



REVISTA SIEMENS

SIEMENS & HALSKE
SIEMENS-SCHUCKERT

DIRECCIÓN: OFICINA LITERARIA DE SIEMENS-SCHUCKERT

Publicación preliminar de la REVISTA SIEMENS nº. 2, 1934

Las instalaciones eléctricas de experimentación del Instituto Nacional de Física y Química, fundación Rockefeller en Madrid.

Por E. Marchesi, Ing. de Siemens Industria Eléctrica, S. A.

A.—OBJETO DEL INSTITUTO.

En el año 1929 acordó el Gobierno español, utilizando fondos donados por el filántropo americano Rockefeller, la fundación en Madrid de un Instituto de investigaciones de Física y Química. Con objeto de que esta institución respondiese a los últimos adelantos de la técnica, fué nombrada una comisión que realizó un viaje de estudio por distintos países Europeos y de los Estados Unidos de América, con objeto de visitar establecimientos analogos y sacar consecuencias que pudieran ser tenidas en cuenta para el proyecto del nuevo Instituto.

La Siemens y Halske A. G. fué requerida para facilitar un proyecto de conjunto de las instalaciones eléctricas con las que debía estar dotado, obteniendo por último el encargo de todas aquellas instalaciones eléctricas y también de otras de ellas derivadas y de naturaleza secundaria.

El objeto principal del Instituto, es la investigación pura en aquellas ramas propias de la

Física y de la Química, estando estas últimas clasificadas en distintos agrupamientos correspondientes a Física general, Química-Física, Magnetismo, Roentgenología, Espectrografía, Electros química y Química Orgánica. La Dirección del Instituto fué confiada al eminente físico D. Blas Cabrera, que dedica sus actividades a problemas magnéticos. Teniendo en cuenta que principalmente la orientación del Instituto tenía que estar

dirigida para realizar investigaciones de la naturaleza antes indicada y con objeto de que estas investigaciones pudieran efectuarse entre límites lo más amplio posibles, se tuvo en cuenta

esta circunstancia al proyectar las instalaciones eléctricas de experimentación.

B.—CARACTERISTICAS DEL INSTITUTO EN LO QUE SE REFIERE A SU PARTE CONSTRUCTIVA.

El proyecto del Edificio y la dirección de la obra, corrió a cargo del Arquitecto Sr. Sanchez Arcas.

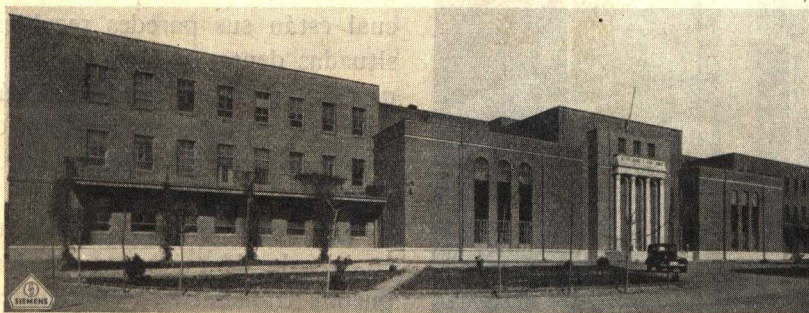
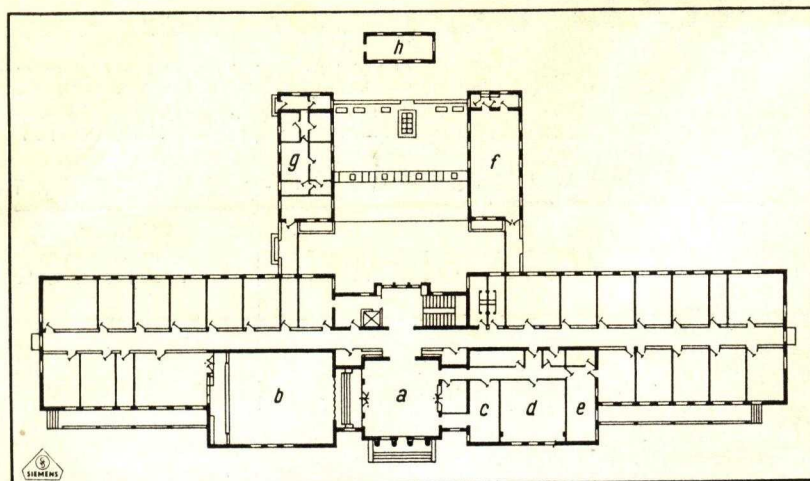


