

Sabido esto, supongamos que el mango del manipulador está vertical. En este caso, las puntas b , b' lo están también, y las partes metálicas del cilindro permanecen aisladas; la corriente de la pila no puede pasar de una á otra, ni por consiguiente entrar en los hilos del galvanómetro.

Supongamos ahora que se vuelve el mango á la derecha, como se ve en la figura 309. Las dos puntas b y b' tocan los muelles K y U', separando á este último de su contacto con la pieza M. La corriente seguirá entonces el camino marcado por la serie de letras correspondientes á las diferentes piezas del manipulador, por el orden siguiente: P R D n b' Z G Z L; la corriente que llega así al hilo de línea, después de hacer desviarse á la derecha la punta superior de la aguja del galvanómetro transmisor, prosigue su marcha, entra en el aparato receptor y desvía en el mismo sentido la aguja de su galvanómetro, yendo en seguida á tierra. Según veremos más adelante, la tierra

7	\	/	M	A	//	✓	N
A	\\	///	N	B	\\	\\	O
B	///	///	O	C	\\	///	P
C	\\	///	P	D	✓	✓	Q
D	✓	✓	R	E	\	///	R
E	✓	✓	S	F	✓	///	S
F	✓	✓	T	G	✓	/	T
G	✓	✓	U	H	✓	✓	U
H	✓	✓	V	I	✓	✓	V
I	✓	✓	W	J	✓	///	W
Q	✓	✓	X	K	✓	✓	X
K	✓	✓	Y	L	✓	✓	Y
L	✓	✓		M	✓	✓	Z

Fig. 310.—Vocabulario belga y vocabulario inglés del telégrafo de una aguja

hace las veces de hilo de regreso, de suerte que el polo negativo de la pila del aparato transmisor cierra el circuito por medio de las piezas T K b m K'' N.

Cuando, por el contrario, se vuelve el mango á la izquierda, la dirección de la corriente es inversa, porque las puntas b y b' tocan, la primera el muelle K' y la segunda el U, separándolo al mismo tiempo de la pieza M. El camino seguido por la corriente está en este caso indicado por la serie de letras:

N K' m b K' Z' G Z L, la línea, y luego T U b' n R P

La corriente ha circulado en sentido contrario y desviado á la izquierda la aguja del galvanómetro transmisor al mismo tiempo que la del receptor.

Como se ve, la corriente voltaica atraviesa en este sistema, á la vez y en idéntico sentido, los galvanómetros de las dos estaciones telegráficas extremas, y se interrumpe simultáneamente en uno y otro, reproduciéndose los signos transmitidos en el mismo instante.

El *telégrafo de dos agujas* de los mismos inventores está basado en el propio principio que el anterior. Cada uno de los aparatos de las estaciones de origen y destino consta de dos galvanómetros y dos manipuladores, independientes uno de otro. El empleado que los maneja ase con cada mano los mangos que hacen funcionar los mani-

puladores de derecha é izquierda; luego los vuelve á uno ú otro lado, separada ó simultáneamente, reproduciendo así los signos que constituyen el alfabeto y las cifras convencionales que se marcan en la figura 310.

En la parte superior del aparato está el timbre, que sirve para avisar la transmisión de un despacho. A su lado hay dos tiras metálicas con las que se pone el timbre en comunicación con la corriente de la línea. Avisado el empleado de la estación de destino, responde con una señal convenida que está pronto á recibir, y en seguida da vuelta al mango ó conmutador que se ve al lado del aparato para interceptar la comunicación eléctrica con el timbre, interrumpiendo así el sonido de éste mientras recibe el despacho.

La esfera situada debajo de los mangos de los manipuladores está provista de una aguja que, según su posición, sustrae tal ó cual estación de la línea á la acción de la corriente, y divide así la línea en dos trozos independientes. Gracias á este conmutador, se puede circunscribir la comunicación telegráfica á las estaciones directamente interesadas, y el servicio puede continuar independientemente entre todas las demás.

Lo mismo en los telégrafos de dos agujas que en el de una, las desviaciones están limitadas por dos botoncitos de marfil, que tienen además la ventaja de hacer que el oído perciba el número de golpes de la aguja sobre ellos.

Otros inventores han construído varios sistemas de telégrafos de agujas que han funcionado con éxito.

Mencionaremos algunos, indicando solamente el principio de su construcción.

