

TEMA 8

EL DESARROLLO DEL TRANSPORTE, LAS COMUNICACIONES, EL TRATAMIENTO Y LA TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN.

0. INTRODUCCIÓN.

I. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

II. DESARROLLO DE LOS TRANSPORTES.

1. TRANSPORTE POR AGUA.

1.1. Embarcaciones de remo.

1.2. Barcos de vela.

1.3. Barcos con motor.

1.4. Aerodeslizadores e hidroalas.

2. TRANSPORTES POR TIERRA.

2.1. Carros, diligencias y carruajes.

2.2. Automóviles, camiones , autobuses, bicicletas y motocicletas.

2.3. Ferrocarriles.

2.4. TRANSPORTES POR AIRE.

III. DESARROLLO DE LAS COMUNICACIONES.

1. CON SOPORTE FÍSICO.

1.1. Telégrafo.

1.2. Teléfono.

2. SIN SOPORTE FÍSICO.

2.1. Radio.

2.2. Televisión.

2.3. Telefonía móvil.

IV. DESARROLLO DEL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

V. DESARROLLO DE LA TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN.

1. INFORMACIÓN EN PAPEL.

2. MEDIOS AUDIOVISUALES.

3. MEDIOS INFORMÁTICOS.

BIBLIOGRAFÍA.-

Los transportes. Colección: A través del tiempo. Editorial ANAYA.

El mundo de los ordenadores. Editorial ANAYA.

Los servicios de telecomunicaciones. Editorial RA-MA

Enciclopedia ACTA 2.000

TEMA 8

EL DESARROLLO DEL TRANSPORTE, LAS COMUNICACIONES, EL TRATAMIENTO Y LA TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN.

0. INTRODUCCIÓN.

En la sociedad actual estamos acostumbrados a realizar viajes intercontinentales en pocas horas, a recorrer media España en un día, o a hablar con personas que se encuentran a medio mundo de distancia.

El desarrollo de los transportes y las comunicaciones es una de las aventuras más reveladoras de la evolución de la Humanidad, y la que ha influido con mayor claridad en dicha evolución. En este tema se describe dicho desarrollo.

I. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.

En el lenguaje habitual, existe una cierta confusión en el uso de los conceptos que se estudian en este capítulo. A veces se incluyen las vías férreas y las carreteras en la red de comunicaciones de un país. Otras veces, los medios de comunicación electrónica se incluyen en las comunicaciones en vez de en transmisión de información.

Por ello, es importante clarificar y delimitar en este momento cada uno de los conceptos para poder sistematizar su estudio. A continuación se dan las cuatro definiciones que se van a manejar y van a delimitar el alcance de cada uno de los capítulos posteriores.

-Transportes: Se consideran así aquellos medios destinados a facilitar el desplazamiento de personas y mercancías de un lugar geográfico determinado a otro distante. Se incluyen tanto los medios portantes como aquellas infraestructuras que facilitan el movimiento de los mismos.

-Comunicaciones: En este concepto se incluyen aquellos aparatos y útiles que permiten al hombre dialogar en tiempo real, es decir, simultáneamente dos o más interlocutores, y aquellos destinados al envío de mensajes puntuales, más o menos largos. Serían las llamadas comúnmente telecomunicaciones.

-Tratamiento de la información: Consideramos en este apartado lo referente al estudio propio de la Informática, tanto medios físicos como métodos lógicos.

-Transmisión de la información: Se consideran así los medios y procesos destinados a hacer llegar la información tratada a distintos usuarios.

II. DESARROLLO DE LOS TRANSPORTES.

Puede afirmarse que la tecnología del transporte es una de las más antiguas, anterior a las tecnologías agrícola y ganadera. El uso de las parihuelas, trineos o rodillos puede ser mucho más antiguo que los 10.000 años que generalmente se les atribuyen. La domesticación del buey, hace más de 5.000 años, y posteriormente del caballo y de otros animales para transportar cargas, permitió al hombre "quitarse un peso de encima" por primera vez. Posteriormente, aprendería a aprovechar las fuerzas de las corrientes de agua y del viento, para ayudar al movimiento de sus medios de transporte. Los egipcios ya disponían de barcos de vela unos 2.500 años antes de Cristo. A finales del siglo XVIII, por primera vez se realizó un transporte de personas aéreo mediante un globo de hidrógeno. También en esa época, con la invención de la máquina de vapor, se pudieron sustituir las fuerzas naturales, viento y corrientes de agua, y la potencia muscular, humana o animal, como fuerzas motrices de los medios de transporte como en otras actividades tecnológicas. En los primeros años del siglo XIX se empleó la energía procedente de las máquinas de vapor para mover locomotoras y buques. Con el desarrollo del motor de combustión interna, en 1.885, los vehículos de carretera empezaron a adquirir importancia y se multiplicaron de manera extraordinaria. Una innovación clave fue la introducción de los neumáticos. Al predominar el coche con neumáticos sobre el carro tirado por caballos, fue necesario construir carreteras asfaltadas.

En nuestros días, las redes de carreteras y las ferroviarias son muy complejas y suelen incluir sistemas automáticos de control de tráfico. Tales sistemas comprenden ordenadores, sistemas electrónicos de comunicación y observación, y métodos para responder al instante a incrementos súbitos de tráfico o a casos de emergencia.

Muchos cambios se han producido también en el transporte marítimo. En otro tiempo, los barcos mercantes tenían que ir armados para defenderse de los piratas. Hacia 1.800 se construyeron muchos tipos de buques de carga que monopolizaron el transporte entre los continentes en el siglo XIX y principios del XX.

La forma más moderna de transporte es el avión. Ha ido sustituyendo poco a poco al barco en el transporte de viajeros. Al mismo tiempo, y por razones de economía, el tamaño de los petroleros y de los barcos cargueros ha ido creciendo espectacularmente. A la demanda ejercida sobre las compañías marítimas para reducir el tiempo de los viajes, éstas han respondido introduciendo los hidroalas y los aerodeslizadores, que recorren distancias cortas con una velocidad cuatro veces superior a la de los buques tradicionales.

1. TRANSPORTE POR AGUA.

Se comienza con el agua por orden cronológico. Los elementos más antiguos que pueden ser considerados como vehículos de transporte son los troncos de los árboles caídos al agua; el hombre consiguió hacer una canoa por primera vez excavando un hueco en un tronco hace unos 20.000 años. Los miembros de las civilizaciones primitivas también construyeron balsas con los materiales de que disponían. Estas embarcaciones permitían moverse por aguas estancadas, o contra la corriente, utilizando la fuerza muscular en contra de la del agua, mediante distintos tipos de remos.

Con las primeras civilizaciones tecnificadas, aparece un elemento que revoluciona el movimiento por el agua: la vela. El desarrollo de la vela y los aparejos, así como otros elementos de los barcos, como la quilla o el timón, hace que se extiendan los viajes a lo largo y ancho del mundo. Durante casi quince siglos, la técnica de los barcos se limitó a mejorar los rendimientos de los veleros mediante mejoras de diseño de los elementos ya existentes.

La aparición del vapor, primero, y del acero, después, revolucionó la técnica de construcción de barcos, y las posibilidades de alcanzar grandes dimensiones, con el consiguiente aumento de la capacidad de carga. La aparición y perfeccionamiento de los motores de explosión completó el aumento de la velocidad y la potencia de los mismos, posibilitando los modernos superpetroleros y grandes transportes de contenedores.

A continuación se comentan los distintos tipos de embarcaciones agrupadas por su tipo de propulsión, como se ha visto hasta aquí.

1.1. Embarcaciones de remo.

La energía muscular humana, es la más accesible y la primera que se utilizó para mover una embarcación a voluntad.

En las embarcaciones se pueden distinguir varios tipos de ellas que se pueden propulsar mediante remos, aunque algunas también usen a veces velas de forma alternativa.

Por antigüedad, las primeras embarcaciones que se construyeron, hace ya 8.000 años, fueron **troncos ahuecados**, que se ensanchaban llenándolos de agua y haciéndola hervir con piedras calientes para ablandarlos. Las primeras eran elementales, sin embargo, se llegó a construir magníficas canoas como las de guerra de los maoríes neozelandeses, o de los haida de la costa occidental de Canadá, que pueden llevar hasta 20 personas. Debido a su gran peso y poca flotabilidad, la mayoría sólo puede usarse en aguas tranquilas, pero en el Pacífico llegaron a realizarse largos viajes oceánicos. En algunas islas de dicho océano se unen dos o más cascos (catamaranes), pero es más frecuente instalar un flotador de madera al costado para lograr un bote de vela estable y eficaz: la canoa con batanga. En otra zona donde se utilizan en la actualidad y profusamente botes de troncos ahuecados es en América Central y del Sur, con un timón y una o dos velas de cuchillo son frecuentes en puertos como Cartagena (Colombia), o Panamá.

En segundo lugar se encuentran las **balsas**, así, se han construido balsas con troncos, juncos, cañas y odres. Las más antiguas de las que se tiene constancia son las asirias de unos 2.000 años antes de Cristo, construidas con troncos y odres. En el Egipto faraónico se usaban mazos de cañas de papiro. En la actualidad se siguen utilizando, siendo muy semejantes a las antiguas. Ejemplos de ellas se encuentran en Brasil, Angola, y sobre todo en el sudeste asiático, donde existen incluso mercadillos flotantes contruidos mediante la unión de varias balsas.

Una forma alternativa de construir embarcaciones ligeras que se propulsan con remos es con pieles. Se construyen cubriendo con pieles de animales un armazón de madera. Los tipos de embarcaciones de piel más característicos y que se utilizan aún son: el kayak esquimal, con armazón de maderas a la deriva unidas con ligaduras, y las pieles de foca, unas dieciséis, cosidas con tendones de caribú o de foca; el paracil de la India meridional, con armadura de tablas de bambú entrelazadas, recubiertas de pieles de búfalo cosidas; la coracle de Inglaterra y Gales, y la curach de la costa irlandesa, con armazón de mimbres entrelazados y pieles de vacuno; la guffa, cesto en árabe, de los ríos Tigris y Éufrates, en Irak, se trata de un cesto de mimbre recubierto de pieles de camello para darle la estanqueidad.

1.2. Barcos de vela.

Nadie sabe cuándo ni dónde el hombre inventó la vela, pero fue sin duda uno de los primeros intentos de dominar una fuerza natural y hacerla aprovechable. Ya en Egipto existe constancia de la existencia de barcos con una vela hacia el año 3.000 a.c.. En principio sólo se podía navegar a favor del viento, pero como en el valle del Nilo el viento sopla casi siempre del Norte, esto permitía navegar contra corriente.

El hombre se dio cuenta muy pronto de que se podían hacer velas que permitieran al barco avanzar contra el viento con un ángulo inferior a los 90°, si bien el sistema de fuerzas que actúa sobre tales velas no ha sido entendido hasta hace relativamente poco tiempo. Otro progreso fue la invención de la quilla, una larga viga que va de proa a popa y sobre la cual se construye el casco.

Los barcos con aparejos cuadrados, propios de la Edad Media, no podían navegar en direcciones que formasen ángulos menores de 90° respecto a la dirección del viento. La vela triangular (en la que el borde delantero está unido a un mástil alrededor del cual puede girar), como la vela latina del Mediterráneo y la vela de las Bermudas, permite navegar con un ángulo de hasta 45° en contra del viento.

La idea de la vela triangular apareció probablemente hacia el siglo III, en el océano Indico, como perfeccionamiento de la vela cuadra de los egipcios, y dio lugar a la vela latina de los árabes y a la de los juncos chinos. La vela cuadra sobrevivió, no obstante, era más eficaz que la triangular en los viajes largos y con vientos de popa.

Los romanos perfeccionaron el aparejo egipcio, pero, igual que en los barcos egipcios primero y en los vikingos después, la nave era dirigida por un timón lateral adosado al costado de popa. Sin embargo, los chinos ya conocían el timón central y la brújula desde el siglo I. Estos descubrimientos llegaron a Europa a finales del siglo XI, teniendo una gran repercusión.

También de los chinos fue la creación del barco de varios mástiles que llegó a Occidente en el siglo XIII. Hasta entonces, el comercio por el Norte de Europa y en el Mediterráneo había utilizado naves de un solo mástil, como el queche; barco igual de popa que de proa. Pero a finales del siglo XV ya eran habituales en aguas europeas los barcos con tres mástiles. La carraca, de mucha manga y alto bordo, era entonces un buque de comercio corriente, y también por ese mismo tiempo apareció la carabela. La carabela era una nave sencilla y ligera, aparejada con velas latinas; pero a veces, en el mástil de proa, llevaba una vela cuadra.

