

LA TELEGRAFÍA ELÉCTRICA, ÓPTICA Y EL USO DEL SISTEMA BINARIO EN LAS TELECOMUNICACIONES,

a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX

El <<Leonardo da Vinci español>>

Don Agustín de Betancourt y Molina (1758-1824)

Por **Fco. José Dávila Dorta, EA8EX**

(Miembro de la *Real Sociedad Económica de Amigos del País*, de Tenerife)

Publicado en *CQ Radio Amateur*: Julio (42-44), Agosto (49-51), y Septiembre 2001 (49-53)

Parte I

Con ocasión de un rico intercambio epistolar con EA4DO, Isidoro Ruiz-Ramos, amigo y colaborador de CQ, surgió el tema de D. Agustín de Betancourt y Molina, tinerfeño-español y sabio excepcional, ingeniero, precursor de la telegrafía eléctrica e inventor de un sistema de una telegrafía óptica muy superior al de su coetáneo Chappé. Espero que les agrade esta historia, que ve la luz gracias al entusiasmo contagioso de Isidoro, algunos datos de su archivo histórico y a la valiosa información que guardan los fondos editoriales de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife y la del canariófilo Dr. D. Antonio Concepción Pérez, de Santa Cruz de Tenerife.

Supongo que este trabajo va a ser una revelación para muchos radioaficionados, especialmente para los americanos que, mirándose el ombligo, creen que la telegrafía es invento de Morse. Muchos españoles piensan que España no tuvo un gran papel en el desarrollo de las telecomunicaciones. No saben que una sola persona, el ingeniero tinerfeño D. Agustín de Betancourt y Molina, en los inicios del Desarrollo Industrial y de la Ilustración, tuvo la potencia creadora, mecánica y artística de un Leonardo da Vinci, experimentando hace ya más de 200 años, junto a otro millar de inventos, la telegrafía eléctrica, óptica y el uso del sistema binario en las comunicaciones.

Este español, en 1797, ii47 años antes que Morse!!, unió con su telegrafía eléctrica, por cable, Madrid y Aranjuez e incluso inició los trabajos para llevarla hasta Cádiz... icuando aún no existía la corriente eléctrica, a Volta le faltaban unos 5 años para descubrir su famosa Pila y Morse era aún un niño de 6 años!. Lo impresionante es que utilizó una línea "digital" (con 8 alambres de

señal y uno para el retorno); pero a la vista de las dificultades que existían en aquel tiempo, optó por una solución más segura: la telegrafía óptica.

En su estancia en Francia comprobó que el sistema de telegrafía óptica de Chappé era complicado y poco eficaz, por lo que desarrolló su propio sistema (del que verán fotos en este artículo) con el cual no solo unió Madrid y Cádiz, sino también Bayona y los Reales Sitios, es decir: Aranjuez, Segovia y San Lorenzo del Escorial. Por envidias (¡qué raro! ¿envidias en España?) se vio perseguido por Godoy, la Santa Inquisición y los propios franceses; por lo que tuvo que salvar su vida, y la de su familia, huyendo a Rusia, donde realizó importantísimas obras de ingeniería, muchas de las cuales aún perduran. A su muerte en San Petersburgo, Rusia, el año 1824, se inició la instalación de un sistema de telegrafía óptica con transmisión binaria capaz de enviar 1024 códigos diferentes. (Letras, cifras, signos, palabras de control y palabras y frases habituales) que fue el antecesor mecánico de los modernos sistemas de comunicaciones digitales.

Aunque para los radioaficionados parezca innecesario, recordaremos que Telecomunicación es una palabra híbrida, grecolatina, donde "Teles" es una voz griega que significa "Distancia" y "communicare" es latina. Significa "comunicar a distancia". No se dice que esta comunicación deba ser escrita, oral o por señales de humo. Simplemente tiene el sentido de enviar y recibir información a lugares, y desde lugares distantes.

Telegrafía, es totalmente de origen griego: "Teles"=distancia y "grafos"=escritura. Significa "escritura a distancia". Según el "medio de transporte" de la información se la suele clasificar en acústica, óptica y eléctrica; aunque esta última puede subdividirse en telegrafía por cable (cablegramas) o por ondas de radio (radiogramas). Todo mensaje enviado por cualquiera de estos sistemas recibe, genéricamente, el nombre de "Telegrama". Los operadores que hacen el trabajo de enviar y recibir son "telegrafistas" y el conjunto de aparatos necesarios, en cada estación, son el "telégrafo".

Los primeros experimentos de telegrafía por medio de alambres electrizados (electricidad estática) se hicieron en Inglaterra y fueron publicados por su autor, el inglés Charles Morrison, en la revista Scott Magazine, el 17 de febrero de 1753, quien firmaba solamente como "C.M."

Utilizaba 26 pares de cables cuyas puntas acababan en una bolita de médula de saúco, y próximos a 26 trocitos de papel con una letra del alfabeto impresa en el mismo. Al electrizar uno de los pares de cables, la esferita "tiraba de la correspondiente letra"; pero -naturalmente- alguien debía tomar nota, a mano, del contenido del mensaje.

Al parecer no pasó de ser un interesante experimento que debido a la pequeña cantidad de electricidad conseguida, apenas logró unir entre si dos habitaciones contiguas de su propia casa.

Prehistoria, protohistoria e historia de la telegrafía.

Realmente se llama "Prehistoria" a la parte de la Historia hallada mediante investigaciones, por ser anterior a la aparición de la escritura. Todos los autores coinciden en que Prehistoria, en las Telecomunicaciones, es "lo anterior a Morse" (<1844) y aquellos sistemas más antiguos que en general no pasaron de simples experimentos de laboratorio, o bien fueron utilizados en el pasado pero que en 1844 ya no tenían uso. Por lo mismo, todos coinciden en que la "Historia de la telegrafía" se inicia a partir de Don Samuel F. B. Morse y no intentaremos cambiar esa historia.

Hemos definido como Protohistoria al conjunto de experimentos y sistemas, coetáneos del Morse, que aún habiendo llegado a tener cierto grado de implantación, o pudiendo haberlo tenido, cayeron ante aquel y han quedado en simples curiosidades históricas, para disfrute de los amantes del pasado.

En el campo de la telecomunicación y la telegrafía destacaremos tres nombres, que marcan esos tres periodos: Los hermanos Chapé (fin de la prehistoria), Abraham Louis Breguet con Agustín de Betancourt y Molina (protohistoria) y Samuel Finley Breesse Morse (comienzo de la historia de la telegrafía, tal como la hemos conocido durante más de 150 años).

Algo sobre los finales de la prehistoria:

Todos hemos oído hablar alguna vez del Telégrafo Óptico de Chapé. Se basaba en unos postes de señales en forma de letra "T" donde el brazo horizontal, inclinable, lleva en los extremos unas paletas, también inclinables. El conjunto, dependiendo de la posición de los 3 brazos, puede tomar 108 configuraciones diferentes, por lo que se editó un libro de Códigos. Contenía más de 8500 palabras en sus 92 páginas. Era un sistema imposible de memorizar así que fue necesario simplificar el sistema. Cada palabra requería dos signos: el primero indicaba la página del libro códigos en que ésta se encontraba, y el segundo era el número de orden de la palabra dentro de la correspondiente página.

Aún así el gran problema era visualizar y memorizar el signo recibido (uno entre más de 108 posibilidades) y buscarlo. Otro problema fue mover los tres manubrios de la torre de señales para colocar las respectivas brazos de madera en posición. Transmitir un mensaje era un trabajo realmente arduo, porque el diccionario, además, era doble: buscar la configuración a transmitir para una palabra dada y viceversa, buscar la palabra correspondiente a una configuración recibida.

Una vez hallada, la estación receptora tenía que repetirla, con lo que la estación transmisora sabía que había sido comprendida y podía pasar al código siguiente. Por supuesto, en cada torre existían 2 telescopios, uno apuntando a la torre anterior (captar mensaje) y otro hacia la siguiente (comprobar que habían comprendido la palabra transmitida, repitiéndola).

Lo que pocas personas saben es que el invento de Chappé se hizo realidad gracias al genial relojero "suizo-francés" Abraham Luis Breguet. Si bien a nivel conceptual, y con modelos de sobremesa, el sistema funcionaba (1791), su realización práctica requería un complicado sistema de engranajes y contrapesos que, por supuesto, ni el abad Claude Chappé ni su hermano supieron desarrollar, por lo que pidieron ayuda a Breguet, quien en 1792 fabricó los sistemas de transmisión para mover el complejo sistema de paletas y sus contrapesos. Si añadimos que Claude Chappé era Director General de los telégrafos franceses, podremos entender el por qué no llegó a implantarse en Francia el sistema del tinerfeño Betancourt, pese al deseo expreso de Napoleón. Incluso se realizó su "desinstalación" en España, después de 1808, cuando nuestro país estaba invadido por las tropas francesas y gobernado de hecho por Godoy -el Príncipe de la Paz- envidioso, afrancesado y con algunas otras "virtudes" que no es el caso comentar aquí.

Algo sobre la protohistoria

Parece increíble que cuando aún no existía la pila de Volta, ni la corriente eléctrica, en 1797 Betancourt uniese, con telegrafía eléctrica, Madrid y Aranjuez, e incluso comenzó a hacer un tendido para llevarla hasta Cádiz. Esto ocurría 47 años antes de que Morse transmitiese por cable su primer mensaje. En todo caso las dificultades de aquella época eran aún insalvables, ya que la poca cantidad de corriente obtenida con las máquinas de Wimshurst, y almacenada en baterías de Botellas de Leyden, exigía que muchas de las estaciones intermedias dispusiesen de sistemas análogos para poder reenviar los mensajes-

Un año después de esta experiencia de Betancourt, Madrid-Aranjuez, Francisco Salvá Campillo, en 1798, unos 3 años después de exponer sus primeras teorías sobre este tema, logró unir ya con una línea eléctrica de un solo cable, Madrid con Aranjuez, al parecer aprovechando el tendido que ya había sido puesto por Betancourt. Dado que todavía Volta no había inventado la pila, el experimentó debió consistir en que alguien percibiese manualmente unas sacudidas, tal

como el propio Salvá había pronosticado. Una transmisión, sin Morse ni corriente continua, por un solo cable hubiese implicado una codificación de las señales, cuya estructura no hemos podido averiguar. Al funcionar con electricidad estática el sistema tenía los mismos problemas para utilizarse a largas distancias que los encontrados por Betancourt, y por ello no prosperó, aunque su idea de utilizar un solo cable (retorno por tierra) fue un gran avance para su época. Salvá fue el segundo español que se adelantaba a Morse, y en este caso con un sistema que, de existir la corriente eléctrica continua, hubiese cambiado las comunicaciones de su tiempo.

