

Componentes y características de un Sistema de CCTV

Roberto Junghanss

Electrosistemas de Seguridad
rj@electro-sistemas.com.ar



Comenzamos con la entrega de la data técnica referida a los circuitos cerrados de televisión. A lo largo de cinco capítulos, ofreceremos detallada información acerca de los elementos que componen el sistema, su correcta elección e instalación, como diseñar un sistema y resolver los problemas que puedan surgir a la hora de implementarlo. Este material está pensado como una introducción al CCTV, brindando detalles y explicaciones técnicas que seguro serán de utilidad.



■ Índice

Introducción

1. Capítulo I

Componentes de un sistema de CCTV.

- 1.1. ¿Qué es una cámara de CCTV?
- 1.2. Cámaras profesionales. Características.
- 1.3. Selección de lentes.
- 1.4. Parámetros de la lente que definen una imagen en el monitor.
- 1.5. Características y elección de un monitor.
- 1.6. Elección del medio de transmisión de imágenes.
- 1.7. Alojamientos y soportes.
- 1.8. Mecanismos de movimiento.
- 1.9. Funciones del Quad y el secuenciador.
- 1.10. Multiplexor. Descripción y

funciones.

- 1.11. Elección del equipo de grabación.
- 1.12. DVR. Características principales.
2. Capítulo II
Diseño de un sistema de CCTV. Factores a tener en cuenta. Selección de componentes.
3. Capítulo III
Migración de un sistema analógico a uno digital. Prestaciones de los sistemas DVR.
4. Capítulo IV
Configuración de equipos con conexión a redes IP.
5. Capítulo V
Resolución de problemas en instalaciones de CCTV.

Introducción. ¿Qué es "Televisión"?

Como su nombre lo indica es la acción de ver a distancia (*tele=distancia, visión=acción de ver*), que se explica por la propia experiencia física. La "televisión" es la posibilidad de ver a una distancia mayor de la que el órgano de la visión natural (*ojo*) puede llegar.

Una cámara de televisión, entonces, es el componente de un sistema de visión móvil que, colocada en el lugar y a la distancia necesaria, permite ver una escena más allá de la capacidad de observación natural del hombre.

Para confeccionar una lista de los elementos básicos que componen un sistema de visión a distancia, es útil analizar primero las funciones y los requisitos que debe cumplir la cámara:

- Debe poder disponer de un elemento sensible a la luz.
- La luz que llega al elemento sensible debe poder ser regulada en su intensidad para poder recibir tanto la imagen de una penumbra, una habitación iluminada artificial o naturalmente hasta llegar a las imágenes que el sol ilumina con su máxima intensidad.
- El elemento sensible a la luz debe estar precedido por un dispositivo de

enfoque para que la imagen pueda verse con nitidez.

- En caso de estar dirigida hacia fuentes de luz muy intensas, deberá disponer de un elemento protector (*por ejemplo, una visera*).

- La cámara deberá disponer de un accesorio que le permita moverse vertical y horizontalmente para poder observar hacia arriba, hacia abajo y hacia los costados cuando sea necesario.

- Las imágenes recibidas por el elemento sensible deben poder transmitirse para luego ser procesadas adecuadamente y ofrecer la sensación de la visión que de ella se requiere.

En la cámara de TV lo que se logra es, como en el ojo, recibir imágenes, convertirlas en señales eléctricas y reconvertirlas para poder ver, con el ojo, la imagen observada en el dispositivo llamado "monitor".

El sistema de circuito cerrado de televisión más simple consiste de una cámara de TV, un monitor y un cable coaxial (*hoy también se usan pares trenzados*) que los conecta.

1. Componentes de un sistema de CCTV. Descripción

1.1. ¿Qué es una cámara de CCTV?

Una cámara de CCTV está compuesta fundamentalmente por un dispositivo captador de imágenes, un circuito electrónico asociado (*DSP*) y una lente, que de acuerdo a sus características permitirá visualizar una escena determinada.

El dispositivo captador de imágenes, denominado comúnmente *CCD* o *CMOS*, está compuesto por alrededor de 300.000 elementos sensibles denominados píxeles y su formato en las cámaras estándar es de $1/3''$ o $1/4''$.

