

SOBRE EL DESARROLLO PASADO Y FUTURO DE LA TELEGRAFIA

Por:

DR. JULIO FLOREZ PLAZA

1. *Introducción*

Existe, en cierto modo, una falsa idea, bastante generalizada, sobre la naturaleza de la Telegrafía, que se considera como una actividad en decadencia. Para rechazar este falso concepto y dar una idea de la evolución y posibilidades crecientes de la Telegrafía se han escrito estas breves notas.

La civilización ha experimentado siempre la urgente necesidad de crear y desarrollar sistemas de comunicación, seguros, rápidos y baratos. La influencia recíproca del desarrollo de las comunicaciones y los adelantos de las investigaciones técnicas resulta evidente y, en mi opinión, ha llegado ya el momento de que los historiadores estudien las contribuciones que el adelanto de las comunicaciones han aportado al progreso humano.

Durante siglos el hombre se esforzó por mejorar su sistema de comunicaciones y para ello ideó curiosos dispositivos a base de humo, campanas, banderas, cañones, etc. El uso de banderas y diferentes formas de semáforos se extiende desde el siglo XIII al siglo XIX y aún hoy encuentra empleo en ciertos casos; y algo análogos sucede con el Heliógrafo.

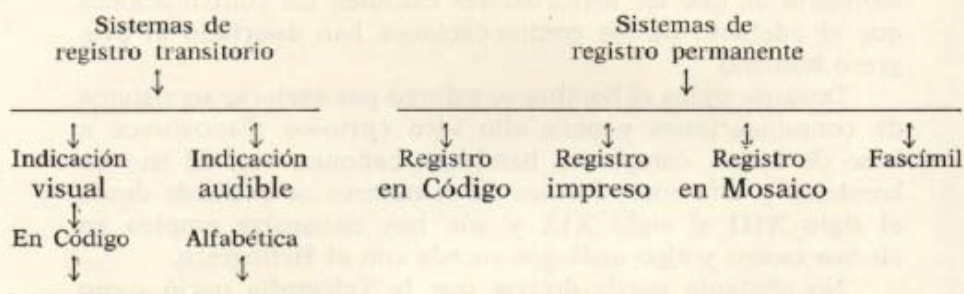
No obstante puede decirse que la Telegrafía nació como ciencia con el descubrimiento de la Electricidad.

Para muchas gentes, el posterior advenimiento de la Telefonía debería haber puesto la desaparición de la Telegrafía; pero contrariamente a estas predicciones, la experiencia ha demostrado que la Telefonía y la Telegrafía no son sistemas competitivos, sino que cada una tiene su campo propio de expansión, y que en la mayoría de los casos estos campos son complementarios.

La telegrafía tiene la ventaja única de suministrar un registro permanente de la inteligencia transmitida; y en muchas circunstancias esto es esencial. Por otra parte, para una misma anchura de banca ocupada el número de palabras por minuto enviadas telegráficamente, es muy superior a lo que puede hacerse en telefonía, y este hecho tiene una importancia económica grande. Los últimos años han visto un enorme desarrollo de los servicios telegráficos en todo el mundo y esta tendencia no parece disminuir.

2. Desarrollo histórico

a) Se han dado muchas clasificaciones diferentes de los sistemas telegráficos pero para dar idea de la evolución de estos sistemas a través del tiempo, me parece útil, la clasificación que sigue:



b) El primer sistema práctico de Telegrafía fue el ideado en 1837 por Wheatstone y Cooke con el nombre de sistema de las cinco agujas, en el cual cinco agujas, controladas por señales enviadas por cinco líneas diferentes, se desplazaban sobre cinco esferas. Este era pues, un sistema de registro transitorio, con indicación visual en código. Este sistema, muy caro, pues empleaba un elevado número de líneas, evolucionó muy rápidamente hacia un sistema con dos agujas, y después con una sola aguja. Este sistema empleaba el código Morse, mediante corrientes de dos sentidos diferentes (puntos y rayas) que daban lugar a desviaciones en sentidos opuestos de la aguja. El sistema era robusto, relativamente barato y soportaba distorsiones importantes, sin producir errores; pero la velocidad de transmisión era pequeña. Esta dificultad se obvió un tanto, transformando el sistema, en sistema de indicación audible, mediante la colocación de dos topes, uno de marfil y otro metálico, sobre los que golpeaba la aguja produciendo sonidos diferentes según el sentido de la corriente. Aún se perfeccionó esto mediante la inserción de dos electroimanes que accionaban dos martillos que golpeaban dos campanas de sonidos diferentes.