El galeón, que aparece en el siglo XVI, era una mezcla de la pesada carraca y de la esbelta galera veneciana. Los galeones tenían una línea más elegante que las carracas y la popa cuadrada, mientras que la de las carracas terminaba en punta, igual que la proa. Así mismo, el castillo se situaba hacia el centro de la embarcación, en lugar de sobresalir de la borda hacia la proa.

La transición de la carraca al galeón fue el último gran "salto tecnológico" en los barcos de vela. Las diferencias entre un galeón del siglo XVI y un paquebote del siglo XIX eran bastante pequeñas, aunque el rendimiento de este último fuera muy superior. La evolución gradual a partir de los primitivos galeones dio lugar a un aumento del tamaño y del número de las velas y a la introducción de las velas triangulares entre los mástiles y a los foques. A partir de mediados del siglo XVIII, los barcos de vela occidentales adoptaron muchos y diversos aparejos, de dos a seis mástiles, o incluso siete, con todas las velas de cuchillo.

El cliper fue el velero más rápido y el más hermoso, pero también el más efímero. Apareció en Estados Unidos hacia 1.820, y ya a finales de siglo era un buque anticuado. Los cliperes fueron contruidos para alcanzar grandes velocidades. Eran esbeltos y ligeros; tenían poco espacio para la carga, pero la superficie del velamen era enorme. Su existencia respondía a varias necesidades: la fiebre del oro en Australia y en California (1.849-51), el comercio de té con China y, a partir de 1.870, el comercio de la lana y de cereales con Australia. Todo ello se realizó con estos buques.

La aparición de los buques a vapor y la apertura del canal de Suez. Entonces fueron reemplazados por veleros de mayor calado, con el casco de acero y que podían transportar mayores cargas. A pesar de que su tonelaje era mucho mayor que el de los cliperes, no exigían más tripulantes. Pero también estos veleros acabaron por desaparecer ante la competencia de los vapores. Actualmente los veleros han quedado como buques-escuela, y barcos de diversión.

1.3. Barcos con motor.

Al comenzar, a finales del siglo XVIII, el desarrollo de las máquinas de vapor, ingenieros e inventores probaron nuevos sistemas mecánicos para propulsar embarcaciones. El primero fue la rueda de paletas que al girar empujaba el agua hacia atrás. Los vapores de ruedas eran muy maniobrables y pronto se difundieron por todo el mundo, adaptándose principalmente a las aguas poco profundas. Entre ellos se distinguieron los elegantes vapores del Mississippi. Las primeras máquinas movían una biela a través del movimiento alternativo de un pistón de vapor, siendo dicha biela la encargada de hacer girar la rueda de palas. Posteriormente se utilizó la "máquina-compound" en la que existían dos cilindros de vapor, de los cuales, el segundo recibía el vapor que salía del primero. El paso siguiente fue la máquina de tres cilindros.

El segundo punto de evolución de la propulsión mecánica estuvo en la sustitución de la rueda de palas por las hélices. John Ericsson y Francis Pettit Smith fueron los que más trabajaron en el tema. Unas hélices eran una versión acotada del sacacorchos; otras consistían en palas alabeadas montadas sobre un núcleo o cubo. Las hélices modernas tienen esta forma y, excepto las mayores, suelen tener de dos a cuatro palas. En 1.843, el Great Britain, fue el primer vapor de casco de hierro movido por una hélice que atravesó el Atlántico. A finales del siglo XIX, el hierro dio paso al acero como material idóneo para los cascos.

Luego, el perfeccionamiento de los motores Diesel que permitieron aplicarlos a la propulsión naval, fue la única competencia al vapor como energía motriz de los barcos. Los motores Diesel son los preferidos por su simplicidad y economía, y han desplazado al motor vertical de triple expansión. Los barcos mayores van equipados con turbinas de vapor, y los buques portacontenedores y los graneleros diseñados para desarrollar grandes velocidades adoptan los sistemas de propulsión que emplean chorros de vapor a alta velocidad. La turbina de gas se ha usado experimentalmente, pero todavía no se ha demostrado suficientemente su seguridad. Tampoco la energía nuclear parece que tenga futuro como combustible comercial.

Desde la introducción del vapor ha habido siempre tres clases principales de buques mercantes: de pasajeros, de carga y auxiliares. Los mayores buques de pasajeros son los trasatlánticos, en particular los que superaron, en nuestro siglo, tantos récords de velocidad en el Atlántico Norte. Pero en la actualidad el público suele preferir los aviones, ya que el transporte aéreo es más rápido y barato. No obstante, los buques mantienen su actividad efectuando cruceros y llevando turistas, muchos trasatlánticos famosos han terminado así su existencia, si bien hoy día ya existen barcos diseñados expresamente con este nuevo fin. Los barcos de

pasajeros para pequeñas distancias y los transbordadores han resistido mejor la competencia del avión. Los modernos transbordadores permiten a los automovilistas entrar con sus vehículos a bordo; con ello la carga y descarga es más rápida y se reducen los costes de mano de obra.

El trasatlántico fue hasta hace poco tiempo el mayor barco no militar existente, pero a partir de los años 50 ha sido superado por el petrolero. La demanda de este tipo de buques ha ido creciendo al compás del consumo mundial de petróleo, que cada vez ha sido mayor. El promedio del tamaño de estos buques ha ido aumentando desde las 50.000 toneladas de peso muerto en 1.955 hasta las 500.000 en 1.976 (el peso muerto es la capacidad de carga en un barco, incluyendo la carga útil, el lastre, el carburante, el agua, la tripulación y los pasajeros). El "superpetrolero" es relativamente lento, pero requiere poca tripulación y es la forma más barata de transportar petróleo crudo.

El buque de carga sigue siendo el principal apoyo del comercio mundial. También sus dimensiones han registrado en los últimos decenios una expansión espectacular, pues los que transportan cargas secas de mineral de hierro, cereales o carbón han llegado a un peso muerto de más de 100.000 toneladas, lo que reduce sus costes de funcionamiento.

El progreso más importante en el transporte lo constituye el buque portacontenedores, que, mediante grúas especiales situadas en el muelle, carga contenedores en los que la mercancía está empaquetada y protegida de la intemperie. La ventaja principal del sistema es que los contenedores pueden ser trasladados fácilmente, por lo que se tarda mucho menos en la carga y descarga; además, este sistema reduce los riesgos de deterioro de las mercancías.

Los barcos frigoríficos siguen siendo imprescindibles, porque llevan cargas perecederas (frutas, carne). Los barcos de cabotaje son de esencial importancia para distribuir la carga a los puertos más pequeños. Los barcos llamados roll-on/roll-off sirven para llevar remolques de camiones o furgonetas de un punto a otro. Otra variante del buque de carga es el Lash, que lleva barcas a bordo. Éstas son descargadas a la entrada de un río o remolcadas río arriba, sin necesidad de descargarlas, como ocurre en el transporte por contenedor.

La navegación no podría cumplir por entero su misión sin la ayuda de embarcaciones auxiliares. Las más importantes son los remolcadores, que sirven para facilitar la maniobra de los buques mayores en espacios reducidos, como por ejemplo al entrar y salir de un puerto. También se utilizan para el socorro de barcos averiados en alta mar y para combatir incendios. Hay remolcadores especiales para remolcar barcas por ríos y canales. Las dragas mantienen los puertos y estuarios en condiciones de recibir a los barcos de gran calado; así mismo, una gran variedad de embarcaciones pequeñas se emplea para la colocación y el mantenimiento de las boyas y otras ayudas a la navegación.

1.4. Aerodeslizadores e hidroalas.

Los hidroalas (hydrofoils) y los aerodeslizadores (hovercrafts) son embarcaciones que reflejan la actual tendencia a una mayor velocidad y versatilidad en el transporte sobre agua. Lo mismo que los aviones y los helicópteros, estos vehículos gastan energía tanto para sus movimientos hacia arriba como hacia delante. El casco de los hidroalas se levanta sobre el agua, reduciéndose así la resistencia al avance que produce el rozamiento, lo que les permite avanzar más rápidamente que un barco convencional. Los aerodeslizadores se desplazan sobre un colchón de aire, independizándose así del substrato, ya sea éste agua, nieve, marisma, etc.

Los primeros hidroalas fueron construidos a principios del siglo XX. Los ingenieros pensaron que un "ala acuática" podía generar la misma fuerza elevadora que el ala de un avión, aun siendo de tamaño mucho menor. Hacia 1.940 comenzaron a utilizarse hidroalas de mayor eficacia, provistos de una sola "ala" en cada bastidor. En los vehículos de este tipo, las alas suelen formar un ángulo respecto a la línea de simetría de la embarcación, de modo que vistas de frente parecen una V con los extremos emergiendo del agua. Este tipo de alas asegura la estabilidad de la embarcación cuando gira o cuando corta las olas. La mayoría de los modernos hidroalas son de este tipo, la mayoría son de pequeño tamaño, llegando los civiles a unos 150 t. Como transbordadores entre puntos próximos pueden navegar sin perturbar ~~con~~ ^{con} oleaje las

orillas de los ríos o las pequeñas embarcaciones; y además se balancean poco, incluso con mar agitada.

Los aerodeslizadores pueden desplazarse sobre cualquier superficie mínimamente nivelada, no sólo sobre el agua. Ya en el siglo XIX, se trató de reducir la resistencia del agua al avance del barco bombeando aire a través de agujeros hechos en el casco. Y, en la década de 1.950, Christopher Cockerell ideó una especie de "cortina" para contener el aire sobre el que debería elevarse la embarcación. Los modernos aerodeslizadores se sustentan sobre un colchón de aire producido por grandes ventiladores que lo insuflan a través de ranuras o toberas situadas en el contorno inferior del casco. El aire bombeado levanta el vehículo sobre un colchón de aire a presión que se escapa por los lados en la misma cantidad que es insuflado. Para mejorar su desplazamiento sobre las olas o sobre otros obstáculos, los más recientes llevan unos faldones flexibles que superan fácilmente los obstáculos reteniendo el colchón de aire. De esta manera, los aerodeslizadores se convierten en verdaderos vehículos anfibios, pues pueden funcionar indistintamente dentro y fuera del agua. La propulsión y el empuje para la elevación pueden ser proporcionados por una misma unidad motriz o bien por unidades separadas. La mayoría de los aerodeslizadores poseen timones "aéreos" (equivalentes a los de los aviones) para controlar la dirección. También puede controlarse variando la orientación de los propulsores.

2. TRANSPORTES POR TIERRA.

En Mesopotamia se han encontrado las primeras pruebas documentadas del uso de la rueda, que se remontan a hace casi 6.000 años. El uso de vehículos con ruedas tirados por bueyes se extendió lentamente por el Mediterráneo, Europa y China. Los egipcios no perfeccionaron los arcos de los caballos, pero construyeron muchos tipos de vehículos con las ruedas provistas de radios.

Durante los siglos siguientes y hasta la caída del Imperio Romano, se fueron mejorando los transportes por tierra, tanto con la aparición de mejores carruajes y arcos, como por la mejora en la técnica de construcción de carreteras, que alcanzó su culmen en las calzadas romanas. Sin embargo, durante la Edad Media, se produjo un estancamiento, cuando no un atraso como en las carreteras, en el transporte por tierra.

A partir del siglo XVI, se desarrollaron todo tipo de vehículos de tracción animal, casi siempre caballos, para facilitar el transporte de personas y mercancías. Este proceso culminó en el siglo XIX con la generalización de los carruajes a todos los niveles.

Los primeros vagones sobre raíles se usaron para el transporte comercial, más que para el de pasajeros. Se conocían ya desde los tiempos medievales, aunque para trabajos de alcance limitado como las minas. A principios del siglo XIX, apareció la primera locomotora comercial. Este fue el principio de la generalización del ferrocarril como medio de transporte. Ya en 1.830 se creyó preciso adoptar un tipo de vía uniforme, introduciéndose el sistema de dos raíles hechos de acero y alisados, separados por una distancia convencional.

Al mismo tiempo se hacían progresos en el diseño y construcción de carreteras, que en Europa, hasta 1.800, habían sido de calidad inferior a las construidas por los romanos. Las carreteras tienen sobre los ferrocarriles la ventaja de su mayor versatilidad. Cuestan menos de construir, y además los vehículos que por ellas circulan pueden superar pendientes fuertes.