Por ello continuaremos hablando de los trabajos de D, Agustín de Betancourt y Molina, el Leonardo español.

Estudió en Francia la telegrafía de Chappé, pero viendo la complicación para mover los brazos de señales, ideó un sistema nuevo, mucho más simple, rápido y eficaz: en vez de tres palas móviles, activadas con tres timones o manubrios, utilizaba solamente una "flecha indicadora", en forma de "T", que giraba por su centro de gravedad en incrementos de 10 en 10 grados. Conseguía así 36 signos. 10 números y 26 letras. Pero ¿cómo distinguir a simple vista estas pequeñas diferencias de 10º en la inclinación de la "flecha", situada a distancias de hasta 12 kilómetros?. De la forma más lógica: El ocular de los telescopios tenía hilo en su punto focal, como la mira de los rifles de precisión. No era una cruz (+) sino una línea con punta de flecha (=>), y los oculares de los dos telescopios de cada estación (uno para recibir y el otro para verificar que la siguiente estación había recibido bien la transmisión) tenían grabadas marcas cada 10º. Los oculares giraban sincronizados mediante una cadenilla de transmisión (parecida a la de las bicicletas). Cuando se movía la rueda o timón de señales no solo se movía la "T" exterior de la torre, a la posición correspondiente: de forma simultánea los oculares de ambos telescopios giraban en el mismo sentido, y en la misma cuantía.

Por ello, una vez apuntados en la dirección correcta y ajustadas las mirillas, NO SE VOLVÍAN A TOCAR LOS TELESCOPIOS. La estación origen del mensaje simplemente giraba el timón de señales para poner la "T" en la posición correspondiente al signo a transmitir. Después, mirando por el telescopio (cuyo ocular quedaba "sincronizado") se observaba la repetición del mismo signo en la estación intermedia. En la estación o estaciones intermedias, cuando la torre anterior transmitía una señal simplemente se giraba el timón de señales para que el ocular se alinease con su "alidada" paralela a la "flecha" de la estación transmisora. Sin necesidad de saber a que letra correspondía, automáticamente, el poste de señales de la torre repetía el mismo signo, lo que era advertido inmediatamente por la estación transmisora; pero también por la siguiente estación, que al ver la señal de la torre intermedia, repetía la misma operatoria.

Las torres, con sus telescopios automáticamente ajustados, tenían constancia de que la señal había sido bien interpretada. De esta forma actuaba toda la cadena. En caso de error bastaba hacer oscilar la T de izquierda a derecha un par de veces y volver a fijarla en posición, hasta que la siguiente estación repitiese el signo correcto. Los errores eran casi inexistentes, dada la precisión del mecanismo utilizado (desarrollo del genial relojero Breguet).

El sistema era tan perfecto que prácticamente no hacía falta que los telegrafistas "intermedios" supieran el código de señales. La transmisión era fácil porque los signos estaban grabados en el timón o manubrio principal, y también en los oculares. No obstante cada estación anotaba el mensaje retransmitido, por dos razones: tener constancia ("libro de guardia" de la actividad realizada) y poder enviar una persona a caballo con el mensaje hasta la estación siguiente en caso de no haberlo podido transmitir por dificultades como niebla densa, u otro obstáculo.

El "diseño conceptual" de Betancourt quedó redactado con diseños dibujados de su mano, al más puro estilo de Leonardo. Faltaba llevarlo a la práctica. Incluso permitía poner una letra de imprenta en cada manguito del timón de señales y entintándolas podía dejar registro impreso sobre papel, cosa que no quiso hacer Don Agustín "para no complicar el invento" (sic).

Esta nueva concepción de telegrafía óptica es tan diferente de la de Chappé, que D. Agustín a finales de 1797 contactó con su amigo Breguet en París, le entregó los diseños y en sus talleres hicieron maquetas, con las ruedas, cadenas de transmisión de los movimientos, preparación de la alidada de los oculares, grabado de signos y marcas cada 10° , etc.

Se estrechó más aún la amistad entre ambos genios. Breguet le comentó ser el verdadero autor del sistema de Chappé, de lo que se alegra D. Agustín. (Breguet "se puso una flor ajena" en la solapa, ya que realmente solo diseñó -lo que no era poco- el complicado mecanismo para mover los tres brazos de señales, con tres timones). Contamos esto porque nos da la pista del por qué el sistema Betancourt se registró a nombre de Breguet-Betancourt).

Los finales de 1797 y casi todo 1798 lo dedican ambos sabios a la construcción de modelos funcionales en pequeño tamaño y madera (ver ilustración adjunta), en base a los diseños de Betancourt. La foto que reproducimos del año 1798, fue tomada al modelo realizado por ambos, con Don Agustín incluso trabajando la madera. En los dos modelos que se conservan en los archivos Breguet de París, uno de 1798 (Figs. 4-5) y otro de 1803, se observa que el realizado solo por Breguet, cuando ya no estaba D. Agustín, es más burdo y elemental que el cuidado modelo de 1798, donde con toda probabilidad intervino la maestra mano del genial Betancourt (Fig. 1). Breguet era un buen relojero, pero "menos carpintero" que Don Agustín.

Existe una carta -a pesar de haberse registrado el invento como Breguet-Betancourt - en que Breguet reconoce que el invento es de D. Agustín. Otra vez, como en el caso Chappé, el único mérito de Breguet parece haber sido su aportación profesional en la construcción de los engranajes, cadenas de transmisión de los movimientos y más probablemente en la grabación de las marcas en los oculares, lo que era una verdadera operación de relojería de precisión, para la que se precisaba maquinaria especial, que existía lógicamente en los talleres de Breguet, fabricante entonces de los mejores relojes del mundo, y además era un reputado astrónomo, por lo que el tema de los oculares no tenía para él ningún secreto.

Antes de hablarles algo de la biografía -densa, apasionante, interesantísima- de D. Agustín de Betancourt y Molina, será bueno que hagamos un "telegráfico recorrido" (nunca mejor aplicada esta palabra al referirnos a la brevedad y concisión del mensaje):

"Prehistoria"

La transmisión de información a distancia se llevaba a cabo con corredores que pasaban los mensajes al siguiente corredor. (Tipo Maratón griego, pero con relevos). En "De bello gallico" Julio Cesar cuenta que Gaulo podía convocar por medio de la voz, a todos sus guerreros en tan solo 3 días. Ese es un sistema que todavía hoy se conoce con cierto humor como el sistema de "corre, ve y dile". Cada corredor, después de la carrera, transmitía el mensaje "viva voche", regresando a su base, a veces con un nuevo mensaje pero en sentido contrario.

Fue Diodorus Cronus, en el siglo IV antes de Cristo, quien nos cuenta como el rey persa Darío I (522 al 486 a JC) para enviar noticias a través de su vasto Imperio (desde la India al Danubio) utilizaba a una serie de personas, con buena voz y pulmones, apostadas en lugares elevados, que se gritaban el mensaje de unas a otras. A pesar de la multitud de personas necesarias, el sistema era 30 veces más rápido que con los antiguos corredores de a pié. (Humildemente me pregunto, ¿cómo no se les ocurrió utilizar el caballo?. Está claro que no tenían el "Pony Express"). ¿Por que 30 veces más rápido?. Imaginemos maravillosos corredores que hicieses los 100 m en sólo 10 segundos. El sonido, a 333 m/s., cubre esa distancia en menos de 1/3 de segundo. Si dividimos 10 entre 0.333 obtenemos 30. Sin tener en cuenta que el corredor primero tenía que llegar y después "decir" el mensaje al siguiente corredor, suponiendo que no olvidase parte del mensaje y tuviese que regresar, el sistema de "gritadores" solo demoraba el tiempo necesario para oír el mensaje y volver a repetirlo. Digamos que el corredor quedaba sustituido por el propio sonido propagándose en el aire a la velocidad citada. El único inconveniente era la cantidad de personas necesarias, probablemente una cada 100 a 200

metros, ya que a mayores distancias no se garantiza comprender bien lo que se esté comunicando mediante gritos.

Las señales ópticas fueron utilizadas por los griegos. Según varias referencias en poemas de Homero, se comunicaban mensajes mediante fuegos durante la noche y reflejos de espejos y humo (al estilo de los indios americanos) durante el día. El poeta trágico Esquilo (525-456 AC) describe con detalle este procedimiento en su poema "AGAMENON".

Cuenta la Biblia que Moisés condujo a los judíos, tras escapar de Egipto, por medio de columnas de fuego y humo. Al margen de interpretaciones sobrenaturales, simplemente debieron ser señales convenidas para advertir, por ejemplo, de la presencia o no de enemigos, avanzar hasta nuevas posiciones, permanecer escondidos, etc.

En el siglo IV AC. Eneas el Táctico, describe un sistema que según los historiadores fue inventado por los Cartagineses. Consistía en dos vasos cilíndricos exactamente iguales (transmisor y receptor) colocados en dos colinas distantes y unidos por medio de un tubo (ver ilustración y comentario personal). Llenando con agua un vaso, un flotador con un indicador sobresalía del vaso hasta un cierto signo. Al ser vasos comunicantes, el otro flotador, en la "estación receptora" marcaba lo mismo. El comienzo y fin de la transmisión se anunciaba mediante agitación de una bandera o antorcha. Evidentemente esto exigía un continuo bombeo sacando o metiendo agua en "el transmisor".

