

Historia de la enseñanza de la electrotécnica en la Facultad de Ingeniería de Montevideo

Prof. S. GERSZONOWICZ

Hemos escrito esta breve historia de la enseñanza de la electrotécnica en la Facultad de Ingeniería de Montevideo, como introducción al folleto que contiene los trabajos del Instituto de Electrotécnica efectuados en el período 1938-1939, editado por dicho Instituto.

Indicaremos sucesivamente:

- a) la posición de la electrotécnica en los planes de estudios.
- b) el personal docente y auxiliar.
- c) el desarrollo del curso teórico; programas.
- d) el curso práctico y particularmente el desarrollo del laboratorio.

El lector observará que en la medida de lo posible nos hemos limitado a suministrar los hechos, absteniéndonos — salvo algún caso especial — de formular juicios. No nos ha sido siempre fácil conseguir datos, así que no eliminamos la posibilidad de ser incompletos, agradeciendo desde ya cualquier observación al respecto.

- a) *Posición de la electrotécnica en los planes de estudios.*

El primer plan de estudios (Ing. J. Pedralbes, decano) fué promulgado en 1887, comprendiendo las carreras de "ingeniero de puentes, caminos y calzadas", arquitecto, ingeniero geógrafo y agrimensor. La carrera de ingeniero de puentes, etc. comprendía 4 años de estudios sin curso especial de electrotécnica: las clases de electricidad se dictaban en el curso de física superior en el primer año. En la modificación llevada a cabo el 9 de enero de 1890 (Arq. J. Monteverde, decano) se reemplazó en el primer año de estudios la "física superior" por la "física aplicada", cambiándose también el título por el de "ingeniero de puentes y caminos".

El tercer plan de estudios data del 2 de abril de

1894 (Ing. V. Benavidez, decano); la duración de la carrera de ingeniero de puentes y caminos pasa a ser de 5 años, con una clase de "física industrial" en el primer año comprendiendo "calor y electricidad" (con ejercicios).

El cuarto plan de estudios (Ing. García de Zúñiga, decano) fué aprobado en la sesión del Consejo de Enseñanza Secundaria y Superior el 12 de febrero de 1906; la duración de la carrera se llevó a 6 años con un curso de "Nociones de Electrotécnica" en el 5.º año. Ni la posición de este curso, ni la duración de los estudios, fueron modificados en el quinto plan de estudios aprobado en 1911 (Ing. F. Capurro, decano).

El sexto plan de estudios, sancionado en 1924 (Ing. D. Gaminara, decano) establece ya una distinción entre los ingenieros civiles e industriales. El número de años de estudio queda reducido a 5, cuatro comunes a las dos carreras y uno de especialización. Hay dos semestres de electrotécnica en el 4.º año (común) y dos más en el 5.º año de especialización para los industriales.

Este plan fué modificado en 1928 (Ing. V. I. García, decano). El curso común a las dos carreras es de 3 años y el curso de especialización de cada carrera es de 2 años. En el 3er. año (común) hay dos semestres de electrotécnica (llamada "general"); en el 4.º y 5.º año de los industriales hay 4 semestres más de electrotécnica (llamada "aplicada").

En 1935 se propone un plan nuevo, con 6 años de estudios (Ing. L. Giorgi, decano). Para permitir un estudio más detenido de ciertos detalles se aplazó su puesta en vigencia hasta 1937, adoptando para 1936 un plan intermedio, con los 3 primeros años enteramente comunes a las dos carreras, el 4.º año en parte común y en parte de especialización, y los dos últimos años exclusivamente de especiali-

zación. La enseñanza de la electrotécnica no se encuentra aquí modificada; hay un curso de electrotécnica general común, en el 4.º año; un curso de electrotécnica aplicada I en el 5.º año de industriales y un curso de electrotécnica aplicada II en el 6.º año de industriales.

El 4 de marzo de 1937 (Ing. L. Giorgi, decano) se aprobó definitivamente el plan ahora en vigencia (aprobado por el Poder Legislativo el 17 de octubre de 1937).

La enseñanza de la electrotécnica comprende:

3er. año (común): física III con el estudio de la electricidad teórica que anteriormente formaba siempre parte de electrotécnica general.

4.º año (civiles): electrotécnica (2 semestres).

4.º año (industriales): electrotécnica I (2 semestres).

5.º año (industriales): electrotécnica II (2 semestres).

6.º año (industriales): electrotécnica III (1 semestre).

b) *Personal docente.*

Desde el primer año en que se dictaron las clases en esta Facultad, o sea desde 1888 hasta 1906, las clases de electricidad, en el curso de física "superior" hasta 1890, "aplicada" hasta 1894 e "industrial" hasta 1906, fueron dictadas por el Prof. Dr. C. Williman, uno de los profesores fundadores de la Facultad. En 1906, de acuerdo con el nuevo plan de estudios, la enseñanza de la electrotécnica pasa al 5.º año, creándose el curso de "Nociones de Electrotécnica". Las primeras clases empiezan pues en 1910, nombrándose el 28 de diciembre de 1909 al Ing. B. Lasgoity profesor interino de la materia. El 31 de Julio de 1913 se nombró al Ing. G. Lasnier ayudante del curso; el 13 de setiembre del mismo año el Ing. Lasgoity es designado profesor titular y el 10 de octubre de 1914 el Ing. Lasnier profesor sustituto, además de ser ayudante. El 10 de abril de 1917 se nombra ayudante al Ing. B. Vázquez, estando con licencia el Ing. Lasnier. En setiembre de 1919 se concede también licencia al Ing. Lasgoity, designándose como profesor sustituto encargado de dictar las clases al Ing. F. Tourreilles. En 1922 el Ing. Lasgoity vuelve a tomar posesión de su cargo; en marzo de 1927 el Ing. Lasnier renuncia como ayudante (no hemos podido comprobar en que fecha renunció a sus funciones el Ing. Vázquez); el 27 de marzo de 1927 el Ing. Lasgoity pide licencia, y desistiendo los Ings. Lasnier y Tourreilles, se invita al Ing. C. Vercesi a dictar las clases de "Nociones de Electrotécnica". El 7 de abril de

1927, el entonces Br. Capelán, es nombrado ayudante interino, puesto en que permanece hasta la fecha del 29 de junio del mismo año. El 6 de octubre de 1928 renuncia el Ing. Lasgoity, nombrándose el 25 de febrero de 1929 al Ing. C. Vercesi profesor de electrotécnica. El 8 de marzo de 1928 el entonces Br. J. Sallés es nombrado ayudante y el 29 de julio de 1930 el Ing. S. Michelini profesor sustituto de la materia.

Los primeros cursos de especialización para los ingenieros industriales empiezan a funcionar: el 9 de enero de 1932 se designa interinamente al Ing. C. Vercesi profesor de electrotécnica aplicada II y el 24 de febrero de 1932, también interinamente, profesor de electrotécnica aplicada I. El 7 de setiembre de 1932 fallece el Ing. Vercesi, resolviéndose el 3 de enero de 1933 hacer dictar las clases en la forma siguiente:

electrotécnica general: Prof. sustituto Ing. S. Michelini.

electrotécnica aplicada: semestre I (medidas): Ing. E. Pelufo.

semestre II (máquinas eléctricas): Ing. J. Rezzano.

semestre III (generación, transmisión y distribución de energía eléctrica): Ing. J. E. Gil.

semestre IV (aplicaciones): Ing. J. Sallés.

Las clases prácticas seguían a cargo del Ing. J. Sallés de acuerdo con los otros profesores.

En 1936 se crea el Instituto de Electrotécnica, nombrando el Consejo al Ing. S. Gerszonowicz, director del Instituto, profesor de electrotécnica general, electrotécnica aplicada I y electrotécnica aplicada II, el que toma posesión de su cargo el 29 de julio de 1936.

En enero de 1937 el Ing. J. Sallés es nombrado ayudante jefe del Instituto; el 25 de febrero de 1937, demasiado absorbido por su actividad profesional y otras actividades docentes, renuncia a su cargo el profesor sustituto Ing. S. Michelini; el 2 de marzo de 1937 el Br. A. Cisa es nombrado ayudante II; el 5 de mayo de 1938 la Br. D. Maggiolo es designada ayudante III. El 1.º de setiembre de 1938, el Ing. Salles, recientemente nombrado ingeniero en otra administración, renuncia como ayudante jefe, designándosele ayudante encargado de corrientes débiles; el Br. A. Cisa es nombrado ayudante jefe y la Br. D. Maggiolo ayudante II. El 6 de junio de 1939 el Br. J. J. Martínez es designado ayudante III del Instituto.

