

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS PARA REDES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS (IITREE-FI-UNLP)

ING. PATRICIA ARNERA



El Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos, IITREE, es un Instituto Universitario que desde 1965 apoya la evolución del sector electroenergético argentino y latinoamericano por medio de una creciente inversión en recursos humanos y tecnológicos destinados a docencia, desarrollos de ingeniería, investigaciones y ensayos eléctricos.

Cumple un rol de Laboratorio Independiente, apreciado por su criterio justo y el fiel respeto de las normas de la Electrotecnia.

Con un plantel profesional de alta especialización y una estructura acorde con los últimos avances tecnológicos, el IITREE orienta sus servicios hacia una multiplicidad de empresas contratantes, entre ellas, Entes Reguladores, empresas de servicios eléctricos y todos los ámbitos de la Industria donde el aprovechamiento eficiente de los recursos eléctricos es un requisito ineludible.

ANTECEDENTES INSTITUCIONALES DEL IITREE.

El 13 de diciembre de 1949 el Honorable Consejo Superior de la Universidad Nacional de La Plata, aprobó el Convenio suscrito entre el Departamento de Electrotecnia de la Facultad de Ciencias Físico- Matemáticas (futura Facultad de Ingeniería), cuyo Jefe Departamental era el Ing. Juan Sábado, y la Dirección Nacional de la Energía, mientras que el Poder Ejecutivo de la Nación hizo lo propio mediante los Decretos 1.083 y 3.126 del 23 de enero de 1950 y 21 de abril de 1950 respectivamente.

A través de este Convenio la Dirección Nacional de Energía aportaba los fondos necesarios para la construcción de un Laboratorio de Alta Tensión de 1.000.000 V en corriente alterna, con 3.000.000 V de tensión de impulso, y para la construcción de una línea experimental de alta tensión.

En reciprocidad el Departamento de Electrotecnia se comprometía a realizar los estudios e investigaciones de alta tensión que le fueran requeridos por la Dirección Nacional de Energía.

Con el fin de concretar este proyecto, se conformó una comisión integrada por el Ing. Franco Liceni, Ing. Pedro Marcelic (Director del Departamento de Electrotecnia entre 1963 a 1965) y el Ing. Remo Tozzini (Docente de la Facultad, Capitán de Fragata que brindó el apoyo de comunicaciones de tierra en el primer vuelo al círculo polar ártico en el año 1947).

El objetivo de esta Comisión era realizar el estudio, el proyecto y la adquisición del equipamiento del laboratorio de alta tensión. En la foto 1 se reproduce la carátula del referido informe, fechado el 28 de octubre de 1953, en la Ciudad Eva Perón, siendo en ese entonces la Facultad de Ciencias Físico- Matemáticas, de la Universidad de Eva Perón, designada así la ciudad entre los años 1952 y 1955.

Este Convenio no se hizo efectivo, pero sirve como primer antecedente de la vocación de la Facultad de Ingeniería (en aquel entonces Facultad de Ciencias Físico- Matemáticas) de iniciar actividades de estudios e investigaciones para satisfacer la demanda detectada en el sector eléctrico de la Argentina.

A partir del año 1962 el Departamento de Electrotecnia comienza a comprar, a la firma Haefely de Suiza, equipamiento destinado a este Laboratorio de Alta Tensión.

En el año 1965 el Laboratorio de Alta Tensión comienza su vinculación con el sector eléctrico nacional.

Finalmente, el Laboratorio de Alta Tensión (LAT) del Departamento de Electrotecnia fue creado institucionalmente en el año 1967 por la Facultad de Ingeniería, siendo designado Director el Ing. Francisco Sábado. En el año 1973 es designado Director del LAT el Ing. Jean Riubrugent.

Si bien las actividades comenzaron con el Laboratorio de Alta Tensión, la realidad de esos tiempos llevó a la necesidad de construir equipamiento que no existía en esa época, a realizar ensayos y mediciones fuera del ámbito del laboratorio, como así también al desarrollo de otras actividades independientes de las originarias del LAT.