Fig. 1. Edificio del Instituto Nacional de Física y Química de Madrid.



a = Vestíbulo, *b* = Sala de conferencias, *c* = Secretaría, *d* = Biblioteca, *e* = Dirección, *f* = Taller, *g* = Vivienda del conserje, *h* = Máquina del aire líquido. 102 a 125. Laboratorios.

Fig. 2. Planta baja.

La figura 1 muestra el frente del edificio y la figura 2 la planta del mismo; como puede verse tiene la forma de una T. La parte principal del edificio está compuesta por sótano, planta baja y dos pisos.

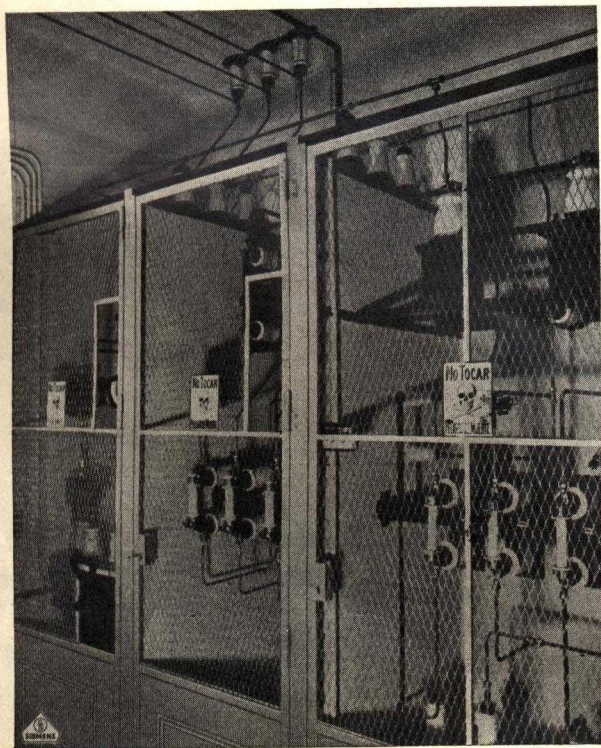


Fig. 3. Vista parcial de la celda de alta tensión.

Los laboratorios de física están instalados en la planta baja y también en el sótano, los de química en las plantas primera y segunda. La

gran sala de conferencias está situada en la planta baja en la parte media del edificio y tiene una altura de techo equivalente a dos plantas. Su emplazamiento está situado de tal forma que, sea fácilmente accesible desde la entrada principal. También en la parte media del edificio, y simétricamente a la gran sala de conferencias, está instalada la Biblioteca. En las dos alas del edificio se encuentran los diferentes laboratorios, cuya superficie ha sido elegida de acuerdo con el género de trabajos que en ellos han de realizarse.

En la planta segunda existen dos terrazas con el objeto de poder hacer ensayos químicos al aire libre. Independientemente del cuerpo principal del edificio y casi en su totalidad en subterráneos, están instalados los dos locales para las baterías de acumuladores, la sala de máquinas, el cuarto de alta tensión, las instalaciones de ventilación y también el taller mecánico y departamentos de Administración, estos últimos en edificios pequeños situados encima de los cuartos subterráneos antes citados. Por último debemos indicar también que en el cuerpo principal del edificio existen dos laboratorios de temperatura constante, para lo cual están sus paredes recubiertas de corcho y situadas dentro de otro cuarto mayor, de forma que, entre ambos queda una cámara de aire; en estos laboratorios se realizan experimentos que por su naturaleza delicada, requieren condiciones especiales.

Con objeto de que las trepidaciones producidas en la sala de máquinas, en los talleres etc. no puedan transmitirse a los laboratorios, está todo el edificio dividido y cimentado en tres partes completamente independientes como puede observarse en la figura 2.

