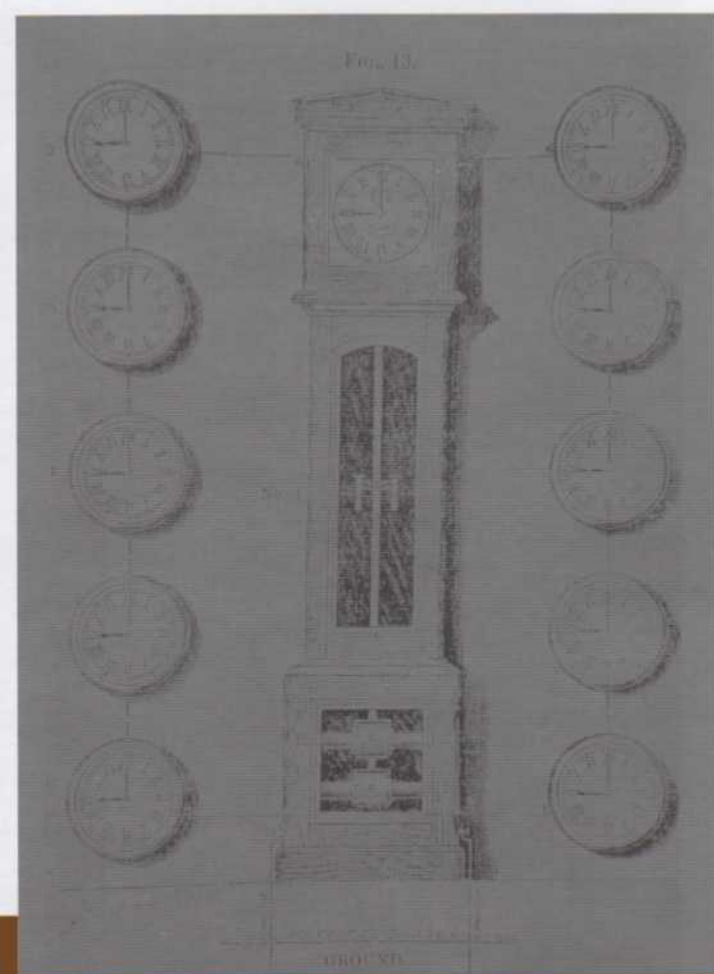


# Nuestros Antepasados

## BREVE REPASO A LA EVOLU



Esquema del sistema de distribución horaria de Alexander Bain (1841-45)

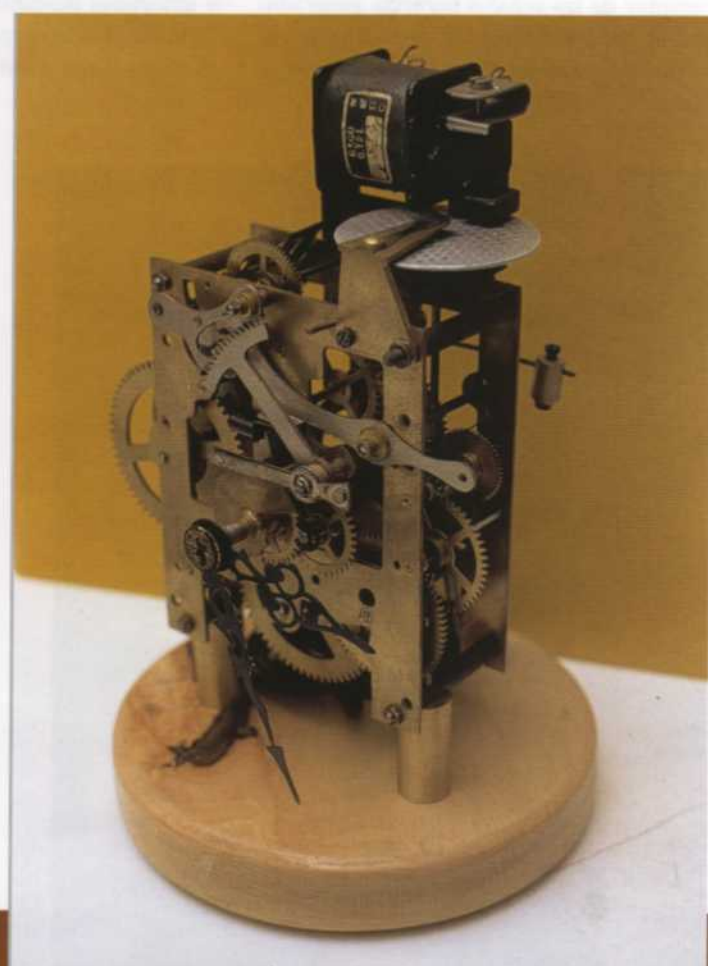


Reloj secundario o receptor de impulsos eléctricos sincronizados por cable (principios del siglo XX)

