



COLECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE FÍSICA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Facultad de Ciencias / Edificio Trilingüe / Plaza de la Merced s/n / 37008
Salamanca

María Jesús Martín Martínez
José Miguel Mateos Roco
José Ignacio Iñiguez de la Torre y Bayo
Enrique Conejero Jarque

En la Facultad de Ciencias, dentro del Claustro del Edificio de la Merced (Físicas), se ubica la **Colección de Antiguos Instrumentos Docentes y Científicos de Física**, que forma parte del Patrimonio Histórico de la Universidad de Salamanca (USAL) y fue inaugurada formalmente el 18 de octubre de 2015 por el Decano de la Facultad de Ciencias.

Arrinconados, depositados en despachos, desperdigados en los laboratorios y dependencias de la Facultad de Ciencias se hallaban diversos aparatos científicos con escasa información que los identificase. Desde su ubicación original han ido recopilándose para formar un inventario de casi un centenar de objetos, muchos de ellos de un gran valor científico y patrimonial por su antigüedad, siglos XIX y principios del XX. La sensibilidad de un grupo de profesores y del actual Decano de la Facultad de Ciencias con este proyecto obtuvo una respuesta positiva por parte de diferentes instituciones de la USAL, lo que ha dado su fruto en la racionalización de un trabajo de exposición de parte de los mismos. Inicialmente se seleccionaron una serie de piezas fabricadas con anterioridad al siglo XX de carácter esencialmente docente y cuya estética es perfectamente identificable por su cuidada construcción en madera y latón. El desarrollo de estos equipos del siglo XIX obedece al gran interés despertado por los diferentes descubrimientos científicos de la época (telégrafo, ley de Faraday, etc.). Se completa la colección con un conjunto de piezas de la primera mitad del siglo XX.

Esta muestra de instrumentos científicos y didácticos situada en el Edificio Trilingüe pretende abarcar diferentes objetivos. En primer lugar la recuperación, conocimiento y conservación del patrimonio científico disperso en diferentes dependencias de la Facultad. En segundo lugar acrecentar el interés por la docencia y la investigación en Física al público en general, y en particular a la comunidad educativa; que el visitante pueda conocer los instrumentos utilizados en las aulas y en los laboratorios para ahondar en el modo en que se trabajaba y se enseñaba ciencia en nuestra Universidad. En tercer lugar confeccionar un catálogo de todos los aparatos existentes en la actualidad para dejar constancia de su presencia como patrimonio científico educativo de la Universidad de Salamanca y mostrar cómo ha evolucionado la Física y su enseñanza desde el siglo XIX hasta nuestros días. Estos aparatos en su día fueron un magnífico recurso didáctico para la formación de nuestros alumnos y han llegado hasta nuestros días gracias al esfuerzo de preservación de muchos profesores de este centro.

Esta colección está especialmente dirigida a los alumnos de la Facultad de Ciencias, pero también a los alumnos de otras Facultades, a alumnos de la Universidad de la Experiencia, de Educación Secundaria (ESO) y Bachillerato, alumnos de posgrado y de cursos extraordinarios. Y por supuesto, a todas aquellas personas a quienes les atrae y les gusta la Física y su historia.

Se ha colaborado con el Departamento de Cultura Científica de la Universidad de Salamanca para su mantenimiento y exposición así como la recuperación de la funcionalidad de los objetos y su puesta en un contexto histórico. Igualmente se ha elaborado información detallada de los mismos en fichas y carteles, se ha catalogado la colección y se ha elaborado un plan de difusión de la misma.

Existen también varias decenas de aparatos más modernos que, aunque se encuentran en desuso, pueden tener gran interés docente para acercar la historia de la ciencia a los alumnos o pueden tener cierto valor estético o de recuerdo de la forma de hacer ciencia hace años. La colección se irá ampliando a medida que el proceso de clasificación de los instrumentos vaya prosperando y podamos mostrar gran parte de las piezas registradas, fotografiadas y catalogadas hasta la fecha, así como una muestra virtual que facilite el acceso a la información de cada uno de esos objetos.