Citaremos desde luego el telégrafo de dos agujas de Glöesener, que en rigor no es sino una modificación del de Wheatstone, la cual consiste principalmente en la agregación al multiplicador del receptor de dos electro-imanés, cada uno de los cuales reacciona sobre un polo diferente de las tres agujas imanadas que componen el galvanómetro. La hélice magnetizante de estos electro-imanés es la continuación del multiplicador. Según Glöesener, esta adición duplica la fuerza del aparato de Wheatstone.

El aparato de una aguja de Bain se basa en un principio diferente de los que acabamos de describir. El órgano electro-magnético es un electro-imán cuyos carretes reaccionan sobre dos imanes permanentes en forma de semicírculos, movibles alrededor de un eje que sostiene la aguja indicadora. Las atracciones y repulsiones simultáneas en un sentido ó en otro, producidas en los polos del electro-imán y de los imanes permanentes, hacen desviar la aguja á la izquierda ó la vuelven á su posición vertical. El

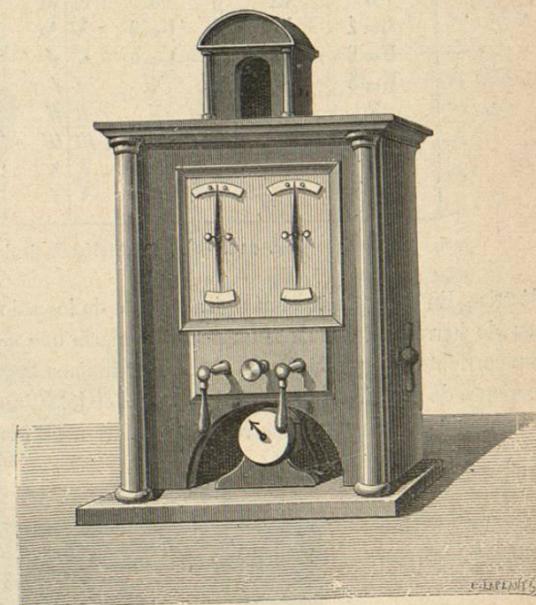


Fig. 311.—Telégrafo de dos agujas

manipulador es un simple conmutador de cambio de polos, que se maneja con un manubrio; unos muelles lo vuelven á la vertical. Este telégrafo funcionó desde 1846 en la línea de Edimburgo á Glasgow.

El telégrafo de agujas de Hénley tiene por órgano motor una máquina magneto-

Aguja izquierda	Las dos agujas juntas	Aguja derecha
+	R ou 8	H ou 4
A	S	I
B	T	K
C ou 1	U ou 9	L ou 5
D ou 2	V ou 0	M ou 6
E ou 3	W	N ou 7
F	X	O
G	Y	P
	Z	
	Q	

Fig. 312.—Signos del telégrafo de dos agujas

eléctrica. En él un electro-imán gira delante de los polos de un fuerte imán en forma de haz de herradura. Mediante un pedal de marfil que se baja con el dedo, se engendra una corriente de inducción que circula por la línea llegando al receptor, así como otra corriente de sentido contrario al levantar el dedo. El receptor mismo es un electro-imán provisto de dos placas de hierro dulce en forma de herradura puestas en sus polos: en-

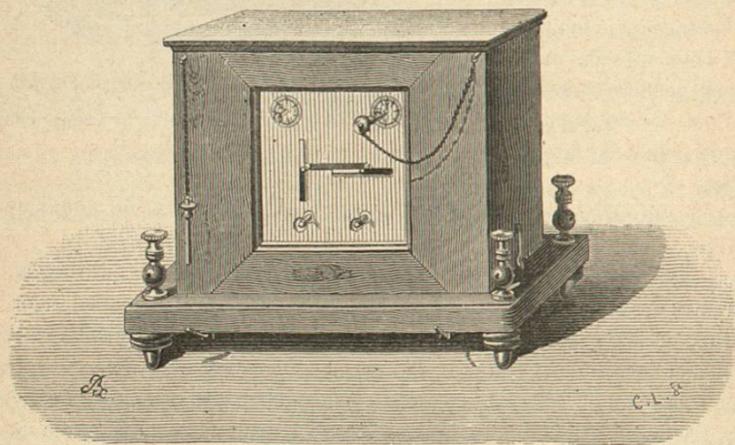


Fig. 313.—Receptor del telégrafo de agujas, sistema Foy y Breguet

tre estas placas está la aguja imanada, cuyas desviaciones las repite una aguja indicadora paralela montada en el mismo eje. Los signos del telégrafo de Henley son análogos á los del de Morse, que luego daremos.

