



INFORMACIÓN COMPLETA SOBRE LOS OBJETOS DE LA COLECCIÓN

LISTADO DE OBJETOS REGISTRADOS EN EL MUSEO

1. Ordenador Cruiser - 3S
2. Calculadora Ataió SC - 60
3. Manuales Programación
4. Discos de arranque
5. Reproductor Stenorette
6. Voltímetro electrónico KV - 151
7. Ordenador EPSON PC/AX PORTABLE
8. Procesador informático
9. Reproductor cassette Philips LLS 700
10. Ordenador personal 512K AMSTRAD
11. Pantalla Ciaegi
12. Ordenador personal CASIO FP-1000
13. Amstrad PC 1512 y periféricos
14. Generador - Transformador para lámparas estroboscópicas (Multiblitz Studio V)
15. Tocabdiscos
16. Micrófono
17. Ensamblador de películas
18. Rosa de los Vientos
19. Capacímetro
20. Capacímetro
21. Máquina de escribir Hispano - Olivetti
22. Máquina de escribir Hispano - Olivetti (Lexicon 80)
23. Regulador Automático de Temperatura
24. Temperatura - Corrector de cero
25. Elevador-Reductor "Beta"
26. Potenciómetro termopar portátil
27. Esferas de Magdeburgo o de Otto von Guericke
28. Cronómetro mecánico
29. Balanza de precisión
30. Medidor de piezas angulares
31. Dinamógrafo
32. Péndulo compensador de rejilla
33. Puente de Wheatstone para medida de resistencias Hartman & Braun
34. Bombillas
35. Tubo de Crookes
36. Balanza de Mohr
37. Cámara oscura
38. Microscopio
39. Polarímetro
40. Equipo de Abel para determinar el punto de inflamación de un combustible

41. Pirómetro de Ferry
42. Espectrofotómetro de prisma para emisión
43. Caja de Descargas en Gases
44. Matraces de cuarzo
45. Cuaderno de Prácticas en Industrias
46. Tubos de descarga de colores
47. pH-metro
48. Presómetro
49. Acidímetro para acidez
50. Analizador de gases de Orsat
51. Termómetro de gas a presión constante
52. Cuadro de inutilidades que impedían matricularse en la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
53. Informe de inspección dirigido al Dtor. Gral. de Enseñanza Profesional y Técnica por el Director de la E. de P. I. de M.
54. Programa de la asignatura "Mecánica General" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
55. Programa de la asignatura "Magnetismo, Electricidad y sus Prácticas" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
56. Cuestionarios del curso selectivo de iniciación de las Escuelas Técnicas de Peritos Industriales
57. Programa de la asignatura "Cultura General" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
58. Escrito dirigido por un profesor de Química al Director de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
59. Programa de la asignatura "Aritmética y Álgebra" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
60. Programa de la asignatura "Topografía y sus Prácticas" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
61. Programa de la asignatura "Geometría y Trigonometría" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
62. Programa de la asignatura "Higiene Industrial" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
63. Distintos programas de la asignatura "Construcción" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid
64. Manuscrito del programa de la asignatura "Motores" de la titulación de Auxiliar Industrial de la E. C. S. de Trabajo de M.
65. Balanza de precisión
66. Balanza de precisión
67. Multivoltímetro para pirómetro de Le Chantelier
68. Nonius circular
69. Vasos comunicantes cualitativos

70. Electroscopio
71. Demostración del Principio de Pascal
72. Higrómetro de Saussure
73. Tubo estratificación de líquidos
74. Vasos comunicantes cualitativos
75. Reostato
76. Emulador hp 64000
77. Módulos de emulación para procesador. Emulador hp 64000.
78. Plottter o trazador gráfico
79. Transformador de medida de intensidades Siemens de Halske tipo T4FO
80. Puente de medida universal Philips
81. Osciloscopio de rayos catódicos
82. Capacímetro Megger
83. Caja de décadas de capacidades patrones
84. Caja de décadas de capacidades patrones.
85. Osciloscopio de rayos catódicos RCA WO-56 A
86. Amperímetro de escala múltiple de 0-3 A y de 0-100 A
87. Amperímetro de escala múltiples 0-5-18-30 A
88. Medidor circunferencial
89. Puente de medida de resistencias eléctricas
90. Fasímetro de bobinas cruzadas de laboratorio electrofísico Marchesi modelo LM400C Co.
91. Voltímetro de escalas múltiples 0-30-150-300 V
92. Amperímetro de escala 0-1200 A
93. Voltímetro de escala 0-250 V
94. Voltímetro de triple escala (0-75 V, 0-150 V y 0-300 V) y amperímetro de doble escala (0-30 A y 0-60 A).
95. Watímetro de escala 0-100 W
96. Voltímetro de escala 0-500 V
97. Amperímetro de escala 0-30 A
98. Doble voltímetro de precisión de escala 0-200 V
99. Transformador trifásico
100. Amperímetro de doble escala 0-5-25 A
101. Watímetro de escala 0-20 kW
102. Equipo de medida combinado voltímetro-amperímetro de escalas 0-150 V y 0-100 A
103. Reostato
104. Contador amperihorámetro
105. Contador amperihorámetro
106. Reostato
107. Transformador de intensidad con relación de transformación 1500 / 5 A
108. Grupo generador de corriente continua para cargar baterías
109. Grupo generador de corriente alterna

110. Grupo generador de corriente alterna
111. Vasija del Aparato de Haldat
112. Vasija del Aparato de Haldat
113. Fuente intermitente
114. Matraz
115. Intercambiador de calor
116. Pistola termofusible
117. Aparato de Ingenhousz
118. Avómetro
119. Amperímetros de escala 100-0-100 mA
120. Amperímetros de escala 0-15 A
121. Amperímetros de escala 0-5 A
122. Comparador medioambiental HUCOA-ERLÖSS
123. Medidor de conductividad W. G. PYE & C^o LTD.
124. Intercambiador de calor
125. Milivoltímetro MVT-300
126. Potenciómetro termopar DERRITRON INSTRUMENTS LTD. STROUD GLOS.
127. Voltímetro a válvula RETEX-KIT múltiples escalas CC-CA
128. Rectificador 24 W
129. Resistencias
130. Carpeta de montaje S.T. Novelda
131. Speedivac - High Vacuum Oil
132. Termómetro de escala 20-1600°C
133. Amperímetro de escala 100-0-100 mA
134. Manómetro de escalas 0-250 kg/cm² y 0-10 kg/cm²
135. Manómetro de escala 0-250 kg/cm²
136. Manómetro de escala 0-63 kg/cm²
137. Juego de pesas para balanza
138. Caja de décadas
139. Electroimán
140. Disco o volante de inercia
141. Caja de décadas
142. Caja de décadas
143. Caja de décadas
144. Amperímetro de escala 0-15 A
145. Amperímetro de escala 100-0-100 mA
146. Voltímetro de escala 0-250 V
147. Conjunto de lupas
148. Esferas de Magdeburgo o de Otto von Guericke
149. Medidor de caudal
150. Medidor de caudal
151. Calorímetro

152. Termómetro de gas a volumen constante
153. Puente de Wheatstone. Escala graduada en 50 cm. Conexiones visibles.
154. Avómetro
155. Reostatos
156. Mecheros o Quemadores Bunsen
157. Matraces
158. Probetas
159. Picnómetros
160. Dilatómetros
161. Pipeta
162. Platinas
163. Intercambiador de calor
164. Intercambiador de calor con resistencia
165. Motor M3BP 355SMC 6 B3
166. Motor
167. Motor M2CA 3155MA 4 B35
168. Motor
169. Motor
170. Motor
171. Motor
172. Torno
173. Distintos tipos de viruta
174. Máquina de Atwood
175. Crisoles
176. Matriz moldeo arena
177. Sección de motor de 4 tiempos
178. Dinamómetro
179. Matriz de estampación
180. Medidor portátil de resistencias eléctricas
181. Cuenta revoluciones universal
182. Cuenta revoluciones universal
183. Multímetro portátil
184. Calculadora científica
185. Marmita de Papin
186. Receptor de radio con válvulas de vacío
187. Generador de audio
188. Calculadora de sobremesa para contabilidad
189. -
190. Balanza analítica
191. Balanza hidrostática
192. Calorímetro de Thompson
193. Centrifugadora de laboratorio

194. Columna de tamices granulométricos
195. Piezómetro de Oersted
196. Interruptor trifásico de palanca-cuchilla
197. Micrófono electromagnético de mesa
198. Microscopio compuesto
199. Refractómetro de Abbe
200. Galvanómetro
201. Cronómetro mecánico de sobremesa
202. Regla de medición milimetrada
203. Calibre de 0,05 mm de precisión
204. Micrómetro de 0,01 mm de precisión
205. Micrómetro de 0,01 mm de precisión
206. Esferómetro de 0,01 mm de precisión
207. Esferómetro de 0,01 mm de precisión
208. Esferómetro de 0,001 mm de precisión
209. -
210. -
211. -
212. -
213. -
214. -
215. Colección de virutas metálicas
216. Colección de virutas metálicas
217. Encendedor de chispa para gas
218. Receptor telegráfico Morse de cinta
219. Ordenador portátil
220. Máquina de calcular mecánica con impresora
221. Máquina de calcular mecánica
222. Regla de cálculo logarítmica de gran formato
223. Regla de cálculo logarítmica de bolsillo
224. Tren de engranajes compuesto
225. Colección de probetas de aceros
226. Linterna de dinamo manual
227. EJEMPLO DE FICHA

Ordenador Cruiser - 3S

Nº	001	Año	1991
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	33x26x5cm		
Descripción ó historia:			



Un ordenador portátil es un equipo informático personal con un tamaño y peso suficientemente reducidos como para que pueda ser transportado cómodamente y que goza de cierta autonomía eléctrica, al estar equipado con una batería recargable. De hecho, su nombre inglés de “laptop” (de “lap”, regazo y “top”, cima), hace referencia a que es un equipo que puede usarse situándolo sobre la zona ahuecada que se forma entre la cintura y las rodillas de una persona cuando está sentada.

Los primeros ordenadores portátiles surgen a principios de los años 1980s, especialmente con el HX-20 diseñado por la marca japonesa EPSON en 1981, aunque comercializado en 1982, a un precio de entonces de 800 dólares (unos 2400 de hoy en día). Con 1,6 kg, tenía el tamaño de una hoja DIN A4, pero parecía más bien una calculadora grande puesto que tenía una pequeña pantalla LCD que sólo soportaba 4 líneas de 20 caracteres, aunque incluía una pequeña impresora matricial de rodillo de papel y un sistema de almacenamiento de datos en una microcinta tipo cassette, ambos integrados en la carcasa. Sería ya a principios de los 1990s cuando la pantalla de los portátiles se extendería para ocupar todo el tamaño del equipo y, a lo largo de esa década, irían incorporándose las pantallas TFT a color y los procesadores específicos para portátiles, que consumían menos batería.

Este ordenador portátil fue uno de los primeros en llegar a la Escuela (inicialmente, fue una dotación especial presupuestaria del Rectorado de la Universidad Politécnica de Madrid la que permitió la entrada en el Centro de un único portátil por cada Departamento). Con unas dimensiones de 33 cm x 26 cm x 5 cm y 3,8 kg, es del modelo Cruiser – 3S, tiene albergado un procesador 386 SX a 16 MHz, un disco duro de 40 MB y una RAM de 1 MB, ampliable a 4 MB. Dispone de un teclado de 84 teclas y una disquetera de 3 ½ pulgadas. Su pantalla es B/N de tipo CCFT (tubo fluorescente de cátodo frío) VGA retroiluminada, con 680 x 480 píxeles de resolución y 16 niveles de gris, lo cual le daba una calidad suficiente para ser usada, novedosamente, en presentaciones o para proyectar su imagen mediante un retroproyector sobre una pantalla mural. Llevaba una batería de Ni-Ca de 3 horas de

uso y puertos serie y paralelo. Su precio original era de unos 3500 \$ (unos 6800 \$ de hoy en día) y fue fabricado, en 1991, por Rever Computer Inc. (Rochester, Nueva York, con casa matriz en Taipei, Taiwan), empresa que, en 1990, había conseguido la patente americana US5041965A para el mencionado sistema de retroproyección.

Calculadora Ataio SC - 60

Nº	002	Año	1975
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	17x09x04cm		
Descripción ó historia:			



La calculadora científica Ataio SC-60 ofrecía, además de las funciones de operaciones básicas, un conjunto de 20 teclas para funciones científicas más avanzadas (trigonométricas, estadísticas, etc.), algo bastante novedoso para una época en la que ya dominaban las máquinas más populares y asequibles de Casio o las más avanzadas, e incluso programables, de Hewlett-Packard y de Texas Instruments.

La SC-60, con dimensiones de 17,1 cm x 8,9 cm x 3,8 cm, tenía 10 dígitos en su estrecha pantalla de LED rojos, incluía una conexión para recargar las baterías a la red doméstica y, en su cara inferior, ofrecía un listado de instrucciones básicas de operación.

Esta calculadora, de 1975, fue fabricada originalmente en Hong Kong (por entonces, colonia británica), pero sería comercializada en diferentes países bajo las marcas Realtone (Japón), Kings Point (EEUU) o MBO (Alemania), entre otras. En España fue distribuida bajo el nombre de Ataio, una compañía de ingeniería creada en Madrid, hacia 1968, por los ingenieros Teófilo J. del Pozo y Justo Montero y que montaba, fabricaba y distribuía equipos electrónicos (de medida, de audio, de comunicaciones, etc.) hasta su quiebra definitiva en 1998.

Manuales Programación

Nº	003	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	varios		
Descripción ó historia:			



Discos de arranque

Nº	004	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Discos que contienen el sistema operativo Microsoft MS DOS, eran necesarios para el funcionamiento del ordenador. El disco se encuentra dentro de una carcasa con 3 ranuras: La central permite sujetar y girar el disco, la alargada expone el disco y permite leer y grabar datos, y una pequeña cuadrada en el borde de la carcasa hace que el disco sea de escritura además de lectura, si se tapa, el disco pierde esta función.

Reproductor Stenorette

Nº	005	Año	1954- 1957
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	46 cm x 33 cm x 15 cm		
Descripción ó historia:			



El dictáfono es un dispositivo usado para grabar, reproducir y transcribir, mediante cinta magnética, las palabras que se le dictan o las conversaciones y era muy usado en las labores de secretariado. Incluye un micrófono (que es también altavoz), un dispositivo de grabación y reproducción de la voz y un conjunto de teclas y ruedas que permiten al mecanógrafo encargado de transcribir el texto avanzar, retroceder o parar la cinta para escuchar su contenido.

Este equipo, denominado Stenorette A, con número de serie 064220654 y unas dimensiones de 46 cm x 33 cm x 15 cm, permitía un tiempo máximo de grabación de 30 minutos a una velocidad de avance de la cinta grabadora de 6 cm/s. Su electrónica, de la época pre-transistor, se basaba aún en distintos tipos de válvulas de vacío para controlar el flujo de electrones de la corriente. Fue fabricado, desde 1954 hasta 1957, por la marca germana de electrónica Grundig, fundada por el electricista alemán Max Grundig (1908-1989) en 1945, tras concluir la II Guerra Mundial. Coloquialmente, se llamaba "la rana" a este aparato, dado su aspecto con dos grandes ojos para las bobinas y, sobre todo, porque los primeros aparatos de este tipo tenían su carcasa de un característico color verde. Según figura en algunos anuncios de prensa de finales de los años 1950s, este equipo costaba en su época unos 180 \$ (unos 1700 \$ de hoy en día).

Voltímetro electrónico KV - 151

Nº	006	Año	1980
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Instituto de FP Juande la Cierva		
Dimensiones	48 x 19 x 17,5 cm		
Descripción ó historia:			



El voltímetro es un instrumento diseñado para medir la tensión en los circuitos eléctricos. Su fundamento es el galvanómetro, es decir, utiliza una bobina que, al ser recorrida por una corriente y estando dentro de un campo magnético creado por un imán, experimenta un par de giro que mueve una aguja indicadora sobre una escala. El voltímetro presenta una elevada resistencia interna y se conecta en paralelo con el elemento cuya tensión se quiere determinar.

En este caso, se trata más bien de un multímetro, puesto que no sólo permite medir tensiones eléctricas, sino que también presenta funciones de medidas de resistencias y de factor de ganancia en señales eléctricas. Así, mediante los selectores de actuación, permite medir tensiones, tanto en continua como en alterna, en escalas que van desde 0-1,5 V hasta 0- 1500 V, o medir resistencias en escalas desde 0-5 Ω hasta 0-5 M Ω . En la escala de ganancias permite trabajar desde -10 dB hasta + 50 dB (recordemos que esta escala es logarítmica, y se expresa, como en el caso del sonido, en decibelios, y que compara la señal de salida con la de entrada, de modo que si es positiva es que hay ganancia en el elemento medido, mientras que, si es negativa, es que el elemento atenúa la señal. Por ejemplo, si la potencia de salida de un amplificador es 40 W y la de entrada era de 20 W, la ganancia sería $10 \log (40/20) \approx 3$ dB).

Este equipo, que podía ser alimentado a 125 V o 220 V, se usó en los laboratorios de Electrónica del Instituto de FP Juan de la Cierva (que compartió edificio con nuestra Escuela hasta 2001) como multímetro didáctico de panel, siendo sus dimensiones 48 cm x 19 cm x 17,5 cm. Es electrónico, pero aún usa válvulas de vacío, en lugar de transistores, y es de lectura analógica, mediante aguja móvil sobre las escalas. Fabricado hacia 1980, pertenece al modelo KV-151 y está numerado con el n.º 666 de la serie 17, siendo de la marca KENTEL, la línea de diseños educativos de la distribuidora madrileña Distesa (Desarrollo Industrial de Sistemas y

Técnicas Educativas, S.A.), que se especializó en el equipamiento de laboratorios para enseñanza y que aún existe bajo el grupo ANAYA. Esta empresa se hizo muy popular hacia 1974 cuando distribuyó el primer ordenador comercial basado en el microprocesador de 8 bits Intel 8008 (luego mejorado con el 8080); este equipo, que estaba más bien orientado al estudio de los microprocesadores por parte de los alumnos, había sido diseñado por el perito industrial eléctrico y campeón mundial de hockey sobre patines catalán D. Manel Puigbó Rocafort, si bien, dado su alto precio, sólo tuvo una muy reducida distribución en unos pocos centros educativos.

Ordenador EPSON PC/AX PORTABLE

Nº	007	Año		No localizado
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Procesador informático

Nº	008	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Reproductor cassette Philips LLS 700

Nº	009	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Dispositivo de grabación magnética de voz de los aún hoy denominados “Language Laboratory System” (de ahí las siglas LLS de su modelo) y que fue usado en la segunda mitad del s. XX para la enseñanza de idiomas en la Escuela. Este equipo, mediante cintas de audio de cassette, permitía primero grabar un texto de referencia en un idioma con la voz del profesor y luego grabar el mismo, pero pronunciado por el alumno, con el fin de comparar ambos y proceder a corregir los errores de pronunciación.

Este equipo fue fabricado por Philips, famosa empresa de electrónica neerlandesa fundada en 1891 por el ingeniero Gerard L. F. Philips y su familia en Eindhoven para producir, en principio, lámparas incandescentes.

Ordenador personal 512K AMSTRAD

Nº	010	Año	1986
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



El PC1512, fue creado en 1986, siendo el primer PC creado por Amstrad y uno de los primeros de venta al público. Era compatible con el sistema IBM. Posteriormente, fue mejorado por el PC1640 que incluía una tarjeta gráfica EGA de 16 colores, en lugar de la CGA del 1512 de 4 colores. Salió al mercado con un precio de 225.000 pesetas, lo que lo convertía en uno de los primeros PC's baratos en toda Europa. El PC1512 estaba equipado con una memoria RAM de 512K; aunque podía ser ampliada hasta una capacidad de 640K con la ayuda de un pack extendido. Una peculiaridad es que incluían una tarjeta gráfica propia de Amstrad cuya resolución era 640x200 con 16 colores.

Pantalla Ciaegi

Nº	011	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Las pantallas de ordenador son el principal periférico de salida del mismo. Los monitores monocromos aparecieron en 1981 y se caracterizaban por mostrar solo texto en un color verde. Marca italiana Ciaegi.

Ordenador personal CASIO FP-1000

Nº	012	Año	1984
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	EI		
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



El CASIO FP-100 es el primer ordenador personal con estructura multiprocesador. Tiene 64 KB de memoria, impresora y pantalla gráfica de 8 colores. Es posible conectarlo a cajas registradoras y a ordenadores mayores o vía teléfono.


Amstrad PC 1512 y periféricos

Nº	013	Año	1986
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Fernando González Setien (antiguo alumno del centro)		
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



4 pilas AA. Para mantener activa una parte de la memoria. El Sistema Operativo MS DOS - Versión 3.2 había de ser cargado al principio de cada sesión: El espacio de almacenamiento disponible en la RAM estaba limitado por lo que toda la información almacenada se perdía cuando se apagaba el ordenador. Entre los discos facilitados con el equipo se incluye el de GEM: Interfaz gráfico por medio de iconos o el del programa de dibujo GEM PAINT.

Generador - Transformador para lámparas estroboscópicas (MultiblitzStudio V)

Nº	014	Año	1980	
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia	Alberto Bravo Arroyo			
Dimensiones	48 x 22,5 x 17,5 cm			
Descripción ó historia:				

Este equipo se usaba para hacer fotografías con luces estroboscópicas. Esta técnica consiste en realizar fotografías consecutivas con un potente flash que se dispara sucesivamente en muy cortos intervalos de tiempo, lo cual permite visualizar fenómenos en movimiento con gran precisión y espectacularidad (los estroboscopios modernos, con potentes lámparas de xenon, permiten dar hasta 15000 flashes por minuto, cada uno con duración de sólo 60 μ s). Para ello, el equipo dispone de potentes condensadores que, tras un tiempo de carga, son capaces de liberar la energía potencial electrostática en ellos almacenada en forma de energía luminosa en las lámparas conectadas al sistema.

Este equipo, que permite conectar hasta cinco lámparas, fue donado por D. Alberto Bravo Arroyo, y resulta tan pesado que debe moverse mediante el soporte de cuatro ruedas giratorias; Con unas dimensiones de 48 cm x 22,5 cm x 17,5 cm, pertenece al modelo Multiblitz Studio V y, con el número de serie Nr. 642, fue fabricado, hacia 1980, por la empresa alemana MULTIBLITZ Dr. Ing. D.A. Mannesmann GMBH. Esta casa fue fundada en 1948 en Colonia por el inventor y empresario Dr. Dieter Mannesmann y, aún hoy, es uno de los principales fabricantes mundiales de equipos de iluminación de estudio fotográfico de alta calidad, especializándose en sistemas de luces estroboscópicas.

Tocadiscos

Nº	015	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Sistema de reproducción de sonido del tipo electromecánico analógico. Este aparato recoge y amplifica la música que se encuentra en los discos de vinilo: La aguja recorre el disco produciendo vibraciones que luego amplifica.

Micrófono

Nº	016	Año	Ca. 1970
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



La palabra “micrófono” está formada, a partir del griego, por el prefijo “mikros” (pequeño) y el sufijo “phono” (voz, sonido) y es un dispositivo que transforma las ondas sonoras en señales eléctricas. Es, pues, un transductor electroacústico que convierte las vibraciones debidas a las ondas de presión acústica, que viajan en el aire y entran en la cápsula del micrófono, en señales eléctricas que se transmiten por un cable conductor hasta un sistema de grabación que las registra, o hasta un altavoz que, tras amplificarlas, las emite, en ambos casos invirtiendo el proceso, esto es reconvirtiendo las señales eléctricas en sonoras.

Tras algunas versiones iniciales de micrófonos en los primeros fonógrafos y teléfonos hacia 1875, es en 1877 cuando el inventor y empresario norteamericano Thomas Alva Edison (1847-1931) obtiene la primera patente del micrófono de carbón, si bien el inventor germano-estadounidense Emile Berliner (1851-1929) y, sobre todo, el ingeniero estadounidense de origen británico David Edward Hughes (1831-1900), habrían trabajado en su desarrollo simultáneamente. En este tipo de micrófono, las ondas acústicas ejercen su presión sobre gránulos de carbón que actúan como un diafragma al ejercer una resistencia variable al paso de la corriente eléctrica.

Ya en 1916, los Laboratorios Bell estadounidenses (nacidos, como tal en 1925, pero con orígenes en 1881) desarrollan el micrófono de condensador en el que la cápsula contiene dos placas metálicas aisladas entre sí de modo que, al variar la distancia entre ambas como consecuencia de la presión del sonido, varía su capacidad eléctrica y, con ello, su diferencia de potencial, generándose una señal eléctrica que se transmite por el cable.

Después, en 1923-1933 vendrían los micrófonos dinámicos (magneto-dinámicos), basados en la fuerza electromotriz inducida, en los que, bajo la presión acústica, una membrana mueve una bobina en el seno de un imán, produciéndose una corriente eléctrica.

En la actualidad y desde 1991, hay, además, micrófonos de fibra óptica en los que las ondas sonoras llegan al diafragma forzándolo a que vibre, lo que provoca cambios en la luz reflejada que un láser envía sobre dicho diafragma reflector y que se envían hacia un fotodetector.

El dispositivo del museo, perteneciente a los servicios de medios audiovisuales de la Escuela, es de tipo flexo, en acero inoxidable, con cabezal de rejilla negro y cromo y base de peana en hierro pintado en gris metalizado. Su base, sobre la que se sitúa el interruptor, tiene 16 cm de lado, y el brazo del micrófono es de 39 cm. Tiene cable de 6 m de longitud y su conector de audio analógico es de tipo DIN de 5 pines.

Este equipo pertenece al modelo EL 6031/50, con peana EL 6202, y, conocido como “el Tulipán” por su forma, alcanzó gran fama en la década de los 1960, aunque tuvo una versión previa, toda cromada, en 1955-1960. Fue diseñado de manera que sirviera tanto para el habla como para la música (Fidel Castro, máximo mandatario cubano, famoso por sus discursos de varias horas de duración, y el cantante Mick Jagger, de los Rolling Stones, usaron este modelo de micrófono). Pertenece al tipo de micrófono dinámico cardioide, esto es, un micrófono unidireccional con diagrama polar de sonido en forma de corazón, es decir, más sensible a los sonidos que le llegan desde la parte frontal, minimizando mucho los sonidos que vienen de las otras direcciones, y su mejor respuesta sucede en el rango de las frecuencias intermedias. Fue fabricado, hacia 1960, en Holanda por Philips, famosa empresa de electrónica neerlandesa fundada en 1891 por el ingeniero Gerard L. F. Philips (1858-1942) y su familia en Eindhoven para producir, en principio, lámparas incandescentes.

Ensamblador de películas

Nº	017	Año	1970
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Medios Audiovisuales de la Escuela		
Dimensiones	10x14x09cm		
Descripción ó historia:			



El ensamblador o montador (“splicer”, en inglés) de películas es un dispositivo mecánico que permite cortar y empalmar trozos de película cinematográfica y proceder a su fijación mediante un pegamento líquido transparente.

Este equipo, de hierro fundido, y con dimensiones 13,5 cm x 10,5 cm x 8,0 cm, fue usado en los servicios de medios audiovisuales de la Escuela, y permitía montar películas tanto de 8 mm como de 16 mm. Fue fabricado por la compañía neoyorkina Griswold Machine Works, Port Jefferson (siendo el Distribuidor Exclusivo la Neumade Products Corp., New York) hacia 1940, con el número de serie J. 13957 A. Esta compañía, fundada en Erie (Pennsylvania) en 1865 por el político y empresario Matthew Griswold (1833-1919) y sus primos, empezó a fabricar productos de cocina de hierro fundido, pasando a hacer este tipo de montadores de película ya en la década de los años 1920, alcanzando su máxima cota en los 1940, y subsistiendo hasta su cierre en 1978.

Rosa de los Vientos

Nº	018	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



La rosa de los vientos es un círculo que tiene marcados alrededor los rumbos en que se divide la circunferencia del horizonte. En las cartas de navegación se representa por 32 rombos (deformados) unidos por un extremo mientras el otro señala el rumbo sobre el círculo del horizonte. Sobre el mismo se sitúa la flor de lis, con la que suelen representar el Norte que se documenta a partir del siglo XVI. También puede ser un diagrama que representa la intensidad media del viento en diferentes sectores en los que divide el círculo del horizonte.

Capacímetro

Nº	019	Año	1928-1930
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Gaviño Rodríguez		
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un condensador es un dispositivo formado por dos armaduras metálicas, aisladas entre sí, y cargadas con igual carga eléctrica, pero opuesta. Es un dispositivo que permite almacenar carga y energía eléctricas. La capacidad de un condensador es la carga almacenada por cada unidad de diferencia de potencial entre sus armaduras. Este modelo permite medir capacidades de condensadores de hasta 2,5 mF sobre una escala con divisiones de 0,02 mF. Para ello, el condensador se conecta en los dos bornes superiores derechos mientras en los dos bornes superiores izquierdos se conecta una fuente de tensión de C.A. de 115 V y 50 Hz. El equipo viene dentro de un maletín portátil de madera con cierre de hebilla y asa de cuero, y en el interior de su tapa presenta una hoja original explicativa del funcionamiento (a tensiones de entre 100 V y 130 V y a frecuencias de entre 45 Hz y 55 Hz) y todo firmado por el certificador del equipo, estandarizado en el laboratorio Weston, el técnico J. B. Dowdew, con fecha 13 de enero de 1928.

Este capacímetro, perteneciente al modelo 372 y con número de serie 997, y donado a nuestra Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez, fue fabricado en la prestigiosa empresa norteamericana de equipos eléctricos Weston Electrical Instrument Corporation, en Newark, New Jersey (E.E.U.U.) en 1928. Esta empresa había sido fundada en New Jersey en 1888 por el ingeniero inglés, pero pronto emigrado a los E.E.U.U., Edward Weston (1850 – 1936), que llegó a tener nada menos que 334 patentes. Al principio, la empresa se dedicaba a fabricar voltímetros, amperímetros, vatímetros y frecuencímetros de gran precisión, pero más tarde, al igual que la empresa de Thomas Alva Edison, también se dedicó a desarrollar sistemas de iluminación, tanto por lámparas incandescentes como por arco voltaico, así como diversos tipos de generadores eléctricos. La empresa fue finalmente adquirida por Daystrom en 1954. Este ingeniero, que se había formado antes como médico en Inglaterra, y que también contribuyó al ámbito de la química, especialmente a la galvanoplastia de los recubrimientos electrolíticos (chapado), inventando también los electrodos de carbón

recubiertos de cobre para la soldadura eléctrica, ayudaría a fundar la Newark Technical School, precursora del Instituto Tecnológico de New Jersey.

Capacímetro

Nº	020	Año	1928- 1930
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Gaviño Rodríguez		
Dimensiones			
Descripción ó historia:			




Un condensador es un dispositivo formado por dos armaduras metálicas, aisladas entre sí, y cargadas con igual carga eléctrica, pero opuesta. Es un dispositivo que permite almacenar carga y energía eléctricas. La capacidad de un condensador es la carga almacenada por cada unidad de diferencia de potencial entre sus armaduras. Este modelo permite medir capacidades de condensadores de hasta 2,5 mF sobre una escala con divisiones de 0,02 mF. Para ello, el condensador se conecta en los dos bornes superiores derechos mientras en los dos bornes superiores izquierdos se conecta una fuente de tensión de C.A. de 115 V y 50 Hz. El equipo viene dentro de un maletín portátil de madera con cierre de hebilla y asa de cuero, y en el interior de su tapa presenta una hoja original explicativa del funcionamiento (a tensiones de entre 100 V y 130 V y a frecuencias de entre 45 Hz y 55 Hz) y todo firmado por el certificador del equipo, estandarizado en el laboratorio Weston, el técnico J. B. Dowdew, con fecha 13 de enero de 1928.

Este capacímetro, perteneciente al modelo 372 y con número de serie 997, y donado a nuestra Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez, fue fabricado en la prestigiosa empresa norteamericana de equipos eléctricos Weston Electrical Instrument Corporation, en Newark, New Jersey (E.E.U.U.) en 1928. Esta empresa había sido fundada en New Jersey en 1888 por el ingeniero inglés, pero pronto emigrado a los E.E.U.U., Edward Weston (1850 – 1936), que llegó a tener nada menos que 334 patentes. Al principio, la empresa se dedicaba a fabricar voltímetros, amperímetros, vatímetros y frecuencímetros de gran precisión, pero más tarde, al igual que la empresa de Thomas Alva Edison, también se dedicó a desarrollar sistemas de iluminación, tanto por lámparas incandescentes como por arco voltaico, así como diversos tipos de generadores eléctricos. La empresa fue finalmente adquirida por Daystrom en 1954. Este ingeniero, que se había formado antes como médico en Inglaterra, y que también contribuyó al ámbito de la química, especialmente a la galvanoplastia de los recubrimientos electrolíticos (chapado), inventando también los electrodos de carbón

recubiertos de cobre para la soldadura eléctrica, ayudaría a fundar la Newark Technical School, precursora del Instituto Tecnológico de New Jersey.

Máquina de escribir Hispano - Olivetti

Nº	021	Año	1930	
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio	Termodinámica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta máquina de escribir es del famoso modelo M-40 de Hispano–Olivetti, en este caso en la versión de carro largo, o sea, con el rodillo para colocar la hoja de papel más ancho, algo frecuente cuando en bancos, empresas y otras oficinas se rellenaban a máquina grandes hojas de contabilidad con varias columnas.

La máquina, fabricada en 1930, tiene un diseño muy robusto, con cuerpo de hierro fundido esmaltado en negro y presenta en su frontal dos sellos, uno con la leyenda de la marca española (HO) y otro con el nombre del modelo (M40). Las teclas son de forma circular con fondo negro y símbolos en ocre claro. Incluye una palanca para cambiar la zona de la cinta entintada a usar, de negro a rojo, y un curioso conjunto de ocho teclas que permiten escribir, con una sola pulsación, las cifras de las potencias de diez, desde 1, 10, 100 hasta 10.000.000. Las dimensiones de este modelo son 57,0 cm x 38,0 cm x 26,0 cm, con un carro de nada menos que 45,5 cm de anchura.

La fábrica de máquinas de escribir italiana Olivetti fue fundada en 1908 por el físico, ingeniero y empresario Camillo Olivetti (1868-1943), y aún existe, aunque bajo el grupo italiano de telecomunicaciones TIM, que se dedica a telefonía, internet y televisión. Su filial española, la Hispano Olivetti, nació en Barcelona en 1929, siendo la máquina M-40 uno de los primeros modelos fabricados por ella en España; su fábrica del Parque Tecnológico del Vallès (Barcelona), que en los años 80s pasó a montar equipos informáticos, y dedicada después a la producción de terminales e impresoras bancarias, acabó cerrando en 1996.

Máquina de escribir Hispano - Olivetti (Lexicon 80)

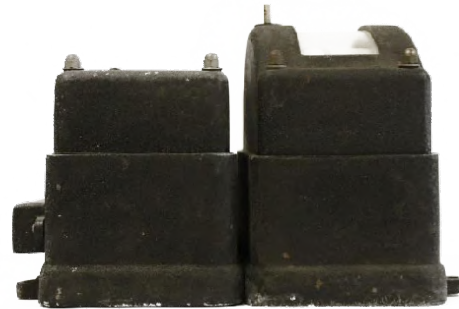
Nº	022	Año	1948
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Máquina de escribir de la compañía italiana Ing. C. Olivetti & Co., SA. Olivetti fue fundada en 1908 convirtiéndose en la primera fábrica de máquinas de escribir del mundo. La marca en España (sede en Barcelona) tomo el nombre de Hispano Olivetti. El diseñador de la Lexicon 80 fue Marcello Nizzioli. Es la máquina de escribir más vendida de la historia.

Regulador Automático de Temperatura

Nº	023	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Temperatura - Corrector de cero

Nº	024	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Elevador-Reductor "Beta"

Nº	025	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



https://es.wikipedia.org/wiki/Convertidor_Buck-Boost

<https://www.youtube.com/watch?v=Htes1hPT3Ew>

Potenciómetro termopar portátil

Nº	026	Año	1960
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un potenciómetro es un dispositivo basado en manejar una resistencia eléctrica variable para así limitar la corriente establecida en un circuito (por ejemplo, en el circuito para regular el nivel de iluminación de una habitación).

El potenciómetro termopar es un tipo de potenciómetro modificado especialmente para medir temperaturas mediante la medida directa de diferencias de potencial eléctrico, lo cual es la base del efecto Seebeck, descubierto en 1821. Así, un termopar consiste en la unión de dos metales diferentes (por ejemplo, cobre y constatan —una aleación de cobre y níquel—) de modo que la diferencia de temperaturas entre dos uniones distintas de dichos metales genera una diferencia de potencial (típicamente de unos pocos milivoltios por cada grado Celsius) medible.

Este equipo tiene dos rangos de medición, según la escala usada: en la escala x1, mide en el rango 0-20 mV con precisión de 0,01 mV, mientras que en la escala x5 mide en el rango 0-100 mV con precisión de 0,05 mV.

Se trata de un equipo portátil del modelo nº E4224, dispuesto en un maletín de baquelita negra con cierres de broche metálicos, fabricado por la compañía inglesa de equipos eléctricos y electrónicos DORAN bajo el grupo Derritron. Dado que en el cuerpo del equipo figura que ha sido fabricado por Derritron Instruments LTD. en Stroud Glos. (suroeste de Inglaterra), y sabiendo que esta empresa sólo estuvo ubicada en esta localidad desde 1960 hasta 1966, pasando luego a Hastings, podemos fechar la fecha de producción de este equipo hacia 1960 (en una revista de Física canadiense de 1955 aparece ya un anuncio de un equipo similar). Finalmente, en un boletín oficial de la Gaceta de Londres se hace público que la empresa Derritron Instruments LTD. se ha disuelto definitivamente a finales del año 1981.

Esferas de Magdeburgo o de Otto von Guericke

Nº	027	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Otto von Guericke (1602-1686) realizó el experimento, conocido como “experimento de Magdeburgo”. Para la experiencia se usaron 16 caballos, en dos grupos de 8, tirando en direcciones opuestas de un recipiente compuesto por dos hemisferios de 50 cm. de diámetro, adosados entre sí. Guericke mostró mediante ese experimento que, cuando el recipiente estaba vaciado de aire (es decir, cuando se le extraía el aire con una bomba -otro gran problema para esa época), la fuerza de los 16 caballos era incapaz de separar los hemisferios. Ello se debe a la presión del aire circundante, que supera la fuerza de esos caballos de tiro. En cambio, cuando el recipiente contiene aire, una fuerza insignificante consigue despegar los hemisferios. Estas curiosas demostraciones de los efectos del vacío se hallan convenientemente explicadas e ilustradas en la obra de Guericke “Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio” (Amsterdam, 1672).

