

TEMA 81

LA GESTIÓN DEL TRÁFICO II. REDES DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA E INALÁMBRICAS EN LOS CENTROS DE GESTIÓN. INTRODUCCIÓN A LA TELEVISIÓN. APLICACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁFICO Y SEGURIDAD VIAL. LA UTILIZACIÓN DE LAS VÍDEO CÁMARAS Y OTROS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE IMÁGENES DE TRÁFICO EN EL MARCO DE LA LEY ORGÁNICA 4/1997 Y REAL DECRETO 596/1999.

- I. REDES DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Origen y evolución: tipos
 - 1.3 Mejora de la capacidad de la fibra óptica
 - 1.4 Esquema de funcionamiento de una red de F.O.
 - 1.5 Características de una red de F.O.
 - 1.6 Redes de F.O. de la DGT.
- II. REDES INALAMBRICAS
 - 2.1 Introducción: conceptos básicos
 - 2.2 Esquema de un sistema de transmisión
 - 2.3 Concepto de repetidor. Aplicación en la DGT
 - 2.4 Sistemas radio trunking. Aplicación en la DGT
 - 2.5 Sistemas de telefonía móvil. Aplicación en la DGT
- III. INTRODUCCIÓN A LA TELEVISIÓN
 - 3.1 Principios básicos de TVCC
 - 3.2 Proceso de captación electrónica de imágenes. La cámara de video
 - 3.3 Sistemas de Televisión Analógicos: NTSC, PAL y SECAM.
 - 3.4 Aplicaciones para la Gestión del Tráfico y la Seguridad Vial
- IV. LA UTILIZACIÓN DE LAS VÍDEO CÁMARAS Y OTROS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE IMÁGENES DE TRÁFICO EN EL MARCO DE LA LEY ORGÁNICA 4/1997 Y REAL DECRETO 596/1999
 - 4.1 Ley Orgánica 4/1997
 - 4.2 Real Decreto 596/1999
 - 4.3 Tratamiento de imágenes con fines de control del tráfico
 - 4.4 Plazos generales de cancelación

I. REDES DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA

1.1. INTRODUCCIÓN

La transmisión de información (datos, voz, imagen) se ha realizado tradicionalmente a través de cable. Actualmente, y desde hace algo más de 30 años, la fibra óptica (F.O.) está ocupando el lugar del cobre en numerosas conexiones entre aplicaciones que requieren de capacidad para transmitir grandes cantidades de información a muy alta velocidad.

1.2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN: TIPOS

La Historia de la comunicación por la fibra óptica es relativamente corta. En 1977, tuvo lugar en California la primera transmisión telefónica a través de fibra óptica, a una velocidad de 6 Mbit/s.

Antes, en 1959, dentro de los estudios de Física aplicados a la óptica, se descubrió una nueva utilización de la luz, a la que se denominó rayo láser (*light amplification by stimulated emission of radiation*, amplificación de luz por emisión estimulada de radiación), que fue aplicado a las telecomunicaciones con el fin de que los mensajes se transmitieran a muy alta velocidad.

Sin embargo esta utilización del láser era muy limitada debido a que no existían los soportes adecuados para hacer viajar los fotones originados en el láser, de la misma forma que el cable transmitía los electrones.

Para aprovechar el altísimo potencial del laser, se estudió como conseguir el canal adecuado, surgiendo la propuesta de utilizar una guía óptica para la comunicación, sustituyendo así la pareja electricidad/conductores metálicos por luz/conductores de vidrio.

Inicialmente, las fibras presentaban graves problemas, como una gran fragilidad mecánica, lo que dificultaba su instalación, un banda de paso muy estrecha (la gama de frecuencias a transmitir era relativamente pequeña) y una gran atenuación ya que presentaban pérdidas de 100 dB por Kilómetro, debido a que la propia fibra absorbía parte de la luz a transmitir.

Después de numerosas investigaciones se consiguió obtener fibra capaz de solventar los problemas anteriormente expuestos, siendo en la actualidad un elemento básico en la transmisión de información.

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio, de espesor variable entre 10 y 300 micras (1 micra = 1 millonésima de metro, o una milésima de milímetro).

Hay dos grandes grupos de fibra, atendiendo a la forma en que se propaga la luz a través de ellas: multimodo y monomodo.

- Fibra multimodo

Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras

multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km.

Las fibras multimodo tienen un diámetro en torno a las 50 micras, y sufre una atenuación que puede variar entre 0,60 dB y 2,3 dB por Kilometro. Se consiguen velocidades de hasta 10 Gbps.

- Fibra monomodo

Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo o camino de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (10 micras) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s). La atenuación que se puede producir en una fibra monomodo oscila entre 0,19 dB y 0,4 dB por Kilometro, que como vemos, es sensiblemente inferior la producida en una fibra multimodo.

Las ventajas de la fibra monomodo en cuanto que cubre mayores distancias que la multimodo, se contraponen al coste y dificultad de manipulación, mayores en la monomodo. Por lo tanto, la fibra multimodo se utilizará en pequeñas distancias (inferiores a 1 Km, y la monomodo en distancias superiores a esta cifra).

Las características de la fibra óptica utilizada en las redes de la DGT son:

- Fibra monomodo
- Máximos valores de atenuación: 0,4 dB por Kilómetro
- Diámetro del núcleo: 10 micras
- Diámetro del revestimiento: 125 micras
- Margen de temperatura de funcionamiento, sin afectar las características de transmisión óptica: -30° C y 70° C
- Longitud de las bobinas de F. O. a instalar en la canalización: 2 Km.
- Protección externa contra roedores

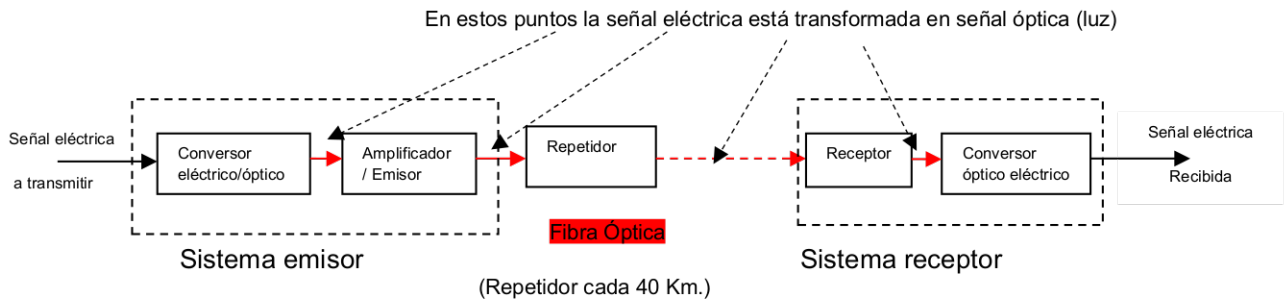
1.3. MEJORA DE LA CAPACIDAD DE LA FIBRA OPTICA

Mediante procedimientos electrónicos se puede mejorar la capacidad de una fibra óptica. Este procedimiento consiste en la multiplexación de varias señales ópticas, mediante el procedimiento conocido como WDM (*Wavelength Division Multiplexing* o multiplexación por división de longitud de onda) sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda.

Actualmente, sistemas comerciales de WDM más modernos pueden soportar hasta 160 señales y expandir un sistema de fibra de 10 Gb/s hasta una capacidad total 25,6 Tb/s sobre un solo par de fibra.

1.4. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA RED DE F. O.

El esquema de una red de F. O. podría ser el siguiente:



El proceso se puede resumir, básicamente en:

La señal eléctrica a transmitir (video, datos de equipos detectores, información de radares, etc.) se convierte en una señal luminosa. A continuación es amplificada y transmitida a través de la fibra. En función de la distancia a recorrer podría ser necesario instalar equipos amplificadores. La distancia entre amplificadores suele ser de 40 Km, aunque en determinados casos, podría ser mayor. Una vez alcanzado el sistema receptor (en el caso de la DGT, sería típicamente un Centro de Gestión de Tráfico), la señal luminosa se recibe, y pasa a ser convertida en señal eléctrica, entrando ya en su correspondiente destino (matriz de video, sistema informático).

1.5. CARACTERÍSTICAS DE UNA RED DE F.O.

La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia. En las redes de comunicaciones se emplean sistemas de láser con fibra óptica. En la actualidad están en funcionamiento numerosas redes de fibra para comunicación a larga distancia, que enlazan continentes, debido a la capacidad de estos sistemas para superar la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica pueden estar separados entre sí, al menos, unos 100 km, frente a los aproximadamente 1,5 km en los sistemas eléctricos.

Podríamos resumir las ventajas de las redes de F. O.:

- Mayor capacidad debido a mayor ancho de banda disponible en frecuencias ópticas.
- Inmunidad a interferencias de origen electromagnético, carga estática, ruido...

- Atenuación muy pequeña, lo que permite salvar distancias elevadas. Además la atenuación es independiente de la frecuencia de la señal a transmitir.
- Gran seguridad frente a la intrusión, ya que la misma es fácilmente detectable
- Gran ligereza
- Más resistentes a los agentes ambientales (calor, frío, corrosión). Son menos afectadas por variaciones de temperatura o de humedad (no se producen derivaciones eléctricas).
- La seguridad en cuanto a instalación y mantenimiento. Las fibras de vidrio y los plásticos no son conductores de electricidad, se pueden usar cerca de líquidos y gases volátiles. No obstante, y sobre todo para instalaciones en interiores, túneles, locales de pública concurrencia o instalaciones industriales con especiales requerimientos de seguridad (minas, parques petrolíferos o de transporte, etc.) deberá ser resistente a la llama, no emisor, en caso de incendio, de humos tóxicos, peligrosos, u opacos, no propagador del incendio.

En cuanto a los inconvenientes, se encuentran:

- La fragilidad de las fibras
- La dificultad de los empalmes, que requiere equipamiento muy especializado
- El coste del equipamiento asociado (convertidores eléctrico/óptico, amplificadores, transmisores y receptores ópticos...)