Los señores Foy y Breguet han ideado un sistema de telégrafo de agujas que tiene por objeto reproducir los signos del telégrafo aéreo de Chappe y que ha funcionado

desde 1845 en la línea de París á Rouén (145 kilómetros), dando al parecer excelentes resultados. Lo propio que el telégrafo de dos agujas de Wheatstone, necesitaba dos hilos de línea; pero los inventores han construido aparatos de una sola aguja, que sólo requieren un hilo, y aun así dan de 100 á 120 signos por minuto.

La figura 313 representa el receptor, que está formado de dos aparatos simétricos é independientes, cada uno de los cuales corresponde á una de las agujas indicadoras. Cada una de estas agujas, que son mitad negras y mitad blancas, puede tomar ocho posiciones alrededor de sus centros, dos horizontales, dos verticales y cuatro á 45° de cada una de las otras, lo cual da un total de 64 signos disponibles. El mecanismo del receptor tiene mucha analogía con el del telégrafo de cuadrante Breguet, que muy

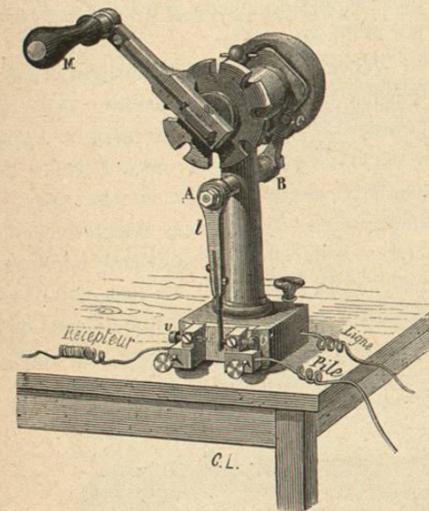


Fig. 314.—Manipulador del sistema Foy y Breguet

A	↙	N	↗
B	↘	O	↖
C	↗	P	↙
D	↖	Q	↘
E	↘	R	↗
F	↗	S	↖
G	↖	T	↘
H	↘	U	↗
I	↗	V	↖
J	↖	W	↘
K	↘	X	↗
L	↗	Y	↖
M	↖	Z	↘

Fig. 315.—Signos del telégrafo Foy y Breguet

luego describiremos detalladamente. Dando vuelta al mango M del manipulador, que es también doble (fig. 314), y haciéndole tomar una de las ocho posiciones que corresponden á las ocho muescas de una rueda fija, se hace girar otra rueda montada en el eje del manubrio y en cuyo plano hay trazada una garganta hueca y sinuosa. El muelle Bc toma entonces la posición que se ve en la figura, y la pieza l toca la pieza metálica v, ó toma una posición más inmediata al centro, en cuyo caso l toca la pieza izquierda v'. Ambas piezas están aisladas por un pedazo de marfil de la parte metálica del manipulador, al cual van á parar los hilos de la pila, de la línea y del receptor. Por consiguiente, tan pronto pasa la corriente como se interrumpe, lo cual produce en el receptor movimientos correspondientes de la aguja indicadora.

En la figura 315 se contiene el vocabulario alfabético adoptado en Francia para este telégrafo. La raya horizontal es común á todos estos signos y no requiere ninguna operación. Para marcar las ocho letras A, B, C, D, E, F, G, W, sólo hay que mover el manipulador de la izquierda, y el de la derecha para las letras H, J, K, M, N, O. Los otros trece signos exigen el movimiento simultáneo de los dos manipuladores y de los dos aparatos. Las administraciones de las líneas telegráficas francesas han usado mucho tiempo este sistema.

IV

LOS TELÉGRAFOS ELÉCTRICOS DE CUADRANTE. — SISTEMA BREGUET

El telégrafo eléctrico de cuadrante se usa especialmente en el servicio de los ferrocarriles, ó en las líneas secundarias de la red telegráfica de algunos países. El motivo principal de la preferencia dada á este sistema por las empresas de las vías férreas consiste en el fácil manejo del aparato, pues basta un corto aprendizaje para que cualquier empleado pueda transmitir y recibir por él un despacho.