Cronómetro mecánico

Nº	028	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Para el tradicional cronómetro mecánico, la fuente de poder es un resorte helicoidal, el cual almacena energía obtenida por cuerda. La base de tiempo es usualmente una rueda balanceada que funciona como un péndulo de torsión. El alcance en el cual el resorte funciona es gobernado por una rueda balanceada la cual está diseñada para proveer un periodo consistente de oscilación, relativamente independiente de factores tales como la fricción, temperatura y orientación. En la mayoría de los cronómetros mecánicos, la rueda balanceada está diseñada para oscilar un periodo de 2,5 s, y produce 5 tic o latidos por segundo. La rueda balanceada está conectada a un mecanismo el cual mide el retroceso del resorte y provee impulsos que mantienen el balance de la rueda en movimiento. Es este el retroceso del resorte el que conduce el indicador del contador. En este tipo de dispositivo el contador está compuesto de un tren de engranes que dividen la velocidad de la rotación del mecanismo rueda a las revoluciones apropiadas de la velocidad por segundo, minuto y hora.

Balanza de precisión

Nº	029	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



La balanza es un instrumento para medir masas, en este caso se encuentra cerrada por una caja de madera y cristales, en la que se ha de controlar la humedad y la temperatura para evitar posibles interferencias. La lectura de la medida se realiza mediante una escala graduada con ayuda de una lupa, como se puede observar en la figura.

Medidor de piezas angulares

Nº	030	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Dinamógrafo

Nº	031	Año	1950
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



El dinamógrafo es un dinamómetro o medidor de fuerza con una aguja que indica la medición sobre una escala graduada. Este tipo de instrumento, en principio destinado a medir la fuerza muscular humana (o de caballos de tracción), fue diseñado por el fabricante de armas e ingeniero francés Edme Régnier en 1798 cuando trabajaba en Londres. Más tarde se usó, y aún se sigue usando (sólo que ahora con modernos displays digitales para leer la medida), con fines de entrenamiento deportivo para fortalecer la fuerza muscular en manos y brazos, e incluso con fines médicos para conocer las disfunciones en ciertos grupos de músculos en los pacientes.

El aparato, diseñado por el fabricante de instrumentos alemán Carl Eduard Kraft en Viena hacia 1850, está formado por un aro de acero de forma oval sobre el que se ejerce la fuerza con las manos y un sistema de palancas que, mediante pequeñas ruedas engranadas, transmite la fuerza que hace girar la aguja indicadora de la medición, pudiendo trabajar tanto a tracción como a compresión según se actúe sobre uno o sobre los dos arcos del aro. Presenta dos escalas grabadas sobre el latón, la externa graduada en quintales (zentner, en alemán), de 0 a 16 unidades, que permite medir hasta unos 800 kg de fuerza en tracción, y la interna, en libras (pfund, en alemán) de 0 a 250 unidades, que permite medir hasta unos 125 kg de fuerza en compresión.

Péndulo compensador de rejilla

Nº	032	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



En estos relojes la varilla única está sustituida por varias de diferente coeficiente de dilatación. La lenteja cuelga de dos varillas de acero, sujetas en sus extremos por unas barras de latón. La barra superior lleva sujetas dos varillas de zinc, cuyos extremos inferiores están sujetos a otra barra de latón, que no está fija a las de acero, pero sí a la varilla central.

Puente de Wheatstone para medida de resistencias Hartman & Braun

Nº	033	Año	1950
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Rodríguez	Gaviño	
Dimensiones			



Descripción ó historia:

Un puente de Wheatstone es un equipo que permite medir con gran precisión resistencias eléctricas. Para ello se dispone de una resistencia patrón, dos resistencias de relación y la resistencia problema a medir. Cuando, variando la relación de las dos resistencias se consigue equilibrar el puente (el galvanómetro situado entre las cuatro resistencias marca cero amperios), se cumple que la resistencia problema tiene un valor igual al producto de la razón de resistencias de relación por el valor de la resistencia patrón.


Este puente fue ideado originalmente por el físico británico Samuel H. Christie en 1833, si bien su mejora y popularización de debió al inventor británico Charles Wheatstone en 1843. Si bien Wheatstone, en su artículo original en inglés, hacía referencia en una nota a la paternidad del invento por parte de Christie, en las posteriores traducciones al alemán y al francés (que por entonces dominaban el lenguaje científico en Europa) se perdería esta inclusión, razón por la cual este equipo sería después conocido haciendo referencia al segundo autor, en lugar de al primero. Pero sería un manchego, el inventor Mónico Sánchez quien, en 1907, durante su estancia en EE.UU., mejoraría aún más este tipo de equipo de medida, obteniendo una patente más precisa y además transportable en una caja.

El puente, portátil en una caja de madera, presenta cuatro juegos de décadas de resistencias (R) de latón en su parte superior que, mediante manivelas giratorias de contacto en baquelita permiten aplicar unidades, decenas, centenas y millares de ohmios. Debajo presenta otras dos manivelas giratorias de contacto para aplicar las resistencias de relación en potencias de 10 (A y B). En la parte central superior figuran dos pulsadores para conseguir el equilibrio del puente, esto es cuando el galvanómetro central inferior marca cero amperios. En su parte inferior están los bornes para conectar la resistencia problema (X), el galvanómetro (GALV.) y la fuente de alimentación (BATT.). En el centro del

puente aparece grabada la ecuación de equilibrio del puente para calcular la resistencia problema ($X = B \times R / A$). En los laboratorios docentes, los alumnos suelen usar un puente más simple, el llamado puente de hilo, en el que el papel de las dos resistencias de relación lo hace un hilo rectilíneo graduado en mm y en el que, mediante un cursor móvil de contacto, se consigue el equilibrio del puente.

Este puente de Wheatstone, con número de serie 2770, y donado a nuestra Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez, fue fabricado, probablemente hacia 1950, en la prestigiosa casa alemana de instrumentación Hartmann & Braun en Frankfurt, empresa que había sido fundada en 1879 por el empresario Wilhelm Eugen Hartmann y el industrial Wunibald Braun y que, a partir de 1920, se haría famosa también por sus equipos de control. En la actualidad, aún existe esta empresa, pero formando parte del grupo ABB nacido en Zurich tras una gran fusión en 1988 y que es una referencia mundial, entre otras cosas, en equipos digitales para la industria.

Bombillas

Nº	034	Año		
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de Wolframio mediante el paso de la corriente eléctrica. Invención, larga duración, funcionamiento y partes:

https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_incandescente

Tubo de Crookes

Nº	035	Año	Ca. 1950
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			



Descripción ó historia:

Un tubo de Crookes es un tubo de vidrio en el que se ha practicado un altísimo vacío, pero que contiene un gas muy enrarecido, de modo que, al aplicar una elevada diferencia de potencial eléctrico entre sus dos electrodos extremos, dicho gas emite, por fluorescencia, luz de diferente color según el tipo de gas que se halle dentro de dicho tubo.

En realidad, su precedente son los tubos de Geissler, los primeros tubos de descarga eléctrica de este tipo que fueron diseñados por el físico alemán, y experto soplador de vidrio, Heinrich Geissler (1815-1879) en 1850, tras mejorar la eficiencia de las bombas que producían el vacío en los tubos, y con el apoyo de la idea de su amigo, el físico alemán Julius Plücker y su, por entonces, alumno Johann W. Hittorf de conectar una diferencia de potencial eléctrica intensa a dichos tubos. En 1875, el físico y químico inglés William Crookes (1832-1919) mejoró aún más la creación de vacío en dichos tubos, lo que le permitió empezar a investigar la naturaleza de la causa que provocaba dicha emisión de luz por parte del gas enrarecido atrapado en el interior de los mismos. Incidentalmente, Crookes también se dedicó al estudio de supuestos fenómenos psíquicos relacionados con la comunicación con los espíritus de los fallecidos y, al final de su vida, acabó incluso presidiendo una sociedad que estudiaba las supuestas apariciones de fantasmas.


En una primera modificación, Crookes introdujo un obstáculo de zinc, en forma de cruz de Malta, entre el cátodo emisor y el ánodo, viendo que los rayos catódicos (que luego se demostraría que eran electrones ya que podían ser desviados mediante imanes) se propagaban en línea recta y creaban una sombra detrás del obstáculo. En los siguientes diseños, el tubo de Crookes ya no consistía en un simple tubo alargado con dos electrodos, sino que, entre ambos, se situaba además una ampolla esférica que alojaba un tercer electrodo a modo de blanco que, bajo ciertas condiciones, podía producir rayos X, como descubriría el físico alemán W. C. Roentgen (1845-1923) en 1895, recibiendo, por ello, el primer premio Nobel de Física (1901).

Los tubos de descarga, en sus diferentes versiones cada vez más avanzadas, permitirían creaciones posteriores como el cañón de electrones, el osciloscopio, los monitores de radar y de televisión, las válvulas de vacío para electrónica e informática, etc.

El tubo de Crookes de nuestro catálogo, de vidrio, con electrodos metálicos y mango de madera, tiene una longitud total entre los electrodos principales de 34 cm, con una esfera de vidrio intermedia de 12 cm de diámetro y una anchura, incluido el mango, de 21 cm. Al conectar el tubo a una diferencia de potencial de algunos miles de voltios, el cátodo emite electrones que, en lugar de llegar al ánodo del frontal opuesto, son interceptados por un ánodo auxiliar o anticátodo que acaba en un disco metálico de platino; al ser frenados los electrones por dicho blanco, éste emite una radiación, principalmente por el mecanismo de frenado (*bremstrahlung*, en alemán), en forma de rayos X, de modo que, al estar dicho blanco orientado a 45º, salen reflejados limpiamente hacia fuera del tubo de vidrio. Este ejemplar cuenta además con un cuarto apéndice, que sale tangencialmente del bulbo esférico de vidrio, y que es un regulador para mantener estable la presión del gas enrarecido alojado en el tubo (al calentarse el gas con la radiación, aumenta su presión, con lo que, para mantenerla, debe liberarse parte del mismo al exterior).

Pese a que no consta en el equipo ni fabricante ni modelo, por sus características podría haber sido adquirido por nuestra Escuela hacia 1960, habiendo sido fabricado hacia 1950, si bien este diseño ya existía hacia 1930. Así, en nuestro país, en el Laboratorio Eléctrico Sánchez, creado en 1913 en Piedrabuena (Ciudad Real) por el ingeniero e inventor manchego Mónico Sánchez Moreno (1880-1961), se construyeron muchos tubos de Geissler, de Crookes y de rayos X entre 1930 y 1950.

Balanza de Mohr

Nº	036	Año		
Departamento	Química Industrial y Polímeros			
Laboratorio	Análisis Químico			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Sirve para la medición de densidades de líquidos. Fue desarrollada por el farmacéutico alemán Karl Friedrich Mohr (1806-1879). Fundamento:

https://es.wikipedia.org/wiki/Balanza_de_Mohr-Westphal

Cámara oscura

Nº	037	Año	Ca. 1856
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



La cámara oscura es un instrumento óptico que, en su versión más simple, consiste en una caja cerrada con un pequeño orificio en su cara frontal que, actuando como objetivo, permite el paso de la luz y crea una imagen en la pared opuesta, aunque invertida.

Aunque su origen podría remontarse al filósofo chino Mo Ti (s. V a.C.), habría que esperar más de un milenio a tener una descripción de una observación de una imagen formada mediante este dispositivo, debida al también chino Tuan Cheng Shih (siglo IX d. C.). Pero sería el astrónomo y matemático iraquí Abu Alí al-Hasan Ibn al-Haytham (965 – ca.1039), conocido por el occidentalizado nombre de Alhazen, el primero en dar una descripción de cómo se forma la imagen en este instrumento óptico, contribuyendo de paso a hacer sólida la teoría de que la luz no emanaba de los ojos, sino del objeto emisor. Ya en el siglo XIII, el filósofo franciscano inglés Roger Bacon (1214 -1294) habla sobre la utilización de la cámara oscura para observar eclipses de Sol, lo cual fue considerado por la Iglesia como una herejía que invocaba a los muertos. En el siglo XV, varios artistas, entre ellos el polímata florentino Leonardo da Vinci (1452-1519), usan la cámara oscura como herramienta auxiliar para el dibujo y la pintura y, en el s. XVI, se colocan lentes como objetivo en el orificio de entrada de la cámara para mejorar la imagen obtenida. Finalmente, sería en la primera mitad del siglo XIX cuando la cámara oscura se convierte en la primera cámara fotográfica al recoger la imagen, no en una pantalla, sino ya en una placa de material fotosensible, gracias a Niepce (1824) y, sobre todo, Daguerre (1839).

En realidad, las primeras versiones de “cámara oscura” eran más bien una “sala oscura”, puesto que consistían en hacer un pequeño orificio en una contraventana de madera y recoger la luz sobre una pared de una habitación. Hacia 1569 en el lugar del orificio se empezaría a colocar una lente convexa para mejorar la imagen recogida en una pantalla. Como la imagen formada es invertida, hacia 1570 se empezó a introducir un espejo, colocado a 45º respecto a la luz de entrada, para volver a invertir la imagen antes de que se recogiera en la pantalla. Sería ya en el s.

XVII cuando se empiezan a usar salas móviles, con una tienda de campaña y, poco después, se empiezan a fabricar las primeras cámaras oscuras en sí mismas, ya consistentes en una pequeña caja de madera. De hecho, sería el astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler (1571-1630) quien introduciría el nombre de “cámara oscura” para este instrumento en su libro “Dióptrica” (1611) y quien usaría ya cámaras de tienda de campaña. El propio Kepler usó esta cámara como un modelo para entender mejor el ojo humano, basándose en una analogía entre las parejas lente-pantalla y cristalino-retina.

Las cámaras de caja de madera, ya portátiles, surgirían hacia 1657, como refleja el científico jesuita alemán Gaspar Schott (1608-1666) en su libro “Magia universalis”, aunque quizá ya se usaran hacia 1622, fecha en la que el poeta y diplomático neerlandés Constantijn Huygens (1596-1687) —padre del que luego sería el famoso físico y astrónomo Christiaan Huygens— dice haber adquirido una en Londres fabricada por el prestigioso inventor, ingeniero y fabricante de microscopios neerlandés Cornelis J. Drebbel (1572-1633). Con todo ello, en el s. XVII la cámara oscura fue muy usada tanto para dibujar paisajes por parte de los pintores como para observar eclipses solares o para cartografía, topografía y agrimensura.

Esta cámara oscura, en madera, bronce y vidrio, tiene unas dimensiones de 41,0 cm x 19,6 cm x 25,2 cm. El cuerpo es un doble cajón de madera, pudiéndose desplazar la caja trasera sobre un raíl para enfocar la imagen. La entrada de la luz se hace a través de un objetivo, enroscable y regulable, de tubo de bronce, de 12 cm de largo, con dos lentes (doblete), de 6,5 cm de diámetro, y 10 cm de separación entre ellas. El objetivo permite enfocar la imagen y mejora la calidad de la misma al reducir la aberración cromática que sucede cuando se usa sólo una lente. En la tapa trasera de la caja posterior figura una tapa levantable, de vidrio esmerilado, con un aspa grabada diagonalmente, donde se recoge la imagen invertida.

En una placa de latón del equipo aparece grabada la inscripción del fabricante, “Fabre & Kunemann. Succrs de Pixii. Paris”, una casa muy importante de fabricación europea de instrumentos científicos a mediados del s. XIX. Dado que Fabre de Lagrange fue el sucesor de la firma de Nicolas Constant Pixii (1776-1861), quien se retiró en 1855 y que esta firma pasó entonces a ser “Fabre & Kunemann”, hasta que, en 1858, se convertiría en “Fabre de Lagrange”, hasta 1862, esta información apuntaría a que este instrumento fue fabricado entre 1855 y 1858, siendo pues uno de los objetos más antiguos de nuestro museo.

Microscopio

Nº	038	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Marca: MÜHLE. Instrumento que permite observar objetos que son demasiado pequeños para ser vistos a simple vista. El tipo más común y el primero que se inventó es el microscopio óptico. Se trata de un instrumento óptico que contiene dos o más lentes que permiten obtener una imagen aumentada del objeto y que funciona por refracción. La ciencia que investiga los objetos pequeños utilizando este instrumento se llama microscopía. En 1665 Robert Hooke observó con un microscopio un delgado corte de corcho y notó que el material era poroso, en su conjunto, formaban cavidades poco profundas a modo de celditas a las que llamó células. Se trataba de la primera observación de células muertas. Unos años más tarde, Marcello Malpighi, anatomista y biólogo italiano, observó células vivas. Fue el primero en estudiar tejidos vivos al microscopio.

Polarímetro

Nº	039	Año	1960
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un polarímetro es un instrumento óptico que permite medir el giro del plano de polarización de la luz cuando ésta atraviesa ciertas sustancias, llamadas ópticamente activas. En la luz ordinaria, no polarizada, el campo electromagnético vibra en todas las direcciones, mientras que si está polarizada, esta vibración está confinada en un plano definido (como sucede cuando una cuerda vibrante se hace pasar a través de una rendija vertical).

En un polarímetro, la luz no polarizada de una fuente luminosa (normalmente de luz amarilla de la línea D del sodio de 5890 Å) pasa a través de un polarizador; si, a continuación, dicha luz ya polarizada en una dirección, atraviesa una sustancia ópticamente activa, se produce un giro en el plano de polarización que puede ser medido en el analizador el aparato. Como la magnitud de dicho giro depende de la concentración de la sustancia en la disolución que la contiene, el aparato permite conocer, por ejemplo, la concentración de una disolución de azúcar (en cuyo caso el aparato se denomina sacarímetro), esto es, los gramos de azúcar que hay en cada 100 g de su disolución en agua. Por ello, este aparato se usa en usa en estudios químicos (por ejemplo, para medir la pureza de los productos en una reacción) y médicos (por ejemplo, para estudios de diabetes al medir la cantidad de azúcar presente en la orina).

Este polarímetro presenta una escala circular dividida en grados de 0º a +180º y de 0º a -180º, pero mediante un nonius, que se lee gracias a una lente de aumento, se puede apreciar hasta 0,1º en las lecturas de los ángulos de giro.

Los primeros polarímetros fueron fabricados en el s. XIX. El polarímetro expuesto fue fabricado por la firma suiza Kern & Co, AG, fundada en Aarau en 1819 por Jakob Kern (1790-1867) para producir, inicialmente, instrumentos de dibujo y, más tarde, instrumentos para geodesia y astronomía, cesando su actividad en 1991 (Aarau es la ciudad en la que Einstein acabaría su bachillerato en 1896). El hecho de que el aparato esté numerado (nº 72261), permite datar su fecha de fabricación en 1960.

Equipo de Abel para determinar el punto de inflamación de uncombustible

Nº	040	Año	1937
Departamento	Química Industrial y Polímeros		
Laboratorio	Análisis Químico		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



El aparato se usaba y, en sus versiones modernas aún se sigue usando, para determinar el punto de inflamación de una sustancia, esto es, la temperatura, corregida por una presión de 101,325 kPa, a la cual el líquido de ensayo desprende vapores en un recipiente cerrado en las condiciones definidas en el método de ensayo y en unas cantidades que produzcan una mezcla vapor/aire inflamable en dicho recipiente. Por ejemplo, se considera que una sustancia es “fácilmente inflamable” cuando su punto de inflamación está entre 0 °C y 21 °C. Este tipo de equipo fue diseñado hacia 1879 por el químico inglés Frederick August Abel (1827-1902), quien trabajó en el Ministerio de Guerra del Reino Unido (era además un experto en diseñar nuevos tipos de pólvora), para medir el poder calorífico del petróleo y sus derivados en el punto de inflamación, una información vital para la industria petroquímica que, además, debía estar sometida a certificaciones oficiales (por ejemplo, por un decreto imperial en la Alemania de 1882).

El aparato, de latón y bronce, tiene un crisol central donde se produce la inflamación y por fuera está rodeado de un gran depósito cilíndrico doble que alberga entre medias el baño de agua calorimétrico, el cual se introduce a través del embudo superior. Las temperaturas problema y del baño se miden con dos termómetros y además tiene un agitador de cobre para homogeneizar la temperatura el baño de agua, que se puede calentar mediante un mechero de alcohol que se sitúa sobre una plaquita circular en la parte inferior del depósito grande.

Este aparato fue construido por la fábrica alemana de equipos de laboratorio Sommer & Runge en Berlín-Friedenau y está etiquetado como “Petroleumprober- A.P. No. 5340, siendo fabricado probablemente hacia 1937. El origen de esta empresa alemana se remota al mecánico Berthold Pensky en 1873 (quien, junto con Martens, también diseñó otro equipo similar al de Abel),

si bien en 1886 es adquirida por dos de sus empleados, Wilhelm Sommer y Max Runge, que le dan el nombre a la empresa productora de este equipo. Más tarde, pasaría al grupo Anton Para (creado en 1922), al que pertenece hoy en día funcionando bajo el nombre de Petrotest GmbH (sociedad limitada).

Este equipo fue distribuido, en una caja portátil de madera, por la empresa española de productos químicos Jodra, situada entonces en la c/Príncipe nº 7 de Madrid, según consta en un sello de tinta marcado en el interior de dicha caja. Esta empresa, que siguió funcionando durante varias décadas, fue uno de los distribuidores químicos más famosos de España, especialmente en el período 1924-1952, pues de esta fase se conservan numerosas facturas de la misma tramitadas a diferentes instituciones educativas oficiales, así como diversos anuncios publicitarios de prensa.

Pirómetro de Ferry

Nº	041	Año	1920
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



El pirómetro es un instrumento que permite medir la radiación emitida por un cuerpo caliente y de ello conocer su temperatura (en base a la ley de Stefan-Boltzmann de 1879), siendo usado, por ejemplo, para medir las elevadas temperaturas de los hornos metalúrgicos.

En el interior de este pirómetro hay un espejo cóncavo de bronce que concentra la radiación emitida por el objeto caliente en un foco (de modo similar al funcionamiento de un telescopio de reflexión de Newton), determinándose la temperatura en éste mediante la salida a dos termopares que, mediante un milivoltímetro, convierten las lecturas de tensión en lecturas de temperatura.

Este dispositivo fue inventado en 1898 por el físico y diseñador francés de instrumentos ópticos y térmicos Charles Féry (1865-1935), tanto en esta versión termoeléctrica (que mide la temperatura mediante termopares) como en la versión metálica (que mide la temperatura mediante la dilatación de una lámina bimetálica). Incluso se usó en 1909, por el astrónomo del Observatorio de París, Charles Nordmann como instrumento auxiliar para calibrar los fotómetros estelares con los que determinar la temperatura efectiva de las estrellas.

Según consta en el aparato, este ejemplar, con número de serie 173193, y con un apoyo para trípode, fue fabricado por la empresa francesa “Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et matériel d’usines à gaz”, situada en el Boulevard de Vaugirard en París, probablemente hacia 1920 (en un libro sobre la historia de la Escuela Industrial de Cartagena se cita la compra de un pirómetro de Féry por 875 ptas en el año 1922). Esta empresa había sido creada en París en 1878 por Gabriel Chamon, junto con dos socios más, para fabricar contadores y otros instrumentos de medición destinados a las fábricas de gas, si bien más tarde también diseñaría contadores para agua y electricidad. Con el paso de los años, sus actividades llegaron a incluir el desarrollo de la televisión y se expandiría por otros países, creando incluso una filial española en Barcelona (1924).

En la actualidad, bajo el nombre de Actaris, y como empresa subsidiaria de la norteamericana Itron Inc., tiene 30 fábricas distribuidas por todo el mundo.

Espectrofotómetro de prisma para emisión

Nº	042	Año	1900
Departamento	Química Industrial y Polímeros		
Laboratorio	Análisis Químico		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un espectrofotómetro es un instrumento óptico destinado a medir la intensidad de las diferentes longitudes de onda (colores) que constituyen el espectro de una sustancia. Para ello, la luz emitida por un gas excitado, mediante una fuerte diferencia de potencial eléctrico, se hace pasar a través de un prisma de vidrio que la separa en sus diferentes colores, los cuales pueden ser luego analizados para conocer su longitud de onda y así determinar qué elementos químicos han producido cada una de esas líneas de emisión espectrales, con lo que se llega pues a determinar la composición química de la sustancia bajo estudio.

El aparato consta de tres brazos: el del tubo que conduce la luz emitida por la muestra excitada hacia el prisma que se encuentra en el centro del equipo; el del tubo del objetivo que recibe las luces separadas a analizar; y el del tubo que contiene una escala graduada cuya imagen se refleja sobre la cara de salida del prisma central y que se dirige también al tubo del objetivo para comparar y calibrar las líneas del espectro bajo estudio con otro de referencia conocido.

Los inicios de los espectroscopios mediante prisma se remontan hacia 1860 cuando el físico prusiano Gustav Robert Kirchhoff y el químico alemán Robert Wilhelm Bunsen los utilizan para identificar nuevos elementos químicos. Dado que en el aparato figura grabado el nombre "A. Tobin", ello haría referencia al uso en el cuerpo metálico del aparato de la aleación llamada bronce Tobin, patentada en 1876 por el ingeniero de la Marina de los EE.UU. de América John A. Tobin. Dicha aleación, según se indica en un artículo científico de 1891, contiene, aproximadamente, un 61% de cobre, un 38% de zinc y un 1% de estaño, siendo este último el responsable de la mejora tanto en la resistencia mecánica como ante la corrosión; de hecho, dicha aleación a veces se llama latón naval, pues, por su resistencia frente a la corrosión del agua del mar, era muy usada en los barcos. Por todo ello y por el aspecto del aparato, podría haber sido fabricado hacia 1900.

Caja de Descargas en Gases

Nº	043	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Una descarga eléctrica en un medio gaseoso, es un fenómeno en el que un gas, que normalmente, no conduce la electricidad, empieza a hacerlo debido a la ionización de sus átomos, como consecuencia de la influencia de una fuente energética (de calor, de radiación o de un campo eléctrico, que provoca una diferencia de potencial entre los electrodos entre los que se sitúa el gas). La conducción eléctrica a través de este gas ionizado (en adelante, plasma) no sigue la ley de Ohm, sino que se rige por los procesos físicos elementales que se dan entre las partículas cargadas (electrones, iones, átomos y moléculas excitadas) transportadas en el plasma y producidas y absorbidas en los electrodos.

La historia del descubrimiento del electrón es útil desde el punto de vista didáctico, para visualizar las propiedades de las descargas eléctricas, en particular aquellas en que las cargas son electrones. Se toma un tubo de vidrio dotado de dos electrodos en los extremos y se hace el vacío en él. Naturalmente es imposible hacer un vacío total, por lo que en realidad lo que hay en el interior de la ampolla de vidrio es un gas enrarecido, es decir un gas a baja presión. Es necesario hacer el vacío para que los electrones que va a emitir el cátodo no sean frenados y absorbidos por los iones del aire que pudiera contener la ampolla. A continuación, se aplica una diferencia de potencial de alto voltaje a los electrodos y se observa lo que parece ser una luz verde. Sin embargo, al acercarle un imán se comprueba que se desvía. Los electrones, tanto en los átomos como en las moléculas, pueden cambiar de orbital absorbiendo energía o emitiéndola. La energía que absorben o emiten es de naturaleza electromagnética y viene caracterizada por su longitud de onda que, en la región visible, corresponde a colores característicos. El conjunto de longitudes de onda que los electrones de un átomo o molécula son capaces de absorber pasando a un orbital de mayor energía se conoce con el nombre de su espectro de absorción, mientras que el conjunto de longitudes de onda que emite un átomo o molécula cuando sus electrones de valencia pierden energía cayendo a orbitales de menor energía constituye su espectro de emisión.


Se pueden observar fácilmente los espectros de emisión de átomos y moléculas sin más que excitar un gas enrarecido con una descarga eléctrica y observar la luz emitida primero a ojo desnudo y, después, con un espectroscopio o simplemente una red de difracción para poder separar las diferentes longitudes de onda individuales que forman parte de la luz vista a ojo desnudo.

Matraces de cuarzo

Nº	044	Año		
Departamento	Química Industrial y Polímeros			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Recipientes fabricados artesanalmente (siglos XIX - XX) con material de alto punto de fusión (procesos de alta temperatura).

Cuaderno de Prácticas en Industrias

Nº	045	Año	1977-78	
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia	Pablo Morales Cerrillo			
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Tubos de descarga de colores

Nº	046	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Los tubos de descarga se componen de un cuerpo de vidrio de diferentes longitudes y formas, dentro del cual se colocan dos electrodos. En su interior se introducen distintas sustancias químicas y un gas inerte. Cuando se produce el paso de los electrones a través de los electrodos se produce la excitación de ciertos niveles energéticos en los materiales depositados dentro del tubo de descarga, produciéndose emisiones a distintas longitudes de onda, según el tubo y el material depositado.

pH-metro

Nº	047	Año	
Departamento	Química Industrial y Polímeros		
Laboratorio	Análisis Químico		
Procedencia			
Dimensiones			



Descripción ó historia:

El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. En consecuencia, se conoce muy bien la sensibilidad y la selectividad de las membranas de vidrio del pH. Una celda para la medida de pH consiste en un par de electrodos, uno de calomel (mercurio, cloruro de mercurio) y otro de vidrio, sumergidos en la disolución de la que queremos medir el pH. La varita de soporte del electrodo es de vidrio común y no es conductor, mientras que el bulbo sensible, que es el extremo sensible del electrodo, está formado por un vidrio polarizable (vidrio sensible de pH). Se llena el bulbo con la solución de ácido clorhídrico 0.1N saturado con cloruro de plata. El voltaje en el interior del bulbo es constante, porque se mantiene su pH constante (pH = 7) de manera que la diferencia de potencial solo depende del pH del medio externo. El alambre que se sumerge al interior (normalmente Ag/AgCl) permite conducir este potencial hasta un amplificador.

Presómetro

Nº	048	Año		No localizado
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio	Termodinámica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Este aparato permite medir directamente el módulo de deformación del suelo (relación entre el corrimiento y el esfuerzo que lo produce) bajo empujes perpendiculares a la dirección del sondeo. Está constituido, fundamentalmente, por una sonda deformable, de pequeño diámetro, que desciende en el suelo y que envuelve un campo de tensiones radiales crecientes, lo que permite trazar la curva presión-deformación.

Acidímetro para acidez

Nº	049	Año	
Departamento	Química Industrial y Polímeros		
Laboratorio	Análisis Químico		
Procedencia			
Dimensiones			

Descripción ó historia:



Analizador de gases de Orsat

Nº	050	Año		
Departamento	Química Industrial y Polímeros			
Laboratorio	Análisis Químico			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Este aparato realiza un análisis volumétrico restringido a la medición de volúmenes de gases. Un volumen medido de una mezcla de gases, a presión y temperatura conocidas, se somete a la acción de reactivos químicos selectivos absorbentes (para separar en procesos sucesivos los distintos constituyentes, cuyas cantidades se determinan al ser eliminados de la mezcla, por la disminución de volumen). Si no se dispone de un absorbente adecuado (por ejemplo, metano) se puede mezclar con un exceso de otro gas (oxígeno) con el que reaccione químicamente, permitiendo determinar así el volumen que se produce.

Termómetro de gas a presión constante

Nº	051	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			

Descripción ó historia:



Este tipo de termómetros son muy exactos y generalmente son utilizados para la calibración de otros termómetros.

Cuadro de inutilidades que impedían matricularse en la Escuela de Peritos
Industriales de Madrid

Nº	052	Año	1956	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

En la relación, elaborada por el Profesor Médico del Centro en 1956, aparecen 40 dolencias distintas por las que no pueden ser admitidos los estudiantes que aspiran a cursar estudios de Perito Industrial. Entre ellas aparecen la suciedad, la miopía de más de 6 dioptrías, la tartamudez, la alergia, la anemia, la diabetes o una fractura mal consolidada. En el verano de ese año concluirían las obras del nuevo edificio de la c/Ronda de Valencia, 3.

Informe de inspección dirigido al Dtor. Gral. de Enseñanza Profesional y Técnica por
el Director de la E. de P. I. de M.

Nº	053	Año	1944	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

El informe corresponde a la visita realizada por el Director del Centro de Madrid a la Escuela homónima de Málaga por orden del Ministro de Educación. En el comienzo del mismo se hace referencia a las circunstancias del examen previo de acceso de un estudiante para pasar después a emitir un informe de inspección favorable del funcionamiento del Centro, si bien se recomiendan urgentes medidas de ampliación de instalaciones y de plantilla.

Programa de la asignatura "Mecánica General" de la Escuela de Peritos
Industriales de Madrid

Nº	054	Año	1943-44	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y pertenecía al Curso 1º de la Especialidad Mecánica. El programa estaba dividido en 64 lecciones, que incluían: Sistemas de vectores, Cinemática del punto y del sólido, Mecanismos, Estática, Dinámica, Rozamiento y Choques.

Programa de la asignatura "Magnetismo, Electricidad y sus Prácticas" de la Escuela de Peritos Industriales de Madrid

Nº	055	Año	1944-45	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y pertenecía al Curso 1º de la Especialidad Eléctrica, manteniendo su denominación hasta que en el Plan de 1957 se transformó en "Electricidad y Electrometría". El programa estaba dividido en 57 lecciones y se estructuraba en: Generalidades, Campos de fuerza, Electrostática, Magnetismo, Electrodinámica, Electromagnetismo y Estudio de las altas frecuencias.

Cuestionarios del curso selectivo de iniciación de las Escuelas Técnicas de Peritos Industriales

Nº	056	Año	1960	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia	Editado Ministerio Educación	por	el de	
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Estos cuestionarios presentan los programas, tanto de clases teóricas como de clases prácticas, de las asignaturas de Matemáticas, Física, Química, Dibujo y Tecnologías de los Conocimientos Básicos de Taller Industrial. Se incluyen, además, las orientaciones metodológicas que debe seguir el profesor para alcanzar los objetivos previstos en cada asignatura. El horario de clases teóricas y prácticas ocupaba a los estudiantes un total de 33 horas semanales.

Programa de la asignatura "Cultura General" de la Escuela de Peritos Industriales
de Madrid

Nº	057	Año	1942-48	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y pertenecía al llamado 2º Grupo del Curso Preparatorio. El programa estaba dividido en 3 partes: Geografía Industrial (que estudiaba las riquezas naturales del planeta), Historia de la Cultura Española (desde la Prehistoria hasta el presente) y Nociones de Ciencias Naturales (Geología, Mineralogía, Botánica, Zoología y Fisiología humana).

Escrito dirigido por un profesor de Química al Director de la Escuela de Peritos
Industriales de Madrid

Nº	058	Año	1944	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Este escrito corresponde a la respuesta de un profesor de Química ante la solicitud de opinión del mismo, por parte del Director del Centro, relativa al Plan de Estudios nacido en 1942. El profesor expresa su descontento respecto al enfoque, contenidos y profundidad insuficientes en las asignaturas de Química Elemental (1º de Preparatorio), Química General (2º de Preparatorio) y Ampliación de Química (1º de Especialidad).

Programa de la asignatura "Aritmética y Álgebra" de la Escuela de Peritos
Industriales de Madrid

Nº	059	Año	1942-43	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y pertenecía al llamado 1er Grupo del Curso Preparatorio. El programa consistía de 70 lecciones, que abarcaban desde los sistemas de numeración, las operaciones básicas y el estudio de los polinomios hasta los sistemas de ecuaciones y la resolución de ecuaciones hasta de cuarto grado. Dicho Plan de Estudios incluía unas Pruebas de Cultura iniciales (ejercicios de dictado y ortografía, así como de las 4 operaciones fundamentales aritméticas); tras ello, se impartían los 2 Cursos Preparatorios (1er y 2º Grupo) como alternativa para los que no hubieran realizado el examen de ingreso, seguidos por los 3 años de especialidad propios de la titulación de Perito Industrial: Mecánica, Eléctrica o Química.

Programa de la asignatura "Topografía y sus Prácticas" de la Escuela de Peritos
Industriales de Madrid

Nº	060	Año	1951	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y pertenecía al Curso 1º de la Especialidad Mecánica, conservando su nombre hasta que, en el Plan de 1957, pasó a denominarse simplemente "Topografía". El programa estaba dividido en 40 lecciones teóricas, la última de las cuales se dedicaba a las técnicas de fotogrametría, más un conjunto de 20 prácticas.

Programa de la asignatura "Geometría y Trigonometría" de la Escuela de
Peritos Industriales de Madrid

Nº	061	Año	1943	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y, junto con la de "Aritmética y Álgebra", pertenecían al llamado 1er Grupo de asignaturas del Grupo Preparatorio. El programa, con 72 lecciones, estaba dividido en 3 partes: Geometría plana, Geometría del espacio y Trigonometría. Ambas asignaturas se transformaron en "Complementos de Matemáticas" del 1er Curso común del posterior Plan de Estudios, introducido en 1948.

Programa de la asignatura "Higiene Industrial" de la Escuela de Peritos
Industriales de Madrid

Nº	062	Año	1943-44	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y pertenecían al Curso 3º, siendo común a todas las Especialidades. El programa estaba dividido en 30 lecciones que incluían los aspectos médicos de las enfermedades profesionales, los accidentes laborales y un capítulo final sobre la organización del trabajo.

Distintos programas de la asignatura "Construcción" de la Escuela de Peritos
Industriales de Madrid

Nº	063	Año	1946-53	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Esta asignatura se introdujo en el Plan de Estudios de 1942 (B.O.E. de 29/8/1942) y pertenecían al 2º Curso de la Especialidad Mecánica. En sus comienzos el programa trataba temas como las obras de tierra, las fundaciones, los materiales y elementos de construcción (metal, madera, hormigón armado, etc.), las instalaciones de agua, electricidad y calefacción y todos los aspectos necesarios para la realización de proyectos y sus presupuestos. Con el tiempo, el programa fue evolucionando para profundizar más en aspectos más específicos como los de instalaciones frigoríficas y edificios industriales.

Manuscrito del programa de la asignatura "Motores" de la titulación de Auxiliar Industrial de la E. C. S. de Trabajo de M.

Nº	064	Año	1939-40	Documento
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

El programa de esta asignatura (manuscrito y cosido con hilo), perteneciente al Curso 1º del título de Auxiliar Industrial, contenía 36 lecciones y estaba dividido en 4 partes: Motores hidráulicos, Termodinámica, Motores térmicos y Máquinas de vapor y turbomotores. Finalizada la Guerra Civil, se había dictado una Orden para los Planes de Estudio de las Escuelas Superiores del Trabajo que impartirían las enseñanzas de Auxiliares y Técnicos Industriales para el curso 1939/1940. Los estudios de Auxiliar Industrial duraban 2 años, y los de Técnico Industrial incluían, además, la especialización correspondiente, así como superar una reválida y acreditar un año de trabajo en la Industria.