La aparición del motor de combustión interna y su aplicación a la propulsión de vehículos trajo consigo la aparición del automóvil, invento que revolucionó el transporte tanto de personas como de mercancías. El desarrollo del automóvil en unos pocos años ha sido tan espectacular que no sería comparable a ningún otro proceso de desarrollo mecánico, salvo el de la aviación.

2.1. Carros, diligencias y carruajes.

Los pocos vehículos de ruedas de la Edad Media no tenían amortiguadores elásticos, y los viajes resultaban muy incómodos. Cuando las comunicaciones entre las ciudades se incrementaron, el transporte por medio de carros comenzó a perfeccionarse. Los primeros

vehículos llevaban ejes rígidos hasta que se introdujo la suspensión, que primero consistió en listones de madera que sostenían el eje; más tarde fueron sustituidos por tiras de cuero. Los coches de principios del siglo XVI solían estar decorados de forma extravagante.

En el siglo XVII, época del despertar científico y técnico en Europa, algunos carruajes llevaban suspensiones a base de resortes metálicos. Las grandes ruedas posteriores permitían a los vehículos correr velozmente por carreteras en mal estado y hacían más cómodo el viaje. En el curso de este mismo siglo, con el desarrollo comercial y la consiguiente necesidad de transportar mercancías y personas, fueron apareciendo diversos tipos de vehículos. Unos eran pequeños y ligeros, aptos para viajes cortos y rápidos, como las calesas. Otros, las llamadas diligencias, eran grandes vehículos destinados a transportar personas en largos trayectos. Las primeras diligencias no podían hacer más de 50 km por día, debiéndose detener periódicamente en las casas de postas. Por ejemplo, el viaje de Londres a Edimburgo, 675 km, duraba 12 días.

El siglo XIX presenció grandes cambios en el transporte, entre ellos la introducción, por un breve período, de los coches a vapor. Los viajes se hicieron más cómodos con la aparición de las ballestas, elementos de suspensión formados por varias láminas metálicas alargadas, unidas entre sí una sobre otra, y que todavía se utilizan en nuestros días. Por otro lado, pudieron construirse vehículos más ligeros gracias a la mejora del firme de las carreteras, iniciada por el ingeniero británico John McAdam (1.756-1.836).

En América, la diligencia gozó de una larga vida y contribuyó a la colonización del Oeste con sus vastas redes de líneas de horario fijo. El buggy, ligero y con ruedas altas, y el surrey, un faetón capotado, de tipo familiar, son vehículos típicos de Norteamérica, y fueron muy utilizados en el transporte privado. El primero apareció hacia 1.850 era rápido y llevaba sólo dos pasajeros, mientras que el segundo era un vehículo familiar, con dos filas de asientos.

En Europa, el coche de alquiler, introducido por Joseph Hamson en 1.834, llenó las calles de casi todas las ciudades, mientras los ómnibus tirados por caballos proporcionaban un transporte barato para el gran público. La palabra ómnibus (que significa "para todos") se empezó a usar en Francia hacia 1.825, aplicada a un servicio de transportes que funcionaba en Nantes. Introducido en seguida en otros países, tuvo un éxito inmediato. Pronto, el público tomó la costumbre de encaramarse al techo de los vehículos de un solo piso, lo que llevó, hacia 1.840, a la construcción del ómnibus de dos pisos, o "imperial" por desarrollarse en Inglaterra, con asientos a lo largo del piso superior, que no tenía cubierta, por lo que los pasajeros pagaban la mitad de la tarifa.

2.2. Automóviles, camiones, autobuses, bicicletas y motocicletas.

a. Automóviles.- En 1.862 un francés llamado Étienne Lenoir puso en marcha el motor que había construido y montado en un viejo carro, fue un momento histórico porque aquel lento vehículo pronto haría desaparecer los tiros de caballos. Pero Lenoir no fue el primero en construir un "coche sin caballos". Casi un siglo antes, en 1.769, un compatriota suyo, Nicolas Cugnot, presentó su carro a vapor con el que circuló por París a cerca de 5 km/h. El éxito de Lenoir radicó en la invención del motor compacto de "combustión interna" que funcionaba al arder gas dentro de un cilindro. Sin embargo, los "padres del coche de motor" reconocidos mundialmente fueron los alemanes Karl Benz y Gottlieb Daimler, que construyeron sus primeros vehículos de motor de gasolina con pocos meses de diferencia (1.885-86).

El alemán Nikolas Otto construyó el primer motor de combustión interna de cuatro tiempos en 1.876, y en 1.885 Daimler ya había colocado un pequeño motor de este tipo sobre la armazón de un biclo. En 1.886, Daimler condujo su primer vehículo de cuatro ruedas, con motor de gasolina, alrededor de Cannstatt. Y en la cercana ciudad de Mannheim, Benz había probado a su vez su coche de tres ruedas. Daimler concedió una licencia a la empresa francesa Panhard y Levassor para construir su motor. Levassor instaló este motor en la parte delantera de su coche, que tenía la apariencia de un coche de caballos, y lo conectó a las ruedas traseras a través de un embrague y una caja de cambios. En 1.891 salía a la luz el primer coche que usaba la disposición mecánica de un automóvil moderno, y tres años después ya se celebraban carreras de coches.

Al iniciarse el presente siglo Francia contaba con varios fabricantes de motores. En Alemania, Benz había construido el primer coche fabricado en serie en 1.894, y la compañía Daimler presentó su primer Mercedes al público en 1.901. En Estados Unidos el automóvil no se consideraba un juguete de lujo como en Europa, sino un nuevo medio de comunicación en un continente en el que los viajes se veían restringidos por la falta de carreteras y por las grandes distancias. En Gran Bretaña, se empezó despacio, pero el interés del rey Eduardo VII, ayudó al desarrollo. En 1.896 comenzaron los primeros fabricantes, y en 1.904 la asociación entre Charles Rolls y Henry Royce, comenzó a competir con los franceses. Mientras, Henry Ford preparaba al mundo automovilístico para el lanzamiento de su modelo T, aparecido en 1.908 y que fue el primer automóvil fabricado para la gran masa (en cinco años vendió 250.000 unidades, más que todos los existentes en el país en 1.908). Esto fue posible gracias a la producción en serie basada en piezas intercambiables con tolerancias mínimas.

Hacia 1.910, el diseño de los automóviles se había estabilizado bastante, con motores delanteros de cuatro o seis cilindros con válvulas laterales. Se introdujo una buena protección contra la intemperie y el arranque eléctrico (1.911 por la Cadillac).

A medida que los coches se abarataron, los ricos quisieron automóviles cada vez más lujosos. Los coches caros anteriores a la I Guerra Mundial disponían de la mejor tecnología y de un maravilloso acabado. No se escatimaban gastos y los Hispano-Suiza, Benz, Delauney-Belville y Rolls-Royce alcanzaron una categoría que difícilmente volvió a verse en la industria automovilística. En los años veinte se multiplicaron los coches deportivos de grandes motores y dotados de compresores que incrementaban su velocidad. Unos cuantos modelos llegaban a los 160 km/h. Alfa Romeo, Bugatti, Bentley, Chevrolet y Duesenberg se hicieron famosos en las carreras, y sus innovaciones técnicas se incorporaron pronto a los coches comerciales. Para 1.930 muchos millones de personas se habían comprado coches en los Estados Unidos, aunque tuvieran que hipotecar sus casas para ello. En el resto del mundo el coche sólo estaba al alcance de los ricos. Poco a poco bajaron los precios y fueron más las familias de clase media que adquirieron su primer vehículo. Eran coches de motores modestos y de alta carrocería como el Austin Ten, el Opel Kadett y el Ford Y. De escaso rendimiento, resultaban, sin embargo, espaciosos y podían ser utilizados todos el año. En 1.938 aparece el "Volkswagen" (Coche del Pueblo), primer familiar utilitario, y único coche que se ha fabricado durante cinco décadas.

En ese momento de la evolución de los coches, ya se había llegado a unos adelantos técnicos que también posibilitaron la utilización del coche por profanos de la mecánica: amortiguadores de fricción con muelles, gasolina con plomo, sistema eléctrico de arranque, iluminación eléctrica, neumáticos con cámara hinchables, anchos y con dibujo especial, llantas de radios entrecruzados fuertes... es decir, casi todos los elementos actuales aunque en estados de desarrollo primarios.

Desde la Segunda Guerra Mundial, los coches, en esencia, no han cambiado. Han evolucionado grandemente, sobre todo en la búsqueda de un menor consumo de combustible, por medio de mejorar la aerodinámica, reducir el peso y mejorar las prestaciones de los motores. También se han diferenciado varios segmentos de vehículos por su tamaño, apareciendo los "utilitarios", o coches pequeños, de prestaciones limitadas pero muy maniobrables para las grandes ciudades. Últimamente se han puesto de moda los vehículos 4x4, es decir con tracción a las cuatro ruedas, que son grandes todoterreno, que se han mejorado en equipamiento y confort para su uso habitual. En la última generación de coches, la seguridad es el punto fundamental de investigación, aplicándose gran cantidad de elementos electrónicos y mecánicos en ese sentido. Los nuevos coches están al alcance de cualquiera y han hecho variar las formas de vida. Los viajes se han multiplicado al reducirse el tiempo de los trayectos, salvo cuando hay caravana...

Las carreteras han evolucionado paralelamente a los coches, apareciendo primero el asfalto como terminación sobre el macadán, luego mejorando la señalización, posteriormente aumentando su anchura, duplicando las calzadas como en autovías y autopistas, salvando los accidentes geográficos con grandes obras de ingeniería como puentes y túneles, etc.

b. Camiones.- Paralelamente a la evolución de los vehículos para el movimiento de personas, se aplicaron los mismos principios para el transporte de mercancías. Aparecieron los primeros camiones, que eran parecidos a los coches. Todos los adelantos técnicos que se desarrollaban para los coches, se fueron aplicando a los camiones. Durante la Segunda Guerra Mundial, la aportación de los camiones de transporte, como el Opel alemán o el General Motors americano, fue tan importante para ambos bandos como el armamento. Así, una vez ganada una importante posición en el transporte de mercancías, se han desarrollado de manera independiente, aunque paralela a la de los coches. Así, se diseñaron las cabezas tractoras, que no son más que cabinas de camión con cuatro ruedas con capacidad de enganchar y arrastrar cualquier tipo de remolque, lo que las hace polivalentes, mejorando las posibilidades de su construcción en serie. Existen muchos tamaños, desde las furgonetas, que son poco más que coches con caja de mercancías, hasta los grandes trailers que pueden transportar 20.000 ó 30.000 kilos de carga.

El transporte colectivo urbano, también evolucionó. El primer autobús con motor de gasolina entró en servicio en 1.895, fabricado por la Benz alemana. Hasta la popularización del automóvil tras la Segunda Guerra Mundial, no pudieron competir con los tranvías y trolebuses, que se comentan en el apartado siguiente, pero desde ese momento, la rigidez de las vías y troles, fue un estorbo para la nueva circulación a la que se adaptaba mucho mejor la flexibilidad del autobús. Desde entonces ha monopolizado el transporte colectivo de superficie en las grandes ciudades. La mejora técnica y de comodidad de los autobuses, pareja a la de los coches, conjuntamente con la de las carreteras, ha convertido a los autocares, nombre que se suele dar a los autobuses no urbanos, en un medio de transporte de pasajeros muy popular para trayectos nacionales, indispensable en aquellos casos de ciudades donde no llega la red de ferrocarril. Los grandes autocares de turismo o transporte regular actuales disponen de todas las comodidades, como aire acondicionado, servicios, asientos reclinables, video, y algunos, hasta servicio de bar y teléfono.

c. Bicicleta y motocicleta. Un último vehículo de transporte por carretera es la bicicleta, y su evolución motorizada, la motocicleta. Realmente, sólo son medios de transporte individuales, o como máximo para dos personas, salvo las motos con "sidecar", que a veces se transformaban en vehículos familiares. En 1.791, se construyó el antepasado de estas máquinas que no era más que dos ruedas alineadas unidas por una barra que sostenía el asiento, que se montaba a horcajadas y servía para "caminar" con ella. Entre 1.830 y 1.871 se desarrollaron varios modelos con pedales directamente incorporados a la rueda delantera. La primera máquina movida por cadena de transmisión se construyó en 1.874, el neumático se inventó en 1.888 por John Dunlop, el cuadro en forma de rombo se impuso, y en los siguientes 70 años no se produjo ningún cambio notable en el diseño de bicicletas.

