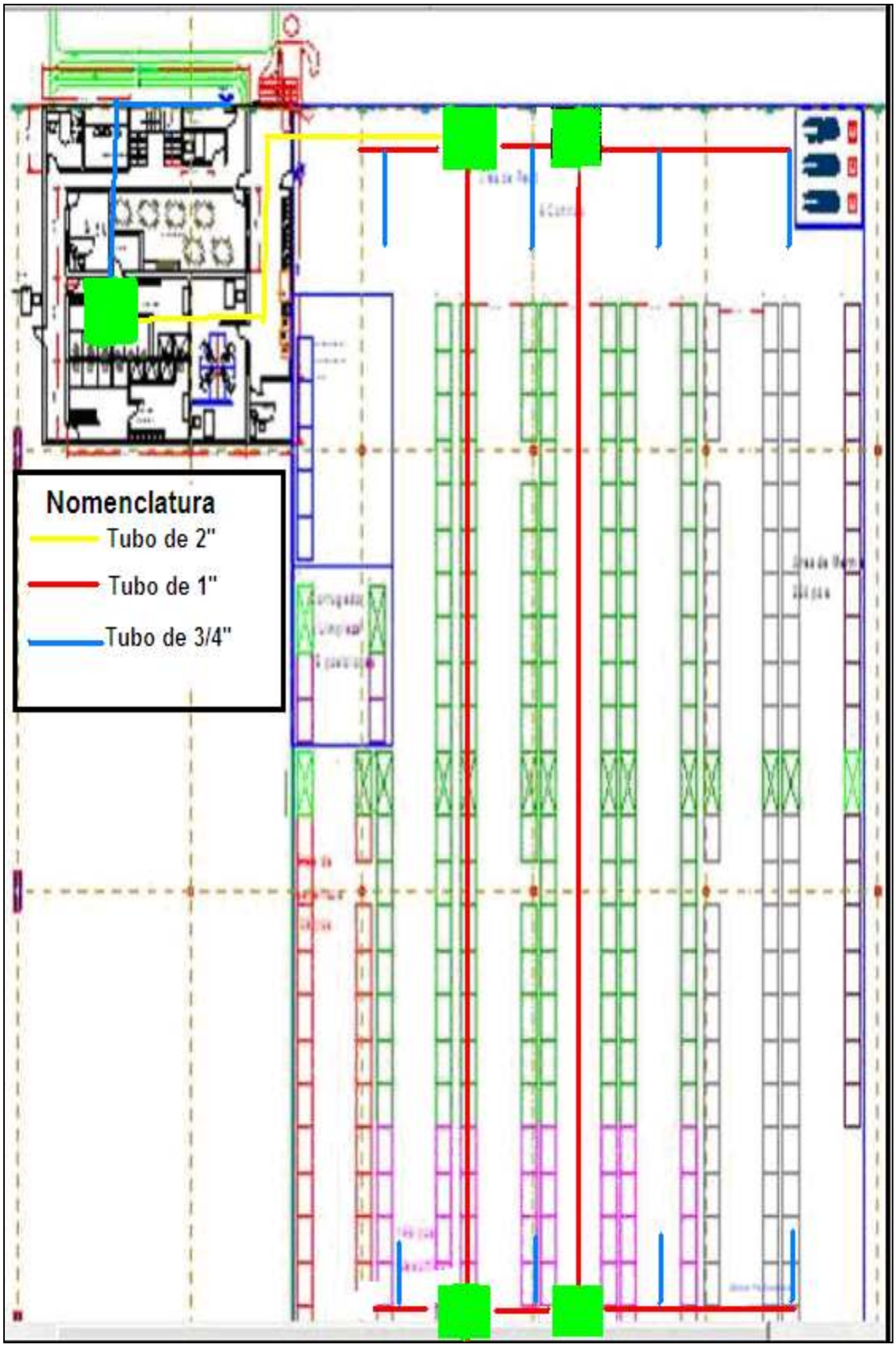


Figura 45

Canalizaciones eléctricas. Instalación del cable. Esta actividad se realiza después de verificar si las canalizaciones de las tuberías son correctas, dejando las puntas de los cables disponibles en cada salida. Finalmente se realiza el panel de parcheo para la conexión de interfase del cable coaxial al cable de fibra óptica y se realiza en el SITE. Ver figura 46