Personal auxiliar. -- Comprendía a nuestra llega-

da un peón y extraoficialmente al electricista de la Facultad, el que prestaba servicios en el laboratorio. Este personal demasiado reducido, ha sido reforzado con un puesto permanente de electricista del Instituto.

c) *Desarrollo del curso teórico. Programas.*

El programa más antiguo que hemos podido encontrar es el del año 1911, o sea del 2.º año en que se enseñó la materia "Nociones de electrotécnica"; se debe al Ing. B. Lasgoity. He aquí su contenido:

Introducción:

I. Unidades de medida. — Unidades — Principio de conservación de energía.

II. Teoremas generales relativos a las fuerzas centrales. — Fuerzas centrales: definiciones — Ley elemental rigiendo los fenómenos newtonianos — Campo de fuerza — Flujo de fuerza — Teorema de Gauss — Energía potencial de las masas sometidas a fuerzas newtonianas.

III. Aplicación de los teoremas generales de las fuerzas centrales. — Presión superficial — Potencial de un disco — Energía de un campo — Potencial eléctrico — Campo producido por una sucesión indefinida de masas — Movimiento de masas — Ley de Ohm — Leyes de Kirchhoff. — Resistencias combinadas.

Electromagnetismo:

IV. Fuerzas magneto-motrices y electro-motrices. — Campo de líneas elásticas en movimiento — Producción de los campos magnéticos — su intensidad y dirección — Producción de las fuerzas electromotrices — su intensidad y dirección — Aplicación a la regla de los tres dedos.

Dinamos a corriente continua:

V. Principio de los dinamos a corriente continua. — Clasificación de los inducidos — Principio del inducido a anillo — Cálculo de la fuerza electromotriz.

Excitaciones independientes, en serie, derivación y compound.

VI. Circuito magnético de los dinamos. — Estudio de los flujos en los dinamos — Reacción del inducido y flujos transversales.

VII. Ensayo de los dinamos. — Características — Características de los dinamos — Representación gráfica de las resistencias — Encendido de los dinamos — Estabilidad de funcionamiento — Representación de la potencia — Asociación de los dinamos a corriente continua.

VIII. Fenómenos de inducción — Self-inducción — Inducción mutua.

IX. Corrientes sinusoidales. — Determinación analítica de la intensidad de la corriente en un circuito sometido a la acción de una fuerza electromotriz sinusoidal — Impedancia — Reactancia — Intensidad media — Intensidad eficaz — Efectos de una capacidad y una self-inducción — Fenómenos de resonancia — Ondas Hertzianas.

X. Representación gráfica. — Representación gráfica de las intensidades y fuerzas electromotrices — Derivada e integral de un vector — Representación del ángulo — Corriente watté y dewatté — Resolución de problemas.

XI. Acciones parásitas de las corrientes alternativas. — Histéresis — Corrientes de Foucault.

XII Alternadores. — Principios en que se basan — Diferentes enrollados mono-bi-trifásicos — En estrella y en triángulo — Determinación de las intensidades y

fuerzas electromotrices exteriores en función de las interiores y vice-versa — Características de los alternadores — Asociación de los alternadores en paralelo.

XIII. Transformadores estáticos. — Objeto — Teoría.

XIV. Canalizaciones eléctricas. — Aparatos auxiliares — Corta-circuitos — Automáticos — Para-rayos — Cuadros de distribución.

XV. Generadores de energía. — Pilas, acumuladores, pilas termo-eléctricas.

XVI. Aparatos de medida. — Etalones — Medidas de intensidad — Amperímetros — Voltmetros — Wattmetros — Ohmmetros.

XVII. Sistemas generales de distribución. — Distribución en serie — Distribución en derivación — Sistemas de distribución a conductores múltiples — Distribución por arterias o feeders — Empleo de los acumuladores — Comparación de los diversos sistemas de distribución en cuanto a la economía de instalación.

XVIII. Aislamiento de las canalizaciones. — Indicador de tierra — Ohmmetro.

XIX. Telegrafía y telefonía. — Telegrafía sin hilos — Telegrafía con hilos — Teléfonos — Telegrafía y telefonía simultáneas.

XX. Alumbrado. — Lámparas de incandescencia en el vacío — Id. en el gaz — Arcos voltaicos — Distribución de la luz y rendimiento luminoso de las diversas lámparas.

XXI. Contadores. — Aron — Thomson — Ferraris.

XXII. Electromotores. — Fuerza electromotriz — Valor de la intensidad de régimen — Motores en serie y en derivación — Velocidad y par de arranque — Comparación entre los electromotores de distintos tipos de corriente — Aplicación a los tranvías.

Este programa recibió más tarde ligeras modificaciones; así el programa del año 1913 tiene la siguiente composición:

Preliminares. — Líneas elásticas — Potencial — Flujo.

Electricidad. — Descarga convectiva — Ley de Ohm — Circuitos derivados.

Electromagnetismo. — Flujos magnéticos — Circuito magnético.

Inducción electromagnética. — Fuerzas electromagnéticas.

Dinamos — Devanados. — Circuito magnético — Característica — Excitación — Asociación de dinamos.

Self inducción — Capacidad — Circuitos sinusoidales. Problemas — Histéresis — Corrientes de Foucault.

Alternadores. — Devanado — Devanado trifásico — Características.

Transformadores — Canalizaciones eléctricas — Acumuladores. — Automáticos — Piranni — Aplicaciones diversas.

Aparatos de medida. — Etalones — Medidas de intensidad — de potencial — de resistencia — de capacidad — de energía — de rendimiento — fotométricas.

Sistemas generales de distribución eléctrica. — Corriente continua — Alternativas — Comparación de sistemas.

Aislamiento de las canalizaciones. — Telegrafía y telefonía. — Telefonía, telegrafía — Telegrafía y telefonía simultáneas — Telegrafía sin hilos.

Lámparas incandescentes. — Lámparas de arco —

Electromotores — Alternomotores — Convertidores — Contadores.

En 1914 a este programa de clases teóricas agregó el Ing. Lasgoity un plan de trabajos de Laboratorio que indicaremos más adelante.

En 1927 el Ing. B. Lasgoity presenta el siguiente programa que debía servir para el curso común a las dos carreras, de acuerdo con el plan de estudios de 1924:

Preliminares. — Electricidad estática — Modos de generarla — Atracciones y repulsiones — Ley de Coulomb — Potencial eléctrico — Condensadores — Determinación de la capacidad de un condensador esférico — Aplicación de fórmulas prácticas para la determinación de la capacidad de condensadores de formas diversas — Energía puesta en libertad por la electricidad al cambiar de potencial.

Electricidad dinámica. — Descarga convectiva — Energía disipada por la electricidad al circular a través de un conductor — Ley de Ohm — Caídas de potencial en los conductores — Definición de las diversas unidades eléctricas — volt — ampere — ohm — watt — Circuitos compuestos — Circuitos en paralelo — Shunts — Leyes de Kirchhoff.

Electromagnetismo — Flujos magnéticos — Fuerza magnetomotriz producida por una corriente circular — Reluctancia o resistencia magnética — Determinación de la reluctancia de circuitos magnéticos de diferentes formas.

Inducción electromagnética. — Conductor en movimiento en un campo magnético — Dirección y valor de la fuerza electromotriz generada.

Dinamos. — Aplicación de las leyes de la inducción magnética — Devanados en anillo — Devanados en tambor — Cálculo de la fuerza electromotriz desarrollada por un dinamo — Circuito magnético de la dinamo — Flujos transversales — Reacción de inducido — Características de dinamos a excitación independiente — Excitación de las dinamos — Características de dinamos a excitación propia — Estudio de la característica exterior de una dinamo serie — Estudio de la característica exterior de una dinamo derivación — Dinamo serie y en derivación comparadas — Dinamos compound e hipercompound — Asociación de dinamos en serie y en derivación.