Balanza de precisión

Nº	065	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			

Descripción ó historia:



Balanza de precisión

Nº	066	Año		
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio	Termodinámica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Multivoltímetro para pirómetro de Le Chantelier

Nº	067	Año	1910
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



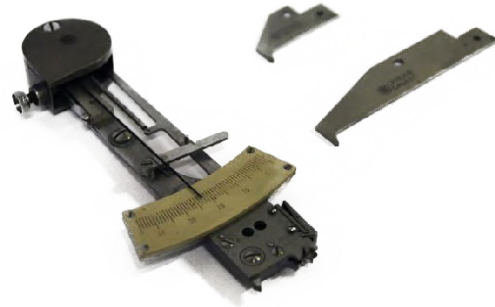
Un voltímetro es un instrumento destinado a medir la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Su fundamento, el galvanómetro, es el mismo que el de un amperímetro, es decir utiliza una bobina que, al ser recorrida por una corriente y estando dentro de un campo magnético creado por un imán, experimenta un par de giro que mueve una aguja indicadora sobre una escala. La diferencia estriba en que, en el caso del voltímetro, su resistencia interna es elevadísima y es conectado en paralelo con el elemento a medir.

Este milivoltímetro tiene una doble escala, en forma de sector circular: una escala para medir diferencias de potencial eléctrico, de hasta 23 mV (en el aparato figura grabado 23 MV, pero no debe entenderse como millones de voltios, algo que destruiría cualquier aparato de este tipo; y tampoco debe considerarse como un error del fabricante, ya que este aparato es muy anterior a la adopción, por parte de la Conferencia General de Pesos y Medidas de 1960, de los símbolos a usar para múltiplos y submúltiplos del Sistema Internacional de Unidades); y la otra escala, para medir temperaturas, va de 0 hasta 1600 °C.

Dado que esta correspondencia entre 23 mV de tensión y 1600 °C de temperatura se ha encontrado en una gráfica de un termopar de Le Châtelier en un texto del año 1900, este instrumento debió ser fabricado para ser usado con dos termopares platino-platino iridio y platino-platino rodio, un dispositivo muy usado a principios del s. XX para medir temperaturas en los hornos de fabricación cementera o metalúrgica. El químico y metalúrgico francés Henry Louis Le Châtelier había presentado ya su pirómetro basado en estos termopares en un artículo de 1886. El equipo, muy robusto, con nivel de burbuja y patas regulables para nivelación, y presentado dentro de una elegante caja de madera barnizada con puerta de bisagras, fue diseñado hacia 1910 por Jules Carpentier, un ingeniero, inventor y empresario francés que, tras construir numerosos equipos cinematográficos y telegráficos, alcanzó gran prestigio. Como fabricante de equipos de medida eléctrica de gran precisión, además de ser miembro de la Oficina de Medidas de Longitud (Bureau des Longitudes).

Nonius circular

Nº	068	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Dispositivo que permite medir los ángulos con precisión.

Vasos comunicantes cualitativos

Nº	069	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones	23,5 cm x 18,0 cm x 49,3 cm		

Descripción ó historia:



Un sistema de vasos comunicantes consiste en un conjunto de recipientes comunicados entre sí de modo que, cuando se introduce un líquido en uno de ellos, éste alcanza finalmente el mismo nivel o altura en todos los demás, independientemente de la forma y tamaño de los mismos.

Aunque este hecho ya fue descrito por los ingenieros griegos Ctesibio, Filón de Bizancio y Arquímedes en el s. III a.C., siendo aprovechado en las instalaciones hidráulicas de la antigua Roma, su fundamento científico se estableció en 1586 con el teorema fundamental de la estática de fluidos, del ingeniero y matemático belga Simon Stevin (1548-1620). Dicho teorema expresa que la diferencia de presiones entre dos puntos de un fluido en equilibrio depende de la distancia en vertical entre ambos, con lo que entre dos puntos a igual altura o profundidad no hay diferencia de presión que obligue al líquido a moverse. Consecuencia de ello es la conocida como paradoja hidrostática, del propio Stevin, según la cual dos puntos a igual profundidad en dos recipientes conectados tienen la misma presión, aunque uno de ellos no tenga columna de agua vertical debajo por estar apoyado en una pared inclinada.

El equipo de la colección costa de dos vasos de vidrio graduados, conectados entre sí por su base, ambos de 40 cm de altura, uno de 1 cm de diámetro y el otro de 2 cm, estando dividida cada escala, grabada en negro sobre la madera, en marcas de 0,5 cm. El aparato está montado sobre una base y un tablero vertical, ambos en madera, siendo sus dimensiones de 23,5 cm x 18,0 cm x 49,3 cm.

El aparato, perteneciente al Laboratorio de Física de la Escuela, fue fabricado, según aparece grabado en negro sobre el panel frontal de madera, en la empresa francesa "Fontaine, 18 rue Monsieur le Prince, Paris", probablemente hacia 1900. Maison Fontaine fue una famosa fábrica parisina de productos químicos cuyos orígenes se

remontan a varios comerciantes en 1820, si bien como casa independiente empezaría a funcionar en 1860 con Aristide-Pierre Fontaine (1814-1884). Tal fue la fama de éste que, en 1863, sería nombrado Caballero de la Legión de Honor, si bien, en 1869, una explosión de picrato de potasio en su almacén de productos químicos, en la que perdió un hijo y murieron varias personas, le hizo afrontar un juicio del que salió sin condena, aunque propició que se revisaran las normas para manipular y conservar explosivos. Más tarde, sería sucedido por Georges Fontaine, con quien la empresa alcanzaría gran fama con el diseño de numerosos instrumentos científicos, especialmente de física y química, siendo muy conocidos sus catálogos de instrumentos desde 1884 hasta 1905.

Electroscopio

Nº	070	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones			



Descripción ó historia:

El electroscopio es un aparato que permite detectar la presencia de campos eléctricos en un cuerpo e identificar el signo de la misma. El electroscopio sencillo consiste en una varilla metálica vertical que tiene una esfera en la parte superior y en el extremo opuesto dos láminas de oro o de aluminio muy delgadas. La varilla está sostenida en la parte superior de una caja de vidrio transparente con un armazón de cobre en contacto con tierra. Al acercar un objeto electrizado a la esfera, la varilla se electriza y las laminillas cargadas con igual signo de electricidad se repelen, separándose, siendo su divergencia una medida de la cantidad de carga que han recibido. La fuerza de repulsión electrostática se equilibra con el peso de las hojas. Si se aleja el objeto de la esfera y las láminas, al perder la polarización, vuelven a su posición normal. Un electroscopio cargado pierde gradualmente su carga debido a la conductividad eléctrica del aire producida por su contenido en iones. Por ello la velocidad con la que se carga un electroscopio en presencia de un campo eléctrico o se descarga puede ser utilizada para medir la densidad de iones en el aire ambiente. Por este motivo, el electroscopio se puede utilizar para medir la radiación de fondo en presencia de materiales radiactivos. El electroscopio de hojuelas fue inventado por Bennet.

Demostración del Principio de Pascal

Nº	071	Año		
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio	Física			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

En física, el principio de Pascal o ley de Pascal, es una ley enunciada por el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623–1662) que se resume en la frase: la presión ejercida por un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables, se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido. El principio de Pascal puede comprobarse utilizando una esfera hueca, perforada en diferentes lugares y provista de un émbolo. Al llenar la esfera con agua y ejercer presión sobre ella mediante el émbolo, se observa que el agua sale por todos los agujeros con la misma velocidad y por lo tanto con la misma presión. También podemos ver aplicaciones del principio de Pascal en las prensas hidráulicas, en los elevadores hidráulicos y en los frenos hidráulicos.

Higrómetro de Saussure

Nº	072	Año	1950
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			



Descripción ó historia:

El higrómetro es un aparato meteorológico destinado a conocer la humedad atmosférica mediante la medida del vapor de agua contenido en el aire. El de cabello o de Saussure es de los llamados higrómetros de absorción, basados en la propiedad de algunas sustancias orgánicas de acortarse por la sequedad y de alargarse por la humedad. En este caso, el elemento que cambia su longitud según el grado de humedad es el cabello humano.

El higrómetro de Saussure consta de un bastidor metálico que soporta un cabello tensado, previamente desengrasado para que sea más sensible a los cambios de humedad. El cabello está sujeto por su parte superior a un tornillo e inferiormente a una polea con un pequeño peso, de modo que el eje de la polea hace girar una aguja indicadora sobre una escala de 100 grados de humedad (0 para aire completamente seco y 100 para el aire saturado de vapor de agua). Cuanto más se encoja el cabello, más gira la aguja hacia la zona de sequedad del aire en la escala.

Este tipo de higrómetro, que aún se usa hoy pero con sustancias sintéticas en lugar del cabello humano, tiene los inconvenientes de que no es de respuesta rápida, de que difiere mucho según el tipo de cabello y de que sus medidas no son proporcionales al estado real de humedad del aire (así, para el estado real de aire semi-saturado de agua, el indicador no marca 50, sino 72 grados). Según el propio Saussure, un cabello tenso bajo la acción de un peso de 0,3 g se alarga de 0 a 100 en 1/40 de su longitud.

Aunque la variación de longitud del cabello por efecto de la temperatura es despreciable (una diferencia de 33 °C sólo afecta en 0,75 partes de un grado en la escala de humedad), el equipo incluye un termómetro, graduado en grados Celsius, con una escala que va desde -25 °C hasta +60 °C, y todo el conjunto se encuentra dentro de un cilindro de vidrio.

Este higrómetro, fabricado hacia 1950, se basa en el diseño original de 1783 del botánico suizo Horace-Bénédict de Saussure, al que se considera además uno de los fundadores del alpinismo, habiendo diseñado diferentes instrumentos científicos de medición que usaba en sus expediciones a los Alpes (termómetros, barómetros, anemómetros, etc.).

Tubo estratificación de líquidos

Nº	073	Año		
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio	Física			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Vasos comunicantes cualitativos

Nº	074	Año		
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio	Termodinámica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Un sistema de vasos comunicantes consiste en un conjunto de recipientes comunicados entre sí de modo que, cuando se introduce un líquido en uno de ellos, éste alcanza finalmente el mismo nivel o altura en todos los demás, independientemente de la forma y tamaño de los mismos.

Aunque este hecho ya fue descrito por los ingenieros griegos Ctesibio, Filón de Bizancio y Arquímedes en el s. III a.C., siendo aprovechado en las instalaciones hidráulicas de la antigua Roma, su fundamento científico se estableció en 1586 con el teorema fundamental de la estática de fluidos, del ingeniero y matemático belga Simon Stevin (1548-1620). Dicho teorema expresa que la diferencia de presiones entre dos puntos de un fluido en equilibrio depende de la distancia en vertical entre ambos, con lo que entre dos puntos a igual altura o profundidad no hay diferencia de presión que obligue al líquido a moverse. Consecuencia de ello es la conocida como paradoja hidrostática, del propio Stevin, según la cual dos puntos a igual profundidad en dos recipientes conectados tienen la misma presión, aunque uno de ellos no tenga columna de agua vertical debajo por estar apoyado en una pared inclinada.

El equipo de la colección costa de cuatro vasos de vidrio sobre latón, conectados entre sí por su base, teniendo cada uno forma diferente (vaso acampanado de 10,5 cm de diámetro, tubo recto de 6 mm de diámetro, tubo con forma de serpentina de 6 mm de diámetro, etc.). El aparato está montado sobre una base de trípode en hierro negro y tiene unas dimensiones de 32 cm x 20 cm x 25 cm. Pertenece al Laboratorio de Física de la Escuela, y aunque carece de identificación alguna sobre su fabricante, podría haber sido fabricado hacia 1960.

Reostato

Nº	075	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			

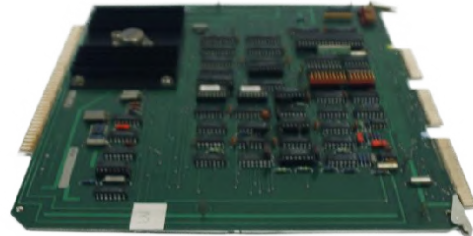


Descripción ó historia:

Resistor de resistencia variable. Tipo constructivo concreto de potenciómetro que recibe comúnmente este nombre en vez del de potenciómetro al tratarse de un dispositivo capaz de soportar tensiones y corrientes muchísimo mayores, y de disipar potencias muy grandes.


Emulador hp 64000

Nº	076	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			




- 1.-Módulo de memoria RAM (64 KB) ampliable hasta 512 KB.
- 2.-Módulo de microprocesador 66508.
- 3.-Módulo controlador de disquete 5 ¼"

Módulos de emulación para procesador. Emulador hp 64000.

Nº	077	Año		
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Módulos que permitían desarrollar el Software en los microprocesadores.

Plotter o trazador gráfico

Nº	078	Año		
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia	Ángel Luis Pimentel			
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Transformador de medida de intensidades Siemens de Halske tipo T4FO

Nº	079	Año	1950
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Rodríguez	Gaviño	
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Cuando la intensidad de un circuito eléctrico es demasiado alta como para aplicar directamente en él instrumentos de medición, se usa un transformador de medida de intensidades que produce una corriente reducida en un factor respecto a la real, permitiendo ya conectar sin peligro los equipos de medida y de registro. La relación de ambas corrientes viene dada por la relación de transformación: así, una razón 150/5 indica que se obtiene una corriente secundaria de 5 A cuando la primaria es de 150 A. Otra característica de estos aparatos es la llamada clase, que representa una medida de la exactitud del transformador de intensidades así, una clase 0,2 (típica en medidas de potencia y de energía para tareas de facturación) indica un error máximo de intensidad admisible del 0,2% expresado en tanto por ciento respecto a la intensidad nominal primaria.

Este transformador es de tipo de barra pasante, esto es, el primario es el propio conductor cuya corriente se quiere medir y es el cable que pasa por el orificio central del dispositivo. Permite relaciones de transformación 15-600/5 en amperios a 50 Hz, con potencia nominal de 5 VA y una tensión nominal (nennspannung, en alemán) máxima de 650 V. El equipo, del tipo T4 FO, fue fabricado, hacia 1950, por la empresa alemana Siemens & Halske (como indica su etiqueta mediante los símbolos cruzados S y H), fundada en Berlín en 1847 por el inventor e industrial Ernst Werner von Siemens y por el maestro mecánico Johan Georg Halske. Esta empresa comenzó diseñando telégrafos eléctricos y más tarde dinamos y tranvías eléctricos, siendo finalmente absorbida por la actual empresa Siemens.

Puente de medida universal Philips

Nº	080	Año	1955
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Rodríguez	Gaviño	
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



El equipo permite medir capacidades y resistencias eléctricas e incluso comparar inductancias. También determina el ángulo de pérdidas de un condensador ($\text{tg } \delta$), esto es, las pérdidas reales que, por efecto Joule, tiene tanto en su dieléctrico como en sus armaduras metálicas, respecto a su comportamiento ideal.

Su funcionamiento se basa en el del puente de Wheatstone, pero con la ventaja de que, en lugar de un delicado galvanómetro, utiliza un circuito electrónico (aún mediante válvulas de vacío o termoiónicas, inventadas por el ingeniero británico John Ambrose Fleming en 1904). Permite medir capacidades desde 10 pF hasta 100 μF trabajando en seis rangos diferentes seleccionados mediante un selector giratorio de potencias de

10. Y en cuanto a resistencias, permite medir desde 0,5 Ω hasta 10 M Ω , también mediante dicha rueda selectora. Respecto al ángulo de pérdidas de los condensadores permite medir valores de $\text{tg } \delta$ desde 0,01 hasta 0,6 para condensadores desde 1 μF hasta 100 μF . También tiene una función comparadora que permite conocer, en porcentaje, el valor de una impedancia respecto a otra de referencia conectada de modo externo al aparato. Las precisiones que ofrece el aparato dependen del rango en el que trabaje, pero es del 6% en los casos más desfavorables.

El equipo trabaja en C.A. a tensiones de entre 110 V y 245 V, con frecuencias de entre 40 y 100 Hz y consume 20 W. En la parte central inferior de su pantalla de medición, con triple escala circular, presenta el llamado “ojo mágico”, una válvula termoiónica que, mediante un haz de electrones que impacta sobre una pantalla de fósforo, crea unos abanicos de luz que se abren o cierran para indicar visualmente cuando el aparato tiene el correcto ajuste de cero (equivalente, por ejemplo, a cuando en el puente de Wheatstone el equilibrio de las resistencias se consigue cuando se ve que el galvanómetro marca cero); este dispositivo, como alternativa a un indicador

de aguja, se usó en algunas radios para saber cuándo estaba bien sintonizada una emisora concreta (esto es, cuando la frecuencia de la emisora coincide en resonancia con la frecuencia del circuito receptor).

Este equipo, del modelo GM 4144/01 y nº NR. VS 09877, y donado a la Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez, fue fabricado hacia 1955 por Philips, famosa empresa de electrónica neerlandesa fundada en 1891 por el ingeniero Gerard L. F. Philips y su familia en Eindhoven para producir, en principio, lámparas incandescentes.

Osciloscopio de rayos catódicos

Nº	081	Año	1959
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	I.F.P.	Juan de la	Cierva
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un osciloscopio es equipo electrónico que permite visualizar señales eléctricas mediante la representación de su tensión en una pantalla. Para ello, un filamento caliente emite electrones que son acelerados, deflectados (en vertical y en horizontal) y dirigidos hacia una pantalla que, al estar recubierta interiormente de una capa fluorescente, se ilumina por el impacto de dichos electrones, permitiendo visualizar la forma de la señal bajo estudio. Con ello, se puede ver, por ejemplo, la forma de una corriente alterna, medir las características de la onda asociada, ver la forma de superposición de dos movimientos vibratorios perpendiculares, medir la capacidad de un condensador, estudiar un diodo o comprobar el funcionamiento de los componentes de equipos y aparatos electrónicos.

Tras el desarrollo de los primeros aparatos de este tipo por parte del físico e inventor alemán Karl Ferdinand Braun en 1897, el osciloscopio contribuiría al estudio de las ondas de radio, así como al posterior desarrollo del tubo de imagen del televisor y del radar, ya en la década de los años 30 del s. XX. Con ello, los modernos osciloscopios, aún de válvulas de vacío, surgirían tras la Segunda Guerra Mundial.

El equipo aquí expuesto, que trabaja a tensiones de 110-245 V, a frecuencias de 40-100 Hz y con un consumo de 40 W, procede de los laboratorios del antiguo Instituto de Formación Profesional Juan de la Cierva, que compartió edificio con esta Escuela hasta el año 2001. Se trata de un osciloscopio fabricado con el nº 135 del modelo GM5655/03 por la empresa Philips (Eindhoven) hacia 1959 (aunque la primera serie de este modelo data de 1952), una compañía que había sido fundada en 1891 por los hermanos Gerard y Anton Philips para fabricar bombillas, si bien pronto extendieron su producción a diferentes tipos de equipos eléctricos y electrónicos, haciendo de Eindhoven un lugar de referencia de producción y desarrollo en este ámbito de la industria durante el s. XX.

Capacímetro Megger

Nº	082	Año	1944
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Rodríguez	Gaviño	
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un condensador es un dispositivo formado por dos armaduras metálicas, aisladas entre sí, y cargadas con igual carga eléctrica, pero opuesta. Es un dispositivo que permite almacenar carga y energía eléctricas. La capacidad de un condensador es la carga almacenada por cada unidad de diferencia de potencial entre sus armaduras. Mediante sus dos escalas, seleccionables mediante la rueda "RANGE", este modelo permite medir capacidades eléctricas de condensadores de hasta 3 μF sobre una escala con divisiones de 0,1 μF y de hasta 10 μF sobre una escala con divisiones de 0,2 μF . Para ello, el condensador se conecta en los dos bornes del frontal de la caja de madera.

El equipo es muy similar al fabricado por la empresa norteamericana Weston Electrical Instrument Corporation en 1928, pero no necesita fuente de alimentación externa, ya que dispone de un generador de manivela, algo ruidosa, que produce la corriente al girar un dispositivo de bobina e imán; ello permite que el equipo pueda ser usado en cualquier parte. El equipo, muy robusto y pesado, viene dentro de un maletín portátil de madera con cierre de hebilla y asa de cuero, estando la pantalla de lectura de doble escala cubierta bajo una tapa metálica.

Este capacímetro, perteneciente al modelo bajo la patente británica nº 397918 del inventor Perry, y con número de serie 715284, y donado a nuestra Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez, fue fabricado en la prestigiosa empresa británica de equipos eléctricos MEGGER Evershed & Vignoles Limited (Londres), probablemente hacia 1944 (según la opinión de algunos expertos, en base al número de serie del aparato).

El origen de esta empresa se remonta a 1889 en una fábrica de medidores de aislamiento eléctrico. En 1895, dos trabajadores de la Goolden and Trotter, Sydney Evershed y Ernest Vignoles, compraron la sección de instrumentación de ésta, fundando la Evershed & Vignoles Limited, a la que añadirían el nombre MEGGER en 1898. Sería el propio Evershed quien patentaría una

dinamo de mano que generaba tensiones lo suficientemente altas como para medir resistencias eléctricas de megaohmios y así construir un medidor de aislamiento portátil. Este “MEGaohmmetER” fue por ello llamado MEGGER, registrándose como marca en 1903 y fabricando instrumentos para medición y pruebas eléctricas, así como de localización de cables, averías y diagnósticos eléctricos (hoy se sigue usando la palabra Megger para los dispositivos que sirven para comprobar la continuidad de los cables eléctricos). Esta empresa sigue funcionando aún hoy bajo el nombre de Megger Group Limited, teniendo su sede británica en Kent y la española en la madrileña Villaviciosa de Odón, pero tiene fábricas no sólo en el Reino Unido, sino en E.E.U.U., Suecia y Alemania, fabricando no sólo medidores de aislamiento, sino comprobadores eléctricos, medidores de tierras, multímetros, pinzas amperimétricas, analizadores de potencia, etc.

Caja de décadas de capacidades patrones

Nº	083	Año	1950
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Rodríguez	Gaviño	
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un condensador es un dispositivo formado por dos armaduras metálicas, aisladas entre sí, y cargadas con igual carga eléctrica, pero opuesta. Es un dispositivo que permite almacenar carga y energía eléctricas. La capacidad de un condensador es la carga almacenada por cada unidad de diferencia de potencial entre sus armaduras. Esta caja permite seleccionar capacidades muy pequeñas y precisas para usar como referencia patrón en tres rangos diferentes de microfaradios. Mediante tres selectores de rueda giratoria, se pueden aplicar de 0 a 10 unidades en cada uno de los rangos de 0,1 μF , 0,01 μF y 0,001 μF , consiguiendo pues capacidades totales que van desde 0,001 μF hasta 1 μF . Para conseguir acumular gran capacidad eléctrica, los condensadores deben estar conectados en paralelo, esto es, bajo una diferencia de potencial común.

El equipo, muy pesado, en caja de madera y con frontal metálico negro, fue donado a la Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez y tiene número de serie nº L 328764, siendo fabricado por la empresa Cambridge Instrument Co. Ltd. England probablemente hacia 1950.

El origen de esta empresa se remonta a 1878 cuando la Universidad de Cambridge decide empezar a fabricar sus propios instrumentos para la enseñanza universitaria. El mecánico Robert Fulcher, junto con Horace Darwin, uno de los hijos del biólogo Charles Darwin, inician la andadura de la empresa, a la que pronto se uniría William T. Pye. Ya en 1881, H. Darwin y Albert George Dew-Smith comprarían el negocio creando la Cambridge Scientific Instrument Co. para fabricar instrumentos científicos, y más tarde también para uso industrial. En 1898, Robert Stewart Whipple se incorporó a la empresa y reunió una magnífica colección de instrumentos científicos antiguos que en 1944 donó al Museo Whipple de Historia de la Ciencia en Cambridge. En la actualidad aún existe parte de dicha empresa, aunque reorientada y

fusionada en otro grupo mayor (ABB, Asea Brown Boveri, una corporación multinacional, cuya sede central está en Zürich) que fabrica todo tipo de equipos, incluido el ámbito de la instrumentación médica.

Caja de décadas de capacidades patrones.

Nº	084	Año	1925
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Gaviño Rodríguez		
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un condensador es un dispositivo formado por dos armaduras metálicas, aisladas entre sí, y cargadas con igual carga eléctrica, pero opuesta. Es un dispositivo que permite almacenar carga y energía eléctricas. La capacidad de un condensador es la carga almacenada por cada unidad de diferencia de potencial entre sus armaduras. Esta caja permite seleccionar capacidades muy pequeñas y precisas para usar como referencia patrón en tres rangos diferentes de microfaradios. Mediante tapones de conexión, se pueden aplicar capacidades individuales que van desde 0,01 μ F hasta 2

μ F. Para conseguir acumular mayor capacidad eléctrica, los diversos condensadores se deben conectar en paralelo, esto es, bajo una diferencia de potencial común.

El equipo, muy pesado, en caja de madera y con frontal metálico negro, fue donado a la Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez y tiene número de serie nº L 22437, siendo fabricado por la empresa Cambridge Instrument Co. Ltd. England probablemente hacia 1925. Se trata de un equipo muy similar a otro fabricado posteriormente por la misma empresa, sólo que en éste la selección del valor de capacidad operativa no se realiza mediante ruedas giratorias, sino mediante la aplicación de tapones conductores sobre los correspondientes orificios.

El origen de esta empresa se remonta a 1878 cuando la Universidad de Cambridge decide empezar a fabricar sus propios instrumentos para la enseñanza universitaria. El mecánico Robert Fulcher, junto con Horace Darwin, uno de los hijos del biólogo Charles Darwin, inician la andadura de la empresa, a la que pronto se uniría William T. Pye. Ya en 1881, H. Darwin y Albert George Dew-Smith comprarían el negocio creando la Cambridge Scientific Instrument Co. para fabricar instrumentos científicos, y más tarde también para uso industrial. En 1898, Robert Stewart Whipple se incorporó a la empresa y reunió una magnífica colección de instrumentos científicos antiguos que en 1944 donó al Museo Whipple de Historia de la

Ciencia en Cambridge. En la actualidad aún existe parte de dicha empresa aunque reorientada y fusionada en otro grupo mayor (ABB, Asea Brown Boveri, una corporación multinacional, cuya sede central está en Zürich) que fabrica todo tipo de equipos, incluido el ámbito de la instrumentación médica.

Osciloscopio de rayos catódicos RCA WO-56 A

Nº	085	Año	1950
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Jesús Rodríguez	Gaviño	
Dimensiones			



Descripción ó historia:

Un osciloscopio es un equipo electrónico que permite visualizar señales eléctricas mediante la representación de su tensión en una pantalla. Para ello, un filamento caliente emite electrones que son acelerados, deflectados (en vertical y en horizontal) y dirigidos hacia una pantalla que, al estar recubierta interiormente de una capa fluorescente, se ilumina por el impacto de dichos electrones, permitiendo visualizar la forma de la señal bajo estudio. Con ello, se puede ver, por ejemplo, la forma de una corriente alterna, medir las características de la onda asociada, ver la forma de superposición de dos movimientos vibratorios perpendiculares, medir la capacidad de un condensador, estudiar un diodo o comprobar el funcionamiento de los componentes de equipos y aparatos electrónicos (televisores, equipos de sonido, etc.).

Tras el desarrollo de los primeros aparatos de este tipo por parte del físico e inventor alemán Karl Ferdinand Braun en 1897, el osciloscopio contribuiría al estudio de las ondas de radio, así como al posterior desarrollo del tubo de imagen del televisor y del radar, ya en la década de los años 30 del s. XX. Con ello, los modernos osciloscopios, si bien aún de válvulas de vacío, surgirían tras la Segunda Guerra Mundial.

El equipo aquí expuesto, que trabajaba a tensiones de 105-125 V CA, a frecuencias de 50-60 Hz y con un consumo de 65 W, procede de una donación a nuestra Escuela por parte de D. Jesús Gaviño Rodríguez. Con unos 14 kg de masa,

presenta una pantalla circular de 7 pulgadas y su caja está metalizada en color azulado.

Se trata de un osciloscopio fabricado hacia 1950 por la empresa norteamericana Radio Corporation of America (RCA), una compañía que había sido fundada en 1919 bajo la dirección del empresario y pionero de la radio comercial David Sarnoff, estadounidense de origen bielorruso. La RCA popularizó la radio en los años 1920s, desarrolló la televisión en los 1930s, creó los estándares de la televisión en color en los 1950s y revolucionó los ordenadores en los 1960s. Subsistió como tal hasta su adquisición por la General Electric en 1986. La RCA, que también creó en los años 1940s el famoso conector que lleva su nombre para los modernos sistemas de audio y vídeo, tiene aún gran prestigio, especialmente en los Estados Unidos de América, donde aún existen algunas divisiones de la antigua RCA y que fabrican televisiones, tablets, teléfonos móviles y otros equipos electrónicos. La famosa discográfica actual norteamericana Sony Music (procedente, a su vez, de la empresa japonesa Sony de 1946), tiene sus raíces en una empresa americana, la Columbia Phonograph Company, fundada en su origen nada menos que en 1887, y tras distintas fusiones, llegó a adquirir varios derechos de la propia RCA.

Amperímetro de escala múltiple de 0-3 A y de 0-100 A

Nº	086	Año		No localizado
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

El amperímetro es un instrumento diseñado para medir la intensidad de la corriente que pasa por los circuitos eléctricos. Su fundamento, el galvanómetro, es el mismo que el de un voltímetro, es decir utiliza una bobina que, al ser recorrida por una corriente y estando dentro de un campo magnético creado por un imán, experimenta un par de giro que mueve una aguja indicadora sobre una escala. La diferencia estriba en que, en el caso del amperímetro, su resistencia interna es bajísima y es conectado en serie con el elemento a medir.

Este instrumento presenta una doble escala: una inferior, que permite medir de 0 a 3 A con divisiones de 0,05 A, y otra superior, de 0 a 100 A con divisiones de 1 A. En su interior presenta una etiqueta descriptiva con otros esquemas de conexión que permiten utilizar este amperímetro para medir en escalas de 5, 50, 150, 200 y 500 A.

El equipo, protegido por una cuidada caja de madera, de 21 cm x 20 cm x 14 cm, con media puerta de bisagra, asa metálica con mango de madera y rejillas de ventilación en todas sus caras, excepto la frontal, presenta el número de serie Coop. E. M. nº 66 y, aunque no ofrece ningún registro identificativo sobre la empresa que lo diseñó, por su aspecto, resulta muy similar a otros amperímetros contruidos hacia 1930.

Amperímetro de escala múltiple 0-5-18-30 A

Nº	087	Año	
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Medidor circunferencial

Nº	088	Año		No localizado
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Puente de medida de resistencias eléctricas

Nº	089	Año	1930
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones	23,4 x 10,5 x 7,8 cm		



Descripción ó historia:

El puente de resistencias es un instrumento que permite medir resistencias eléctricas por comparación con otras de valor conocido, llamadas patrón. En este caso, muy similar a un puente de Wheatstone, se dispone de dos bornes (WX) entre los que se conecta la resistencia a medir. Después, mediante una pila de linterna de 4,5 V (o fuente de alimentación), se establece una corriente. Según se explica en sus hojas de instrucciones (la original en alemán y la traducida al castellano), mediante un botón giratorio central, se hace actuar la escala de 1, 10, 100 o 1000 Ω y se gira la rueda circular derecha de 0,05 a 20 hasta que, pulsando el botón inferior central, se vea que el galvanómetro, de cuadro móvil, marca cero (condición de puente equilibrado). La lectura del valor de la resistencia problema la da directamente el valor leído en la rueda multiplicado por la escala, pudiéndose pues medir resistencias problema con valores desde 0,05 Ω hasta 20000 Ω , llegándose a una exactitud del $\pm 2\%$ en el rango 0,5- 10000 Ω .

El equipo, protegido por una cuidada caja de madera barnizada con tapa de bisagra, de 23,4 cm x 10,5 cm x 7,8 cm, pertenece al modelo 1152 y presenta el número de serie 296850 y fue construido hacia 1930 en la empresa alemana del Dr. Siegfried Guggenheimer, situada en Nuremberg. Este industrial y físico, que alcanzó el grado de Doctor, fundó dicha empresa en 1906 para fabricar y vender instrumentos de medida eléctrica. Basándose en que Guggenheimer era un apellido de origen judío, el Gobierno alemán obligó a cambiar el nombre de dicha empresa en 1933, pasándose a llamar Metrawatt AG, que durante tres décadas se especializó en la fabricación de fotómetros, especialmente para las famosas cámaras fotográficas Leica. Poco después, el Dr. Guggenheimer se vería obligado a emigrar a Londres, pasando sus años finales en Florencia. Tras posteriores fusiones de dicha empresa, especialmente con la fundada ya en 1919 por el empresario e ingeniero Paul F. K. Gossen, hoy subsiste como Gossen-Metrawatt, especializada en fabricar equipos de

instalaciones y comprobaciones eléctricas, multímetros, pinzas amperimétricas, etc.

Fasímetro de bobinas cruzadas de laboratorio electrofísico Marchesimodelo

LM400C Co.

Nº	090	Año	1953
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia	Jesús Gaviño Rodríguez		
Dimensiones	24 x 20 x 16 cm		



Descripción ó historia:

El fasímetro (medidor del desfase) o cosímetro (medidor del coseno del ángulo del desfase) es un instrumento para medir directamente el factor de potencia de un circuito o instalación eléctrica. Este factor es el coseno del ángulo del desfase entre la intensidad y la tensión globales en un circuito de corriente alterna y representa el rendimiento real del mismo, esto es la razón entre la potencia real del circuito y la potencia máxima ideal que tendría el circuito si no existiera ningún desfase en él. El valor del factor de potencia oscila entre 0 (caso más desfavorable, desfase máximo) y 1 (caso ideal, sin desfase). El desfase en un circuito de corriente alterna se debe a la existencia de elementos capacitivos (condensadores) y de elementos inductivos (bobinas o autoinducciones) y su existencia es penalizada por la compañía que suministra la electricidad hasta el punto de que, en grandes instalaciones, resulta rentable introducir baterías de condensadores que mejoren el factor de potencia.

Este instrumento de indicación directa del factor de potencia, mediante aguja y doble escala, consta de dos bobinas cruzadas alimentadas por la tensión de servicio, que se mueven en el campo de una bobina de intensidad recorrida por la corriente local. El sistema no tiene fuerza directriz cuando por él no circula corriente. Trabaja con corrientes de hasta 5 A y tensiones de hasta 150 V para corriente monofásica y 300 V para corriente trifásica (fases R, S y T). Tiene dos escalas: una para la medición de sistemas monofásicos, graduada de 0 a 1, con subdivisiones que permiten apreciar hasta 0,01 y con el rango para medir entre 0.9 y 1.0 más ampliado para mayor precisión; y otra similar para sistemas trifásicos, graduada de 0.5 a 1.0 y también con el rango para medir entre 0.9 y 1.0 más ampliado para mayor precisión, pero además con escala a derechas o izquierdas para discriminar si el factor de potencia es inductivo (desfase positivo) o capacitivo (desfase negativo).

El equipo, donado a la Escuela por D. Jesús Gaviño Rodríguez, es del modelo L-M-

400 C y con número de serie 20343, y está protegido por un cuidado estuche de madera, de 24 cm x 20 cm x 16 cm, con cerradura de llave y asa de cuero. Como consta en la documentación original, este cosímetro fue montado en 1953 por el Laboratorio Electrofísico Marchesi, una fábrica de instrumentos científicos y de aparatos eléctricos de medida, dirigida entonces por el prestigioso Ingeniero del I.C.A.I., y descendiente de una amplia saga de militares de alta graduación, D. Eduardo Marchesi Sociats (1898-1963), y situada en la madrileña calle Explanada nº 16, empresa que, en la actualidad, aún existe, aunque estando registrada en la actividad de transporte terrestre urbano y suburbano de pasajeros.

Voltímetro de escalas múltiples 0-30-150-300 V

Nº	091	Año	
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Amperímetro de escala 0-1200 A

Nº	092	Año	
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Voltímetro de escala 0-250 V

Nº	093	Año	
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Voltímetro de triple escala (0-75 V, 0-150 V y 0-300 V) y amperímetro de doble escala (0-30 A y 0-60 A)

Nº	094	Año	1930
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia	Prof. D. Julián Pecharromán Sacristán		
Dimensiones	35x 17,5 x 9,5 cm		
Descripción ó historia:			



El amperímetro y el voltímetro son instrumentos diseñados para medir, respectivamente, la intensidad de la corriente y la tensión en los circuitos eléctricos. El fundamento de ambos es el galvanómetro, es decir, utilizan una bobina que, al ser recorrida por una corriente y estando dentro de un campo magnético creado por un imán, experimenta un par de giro que mueve una aguja indicadora sobre una escala. La diferencia estriba en que, en el caso del amperímetro, su resistencia interna es bajísima y es conectado en serie con el elemento a medir, mientras que el voltímetro presenta una elevada resistencia interna y se conecta en paralelo con el elemento cuya tensión se quiere determinar.

Este equipo agrupa ambos instrumentos con lo que, mediante el montaje adecuado, permite determinar la potencia teórica o aparente implicada en un circuito de corriente alterna. El amperímetro, destinado a medir intensidad eficaz (la intensidad máxima dividida por la raíz cuadrada de dos) en corriente alterna, presenta una doble escala: una inferior, que permite medir de 0 a 30 A con divisiones, en el rango central, de 0,5 A, y otra superior, de 0 a 60 A con divisiones, en el rango central, de 1 A. En cuanto al voltímetro, presenta una triple escala para medir de 0 hasta 75 V, 150 V o 300 V, con divisiones de hasta 2 V. En su base inferior, ambos aparatos presentan, protegidos por etiquetas metálicas atornilladas, un tornillo para la puesta a cero ("Nullstellung", en alemán) de la aguja indicadora.

El equipo, donado a la Escuela por el profesor de la misma D. Julián Pecharromán Sacristán, está protegido por una cuidada caja de madera, de 35 cm x 17,5 cm x 9,5 cm, con media puerta de bisagra y asa metálica, presenta los números de serie 380479 y 380480, aún conserva sus antiguos cables de cobre forrado con tela, y fue construido, probablemente hacia 1930, en la empresa española AEG-

Thomson-Houston Ibérica, S.A. Esta empresa tenía su origen en la norteamericana Thomson- Houston Electric Company, fundada en 1883, si bien más tarde, a través de su filial belga con sede en Bruselas, penetraría en España en 1899 con el fin de vender material eléctrico para las minas y para iniciar las instalaciones de los tranvías eléctricos, por ejemplo, en Gijón. Sería en 1905 cuando, tras su fusión con AEG se convertiría en la empresa española con sedes en Bilbao, Barcelona y Madrid, siendo Luis Torres Quevedo, hermano del prestigioso ingeniero Leonardo Torres Quevedo, uno de sus socios fundadores. En la década 1910-1920 esta empresa alcanzó gran prestigio, especializándose en fabricar alternadores, por ejemplo, para sustituir las antiguas máquinas de vapor en la red de tranvías de Barcelona, así como motores eléctricos de C.A., tanto bifásicos como trifásicos, o estaciones telefónicas para las explotaciones mineras vascas, e incluso destacó fabricando nuevas lámparas de alumbrado eléctrico para sustituir las de arco voltaico y, ya en 1930, distintos tipos de contadores eléctricos.