La primera motocicleta con motor de vapor se construyó en 1.869. Con motor de gasolina lo fue dieciséis años después. Desde 1.888 hasta 1.914 se desarrollaron los elementos fundamentales de las motocicletas como carburador, motores de dos cilindros en V y de cilindros con cuatro válvulas o acelerador en el puño. Para esa época, la velocidad récord de las motocicletas había llegado a 140 km/h. Hacia la década de 1.920 todas las motos de motor grande tenían transmisión por cadena o por cardan. BMW comenzó sus motores con dos cilindros horizontales opuestos. En la década de los treinta apareció el motor de dos tiempos y se generalizó. Apareció el "sidecar" y se popularizó como medio de transporte de personas más accesible que el coche. En la II Guerra Mundial se usaron extensamente en todos los frentes. Tras la contienda aparecieron motores más pequeños y más revolucionados, que caracterizaron en Europa a los miles de scooters. Desde 1.960 irrumpieron las motos japonesas y dominaron muchos segmentos de ventas desde las pequeñas de 50 cm³ hasta más de 1.000. Se distinguen varias clases en función de sus usos y formas: scooters, trial, ciudad, carretera, cross, etc.

2.3. Ferrocarriles.

La difusión del ferrocarril va íntimamente unida a la locomotora de vapor. El inglés Richard Trevithick fue el inventor de la primera y rudimentaria locomotora, que rodó por

primera vez en 1.804. Las primeras locomotoras de vapor que realizaron un trabajo útil se emplearon en las minas de carbón del nordeste de Inglaterra entre 1.813 y 1.820. En 1.825 se inauguró un ferrocarril público entre las ciudades inglesas de Stockton y Darlington. Se había proyectado para tracción por caballos, pero Georges Stephenson, uno de los principales constructores de locomotoras para las minas de carbón, convenció a los directores de la conveniencia de hacerlo funcionar con una locomotora de vapor que arrastrase trenes más pesados que los que podían arrastrar los caballos. El éxito de esta línea llevó a la construcción de un ferrocarril mucho más importante, entre Manchester y Liverpool inaugurado en 1.830. La locomotora Rocket ("cohete") de Stephenson fue escogida para proporcionar la fuerza motriz, tras una fuerte competencia. Era pequeña y suficientemente ligera para circular sobre sólo cuatro ruedas sin romper los endeble raíles de hierro.

Durante un siglo, las locomotoras de vapor arrastraron los trenes por casi todo el mundo. No hubo avances técnicos espectaculares, pero su tamaño, potencia y velocidad fueron creciendo constantemente. En Europa, muchas redes de ferrocarril usaron raíles de gran calidad, en 1.870 se construían ya con secciones estándar de acero de alta resistencia, capaces de soportar locomotoras de 100 t que viajaban a 160 km/h. Pero en los Estados Unidos de la expansión hacia el Oeste y en la mayoría de los países jóvenes y en desarrollo, los raíles eran más ligeros y a menudo malos los tendidos, realizados por hombres que competían en completar un mayor número diario de kilómetros. Esto exigía poner más ruedas en cada locomotora, para así repartir mejor la carga. Las máquinas llegaron a ser identificadas por la disposición de sus ruedas; así, 4-6-2 designaba cuatro ruedas anteriores libres o portantes, seis motrices o acopladas, y dos libres posteriores. Las velocidades eran limitadas y raramente excedían de los 80 km/h, excepto en uno o dos trayectos cortos para establecer récords. Las locomotoras a vapor alcanzaron su apogeo hacia 1.930. Las europeas eran limpias, espléndidamente pintadas con los colores de las compañías; y las americanas tendían a ser más utilitarias. La demanda de mayor potencia condujo a aumentar su tamaño, convirtiéndose las locomotoras de vapor en los vehículos terrestres mayores de la historia.

El primer rival del vapor fue el motor eléctrico de corriente continua, adoptado en las ciudades (especialmente en los ferrocarriles subterráneos) para evitar la polución. El primer tren eléctrico funcionó en Berlín en 1.879. Pronto, países como Suiza o Noruega descubrieron que, gracias al desarrollo de las centrales hidroeléctricas, era más barato producir electricidad que quemar lignito o leña, y electrificaron todas sus redes de ferrocarril. Hoy, el motor eléctrico se considera la mejor forma de tracción para el ferrocarril. Ya en 1.955, los ferrocarriles franceses demostraron que los trenes eléctricos de tipo convencional podían correr a más de 320 km/h.

Hacia 1.920 se generalizaron las primeras locomotoras y automotores Diesel, con motores de gas-oil de ignición por compresión, desarrollados por el ingeniero alemán Rudolph Diesel. Aunque solían ser ruidosos, los motores Diesel tenían mayor aceleración y convertían en potencia de arrastre entre un 25 y un 45 % de la energía de su combustible, mientras que la eficacia de la máquina de vapor raramente rebasaba el 8%. En las locomotoras Diesel, la transmisión suele hacerse hidráulica o eléctricamente. Las transmisiones hidráulicas son baterías de turbinas movidas por aceite a gran presión que pueden transmitir suavemente 2.000 CV de potencia. En las eléctricas, el motor mueve un generador, que se emplea para proporcionar corriente a motores eléctricos de tracción similares a los de las locomotoras eléctricas.

En el siglo XX se hizo necesario adoptar un ancho de vía normalizado y hacer que todo el material rodante tuviera sistemas estándar de frenado y control, de calefacción y alumbrado y, sobre todo, de enganche. Los primeros enganches se manejaban a mano, pero hacia 1.925 se empezaron a emplear sistemas automáticos.

La evolución de los vagones también ha sido espectacular en la actualidad, cualquier vagón de viajeros dispone de luz, calefacción y aire acondicionado. En cuanto a los vagones de mercancías, se han desarrollado diseños para cada tipo de mercancía, desde las plataformas para contenedores, a vagones frigoríficos o cisterna.

2.4. TRANSPORTES POR AIRE.

a. Aparatos más ligeros que el aire.

La denominación técnica de este tipo de aeronaves es aeróstato. Los aeróstatos flotan en el aire y se mantienen a una altura determinada que depende de su masa, de la atmósfera que los rodea y del volumen de aire que desplazan.

La idea de hacer un globo con algún material ligero, lleno de un gas que tuviese una densidad menor que la del aire, data de tiempos medievales. Posteriormente, en 1.670, Francesco de Lana propuso una nave aérea que se elevaría por la fuerza ascendente de cuatro grandes esferas de cobre de las que se habría extraído el aire. Pero Lana ignoraba que una esfera bastante resistente como para no aplastarse bajo la presión exterior pesaría muchas veces más que la masa de aire que desplazase. En el siglo siguiente, el globo se hizo mucho más asequible, tras el descubrimiento del gas que nosotros llamamos hidrógeno y que es el menos denso de los elementos.

En 1.782, en Francia, los fabricantes de papel Joseph y Étienne Montgolfier habían observado que unos restos de papeles quemados ascendían en espiral por encima de una hoguera. Gracias a su pericia en el manejo del papel lograron construir pequeños globos que se elevaban al ser llenados de aire caliente. El 4 de junio de 1.783 hicieron elevar un globo de 11 metros, hecho con tela y papel, que alcanzó una altitud de unos 1.800 m. Este globo causó una gran sensación. Por las mismas fechas, Jacques Charles había empezado a construir un globo de hidrógeno, al tiempo que los mismos Montgolfier, con un globo de aire caliente que llevaba fuego debajo, consiguieron elevar un hombre. El 15 de octubre de 1.783 Pilâtre de Rozier se elevó en el aire en un globo cautivo, y cinco semanas más tarde él mismo y el marqués de Arlandes efectuaron el primer viaje aéreo de la historia, al cubrir 8 km en 25 minutos llevados por una suave brisa. El globo de hidrógeno de Charles realizó su primer vuelo diez días más tarde: el 1 de diciembre de 1.783. En los cien años siguientes, este tipo de aparatos monopolizaron los intentos del hombre por volar. Se llegaron a hacer globos que se elevaban hasta 6.000 m y que volaban cientos de kilómetros. En 1.870, durante la guerra franco-prusiana, los globos fueron el único enlace entre el asediado París y el mundo exterior.

Era natural que los primeros aeronautas desearan disponer de algún medio de locomoción que los liberase de la arbitrariedad de las rachas de viento. Se ensayaron remos y hélices movidas a mano, pero hasta que Henri Giffard no inventó, en 1.852, el dirigible con máquina de vapor, las aeronaves no hicieron su aparición como vehículos. Las primeras aeronaves eran lo que ahora denominamos "de estructura no rígida" y tenía una envoltura de tejido flexible, de la que se suspendía la carga mediante cuerdas. La aeronave semirrígida tiene una quilla rígida; y en el modelo rígido toda la envoltura se construye alrededor de una sólida armazón de material ligero. Todos estos tipos habían alcanzado su completo desarrollo al comienzo de la I Guerra Mundial.

Sin embargo, a principios de la II Guerra Mundial, el gran dirigible estaba ya descartado por dos razones: por un lado, una serie de grandes catástrofes que se produjeron con gran número de muertos; y por otra parte, la evolución de la aviación aparecida a principios del siglo XX.

En la actualidad, los globos se utilizan como instrumentos de diversión y en algunos casos con fines científicos.

b. Aparatos más pesados que el aire.

En contra de la creencia popular, los primeros hombres que construyeron un aeroplano capaz de volar no fueron los hermanos Wright. Con anterioridad, Otto Lilienthal, había hecho centenares de vuelos en Alemania con sus planeadores. No obstante, el puesto de Orville y Wilbur Wright en la Historia está asegurado por el hecho de que, en 1.903, su aeroplano fue el primer vehículo con motor, controlable y más pesado que el aire, que llegó a volar.

Tras los hermanos Wright, una de las más importantes contribuciones al desarrollo de los aeroplanos fue la de Louis Blériot. Introdujo en su diseño nuevas características, entre ellas la

hélice tractora, el ala única (monoplano) y la posición posterior de los timones de dirección y profundidad. Su Tipo XI alcanzó fama mundial el 25 de julio de 1.909, al volar de Francia a Inglaterra. Como casi todas las máquinas volantes de su tiempo, eran de construcción mixta; la armazón de las cortas alas y los cuatro largueros del fuselaje eran de madera de fresno y toda la estructura estaba reforzada por numerosos alambres. Al igual que los hermanos Wright, Blériot cubrió las superficies superiores e inferiores de las alas, aunque otros diseñadores sólo cubrían la parte superior.

Hacia 1.912, Deperdussin, basándose en investigaciones llevadas a cabo en Escandinavia, realizó un avión de estructura monocasco, lo que aumentaba la ligereza y la robustez del aparato y le daba una buena forma aerodinámica. Hizo el fuselaje con muchas chapas de madera fina, pegadas unas a otras y cubiertas con tela lacada. Muchos de los 100.000 aviones construidos durante I Guerra Mundial tenían estructura de madera y alambres, aunque más tarde se adoptó el metal. Algunos de los primeros aviones militares tenían la estructura totalmente metálica; unos se hicieron de tubos de acero unidos mediante soldadura, remaches o con pernos roscados, y otros emplearon una nueva aleación de aluminio, llamada duraluminio.

Algunas de las máquinas de guerra diseñadas por Hugo Junkers no sólo tenía una armazón metálica, sino que iban también recubiertas de metal. En 1.919, Junkers experimentó su F13, el primer monoplano totalmente metálico proyectado para servicio comercial. Tenía un ala montada en la parte inferior del fuselaje sin puntales ni tirantes, cubierta, lo mismo que el fuselaje, por placas de duraluminio onduladas en sentido longitudinal, a fin de darles mayor rigidez. Éste fue el origen de toda una serie de transportes utilizados en el mundo entero. Sólo había entonces otra familia de aeroplanos de transporte capaz de competir con los monoplanos metálicos de la Junkers: los de la compañía holandesa Fokker, también monoplanos, pero con las alas de madera montadas en la parte alta del fuselaje, hecho de tubos de acero y recubierto de lona.