A la hora de seleccionar una cámara,

según el uso o instalación que quiera realizarse, las especificaciones más importantes a tener en cuenta son las siguientes:

- **Alimentación:** 220 VCA, 24 VCA y/o 12 VCC.
- **Tipo de sensor:** CCD o CMOS y su respuesta espectral (*color, blanco y negro y/o infrarrojo*).
- **Tamaño del sensor:** $1/4''$, $1/3''$, $1/2''$, $2/3''$, $1''$
- **Resolución:** Representa la definición de la imagen, expresada en líneas de TV (TV Lines o TVL).

- **Audio:** Permite escuchar el sonido del ambiente en el que está instalada la cámara.



1.2. Características de las cámaras profesionales

Toda cámara profesional para CCTV reúne una serie de características que si bien se encuentran en todas ellas, varían según las marcas, modelos y tipos.

• **Sensibilidad:** Proporciona la capacidad de reproducción de imágenes de video en condiciones de baja iluminación. Es la cantidad de iluminación mínima de una escena para obtener la señal de video. La sensibilidad se mide en *LUX*. Las cámaras blanco y negro tienen en general una sensibilidad de $0,01$ *LUX*. En cambio, las cámaras color tienen una sensibilidad aproximada de $0,1$ a 1 *LUX*.

• **Resolución:** Es la medida de la calidad con que se reproducen los detalles finos de una escena. Cuantos más píxeles posea el CCD mejor será la resolución de la cámara. Las cámaras estándar tienen *380 líneas de resolución (TVL)*, mientras que las cámaras profesionales van de *420 a las 550 TVL*. En la mayoría de las aplicaciones de CCTV se usan cámaras de resolución estándar (*420TVL*).

• **Iris electrónico:** También conocido como *AES (Automatic Electronic Shutter)*, controla en forma automática la cantidad de luz que penetra en la cámara. Cuanto mayor es la velocidad de control, que puede variar entre $1/60$ y $1/100.000$ de segundo, mejor será la compensación de la imagen en condiciones de luz brillante. El concepto del iris electrónico es similar al de las lentes autoiris pero como la compensación se realiza en forma electrónica, el rango

de variación comparado con las lentes autoiris es menor y su aplicación se limita a cámaras de uso interior.

• **Montaje de la lente:** Las cámaras de tipo profesional vienen preparadas para colocar diferentes tipos de lentes, que se seleccionan para la visualización de una escena determinada. Existen dos tipos de montajes: *C* y *CS*. La diferencia entre ambos es la distancia focal posterior mecánica entre la base de la lente y el área de enfoque de la imagen, que es donde se encuentra el *CCD*. Esta distancia es de $17,526$ mm. para una lente con montaje *C* y de $12,50$ mm. para las de montaje *CS*. Las cámaras actuales más populares de formato $1/3''$ vienen preparadas para lentes con montaje tipo *CS*. No obstante puede usarse una lente con montaje tipo *C* colocándole una arandela de 5 mm para lograr la distancia focal necesaria.

• **Compensación de luz trasera:** Cuando debe visualizarse una escena o un objeto que tiene una luz brillante detrás, deberá seleccionarse una cámara que posea compensación de luz trasera o *BLC (Back-Light Compensation)*. Si la cámara está instalada en un ambiente interior, enfocada hacia una puerta de entrada o una ventana y no posee esta función, el reflejo del sol o luz diurna hacen que la imagen en el monitor, cuando una persona entre por la puerta o pase frente a la ventana, sea una silueta negra. La función del *BLC* es básicamente "engañar" electrónica-

mente a la cámara para que no registre la luz trasera, elimine el efecto de silueta y reproduzca una imagen clara en difíciles condiciones de luz.

• **Ajuste del control de fase:** En general, el sincronismo de la señal de video es generado a través de un oscilador interno de la cámara. Las cámaras que trabajan con *CA* se pueden sincronizar con la frecuencia de red (*LLC, line lock control*). El ajuste del nivel de fase del sincronismo vertical, en tanto, evita saltos indeseables durante la reproducción del video en vivo o cuando se reproduce una grabación luego de ocurrido un evento.