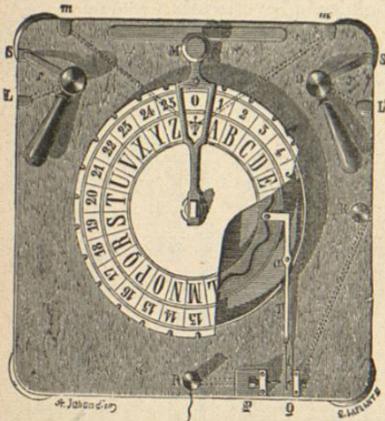


Fig. 316.—Manipulador Breguet, modelo antiguo

Wheatstone inventó también el primer telégrafo de esta clase, habiéndose hecho las primeras pruebas en el ferrocarril de París á Versailles en junio de 1844. Después se han probado ó adoptado muchos sistemas análogos en varias líneas telegráficas de diferentes naciones. Más adelante haremos mención de algunos de los más notables, indicando sucintamente en qué difieren sus principios ó mecanismos. Por ahora nos limitaremos á describir el sistema más usado en las vías férreas de todos los telégrafos de cuadrante; este sistema es el de Breguet, derivado del de Wheatstone.

Las figuras 316 y 317 representan el manipulador. Es un cuadrante de latón sostenido sobre una peana horizontal de madera. Dos zonas concéntricas, cada una de las cuales está dividida en veintiséis sectores, reproducen, una las veinticinco letras del alfabeto francés y una cruz, y otra las cifras sucesivas de 1 á 10 y además una serie de signos ó señales especiales. En el antiguo modelo (fig. 316) había en lugar de estos signos los números de 1 á 25. En un eje que atraviesa el centro del cuadrante se articula el manubrio M que puede girar

en el mismo sentido que las agujas de un reloj y detenerse sobre cualquiera de las letras ó de las cifras marcadas, con cuyo objeto el manubrio tiene un diente que engrana en las muescas que hay en la circunferencia del cuadrante en medio de cada uno de los veinticinco sectores.

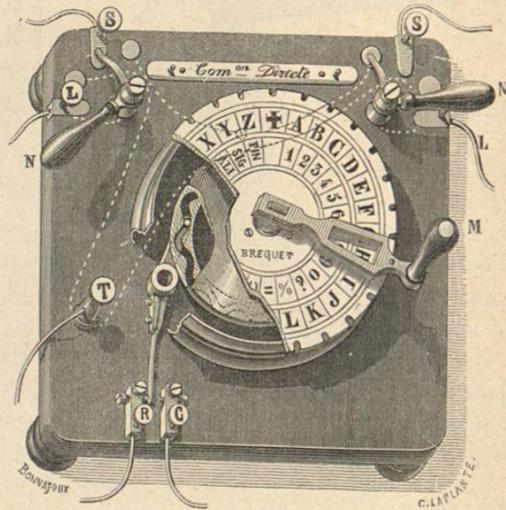


Fig. 317.—Manipulador del sistema Breguet, nuevo modelo

El movimiento del manubrio ocasiona el de su eje y el de una rueda en la cual hay abierto un surco sinuoso que se ve en la parte del cuadrante que se supone levantada en la figura 317. El número de sinuosidades de este surco es igual al de sectores, es decir que consta de trece arcos convexos y de otros tantos cóncavos, todos los cuales corresponden á las letras ó á las cifras. En *a* (fig. 316) hay articulada una palanca acodada T que lleva un pequeño vástago sobre el cual corre una ruedecita maciza de acero templado. El movimiento de la rueda que contiene el surco se comunica así á esta ruedecita que entra en dicho surco, de suerte que el extremo de la palanca unas veces se acerca al centro y otras se aleja de él, ejecutando así tantas oscilaciones como divisiones sucesivas del cuadrante recorre el manubrio.

Veamos ahora cómo se puede producir una serie de emisiones é interrupciones de la corriente de la línea merced al movimiento impreso al manubrio del manipulador.

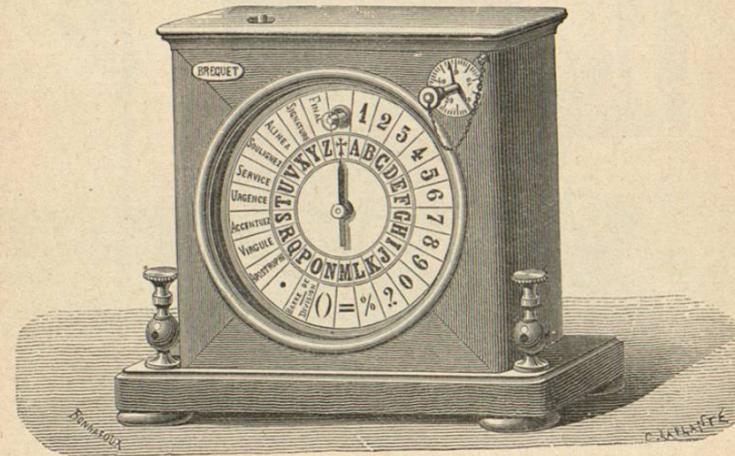


Fig. 318.—Vista exterior del aparato de cuadrante Breguet

Pero antes convendrá describir las diferentes piezas de éste, y las comunicaciones que con ellos se establecen entre las pilas, los hilos de línea y los mismos aparatos.