# EVOLUCIÓN DEL RELOJ ELÉCTRICO



Reloj secundario con mecanismo de control periódico desarrollado por IBM



Motor de inducción acoplado a un reloj mecánico con sonería para el remontaje constante de sus dos muelles motrices (1928)

# Nuestros Antepasados

Siguiendo con la evolución de la relojería a grandes rasgos en que, en números precedentes, presentábamos el reloj de foliot (siglos XIV-XVI) y el de péndulo (XVI-XIX), el siguiente paso que les expongo hoy siguiendo un hilo cronológico, lo constituye el reloj eléctrico (s. XIX-XX) y dejamos para un número posterior el reloj atómico.

El último gran avance de la relojería ha consistido en poner en la muñeca del usuario un receptor de las señales horarias generadas por un reloj atómico, con lo cual podemos llevar encima la hora exacta con una preci-

sión de milésimas de segundo. Curiosamente, la historia del reloj eléctrico tuvo un origen tan similar que, si éste fuera un toma concluso, podríamos decir que ha terminado del mismo modo que empezó.

Cuando se aborda el tema del reloj eléctrico, en la mayor parte de las publicaciones que hemos visto, el autor casi siempre empieza por mencionar el descubrimiento de la pila de Volta (1801), olvidando otros importantes y anteriores descubrimientos en la historia de la electricidad como fueron los referentes al magnetismo a cargo de William Gilbert

(siglo XVII) o a la electrostática experimentada por Otto von Guericke (siglo XVII) y por Benjamín Franklin (siglo XVIII).

El pionero del reloj eléctrico fue Giuseppe Zamboni de Verona, quien en 1812 propuso utilizar la energía de su pila eléctrica seca para accionar un reloj de péndulo. Hacia 1817 el relojero Carl Streisig construyó un prototipo de reloj según las directrices de Zamboni, pero dicha innovación no tuvo eco alguno en el entorno tecnológico del momento. Por supuesto que todos los descubrimientos relativos a la electricidad tuvieron su in-



Mecanismo de un reloj de volante con indicadores en doble cara y motor para el remontaje del muelle real.



Reloj Eureka (1906) con volante mantenido electromagnéticamente.

fluencia en el desarrollo posterior de la relojería eléctrica; sin embargo, la primera aplicación práctica de la electricidad en la medida del tiempo no dependería tanto de la pila como de un invento que llevaron a cabo paralelamente en 1837 los británicos Cooke y Wheatstone y el norteamericano Morse. Nos estamos refiriendo al telégrafo.

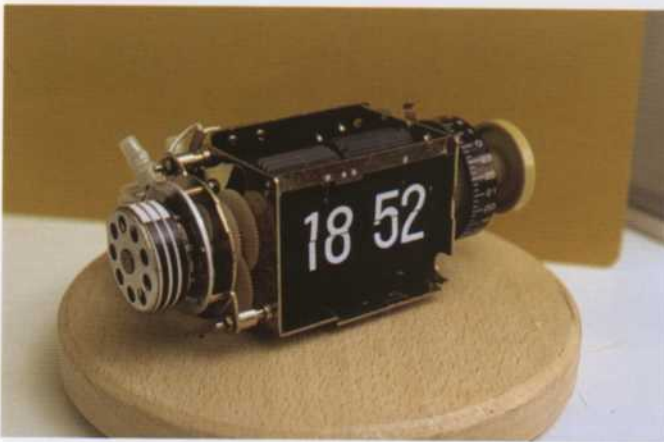
Aquel mismo año, el joven escocés Alexander Bain (1811-1877) dejaba Edimburgo para instalarse en Londres a la búsqueda de su primer empleo como relojero. Habiendo cursado estudios de relojería, Bain se sentía

atraído por el incipiente potencial que prometía la electricidad y más concretamente por el telégrafo. Así que, una vez en Londres, se puso en contacto con Charles Wheatstone para exponerle sus ideas, mostrarle algunas de sus maquetas y solicitar su protección para desarrollar sus proyectos. Discutiendo sobre el telégrafo, se planteó entre ambos la cuestión de cómo se podría aprovechar la misma fuerza motriz en los relojes.