1.6. REDES DE F.O. DE LA DGT

La DGT posee una red de fibra óptica que enlaza los equipos de carretera con los Centros de Gestión de Tráfico correspondientes.

La gestión de tráfico que realiza la Dirección General de Tráfico, se desarrolla principalmente por parte los Centros de Gestión de Tráfico (Coruña, Madrid, Málaga, Sevilla, Valencia, Valladolid, Zaragoza y Baleares), empleando en esta tarea la información obtenida del equipamiento ITS que la DGT tiene desplegado en carretera, incluyendo:

- Cámaras de videovigilancia
- Estaciones de toma de datos. Proporciona velocidades, intensidades, ocupación
- Estaciones meteorológicas
- Cinemómetros
- Paneles de Mensaje variable (PMV)
- Equipos de reconocimiento de matrículas (ERM o LPR por sus siglas en inglés)

Para poder soportar el elevado volumen de información que genera este equipamiento, teniendo en cuenta que en la transmisión de video se precisa de una red de datos con suficiente capacidad y considerando como dificultad añadida la localización de estos equipos (generalmente alejados de entornos urbanos donde los Operadores de Telecomunicaciones suelen tener sus redes), se hace necesario disponer de una red con capacidad suficiente para la transmisión en tiempo real de la información generada. Por este motivo, resulta aconsejable la existencia de una red propia de la DGT, que cumpla las expectativas en cuanto a volumen de datos, seguridad de acceso y de protección al intrusismo así como de discurrir a lo largo de las carreteras por las que discurre el tráfico cuya gestión es competencia de la DGT.

El número de equipos en carretera asciende a día de hoy a:

- Mas de 1.900 cámaras de videovigilancia
- Más de 2.000 estaciones de toma de datos
- Más de 350 estaciones meteorológicas
- Más de 500 cinemómetros
- Más de 2.300 paneles de mensaje variable
- Más de 1.000 equipos de reconocimiento de matrículas

La red de F. O. de la DGT asciende a 12.300 kilómetros aproximadamente.

II. REDES INALAMBRICAS

2.1. INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS BÁSICOS

La radiocomunicación puede definirse como telecomunicación realizada por medio de las ondas radioeléctricas. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) define las ondas radioeléctricas como las ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin guía artificial y cuyo límite superior de frecuencia se fija, convencionalmente en 3000 GHz.

La técnica de la radiocomunicación consiste en la superposición de la información que se desea transmitir en una onda electromagnética soporte, que se denomina portadora. La inserción de esa información se denomina modulación. Como consecuencia del mismo, se genera una onda modulada, que contiene un conjunto de frecuencias en torno a la portadora. La onda modulada se envía al medio de propagación a través de un dispositivo denominado antena.

El conjunto de equipos para el tratamiento de la información: moduladores, filtros, antenas, en un sistema de radiocomunicación, se denomina estación transmisora, o transmisor. La onda modulada generada en la estación transmisora y emitida al medio de propagación, alcanza el punto o puntos de destino donde accede al sistema receptor por medio de una antena de recepción, la cual recoge una fracción de la energía radioeléctrica transmitida. El conjunto de equipos para el tratamiento de la señal recibida: antena, amplificadores,

demodulador, filtros, constituye la estación receptora de un sistema de radiocomunicación.

Los órganos de transmisión, recepción y antenas contribuyen positivamente a la radiocomunicación, en tanto que el medio de transmisión introduce pérdidas y diversos tipos de perturbaciones, tales como distorsión, ruido e interferencias.

a) Concepto de frecuencia y longitud de onda

Una función $f(t)$ es periódica cuando cumple que $f(t) = f(t+T_0)$, siendo T_0 el periodo, es decir, el tiempo que tarda en repetirse esa función.

En una señal periódica, se define frecuencia como el número de veces que se repite esa señal por unidad de tiempo. Es la inversa del período ($f=1/T_0$). En efecto, sea la función $y = \sin \omega t$, siendo $\omega=2\pi f$, y f la frecuencia. Si la señal en cuestión viene representada por $y = \sin 1000\pi t$, la frecuencia se obtendrá a partir de:

$$2\pi f = 1000\pi, \text{ de donde } f = 500 \text{ ciclos/segundo}$$

Esto significa que en un segundo se ha “producido” 500 veces esta función. Como el periodo (tiempo que tarda en repetirse la función) es la inversa de la frecuencia, se obtiene que $T_0=1/500=0,002$ segundos= 2 milisegundos.

El ciclo/segundo se expresa también como hertzio, o abreviadamente Hz. Como los valores de las frecuencias utilizados en radiocomunicaciones son muy altos, se utilizan múltiplos del hertzio, que son los siguientes:

KHz (Kilohertzio) = 1.000 Hz (También Kilociclo/seg = 1000 ciclos/seg)

MHz (Megahertzio)= 1.000 KHz = 1.000.000 Hz

GHz (Gigahertzio) = 1.000 MHz = 1.000.000 KHz = 1.000.000.000 Hz

THz (Terahertzio) = 1.000 GHz = 1.000.000 MHz = 1.000.000.000.000 Hz

La longitud de onda es la longitud de un ciclo de la onda periódica. Se suele designar por la letra griega λ (landa) y se obtiene mediante la fórmula:

$$\lambda = 300.000/\text{frecuencia}$$

Expresando la frecuencia en KHz se obtiene la longitud de onda en metros. Así, para una frecuencia de 1.000 KHz, se obtiene una longitud de onda de $300.000/1.000 = 300$ metros. Si la frecuencia es de 80 MHz, la longitud de onda será $\lambda = 300.000/80.000 = 3,75$ metros. Para el caso de una frecuencia de 3 GHz, la longitud de onda será $\lambda = 300.000/3.000.000=0,1$ metro = 10 cm.

Se ve claramente que a frecuencias más altas, se obtienen longitudes de onda más bajas, y viceversa.

b) Interferencia

Para un buen aprovechamiento del espectro radioeléctrico, es necesario que varios emisores compartan una misma frecuencia. Ello puede implicar que en un punto de recepción existan dos señales de la misma frecuencia y con diferente información, dando lugar a lo que se conoce como interferencia. También puede ocurrir que una misma emisión llegue a un punto (alejado, normalmente) por dos caminos diferentes: el directo y el reflejado. Esto da lugar a una interferencia, que puede ser constructiva (se refuerza la señal) cuando llegan en fase, o destructiva (se atenúa e incluso se destruye la señal) cuando llegan en distinta fase. También se producen interferencias por emisiones ilegales que no respetan la asignación de frecuencias.

c) Nomenclatura de las bandas de frecuencias

El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias de acuerdo a la siguiente tabla:

Símbolo	Significado de los símbolos	Rango de frecuencias	Designación métrica
VLF	Very Low Frequency/Muy baja frecuencia	3 a 30 KHz	Ondas miriamétricas
LF	Low Frequency/Baja frecuencia (Onda larga)	30 a 300 KHz	Ondas Kilométricas
MF	Medium Frequency/Frecuencia media (Onda media)	300 a 3000 KHz	Ondas Hectométricas
HF	High Frequency /Alta frecuencia (Onda corta)	3 a 30 MHz	Ondas Decamétricas
VHF	Very High Frequency/ Muy alta frecuencia	30 a 300 MHz	Ondas métricas
UHF	Ultra High Frequency/ Ultra alta frecuencia	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
SHF	Super High Frequency/ Super alta frecuencia	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
EHF	Extremely High Frequency/ Frecuencia extremadamente alta	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
THF	Tremendously high frequency/ Frecuencia Tremendamente alta	300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas

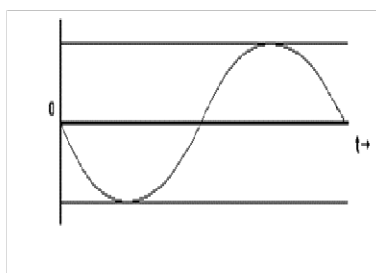
d) Concepto de modulación

Como se dijo anteriormente, la modulación consiste en la superposición de la información que se desea transmitir en una onda electromagnética soporte, que se denomina portadora. Veamos esto con más detalle: La información que se desea transmitir (en principio voz o música) necesita ser “transformada” para

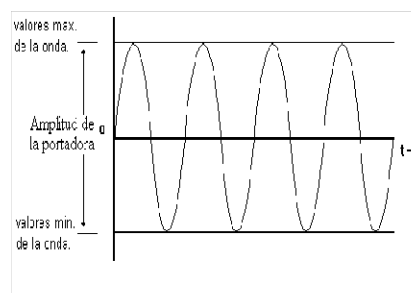
poder ser emitida vía radio. Esta transformación consiste en un desplazamiento de su frecuencia a valores más altos que hagan factible la transmisión radioeléctrica. Así, tenemos tres señales:

- **La señal que contiene la información** que se desea transmitir, compuesta por un conjunto de frecuencias dentro de la gama audible (20-20.000 hertzios) que varían de acuerdo a los sonidos a transmitir y que llamaremos **señal moduladora**.

- **La onda que va a “transportar”** la información a transmitir. Su frecuencia será fija para una determinada transmisión (por ejemplo, la frecuencia de transmisión de los helicópteros de la Dirección General de Tráfico es de 76,775 MHz, la del repetidor de Los Yébenes (Toledo) es de 85,125 MHz, la de Radio Nacional de España en Madrid es de 104,9 MHz, etc.). A esta onda la llamaremos **portadora**.