Es así que sobre la base del Laboratorio de



DEPARTAMENTO de ELECTROTECNIA
Laboratorio de Alta Tensión
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE EVA PERON

FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS

DEPARTAMENTO DE ELECTROTECNIA

Informe de la Comisión designada
para el estudio, proyecto y la adquisición del
Laboratorio de alta tensión

ING. FRANCO LICENI

ING. PEDRO MARCELIC

ING. REMO J. TOZZINI

CIUDAD EVA PERON, 28 de octubre de 1953

Foto 1- Carátula del informe de la Comisión Asesora para la creación del LAT

Alta Tensión del Departamento de Electro-
 tecnia (LAT), se crea el Instituto de Investiga-
 ciones Tecnológicas para Redes y Equipos
 Eléctricos - Laboratorio de Alta Tensión (II-
 TREE-LAT), mediante Res. 388 de fecha 20
 de noviembre de 1975 de la Facultad de In-
 geniería, a partir de la autorización obrante
 en Res. 527 de fecha 5 de noviembre de 1975
 de la UNLP. En las anteriores actuaciones se
 establece una dependencia jerárquica direc-
 ta del IITREE-LAT con la Facultad, y es desig-
 nado Director el Ing. Jean Riubrugent.

En el momento de formalizar el IITREE, la
 UNLP no poseía normativa propia para la
 conformación de institutos y fue utilizada de
 referencia la que poseía el CONICET y la CIC
 de la Provincia de Buenos Aires.

Respecto a la denominación formal del Insti-
 tuto, corresponde considerar la sigla IITREE-
 FI-UNLP, en la cual se representa al Instituto,
 la Facultad de la cual depende y la pertenen-
 cia a la Universidad Nacional de La Plata.
 Si bien esa es la denominación formal, se
 mantiene la sigla IITREE-LAT reconociendo
 en ella la historia de creación del Instituto a
 partir de lo que fuera el Laboratorio de Alta
 Tensión.

La evolución del LAT al IITREE actual, se en-
 cuentra evidenciada también en los logos
 que lo han representado a lo largo de los
 años, tal como se registra en la Figura 2.

A pesar de la evolución señalada, se man-
 tienen las pautas que fueran descritas en
 el artículo 1° del Reglamento Interno del II-
 TREE, el cual señala: Los fines generales del
 IITREE serán la realización de actividades

de transferencia tecnológica en el área elec-
 troenergética y electromecánica en general,
 como asimismo la investigación tecnológi-
 ca y científica, y su interrelación obligada
 con la docencia de pre y posgrado.

Ya desde la definición de los objetivos insti-
 tucionales se observa una clara orientación
 hacia trabajos de transferencia tecnológica
 al sector electrotécnico nacional e interna-
 cional, con una fuerte ligazón entre la activi-
 dad de gabinete y la actividad experimental
 en laboratorio o "in situ", para fundamen-
 talmente aplicar los conocimientos generados,
 en la solución de problemas del sector y la
 formación de recursos humanos.

Actualmente el IITREE-FI-UNLP posee tres
 sectores con actividades diferenciadas y
 complementarias entre sí: el Laboratorio de
 Alta Tensión y Ensayos Dieléctricos; el sec-
 tor de Mediciones Especiales y Asistencia a
 la Industria y el sector Estudios Eléctricos.

ESTILOS DE VINCULACIÓN A LO LARGO DEL TIEMPO.

La manifiesta orientación hacia la transfe-
 rencia, ha sido una constante desde la con-
 cepción institucional del instituto al final de
 la década de 1940 hasta nuestros días, sin
 ser modificada por las distintas situaciones
 económicas y formas de organización por
 las que han atravesado las empresas y orga-
 nismos vinculados al sector electrotécnico
 nacional y el propio IITREE-FI-UNLP.

En dicha evolución se distinguen las siguien-
 tes etapas:



Figura 2: Evolución del logo, desde LAT a IITREE-FI-UNLP



Vista superior de la sala del Laboratorio de Alta Tensión

• **Etapas inicial, hasta 1989.**

En la etapa inicial del LAT, luego IITREE y hasta finalizar la década de 1980, el Estado era el regulador y el empresario, ya que cumplía las funciones de estudio, exploración, producción, explotación, transporte, distribución y comercialización de combustibles sólidos, fluidos y energía eléctrica, como así también la función de contralor, regularización y uso racional de los recursos, en busca de la optimización de los mismos con el interés general.