Aparte del problema de la tubería, en aquella época, y que ambas estaciones tendrían que estar situadas exactamente en la misma cota (mismo nivel) incluso hoy sería un tema de muy difícil realización práctica: La transmisión letra a letra sería interminablemente larga, salvo que las letras tuviesen un significado codificado y no fuesen muchas: Sol, nublado, todo va bien o posición de reposo, viento y peligro o pocas cosas más, como parece desprenderse de la propia ilustración. Por ello nuestro parecer es que nunca pasó de ser un experimento hecho entre dos lugares muy próximos, quizás dentro de una misma habitación.

Casi a finales de esta prehistoria cabe también citar al telégrafo electrostático, del inglés Charles Morrison, que ya citamos hemos citado anteriormente. Utilizó 26 cables cuyas puntas acababan en unas bolas de corazón de saúco, sobre y cerca de 26 papelitos, cada uno con una letra del alfabeto, Electrizando un cable, "se levantaba" el papelito correspondiente, y así una letra tras otra hasta componer un mensaje. Dada la poca intensidad de corriente conseguida, al parecer sus experimentos se quedaron en unir un par de habitaciones de su propia casa.

Es muy posible que la noticia de estos experimentos la tuviese Betancourt en su viaje a Londres, y por ello lo tratase de reproducir, mejorado, en su experimento Madrid-Aranjuez, con una gran máquina electrostática de Wimshurst que servía para cargar una batería de muchas botellas de Leyden. El sistema "C.M." solo podía transmitir unos 26 signos, y añadiendo más cables incluso los números.

Pero a Betancourt le bastaron solo 9 cables, aislados con papel y una especie de laca o gutapercha para obtener 256 codificaciones diferentes.

Evidentemente, uno de ellos producía el retorno de la corriente y los otros 8 llevaban los signos mediante un código binario, de acuerdo con los cables portadores de la corriente (octeto). La prueba se hizo en 1797, ente Madrid y Aranjuez. Como resultado de la unión Madrid-Aranjuez en esa incipiente telegrafía digital, Betancourt proyectó y comenzó la instalación de una línea de 9 cables hasta Cádiz.

Las dificultades prácticas debieron ser muchas -por ejemplo dotar a muchas estaciones intermedias con potentes máquinas de Wimshurst y conjuntos de botellas de Leyden, para que pudieran seguir reenviando la señal recibida- porque poco después Betancourt vuelve a París, viviendo allí los años 1797-1798, para desarrollar la telegrafía óptica, que consideró más segura

para establecer en poco tiempo un servicio oficial telegráfico que uniese los puntos más distantes de España.

Parte II

Hemos querido considerar como "prehistoria" al propio telégrafo óptico de los hermanos Chapé. Claudio (1763-1805) e Ignacio Chapé. Creado en 1791, el sistema se basaba en tres brazos articulados, de madera, en unas torres de gran tamaño que debían ser movidos con mucha dificultad porque, en su versión original, el conjunto no tenía un centro de gravedad fijo, ya que variaba con la posición de los grandes brazos de madera, lo que motivaba que la adopción de determinadas configuraciones constituyese un notable esfuerzo.

Su realización práctica era complicada y realmente en 1791 solo se hizo un prototipo para demostrar sus posibilidades y conveniencia.

Los Chapé tuvieron problemas en la construcción del invento para mover, desde la base de la torre, los 3 grandes brazos móviles a sus diferentes posiciones. Por ello pidieron ayuda al gran relojero Breguet, quién en 1792, tras estudiar el tema, creó el complicado sistema de contrapesos, engranajes y cadenas. Así el telégrafo óptico Chappé, con el sistema Breguet incorporado, pudo ser mostrado el 22 de mayo de 1792 a la Asamblea Legislativa Francesa, que lo adoptó inmediatamente.

El telégrafo óptico de Chappé-Breguet unió Francia con Austria el 30 de noviembre de 1794. Un mensaje normalmente tardaba más de 3 días en ser entregado. La transmisión por este sistema solo duró 3 horas en alcanzar su destino. El nuevo sistema, que hoy nos parecería lentísimo, era asombrosamente rápido para su época y fue adoptado al poco tiempo por muchos países europeos.

Ya hemos dicho que las señales de Chappé se basaban en las diferentes posiciones que podían adoptar tres brazos de madera, unidos mediante un sistema pivotante. El brazo central era el regulador, más largo que los otros dos (indicadores, o alas) y rotaban en la parte superior de un poste fijo vertical. (ver ilustración). Los dos brazos laterales podían rotar libremente en el centro, con desplazamientos de 30° en 30° . Con todas las posibles combinaciones existía un vocabulario transmitible de unas 8500 palabras, recogidas en un manual de 92 páginas. Para facilitar la transmisión y mantener la privacidad se acordó transmitir solamente dos signos para cada palabra. Uno para la página del manual, la otra para el número ordinal que ocupaba la palabra dentro de la página. Pero recordemos que cada signo implicaba el movimiento de tres manubrios diferentes, por lo que cada palabra implicaba una notable lentitud para ser configurada y equivalía como mínimo a 6 letras por un sistema literal, como fue el de Betancourt, que además utilizaba un solo timón, sin esfuerzo aparente y casi sin necesidad de un aprendizaje previo.

Uno de los principales problemas del sistema óptico es que cada estación intermedia debería divisar claramente a la anterior y a la posterior, y se necesitaban catalejos o pequeños telescopios y días claros y soleados, para conseguir una lectura satisfactoria de las múltiples figuras que podían formarse, desde varios kilómetros. En el sistema de Betancourt, con un solo brazo móvil, la lectura por simple paralelismo de la imagen vista, aunque fuese borrosa, con la

alidada del ocular, permitía una transmisión-recepción más rápida y con menos errores, lo que constituyó un notable adelanto. Pero también el sistema de Betancourt podía ser utilizado en plena noche, colocando en las puntas de los brazos de la "T" sendas luces de aceite, con unos dispositivos reflectores (espejos traseros y laterales) que mejoraban aún más su visibilidad, permitiendo un servicio permanente de 24 horas.

Es de señalar que el telégrafo óptico no era de uso público, sino que estaba reservado exclusivamente a los gobiernos. Se ha calculado que en condiciones favorables la velocidad efectiva para la transmisión de un telegrama era de unos 60 Km/h. Aunque hoy nos parezca ridícula, era una velocidad muy grande si la comparamos con el envío por valijas en diligencia, que debían pernoctar, detenerse para cambiar caballos, satisfacer necesidades etc.

En EEUU funcionó un servicio postal de envío de mensajes y cartas urgentes mediante jinetes a caballo, ("Pony Express") que se relevaban en el recorrido, cabalgando día y noche para llevar un mensaje a su destino. En velocidad promedio, era similar, pero tenía la ventaja de que podía transportar, en cada viaje, una saca de correos llena de cartas y mensajes, dinero etc. Es decir, podían viajar documentos originales o sus copias, objetos e imágenes, lo que no podía hacerse por el sistema de telegrafía óptica.

La revolución de la Telegrafía aparece cuando se descubre la corriente eléctrica. Alejandro Volta inventa la pila que lleva su nombre por 1802, André Marie Ampere (1775-1836) hace los primeros experimentos de un sistema de transmisión eléctrica, ya con corriente continua, en los alambres, en 1820 y utilizaba como aguja de señales la indicación de un galvanómetro.

Gracias a la codificación por puntos y rayas (1844) de Samuel Finley Breese Morse (1791-1872) se tuvo la ventaja de poder utilizar solamente dos cables (el que lleva la corriente y el de "retorno") e incluso uno: haciendo el retorno por Tierra; pero además, con la aparición del electroimán, este sistema permitía dejar un registro escrito (puntos y rayas) sobre un papel, lo que le confería una mayor seguridad y eficacia, pues un mensaje podía releerse, comprobarse, reenviarse etc. con facilidad.

Se considera por la mayor parte de los autores el inicio de la Historia de la Telegrafía el 24 de mayo de 1844 cuando Morse envió la famosa frase de la Biblia, nº 23:23 What hath God wrought! ("Lo que Dios ha escrito": Moisés enseñando las Tablas de la Ley a su pueblo).

Un año es mucho tiempo en el desarrollo de las Ciencias y la Técnica. Por eso insistimos en que 47 años ANTES que Morse, el canario-español D. Alejandro de Betancourt y Molina unió Madrid (Gabinete de Máquinas del Buen Retiro) con el Real Sitio de Aranjuez, usando el telégrafo eléctrico por él inventado y desarrollado en el Gabinete de Máquinas del Buen Retiro, de Madrid; pero llegó a la conclusión de que la incipiente electricidad estática no era aún del todo fiable, y que la telegrafía óptica era más adecuada en aquellos momentos. Por ello volvió a Francia, junto a su amigo Abraham-Luis Breguet, para dar forma al nuevo invento. Regresó a España a finales de 1798 y de nuevo en el Gabinete de Máquinas del Buen Retiro fabrica las estaciones de telegrafía óptica, con las que en 1799 une con éxito total Madrid y Aranjuez. En 1800 su línea de telegrafía óptica ya llegaba desde Madrid hasta Cádiz, Bayona y a los Reales sitios.

El hecho de que su sistema es muy superior al de Chappé (y diferente) lo confirma el propio Napoleón, quien ordenó que en Francia se instalasen nuevas líneas de telégrafo ... "como el de Cádiz". Lo que quiere decir (dado que Napoleón conocía muy bien el sistema de Chappé) que el invento de Betancourt era más fiable y eficaz que el de hasta entonces conocido en Francia.