c) La experiencia demostró en seguida que un operador medianamente experto, distinguía fácilmente el punto y la raya del código Morse de acuerdo con la duración de los impulsos eléctricos, que movían una palanca cuyo golpeteo era claramente audible. Más tarde ese seco golpeteo se transformó en tonos de audiofrecuencia modulados por la transmisión.

Este sistema duró muchos años y aún hoy se emplea a veces la recepción Morse "a oído" para dar indicaciones de Servicio, en reparaciones de líneas averiadas, a bordo de pequeños barcos pesqueros, etc.

Desde los primeros momentos los operadores recibían sin dificultad, señales transmitidas con una velocidad de 30 palabras por minuto.

d) Un sistema de indicación visual alfabética, fue ideado por Wheatstone en 1840 con el nombre de sistema A.B.C.

En este sistema se enviaban señales de corriente alterna de modo que media onda significaba un impulso. Se utilizaban 15 ciclos completos para transmitir 30 símbolos, entre letras y signos. El paso de una letra a la siguiente significaba la transmisión de media onda y el movimiento de una aguja receptora que iba señalando sobre una esfera las letras recibidas. El movimiento de la aguja se hacía siempre en el mismo sentido, de modo que para pasar de la letra A a la B bastaba transmitir media onda pero pasar de la letra B a la A se hacía necesario transmitir 14 ondas completas. La separación entre palabras se indicaba transmitiendo el símbolo cero.

El sistema era robusto y no necesitaba operador especializado, pero la velocidad era lenta (15 palabras por minuto) y el trabajo del operador extremadamente fatigoso. Por estas razones el sistema desapareció por completo.

e) La recepción en todos los sistemas de registro transitorio resulta fatigosa y esta fatiga da lugar a errores frecuentes. Esto obligó a desarrollar sistemas de registro permanente en los que la transmisión puede hacerse a velocidades grandes y la "traducción" de lo recibido puede hacerse más despacio, con lo que el rendimiento de los circuitos aumenta grandemente.

El primero de estos sistemas, debido a Morse, fue ideado en 1837 y empleado por primera vez de Baltimore a Washington en 1844. El transmisor era una placa formada por barras metálicas de diferentes longitud, de acuerdo con el código Morse; al pasar un punzón sobre las barras se transmitían impulsos eléctricos de diferente longitud, que accionaban, en el otro extremo de la línea, un estilete que hacía cortes de diferente longitud, en una cinta que se movía a velocidad constante. Esto fue mejorado usando papel tratado con una solución química que se decoloraba al pasar el estilete.

f) Los cables submarinos, en sus comienzos, usaron el sistema llamado "Siphon Recorder", que, esencialmente, constaba de un Galvanómetro de cuadro móvil que movía un estilete impregnado en tinta; la desviación del estilete era así proporcional a la intensidad de la corriente; se dibujaban, por lo tanto, sobre la cinta móvil de papel señales fácilmente identificables.

g) Un instrumento de registro permanente en código, que aún se emplea, es el ondulator. Este aparato no es más que una variedad, más robusta, pero menos sensible, del Siphon Recorder. Con este instrumento se pueden recibir, sin errores, hasta 300 palabras por minuto.

h) La conveniencia de sustituir los operadores especializados, naturalmente caros por otros más baratos, condujo desde muy temprano a intentar la recepción en caracteres impresos. Los primeros intentos se remontan a 1832, pero los primeros resultados, realmente eficaces, fueron obtenidos por Hughes en 1855.

En este sistema, los dispositivos transmisor y receptor giran sincronicamente; y la transmisión de cada carácter se efectúa por el envío de un solo impulso, de igual duración para todos ellos, pero separados por intervalos diferentes.