Fue muy importante en esta época el progreso continuo de la tecnología aplicada a la aviación, especialmente en EE.UU. El factor decisivo fue el perfeccionamiento en la construcción de fuselajes metálicos: su chapa externa, de una aleación ligera, no sólo cubría la armazón interna, sino que también era parte fundamental de la estructura, con lo que se conseguía aligerar ésta. Se perfeccionaron motores, se colocaron en posiciones más adecuadas, dotándolos de carenados que proporcionaban una mejor disipación del calor y oponían una menor resistencia aerodinámica. Las hélices ya no eran simples palas de metal o de madera fijas, sino complicados mecanismos cuyo ángulo de paso se podía variar para adaptarlo a las distintas necesidades del despegue y del vuelo a gran velocidad. A las alas se les añadieron flaps, que proporcionaban un mayor empuje de sustentación para el despegue y también aumentaban la resistencia al aterrizar. El tren de aterrizaje se hizo retráctil para reducir la resistencia al aire. Paulatinamente los aviones fueron incorporando otros muchos sistemas auxiliares de control de tipo eléctrico, hidráulico o de aire comprimido, o por otros métodos, que se fueron haciendo cada vez más complejos.

El avión comercial más utilizado, en el mundo entre 1.935 y 1.950 fue el Douglas DC-3, que voló por primera vez el 17 de diciembre de 1.935. También fue con el nombre de Dakota, el avión de transporte estándar de los aliados en la II Guerra Mundial.

La aparición del motor a reacción al final de dicha guerra, revolucionó el diseño de los aviones. Aunque todavía se puede reconocer al avión ligero como descendiente de los aviones anteriores, la adopción del motor a reacción lo ha mejorado espectacularmente. Desde luego, los principios básicos de diseño y cálculo no han sufrido cambios sustanciales. Pero el desarrollo de sistemas más completos de control, navegación y orientación ha continuado hasta el punto de que, hoy día, el costo de esos sistemas equivale a más de la mitad del valor total de un avión.

Cuando el avión británico Comet I entró en servicio, en 1.952, la mayoría de las líneas aéreas lo consideraron prematuro y durante algún tiempo siguieron comprando aviones con motores de pistón. Pero el nuevo avión pronto se impuso, ya que ofrecía a los pasajeros un vuelo más rápido, a la vez que más suave y cómodo. El motor turbofan de gran diámetro, híbrido entre

el reactor puro y el turbopropulsor, era una respuesta a estos problemas. Aunque se conocía su fundamento desde los primeros trabajos de Frank Whittle, inventor del primer reactor inglés, y aunque en 1.947 Metropolitan Vickers había fabricado un motor así, los aviones de aquel período no eran capaces de llevarlo. El turbofan se redescubrió durante el desarrollo, en la década de 1.960, del avión de transporte pesado para las USAF. La Boeing, que había perdido el contrato, empleó cuatro de estos gigantescos -aunque silenciosos- motores turbofan para propulsar su Boeing 747, el primero de los enormes transportes de ancho fuselaje denominados "Jumbos", que volaron por primera vez en 1.970 y supusieron el primer paso para acercar los vuelos intercontinentales al gran público. Este tipo de avión con fuselaje ancho y turbofan es comparativamente silencioso y no polucionante si se considera que uno solo de ellos puede transportar en un año más mercancías que todos los aviones de línea de 1.939.

El último paso en cuanto a la velocidad de los aviones comerciales de pasajeros, fueron los transportes supersónicos, de los cuales se fabricaron dos: el Concorde anglofrancés y el Tupolev Tu-144 soviético. En la actualidad ninguno se utiliza comercialmente.

Un segundo tipo de aparato más pesado que el aire es el helicóptero. En 1.923, el inventor español Juan de la Cierva hizo volar con éxito un aparato que denominó autogiro, y que era un avión monoala con hélice delantera, pero con otra hélice mucho mayor en la parte superior que giraba libremente al avanzar el aparato, efecto del cual deriva su nombre, y que aumentaba su sustentación. En 1.929, Igor Sikorsky, americano de origen ruso, experimentó con el primer helicóptero cuyo motor hacía girar una hélice horizontal. El mayor problema era el par de la misma; o bien, utilizando dos hélices principales con sentido de giro opuesto entre sí, con lo cual ambos pares se compensan. Desde finales de la II Guerra Mundial, los helicópteros han tomado un papel preponderante para servicios en lugares donde los aviones no pueden operar por falta de pistas de aterrizaje, como montaña o centro de las ciudades. También tienen un papel fundamental en la evacuación de heridos en accidentes de carretera, estando dotados todos los grandes hospitales de helipuertos.

III. DESARROLLO DE LAS COMUNICACIONES.

Las comunicaciones a larga distancia, que durante miles de años habían dependido de los lentos y poco seguros mensajeros. A continuación se comenta la evolución de los distintos sistemas hasta los actuales.

Como se definió más arriba, existen dos grandes familias dentro de los sistemas de telecomunicaciones en función de que emitan impulsos eléctricos o empleen ondas hertzianas.

1. CON SOPORTE FÍSICO.

Los sistemas que necesitan soporte físico son aquellos que emplean impulsos eléctricos para la transmisión, con una u otra codificación. Son principalmente el telégrafo y el teléfono.

1.1. Telégrafo.

Fue el primer sistema de comunicación a distancia y apareció de manera efectiva a principios del siglo XIX. Desde hacía mucho tiempo se utilizaban rudimentarios semáforos, pero la transmisión de mensajes más allá del alcance visual no fue posible hasta el descubrimiento de la electricidad. La idea fue sugerida ya en 1.753 por el médico escocés Charles Morrison en una carta al Scots Magazine. En 1.764, Georges Louis Lesage construyó e hizo funcionar un telégrafo eléctrico experimental en Ginebra, usando electricidad estática y un electroscope: la repulsión mutua entre dos esferas de médula de saúco indicaba la presencia de carga eléctrica en un cable conectado a ellas, debiéndose usar un cable diferente para cada letra del alfabeto. Napoleón Bonaparte fue el primero en emplear sistemáticamente un telégrafo, para recibir informes y enviar órdenes a sus tropas, aunque aún era un sistema visual.

Hasta 1.816 no se inventó un telégrafo de cable único, debiéndose al inglés Francis Ronalds. Éste colocó en cada extremo del cable unos discos accionados por un mecanismo de

relojería. Cada disco tenía el alfabeto grabado en su borde y, al alinearse la letra deseada con un indicador, el cable del emisor era conectado a un electroscope. Estando sincronizados los discos, el operador en el otro extremo del cable podía anotar la letra indicada cada vez que éste recibía una carga eléctrica. Diez años más tarde, el estadounidense Harrison Gray Dyer construyó el primer telégrafo eléctrico de utilidad práctica empleando la pila voltaica, entonces de invención reciente, y una solución química que indicaba la presencia de una corriente eléctrica por la formación de burbujas en los electrodos. Dyer envió mensajes a 12,5 km de distancia por medio de un cable tendido en Long Island (Nueva York), usando la conexión a tierra para completar el circuito.

El paso final en la evolución del telégrafo eléctrico sobrevino en 1.831, cuando otro americano, Joseph Henry, sustituyó el indicador electrolítico de Dyer por un timbre eléctrico, usando el principio del electromagnetismo descubierto en 1.819 por el físico danés Hans Christian Oersted. Henry ideó un código para diferenciar las letras del alfabeto. Dos ingleses, William Cooke y Charles Wheatstone diseñaron e instalaron el primer telégrafo comercial del mundo. Era un sistema de cinco cables, probado por primera vez en 1.837 sobre la línea viaria Londres-Birmingham.

Hasta esa época, cada inventor se había ingeniado su propia manera de codificar mensajes. El primero en reconocer la importancia práctica y comercial de un código estándar fue el inventor y pintor estadounidense Samuel Morse. Exhibió su propio código en 1.837, el cual, modificado, hizo posible posteriormente el desarrollo del telégrafo eléctrico por todo el mundo. El circuito de este telégrafo consistía esencialmente en un alambre único, una batería y un interruptor (entre el cable y la conexión a tierra) en el extremo emisor, y un avisador sonoro electromagnético (también entre el cable y tierra) en el extremo receptor.

El tendido de cables submarinos fue un desarrollo natural del telégrafo eléctrico. Un enlace a través del Canal de la Mancha, tendido en 1.850 alentó a los ingenieros a abordar la ya más difícil tarea de tender un cable a través del Atlántico. El éxito fue alcanzado en 1.858 al tenderse un cable de Irlanda a Terranova, aunque hasta 1.866 no se estableció una unión efectiva.

Dado que el cable es caro, los inventores se esforzaron enseguida por enviar varios mensajes simultáneos por un cable único. Esto se consiguió en 1874, cuando el francés Émile Baudot diseñó un instrumento que, tras ser perfeccionado, podía fundir seis mensajes y separarlos después.

En el sistema de Baudot, cada letra consistía en cinco impulsos (o ausencia de los mismos). Se utilizó con éxito durante 50 años, hasta ser reemplazado por un sistema multiplex de división de frecuencias más refinado, inventado en la década de 1.890 por el americano Elisha Gray.

Para reducir el tiempo necesario para codificar y decodificar mensajes, se dedicaron muchos esfuerzos, durante mucho años, al desarrollo de un telégrafo de impresión automática. David Hughes, un profesor americano de música, construyó el primer telégrafo impresor práctico en 1.854, pero era también lento. En 1.921, el ruso N.P. Trusevich inventó el llamado sistema de "marcha-paro", haciendo así posible el primer teleimpresor. El teleimpresor más moderno que usa un código de cinco unidades como aquel primero, puede transmitir hasta 13 caracteres por segundo, cuando trabaja con cinta de papel perforada que previamente ha sido preparada por el operador.

Como en el telégrafo, en el teleimpresor se buscó una simultaneidad de mensajes, que llevó al desarrollo del télex, que transportaba hasta 26 mensajes de teleimpresión en el mismo cable. Una estación de télex de última generación incluía un teletipo y una unidad marcadora. El teletipo es una unidad semejante a una gran máquina de escribir, con un teclado y una salida de papel donde se escribía, pero que funcionaba tanto de manera manual (enviando mensajes), como de manera automática respondiendo a los impulsos eléctricos de los mensajes entrantes. El operador usaba la unidad marcadora para llamar al número de télex del receptor, de manera similar al teléfono, y luego escribía el mensaje en el teclado del teletipo. A veces el mensaje se

escribía previamente en una cinta perforada que luego era introducida en el aparato, con lo que la transmisión era más rápida. Para facilitar la comprobación el mensaje quedaba escrito en la hoja del teletipo. Cuando no está enviando mensajes, el equipo queda listo para recibir. Un timbre avisa de la llegada de los mensajes, y el teletipo se activa automáticamente y reproduce los mensajes en papel.

Un último avance del telégrafo fue el belinógrafo o facsímil, muy usado por los periódicos sobre todo para recibir las denominadas "telefotos". La imagen original es "explorada" por una célula fotoeléctrica que, al moverse de un lado a otro, la descompone en líneas paralelas. La célula produce una serie de señales eléctricas de acuerdo con el grado de oscurecimiento de cada punto de la línea. Dichas señales son transmitidas por telégrafo a la máquina del extremo receptor. Éste produce una copia de la imagen al ir imprimiéndola punto por punto en sincronía con las señales eléctricas que le llegan.

1.2. Teléfono.

En 1.876, Alexander Graham Bell, un profesor de fisiología vocal escocés que vivía en Estados Unidos, solicitó una patente de su teléfono eléctrico pocas horas antes de que un inventor de Chicago, Elisha Grey, presentara una solicitud similar. La patente fue concedida a Bell, y desde entonces se atribuye a él la exclusiva paternidad del teléfono. El instrumento de Bell se usaba a la vez para transmitir y recibir mensajes, y no necesitaba pila eléctrica. Pero la corriente originada por el sonido al hacer vibrar el diafragma de su "micrófono" era muy débil, por lo que el instrumento no servía para comunicaciones a gran distancia.

En 1.877, el estadounidense Thomas Edison inventó el micrófono de carbón. Por otra coincidencia, el inglés David Hughes desarrolló independientemente un micrófono similar, y hoy se le atribuye este invento. El micrófono de carbón modula una corriente eléctrica continua procedente de un generador, dando así lugar a una tensión que varía según las ondas sonoras. Se ha estado usando en los teléfonos hasta nuestros días, mientras que el receptor es un auricular electromagnético parecido al de Bell. Una tensión variable en la bobina del auricular hace vibrar un diafragma de metal que produce sonidos de bajo volumen.