Hay cartas de Chappé bramando, "soltando fuego" en contra de Betancourt, diciendo que era un sistema copiado del suyo, mutilado, que no podría funcionar nunca etc. Chappé era el Director General de Telégrafos de Francia y se comprende su reacción pensar que la telegrafía

de Betancourt podía hacer pasar al olvido su sistema. Por ello nunca admitió que se instalase en Francia ni países de su influencia.

El puesto de honor en esta historia lo ocupa, sin duda alguna, Don Agustín de Betancourt y Molina, que pasó del "chapeístico lenguaje de los dinosaurios" a un "lenguaje fácil", que incluso podría seguir siendo utilizado hoy día en determinados casos.

Piénsese que en el sistema de Betancourt un operador sin tener una preparación especial, con una sola mano, podía manejar la estación con toda eficacia.

Algo más sobre la telegrafía eléctrica

Hemos dicho que el sistema de telegrafía eléctrica de Betancourt, se experimentó cuando aún NO existía aún la pila de volta. Continuarla hubiese requerido gigantescas máquinas electrostáticas de Wimshurst, enormes conjuntos de botellas de Leyden, tendidos de alambre de cobre altamente aislados (casi como hoy cables de alta tensión), con tendido de postes de madera cada 50 o 100 metros durante miles de kilómetros lo que era costoso e inviable en aquella época. El tendido a Cádiz, que se inició, era también de 9 cables. Ello indica que se utilizaba un cable común (retorno o neutro) y el resto podía enviar la información según el cable o cables que transportasen cargas eléctricas. Combinando el envío de la corriente por unos y otros los 8 cables restantes podrían transportar una codificación de hasta 256 caracteres, suficiente para enviar cifras, letras y palabras usuales. Se adelantó muchos años a su época. Hasta tal punto que fue denunciado por Godoy ante la Inquisición por su herejía de afirmar que podía enviar palabras a través de un cable electrizado. Sufriendo además burlas y amenazas de los adulones de Godoy, Betancourt y su familia, 1807, se ven obligados a salir rápidamente de España.

Del este telégrafo óptico, invención que nada debe a Chappé, diremos que funcionó en España en 1800 (Gabinete de Máquinas del Buen Retiro, Madrid-Aranjuez-Cádiz, Bayona, Reales Sitios) un año antes de que naciese Wheastone, y 44 antes de que Morse transmitiese sus famosas primeras palabras por un cable.

¿Quién fue, entonces, el inventor de la telegrafía óptica?.

Hay muchas versiones. En general los franceses dicen que fueron los hermanos Chapé. Los Suizos y dicen que fue el relojero Breguet su Inventor. Los franceses menos chauvinistas dicen que fue Breguet, con una pequeña ayuda de Betancourt. Pero Breguet afirma personalmente que el invento es de Betancourt (aunque lo registró como "Breguet-Betancourt"). Nosotros, conociendo ahora toda esta historia, estimamos que el tinerfeño Betancourt es el único inventor de un nuevo concepto de telegrafía, óptica, competitiva y práctica, que sitúa a la de Chappé en plena prehistoria. Es suya la creación conceptual del sistema. Toda creación conceptual es un invento, en el sentido más estricto. Se valió de Breguet para fabricar algunas piezas y determinadas operaciones "de relojería de precisión", (como el sistema de transmisión de la base de la torre a los brazos y oculares de los telescopios así como la propia graduación de éstos). En Tenerife dicen que fue el tinerfeño Betancourt, pero en San Petersburgo se afirma que "el ruso" Don Agustín de Betancourt -¿Agustinov Betancourtovich? :-)))- fue el inventor del telégrafo óptico", dejando totalmente de lado a Breguet y ni se cita a los hermanos Chapé. ¿Dónde está la verdad?. ¿Quién está más cerca de ella?. El investigarlo ha constituido una apasionante caja de sorpresas y en este trabajo les aportamos nuestras propias conclusiones.

La "telegrafía óptica" es un invento de los griegos. La telegrafía óptica mediante brazos articulados de madera que imitasen los movimientos de los brazos de una persona, es un invento de los hermanos Chapé, en 1791, mejorado mecánicamente por Abraham Luis Breguet en 1792, y de esa forma explotado por los hermanos Chapé a partir de 1794.

Pero la telegrafía óptica, con una flecha indicadora que transmite -y retransmite de forma automática- letras y números, es un invento totalmente diferente y racional, precursor de los futuros sistemas de Wheastone y de Luis Francisco Breguet. Fue pensado y diseñado por Don Agustín de Betancourt y Molina en 1797, quien la desarrolló como maquetas en París, con ayuda del relojero Abraham Luis Breguet, en 1797-1798. Ya en España construyó las estaciones a escala real en sus talleres del Gabinete de Máquinas del Buen Retiro, en Madrid, instalando líneas hasta Aranjuez, y en años sucesivos resto de los Reales Sitios, Cádiz y Bayona. En 1800 se da fe de la existencia y funcionamiento de las mismas. Y en este desarrollo español del invento, no participó el relojero francés, porque ahora no se trataba de pequeños mecanismos, de relojería, para hacer funcionar una maqueta. Eran piezas realmente de gran tamaño para lo cual eran suficientes los tornos españoles del Buen Retiro operados por el Ingeniero Don Agustín y sus ayudantes.

Ya citamos que el propio Napoleón, viendo funcionar este sistema, quiso que se instalase en Francia, diciendo literalmente que quería que fuesen líneas como "la de Cádiz".

El puesto que ostentaba de Director General de Correos, Inspector General de Caminos y Calzadas etc. probablemente le facilitaron mucho la labor de establecer las nuevas líneas telegráficas y se dice que de 1801 a 1807, fecha en que termina su estancia en España y comienza el exilio, son años llenos de grandes éxitos profesionales para Betancourt.

Al final de su vida, siendo Capitán General de los Ejércitos del Zar; añorando tremendamente a España y deprimido por circunstancias que explicaremos después, se encarga al Mayor General Kozen, del ejército del Zar, el diseño de un enlace óptico entre San Petersburgo y Pähkinänlinna, junto al lago Ladoga.

Se puso en funcionamiento en 1824 lo que quiere decir que Betancourt tuvo que tener conocimiento de los preparativos: diseño, pruebas etc. y es muy probable su colaboración en el tema, dada su experiencia en la telegrafía óptica, sus conocimientos matemáticos y su importantísimo cargo militar. La línea se utilizó para transmitir información de movimiento de barcos en el lago Ladoga.

El sistema, de nuevo, se basa en los números binarios (ver ilustración). En cinco filas superpuestas, con dos elementos cada una, es decir, hay un total de diez elementos (digamos "bits") que pueden adquirir múltiples configuraciones según cada elemento sea visible o no, al cambiar su posición.

Atribuyendo como horizontal=No visto=0; Vertical=visto=1, la torre puede enviar hasta 1024 señales diferentes. No conocemos su codificación, pero es fácil comprender que se pueden reservar del 0 al 9 para transmitir números, 10 al 500 para diferentes alfabetos y letras especiales (por ejemplo: latino, cirílico, sueco, etc.) y del 501 al 1024 "por tramos", palabras de control (fin transmisión, principio transmisión, repetir, etc.), palabras más usuales, frases hechas (salúdale atentamente, espero sus noticias, etc.).

Hace tiempo vimos la cita de un sistema análogo, pero más rudimentario en su realización y con una señal en la parte superior, debido a un sueco, Niclas Edelkrantz, Consejero del Rey, al que se atribuye el invento en 1794 (justo unos meses después que la explotación de la primera línea por Chappé entre Paris y L'ille). Particularmente pienso que no sería raro que D. Agustín, siendo militar, conociendo Rusia y su guerra con Finlandia etc., sus medios de comunicación etc., y ya después de 1810 hubiese oído hablar del sistema y crease una versión propia o al menos concibiese un modelo mejorado del sistema sueco.

En todo caso la realización que citamos es "parecida, pero diferente" y hemos de reconocer que el uso del sistema binario para codificación de mensajes es decididamente la puerta de entrada en los finales del siglo XX, es decir un adelanto de casi 200 años a su época, porque es el inicio de los sistemas digitales.

El misterioso científico Luis Francisco Breguet

Agradezco a Isidoro Ruiz-Ramos, EA4DO, los datos que me permitieron dilucidar quién fue este misterioso personaje. Con el exilio a Rusia de Betancourt, Breguet "el viejo" (Abraham Luis Breguet) tuvo el campo abierto para explotar y mejorar su telégrafo óptico, e incluso al fin de sus años pensar en automatizar el sistema "Breguet-Betancourt" aplicando la nueva corriente eléctrica, uniendo con cables las diferentes estaciones, que ahora podían situarse a mucha mayor distancia. Incluso reducir las torres de señales a simples relojes o cuadrantes.

Pero no tuvo tiempo para crear ese nuevo sistema. Abraham Luis Breguet murió en 1823 UN AÑO ANTES que Betancourt. La electricidad todavía debió avanzar mucho, y aparecer el motor eléctrico, para que su nieto Luis Francisco Breguet pudiese realizar el más nuevo y conocido sistema a cuadrante.

El receptor, (izquierda) básicamente es una aguja indicadora (la "T" de Betancourt") metida en una caja, donde las letras y números están dispuestos circularmente, cómo la esfera de un reloj. El transmisor, al centro, es un dial con otro indicador y muescas, para producir un contacto eléctrico en cada uno de los signos. Moviendo ese dial con el manubrio a una letra determinada, se enviaba determinado número de impulsos de corriente al cuadrante de recepción en la estación remota, en el cual la aguja forma parte de un reloj mecánico (a cuerda) y avanza tantas posiciones como impulsos recibe, ya que estos, por medio de un relé, liberan el mecanismo de escape de la ruedecilla solidaria con la citada aguja. Recordemos que es la "T" o flecha de Betancourt llevada a su mínima expresión y sustituyendo ahora el enlace visual por el enlace con cables de cobre y la nueva corriente eléctrica.

