

*El telégrafo óptico 1790-1850:
Estudio crítico comparativo de los diferentes
sistemas de transmisión utilizados*

JOSÉ MARÍA ROMEO LÓPEZ

E.U.I.T. Telecomunicación, Madrid

Los dos aspectos que pueden distinguirse en el concepto de Telecomunicación han evolucionado de forma diferente. La Tecnología empleada para construir los equipos ha seguido la evolución progresiva de la ciencia y la técnica. Sin embargo, en la evolución de los procedimientos para constituir el enlace y transportar la información se observan verdaderos ciclos repetitivos.

Así, del telégrafo óptico se pasa a las líneas alámbricas; con la radio se vuelve al medio inmaterial; las microondas se aplican primero a los cables coaxiales y posteriormente a los radioenlaces y comunicaciones por satélites, y el láser y la fibra óptica están a punto de volver al enlace óptico. En cuanto al transporte de la información, el semáforo impone la necesidad de un código muy sofisticado, el telégrafo eléctrico simplifica el código y la telefonía le hace innecesario, pero el teletipo y la informática vuelven nuevamente a utilizar códigos, alguno derivado de los del semáforo.

Parece, por tanto, interesante, en este momento en que las dos vertientes expuestas convergen hacia los principios del telégrafo óptico, tratar de profundizar en su conocimiento, olvidado totalmente como consecuencia del tremendo impacto de su sucesor el eléctrico, pero cuyas torres aún perduran al borde de las carreteras y, en el mapa topográfico de España, dando incluso nombre a los «cerros del telégrafo».

El telégrafo óptico se inicia en Francia en 1794 y se extiende por toda Europa durante el siglo XIX. Varios países intentaron sistemas propios, pero los abandonaron y adoptaron el francés inventado por Chappe, salvo Inglaterra que mantuvo el suyo debido a Murray y cuyo código es la base de los actualmente empleados en teletipo y transmisión de datos.

En España, la primera línea de telógrafo óptico se inaugura en 1846, entre Madrid e Irún, y en los ocho años que transcurren hasta 1854, en que se electrifica esta misma línea, se construye una red tan extensa como la que había logrado Francia en más de cincuenta años. El sistema adoptado, debido a José María Mathé, consta de un aparato y un código originales y diferentes a los de Chappe y Murray, en su concepción y filosofía.

Aún cuando este trabajo parezca abordar un tema de tecnología más que de ciencia, y es cierto que surge dentro del entorno de aquélla, el aspecto que vamos a tratar, el del software en informática, es posiblemente el más moderno de la ciencia.

Para el desarrollo del trabajo vamos a utilizar, en cierto modo, las reglas y razonamientos de la exégesis o hermenéutica, utilizando el material bibliográfico existente sobre el tema.

Existe una amplia bibliografía francesa dominada por el espíritu de lo que se ha llamado «chauvinismo». Prácticamente sólo existe una obra española, el Tratado de Telegrafía, de Antonio Suárez Saavedra, de 1880, dominada a su vez por la euforia del telógrafo eléctrico y que simplemente pasa revista a los sistemas ópticos sin comentarios ni valorarlos comparativamente.

Esta situación ha dado lugar a que cuando, posteriormente, con ocasión de las conmemoraciones de centenarios, se ha hecho referencia a la historia del telógrafo óptico, consultando la bibliografía existente, se haya enfatizado el sistema de Chappe, hasta el punto que en alguna conmemoración española se ha mostrado una torre con dicho sistema y no el español.

En el trabajo hermenéutico empleado se observa en la obra de Louis Naud, «Histoire de la Telegraphie en France, depuis ses origines jusqu'à nos jours», París, 1890, que en el capítulo VII «La Telegraphie arien a l'étranger: les telegraphes en Suède, en Angleterre, en Allemagne, en Danemark, en Belgique, en Russie, en Egypte, en Tunisie, en Turquie», se pone de manifiesto como el mejor sistema fue el de Chappe, hasta el punto de que los países que intentaron uno propio tuvieron que abandonarlo y adoptar el francés, que acabó siendo el único, salvo Inglaterra que mantuvo el suyo a sabiendas de su inferioridad y «acomplejada» por ello se volcó en el desarrollo de la telegrafía eléctrica siendo ésta la justificación de que el primer sistema de este tipo fuese inglés.