Aunque ni el ámbito de estudio ni el objeto de investigación de una Facultad de Ciencias es la recuperación y puesta en valor de objetos patrimoniales; es esta una actividad que plantea numerosas dificultades, pero no por ello menos necesaria. La labor de encontrarlos, recuperarlos y catalogarlos ha sido y es de bastante envergadura por lo que agradecemos enormemente a los profesores y técnico de laboratorio que han colaborado con su inestimable ayuda. Somos conscientes de que puede haber algunos errores o imprecisiones, por lo que agradeceríamos la colaboración de todos para una mejora continua de esta exposición, con el firme deseo que esta colección pueda seguir creciendo con nuevos instrumentos y aportaciones de laboratorios, profesorado y almacenes de las Facultades. Nos gustaría dedicar este trabajo a todas las personas que durante años se han dedicado a fomentar, enseñar e investigar la Física en esta Facultad. Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a las personas que reunieron y atesoraron muchas de estas piezas de modo que hayan llegado a nuestros días en tan buenas condiciones.

María Jesús Martín Martínez



TELESCOPIO

96 x 91 x 32 cm

Telescopio astronómico refractor de bronce o latón y hierro, de dimensión media, con montura ecuatorial y equilibrado. Posee ocular desmontable, buscador y una barra de alza para apuntar en altura hacia el astro observado. Muestra soporte o trípode de apoyo de tubo de hierro pesado y tornillos. Todas sus piezas son las originales. Era un aparato muy frecuente en los observatorios de finales del siglo XIX y principios del XX.

Se denomina telescopio (del griego τηλε 'lejos' y σκοπέω, 'observar') al instrumento óptico que permite ver objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista. Galileo Galilei, al recibir noticias de la invención de este aparato, decidió diseñar y construir uno y utilizarlo para la astronomía. Destaca la observación, el 7 de enero de 1610, de cuatro de las lunas de Júpiter girando en torno a ese planeta y obtuvo pruebas de que la Tierra orbitaba en torno al Sol. Desde aquel momento, los avances en este instrumento han sido muy grandes, como mejores lentes y sistemas avanzados de posicionamiento. Su invención no está clara, generalmente, se le atribuye a Hans Lippershey en 1590.

Mostramos aquí un telescopio de fabricación alemana de finales del siglo XIX, realizado por la empresa Max Kohl A. G. en Chemnitz.



GALVANÓMETRO MAGNETOELÉCTRICO DE ESPEJO

14 x 37 x 14 cm

El galvanómetro magnetoeléctrico fue desarrollado para la medida de intensidades muy débiles, del orden del μA . Consta de un imán permanente en reposo que produce un campo magnético horizontal en cuyo seno puede girar un cuadro formado por varios cientos de espiras de hilo muy fino por donde circula la corriente a medir. El hilo de torsión del que se suspende el cuadro de la parte superior del aparato se utiliza también para su conexión eléctrica por lo que su manipulación es extremadamente delicada. Se ha previsto una suspensión rotatoria o ajuste de cero a fin de llevar la referencia de la medida a la posición angular deseada.

Su invención se la debemos a Jacques-Arsène d'Arsonval (1851-1940) alrededor de 1880. Con objeto de aumentar el par de giro sobre el arrollamiento, y conseguir una deflexión proporcional a la corriente medida, se dispone un cilindro ferromagnético en reposo como núcleo de la bobina o cuadro móvil. Solidario con éste y muy cerca de él se coloca un espejo que al girar desvía el reflejo de un haz de luz sobre una regla graduada permitiendo así efectuar cómodamente la medida.

El modelo que se muestra se fabricó en la empresa Physikalische Werkstätten en Göttingen, (Alemania), creada en 1918 y sucesora de la firma Gesellschaft zur Erforschung des Erdinnern. Posteriormente dio origen a Phywe y más recientemente a Lucas-Nülle.