Este sistema, hoy completamente desaparecido, fue empleado con mucho éxito durante muchos años. Su velocidad de transmisión era de 30 palabras por minuto.

i) De todos los sistemas, hoy desaparecidos, el que quizás supuso un cambio más profundo y ejerció una mayor influencia sobre el desarrollo de las técnicas telegráficas fue el sistema Baudot, que se empleó en Francia y otros países europeos, durante un período que comenzó en 1874 y no empezó a declinar hasta 1935. Este sistema era un sistema Múltiple por división de tiempo, que utilizaba perfeccionamientos mecánicos introducidos por sistemas anteriores, como el Hughes. En este dispositivo varios operadores utilizaban, por turno, la línea durante el tiempo necesario para transmitir una letra, en un código de 5 unidades.

En cada extremo de la línea se colocaba un distribuidor, provisto de un anillo dividido en cuatro sectores, aislados entre sí, a cada uno de los cuales estaba conectado un operador. Un brazo giratorio, provisto de una escobilla, iba recorriendo, sucesivamente, los cuatro sectores. Los dos distribuidores se mantenían sincronizados, mediante ingeniosos dispositivos eléctricos. El sistema presentaba el inconveniente de necesitar operadores especializados, que debían guardar la cadencia

necesaria en la transmisión. Cada operador podía transmitir, manualmente, a 30 palabras por minuto, con lo cual el rendimiento de la línea alcanzaba las 120 palabras por minuto.

El sistema fue posteriormente perfeccionado por la adopción de sistemas de transmisión automática; y la idea básica no ha sido nunca abandonada, sino que es hoy extensamente empleada con los equipos MUX electrónicos que fabrican las casas Hadler, Philips, Siemens, Marconi, R.C.A., etc.

j) A la vez que con la recepción en registro permanente se eliminaba la fatiga del operador de recepción, mediante la adopción de sistemas transmisión automática, se eliminaba la fatiga de la transmisión manual, que para aprovechar completamente la línea, debía siempre efectuarse a la velocidad máxima posible.

La primera forma práctica de transmisión automática fue ideada por Wheatstone hacia 1867. En este sistema, el operador, mediante una máquina de escribir especial perforaba una cinta, con agujeros iguales, situados a uno u otro lado de la línea central de la cinta, según que se tratara de representar puntos o rayas del código Morse. Un transmisor automático exploraba, mediante unas agujas, la presencia o ausencia de estos agujeros y los convertía en impulsos eléctricos transmitidos a la línea.

k) Un dispositivo análogo al anterior pero utilizando un código de cinco unidades, diferente al Código Baudot, y empleando la recepción en página, fue el llamado sistema Murray que apareció hacia 1901 y fue perfeccionado por el sistema Morkrund que trabajaba a velocidades superiores a las 65 palabras por minuto.

l) El más rápido de los dispositivos transmisores automáticos fue ideado con el nombre de sistema Siemens-Halske. Este sistema estuvo en uso hasta 1939 y podía transmitir a 166 palabras por minuto utilizando un código de cinco unidades, diferente de los códigos Baudot y Murray.

m) Los sistemas síncronos, con sus complicaciones, fueron desplazados por los sistemas de arranque y parada, en los que cada señal de código va precedida por una señal de arranque

y seguida por una señal de parada, con lo que el muy exacto sincronismo de los equipos transmisores y receptores no resulta necesario y pueden eliminarse los dispositivos correctores.

El código empleado es un código de cinco unidades, el impulso de arranque tiene la duración de un elemento, y el de parada la duración de uno, o uno y medio elementos.

En reposo el transmisor envía, de modo continuo; la condición correspondiente a la señal de parada.

Estos sistemas conocidos como Teletipos, revolucionaron la moderna Telegrafía y eliminaron, prácticamente, todos los otros sistemas. Emplean la transmisión manual y la automática así como la recepción en cinta, en página o en cinta perforada y son sobradamente conocidos los equipos que fabrican las casas Siemens, Creed, Teletype, Ilivetti, etc.