Sin embargo, en esta obra, escrita en 1880 en Francia, no se cita el sistema español de telegrafía óptica, en servicio desde 1846 (1), con una extensa red de líneas que cubrían tantos kilómetros como la francesa y que conectaba con ella en Irún y La Junquera. ¿No será la razón de esta

(1) *Gaceta de Madrid*, 3 de octubre de 1846 y 27 de febrero de 1848.

omisión que de este sistema no se podía demostrar que fuera inferior al francés y que, desde luego, en ningún momento se pensó en sustituirle por él?

Vamos, a continuación, a describir los diferentes sistemas y a hacer la crítica y comparación de cada uno de ellos.

El francés Chappe idea su sistema en 1790. Consta de un mástil en cuyo extremo superior puede girar un travesaño de cuatro metros de longitud, denominado regulador; este elemento tiene en sus extremos otros dos travesaños giratorios de dos metros de longitud, denominados indicadores (figura 1) (2).

Cada indicador puede adoptar ocho posiciones, separadas entre sí 45°, suficientemente diferenciables a la distancia de observación; no obstante, para evitar errores, no se emplea la que se solapa con el regulador. Por tanto, quedan siete posiciones útiles que dan lugar a cuarenta y nueve combinaciones entre los dos indicadores. A su vez, el regulador puede adoptar cuatro posiciones que elevan a ciento noventa y seis el número de combinaciones posibles.

Posteriormente se simplifica el sistema no utilizando las posiciones inclinadas del regulador, con lo que el número de combinaciones se reduce a noventa y ocho. A cada una de estas combinaciones se hace corresponder una sílaba, adoptando un código similar al de la taquigrafía. No hemos encontrado la razón, posiblemente por dificultad de codificación, por la que este sistema se sustituyó inmediatamente por otro a base de un diccionario o vocabulario de 9.999 palabras, cada una de las cuales se representaba por un número. La mayor parte de las palabras necesitaban, evidentemente, cuatro cifras, más otra de separación, es decir, cinco signos en total por palabra.

En 1795 el Gobierno urge a Chappe a que aumente la velocidad de transmisión y éste adopta un sistema que Naud califica como «un des plus parfaits que nous connaissions», consistente en un diccionario de noventa y dos páginas, con noventa y dos palabras en cada página, es decir, 8.464 palabras en total. Para cada palabra sólo son necesarios, pues, dos signos, uno que identifica la página y otro la palabra dentro de ella. Para aumentar la capacidad se preparan tres diccionarios: uno de palabras, otro de frases correspondientes a la guerra y a la marina, y otro geográfico, siendo simplemente necesario transmitir al principio del mensaje el número del código utilizado.

En 1830 la Administración Telegráfica refunde los tres diccionarios en uno sólo, con ciento ochenta y cuatro páginas de ciento ochenta y cuatro palabras cada una que permite disponer de 33.856 palabras y expre-

(2) LOUIS NAUD, M. (1890), «*Histoire de la Telegraphie en France depuis ses origines jusqu'a nos Jours*», Paris, Bureaux du courrier des examens.

siones. Este procedimiento se mantuvo hasta el final de la vida del telégrafo óptico.

No está claro en la bibliografía consultada como era este diccionario, pero podemos deducirlo. La mitad de las expresiones precisarían tres signos, una cuarta parte dos, y la otra cuarta parte cuatro; por lo tanto, sería indispensable el uso de un signo de separación entre ellas, con lo cual la extensión media de cada palabra o expresión sería de cuatro signo. La utilización del signo de separación podría eliminarse igualando todas las expresiones con «signos a la izquierda», lo que llevaría también a una extensión de cuatro signos por palabra.