• **Capacidad para aceptar lentes Autoiris:** La gran mayoría de las cámaras profesionales actuales aceptan lentes de tipo autoiris. Sin embargo, existen dos tipos: control por video (*VD, video drive*) y control directo (*DC, direct control*). Cuando se realiza la elección de la cámara es importante comprobar que tipo de lente autoiris acepta. Las lentes autoiris del tipo *DC* son menos costosas que las del tipo video y tienen la misma función.

• **Relación Señal /Ruido (S/N - Signal Noise):** Mide la inmunidad a ruido eléctrico proveniente de la línea de alimentación. Las normas recomiendan 46 dB como mínimo.

• **AGC (Control Automático de Ganancia):** El valor típico es de 30 dB. Mantiene la salida de la señal de video en un nivel de $1V$ pico a pico, con una carga de 75 ohms.

1.3. Selección de lentes



La lente a utilizar debe elegirse considerando la distancia a la que queremos ver y la iluminación disponible en la escena a observar.

Su clasificación es la siguiente:

a. **De iris fijo:** Se utilizan cuando la

iluminación es constante, como por ejemplo los interiores iluminados artificialmente.

b. **De iris variable manual:** Cuando la iluminación interior puede tener varia-

Continúa en página 148

Viene de página 144

ciones por alternancias de luz artificial y/o natural, conviene utilizar estas lentes para lograr un ajuste de mayor precisión.

c. Autoiris: Es la lente adecuada cuando la cámara está instalada en el exterior, ya que controla en forma automática la cantidad de luz que penetra en la misma manteniendo una señal de video constante, con una efectividad superior al *iris electrónico (AES)* y logrando además una mayor profundidad de campo.

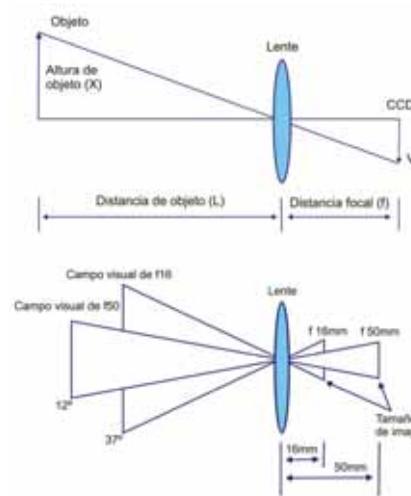
Para observar una escena a una distancia determinada, en tanto, debemos seleccionar la lente en función de la distancia focal adecuada.

a. Lentes fijas: Cuando se ha definido fehacientemente la lente necesaria.

b. Lentes varifocales: En las instalaciones donde el campo de visión es inseguro o el usuario debe definirlo una vez instalado el Sistema, se hace muy útil el uso de lentes varifocales que permiten ajustar en forma manual la distancia focal. Esto le ofrece al instalador variar el campo visual en presencia del usuario y fijarlo en una posición, de común acuerdo con el mismo.

c. Lentes zoom: Cuando deben ob-

servarse imágenes cercanas y lejanas alternativamente, deben utilizarse lentes zoom. Estas cambian la magnificación de las imágenes enfocadas mediante el cambio de la distancia focal, que se lleva a cabo a través de un controlador que acciona el motor del zoom.



Relación entre la distancia focal y los campos visuales.

d. Distancia focal: Es la distancia medida en milímetros entre el centro de la lente y el sensor CCD de la cámara. Cuanto más pequeña es la distancia focal, mayor será el campo visual. Las lentes con distancia focal de 2,8 a 4 mm son llamadas lentes "gran angular" y las que tienen distancia focal superior 6 mm, lentes telescópicas.

	Sensor 1/3"	Sensor 1/4"
	99° 2,8mm.	2,1mm.
	64° 4mm.	2,8mm.
	47° 6mm.	4mm.
	35° 8mm.	6mm.
	27° 12mm.	8mm.