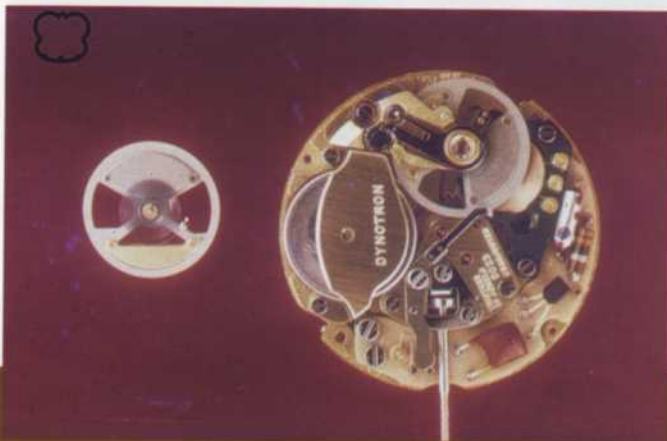
Al poco tiempo de aquella entrevista, Bain concibió un sistema compuesto por un reloj

patrón del que dependían varias esferas o relojes secundarios alejados de él y conectados por cable; en dicho sistema, los impulsos generados cada minuto por el reloj mecánico patrón eran recibidos simultáneamente por todos los relojes secundarios de un modo parecido a la transmisión de las señales telegráficas.

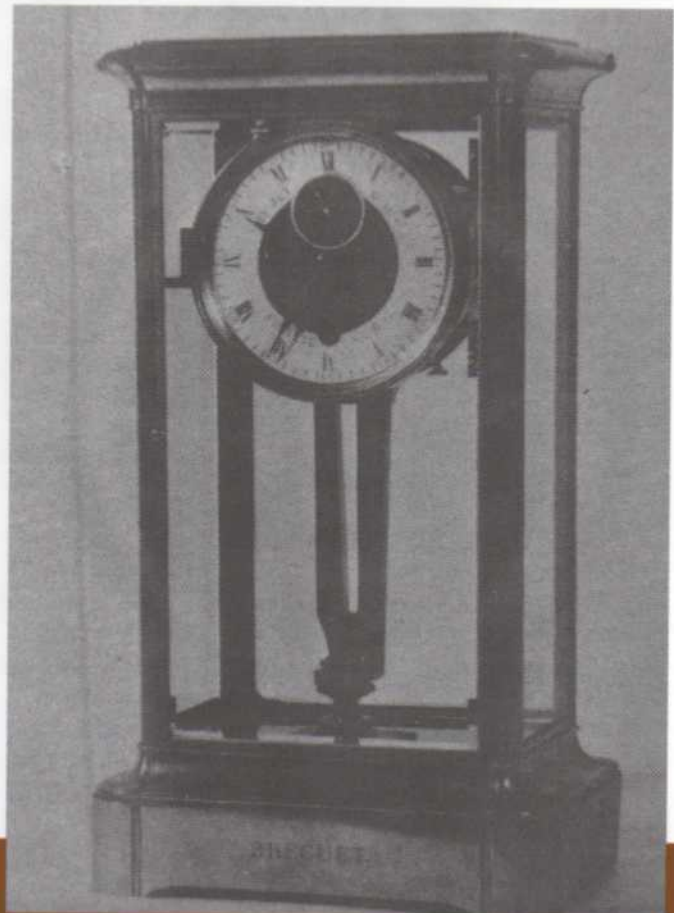
Su ilusionado contacto con Wheatstone no le sirvió más que para tener que pleitear con él sobre la paternidad del invento, del que obtuvo cinco patentes entre 1841 y 1853, ya que ambos se acusaron mutua-



Despertador digital con motor sincrónico.