Corrientes variables. — Término de corrección que es preciso agregar a la Ley de Ohm cuando los circuitos son recorridos por corrientes variables — Coeficiente de Self-inducción — Influencia de una capacidad intercalada en el circuito.

Corriente alternada sinusoidal. — Representación gráfica y analítica de una corriente alterna sinusoidal — Diferencial de una expresión sinusoidal — Integración de una expresión sinusoidal — Representación gráfica de las caídas de potencial en circuitos con self-inducción y capacidad — Resolución de problemas — Condiciones de resonancia — Energía de las corrientes alternas — Histerénesis y corrientes de Foucault — Determinación práctica de las pérdidas producidas por estas corrientes.

Alternadores. — Frecuencia de los alternadores — Devanados monofásicos y bifásico — Devanados trifásicos en estrella y en triángulo — Potencia de los alternadores — Características — Asociación de alternadores en paralelo.

Transformadores. — Teoría de los transformadores — Relación entre el voltaje primario y el secundario — Rendimiento de los transformadores.

Otros generadores de energía eléctrica. — Pilas — Acumuladores — Carga y descarga de los acumuladores — Aparatos de control para las instalaciones con batería de acumuladores — Dispositivos Pirani — Pilas termo-eléctricas — Pilas termo-magnéticas.

Aparatos de medida. — Etalones — Galvanómetros — Aperímetros electromagnéticos — Amperímetros electrodinámicos — Balanzas — Amperímetros térmicos — Voltímetros electrodinámicos — Voltímetros electrostáticos — Medidas de resistencia — Punteo de Wheatstone — Resistencia del galvanómetro — Resistencia interna de las pilas — Medidas de potenciales — Medidas de capacidad — Medida de la energía eléctrica — Medidas de rendimiento — Medidas fotométricas.

Sistemas generales de distribución de la energía eléctrica. — En serie — En derivación — En bucle — Por 3 o más conductores — Discusión de los sistemas — Distribución por corrientes alternas monofásicas y bifásicas — Distribución por corrientes trifásicas de 3 y 4 hilos — Caídas de potencial — Comparación económica de los diferentes sistemas para el transporte de energía — Colocación de las líneas — Aislamiento de las canalizaciones — Ohmmetros.

Teléfono y telégrafo. — Teléfono a batería local, a batería central y automáticos — Diferentes aparatos telegráficos — Transmisión simultánea de despachos telefónicos por el mismo conductor.

Telefonía y telegrafía por ondas Hertzianas. — Descarga oscilante — Oscilaciones entretenidas — Trenes de ondas musicales o cantantes — Trenes de oscilaciones parlantes — Circuitos oscilantes no amortiguados — Antenas y contrapesos — Influencia exterior — Puestos receptores — Coherereus — Detectores magnéticos — Detectores válvulas — La lámpara de tres electrodos como detectora, amplificadora y osciladora.

Lámparas incandescentes y de arco. — Voltaje, consumo y rendimiento de las lámparas — Distribución de luz.

Motores. — De corriente continua — Con excitación en derivación y en serie — Par motor — Número de revoluciones — Controlers — Monofásicos a colector — Motores de inducción — Motores síncronos — Elección del motor.

Convertidores. — Conmutatrices — Convertidos a vapor de mercurio.

Contadores. — Medidores de la energía eléctrica para corriente continua y alternada.

Un programa más completo de los estudios comunes y de los de especialización, fué elaborado por el Ing. C. Vercesi; he aquí su texto correspondiente al año 1931:

ELECTROTECNICA GENERAL

PRIMERA PARTE

Principios

1. **Vectores.** — Definiciones y operaciones — Campo — Potencial — Campo de fuerza — Fuerzas newtonianas — Distintos tipos de campos.

2. **Electrostática.** — Masas y fuerzas — Electrificación por influencia — Condensadores — Capacidad — Energía potencial — Rigidez dieléctrica.

3. **Corrientes continuas.** — Fuerzas electromotrices de contacto — Corriente — Ley de Ohm — Principios de Kirchhoff — Circuitos derivados — Puente de Wheatstone — Potencia — Electroquímica — Leyes — Conducción — Teoría de la pila.

4. **Magnetismo.** — Masas y fuerzas magnéticas — Campos — Intensidades y momentos — Distribución del magnetismo en los imanes — Filetes y láminas magnéticas — Fuerzas en el interior de los imanes — Inducción — Ciclos de imanación — Histéresis — Energía de un campo magnético.

5. **Electromagnetismo.** — Campos debidos a corrientes — Equivalencia entre las acciones producidas por corrientes y por láminas magnéticas — Solenoides — Circuitos magnéticos.

6. **Electrodinámica.** — Energía de corrientes eléctricas en campos magnéticos — Fuerzas electromotrices inducidas — Coeficientes de inducción mutua y de auto-inducción.

7. **Unidades.** — Definiciones; distintos sistemas.

8. **Corrientes variables.** — Ley de Ohm para corrientes variables — Descarga de condensadores.

9. **Corrientes alternadas.** — Representación analítica y gráfica — Método simbólico — Cálculo de circuitos de distintos tipos — Resonancia — Análisis de magnitudes alternadas no sinusoidales — Pérdidas por histéresis y corrientes de Foucault — Skin-effect — Corrientes polifásicas — Potencia — Métodos de medida.

SEGUNDA PARTE

Aplicaciones

1. **Dinamos.** — Teoría — Cálculo de los distintos elementos — Construcción — Devanados — Funcionamiento — Reacción de inducido — Sistemas de excitación — Curvas características — Asociación — Ensayos.

2. **Transformadores.** — Teoría, funcionamiento y construcción — Ensayos.

3. **Alternadores.** — Teoría — Características — Caída de tensión — Construcción — Devanados — Ensayos.

4. **Pilas y acumuladores** — Tipos de pilas — Polarización — Acumuladores — Teoría y funcionamiento — Dispositivo para la carga.

5. **Medidas.** — Patrones — Aparatos — Medidas de resistencia — Id. de intensidad — Id. de capacidad — Id. de potencia.

6. **Transmisión y distribución de la energía.** — Distintos sistemas — Cálculos de los conductores — Caídas de tensión — Construcción de las líneas — Cables subterráneos — Redes — Sub-estaciones — Aparatos de maniobra y protección.

7. **Instalaciones interiores.** — Aparatos — Conductores — Tableros — Reglamentaciones.

8. **Iluminación y fotometría.** — Cálculo y medida de iluminación — Distintos tipos de lámparas — Características — Consumos.

9. **Motores.** — De corriente continua de colector, de inducción, sincrónicos — Campo de aplicación de cada tipo.

10. **Convertidores.** — Conmutatrices — Motores en cascada — De vapor de mercurio — Otros tipos.

11. **Contadores.** — Para corriente continua y alternada.

12. **Telegrafía y Telefonía.** — Nociones sobre los distintos sistemas.

13. **Radiotransmisiones.** — Propagación de la energía — Circuitos — Transformaciones de la energía — Tubos electrónicos — Su empleo — Radiotelefonía — Medidas — Televisión.

ELECTROTECNICA APLICADA

I. Medidas eléctricas

1. **Aparatos de medida.** — Clasificación — Dispositivos para la lectura — Suspensiones — Sensibilidad — Amortiguación — Galvanómetros — Aproximación de los métodos — Errores.

2. **Medidas de resistencia.** — Distintos métodos — Pequeñas resistencias — Grandísimas resistencias — Aislación — Resistencias líquidas.

3. **Medidas de cantidad e intensidad.** — Galvanómetros — Id. balístico — Voltímetros — Balanzas — Amperímetros — Transformadores de intensidad.

4. **Medidas de f. e. m.** — Electrómetros — Potenciómetros — Voltímetros — Transformadores de tensión.

5. **Medidas de capacidad e inductancia.** — Métodos directos y por comparación — Patrones.

6. **Medidas magnéticas.** — Intensidad de campos — Curva de magnetización — Pérdidas.

7. **Medidas de potencia.** — Wattímetros — Circuitos de corriente continua y alterna — Potencia y factor de potencia.

8. **Circuitos trifásicos.** — Definiciones — Sistemas simétricos y disimétricos, equilibrados y desequilibrados — Componentes simétricas — Métodos de los 2 wattímetros y de las 4 lecturas — Magnitudes monofásicas equivalentes.

9. **Ensayos de sobrecalentamiento.** — Objeto y duración — Medida de las temperaturas — Método de circulación — Ensayos equivalentes.