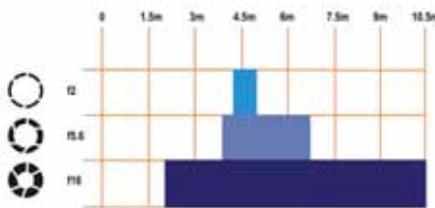
1.4. Parámetros de la lente que definen una imagen en el monitor

a. Factor de apertura: Indica la brillantez de la imagen formada por la lente, controlada por el iris. Un número más chico de F implica un mayor brillo de la imagen, mayor cantidad de luz que atraviesa la lente y una mayor apertura del diafragma. Los factores F vienen especificados por el fabricante como *F1.2 - F2 - F5.6 - F16, etc.*

b. Profundidad de campo: Se refiere al área que está en foco dentro del campo de visión. Una mayor profundidad de campo significa que un amplio porcentaje del campo de visión está en foco, desde objetos cercanos a la lente

hasta el infinito mientras que una menor profundidad de campo tiene sólo una pequeña sección del campo de visión en foco.

La profundidad del campo es influen-



Apertura de lente y Profundidad de campo

ciada por la distancia focal y el factor de apertura. Las lentes gran angular tienen mayor profundidad de campo que las lentes telescópicas. Un factor F mayor, en tanto, implica también una profundidad de campo mayor.

Con lentes autoiris, el ajuste automático de la apertura también produce variaciones constantes de la profundidad del campo. Durante la noche, cuando el diafragma de la lente autoiris está completamente abierto, la profundidad del campo está al mínimo y los objetos que estaban en foco durante el día pueden en ese momento no estarlo.

1.5. Elección de un monitor y sus características.

La división básica de los monitores utilizados en CCTV es en *blanco y negro (B/N)* y *color*. Debido a las normas, debe haber compatibilidad entre B/N y color. En Argentina, la norma de video utilizada es *PAL* para la señal color y *CCIR* para las señales de video monocromáticas.

Los monitores B/N tienen una mejor resolución, ya que tienen sólo una capa de fósforo continua; pero los monitores color ofrecen una información muy importante y detallada acerca de los objetos. Ese factor es más importante según su aplicación.

Por ejemplo, para un sistema CCTV que deba reconocer muchos detalles es más importante la buena resolución, por lo que la mejor elección será un sistema B/N. Por otra parte, cuando lo que se requiere es la identificación de personas o artículos, será mejor el color.



Otra identificación que se hace de los monitores es a través del tamaño diagonal de su pantalla, generalmente expresado en pulgadas. De entre todos los tipos de monitores B/N de tipo profesional, por ejemplo, los más utilizados son los de 9" (23 cm) y 12" (31 cm). Los tamaños más pequeños, como el de 5" (13 cm) y 7" (18 cm) son utilizados en Sistemas de Observación. Los de mayor tamaño son generalmente usados con multiplexores y grabadoras digitales y pueden conseguirse en tamaños como 15" (38 cm), 17" (43 cm) y 20" (50 cm).

Continúa en página 152

1.6. Elección del medio de transmisión de imágenes

a. Cable coaxial: La transmisión a través de cable coaxial es conocida como *desbalanceada*, debido a la forma constructiva del cable. El blindaje rechaza exitosamente interferencias electromagnéticas superiores a 50 kHz. Sin embargo, la radiación proveniente de las redes eléctricas de 50 Hz es más difícil de eliminar y depende fundamentalmente de la corriente que circula por los conductores cercanos. Por este motivo conviene alejar por lo menos 30 cm los cables coaxiales de video de los que transportan energía.

La manifestación visual de esta interferencia son barras o líneas horizontales que se desplazan hacia arriba o hacia abajo en la pantalla del monitor. La frecuencia de desplazamiento se determina por la diferencia entre la frecuencia de campo de video y la frecuencia de la red eléctrica. Varía generalmente entre 0 y 1 Hz. Las radiaciones electromagnéticas provocadas por rayos o vehículos se visualizan como ruidos irregulares.



Tipo de Cable	Distancia Máxima
RG-59	250 mts
RG-6	450 mts
RG-11	600 mts

b. Par trenzado UTP: Cuando las distancias entre los distintos componentes de un sistema de CCTV exceden los 200 metros, la transmisión de video por par trenzado es una opción muy conveniente frente al cable coaxial con amplificadores de video, ya que estos amplifican también las interferencias. La impedancia característica del UTP es de 100 ohm.

Toda interferencia electromagnética y ruido no deseado que llegue a ambos conductores, se cancelará debido a que el sistema admite señales en modo diferencial (distinta polaridad en cada conductor del par), ya que están balanceados con respecto de masa. Por este motivo se la conoce como transmisión balanceada y es necesario que los cables estén trenzados.