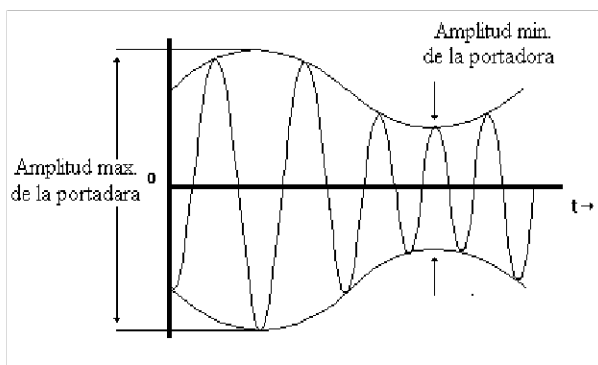
Onda moduladora



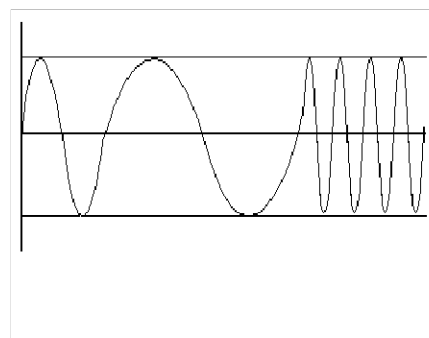
Onda portadora

- La señal resultante del proceso de la modulación: es la que se propaga por el medio de transmisión, compuesta por un grupo de frecuencias (la información a transmitir) agrupadas en torno a la portadora. Esta señal es la onda modulada.

La modulación se obtiene modificando alguno de los parámetros de la onda portadora de acuerdo a las variaciones de la onda moduladora. Teniendo en cuenta que los parámetros de una onda $y = A \sin(\omega t + \phi)$ son la amplitud (A), la frecuencia ($\omega = 2\pi f$), y la fase (ϕ), si se varía la amplitud obtendremos modulación en amplitud, variando la frecuencia obtendremos modulación de frecuencia, y por último, variando la fase, modulación en fase.



Modulación en amplitud (varia la amplitud)

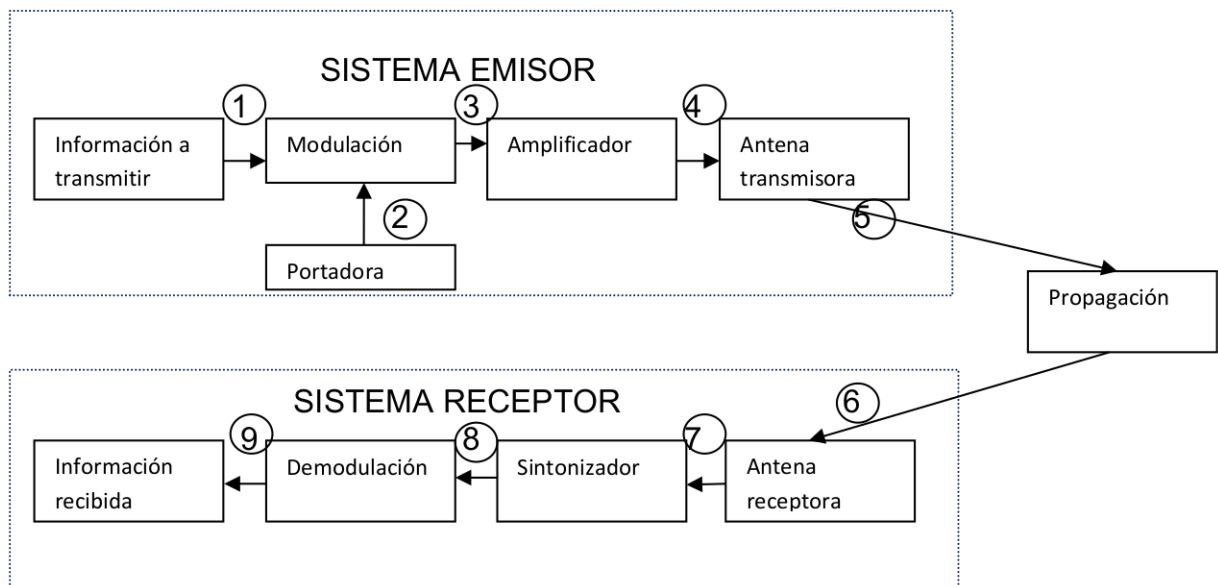


Modulación en frecuencia (varía la frecuencia)

Como podemos ver en las figuras, la señal portadora se ha modificado al “ritmo” de la señal moduladora, que como ya hemos dicho, es la que contiene la información a transmitir.

La modulación en amplitud es utilizada en la radiodifusión en onda corta y media, así como para la señal de video de televisión. La modulación en frecuencia se utiliza para la radiodifusión de alta calidad, conocida precisamente como FM, así como la señal de audio de televisión. La modulación en frecuencia está sometida a menos problemas de ruido que la de amplitud, de ahí que se utilice para la difusión de programas de alta calidad sonora.

2.2. ESQUEMA DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN



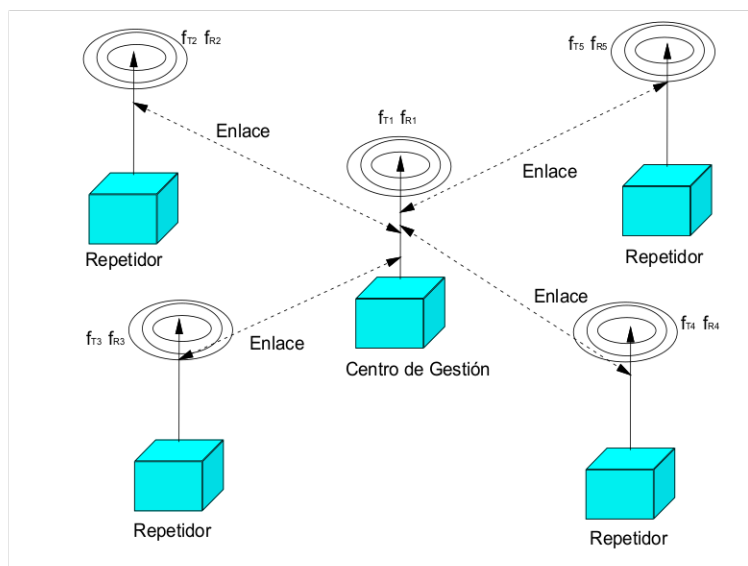
En este esquema se distinguen los siguientes puntos:

- 1.- Entrada de la información que se desea transmitir al modulador
- 2.- Entrada de la señal portadora al modulador
- 3.- Salida de la señal modulada
- 4.- Salida de la señal amplificada con destino a la antena de transmisión
- 5.- Emisión de la portadora modulada
- 6.- Llegada de las señales a la antena de recepción
- 7.- Entrada al sintonizador para seleccionar la señal de frecuencia deseada
- 8.- Entrada al demodulador para extraer la información deseada
- 9.- Información de la recepción

2.3. CONCEPTO DE REPETIDOR. APLICACIÓN EN LA DGT

La transmisión de ondas electromagnéticas se ve dificultada por la atenuación que sufren las mismas debido a diversas causas tales como la distancia o los obstáculos. Tal y como se ha visto en el cuadro correspondiente a las características de propagación, dependiendo de las frecuencias, hay unos límites en cuanto a distancia o en cuanto a visibilidad directa. Un claro ejemplo de esta situación se produce cuando al alejarse de una ciudad, en la que se comenzó a escuchar un programa de radio, éste se va atenuando, hasta que se hace preciso cambiar de emisora, puesto que ya no se recibe una señal de la suficiente calidad. Otro ejemplo es el de la transmisión de televisión, cuando se producen zonas de sombra, debido a obstáculos tales como montañas. Para solventar este problema, se instalan los repetidores, que no son más que estaciones emisoras, que “repiten” o reemiten la señal de radio o televisión. De acuerdo al concepto de interferencia visto anteriormente, el repetidor utiliza una frecuencia diferente, a la del emisor contiguo para evitar la interferencia.

Para que un repetidor pueda reemitir una señal, es preciso, obviamente, que ese repetidor la reciba previamente. Para ello se disponen unos equipos de radio, que trabajan a frecuencias superiores a las de emisión de los repetidores, con unas antenas muy direccionales que permiten establecer una comunicación punto a punto entre el lugar donde se genera la señal y el lugar donde se transmite a los usuarios. Centrémonos con un ejemplo tomado de la red de radio de la Dirección General de Tráfico:



Sea el área de influencia de un Centro de Gestión. Esa área es una ciudad, y toda el área comprendida en un radio de 200 o 300 Km. Los elementos interesados en la comunicación son el propio Centro de Gestión, determinados vehículos así como los helicópteros. En principio habrá un emisor en el Centro de Gestión emitiendo en una frecuencia f_{T1} y recibiendo en una frecuencia f_{R1} , que tendrá un alcance determinado, normalmente limitado a un radio de unos 50 Km. Estas frecuencias que se denominan de cobertura están en la banda de 80

MHz. Se nos plantea el problema de querer comunicarnos a una distancia superior, puesto que nuestra área de influencia la hemos fijado en 200 o 300 Km. Como la emisión tiene un alcance de 50 Km, se hace preciso instalar uno o varios repetidores que aumente la cobertura de nuestra emisión. Esos reemisores que emitirán con frecuencias diferentes (f_{T2} , f_{T3} , ...) necesitan recibir la información que deben retransmitir. Para ello se comunican el Centro de Gestión y el repetidor con equipos de radio que trabajan en la banda de 400 Mhz, de forma que la información transmitida mediante esta vía sólo es captada por los extremos (C. de Gestión y repetidor) para posteriormente ser difundida mediante las frecuencias de cobertura. Las frecuencias que permiten enlazar el C. de Gestión y el repetidor se llaman de enlace.

La comunicación vía radio la utiliza la DGT básicamente para enlazar los helicópteros con los Centros de Gestión de Tráfico, aunque también pueden comunicarse los CGT entre sí.

2.4. SISTEMAS RADIO TRUNKING. APLICACIÓN EN LA DGT

Los Sistemas Radio Trunking son redes de comunicaciones móviles por radio para aplicaciones privadas. Al decir privadas estamos indicando que no están abiertas al público en general, sino que sus usuarios forman parte de grupos y subgrupos previamente definidos, y que deben poseer el permiso correspondiente para acceder a las citadas redes. Las características básicas son:

- Estructura de red celular. Como se dijo anteriormente son independientes de las redes públicas de telefonía móvil.
- Los usuarios comparten los recursos del sistema de forma automática.
- Es posible asignar los recursos en función de la llamada. Esto es, se puede dar prioridad a unas comunicaciones sobre otras, en función de la urgencia de las mismas.
- Se pueden formar, dentro de la misma red, diferentes grupos, de tal forma que los componentes de cada grupo solo se comuniquen entre sí, aunque todos los grupos estén utilizando la misma red física. Dentro de estos grupos, pueden establecerse subgrupos. Por supuesto, estos subgrupos y grupos pueden comunicarse entre sí, si así lo determina el administrador de la red.
- Dependiendo del servicio instalado se puede implementar conexión a la red de telefonía pública.
- La tecnología trunking permite una utilización del espectro radioeléctrico más eficiente.
- Permite mayor seguridad de las comunicaciones.