En otras fuentes se cita una posición "neutra" o de sincronización. El indicador del transmisor avanza determinado número de puntos (contactos) enviando impulsos a la estación receptora, que hace avanzar su propio indicador el mismo número de posiciones, deteniéndose la aguja sobre la correspondiente letra.

Conceptualmente es casi igual al de Wheastone (reloj con manubrio que señala la letra correspondiente, que eléctricamente mueve el indicador de otro cuadrante similar en la estación receptora). Lo que no sabemos (dado que "alguien lo copió de alguien") es si ese invento del nieto de Breguet fue copiado por Wheastone o viceversa. (Conociendo los antecedentes del abuelo, no nos extrañaría que el verdadero autor fuese Wheastone). No hemos podido encontrar información sobre ese tema.

El hecho es que este sistema, llamado "de cuadrante" estuvo después en uso en los ferrocarriles españoles hasta el primer tercio del siglo XX, con el nombre de Telégrafo de Cuadrante o de Breguet. Queda por ello en el aire la pregunta: ¿quién inventó la telegrafía eléctrica de cuadrante? ¿Luis Francisco Breguet o Wheastone?. Los franceses -chauvinistas ellos- dicen Breguet (pudiese ser así); pero no se lo digamos a los ingleses pues juran por la limpia ;-)) memoria la Torre de Londres que fue Wheastone (lo que tampoco nos extraña, porque este sabio estuvo experimentando desde un principio sobre la posibilidad de hacer telegrafía eléctrica, con galvanómetros. (Como el indicador del rotor de las antenas direccionales en radio).

Pero Wheastone mejoró el sistema Morse, con un sistema de Telegrafía automática que hasta hace pocos años se utilizaba en todos los centros de Telégrafos, por su seguridad y rapidez (cinta perforada que mostramos en una imagen anexa). No fue precursor del Morse, pero "se subió al tren" y con su gran talento -sin cambiarlo- perfeccionó el sistema.

El primer telégrafo que podía dejar grabado por escrito el contenido de los mensajes recibidos (imposible en el Chappé) fue la telegrafía óptica inventada por Don Agustín de Betancourt y Molina. Si no le añadió esa posibilidad (que tenía prevista) fue "para no complicar el sistema".

El sistema de Wheastone, similar al sistema de Luis Francisco Breguet, podría ser considerado como una mejora del sistema utilizado en su momento por Ampere... pero incluso los experimentos de Ampere se hicieron en 1820 (23 años después de unir Madrid-Aranjuez por vía eléctrica o 20 años después de hacerlo con su telegrafía óptica, cuando Betancourt ya residía en San Petersburgo.

Desaparecido Agustín de Betancourt, en toda Europa se va instalando el sistema óptico Betancourt-Breguet, ahora llamado Breguet. En Italia se inicia en 1847, en el Gran Ducado de la Toscana. En el reino de las dos Sicilias sin embargo se inicia la telegrafía con el agonizante sistema Chapé, retrocediendo así a la telegrafía oficial medio siglo, (hasta 1800).

Independientemente de los sistemas de Luis Francisco Breguet y Wheastone, después de 1850, el nuevo sistema de cuadrante (de Luis Francisco Breguet) se utilizó en los ferrocarriles españoles hasta 1935-36.

Como parte de la historia que podemos ya considerar "moderna" de las telecomunicaciones (realmente telegrafía, NO "Morse") es importante nombrar a EDUARD HUGHES quien con una especie de piano (ver ilustración) consigue en 1855 enviar ya los auténticos caracteres, que se imprimían con tinta en una cinta de papel.

La corriente necesaria para la impresión se enviaba desde el teclado transmisor, que se sincronizaba con el receptor mediante una palanca que empujaba los tipos contra el papel en el que se recibiría el texto.

Hasta fechas recientes también se utilizó también otro invento debido a Wheastone, un telégrafo automático, basado en una cinta perforada en la cual los puntos estaban representados por dos perforaciones hechas en perpendicular (una sobre otra) y las rayas por dos perforaciones pero puestas en diagonal, es decir, con "un espacio" de diferencia.

En el grabado adjunto puede verse un aparato de Wheastone terminando de perforar una cinta de papel donde de derecha a izquierda podemos leer con toda claridad la palabra "ROMA"

Aunque hubo otros muchos sistemas, por su duración en el tiempo dejemos al "histórico Morse" y los sistemas del francés Jean-Emile Baudot, (1845-1903) que son ya de la edad moderna y precursores de los sistemas digitales actuales: BAUDOT, ASCII, RTTY, AMTOR, SITOR, AX-25, radio paquete etc. No es nuestro propósito hablar de ellos, sino de nuestro paisano el Ingeniero Don Agustín de Betancourt y Molina.

y **Parte III**

Agustín de Betancourt, resumen biográfico de un gran genio español

Para poder hacernos una clara idea de quién fue D. Agustín de Betancourt y Molina, y del papel que realmente pudo tener en el desarrollo de la telegrafía, es preciso que hagamos una breve síntesis de su biografía. Aunque tinerfeño de nacimiento, no en vano le llamamos el "Leonardo da Vinci" español.

Nació en Tenerife, Islas Canarias, en la ciudad del Puerto de la Cruz, el año 1758. "Todos los biógrafos ponderan la precocidad de que hizo gala desde su más tierna infancia. La llama del

genio brillaba en él apenas despertó a la vida de la inteligencia". Desde muy joven se dedica, por afición, al teñido e hilado de la seda, tafetanes etc. Da clases de estos temas a sus convecinos. Comienza sus estudios en esa misma ciudad y destaca su singular facilidad para la mecánica, matemáticas, dibujo e idiomas (francés e inglés).

En 1776 visita la famosa "Cueva del Viento" en Icod de los Vinos (Tenerife). Es el tubo volcánico más largo del mundo, dejando una memoria descriptiva de la visita, como hecha por un experto geólogo.

Tuvo noticias de que en Inglaterra había una máquina de hilar seda. Va allí y no se la dejan ver; pero estudia las puntadas del tejido de seda, regresa a Tenerife y con ayuda de su hermana inventa en 1778 una "máquina epicilíndrica de hilar seda". El diseño dibujado ya recuerda las obras de Leonardo da Vinci. En todo caso constituye un gran éxito pues supera a la inglesa en un que aprovecha mejor la fuerza invertida en su impulsión. También escribió por esta época su libro sobre "El arte de teñir la seda en color púrpura". Tal es su habilidad en la mecánica y otras materias que se le recomienda para que entre al servicio del Rey Carlos IV, donde se presenta ese mismo año ya con el grado de Teniente de las Milicias.

Estudia profundamente matemáticas, geometría, álgebra, análisis matemático, hidráulica y mecánica entre otras materias. Quiere aprender a dibujar bien. Se presenta en la Academia de Bellas Artes de San Fernando, y no solamente le aprobaron, sino que le hicieron miembro de honor de la Academia. Sus dibujos son de una perfección incuestionable y recuerdan mucho a los del italiano Leonardo da Vinci.

1783 visita Almadén, redactando memorias sobre la explotación del mineral en las minas, tal como la encontró, y los cambios en máquinas y técnicas para mejorar notablemente los rendimientos de la explotación.

En 1784 se establece por vez primera en París, pensionado por la Secretaría de Indias para el estudio de "Geometría y Arquitectura Subterránea" estudiando de paso los avances científicos europeos. Es nombrado director del Real Gabinete de Máquinas, cargo que obtiene estando todavía en Paris y además alcanza el grado Capitán de las Milicias del Rey.

Regresa a Madrid en 1785, pero vuelve a Paris en septiembre del mismo año donde continúa sus estudios, para especializarse en 1786 en Hidráulica y Maquinaria, bajo los auspicios de la Secretaría de Estado".

En 1788 es nombrado Director del Real Gabinete de Máquinas el Buen Retiro. No viene a España para tomar posesión; se permite una escapada a Inglaterra, que apenas duró 15 días efectivos. Vio allí la máquina de vapor de Watt y sin conocer su diseño interno la mejoró. Con tal motivo escribe dos libros: "De la bomba de fuego de doble efecto" (Máquina de vapor) y "De la fuerza expansiva del vapor de agua". El primero de ellos levantó ampollas en los ingleses que no entendían como, sin haberla visto por dentro, ni sus planos, pudo hacer una máquina similar pero mejorada, descubriendo a los científicos europeos un casi secreto de Estado.

1789 Escribe a sus padres diciendo que ha "inventado una máquina para desaguar los terrenos pantanosos, movida por el viento, que ha gustado mucho y ha sido aprobada por todos los hidráulicos que la han visto".

Regresó el mismo mes a Francia donde permanece hasta el verano de 1791. Su residencia fija en París pero hace frecuentes viajes a Bretaña, Normandía, Borgoña, etc."...Este año inventa la "draga de vapor" mucho más eficaz que las usadas hasta entonces. Se hace espléndida realidad en Izhora, Rusia y funcionaba perfectamente en 1812 con su máquina de vapor dando un rendimiento mínimo 5 veces superior al de las dragas existentes en la época.

En esta época es cuando conoce a la mayor parte de los miembros de la Academia Francesa de las Ciencias y probablemente a Breguet, famoso relojero y físico suizo emigrado a Francia cuando era un joven de 15 años. Sabemos que tras su primera estancia en París Don Agustín de Betancourt complementa sus ingresos representando a la marca Breguet, cuyos relojes vendía entre sus amistades de alto poder adquisitivo... aunque no "pagativo": son varios los reyes y príncipes que le compraron un "Breguet" y después no hubo manera cobrarles.

En París, pensionado por el Rey Carlos IV, había reunido una cantidad enorme de material científico y máquinas. El estallido de la Revolución francesa hace que en Agosto de 1791 se venga a España con todo el material, que llega perfectamente embalado en 24 grandes cajones. "Una vez en Madrid recibió alojamiento en el Palacio del Buen Retiro, en las habitaciones del Infante don Antonio, mientras los modelos de máquinas eran cuidadosamente colocados, a manera de museo, en las habitaciones que habían ocupado otrora "las señoras infantas" y en las dependencias antiguas de la Secretaría de Estado. Para los talleres se reservaron las crujías bajas de dicho real palacio".