Los primeros equipos fueron ideados por Krumm, hacia 1907, y comenzaron a aplicarse con el nombre de sistema Morkrund, hacia 1920.

La velocidad normal de los teletipos es de 50 baudios aunque ya se fabrican Teletipos con velocidades de transmisión superiores.

n) La impresión en Mosaico fue utilizada por el sistema Siemens-Hell, que utilizaba la impresión de pequeños rectángulos, dispuestos según secuencias, que seguían líneas verticales, de tal modo que se dibujaban letras mayúsculas; con esto se conseguía una recepción a poca velocidad pero que soportaba sin errores, distorsiones muy fuertes.

o) Fascímil es el nombre genérico empleado para describir los sistemas telegráficos en los que se desea escribir una copia lo más fiel posible del original transmitido; hoy se emplean en la transmisión de documentos manuscritos, mapas meteorológicos, telegrafías; etc.

3. *Líneas generales del desarrollo*

A lo largo del breve resumen anterior pueden observarse las siguientes ideas básicas, que provocaban los nuevos perfeccionamientos.

1º) Se ha intentado siempre eliminar el personal especializado, para utilizar personal más barato, y esto ha conducido a la adopción y perfeccionamiento de los sistemas de recepción impresa y transmisión automática.

2º) Se ha intentado siempre mejorar el rendimiento de las líneas, lo que condujo, por un lado a la adopción de sistemas rápidos como el Siemens-Halske y por otro lado a la adopción de sistemas múltiples como el Baudot.

Hoy son más frecuentemente empleados los sistemas múltiples por división de frecuencia que los sistemas múltiples por división tiempo y el empleo de sistemas multicanales por corrientes portadoras está totalmente generalizado. No obstante los dos tipos coexisten y se complementan en muchos casos.

3º) Por el lado de los circuitos, la Telegrafía comenzó utilizando hilos metálicos con vuelta por tierra, continuó con líneas de muchos hilos, cables de muchos pares, forrados de plomo o plástico, y hoy utiliza cables coaxiales o sistemas de microondas que permiten la transmisión de un número muy elevado de canales.

4º) Un reto aceptado pronto por los técnicos, fue la Telegrafía Transoceánica. Todo el mundo la conoce, un tanto romántica, iniciación de los trabajos de los cables submarinos, que hasta la aparición de las ondas cortas como canales útiles de información, dominaron de modo absoluto la transmisión a larga distancia. El elevado costo de mantenimiento e instalación de estos cables hizo creer, en un cierto momento, que serían abandonados en el futuro; pero los nuevos tipos de cable, que permiten la transmisión de un enorme número de canales, nos han demostrado lo contrario.

5º) Como es sabido la Radiotelegrafía, que comenzó utilizando ondas largas, alcanzó su desarrollo principal con el empleo de las ondas cortas.

Las dificultades de propagación, características de este tipo de ondas, condujeron a perfeccionamientos muy importantes, desde el punto de vista científico; como el estudio, a fondo, del comportamiento de la ionosfera y de la influencia

de las manchas solares para la determinación de las frecuencias óptimas de trabajo; la investigación de cada vez más eficaces tipos de antenas dirigidas; la adopción de equipos de recepción en doble o tripe Diversity de espacio o de frecuencia; la adopción de sistemas de manipulación por desplazamiento de frecuencia o por frecuencia modulada; la invención de los Emisores y receptores de Banda lateral única; y otros tantos perfeccionamientos sucesivos; que han conducido a que hoy los circuitos transoceánicos y a muy larga distancia, resulten útiles en más del 80% del tiempo total.

Los equipos terminales, en Radiotelegrafía, han sido los mismos que en la comunicación por conductores, con la diferencia de que, en este caso, la utilización de la recepción a oído, la transmisión manual, los onduladores y los sistemas Morse rápidos ha durado más tiempo. Hoy los Teletipos han sustituido, también en este caso, a todos los otros sistemas.