Bien, vamos entonces a analizar el sistema Chappe: No cabe duda que el mensaje que se trataba de enviar escrito puesto que procedía e iba dirigido a una autoridad y tenía que ser transportado a la estación telegráfica. Tampoco puede negarse que la unidad de información o «lenguaje» escrito es la letra. Las letras de abecedario son veintisiete y las cifras diez, más algún signo de puntuación u observación, se necesitan unas cuarenta y tantas combinaciones. Curiosamente los dos indicadores con el regulador quieto permitían cuarenta y nueve. Sin embargo, Chappe parte del regulador móvil, sin duda, la pieza más difícil de mover. Es evidente que basaba su sistema en la necesidad de rapidez que iba a satisfacer y, desde el primer momento, piensa en el lenguaje hablado tomando como unidades las sílabas. Esto lo confirma el hecho de que pretendió denominar a su invento Taquígrafo por la cualidad de velocidad; posteriormente se convenció que lo que realmente hacía era unir dos puntos distantes y se adoptó la expresión Telógrafo (3). Creo que no cabe duda que precisamente esta idea primogenia de taquigrafía es la que inmediatamente hay que abandonar y se pasa a un procedimiento de cifras en el que cabe preguntarse, ¿para transmitir diez signos se utiliza un dispositivo complicadísimo capaz de ciento noventa y seis? ¿No sería más indicado un dispositivo muy simple que permitiera sólo diez signos? Afortunadamente para Chappe la demanda de velocidad por el Gobierno le permite justificar nuevamente su dispositivo, aprovechando las noventa y ocho combinaciones con la composición del diccionario descrito. Pero veamos lo que suponía la transmisión de los cuatro signos necesarios para cada palabra o frase.

¿Cómo se identificaba cada uno de los noventa y ocho signos o posiciones del aparato? Caben tres posibilidades: dibujándolos, que serviría para identificar las páginas y líneas del diccionario y para codificar el mensaje, pero no para dictarlos el torrero que miraba por el catalejo al que manejaba el aparato; haciendo corresponder a cada uno un número, serviría para identificar páginas y líneas y, también, para dictado

(3) MIOT DE MELITO, M. (1858), «Memoires de», París.

entre torreros, pero le vemos el grave inconveniente de retener en la memoria un código de noventa y ocho números con el correspondiente riesgo de equivocación; y, por último, el que parecer ser que se empleaba, que consistía en describir las posiciones de los tres elementos que forman los signos (4).

Así, cuando los indicadores estaban hacia arriba se decía «cielo» y «tierra» cuando estaban hacia abajo. Para el regulador se emplearía vertical y horizontal. Para el ángulo que formaba el indicador se adoptó la expresión 0, 5, 10, 15, según que el ángulo que formaba con la horizontal fuera de 0°, 45°, 90° y 135°. Por ejemplo, el signo de la figura 1 sería: cinco cielo, diez tierra vertical.

Veamos ahora el manejo del aparato (figura 1). Este se hacía mediante dos manivelas en los extremos de una barra que giraba en su centro. Cada manivela correspondía a un indicador y se actuaba cada una con una mano; asiendo ambas manivelas se giraba posteriormente la barra que movía el regulador. Estos movimientos se transmitían mediante poleas y cables al aparato y, también mediante poleas y cables, y como un pantógrafo, éste reproducía los movimientos en un pequeño aparato que tenía a la vista el torrero con el cual comprobaba la correcta «construcción» del signo (5). No parece que los mandos tuvieran enclavamiento y resultaría muy difícil conseguir el esfuerzo para mover el regulador sin modificar los indicadores; es de suponer que éstos se corrigieran algo posteriormente con la referencia del repetidor.

Aún cuando puede parecer que, empleando ambas manos, es posible la actuación simultánea de los dos indicadores, no es así, ya que se seguía el dictado del torrero que observaba con el anteojó y, evidentemente, éste describiría las posiciones sucesivamente. Por tanto, para cada signo son necesarios tres movimientos sucesivos y el dictado de cinco palabras, así mismo, requiere la observación visual y reconocimiento de tres elementos. Admitiendo como composición media de las palabras, frases y términos geográficos la de cuatro signos, tenemos que para cada una de ellas eran necesarios:

- La observación de doce elementos.
- El dictado de veinte palabras.
- La ejecución de doce movimientos.

Pasemos al sistema inglés (6), derivado del sueco, pero indudablemente debido a Murray y cuya importancia ha sido decisiva en la telegrafía

(4) SUÁREZ SAAVEDRA, Antonio (1880), *«Tratado de Telegrafía y nociones suficientes de la Posta»*, 2.ª edición, Zaragoza.

(5) LOUIS NAUD, M., obra citada.