En esos tiempos, la vinculación entre las empresas estatales se efectuaba naturalmente. Así es que entidades como la Secretaría de Energía (SE); Agua y Energía Eléctrica (AyEE); Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires (SEGBA); Dirección de Energía de la Provincia de Buenos Aires (DEBA),

Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC); Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA); Empresas Provinciales de Energía, etc. se acercaban a otra entidad estatal "la Universidad". El vínculo se formalizaba a través de Convenios Generales en los cuales se indicaban aspectos particulares a desarrollar (ensayos, desarrollo de equipamiento o proyectos) o bien resultaban abiertos a fines de realizar asesoramiento. Estas tareas se ejecutaban dentro de Proyectos con plazos anuales o aún más amplios. Entre ellos se desarrollaron:

- Diseño de estaciones contadoras de descargas atmosféricas para la caracterización de este fenómeno, necesario para la determinación de sistemas de protección contra los rayos. Además del diseño y construcción de los contadores de descarga, en la provincia de Buenos Aires se realizó la instalación y

el seguimiento de los registros durante más de 15 años para determinar el mapa de densidad de descargas atmosféricas por km² y por año en la provincia (DEBA y AyEE),

- Planeamiento del sistema eléctrico de alta tensión de la provincia de Buenos Aires (DEBA).

- Creación del Laboratorio de Potencia en el ámbito de la Facultad de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires (DEBA)

- Diseño y construcción de un moderno Analizador de Transitorios en Redes, de frecuencia variable, para el estudio y simulación de transitorios electromagnéticos utilizando modelos analógicos. Esta herramienta fue muy competitiva durante la década de 1980 ya que resultaban muy inferiores los tiempos de simulación respecto a los de cálculo de los programas, con los recursos informáticos de esa época. Se realizaron mediciones en el sistema real (incluido un cortocircuito provocado en 500 kV) con el fin de validar modelos de simulación para estudios de situaciones más cruentas en el sistema eléctrico (HIDRONOR). Se realizaron numerosos estudios de maniobras en sistemas eléctricos de alta tensión. (Yacyretá, AyEE, DEBA).

- Diseño e implementación de equipamiento de control, medición y registro. Esta labor de transferencia tecnológica ha implicado, en la mayoría de los casos, la realización de múltiples investigaciones para definir las características de las magnitudes a medir, y por ende, las prestaciones de estos equipos no convencionales. La cantidad y variedad de equipamiento de control y medición de magnitudes eléctricas no convencionales, diseñado y construido se realizó atendiendo a la particular circunstancia que dicho equipamiento no estaba disponible comercialmente al momento de su proyecto y construcción.

- Convenio internacional entre la Secretaría de Energía (SE) y el Ministerio de Asuntos Extranjeros de Italia, vinculando al IITREE y empresas eléctricas del país con el Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI) para realizar el Proyecto de Laboratorios Electrotécnicos Nacionales, en los cuales se

desarrollarían investigaciones, mediciones y servicios para todas las empresas eléctricas del país y la región. El IITREE realizó la ingeniería de detalle de estos laboratorios y gestionó la obtención de los terrenos para su construcción, sin embargo, el cambio de política nacional con el proceso de privatización dejó sin efecto este proyecto.

• **Década de 1990.**

En los años noventa, en el marco de la reestructuración profunda de las actividades económicas productivas que administraba el Estado Nacional y que fueron transferidas a la esfera privada, todo el sector electroenergético argentino se ha reorganizado abandonando la planificación centralizada de las inversiones y reemplazándola por un sistema de toma de decisiones descentralizadas basado en señales económicas de precios y penalidades que configuran un verdadero mercado para la energía eléctrica. Se crea el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico SA (CMMESA), el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), surgen nuevos actores y empresas (generadores, transportistas, distribuidores, grandes usuarios, comercializadores), con intereses propios que suelen diferir entre sí y con el "interés común". No existe la planificación desde las entidades estatales.

El nuevo marco regulatorio de la actividad eléctrica en el país trajo, como una de sus consecuencias, el interés de las empresas por realizar sus propios estudios técnicos, ya que sus resultados tienen una implicancia económica directa al imponer restricciones a la operación, o imponer niveles de calidad de servicio. Por otra parte, se requiere compatibilizar esos intereses con los de los usuarios en general.

De esta manera, a raíz de la privatización del sector eléctrico surgen nuevas relaciones entre los agentes del mercado, sin que resulten lo suficientemente claros los "derechos y obligaciones" de los mismos al comienzo de esta etapa. Se debe destacar

que esta situación resulta novedosa no sólo a nivel nacional sino también en el ámbito internacional, resultando en ese momento que Argentina sea uno de los países de referencia para el resto de Latinoamérica en la reestructuración del sector eléctrico.