Primer reloj de pulsera electrónico, transistorizado con volante motor (Dynotron de Ebauches)



Reloj de diapasón de Naudet (1866)

# Nuestros Antepasados

mente de haberse robado la idea. Finalmente, los tribunales fallaron en favor del escocés.

Bain no se limitó a transmitir las señales eléctricas generadas por un reloj mecánico, sino que concibió y construyó el primer reloj fiable cuyo péndulo recibía los impulsos de mantenimiento por medio de un electroimán en lugar del clásico escape; la lenteja del péndulo estaba constituida por dos bobinas que oscilaban libremente entre sendos imanes permanentes. Para alimentar dicho sistema, generaba la electricidad con

unas enormes placas de cobre y de zinc que enterraba a un metro de profundidad en tierra húmeda con una separación de más de un metro entre placas. En un número del "Mechanics Magazine" de 1846 se puede encontrar un comentario sobre el invento de Bain en el que el autor del escrito alaba el invento y vislumbra la influencia que podría tener, en una no muy lejana unificación horaria, en la institución que más lo podía necesitar: el ferrocarril. En aquel escrito se decía: Este ingenioso inventor ha concentrado sus esfuerzos en un plan que permite

aplicar un sistema de tiempo uniforme en todo el país; Mr. Bain ha emplazado uno de sus relojes eléctricos (el patrón) en la estación de Edimburgo y lo ha unido a un instrumento horario (el secundario) situado en la estación de Glasgow, el cual se mueve al unísono con el reloj de Edimburgo.

El telégrafo eléctrico revolucionó de un modo insospechado la distribución de la hora en la Gran Bretaña, ya que pronto la hora unificada determinada por el observatorio nacional de Greenwich fue substituyendo el cuadro anárquico de la hora solar, diferente



Reloj de pulsera con oscilador de diapasón (Bulova Accutron)



Mineral de cuarzo en bruto y tallado en el interior de una cápsula al vacío.

en cada población por razón de su distinta longitud geográfica.

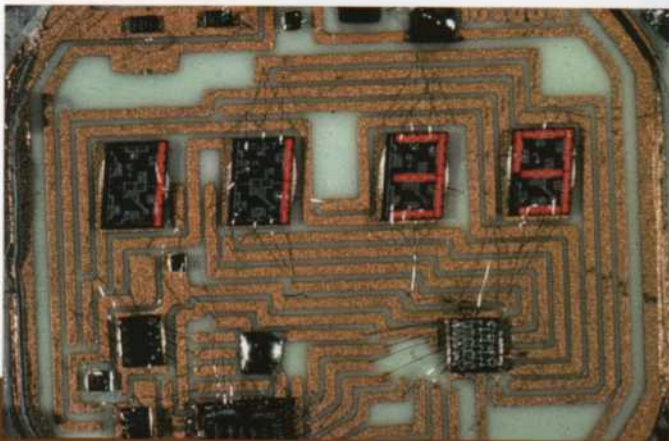
A partir de la segunda mitad del siglo XIX proliferó la impulsión, de péndulos y volantes por medios electromagnéticos pero el empleo de la nueva tecnología no se tradujo en un aumento significativo en la precisión de los relojes cuyo regulador seguía siendo un péndulo. También se construyeron muchos relojes mecánicos a los que añadía un motor o dispositivo eléctrico similar para remontar el muelle o peso automáticamente. Así que, en resumen, los inicios de la relojería eléctrica estuvieron confinados a la sincronización o transmisión de la hora y al remontaje de los relojes mecánicos.

En la búsqueda de nuevos osciladores, destacó N. Niaudet, quien en 1866 y en París construyó el primer reloj de diapasón cuya horquilla se movía a la frecuencia cien oscilaciones por segundo; pero dicho original regulador tendría que esperar casi un siglo para verse popularizado en los relojes de pulsera de la era electrónica.

En 1918 Henri Ellis Warren inventó en Massachusetts el motor sincrónico y fabricó el Telechron, primer reloj equipado con un motor que aprovecha la frecuencia de la corriente eléctrica alterna como patrón de tiempo. La idea es muy simple y los relojes así equipados podrían haber sido extremadamente fiables y baratos pero el problema eran los cortes en la corriente eléctrica que dejaban al reloj atrasado tantos minutos como había durado el corte. Este problema, que parece una nimiedad, todavía no ha encontrado solución a principios del siglo XXI

y sigue obligando a utilizar baterías en todos los relojes domésticos.