(6) SUÁREZ SAAVEDRA, A., obra citada.

moderna y en la teleinformática (figura 2). Constaba de un bastidor dividido en seis rectángulos, dentro de los cuales podía girar un disco adoptando las posiciones vertical u horizontal que correspondían a «visto» u «oculto», o sí o no. El signo de la figura sería: NO, NO, SI, SI, NO, SI. El número de combinaciones posibles es de $2^6 = 64$. Si se utilizaba, como en la telegrafía moderna, un código de correspondencia de combinaciones a letras, el número de signos necesarios para cada palabra sería de siete, ya que la composición media de una palabra es de seis letras más uno de separación. Si el código utilizado era semejante al francés mediante un diccionario, la composición más favorable de éste sería a base de 512 páginas, con 64 palabras en cada una, es decir, precisaría tres signos, dos para identificar la página y uno la palabra dentro de aquélla. Elimínándose la necesidad de separación, igualando con «signos a la izquierda» la extensión de las palabras.

Para cada signo era necesario efectuar la observación de seis elementos, dictar seis palabras y efectuar seis movimientos. En total, una expresión precisaría:

- 18 observaciones.
- Dictar 18 palabras.
- Efectuar 18 movimientos.

Y, por fin, veamos el sistema español, original de Mathé (7) (figura 3). Constaba de un bastidor con tres franjas negras alternadas con tres blancas más anchas, interrumpidas todas ellas en el centro, dejando una columna abierta por la que se movía verticalmente una pieza de altura igual a la de las franjas negras. Esta pieza, llamada indicador, podía adoptar doce posiciones con respecto a las franjas, según estuviera en el centro de las blancas, en estas tangente a una de las negras, abyacentes o coincidiendo con las negras. Estas doce posiciones correspondían a los signos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, m, x. Así, la posición que aparece en la figura, corresponde al signo 5. El movimiento del indicador se efectuaba por una driza o una cadena, a partir de un torno accionado por una manivela y de cuyo eje era solidario una gran rueda dentada dividida en doce partes, identificadas con cada uno de los signos (figura 4).

El diccionario estaba constituido por páginas en forma de tabla de doble entrada, con diez filas y diez columnas identificadas por cada una de las diez cifras. Los signos m y x se utilizaban para indicar la anulación y la repetición, respectivamente, del signo anterior. Para conseguir el mismo número de expresiones del de Chappe serían necesarias trescientas treinta y nueve páginas, de forma que cada expresión precisaba cinco signos, sin necesidad de separación, añadiendo «ceros a la izquierda».

(7) SUÁREZ SAAVEDRA, A., obra citada.

Veamos que se necesitaba para transmitir cada signo. Es evidente que, al utilizar números, la codificación y decodificación es más fácil y, por tanto, más rápida; en cuanto a la actuación de los torreros también es muy simple con la consiguiente rapidez y disminución de posibilidad de error. Precisa la observación de un elemento, el dictado de una palabra y, además, correspondiente a una cifra, de mejor interpretación, y un solo movimiento de la manivela del torno; es decir, para cada expresión que hemos visto constaba de cinco signos se precisaban:

- Efectuar 5 observaciones.
- Dictar 5 palabras.
- Efectuar 5 movimientos.

Para una comparación de velocidad y riesgo de error podemos dar la misma importancia en tiempo y posibilidad de confusión a las observaciones, dictado de palabras y movimientos mecánicos y tendremos que, en el sistema Chappe intervienen 44 acciones; en el inglés 54; y en el español de Mathé 15, es decir, éste era casi tres veces más rápido que el francés y casi cuatro más que el inglés, con la tercera y cuarta parte de riesgo de error, como se ve en el cuadro siguiente:

	<i>Mathé</i>	<i>Chappe</i>	<i>Murray</i>
Velocidad	100	34	27,7
Riesgo de error	1	2,93	3,6

La comparación se ha efectuado igualando las condiciones, tomando las 33.856 expresiones del diccionario refundido por la Administración francesa, cuyo objeto no se conoce.

Es evidente que se puede aumentar la velocidad con menos expresiones, así, el español permitía 10.000 expresiones mediante un diccionario de 100 páginas con 10 columnas y 10 filas cada una, lo que supone cuatro signos por expresión, que exigen 12 acciones.