La adaptación entre los equipos y el cable se realiza a través de un *balún*, del que existen dos tipos: *balunes pasivos*, que no necesitan energía externa y son bilaterales, es decir trabajan indistintamente en ambos extremos de la línea y permiten transmisiones de señal de video a distancias de hasta 300 mts, y *balunes activos*, utilizados para longitudes de hasta 2400 metros.

A través del cable UTP pueden conectarse hasta 4 cámaras con un solo cable y proporcionan un menor costo en tendidos superiores a los 70 metros.



c. Enlace inalámbrico: Se utiliza para transmitir en forma inalámbrica una imagen de CCTV a una distancia entre los 100 y 8.000 mts. La señal de video se modula con una frecuencia que pertenece a la región de las microondas del espectro electromagnético. En la práctica, sin embargo, las frecuencias típicas que se usan para la transmisión de video están entre 1 y 10 GHz.

Las conexiones de microonda transmiten un ancho de banda muy grande de señales de video, así como también otros datos si es necesario (*incluyendo audio y control de PTZ*). El ancho de banda depende del modelo del fabricante. Para un sistema bien construido, un ancho de banda entre 6 MHz y 7 MHz es suficiente para enviar señales de video de alta calidad sin una degradación visible.

Para un correcto enlace, se necesita tener visión óptica entre el transmisor y el receptor. Las distancias que se pueden alcanzar con esta tecnología dependen de la potencia de salida del transmisor y de la ganancia de las antenas.



1.7. Alojamiento y soportes

Los gabinetes "*housings*" son cajas de material plástico, fibra de vidrio o metal con una ventana transparente de vidrio o acrílico resistente a golpes o rayaduras, para permitir la entrada de la luz al frente de la lente de la cámara.

En el interior del gabinete se dispone de una placa a la cual la cámara queda firmemente apo-



yada, atornillada y dirigida la lente hacia la ventana. Los gabinetes disponen de una entrada para la alimentación eléctrica y para el cable de video.

Todos los gabinetes disponen en su parte inferior externa de la rosca de sostén, del mismo tipo del que utilizan las cámaras, para ser montados en *soportes* o en dispositivos de



movimiento. El sostén de los gabinetes debe permitir el giro de *180° grados* sobre el soporte.

Las variedades de alojamientos para cámaras se dividen en dos categorías: *interiores* y *exteriores*. Los alojamientos para interiores protegen las cámaras y lentes del desarme y usualmente son hechos de materiales opacos a la luz. En tanto, los alojamientos para exterior protegen a las cámaras y lentes de las condiciones ambientales.

1.8. Mecanismos de movimiento

a. Unidad de PAN & TILT: Cuando una cámara debe ver un área extensa se utiliza un montaje para rotación horizontal (PAN o paneo) y cobertura angular vertical (TILT o cabeceo). Su rango máximo de paneo es 350° y de cabeceo 60°. Se



controla por joystick y puede trabajar en combinación con el control motorizado de lentes zoom, lo que permite el control manual de las funciones del lente.

b. Speed dome: La cámara móvil de rotación continua permite movimientos con ángulo de visión ajustable en 360°, con una velocidad de giro de 300°/seg. Su construcción en acrílico de alto im-

pacto, ya sean claro u oscuro, logra disimular la posición de la cámara, con una mínima reducción de luz. Su montaje puede realizarse tanto en techos, superficies inclinadas como paredes.



1.9. Funciones del Quad y el secuenciador

La mayoría de los sistemas de CCTV disponen de varias cámaras que deben verse en un solo monitor. Por lo tanto, se necesita de un equipo que vaya mostrando en la pantalla las señales proporcionadas por cada una de esas cámaras.

El *secuenciador* de video muestra de a una las cámaras, con un tiempo de secuencia fijado por un potenciómetro. Un tiempo corto de secuencia puede ser no



práctico y molesto para el ojo del operador mientras que un tiempo mayor puede traer como resultado pérdida de información para las cámaras que no están expuestas. Por lo tanto, siempre se debe llegar a una solución de compromiso para el uso de secuenciadores.

Esta situación indujo a crear sistemas compresores de video digitales, que permitan ver en una sola pantalla múltiples imágenes en forma simultánea.