II. Máquinas eléctricas. (Construcción, funcionamiento y ensayos)

1. **Generalidades.** — Leyes fundamentales — Rendimiento — Utilización — Estructura general — Limitaciones de la potencia — Pérdidas de energía — Calentamiento — Materiales empleados — Influencia de la temperatura ambiente — Ventilación — Tensión — Velocidad — Número de polos — Peso específico — Circuitos magnéticos (Cálculo).

2. **Máquinas sincrónicas.** — Principio — Devanados — Ensayos — Determinación de las características — Reactancia sincrónica — Rendimiento — Construcción — Datos numéricos — Funcionamiento en paralelo — Motores sincrónicos — Diagramas circulares — Arranque — Oscilaciones pendulares — Corto-circuito de alternadores — Protección.

3. **Transformadores.** — Teoría — Diagrama general — Caída de tensión — Pérdidas — Tipos constructivos — Datos numéricos — Transformadores trifásicos — Funcionamiento en paralelo — Ensayos — Transformadores Scott y similares.

4. **Máquinas de inducción.** — Principio del funcionamiento — Arranque — Ensayos — Diagrama circular — Distintos tipos de motores — Acoplamiento en cascada —

Reguladores de inducción — Variadores de fase — Generadores asincrónicos.

5. Máquinas de colector. — a) Máquinas de corriente continua — Devanados — Reacción de inducido — Conmutación — Cálculo y construcción — Ensayos — Características — Pérdidas — Motores — Funcionamiento — b) Máquinas de corriente alterna — Motores trifásicos, shunt y serie — Motores monofásicos — Serie-compensados — A repulsión — Serie-repulsión — Repulsión compensado.

6. Convertidores. — Conmutatrices — Funcionamiento — Arranque — Regulación — Pérdidas — Convertidor en cascada — Ensayos — Construcción — Rectificadores de vapor de mercurio — Funcionamiento — Construcción — Rectificadores electrónicos.

III. Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica

1. Centrales eléctricas. — Composición — Funcionamiento — Frecuencia — Tensión — Diagramas de carga — Factores de ejercicio — Número de unidades — Consideraciones económicas.

2. Máquinas — Funcionamiento. — Excitación — Servicios auxiliares.

3. Tableros. — Distintos tipos — Construcción.

4. Aparatos. — Maniobra: interruptores, desconectores — Medida: transformadores de medida, registradores, indicadores, medidores — Regulación: reguladores de tensión, distintos tipos — Protección: contra sobretensiones; pararrayos, bobinas, condensadores; contra corrientes excesivas: reactancias, limitadores, relés.

5. Líneas de transmisión. — Materiales — Líneas aéreas y subterráneas — Cálculo eléctrico — Características — Caídas de tensión — Pérdidas — Construcción — Cables subterráneos — Columnas — Cálculo mecánico de las líneas aéreas — Comparación económica.

6. Regulación de la tensión. — Dispositivos empleados — Mejora del factor de potencia. Ventaja.

7. Estaciones de transformación. — Disposición — Aparatos — Construcción — Funcionamiento.

8. Redes de distribución. — Cálculo de los conductores — Sub-estaciones.

IV. Aplicaciones

1. Iluminación eléctrica. — Luz — Propiedades físicas — Color — Fotometría — Fotómetros — Cálculo de flujo luminoso y de iluminación — Unidades — Lámparas — Iluminación interior — Alumbrado público — Sistemas de distribución — Reflectores.

2. Instalaciones interiores. — Reglamentaciones — Conductores — Aparatos.

3. Tracción eléctrica. — Sistemas de tracción eléctrica — Locomotoras — Tranvías — Motores — Accesorios — Vías — Líneas — Sub-estaciones — Cálculo de líneas — Instalaciones.

4. Aplicaciones industriales. — Trabajo y elección de los motores — Industrias — Minas — Elevadores y transportadores.

5. Telegrafía. — Propagación de las señales — Aparatos transmisores y receptores — Sistemas múltiples — Cables submarinos.

6. Telefonía. — Teléfonos — Líneas — Centrales —

Sistemas automáticos — Cables telefónicos — Amplificación.

7. Radio-transmisiones. — Circuitos oscilantes — Resonancia — Ecuaciones del campo magnético — Principios de radiotelegrafía — Propagación de las ondas — Válvulas iónicas — Aparatos transmisores — Aparatos receptores — Antenas — Circuitos.

8. Electro-química. — Acumuladores — Procesos por vía húmeda (Soda, cloro y derivados, extracción y refinación del cobre, oxígeno e hidrógeno) — Aluminio — Calvanoplastia.

9. Electro-termia. — Hornos eléctricos: arco, resistencias, inducción — Siderurgia — Carburo de calcio — Carborundum — Calefacción eléctrica — Aparatos: cálculo y construcción — Calderas eléctricas.

10. Tarificación. — Coeficientes económicos — Distintos tipos de tarifa.

Este texto no se modificó en 1934 cuando se hizo la reimpresión de los programas. Salvo ciertas modificaciones de detalle inevitables, el mismo programa sirvió a los Ings. Michellini, Pelufo, Rezzano, Gil y Sallés; lo adopté también yo como base haciéndolo modificar progresivamente.

La tarea no fué ni es fácil. En efecto, por una parte, se trata de no sobrecargar el curso de electrotécnica, haciendo demasiado difícil el examen al estudiante, quien prepara el diploma de ingeniero industrial y no de ingeniero electricista; la electrotécnica, si bien una de las materias más importantes, no es la única que él tiene que estudiar, pero, por otra parte, el ingeniero industrial debe hacer las veces del ingeniero electricista, puesto que no hay tal carrera en el país. Es pues indispensable poner al alcance de los estudiantes que saben que se dedicarán a electrotécnica, así como de los graduados que se dedican a ella, todos los elementos necesarios para completar sus conocimientos. Estos elementos consistirían fundamentalmente en cursos especiales no sancionados por ningún examen y en discusiones sobre determinados temas cuyas bases suministrará previamente el Instituto. En particular, con el fin de escapar a la rutina y poder guiar a los estudiantes más íntimamente en el estudio, pensamos dedicar parte o la totalidad del semestre del 6.º año (electrotécnica III) al estudio a fondo, con ayuda de artículos originales, trabajos especiales de laboratorio y taller, proyectos, etc. de un solo tema, que variará por completo de un año a otro.

Indicamos a continuación el programa de estudios que proponemos, no sin insistir sobre el valor meramente informativo que siempre presenta un programa, ya que tanto depende de la forma en la que se desarrolla.

INGENIERIA CIVIL

La electrotécnica se ha impuesto actualmente en tal grado en la vida en general y la vida profesional en particular, que por más alejada de ella que aparezca la especialidad de un ingeniero, éste no puede ignorarla por completo. No cabe por supuesto, en este curso, un estudio profundo de los fenómenos, dejado a los ingenieros industriales, pero sí se dará a los civiles una base mínima, suficiente para permitirles tomar decisiones en los casos relativamente simples que se les presenten.

ELECTROTECNICA

A. — Principios generales de las corrientes alternas

Funciones periódicas — Magnitudes sinusoidales y no sinusoidales — Circuitos eléctricos en corriente alterna sinusoidal y no sinusoidal — Circuito magnético — Sistemas polifásicos, trifásico en particular, equilibrados y desequilibrados — Campos magnéticos alternativos y giratorios.

B. Medidas eléctricas

Errores — Correcciones — Unidades — Aparatos de medida: galvanómetros, aparatos industriales de corriente continua y alterna — Oscilógrafos, registradores — Aparatos de cero — Medidas de resistencias, medias, pequeñas y grandes — Resistencias líquidas — Medidas de fem — Potenciómetro — Calibrado de los voltímetros y amperímetros — Medidas de capacidades, de coeficiente de autoinducción y de inducción mutua — Medidas magnéticas — Histéresis — Imantación media — Medidas de potencia en corriente continua, alterna mono y polifásica — Medidas de cantidad y de energía. Contadores — Medidas fotométricas.