El sistema considerado por Naud como «uno de los más perfectos» constaba de 92 páginas con 92 expresiones en cada una, permitiendo 8.464 expresiones de dos signos. Por tanto, para cada expresión se requerían 22 acciones.

En el caso de Murray disminuir un signo supone reducir a 4.096 el número de expresiones, por lo que hay que seguir considerando las 54 acciones por expresión.

En este caso la comparación es:

	<i>Mathé</i>	<i>Chappe</i>	<i>Murray</i>
Velocidad	100	54,5	22,2
Riesgo de error	1	1,8	4,5

Una vez concluido el estudio que nos proponíamos, desde el punto de vista exclusivo de comparación de los sistemas de transmisión, parece obligado hacer unas consideraciones, con más amplia perspectiva, sobre la aportación de cada uno de ellos al desarrollo de la técnica.

En este sentido hay que rendir homenaje a Claude Chappe como verdadero inventor de un sistema para enviar mensajes a distancia, por un medio y con una rapidez inéditas hasta entonces, dando lugar a una nueva técnica. El mismo dio nombre a dicha técnica, «Telegrafía», y hoy día la Unión Internacional de las Telecomunicaciones, organismo de las Naciones Unidas, le reconoce el título de «primer ingeniero telegrafista» que le concedió la Asamblea Nacional Francesa por decreto de 26 de julio de 1793.

No obstante, las modificaciones, tratadas en nuestro estudio, que experimentó la codificación de los mensajes, el sistema y el código, inventados por Chappe, no se modificaron en los cincuenta años en que estuvo en servicio. Creo que éste es un dato importante, pues dudo que en la Edad Moderna haya existido otra obra técnica o de ingeniería que haya permanecido inmutable y siendo igualmente útil durante un período de tiempo semejante.

Antes de pasar a considerar los otros sistemas es preciso poner de manifiesto que solamente introdujeron innovaciones en los aparatos de transmisión y en los códigos, pero no en el principio básico. Es decir, Chappe, inventor del telégrafo, por ser el primero que instaló una red para enviar mensajes, fue, además, el inventor de un telégrafo que fue único durante un período que puede considerarse como una de las «eras» de la telecomunicación. Posiblemente los otros dos casos puedan ser Morse y Marconi, con la diferencia que éstos contaron con experiencias previas.

El sistema implantado por Murray, un año después, en Inglaterra, modificaba el aparato transmisor y el código, pero estaba basado en lo fundamental en el de Chappe. A pesar de su inferioridad respecto al francés, se mantuvo en servicio también durante más de cincuenta años. La razón de esta situación sólo cabe pensar que fuera por espíritu nacionalista, pero, paradójicamente, su código ha tenido aplicación en la moderna telegrafía, así como si Murray se hubiera adelantado a su tiempo. El código binario por él creado no era el más adecuado para el telégrafo óptico, pero si lo era para el telégrafo eléctrico, cuya naturaleza suponía la existencia de dos estados significativos en la línea: intensidad de corriente o nada y, posteriormente, intensidad positiva o negativa.

Y, por último, el caso peculiar del sistema adoptado en España, original de José María Mathé. Hemos demostrado que era más rápido y más seguro que los otros dos, pero no se puede ocultar que fue concebido cuarenta años después de estar en servicio aquéllos. Por tanto, se

pudo recoger la experiencia de éstos, especialmente los inconvenientes. Sin embargo, si se tiene en cuenta las vicisitudes histórico-políticas porque atravesó España en los primeros años del siglo XIX, puede justificarse tanto el retraso como el que no hubiera mucha información sobre los telégrafos, lo que confiere un grado de originalidad y creatividad a la idea de Mathé.

Esto lo confirma el hecho de que, cuando posteriormente se decide la conveniencia de instalación de los ferrocarriles (8) y del telégrafo eléctrico (9), se nombran comisiones para que visiten otros países y emitan dictamen sobre los procedimientos más aconsejables. Por el contrario, de las disposiciones oficiales, que aparecen en la Gaceta de Madrid (10), sobre el telégrafo óptico se deduce que se decidió instalar líneas telegráficas como las tenían otros países, nombrándose una junta consultiva para que eligiera el «aparato preferible» de los que se le presentasen.