El hilo que parte del polo positivo de la pila llega al tornillo R que está unido con una tira metálica al tornillo P. Enfrente de la punta de este tornillo hay otro Q, que comunica del mismo modo con el tornillo R', al cual va á parar el hilo del receptor. Entre las puntas de estos tornillos oscila el brazo de palanca T que tan pronto se pone en contacto con uno como con otro. Supongamos el manipulador en reposo ó su manubrio sobre la cruz, posición marcada en la figura 316. En este caso la corriente no pasa porque el circuito no está cerrado, sucediendo lo mismo siempre que la palanca ocupa la misma posición, es decir, cuando el manubrio pasa por una división par, por las letras B, D, F..... ó las cifras 2, 4, 6..... Si, por el contrario, el manubrio en movimiento pasa por encima de una división impar ó se detiene sobre ella, la corriente entra por la palanca T en la rueda móvil del manipulador. Réstanos demostrar cómo se la hace pasar á uno ú otro de los hilos de línea, á derecha ó á izquierda de la estación. Estos hilos están empalmados en L y L'. Las dos lengüetas metálicas L y L' comunican constantemente con dos conmutadores *r* y *r'* que se pueden girar con un mango, y cuyos brazos se sitúan cuando se quiera sobre las lengüetas *Sm*, *S'm'*, ó sobre los extremos de la tira metálica CD.

Si se quiere comunicar con la estación telegráfica de la izquierda, se pone el brazo del conmutador r sobre m ; para comunicar con la derecha, se pone el brazo r' sobre m' . Las dos piezas m y m' están unidas con una tira metálica á la rueda móvil del manipulador; por consiguiente, si la corriente de la pila llega á ésta, pasa por m , el brazo r , el tornillo L y el hilo de la izquierda, por hipótesis. La corriente va á parar á la línea, llega al receptor de la estación, de allí al hilo de tierra de ésta, y vuelve, por la tierra misma, al polo negativo de la pila de la estación expedidora. Lo propio resulta en la línea de la derecha, si se ha puesto el brazo del conmutador del mismo lado sobre la lengüeta m' .

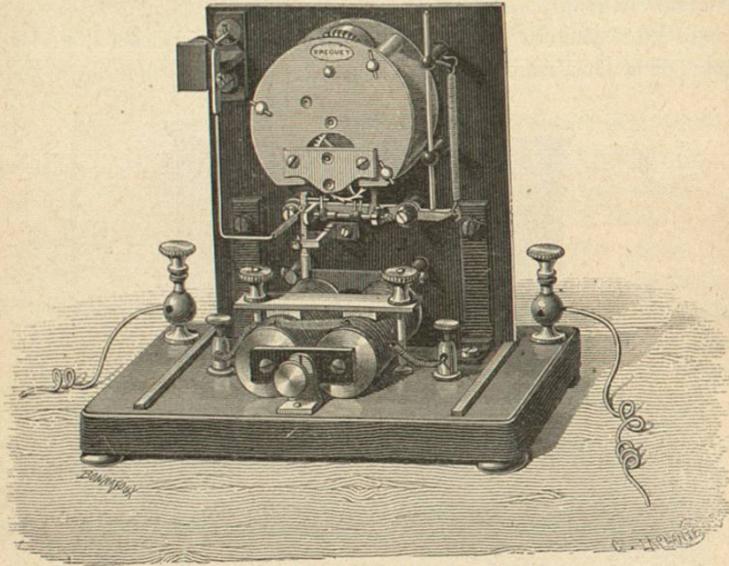


Fig. 319.—Mecanismo del receptor Breguet

En resumen, si se imprime un movimiento de rotación al manubrio del manipulador, de modo que se le haga dar una vuelta entera, habrá *trece* pasos de la corriente por el hilo de línea, y alternativamente *trece* interrupciones de la misma corriente. Supongamos que se quiera transmitir la palabra PARÍS, es decir, las cinco letras P, A, R, I, S. El empleado hará girar el manubrio desde la cruz hasta la letra P, lo detendrá un momento en la muesca correspondiente, y luego acabará de dar la vuelta hasta el signo †. Detiene de nuevo el manubrio en A, vuelve otra vez á la cruz, y en seguida pasa del mismo modo á las letras R, I, S.