Estas tres partes del edificio están unidas por medio de juntas formadas por placas de corcho y con impregnación de una masa asfáltica especial, consiguiéndose de esta manera que las dos alas en donde están instalados los laboratorios y el cuerpo central están prácticamente aisladas en lo que se refiere a la transmisión de trepidaciones.

Para asegurar más todavía esta circunstancia y para facilitar la instalación de aparatos, como balanzas de precisión, galvanómetros etc. existe debajo de cada ala del edificio dos placas de hormigón que sirven para cimentar los pilares sobre los cuales han de instalarse los aparatos citados.

Otro detalle interesante consiste en que en todo el edificio existen espacios vacíos entre techo y suelo y también a lo largo del pasillo central, cuyas paredes longitudinalmente están construidas también de esta forma. Este espacio se utiliza para el tendido de líneas eléctricas para la luz y fuerza en el edificio, líneas de baja tensión y también las conducciones de aire a presión, gas, agua, así como el desagüe de los laboratorios de química y los canales de ventilación para las vitrinas. La pared interior del pasillo está toda ella recubierta de chapa ondulada fija por medio de tornillos de tal forma que pueda desmontarse fácilmente en una superficie de próximamente 4 m^2 , consiguiéndose así hacer fácilmente accesibles las líneas eléctricas y demás instalaciones situadas entre la doble pared.

Análogamente, en el espacio vacío horizontal situado entre techo y suelo se encuentra instalada la parte horizontal de las canalizaciones, de tal suerte que todo ello facilita considerablemente el tendido de las conducciones en caso de una posible ampliación de las mismas y sobre todo una accesibilidad muy grande en caso de rotura o avería, las cuales se pueden remediar sin necesidad de recurrir a costosas obras ni interrupciones en el servicio.

C.— LA INSTALACION ELECTRICA DE EXPERIMENTACION.

1°. Fuentes de corriente.

La acometida de que dispone el Instituto, es una red trifásica de $15\,000 \text{ V}$ 50 periodos; la transformación se realiza en una celda de alta tensión, figura 3, en la cual están instalados dos transformadores de 160 y de 75 kVA respectivamente los cuales rebajan la tensión a $3 \times 220/127 \text{ V}$; para la red de corriente continua del Instituto y también para la alimentación de los motores de accionamiento de los distintos grupos convertidores, existen dos baterías de acumuladores con una intensidad de carga y descarga de aprox. 100 A.

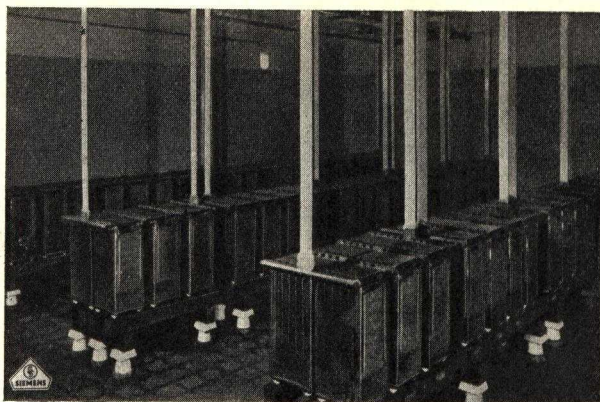


Fig. 4. Bateria de acumuladores para experimentación.

Estas baterías alimentan una red trifilar de $2 \times 110 \text{ V}$ con punto neutro puesto a tierra. Los dos reductores montados en un cuarto especial inmediato a la sala de acumuladores, son mandados a distancia desde el cuadro de distribución principal y de esa forma se consigue un mantenimiento constante de la tensión en la batería. La carga de esta última se realiza por medio de un grupo convertidor de corriente trifásica en continua que genera una tensión de $220/320 \text{ V}$ pero que con objeto de poder utilizar este grupo también para la experimentación puede rebajarse la tensión anterior hasta el valor de remanencia.