Los *compresores QUAD* ponen en una misma pantalla hasta 4 cámaras dividiendo la pantalla en 4 cuadrantes. Para lograrlo, primero se digitaliza la

señal de video y luego se comprime en los cuadrantes que le corresponden. La electrónica del equipo hace la corrección del tiempo, lo que significa que sincroniza todas las señales de manera tal que cuando se produce la señal de video resultante, los 4 cuadrantes están en realidad residiendo en una sola señal y no hay necesidad de una sincronización externa.



1.10. Multiplexor. Descripción y funciones

Los *multiplexores* son dispositivos que realizan la división del tiempo haciendo multiplexación de las señales de entrada de video y producen dos clases de salidas de video. Una de ellas para visualizar todas las cámaras a la vez en una misma pantalla. Esto significa que, si tenemos un multiplexor para de 9 cámaras, todas podrán verse en un mosaico de 3x3. El mismo concepto se aplica a los multiplexores de 4 y de 16 cámaras.

En tanto la otra salida, de VCR, envía las imágenes multiplexadas de todas las

cámaras seleccionadas para grabar. Cuando la VCR está en modo 24hs hace una toma cada 0.16 segundos, siendo de 6 cuadros por segundo el índice de actualización.

¿Cómo se llega a esta conclusión? Es sencillo de calcular: cuando una VCR PAL graba en tiempo real, hace un registro de campo cada $1/50=0.02\text{seg}$. Si la *Time Lapse VCR* está en el modo 24hs (cuando 3 horas es su posibilidad de grabar en tiempo real) significa que la frecuencia de grabación es 8 veces más lenta ($24/3=8$). Multiplicando los

resultados obtenidos, 0.02×8 , dará como resultado 0.16seg.

Así, si el multiplexor tiene una sola cámara hará una toma cada 0.16 seg, pero si hay más cámaras en el sistema, para calcular el índice de restauración de cada una, hay que multiplicarlo por el número de cámaras y añadirle una fracción de tiempo que es la que el multiplexor utiliza para la sincronización de las cámaras. Por lo tanto, si el sistema se compone de 8 cámaras para grabar, $8 \times 0.16 = 1.28\text{seg}$ (<1 cuadro por segundo).

1.11. Elección del equipo de grabación

Si ante un evento es necesario analizar las imágenes grabadas con anterioridad, la calidad y fácil disponibilidad resulta fundamental para una correcta evaluación de lo sucedido. La grabación digital ofrece una serie de ventajas con respecto a la grabación en cinta magnética. Los sistemas **DVR** (*digital video recorder*) cubren tres funciones, a saber:

a. Multiplexor: Muestra hasta 32 cámaras en una sola pantalla.

b. Grabador: Graba imágenes por meses, dependiendo de su capacidad expandible.

c. Servidor IP: Accede a las imágenes en vivo y grabadas a través de redes IP.

En las *VCR Time Lapse* la información no puede ser procesada y la calidad de reproducción de las imágenes es siempre inferior a la original. Además, no se tiene acceso rápido y directo a una toma determinada y requie-

ren mantenimiento periódico. La cinta, ante la reproducción reiterada en el análisis de un evento, se degrada rápidamente.

Para almacenar digitalmente, la solución consiste en comprimir las imágenes para lo cual se han desarrollado distintos estándares de compresión de video que permiten la recuperación de la información con una calidad aceptable. Estos estándares son *MPEG-1*, *MPEG-2*, *MPEG-4* y *WAVELET*.

1.12. DVR. Características principales

- Cantidad de cámaras que acepta el equipo: 4, 8, 16, 32 o 64 cámaras.
- Cantidad de imágenes por segundo que permiten grabar. En cuadros por segundo.
- Capacidad de almacenamiento que admiten: En gigabytes de disco rígido
- Entrada para grabación de audio.
- Detección de movimiento por video.
- Grabación por fecha, día y hora.
- Entradas de alarma.
- Tamaño de la imagen grabada: Entre 160x120, 320x240 y 640x480 píxeles.
- Tipo y cantidad de salidas para moni-



- tor (analógicos o SVGA).
- Opción de grabar cada cámara a distinta velocidad de acuerdo a la importancia de las escenas a visualizar.
- Conexión remota por red, mediante web browser o software cliente. ☒