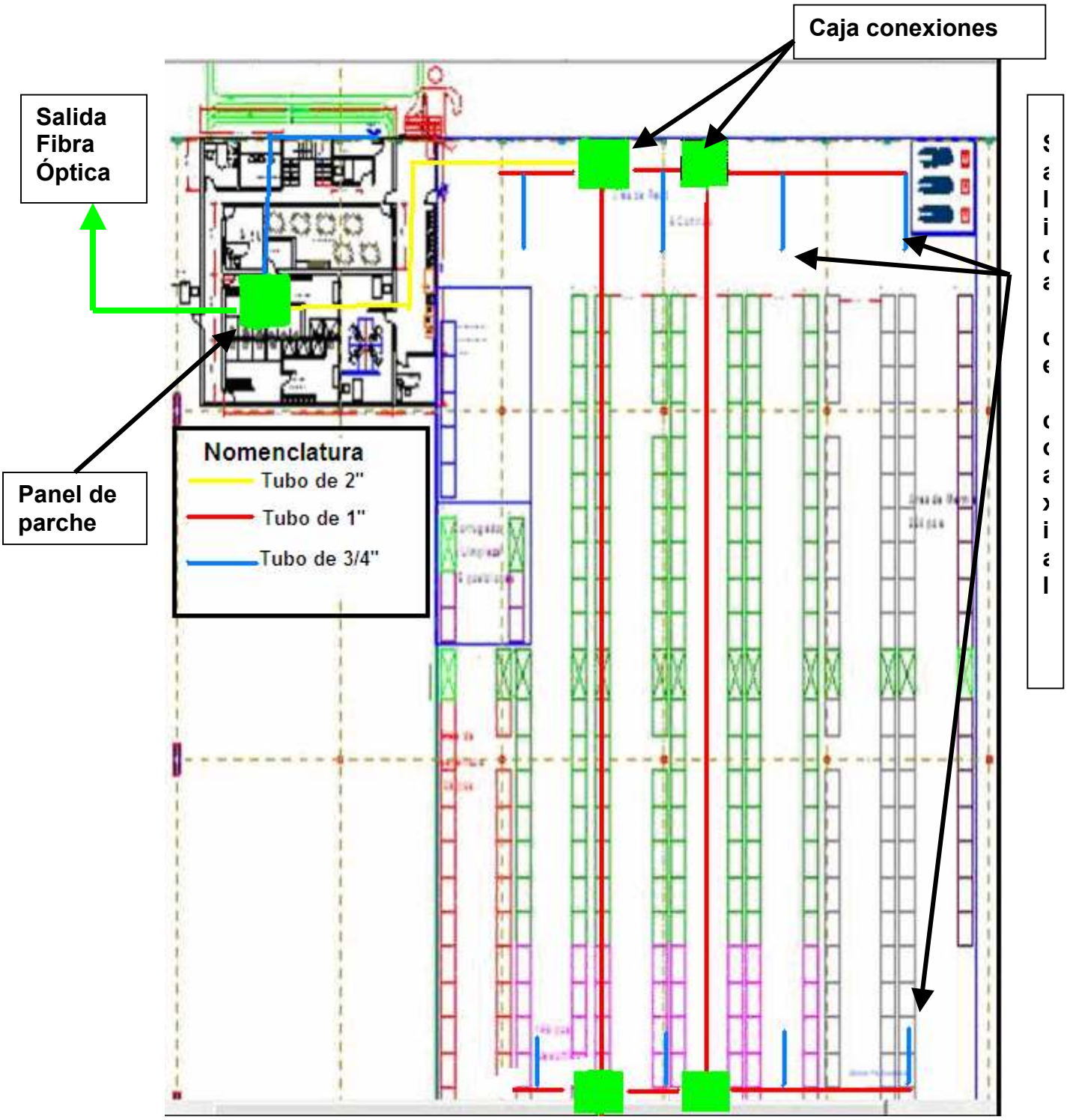


Figura 46

Canalizaciones eléctricas. Instalación de fibra óptica. Al cerrar las conexiones de las cámaras en el almacén, con el equipo de grabación local, se realiza una conexión paralela hacia el cuarto central de seguridad de toda la planta, conocido como “MASTER”, y esta conexión se realiza a través de fibra óptica.