Tipos de llamada:

- Llamada individual: conecta a un usuario de la red con otro usuario, al igual que sucede en una red de telefonía. La llamada es privada uno-a-uno.

- Llamada de grupo: conecta a un usuario de la red con un grupo de usuarios. Los grupos no tienen porqué ser fijos, pudiendo formarse de forma dinámica.
- Llamada de Broadcast : llamada con origen en el centro de control con el fin de informar a todos los usuarios de la red
- Llamadas de emergencia : son llamadas tratadas con máxima prioridad, en caso de saturación de la red esta llamada tendría preferencia sobre el resto del tráfico de la red
- Operación en modo Directo (DMO): los usuarios se conectan entre sí en directo sin pasar por una estación base.

Actualmente, la DGT utiliza el servicio de la red trunking del Ministerio del Interior, también utilizada por Guardia Civil, Policía Nacional y Protección Civil. La red en cuestión recibe el nombre de SIRDEE (Sistema Integral de Radiocomunicación De Emergencias del Estado).

2.5. SISTEMAS DE TELEFONIA MOVIL. APLICACIÓN EN LA DGT

Dentro de la telefonía móvil, bien conocida y de amplio uso, existe, además de la comunicación vocal, la posibilidad de transmitir datos.

Nos encontramos con diferentes tecnologías para este cometido algunas de ellas ya en desuso. A continuación, las enumeramos:

- GPRS (General Packet Radio Service): máxima velocidad de transmisión: 9,6 Kbps. En desuso
- UMTS (Universal Mobile Telecommunications System): máxima velocidad de transmisión: 384 Kbps. Se conoce también como 3G, o tercera generación de telefonía móvil. En desuso
- HSPA (High Speed Packet Access o Acceso de Paquetes a Alta Velocidad): es la evolución de UMTS, y tiene dos versiones, ambas dos pueden encontrarse en zonas de baja cobertura y separadas de grandes entornos urbanos :
 - HSDPA (High Speed Downlink Packet Access o Acceso Descendente a Paquetes de Alta Velocidad). Puede alcanzar en el enlace descendente hasta 14 Mbps. Se le denomina también 3,5G.
 - HSUPA (High Speed Uplink Packet Access o Acceso Ascendente a Paquetes de Alta Velocidad). Puede alcanzar en el enlace ascendente hasta 5,76 Mbps. Se le denomina también como 3,75G o 3,5G Plus

Cabe destacar la tecnología 4G. Esta tecnología proporciona unas velocidades superiores a las de 301 Mbps con un radio de 8 MHz e incluye técnicas de avanzado rendimiento radio como MIMO y OFDM.

Los requisitos UIT y estándares 4G indican las siguientes características:

- Para el acceso radio abandona el acceso tipo CDMA característico de UMTS.
- Uso de SDR (*Software Defined Radios*) para optimizar el acceso radio.
- La red completa prevista es todo IP.
- Las tasas de pico máximas previstas son de 100 Mbps en enlace descendente y 50 Mbps en enlace ascendente (con un ancho de banda en ambos sentidos de 20 MHz).

HSPA+ es una evolución de HSPA, y puesto que 4G se refiere a tecnologías capaces de entregar Banda Ancha Móvil, en este sentido podríamos considerar HSPA+ como una tecnología 4G. Ahora bien, HSPA+ no debe confundirse con LTE (Long Term Evolution) dado que esta última, si bien evoluciona también a partir de la familia GSM/UMTS/HSPA, tiene un método de transmisión de datos distinta.

Por este motivo, podemos considerar LTE como “verdadera 4G” ya que emplea una tecnología de red distinta (es decir, no se trata de una actualización de red como ocurre con HSPA+).

Por otra parte, HSPA+ tiene un límite teórico de 42Mbps, mientras que LTE tiene velocidades teóricas de 100Mbps en adelante, que con actualizaciones de red podría llegar a 300Mbps teóricos.

Todo esto ha llevado a las normas UNE destinadas a la estandarización de esta tecnología a escoger LTE como la tecnología a emplear para 4G.

Mirando hacia el futuro, haremos una breve mención a la tecnología 5 G: La última generación comercialmente disponible en nuestros móviles es el 5G. Como siempre, requiere que tanto el móvil como nuestro operador de telefonía, soporten el estándar. El 5G supera en más de 10 veces la velocidad del 4G y permitirá la comunicación entre millones de dispositivos IoT con una latencia muy baja (1ms). Como suele ocurrir, la tecnología nace antes de que los usos para ella sean creados, por lo que muchas de las aplicaciones que dependerán del 5G aún deben ser concebidas y desarrolladas. Los operadores móviles aún deben también desplegar más ofertas comerciales del 5G, a medida que los móviles compatibles con esta tecnología, van poco a poco reduciendo su precio.

El 6G será la sexta generación de tecnología de telecomunicaciones inalámbrica. Será el sucesor del actual 5G y se espera que pueda alcanzar velocidades de 95Gbps. China es uno de los países que afirma estar ya investigando la tecnología, así como Corea del Sur o Japón. Se cree que la primera oferta comercial del 6G llegará en la década de 2030.

En cuanto a la aplicación de estas tecnologías por parte de la DGT, su uso se centra sobre todo en la comunicación de determinados equipos de carretera que, por su situación geográfica, no disponen de conexión a través de la F.O. y teniendo en cuenta que el empleo de tecnologías inalámbricas supone un ahorro de costes considerable.

III. INTRODUCCIÓN A LA TELEVISIÓN

3.1. PRINCIPIOS BASICOS DE TVCC

La visión de un objeto está condicionada por parámetros objetivos, en función de las características físicas del mismo (el objeto en sí mismo, la luz que incide en el citado objeto) y otros subjetivos, directamente relacionados con el ojo.

La visión, y en general, la captación de una imagen por un dispositivo, sea natural como el ojo, o artificial como una cámara, bien fotográfica o de video, se produce cuando el ojo (o la lente de la cámara) recibe la luz reflejada por el objeto.

En el caso del ojo, la imagen recibida es enviada al cerebro, que es capaz de formar una imagen del objeto en cuestión. En el caso de la cámara fotográfica, la luz impresiona una película, que posteriormente revelada nos dará la imagen. Una cámara de televisión, producirá una transformación de la señal luminosa en una señal eléctrica, que mediante los procedimientos tecnológicos adecuados dará lugar a la imagen de televisión.

ILUMINACIÓN Y COLOR

Lo que habitualmente denominamos luz es **radiación electromagnética** cuya longitud de onda está comprendida entre 380 nanómetros (nm) y 780 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Dichas radiaciones son registradas por minúsculas células receptoras (conos y bastoncillos) ubicadas en la retina del ojo. La misión de ambas es captar la energía de las radiaciones que inciden en ellas y transformarlas en impulsos eléctricos. Con tales impulsos se forman los códigos que, a través del sistema nervioso, son enviados al cerebro, donde tiene lugar la sensación de color propiamente dicha. Como sensación experimentada por los seres humanos y determinado animales, la percepción del color es un proceso neurofisiológico muy complejo. Los métodos utilizados actualmente para la especificación del color se encuadran en la especialidad denominada colorimetría, que es la ciencia del color. Permite establecer un sistema numérico capaz de describir, dentro de los límites de nuestra percepción visual, aquellos aspectos psicofísicos que atribuimos al color. En toda radiación luminosa cabe distinguir dos aspectos: su **intensidad** (cantidad de energía que llega a una determinada sección por unidad de tiempo), y su **cromaticidad**. Este segundo aspecto viene determinado por dos sensaciones que con nuestro ojo podemos apreciar, como son tono o matiz y pureza (o saturación) del color. Así, por ejemplo, cuando se dice que una radiación es roja se refiere a su matiz (o longitud de onda dominante), pero dentro del mismo tono o clase de color se distingue entre un rojo subido o un rojo pálido por su distinta pureza o saturación.

La luz solar, o luz blanca, es la suma de diferentes radiaciones visibles monocromáticas, esto es, de un solo color. La variación de ese conjunto de radiaciones (ausencia de una o varias, así como la variación de su intensidad) daría lugar a luz de otro color.

La luz blanca podemos descomponerla, mediante un prisma, en un conjunto de 7 colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta.

El color de los objetos resulta de la absorción o reflexión de las radiaciones que reciben. Así, un objeto que consideramos de color azul, es aquel que absorbe todas las radiaciones excepto la correspondiente al azul, que es la que refleja, y que por lo tanto capta el dispositivo óptico. Los casos extremos son los correspondientes al blanco, en el que el objeto refleja toda la luz incidente, y el negro que absorbe toda y por lo tanto no refleja ninguna radiación.

Otras radiaciones cercanas a las radiaciones visibles son las infrarrojas, que se sitúa por debajo de la zona más baja de la banda de luz visible, y las ultravioletas, que por el contrario, están por encima de la parte más alta de la banda visible.

Infrarrojo **rojo naranja amarillo verde azul añil violeta** *ultravioleta*

- **Mezcla aditiva**

Puede reproducirse cualquier sensación de color mezclando aditivamente diversas cantidades de rojo, azul y verde. Por eso se conocen estos colores como colores aditivos primarios. Si se mezclan a partes iguales se obtiene el color blanco.

La obtención de un color mediante la “suma” de dos o más colores se conoce como **mezcla aditiva**.

Entre todos los colores se han elegido como **primarios** el rojo, el verde y el azul. Con estos tres colores, y mediante las mezclas en la proporción adecuada, es posible obtener cualquier color.