Estas baterías de fuerza no solamente se utilizan en los distintos laboratorios como fuentes de tensión constante sino también para el alumbrado de los mismos en aquellos casos en los cuales no puede

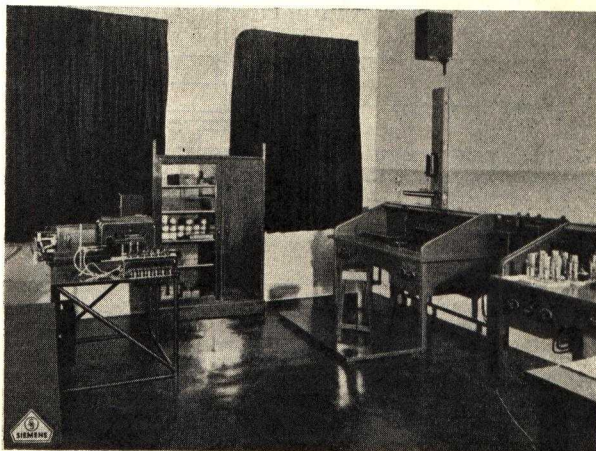


Fig. 5.

Laboratorio del oscilógrafo y comprobación de patrones.

utilizarse la red de corriente alterna por realizarse experimentos delicados en donde el empleo de esta última puede dar lugar a perturbaciones.

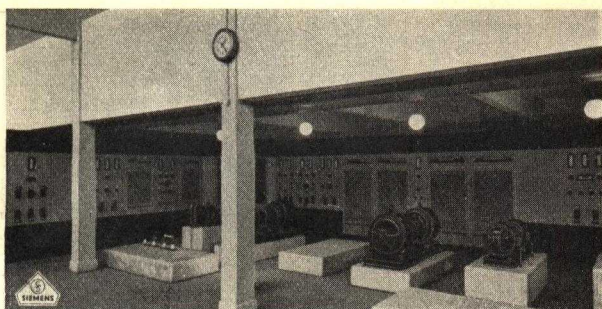


Fig. 6. Sala de máquinas.

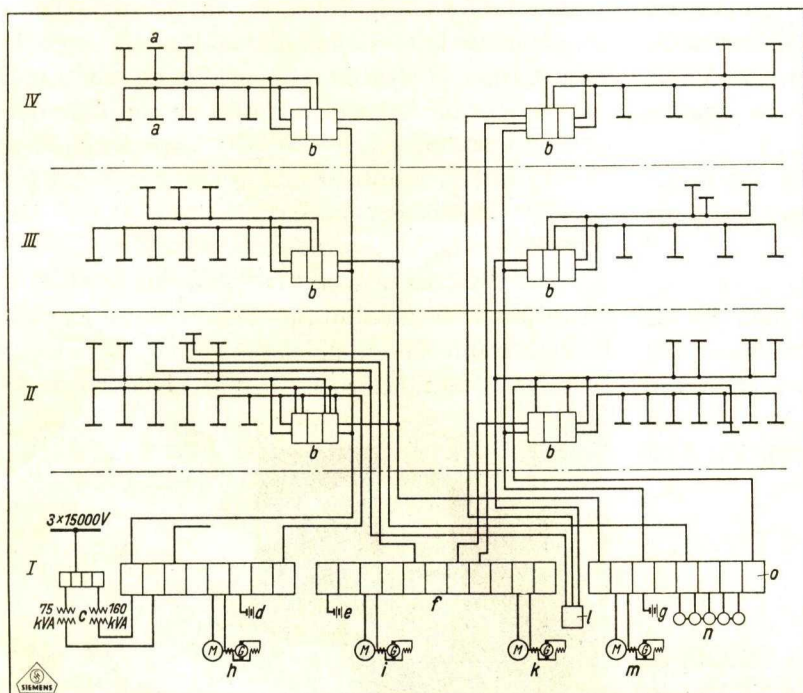
Con objeto de conseguir la mayor independencia en lo que se refiere a la fuente de corriente en los distintos laboratorios, existe además una batería de experimentación (fig. 4) dividida en distintos grupos y compuesta por 60 elementos de aprox. 700 Ah de capacidad y con una intensidad máxima de descarga de 180 A; también hay disponible una batería de tensión hasta 400 V; para la carga de esta ba-

que se utiliza muchas veces para la alimentación de tubos electrónicos en ciertos experimentos físicos y cuya generación se efectúa por medio de un grupo compuesto por motor de accionamiento trifásico acoplado a 4 generadores de corriente continua cada uno de 500 V y con tensión regulable. Estos generadores pueden ponerse en serie o en paralelo maniobrándose desde el cuadro de distribución de tal forma que pueden obtenerse tensiones de 500; 1500 y 2000 V. Está prevista una ampliación en lo que se refiere a corriente continua de alta tensión hasta 10 000 V mediante un grupo convertidor especial. Las líneas correspondientes a este grupo están ya tendidas de forma que solo será necesaria la implantación del grupo propiamente dicho.