Conexión al panel. Se colocan los conectores BNC del cable coaxial, y conecta al módulo “transreceptor” de coaxial a fibra óptica. Un modelo del “transreceptor” tiene la capacidad de conectar 8 cámaras, por lo que son considerados dos módulos, para las 10 cámaras.

En el cuarto de control central “MASTER”, tiene un panel de parcheo de fibra óptica a coaxial, y cuenta con centro de grabadores y módulos de control de alta capacidad para el manejo de todas la naves del parque industrial.

Instalación de equipo en el almacén. Se revisan las canalizaciones eléctricas, de alimentación y de señal realizando pruebas de conductividad en el orden en que fueron instaladas, así como la identificación y ubicación para cada cámara.

Se procede instalar cada cámara en el lugar asignado, instalando el montaje que es un brazo, base o soporte para techo, según las indicaciones de los fabricantes. Cerrando las conexiones correspondientes, de alimentación y de señal.

Instalación de equipo en el cuarto de monitoreo. Al tener identificadas las líneas de alimentación y de señal, se realiza colocar el equipo en un mueble en especial diseñado o en un rack, vertical y una mesa de trabajo para el personal de vigilancia encargada para el monitoreo del almacén.

Pruebas de equipo. Se realizan pruebas preeliminares en cada equipo. Encendido prueba de imagen, y prueba de movimiento. Posteriormente, se programa el grabador digital local para las grabaciones en horarios y de movimiento. Se realizan pruebas al respaldo de energía. Por ultimo, se realizan pruebas de imagen a través de la fibra óptica, desde el almacén “5” hasta el cuarto de control central “MASTER” o “bunker”.

Satisfactorias la pruebas, se procede a programar el grabador del cuarto “MASTER” y sincronizarlo con el equipo instalado en el “SITE”

Capacitación. Al finalizar la pruebas y satisfactorios los resultados, se procede a dar la capacitación en los tres niveles, de Administrador, supervisor y operador. Esto es con el objeto de aprovechar de manera segura el equipo.

El Administrador, es el usuario responsable del sistema en general gestiona las claves a los demás usuarios de menor jerarquía y tiene la capacidad de cambiar parámetros y configuraciones importantes que tiene el sistema. No debe de contar con la clave del ingeniero programador para evitar cambios y alteraciones de fábrica que puedan dañar al equipo.

Otra de las atribuciones, es el de realizar los respaldos de la información, etiquetarla y almacenarla hasta su requerimiento.

Supervisor. Es el siguiente usuario después del Administrador, tiene la facultad de otorgar claves a otros usuarios de menor jerarquía y bajo la autorización del Administrador. Tiene la facultad de revisar las grabaciones del sistema así como el funcionamiento de los operadores.

Operador. Es al ultima jerarquía del usuario y tiene la facultad de solo de operar el sistema, y de reaccionar bajo las consignas otorgadas por la compañía privada de seguridad o por la empresa. No debe de programar ni de revisar la información.

Los manuales seleccionados para cada usuario, son entregados al administrador con una bitácora de registro de incidentes, documentación que incluye los manuales técnicos, de operación en sus tres niveles (Administrativo, supervisión y de operador), un manual de políticas y consignas para el registro de los incidentes.

Finalizando con la entrega de la carpeta técnica que incluye los diagramas de conexiones, trayectorias de las canalizaciones eléctricas y fichas técnicas de los equipos. Se concluye la entrega con una carta de responsabilidad al Administrador para su operación.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En la Figura 47, representa el croquis de un parque industrial de almacenes integradas en naves industriales. Estos almacenes son llamados también “clientes” cuales se acondicionan para el resguardo y tráfico de sus productos.