En 1792 abre al público el Real Gabinete de Máquinas, uno de cuyos asiduos visitantes era el propio Rey Carlos IV quien se sentía particularmente orgulloso de aquella colección. De hecho hasta su expatriación a Rusia, Betancourt conservó siempre el título de Director del Real Gabinete.

De 1795 a 1796 reside en Londres, también pensionado del Rey para estudiar los avances de la ciencia británica. Esta vez su atención se fija en los experimentos telegráficos de Charles Morrison, quien aplicaba directamente las descargas de una máquina de Wimshurst, a unos cables que terminaban en unas bolitas, junto a unos pedacitos de papel con las letras pintadas. A Betancourt no se le escapa detalle de las posibilidades de aquel invento, y se trae la idea y el propósito de una aplicación del tema a gran distancia, para lo cual acumularía la electricidad en botellas de Leyden.

En 1797 llegado de París, estaba ya planeado trasladarle a Cuba pero "por suerte para la ciencia, cuando todo estaba preparado y previsto el monarca (español) cambió de parecer y suspendió la comisión, construyó un telégrafo eléctrico, variante del de Morrison, entre Madrid y Aranjuez, con la idea de llevarlo hasta Cádiz si tenía éxito. El enlace se produjo pero una mala recepción, quizás por falta de pericia del operador de la otra estación, hizo que el Rey se desilusionara y no mostrase interés por el tema. (Entonces no existía la corriente eléctrica). Los hilos estaban recubiertos de papel aislante y de una capa protectora, para evitar pérdidas; pero no habiendo otras posibilidades (Volta no había inventado su Pila) dejó de lado la insegura telegrafía eléctrica y siguió pensando en la telegrafía óptica, como más fiable. Por ello la regia munificencia volvió a pensionarlo a París, donde Chappé ya explotaba su nuevo sistema.

Ese mismo año 1797 regresó a París, para mejorar sus conocimientos del telégrafo óptico de los hermanos Chappé. Permanece en Francia hasta finales de 1798. Considera que el sistema es complejo, incómodo y nada fácil de usar. Piensa en un sistema diferente y visita a su amigo Abraham Luis Breguet, (que ya había ayudado a los Chappé construyendo un sistema de engranajes para el telégrafo óptico francés), y le muestra su propio diseño, que recordaba desde fuera al de Chappé pero resultó ser totalmente diferente, más eficaz y sencillo de utilizar, con unas posibilidades insospechadas. Junto con Breguet se dedican a llevar a la práctica dos modelos (para poder hacer experimentos). Se trajo al menos una maqueta del modelo, para España. Otro quedó en casa de Breguet, conservándose aún en sus archivos, junto con otro que Breguet hizo después, sin la ayuda de Betancourt, que comparado con el de aquel resultaba tosco y burdo.

El tema de su instalación práctica era complejo: se trataba de localizar los puntos adecuados para las estaciones, diseñarlas, construirlas, preparar a los "teleseñalistas" (telegrafistas), sus turnos, intendencia, prever la tala de árboles que a futuro impidiesen la comunicación, prohibir construcciones en la línea visual que unía las estaciones etc.)".

En 1798 comienza la instalación de su telégrafo óptico, entre Madrid y Aranjuez. Se prueba con éxito total, por lo que a partir de este momento se dice que este año y los siguientes son la culminación brillante de su carrera. El telégrafo es llevado desde Madrid hasta Cádiz, hasta los Reales Sitios e incluso hasta Bayona, para enlazar con Francia. Termina los trabajos en 1800.

Es muy significativo lo escrito por su amigo Bourgoing :

"Sa destination pour l'île de Cuba a été contrariée par diverses circonstances. De retour a Madrid, il a fixé par ses calculs l'attention du gouvernement. Il a été chargé de l'établissement des télégraphes, object dont il s'était fort occupé avec le citoyen Breguet, pendant son dernier séjour a Paris. Il en a commencé un quai du Buen Retiro, qui s'étend jusqu'à Aranjuez et qui doit être continué jusqu'à Cadix." (Pág. 278, se cita como referencia de esta carta al Tableau de l'Espagne moderne, sin fecha, pero evidentemente de 1802 o posterior).

En la "Revista peninsular" 1857 Pág. 345 se dice que fue llamado a España para instalar una línea Madrid -Cádiz.

Agustín de Betancourt creó en 1799, al año siguiente al regreso de su segunda estancia en París, la Inspección General de Caminos y Canales, como organismo autónomo DENTRO de la Dirección general de Correos y Caminos, encargado de la planificación y construcción de todas las carreteras de España. Inicialmente se nombra a otro director, pero Agustín de Betancourt es nombrado Director General el año 1802. Por lo tanto también fue Director General de la Renta de Correos y Caminos, así como miembro de la Real y Suprema Junta de Consejeros de Hacienda.)

En 1800 el propio Napoleón ordena que en Francia se tiendan líneas telegráficas "como las de Cádiz".(Lo que evidencia su superioridad sobre el sistema Chappé y que en esta fecha ya esta funcionando).

Como miembro de la Inspección general de Caminos y Canales, ingresa en el escalafón de Ingenieros del mismo ramo, despliega una intensa actividad en el replanteamiento de las carreteras y concibe mil ingeniosas invenciones mecánicas"...

En 1802 Crea la Escuela de Caminos y Canales, que situó en el propio Gabinete de Máquinas "de cuyos, talleres y planos se sirvió para impartir las nuevas enseñanzas."

1805 Escribe en colaboración con Lanz el "Essai sur la composition des machines"

Esa fructífera etapa se cierra por motivos políticos en 1807 fecha en que "el ilustre ingeniero emprende el éxodo temporal sin darse cuenta de que se expatriaba para siempre"

Por 1806-7 la perniciosa influencia de Godoy le perjudicaba seriamente y su seguridad, a pesar de sus amistades en la Academia de las Ciencias francesa, corría peligro incluso en el país galo, por lo que tuvo que presentarse con su familia en la puerta de la embajada rusa y pedir asilo político, siendo aceptado y llevado a Rusia, para su suerte y nuestra vergüenza y desgracia. Eso ocurre antes de marzo de 1807.

Por los problemas que venía teniendo con Godoy, la enemistad del propio Rey Carlos IV con Godoy y la amistad de éste con los franceses, intuye que se va a armar una guerra de la que él, si permanece en España o Francia no va a salir bien parado..."supuse que era necesario, para no perecer con toda mi familia, buscar un asilo en un reino extranjero en que ponerla a salvo y me pareció que Rusia debía ser el más a propósito"...."me pareció que ya era tiempo de salir"...y como en aquel tiempo se alejaba de la corte a todo individuo que gozaba de una cierta consideración, se me concedió licencia para viajar al instante que la pedí".

Godoy no permitía gente inteligente a su lado, y se rodeaba de un conjunto de afrancesados, aduladores, etc. (Entre los cuales por supuesto no tenía cabida Agustín de Betancourt).

A todo ello ayudó que el sucesor de Carlos IV por abdicación del mismo, Fernando VII, como primera resolución del gobierno a raíz del motín de Aranjuez, fue el declarar canceladas todas las licencias y pensiones en el extranjero. Por ello la esposa de don Agustín de Betancourt, doña Ana Jourdain, tuvo que justificar la ausencia de su esposo, que había ido a San Petersburgo para conocer al Zar y oír sus propuestas, diciendo "que lo espera dentro de muy poco tiempo, pues (ella) sabe que está en camino para volver de Rusia". (Pág. 270-271)

En 1808 en París se entrevista con el Zar Alejandro I, en Erfurt, es una primera toma de contacto, lleva una carta de recomendación de miembros de la Academia de Ciencias de Francia, donde le dicen al Zar que "no existe en el mundo otro sabio con mayor capacidad que Betancourt para que le organice su vaso Imperio". El Zar le comunica su agrado y Betancourt regresa rápidamente a España a buscar su familia.

Fernando VII también abdica en pocos días (Carlos IV abdica el 8 de mayo de 1808 y Fernando VII "el breve" el 12 del mismo mes), a los que sucede el 6 de junio José I Bonaparte (más conocido en España por "Pepe botella"). Total que Don Agustín, que no era precisamente tonto, lo vio todo muy claro, y acompañado de su esposa llamó anhelante a las puertas de la embajada moscovita, pidiendo protección y asilo. Es acogido y rápidamente se le traslada a Rusia, a San Petersburgo, cerca del Palacio Imperial. Desde aquel día Rusia sería su segunda patria". De hecho tuvo una gran amistad personal con el propio Zar, teniendo entrada libre a su palacio, comiendo con él en innumerables ocasiones y siendo tratado por el Zar con un respeto exquisito.

1809 Funda en San Petersburgo el Instituto del Cuerpo de Vías de Comunicación, del que es Inspector y Consejero.

1816 Presidente del Comité de Construcciones y Obras Hidráulicas y del Comité para la creación de la Feria de Nizhni, cuyos planos son suyos..

En Rusia llega a todo lo que un hombre puede anhelar: Mayor General, Teniente General, Fundador de la Escuela de Ingenieros Hidráulicos, Director General de Vías de Comunicación, Inspector General de Canales, etc. En Obras Públicas proyectó una inmensa red de canales que eran las arterias de comunicación de aquel vastísimo imperio. Participó en el diseño y construcción de la Catedral de San Isaac en Leningrado. Un trabajo ejemplar lo constituyó el diseño de los andamiajes, entre otras cosas. Allí, en una vitrina, figura el retrato de D. Agustín de Betancourt, También diseñó e hizo el conjunto de bellísimos puentes de San Petersburgo y el famoso "Picadero de Moscú", una especie de estadio de fútbol para prácticas ecuestres, con un TECHO DE MADERA Y SIN NINGUNA COLUMNA de soporte. Un diseño estilo griego, a lo Partenón de Atenas, en madera, con vigas sabiamente distribuidas, permitían un reparto de peso hacia las paredes laterales, sin que el techo se hundiera... a pesar de que pudiese estar totalmente cubierto de nieve. Un desafío difícil de aceptar incluso para los arquitectos actuales.