C. — Generadores, transformadores y motores eléctricos.

Generalidades — Materiales de construcción — Calentamiento de las máquinas — Máquinas de corriente continua — Principio — Cálculo de la fem — Devanados — Reacción de inducido — Conmutación — Nociones de construcción y de cálculo de dinamos — Características — Rendimiento — Ensayos — Acoplamientos — Regulación de la tensión — Motores — Características — Arranque — Rendimiento — Ensayos directos e indirectos — Acumuladores — Acumulador de plomo — Aplicaciones — Otros tipos de acumuladores — Máquinas sincrónicas — Alternadores mono y polifásicos — Cálculo de la fem — Caída de tensión — Diagrama de Behn-Eschenburg — Rendimiento — Regulación de la tensión — Acoplamientos — Ensayos — Motores sincrónicos — Principio — Diagrama simplificado — Arranque — Aplicaciones del motor — Conmutatrices: ver más adelante "Convertidores" — Transformadores — Principio — Caída de tensión — Diagrama de Kapp — Rendimiento — Ensayos — Autotransformador — Transformadores de medida — Transformadores trifásicos — Acoplamiento en paralelo — Nociones de construcción de los transformadores — Motores de inducción — Principio del motor polifásico — Construcción del motor — Características — Arranque — Funcionamiento como generador — Motor monofásico — Motores alternos a colector — Principio de los motores polifásicos y monofásicos serie y a repulsión — Aplicaciones — Convertidores — Conmutatriz — Principio — Regulación de la ten-

sión — Aplicaciones — Rectificadores a vapor de mercurio — Rectificadores de óxido, kenotrones, etc.

D. — Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica

Aparatos eléctricos — Generalidades — Aisladores — Interruptores en el aire, en el aceite y otros — Protección automática contra sobreintensidades — "Relais" — Seccionadores y cortacircuitos — Protección contra las sobretensiones — Protección en baja tensión — Puesta a tierra — Centrales — Generalidades — Parte mecánica — Parte eléctrica — Tableros y barras de distribución — Transmisión de energía — Generalidades — Diagrama de una línea media — Líneas largas — Distribución de energía — Distribución a corriente continua y a corriente alterna — Líneas abiertas, cálculo de las secciones — Constitución de redes primaria y secundaria — Tarificación de la energía eléctrica.

E. — Aplicaciones particulares de la electricidad

Iluminación — Generalidades — Lámparas de incandescencia, de arco, tubos luminescentes — Iluminación de locales, iluminación exterior, iluminación de carreteras — Reflectores — Aplicaciones domésticas de la electricidad — Calefacción eléctrica — Cocina eléctrica — Instalación de luz y de fuerza — Peligros de incendio y de electrocución — Acciones fisiológicas de la corriente — Aplicaciones industriales — Energía mecánica en el taller — Elección de un motor — Organos elevadores — Embragues y platos magnéticos — Soldadura eléctrica — Calentamiento con acumulación — Hornos.

F. — Corrientes débiles

Telefonía — Generalidades sobre los aparatos y líneas telefónicas — Centrales — Nociones de telefonía automática — Telegrafía — Generalidades — Sistemas a transmisiones simples y múltiples — Radiotécnica — Lámpara de tres electrodos, su empleo como amplificadora, osciladora y detectora — Antenas — Nociones de la emisión y recepción telegráfica y telefónica.

INGENIERIA INDUSTRIAL

El programa a desarrollar de acuerdo con el punto de vista expuesto más arriba es el siguiente:

ELECTROTECNICA I, II, III

A. — Nociones previas

Funciones periódicas — Magnitudes sinusoidales, sinusoidales amortiguadas y no sinusoidales — Circuitos eléctricos en corriente alternada sinusoidal, sinusoidal amortiguada y no sinusoidal — Circuito magnético — Sistemas polifásicos, trifásicos en particular, sinusoidales y no sinusoidales, equilibrados y desequilibrados — Campos magnéticos alternativos y giratorios, circulares y elípticos — Coordenadas simétricas. Redes filtrantes.

Válvulas a emisión termo-iónica — Conductores que no siguen la ley de Ohm.

B. — Medidas eléctricas

Errores y correcciones — Unidades — Medidas absolutas de resistencia e intensidad — Patrones — Aparatos de medida — Galvanómetros de corriente continua y alterna — Aparatos de cero — Oscilógrafos, reógrafo — Aparatos industriales, registradores.

Medidas de resistencias — Medidas de resistencias, me-

días, grandes y pequeñas — Resistencias especiales (líquidas, etc.) — Localización de los defectos en las líneas.

Medidas de fem — Electrómetros — Métodos diversos de medida de la ddp — Potenciómetros de corriente continua y alterna: su aplicación a la calibración de aparatos de medida, etc.

Medidas de capacidades, coeficientes de inducción mutua y de self inducción — Diversos métodos de medida, con estudio particular de puentes en corriente alterna.

Medidas de frecuencia — Distintos métodos — Frecuencímetro.

Medidas del factor de potencia — Fasímetro.

Medidas de potencia — Medidas en corriente continua y alterna monofásica; diversos métodos, wáttmetros — Medidas en corrientes polifásicas.

Análisis de forma de onda. Medida del factor de forma.

Medidas de cantidad de electricidad y de energía — Corriente continua: contadores de cantidad y de energía — Distintos tipos — Calibrado, ensayos diversos — Corriente alternada: contadores de energía, monofásicos y polifásicos — Distintos tipos — Calibrado, otros ensayos — Contadores de energía reactiva — de energía aparente — Contadores especiales — Instalaciones de alta tensión.

Medidas magnéticas — Campos débiles — Campos fuertes — Histéresis — Curva de imantación — Permeámetros — Histeresímetros — Pérdidas en "watts" — Aparato Epstein; otros métodos.

Medidas fotométricas — Generalidades — Fotómetros — Lumenmetros — Lúxmetros.

Medidas en alta tensión — Materias aislantes — Estudio de los aisladores y de los cables.

C. — Generadores, transformadores y motores eléctricos

Generalidades — Materiales de construcción — Calentamiento y ventilación — Ensayos de calentamiento — Circuito magnético, notaciones diversas.

Máquinas a corriente continua — Principio — Cálculo de la fem — Estudio de los devanados — Reacción del inducido — Conmutación — Cálculo y construcción de la dinamo — Ensayos — Características, su determinación y aplicaciones — Regulación de la tensión — Rendimiento — Acoplamiento de dinamos.

Motores — Características, su determinación y aplicaciones — Regulación de la velocidad — Arranque — Rendimiento — Ensayos, métodos directos e indirectos.

Acumuladores — Acumulador de plomo — Teoría — Diversos tipos y sus propiedades — Aplicaciones industriales — Cálculo de una batería "tampón" — Acumuladores de hierro-níquel y otros.

Pilas — Distintos tipos.

Máquinas sincrónicas — Alternadores — Principio — Devanados, mono y polifásicos — Cálculo de la fem — Harmónicas — Estudio de la caída de tensión — Diagramas diversos — Compundaje — Rendimiento — Ensayos diversos, directos e indirectos — Corto-circuito de los alternadores — Cálculo y construcción.

Motores — Principio — Par de los motores mono y polifásicos — Diagrama de Blondel — Propiedades, arranque, ensayos — Estabilidad — Oscilaciones y desenganche — Aplicaciones de los motores, compensador de fase.

— Acoplamiento de los alternadores en paralelo — Diagrama — Sincronización — Estabilidad — Oscilaciones libres, forzadas y debidas al regulador de velocidad.

— Conmutatrices: ver más adelante "Convertidores".

Transformadores — Estudio de la caída de tensión — Diagramas diversos — Rendimiento — Ensayos directos e indirectos — Autotransformador — Transformadores a tomas múltiples — Transformadores de medida — Transformadores trifásicos, su funcionamiento en régimen desequilibrado — Acoplamiento en zig-zag — Transformador a tres arrollamientos — Harmónicas — Acoplamiento en paralelo de los transformadores mono y polifásicos — Cálculo, construcción y enfriamiento de los transformadores — Transformación del número de fases, en particular del trifásico en difásico.

Motores de inducción — Motor polifásico — Principio — Diagramas de funcionamiento — Teoría del circuito eléctrico general — Arranque — Cálculo y construcción del motor — Tipos diversos — Ensayos directo e indirecto — Regulación de velocidad — Devanados múltiples — Acoplamiento en cascada — Funcionamiento en contracorriente — Generador asincrónico — Motor asincrónico sincronizado — Motor monofásico — Expresión del par — Arranque — Propiedades, ensayos — Reguladores de inducción.