La verdadera revolución en la medida del tiempo no llegaría hasta la implantación del reloj de cuarzo, cuyos antecedentes hay que buscar en el descubrimiento de las propiedades piezoeléctricas de este mineral a cargo de los hermanos Pierre y Jacques Curie en 1880. La piezoelectricidad consiste en el efecto de generar electricidad sometiendo un cristal de cuarzo a una presión mecánica. Un año más tarde, el físico francés Lippman describió el fenómeno inverso, por el cual un



Módulo electrónico de un reloj de pulsera con indicación por diodos electroluminiscentes.



Primitivo reloj de cuarzo (Fotografía Expo'92, Sevilla)

# Nuestros Antepasados

crystal de cuarzo se deformaba al serle aplicada una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus caras.

Ambos descubrimientos quedaron en el nivel teórico durante décadas. Mientras tanto, en 1910 Voigt publicó un tratado sobre la piezoelectricidad pero nadie supo encontrar aplicación a esta propiedad hasta que, en 1921 y en los Estados Unidos, Cady de la Universidad de Wesleyan descubrió que la piezoelectricidad permitía generar frecuencias extremadamente estables. Seguidamente, Pierce, en la Universidad de Har-

ward, diseñó una gran variedad de circuitos oscilantes para excitar los cristales de cuarzo, con lo que el terreno quedó suficientemente abonado para que en 1925, el canadiense W. A. Marrison, de los laboratorios Bell-Telephone, construyera un patrón de tiempo de cuarzo de sorprendente precisión. Tres años más tarde, Marrison y J.W. Horton presentaron el primer reloj de cuarzo.

El invento tardó todavía en ser desarrollado y aceptado totalmente y así fue hasta 1939 que atravesó el Atlántico y fue insta-

lado el primer reloj de cuarzo en el observatorio de Greenwich. Sucesivamente, el reloj de cuarzo ocupó los lugares clave para la medida del tiempo y un nuevo reto apareció: para que un reloj eléctrico pudiera llegar a ser portátil era necesario la disminución del tamaño de los componentes y sobre todo el de las baterías.

El invento del transistor en 1948 y, especialmente, el empleo de nuevos materiales para la fabricación de baterías minúsculas y de larga duración, facilitaron la aparición del primer reloj eléctrico de pulsera con oscilador de volante en 1952, fruto de una colaboración entre las empresas Elgin de los Estados Unidos y Lip de Francia.

Al año siguiente M. Hertz el patentaba para la firma Bulova el primer reloj de diapason de pulsera que sería lanzado al mercado a partir de 1960 y seis años más tarde se lanza el primer reloj de pulsera de volante transistorizado (Dynotron), y por lo tanto el primero en poder ser llamado electrónico, por la sociedad suiza Ebauches.

El primer reloj de cuarzo de pulsera sin componentes mecánicos, fue fabricado por Pulsar Hamilton de los Estados Unidos con indicador digital de diodos electroluminiscentes; el principal inconveniente de este indicador consistía en que, debido al gran consumo de los dígitos, solamente se podía consultar la hora bajo demanda, presionando un pulsador.

Un nuevo avance tecnológico permitió la fabricación miniaturizada de circuitos integrados que, aplicados a la relojería, dieron como resultado el lanzamiento del primer reloj de cuarzo analógico en Suiza el