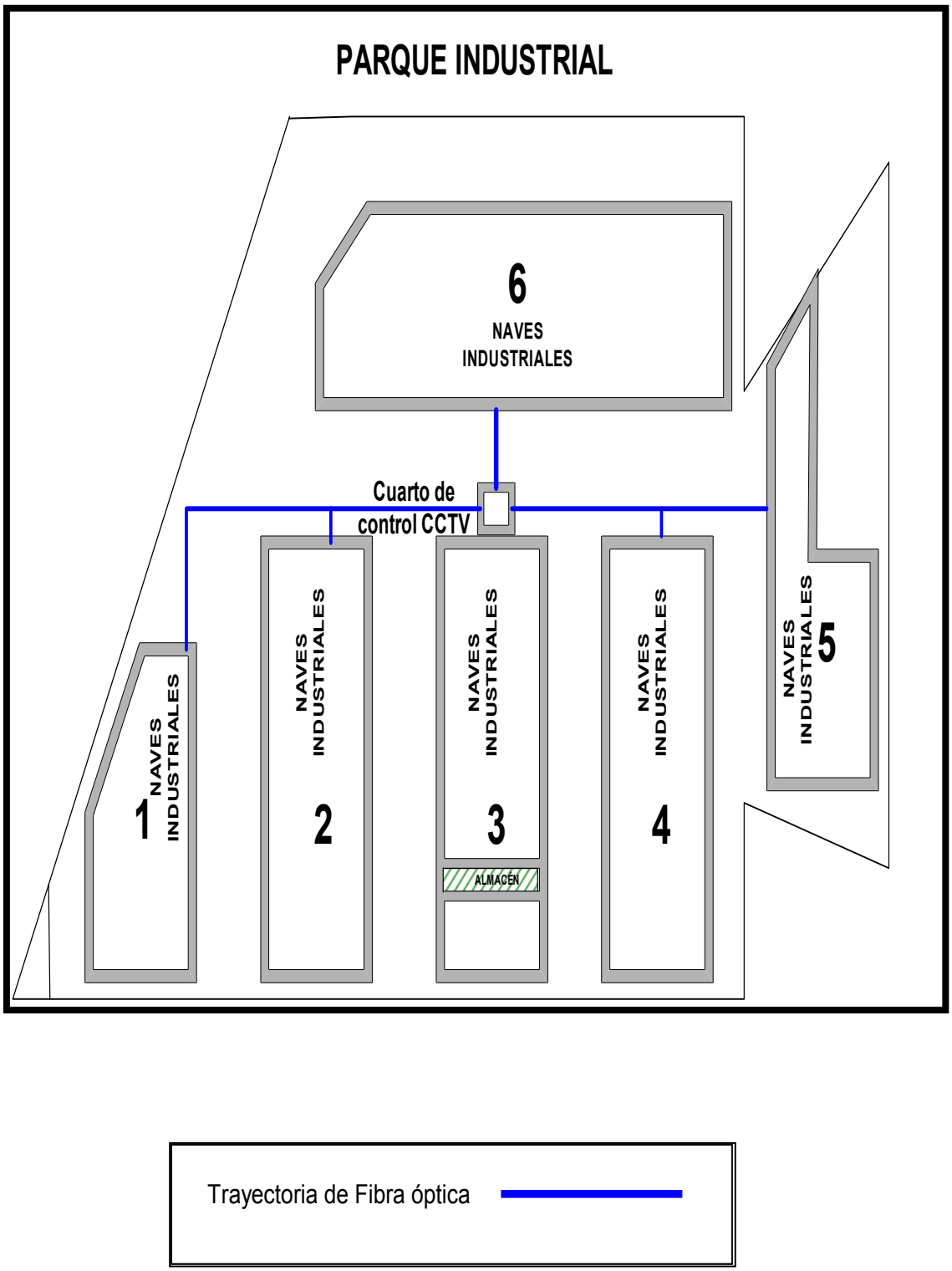

PARQUE INDUSTRIAL
6
NAVES
INDUSTRIALES
Cuarto de
control CCTV
1
NAVES
INDUSTRIALES
2
NAVES
INDUSTRIALES
3
NAVES
INDUSTRIALES
ALMACEN
4
NAVES
INDUSTRIALES
5
NAVES
INDUSTRIALES
Trayectoria de Fibra óptica