Motores alternos a colector — Motores polifásicos — Principio — Transformador de frecuencia — Compensador de fase — Motores shunt y serie, sus propiedades y ensayos — Diagramas — Motores monofásicos — Motor serie simple o compensado — Generalidades — Diagrama — Propiedades y ensayos — Motor a repulsión, motores mixtos, principio, propiedades, comparación de los diferentes tipos.

Convertidores — Conmutatrices — Principio — Reacción de inducido — Pérdidas Joule en el inducido — Rendimiento — Regulación de la tensión — Compundaje — Conmutatriz inversa — Arranque — Construcción, ensayos, aplicaciones de la conmutatriz — Convertidor en cascada. — Rectificador a vapor de mercurio — Principio — Funcionamiento en vacío y en carga — Construcción, rendimiento, aplicaciones — Rectificador a grilla polarizada.

D. — Generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica

Distribución de la energía eléctrica. Redes — Generalidades — Distribución en corriente continua, a dos hilos y a hilos múltiples, en corriente alterna mono y polifásica — Caída de tensión y distribución de las corrientes en las líneas abiertas, cerradas, redes. Transfiguración — Cálculo de las secciones, consideraciones eléctricas, económicas, de calentamiento y mecánicas. Líneas de alimentación, regulación de la tensión — Ejemplo de una red trifásica primaria y secundaria.

Transmisión de la energía eléctrica — Generalidades — Constantes de las líneas eléctricas aéreas y de los cables — Diagrama y cálculo de las líneas medias — Líneas largas a constantes repartidas, ecuaciones generales en régimen permanente — Cálculo práctico de las líneas largas, ábacos, diagramas — Funcionamiento y regulación de las líneas, estabilidad — Transmisión en corriente continua — Cálculo mecánico de las líneas aéreas, conductores, aisladores, postes — Cables en alta tensión — Colocación de las líneas aéreas y de los cables — Cajas de unión.

Ondas móviles: su propagación en circuitos heterogéneos. — Ondas estacionarias. Regímenes libres de los circuitos a constantes concentradas y repartidas. — Fenó-

menos transitorios de cierre y apertura de distintos circuitos en corriente continua y alterna; diversos métodos de estudio.

Sobretensiones. Protección — Sobretensiones de distintas clases — Protección: pararrayos, condensadores, válvulas, bobinas de self, etc. — Hilo de guardia — Puesta a tierra, directa e indirecta — Protección en baja tensión.

Aparatos de interrupción — Sobreintensidades — Protección. — Cortocircuito; aplicación de coordenadas simétricas; estabilidad dinámica — Interruptores de aire, de gran y pequeño volumen de aceite, de agua y otros, a baja tensión — Interrupción automática, disyuntores ultrarápidos, "contacteurs", "relais" — Protección selectiva: "relais" temporizados, de desequilibrio, de distancia, etc. Protección diferencial — Seccionadores — Cortacircuitos.

Centrales — Generalidades — Centrales a vapor, hidráulicas, con motores a combustión interna — Parte mecánica — Regulación de velocidad — Parte eléctrica — Reguladores de tensión, sistemas Brown-Boveri, Tirill y otros — Servicios auxiliares — Tableros y barras de distribución — Sub-estaciones de transformación — Explotación de las centrales — Problemas de interconexión de centrales — Regulación de frecuencia y de potencia.

Tarificación de la energía eléctrica. — Costo de la energía — Tarifificación "a forfait", con contador, regresiva, variable con el índice económico — Tarifificación de la energía reactiva.

E. — Aplicaciones particulares de la electricidad

Iluminación. — Generalidades — Lámparas de incandescencia, de arco, de vapor de mercurio, de sodio; tubos de gases raros — Iluminación de los locales, alumbrado exterior, alumbrado de carreteras — Iluminación por proyección — Ante proyectos de alumbrado.

Aplicaciones domésticas de la electricidad — Calefacción eléctrica, cocina eléctrica, etc. — Instalaciones de luz y de fuerza — Peligros de incendio y de electrocución — Acciones fisiológicas de la corriente.

Aplicaciones industriales de la corriente. — Energía mecánica en el taller; elección del motor — Minas (extracción) — Metalurgia (laminadores) — Industria del papel — Industria textil — Agricultura — Organos elevadores, ascensores.

Soldadura eléctrica. — Soldadura a arco, soldadura por puntas y continua.

Aplicaciones industriales de los electroimanes. — Embrague — Platos magnéticos — Electroimanes de levantamiento.

Electroquímica. — Generalidades — Electrólisis por vía húmeda: industrias de los álcalis y del cloro, de los hipocloritos, de los cloratos — Galvanoplastia — Refinado electrolítico — Electrólisis por vía ígnea, industria del aluminio, aluminio refinado extra puro — Industria del sodio, magnesio, calcio, etc.

Aplicaciones térmicas. — Calentamiento con acumulación — Calderas eléctricas — Hornos eléctricos, a resistencia, a arco, a inducción, en baja y alta frecuencia, mixtos; su construcción, funcionamiento, rendimiento, factor de potencia — Industria del carburo de calcio y de sus derivados, del carborundo, de los aceros especiales, de las aleaciones de hierro — Fundición — Industria de los productos nitrogenados — Fabricación del ozono.

Tracción eléctrica. — Generalidades — Elección de la corriente — Sub-estaciones — Red de alimentación, red

de retorno — Dispositivos de succión — Corrientes vagabundas — Motores de tracción, transmisión de movimiento — Diversos sistemas de frenado — Regulación de las motrices aisladas y asociadas — Ferrocarriles metropolitanos, tranvías.

F. — Corrientes débiles

Telefonía. — Principio — Telefonía manual — Estación telefónica del abonado y la estación central, sus órganos esenciales, a batería local y a batería central — Líneas telefónicas — Telefonía por onda portadora y múltiple — Telefonía automática — Explotación.

Telegrafía. — Generalidades — Sistema de transmisión simple — Transmisión múltiple — Sistemas de emisiones sucesivas — Telegrafía submarina — Líneas telegráficas aéreas y subterráneas.

Radiotécnica. — Corrientes alternas de alta frecuencia — Medidas de resistencias, intensidades y d.d.p. eficaces en alta frecuencia — Ondómetros — Sistemas oscilantes, circuitos acoplados — Fenómenos termiónicos — Lámparas de dos y más electrodos. — Amplificadores en alta y baja frecuencia — Osciladores a lámparas y otros — Detección — Modulación — Antenas — Radiación y propagación de ondas — Instalaciones emisoras — Diversos sistemas receptores — Radiogoniometría — Ondas cortas.

Televisión. — Nociones generales.

G. — Estudio a fondo bajo la dirección del profesor de un tema particular que variará de un año escolar a otro.

d) *Curso práctico. Desarrollo del laboratorio.*

1) *Problemas.*

El curso teórico iba siempre acompañado de problemas con el fin de ilustrar y facilitar su aplicación. Pensamos dedicar a los problemas en cada año de estudios una clase especial de una hora semanal; en principio, los ejercicios serán resueltos en clase, alternativamente por el ayudante o el profesor (clase de explicación) y por los estudiantes (clase de composición); el trabajo durante la composición será personal y servirá a los efectos de la clasificación. Hasta ahora hemos instituido tal marcha en electrotécnica general solamente, dictándose en forma más irregular clases de problemas en electrotécnica aplicada I y II.

2) *Proyectos.*

A partir del corriente año, los estudiantes tendrán que hacer proyectos como ser de máquinas, de líneas, etc.; el trabajo será realizado parte en casa y parte en el Instituto por los estudiantes que trabajarán por grupos; este punto del programa, tan útil, podrá iniciarse sólo gracias a la formación de ayudantes.

3) *Visitas a las plantas industriales.*

Estas visitas, especialmente a las centrales de generación han figurado generalmente en los progra-

mas. Así, p. ej., encontramos 5 visitas en el plan de prácticas del año 1914, debido al Ing. B. Lasgoity.