RECEPTOR MORSE

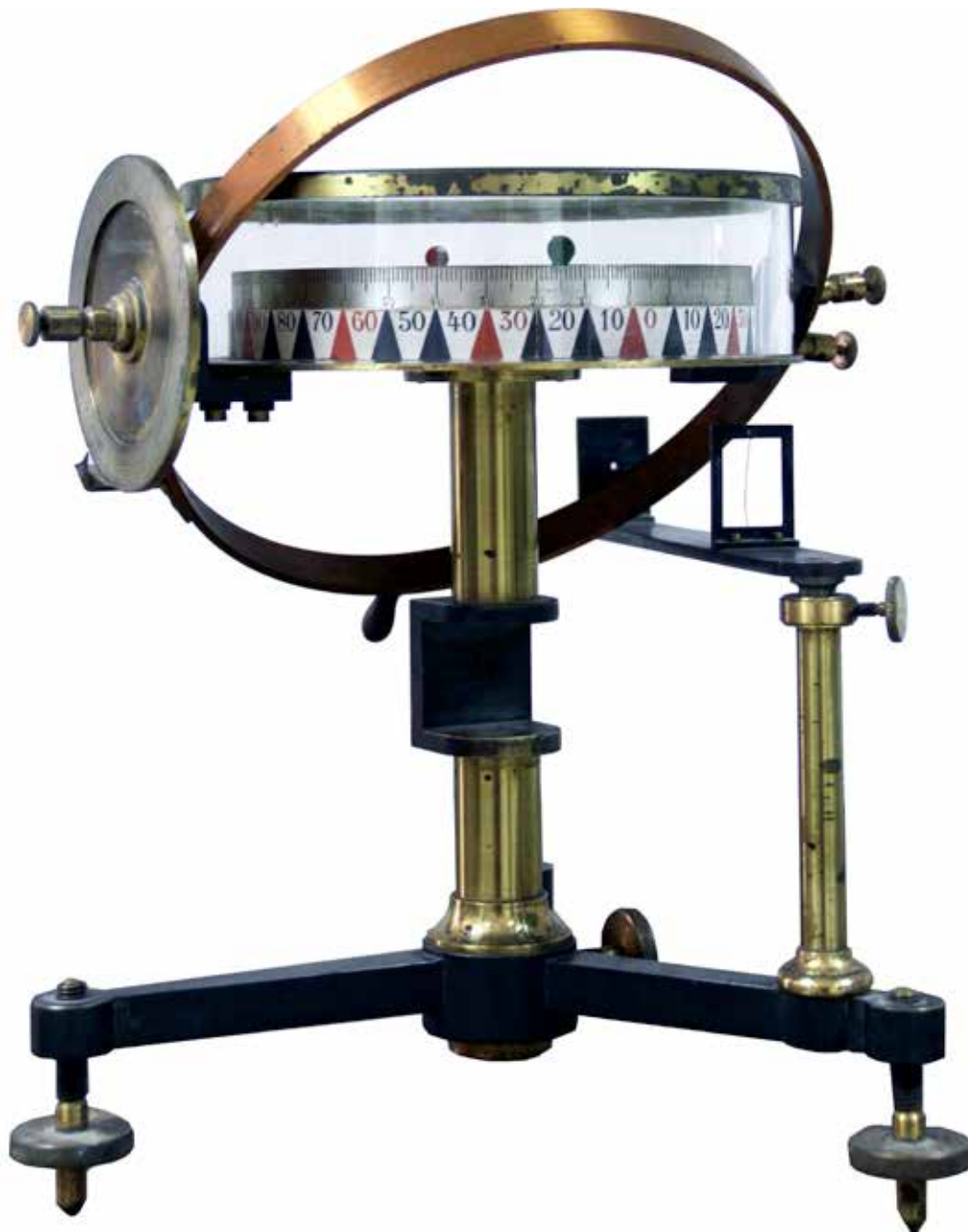
19 x 21 x 9 cm

El telégrafo es un método para establecer comunicación entre dos puntos de una forma rápida y segura, transmitiendo mensajes mediante impulsos eléctricos que circulan por un cable o línea de transmisión.

El receptor de cinta morse se monta sobre una base y se compone de una parte eléctrica, electroimán que se activa al pasar la corriente, y una parte mecánica. Esta última consta de una armadura con una pluma entintada que se apoya en una cinta de papel y va deslizándose sobre un rodillo

mediante un mecanismo de relojería. Si la pluma permanece apoyada sobre la cinta un tiempo corto (el electroimán actúa poco tiempo) queda la marca de un punto y si la pluma permanece apoyada más tiempo en la cinta se registra una raya. Los tiempos de actuación del electroimán los regula el manipulador que abre y cierra el circuito conectado al cable de entrada.