Figura 47

Para la seguridad de sus productos, se realiza un estudio de vulnerabilidad, donde se considera las características del almacén, cuales son sus riesgos y como prevenir las pérdidas. En los resultados de dicho estudio, vienen las recomendaciones, donde se propone entre los sistemas electrónicos de protección, el sistema de circuito cerrado de televisión CCTV.

Así que considerando la metodología previa para determinar la ubicación y colocación de las cámaras, también se determina el tipo de tecnología en comunicación, almacén de información y operación del sistema de CCTV.

La aplicación de tecnología para la transmisión a grandes distancias en que trabaja estos equipos, es la siguiente: Se combinan las dos tecnologías en el ámbito de las transmisiones de imágenes,

Una de ellas es el sistema de cableado simple utilizando el cable COAXIAL RG-59, cuyas características no permite tener una señal de imagen confiable a mas de 300 metros.

Por lo que se distribuye dicho cable de manera estratégica en cada almacén, se concentra a un módulo “transreceptor” el cual “multiplexa” las señales de 2 hasta 32 cámaras a una sola salida, de la cual viaja a través de un solo cable llamado FIBRA OPTICA.

En la Figura 48 se representa la ubicación de las cámaras fijas en los accesos inmediatos y que tiene como alcance vigilar los pasillos del almacén, concentrándose en un punto central “local”. Esto es solo es una fracción de la nave. Finalmente todas las imágenes de las cámaras de todos los almacenes se concentran en un solo lugar llamado “MASTER”: El “MASTER” es un cuarto de alta seguridad, donde se resguardan los grabadores digitales y se realiza un proceso de administración completa a las imágenes, como realizar los respaldos correspondientes y de respaldo al monitoreo.