4) *Trabajos del laboratorio; su desarrollo.*

Las primeras instalaciones formaban parte del gabinete de física industrial del Prof. Dr. C. Williman. En los "Anales de la Universidad" tomo 11, p. 699, 1901, leemos que dicho gabinete contaba con "una mesa de medidas eléctricas, dos galvanómetros, una brújula de senos, diversas pilas tipos, etc. Un motor a gas de seis caballos y un dínamo que se utilizan actualmente para el alumbrado del edificio que ocupa la Universidad".

El Laboratorio de Electrotécnica, propiamente dicho, fundado por iniciativa del Profesor Ingeniero Bautista Lasgoity (ver la Revista de la Asociación Politécnica del Uruguay, 1918, tomo 12, página 317), fué montado en el período de reformas de la Facultad del año 1912. Estaba dotado de 2 grupos electromotores (un motor trifásico, 2 dinamos derivación, 2 alternadores monofásicos, 1 dinamo serie, 1 motor monofásico a colector), bancos fotométricos completos, un aparato de demostración de telegrafía, así como cajas de resistencia, aparatos de medida, etc., que permitieron al Ing. Lasgoity elaborar el programa de las clases prácticas que damos más adelante.

A este interesante esfuerzo siguió desgraciadamente un largo período "estacionario"; en el año 1934 el Laboratorio se encontraba prácticamente en el mismo estado que al principio. Entre 1934 y mi llegada se adquirieron algunos aparatos interesantes como un oscilador 10-17000 p/s, un oscilógrafo catódico (incompleto), etc., pero con todo el Laboratorio era extremadamente pobre.

Gracias al apoyo del Consejo y del Decano, hemos podido reorganizarlo lo más rápidamente que fué posible; el lector encontrará en el Boletín de la Facultad de Ingeniería de Montevideo, N.º 7, p. 417, una descripción detallada de las nuevas instalaciones, que se han completado todavía un poco desde entonces. No obstante debemos agregar que los Laboratorios del Instituto están todavía lejos de alcanzar el máximo de eficiencia posible en el momento actual. Un paso enorme se ha dado pero no solamente queda por hacer una cantidad de cosas para completar la obra, sino que los resultados obtenidos son todavía frágiles en más de un punto y necesitan un esfuerzo constante.

PROGRAMAS DE LAS CLASES PRACTICAS DE LABORATORIO

El primer programa, debido al Ing. B. Lasgoity, data de 1914.

He aquí su contenido:

1er. Ejercicio. — Esta primera clase es dedicada a familiarizar al estudiante con los aparatos del laboratorio; estudio de las conexiones del tablero de distribución y conmutación; ejercicios de lectura de medidores; método para tomar notas en el laboratorio, etc.

2.º Ejercicio. — Medida de resistencias eléctricas por el método del "Puente de Wheatstone". — Este experimento consiste en determinar la resistencia de conductores de determinada longitud y sección comparando los resultados obtenidos con los calculados según fórmula.

3er. Ejercicio. — Determinación de la resistencia de un galvanómetro. a) por el método del "Puente de Wheatstone" y b) por el "Método de Kelvin". — En este experimento se ilustran estos dos procedimientos, comparándolos y discutiendo sus ventajas y desventajas.

4.º Ejercicio. — Determinación de las características a circuito abierto de un generador monofásico, ilustrando el procedimiento empleado para determinar esta característica en un alternador monofásico con excitación independiente. Como resultados se pide el trazado de la curva, una descripción resumida del experimento incluyendo el diagrama de las conexiones eléctricas y una discusión de los resultados obtenidos.

5.º Ejercicio. — Determinación de la característica externa de una Dinamo Derivación.

6.º Ejercicio. — Determinación de la característica externa de una Dinamo Serie.

7.º Ejercicio. — Determinación de la característica externa de un Alternador monofásico (a carga no inductiva).

En los experimentos 5.º, 6.º y 7.º se determinan en idénticas condiciones la relación que existe entre el voltaje y la intensidad de la corriente exterior. Como resultado se pide a más de la descripción particular a cada uno de ellos el trazado a una misma escala de las tres curvas obtenidas para permitir una comparación entre ellas.

8.º Ejercicio. — Determinación de la característica en corto-circuito de un alternador monofásico. Los resultados obtenidos en este experimento son discutidos y comparados con los obtenidos en los experimentos 4.º y 7.º.

9.º Ejercicio. — Relación entre el voltaje exterior y las revoluciones por minuto de una dinamo en derivación. Se ilustra en este experimento la relación existente entre el voltaje generado (a circuito abierto) y las R. P. M. permaneciendo constantes todas las demás condiciones.

10.º Ejercicio. — Relación entre el voltaje exterior y la corriente de excitación de un alternador monofásico para una corriente exterior constante. Este experimento se lleva a cabo con una corriente exterior de tres Amps. y luego de seis Amps. empleando el mismo alternador del experimento 4.º. Las curvas obtenidas en este experimento son discutidas y comparadas con las obtenidas en el experimento 4.º.

11.º Ejercicio. — **Dinamos en Derivación en paralelo.** En este experimento se ilustra el procedimiento seguido para conectar dos dinamos shunt en paralelo, las condiciones necesarias para su buen funcionamiento y se determina experimentalmente el porcentaje de la carga total llevado por cada máquina para diferentes valores de la corriente exterior.

Discusión, resultados y curvas como en los experimentos anteriores.

12.º Ejercicio. — **Alternadores monofásicos en paralelo.** — Como en el experimento anterior se estudian en éste las condiciones necesarias para conectar dos alternadores en paralelo y las necesarias para el funcionamiento de las dos máquinas en paralelo.

13.º Ejercicio. — **Rendimiento combinado del primer grupo o del Motor Shunt y Alternadores Monofásicos del primer grupo.** En este experimento se ilustra el uso del freno Prony y el método seguido para efectuar usando este freno mecánico el ensayo de un electro-motor.

14.º Ejercicio. — **Determinación de la Sinusoide de un Alternador Monofásico (Método del Galvanómetro).** En este ejercicio se determina la curva real de la F. E. M. generada así como también la relación (determinada analíticamente en el curso teórico) entre los valores del voltaje máximo y del voltaje eficaz.

15.º Ejercicio. — **Fotometría.** — Uso del banco fotométrico. Determinación de la intensidad luminosa de lámparas incandescentes; relación entre el número de bujías y el voltaje aplicado; determinación del rendimiento; métodos para obtener la intensidad media horizontal y la intensidad media esférica.

16.º Ejercicio. — **Fotometría.** — Uso del fotómetro Weber y medidas de iluminación.

17.º Ejercicio. — **Ensayo de transformadores; su uso; conexiones en serie y paralelo.** — Rendimiento.

18.º Ejercicio. — **Medidas de corriente y control de un Amperómetro por el método electrolítico.** Este experimento consiste en medir una corriente eléctrica por la cantidad de cobre depositado por ella durante un tiempo determinado.

19.º Ejercicio. — **Uso del oscilógrafo.** Determinación de las curvas de volts y amperes en un circuito de corriente alterna.

20.º Ejercicio. — **Doble puente de Kelvin.** Medidas de pequeñas resistencias.

21.º Ejercicio. — **Circuitos de corriente alterna.** Observación de los fenómenos que tienen lugar en un circuito conteniendo resistencia óhmica, self-inducción y capacidad. Circuitos en serie y en paralelo. Efectos de resonancia en ambos casos.

Resultados: Diagramas de conexiones eléctricas, diagramas de vectores, discusión de los resultados obtenidos.

22.º Ejercicio. — **Telegrafía sin hilos.** Ilustración del funcionamiento de una estación radio-telegráfica, sistema Telefunken.

Con la institución de la carrera del Ing. industrial, el programa fué modificado. Damos a continuación el introducido por el Ing. Vercesi en Aplicada I y II:

- 1.—Determinación de la resistencia del galvanómetro.
- 2.—Verificación de la proporcionalidad del galvanómetro.
- 3.—Medida de la resistencia de pilas (método de la desv. reducida).
- 4.—Curvas de sensibilidad del puente de Wheatstone.
- 5.—Medida de varias resistencias con el puente de Wheatstone.
- 6.—Métodos de Mance y Thomson.
- 7.—Calibrado de una caja de resistencias (Doble pesada).
- 8.—Medida de pequeñas resistencias (Puente de Thomson).
- 9.—Medida de pequeñas resistencias (Potenciómetro).
- 10.—Medida de resistencias electrolíticas.
- 11.—Medidas de resistencias de devanados con el Galv. universal.
- 12.—Medida de F. e. m. con el potenciómetro.
- 13.—Calibrado de un wattmetro con el potenciómetro.
- 14.—Medida de coeficientes de auto-inducción y capacidades (puente de Wien).
- 15.—Medida de capacidades con el galv. balístico.
- 16.—Medidas de campos magnéticos.
- 17.—Determinación de la curva de imanación.
- 18.—Determinación de las pérdidas magnéticas.
- 19.—Características de un dinamo.
- 20.—Rendimiento.
- 21.—Ensayo de un alternador.
- 22.—Ensayo de un transformador.
- 23.—Ensayo de un motor de inducción.
- 24.—Calibrado de un contador.
- 25.—Ensayos fotométricos.