En un comienzo se utilizó en Radiotelegrafía un equipo Receptor y un equipo Transmisor para cada canal, lo que naturalmente resultaba antieconómico. El enorme crecimiento de la demanda, condujo a la investigación de los métodos de transmisión de varios canales por un solo sistema Transmisor-Receptor. Los equipos multiplex por división de frecuencia han sido empleados en Inglaterra y Rusia pero la invención del código de Van-Duuren para la detección automática de errores, y el perfeccionamiento de los equipos RQ para la corrección automática de los mismos han impuesto los equipos Multiplex por división de tiempo que se utilizan hoy, junto con los equipos de Banda lateral única, para obtener de un solo Sistema varios canales Telefónicos y Telegráficos.

6º) Una circunstancia fácilmente observable en el desarrollo Telegráfico es el hecho de que ninguna idea puede considerarse como definitivamente abandonada, pues siempre reaparece, a un nivel superior, a medida de los nuevos avances de la Ciencia. Este hecho, hace interesante, para cualquier técnico, el estudio de los avances de la Telegrafía a través del tiempo.

4. *Perspectivas del próximo futuro*

En mi opinión, es posible avanzar hoy las siguientes previsiones:

1º) El número de Servicios Telegráficos, públicos y privados aumentará considerablemente en los días venideros.

Todas las previsiones que se hicieron para los Servicios Telex, Nacionales e Internacionales, han resultado muy cortas, en casi todos los países del mundo, y hoy las redes Telex cubren casi el mundo entero.

El número de canales telegráficos arrendados, total o parcialmente, por entidades Estatales o Privadas (NASA, Fuerzas Armadas, Bancos, Compañías Aéreas o de Navegación, etc.) aumentará considerablemente.

2º) Aunque esto puede resultar discutible, en mi opinión, la tendencia a la Nacionalización de los Servicios de Comunicaciones aumentará en todas partes debido a la enorme transcendencia política y estratégica que estos Servicios alcanzarán. A mi parecer el tipo Administrativo que tendrá mayor éxito, en el próximo futuro, es el de las Compañías Para-Estatales, es decir, Compañías que funcionen como Compañías Privadas pero cuya propiedad, mayoritaria o total, pertenezca al Estado, y por lo tanto estén controladas por el mismo en todo instante.

3º) La variedad de tipos de Servicio ha de aumentar también; crecerá la demanda en lo que se refiere a la transmisión de mapas, telefotografías y tarjetas perforadas para máquinas calculadoras y aparecerán nuevos tipos de demanda.

4º) La enorme congestión de las bandas de Radiofrecuencia conducirá a investigar el aumento de las posibilidades de transmisión. Espero el fuerte desarrollo de los sistemas de transmisión por "dispersión" empleando potencias elevadas, logran transmitir a distancias relativamente grandes, frecuencias muy elevadas.

Se generalizará el empleo de los cables Hertzianos y continuará la modernización y empleo intensivo de los Cables Submarinos.

5º) Se continuará la investigación y ensayo de nuevos tipos de transmisión rápidos análogos al Ultrafax que, empleando principios de Televisión, logra transmitir un extraordinariamente elevado número de palabras por minuto.

6º) Continuará el proceso de automatización de las centrales Telegráficas, ya muy avanzado, mediante el empleo de modernos dispositivos (Memorias magnéticas, etc.).

Este proceso conducirá a la rápida disminución del personal no técnico necesario; pero también al aumento del número y calidad de técnicos de instalación y entretenimiento. En mi opinión esto hará necesario el rápido aumento del número de Escuelas de preparación de Técnicos, no superiores, pero muy especializados. Estas Escuelas serán fundadas por las Compañías Explotadoras, por los Gobiernos, o muy probablemente por la colaboración de ambos.

7º) Los nuevos avances de la Ciencia proporcionarán nuevos métodos posibles de trabajo.

Una influencia considerable y los equipos a base de satélites estáticos (que se muevan con la misma velocidad de la tierra) o móviles; pasivos (simples reflectores) o activos (repetidores y regeneradores), que ya han comenzado a funcionar experimentalmente, se harán cosa normal en el funcionamiento Telegráfico. Este hecho puede conducir incluso, a una cierta internacionalización de algunos tipos de Servicio debido a la utilización de los mismos elementos por muchos países a la vez.