1822 Adulaciones, envidias y las dificultades económicas que surgen de las faraónicas obras de Betancourt (por ejemplo el Gran Picadero de Moscú, el gigantesco sistema de canales y esclusas inventadas por él, las dragas de vapor y los puentes de San Petersburgo) hacen que se nombre a un "civil", el Duque Alejandro de Wurtemberg, como Administrador General de Vías de Comunicación. Con ello le llegan los recortes presupuestarios, y aquel inútil le va despojando de todos sus archivos y diseños. Digamos que le deja con las "alas de la creatividad cortadas", sumido en una gran depresión y sintiendo una gran añoranza por su vieja patria, España (no es eufemismo, hay cartas que lo prueban)..

La muerte le sobrevino en San Petersburgo el 26 de julio de 1824, donde los dos últimos años fueron especialmente duros. El Duque y sus favoritos se encargaron de irle anulando poco a poco, hasta el punto que se queda solo con sus recuerdos y la vista de las obras realizadas.

Sumido en una triste melancolía, y siempre pensando en poder regresar algún día a España, murió allí en, San Petersburgo, el año 1824, donde descansa para siempre el que primer ingeniero que tuvo España, el genial inventor Don Agustín de Betancourt y Molina.

Los que visiten Tenerife, y vayan al Puerto de la Cruz, no dejen de pasar por el céntrico lugar donde está la Iglesia Parroquia de Nuestra Señora de la Peña de Francia, en que fue bautizado. Frente a sus puertas está su estatua, con una interesante leyenda en bronce y, al otro lado de la calle, el ahora Hotel Monopol, bella construcción canaria en tea y tejas, que fue la casa donde nació el "Leonardo da Vinci español".

¿Dónde está el Telégrafo, donde están las máquinas?

"En 23 de marzo de 1808 entra Murat en Madrid, como aliado según la versión oficial, y de paso para la invasión de Portugal, alojándose con sus tropas en el Buen Retiro. Pero no lo encuentra confortable, tal vez por haber sido saqueado 3 días antes por el motín popular, consiguiente y reflejo del de Aranjuez, ocurrido el día 18. Murat se instala el día 24 en la antigua casa de Godoy, en la calle del Barquillo. En el Retiro, donde estuvieron las caballerizas reales, queda la caballería ligera del General Grouchy, que saldrá de allí el 2 de mayo para subir por la calle de Alcalá a la Puerta del Sol.

En Aquel palacio del Retiro, atropellado ya por las turbas y ocupado por los franceses, estaban abandonadas a su suerte y todavía en peligro si todavía no habían padecido estrago, las 270 máquinas que componían el Real Gabinete de Betancourt, la mayor parte de ellas construidas en su taller de París.

El Gabinete comprendía, además, un conjunto de 358 planos dibujados por don Agustín y 100 Memorias, originales, ilustradas con 92 gráficos de su mano"... "las máquinas son trasladadas a la Academia de Bellas Artes, comenzando una peregrinación cuyo final desconocemos"... "cuyo principio se da cuenta en la Junta particular de 10 de septiembre de 1808, ausente ya José Bonaparte de su primera y fugaz estancia en Madrid.

Copiamos el Acta "Por Orden de 20 de junio se depositaron provisionalmente en las Salas de dibujo de la Academia, las máquinas del Gabinete del Buen Retiro y en contestación a la Primera Secretaría de Estado y a la Dirección General de Correos y caminos manifesté que debían quedar desembarazadas de dichos efectos las referidas salas a lo mas tarde para mediados de este mes en que vuelven a abrirse los Estudios. Con ese motivo expuse que no habiéndose trasladado todavía las máquinas y necesitando las Salas de un estropajeo, sería conveniente pasar oficio a la expresada Dirección de Correos a fin de que puedan abrirse los Estudios a Principios de Octubre.

"Se ve que las máquinas fueron llevadas a la Academia por orden de la Secretaría de Estado, antes de la entrada de José Bonaparte, de un modo precipitado, puesto que se buscó un alojamiento provisional."

" Interviene en el traslado la Dirección General de Correos y Caminos y cuando a ella se le contesta con ocasión de hacer el depósito y cuando se decide oficialarla para que lo retire, parece que ha sido la ejecutora de una orden superior, ya que si es de su cuenta el llevarse las máquinas hemos de deducir que fue ella quien las trajo."(Pág. 178)

Se supone que habiendo sido Agustín de Betancourt Director General de la Renta de Correos e Inspector General de Caminos, fue el director del Gabinete de Máquinas, y por ello la nueva

Dirección de Correos (con Betancourt exiliado) pudo intervenir considerando como propio el Gabinete.

"Ya dijo la Academia, cuando recibió el depósito, que había que despejar las Salas para mediados de Septiembre, y esa Junta del 10 acuerda reclamarlo de oficio, lo que se hace con fecha 12, a lo que se contesta por la Dirección General de Correos y Caminos el día 19 según se comunica en la Junta Particular del 2 de octubre de 1808 y en la que se hace constar que ya habían quedado libres las salas de dibujo" (No se dice donde fueron a parar las máquinas)

Podría aventurar una hipótesis: quizás no fueron las tropas de Napoleón las que destruyeron las instalaciones, sino la propia Dirección General de Correos, para liberar las Salas de la Academia de Bellas Artes. Y esa afirmación se apoya en dos lógicos argumentos. El primero es que por haber sido Director General el creador del Gabinete (Betancourt), la propia Dirección General de Correos pudo sentirse "legítima propietaria de las máquinas y de sus destinos".

Otras desapariciones <<misteriosas>>

El segundo punto se basa la observación de lo ocurrido en varios temas de trascendencia para la historia de las comunicaciones en Canarias:

De la estación Radiográfica Marconi, existente en Tenerife en el barrio de "Las 4 Torres de Marconi", desde donde se hizo el primer comunicado con el Titanic, el día 3 de abril, de 1912, sin iniciar aún el viaje inaugural, no queda nada, ni aparatos, ni torres, ni restos, ni libro de guardia. Todo desapareció.

Se construyó una estación radiotelegráfica Costera en Taco (La Laguna) pero también desapareció sin dejar rastros. La estación, legalmente, se trasladó al parecer en Gran Canaria, pero ¿qué fue de los materiales, libros de guardia etc.?. Aquí no están, ni allá tampoco.

En La Laguna, Geneto, (Tenerife) estuvieron las instalaciones de una antigua estación de comunicaciones, fonía (quizás CTNE), Tenía antena róbica, equipos de transmisión-recepción, libros de guardia etc. "Lo que el viento se llevó"..a un lugar muy socorrido que se llamaba "el lazareto". Solo queda el histórico edificio, en el que hoy viven unos "okupas" sin "ke nadie se okupe de los okupas".

Hace unos 20 o 25 años, en un centro oficial, había un magnífico ejemplar, tipo "piano" del telégrafo Huges. Alguien -cercano a esa casa- me comentó que fue lanzado desde un cuarto piso a un camión que recogía los escombros durante unas obras de remodelación. Posteriormente fue vertido con otros escombros en el citado lazareto, donde desapareció para siempre porque allí también habían restos de material de hospitales, antigua leprosería, etc. Hoy, cubierto de tierra, es una montaña ajardinada en terrenos ganados al mar.

Dentro de mil años, si aún existe la raza humana, indudablemente será centro de interés para investigaciones arqueológicas donde descubrirán que en el siglo XX la mentalidad de algunas personas no había superado en mucho a la de los cavernícolas.

Pensando que si en determinados círculos oficiales, en pleno siglo XX cuando creen que algo les sobra, no estudian su posible interés didáctico, histórico etc., sino que simplemente lo tiran. Un siglo antes ¿Iban a correr mejor suerte los materiales de Agustín de Betancourt cuando la Academia de Bellas Artes pedía que con toda urgencia se liberaran las Aulas, en aquellos días tumultuosos que rodeaban al 2 de mayo de 1808?. Pues imaginen la decisión del Jefe supremo de Correos de aquella época: "Métnlo en carretas, (solo son 25 o 30 grandes cajas llenas de máquinas viejas que no se usan, papeles y diseños sin interés), y hagan una buena hoguera porque hay mucho frío o..." (iqué pena no saber esa otra alternativa, para escarbar aunque, sea a escondidas, en esas montañas de restos arqueológicos que contiene algunos de los mayores avances tecnológicos de 1600 a 1980 más o menos!).

Lo más reciente:

Hace tan solo un par de años se celebró en el Puerto de la Cruz, Tenerife, un homenaje-exposición a la figura de Don Agustín de Betancourt y Molina. Se expusieron maquetas, realizadas según sus diseños, y que por lo tanto funcionaban. Me cuentan testigos presenciales que fue una preciosidad de exposición. El acto estuvo organizado por el Gobierno Autónomo de Canarias y fondos de la Comunidad Europea.

Museo Elder

Pues bien, el citado museo dispone de una sala o espacio dedicado a Don Agustín de Betancourt y Molina, y allí están máquinas y maquetas (hechas hace poco) del sabio tinerfeño. ¿Por qué desaparecieron de aquí y aparecen en un sitio donde jamás estuvo Betancourt?. Si fuesen las mismas: ¿Por qué no están en el museo de la Ciencias de Tenerife u otro museo de Ciencias, como el Cabrera Pinto? ¿Por qué no se interesaron de inmediato nuestras autoridades para que todo ese material quedase en la ciudad natal de D. Agustín de Betancourt y Molina? ¿Quién o quienes decidieron ese traslado?. Son muchos "¿por qué?" y la respuesta cabe en una sola palabra aplicable a nuestros políticos, a elegir de entre las tres siguientes: "desidia", "ineptitud", "incultura" . Quizás se pueden aplicar las tres a la vez. Seremos buenos y pensaremos en "por despiste supino". Si no son las mismas, peor aún. El hecho habla mucho y bien de los políticos de Gran Canaria y la dirección de aquel museo, que merecen nuestra felicitación por no dejar que ese conjunto de máquinas, gestadas por el genial Betancourt, se perdieran en el olvido.