(Ver Anexo: Figura 1)

Dos colores son complementarios cuando, mezclados en la misma proporción, producen el blanco. Así, son complementarios el amarillo y el azul, el magenta y el verde, el cian y el rojo. Estos colores (magenta, cian y amarillo), además de complementarios, se consideran como secundarios, siempre en el concepto de la mezcla aditiva.

- **Mezcla sustractiva**

En primer lugar diremos que los colores que se consideran primarios en la mezcla sustractiva son el magenta, el cian y el amarillo, en tanto que los colores secundarios son el rojo, el verde y el azul.

Así como en la mezcla aditiva, la unión de dos o más colores primarios da lugar a otro color secundario, en la mezcla sustractiva, la presencia de los colores primarios produce la exclusión de los secundarios. Como podemos ver en la imagen, el magenta, produce la exclusión del verde. Mezclado con el cian produce el azul, y con el amarillo produce el rojo.

Cuando se unen los tres colores cian, magenta y amarillo se obtiene el negro.

(Ver Anexo: Figura 2)

La unidad de medida de la iluminancia o nivel de iluminación es el lux, que equivale a un lumen/m².

La diferencia entre el lux y el lumen consiste en que el lux toma en cuenta la superficie sobre la que se distribuye el flujo luminoso. 100 lúmenes, concentrados sobre un metro cuadrado, iluminan esa superficie con 100 lux. Los mismos cien lúmenes, distribuidos sobre 10 metros cuadrados, producen una iluminancia de sólo 10 lux. En otras palabras, iluminar un área mayor al mismo nivel de lux requiere un número mayor de lúmenes.

3.2. Proceso de captación electrónica de imágenes. La cámara de video

Uno de los elementos fundamentales de una cámara es el **objetivo**, el elemento óptico, compuesto por una o varias lentes que capturan la imagen del objeto que se desea transmitir.

Uno de los parámetros que define a una óptica es la distancia focal, que se mide en milímetros y que nos indica la distancia entre el plano focal y el centro óptico de la lente. Normalmente la distancia focal es variable, lo cual permite al operador aumentar dicha distancia “acercando” la imagen (efecto teleobjetivo), obteniendo más detalle de la misma, a costa de disminuir el ángulo de visión o bien, disminuirla “alejando” la imagen (efecto gran angular) y perdiendo por lo tanto detalle, pero obteniendo un mayor ángulo de visión.

Diafragma: dispositivo que permite regular la cantidad de luz que entra a la cámara.

Apertura o Luminosidad del objetivo: se mide con el número “f”. Dicho número se obtiene dividiendo la distancia focal y la abertura máxima del diafragma, lo cual nos dará la máxima luminosidad del objetivo. Dependiendo del grado de apertura del diafragma, así dependerá la luminosidad del objetivo.

Velocidad de obturación: indica el tiempo de apertura, esto es, el tiempo durante el cual la luz entra en la cámara. Normalmente se expresa en la inversa de milésimas de segundo, aunque también permite segundos, para situaciones de muy baja luz, y desde luego para imágenes estáticas

La imagen capturada, es decir, la luz reflejada por el objeto en cuestión, forma una imagen en una superficie fotosensible en el interior de la cámara, de la misma forma que una cámara cinematográfica forma una imagen en el negativo. Pero en vez de la emulsión fotográfica (la película), las cámaras de televisión utilizan comúnmente unos receptores fotosensibles de estado sólido llamados CCDs (charged-coupled devices o dispositivo de carga acoplada) que son capaces de detectar las diferencias de brillo en diferentes puntos durante una imagen.

La superficie de un CCD contiene millones de píxeles (elementos de imagen) o Mega píxeles, cada uno de los cuales responde electrónicamente a una cantidad de luz enfocada en su superficie. La resolución o detalle de la imagen depende del número de píxeles que contenga el CCD.

Las diferencias en el brillo de la imagen detectadas en cada uno de estos puntos en la superficie del CCD son transformados en voltajes eléctricos. Cuanto más

brillante es la luz, mas voltaje es generado. El voltaje de cada uno de estos puntos puede ser "leído" en un circuito electrónico. El proceso es continuamente repetido creando una secuencia constante de información de campos y cuadros cambiantes. Una vez enviada esta señal al equipo receptor (televisor), se invierte el proceso: los voltajes de los pixeles generados en la cámara son convertidos en luz, que es la imagen resultante que vemos en la pantalla de TV.

La cámara de televisión de color es básicamente igual a la monocromática, pero deberá tener algún agregado que le permita discriminar entre los 3 colores primarios que componen la imagen de toma, separarlos y obtener sendas señales de R (Red: rojo), G (Green: verde) y B (Blue: azul). Esto se consigue con la inclusión dentro de la cámara de espejos muy especiales que en lugar de reflejar toda la radiación incidente, solo lo hacen con una pequeña banda de la misma, permitiendo que el resto de la radiación sea atravesada. Estos espejos se llaman dicróicos.

Entonces, con un juego de 2 espejos dicróicos y otro espejo normal se consigue separar la onda incidente en la cámara en sus 3 componentes primarias.

Con estos 3 colores se podrán reproducir la mayoría de los colores existentes en la naturaleza, por lo tanto, si se transmitieran estas 3 señales se podrían reproducir en un receptor en color; sin embargo un televisor monocromático no esta preparado para recibir estas 3 señales, sino solo una, conocida como **luminancia**, que se representa por la letra **Y** que "informa" al televisor de la intensidad luminosa del punto (de los puntos) transmitido. Cuando se desarrolló el sistema de TV en color NTSC, se exigió que sus emisiones fueran compatibles con el parque de televisores en blanco y negro existente. La ecuación fundamental de la **luminancia** en función de la intensidad de los tres colores aditivos primarios es:

$$Y = 0,30 \times R + 0,59 \times G + 0,11 \times B$$

Se observa el "peso" de cada uno de los tres colores en la luminancia: 30% para el rojo, el 59% para el verde y el 11% para el azul. Vemos que el blanco se obtiene con iguales cantidades de los 3 primarios, por ejemplo el blanco de máximo brillo se obtiene con señales normalizadas con $R=G=B=1v$, se comprueba que $Y=1v$ también.

Conocido el hecho de que se necesitan 3 señales para reproducir una imagen coloreada y una de las señales a transmitir es Y, resta todavía obtener 2 señales más, que conformaran la señal vectorial de **crominancia (proporciona la información de color)**. Estas 2 señales deberán tener la particularidad de anularse en caso de tratarse de una imagen monocromática (solo brillo). Por lo tanto la señal de crominancia estará formada por 2 de las 3 señales diferencia de color $R-Y$, $G-Y$, $B-Y$. Solo será necesario enviar 2 señales, además de Y, dado que la tercera es combinación lineal de las otras. En el receptor, de igual manera se podrán recuperar las componentes R, G y B a partir de Y y C, donde C es la señal vectorial de crominancia formada por 2 señales de diferencia de color. Al deducir la expresión analítica de las diferencias de color, se comprueba que la diferencia al verde $G-Y$ es la que tiene coeficientes menores y por ende menor potencia por lo que será más susceptible al ruido. Por lo tanto la señal de crominancia C estará compuesta por la diferencia al rojo y diferencia al azul, también simbolizadas Cr y Cb .

3.3. SISTEMAS DE TELEVISIÓN ANALÓGICOS: NTSC, PAL Y SECAM

Actualmente, en determinados países, entre ellos España, se ha producido el llamado apagón analógico, esto es, la eliminación de los citados sistemas analógicos de televisión en beneficio de los sistemas digitales, de mayor calidad y eficiencia. En otros países se está en el proceso de transición a la TV digital, y en otros ni siquiera se ha definido que sistema se va a utilizar. Dicho apagón, ha afectado a las redes que difunden televisión para el público, manteniéndose aun sistemas analógicos en circuito cerrado en determinadas empresas e instituciones, dada la amplia base instalada a lo largo de muchos años de utilización.

Comentaremos brevemente las características de los tres citados sistemas analógicos.

Las diferencias entre estos tres sistemas de transmisión internacional se centran fundamentalmente en 3 áreas:

- el número de líneas horizontales en la imagen
- el ancho de banda de transmisión del canal
- la utilización de amplitud o frecuencia modulada para transmitir el audio y video

En cuanto al número de líneas horizontales en la imagen hay dos estándares básicos: 525 y 625 líneas.

NTSC

Cuando se creó este sistema, se impuso como objetivo fundamental mantener la **compatibilidad** con el televisor monocromo existente.

Se diseñó en Estados Unidos y fue aceptado por el comité nacional de estándares de televisión NTSC (National Television Standard Committee) del que tomó el nombre.

Las principales características de este sistema son:

- Número de líneas $N = 525$,
- Frecuencia vertical = 60 campos/seg., 30 imágenes/seg.
- Ancho de banda de video de 4,2 MHz.
- Transmisión del sonido por FM (modulación en frecuencia)

El principal problema son los errores de fase que se traducen en **errores de tono**, ya que el ojo humano es muy sensible a este tipo de error.

Debido a esto, humorísticamente se dijo que las siglas respondían a Never Twice Same Colour (Nunca dos veces el mismo color).

Este sistema de televisión se utiliza/utilizó primordialmente en los Estados Unidos, Canadá, México, Cuba, Panamá, Japón, Islas Filipinas, Puerto Rico, y parte de América del Sur.

SISTEMA PAL (PHASE ALTERNATE LINE)

Fue desarrollado en 1963 por la compañía alemana Telefunken.

El objetivo principal de PAL fue resolver los problemas del NTSC: PAL se basa en transformar errores de tono en **errores de saturación**, menos sensibles al ojo humano.

Las principales características de este sistema son:

- Número de líneas $N = 625$,
- Frecuencia vertical = 50 campos/seg., 25 imágenes/seg.
- Ancho de banda de video de 5 MHz.
- Transmisión del sonido por FM (modulación en frecuencia)

Las 100 líneas extra en el sistema PAL permiten mayor detalle y claridad en la imagen de video, pero los 50 campos por segundo, comparados con los 60 del sistema NTSC producen cierto "parpadeo" a veces aparente.