Watímetro de escala 0-100 W

Nº	095	Año	
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Instrumento electrodinámico para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado. El dispositivo consiste en un par de bobinas fijas conectadas en serie con el circuito, llamadas «bobinas de corriente», y una bobina móvil conectada en paralelo, llamada «bobina de potencial».

Voltímetro de escala 0-500 V

Nº	096	Año	1960
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia	Prof. D. Julián Pecharromán Sacristán		
Dimensiones	20 x 13 x 7 cm		



Descripción ó historia:

El voltímetro es un instrumento diseñado para medir la tensión en los circuitos eléctricos. En este caso, al ser un voltímetro para corriente alterna, el valor que mide es eficaz (el valor máximo de la tensión instantánea dividido por la raíz cuadrada de dos) Su fundamento es el galvanómetro, es decir, utiliza una bobina que, al ser recorrida por una corriente y estando dentro de un campo magnético creado por un imán, experimenta un par de giro que mueve una aguja indicadora sobre una escala. El voltímetro presenta una elevada resistencia interna y se conecta en paralelo con el elemento cuya tensión se quiere determinar.

Este voltímetro permite medir tensiones de 0 a 500 V, con divisiones que van de 10 en 10 V en el rango de 100 a 500 V. Este instrumento portátil, con conexiones traseras, va inmerso en una caja de baquelita (un polímero sintético termoestable creado en 1907 por el químico estadounidense, de origen belga, Leo Hendrik Baekeland) y todo ello va protegido por un estuche de piel, tipo badana, en marrón claro, de 20 cm x 13 cm x 7 cm, con cierre de cremallera.

El voltímetro, donado a la Escuela por el profesor de la misma D. Julián Pecharromán Sacristán, está fabricado con el número de serie Nº. 136805 escrito a mano, y fue fabricado por la empresa EMCO (que, a falta de más información, podría referirse a alguna de las muchas compañías denominadas Electric Manufacturing Company) probablemente hacia 1960.

Amperímetro de escala 0-30 A

Nº	097	Año	
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Doble voltímetro de precisión de escala 0-200 V

Nº	098	Año	
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Transformador trifásico

Nº	099	Año	Anterior a 1932	No localizado
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: SANDES. Nacionalidad: Española. Nº: 985.

Tipo: de interior, con refrigeración natural. Potencia: 10 kVA.

Tensión: según conexión. Intensidad: según conexión. Frecuencia: 50 Hz.

Amperímetro de doble escala 0-5-25 A

Nº	100	Año	1930
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones	15,5 x 15 x 8,5 cm		
Descripción ó historia:			



El amperímetro es un instrumento diseñado para medir la intensidad de la corriente que pasa por los circuitos eléctricos. Su fundamento, el galvanómetro, es el mismo que el de un voltímetro, es decir utiliza una bobina que, al ser recorrida por una corriente y estando dentro de un campo magnético creado por un imán, experimenta un par de giro que mueve una aguja indicadora sobre una escala. La diferencia estriba en que, en el caso del amperímetro, su resistencia interna es bajísima y es conectado en serie con el elemento a medir.

Este instrumento, destinado a medir intensidad eficaz (la intensidad máxima dividida por la raíz cuadrada de dos) en corriente alterna, presenta una doble escala: una inferior, que permite medir de 0 a 5 A con divisiones, en el rango central de hasta 0,1 A, y otra superior, de 0 a 25 A con divisiones, en el rango central, de hasta 0,5 A. En su base inferior incluye un tornillo para la puesta a cero de la aguja indicadora.

El equipo, protegido por una cuidada caja de madera, de 15,5 cm x 15 cm x 8,5 cm, con media puerta de bisagra, presenta el número de serie 249665 y fue construido hacia 1930 en la empresa alemana del Dr. Siegfried Guggenheimer, situada en Nuremberg. Este industrial y físico, que alcanzó el grado de Doctor, fundó dicha empresa en 1906 para fabricar y vender instrumentos de medida eléctrica. Basándose en que Guggenheimer era un apellido de origen judío, el Gobierno alemán obligó a cambiar el nombre de dicha empresa en 1933, pasándose a llamar Metrawatt AG, que durante tres décadas se especializó en la fabricación de fotómetros, especialmente para las famosas cámaras fotográficas Leica. Poco después, el Dr. Guggenheimer se vería obligado a emigrar a Londres, pasando sus años finales en Florencia. Tras posteriores fusiones de dicha empresa, especialmente con la fundada ya en 1919 por el empresario e ingeniero Paul F. K. Gossen, hoy subsiste como Gossen-Metrawatt, especializada en fabricar equipos de instalaciones y comprobaciones eléctricas, multímetros, pinzas amperimétricas, etc.

Vatímetro de escala 0-20 kW

Nº	101	Año	1950
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones	11,5 x 10 x 10 cm		
Descripción ó historia:			



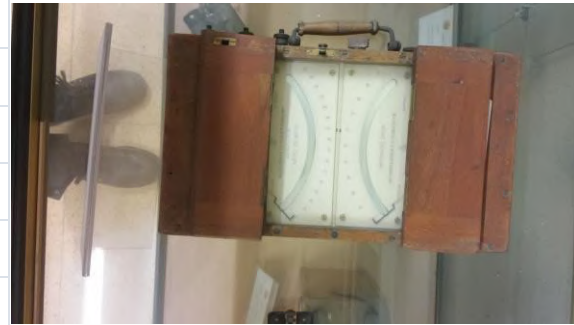
El vatímetro es un equipo destinado a medir la potencia (energía por unidad de tiempo) eléctrica suministrada por un generador o consumida en un receptor. Es un instrumento de tipo electrodinámico con dos bobinas, una fija conectada en serie con el circuito, llamada «bobinas de intensidad», y otra bobina móvil giratoria conectada en paralelo y con una resistencia adicional, llamada «bobina de tensión». Dado que los campos magnéticos producidos por ambas bobinas son proporcionales a la intensidad y a la tensión, respectivamente, la desviación de la aguja lectora es proporcional a ambas, y, por tanto, a la potencia eléctrica implicada. Como al variar el sentido de la corriente en una de las bobinas también varía en la otra, este tipo de equipo permite su uso tanto en corriente continua como en corriente alterna, si bien en este caso interviene el desfase entre intensidad y tensión mediante su coseno o factor de potencia.

Este vatímetro está diseñado para trabajar con C.A. de 50-60 Hz y tres fases con intensidades de hasta 5 A y tensiones de hasta 120 V. Su escala de medición cubre de 0 hasta 20 kW con divisiones de 0,5 kW.

El equipo, protegido por una caja de baquelita negra de dimensiones 11,5 cm x 10 cm x 10 cm, fue fabricado, hacia 1950, con número de serie 380907 por la empresa estadounidense Roller-Smith con sede en Nueva York y fábrica en la ciudad Bethlehem, en el estado de Pensilvania. Dicha compañía nació en 1908 tras la compra de la Switchboard Equipment Company of Bethlehem, de Pensilvania, y la Whitney Electrical Instrument Company of Penacook, de New Hampshire. Aunque en principio se dedicó a la fabricación de diversos instrumentos para medidas eléctricas e interruptores automáticos, a mediados del s. XX esta empresa construía también distintos dispositivos eléctricos para automoción, así como balanzas de precisión.

Equipo de medida combinado voltímetro-amperímetro de escalas 0-150 V y 0-100 A

Nº	102	Año	1930
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones	32,0 x 18,3 x 9,5 cm		




Descripción ó historia:

El amperímetro y el voltímetro son instrumentos diseñados para medir, respectivamente, la intensidad de la corriente y la tensión en los circuitos eléctricos. El fundamento de ambos es el galvanómetro, es decir, utilizan una bobina que, al ser recorrida por una corriente y estando dentro de un campo magnético creado por un imán, experimenta un par de giro que mueve una aguja indicadora sobre una escala. La diferencia estriba en que, en el caso del amperímetro, su resistencia interna es bajísima y es conectado en serie con el elemento a medir, mientras que el voltímetro presenta una elevada resistencia interna y se conecta en paralelo con el elemento cuya tensión se quiere determinar.

Este equipo agrupa ambos instrumentos con lo que, mediante el montaje adecuado, permite determinar la potencia teórica o aparente implicada en un circuito de corriente alterna. El amperímetro, destinado a medir intensidad eficaz (la intensidad máxima dividida por la raíz cuadrada de dos) en corriente alterna, presenta una escala que permite medir de 0 a 100 A con divisiones de 1 A. En cuanto al voltímetro, presenta una escala para medir de 0 hasta 150 V, con divisiones de 1 V. En sus bases inferiores, ambos aparatos presentan un tornillo para la puesta a cero ("Index correction", en inglés) de la aguja indicadora.

El instrumento, protegido por una cuidada caja de madera, de 32,0 cm x 18,3 cm x 9,5 cm, con dos medias puertas de bisagra y asa de metal con mango de madera, presenta los números de serie 355160 y 355161 y fue construido hacia 1930 en la prestigiosa casa alemana de instrumentación Hartmann & Braun A. G. en Frankfurt, empresa que había sido fundada en 1879 por el empresario Wilhelm Eugen Hartmann y el industrial Wunibald Braun y que, a partir de 1920, se haría famosa también por sus equipos de control. En la actualidad, aún existe esta empresa, pero formando parte del grupo ABB nacido en Zurich tras una gran fusión en 1988 y que es una referencia mundial, entre otras cosas, en equipos digitales para la industria.

Reostato

Nº	103	Año		
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Resistor de resistencia variable. Tipo constructivo concreto de potenciómetro que recibe comúnmente este nombre en vez del de potenciómetro al tratarse de un dispositivo capaz de soportar tensiones y corrientes muchísimo mayores, y de disipar potencias muy grandes. Los reostatos son usados en Ingeniería Eléctrica en tareas tales como el arranque de motores o cualquier tipo de tarea que requiera variación de resistencia en condiciones de elevada tensión o corriente.

Contador amperihorámetro

Nº	104	Año	1950
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			



Descripción ó historia:

El contador amperihorámetro, o mejor, vatihorímetro, es un equipo destinado a medir el consumo eléctrico de energía, normalmente en kilovatios-hora. Recordemos que 1 kWh es la energía que consume un aparato que trabaja con una potencia de 1000 W durante 1 hora, es decir equivale a una energía de 3,6 millones de julios; esta cantidad de energía es la que consume, típicamente, una televisión moderna durante 10 horas de funcionamiento. Estos equipos, aún electromecánicos, y que aprovechan el fenómeno de inducción, se basan en un vatímetro que, mediante un circuito amperimétrico y otro circuito voltimétrico, mide la potencia consumida mientras un sistema de reloj cuenta el tiempo de actuación, obteniéndose el producto de potencia por tiempo, esto es, la energía consumida. Las dos bobinas de dichos circuitos crean un campo magnético entre ellas donde se sitúa un disco metálico que, bajo la acción de aquél sobre las corrientes parásitas inducidas, se ve impulsado a girar, accionando el mecanismo de relojería y, con ello, el registrador contador.

Este contador, de dos hilos, y para tensión de 120 V y hasta 5 A de intensidad, presenta una pequeña escala circular de 10 Wh con aguja giratoria indicadora y otra escala principal, de 5 dígitos, que mide los kWh; el aparato tiene una constante del disco (K) de 0,02 Wh, siendo este valor el número de vatioshora correspondientes a una revolución o vuelta completa del disco metálico giratorio.

El equipo, que presenta el número de serie 1123237, fue fabricado, hacia 1950 (en base a un diseño concebido ya hacia 1901), por la Compañía para la Fabricación de Contadores, con sede en Barcelona. Esta empresa era la filial española, creada en 1924, de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, una industria francesa, fundada en París en 1878, por Gabriel Chamon (1848-1934) y otros dos socios para producir contadores y otros instrumentos de medición destinados a las fábricas de gas, si bien más tarde empezó a fabricar también contadores de agua y de electricidad. Tras sucesivas transformaciones, esta empresa española sigue funcionando hoy bajo el nombre de Itron, una empresa subsidiaria de la norteamericana Itron Inc.

Contador amperihorámetro

Nº	105	Año	1940
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones			




Descripción ó historia:

El contador amperihorámetro, a diferencia del vatihorímetro, es un equipo destinado a medir la cantidad no de energía, sino de carga eléctrica desplazada, normalmente en amperios-hora. Recordemos que 1 Ah es la carga que transporta una corriente de 1 A durante 1 h, esto es 3600 coulombios (en 1 C hay unos 6,3 trillones de electrones). En estos equipos, aún electromecánicos, un disco giratorio inmerso en un campo magnético experimenta un par que es proporcional al producto de la intensidad y de la tensión; pero, como miden carga (de hecho, sirven para conocer el estado de carga de una batería), si se quieren usar para medir la energía eléctrica, debe suponerse que la tensión es constante y que el contador se ha calibrado de acuerdo con ello, de manera que el producto de la intensidad por tiempo, esto es, la carga desplazada, pueda transformarse al producto de intensidad por tensión, esto es, energía.

Este contador, que funciona hasta intensidades de 60 A, y cuyo disco gira a 30 revoluciones por cada Ah, arrastra mediante engranajes a las agujas indicadoras que giran sobre una escala circular de hasta 120 Ah, con divisiones de 2 Ah.

El equipo, que presenta el número de serie 5759393, fue fabricado, hacia 1940 (en base a los primeros diseños ya de 1910), por la empresa británica British Sangamo C^o Ltd., con sede en Enfield (condado de Middlesex), cerca de Londres. Esta empresa nació como delegación británica de la matriz norteamericana Sangamo Electric Co., creada en 1899 en Springfield. Esta empresa aún existe con su carácter multinacional y sigue fabricando sistemas de relojería con fines industriales, así como controladores y programadores, por ejemplo, para el control térmico de instalaciones y edificios.

Reostato

Nº	106	Año		
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Resistor de resistencia variable. Tipo constructivo concreto de potenciómetro que recibe comúnmente este nombre en vez del de potenciómetro al tratarse de un dispositivo capaz de soportar tensiones y corrientes muchísimo mayores, y de disipar potencias muy grandes. Los reóstatos son usados en Ingeniería Eléctrica en tareas tales como el arranque de motores o cualquier tipo de tarea que requiera variación de resistencia en condiciones de elevada tensión o corriente.

Transformador de intensidad con relación de transformación 1500 / 5 A

Nº	107	Año	1944
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones	25,5 x 25 x 15 cm		



Descripción ó historia:

Cuando la intensidad de un circuito eléctrico es demasiado alta como para aplicar directamente en él instrumentos de medición, se usa un transformador de medida de intensidades que produce una corriente reducida en un factor respecto a la real, permitiendo ya conectar sin peligro los equipos de medida y de registro. La relación de ambas corrientes viene dada por la relación de transformación: así, una razón 1500/5 indica que se obtiene una corriente secundaria de 5 A cuando la primaria es de 1500 A. Otra característica de estos aparatos es la llamada clase, que representa una medida de la exactitud del transformador de intensidades así, una clase 0,2 (típica en medidas de potencia y de energía para tareas de facturación) indica un error máximo de intensidad admisible del 0,2% expresado en tanto por ciento respecto a la intensidad nominal primaria.

Este pesadísimo transformador, con asa de cuero y caja de madera de 25,5 cm x 25 cm x 15 cm, es de tipo de barra pasante, esto es, el primario es el propio conductor cuya corriente se quiere medir y es el cable que pasa por el orificio central del dispositivo. Permite relaciones de transformación 12,5-1500/5 en amperios, con potencia nominal de 50 VA y una tensión máxima de 500 V. El equipo, del tipo LSTK 2/6, fue fabricado en 1944, con número de serie 651090, probablemente por una empresa alemana.

Grupo generador de corriente continua para cargar baterías

Nº	108	Año	Anterior a 1930	Situado en los departamentos de física
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: SIEMENS - SCHUCKERT WERKE.

Nacionalidad: Alemana. Nº: 474541.

Modelo: GM102. Potencia: 3´6 kW. Tensión: 4 V.

Intensidad: 900 A.

Velocidad: 1500 r.p.m.

Grupo generador de corriente alterna

Nº	109	Año	Anterior a 1930	Situado en los departamentos de física
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: MARELLI.

Nacionalidad: Italiana. Nº: 47225.

MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA:

Tipo: C100/1. Potencia: 8 kW. Tensión: 220 V.

Intensidad: 42 A.

Velocidad: 1500 r.p.m. Excitación: derivación.

GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA (ALTERNADOR):

Tipo: CA75/4. Trifásico. Potencia: 7'5 kVA. Tensión: 115 V. Intensidad: 37'7 A.

Velocidad: 1500 r.p.m. (4 polos).

Frecuencia: 50 Hz.

Grupo generador de corriente alterna

Nº	110	Año	Anterior a 1930	Situado en los departamentos de física
Departamento	Ingeniería Eléctrica			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: SIEMENS - SCHUCKERT WERKE.

Nacionalidad: Alemana.

MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA:

Modelo: GM64.

Nº: 376883N. Potencia: 3 kW. Tensión: 220 V.

Intensidad: 14 A.

Velocidad: 1500 r.p.m. Excitación: compuesta.

GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA (ALTERNADOR):

Modelo: AGM64. Monofásico-Trifásico o Hexafásico. Nº: 379955N.

Potencia: 0´66 a 1´95 kVA.

Tensión: según conexión. Intensidad: según conexión. Velocidad: 1500 r.p.m. (4 polos). Frecuencia: 50 Hz.

Vasija del Aparato de Haldat

Nº	111	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

El aparato de Haldat demuestra que la presión sobre el fondo de una vasija es independiente de la forma que tenga la vasija, dependiendo exclusivamente de la altura que alcanza el líquido sobre el fondo y de su densidad.

Vasija del Aparato de Haldat

Nº	112	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

El aparato de Haldat demuestra que la presión sobre el fondo de una vasija es independiente de la forma que tenga la vasija, dependiendo exclusivamente de la altura que alcanza el líquido sobre el fondo y de su densidad.

Fuente intermitente

Nº	113	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Quando el agua en la cubeta inferior obtura la entrada de aire en el globo superior, la salida de agua llega a detenerse. Cuando se vacía la cubeta inferior, vuelve a entrar aire en el globo y se reanuda la salida. El proceso continúa de manera intermitente mientras haya agua en el recipiente superior.

Matraz

Nº	114	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Recipiente de cristal donde se mezclan las soluciones químicas, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, que se usa para contener líquidos.

Intercambiador de calor

Nº	115	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico. Un intercambiador típico es el radiador del motor de un automóvil, en el que el fluido refrigerante, calentado por la acción del motor, se refrigera por la corriente de aire que fluye sobre él y, a su vez, reduce la temperatura del motor volviendo a circular en el interior del mismo.

Pistola termofusible

Nº	116	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Herramienta en forma de pistola que se conecta a la corriente eléctrica y produce calor, el cual funde una barra de cola, que se introduce por la parte posterior y sale en forma líquida por la parte anterior. Esta cola fundida es el material que se utiliza para pegar. Pega casi todo tipo de materiales. La principal ventaja que presenta esta forma de unir es su rapidez, ya que en muy poco tiempo los elementos a unir han quedado pegados. El principal inconveniente es que no es un método de unión muy bueno. Otro inconveniente es que, si los materiales a unir van a estar sometidos a temperaturas elevadas, la cola se funde (ya que se trata de un material termoplástico) y los materiales se despegan. Hay un solo tipo de pistola de cola caliente. Lo que sí podemos encontrar en el mercado son distintos tamaños y calidades. En cuanto al tamaño se recomienda usar las pistolas grandes ya que son más manejables. Las de pequeño tamaño pueden utilizarse para usos esporádicos y ocupan menor tamaño. Sí se recomienda el uso de pistolas de calidad, ya que éstas tienen una mayor duración porque aguantan mejor las altas temperaturas que alcanzan. Los únicos elementos asociados son las barras de cola caliente que se usan. Las hay de varios diámetros (en función del tamaño de la pistola que utilicemos) y de varios materiales (en función de la calidad del termoplástico). Se recomienda el uso de barras de cola de buena calidad para obtener mejores resultados.

Aparato de Ingenhouz

Nº	117	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Compara la conductividad térmica de los sólidos, cuyas barritas se cubren de cera blanca; ésta tiene un punto de fusión de 61°C. Al echar agua hirviendo en el recipiente, se funde la cera. Aquella barrita que mejor conduce será la que haya fundido una mayor cantidad de cera.

Avómetro

Nº	118	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: OFFICINE GALILEO.

Instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales(tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y posteriormente se han introducido los digitales cuya función es la misma (con alguna variante añadida).

Amperímetros de escala 100-0-100 mA

Nº	119	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Con bornas de conexión. Instrumento que sirve para medir la intensidadde corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Amperímetros de escala 0-15 A

Nº	120	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Con bornas de conexión. Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Amperímetros de escala 0-5 A

Nº	121	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Con bornas de conexión. Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Comparador medioambiental HUCOA-ERLÖSS

Nº	122	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				
Marca: GRIFFIN				

Medidor de conductividad W. G. PYE & C^o LTD.

Nº	123	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Cambridge (Inglaterra).

Nº: AN22014. 100 microamperios.

La conductividad eléctrica es la capacidad de un cuerpo o medio para conducir la corriente eléctrica, es decir, para permitir el paso a través de él de partículas cargadas, bien sean los electrones (los transportadores de carga en conductores metálicos o semimetálicos) o iones (los que transportan la carga en disoluciones de electrolitos). La conductividad es la inversa de la resistividad y su unidad es el S/m (siemens por metro) o $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$. Usualmente la magnitud de la conductividad (σ) es la proporcionalidad entre el campo eléctrico E y la densidad de corriente de conducción J ($J = \sigma \cdot E$).

Intercambiador de calor

Nº	124	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico. Un intercambiador típico es el radiador del motor de un automóvil, en el que el fluido refrigerante, calentado por la acción del motor, se refrigera por la corriente de aire que fluye sobre él y, a su vez, reduce la temperatura del motor volviendo a circular en el interior del mismo.

Milivoltímetro MVT-300

Nº	125	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: ZURC.

Modelo: C Z 5.

Frecuencia: 2 Hz - 2 MHz.

Instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Potenciómetro termopar DERRITRON INSTRUMENTS LTD.STROUD GLOS.

Nº	126	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Voltímetro a válvula RETEX-KIT múltiples escalas CC-CA

Nº	127	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Modelo: V V 1.

Nº: 20885.

Intensidad: 200 microamperios.

Instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Rectificador 24 W

Nº	128	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Resistencias

Nº	129	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Componente que se opone al paso de la corriente, haciéndola disminuir.

Carpeta de montaje S.T. Novelda

Nº	130	Año	Julio1972	Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				
Hidroeléctrica Española S.A. – elecnor				

Speedivac - High Vacuum Oil

Nº	131	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Edwards High Vacuum Ltd. Manor Royal - Crawley - Sussex – Inglaterra

Termómetro de escala 20-1600°C

Nº	132	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Voltaje: 16,62 mV. Resistencia: $110 \pm 1,5$ ohmios. Instrumento de medición de temperatura.

Amperímetro de escala 100-0-100 mA

Nº	133	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Con bornas de conexión. Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Manómetro de escalas 0-250 kg/cm² y 0-10 kg/cm²

Nº	134	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Aparato que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Esencialmente se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases.

Manómetro de escala 0-250 kg/cm²

Nº	135	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Nº: 492653-58.

Aparato que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Esencialmente se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases.

Manómetro de escala 0-63 kg/cm²

Nº	136	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Temperatura: 22°C. Aparato que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Esencialmente se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases.

Juego de pesas para balanza

Nº	137	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Caja de décadas

Nº	138	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Caja de resistencias donde la variación se realiza en múltiplos de 10: 0'1 a 1 ohmio, 1 a 10 ohmios, 10 a 100 ohmios, etc.

Electroimán

Nº	139	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente. En 1819, el físico danés Hans Christian Orsted descubrió que una corriente eléctrica que circula por un conductor produce un efecto magnético que puede ser detectado con la ayuda de una brújula. Basado en sus observaciones, el electricista británico William Sturgeon inventó el electroimán en 1825. El primer electroimán era un trozo de hierro con forma de herradura envuelto por una bobina enrollada sobre él. Sturgeon demostró su potencia levantando 4 kg. con un trozo de hierro de 200 g. envuelto en cables por los que hizo circular la corriente de una batería. Sturgeon podía regular su electroimán, lo que supuso el principio del uso de la energía eléctrica en máquinas útiles y controlables, estableciendo los cimientos para las comunicaciones electrónicas a gran escala.

Disco o volante de inercia

Nº	140	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Elemento totalmente pasivo, que únicamente aporta al sistema una inercia adicional de modo que le permita almacenar energía cinética. Este volante continúa su movimiento por inercia cuando cesa el par motor que lo propulsa. De esta forma, el volante de inercia se opone a las aceleraciones bruscas en un movimiento rotativo. Así se consiguen reducir las fluctuaciones de velocidad angular, es decir, se utiliza el volante de inercia para suavizar el flujo de energía entre una fuente de potencia y su carga. En la actualidad numerosas líneas de investigación están abiertas a la búsqueda de nuevas aplicaciones de los volantes.

Caja de décadas

Nº	141	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Caja de resistencias donde la variación se realiza en múltiplos de 10: 0´1 a 1 ohmio, 1 a 10 ohmios, 10 a 100 ohmios, etc.

Caja de décadas

Nº	142	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Caja de resistencias donde la variación se realiza en múltiplos de 10: 0´1 a 1 ohmio, 1 a 10 ohmios, 10 a 100 ohmios, etc.

Caja de décadas

Nº	143	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Caja de resistencias donde la variación se realiza en múltiplos de 10: 0'1 a 1 ohmio, 1 a 10 ohmios, 10 a 100 ohmios, etc.

Amperímetro de escala 0-15 A

Nº	144	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Con bornas de conexión. Nº: D24314. Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Amperímetro de escala 100-0-100 mA

Nº	145	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Con bornas de conexión. Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Voltímetro de escala 0-250 V

Nº	146	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Con bornas de conexión. Nº: D21167. Instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Conjunto de lupas

Nº	147	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Instrumento óptico cuya parte principal es una lente convergente que se emplea para obtener una visión ampliada de un objeto. Montada en un soporte, generalmente circular, que dependiendo de su diseño y del uso específico en cierta aplicación, puede o no tener un mango para facilitar su manejo o estar montada en un soporte. Las aplicaciones más comunes son para leer textos con letra muy pequeña, o para ver en detalle alguna particularidad de un determinado objeto. Consta de una lente convergente de corta distancia focal, que desvía la luz incidente de modo que se forma una imagen virtual ampliada del objeto. La imagen se llama virtual porque los rayos que parecen venir de una base parecieran pasar realmente por la lupa. Puede interpretarse su funcionamiento a través de la imagen virtual y aumentada que produce; pero su correcto uso (ha de estar justo delante del ojo, y el objeto ha de estar en el foco de la lente, para obtener una imagen en el infinito y una visualización relajada, al no estar trabajando los músculos ciliares para enfocar al infinito) sugiere otro razonamiento: puesto que el tamaño apreciado depende del de la imagen final en la retina, dada por el sistema óptico completo (lupa más ojo), lo que permite la lupa es obtener un aumento angular. El máximo tamaño angular se consigue acercando el objeto al ojo, pero este es incapaz de enfocar a distancias más cercanas del punto próximo. La lupa, superpuesta al ojo, permite acercar éste, de forma que el objeto subtienda un mayor ángulo. Las lupas pueden ser de distintas curvaturas y, proporcionalmente, la lente puede tener cierto grado de magnificación. Generalmente, las lupas de mayor diámetro son más potentes (menor distancia focal), ya que permiten una mayor curvatura de sus superficies, al ser necesariamente el cristal estrecho en la periferia y grueso en el centro. La lupa eléctrica o electrolupa es utilizada en ingeniería moderna (naval, aeronáutica, nuclear, etc.) desde principios del siglo pasado.

Esferas de Magdeburgo o de Otto von Guericke

Nº	148	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Otto von Guericke (1602-1686) realizó el experimento, conocido como “experimento de Magdeburgo”. Para la experiencia se usaron 16 caballos, en dos grupos de 8, tirando en direcciones opuestas de un recipiente compuesto por dos hemisferios de 50 cm. de diámetro, adosados entre sí. Guericke mostró mediante ese experimento que, cuando el recipiente estaba vaciado de aire (es decir, cuando se le extraía el aire con una bomba -otro gran problema para esa época), la fuerza de los 16 caballos era incapaz de separar los hemisferios. Ello se debe a la presión del aire circundante, que supera la fuerza de esos caballos de tiro. En cambio, cuando el recipiente contiene aire, una fuerza insignificante consigue despegar los hemisferios. Estas curiosas demostraciones de los efectos del vacío se hallan convenientemente explicadas e ilustradas en la obra de Guericke “Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio” (Amsterdam, 1672).

Medidor de caudal

Nº	149	Año	1862	Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marsella (Francia).

Mide volúmenes de líquidos.

Medidor de caudal

Nº	150	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Mide volúmenes de gases.

Calorímetro

Nº	151	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Instrumento que sirve para medir las cantidades de calor suministradas o recibidas por los cuerpos. En un caso ideal de transferencia de calor se puede hacer una simplificación: que únicamente se consideren como sustancias intervinientes a las sustancias calientes y frías entre las que se produce la transferencia de calor y no los recipientes, que se considerarían recipientes adiabáticos ideales, cuyas paredes con el exterior serían perfectos aislantes térmicos (calorímetro); el caso real más parecido sería un termo o un saco de dormir con relleno de plumas.

Termómetro de gas a volumen constante

Nº	152	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Termómetro muy exacto. Generalmente, se utilizan para calibrar otros termómetros.

Puente de Wheatstone. Escala graduada en 50 cm. Conexiones visibles.

Nº	153	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Un puente de Wheatstone se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de los brazos del puente. Estos están constituidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado, siendo una de ellas la resistencia bajo medida. Variantes del puente de Wheatstone se pueden utilizar para la medida de impedancias, capacitancias e inductancias. La disposición en puente también es ampliamente utilizada en instrumentación electrónica. Para ello, se sustituyen una o más resistencias por sensores, que al variar su resistencia dan lugar a una salida proporcional a la variación.

Avómetro

Nº	154	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales(tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y posteriormente se han introducido los digitales cuya función es la misma (con alguna variante añadida).

Reostatos

Nº	155	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Resistor de resistencia variable. Tipo constructivo concreto de potenciómetro que recibe comúnmente este nombre en vez del de potenciómetro al tratarse de un dispositivo capaz de soportar tensiones y corrientes muchísimo mayores, y de disipar potencias muy grandes.

Mecheros o Quemadores Bunsen

Nº	156	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Instrumento utilizado en laboratorios científicos para calentar o esterilizar muestras o reactivos químicos. Inventado por Robert Bunsen en 1857, provee una transmisión muy rápida de calor intenso en el laboratorio. Es un quemador de gas del tipo de premezcla y la llama es el producto de la combustión de una mezcla de aire y gas. El quemador tiene una base pesada en la que se introduce el suministro de gas. De allí parte un tubo vertical por el que el gas fluye atravesando un pequeño agujero en el fondo de tubo. Algunas perforaciones en los laterales del tubo permiten la entrada de aire en el flujo de gas (gracias al efecto Venturi) proporcionando una mezcla inflamable a la salida de los gases en la parte superior del tubo donde se produce la combustión, muy eficaz para la química avanzada. La cantidad de gas, y por lo tanto de calor de la llama, puede controlarse ajustando el tamaño del agujero en la base del tubo. Si se permite el paso de más aire para su mezcla con el gas la llama arde a mayor temperatura (apareciendo con un color azul). Si los agujeros laterales están cerrados el gas sólo se mezcla con el oxígeno atmosférico en el punto superior de la combustión ardiendo con menor eficacia y produciendo una llama de temperatura más fría y color rojizo o amarillento, la cual se llama "llama segura" o "llama luminosa". Esta llama es luminosa debido a pequeñas partículas de hollín incandescentes. La llama amarilla es considerada "sucia" porque deja una capa de carbón sobre la superficie que está calentando. Cuando el quemador se ajusta para producir llamas de alta temperatura, éstas (de color azulado) pueden llegar a ser invisibles contra un fondo uniforme. Si se incrementa el flujo de gas a través del tubo mediante la apertura de la válvula aguja crecerá el tamaño de la llama. Sin embargo, a menos que se ajuste también la entrada de aire, la temperatura de la llama descenderá porque la cantidad incrementada de gas se mezcla con la misma cantidad de aire, dejando a la llama con poco oxígeno.

Matraces

Nº	157	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Recipiente de cristal donde se mezclan las soluciones químicas, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, que se usa para contener líquidos.

Probetas

Nº	158	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Instrumento volumétrico, que permite medir volúmenes. Sirve para contener líquidos. Está formado por un tubo generalmente transparente de unos centímetros de diámetro, y tiene una graduación (una serie de marcas grabadas) desde 0 ml hasta el máximo de la probeta, indicando distintos volúmenes. En la parte inferior está cerrado y posee una base que sirve de apoyo, mientras que la superior está abierta (permite introducir el líquido a medir) y suele tener un pico (permite verter el líquido medido). Generalmente, miden volúmenes de 25 ó 50 ml, pero existen probetas de distintos tamaños; incluso algunas pueden medir un volumen de hasta 2000 ml. Puede estar constituido de vidrio (lo más común) o de plástico. En este último caso puede ser menos preciso; pero posee ciertas ventajas, por ejemplo, es más difícil romperla, y no es atacada por el ácido fluorhídrico (ácido que no se puede poner en contacto con el vidrio, ya que se corroe, y en este caso la probeta sí lo soporta).

Picnómetros

Nº	159	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Frasco con un cierre sellado de vidrio que dispone de un tapón provisto de un finísimo capilar, de tal manera que puede obtenerse un volumen con gran precisión. Esto permite medir la densidad de un fluido, en referencia a la de un fluido de densidad conocida como el agua o el mercurio. Normalmente, para la determinación de la densidad de algunos productos especiales como las pinturas, se utilizan picnómetros metálicos. Si el frasco se pesa vacío, luego lleno de agua, y luego lleno del líquido problema, la densidad de éste puede calcularse sencillamente. La densidad de partículas de un árido (por ejemplo, polvo), que no puede determinarse con el simple método de pesar, puede obtenerse con el picnómetro. El polvo se pone en el picnómetro, que se pesará, dando el peso de la muestra de polvo. A continuación, se completa el llenado del picnómetro con un líquido, de densidad conocida, en el que el polvo sea completamente insoluble. El peso del líquido desplazado podrá luego determinarse, y así hallar la gravedad específica del polvo.

Dilatómetros

Nº	160	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Instrumento científico utilizado para medir la expansión/contracción relativa (cambio de volumen) de sólidos en diferentes temperaturas. Un uso familiar de dilatómetro es el termómetro de mercurio, en el cual el cambio en el volumen de la columna del líquido se lee de una escala graduada. Como el mercurio tiene una expansión termal bastante constante sobre gamas de temperaturas normales, los cambios de volumen se pueden relacionar directamente con la temperatura. La definición termodinámica de la expansión térmica es también un parámetro importante de la ingeniería. Los dilatómetros han sido usados para control de calidad en materiales o en producción.

Pipeta

Nº	161	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Instrumento de laboratorio que se utiliza para medir o transvasar pequeñas cantidades de líquido. Suelen ser de vidrio. Está formado por un tubo transparente que termina en una de sus puntas de forma cónica, y tiene una graduación indicando distintos volúmenes. Los dos tipos de pipeta que se utilizan en los laboratorios con más frecuencia son: 1) Pipeta de Mohr o graduada, que mide distintos volúmenes de líquido, ya que lleva una escala graduada. 2) Pipeta de vertido, que posee un único enlace circular en su parte superior, por lo que sólo puede medir un volumen. La capacidad de una pipeta oscila entre menos de 1 ml y 100 ml. En ocasiones se utilizan en sustitución de la probeta, cuando se necesita medir volúmenes de líquidos con más precisión.

Platinas

Nº	162	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Base plana, de vidrio, donde se ponen las preparaciones para su observación en el microscopio.

Intercambiador de calor

Nº	163	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Un intercambiador de calor es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico. Un intercambiador típico es el radiador del motor de un automóvil, en el que el fluido refrigerante, calentado por la acción del motor, se refrigera por la corriente de aire que fluye sobre él y, a su vez, reduce la temperatura del motor volviendo a circular en el interior del mismo.

Intercambiador de calor con resistencia

Nº	164	Año		Situado en los departamentos de física
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: GRIFFIN & GEORGE LTD. – Londres (Gran Bretaña).

VOLTAJE: 6V.

Motor M3BP 355SMC 6 B3

Nº	165	Año		Motor
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Nº: 0341-010634836.

Conexión estrella-triángulo.

VALORES MÁXIMOS:

Potencia: 300 kW.

Velocidad de giro: 1600 r.p.m.

Intensidad: 486 A.

Factor de potencia: 0´81 a 0´84.

Peso: 1620 kg.

Motor

Nº	166	Año		Motor
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: WESTINGHOUSE - Manchester - Inglaterra. Nº

serie: C522L15/1

Motor M2CA 3155MA 4 B35

Nº	167	Año	2006	Motor
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Equilibrado con media chaveta.

Nº: 0605-010733198

Conexión triángulo-estrella.

VALORES MÁXIMOS:

Voltaje: 690 V.

Intensidad: 254 A.

Potencia: 150 kW.

Velocidad de giro: 1784 r.p.m.

Frecuencia: 50-60 Hz.

Factor de potencia: 0´84 a 0´87. Peso:

750 kg.

Motor

Nº	168	Año		Motor
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: SIEMENS - SCHUCKERT. Nº:
1900429D.

Motor

Nº	169	Año		Motor
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: SIEMENS INDUSTRIA ELÉCTRICA, S.A.

Nº: 63837.

Voltaje: 130 V.

Intensidad: 24'6 A.

Potencia: 3'2 kW.

Velocidad de giro: 1400 r.p.m.

Motor

Nº	170	Año		Motor
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: SIEMENS INDUSTRIA ELÉCTRICA, S.A.

Nº: 171621.

Voltaje: 220/380 V.

Intensidad: 26/15'1 A.

Potencia: 7'5 kW.

Frecuencia: 50 Hz.

Velocidad de giro: 2910 r.p.m.

Motor

Nº	171	Año		Motor
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: SIEMENS INDUSTRIA ELÉCTRICA, S.A.

Nº: 63838.

Voltaje: 130 V.

Intensidad: 24´6 A.

Potencia: 3´2 kW.

Velocidad de giro: 1400 r.p.m.

Torno

Nº	172	Año		Situado en los departamentos de tecnologías de fabricación
Departamento	Mecánica			
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Marca: CUMBRE.

Modelo: 022.

VELOCIDADES DE GIRO MÁXIMAS:

Correa del motor a la izquierda (velocidades serie rápida): $n = 1518$ r.p.m.