El telégrafo eléctrico fue inventado por los ingleses Sir Charles Wheatstone (1802-1875) y Sir William Fothergill



BRÚJULA DE TANGENTES

27 x 36 x 27 cm

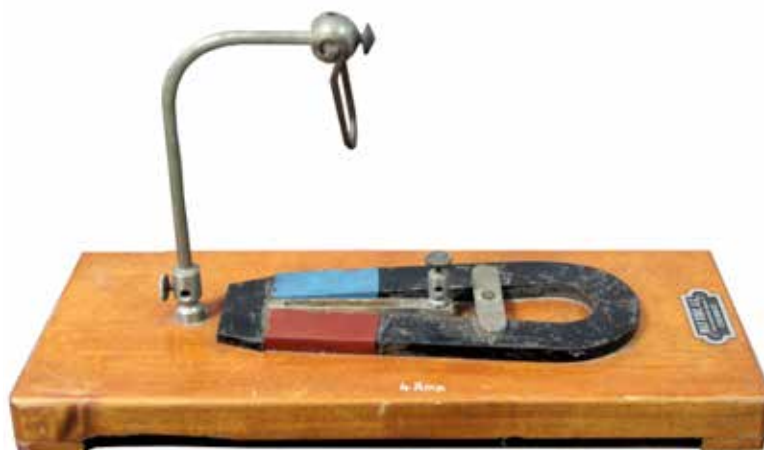
Se diseñó inicialmente para medir la componente horizontal del campo magnético terrestre. Para ello basta alimentar la espira abatible de latón colocándola verticalmente y orientada de forma que la brújula quede contenida en su plano. Conocido el campo magnético creado por una espira en su centro, es sencillo obtener el valor del campo buscado a partir de la tangente del ángulo de deflexión. Recíprocamente, una vez calibrado el instrumento para un cierto valor de campo magnético terrestre, se podía utilizar para medir la intensidad de corriente, en cuyo caso se denominaba galvanómetro de tangentes.

Esta fue precisamente la idea de A. M. Ampère (1775-1836) que inventó el galvanómetro en 1824 basándose en el descubrimiento de Hans Christian Oersted (1777-1851) permitiendo así el estudio preciso de distintos fenómenos electrodinámicos como son las fuerzas entre circuitos recorridos por corrientes estacionarias y las fuerzas entre corrientes y materiales imantados.

El aparato que se presenta fue fabricado a principios del siglo XX por la empresa Max Kohl A. G., fundada en 1876 en Chemnitz (Alemania).

PÉNDULO MAGNÉTICO

30 x 16 x 12 cm



En 1824 A. M. Ampère (1775-1836) inventó el galvanómetro y estableció las leyes que gobiernan las fuerzas entre corrientes eléctricas y entre éstas e imanes. A partir de esa fecha surgieron diferentes tipos de galvanómetros pero también se desarrollaron los llamados galvanoscopios, que no pretendían efectuar medidas cuantitativas sino más bien experiencias y demostraciones cualitativas. Eran de tipo muy diverso y muchas de ellas mostraban el movimiento de conductores con contactos deslizantes sobre mercurio.

Uno de ellos, el péndulo magnético, está formado por una base de madera sobre la que se ha dispuesto un imán en

forma de herradura. Hay una navecilla de madera próxima a los polos del imán, con un hilo conductor unido a un borne de conexión. El otro borne alimenta un soporte del que se cuelga otro conductor (péndulo) que cierra el circuito eléctrico tocando el mercurio que se coloca sobre la citada navecilla. El campo magnético en la región del mercurio produce un pequeño desplazamiento del péndulo a un lado u otro según el sentido de la corriente eléctrica.

Este péndulo magnético fue fabricado hacia 1900 por la firma Max Kohl A. G. en Chemnitz (Alemania).