No hemos encontrado referencias de que la junta o los concursantes viajaran al extranjero, pero cabe pensar que no ya que hubieran tenido noticias de las experiencias que se realizaban con telégrafos eléctricos, los cuales se pusieron en servicio en Inglaterra, Francia y Estados Unidos al mismo tiempo que en España el óptico. Este es un interesante tema que trataremos en otra ocasión, pues, paradójicamente, los precursores del telégrafo eléctrico fueron españoles, Betancourt y Salvá, que entre 1787 y 1798 hicieron funcionar una línea entre Madrid y Aranjuez.

Digamos, por último, en honor a Mathé, que con su inteligencia, esfuerzo y voluntad hizo en ocho años más que otros países europeos en cincuenta y consiguió que el telégrafo eléctrico entrase en servicio en España (11) al mismo tiempo que en el resto de Europa. Así mismo, debido a la simplicidad de su sistema óptico, éste tuvo utilidad posterior en aplicaciones, para las que no era adecuado el eléctrico: Transmisiones de campaña (12), líneas secundarias (13), aviso de incendios forestales (14), estaciones costeras, etc.

(8) Real Orden de 31 de diciembre de 1844.

(9) Real Orden de 4 de octubre de 1852.

(10) Reales Ordenes de 14 de mayo y 1 de junio de 1837 y 1 de marzo de 1844.

(11) Ley de 22 de abril de 1855.

(12) MATHÉ, J. M. (1849), «Diccionario y Tablas de Transmisión para el Telégrafo Militar de noche y días compuesto por orden del excmo. señor Marqués del Duero», Barcelona, imprenta de Antonio Brusí.

(13) SIQUES (1876), «Revista de Telégrafos», Noviembre.

(14) (1879), «Telégrafo óptico con aplicación a los anuncios de incendios en los Reales Pinares y Montes de Valsain», Madrid.

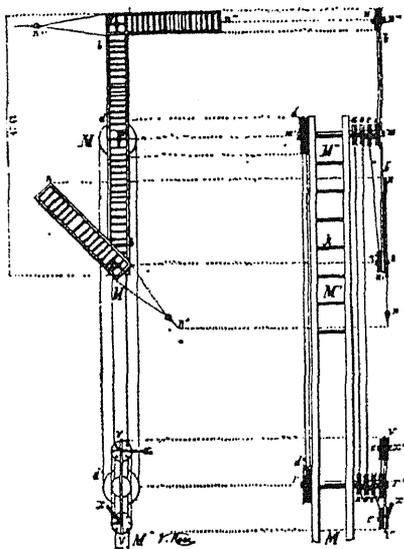


FIGURA 1

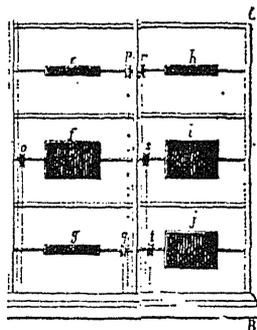


FIGURA 2

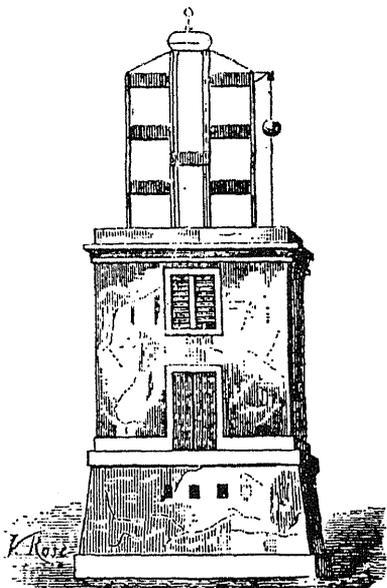


FIGURA 3

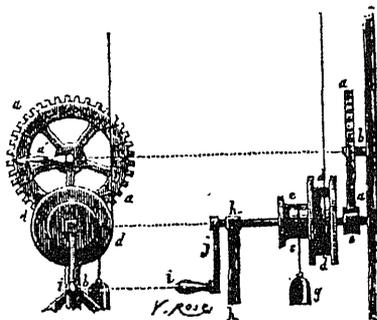


FIGURA 4