Remarcamos que aún estamos a tiempo de realizar algo aquí, en Tenerife. Los diseños están, carpinteros, mecánicos, fresadores etc. los hay, y muy competentes; así cómo hombres de ciencia a todos los niveles, incluyendo el del reconocimiento internacional. Se conserva la casa donde nació Don Agustín, amplia y capaz. Falta ahora una Institución, o varias, que "vean" la posibilidad real de hacer en el propio Puerto de la Cruz un museo tecnológico dedicado a su más ilustre figura. Es preciso que su obra esté representada en algún sitio de lo que fue "patria chica" : Tenerife.

Y si no reaccionase su ciudad natal, la ciudad de la cultura -por excelencia- La Laguna, dispone de un Museo de las Ciencias y del Cosmos, con un personal extraordinariamente preparado capaz de recoger este desafío. Con maquetas de pequeño tamaño quizás podría habilitarse una zona para tener una exposición interactiva fija con las más importantes obras (y quizás fotos de otros diseños) del primer científico de talla internacional nacido en nuestro archipiélago.

Últimas pistas

Afirma el autor de este pormenorizado relato que "Al trasladarse el Ministerio de Fomento a su nuevo edificio, --después Ministerio de Agricultura-- lo que debió ocurrir a finales de la pasada centuria (siglo XIX) se destruyó el antiguo convento y NO SE ADONDE FUE A PARAR EL CONSERVATORIO (de Bellas Artes) aunque averiguarlo no debe ser difícil. Dejo pues aquí una pista para que algún investigador pueda quizás encontrar, aunque solo sea parte de los modelos y dibujos, lo que constituiría un descubrimiento importante".

De momento veo que no siendo "electrónicos" los biógrafos de Betancourt, se extienden en descripciones sobre su draga mecánica, máquina epicilíndrica de hilar seda, sistema de esclusas para canales, etc. y casi no tocan el telégrafo, entre otras cosas -supongo- porque la telegrafía eléctrica -física pura- no parece estar en el campo de sus aficiones.

De hecho hay unos párrafos muy interesantes:

"Jacques Payen, especialista muy conocido en la Historia de las máquinas de vapor, ha publicado trabajos sobre don Agustín y además escrito el artículo correspondiente a él en el "Dictionary of Scientific Biography".

"Hicimos juntos un viaje a Extremo Oriente y también le he visitado en su lugar de trabajo, el Conservatoire des Arts et Métiers de París. Y me ha enseñado el magnífico museo que forma parte de esta Institución -que sigue funcionando sin interrupción desde que la creó la Revolución Francesa- y también sus buhardillas donde se encuentra el material NO EXPUESTO; allí hallamos modelos del Telégrafo Breguet-Betancourt que he descrito en otro de mis trabajos (7)" ..y en el 7) dice "Huellas de Agustín de Betancourt en los archivos Breguet, Anuario de Estudios Atlánticos 1975 Págs. 177-221 en la figura 4 aparece su retrato junto a uno de los modelos".

Aquí se reconoce que el telégrafo Breguet-Betancourt o viceversa es el mismo, su éxito en la comunicación Madrid-Aranjuez y la necesidad de extenderlo más lejos (D. Agustín llegó a comenzar su proyectada ampliación hasta Cádiz.

Es probable que durante su estancia en Rusia D. Agustín de Betancourt hablase sobre el telégrafo óptico, e incluso esbozase nuevas concepciones de su invento, utilizando el sistema binario. Copiamos, traducido a español, el párrafo sobre telegrafía óptica que hemos visto en Internet en una de las direcciones que hemos mencionado.

EPÍLOGO:

Telegrafía óptica (en Rusia):

La historia de la telegrafía óptica en Rusia comienza el año 1824, (El mismo año en que fallece Don Agustín de Betancourt) con una línea que se montó entre San Petersburgo y el lago Ladoga - no era muy larga. Cuando Nicolás I subió al trono, se puso un mayor énfasis en la construcción de líneas de telegrafía óptica. En el año 1833 se hizo una conexión entre el Palacio de Invierno y la fortaleza de Kronstadt. En 1835 se establecieron líneas entre San Petersburgo y la residencia de verano en Tsarskoye Selo y Gatchina. El siguiente desafío fue hacer una línea entre San Petersburgo y Warsaw (Varsovia). Ésta se completó en 1839. Había 149 torres a lo largo de esa línea. La plantilla operativa estaba compuesta por 1,908 personas. El servicio se mantenía incluso de noche. La esperada superioridad de la naciente telegrafía eléctrica fue probablemente la razón principal por la que no se construyeron más estaciones en el futuro. Pero cuando parecían inevitables las hostilidades entre las tropas rusas y las aliadas Turco-Franco-británicas, se tomó rápidamente la decisión de construir una nueva línea a lo largo de la costa norte del Golfo de Finlandia.

El Imperial Decreto ordenando los trabajos de inicio de la construcción fue recibido por el Gobernador General el 23 de Febrero de 1854. Un miembro del senado finlandés , el General Mayor Barón Casimir von Kothen estuvo al frente de los trabajos de construcción. En total se iban a construir 42 estaciones desde a C. Hanko (Hangöudd). La tarea acabó de forma sorprendente un par de meses mas tarde.

La distancia entre estaciones era de 3-7 millas náuticas (5 a 12 Km). Como regla general las distancias eran normalmente mas largas pero para evitar los disturbios atmosféricos en la proximidad de la orilla del mar, se prefirieron distancias más cortas. En el peor de los casos, cuando la niebla o la lluvia impedían ver la siguiente torre, se ordenaba que un hombre a caballo hiciese posible entregar y hacer seguir adelante el mensaje. Cuando no había conexión

terrestre, el mensaje era llevado a la siguiente estación mediante un bote de remos. Se inventaron variados sistemas de señales. En el sistema localmente adoptado se utilizaba la posición de tableros de madera a ambos lados del poste central. Una pelota de paño se elevaba hasta la parte alta del poste cuando la estación estaba lista para transmitir. La siguiente estación enarbolaba su pelota y la transmisión podía comenzar. (Ello no confundía a la estación siguiente, desde donde se veía a la estación central "lista para transmitir", porque durante todo ese tiempo de recepción permanecía inactiva). Cuando la siguiente estación enarbolaba su pelota, la retransmisión podía comenzar. El uso de los sistemas de telegrafía cesó cuando cesaron las hostilidades, en agosto de 1854. Sin embargo, a principios del año siguiente se dio una nueva orden para restablecer la línea e incluso continuarla. La línea se llevó hasta Turku (Åbo) y Uusikaupunki (Nystad). Fue una medida de precaución. Toda la línea funcionaba con 22 oficiales y 460 "señaleros". La importancia de la telegrafía óptica descendió poco después y las líneas ópticas fueron sustituidas por telégrafos eléctricos.

No obstante, en 1885 cuando los intereses británicos y rusos estuvieron en conflicto en Afganistán, se ordenó hacer preparativos militares en las costas de Finlandia. También se inspeccionó la vieja línea de telegrafía óptica. No hubo acción militar posterior y la línea no llegó a utilizarse.

Este texto está ampliamente basado en el libro de Einar Risberg "La historia de la Historia de la Oficina de Telégrafos Finlandesa 1855-1955" (Suomen Lennätinlaitoksen historia). La nota de 1885 es de una entrevista anterior de los oficiales inspectores, General Mayor (Entonces Coronel) Lennart Munck en Fulkila, 85, que figura en el Anuario de la Artillería Costera (Rannikkotyökistön vuosikirja) de 1937.

Bibliografía:

- Archivo Histórico de Isidoro Ruiz-Ramos, EA4DO, Madrid.
- Biblioteca de Francisco José Dávila Dorta
- *Telegrafía*. Autor Ferrini Cantani, editorial Gustavo-Gili, Barcelona 1935-36.
- <<Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa>>. Ministerios de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid 1996.
- Biblioteca de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife, Rvdo. Sebastián Padrón Acosta, Biografía de Agustín de Betancourt y Molina.
- Instituto de Estudios Canarios, Pub. nº. XX 1965, Pág. 69 y ss., por Alejandro Cioranescu: *Agustín de Betancourt, su obra técnica y científica*.
- Biblioteca del eminente canariólogo Dr. Antonio Concepción Pérez.
- Anuario de Estudios Atlánticos, Barcelona-Las Palmas 1967, nº. 13, págs. 243 y ss., por Antonio Romeu de Armas, *Agustín de Betancourt. Fundador de la Escuela de Caminos y Canales: nuevos datos biográficos*.
- Anuario de Estudios Atlánticos, Barcelona-Las Palmas 1975, nº. 21, páginas 177 y siguientes, por José A. García Diego, *Huellas de D. Agustín de Betancourt en los archivos de Breguet*.
- Anuario de Estudios Atlánticos, Barcelona-Las Palmas 1978, nº 24, páginas 147 y siguientes, por José A. García-Diego, *Despedida a Betancourt*.
- Texto en la propia estatua de don Agustín de Betancourt, frente a su casa natal en el Puerto de la Cruz, y jardín de la Iglesia de Nuestra Señora de Francia, en la que fue bautizado. Tenerife.

Internet

- Museo sueco: <http://www.telemuseum.se/historia/optel/optteleng.html>
- Nacimiento de la Telegrafía: <http://www.silkroad.com/net-history.html>
- Mapa de Helsinki en 1855 mostrando la línea de telegrafía óptica a través de la ciudad: <http://personal.inet.fi/koti/pauli.kruhse/lauttasaari/pic/map1855>
- EA8EX: <http://member.nbc.com/Davila>