Es así que, durante esta etapa, el IITREE-LAT ha desempeñado un importante papel, abriendo el camino en aquellos aspectos en que se desconocía la implementación de metodologías o aspectos regulatorios.

Los convenios dejaron de ser a largo plazo y se establecieron relaciones de mediano y corto plazo con autoridades de aplicación y control como son la SE, CAMMESA y ENRE principalmente. Los objetivos de estas vinculaciones han sido asesorar y definir aspectos técnicos de la nueva normativa que se debía considerar.

Deben señalarse como ejemplo de ello las siguientes actividades inéditas que surgieron como requerimiento del sector:

- Definición del sistema de remuneración económica a los generadores para reconocer la regulación primaria y secundaria de frecuencia que se encuentra descripto en el ANEXO 23: "Regulación de frecuencia" de Los Procedimientos de CAMMESA.
- Programas para la definición de reserva primaria y fría, en el Sistema Argentino de Interconexión (CAMMESA).
- Realización de la primera Guía de Referencia realizada en el país para la empresa transportista (TRANSENER)
- Realización del primer estudio de acceso a la capacidad de transporte de acuerdo a "Los Procedimientos para la Programación de la Operación, el Despacho de Cargas y el Cálculo de Precios" de CAMMESA. (EPEC)
- Implementación y adaptación de métodos de ensayos "no cruentos" en unidades generadoras para la obtención, a partir de las mediciones "in situ", de modelos y parámetros de generadores, lazos de control de excitación, de velocidad y sistemas estabilizados. Parte de esta metodología conforma el Procedimiento Técnico N°9 "Participación de los generadores en el servicio de regulación de frecuencia del MEM" de CAMMESA

- Coordinación de los ensayos y tareas de modelado para la determinación de modelos de Regulador Automático de Velocidad, de Reguladores Automáticos de Tensión y de parámetros de Generador. Este trabajo tuvo una rigurosa selección previa de antecedentes, en el cual el IITREE-LAT de la UNLP fue el grupo de trabajo universitario argentino que obtuvo la más alta calificación realizada por una empresa consultora de ingeniería internacional. Realizado para CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.), dentro del Contrato Res. 285 de la Secretaría de Energía de la Nación. A su vez se realizó la supervisión en estas tareas de otro grupo de trabajo de la Universidad Nacional de Rosario.

- Pautas para la redacción de la Resolución N° 77 /98 de la Secretaría de Energía para la evaluación ambiental de instalaciones eléctricas. Se consideraron los aspectos referidos al efecto en la salud de campos electromagnéticos. (Secretaría de Energía)
- Reglamentación de la Calidad del Producto Técnico, nivel de tensión y perturbaciones (ENRE)
- Planificación y ejecución de campañas de Control del Servicio y del Producto Técnico y de Control de Medidores de Energía Eléctrica (ENRE).
- Asesoramiento a la Comisión Reguladora Provincial de Energía Eléctrica de San Luis en la primera revisión tarifaria que se realizó en el país
- Actividades de peritaje y asesoramiento a Entes Reguladores y a la Justicia en temas de conflictos entre partes.
- Transferencia de la experiencia Argentina en la reestructuración del sector eléctrico a países latinoamericanos como Perú, Chile, Guatemala y Venezuela.
- Propuesta de modificación en el lazo de control de velocidad de un ciclo combinado, para el cumplimiento de los requerimientos de regulación de frecuencia. Las modificaciones fueron implementadas por General Electric las que se encuentran incorporadas y referenciadas en las memorias técnicas de la empresa.

• Siglo XXI.

En el año 2001 comienza una fuerte crisis en el país, que impacta particularmente al sector de energía eléctrica, lo cual planteó una nueva readecuación al nuevo escenario que se presentó.

La constante adecuación del sistema existente, torna al Sistema Argentino De Interconexión (SADI) en más complejo y determina la aparición de problemas técnicos particulares con necesidad de estudio y solución especial, en relación con los principales sistemas interconectados del mundo.

En el sector privado se ha realizado asesoramiento técnico a diversos agentes del mercado eléctrico y a empresas, con la presentación de proyectos o aportando soluciones a problemas específicos de operación y diseño de instalaciones eléctricas.