Para la alimentación del circuito de tensión de la mesa de compensación en el laboratorio de patrones, existe en la sala de máquinas un pequeño

grupo convertidor que genera una tensión continua hasta 1000 V.

También existe la posibilidad de realizar experimentos con una frecuencia distinta de 50 periodos y para ello hay instalado un grupo convertidor de corriente continua en trifásica, cuya frecuencia puede regularse entre 30 a 60 periodos. Para investigaciones ferromagnéticas, está previsto un grupo especial cuyo generador produce una tensión rigurosamente senoidal y también en el proyecto está prevista la implantación de un grupo especial de alta intensidad para la alimentación de hornos eléctricos. Todas las conducciones eléctricas terminan en un cuadro general de distribución en forma de U instalado en la sala de máquinas, compuesto de 27 paneles de marmol azul; todos los aparatos de medida instalados en este cuadro son del tipo de perfil plano empotrados.



I = Sótano, II = Planta baja, III = Primer piso, IV = Segundo piso, a = Cuadros de toma de corriente, b = Distribuidor de piso, c = Estación de transformadores, d = Batería de experimentaciones, e = Batería doméstica, f = Distribuidor principal, g = Batería de alta tensión, h = Convertidor de corriente trifásica en continua como reserva para la batería doméstica, i = Convertidor de carga para la batería doméstica, k = Convertidor de carga para la batería de experimentaciones, l = Distribuidor para los conductores de excitación y de medida, m = Convertidor de corriente trifásica en continua para la batería de alta tensión, n = Grupo de máquinas de corriente continua de alta tensión, o = Cuadro de maniobra y distribución con 27 paneles en la sala de máquinas.

Fig. 7. Cuadro de distribución y repartidor de 27 paneles en la sala de máquinas.

tería de experimentación existe un grupo apropiado.

— Además de los elementos descritos para la red de baja de corriente alterna y corriente continua, existe en el Instituto corriente continua de alta tensión

de las corrientes de experimentación.

Todas las líneas procedentes de los paneles de servicio del cuadro principal de distribución

finalizan en las barras horizontales de un repartidor principal instalado también en la sala de máquinas (fig. 6), mientras que las barras verticales del mismo conducen a través de los repartidores secundarios a los diferentes laboratorios. La unión entre las barras verticales y horizontales se realiza utilizando clavijas de presión de doble contacto las cuales aseguran un contacto perfecto. En la figura 7 está representado esquemáticamente la distribución de líneas desde la sala de máquinas hasta los distintos laboratorios. Como puede verse, cada piso tiene disponibles dos cuadros repartidores correspondientes a las dos alas del edificio. La figura 8 muestra uno de estos cuadros repartidores para los laboratorios de Física. Con objeto de evitar que estos cuadros repartidores tengan que dimensionarse para fuertes intensidades, algunas líneas del orden de los 200 A conducen directamente desde la sala de máquinas hasta los electroimanes para los cuales se destinan; existe un repartidor de clavijas especial para estas líneas instalado también en el cuadro principal. En algunos experimentos es conveniente poder maniobrar los grupos instalados en la sala de máquinas desde los laboratorios y con este objeto y en esta última, existe un cuadro especial que relaciona los distintos laboratorios por medio de líneas de tal manera que desde los mismos laboratorios puede variarse las características de funcionamiento de los grupos convertidores de acuerdo con