PAL se utiliza/utilizó en la mayor parte de Europa Occidental.

SECAM (Système Électronique pour Couleur avec Mémoire)

Es muy parecido al PAL. Fue desarrollado en Francia en los años 60. Las principales características de este sistema son:

- Número de líneas $N = 625$,
- Frecuencia vertical = 50 campos/seg., 25 imágenes/seg.
- Ancho de banda de video de 5 MHz.

Transmisión del sonido por AM (modulación en amplitud).

Se utiliza/utilizó en Francia, Europa del Este y países francófonos de África.

La nueva tecnología de cámaras digitales

Una imagen digital es una representación bidimensional. Se considera así a la imagen que parte de una matriz numérica, por lo que también recibe el nombre de gráfico digital. Así pues, es frecuente verla en formato binario y, dependiendo de la resolución y de lo estático o dinámico de la misma, se considera gráfico vectorial o imagen matricial.

Tiene gran importancia en la tecnología actual, ya que se aplica en toda clase de ámbitos, desde los mecánicos hasta los electrónicos e incluso neumáticos, comunicativos, etc.

La imagen digital se caracteriza por la profundidad del color que es la cantidad de bits dedicados a almacenar información sobre el color de un píxel de la imagen. O lo que es lo mismo, el número de píxeles por unidad de longitud.

Se clasifica en:

- Las imágenes de mapa de bits o matriciales.
- Las imágenes vectoriales

La principal diferencia entre el sistema digital y el sistema analógico es que el primero es mucho más preciso y por lo tanto, la información se almacena también de forma más precisa y en mayor cantidad que en un sistema analógico.

Las señales digitales se usan actualmente más en comparación con la analógica, ya que, cuenta con mayor flexibilidad y polivalencia.

Características de las Imágenes Digitales

- Profundidad de color. La cantidad de bits que se dedican a la información que tiene cada píxel de la imagen. Por ejemplo, en una imagen de 8 bits por un color primario se contaría con 256 rojos, 256 azules y 256 verdes, pues cada uno está compuesto por 3 píxeles, uno para el azul, uno para el rojo y otro para el verde.
- Resolución. Se relaciona con la cantidad de píxeles en relación con la dimensión del visionado. O sea, el número de píxeles por cada unidad de longitud. Es decir, se usa generalmente la medida inglés que es el ppi, lo que es lo mismo, píxeles por pulgada, siendo cada una de 2,54 centímetros.
- Tamaño. La imagen, como vemos, es el producto de la cantidad de píxeles de ancho por la cantidad de largo.
- Capacidad. Tiene una mayor capacidad para transmitir una información fiel.

Diferencia entre imagen analógica y digital

Las diferencias entre una imagen analógica y digital serían:

- En una película física o rollo, la temperatura y la sensibilidad son fijas, mientras que en el formato digital se puede cambiar con cada toma.
- La textura es clave, como hemos visto. En el analógico, se forma por haluros de plata, que se ven como grano. A mayor sensibilidad, más grano. En el caso del formato digital, los píxeles regulares son la clave.
- Los datos o metadatos también son clave en la diferencia entre analógica y digital. Se refiere a información como el diafragma, la sensibilidad, la obturación, la distancia focal, la luz, el enfoque, la lente, el balance de blancos, etc. En la digital, son parte de la imagen. En la analógica se han de anotar.

Ventajas de las imágenes digitales

- Sin duda, la diferencia entre analógica y digital, es que la polivalencia y la flexibilidad son muy elevadas.
- La información se transmite en forma de código binario y se puede reducir, ampliar, etc., lo que eleva las opciones.
- Tiene gran capacidad de transmisión, sumado a la modulación digital, lo que permite una gran fidelidad en la recepción del contenido.
- Al transmitirse, no hay pérdida de calidad y de información alguna, siendo un sistema mucho más rápido y cómodo.
- Menor tamaño.
- Eficiencia.
- Precisión y diseño.
- Estabilidad y tolerancia al ruido.
- No degradan la señal.
- Presentan pocas dificultades técnicas.

Concretamente, la amplia red de cámaras de TV que posee la Dirección General de Tráfico a lo largo de las carreteras españolas para la ayuda a la gestión del tráfico se enmarca en un sistema totalmente digital de tecnología IP quedando muy pocas cámaras con la antigua tecnología analógica.

3.4. APLICACIONES PARA LA GESTIÓN DEL TRÁFICO Y SEGURIDAD VIAL

LA INFRAESTRUCTURA DE TELEVISION DE LA DGT

Los Centros de Gestión de Tráfico (CGT) de la DGT, tienen como funciones la reducción de la siniestralidad, proporcionar información y asistencia a los usuarios de la red viaria, y la gestión y control del tráfico interurbano. Uno de los elementos que facilita dichas funciones es el formado por la red de cámaras de televisión de que dispone la DGT.

A lo largo de las autovías, autopistas y principales carreteras hay una red de comunicaciones basada en fibra óptica, por la que se transmite la información de los dispositivos de carretera, entre los que se encuentran las cámaras. En cada uno de los Centros de Gestión de Tráfico, podemos encontrar un sistema de control del equipamiento en carretera correspondiente a su zona. Entre estos equipamientos se encuentran las cámaras de televisión, que constan de las siguientes facilidades:

- Telemando. Se puede mover la cámara, así como variar la distancia focal, permitiendo el enfoque y campo de visión deseado por el operador del CGT.
- Grabación. Existe la facilidad de grabar las imágenes producidas por estas cámaras, por si fueran necesarias para un ulterior uso por parte de las instancias judiciales.

Actualmente hay instaladas cerca de dos mil cámaras propiedad de la DGT en la red viaria española.

Los principales elementos que componen el sistema son:

- Cámara de TV (incluyendo la óptica zoom motorizada)
- Carcasa de intemperie climatizada para cámara CCTV
- Multiplexor/Emisor RF de señales de fibra óptica
- Transmisor de señal CCTV por fibra óptica
- Receptor de señales de fibra óptica
- Receptor/Demultiplexor de señal multiplexada de video
- Cableado
- Matriz de video

(Ver Anexo: Figura 3)

Algunos parámetros de la TV de la DGT:

- Sensor de imagen: 1/2.8" progressive scan CMOS
- Máxima resolución: 1920 × 1080
- Mínima iluminación: Color: 0.005 Lux @ (F1.6, AGC ON), B/W: 0.001 [Lux@ \(F1.6, AGC ON\)](#), 0 Lux con IR
- Velocidad obturación: 1/1 s to 1/30000 s
- Zoom 512x; óptico 32x / digital 16x
- Longitud focal: 4.8 mm to 153 mm
- Apertura Máxima: F1.6
- Foco Auto, semi-auto, manual
- PTZ rango movimiento (Pan) 360°
- PTZ rango movimiento (Tilt) -15° to 90° (auto flip)
- Presets: 300
- Flujos de video: 3
- Compresión de video: H.265, H.264, MJPEG
- Video Bit Rate: 32 kbps hasta 16384 kbps
- Protocolos: IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, 802.1x, QoS, FTP, SMTP, UPnP, SNMP, DNS, DDNS, NTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP/IP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, PPPoE, Bonjour, Websocket, Websockets, API, ONVIF (Version 19.12, Profile S, Profile G, Profile T), ISAPI, SDK, ISUP
- Visualización simultánea en tiempo real: hasta 20 canales
- Seguridad: protección por contraseña, encriptación HTTPS, autenticación basic / digest, marca de agua, filtrado por IP, TLS 1.2, TLS 1.3, log auditoría de seguridad
- Conmutación Imagen: día / noche, noche, automática, programada

- Rango de funcionamiento: -30 °C hasta 65 °C. Humedad por debajo del 90% (non-condensing)
- Alimentación: 24 VAC, consumo máximo: 42 W
- Protección IP66 (IEC 60529-2013)

IV. LA UTILIZACIÓN DE LAS VÍDEO CÁMARAS Y OTROS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE IMÁGENES DE TRÁFICO EN EL MARCO DE LA LEY ORGÁNICA 4/1997 Y REAL DECRETO 596/1999.

4.1. LEY ORGÁNICA 4/1997

Al objeto de que el ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en la Constitución sea máximo y no pueda verse perturbado por un exceso de celo en la defensa de la seguridad pública, se procedió a la regulación del uso de los medios de grabación de imágenes y sonidos por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad introduciendo las garantías necesarias para este fin, mediante la promulgación de la “Ley Orgánica 4/1997, de 4 de agosto, por la que se regula la utilización de videocámaras por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en lugares públicos” (B.O.E. de 5 de agosto de 1.997).

Las garantías que introduce la presente Ley parten del establecimiento de un régimen de autorización previa para la instalación de videocámaras inspirado en el principio de idoneidad e intervención mínima. La autorización se concederá por los órganos administrativos que se determinan previo informe preceptivo, que será vinculante si es negativo, de una Comisión que presidirá el Presidente del Tribunal Superior de Justicia de la Comunidad Autónoma correspondiente.

Las grabaciones serán destruidas en el plazo máximo de un mes desde su captación, salvo que estén relacionadas con infracciones penales o administrativas graves o muy graves en materia de seguridad pública, con una investigación policial en curso o con un procedimiento judicial o administrativo abierto. Cualquier persona que por razón del ejercicio de sus funciones tenga acceso a las grabaciones deberá observar la debida reserva, siéndole de aplicación, en caso contrario las sanciones dispuestas en el artículo 10 de esta Ley.

Ciñéndonos a la aplicación de la Ley a las videocámaras utilizadas para las actividades relacionadas con el tráfico, señalaremos, que, básicamente, establece que la instalación y uso de las videocámaras y de cualquier otro medio de captación y reproducción de imágenes para el control, regulación, vigilancia y disciplina del tráfico se efectuará por la **autoridad encargada de la regulación del tráfico** a los fines previstos en el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial (R.D.Legislativo 6/2015, de 30 octubre).