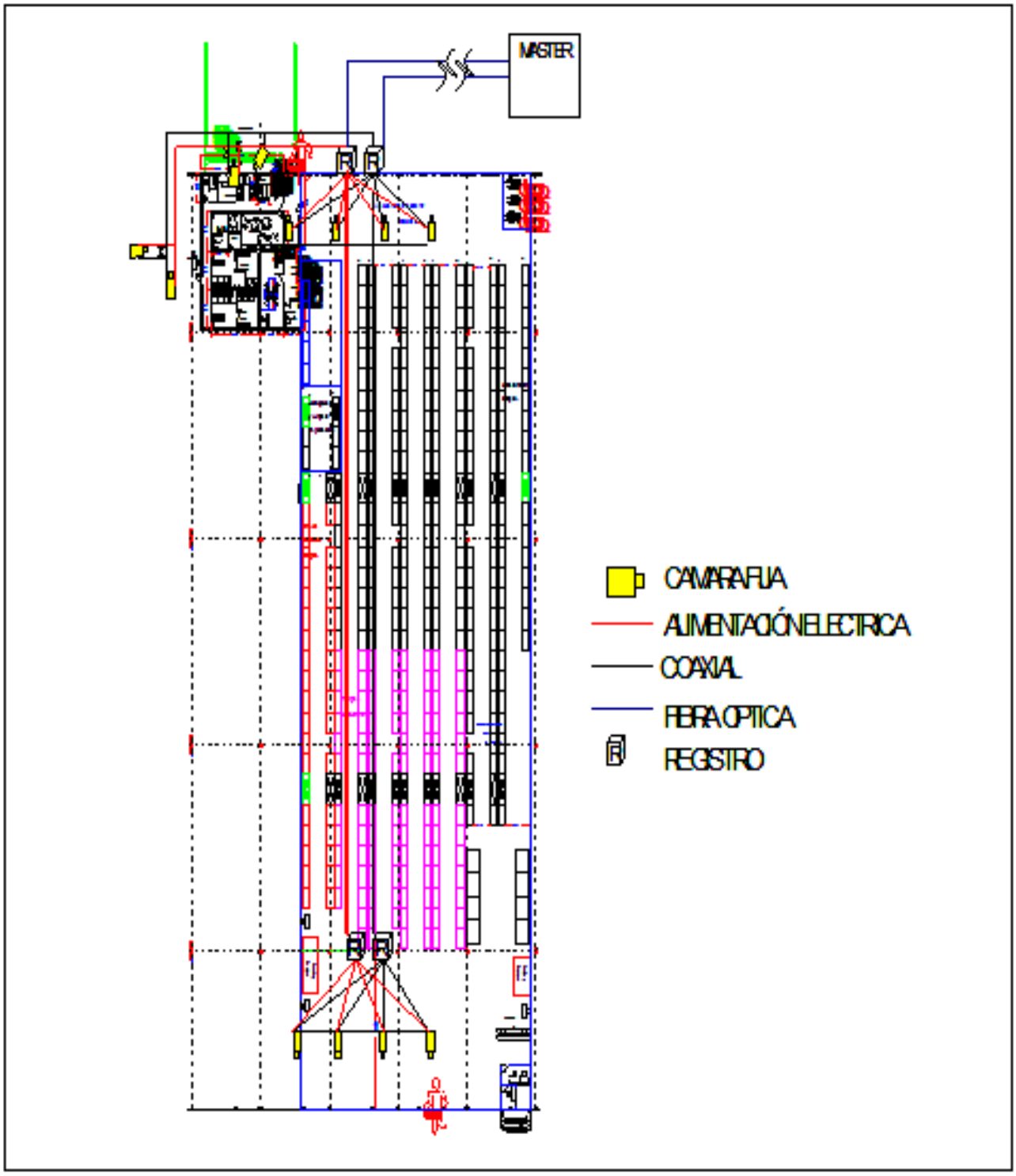


Figura 48

Las líneas de FIBRA OPTICA, llega hasta un punto llamado concentrador donde las señales son almacenadas y a su ves distribuidas a un centro de monitoreo donde se encuentran los guardias que observan y toman acciones inmediatas a cada suceso. Ver figura 49