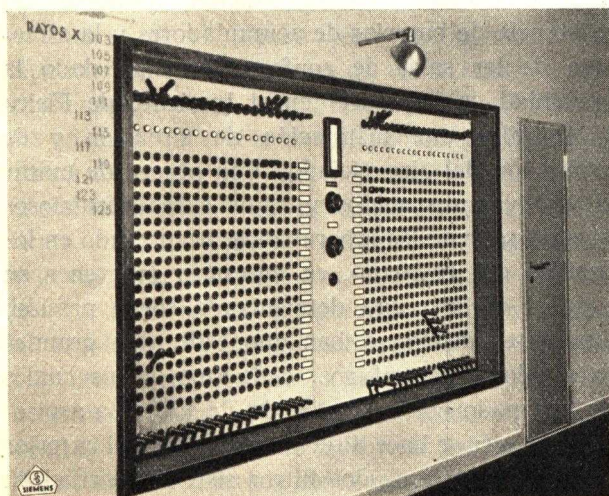


Fig. 8. Repartidor secundario.

las necesidades de los experimentos que se realizan. — También pueden utilizarse este cuadro repartidor para fines de medición, relacionando a través de él los distintos laboratorios.



Fig. 9. Tendido de conductores de experimentación.

3°. Tendido de líneas.

Para todos los conductores de experimentación se ha elegido cable acorazado, con objeto de evitar posibles influencias mutuas. El tendido se efectuó utilizando armaduras metálicas colgadas del techo; un aspecto de este tendido puede verse en la figura 9.

Teniendo en cuenta posibles ampliaciones y también para poder unir diferentes laboratorios en aquellos casos no previstos en el proyecto, se han instalado líneas de reserva, las cuales pueden

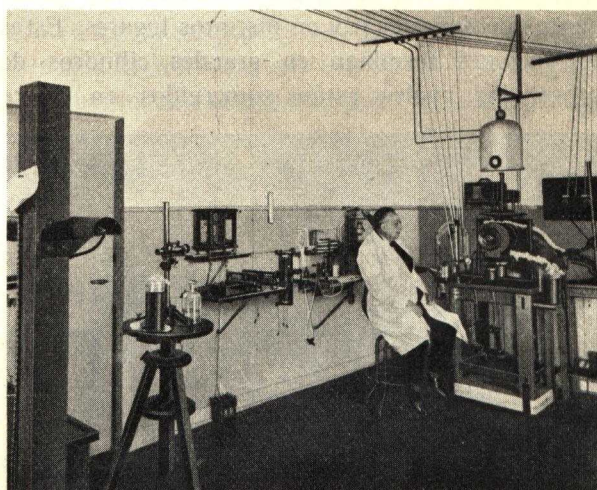


Fig. 10. Laboratorio particular del Sr. Prof. Cabrera.

utilizarse en los casos citados. Para las conexiones internas en el laboratorio y con objeto de que no estorben los conductores puestos a ras del suelo, existe en la parte alta de las paredes de cada

laboratorio, tiras de hierro perfilado en forma de U en donde se fijan con tornillos, palomillas que a su vez soportan los conductores. Esta disposición, de indudables resultados prácticos, tiene gran importancia en el caso presente, teniendo en cuenta que el género de ensayos que se realizan en el Instituto de Física y Química requieren instalaciones de una relativa permanencia, especialmente en los laboratorios de Física.

En un proyecto como el que nos ocupa es necesario siempre tener presente que las posibilidades de enlazar un laboratorio con otro deben ser máximas, por este razón y con objeto de facilitar más todavía las existentes, ya descritas, se han instalado en la parte alta de cada tabique de separación de laboratorios, una placa de baquelita con una serie de bornas pasantes. El empleo de este cuadro es de recomendar especialmente, pues la práctica ha demostrado que su utilidad es muy grande.

B.—INSTALACIONES ESPECIALES.

1°. Instalación de toma de tierra.