BOBINA DE RUHMKORFF

20 x 10 x 11,5 cm



Su funcionamiento es exactamente el mismo que el de un transformador elevador, o más exactamente como la bobina de encendido de un motor de explosión. Sobre un núcleo de chapa magnética se dispone un primario con varias decenas de espiras de hilo grueso y un secundario con varias decenas de miles de espiras de hilo muy fino. El primario se alimenta con una corriente eléctrica pulsada, controlada por un interruptor, de forma que en los bornes del secundario se obtiene un elevado voltaje proporcional a la derivada temporal de la corriente del primario y a la relación de espiras entre secundario y primario. El sistema para producir chispas continuamente corresponde al de un timbre o zumbador electromagnético.

Su aplicación más notable fue la construcción de los primeros osciladores de radiofrecuencia descubiertos en 1888 por Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894). En efecto, nótese que la descarga en forma de chispa conlleva la producción de oscilaciones eléctricas de alta frecuencia, $f=1/(2\pi\sqrt{LC})$, a las que acompaña la radiación de ondas electromagnéticas previstas por James Clerk Maxwell (1831-1879) en sus ecuaciones del electromagnetismo veinticuatro años antes.

Fue diseñada en 1851 por Heinrich Daniel Ruhmkorff (1803-1877). El aparato que aquí se presenta fue construido artesanalmente hacia 1940.

MEDIDOR DE DECLINACIÓN E INCLINACIÓN MAGNÉTICAS

22 x 18,5 x 16 cm



El estudio del campo magnético terrestre constituyó siempre un tema de interés científico y se diseñaron multitud de aparatos para medir sus componentes horizontal y vertical así como la declinación (desviación respecto al norte geográfico) e inclinación magnéticas (ángulo respecto a la horizontal del lugar). Las medidas precisas de campo magnético se efectuaban con brújula de tangentes, aunque los ángulos de declinación e inclinación magnéticas eran conocidos desde mucho tiempo atrás, pues para ello sólo hace falta conocer la dirección del norte geográfico y disponer de un goniómetro y un nivel de burbuja.

El funcionamiento es similar a la brújula de tangentes alimentando la espira de latón rectangular. La posibilidad de rotar el plano de oscilación de la brújula permite medir tanto la componente horizontal como la vertical del campo magnético terrestre. Se basa por lo tanto en el descubrimiento de Hans Christian Oersted (1777-1851) y en los estudios de A. M. Ampère (1775-1836).

El modelo que vemos aquí fue fabricado hacia 1900 por la empresa Max Kohl A. G., fundada en 1876 en Chemnitz (Alemania).

MÁQUINA MAGNETOELÉCTRICA PARA ENFERMEDADES NERVIOSAS

20 x 10 x 11,5 cm

El desarrollo de las máquinas electrostáticas de fricción comenzó a principios del siglo XVIII y muy pronto la medicina se interesó por la nueva ciencia de la electricidad. Comenzó una nueva forma de tratamiento médico llamada electroterapia que inicialmente se sirvió de técnicas electrostáticas con breves pulsos de corriente sobre el paciente y después con débiles corrientes mantenidas con pilas electroquímicas.

El tratamiento abarcaba la parálisis, la gota, el dolor de dientes, las disfunciones nerviosas, etc. A partir del descubrimiento en 1831 de la ley de inducción por M. Faraday (1791-1867) se desarrollaron también máquinas de corriente alterna, lo que abrió un nuevo campo a toda esta difusa y poco explicada ciencia.

Nuestra máquina magnetoeléctrica consta de dos bobinas que giran en las proximidades de los polos de un gran imán en forma de herradura, por lo que se induce en ellas una fuerza electromotriz. En los lados derecho e izquierdo de la caja donde se aloja el dispositivo hay unos bornes para conectar los electrodos que se llevan al paciente (véase el cajón inferior). La máquina, que ganó premios en Londres (1862) y Paris (1878), genera unos pocos voltios de AC en vacío y una corriente de cortocircuito de fracción de amperio cuando se acciona enérgicamente. En la tapa de la caja el propio fabricante nos indica cómo operar.

Esta máquina para enfermedades nerviosas se diseñó por Joseph Gray & Son en Sheffield (Inglaterra) hacia 1850.



COLORÍMETRO VISUAL

25 x 62,5 x 16,5 cm

Es un instrumento utilizado para determinar la concentración de un componente químico coloreado en disolución mediante la comparación de su intensidad de color con la de una solución de concentración conocida; cuanto más intenso es el color mayor será la concentración de la sustancia a analizar, técnica que se denomina colorimetría.