El teléfono se convirtió en un dispositivo práctico cuando se logró conectar entre sí dos aparatos cualesquiera de una misma red. La primera central telefónica se instaló en New Haven (Connecticut), en 1.878, y centrales similares se inauguraron en París y Londres en 1.879. En las primeras centrales, un operador usaba clavijas y hembras para conectar a los usuarios. En 1.889, un director de pompas fúnebres americano, Almon Strowger, molesto por el ineficaz servicio de la central local, diseñó un selector automático, basado en una especie de puntero que se movía por los impulsos eléctricos que se generan al marcar un número. La primera central automática fue inaugurada en La Porte, Indiana, en 1.892. El selector electromecánico de Strowger se convirtió en el equipo estándar de las centrales telefónicas en todo el mundo durante los 50 años siguientes. Desde 1.926, un invento americano, el cross-bar, sustituyó en algunos países al anterior. En 1.960, se desarrolló una central totalmente electrónica aún más eficaz. En los últimos años, la tecnología digital ha invadido el campo de las centrales telefónicas como casi todos los campos de la técnica, lo que ha supuesto una mejora aún mayor.

Los cables que conectan a los usuarios entre sí dan lugar al gasto más elevado en cualquier red telefónica de larga distancia. La investigación sobre la utilización de un solo cable para más de una conversación telefónica simultánea dio su fruto en 1.936, cuando se tendió el primer cable coaxial. Este sistema emplea ondas eléctricas portadoras de diferentes frecuencias, que pueden ser transmitidas simultáneamente a lo largo del núcleo metálico del cable y separadas en el extremo receptor por "filtros" electrónicos, cada uno de los cuales acepta sólo señales de una frecuencia determinada. Cuanto más larga es la línea telefónica, más débil es la señal eléctrica que llega al extremo receptor, a causa de la resistencia eléctrica del cable. Este problema se soluciona con los amplificadores automáticos (llamados repetidores), que hoy están intercalados cada 10 ó 20 km en los cables multicanales. El primer cable multicanal transatlántico, llamado TAT 1, se tendió en 1.956 entre Terranova y Escocia. Consistía en dos

cables gemelos coaxiales, uno para cada sentido de comunicación, provistos de 51 repetidores cada uno. A partir de ahí, los cables telefónicos submarinos con repetidores en las dos direcciones se extendieron por todo el globo. Los repetidores están alimentados con corriente alterna, que procede del mismo núcleo del cable que lleva las ondas portadoras moduladas. La frecuencia de la corriente de alimentación es más baja que las frecuencias de las ondas portadoras, evitándose así interferencias. Este tipo de conexión se sigue utilizando a nivel urbano y metropolitano (ciudades cercanas a grandes capitales), pero con cables perfeccionados que permiten miles de comunicaciones simultáneas. En los últimos años se está comenzando la instalación de cables de fibra óptica los cuales multiplican varios cientos de veces la capacidad de los mejores cables coaxiales, y tienen la ventaja de que no sólo transmiten señales telefónicas sino de televisión y de datos.

Una aplicación de las líneas telefónicas de gran impacto en las comunicaciones y que ha hecho desaparecer en gran medida al télex y al facsímil comentados en el apartado anterior es el telefacsímil, telefax o fax, a secas, que permite enviar escritos e imágenes a través de las líneas de teléfono, mediante una terminal especial dotada de rollos de papel térmico, que se imprime por calentamiento, y que son capaces de hacer algo semejante al belinógrafo.

El último paso en el aprovechamiento del sistema telefónico lo representa el modem que es un dispositivo que permite enviar datos informáticos a través de las líneas telefónicas, comunicando dos o más ordenadores entre sí que tiene su máxima expresión en la red de comunicación informática INTERNET.

Un avance tecnológico de la telefonía de última generación ha sido la aplicación de sistemas de ondas de radio combinadas con la red telefónica. Esto ha permitido el desarrollo de los teléfonos celulares o teléfonos móviles que no están conectados físicamente a la red de cable telefónico pero que pueden comunicarse con teléfonos convencionales y viceversa sin problemas.

2. SIN SOPORTE FÍSICO.

La existencia de las ondas electromagnéticas fue predicha antes de que se descubrieran empíricamente. En 1.865, el físico escocés James Clerk Maxwell postuló la existencia de una forma de radiación hasta entonces desconocida. Pero sus razonamientos matemáticos eran tan complejos que su teoría fue inicialmente rechazada por algunos científicos. Unos 25 años más tarde se demostró experimentalmente que las ondas electromagnéticas correspondían a las fórmulas de Maxwell. Los sistemas de comunicaciones que se han desarrollado en base a estas ondas son fundamentalmente dos: la radio y la televisión. Actualmente y con la proliferación de los satélites, se utiliza este tipo de ondas para todos los enlaces intercontinentales, incluso los telefónicos, y también para enlaces locales de los teléfonos "móviles".

La radiación electromagnética puede variar enormemente de frecuencia. Comprende los rayos gamma, los rayos X, los ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, todos los cuales tienen una frecuencia muy alta. La radiación electromagnética de frecuencia más baja corresponde a las ondas de radio. Las ondas de frecuencia próxima a la de los infrarrojos se llaman microondas, y se utilizan sobre todo para las comunicaciones entre torres repetidoras a la vista unas de otras, y para las comunicaciones por satélite. A estas ondas les siguen, por orden de frecuencia decreciente (y, por tanto, de longitud de onda creciente): las de ultraalta frecuencia (UHF), utilizadas en televisión; las de muy alta frecuencia (VHF), para radio, televisión y comunicaciones locales, como entre aviones y torres de control; las ondas cortas, que, emitidas con elevada potencia, se emplean en la radiodifusión de largo alcance; las ondas medias, para radiodifusión regional, y las ondas largas, menos utilizadas. El espectro de las ondas de radio está dividido en bandas, reservadas para usos específicos, y cada banda subdividida generalmente en canales lo bastante separados para que no se solapen.

2.1. Radio.

La primera demostración práctica de lo que hoy se llaman ondas de radio tuvo lugar en 1.879, cuando el inventor estadounidense David Edward Hughes construyó un rudimentario transmisor y receptor de radio y envió señales inalámbricas por la Great Portland Street de Londres. Hughes no advirtió la importancia de su experimento y no lo divulgó hasta 20 años más tarde. Alrededor de 1.887, el científico alemán Heinrich Hertz construyó un generador de chispas que producía ondas de radio y un receptor que, a cierta distancia, detectaba su presencia. En una serie de experimentos demostró que la energía se podía transmitir a distancia de un modo no explicable por la inducción. Por ello se le considera el descubridor de las ondas radioeléctricas o hertzianas.

El inglés Oliver Lodge construyó el primer receptor de radio (más sensible que la bobina de Hertz y su arco de chispas) que podía utilizarse realmente para la comunicación por radio. Utilizaba un cohesor, dispositivo inventado por el francés Eduard Branly. En un experimento realizado en 1.894, Lodge logró comunicar a una distancia de 137 m.

El italiano Guglielmo Marconi llevó la transmisión sin hilos más allá de la fase experimental. Por no interesar al gobierno italiano sus trabajos, marchó a Inglaterra. En 1.898 unió por radio un lugar cercano a Dover con un buque faro, el East Goodwin, que estaba anclado a 19 km de la costa. Un año después, Marconi equipó el buque de línea americano St. Paul con radio; el primer mensaje recibido había recorrido una distancia de 97 km. En 1.901, Marconi asombró al mundo transmitiendo una señal de radio a través del océano Atlántico en código Morse.

En 1.906, el canadiense R.A. Fessenden, transmitiendo desde Brant Rock, Massachusets, consiguió que los operadores de alta mar pudieran oír palabras y música en sus auriculares. Fue la primera transmisión audiomodulada.

Los primeros receptores de radio como los de cristal de galena de 1.920, utilizaban un cristal de carborundo o sulfuro de plomo, es decir, un semiconductor que rectificaba la onda de radio portadora. Este cristal producía una corriente alterna de igual frecuencia que el sonido transportado en la onda. La corriente eléctrica, de baja frecuencia, tenía suficiente potencia para producir sonidos en auriculares de una sensibilidad adecuada. En los años siguientes, se fueron perfeccionando los componentes y para los años 30 ya no eran necesarios auriculares, pues los receptores contaban con altavoces de potencia suficiente. Las válvulas termoiónicas mejoraron la calidad de la recepción de la señal. En 1.948 se inventó el transistor lo cual permitió reducir enormemente el tamaño de los receptores, hasta hacerlos casi de bolsillo (de hecho, la palabra "transistor" ha quedado como sinónimo de radio portátil). En los años sesenta apareció el chip, que es una pastilla de silicio en la que va impreso un circuito eléctrico. Esto supuso para todos los aparatos electrónicos una revolución en el tamaño y miniaturización a la que la radio no ha sido ajena. En nuestros días existen receptores de radio del tamaño de una moneda que reciben bandas completas de señales.

2.2. Televisión.

A diferencia del telégrafo, el teléfono y la radio, la televisión es la única forma de comunicación desarrollada originalmente como medio recreativo. Hoy día, sin embargo, tiene muchas más aplicaciones.

V. K. Zworykin, un ruso emigrado a Estados Unidos, patentó el iconoscopio en 1.923. Un dispositivo similar fue inventado independientemente en Gran Bretaña. Precursores de los tubos tomavistas de las cámaras de televisión posteriores, los iconoscopios tenían una lente que proyectaba una imagen óptica en una pantalla contenida en un recipiente de cristal. La imagen era explorada por un haz de electrones que cubría toda el área en una serie continuamente repetida de líneas paralelas. Al alcanzar dicho haz a la imagen, la corriente electrónica que emergía de ella era función en cada zona del brillo u oscuridad de la misma. Empleando esta corriente variable para controlar la intensidad de otro haz, el de un tubo de rayos catódicos, y acompasando ambos haces, se reconstruía punto por punto y línea por línea la escena original.

Como el barrido, recorría la pantalla varias veces por segundo, y el brillo producido no desaparecía instantáneamente, el ojo humano no podía apreciar que la imagen consistía en elementos discontinuos y pulsantes.

Hasta 1.936, no empezó a funcionar el primer servicio público de televisión de alta resolución, a cargo de la BBC, en Londres. Hacía cinco años que los técnicos británicos venían desarrollando la televisión electrónica como alternativa al sistema mecánico de 30 líneas inventado en 1.923-28 por el escocés John Logie Baird. La BBC adoptó originalmente un barrido entrelazado de 405 líneas repetido 25 veces cada segundo. "entrelazado" significa que se leen primero la líneas alternadas y luego las intermedias. Otros países adoptaron sistemas con normas propias lo que dificultó el intercambio internacional de programas hasta que se acordó para casi todos los países europeos una normalización de 625 líneas y 25 imágenes por segundo. También se decidió emitir en las banda VHF y UHF, que pueden contener hasta 80 canales de televisión, dejando el resto para la emisiones de radio.

El siguiente paso en la televisión, fue dar color a las imágenes. En teoría, la gama de colores puros es continua partiendo del violeta hasta el rojo. En la práctica, la sensación percibida por el ojo humano en respuesta a todos estos tonos se puede conseguir simplemente mezclando luz roja, verde y azul. La televisión en color utiliza este principio: dispone de tres tubos tomavistas que convierten la luz roja, verde y azul, en que se puede descomponer cada escena, en tres señales eléctricas separadas. Teóricamente, estas tres señales se podrían transmitir separadamente, ser captadas en el receptor en tres circuitos distintos y luego, ser combinadas para dar la imagen. Sin embargo, esto reduciría a un tercio los posibles canales disponibles, ya de por sí muy escasos. La experiencia ha demostrado que, si los detalles en blanco y negro de una imagen están nítidamente definidos, el ojo humano no necesita que la definición del color sea tan alta. En base a esto se han desarrollado sistemas de emisión en una sola señal, intercalando la de color entre la monocromática de alta definición. Sistemas como el PAL o el SECAM, aparecieron a finales de los años setenta y principios de los ochenta. Las cámaras de televisión han evolucionado de los tomavistas hacia las cintas magnetoscópicas, lo cual también ha influido en los sistemas de emisión y recepción.

En cuanto a los receptores, han sufrido una evolución paralela a la de otros aparatos electrónicos. De las válvulas y los grandes tubos de rayos catódicos, pasaron a transistores y de estos a los chips. Las pantallas también han evolucionado. Actualmente se pueden encontrar receptores de televisión desde 2" hasta 28" sin dificultad, pantallas gigantes, planas, etc, existiendo una carrera entre fabricantes para mejorar la calidad de imagen de los receptores.

2.3. Telefonía móvil.

El teléfono móvil es un sofisticado aparato de radio, conectado a una red, que utiliza dos frecuencias en la banda de las microondas: una para recibir y otra para enviar señales. Permite una gran libertad de movimiento y resulta de indudable utilidad en situaciones comunes o en emergencias.