Los alumnos manipulaban ellos mismos, lo que es una ventaja si notamos que en Electrotécnica General tenían que limitarse a observar al ayudante, el que efectuaba la experiencia delante de ellos. He aquí el programa de trabajos de Electrotécnica General, relativo al año 1935, a cargo del Ing. Salles:

- 1) Ley de Ohm.
- 2) Puente de Wheatstone.
- 3) Característica en vacío de dinamos.
- 4) Característica externa de dinamos serie.
- 5) Característica externa de dinamos shunt.
- 6) Acoplamiento en paralelo de dinamos.
- 7) Ensayo de un transformador.
- 8) Característica en corto-circuito de alternadores.
- 9) Característica en vacío y en carga de alternadores.
- 10) Medida de fuerzas electromotrices.
- 11) Ensayos de una lámpara de incandescencia.
- 12) Práctica demostrativa sobre motores.
- 13) Ensayo de un triodo.

El programa de prácticas era poco satisfactorio, especialmente en Aplicada I y II, por debajo de lo que permitía alcanzar el Laboratorio no obstante el estado de este último. Desde nuestra llegada hemos modificado considerablemente el programa completándolo evidentemente a medida que iba llegando el material nuevo.

La comparación entre el programa viejo y el nuevo no puede hacerse considerando sólo el número de prácticas, puesto que hemos ampliado considerablemente las experiencias: así p. ej. los antiguos trabajos 1 y 2 (determinación de la resistencia del galvanómetro y verificación de la proporcionalidad del galvanómetro) forman solamente parte de una sola manipulación "estudio de un galvanómetro".

El programa de manipulaciones varía parcialmente de un año al otro; a título indicativo damos el siguiente:

I. — Ingeniería Civil

1) Estudio de un galvanómetro — 2) Medidas de resistencias: puentes de Wheatstone y de Thomson, óhmmetros — 3) Medida de fem — Potenciómetro — 4) Medidas de capacidades — Empleo del balístico, puente de Wien — 5) Trazado de un ciclo de histéresis y de la curva media de imantación — 6) Generatriz shunt — 7) Generatriz compound — 8) Motor shunt — 9) Motor compound — 10) Rendimiento — Método indirecto — 11) Acoplamiento de dos alternadores monofásicos en paralelo — 12) Alternador trifásico — 13) Motor sincrónico monofásico — 14) Transformador trifásico — 15) Motor asincrónico trifásico — 16) Estudio de una lámpara de tres electrodos — 17) Amplificador de baja frecuencia.

II. — Ingeniería Industrial

Medidas eléctricas.

1) Estudio de un galvanómetro — 2) Estudio de un balístico — 3) Medidas de pequeñas resistencias, puente de Thomson — 4) Medidas de resistencias medias, diversos métodos. Resistencias líquidas — 5) Medidas de grandes resistencias, óhmmetros — 6) Potenciómetros — Calibrado de un voltímetro y de un amperímetro — 7) Medidas de capacidades — Empleo del balístico — Puentes de Sauty y de Wien — 8) Estudio de un galvanómetro de vibración y de un teléfono — Medida de coeficiente de inducción mutua — Métodos de Maxwell y de Carey Foster — 9) Medida de autoinducción — Métodos de Rayleigh y de Anderson — 10) Trazado de un ciclo de histéresis y de la curva media de imantación de un toro — Método de Ewing — 11) Permeámetro de Hughes — Cambridge. — Trazado de un ciclo de histéresis y de la curva media de imantación — 12) Estudio de un oscilógrafo catódico — 13) Medida de potencia en corriente alterna monofásica — Distintos métodos — 14) Medida de potencia activa y reactiva en corriente alterna trifásica — 15) Ensayo de un contador de cantidad de corriente continua — 17) Ensayo de un contador de energía de corriente alterna trifásica — 18) Medida de iluminación con fotómetro y célula fotoeléctrica — 19) Estudio de la forma de onda.

Máquinas eléctricas.

1) Generatriz serie — 2) Generatriz shunt — 3) Generatriz compound — 4) Motor shunt — 5) Motor compound

— 6) Rendimiento. Método de Rayleigh y Kapp — 7) Rendimiento. Método de Swinburne — Separación de pérdidas de una dinamo — 8) Acoplamiento de dos generatrices serie en paralelo — 9) Acoplamiento de dos generatrices shunt en paralelo — 10) Alternador trifásico — 11) Transformador trifásico — 12) Motor sincrónico monofásico — 13) Motor asincrónico trifásico — 14) Motor asincrónico monofásico — 15) Acoplamiento de alternadores trifásicos en paralelo — 16) Rendimiento de transformadores. Método de Sumpner — 17) Conmutatriz — 18) Motor monofásico serie a colector — 19) Motor a repulsión — 20) Motor polifásico shunt a colector — 21) Rendimiento de un motor con una generatriz dinamómetro.

Radiotécnica. Telefonía.

1) Kenotron — 2) Lámparas de tres y más electrodos — 3) Amplificadores de baja y alta frecuencia — 4) Modulación de un sistema de lámparas — 5) Ondámetro — 6) Estudio de diferentes detectores — 7) Medida de resistencias en alta frecuencia — 8) Montaje y desmontaje de los aparatos telefónicos.

El programa de trabajos se va completando a medida que progresa el equipo del laboratorio; esperamos dentro de un tiempo agregar experiencias interesantes sobre las que volveremos oportunamente.

Trabajos de taller. — Esperamos poder organizar en un futuro cercano algunos trabajos de taller cuya utilidad para el alumno es indiscutible, facilitándole la mejor comprensión de las máquinas, aparatos de medida, de protección, etc.

Biblioteca. — Observemos que la biblioteca del Instituto, considerablemente aumentada el año pasado, se encuentra en vías de organización.

IN MEMORIAM

No podríamos dar término a este trabajo sin rendir homenaje a los dos anteriores profesores de electrotécnica, prematuramente desaparecidos.

B. Lasgoity, fallecido en octubre de 1939, primer profesor de electrotécnica, cátedra que desempeñó desde 1910 hasta 1927. Su muerte es tan reciente que todos tienen todavía presentes los discursos que han resumido la larga carrera del extinto, que no nos corresponde evocar aquí; otras voces más competentes lo han hecho. Recordemos solamente que la Facultad le debe los primeros programas, los primeros cursos organizados de electrotécnica y sobre todo la creación del Laboratorio, sin el cual la enseñanza de la electrotécnica era letra muerta.

C. Vercesi, fallecido en setiembre de 1932, segundo profesor de electrotécnica, que profesó desde 1927 hasta 1932. No podemos hacer nada mejor que rogar al lector que lea el hermoso artículo del Ing. Gonzalo García Otero, aparecido en la revista del Centro de Estudiantes "Ingeniería", julio de 1934, N.º 33, donde encontrará las características del notable profesional.

Los trabajos personales de dichos profesores que hemos podido encontrar están comprendidos en la lista general de los trabajos referentes a electrotécnica efectuados en el Uruguay hasta 1939 inclui-

do que damos en el folleto "Trabajos del Instituto de Electrotécnica, 1938 - 1939", ya mencionado.

Distinciones honoríficas. — En la sesión del 29 de setiembre de 1932, el Consejo Directivo, a proposición del Centro de Estudiantes, decidió dar el nombre del Ing. C. Vercesi, al Laboratorio de Electrotécnica.

En la sesión del 25 de mayo de 1939, a proposición del Decano Ing. V. I. García, el Consejo dió el nombre de Ing. C. Vercesi al Instituto de Electrotécnica creado en 1936.