DIAGRAMA DE CONEXIÓN GENERAL ENTRE ALMACENES A LA CENTRAL DE MONITOREO

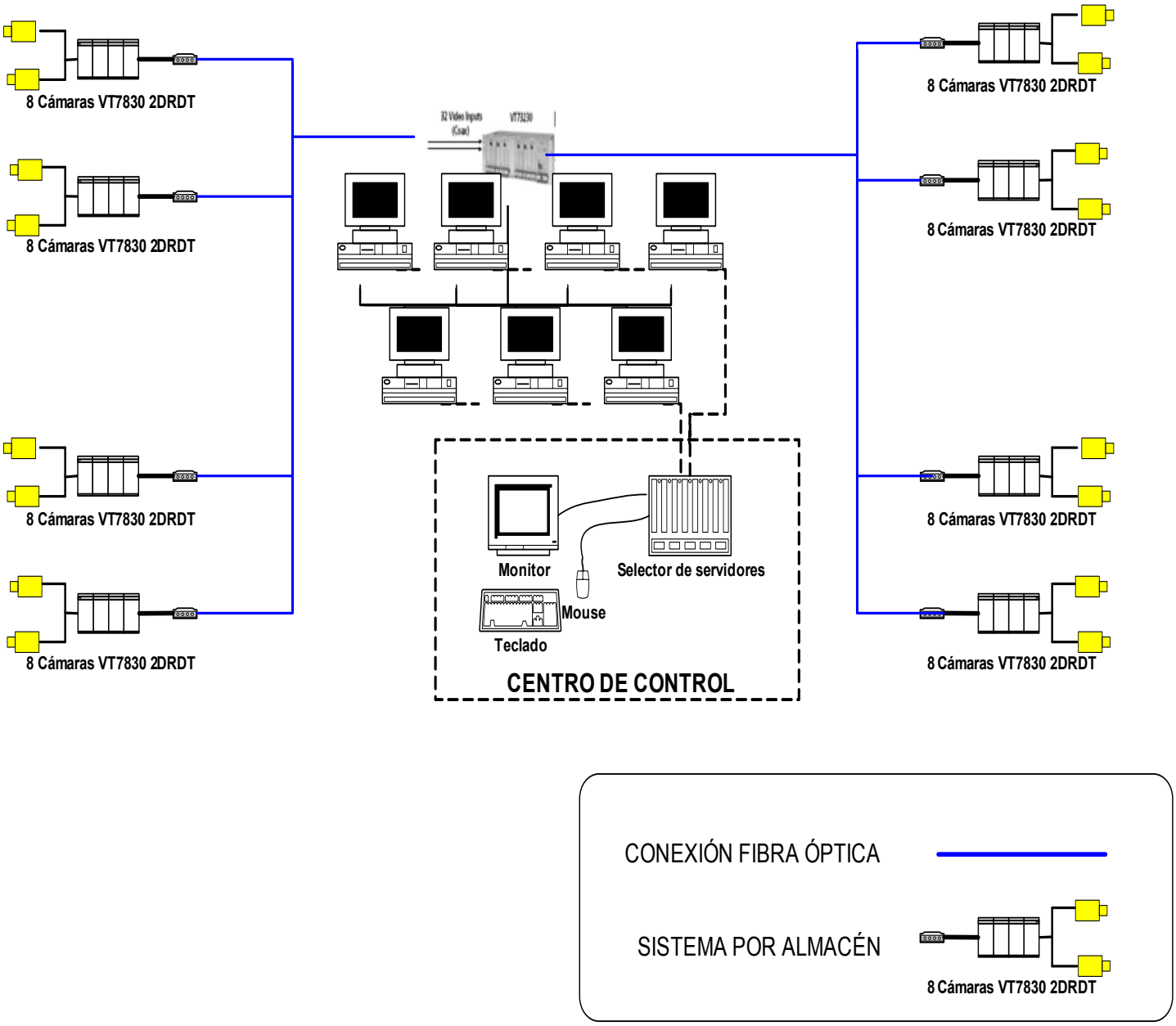


Figura 49

CONCLUSIONES

En conclusión, el sistema de circuito cerrado de televisión, es una herramienta esencial para complementar el servicio de seguridad en los almacenes de logística.

Tomando en cuenta las alternativas anteriores, en el caso de utilizar solamente a los guardias tenemos que es una que solución se requiere de la generación de una logística total desde la selección y contratación del personal de seguridad, las asignaciones de sus puestos, los procedimientos y consignas que deben de seguir etc. Esto en costo es muy elevado cuando el lugar tiene dimensiones considerablemente grandes, con puntos de accesos de entrada y salidas muy alejadas, lo que representa elevar los costos de operación.

La construcción de almacenes mas herméticos y reducción de personal interno. Se considera que es la solución mas cara de todas, ya que se invierte demasiado dinero en la construcción y se limita en operación por tener un número limitado de personal y no representa como negocio al final.

Una alternativa que antes se aplicaba y todavía en algunos lugares es el de construir mas almacenes pequeños. Pero requiere de mas personal en operaciones y administración por lo que generaría demasiados gastos en sueldos y construcciones.

El sistema de circuito cerrado de televisión, es la mejor opción de vigilancia, que de manera equilibrada reduce la plantilla de guardias, vigila áreas remotas y de difícil acceso desde un lugar estratégicamente seguro. Además guarda las imágenes de manera temporal y permanente para reportar las evidencias, los eventos y accidentes. Si es operado por un custodio, y a través de consignas especiales, puede prevenir los accidentes, robos hormiga, incendios y de alguna manera supervisar la producción o el manejo de los productos.

De esta forma, se denota que si aprovechamos el beneficio de la tecnología y como en este caso, el sistema de circuito cerrado de televisión es una herramienta muy útil para complementar el servicio de seguridad.