-El sistema celular:

El radioteléfono de los coches, predecesor del móvil actual, conectaba con la antena de una única estación central de gran potencia para una zona o ciudad, con un alcance de unos 70 km y capacidad para unos 25 canales de radio. En una red celular, la zona a la que se desea dar cobertura se divide en otras más pequeñas, llamadas células, a las que se asigna un cierto número de canales para los teléfonos de la red presentes en ellas.

Cada célula tiene en el centro una Estación Base (EB) con su equipo de radio y antenas. Pueden tener coberturas variadas, desde cientos de metros a varios kilómetros, en una superficie aproximadamente hexagonal.

Las frecuencias de emisión de cada estación base utilizadas en células contiguas son diferentes para evitar interferencias, pero se reutilizan en células no contiguas, para reducir el número total de frecuencias usadas en la red,

Además de las estaciones base y los teléfonos móviles, hay un sistema Controlador de

Estaciones Base (CEB) que se encarga de supervisar y coordinar las llamadas entre las distintas estaciones que tiene bajo su control, así como de hacerlas llegar al Centro de Conmutación Móvil (CCM) para que este las dirija hacia otras redes, ya sean fijas como la Red Telefónica Conmutada o básica (RTC) o la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), o redes móviles de otros operadores (RM).

Cuando nos movemos por una ciudad o viajamos en coche pasamos de una célula a otra. En ese caso, gracias a que hay una pequeña zona de superposición de coberturas, el teléfono cambia automáticamente su conexión de una estación base a otra, en función de cuál le dé mejor señal durante el transcurso de la llamada.

-Las distintas generaciones de móviles:

-Telefonía móvil analógica: Surge hacia 1980 y constituye la primera generación de móviles (1G). En Europa se generalizó el sistema ETACS (Sistema de Comunicaciones de Acceso Total Extendido) a partir de 1990. Los teléfonos analógicos solo son utilizables en la red ETACS propia de cada país, por lo que para superar este problema se creó en 1995 el sistema digital GSM900 (Sistema Global de Comunicaciones Móviles), en el mismo rango de 900 MHz que el ETACS, y que proporciona cobertura en más de 170 países.

Los sistemas digitales tienen notables ventajas: no se ven afectados por interferencias que provocan ruidos, pueden transmitir más comunicaciones al mismo tiempo e incorporan nuevas funciones, incluso personalizadas para cada usuario.

En España, el sistema ETACS se conoce como MoviLine de Telefónica.

-Telefonía móvil GSM: Se conoce como telefonía móvil de segunda generación (2G) y, además del servicio básico, incorpora otros servicios como llamada en espera, desvío de llamadas, multiconferencia, envío y recepción de mensajes cortos entre móviles GSM, o recepción por suscripción de información meteorológica, deportiva, sobre el estado de las carreteras, etc.

Tras el sistema GSM900 han surgido otros sistemas GSM multibanda que pueden utilizarse en redes con frecuencias de 900 y 1800 MHz ó 900 y 1900 MHz.

Los teléfonos GSM que funcionan con el protocolo WAP permiten, además acceder a Internet.

-Telefonía móvil GPRS: Denominada también 2,5G, adapta las redes GSM existentes para que los datos viajen comprimidos, a mayor velocidad. El teléfono GPRS (Servicio General de Radiocomunicaciones por Paquetes) permite mantener una conversación y recibir datos a la vez, sin necesidad de cortar la conversación. Su principal ventaja son los servicios que ofrece: acceder a contenidos de Internet, mensajes de correo electrónico con una calidad superior a los GSM, banca móvil, transferencia de archivos, juegos en línea, etc,

Los modernos teléfonos con cámara de video digital permiten el envío de mensajes multimedia (MMS), combinando textos, imágenes, vídeo, gráficos y sonidos, tanto a móviles como a direcciones de Internet.

Los terminales GPRS disponen cada vez de visores mayores y con mejor resolución para transmitir gráficos.

-Telefonía móvil UMTS: Los sistemas de tercera generación (3G) ofrecerán enormes mejoras respecto a los sistemas 2G o 2,5G. UMTS (Servicios Universales de Telecomunicaciones Móviles) desarrolla un nuevo sistema de radio con una red diferente. La característica más destacable es su elevada velocidad de transmisión de datos, que pasará de 9,6 kbps en los móviles GSM a 2 Mbps. El terminal UMTS es un potente dispositivo de comunicaciones con capacidades avanzadas de imagen y sonido, novedosos usos en domótica y aplicaciones multimedia.

IV. DESARROLLO DEL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Se entiende por Informática la disciplina científica que se ocupa del tratamiento de la información. Aproximándonos un poco más a su significado operativo, podemos decir que por Informática se entiende aquella rama del saber que estudia el procesamiento de datos, por medio

de ordenadores, con el fin de extraer de ellos diferentes tipos de informaciones. Con esta definición, más concreta, podemos intuir que uno de los objetivos fundamentales de la Informática es el ordenador, el cual se investiga desde dos puntos de vista. El primero sería el físico, desde cuya perspectiva el ordenador es una máquina compuesta de diferentes elementos, los cuales se interconectan de formas determinadas y funcionan de acuerdo con especificaciones dadas. Este conjunto de estudios se denomina Hardware. El segundo sería el punto de vista matemático, según el cual el ordenador se concibe, más que como máquina, como cerebro artificial capaz, en cierto sentido, de razonar apoyándose en una lógica ordinaria, para establecer conclusiones y proporcionar respuestas a cuestiones planteadas por el utilizador sobre un conjunto de datos que se le suministren. Este conjunto de estudios se denomina Software. Quizás ayude a la comprensión de estos dos conceptos el añadir que en el Hardware se incluye el estudio de los discos magnéticos, las unidades impresoras, etc., mientras que en el Software se incluyen los lenguajes de programación de alto nivel (FORTRAN, COBOL) y otros lenguajes tales como el ensamblador, los compiladores, etc.

-Evolución histórica.- Hace falta remontarse a 1812 para encontrar el primer equipo que se inspira en los principios de los equipos electrónicos, es decir, que incluye: órganos de entrada, unidad central y órganos de salida.

El inglés Charles Babbage, profesor de la Universidad de Cambridge, fue el primero que definió los principios que regían los equipos electrónicos en dicho año, y en 1860 utilizaba por primera vez la tarjeta perforada para el cálculo automático. La entrada de las informaciones podía hacerse de dos maneras: por tarjeta perforada y disco selector de manejo manual. La unidad central se componía de dispositivos de cálculo mecánico y de una memoria constituida por ruedas dentadas, que permitían el tratamiento de la información. La salida de resultados podía efectuarse mediante tarjetas perforadas, fijarse en discos parecidos a los de la máquina de Pascal o imprimirse en un papel. La particularidad más importante de este proceso residía en que la máquina debía trabajar en función de unas instrucciones secuenciales, estando registrada en tarjetas perforadas la secuencia de operaciones a efectuar. De esta manera se podía hacer el tratamiento automático con una máquina programada para este objetivo. Desgraciadamente, la idea de este equipo revolucionario no pudo ponerse en práctica por falta de medios, pero la máquina de Babbage se puede considerar el principio de la era de la automatización administrativa por su visión prospectiva de las posibilidades de programación y el tratamiento de la información.

Un equipo mucho menos evolucionado, pero que tuvo el mérito de funcionar, fue la primera máquina electromecánica del Dr. Hermann Hollerith, que utilizó la tarjeta perforada en 1885 para tratar las estadísticas del censo de la población americana. Pero fue en 1907, con el ingeniero americano Powers, y en 1911 con Thomas Watson, cuando los equipos clásicos de máquinas por tarjetas perforadas comenzaron a desarrollarse, desde el punto de vista técnico, en trabajos contables y estadísticos. Powers había creado un equipo enteramente mecánico, fabricado por la Remington Rand en los Estados Unidos y SAMA en Europa. Thomas Watson, recuperando la compañía Tabulating Machines, creó la firma IBM. En Europa, el ingeniero noruego Bull registró en 1924 su patente sobre un equipo de tarjetas perforadas electro-mecánicas. En 1930, el doctor Howard Aiken, siguiendo las directrices fijadas en su día por Babbage, construyó la máquina Automatic Sequence Controlled Computer (ASCC), en la Universidad de Harvard. Esta máquina se conoció también con el nombre de MARK 1 y recogía numerosos perfeccionamientos técnicos. Por ejemplo, los datos podían introducirse no solamente por discos o tarjetas, sino también por bandas perforadas.

En 1943 se construyó el primer equipo que utilizaba el tubo de vacío. Este fue el ENIAC de la Universidad de Pensilvania, que calculaba mil veces más de prisa que las máquinas anteriores, pero que empleaba un gran número de tubos de vacío (18.000), ocupando un volumen considerable: varias habitaciones por donde los técnicos circulaban entre cables y circuitos.

Desde el punto de vista técnico, hay que señalar una transformación importante debida, en 1947, al Dr. John von Neumann, quien acertó por primera vez a registrar programas en la memoria de un equipo electrónico y tuvo igualmente la idea de utilizar números binarios en lugar de números decimales. El equipo electrónico que aportó estas grandes simplificaciones se llamaba EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), cuya patente compró en 1951 la sociedad francesa Compañía de Máquinas Bull. A partir de 1951 se siguieron fabricando numerosos equipos, en particular el UNIVAC 1 de Sperry Rand, construido por los mismos ingenieros del ENIAC: Eckert y Manekly. La memoria por medio de tubos de vacío comenzó a ser reemplazada por anillos de ferrita.

Poco a poco, del estado artesanal se pasó al industrial y las modificaciones introducidas crearon un nuevo equipamiento que incluía, aparte de los anillos de ferrita, los transistores y los circuitos impresos. Desde 1963, en lugar de los circuitos impresos figuraban circuitos integrados, y los anillos de ferrita se sustituyeron progresivamente por agujas recubiertas de una delgada película, que disminuía considerablemente el tiempo de acceso a una posición de memoria.

El desarrollo actual, excede de las pretensiones del tema, siendo tan extenso que daría pie al desarrollo monográfico de cada uno de los elementos que los componen, tanto a nivel de hardware como de software.

V. DESARROLLO DE LA TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Con el aumento del número de personas que por diversas razones querían tener acceso a muchos tipos de información, y el aumento del nivel cultural de las sociedades desde el final la Edad Media, el problema de cómo hacer llegar a cada uno los datos que esperaba, supuso un reto para el ingenio del hombre. En cada época y de manera paralela al desarrollo tecnológico, los medios que se han empleado para este fin han ido mejorando, tanto en cantidad como en calidad y rapidez.

1. INFORMACIÓN EN PAPEL.

La escritura es la forma más antigua de almacenamiento de información. En consecuencia, también lo será de la transmisión de la información contenida. Sin embargo, cuando se escribe algo, sólo existe un original. Esto supone riesgo de pérdida y limitación del número de personas que tienen acceso a dicha información. Por ello, durante siglos, y hasta la Edad Media, se han perdido gran cantidad de documentos del saber de las civilizaciones antiguas.

Es en el siglo XV, cuando aparecen por primera vez medios mecánicos para escribir sobre papel. Probablemente, el tipo metálico móvil fue producido por primera vez en la Real Fundición de Tipos de Corea, en 1.403. Seis años más tarde se imprimió un libro utilizando tales tipos. En Europa no hay pruebas de que se utilizara la imprenta, al menos como la conocemos hoy, antes de 1.439. Fue un alemán Johannes Gutenberg, que trabajaba en Estrasburgo, quién desarrolló la imprenta de tipos móviles. En 1.456 apareció el primer libro impreso digno de este nombre. Fue una Biblia en latín, impresa en Maguncia por él y sus asociados. No se sabe cómo fabricó sus tipos, pues hasta casi un siglo después, en 1.540, no aparece descrita la fundición de tipos en el libro de V. Biringuccio, *Della pirotechnia*, impreso en Venecia. Los tipos se hacían vertiendo metal fundido en una matriz de cobre, formada grabando una lámina de cobre con un carácter labrado en acero.

En la actualidad son tres los procedimientos principales de impresión: en relieve, en hueco y plana:

-En la impresión en relieve, las superficies (de letras y grabados) que reciben la tinta sobresalen de las zonas que han de quedar en blanco. La tipografía es un buen ejemplo de impresión en relieve, e incluye tanto la impresión por medio de planchas estereotípicas de una

sola pieza como mediante formas integradas a la vez por tipos de imprenta y grabados; éstos pueden ser bloques de metal, medias tintas o grabados de madera (xilografías) o linóleo. Para la impresión tipográfica se utilizan diversos tipos de máquinas: planas, planocilíndricas y rotativas. El papel es introducido en la máquina a mano o con un mecanismo alimentador que toma hojas de papel de una pila o de una bobina.