4.2. REAL DECRETO 596/1999

EL R.D: 596/1999 de 16 de abril (B.O.E. de 19 de abril de 1999) aprueba el reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley Orgánica 4/1997, de 4 de agosto,

por la que se regula la utilización de videocámaras por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en lugares públicos. Señalaremos que además del articulado del reglamento figura la “Disposición adicional única” relativa al régimen aplicable a las videocámaras para la vigilancia y control del tráfico.

De esta disposición adicional señalaremos, resumidamente, los siguientes puntos:

- La instalación y uso de las videocámaras para el control, regulación, vigilancia y disciplina del tráfico en las vías públicas se realizará con sujeción a lo dispuesto en la disposición adicional octava de la Ley 4/1997 y en el presente Reglamento
- Corresponderá a las Administraciones públicas con competencia para la regulación del tráfico, autorizar la instalación y el uso de los dispositivos aludidos en el párrafo anterior
- La resolución que ordene la instalación y uso de los dispositivos fijos de captación de imagen identificará genéricamente las vías públicas cuyas imágenes sean susceptibles de ser captadas, así como las medidas tendentes a garantizar la disponibilidad, confidencialidad e integridad de las grabaciones, así como el órgano encargado de su custodia y de la resolución de las solicitudes de acceso y cancelación. En el ámbito de la Administración General del Estado, todas estas facultades y obligaciones recaerán en la Dirección General de Tráfico.

4.3. TRATAMIENTO DE IMÁGENES CON FINES DE CONTROL DEL TRÁFICO

Como ya se ha expuesto, la Dirección General de Tráfico dispone, en las vías interurbanas que se encuentran bajo su competencia, de numerosas cámaras de CCTV que cumplen las finalidades de supervisar los flujos de tráfico y circulación, a los efectos de adoptar las medidas de regulación que, en cada caso, se estimen como adecuadas y necesarias, así como difundir información en tiempo real sobre el estado del tráfico a los usuarios de la página web de la Dirección General de Tráfico.

Para el logro de la citada finalidad, no resulta necesario que se visualicen las matrículas de los vehículos que circulan por las vías interurbanas que se encuentran dentro del campo de visión de estas cámaras, ni los rostros de las personas que transitan por ellas, o que se encuentran dentro de los vehículos, tal y como se aprecia en las imágenes obtenidas en la página web de la Dirección General de Tráfico.

(Ver Anexo: Figuras 4 y 5)

Así, resulta suficiente la obtención de vistas panorámicas a los efectos de identificar situaciones de confluencia de tráfico o retenciones.

En relación con la captación de imágenes panorámicas, la Agencia Española de Protección de Datos, en el Plan Sectorial de Oficio sobre videocámaras en Internet, dispone que *“La captación de imágenes de paisajes o panorámicas, en la medida en que **no** permitan identificar a las personas cuya imagen pueda ser captada quedaría fuera del ámbito de aplicación de la normativa de protección*

de datos y no existiría transgresión de ninguno de los principios aludidos por lo que, sin perjuicio de otra normativa que pudiera ser de aplicación en cada caso concreto, no habría ninguna limitación y dicha difusión podría realizarse en abierto, es decir, sin necesidad de activar ningún tipo de control de acceso a las imágenes captadas por la cámara”.

Sin embargo, dado que el número de cámaras de CCTV desplegado por la red de carreteras es muy elevado, las características técnicas de las mismas son muy dispares. En este sentido, no pocas de ellas disponen de funcionalidades que permiten el acercamiento de la imagen, así como su desplazamiento vertical y horizontal, y ello permite que los operadores que las controlan desde los Centros de Gestión de Tráfico, puedan utilizarlas para identificar matrículas de vehículos, visualizar las personas que se encuentran en el interior de los mismos o transitando a pie, incluso visualizar personas y objetos en propiedades adyacentes a las vías interurbanas donde se encuentran instaladas estas cámaras.

No puede pasar por alto indicar que las imágenes de las cámaras de CCTV, no solo son visualizadas desde los Centros de Control de Tráfico de la Dirección General de Tráfico, sino que su señal es accesible, entre otros:

- A través de la página web de la Dirección General de Tráfico, para que los usuarios de la misma puedan consultar el estado del tráfico y de las carreteras.
- Por los medios de comunicación (informativos, etc.), para difundir a los telespectadores información sobre el estado del tráfico y de las carreteras.
- Por sociedades concesionarias de la conservación y explotación de carreteras, y por la Dirección General de Carreteras, para las actividades propias de conservación y explotación, en el marco de los correspondientes convenios de intercambio de imágenes.
- Por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas que tienen transferida la competencia en materia de tráfico, para el control y la gestión del mismo, en el marco de los correspondientes convenios de intercambio de imágenes.

En la mayoría de los casos, estos terceros acceden a las imágenes en tiempo real, por lo que están en condiciones de poder visualizar/difundir cualquier operación de acercamiento o desplazamiento de las cámaras ejecutadas por los operadores de los Centros de Gestión.

En aquellos casos en los que se detectan situaciones de accidente, siniestro o situaciones similares, los operadores que se encuentran en los Centros de Gestión de la Dirección General de Tráfico, utilizan las funcionalidades de las cámaras, para poder obtener y ampliar información sobre la incidencia. Si bien, en el momento en el que se detectan dichas situaciones de accidente o siniestro, se suspende la señal a terceros, para evitar la difusión de estas imágenes.

Así mismo, se establece la prohibición expresa de que los operadores de cámara, sin un motivo justificado, ejecuten operaciones de acercamiento y/o desplazamiento de las cámaras, y que en todo caso, ejecuten operaciones de acercamiento y/o desplazamiento de las cámaras a objetos y personas que se encuentren en las propiedades adyacentes de las vías interurbanas.

4.4. NUEVA LEY ORGANICA DE PROTECCION DE DATOS PERSONALES

Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, establece mediante Ley orgánica la protección de datos personales. Dicha ley debe tenerse en cuenta y complementar lo expuesto mediante LO 4/1997

Así, esta LO3/2018 suscribe:

Artículo 1 Objeto de la ley

La presente ley orgánica tiene por objeto:

a) Adaptar el ordenamiento jurídico español al Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y el Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de sus datos personales y a la libre circulación de estos datos, y completar sus disposiciones.

El derecho fundamental de las personas físicas a la protección de datos personales, amparado por el artículo 18.4 de la Constitución, se ejercerá con arreglo a lo establecido en el Reglamento (UE) 2016/679 y en esta ley orgánica.

b) Garantizar los derechos digitales de la ciudadanía conforme al mandato establecido en el artículo 18.4 de la Constitución.

Artículo 8 Tratamiento de datos por obligación legal, interés público o ejercicio de poderes públicos

1. El tratamiento de datos personales solo podrá considerarse fundado en el cumplimiento de una obligación legal exigible al responsable, en los términos previstos en el artículo 6.1.c) del Reglamento (UE) 2016/679, cuando así lo prevea una norma de Derecho de la Unión Europea o una norma con rango de ley, que podrá determinar las condiciones generales del tratamiento y los tipos de datos objeto del mismo así como las cesiones que procedan como consecuencia del cumplimiento de la obligación legal. Dicha norma podrá igualmente imponer condiciones especiales al tratamiento, tales como la adopción de medidas adicionales de seguridad u otras establecidas en el capítulo IV del Reglamento (UE) 2016/679.

2. El tratamiento de datos personales solo podrá considerarse fundado en el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable, en los términos previstos en el

artículo 6.1 e) del Reglamento (UE) 2016/679, cuando derive de una competencia atribuida por una norma con rango de ley.

Artículo 12 Disposiciones generales sobre ejercicio de los derechos

1. Los derechos reconocidos en los artículos 15 a 22 del Reglamento (UE) 2016/679, podrán ejercerse directamente o por medio de representante legal o voluntario.

2. El responsable del tratamiento estará obligado a informar al afectado sobre los medios a su disposición para ejercer los derechos que le corresponden. Los medios deberán ser fácilmente accesibles para el afectado. El ejercicio del derecho no podrá ser denegado por el solo motivo de optar el afectado por otro medio.

3. El encargado podrá tramitar, por cuenta del responsable, las solicitudes de ejercicio formuladas por los afectados de sus derechos si así se estableciere en el contrato o acto jurídico que les vincule.

4. La prueba del cumplimiento del deber de responder a la solicitud de ejercicio de sus derechos formulado por el afectado recaerá sobre el responsable.

5. Cuando las leyes aplicables a determinados tratamientos establezcan un régimen especial que afecte al ejercicio de los derechos previstos en el Capítulo III del Reglamento (UE) 2016/679, se estará a lo dispuesto en aquellas.

6. En cualquier caso, los titulares de la patria potestad podrán ejercitar en nombre y representación de los menores de catorce años los derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición o cualesquiera otros que pudieran corresponderles en el contexto de la presente ley orgánica.

7. Serán gratuitas las actuaciones llevadas a cabo por el responsable del tratamiento para atender las solicitudes de ejercicio de estos derechos, sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 12.5 y 15.3 del Reglamento (UE) 2016/679 y en los apartados 3 y 4 del artículo 13 de esta ley orgánica.

Artículo 13 Derecho de acceso

1. El derecho de acceso del afectado se ejercitará de acuerdo con lo establecido en el artículo 15 del Reglamento (UE) 2016/679.

Cuando el responsable trate una gran cantidad de datos relativos al afectado y este ejercite su derecho de acceso sin especificar si se refiere a todos o a una parte de los datos, el responsable podrá solicitarle, antes de facilitar la información, que el afectado especifique los datos o actividades de tratamiento a los que se refiere la solicitud.

2. El derecho de acceso se entenderá otorgado si el responsable del tratamiento facilitara al afectado un sistema de acceso remoto, directo y seguro a los datos

personales que garantice, de modo permanente, el acceso a su totalidad. A tales efectos, la comunicación por el responsable al afectado del modo en que este podrá acceder a dicho sistema bastará para tener por atendida la solicitud de ejercicio del derecho.

No obstante, el interesado podrá solicitar del responsable la información referida a los extremos previstos en el artículo 15.1 del Reglamento (UE) 2016/679 que no se incluyese en el sistema de acceso remoto.