El número de emisiones é interrupciones de la corriente es de veintiséis á cada vuelta, pero hay un tiempo de parada correspondiente al momento en que el manubrio se detiene sobre la letra que se desea transmitir, emisiones, interrupciones y parada que se reproducen por el mismo orden en la estación de destino. Veamos ahora cómo se consigue esto, haciendo recorrer el cuadrante del aparato receptor de dicha estación por una aguja que reproduce exactamente los movimientos del manubrio.

Describamos este receptor.

La figura 318 representa su aspecto exterior. Es una caja provista de un cuadrante con las mismas divisiones que el del manipulador. Tiene en su interior un mecanismo de relojería con un eje común á su rueda de escape y á la aguja del cuadrante, de

suerte que siempre que escapa un diente de esta rueda, la aguja pasa de una división á otra. La corriente emitida á la línea por el manipulador de la estación expedidora llega á uno de los tornillos que se ven en la base del receptor, recorre el hilo de los carretes de un electro-imán situado en la parte interna é inferior del receptor, actúa sobre un mecanismo particular que describiremos en seguida, y pasa á tierra por el otro tornillo. Sólo nos falta, pues, explicar cómo actúan la corriente y el electro-imán sobre la rueda de escape para acabar de hacer comprender cómo reproduce la aguja en el cuadrante los signos transmitidos, lo cual será fácil considerando las figuras 319 y 320, que representan el mecanismo especial del aparato receptor.

En la base de éste y descansando sobre una peana se ve el electro-imán por cuyas espiras pasa la corriente enviada á la línea por la estación expedidora. Enfrente de

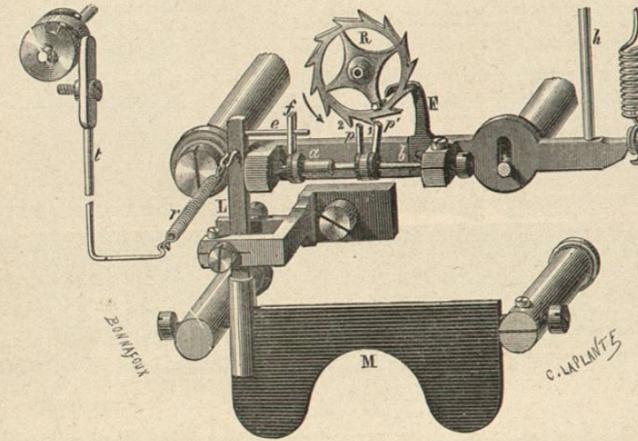


Fig. 320.—Detalles del mecanismo del receptor Breguet

sus polos hay una armadura de hierro dulce M, sostenida por dos tornillos entre los cuales puede girar alrededor de su arista horizontal superior. Cuando la corriente pasa, los polos del electro-imán atraen dicha pieza que se aplica contra ellos. Si aquélla se interrumpe, la armadura se separa de los mismos polos en virtud de un movimiento opuesto hacia la cara anterior del receptor en la que está fijo el cuadrante. Este movimiento de vaivén de la armadura M es el que, por un mecanismo particular, se comunica á la aguja indicadora. Con este objeto tiene dicha armadura una varilla vertical L, que oscila como ella, pero en sentido inverso (fig. 320): limitada en su movimiento por dos tornillos, esta varilla lleva en su extremo una espiga e que penetra en una horquilla f , de suerte que ésta oscila unas veces hacia delante y otras hacia atrás, comunicando sus propias oscilaciones á un árbol ba , y por consiguiente á las paletas pp' , cuya misión consiste en dejar escapar ó detener los dientes de la rueda de escape R.

Supongamos al receptor en reposo, á la rueda indicadora sobre la cruz, y á la paleta p' aplicada contra el diente 1 de la rueda; el mecanismo está inmóvil. Pero tan luego como se emite la corriente, es decir, cuando la aguja del manipulador avanza de la cruz á la letra A, la corriente sigue el trayecto de la línea, entra en el receptor y en el electro-imán que atrae á la armadura M; el movimiento de ésta ocasiona la rotación en sentido contrario del árbol ab y de la paleta p que deja escapar el diente 1, y la paleta p tropieza con el diente 2 tan luego como el mecanismo puesto en marcha por el