Correa del motor a la derecha (velocidades serie normal): $n = 1170$ r.p.m.

Distintos tipos de viruta

Nº	173	Año	
Departamento	Mecánica		
Laboratorio	Tecnología Mecánica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Máquina de Atwood

Nº	174	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



La máquina de Atwood fue inventada en 1784 por George Atwood como un experimento de laboratorio para verificar las leyes mecánicas del movimiento uniformemente acelerado. La máquina de Atwood es una demostración común en las aulas usada para ilustrar los principios de la Física, específicamente en Mecánica. La máquina de Atwood consiste en dos masas, m_1 y m_2 , conectadas por una cuerda inelástica de masa despreciable con una polea ideal de masa despreciable. Cuando $m_1 = m_2$, la máquina está en equilibrio neutral a pesar de la posición de los pesos. Cuando $m_2 > m_1$, ambas masas experimentan una aceleración uniforme.

Crisoles

Nº	175	Año	
Departamento	Mecánica		
Laboratorio	Tecnología Mecánica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



El crisol es una cavidad en los hornos que recibe el metal fundido. El crisoles un aparato que normalmente está hecho de grafito con cierto contenido de arcilla y que puede soportar elementos a altas temperaturas, ya sea el oro derretido o cualquier otro metal, normalmente a más de 500

°C. Algunos crisoles aguantan temperaturas que superan los 1500 °C. También se le denomina así a un recipiente de laboratorio resistente al fuego y utilizado para fundir sustancias. Es utilizado en los análisis gravimétricos. Uno de los usos más primitivos del crisol fue la elaboración y obtención del platino para hacer metales acrisolados. Más recientemente, los metales tales como el níquel y el circonio se han empleado en el crisol. Los metales acrisolados se elaboran, o se trabajan a grandes temperaturas para ser incluidos en una especie de molde. Los moldes permiten que los gases se expandan y se liberen durante su enfriamiento. Los moldes se pueden fabricar de muchas formas y de varios tamaños, pero rara vez de tamaños de menos de 10—15 milímetros; en estos casos suelen ser de porcelana.

Matriz moldeo arena

Nº	176	Año	
Departamento	Mecánica		
Laboratorio	Tecnología Mecánica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			




Sección de motor de 4 tiempos

Nº	177	Año	
Departamento	Física Aplicada		
Laboratorio	Termodinámica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Se denomina motor de cuatro tiempos al motor de combustión interna alternativo tanto de ciclo Otto como ciclo del diésel, que precisa cuatro, o en ocasiones cinco, carreras del pistón o émbolo (dos vueltas completas del cigüeñal) para completar el ciclo termodinámico de combustión. Estos cuatro tiempos son: admisión, compresión, expansión y escape.

Dinamómetro

Nº	178	Año	1957	
Departamento	Física Aplicada			
Laboratorio	Física			
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

El dinamómetro es un instrumento de medición destinado a medir fuerzas o pesar objetos. El dinamómetro tradicional se basa en la ley de Hooke que establece que la elongación de un resorte es proporcional a la fuerza que actúa sobre él (“como al estiramiento, así la fuerza”, se decía en su enunciado original de 1660, aunque publicado en 1678). Los instrumentos más básicos de este tipo constan de un muelle (de hecho, en inglés, a este tipo de dinamómetros se le llama “spring balance”), generalmente contenido en un cilindro, y presentan dos ganchos o anillas, uno en cada extremo, el superior para colgar el propio aparato y el inferior para colgar el peso a medir. Al colgar un peso o al ejercerse una fuerza sobre el gancho inferior, el cursor de otro cilindro interior se mueve sobre la escala, indicando el valor de la fuerza a medir. Tras la publicación de las leyes básicas de la Mecánica por parte de Newton (1687), este tipo de dinamómetros fue desarrollado, ya de modo industrial, por el fabricante de muelles inglés Richard Salter hacia 1770, fundando la Salter Company en 1782, empresa que aún hoy fabrica todo tipo de básculas bajo el nombre de Salter Housewares, que además tiene ya sedes en Estados Unidos y Canadá.

El dinamómetro aquí presentado, que funciona mediante un sistema de muelles de ballesta de acero importado de gran calidad, presenta subdivisiones de 20 en 20 kg y su rango total de medición llega hasta los 2000 kg. Este aparato fue fabricado por la empresa Martin Marten, con sedes en Barcelona y Sevilla y una delegación distribuidora en Madrid, hacia 1957 (según consta en un folleto publicitario en que la empresa anuncia además relojes industriales y otros aparatos de medición). El nombre de la empresa procede del fabricante de origen prusiano Martin Marten, que vino a España para montar en 1897 una delegación en Sevilla de la fábrica alemana dedicada a la producción de piezas de acero y maquinaria en general. Tras un gran aumento del negocio, especialmente con la construcción de máquinas de vapor para la extracción del aceite de oliva, la sociedad Martin Marten abrió una sede en Barcelona, convirtiéndose en la central, mientras Sevilla pasaba a ser fábrica y sucursal.

Matriz de estampación

Nº	179	Año	
Departamento	Mecánica		
Laboratorio	Tecnología Mecánica		
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Medidor portátil de resistencias eléctricas

Nº	180	Año	1940
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Prof. D. Julián Pecharromán Sacristán		
Dimensiones	23 x 17,5 x 17,5 cm		
Descripción ó historia:			



Este equipo permite determinar el valor de resistencias eléctricas por comparación. Para ello, dispone en su interior de una resistencia eléctrica conocida y el circuito no necesita fuente de alimentación externa, ya que incluye un generador de manivela que produce la corriente de trabajo al girar un dispositivo de bobina e imanes; ello permite que el equipo pueda ser usado en cualquier parte. Como detector, dispone de un galvanómetro que queda en posición vertical al abrir la caja del equipo y cuya lectura se realiza tras accionar un pulsador interno situado en la parte izquierda de dicha caja.

El equipo, muy robusto y pesado, debido a los dos grandes imanes de herradura del sistema inductor de corriente, viene dentro de una caja de madera portátil, de 23 cm x 17,5 cm x 17,5 cm, con cierre de llave y asa metálica con mango de madera.

Este equipo, con número de serie 1458, y donado a nuestra Escuela por el profesor de la misma D. Julián Pecharromán Sacristán, fue fabricado, probablemente hacia 1940, en la prestigiosa casa alemana de instrumentación Hartmann & Braun en Frankfurt, empresa que había sido fundada en 1879 por el empresario Wilhelm Eugen Hartmann y el industrial Wunibald Braun y que, a partir de 1920, se haría famosa también por sus equipos de control. En la actualidad, aún existe esta empresa, pero formando parte del grupo ABB nacido en Zurich tras una gran fusión en 1988 y que es una referencia mundial, entre otras cosas, en equipos digitales para la industria.

Cuenta revoluciones universal

Nº	181	Año	1926
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Prof. D. Julián Pecharromán Sacristán		
Dimensiones	14 x 11 x 3,5 cm		
Descripción ó historia:			



Este cuentarrevoluciones mecánico sirve para medir, sin necesidad de cronómetro auxiliar, el número de revoluciones de una máquina o de un motor. Para ello, se apoya el husillo al eje del motor y un cronómetro interno mide, durante tres segundos, el número de vueltas que se lee sobre una doble escala circular numerada en negro: la aguja pequeña indica los miles de rpm, mientras la grande lee las unidades con precisión de 2 rpm (en el rango 0-10000 rpm).

Este instrumento de precisión también sirve para medir los metros recorridos por minuto, por ejemplo, por una herramienta de corte. Para ello, se coloca el rodillo de goma sobre la punta del husillo y se pone en contacto con la superficie cuyo avance se quiere medir, procediéndose de la misma manera que antes, pero leyendo ahora sobre las escalas rojas.

Este medidor, que, con accesorios y su estuche de madera forrada (de 14 cm x 11 cm x 3,5 cm), pesa 375 g, ha sido donado a la Escuela por el profesor de la misma D. Julián Pecharromán Sacristán, e incluye breves instrucciones en alemán, francés y castellano.

Fue fabricado en 1926 por la prestigiosa empresa de instrumentos de precisión suiza Hasler en Berna y costó 155 pesetas; en su parte posterior aparece la inscripción S.G.D.G. 459775 64968 (estas cuatro letras indican, en francés, que la patente se concede sin garantías gubernamentales, evitando así responsabilidades oficiales del Estado) y tiene el número de serie 14054. El origen de esta empresa se remonta a 1865 cuando Gustav

A. Hasler crea, junto con Heinrich Albert Escher, una fábrica de equipos telegráficos, si bien pronto se especializaría en el diseño de instrumentos científicos de precisión y, más tarde, en equipos de telefonía.

Cuenta revoluciones universal

Nº	182	Año	1926
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Prof. D. Julián Pecharromán Sacristán		
Dimensiones	14 x 11 x 3,5 cm		
Descripción ó historia:			



Este cuentarrevoluciones mecánico sirve para medir, sin necesidad de cronómetro auxiliar, el número de revoluciones de una máquina o de un motor. Para ello, se apoya el husillo al eje del motor y un cronómetro interno mide, durante tres segundos, el número de vueltas que se lee sobre una doble escala circular numerada en negro: la aguja pequeña indica los miles de rpm, mientras la grande lee las unidades con precisión de 2 rpm (en el rango 0-10000 rpm).

Este instrumento de precisión también sirve para medir los metros recorridos por minuto, por ejemplo, por una herramienta de corte. Para ello, se coloca el rodillo de goma sobre la punta del husillo y se pone en contacto con la superficie cuyo avance se quiere medir, procediéndose de la misma manera que antes, pero leyendo ahora sobre las escalas rojas.

Este medidor, que, con accesorios y su estuche de madera forrada (de 14cm x 11 cm x 3,5 cm), pesa 375 g, ha sido donado a la Escuela por el profesor de la misma D. Julián Pecharromán Sacristán, e incluye breves instrucciones en castellano.

Este tipo de modelo fue fabricado desde 1926 por la prestigiosa empresa de instrumentos de precisión suiza Hasler en Berna y costó 800 pesetas cuando fue adquirido en 1973 en la distribuidora madrileña La Técnica Industrial, S.L; en su parte posterior aparece la inscripción S.G.D.G. 459775 64968 (estas cuatro letras indican, en francés, que la patente se conceden garantías gubernamentales, evitando así responsabilidades oficiales del Estado) y tiene el número de serie 17560. El origen de esta empresa se remonta a 1865 cuando Gustav A. Hasler crea, junto con Heinrich Albert Escher, una fábrica de equipos telegráficos, si bien pronto se especializaría en el diseño de instrumentos científicos de precisión y, más tarde, en equipos de telefonía.

Multímetro portátil

Nº	183	Año	1950
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Prof. D. Julián Pecharromán Sacristán		
Dimensiones	16,5 x 7,5 x 3,5 cm		
Descripción ó historia:			



Este multímetro analógico, que actúa mediante la corriente que pasa por un galvanómetro de aguja, permite medir tanto diferencias de potencial como resistencias eléctricas. La escala de resistencias va de 0 a 200000 Ω , si bien el rango central de medida, más preciso, es hasta 5000 Ω (la precisión permite apreciar hasta 50 Ω en el rango 0-500 Ω). En cuanto al voltímetro, permite medir en el rango 0-240 V con precisión de 10 V como su menor división.

El aparato, de dimensiones 16,5 cm x 7,5 cm x 3,5 cm, está estuchado en una rústica caja de madera barnizada en cuya parte inferior va insertada una pila de tipo petaca de 4,5 V. Este multímetro, que aún presenta susdos antiguos cables de conexión para hacerlo actuar bien como voltímetro, bien como ohmímetro, ha sido donado a la Escuela por el profesor de la misma D. Julián Pecharromán Sacristán y podría haber sido fabricado, de modo artesanal, hacia 1950.

Calculadora científica

Nº	184	Año	1974
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Prof. D. Eduardo Faleiro Usanos		
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



La calculadora Casio FX-10, la primera de la serie de calculadoras científicas de bolsillo de esta empresa nipona, ofrecía, además de las funciones de operaciones básicas, un conjunto de 10 teclas para funciones científicas más avanzadas (trigonométricas, logaritmos, exponencial, potencias, raíz cuadrada, inversa, grados, minutos y segundos sexagesimales y tecla del número pi), algo bastante sencillo, pero suficiente y útil para una época en la que dominaban estas máquinas más populares y relativamente asequibles, si bien ya existían algunas más avanzadas, e incluso programables, tanto de Hewlett-Packard como de Texas Instruments. Su denominación, FX-10, procede de que, como se ha indicado, tenía 10 “funciones científicas” (palabras normalmente abreviadas con las letras “FX”).

La Casio FX-10, con una resistente carcasa de plástico rígido gris, y con dimensiones de 9,5 cm x 15,0 cm x 3,3 cm y 330 g de peso (incluyendo las pilas), tenía 8 dígitos en su pantalla de tubo fluorescente azul verdoso (aunque no presentaba las potencias de 10), funcionaba con cuatro pilas de 1,5 V, e incluía una conexión para la CA de la red doméstica, siendo su consumo de 0,45 W.

Esta calculadora, donada por el profesor de la Escuela D. Eduardo Faleiro Usanos, es de 1974 y fue fabricada en Tokio (Japón), por la empresa Casio Computer Co., Ltd., que había sido fundada en 1946 por el ingeniero y empresario nipón Tadao Kashio (1917-1993). Esta máquina, que costaba nada menos que unos 100 \$ de entonces (unos 564 \$ de hoy en día), fue muy popular en España, en una época en la que esta empresa japonesa también empezaba a distribuir en Europa sus atractivos relojes digitales de pulsera, como fue el caso del famoso Casiotron, el primero con pantalla LCD, flecha indicadora de avance de segundos y un calendario totalmente automático. Hoy, esta prestigiosa casa japonesa sigue fabricando no sólo excelentes calculadoras y relojes digitales (ya a precios muy asequibles), sino también teclados electrónicos para música, cámaras digitales, cajas registradoras con pantalla digital para comercio, proyectores para ordenador, etc.

Marmita de Papin

Nº	185	Año	Ca. 1960
Departamento			
Laboratorio	Física y Termotecnia		
Procedencia			
Dimensiones	17,5 cm x 11,5 cm x 34,5 cm		
Descripción ó historia:			



La marmita de Papin es un recipiente cilíndrico de metal, con paredes muy gruesas y resistentes, y con una tapadera que se cierra herméticamente mediante un grueso tornillo vertical. En su interior se introduce agua para calentarla a alta temperatura y, mediante una válvula de seguridad que se abre automáticamente cuando la presión interior es muy elevada, se consigue mantener el líquido confinado sin peligro de que el recipiente explote. Como, al elevarse la presión interior, la temperatura de ebullición del agua se eleva, ésta puede mantenerse aún como líquida muy por encima de los 100 °C en los que, en condiciones normales, el agua se habría convertido en vapor.

Por ello, este dispositivo es el precedente de nuestras actuales ollas a presión con válvula de seguridad, en las que se puede mantener el agua líquida a unos 130 °C con unas 3 atm de presión, lo que permite cocinar los alimentos mucho más rápido. Y también es la base de los autoclaves en los que se usa vapor muy caliente para destruir microorganismos y esterilizar, por ejemplo, material quirúrgico o líquidos inyectables y viales.

La marmita de Papin fue diseñada en 1679 por el médico francés Denis Papin (1647-1712), quien la presentó en 1681 en la prestigiosa Royal Society de Londres, bajo los auspicios del ya famoso físico experimental inglés Robert Hooke (1635-1703). En realidad, la idea inicial de su marmita era para aprovechar los restos de comida y, de hecho, su inventor la denominó “un nuevo digestor o ingenio para ablandar huesos”. Así, el médico y fisiólogo suizo Victor Albrecht van Haller (1708-1777) utilizó el invento de esta marmita para comparar el estómago con una especie de máquina digestora de Papin.

Sin embargo, el invento de Papin no se materializó como olla a presión para cocinar hasta la patente doméstica de “olla express” del zaragozano José Alix en 1919 y las posteriores mejoras del alemán Alfred Vischler, quien la presentó en la Exposición Universal de Nueva York en 1939.

Pero, por otro lado, los trabajos de Papin con el vapor a presión fueron decisivos en cuanto a que el vapor producido en una caldera puede, tras su condensación (y reducción de volumen), ser aprovechado para crear un vacío succionador que sirva, por ejemplo, para elevar y achicar el agua de las minas, tal y como sucedería con la máquina de vapor del británico Thomas Savery en 1698, mejorada por el también inglés Thomas Newcomen en 1712, lo que supondría el inicio de la brillante época de las máquinas térmicas y, con ellas, de la llamada Primera Revolución Industrial.

La marmita de Papin de nuestro museo es de bronce y acero, con unas dimensiones de 17,5 cm x 11,5 cm x 34,5 cm. Tiene un sistema de cierre en forma de asa metálica, un tornillo vertical de apriete que se gira mediante una barra metálica horizontal y una válvula de seguridad que se abre para liberar la presión del vapor. Aunque no consta el fabricante ni la fecha del aparato, podría haber sido adquirida por nuestros laboratorios de Física y Termotecnia hacia 1960, si bien, por su apariencia podría haberse fabricado mucho antes.

Receptor de radio con válvulas de vacío

Nº	186	Año	1948
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	D. Jorge López Galera		
Dimensiones	39,2 cm x 21,7 cm x 27,7 cm		
Descripción ó historia:			



Un receptor de radio es un equipo electromagnético en el que, mediante un montaje eléctrico, y actuando sobre un condensador variable, se consigue que su circuito eléctrico funcione, de modo resonante, a la misma frecuencia que la de la onda electromagnética emitida por una estación de radio, esto es, sintoniza sólo la emisora que se desea escuchar. La señal eléctrica generada tras la recepción es luego amplificada y enviada a un altavoz de bobina con un imán que empuja y hace oscilar a una membrana, y que convierte, finalmente, las vibraciones eléctricas en ondas de sonido.

Tras el desarrollo de la telegrafía por cable desde 1837, surgirían los primeros deseos de transmitir información a distancia por el aire, sin la necesidad de ese medio material metálico de transporte. La primera patente de radio se debe al italiano Guglielmo Marconi (1874-1937) en 1904 (Premio Nobel de Física en 1909 por su contribución a la telegrafía sin hilos), si bien no deben olvidarse las decisivas contribuciones, entre otras, del croata de origen serbio Nikola Tesla (1856-1943) y del físico ruso Aleksandr Stepánovich Popov (1859-1906).

Los primeros receptores de radio utilizaban un cristal semiconductor de sulfuro de plomo (galena) para detectar y rectificar las ondas de radio que recibían de la antena emisora. No sería hasta 1920 cuando se iniciaría la radiodifusión comercial con fines de entretenimiento (en España, sería en 1923-24), especialmente con el desarrollo de los receptores superheterodinos por parte, entre otros, del ingeniero estadounidense Edwin Howard Armstrong (1890-1954) y del científico ruso Oleg Vladimirovich Losev (1903-1942). Este nuevo principio de recepción utiliza un proceso de mezcla de frecuencias llamado superheterodinación ("superheterodino" es una contracción de "supersónico heterodino", donde "supersónico" indica las frecuencias por encima del rango del oído humano y "heterodino" se deriva de las raíces griegas hetero- "diferentes", y -dina "poder"). En este ingenioso proceso, las ondas de entrada se combinan con las de un oscilador local interno, para convertir la señal recibida en una nueva señal de frecuencia intermedia (IF) fija, que puede ser mejor tratada, filtrada y

amplificada que la frecuencia de radio de la portadora original, lo que proporciona un nivel fijo de sensibilidad y selectividad.

Por entonces, este principio de recepción superheterodino se realizaba mediante válvulas termoiónicas de vacío (al principio, diodos, esto es, con dos terminales o electrodos) que, controlando el flujo de electrones, transformaban y amplificaban la señal recibida. Y no sería hasta 1954 cuando, tras el desarrollo de los transistores, este proceso de recepción de ondas para la radio se haría más cómodo y eficiente, además de permitir la reducción en el tamaño físico del receptor.

El receptor de radio de nuestro museo, donado por D. Jorge López Galera a través del profesor de Ingeniería Eléctrica D. Julio Amador Guerra, es del modelo Colon 154 GWK de la marca Telefunken, con el número de fábrica 1505 grabado en la tapa trasera de cartón rígido, en la que aparece un dibujo de la disposición de las cuatro válvulas. Está albergado en una caja de madera, con unas dimensiones de 39,2 cm x 21,7 cm x 27,7 cm (el uso de válvulas de vacío penalizaba la reducción de su tamaño), con un frontal de vidrio (con los diales de las emisoras grabados) y de tela (para cubrir el altavoz), y con dos botones de giro en baquelita, uno para regular el nivel de volumen y otro para sintonizar la emisora. Funciona según el principio de recepción superheterodino general (con una frecuencia intermedia, IF, de 468 kHz), con cuatro válvulas termoiónicas de vacío y tiene cinco circuitos de sintonía AM (con bandas de onda larga OL, media OM y corta OC). Su altavoz es de tipo dinámico, con imán permanente, de 14 cm de diámetro. Su alimentación es de corriente alterna (AC), a 110 V, 125 V y 220 V. Esta radio fue fabricada en 1948 en la sede de Getafe (sur de Madrid) de la empresa Telefunken Radiotécnica Ibérica.

La empresa matriz alemana Telefunken nació en 1903 en Berlín como Sociedad de Telegrafía Inalámbrica (a partir de un proyecto comercial entre AEG y Siemens & Halske) y comenzó a diseñar receptores de radio en 1923. Como en la España de los 1940s las importaciones eran políticamente obstaculizadas, si las empresas extranjeras querían vender aquí sus productos, se veían obligadas a construirlos dentro de nuestras fronteras, naciendo así la filial española de la casa alemana, la Telefunken Radiotécnica Ibérica, hacia 1942. En 1967, la Telefunken alemana se fusionó con AEG, pero cuando ésta fue comprada por Daimler, en 1985, la casa Telefunken, como tal, desapareció. Sin embargo, la marca comercial Telefunken, sigue siendo utilizada por otras compañías (unas treinta y cinco, dentro de la "Telefunken Partner Alliance", creada en 2009) gracias a la concesión de licencias para usar el prestigio de ese nombre en sus productos (televisiones, teléfonos móviles, etc.).

Generador de audio

Nº	187	Año	1952
Departamento			
Laboratorio	Ingeniería Eléctrica		
Procedencia			
Dimensiones	18,7 cm x 30,5 cm x 29,2 cm		
Descripción ó historia:			



Un generador u oscilador de audio es un instrumento electrónico que produce una señal eléctrica y luego sonora (senoidal, triangular, cuadrada, dentada, pulsos, etc.) con un tono muy puro, esto es, de una frecuencia muy determinada, normalmente entre 20 Hz y 200 kHz, aunque el rango de audición humana es sólo desde 20 Hz hasta 20 kHz. La conversión de una señal producida por un circuito oscilante eléctrico en una señal de sonido se consigue, por ejemplo, conectando un altavoz al circuito, con lo que las oscilaciones eléctricas, al pasar por una bobina de inducción, hacen oscilar un imán que empuja la membrana del altavoz dinámico, convirtiéndose en ondas sonoras.

Los generadores de audio son usados para diseñar, fabricar, mantener y diagnosticar dispositivos y equipos de sonido, tales como equipos de música, amplificadores, mezcladores y ecualizadores de sonido, altavoces, radios, teléfonos, grabadoras, etc., También se usan para sincronizar los efectos de sonido en las películas (los estudios Walt Disney Pictures usaron generadores de audio de la casa HP en su película de animación "Fantasía", en 1940), o para controlar sistemas de iluminación (por ejemplo, para sincronización de música con luces en espectáculos). Y también sirven para realizar pruebas de vibraciones mecánicas (oscilaciones forzadas, resonancias, etc.) o de alimentación en sistemas mecánicos (la señal de salida en voltios que produce el oscilador de audio se puede llevar a un transductor piezoeléctrico que convierte dicha señal eléctrica en movimiento para un sistema mecánico).

Los generadores de audio comenzaron a desarrollarse a finales de los años 1930s, entre otros, por ejemplo, por el ingeniero eléctrico estadounidense Larned Ames Meacham (1909-2002) en 1937, y, especialmente, con el modelo 200A de la empresa Hewlett-Packard en 1939. Estos primeros modelos utilizaban aún circuitos electrónicos basados en válvulas termoiónicas de vacío, puesto que, hasta la década de los 1960s, la utilización de transistores en los generadores de audio no fue una realidad, mejorando estos equipos y permitiendo la reducción en su tamaño.

El generador de audio de nuestro museo, procedente de los laboratorios de Ingeniería Eléctrica de nuestra Escuela, es del modelo 200AB de la empresa norteamericana HP

(Hewlett-Packard), con número de serie 234 15885, y fue fabricado en Palo Alto (California), en 1952. Este equipo puede generar ondas sinusoidales con una excelente respuesta, relativamente plana, en el rango de 20 Hz a 40 kHz, y su excelente amplificador introduce muy poca distorsión. Su precio, en la época de su comercialización, era de unos muy asequibles 170 dólares (unos 1700 dólares de hoy en día).

Su circuito, con seis válvulas de vacío, consta de una sección del oscilador, una sección del amplificador y una sección de la fuente de alimentación. La selección de la frecuencia a generar se realiza mediante un enorme dial central, un disco metálico de unos 15 cm de diámetro, con 72 divisiones que cubren de 20 a 200 Hz, y cuyo valor va multiplicado por el factor seleccionado mediante el botón inferior de rango hasta x200 (llegando así hasta los 40 kHz) y tiene, en la parte inferior del disco, un pequeño botón indicador que hace de nonius para regular la frecuencia con mayor precisión. El botón inferior derecho es el de amplitud, un potenciómetro para regular la amplitud del voltaje aplicado al amplificador y, por tanto, para definir la amplitud del voltaje de la señal de salida. El aparato es todo de metal gris, con rejillas de ventilación y con asa de cuero para transportarlo, funciona a 115/230 V CA y, con una masa de unos 6,5 kg, tiene unas dimensiones de 18,7 cm x 30,5 cm x 29,2 cm y, en su etiqueta metálica en la parte trasera figura el número SER 234 15885.

La empresa HP (Hewlett-Packard) fue creada en 1939 por los ingenieros de la Universidad de Stanford William R. Hewlett (1913-2001) y David Packard (1912-1996) en un garaje de Palo Alto (California) con el fin de diseñar instrumentos de medición electrónica. Precisamente, su primer producto fue un oscilador de audio, el 200A, para la comprobación de equipos de sonido. Sería ya en la década de los 1960s cuando la compañía se introduciría en el mundo de los ordenadores (1966) y de las calculadoras electrónicas (1968), y ya en los 1980s se iniciaría en el área de las impresoras para PC, tanto de inyección de tinta (1976, aunque comercializada en 1984) como láser (1984).

Calculadora de sobremesa para contabilidad

Nº	188	Año	1977
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	31,8 cm x 25,8 cm x 8,0 cm		
Descripción ó historia:			



Las máquinas calculadoras para realizar las operaciones aritméticas básicas, al principio sólo de suma y resta, tienen sus orígenes en el s. XVII, especialmente con la diseñada en 1642 por el matemático, físico y filósofo francés Blaise Pascal (1623-1662), una máquina a base de ruedas y engranajes que se operaba mediante una manivela. Pero no sería hasta mediados de los años 1950s cuando, tras muchos modelos electromecánicos (sobre todo las Olivetti Divisumma 14, de 1947, y la Divisumma 24, de 1956), empezaría a aparecer las primeras calculadoras electrónicas, aún algo grandes, pero ya basadas, primero, en válvulas de vacío (como las británicas Anita Mark VII y VIII, de 1961) y, luego, ya con transistores (empezando, por ejemplo, con la estadounidense IBM 608, de 1958).

La Olivetti Logos 41 PD es una máquina calculadora básica, con transistores y circuitos impresos, que fue típicamente usada para contabilidad, por ejemplo, en los servicios de gestión económica de nuestra Escuela, y que, pese a su tamaño relativamente reducido, gracias al uso de transistores, incluía un sistema de rollo de papel estrecho para imprimir las operaciones.

La máquina, con carcasa de plástico rígido en gris negro, alimentada a red CA de 220 V y 50/60 Hz, con un consumo de 35 W, tiene unas dimensiones de 31,8 cm x 25,8 cm x 8,0 cm y una masa de unos 2 kg. Puede realizar operaciones de suma, resta, multiplicación y división, pero también porcentajes y cálculo de precios con tanto por ciento de descuento. Dispone de selectores de redondeo y de número de decimales, puede acumular totales y tiene una tecla delta para guardar términos constantes. Su pantalla tiene 12 dígitos en color verde. Su sistema de impresión es de impacto mediante 10 agujas, sobre cartucho de cinta de nailon, que pueden imprimir 20 caracteres por línea sobre el papel blanco de un rollo de 5,7 cm de ancho.

Esta calculadora, fabricada en España y con número de serie 8232784, fue diseñada en 1977 por el equipo del famoso arquitecto y diseñador italiano Mario Bellini (1935-), quien, desde 1963, era Consultor Jefe de Diseño de la casa Olivetti. Ya en 1965, había diseñado la Olivetti Programma 101, considerada una de las primeras calculadoras de sobremesa programables. Y, en 1987, diseñaría la máquina de escribir portátil


electrónica Olivetti ETP 55, que forma parte, nada menos, que de la colección permanente del Museo de Arte Moderno (MOMA) de Nueva York.

La empresa Olivetti fue fundada en 1908 en Ivrea, cerca de Turín, por el físico, ingeniero y empresario italiano Camillo Olivetti (1868-1943), como fábrica de máquinas de escribir. Pero, ya en 1948, la empresa empieza a fabricar calculadoras eléctricas, introduciéndose después en la informática en los años 1960s y, a finales de los 1990s, iniciaría actividades también en el sector de las telecomunicaciones.



Nº	189	Año		Foto
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Balanza analítica

Nº	190	Año	1962	
Departamento				
Laboratorio	Termodinámica y Termotecnia			
Procedencia				
Dimensiones	20,0 cm x 33,0 cm x 39,5 cm			
Descripción ó historia:				

La balanza es un instrumento para la determinación de la masa de un objeto basándose en el equilibrio de éste frente a unas pesas de referencia, y su origen podría remontarse al Egipto quizá del 3000 a.C. por necesidades comerciales.

Las balanzas llamadas de precisión, con dos platillos y un juego de pesas para equilibrarla, serían introducidas en los laboratorios hacia 1750, especialmente por el médico, físico y químico escocés Joseph Black (1728-1799). Las balanzas analíticas son más precisas y no tiene dos platillos, sino uno y, en vez de pesas, disponen de un sistema de contrapesos internos que se hacen actuar mecánicamente (o electrónicamente, en los modelos más modernos).

Esta balanza es, dentro de las balanzas de precisión, de las llamadas analíticas de precisión especial, con capacidad de hasta 100-300 g y con una precisión de 1 mg (o de 0,1 mg en otros modelos de la misma marca y época, como el H10). Su uso es tanto para laboratorios de química, como de farmacia o en talleres de orfebrería. Es una balanza de un solo platillo mientras el equilibrio se consigue con un sistema de pesas oculto dentro de la caja del equipo y que se hacen actuar accionando unos mecanismos de mandos giratorios desde el exterior. Su sistema de funcionamiento es el llamado de "pesada por sustitución", en el que, en vez de añadir pesas hasta lograr el equilibrio, se van retirando.

La balanza tiene unas dimensiones de 20,0 cm x 33,0 cm x 39,5 cm y consiste en una carcasa de plástico moldeado en colores verde y blanco con dos puertas de vidrio correderas a los lados, evitando con ellas la entrada de polvo y las corrientes de aire, y en su interior se aloja el único platillo, hecho de aluminio. En sus laterales y en el frontal se encuentran los mandos de accionamiento y las ruedas para la lectura final de la masa en la pantalla frontal. En ésta aparecen, a la izquierda, las tres primeras cifras en gramos, después tiene una pequeña pantalla vertical iluminada eléctricamente en la que se leen los dos primeros decimales en una escala de rayas horizontales y, a su derecha, un nonius semicircular que da el tercer decimal, o sea mg (o dos decimales en

otros modelos). Con ello, las lecturas pueden ser, por ejemplo, 148,321 g (o 148,3214 g en otros modelos).

Esta balanza analítica, utilizada en el Laboratorio de Termodinámica y Termotecnia de nuestra Escuela, es del modelo H5 de la empresa E. Mettler y fue fabricada en Zúrich (Suiza) en 1962 con número de serie 58211. Tiene una capacidad de carga de hasta 160 g y una precisión de 1 mg (o de 0,1 mg en el modelo H10) —las modernas balanzas analíticas digitales llegan hasta 0,002 mg— y se conectaba a la red a 116 V. Esta empresa, la Mettler Instruments AG, fue fundada en Küsnacht (Suiza) en 1945 como compañía de mecánica de precisión por el constructor suizo Erhard Mettler (1917-2000) y hoy existe como la Mettler-Toledo, una gran empresa de instrumentos de precisión con 13500 empleados y que presta servicios en 39 países, con fábricas en EE.UU., Alemania, Gran Bretaña y China (en España, tiene su sede en Barcelona).

Balanza hidrostática

Nº	191	Año	1963
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones	35,4 cm x 17,6 cm x 53,0 cm		
Descripción ó historia:			



La balanza es, en general, un instrumento para la determinación de la masa de un objeto basándose en el equilibrio de éste frente a unas pesas de referencia, y su origen podría remontarse al Egipto quizá del 3000 a.C. por necesidades comerciales.

En el caso de la balanza llamada hidrostática se tienen dos platillos diferentes, uno en el que se coloca una tara constante y otro más corto del que se cuelga el objeto cuya densidad se quiere determinar. Para ello, se aprovecha el principio de Arquímedes puesto que, al sumergir el objeto en un recipiente con agua, disminuye el peso aparente del objeto y, volviendo a nivelar la balanza, se conoce, por diferencia de pesadas, el peso del volumen de agua desalojada por el objeto. En la práctica, primero se determina, por diferencia de dos pesadas, la masa del objeto y después, también por diferencia de dos pesadas, se determina la masa del volumen de agua desalojada al sumergir el cuerpo problema. En realidad, lo que se obtiene al final, mediante la razón de la masa del sólido y la masa del volumen de agua desalojada, es la densidad del objeto problema relativa a la densidad del agua, pero, conociendo ésta a la temperatura del agua durante el experimento gracias a unas tablas, se obtiene la densidad absoluta de dicho cuerpo.

La balanza hidrostática fue inventada por el físico italiano Galileo Galilei (1564-1642) en 1585 y fue muy usada, por ejemplo, para conocer la densidad de los diferentes metales.

Esta balanza hidrostática tiene unas dimensiones de 35,4 cm x 17,6 cm x 53,0 cm. El astil o barra horizontal de la que cuelgan los platillos de metal platinado presenta unos tornillos muy sensibles en sus extremos para ajustar el equilibrio. La base es de madera y tiene un nivel de burbuja y unas patas con tornillo de regulación para nivelar horizontalmente la balanza y las partes metálicas son de latón y aluminio. La balanza se libera mediante un tornillo metálico con cremallera. Presenta una escala con veinte divisiones, diez a cada lado del cero, y una sensibilidad de 5 mg.

Este instrumento, que fue muy usado en nuestro Laboratorio de Física para calcular la densidad de un tornillo o llave de bronce, permite una carga máxima de 250 g y, utilizando el juego de pesas apropiado (con pesas de disco de 100 g hasta 1 g y

subpesas de laminita de 500 mg hasta 5 mg), se consigue apreciar hasta 5 mg en la medida final. Según figura en su placa metálica identificativa, es del modelo denominado HIDRO, y fue fabricado por Balanzas Cobos hacia 1960, una prestigiosa empresa con sede en Barcelona que empezó construyendo balanzas, tanto de laboratorio como industriales, en 1908, actividad que aún hoy continúa. Según consta en un inventario de la Cátedra de Física y Termotecnia de diciembre de 1969, esta balanza se adquirió el 11 de junio de 1963 por un importe de 3400 ptas.

Calorímetro de Thompson

Nº	192	Año	Ca. 1923
Departamento			
Laboratorio	Termodinámica y Termotecnia		
Procedencia	Jodra Estévez		
Dimensiones			
Descripción ó historia:			



Un calorímetro es, en general, un instrumento destinado a medir el calor que cede o absorbe un cuerpo. El calorímetro de Thompson fue diseñado por el químico británico Lewis Thompson hacia 1866 y sirve para medir la potencia calorífica de un combustible, esto es, la cantidad de calor que produce la combustión de 1 kg del mismo, expresándose en J/kg (o en kcal/kg). Aunque éste es un calorímetro no muy preciso, permitía hacer comparaciones entre distintos combustibles, ofreciendo determinaciones muy rápidas de la potencia calorífica en la propia mina de la que se extraía el carbón.

El aparato consta de un cilindro pequeño de latón que hace de cámara de combustión, introduciéndose en él la mezcla a quemar: el carbón o combustible, junto con una mezcla, en proporciones adecuadas, de clorato potásico, que aporta el oxígeno para la combustión, y de nitrito potásico, que cataliza esta producción de oxígeno. Dicho cilindro se coloca dentro de una campana metálica cilíndrica alargada que se prolonga hacia arriba mediante un tubo estrecho, el cual tiene en su extremo superior una llave de paso.

Para obtener el poder calorífico del combustible, se utiliza el método de las mezclas en el que el calor cedido por el combustible, por ejemplo, un carbón, se absorbe por un baño de agua. Para ello, una vez encendida la mezcla combustible mediante una mecha, se sumerge el calorímetro metálico en un recipiente con agua, comenzando el burbujeo de la misma; cuando éste cesa, se abre la llave de paso superior con lo que entra el agua hacia dentro de la campana. Con un termómetro, se mide entonces el aumento de la temperatura experimentado por el baño de agua al absorber el calor de la combustión y, de la ecuación de balance de conservación de la energía, se obtiene la potencia calorífica del combustible.

El equipo, utilizado en el Laboratorio de Termodinámica y Termotecnia de nuestra Escuela, fue probablemente suministrado por la empresa madrileña de material para laboratorios Jodra Estévez, la cual incluía este calorímetro ya en su catálogo de 1923 (aunque quizá el ejemplar del museo no fuera adquirido hasta el curso 1957-58, en los primeros años de funcionamiento de la actual Escuela). El conjunto consta del

calorímetro de latón, de 11,5 cm de base circular y 26 cm de altura, y de los elementos auxiliares: recipiente con la muestra de carbón, mortero y maza para el molido de los componentes de la mezcla y un termómetro de mercurio, con escala de 0 a 30 °C y divisiones de 0,1 °C, hecho de vidrio con protección de latón y que presenta grabado “Establecimientos Jodra S.A.”, Madrid, con el nº de serie 10501, casa que tenía su sede en la c/Príncipe 7 de Madrid.