3. A los efectos establecidos en el artículo 12.5 del Reglamento (UE) 2016/679 se podrá considerar repetitivo el ejercicio del derecho de acceso en más de una ocasión durante el plazo de seis meses, a menos que exista causa legítima para ello.

4. Cuando el afectado elija un medio distinto al que se le ofrece que suponga un coste desproporcionado, la solicitud será considerada excesiva, por lo que dicho afectado asumirá el exceso de costes que su elección comporte. En este caso, solo será exigible al responsable del tratamiento la satisfacción del derecho de acceso sin dilaciones indebidas.

Artículo 14 Derecho de rectificación

Al ejercer el derecho de rectificación reconocido en el artículo 16 del Reglamento (UE) 2016/679, el afectado deberá indicar en su solicitud a qué datos se refiere y la corrección que haya de realizarse. Deberá acompañar, cuando sea preciso, la documentación justificativa de la inexactitud o carácter incompleto de los datos objeto de tratamiento.

Artículo 15 Derecho de supresión

1. El derecho de supresión se ejercerá de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 del Reglamento (UE) 2016/679.

2. Cuando la supresión derive del ejercicio del derecho de oposición con arreglo al artículo 21.2 del Reglamento (UE) 2016/679, el responsable podrá conservar los datos identificativos del afectado necesarios con el fin de impedir tratamientos futuros para fines de mercadotecnia directa.

Artículo 16 Derecho a la limitación del tratamiento

1. El derecho a la limitación del tratamiento se ejercerá de acuerdo con lo establecido en el artículo 18 del Reglamento (UE) 2016/679.

2. El hecho de que el tratamiento de los datos personales esté limitado debe constar claramente en los sistemas de información del responsable.

Artículo 17 Derecho a la portabilidad

El derecho a la portabilidad se ejercerá de acuerdo con lo establecido en el artículo 20 del Reglamento (UE) 2016/679.

Artículo 18 Derecho de oposición

El derecho de oposición, así como los derechos relacionados con las decisiones individuales automatizadas, incluida la realización de perfiles, se ejercerán de acuerdo con lo establecido, respectivamente, en los artículos 21 y 22 del Reglamento (UE) 2016/679.

-Además:

Artículo 31 Registro de las actividades de tratamiento

1. Los responsables y encargados del tratamiento o, en su caso, sus representantes deberán mantener el registro de actividades de tratamiento al que se refiere el artículo 30 del Reglamento (UE) 2016/679, salvo que sea de aplicación la excepción prevista en su apartado 5.

El registro, que podrá organizarse en torno a conjuntos estructurados de datos, deberá especificar, según sus finalidades, las actividades de tratamiento llevadas a cabo y las demás circunstancias establecidas en el citado reglamento.

Cuando el responsable o el encargado del tratamiento hubieran designado un delegado de protección de datos deberán comunicarle cualquier adición, modificación o exclusión en el contenido del registro.

2. Los sujetos enumerados en el artículo 77.1 de esta ley orgánica harán público un inventario de sus actividades de tratamiento accesible por medios electrónicos en el que constará la información establecida en el artículo 30 del Reglamento (UE) 2016/679 y su base legal.

Artículo 32 Bloqueo de los datos

1. El responsable del tratamiento estará obligado a bloquear los datos cuando proceda a su rectificación o supresión.

2. El bloqueo de los datos consiste en la identificación y reserva de los mismos, adoptando medidas técnicas y organizativas, para impedir su tratamiento, incluyendo su visualización, excepto para la puesta a disposición de los datos a los jueces y tribunales, el Ministerio Fiscal o las Administraciones Públicas competentes, en particular de las autoridades de protección de datos, para la exigencia de posibles responsabilidades derivadas del tratamiento y solo por el plazo de prescripción de las mismas.

Transcurrido ese plazo deberá procederse a la destrucción de los datos.

3. Los datos bloqueados no podrán ser tratados para ninguna finalidad distinta de la señalada en el apartado anterior.

4. Cuando para el cumplimiento de esta obligación, la configuración del sistema de información no permita el bloqueo o se requiera una adaptación que implique

un esfuerzo desproporcionado, se procederá a un copiado seguro de la información de modo que conste evidencia digital, o de otra naturaleza, que permita acreditar la autenticidad de la misma, la fecha del bloqueo y la no manipulación de los datos durante el mismo.

5. La Agencia Española de Protección de Datos y las autoridades autonómicas de protección de datos, dentro del ámbito de sus respectivas competencias, podrán fijar excepciones a la obligación de bloqueo establecida en este artículo, en los supuestos en que, atendida la naturaleza de los datos o el hecho de que se refieran a un número particularmente elevado de afectados, su mera conservación, incluso bloqueados, pudiera generar un riesgo elevado para los derechos de los afectados, así como en aquellos casos en los que la conservación de los datos bloqueados pudiera implicar un coste desproporcionado para el responsable del tratamiento

En relación con las imágenes/registros captados por los sistemas de videovigilancia y por las cámaras, videocámaras y dispositivos análogos de control del tráfico, cuando la grabación captara hechos que pudieran ser constitutivos de infracción administrativa (circulación con exceso de velocidad, realización de maniobras prohibidas, etc.), se pondrá a disposición del órgano competente para el inicio y tramitación del oportuno expediente sancionador, según lo establecido en la legislación de tráfico aplicable.

Por su parte, en aquellos casos en los que los citados equipamientos captasen la comisión de hechos que pudieran ser constitutivos de ilícito penal (circulación con exceso de velocidad, en los términos del artículo 379 del Código Penal, conducción temeraria en los términos del artículo 380 del Código Penal, daños en la propiedad, etc.), se trasladarán a la autoridad judicial con la mayor inmediatez posible y, en todo caso, en el plazo máximo de setenta y dos horas desde su grabación.

ANEXO

Rojo	Verde	Azul	Resultado
Si	Si	No	Amarillo
Si	No	Si	Magenta
No	Si	Si	Cian
Si	Si	Si	Blanco



Figura 1

Magenta	Cian	Amarillo	Resultado
Si	Si	No	Azul
Si	No	Si	Rojo
No	Si	Si	Verde
Si	Si	Si	Negro

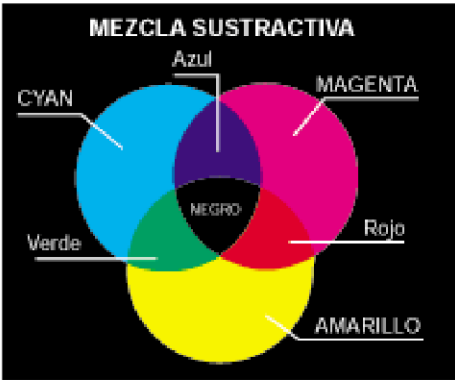


Figura 2

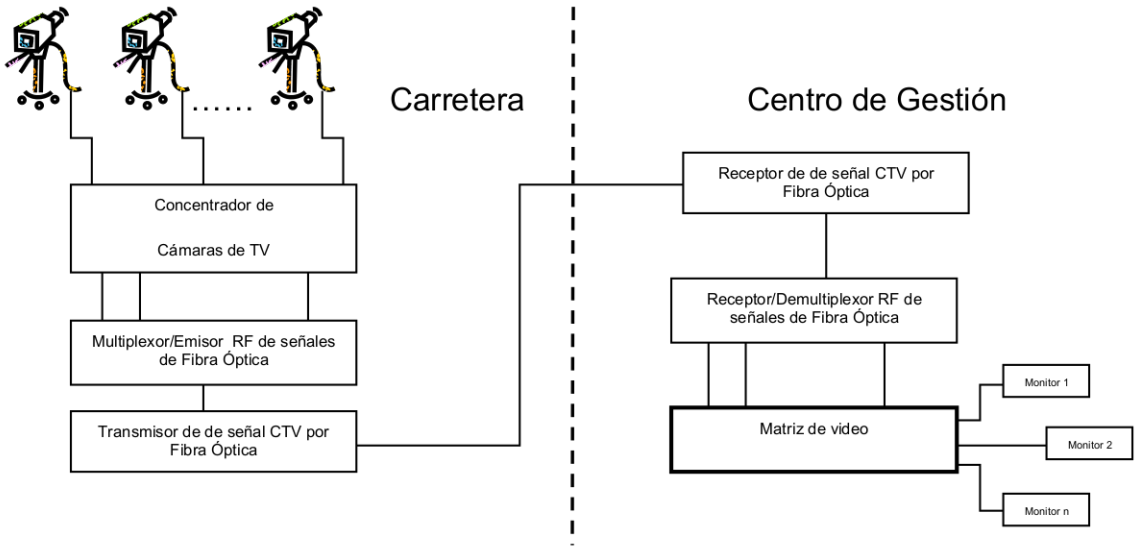


Figura 3

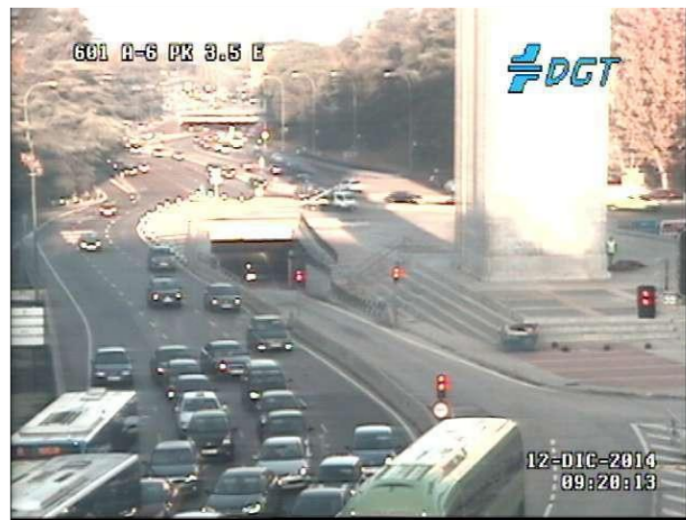


Figura 4



Figura 5