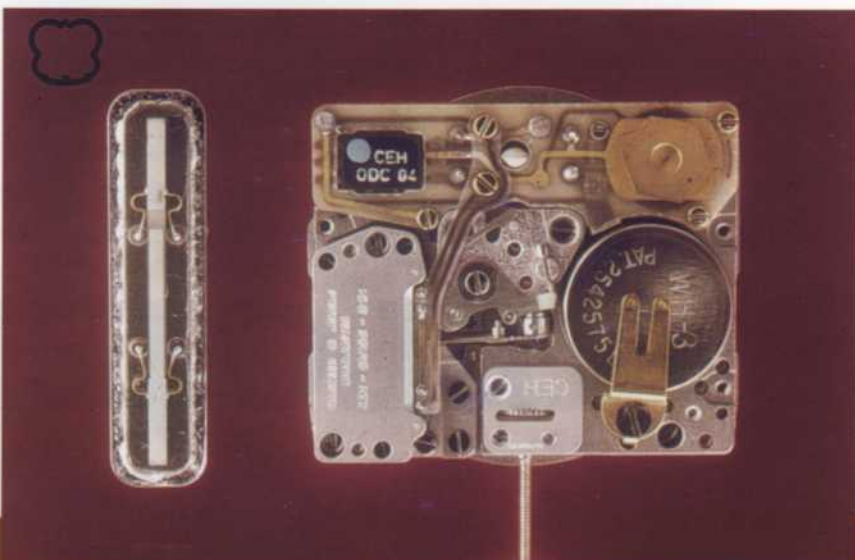
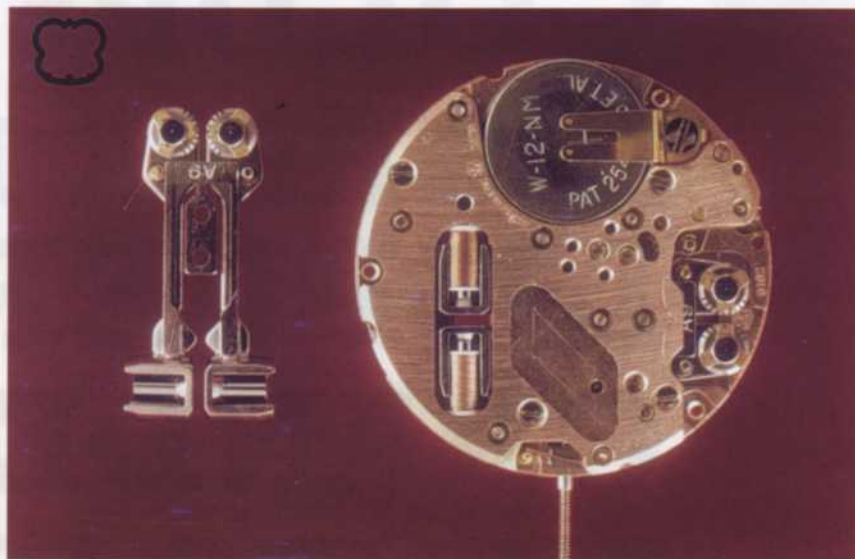


Primer reloj de pulsera de cuarzo con indicación por diodos de cristal líquido (1972)

año 1970. Enormes para una muñeca normal, extremadamente caros y con un elevado índice de averías en un principio, su evolución no ha cesado hasta nuestros días. Actualmente el reloj de cuarzo es asequible, muy fiable y en cuanto al tamaño, se ha conseguido fabricar algunos modelos experimentales con menos de un milímetro de grosor, incluyendo la pila. El reloj de cuarzo es adulto y su tecnología parece haber llegado a la cima.

Mientras tanto en el campo de la investigación, en 1948 H. Lyons había construido el primer reloj atómico de amoníaco y en 1955 L. Essen y J.V. L. Parry ponían en funcionamiento el primer reloj atómico de Cesio cuya frecuencia de 9.192.631.770 oscilaciones por segundo y cuya fiabilidad de alrededor de un segundo en tres mil años serviría para establecer una nueva definición de la unidad segundo a partir de 1967.

Un dilema debió aparecer en algún momento en los laboratorios de ingeniería: con las posibilidades del reloj de cuarzo colmadas, alguien pudo haberse planteado miniaturizar el reloj atómico al tamaño de la pulsera o ponernos en la misma un receptor de radio para recibir la hora de los relojes atómicos. Parece ser que, gracias a las obvias limitaciones tecnológicas, se impuso el buen criterio y de momento no tendremos relojes atómicos de pulsera, pero ahora volvemos a estar donde nos situó Alexander Bain hace ciento cincuenta años, pero con la escala de valor ligeramente modificada: vía radio, ahora podemos llevar encima la hora universal sincronizada a la milésima de segundo.



Mecanismo de reloj de diapasón fabricado por Ebauches (MOSABA = Mouvement sans balancier)

Mecanismo del primer reloj de pulsera de cuarzo con indicación analógica (BETA 21)