Y para la tecnología encontramos en conclusión, que la aplicación de la fibra óptica como medio de comunicación en el ámbito de la seguridad, es muy útil, segura y además es un medio rápido de información el cual vemos imágenes en tiempo real.

Y a comparación de otros medios de comunicación, la fibra óptica es mas indispensable, sobre todo por las grandes distancias que se requiere de transportar las imágenes a un solo punto.

A continuación mencionamos los distintos medios de transmisión de datos y sus desventajas a comparación del uso de la fibra óptica.

- ✓ Instalación del sistema de CCTV con cable coaxial (costo en instalación muy elevada, puesto que se requiere de amplificadores de video y datos, además que se invierte mas en la instalación eléctrica y aun así no es confiable por las grandes distancias).

- ✓ Instalación a través de sistema inalámbrico RF. (es muy limitado en distancia y no es un sistema muy confiable si en el lugar hay campos electromagnéticos, lluvia, viento, etc., este sistema tiende a tener distorsiones en las imágenes).

- ✓ Una mejor solución alternativa que se aproximaría, seria la instalación de un sistema de CCTV en red LAN, esto es a través de ethernet, ya sea por cada cámara o en grupo de cámaras conectadas a un módulo de transmisión de datos con una dirección TC/IP. Claro, el costo es muy elevado por la rentabilidad de la red y el mejorar el ancho de banda cada ves que se requiera escalar el sistema. También el costo de mantenimiento sería muy elevado y si esta red se comparte con otras operaciones de informática, se tendría que pagar a un especialista para su monitoreo y administración. (Respaldo de datos, mantenimientos, eventos de contingencias etc.). Además de que las imágenes no serían en tiempo real ni con la resolución y calidad que se maneja con la fibra óptica.

Después de un análisis detallado de cada línea de transmisión se concluye con el siguiente resumen:

Cable coaxial: Los costos de instalación son muy elevados y poco eficientes, ya que se requiere de amplificadores de videos y de datos, además de que se invierte mas en la instalación eléctrica y en servicios de mantenimiento correctivos. Además de se incrementa la perdida de señal por las distancias.

Sistema de transmisión inalámbrica. RF: Todavía no se cuenta con tecnología confiable para la transmisión de la señal por este medio. Los equipos de transmisión y distribución son de costos elevados, así como instalación y mantenimiento.

Sistema de red LAN: Seria una solución muy apropiada, pero el costo de los equipos para sus transmisión y los costos de mantenimiento son demasiados elevados, además de que cierto numero de cámaras demanda un incremento mas en el ancho de banda y saturación de información en el medio

Fibra óptica: Es la mejor solución para la aplicación a grandes distancias, La fibra óptica ofrece la transmisión de datos a alta velocidad, en tiempo real o no, entre un número de ruteadores y estaciones separadas en distancias considerables. La fibra óptica sirve también como red de conexión entre las estaciones que estén funcionando previamente. La fibra óptica se ha sabido adaptar a las características de entornos en los que resulta muy deseable disponer de ella.

BIBLIOGRAFIA

Digital and Analog Communication Systems, Fifth Ed.
W. Leon; II Couch
Prentice Hall.
1996
ISBN 0135225833

Digital Communication
Proakis, John G.
Mc. Graw Hill
1995
ISBN 0070517266

Digital Communication, 2nd. Edition
Proakis, John G.
Mc. Graw Hill
1989

Intrduction to Digital Communication
Ziemer, Roger E.; Peterson, Roger L.
Mc. Millan Publishing Co.
1992

Curso de Electrónca a través de los esquemas
H. Screiber
Paraninfo
1994

Televisión Actual
Tomás Perales Benito
Paraning
2001

Digital Communication Systems
P.Z. Peebles Jr.
Prentice Hall
1986.

SYSCOM
Equipo de seguridad
Edición de Marzo 2006
Chihuahua, Chih, México

PELCO BOSS
Product Specificacion Book
3500 Pelco Way
Clovis CA 93612-5699 USA