Centrifugadora de laboratorio

Nº	193	Año	Ca. 1960
Departamento			
Laboratorio	Química		
Procedencia	PACISA		
Dimensiones	diámetro base 24 cm y altura 20 cm		
Descripción ó historia:			



Una centrifugadora (o centrífuga) es un aparato que pone en rotación una muestra para separar los sólidos suspendidos en un líquido o para separar líquidos de diferentes densidades.


El uso de las centrifugadoras en los laboratorios de química podría haber sido introducido a mediados del siglo XIX por el químico alemán Lambert Freiherr von Babo (1818-1899). Las primeras centrifugadoras eran mecánicas y se giraban mediante una manivela. Ya en 1924, el químico sueco Theodor Svedberg (Nobel de Química 1926) potencia el uso de las ultracentrifugadoras, que alcanzan velocidades de giro de 10000 rpm (hoy ya alcanzan las 150000 rpm).

Esta centrifugadora de sobremesa, de forma troncocónica, en metal verde, tiene un diámetro en la base de 24 cm y una altura de 20 cm, con una carcasa de acero que recubre el motor con los cuatro rotores, de ángulo fijo, que sirven para alojar cuatro tubos de ensayo, protegidos mediante una tapa de seguridad en una zona de aluminio.

El aparato funcionaba conectándolo a la red a 125 V, tenía fusible de protección y su mando selector regulable permitía velocidades de giro desde 750 rpm hasta 5000 rpm.

La centrifugadora, probablemente de hacia 1960, fue usada en los Laboratorios de Química de la Escuela y su fabricante es Emas, siendo probablemente distribuida a nuestro Centro por la famosa empresa madrileña de material de laboratorios PACISA, situada en la Ronda de Atocha, muy cerca de nuestra Escuela.

Columna de tamices granulométricos

Nº	194	Año	1958	
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia	Pro-Laboratorios			
Dimensiones	15,0 cm diámetro y 7,5 cm altura			
Descripción ó historia:				

Un tamiz o cedazo granulométrico es un instrumento compuesto por un aro y una tela o malla que sirve para filtrar las partículas de un material según su tamaño; así, suele usarse para analizar el tamaño de las partículas de una arena o de un carbón. Si se colocan varios tamices en forma de torre o columna en un orden secuencial (de mayor a menor tamaño de orificio en la malla), uno encima del otro, se consigue ir filtrando (cribando) los granos por tamaño decreciente según se desciende hacia abajo de la torre. También se puede luego pesar cada tamiz y determinar los porcentajes de grano de cada tamaño presentes en la mezcla de arena original.


Aunque la criba, cedazo o tamiz para arena se ha utilizado desde las primeras construcciones en las antiguas culturas de hace varios milenios (y lo mismo sucedió en la agricultura con la criba para separar el grano de la paja y otros residuos), la granulometría como técnica metrológica habría nacido en el siglo XIX.

La sencilla técnica de granulometría mediante columna de tamices se sigue usando en la actualidad, si bien ya hay métodos mucho más precisos basados en las técnicas de imagen mediante microscopio o en el análisis de tamaños mediante difracción por luz láser, todo ello apoyado por rigurosos análisis estadísticos de los diferentes tamaños de grano.

La torre presenta un conjunto de siete tamices cilíndricos, en latón, cada uno de 15,0 cm de diámetro y 7,5 cm de altura, con su correspondiente base de filtro de tela o nailon, con diferente tamaño de agujero en la malla, el cual figura grabado en cada tamiz según el código DIN (desde 0.060 hasta 0.200). Así, 0.060 indica que el tamaño del orificio de la malla es de 0,060 mm, esto es 60 micras, correspondiente a una arena típica muy fina, mientras que, para una arena gruesa, sería típicamente de 0,500-2,000 mm. El tamiz superior de la torre se cubre mediante una tapa con asa metálica y el inferior tiene su base sólida cerrada, a modo de colector. Los diferentes tamices se enganchan entre sí para formar la torre mediante un sencillo cierre de tipo bayoneta.

Estos tamices fueron suministrados a la Escuela en 1958 (según consta en una factura del 4 de agosto de dicho año, por un importe de 4800 pesetas), por la empresa madrileña “Pro-Laboratorios”, situada en la céntrica Plaza de Santiago 2, que distribuía diversos aparatos científicos, productos químicos y materiales para laboratorios.

Piezómetro de Oersted

Nº	195	Año	Ca. 1900	
Departamento				
Laboratorio	Termodinámica			
Procedencia				
Dimensiones	15,0 cm x 57,0 cm x 6,5 cm			
Descripción ó historia:				

Aunque, a diferencia de los gases, los líquidos son muy poco compresibles, es decir, cuesta mucho reducirles su volumen aumentando la presión sobre ellos, este instrumento sirve para medir la compresibilidad, por ejemplo, del agua. En realidad, lo que se mide es el llamado coeficiente de compresibilidad isoterma, que es la variación relativa de volumen por unidad de presión aplicada sobre el fluido a temperatura constante. Así, para el caso del agua, a 25 °C, el valor de dicho coeficiente indica que, por cada atmósfera que aumentemos la presión sobre el agua, el volumen de ésta sólo disminuye en 46 partes por millón.

Con tal fin se utiliza un piezómetro, término que procede del griego “piezein”, que significa “comprimir” y de “metron”, que significa “medida”. El piezómetro de Oersted fue diseñado en 1823 por el físico y químico danés Hans Christian Ørsted (1777-1851), más conocido por sus experimentos para revelar la conexión entre electricidad y magnetismo.

En este equipo, el depósito cilíndrico de vidrio se llena de agua mediante el embudo metálico con llave que hay en la parte superior. Dentro de dicho cilindro, se sitúa otro depósito o ampolla de vidrio lleno del líquido cuya compresibilidad se quiere determinar, acabando este segundo depósito por su parte superior en un tubo capilar curvado y graduado que entra en un baño de mercurio. Girando la llave o tornillo superior del equipo se empuja un pequeño émbolo que hace aumentar la presión sobre el agua y sobre el líquido problema, con lo que se desplaza el mercurio por el capilar, pudiendo medirse así el cambio de volumen provocado por la compresión en dicho líquido. Además, el equipo lleva un termómetro para medir la temperatura del experimento y esperar a que se mantenga estable, y la presión se mide mediante un manómetro interno a partir de la reducción del volumen de aire observado en la escala graduada. Hoy, en los modernos equipos, se utilizan transductores de presión y de temperatura que transforman las señales de estas magnitudes en señales eléctricas que luego pueden ser tratadas mediante ordenador.

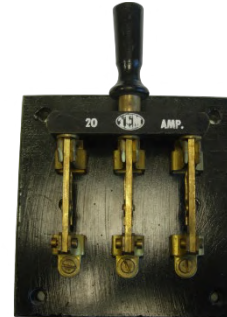
Un instrumento similar basado en este equipo es el llamado ludión (por su propósito lúdico) o diablillo de Descartes (en honor al físico francés de la primera mitad del s. XVII,

pero que habría sido diseñado en 1648 por el astrónomo y físico Raffaello Magiotti, amigo de Galileo). Es un juguete didáctico en el que, dentro del depósito grande de vidrio con agua, se introduce un pequeño recipiente, abierto por abajo, conteniendo aire en la parte de arriba y agua en la parte de abajo, y con un pequeño muñeco en su interior. Al aumentar la presión del agua mediante la acción del émbolo superior de la botella, por el principio de Pascal, éste aumento se transmite al aire del pequeño depósito comprimiéndolo, lo que hace al juguete más denso, hundiéndose hacia el fondo del depósito. Si se disminuye la presión sobre el agua, entonces el juguete vuelve a ascender y así sucesivamente. Se trata pues de visualizar la flotabilidad de un objeto en función de su densidad, de acuerdo con el principio de Arquímedes, un efecto equivalente al que aprovecha un submarino para hacer su inmersión o su emersión utilizando sus tanques de lastre de agua o de aire; así, para hundirse, el submarino llena sus tanques de aire con agua, mientras que, para subir, procede de modo inverso, esto es, inyecta aire y expulsa el agua.

El equipo, de tubo de vidrio, con sus extremos, tornillo y embudo en bronce, tiene una base circular de 15,0 cm, una altura de 57,0 cm y un diámetro del cilindro de 6,5 cm. En cuanto a la parte interna del instrumento, no se conserva el conjunto del dispositivo capilar graduado con manómetro, lo que dificultó mucho la identificación del equipo por parte del catalogador del museo. Tampoco se dispone de documentación alguna sobre el aparato, que estaba en el Laboratorio de Termodinámica de la Escuela, pero, por su semejanza con otros equipos iguales, podría haber sido fabricado en Italia hacia 1900.

Interruptor trifásico de palanca-cuchilla

Nº	196	Año	Ca. 1950
Departamento			
Laboratorio	Máquinas Eléctricas		
Procedencia			
Dimensiones	11,6 cm x 1,2 cm x 12,0 cm		
Descripción ó historia:			



Un interruptor eléctrico es, básicamente, un dispositivo que sirve para interrumpir el paso de corriente en una instalación. Cuando no se trata de una instalación meramente doméstica, sino que en ella hay, por ejemplo, numerosos motores, como es el caso de naves industriales, fábricas o laboratorios de máquinas eléctricas, la necesidad de gran potencia aconseja utilizar corriente alterna trifásica, esto es, tres corrientes alternas desfasadas 120° entre sí, consiguiéndose hasta 380 V o 400 V de tensión.

A diferencia de la corriente continua, la corriente alterna tiene valor y sentido de propagación oscilante y posee, entre otras, las ventajas de que es más fácil de producir, se puede transformar (lo que permite distribuirla a muy alta tensión con menos pérdidas y luego reducirla para su uso) y hace más sencillos y duraderos los equipos y máquinas sobre los que actúa.

La corriente alterna se produce mediante el fenómeno de inducción electromagnética al hacer girar una bobina dentro de un imán, un efecto descubierto por el físico británico Michael Faraday en 1831. En 1882, el ingeniero inglés John Hopkinson patenta el sistema trifásico y, desde 1886, se inicia la lucha por el uso de la corriente alterna sobre la continua. En 1888-1891, tanto el norteamericano Charles F. Scott como el serbio Nikola Tesla desarrollarían en EE.UU. los sistemas polifásicos. Poco después, llegaría la producción y distribución a distancia de la corriente alterna, especialmente con N. Tesla y G. Westinghouse, en 1895.

El interruptor eléctrico de palanca-cuchilla fue desarrollado a finales del s. XIX, especialmente desde la patente estadounidense del experto en sistemas de iluminación incandescente Charles G. Perkins (1849-1932), en 1900. Este dispositivo ya apenas se utiliza, dado sus riesgos de descarga y de arcos eléctricos, siendo sustituido por los modernos cuadros eléctricos con interruptor de control de potencia, interruptores generales e individuales automáticos magnetotérmicos, protector contra sobretensiones, interruptor diferencial, etc.

El interruptor trifásico de palanca-cuchilla de la colección consta de tres cuchillas de cobre articuladas que se insertan cada una entre su correspondiente par de presillas de contacto. Tiene una base de pizarra aislante y un mango o manilla de madera negra también aislante. Tiene unas dimensiones de 11,6 cm x 1,2 cm x 12,0 cm y admite hasta 20 A de intensidad de corriente. Fue utilizado en nuestros laboratorios de máquinas eléctricas y fue fabricado, probablemente hacia 1950, por la empresa TEMP, una fábrica de interruptores y conmutadores de Madrid que empezó a funcionar a principios del s. XX, alcanzando bastante fama en la década de los 50.

Micrófono electromagnético de mesa

Nº	197	Año	Ca. 1955
Departamento	Medios audiovisuales		
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	6,5 cm x 4,5 cm x 8,0 cm		
Descripción ó historia:			



La palabra “micrófono” está formada, a partir del griego, por el prefijo “mikros” (pequeño) y el sufijo “phono” (voz, sonido) y es un dispositivo que transforma las ondas sonoras en señales eléctricas. Es, pues, un transductor electroacústico que convierte las vibraciones debidas a las ondas de presión acústica, que viajan en el aire y entran en la cápsula del micrófono, en señales eléctricas que se transmiten por un cable conductor hasta un sistema de grabación que las registra, o hasta un altavoz que, tras amplificarlas, las emite, en ambos casos invirtiendo el proceso, esto es reconvirtiendo las señales eléctricas en sonoras.

Tras algunas versiones iniciales de micrófonos en los primeros fonógrafos y teléfonos hacia 1875, es en 1877 cuando el inventor y empresario norteamericano Thomas Alva Edison (1847-1931) obtiene la primera patente del micrófono de carbón, si bien el inventor germano-estadounidense Emile Berliner (1851-1929) y, sobre todo, el ingeniero estadounidense de origen británico David Edward Hughes (1831-1900), habrían trabajado en su desarrollo simultáneamente. En este tipo de micrófono, las ondas acústicas ejercen su presión sobre gránulos de carbón que actúan como un diafragma al ejercer una resistencia variable al paso de la corriente eléctrica.

Ya en 1916, los Laboratorios Bell estadounidenses (nacidos, como tal en 1925, pero con orígenes en 1881) desarrollan el micrófono de condensador en el que la cápsula contiene dos placas metálicas aisladas entre sí de modo que, al variar la distancia entre ambas como consecuencia de la presión del sonido, varía su capacidad eléctrica y, con ello, su diferencia de potencial, generándose una señal eléctrica que se transmite por el cable.

Después, en 1923-1933 vendrían los micrófonos dinámicos (magneto-dinámicos), basados en la fuerza electromotriz inducida, en los que, bajo la presión acústica, una membrana mueve una bobina en el seno de un imán, produciéndose una corriente eléctrica.


En la actualidad y desde 1991, hay, además, micrófonos de fibra óptica en los que las ondas sonoras llegan al diafragma forzándolo a que vibre, lo que provoca cambios en la luz reflejada que un láser envía sobre dicho diafragma reflector y que se envían hacia un fotodetector.

El dispositivo del museo, perteneciente a los servicios de medios audiovisuales de la Escuela, es de hierro gris marrón metalizado, con una base de 6,5 cm x 4,5 cm (que incluye una pequeña plaquita metálica espejada) y una altura de 8,0 cm. Tiene un cable eléctrico de 1 m de largo que acaba en un conector de audio analógico tipo jack.

El micrófono pertenece al modelo MI – 12014 – A, y es de reluctancia controlada, una innovación introducida durante la II Guerra Mundial que sustituyó la bobina móvil (o dinámica) por otra fija (o estacionaria), ahorrando energía y coste. Este modelo es de tipo electromagnético, cuyo funcionamiento se basa en las variaciones de reluctancia de un circuito magnético: la reluctancia es la resistencia u oposición que un circuito opone al paso de flujo magnético a su través, de modo que, en este tipo de micrófono, las variaciones de presión sonora se traducen en cambios de flujo magnético sobre un circuito inmerso en un imán, con lo que se induce una fuerza electromotriz en él, dando lugar a la señal eléctrica que, ya en el altavoz, invierte su proceso para volver a convertirse en señal sonora.

Este micrófono fue fabricado, hacia 1955, por la empresa RCA en Camden, New Jersey (EEUU). La Radio Corporation of America (RCA) había sido fundada en 1919 bajo la dirección del empresario y pionero de la radio comercial David Sarnoff (1891-1971), estadounidense de origen bieloruso. La RCA popularizó la radio en los años 1920s, desarrolló la televisión en los 1930s, creó los estándares de la televisión en color en los 1950s y revolucionó los ordenadores en los 1960s. Subsistió como tal hasta su adquisición por la General Electric en 1986. La RCA, que también creó en los años 1940s el famoso conector que lleva su nombre para los modernos sistemas de audio y vídeo, tiene aún gran prestigio, especialmente en los Estados Unidos de América, donde aún existen algunas divisiones de la antigua RCA y que fabrican televisiones, tablets, teléfonos móviles y otros equipos electrónicos. La famosa discográfica actual norteamericana Sony Music (procedente, a su vez, de la empresa japonesa Sony de 1946), tiene sus raíces en una empresa americana, la Columbia Phonograph Company, fundada en su origen nada menos que en 1887, y tras distintas fusiones, llegó a adquirir varios derechos de la propia RCA.

Microscopio compuesto

Nº	198	Año	Ca. 1950	
Departamento				
Laboratorio	Física			
Procedencia	Pro-Laboratorios			
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

La palabra “microscopio”, posiblemente propuesta en 1625 por el médico papal alemán Johannes Faber (1574-1629), está formada a partir del griego por el prefijo “mikros” (pequeño) y el sufijo “skopion” (observar), con lo que un microscopio es, pues, un instrumento óptico que permite observar objetos demasiado pequeños como para verlos a simple vista.

El primer microscopio, llamado simple, sería una lupa de aumento formada por una lente o trozo de vidrio convergente que crea una imagen virtual, derecha y aumentada del objeto observado. Posiblemente, la lupa más antigua sea la lente asiria de Nimrud, del 700 a.C., un trozo de cuarzo muy pulido que permitía tanto observar objetos con un ligero aumento como concentrar los rayos del sol en un punto. Ya sería en los s. XIII-XIV cuando, con la fabricación de las primeras lentes auténticas para la visión con gafas (que no tendrían patillas hasta 1727), se obtendrían lupas de mayor calidad, aunque tan sólo con unos pocos aumentos, típicamente 5x (20x en las más modernas).

Hacia 1668, el comerciante de telas neerlandés Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723), impresionado por las observaciones microscópicas del inglés Hooke, construyó, una amplia serie de pequeños microscopios simples que consistían en una pequeña lente biconvexa montada sobre una placa de latón que se sostenía muy cerca del ojo; las muestras a observar se situaban sobre la cabeza de un alfiler que se podía desplazar mediante unos tornillos para conseguir el enfoque. Con estos instrumentos, podían conseguirse algunas decenas de aumentos, aunque, en sus mejores versiones, se llegaba hasta 200 aumentos.

Pero para obtener mayores aumentos, se requiere un microscopio compuesto, formado por una combinación de varias lentes, esencialmente un objetivo, que se coloca cerca del objeto a observar, y un ocular, que se coloca pegado al ojo del observador. Los primeros microscopios compuestos podrán deberse, quizá hacia 1590, al neerlandés Hans Janssen (fl. ca. 1590) y luego, quizá hacia 1619, a su hijo Zacharias Janssen (ca. 1585-1638). Otros datos apuntan a que pudo anticipárseles su vecino, el inventor Hans Lippershey (1570-1619), o incluso el físico italiano Galileo Galilei (1564-1642), aunque

los primeros microscopios de éste serían más bien telescopios reducidos, con una lente biconvexa como objetivo y una lente bicóncava como ocular.

En esta época, hacia 1620, los comerciantes de paños, para comprobar la densidad de hilos de las telas, pasaron de usar una simple lente convexa de aumento a aprovechar el mayor aumento de los microscopios compuestos. Así, el que antes fuera aprendiz de pañero, el neerlandés Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), diseñaría en Delft sus propios microscopios compuestos con los que luego se convertiría, además, en el padre de la microbiología. Y también serían famosos los microscopios que el inventor e ingeniero neerlandés Cornelis J. Drebbel (1572-1633) fabricaría en Londres (además inventaría el primer submarino en 1621), en los que, a diferencia de sus predecesores, usaba una lente convexo-plana como objetivo y una lente biconvexa como ocular, consiguiendo reducir la longitud del tubo y ampliando el campo de visión del instrumento.

Sería también a partir del s. XVII cuando se mejorarían aún más los microscopios compuestos gracias a utilizar no una única lente en el objetivo y otra en el ocular, sino varias lentes asociadas en cada uno de ellos, montadas en un pequeño tubo, con el fin de reducir las aberraciones cromática y esférica. El aumento total de un microscopio compuesto así construido es el producto del aumento que permita el objetivo por el que dé el ocular, de modo que, usando un objetivo de 10x y un ocular de 10x, se consiguen 100x. Así, en 1665, el científico polímata inglés Robert Hooke (1635-1703) publicaría, en su obra *Micrographia*, diversos dibujos basados en las 57 observaciones realizadas (corcho, hielo, piojos, ojo de la mosca, etc.) con sus microscopios compuestos de unos 30x, introduciendo, por primera vez, la palabra “célula”. En cualquier caso, en esta época se conseguía llegar, como mucho a los 300x aumentos.

El límite actual de los mejores microscopios compuestos está en unos 2000x, ya que el poder de resolución (en esencia, la capacidad para distinguir detalles en la imagen) de los elementos ópticos se ve ya muy limitado. Para ir más allá, desde 1930, se utilizan los microscopios electrónicos, en los que los objetos a visualizar no se iluminan con luz, sino con electrones y, en sus más modernas versiones alcanzan hasta dos millones de aumentos, si bien más importante que esto resulta ser la mejora en el mencionado poder de resolución.

El microscopio compuesto de nuestra colección se presenta en una caja de madera, con llave de cierre y asa metálica, teniendo ésta unas dimensiones de 16,7 cm x 22,0 cm x 35,0 cm. Tanto el brazo del microscopio, como su columna curvada en forma de C y su base, así como el soporte del ocular, la pletina portamuestras y la cabeza del revólver son de metal pintado en negro. El revólver permite tener montados tres objetivos que pueden ser cambiados rápidamente por un simple giro del mismo. El conjunto del equipo incluye cuatro oculares (de 5x, 6x, 8x y 10 x, aunque hay hasta de 12x, 15x y 20x), en tubos metálicos negros de 5 cm de largo y 2 cm de diámetro, y cuatro objetivos en tubos de acero inoxidable de 2 cm de diámetro (típicamente, según el modelo, suelen ser de 4x, 10x, 20x, 40x, aunque hay hasta de 60x y 100x), con lo que el aumento total de este microscopio podía ser, típicamente, de hasta unos 400x. Dichos objetivos

vienen protegidos cada uno en un pequeño estuche cilíndrico de plástico colocado en el interior de la caja de madera.

En el brazo del microscopio hay una rueda giratoria para actuar sobre el sistema de enfoque tipo cremallera y, en la parte inferior de la columna y centrado en la base, va un pequeño espejo giratorio, de 5 cm de diámetro y con dos caras (una plana y otra curva), para iluminar la muestra mediante reflexión de la luz incidente sobre el mismo. La pletina portamuestras, además de las uñas de sujeción para los portaobjetos de vidrio, tiene añadido un sistema de medición de posición y tamaño xy en acero (en algunos modelos de otras marcas similares de la época, como la alemana Mühle, este sistema de posición bidimensional lleva escalas graduadas de micrómetro con nonius que permiten medir hasta 0,1 mm sobre las mismas).

Según consta en una placa metálica colocada en la puerta de la caja de madera de transporte, el instrumento (con número de serie 30530), así como sus objetivos (tres de ellos numerados) y oculares, fueron fabricados en Alemania por la empresa Beck Kassel CBS (Christoph Beck and Sons), probablemente hacia 1950. Esta casa fue fundada en 1892 en Kassel como una empresa familiar dedicada a la producción de instrumentos ópticos, en principio, especialmente binoculares y prismáticos. En 1944, sus instalaciones fueron destruidas durante la II Guerra Mundial, cuando producía prismáticos de uso militar, pero reinició su producción en 1948, centrándose en prismáticos ya de alta calidad, así como en microscopios y lupas. En 1979, los intereses de la fábrica cambiaron, quizá por la fuerte competencia nipona en instrumentos ópticos, y en 1981 cerró definitivamente.

El equipo fue distribuido a nuestro Laboratorio de Física por la empresa madrileña “Pro-Laboratorios”, situada en la céntrica Plaza de Santiago 2, que comercializaba diversos aparatos científicos, productos químicos y materiales para laboratorios.

Refractómetro de Abbe

Nº	199	Año	Ca. 1950
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones	14,3 cm x 20,0 cm x 26,0 cm		
Descripción ó historia:			



Un refractómetro es un instrumento que permite medir el índice de refracción de un medio traslúcido (líquido o sólido), esto es, el cambio de dirección y de velocidad que experimenta la luz cuando lo atraviesa. Además, en el caso de líquidos, se puede determinar el porcentaje de sólidos solubles presentes en una disolución líquida dada (por ejemplo, de azúcar o sal).

Para ello, se utiliza el fenómeno de la reflexión total: cuando la luz incide desde un medio ópticamente más denso hacia otro menos denso (por ejemplo, desde agua hacia aire), según vamos aumentando el ángulo de incidencia respecto a la normal o perpendicular a la línea de separación de ambos medios, llega un momento en el que la luz ya no se refracta al segundo medio, sino que sale justo con un ángulo de refracción de 90° ; se llama entonces ángulo crítico al ángulo de incidencia en el que sucede este fenómeno. Si, a partir de este ángulo crítico abrimos más el ángulo de incidencia, entonces el rayo ya no pasa al segundo medio, sino que resulta reflejado hacia el propio medio del que procedía (reflexión total), como si la interfase entre ambos medios se comportara como un espejo. Por tanto, viendo el ángulo crítico, se puede calcular el índice de refracción relativo de un medio al otro y, conocido el índice del segundo medio (por ejemplo, aire de índice de refracción $n = 1$), se obtiene, pues, el índice de refracción del medio problema.

El refractómetro de Abbe fue ideado, hacia 1869, por el físico alemán Ernst Karl Abbe (1840-1905), quien desarrolló tanto los aspectos teóricos como numerosos instrumentos en el amplio campo de la óptica, colaborando muy estrechamente con la potente empresa de equipos ópticos de Karl Zeiss. La finalidad de su aparato era medir el índice de refracción de líquidos y, en sus versiones más modernas, digitales e incluso portátiles de mano, sigue siendo muy utilizado, especialmente en la industria alimentaria para mediciones en grasas, aceites, vinos, etc.

En este tipo de refractómetro, una gota de la muestra líquida a analizar se coloca entre dos prismas de vidrio (uno de refracción, fijo y muy pulido, y otro de iluminación, que

puede girarse y que es mate y rugoso para dispersar la luz incidente y que se ilumine bien toda la muestra). Como sistema de iluminación se suele usar una lámpara de vapor de sodio que emite la muy definida y pura línea D naranja amarillenta de 5896 Å (en realidad, un doblete) y el experimentador observa a través de un sistema formado por dos oculares. En uno de los oculares, el más ancho, el observador dispone de una señal en forma de aspa sobre la que puede determinar justo cuando sucede la situación del ángulo crítico (viendo cuando el centro del aspa está exactamente sobre la división simétrica entre una zona iluminada y otra oscura del visor) y, mediante el otro ocular, el más estrecho, con unas escalas previamente calibradas y graduadas, puede leer directamente tanto el índice de refracción del líquido problema como, si procede, el porcentaje de soluto en la disolución muestra. Además, como esta determinación es muy sensible a los cambios de temperatura, el sistema va refrigerado, a modo de termostato, por agua que circula en unos tubos de goma que atraviesan el núcleo del aparato, y dispone de un termómetro para conocer y controlar estable la temperatura de la muestra, normalmente a 20 °C.

El refractómetro de Abbe de nuestro museo, de 14,3 cm x 20,0 cm x 26,0 cm, es de metal pintado en negro, con dos prismas de vidrio montados sobre estructuras de acero inoxidable, una de las cuales puede girar respecto a la otra fija mediante una bisagra. Presenta dos oculares, uno de observación, con un aspa para determinar la situación de ángulo crítico, y otro para leer los valores finales en sendas escalas, donde aparece la referencia de que sus valores son a 20 °C y referidos a la línea D del sodio. Con las escalas se puede apreciar el ángulo hasta décima de grado sexagesimal y el índice de refracción puede precisarse hasta el tercer decimal. En la parte inferior del aparato se encuentra el espejo para iluminar, un espejo plano rectangular de 5,5 cm x 4,0 cm.

El equipo de nuestra colección, perteneciente a nuestro Laboratorio de Física, fue fabricado, hacia 1950, en la empresa italiana “Officine Galileo” con el número de serie 17208, como aparece grabado en letras blancas sobre la pintura negra del aparato. La propuesta de fundación de esta empresa nace en Florencia en 1862 por el astrónomo y fabricante de instrumentos Giovanni Battista Amici (1786-1863), empezando a funcionar como tal en 1864, y, con el paso del tiempo, diseñaba no sólo instrumentos ópticos, sino mecánicos, eléctricos y de iluminación. Desde finales del s. XIX y durante la II Guerra Mundial, también fabricó periscopios y telémetros para la marina italiana y, concluida la misma, añadió a su catálogo la producción de cámaras fotográficas. Tras muchos cambios de propietario, fusiones y absorciones acontecidas desde 1950 hasta 1990, en la actualidad aún existe dentro de un consorcio de empresas centradas en los sectores militar y espacial, que desarrollan, por ejemplo, equipos optoelectrónicos.

Desde 2006, la Officine Galileo cuenta con su propio museo en Florencia, donde se exhiben sus antiguos productos, tanto los instrumentos científicos (de alta calidad y precisión, para investigación) como los didácticos (para realizar experimentos en física, química, mecánica, hidráulica, electricidad e ingeniería), que se suministraban a universidades y centros escolares hasta 1978, año en que cesó la producción.

Galvanómetro

Nº	200	Año	Ca. 1950
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones	32 cm x 15 cm x 34 cm		
Descripción ó historia:			



Un galvanómetro es un instrumento muy sensible que detecta y mide el paso de corrientes eléctricas. Su funcionamiento se basa en que, al circular una corriente por una bobina inmersa en el campo magnético creado entre los polos de un imán, las espiras de dicha bobina sufren un par de giro que hace moverse a una aguja indicadora sobre una escala previamente calibrada, causándole mayor giro cuanto mayor es la corriente que pasa por el equipo. Según se conecte el galvanómetro con una resistencia auxiliar (llamada shunt) pequeña y en paralelo, o grande y en serie, se consigue, respectivamente, un amperímetro (para medir intensidad de corriente eléctrica) o un voltímetro (para medir diferencia de potencial eléctrico). Esta resistencia shunt debe colocarse porque la bobina del galvanómetro sólo soporta corrientes bajas, de modo que si se quiere usar el aparato como amperímetro para medir una corriente alta, hay que desviar gran parte de la corriente por el shunt, y si se quiere usar como voltímetro para medir una tensión alta, también hay que reducir la corriente que atraviesa la bobina y la tensión en ella, para protegerlo.

El galvanómetro se desarrolló en 1820 por el físico y químico alemán Johann Salomo Christoph Schweigger (1779-1857), siendo luego mejorado por varios científicos, entre ellos el físico francés André-Marie Ampère (1775-1836) y, especialmente, el inventor y biofísico francés Jacques-Arsène d'Arsonval (1851-1940), quien en 1882 desarrolló un dispositivo con un imán permanente no móvil, sino estático, y una bobina de alambre en movimiento de giro, suspendida por resortes en espiral, siendo el ingeniero y químico estadounidense Edward Weston (1850-1936), en 1888, el encargado de desarrollar una forma comercial de este instrumento eléctrico de medición.

El equipo está montado sobre una urna de madera, con la partes delantera y trasera en vidrio (lo que hace visible la lectura de la aguja por ambos lados), teniendo unas dimensiones de 32 cm x 15 cm x 34 cm. Resulta un instrumento muy didáctico porque presenta visible todo el mecanismo de bobina e imán que provoca el giro de la aguja sobre la escala. Tiene un tornillo para puesta a cero y una horquilla que bloquea la delicada aguja cuando se transporta el aparato. La escala tiene diez divisiones, tanto a derecha como a izquierda del cero, con mínima división de unidad en unidad. Si se usa como galvanómetro, su deflexión a escala plena, a fondo de escala (rango de

movimiento completo de la aguja sobre la escala) es de 2 mA y de 100 mV. Este galvanómetro, diseñado para funcionar con corriente continua, tiene además conexiones en baquelita que hacen actuar los respectivos shunts para hacerlo funcionar como amperímetro o como voltímetro, con amplitud de hasta 10 A (si se usa como amperímetro), y de 10 V (si se usa como voltímetro).

Dado el gran tamaño del aparato y su gran visibilidad, resulta muy adecuado para demostraciones ante los alumnos en una sala grande. Así, por ejemplo, permite visualizar muy bien la ley de inducción electromagnética de Faraday-Lenz. Para ello, se conecta el amperímetro a una bobina sin corriente y, al introducir o extraer un pequeño imán de barra en el hueco de dicha bobina, se observa cómo se induce corriente, en un sentido o en otro, en la bobina al ver como se mueve la aguja del galvanómetro.

Este galvanómetro, perteneciente al Laboratorio de Física de nuestra Escuela, fue fabricado, probablemente hacia 1950, por la compañía londinense “White Electric Instrument Company Ltd.”, con el número de serie 94518B, empresa que subsistió como tal hasta 1999. El origen de esta empresa se remonta a 1911 cuando el ingeniero eléctrico Herbert Brandon White (1869-1915) segregó por su cuenta la parte eléctrica de otra compañía mayor, fundada en 1885 en el céntrico barrio de Clerkenwell en Londres.

Cronómetro mecánico de sobremesa

Nº	201	Año	Ca. 1960
Departamento			
Laboratorio	Termodinámica y Termotecnia		
Procedencia	English Clock Systems (ECS)		
Dimensiones	15,0 cm x 5,0 cm x 12,5 cm		
Descripción ó historia:			



Un cronómetro mecánico es un dispositivo que, mediante un sistema de resorte y engranajes, permite avanzar, de modo regular, las agujas indicadoras del paso del tiempo para medir, normalmente, segundos y minutos con gran exactitud.

Los inicios de la medición del tiempo serían a través de la observación del movimiento en el cielo del Sol y de la Luna por parte de los antiguos astrónomos de Egipto y Mesopotamia. Pero, en cuanto a instrumentos de medición, serían los egipcios quienes usaron, quizá desde 4000 a.C., relojes de sol (gnomon) como aparatos que permitían medir, a su vez, el día en fracciones aprovechando el movimiento aparente diurno del Sol y su sombra proyectada por un palo vertical clavado en el suelo. Pero más tarde, para poder medir el paso del tiempo, incluso de noche o en días nublados, se recurriría al uso de relojes de agua (Egipto, ca. 1500 a.C.), de arena (Francia, s. VIII d.C.) o de velas de cera (China, s. VI d.C.), en los que se medía el ritmo de quemado de éstas sobre una escala marcada en ellas.

En cuanto a relojes totalmente mecánicos, con engranajes, éstos surgirían en la Europa del s. XIII, primero de gran tamaño, para catedrales e iglesias, y luego ya de bolsillo (s. XVI). Así, los relojes mecánicos a cuerda impulsados por un resorte en espiral fueron creados, hacia 1511, por el cerrajero y relojero de Núremberg (Alemania) Peter Henlein (1480-1542), si bien podrían haber tenido un precursor en la Francia de 1430. A mediados del s. XVII aparecerían los relojes de péndulo gracias, entre otros, al astrónomo holandés Christian Huygens, en 1657. En la segunda mitad del s. XVIII se introduciría el mecanismo de escape en los relojes mecánicos, un sistema que convierte el movimiento circular de una rueda dentada en otro oscilante, que es el responsable del característico tic-tac de los relojes. Y en cuanto a los cronómetros en sí, éstos se desarrollarían a finales del s. XVIII, primeramente los de uso marino (para determinar la longitud geográfica de la posición de un barco), como es el caso del relojero inglés John Harrison en 1761 y con el prototipo de 1786 del relojero francés de origen suizo Pierre-Louis Berthoud.

El temporizador de nuestro museo está montado en una carcasa metálica lacada en blanco y los números y las manecillas son fosforescentes para ser visibles en salas a

oscuras. La manecilla roja cuenta los segundos, hasta 60, y, cada vuelta completa de 60 s, la manecilla negra avanza 1 minuto, hasta 60. La palanca plana de la izquierda es para inicio/parada del cronómetro, mientras que la de la derecha, curvada, restablece las manecillas a cero. Tiene unas dimensiones de 15,0 cm x 5,0 cm x 12,5 cm y su esfera es de 10,0 cm de diámetro. En su parte posterior lleva la mariposa para “dar cuerda” al resorte de torsión de forma espiral que, al ser enrollado, almacena la energía potencial elástica para liberarla luego sobre el tren de engranajes que controla el avance de las manecillas.

Este tipo de cronómetro fue muy usado como temporizador para las tareas de revelado fotográfico en cuarto oscuro, o para controlar el tiempo de cocinado de alimentos, si bien en nuestra Escuela se utilizó durante muchos años para contar tiempos en diversas prácticas del Laboratorio de Termodinámica y Termotecnia.

Este temporizador mecánico, adquirido por la Escuela el 27 de octubre de 1965, fue fabricado en Londres (Gran Bretaña), probablemente hacia 1960, por la casa Smiths Industries, la empresa matriz de English Clock Systems (ECS), y fue comercializado por esta última. La empresa ECS tiene como precursora a la Reginald Bailey Synchro Time Systems Limited (STS), registrada en 1936 por los ingenieros eléctricos Reginald Bailey y Thomas Johnstone que estaban muy interesados en las tareas de cronometraje industrial. En 1937 se añadió a la empresa S. Smith & Son, con lo que STS se convirtió así en la Rama Industrial de Smiths, siendo renombrada como English Clock Systems Limited (ECS) en 1939. Desde entonces, fabricó todo tipo de relojes, no sólo para industrias y laboratorios, sino también relojes de pared para estaciones de transporte, temporizadores para encendido y apagado de procesos o de escaparates comerciales, para controlar el timbre de las campanas de escuelas y fábricas, etc.

Regla de medición milimetrada

Nº	202	Año	Ca. 1980
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	33,5 cm x 2,5 cm x 0,1 cm		
Descripción ó historia:			



La palabra “regla” procede del latín “regula” y, entre otras acepciones, significa “instrumento para medir”, refiriéndose a un artilugio de medición en forma de plancha delgada y rectangular que incluye, mediante marcas de trazos, una escala graduada dividida en un número determinado de unidades de longitud (milímetros, pulgadas, etc.).

Desde las antiguas culturas (egipcia, mesopotámica, india, griega, etc.) se utilizaron reglas, normalmente de piedra, cobre o madera, basadas en las dimensiones de algunas partes del cuerpo (brazo, codo, mano, pie, etc.), con el fin de determinar las longitudes de los objetos. El origen de la regla de escritorio actual, de 30 cm de largo, podría tener su base en la de 1 pie de longitud total (normalmente, 30,4 cm), dividida en pulgadas (ancho de un dedo, unos 2,54 cm), con lo que cada pie contenía 12 pulgadas, que fue diseñada a finales del s. XVI por el arabista y matemático inglés William Bedwell (1561-1632). Otras posibles contribuciones coetáneas al origen de esta regla serían la del clérigo y matemático inglés Edmund Gunter (1581-1626), de 2 pies de largo y 1,5 pulgadas de ancho, y la del matemático francés Pierre Vernier (1580-1637), quien además añadiría, en 1631, una segunda escala auxiliar (vernier o nonius) que permitiera medir con mayor precisión. No sería hasta finales del s. XVIII, cuando, con la adopción del metro como medida oficial de longitud, en 1791, se incorporaría el uso del submúltiplo milímetro a las reglas de medición.