-La impresión en hueco es una impresión en relieve "al revés". La tinta se deposita en las cavidades hechas sobre la superficie de la plancha impresora, mientras la zona que debe quedar en blanco es limpiada de tinta. El principal sistema actual que utiliza este procedimiento es el huecograbado; en otras épocas se empleó para imprimir dibujos artísticos realizados sobre cobre o acero, así como aguatinas y grabados al aguafuerte.

-En la impresión plana, tanto la superficie que debe aparecer impresa como la que ha de quedar en blanco están en el mismo plano: la repulsión mutua del agua y la tinta grasa evita que ésta se deposite sobre las zonas humedecidas y queden en blanco. La litografía es un ejemplo de este tipo de impresión.

La impresión moderna a gran velocidad se lleva a cabo mediante rotativas, alimentadas con papel continuo procedente de una bobina. Las formas que han de imprimir se disponen sobre una superficie plana, con los tipos del texto y los grabados de la ilustración. Sobre la forma se coloca una hoja plana de cartón previamente humedecido, en la que por presión se obtiene una matriz. Ésta se introduce en un molde semicircular, por lo que cuando se vierte metal fundido entre la matriz y el molde se obtiene un estereotipo en forma de teja. Se pulen los bordes, se rebajan las zonas que han de quedar en blanco y se lima el interior del estereotipo hasta que forma un semicírculo perfecto; después se colocan dos estereotipos en cada cilindro impresor de la prensa. Así se obtiene una superficie impresora circular.

El huecograbado moderno emplea técnicas fotográficas para obtener planchas o cilindros de cobre destinados a imprimir. Las pruebas positivas del texto y las ilustraciones se transfieren fotográficamente a una hoja de papel cubierta de gelatina; la cual una vez revelada y colocada sobre un cilindro de cobre, formará un dibujo resistente a los ácidos. Los cilindros así grabados se colocan en una rotativa de huecograbado que funciona de manera semejante a como lo hace una rotativa tipográfica.

El offset es un perfeccionamiento de la litografía. Se trata de preparar la imagen a imprimir de manera que se transfiere fotográficamente a una plancha flexible de aluminio o cinc, para poder adaptarla alrededor del cilindro impresor de una rotativa muy rápida. El cilindro impresor no imprime directamente sobre el papel, sino sobre otro cilindro, que será el impresor. Por ello, se le llama también impresión plana indirecta.

La fotocomposición que se difundió en 1.955, sustituyó progresivamente a los procedimientos que usan el metal para formar los textos a imprimir, aunque para titulares, aún se utilizan sistemas manuales. Se trata de un procedimiento que en el que el almacén de signos y caracteres se hallaba originariamente en discos o en películas y las instrucciones en cinta perforada o en cinta magnética. Las fotocomponedoras producían películas positivas o negativas adecuadas para la preparación fotomecánica de las planchas impresoras, y presentan la ventaja de que el tamaño de cualquier tipo de letra puede ser ampliado o reducido fotográficamente con gran facilidad. En la actualidad, la fotocomposición está dotada de los últimos avances informáticos, de forma que todos los elementos son tipo multimedia, componiendo imagen y texto.

En 1.987 apareció la primera máquina de escribir con éxito comercial. Esta máquina se impuso en los trabajos de oficina en los que era necesario una claridad en la escritura para que pudiera ser leído por cualquiera sin dificultad. Alrededor de 1.935 se lanzó al mercado la primera máquina de escribir eléctrica.

Ante la multiplicación de los negocios a gran escala que exigían una cantidad grande de documentación y de copias del mismo original se desarrollaron sistemas de multicopia, que han ido evolucionando hasta la moderna fotocopidora. El primer sistema fue el hectógrafo o multicopista de alcohol, que se basaba en un cliché que se dibujaba a mano o se

mecanografiaba, con tintas sintéticas de colores de anilina, se comprimía con un rodillo sobre una capa de gelatina y sobre esta se presionaba un papel humedecido en alcohol. Se podían sacar hasta 100 copias del cliché. Un perfeccionamiento de este sistema fue el duplicador rotativo, que sustituye la impresión en gelatina con rodillo, por una hoja de papel intermedia o "de transfer", cubierta con una capa de cera con tinta de anilina y se graba a la vez que se hace el original. El siguiente paso que ya podía obtener más de 1.000 copias de un mismo cliché, es la máquina duplicadora de tinta, o mimeógrafo. En los años 60 se introdujeron las fotocopadoras fotostáticas, que en su momentos significaron una pequeña revolución, en el mundo de las multicopistas. El término xerocopia que al principio era una marca registrada, durante mucho tiempo fue el aplicado a sistemas comercializados por varias empresas. Se basan en el fenómeno de la fotoconductividad. Se electrifica un rodillo o una plancha. Sobre ella se proyecta el original con un sistema de luz y lentes para enfocarlo. La plancha pierde la electricidad en la zona barrida por la luz por conducción. Luego se espolvorea con una sustancia, el toner, que se adhiere a las zonas electrificadas formando la imagen. El papel se presiona contra el rodillo que le transfiere la imagen y se fijan los polvos mediante calor. Este sistema con muchas mejoras mecánicas y ópticas es el que ha llegado a nuestros días. Actualmente existen máquinas que permiten realizar copias en color de gran calidad.

Con la aparición de la informática y la generalización en el uso de procesadores de textos combinados con impresoras conectadas al ordenador, las máquinas de escribir casi han desaparecido del trabajo de las oficinas. Y no sólo eso, sino que la evolución en la calidad de impresión de dichas impresoras, hace que para muchos trabajos de un alcance limitado, sea más práctico sacar varias copias directamente del ordenador que fotocopiar el original, con lo cual el uso de fotocopadoras de pequeño tamaño, también está llamado a extinguirse. Las fotocopadoras quedan para trabajos de gran volumen o de gran calidad.

2. MEDIOS AUDIOVISUALES.

Desde la aparición del fonógrafo, máquina inventada por Thomas A. Edison en 1.877, que convertía las variaciones de la presión del aire, producidas por las ondas sonoras, en un registro mecánico mediante un punzón que grababa un surco de profundidad variable sobre una lámina de estaño, ya se ha podido almacenar información sonora de manera reproducible a voluntad. En 1.894, se creó la primera fábrica de fonógrafos, en los que la lámina de estaño había sido sustituida por un cilindro de cera dura. Paralelamente, un alemán afincado en Washington D.C. Emil Berliner, patentó en 1.887 un gramófono, en el que se usaba un disco plano en vez de un cilindro. En el 1.900, la grabación en profundidad variable se sustituyó por la grabación lateral, en la que un surco hacía vibrar lateralmente la aguja. Y con el advenimiento del disco de baquelita, "impreso" a partir de un negativo de la grabación original, el gramófono se hizo muy popular.

La forma de grabación y reproducción eran totalmente mecánicas y de pobre calidad, hasta que la invención en 1.906 de la lámpara triodo abrió el paso a la grabación eléctrica que para los años 30 ya conseguía buena calidad a 78 rpm. En 1.948, la compañía americana Columbia probó con éxito un disco "irrompible" de plástico (vinilo), y los discos con microsurco a 33 $\frac{1}{2}$ y 45 rpm se generalizaron. En 1.958 se inventó el disco estereofónico con dos pistas gemelas de sonido en cada surco destinada a cada uno de los oídos del oyente. Estos discos han llegado hasta nuestros días en los que los compact-disc de grabación y reproducción digital los han sustituido.

La BBC buscaba un sistema en los años 20 para poder emitir el mismo programa para distintos países y a distintas horas. En 1.931 consiguieron grabar las ondas sonoras transformadas en trazas electromagnéticas sobre una cinta de acero de 6 mm de ancho, y que luego permitía reproducir lo grabado. En 1.929, en Alemania, se presentó una cinta flexible de material aislante provista de un recubrimiento magnetizable. La empresa alemana AEG desarrolló este invento y en 1.935 exhibió en Berlín el Magnetopitone, el primer grabador moderno de cinta. Posteriormente se desarrolló la cinta estereofónica, con dos pistas separadas

en un mismo soporte. La desventaja de estas cintas de bobina era su vulnerabilidad y la incomodidad del enrollado. Para evitarlo se introdujeron el cartucho y la cassette: el primero con una sola bobina de cinta magnética continua, y la segunda con dos bobinas pero en pequeño tamaño, autoenrollables y protegidas del exterior. Esto ha permitido la grabación de sonidos autónoma en pequeños aparatos portátiles al alcance de cualquiera.

En 1.826, Niepce obtuvo la primera fotografía en una cámara oscura. Había nacido el primer sistema de transmisión de información visual. Al principio sólo se podía obtener un original único hasta que en 1.839 Talbot desarrolló el negativo. En 1.861 se exhibió el primer proceso de fotografía en color. En 1.888, el estadounidense George Eastman introdujo la cámara Kodak y llevó así la fotografía al hombre de la calle. En 1.924 se introdujo la Leica, cámara miniatura diseñada originalmente para probar películas de cine de 35mm, y en 1.925 la invención de la lámpara flash liberó la fotografía de la dependencia de la luz solar o iluminaciones artificiales especiales. Desde entonces, las cámaras han ido perfeccionándose en cuanto a sistemas de control, calidad de fabricación y facilidad de manejo, pero los elementos son los mismos.

En 1.895 se produjo la primera función de un nuevo invento: el cinematógrafo. Era un sistema basado en la técnica fotográfica, en el que se tomaba una secuencia continua de imágenes que se podían reproducir como se produjeron. Al principio fue llamativo el propio invento. Luego se empezaron a rodar películas con argumento, primero obras de teatro y posteriormente escritas ex profeso para ellas. Había nacido el cine. Desde muy pronto, también se utilizó esta técnica para informar, registrando hechos que luego se podían proyectar para que personas que no estuvieron en directo pudieran observarlos: habían nacido los noticiarios. A mediados de los años 20 apareció un sistema de sonido sincronizado, que unía las imágenes mudas con discos de baquelita que las aportaban sonido. En 1.930, el sonido ya se incorporaba en la propia película, y a mediados de dicha década, las películas ya se podían filmar en color. La evolución del cine ha ido por la calidad de imagen, el tamaño de las pantallas, la calidad del sonido, y en los últimos años, hacia los efectos especiales. En cuanto a la parte de noticiario, durante las dos décadas de 1.930 y 40, con especial importancia durante la Segunda Guerra Mundial, fue el medio de hacer llegar al gran público las imágenes de los hechos de actualidad. En España, el NO-DO ha llegado hasta la década de los 70. Sin embargo, la aparición en 1.936 de la televisión, y su expansión a partir, sobre todo, de la década de los cincuenta, con la posibilidad de noticias en directo y en la propia casa de cada uno, sustituyó al cine en esa función informativa.

3. MEDIOS INFORMÁTICOS.

Lo que ha supuesto la informática en el campo de la transmisión de la información ha sido una verdadera revolución, por varias razones: su capacidad de almacenamiento de datos en su memoria, como se ha visto antes; su capacidad de procesamiento de dichos datos, tanto en cantidad como en velocidad; su facilidad de combinación con otros elementos de la técnica como la red telefónica, a través de dispositivos como el MODEM, que permiten enviar datos de un punto a otro alejado miles de kilómetros a la misma velocidad que si estuvieran en la misma habitación, lo cual ha revolucionado las formas de trabajo en muchos campos, como las redacciones de los periódicos, por ejemplo; su accesibilidad al gran público ya que los precios de los microordenadores están bajando continuamente y ya están al alcance de todas las economías. En la última fase de expansión, de los sistemas de transmisión de la información se encuentran dos hitos característicos y fundamentales: la aparición de los sistemas multimedia con tecnología digital, ya comentados, y la aparición de redes de comunicaciones a nivel mundial como la INTERNET, que permiten el acceso directo a cualquier base de datos conectada a dicha red, en cualquier parte del mundo y a un coste de llamada telefónica. No es de extrañar que empiece a acuñarse un nuevo término para referirse al mundo: la aldea global.

Entre otros los dispositivos de almacenamiento de datos digitales son CD-ROM, DVD-ROM, y ya a nivel doméstico se dispone de grabadoras de ambos formatos, impresoras, etc.