No es necesario insistir en la importancia que para un Instituto de investigación, como el Instituto Nacional de Física y Química tiene la instalación de toma de tierra. Con objeto de que esta última fuese lo más perfecta posible, se ha instalado por todo el Instituto un cable formado de varios hilos de cobre puesto a tierra en cuatro puntos de derivación y en distintos lugares. Estas derivaciones terminan en grandes cilindros de cobre, los cuales están sumergidos en tierra

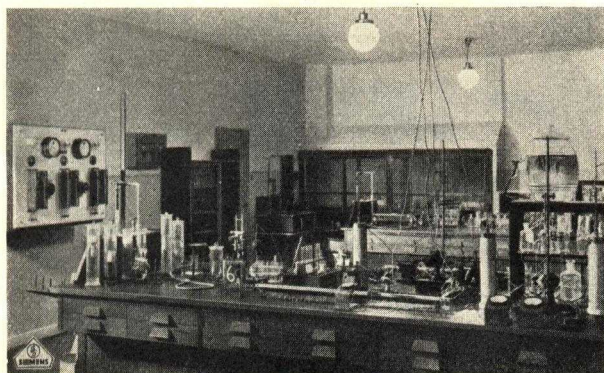


Fig. 11. Laboratorio de Electroquímica.

húmeda y con objeto de poder mantener la humedad en todo tiempo y teniendo presente que el clima de Madrid es muy seco en la estación veraniega, existen disposiciones de riego artificial

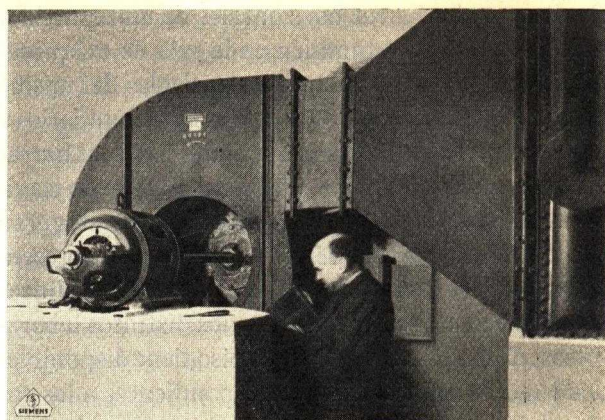


Fig. 12.

Uno de los ventiladores principales con filtro recalentador.

para las mismas. Todas las bornas de toma de tierra instaladas en el edificio están unidas al tendido de cable de tierra general.

2°. Instalación telefónica.

Además de la instalación de experimentación ya descrita se ha previsto en el Instituto, una instalación telefónica automática combinada con otra para la busca de personas dentro del Instituto; también está montada la instalación de relojes eléctricos, alguno de ellos con secundario, los cuales tienen utilidad en algunos laboratorios.

3°. Instalación de ventilación.

Los trabajos con productos químicos, la existencia de baterías de acumuladores y la aireación de las salas de conferencias, han dado la necesidad de implantar en el Instituto de Física y Química una instalación de aireación y de aspiración del aire viciado. Con objeto de evitar el que vapores ácidos y otros gases perniciosos puedan salir de los laboratorios, penetrando en los pasillos del Instituto, es necesario mantener en todo el edificio una determinada sobre presión. Con este objeto se han montado dos grandes ventiladores centrífugos, cada uno de los cuales es accionado por un motor de 7'5 kW. La aspiración del aire se hace directamente desde el exterior y pasa a través de dos filtros sistema Barthel en los cuales se deposita el polvo que el aire pueda llevar en suspensión. Teniendo en cuenta que la cantidad de aire absorbido es de aprox. 50,000 m³ hora, y que al introducir esta cantidad de aire en el Instituto en tiempo frío, la temperatura ambiente descendería considerablemente, hay

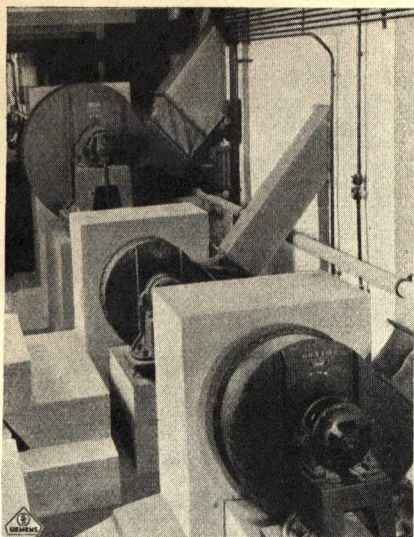


Fig. 13. Vista parcial de la serie de ventiladores para la ventilación de vitrinas.

están unidos por un canal transversal provisto de un cierre de trampilla de tal forma que en caso de avería en uno de los grupos de ventilación puede seguirse el servicio con la mitad de potencia utilizando para ello el otro ventilador.