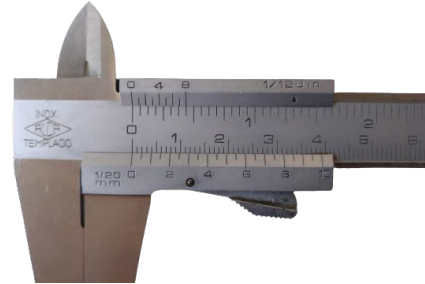
La regla de nuestra colección, de dimensiones 33,5 cm x 2,5 cm x 0,1 cm, y con un orificio para colgar, permite medir hasta 300 mm, con divisiones de 1 mm. Las líneas de las marcas, que están tanto en la parte superior como en la inferior de la regla, van grabadas en negro, con los trazos de 100, 200 y 300 mm en color rojo. En otros modelos de la misma marca, se presenta una escala doble: una de 30 cm, con divisiones de mm, y otra de 12 pulgadas, cada una de ellas dividida en 16 subdivisiones.

Esta regla, de uso tanto métrico como para el dibujo de rectas, está construida en acero inoxidable endurecido, resistente y muy pulido, y fue diseñada, hacia 1980, por la casa japonesa Yamayo bajo el modelo BS 30-09. La Yamayo Measuring Tools Co., Ltd. fue fundada en 1906 para fabricar dispositivos de medición y, en la actualidad, con sede en

Tokio y con su fábrica de Shirakawa, ubicada en la prefectura de Fukushima, sigue siendo una empresa insignia en estándares de control de calidad y con grados de certificación de primera clase, especializándose en reglas de medición, calibres, cintas métricas, etc.

Calibre de 0,05 mm de precisión

Nº	203	Año	Ca. 1970
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia	Orejas y Maillo, S.A.		
Dimensiones	22,6 cm x 7,8 cm x 0,5 cm		
Descripción ó historia:			



El calibre es un sencillo, pero ingenioso, instrumento de medida destinado a determinar el valor de pequeñas longitudes con bastante precisión. También se le llama vernier, por el apellido de su inventor, o pie de rey, ya que fue el rey franco Carlomagno quien estableció la unidad fundamental de longitud como el largo de su propio pie.

El calibre, normalmente hecho en metal, es una especie de escuadra con una parte fija y otra que se desliza sobre la anterior. Su parte más ancha está formada por unas mordazas que se utilizan para medir longitudes o diámetros externos, o espesores de piezas. En su parte superior están las orejetas que se usan para medir diámetros internos. Y, a lo largo del eje horizontal, se extiende una aguja que se utiliza para medir profundidades de piezas.

Como escalas de medida, el calibre presenta una escala principal, grabada en su barra fija, y otra escala secundaria o auxiliar, que se desplaza a lo largo de la anterior, y que se llama nonius. Los calibres se construyen de modo que la longitud que ocupan las n divisiones totales del nonius coincida con la longitud que ocupan $n-1$ divisiones de la regla principal. Con esta construcción, se consigue que cada división de la escala principal quede subdividida en n divisiones menores, ganándose precisión en las medidas.

En cuanto al valor de las medidas que se obtienen con este instrumento, éstas constan de una parte entera, dada por la posición que indica el cero del nonius sobre la escala principal, y otra decimal o centesimal dada por la primera raya del nonius que se observe que está perfectamente alineada con una línea de la escala principal. En la actualidad, la tarea de lectura es más sencilla porque muchos calibres llevan acoplada una pequeña pantalla digital que ofrece directa y numéricamente el valor medido.

La precisión del calibre, esto es, lo mínimo que puede apreciarse con él, viene determinada por la razón entre el valor de la mínima división de la escala principal y el número total de divisiones que tiene el nonius. Así, en el calibre más sencillo, la escala principal está dividida en mm y su nonius tiene diez divisiones, con lo que su precisión será de $1/10 = 0,1$ mm. Además de este sencillo calibre, el más usado es el que divide

cada mm en 20 partes, logrando una precisión de $1/20 = 0,05$ mm, aunque, para tareas industriales más finas también se usa un calibre que aprecia $1/50 = 0,02$ mm.

El calibre o vernier fue diseñado en 1631 por el matemático francés Pierre Vernier (1580-1637), si bien el ingenio de acoplar un nonius para ganar precisión tiene su antecedente en 1514 por parte del matemático, astrónomo y geógrafo portugués Pedro Nunes (1502-1578), de cuyo apellido latinizado, Petrus Nonius, deriva el nombre de nonius o nonio, y su finalidad era disponer de una escala auxiliar para poder medir fracciones de grado en instrumentos astronómicos, topográficos y de navegación marítima.

El calibre de nuestra colección está hecho en acero inoxidable templado, permite medir longitudes de hasta 19 cm, y tiene unas dimensiones de 22,6 cm x 7,8 cm x 0,5 cm. Su escala principal está dividida en mm y su nonius tiene 20 divisiones, con lo que su precisión es de $1/20 = 0,05$ mm. En la parte superior de la regla fija presenta otra escala, en unidades del sistema anglosajón, de hasta 6,5 pulgadas (16,5 cm), estando cada pulgada dividida en 16 partes y con un nonius de 8 divisiones, con lo que su precisión, en este sistema, sería de $(1/16)/8 = 1/128$ pulgadas.

Este calibre, que se presenta protegido en una funda de plástico negro, tiene en su cara posterior, y grabada sobre el metal, una tabla de roscas para usos industriales, tanto en escala métrica como en escala Whitworth (otros calibres de menor calidad no llevan esta tabla o la llevan en una pegatina que acaba borrándose). El instrumento fue fabricado, hacia 1970, por la empresa española Alca, con sede en Eibar (Guipúzcoa), una casa fundada hacia 1940, inicialmente para instrumentos de precisión, pero que hoy se ha especializado, además, en procesos de rectificado de piezas para terceros, con resultados de muy alta calidad. En un inventario de nuestro Laboratorio de Física de 1969 ya figura la existencia en el mismo de cinco calibres de este tipo, y, según consta en una solicitud de pedido del Laboratorio de Física de la Escuela de 1973, este modelo de calibre era adquirido, por unas 800 pesetas, a la distribuidora de instrumentación científica "Orejas y Maillo, S.A.", con su sede madrileña en la c/Doctor Esquerdo 128.

Micrómetro de 0,01 mm de precisión

Nº	204	Año	Ca. 1960
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones	12,7 cm x 7,0 cm x 1,6 cm		
Descripción ó historia:			



El micrómetro es, como su nombre de origen griego indica, un instrumento de medida destinado a determinar el valor de pequeñas longitudes, por ejemplo, espesores de láminas, con bastante precisión, incluso mejor que la que ofrece el calibre. También se le llama tornillo micrométrico, ya que funciona mediante un tornillo de rosca de paso constante, o palmer, por el apellido de su inventor.

El palmer, fabricado en metal, consta de una abrazadera en forma de U cuyo extremo derecho presenta un orificio por el que avanza un tornillo micrométrico que se hace girar mediante una cabeza cilíndrica, quedando la pieza a medir sujeta entre dicho tornillo y el extremo izquierdo de la abrazadera.

Como escalas de medida, el palmer presenta una escala principal, grabada en su barra cilíndrica fija, y otra escala secundaria o auxiliar, un nonius, grabada sobre el tambor cilíndrico hueco que se gira manualmente. El tambor gira de modo que a cada vuelta completa avanza un paso en la rosca del tornillo.

En cuanto al valor de las medidas que se obtienen con este instrumento, éstas constan de una parte entera, dada por la posición que indica el borde del nonius sobre la escala principal, y otra centesimal dada por la raya del nonius que se observe que está alineada con la línea central del cilindro fijo de la escala principal. En la actualidad, la tarea de lectura es más sencilla porque muchos micrómetros llevan acoplada una pequeña pantalla digital que ofrece directa y numéricamente el valor medido.

La precisión del palmer, esto es, lo mínimo que puede apreciarse con él, viene determinada por la razón entre el valor de la mínima división de la escala principal y el número total de divisiones que tiene el nonius. Así, en el caso más habitual, la escala principal está dividida en medios mm y su nonius tiene cincuenta divisiones, con lo que su precisión será de $0,5/50 = 0,01$ mm. O, dicho de otra manera, cuando el nonius da una vuelta entera (50 divisiones), el tornillo avanza 0,5 mm, de modo que cada dos vueltas del nonius se avanza 1 mm en la escala principal.

Este tipo de instrumento, en su modelo de mano, fue diseñado en 1848 por el mecánico francés Jean Laurent Palmer, si bien tiene su precedente en el modelo de banco de tornillo micrométrico, de 1829, del ingeniero e inventor británico Henry Maudslay. A su vez, como sistema de medición precisa basada en el nonius, tiene sus raíces en el nonius de 1514, por parte del matemático, astrónomo y geógrafo portugués Pedro Nunes (1502-1578) y del uso de éste en el calibre, en 1631, por el matemático francés Pierre Vernier (1580-1637). Así mismo, también se basó en el invento del tornillo micrométrico, en 1640, diseñado inicialmente para mejorar la precisión en los instrumentos astronómicos, por parte del astrónomo y fabricante de instrumentos inglés William Gascoigne (1612-1644).

El palmer de nuestra colección presenta el cuerpo de la abrazadera en acero pintado en negro y con las escalas de lectura en acero inoxidable. Tiene una extensión de 12,7 cm (en posición cerrada), 7,0 cm de altura y un grosor de 1,6 cm, y su grado de apertura permite medir objetos de hasta 50 mm. Su escala fija tiene 0,5 mm en cada división inferior (las divisiones superiores van de mm en mm) y su nonius de tambor tiene 50 divisiones, con lo que la precisión del aparato es de $0,5/50 = 0,01$ mm. En su extremo derecho, tras el tambor del nonius, presenta un sistema de frenado o carraca que suena avisando de que la pieza a medir está ya sujeta, lo que impide que las lecturas dependan del grado de apretamiento que el observador haga en cada medida.

Este palmer fue utilizado durante muchos años en los Laboratorios de Física de nuestra Escuela, por ejemplo, para medir el espesor de una lámina metálica y, pese a que no figura el fabricante del mismo, por su aspecto, debió ser fabricado hacia 1960.

Micrómetro de 0,01 mm de precisión

Nº	205	Año	Ca. 1970
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones	13,4 cm x 6 cm x 1,8 cm		
Descripción ó historia:			



El micrómetro es, como su nombre de origen griego indica, un instrumento de medida destinado a determinar el valor de pequeñas longitudes, por ejemplo, espesores de láminas, con bastante precisión, incluso mejor que la que ofrece el calibre. También se le llama tornillo micrométrico, ya que funciona mediante un tornillo de rosca de paso constante, o palmer, por el apellido de su inventor.

El palmer, fabricado en metal, consta de una abrazadera en forma de U cuyo extremo derecho presenta un orificio por el que avanza un tornillo micrométrico que se hace girar mediante una cabeza cilíndrica, quedando la pieza a medir sujeta entre dicho tornillo y el extremo izquierdo de la abrazadera.

Como escalas de medida, el palmer presenta una escala principal, grabada en su barra cilíndrica fija, y otra escala secundaria o auxiliar, a modo de nonius, grabada sobre el tambor cilíndrico hueco que se gira manualmente. El tambor gira de modo que a cada vuelta completa avanza un paso en la rosca del tornillo.

En cuanto al valor de las medidas que se obtienen con este instrumento, éstas constan de una parte entera, dada por la posición que indica el borde del nonius sobre la escala principal, y otra centesimal dada por la raya del nonius que se observe que está alineada con la línea central del cilindro fijo de la escala principal. En la actualidad, la tarea de lectura es más sencilla porque muchos micrómetros llevan acoplada una pequeña pantalla digital que ofrece directa y numéricamente el valor medido.

La precisión del palmer, esto es, lo mínimo que puede apreciarse con él, viene determinada por la razón entre el valor de la mínima división de la escala principal y el número total de divisiones que tiene el nonius. Así, en el caso más habitual, la escala principal está dividida en medios mm y su nonius tiene cincuenta divisiones, con lo que su precisión será de $0,5/50 = 0,01$ mm. O, dicho de otra manera, cuando el nonius da una vuelta entera (50 divisiones), el tornillo avanza 0,5 mm, de modo que cada dos vueltas del nonius se avanza 1 mm en la escala principal.

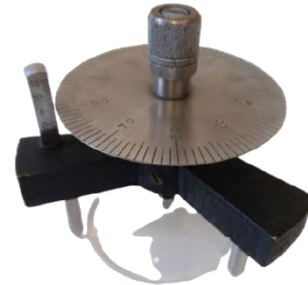
Este tipo de instrumento, en su modelo de mano, fue diseñado en 1848 por el mecánico francés Jean Laurent Palmer, si bien tiene su precedente en el modelo de banco de tornillo micrométrico, de 1829, del ingeniero e inventor británico Henry Maudslay. A su vez, como sistema de medición precisa basada en el nonius, tiene sus raíces en el nonius de 1514, por parte del matemático, astrónomo y geógrafo portugués Pedro Nunes (1502-1578) y del uso de éste en el calibre, en 1631, por el matemático francés Pierre Vernier (1580-1637). Así mismo, también se basó en el invento del tornillo micrométrico, en 1640, diseñado inicialmente para mejorar la precisión en los instrumentos astronómicos, por parte del astrónomo y fabricante de instrumentos inglés William Gascoigne (1612-1644).

El palmer de nuestra colección presenta el cuerpo de la abrazadera en acero pintado en verde metalizado y con las escalas de lectura en acero inoxidable. Tiene una extensión de 13,4 cm (en posición cerrada), 6 cm de alto y un grosor de 1,8 cm, y su grado de apertura permite medir objetos de hasta 25 mm. Su escala fija tiene 0,5 mm en cada división superior (las divisiones inferiores van de mm en mm) y su nonius de tambor tiene 50 divisiones, con lo que la precisión del aparato es de $0,5/50 = 0,01$ mm. En su extremo derecho, tras el tambor del nonius, presenta un sistema de frenado o carraca que suena avisando de que la pieza a medir está ya sujeta, lo que impide que las lecturas dependan del grado de apretamiento que el observador haga en cada medida.

Este palmer, fabricado hacia 1970, fue utilizado durante muchos años en los Laboratorios de Física de nuestra Escuela, por ejemplo, para medir el espesor de una lámina metálica. En su cuerpo presenta una placa dorada identificativa con la leyenda export PEL, siendo en la actualidad PEL una marca de la empresa Kalkum Ezquerria, con gran experiencia en la fabricación y distribución de instrumentos de medición, con sede en Haro (La Rioja) y cuyo origen se retrotrae hasta 1850, siendo en 1940 cuando, al transformarse la empresa, fabricaría el primer micrómetro de la marca PEL.

Esferómetro de 0,01 mm de precisión

Nº	206	Año	Ca. 1960
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia	Pro-Laboratorios. Material Científico. Productos Químicos Puros		
Dimensiones	8,8 cm x 8,8 cm x 9,0 cm		
Descripción ó historia:			



El esferómetro es, como su nombre indica, un instrumento de medida destinado a determinar el valor de radios de superficies esféricas (incompletas, por ejemplo, un casquete esférico o una lente) con bastante precisión, aunque también sirve para medir espesores de láminas o para detectar irregularidades en superficies.

Como el palmer, el esferómetro también utiliza un tornillo micrométrico y, estando hecho todo en metal, es un instrumento con forma de araña, esto es, un soporte con tres patas cuyas puntas forman un triángulo equilátero. Por el centro de esta estructura, y unido a un disco horizontal graduado a modo de nonius, avanza verticalmente un tornillo, de paso de rosca constante, de modo que, a cada vuelta completa del disco, la punta inferior del tornillo avanza una unidad sobre la escala principal vertical.

En cuanto al valor de las medidas que se obtienen con este instrumento, éstas constan de una parte entera, dada por la posición que indica el borde del disco horizontal sobre la escala principal vertical, y otra centesimal dada por la raya del disco que se observe que está alineada con la línea central de la barra vertical fija de la escala principal. En la actualidad, la tarea de lectura es más sencilla porque muchos esferómetros llevan acoplada una pequeña pantalla digital que ofrece directa y numéricamente el valor medido.

La precisión del esferómetro, esto es, lo mínimo que puede apreciarse con él, viene determinada por la razón entre el valor de la mínima división de la escala principal vertical y el número total de divisiones que tiene el disco del nonius. Así, en el caso más habitual, la escala principal está dividida en mm y su disco tiene cien divisiones, con lo que su precisión será de $1/100 = 0,01$ mm. O, dicho de otra manera, cuando el disco horizontal da una vuelta entera (100 divisiones), el tornillo avanza 1 mm en altura.

En el caso de usar el esferómetro para medir el espesor de una lámina, basta colocar ésta bajo el tornillo y hacer descender la punta de éste hasta que toque la superficie de la lámina. En el caso más frecuente, de usar el aparato para determinar el radio de una

superficie esférica de la que se dispone de un casquete o trozo de la misma, por ejemplo, una lente de vidrio, se coloca éste debajo del aparato y se mueve el tornillo hasta que la punta de éste y las tres patas contacten con dicha superficie. Lo que se determina así es la altura del casquete esférico, pero, conocida la distancia entre dos patas del esferómetro (o medida mediante un calibre), y usando trigonometría básica, se obtiene la medida final del radio de la esfera problema.

El invento del esferómetro suele ser atribuido al óptico y fabricante de instrumentos francés Robert-Aglaré Cauchoix (1776–1845) hacia 1810, quien luego se convertiría en un prestigioso fabricante de lentes para los grandes telescopios refractores de la época 1820-1840. También destacaría como fabricante de esferómetros el maestro relojero alemán Heinrich Carl Kröplin hacia 1883, cuando se especializó en construir diversos aparatos de medición, creando una empresa que aún existe.

El esferómetro de nuestra colección, de dimensiones 8,8 cm x 8,8 cm x 9,0 cm, tiene el cuerpo principal en acero pintado en negro, con las tres patas, el tornillo y las escalas, de disco y vertical, todo en acero inoxidable. La escala principal es una barra vertical, graduada en mm (de -5 a 0 y hasta 15) y el disco, de 7 cm de diámetro, presenta 100 divisiones unitarias, siendo su precisión de $1/100 = 0,01$ mm. El que la escala vertical permite lecturas positivas o negativas de altura se debe a que el instrumento puede usarse tanto para medir lentes de curvatura convexa (radio positivo) como cóncava (radio negativo) y, de hecho, el esferómetro puede usarse en optometría para determinar la potencia de una lente, por lo que, en este caso, al esferómetro se le suele llamar dioptómetro. Para ello, se mide el radio positivo con la cara convexa hacia arriba y el radio negativo con la cara cóncava hacia arriba y, con ambos radios ya conocidos, se calcula la distancia focal de la lente; finalmente, la potencia de la lente, en dioptrías, es la inversa de dicha distancia focal (expresada en metros).

Este esferómetro fue utilizado durante muchos años en los Laboratorios de Física de nuestra Escuela para medir el radio de un pequeño casquete esférico de vidrio y, pese a que no figura el fabricante del mismo, fue comprado por la Escuela en 1960 a la empresa madrileña “Pro-Laboratorios. Material Científico. Productos Químicos Puros”, situada en la Plaza de Santiago 2, por un importe de 250 pesetas, según consta en una factura, si bien su diseño es idéntico al de los esferómetros contruidos a finales del s. XIX.

Esferómetro de 0,01 mm de precisión

Nº	207	Año	Ca. 1970
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones	4,6 cm x 4,6 cm x 6,8 cm		
Descripción ó historia:			



El esferómetro es, como su nombre indica, un instrumento de medida destinado a determinar el valor de radios de superficies esféricas (incompletas, por ejemplo, un casquete esférico o una lente) con bastante precisión, aunque también sirve para medir espesores de láminas o para detectar irregularidades en superficies.

Como el palmer, el esferómetro también utiliza un tornillo micrométrico y, estando hecho todo en metal, es un instrumento con forma de araña, esto es, un soporte con tres patas cuyas puntas forman un triángulo equilátero. Por el centro de esta estructura, y unido a un disco horizontal graduado a modo de nonius, avanza verticalmente un tornillo, de paso de rosca constante, de modo que, a cada vuelta completa del disco, la punta inferior del tornillo avanza una unidad sobre la escala principal vertical.

En cuanto al valor de las medidas que se obtienen con este instrumento, éstas constan de una parte entera, dada por la posición que indica el borde del disco horizontal sobre la escala principal vertical, y otra centesimal dada por la raya del disco que se observe que está alineada con la línea central de la barra vertical fija de la escala principal. En la actualidad, la tarea de lectura es más sencilla porque muchos esferómetros llevan acoplada una pequeña pantalla digital que ofrece directa y numéricamente el valor medido.

La precisión del esferómetro, esto es, lo mínimo que puede apreciarse con él, viene determinada por la razón entre el valor de la mínima división de la escala principal vertical y el número total de divisiones que tiene el disco del nonius. Así, en el caso más habitual, la escala principal está dividida en mm y su disco tiene cien divisiones, con lo que su precisión será de $1/100 = 0,01$ mm. O, dicho de otra manera, cuando el disco horizontal da una vuelta entera (100 divisiones), el tornillo avanza 1 mm en altura.

En el caso de usar el esferómetro para medir el espesor de una lámina, basta colocar ésta bajo el tornillo y hacer descender la punta de éste hasta que toque la superficie de la lámina. En el caso más frecuente, de usar el aparato para determinar el radio de una

superficie esférica de la que se dispone de un casquete o trozo de la misma, por ejemplo, una lente de vidrio, se coloca éste debajo del aparato y se mueve el tornillo hasta que la punta de éste y las tres patas contacten con dicha superficie. Lo que se determina así es la altura del casquete esférico, pero, conocida la distancia entre dos patas del esferómetro (o medida mediante un calibre), y usando trigonometría básica, se obtiene la medida final del radio de la esfera problema.

El invento del esferómetro suele ser atribuido al óptico y fabricante de instrumentos francés Robert-Aglaré Cauchois (1776–1845) hacia 1810, quien luego se convertiría en un prestigioso fabricante de lentes para los grandes telescopios refractores de la época 1820-1840. También destacaría como fabricante de esferómetros el maestro relojero alemán Heinrich Carl Kröplin hacia 1883, cuando se especializó en construir diversos aparatos de medición, creando una empresa que aún existe.

El pequeño esferómetro de nuestra colección, de dimensiones 4,6 cm x 4,6 cm x 6,8 cm, tiene el cuerpo principal en acero pintado en negro, con las tres patas, el tornillo y las escalas, de disco y vertical, todo en acero inoxidable. La escala principal es una barra vertical, graduada en mm (de -5 a 0 y hasta 15) y el disco, de 4 cm de diámetro, presenta 100 divisiones unitarias, siendo su precisión de $1/100 = 0,01$ mm. El que la escala vertical permite lecturas positivas o negativas de altura se debe a que el instrumento puede usarse tanto para medir lentes de curvatura convexa (radio positivo) como cóncava (radio negativo) y, de hecho, el esferómetro puede usarse en optometría para determinar la potencia de una lente, por lo que, en este caso, al esferómetro se le suele llamar dioptrómetro. Para ello, se mide el radio positivo con la cara convexa hacia arriba y el radio negativo con la cara cóncava hacia arriba y, con ambos radios ya conocidos, se calcula la distancia focal de la lente; finalmente, la potencia de la lente, en dioptrías, es la inversa de dicha distancia focal (expresada en metros).

Este esferómetro fue utilizado durante muchos años en los Laboratorios de Física de nuestra Escuela para medir el radio de un pequeño casquete esférico de vidrio y, pese a que no figura el fabricante del mismo, por su aspecto, debió ser fabricado hacia 1970, si bien su diseño es idéntico al de los esferómetros construidos a finales del s. XIX.

Esferómetro de 0,001 mm de precisión

Nº	208	Año	Ca. 1900
Departamento			
Laboratorio	Física		
Procedencia			
Dimensiones	10 cm x 10 cm x 17 cm		
Descripción ó historia:			



El esferómetro es, como su nombre indica, un instrumento de medida destinado a determinar el valor de radios de superficies esféricas (incompletas, por ejemplo, un casquete esférico o una lente) con bastante precisión, aunque también sirve para medir espesores de láminas o para detectar irregularidades en superficies.

Como el palmer, el esferómetro también utiliza un tornillo micrométrico y, estando hecho todo en metal, es un instrumento con forma de araña, esto es, un soporte con tres patas cuyas puntas forman un triángulo equilátero. Por el centro de esta estructura, y unido a un disco horizontal graduado a modo de nonius, avanza verticalmente un tornillo, de paso de rosca constante, de modo que, a cada vuelta completa del disco, la punta inferior del tornillo avanza una unidad sobre la escala principal vertical.

En cuanto al valor de las medidas que se obtienen con este instrumento, éstas constan de una parte entera, dada por la posición que indica el borde del disco horizontal sobre la escala principal vertical, y otra centesimal dada por la raya del disco que se observe que está alineada con la línea central de la barra vertical fija de la escala principal. En la actualidad, la tarea de lectura es más sencilla porque muchos esferómetros llevan acoplada una pequeña pantalla digital que ofrece directa y numéricamente el valor medido.

La precisión del esferómetro, esto es, lo mínimo que puede apreciarse con él, viene determinada por la razón entre el valor de la mínima división de la escala principal vertical y el número total de divisiones que tiene el disco del nonius. Así, en el caso más habitual, la escala principal está dividida en mm y su disco tiene cien divisiones, con lo que su precisión será de $1/100 = 0,01$ mm. O, dicho de otra manera, cuando el disco horizontal da una vuelta entera (100 divisiones), el tornillo avanza 1 mm en altura.

En el caso de usar el esferómetro para medir el espesor de una lámina, basta colocar ésta bajo el tornillo y hacer descender la punta de éste hasta que toque la superficie de la lámina. En el caso más frecuente, de usar el aparato para determinar el radio de una

superficie esférica de la que se dispone de un casquete o trozo de la misma, por ejemplo, una lente de vidrio, se coloca éste debajo del aparato y se mueve el tornillo hasta que la punta de éste y las tres patas contacten con dicha superficie. Lo que se determina así es la altura del casquete esférico, pero, conocida la distancia entre dos patas del esferómetro (o medida mediante un calibre), y usando trigonometría básica, se obtiene la medida final del radio de la esfera problema.

El invento del esferómetro suele ser atribuido al óptico y fabricante de instrumentos francés Robert-Aglaré Cauchoix (1776–1845) hacia 1810, quien luego se convertiría en un prestigioso fabricante de lentes para los grandes telescopios refractores de la época 1820-1840. También destacaría como fabricante de esferómetros el maestro relojero alemán Heinrich Carl Kröplin hacia 1883, cuando se especializó en construir diversos aparatos de medición, creando una empresa que aún existe.

El esferómetro de nuestra colección es, comparativamente, de gran tamaño, con dimensiones 10 cm x 10 cm x 17 cm, tiene el cuerpo principal en acero pintado en negro, con las tres patas, la cabeza del tornillo y las escalas, de disco y vertical, todo en latón. La escala principal es una barra vertical, graduada en medios mm (de 0 hasta 60) y el disco, de 10,5 cm de diámetro, cubre valores de 0 a 50 con 500 divisiones unitarias de 0,1 en 0,1, siendo pues su excelente precisión de $0,5/500 = 0,001$ mm.

Este esferómetro se distingue de los habitualmente usados por los alumnos en que va protegido del ambiente exterior por una campana cilíndrica de vidrio, de 13,5 cm de diámetro y 26 cm de altura, e incluye una placa de vidrio circular en su base para utilizarse como referencia niveladora plana y horizontal. Pero, sobre todo, se distingue porque, junto al sistema habitual de escala vertical y nonius de disco circular, el aparato incluye sobre este disco un sistema articulado de varillas que permite leer la escala circular con mayor comodidad y precisión. Este sistema auxiliar de lectura de escala con varillas tipo palanca aparece ya en un esferómetro diseñado a mediados del s. XIX por el inventor e ingeniero francés Louis-Guillaume Perreux (1816-1889) y fue presentado en la Exposición Universal de París de 1867.

El instrumento puede usarse tanto para medir lentes de curvatura convexa (radio positivo) como cóncava (radio negativo) y, de hecho, el esferómetro puede usarse en optometría para determinar la potencia de una lente, por lo que, en este caso, al esferómetro se le suele llamar dioptrómetro. Para ello, se mide el radio positivo con la cara convexa hacia arriba y el radio negativo con la cara cóncava hacia arriba y, con ambos radios ya conocidos, se calcula la distancia focal de la lente; finalmente, la potencia de la lente, en dioptrías, es la inversa de dicha distancia focal (expresada en metros).

Este esferómetro tan preciso pertenece a los Laboratorios de Física de nuestra Escuela y, pese a que no figura el fabricante del mismo, por su aspecto y semejanza con otros instrumentos de este tipo, debió ser fabricado hacia 1900, y aunque su sistema auxiliar para leer con mayor precisión es poco frecuente, su diseño básico es idéntico al de los esferómetros construidos en el último cuarto del s. XIX

Colección de virutas metálicas

Nº	215	Año	Ca. 1960	
Departamento				
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones	22 cm x 11 cm			
Descripción ó historia:				

Las virutas son fragmentos de material que quedan como residuos tras el trabajo mecánico realizado sobre dicho material (normalmente metal, madera o plástico) mediante operaciones de cepillado, desbastado o perforación. Estos residuos pueden reciclarse para volver a fabricar el mismo material, como es el caso de las virutas metálicas, que pueden fundirse, o además pueden aprovecharse para fabricar otros productos, como es el caso del uso de las virutas de madera para elaborar tableros de madera conglomerada, como compost para jardinería o como relleno para aislamientos.

Las virutas que se obtienen en la manufactura industrial, manual o automática con máquinas programadas muy precisas, tienen distintas formas dependiendo del material y del procedimiento de trabajo sobre el mismo, y pueden clasificarse mediante códigos. En general, las virutas pueden ser de forma continua (si el material es dúctil, deformable sin ruptura, caso del cobre, el hierro, el acero, el plomo o el latón), de forma discontinua (si el material es quebradizo, caso del bronce o la madera) o en forma de rizos o espirales (si el material es blando, como sucede con el estaño).

El juego de virutas de nuestra colección presenta 11 ampollas de vidrio, de unos 9 cm de largo cada una, conteniendo diferentes tipos de virutas metálicas, de diferentes materiales y con diferentes formas y tamaños. Por ejemplo, las virutas de hierro fundido son cortas, se rompen fácilmente y tienen color grisáceo; las de acero son largas y continuas, con tendencia a enrollarse como resortes (deben cortarse para impedir averías en las máquinas) y de color azul acerado; las de acero inoxidable son segmentos muy irregulares, con tendencia a enrollarse y de color amarillo pajizo. Las ampollas van cerradas con tapa de rosca de latón y se presentan en un estuche de cartón duro negro, de 22 cm x 11 cm.

Esta colección de virutas, de hacia 1960, pertenece a nuestros antiguos laboratorios de Tecnología Mecánica y servía como colección demostrativa para los alumnos.

Colección de virutas metálicas

Nº	216	Año	Ca. 1960	
Departamento				
Laboratorio	Tecnología Mecánica			
Procedencia				
Dimensiones	22 cm x 11 cm			
Descripción ó historia:				

Las virutas son fragmentos de material que quedan como residuos tras el trabajo mecánico realizado sobre dicho material (normalmente metal, madera o plástico) mediante operaciones de cepillado, desbastado o perforación. Estos residuos pueden reciclarse para volver a fabricar el mismo material, como es el caso de las virutas metálicas, que pueden fundirse, o además pueden aprovecharse para fabricar otros productos, como es el caso del uso de las virutas de madera para elaborar tableros de madera conglomerada, como compost para jardinería o como relleno para aislamientos.

Las virutas que se obtienen en la manufactura industrial, manual o automática con máquinas programadas muy precisas, tienen distintas formas dependiendo del material y del procedimiento de trabajo sobre el mismo, y pueden clasificarse mediante códigos. En general, las virutas pueden ser de forma continua (si el material es dúctil, deformable sin ruptura, caso del cobre, el hierro, el acero, el plomo o el latón), de forma discontinua (si el material es quebradizo, caso del bronce o la madera) o en forma de rizos o espirales (si el material es blando, como sucede con el estaño).

El juego de virutas de nuestra colección presenta 11 ampollas de vidrio, de unos 9 cm de largo cada una, conteniendo diferentes tipos de virutas metálicas, de diferentes materiales y con diferentes formas y tamaños. Por ejemplo, las virutas de hierro fundido son cortas, se rompen fácilmente y tienen color grisáceo; las de acero son largas y continuas, con tendencia a enrollarse como resortes (deben cortarse para impedir averías en las máquinas) y de color azul acerado; las de acero inoxidable son segmentos muy irregulares, con tendencia a enrollarse y de color amarillo pajizo. Las ampollas van cerradas con tapa de rosca de latón y se presentan en un estuche de cartón duro negro, de 22 cm x 11 cm.

Esta colección de virutas, de hacia 1960, pertenece a nuestros antiguos laboratorios de Tecnología Mecánica y servía como colección demostrativa para los alumnos.

Encendedor de chispa para gas

Nº	217	Año	Ca. 1960
Departamento			
Laboratorio	Termodinámica y Termotecnia		
Procedencia			
Dimensiones	17,5 cm x 3,5 cm x 2,5 cm		
Descripción ó historia:			



Un encendedor de chispa funciona gracias a una piedra que, por fricción contra otra superficie dura, produce una chispa que inflama un combustible.

La producción de fuego, bien mediante fricción de palos o por percusión de piedras, podría haber sucedido con el Homo erectus hace quizás 1,6 millones de años. Los encendedores, en un sentido moderno, surgieron en el siglo XVI para el uso de armas de fuego (por ejemplo, la llave de rueda que encendía la pólvora de la cazoleta), si bien sería en el s. XIX cuando aparecerían los de uso no bélico. A partir de los 1960s empezaría a usarse los encendedores con su propio depósito de gas o, más modernamente, con sistema piezoeléctrico para generar la chispa, esencialmente un cuarzo que produce diferencia de potencial eléctrico al ser presionado fuertemente.


El encendedor de nuestra colección consiste en un brazo metálico con una estructura que aloja una pequeña piedra en forma de cilindro, sujeta por un muelle, que se hace rozar contra una pequeña rueda metálica estriada que se gira mediante un pulsador rectangular, a modo de palanca, la cual se acciona con el pulgar la mano. Al saltar la chispa producto de la fricción entre la piedra y el metal, se consigue iniciar la ignición de un combustible, por ejemplo del gas que sale de un quemador de cocina o de un laboratorio.

Las piedras cilíndricas de estos encendedores, típicamente de 2 mm de diámetro y 5 mm de longitud, se llamaban pedernales porque, al principio, estaban hechas de este tipo de roca, también llamada sílex. Más tarde, estas piedras serían sustituidas por otras de ferrocerio, una aleación metálica sintética cuyo nombre procede de que, en su composición, entra tanto el hierro como el cerio y que fue inventada en 1903 por el científico e inventor austríaco Carl Auer Freiherr von Welsbach (1858-1929). En la actualidad, en el ferrocerio se han incluido varias "tierras raras" (en el sentido de escasas en su forma pura) para mejorar su calidad, de modo que suele constar de un 19% de hierro, un 38% de cerio, un 22% de lantano, un 4% de neodimio, un 4% de praseodimio, un 4% de magnesio y restos menores de otros elementos. Este tipo de

ferrocero es el que lleva la piedra que da la chispa de ignición en los famosos mecheros norteamericanos Zippo, que empezaron a fabricarse en 1933.

El mechero de nuestra colección es de acero inoxidable, con mango de madera, y tiene unas dimensiones de 17,5 cm x 3,5 cm x 2,5 cm. Fue fabricado probablemente hacia 1960 y se utilizó para encender la llama en los aparatos de gas de nuestros laboratorios de Termodinámica y Termotecnia.

Receptor telegráfico Morse de cinta

Nº	218	Año	1885	
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones	31,6 cm x 14,7 cm x 32,5 cm			
Descripción ó historia:				

El telégrafo es un dispositivo que utiliza señales eléctricas para transmitir mensajes, normalmente codificados en alfabeto Morse, a distancia, bien, inicialmente, mediante cables eléctricos o, más tarde, de modo inalámbrico, vía ondas de radio.

Un sistema telegráfico consta de dos partes: el emisor o manipulador, en el que, mediante una palanca, el telegrafista emite el mensaje original Morse; y el receptor, sistema que recibe los impulsos eléctricos enviados y los convierte de nuevo en texto Morse impreso sobre una cinta de papel o en señales de sonido.

En el caso del receptor, este consta de un electroimán de bobina que, al recibir los impulsos eléctricos enviados, atrae o aleja a un cursor que deja caer una punta entintada sobre la banda de un rollo de papel continuo para escribir los puntos (una pulsación corta que marca un punto sobre la cinta) y rayas (una pulsación larga que, al avanzar la cinta, crea un trazo) del mensaje Morse recibido. Además, dispone de una llave para dar cuerda al resorte de un mecanismo de relojería que arrastra la cinta de papel.

El código Morse fue desarrollado en 1835 por el inventor estadounidense Samuel F. B. Morse (1791-1872) en colaboración con su compatriota Alfred L. Vail (1807-1859) y consistía en representar las letras y los números mediante combinaciones de puntos y rayas: así, la e es un punto, la t una raya, la a es punto y raya, la n es raya y punto, el 1 es un punto y cuatro rayas, el 7 es dos rayas y tres puntos, etc.).

Tras algunos precedentes en los años 1830s, el primer sistema práctico de telegrafía eléctrica surgiría en 1844, cuando Morse y Vail inauguran la primera línea telegráfica del mundo, entre Washington y Baltimore. En España, la telegrafía eléctrica se inicia en 1854 y se desarrolla a partir de 1855 con la Real Orden de Isabel II en la que se establece el carácter público de la nueva red nacional de telegrafía eléctrica. Así, a finales del s. XIX, España contaba ya con 32500 km de líneas telegráficas.

Tras conseguir el éxito al lanzar cables submarinos, en 1870 el hilo del telégrafo ya conectaba todo el planeta, y en 1903 el presidente norteamericano Theodore Roosevelt

lanzaría su primer mensaje alrededor del mundo, mensaje que volvió a Washington nueve minutos más tarde. Ya en 1899, se desarrollaría la telegrafía eléctrica pero inalámbrica, sin cables, esto es, a través de ondas de radio.

El aparato de nuestra colección es un receptor de telégrafo inscriptor, esto es, con cinta de papel para recoger impreso el mensaje en caracteres Morse (otros modelos posteriores ya imprimirían el texto traducido al lenguaje convencional). Tiene unas dimensiones de 31,6 cm x 14,7 cm x 32,5 cm y está hecho en latón, montado sobre una base de madera. En su parte derecha está el sistema de electroimán que recibe los impulsos eléctricos del mensaje Morse lanzado por el emisor y el mecanismo que acciona la subida y bajada de la lámina metálica con su punta entintada que, hacia el centro del aparato, imprime los puntos y las rayas morse sobre una cinta de papel, de 1,2 cm de ancho, que va enrollada sobre una bobina situada en la parte superior del equipo. En la parte izquierda del cuerpo principal del aparato está el sistema de llave para dar cuerda al mecanismo de relojería que permite controlar el avance de la cinta de papel.