La luz necesaria para el uso del colorímetro viene proporcionada normalmente por el sol, mediante un espejo situado en la parte superior. El interior de la caja contiene dos tubos de cristal (denominados cilindros de Hehner), uno que contiene la muestra y el otro un líquido de referencia, por donde pasa la luz que proviene del espejo mientras que el visor está situado en la parte inferior del aparato. Los cilindros presentan un sistema de evacuación, abriendo una u otra llave se equilibran las columnas de líquido de modo que se produzca una misma percepción óptica en el observador.

W. Gallenkamp fue el inventor y obtuvo su patente para la forma más básica de este colorímetro en 1891. El artesano Hans Heele en Berlín hizo varios instrumentos de esta clase.

El que presentamos aquí fue fabricado hacia 1895.



Balanza de precisión realizada en metal con vitrina o cerramiento de madera de roble y cristal y base de mármol negro. Las vigas realizadas en forma triangular son de aluminio. Se conservan algunas pesas, pero falta su caja original.

La balanza es un instrumento destinado a equilibrar la fuerza de gravedad que actúa sobre la masa de un cuerpo con la que obra sobre otro, que se toma como referencia. Una balanza es sensible, o de laboratorio, cuando aprecia pesos muy pequeños (por ejemplo, un miligramo). La sensibilidad se obtiene dando bastante longitud y pequeño peso a sus

brazos y haciendo lo menor posible los rozamientos, para lo cual la cruz y los platillos se montan sobre prismas de acero que descansan por una arista en plano de ágata. Estos aparatos de uso delicado se guardan en vitrinas de cristal, para preservarlos de las acciones atmosféricas y tienen una palanca con la que se eleva la cruz a voluntad cuando la balanza no funciona, a fin de no desgastar las piezas sobre las que descansa.

Proviene con bastante probabilidad de la casa Sartorius-Werke, A. G., Göttingen (Alemania) y es de principios del siglo XX, aproximadamente 1920.



Vemos aquí un conjunto de nueve pequeñas muestras de vidrios ópticos de índice de refracción conocido, entre 1.4338 y 1.7497, en su cajita original.

Estas muestras se utilizaban como patrones para calibrar un refractómetro de Abbe, que corresponde a uno de los primeros refractómetros de precisión que existieron. Creado por Ernst Karl Abbe en 1869, se ha seguido usando con pequeñas modificaciones hasta nuestros días. Permite determinar índices de refracción con precisión de hasta la cuarta cifra decimal. En este aparato se sitúa el material cuyo índice de refracción se quiere determinar entre dos prismas de vidrio de índice conocido y se hace una medida del ángulo crítico de refracción entre ambos materiales. El medio que se caracteriza puede ser sólido, en forma de lámina, pero se utiliza más con líquidos que se depositan entre las caras de los dos prismas. El índice de refracción hallado puede utilizarse como medida indirecta para conocer otras propiedades de la muestra, por ejemplo la concentración de disoluciones, por ello estos instrumentos se han empleado mucho en el campo de la química.

Las muestras de vidrio están fabricadas a principios del siglo XX por la empresa Carl Zeiss, donde trabajaba Ernst Karl Abbe.



TUBOS DE LÍQUIDOS FLUORESCENTES



Tenemos aquí una colección de seis tubos de líquidos fluorescentes (aesculina, eosina azul, eosina amarilla, fluoresceína, harmalina y rojo de Magdala).

Los líquidos fluorescentes tienen aplicaciones científicas variadas. Una de las más importantes es la microscopía de fluorescencia, en la que tiñen las muestras que se quieren observar. Tubos como los de esta exposición, además de utilizarse para el estudio de espectros de absorción y emisión por fluorescencia, se emplearon

también para realizar el efecto de iluminación de los "tubos de Geissler", versiones primitivas de lámparas de descarga en uso a finales del siglo XIX y principios del XX. Los líquidos fluorescentes podían rodear estos tubos para generar fuentes de luz coloreadas.

La caja de tubos fluorescentes está comercializada por Max Kohl, Chemnitz, importante fabricante alemán de instrumentos científicos. Se fabricó en la primera década del siglo XIX.