La sala de conferencias tiene una disposición análoga para la aireación. Para aspirar el aire viciado hay montados en la terraza dos ventiladores centrífugos.

Los laboratorios de química del Instituto están dispuestos con 48 vitrinas las cuales se ventilan por medio de una serie de ventiladores centrífugos instalados en el último piso del edificio. La implantación de los canales de ventilación correspondientes a estas está estudiada de tal forma que en caso de avería de un ventilador puede la vitrina funcionar con otro ventilador que esté en buenas condiciones. Las dos salas de acumuladores tienen una instalación de ventilación independiente de la del resto del Instituto. Como podría suceder que en invierno la temperatura exterior fuese demasiado baja y por lo tanto podría ello originar condensaciones de los vapores ácidos que se encontrasen en la sala de acumuladores, se ha previsto la ventilación de tal forma que esa aspiración de aire y durante la época fría pueda realizarse directamente aspirando aire del interior del Instituto existiendo para ello una trampilla reguladora.

Uno de los laboratorios de química en el cual se trabaja constantemente con mercurio, está dispuesto con vitrinas cuya ventilación es forzada,

instalados dos calefactores Junker a vapor, los cuales sirven para calentar el aire antes de introducirlo en el edificio. La figura 12 muestra uno de estos ventiladores con filtro recalentador. Los dos canales de ventilación principales

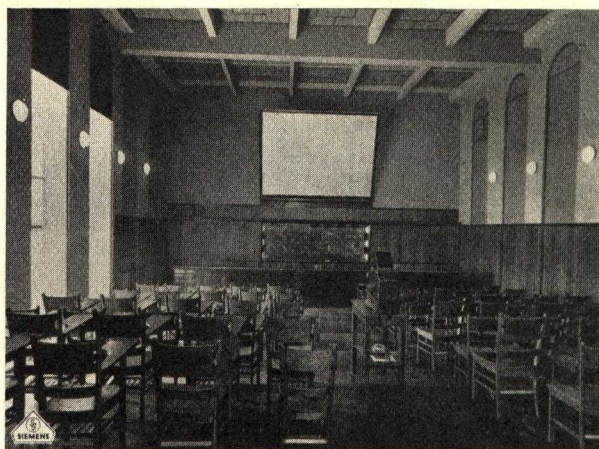


Fig. 14. Sala grande de conferencias.

de tal forma, que la concentración de vapores de mercurio que pueda haber en el ambiente de este laboratorio sea inferior al que tolera el reglamento de Sanidad. La figura 13 muestra parte de la serie de ventiladores instalados en la parte superior del edificio.

E.—SALA DE CONFERENCIAS.

Existe en el Instituto dos salas de conferencias, una de gran capacidad en la planta baja y otra de reducido tamaño en la planta 3ª. La primera de ellas tiene una capacidad para 300 oyentes (fig. 14) y tiene algunos detalles nuevos en su construcción; se utiliza para las tomas de corriente en ~~una~~ de los conocidos cuadros de experimentación, un solo cuadro en forma de pupitre que tiene todo el ancho de la sala de conferencias. Los distintos aparatos e instrumentos que se precisan para las conferencias se montan en el cuarto de preparaciones sobre mesas transportables de tal forma que estas mesas se conectan a las tomas de corriente existentes en el pupitre indicado. Esta sala de conferencias está además dispuesta con una instalación eléctrica de oscurecimiento, la cual es accionada desde el citado pupitre; también existe comunicación telefónica entre este último y la cabina del proyector. Las paredes están recubiertas con Zellotex con objeto de conseguir las mejores condiciones acústicas. En lo que se refiere a la sala pequeña está también dispuesta con su mesa de experimentación, la instalación eléctrica de oscurecimiento y también con una pizarra mandada eléctricamente con botones pulsadores, que a su vez se utiliza como cerramiento para la vitrina que comunica con el cuarto de preparación inmediato a la sala.