Este telégrafo presenta, en la parte inferior derecha de su frontal, la inscripción, grabada en letras negras sobre el metal, de la Compagnie de Télégraphie et de Téléphonie Internationales (Société Anonyme) de Bruxelles y, dado su diseño, fue fabricado muy probablemente hacia 1885, lo que le convierte en uno de los objetos más antiguos de nuestro museo.

Ordenador portátil

Nº	219	Año	1993
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	28,8 cm x 21,8 cm x 4,7 cm		
Descripción ó historia:			



Un ordenador portátil es un equipo informático personal con un tamaño y peso suficientemente reducidos como para que pueda ser transportado cómodamente y que goza de cierta autonomía eléctrica, al estar equipado con una batería recargable. De hecho, su nombre inglés de “laptop” (de “lap”, regazo y “top”, cima), hace referencia a que es un equipo que puede usarse situándolo sobre la zona ahuecada que se forma entre la cintura y las rodillas de una persona cuando está sentada.

Los primeros ordenadores portátiles surgen a principios de los años 1980s, especialmente con el HX-20 diseñado por la marca japonesa EPSON en 1981, aunque comercializado en 1982, a un precio de entonces de 800 dólares (unos 2400 de hoy en día). Con 1,6 kg, tenía el tamaño de una hoja DIN A4, pero parecía más bien una calculadora grande puesto que tenía una pequeña pantalla LCD que sólo soportaba 4 líneas de 20 caracteres, aunque incluía una pequeña impresora matricial de rodillo de papel y un sistema de almacenamiento de datos en una microcinta tipo cassette, ambos integrados en la carcasa. Sería ya a principios de los 1990s cuando la pantalla de los portátiles se extendería para ocupar todo el tamaño del equipo y, a lo largo de esa década, irían incorporándose las pantallas TFT a color y los procesadores específicos para portátiles, que consumían menos batería.

Tras la llegada a la Escuela de los primeros ordenadores portátiles hacia 1991, éste fue ya un modelo de prestaciones muy aceptables para la época de su adquisición, en 1993. Con unas dimensiones de 28,8 cm x 21,8 cm x 4,7 cm es del modelo PCD-4NE de la casa alemana Siemens-Nixdorf, tiene albergado un procesador 486 SX a 33 MHz, un disco duro de 120 MB y una RAM de 8 MB ampliables. Dispone de un teclado de 86 teclas, con trackball (o bola de seguimiento, a modo de ratón) y una disquetera de 3 ½ pulgadas para disquetes de 1,44 MB. Su pantalla es VGA de color LCD, con 24 cm (9,4 pulgadas) de diagonal, y el equipo tiene varios puertos (serie para el ratón, paralelo para la impresora, PS/2 para teclado exterior o para ratón, etc.). Su sistema operativo era MS-DOS 6.22 y se usó con Windows 3.11.

La casa alemana que fabricó este equipo, la Siemens Nixdorf Informationssysteme AG, se formó en 1990 mediante la fusión de la empresa Nixdorf Computer con la división Data Information Services de la empresa Siemens. La Siemens tuvo sus orígenes en 1847 con la creación de la empresa de aparatos de telegrafía Siemens & Halske por parte del ingeniero eléctrico Ernst Werner von Siemens (1816-1892) y del maestro mecánico Johann Georg Halske (1814-1890), mientras que la Nixdorf Computer AG había sido fundada por el informático y empresario Heinz Nixdorf (1925-1986) en 1952. La fusión de Siemens y Nixdorf en 1990 fue breve y poco fructífera (en 1991 registró 50000 millones de pesetas de pérdidas), dividiéndose de nuevo en 1999 en la Fujitsu Siemens Computers (que mantuvo su orientación de fabricante de ordenadores) y la Wincor Nixdorf (que se especializó más en banca y comercio electrónicos).

Máquina de calcular mecánica con impresora

Nº	220	Año	Ca. 1950
Departamento	Servicios administrativos económicos		
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	35,5 cm x 18,2 cm x 16,0 cm		
Descripción ó historia:			



Una máquina de calcular mecánica es un dispositivo destinado a realizar operaciones de cálculo mediante ruedas, discos y engranajes.

Las máquinas calculadoras para realizar las operaciones aritméticas básicas, al principio sólo de suma y resta, tienen sus orígenes en el s. XVII, especialmente con la diseñada en 1642 por el matemático, físico y filósofo francés Blaise Pascal (1623-1662), una máquina (conocida como “la pascalina”) a base de ruedas y engranajes que se operaba mediante una manivela. Ya en 1670, el matemático y filósofo alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) mejoró esta máquina y construyó otra que también podía multiplicar y dividir.

La primera calculadora mecánica con verdadero éxito comercial llegaría en 1851 de la mano del inventor francés Charles Xavier Thomas de Colmar (1785-1870), con su “aritmómetro”. Y en la Rusia de 1873, el ingeniero inmigrante sueco Willgodt Theophil Odhner (1845-1905), casi a la vez que el estadounidense Frank Stephen Baldwin (1838-1925), crean la calculadora mecánica de rueda de pines, que se convertiría en el ejemplo a seguir, con la posterior mejora de los modelos electromecánicos de la primera mitad del s. XX, hasta la llegada de las calculadoras electrónicas en los 1950s.

La máquina de nuestra colección es toda de metal, pintada en gris, con unas dimensiones de 35,5 cm x 18,2 cm x 16,0 cm y presenta en su base una plaquita metálica con los números 220 31. Trabaja con cifras de hasta 10 dígitos y tiene 12 teclas numéricas (del 1 al 9 más las del cero, centenas 00 y miles 000). Tiene una palanca para seleccionar las dos operaciones básicas, de suma y resta, si bien se pueden hacer multiplicaciones de modo indirecto mediante el procedimiento de sumas sucesivas (así 73×24 , se puede calcular sumando 4 veces 73 y 2 veces 730: $73+73+73+73+730+730 = 1752$). Tiene teclas para corrección, subtotal y total, para no impresión, para no suma y repetición y, en su parte trasera derecha, presenta la manivela de ejecución de la operación. Además de presentar la cifra en unas ruedas numeradas visibles a través de una estrecha ventana, permite imprimir las operaciones mediante un sistema de rodillo de papel, de 5,6 cm de anchura, alojado en su parte superior trasera.

Esta sumadora mecánica fue utilizada en los servicios administrativos económicos de nuestra Escuela y fue fabricada, hacia 1950, por la famosa empresa “Fabrique de Machines à calculer Précise SA” de Zürich (Suiza), fundada en 1935 por el industrial suizo Ernst Jost (1888-1972), que registró diversas patentes sobre máquinas sumadoras entre 1927 y 1929. Esta casa aún existe, aunque, tras su fusión con la casa de máquinas de escribir Hermes en 1964 (que luego sería absorbida por Olivetti), se dedica, desde 1978, a las balanzas de precisión de laboratorio y a los equipos de pesaje computerizados.

Máquina de calcular mecánica

Nº	221	Año	
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones	21,0 cm x 31,3 cm x 14,5 cm		
Descripción ó historia:			



Una máquina de calcular mecánica es un dispositivo destinado a realizar operaciones de cálculo mediante ruedas, discos y engranajes.

Las máquinas calculadoras para realizar las operaciones aritméticas básicas, al principio sólo de suma y resta, tienen sus orígenes en el s. XVII, especialmente con la diseñada en 1642 por el matemático, físico y filósofo francés Blaise Pascal (1623-1662), una máquina (conocida como “la pascalina”) a base de ruedas y engranajes que se operaba mediante una manivela. Ya en 1670, el matemático y filósofo alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) mejoró esta máquina y construyó otra que también podía multiplicar y dividir.

La primera calculadora mecánica con verdadero éxito comercial llegaría en 1851 de la mano del inventor francés Charles Xavier Thomas de Colmar (1785-1870), con su “aritmómetro”. Y en la Rusia de 1873, el ingeniero inmigrante sueco Willgodt Theophil Odhner (1845-1905), casi a la vez que el estadounidense Frank Stephen Baldwin (1838-1925), crean la calculadora mecánica de rueda de pines, que, conocida como el aritmómetro de Odhner, se convertiría en el ejemplo a seguir, con la posterior mejora de los modelos electromecánicos de la primera mitad del s. XX, hasta la llegada de las calculadoras electrónicas en los 1950s.


La máquina de nuestra colección es toda de metal, pintada en gris, con unas dimensiones de 21,0 cm x 31,3 cm x 14,5 cm. En su base presenta una plaquita metálica con la inscripción Made by ATVIDABERG – FACIT (empresa FACIT, sede en Atvidaberg), Sweden, Model C1-13 nº 836946. Su sencillo teclado tiene simplemente las diez cifras del 0 al 9 en negro y tres teclas rojas para pasar del modo suma al de resta, multiplicación y división. Su funcionamiento se basa en juegos de ruedas de pines y engranajes con un número de dientes que se puede seleccionar mediante palancas. Estas ruedas están engranadas, a su vez, a otro juego de ruedas llamado “totalizador”. Accionando la manivela, girándola de modo horario, el primer juego de ruedas suma o multiplica, y, girando antihorario, se resta o se divide. Las palancas permiten poner a cero los cálculos o transportar las decenas (para multiplicar y dividir) y la manivela hace

actuar la operación mecánica del cálculo. La máquina, que no tiene sistema de impresión en cinta de papel, presenta tres pequeñas ventanas numéricas, dos en las que aparecen las operaciones de pasos intermedios (una con trece dígitos y otra con ocho) y otra en la que se presenta el resultado final de la operación (con trece dígitos).

Esta calculadora mecánica fue fabricada hacia 1955 por la casa FACIT, empresa de productos de oficina nacida en 1922 de la mano del industrial y político sueco Elof Ericsson (1887-1961), en Atvidaberg (Suecia), bajo licencia de la empresa rusa Odhner, y fue utilizada en los servicios administrativos económicos de nuestra Escuela.

La famosa empresa Odhner fue fundada en San Petersburgo (Rusia) en 1890 por el mencionado ingeniero inmigrante sueco Willgodt Theophil Odhner (1845-1905) y sería luego continuada por sus hijos. Esta fábrica fue primero nacionalizada y, luego, cerrada en 1918 durante la revolución bolchevique (la revolución socialista de Lenin iniciada a finales de 1917 con el derrocamiento del gobierno provisional). Tras dicho cierre, los Odhner regresaron a Suecia y reabrieron su fábrica de calculadoras mecánicas en Göteborg, que alcanzarían gran prestigio hasta mediados los años 1950s, hasta el punto de que muchas empresas europeas fabricaron sus máquinas bajo licencia de patente o usando diseños prácticamente idénticos a los de Odhner.

Regla de cálculo logarítmica de gran formato

Nº	222	Año	Ca. 1970
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia			
Dimensiones			
Descripción ó historia:			

Una regla de cálculo es un instrumento con aspecto de regla recta de dibujo (aunque también hay modelos circulares), pero que permite realizar operaciones matemáticas tanto básicas (multiplicación, división) como de cierta complejidad (potencias, raíces, funciones trigonométricas, logaritmos, etc.). La regla de cálculo consta de tres piezas principales: el cuerpo propiamente dicho o regla fija; la reglilla central, que se desplaza dentro de la regla fija; y el visor o cursor móvil transparente, con varios trazos grabados para la lectura, que se desliza sobre las escalas impresas en la regla y en la reglilla.

Las escalas básicas que lleva toda regla de cálculo son cinco: dos en la parte superior (una en la parte fija de la regla y otra en la parte móvil central), ambas idénticas y numeradas, normalmente, del 1 al 100; dos en la parte inferior (una en la parte fija de la regla y otra en la parte móvil central), ambas idénticas y numeradas, normalmente, del 1 al 10; y una en la parte central de la reglilla móvil, que es la escala recíproca (inversa de un número) y que va numerada, normalmente de 10 a 1. Además, dependiendo del tipo de regla de cálculo, suelen incluirse varias escalas adicionales, por ejemplo, la escala para potencias cuadradas, la de potencias cúbicas, la de logaritmos decimales, las de funciones trigonométricas (que en algún modelo de regla figuran en el reverso de la misma) o la de potencias del número e como base. También, en algunas reglas de cálculo más específicas, se añaden otras funciones, por ejemplo, para ingeniería eléctrica, se añaden escalas que permiten calcular rendimientos de dinamos y motores, caídas de potencial eléctrico en líneas de cobre según su sección, longitud e intensidad, o determinar la resistencia eléctrica de un conductor según su sección y longitud. E incluso, en algunos modelos, se pueden hacer cambios de unidades, por ejemplo, pasar de kW a CV, mediante el cursor móvil. También se fabricaron algunos modelos de reglas de cálculo muy especializadas para la industria textil, construcción de hormigón armado, comercio y hasta para medicina, con los valores de los parámetros de los análisis de hematología. Algunas reglas de cálculo no eran rectas, sino circulares, usadas, por ejemplo, para cálculos de trayectorias de aviones.


Los cálculos con este tipo de regla se basan en las leyes de los logaritmos, de modo que, por ejemplo, la multiplicación de dos números la hace internamente la regla sumando sus logaritmos (mediante la adición geométrica de dos longitudes en la regla) y la

división restándolos (mediante la resta geométrica de dos longitudes en la regla). Así, como caso sencillo, para multiplicar 3×2 se hace, en la base decimal, $\log 3 + \log 2 = 0,477 + 0,301 = 0,778$ y luego se hace el antilogaritmo de esta cifra, o sea, 10 elevado a 0,778 que da como resultado 6. En realidad, el operador de la regla no usa estas cifras logarítmicas, sino que las escalas grabadas ya están construidas con esa propiedad, de modo que simplemente sitúa el origen de una escala de la regla móvil sobre el primer número (3) en una escala fija, luego sitúa el cursor central del visor sobre el segundo número (2) en la escala de la regla móvil y justo debajo lee el resultado (6) en la escala fija.

Los precursores de la regla de cálculo se retrotraen hasta el s. XVI cuando ciertos instrumentos, especialmente los usados en astronomía y navegación marítima, contaban con escalas de cálculo. Pero sería en el s. XVII cuando los estudios sobre logaritmos por parte de Napier y de Briggs entre 1614 y 1617, permitieron el impulso de este tipo de reglas de cálculo, destacando las de los matemáticos británicos Edmund Wingate (1596-1656), William Oughtred (1574-1660) y Edmund Gunter (1581-1626). Con sucesivas mejoras que permitieron incorporar más funciones y ganar precisión en los cálculos, este instrumento fue decisivo entre los científicos, y aún más entre los ingenieros, de la época 1850-1975. Así, desde mediados del s. XIX, la regla de cálculo era obligatoria en los exámenes de ingreso en las escuelas militares y se estudiaba en los planes de formación de los alumnos en las escuelas de ingeniería. En las misiones espaciales del programa estadounidense Apollo, especialmente entre 1968 y 1972, se usó la regla de cálculo, tanto por los ingenieros y calculistas en tierra como por los propios astronautas en vuelo. Las reglas de cálculo siguieron utilizándose hasta que, hacia 1975, su uso fue siendo reemplazado por las calculadoras electrónicas de bolsillo de precio muy accesible.

La regla de cálculo de nuestra colección es de gran tamaño, el doble de lo habitual, lo que permite mayor precisión en los cálculos, especialmente en la interpolación visual. Si bien la precisión dependerá del tipo de operación, puede decirse que, con esta regla, se alcanza un promedio de precisión de hasta tres cifras significativas, frente a las reglas más típicas, de unos 25 cm de largo (por su precedente de 10 pulgadas) que alcanzan dos cifras significativas y, si se desea, la tercera cifra se debe estimar visualmente. Tiene una longitud total de 57,6 cm (50 cm de cuerpo principal), con 5,0 cm de ancho y 0,8 cm de grosor, con un visor de plástico transparente de 5 cm de ancho, con tres marcas; está hecha en plástico blanco muy resistente y pulido, y viene alojada en un estuche de plástico, imitando piel, de color marrón claro. Todas sus escalas (cuadrática, cúbica, inversa, logarítmica, exponencial, seno, tangente, etc.) están grabadas en negro sobre el anverso de la regla. Esta regla de cálculo, fabricada hacia 1970, es del modelo 4542-27501 de la casa LOGAREX (České Budějovice, en la antigua Checoslovaquia), fundada en 1951, y sus reglas alcanzaron gran prestigio en una época en la que también dominaron, muy especialmente, los numerosos modelos de reglas de cálculo de 12,5 cm (tipo llamado “de bolsillo”), de 25 cm y de 50 cm de las casas alemanas ARISTO (Hamburgo) y FABER-CASTELL (Stein, cerca de Nuremberg).

Regla de cálculo logarítmica de bolsillo

Nº	223	Año	Ca. 1960	
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones				
Descripción ó historia:				

Una regla de cálculo es un instrumento con aspecto de regla recta de dibujo (aunque también hay modelos circulares), pero que permite realizar operaciones matemáticas tanto básicas (multiplicación, división) como de cierta complejidad (potencias, raíces, funciones trigonométricas, logaritmos, etc.). La regla de cálculo consta de tres piezas principales: el cuerpo propiamente dicho o regla fija; la reglilla central, que se desplaza dentro de la regla fija; y el visor o cursor móvil transparente, con varios trazos grabados para la lectura, que se desliza sobre las escalas impresas en la regla y en la reglilla.

Las escalas básicas que lleva toda regla de cálculo son cinco: dos en la parte superior (una en la parte fija de la regla y otra en la parte móvil central), ambas idénticas y numeradas de forma idéntica; dos en la parte inferior (una en la parte fija de la regla y otra en la parte móvil central), ambas idénticas y numeradas de forma idéntica; y una en la parte central de la reglilla móvil, que es la escala recíproca (inversa de un número) y que va numerada en orden inverso. Además, dependiendo del tipo de regla de cálculo, suelen incluirse varias escalas adicionales, por ejemplo, la escala para potencias cuadradas, la de potencias cúbicas, la de logaritmos decimales, las de funciones trigonométricas (que en algún modelo de regla figuran en el reverso de la misma) o la de potencias del número e como base.

También, en algunas reglas de cálculo más específicas, se añaden otras funciones, por ejemplo, para ingeniería eléctrica, se añaden escalas que permiten calcular rendimientos de dinamos y motores, caídas de potencial eléctrico en líneas de cobre según su sección, longitud e intensidad, o determinar la resistencia eléctrica de un conductor según su sección y longitud. E incluso, en algunos modelos, se pueden hacer cambios de unidades, por ejemplo, pasar de kW a CV, mediante el cursor móvil. También se fabricaron algunos modelos de reglas de cálculo muy especializadas para la industria textil, construcción de hormigón armado, comercio y hasta para medicina, con los valores de los parámetros de los análisis de hematología. Algunas reglas de cálculo no eran rectas, sino circulares, usadas, por ejemplo, para cálculos de trayectorias de aviones.

Los cálculos con este tipo de regla se basan en las leyes de los logaritmos, de modo que, por ejemplo, la multiplicación de dos números la hace internamente la regla sumando sus logaritmos (mediante la adición geométrica de dos longitudes en la regla) y la división restándolos (mediante la resta geométrica de dos longitudes en la regla). Así, como caso sencillo, para multiplicar 3×2 se hace, en la base decimal, $\log 3 + \log 2 = 0,477 + 0,301 = 0,778$ y luego se hace el antilogaritmo de esta cifra, o sea, 10 elevado a 0,778 que da como resultado 6. En realidad, el operador de la regla no usa estas cifras logarítmicas, sino que las escalas grabadas ya están construidas con esa propiedad, de modo que simplemente sitúa el origen de una escala de la regla móvil sobre el primer número (3) en una escala fija, luego sitúa el cursor central del visor sobre el segundo número (2) en la escala de la regla móvil y justo debajo lee el resultado (6) en la escala fija.

Los precursores de la regla de cálculo se retrotraen hasta el s. XVI cuando ciertos instrumentos, especialmente los usados en astronomía y navegación marítima, contaban con escalas de cálculo. Pero sería en el s. XVII cuando los estudios sobre logaritmos por parte de Napier y de Briggs entre 1614 y 1617, permitieron el impulso de este tipo de reglas de cálculo, destacando las de los matemáticos británicos Edmund Wingate (1596-1656), William Oughtred (1574-1660) y Edmund Gunter (1581-1626). Con sucesivas mejoras que permitieron incorporar más funciones y ganar precisión en los cálculos, este instrumento fue decisivo entre los científicos, y aún más entre los ingenieros, de la época 1850-1975. Así, desde mediados del s. XIX, la regla de cálculo era obligatoria en los exámenes de ingreso en las escuelas militares y se estudiaba en los planes de formación de los alumnos en las escuelas de ingeniería. En las misiones espaciales del programa estadounidense Apollo, especialmente entre 1968 y 1972, se usó la regla de cálculo, tanto por los ingenieros y calculistas en tierra como por los propios astronautas en vuelo. Las reglas de cálculo siguieron utilizándose hasta que, hacia 1975, su uso fue siendo reemplazado por las calculadoras electrónicas de bolsillo de precio muy accesible.

La regla de cálculo de nuestra colección es de pequeño tamaño (formato “de bolsillo”), la mitad de lo habitual, lo que reduce la precisión en los cálculos, especialmente en la interpolación visual. Si bien la precisión dependerá del tipo de operación, puede decirse que, con esta regla, se alcanza un promedio de precisión de, como mucho, hasta dos cifras significativas y, si se desea, la tercera cifra se debe estimar visualmente. Tiene una longitud total de 17,5 cm (12,5 cm de cuerpo principal, por su precursora de 5 pulgadas), con 4,8 cm de ancho y 0,3 cm de grosor, con un visor de plástico transparente de 2,2 cm de ancho, con dos marcas; está hecha en plástico blanco muy resistente y pulido, y, junto con un manual de instrucciones de 34 páginas en castellano, viene alojada en una ajustada funda de piel, de color marrón oscuro. Todas sus escalas, 24 en total, están grabadas en negro, y algunas en rojo, unas sobre el anverso de la regla (llamada cara de los ángulos, pues en ella están las funciones trigonométricas) y otras sobre el reverso (llamada cara exponencial, pues en ella están las funciones de base e, además de las potencias cuadrática y cúbica y la logarítmica). También incluye en su cursor móvil transparente dos marcas de lectura que permiten pasar de kW a CV (1 kW equivale a 1,34102 CV) y viceversa (1 CV equivale a 0,7457 kW).

Esta regla de cálculo, fabricada hacia 1960, es del modelo 868 de la serie Studio de la casa alemana ARISTO (Hamburgo), una marca registrada, en 1936, de la empresa Dennert & Pape, cuyos orígenes se remontan a 1862 y que había nacido como empresa de fabricación de instrumentos geodésicos y de agrimensura. Tras la II Guerra Mundial, la marca ARISTO se incorporó al nombre de la empresa y, desde 1956, tanto la empresa matriz en Hamburgo como las filiales operaron bajo el nombre de Dennert & Pape Aristo-Werke KG. La casa ARISTO, que siguió fabricando reglas de cálculo hasta 1978, aún existe, si bien en la actualidad está especializada en tareas de corte industrial. Las reglas de cálculo de esta empresa alcanzaron gran prestigio en una época en la que también dominaron, muy especialmente, los numerosos modelos de reglas de cálculo de 12,5 cm, de 25 cm y de 50 cm de la casa alemana FABER-CASTELL (Stein, cerca de Nuremberg) y de la checoslovaca LOGAREX (České Budějovice, en la antigua Checoslovaquia).

Tren de engranajes compuesto

Nº	224	Año	1986
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	ETSIDI		
Dimensiones	8,3 cm x 8,7 cm x 12,1 cm		
Descripción ó historia:			



Un engranaje es un mecanismo formado por dos ruedas dentadas engranadas entre sí de modo que, cuando una gira, sus dientes empujan a los de la otra rueda, haciéndola girar en sentido contrario. La rueda motriz es la que se hace girar mediante un motor o una manivela accionada, por ejemplo, con la mano, y la rueda conducida es la que resulta arrastrada por la anterior. La rueda dentada menor del par se suele llamar piñón y la mayor se conoce como rueda o engrane. Cuanto mayor sea el número de dientes de la rueda conducida, menor será su velocidad angular de giro. La razón de transmisión es el cociente entre las velocidades angulares de la rueda de salida (conducida) y la de la rueda de entrada (motriz). Si la razón es mayor que 1, se habla de mecanismo multiplicador y si es menor que 1, se dice reductor.

Un tren de engranajes es un mecanismo formado por varios pares de engranajes acoplados de forma que el elemento conducido de una pareja es el conductor de la siguiente. Los trenes de engranajes se utilizan cuando se necesita conseguir factores de transmisión muy grandes o muy pequeños que no pueden conseguirse con un único par de ruedas engranadas.

Los trenes de engranajes se utilizan, por ejemplo, para la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo, por ejemplo, para mover las ruedas de un coche. También se utilizan en mecanismos de relojería para dividir la rotación de la rueda de escape y reducir la velocidad para marcar los segundos, minutos y horas y, de la misma manera, fueron la base de las calculadoras mecánicas que se utilizaron entre los s. XVII y la primera mitad del s. XX.

Los primeros engranajes podrán haber aparecido en China antes del s. II d.C., si bien el mecanismo de Anticitera, una calculadora astronómica griega con al menos treinta engranajes de bronce, podría datar del s. II a.C. Ya en el s. XI se usaron engranajes en algunos relojes del mundo islámico y, muy especialmente en la Edad Media, se usaron engranajes de madera en diversas máquinas para ruedas de agua tipo noria o en ruedas de molino para moler grano. Ya en el siglo XIX, se diseñan los engranajes helicoidales y


aparecen las fresadoras, máquinas herramientas para el tallado tanto de engranajes rectos, como cónicos o helicoidales, y en el primer cuarto del s. XX empiezan a utilizarse en la automoción.

El tren de engranajes de nuestra colección es un conjunto de pequeño tamaño, con dimensiones de 8,3 cm x 8,7 cm x 12,1 cm. Es un tren de engranajes compuesto ya que en uno de los ejes hay más de una rueda dentada, y es un tren no recurrente porque el eje de entrada y el de salida no están alineados. Su relación de transmisión es de signo positivo, ya que el sentido de giro de la rueda de entrada y de la rueda de salida es el mismo. Todos sus engranajes de tipo recto, esto es, con las líneas de los dientes paralelas entre sí y perpendiculares al disco de la rueda, y son exteriores, es decir, en cada pareja, los dientes engranan entre sí por su perímetro exterior.

El tren consta de cuatro ruedas de engranajes (A, B, C y D), con 12, 30, 14 y 28 dientes, respectivamente. La rueda de entrada A es accionada mediante una manivela y arrastra a la B, estando ésta conectada en el mismo eje a la C, y ésta engrana a la de salida D. Dado el número de dientes de cada rueda de la pareja, la primera pareja, la AB, reduce pues la velocidad angular de giro en un factor $(12/30)$, es decir, $(2/5)$; la pareja BC no cambia el ritmo de giro pues ambas ruedas giran juntas en el mismo eje; y la pareja CD provoca una reducción de $(14/28)$, es decir, $(1/2)$. Con ello, el factor de reducción del conjunto o relación de transmisión teórico es de $(2/5) \times (1/2) = (1/5)$, es decir, la rueda de salida girará a un número de rpm que será $1/5$ de la velocidad de giro que se imprima a la rueda de entrada mediante la manivela. Y en efecto, si se hacen marcas de referencia en un diente de cada rueda, se observa que cuando la rueda de entrada ha dado 5 vueltas completas, la de salida sólo ha dado 1 vuelta.

Este tren de engranajes, para uso formativo y didáctico, fue realizado en acero, sobre un soporte para mesa, como práctica de taller de nuestros alumnos de Ingeniería Técnica Industrial del curso 1985-86, y el sistema de fijación de la manivela fue restaurado y reparado en 2021 por el hermano del catalogador de la pieza, D. Ángel Vitores González.

Colección de probetas de acero

Nº	225	Año	Ca. 1970	
Departamento				
Laboratorio				
Procedencia				
Dimensiones	32,0 cm x 16,0 cm x 2,5 cm			
Descripción ó historia:				

El acero es una aleación de hierro con una cantidad de carbono que puede variar, típicamente, entre el 0,02% y el 2% en peso de su composición. La adición de este carbono, junto con el añadido de otros elementos, tanto metálicos como no metálicos, mejora las propiedades físico-químicas que tiene el hierro puro, especialmente su resistencia. Tanto el hierro como el carbono son abundantes en la naturaleza, lo que, tras su obtención industrial, hace del acero un producto de gran disponibilidad y con muchas aplicaciones diferentes según su composición, que pueden ir desde la fabricación de máquinas, herramientas e instrumentos, hasta la aeronáutica, pasando por la construcción de edificios o la fabricación de automóviles.

Existen muchos tipos de acero, de modo que se clasifican de acuerdo a diferentes normas internacionales. Así, se pueden clasificar mediante su composición química en aceros no aleados o al carbono, aceros aleados y aceros inoxidable, y éstos, a su vez, se clasifican según su calidad o según las aplicaciones para las que sirven.

La fusión del mineral de hierro es conocida desde las antiguas culturas, como la egipcia, desde mediados del III milenio a.C., pero, dado el exceso de níquel de la muestra encontrada, podría tratarse más bien de hierro procedente de la caída de un meteorito. En India y Anatolia, hay pruebas de la fusión del hierro ya desde 1800-1500 a.C. Y hacia 1000 a.C., varios pueblos, por ejemplo, los griegos, endurecían el hierro para armas mediante un tratamiento térmico. Después se obtendrían aceros accidentalmente al calentar el mineral de hierro con carbón vegetal y ya en la Edad Media los hornos de mayor tamaño facilitarían la producción de aceros artesanales. Pero sería en 1855 cuando el ingeniero inglés Henry Bessemer (1813-1898) diseñaría los altos hornos donde el arrabio, como producto intermedio, se refina con chorro de aire a presión, dando así paso a la producción industrial a gran escala y con coste reducido de todo tipo de aceros. Ya en 1913, el metalúrgico inglés Harry Brearley (1871-1948) introduce el acero inoxidable, que contiene una proporción en peso de cromo como mínimo del 10,5%, lo que le otorga gran resistencia a la corrosión.

La colección de probetas de aceros de nuestro museo consta de un estuche en madera barnizada, de dimensiones 32,0 cm x 16,0 cm x 2,5 cm, con 18 pequeñas muestras, de

entre 0,4 cm y 1,0 cm, de distintos tipos de aceros que se presentan cubiertas con un barniz protector y encapsuladas en dobles cilindros de metacrilato, con un diámetro externo de 2,5 cm y 1,5 cm de altura.

En dicha colección de aceros, completada con una serie de fotografías en blanco y negro al microscopio, se presentan algunos de bajo contenido en carbono, como el C-10 HEVA (probeta nº 2), con 0,10% de carbono en peso, en cuya microfotografía se aprecian granos blancos de ferrita (hierro casi puro) con muy pocos granos negros de perlita (88% ferrita, 12% cementita), o de alto contenido en carbono, como el D.M. HEVA (probeta nº 5), con 1,30% de carbono en peso, en cuya microfotografía se aprecia una red de cementita (carburo de hierro) que rodea a los granos negros de perlita. También se incluyen algunos aceros especiales, como el C-10 HEVA cementado (probeta nº 12), esto es, sometido a un tratamiento termoquímico que aporta carbono a su superficie mediante difusión para endurecer su zona periférica sin modificar su núcleo. O el acero carburo de cromo (probeta nº 13), con un 13% de cromo, lo que reduce el desgaste y la corrosión. Y, con finalidad didáctica, también se incluye una muestra de un acero defectuoso, un caso con una grieta superficial (probeta nº 16) que bien podría ser original del producto de partida o bien haberse producido después en las operaciones de laminación o forja.

La colección tiene una gran utilidad expositiva y didáctica para los ingenieros industriales dado que los aceros se utilizan en muchos campos de su ámbito profesional, tales como las máquinas, las instalaciones y los vehículos. Dicho conjunto de probetas fue elaborado, hacia 1970, por la prestigiosa marca Aceros HEVA de la empresa S.A. Echevarría, con sede central en Bilbao y fue donada a nuestra Escuela a través de uno de nuestros antiguos alumnos. Junto a la colección, dicha empresa elaboró y adjuntó un pequeño folleto de 50 páginas en el que se exponen las microfotografías, en blanco y negro, de los 18 distintos tipos de acero realizadas con microscopios de hasta 500 aumentos y se indican algunos detalles sobre la composición, sus microestructuras y otras peculiaridades de cada aleación.

Los orígenes de la empresa Echevarría se remontan a 1878 cuando el empresario vasco Federico Echevarría Rotaeché (1840-1932), junto con su padre y su hermano menor, inauguran en Recalde (Bilbao) un taller de laminación y estampación de hojalata, ampliado después para la fabricación de calderería y baños galvanizados. En 1894, este innovador empresario firmaría un contrato con la empresa Siemens alemana para instalar en España el primer horno de acero tipo Siemens. Esta clase de horno regenerador, que reducía mucho el consumo de combustible necesario para obtener el acero, había sido desarrollado, hacia 1850, por el ingeniero e industrial alemán Carl Wilhelm Siemens (1823-1883), hermano del famoso pionero de la electrotecnia Werner Siemens, y su uso definitivo, en 1865, para la obtención de acero basado en la refundición de chatarra con adición de arrabio, correspondería al ingeniero e industrial francés Pierre-Emile Martin (1824-1915), por lo que el horno y el proceso se conocen como Siemens-Martin.

En 1903 se constituye la sociedad comanditaria Federico Echevarría e Hijos, producto de la fusión de numerosas factorías de acero y, en 1920, se transforma ya en la Sociedad Anónima Echevarría, la primera fábrica productora de aceros especiales en España, que produce aceros finos y especiales bajo el nombre comercial HEVA. Tras inaugurar una nueva fábrica en Basauri (Vizcaya), con la crisis del sector siderúrgico en los años 1970s la empresa pasó a formar parte de otro grupo mayor, primero en el sector público, y poco después en el privado, estando actualmente dentro de la compañía Sidenor, que cuenta con centros de producción en el País Vasco, Cantabria y Cataluña y con delegaciones comerciales en Alemania, Francia, Italia y Gran Bretaña.

Linterna de dinamo manual

Nº	226	Año	1942
Departamento			
Laboratorio			
Procedencia	Antiguo alumno		
Dimensiones	de 8,5 cm x 3,0 cm x 4,5 cm		
Descripción ó historia:			



Una linterna a dinamo manual no utiliza pilas de alimentación, sino que funciona gracias a la energía eléctrica proporcionada por una dinamo interna (o generador) accionada mediante el movimiento de una palanca apretada con la mano.

La dinamo es un sencillo, pero ingenioso, dispositivo capaz de transformar la energía mecánica en energía eléctrica. Básicamente, consiste en una bobina de espiras de cobre situada en una región magnética creada por los polos de un imán. Cuando, accionando, por ejemplo, una palanca, se hace girar el imán, la bobina sufre una variación del flujo magnético que la atraviesa, por lo que, según la ley de inducción electromagnética de Faraday, se inducen en ella una fuerza electromotriz y una corriente eléctrica que duran mientras dure dicha variación de flujo. Por eso, a veces, este tipo de linternas se llaman linternas de Faraday. En realidad, lo que se genera es una corriente alterna, pero, gracias a un conmutador, se transforma en corriente continua que ilumina la bombilla. En estos dispositivos, en cuanto se deja de apretar la palanca, se detiene la corriente inducida, si bien en otras versiones posteriores se puede acumular la carga en un condensador, o en una batería de almacenamiento recargable que, al liberar la carga, enciende la bombilla de la linterna.

La ley de inducción electromagnética fue descubierta experimentalmente en 1831 por el químico británico Michael Faraday (1791-1867), gran estudioso de la electroquímica y del electromagnetismo. Esta ley establece que, cuando un circuito experimenta una variación del flujo magnético que lo atraviesa, aparece en él una fuerza electromotriz inducida de valor igual a la variación en el tiempo de dicho flujo magnético (por ello, cuanto más rápido se accione la palanca, más intensa es la luz generada). Poco después, en 1834, el físico alemán (nacido en la actual Estonia) Heinrich Friedrich Emil Lenz (1804-1865) añadiría un signo menos a la ley de Faraday para expresar que dicha fuerza electromotriz inducida tiende a oponerse a la causa que la provoca, por lo que la ley se conoce como ley de inducción de Faraday-Lenz, y es una de las ecuaciones fundamentales del electromagnetismo. Poco después, aprovechando este fenómeno, las primeras dinamos serían desarrolladas, en 1870, por el obrero mecánico e inventor

eléctrico belga Zénobe Théophile Gramme (1826-1901), mejorando un modelo previo, de 1863, del físico e inventor italiano Antonio Pacinotti (1841-1912).

Este tipo de linternas, que funcionan igual que las luces de la bicicleta, tiene la gran ventaja de que, al no depender de pilas para su funcionamiento, están siempre listas para su uso, por lo que son muy útiles en situaciones de emergencia por cortes de suministro o para actividades en el campo.

La linterna de nuestro museo tiene unas dimensiones de 8,5 cm x 3,0 cm x 4,5 cm, está hecha en metal lacado en color marfil y su pequeña bombilla, de 2,5 V y 0,1 A, está cubierta por una funda de plástico transparente que hace de lente enfocadora del haz de luz. La manivela accionadora, en forma de L, es de metal pintado en color rojo, teniendo una pestaña para su bloqueo que la sujeta plegada para un transporte más cómodo. Al presionar la palanca con la mano, una rueda dentada hace girar el sistema de la dinamo (formada por un imán que gira como rotor y la bobina fija como estator) para que se induzcan unos 2 V de diferencia de potencial y su corriente, y un muelle de torsión devuelve la palanca a su posición previa para volver a ser presionada.

Este objeto, que fue donado a la Escuela en 2020 por un antiguo alumno, es del tipo 7424 de la empresa Philips, famosa empresa de electrónica neerlandesa fundada en 1891 por el ingeniero Gerard L. F. Philips (1858-1942) y su familia, en Eindhoven, para producir, en principio, lámparas incandescentes. Esta linterna fue inicialmente diseñada con carcasa de aluminio, pero, cuando este metal escaseaba, se hizo de latón o de cinc. Fue fabricada en el campo de concentración nazi de Vught (en la Holanda ocupada) en 1942 debido a que, en plena guerra, escaseaban las pilas, y, de hecho, este modelo fue utilizado, por ejemplo, por los paracaidistas alemanes durante la II Guerra Mundial para moverse, discretamente, en la oscuridad.

EJEMPLO DE FICHA

Nº	Año	Foto
Departamento		
Laboratorio		
Procedencia		
Dimensiones		
Descripción ó historia:		