Los primeros aparatos de medidas eléctricas eran muy costosos, poco robustos y delicados en su manejo. Se trataba fundamentalmente de medidas basadas en la deflexión de una aguja por la rotación de un cuadro en el seno de un campo magnético, es decir un sistema magnetoeléctrico. Por eso se protegían de forma muy cuidadosa en cajas de madera (para el caso de uso en el laboratorio) o de chapa de hierro (cuando se usaban en el exterior). Aquí vemos un conjunto de medidores eléctricos colocados en estuches de madera de diferentes calidades que todavía se encuentran en muy buen estado. Tenemos un amperímetro de DC con cuatro alcances, un voltímetro de DC con un solo fondo de escala, un vatímetro y un medidor de factor de potencia en

circuitos trifásicos.

Su principio de operación es el del galvanómetro de cuadro móvil. Los diferentes alcances se obtienen gracias a la incorporación de una red de resistencias adecuada y rectificadores de AC. En el caso del vatímetro y en el del medidor de factor de potencia el campo magnético en el que se mueve el cuadro se obtiene gracias a la propia corriente en el circuito de medida.

El conjunto que vemos aquí data muy probablemente de los años 1950-1960 y destaca entre ellos el medidor de factor de potencia, $\cos \phi$, que fue fabricado en España.

PUENTE DE DC Y AC



Los puentes de medida fueron aparatos muy utilizados desde mediados del siglo XIX. Su funcionamiento es muy simple, y para el caso de resistencias en DC basta disponer una fuente de alimentación, tres resistencias conocidas y un detector de cero. Cuando se conecta en el cuarto brazo del puente la resistencia desconocida y se equilibra, actuando sobre las otras ramas, se encuentra una relación muy simple que permite calcular la resistencia desconocida. Para trabajar en AC hay que alimentar con un voltaje de baja frecuencia, típicamente del orden del kHz. El funcionamiento es el mismo que se ha descrito, con la única diferencia que ahora la detección de equilibrio se realizaba acústicamente, mediante unos auriculares.

Fue inventado en 1833 por Samuel Hunter Christie (1784-1865) y mejorado y popularizado por Charles Wheatstone (1802-1875). El puente de Wheatstone se diseñó para la medida de resistencias, operando indistintamente en DC y AC a baja frecuencia. A partir de él se han desarrollado puentes de impedancias y puentes específicos para valores muy grandes o muy pequeños de la magnitud a medir.

Se muestra un puente de DC y AC de mediados del siglo XX para medida de resistencias entre 0.05Ω y $500\,000 \Omega$. Es de la firma Trüb-Täuber, Zürich (Suiza), que diseñó abundante instrumentación para radiofrecuencia y fue una de las primeras en comercializar equipamiento para NMR hasta que fue absorbida por Bruker Magnetics en 1964.



El plano Inclinado es una máquina simple que posee una superficie plana formando con la horizontal un ángulo menor de 90° y sostenida convenientemente para que puedan subir o bajar por ella objetos de diferente peso.

Se utilizó mucho para medir el coeficiente de rozamiento pero el que aquí vemos está diseñado para el estudio de fuerzas y movimiento. Consiste en un plano que se puede inclinar a voluntad. Cuanto más agudo es éste ángulo, tanto más pequeña es la velocidad del cuerpo que desciende a lo largo del plano inclinado. Este modelo, realizado con fines didácticos, está destinado a estudiar las condiciones de equilibrio en el plano teniendo como variables la inclinación del plano, el peso que situamos en el carrito, y el peso que pende

del extremo de la polea. Se demuestra que la fuerza que equilibra el carrito depende de la inclinación del plano. En los libros de finales del XIX figura la ley del plano inclinado como $PL = RH$, Potencia (peso que cuelga de la polea) \times Longitud del plano inclinado = Resistencia (peso del carrito cargado) \times Altura del plano.

Los primeros estudios teóricos relacionados con el plano inclinado han de remontarse a los trabajos de Leonardo da Vinci (1452-1519), Simon Stevin (1548-1620) y Galileo (1564-1642). Este plano fue fabricado por la empresa Max Kohl A. G. en Chemnitz (Alemania) a principios del siglo XX, aproximadamente hacia 1910.