En esta nueva etapa, se diversifican los actores y las actividades de vinculación se realizan con numerosos tipos de interlocutores, a través de diversos modos de contratación, con convenios de corto o mediano plazo, o bien con instrumentos específicos.

Algunas de las actividades realizadas han sido:

- Definición de metodología para la determinación de reservas de potencias activas y reactivas requeridas por la instalación de granjas eólicas con el objeto de asegurar los requerimientos de calidad y seguridad de operación que exigen los sistemas de potencia.

- Campañas de Control de Calidad de perturbaciones conducidas (Distorsión Armónica y Flicker): en el Área Metropolitana. Mejoras en el método de evaluación estadística de la calidad de la tensión, basado en técnicas de muestreo, con aplicación al servicio público eléctrico del GBA.

- Evaluación del impacto de parques eólicos y fotovoltaicos en la red y en los sistemas de transporte y su integración. Estos estudios han tenido como fin encontrar los puntos débiles de la red de transporte y evaluar la necesidad de sistemas de control de tensión que impliquen no perjudicar la calidad

de servicio considerando la variabilidad del recurso de las fuentes renovables

- Evaluación de parámetros ambientales electromagnéticos. Mediciones especiales, radiointerferencia, campos eléctrico y magnético en redes eléctricas y de Impacto Ambiental Electromagnético. Definición de modelos para cálculo de campo magnético y su mitigación. Se evalúa el blindaje mediante el uso lazos pasivos en instalaciones eléctricas y líneas de transmisión

- Asistencia tecnológica a las empresas del sector eléctrico para verificar desarrollos y productos con objeto de garantizar calidad de servicio y seguridad eléctrica a través de la realización de ensayos.

- Análisis y estudio de la operación de grandes plantas industriales con altos consumos electro-energéticos tendientes a establecer criterios en la seguridad de la operación ante fallas eléctricas internas y externas

- Asesoramiento de los temas eléctricos vinculados a la tarea de Inspección que realiza la UIDET Hidromecánica en el proyecto de las centrales hidráulicas del Río Santa Cruz (Cóndor Cliff y La Barrancosa).

- Desarrollo de una herramienta informática para evaluar la protección contra descargas atmosféricas. Se utilizó en el diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas en dos plantas de tratamiento una de crudo y otra de gas en una petrolera que opera en la provincia de Río Negro

- Desarrollo de un sistema de medición de alta resolución, basado en registros fasoriales, realizados con unidades de medición fasorial distantes (PMUs). Diseño y construcción de un prototipo de PMU.

- Desarrollo de modelos de simulación, para la evaluación de fenómenos transitorios del tipo VFTO ('Very Fast Transient Overvoltages'), en GIS de 500 kV, con el fin de analizar posibles sollicitaciones dieléctricas en equipamiento de medición y protección.

- Elaboración de un Reglamento de Perturbaciones Eléctricas en la red de distribución de la República Oriental del Uruguay, el cual contempla la gran penetración de generación eólica que posee el país.

- A solicitud de la Secretaria de Gobierno de Energía se realizó el análisis y evaluación de los eventos que llevaron al colapso del sistema eléctrico argentino ocurrido el día 16.06.19, señalando la participación y responsabilidades correspondientes a diversos agentes del Mercado Eléctrico

COMPROMISO DEL IITREE-FI-UNLP.

Las actividades anteriormente citadas reflejan parte de la vinculación y transferencia realizada al sector electrotécnico, originadas en la interacción de los sectores del IITREE-FI-UNLP que desarrollan tareas de investigación de gabinete y experimental tanto en laboratorio como en el campo.

La evolución de un sector electrotécnico en manos del estado que atravesó un proceso de privatización, con reglas aplicadas a título novedoso a nivel mundial, continuando en un proceso de crisis institucional y económica que modifica nuevamente las reglas entre los agentes del mercado eléctrico y su relación con la sociedad, agravado por restricciones de fuentes energéticas y sistemas de transporte insuficiente, conlleva a nuevos escenarios de análisis que requieren soluciones innovadoras adaptadas a condiciones particulares del sector eléctrico y la misma sociedad.

En las próximas décadas serán aún mayores los desafíos que se deberán enfrentar. En un mundo sensibilizado por el cambio climático, con la necesidad de lograr cero emisiones en el año 2050 (NetZero 2050), serán significativos los nuevos desafíos Técnicos, Económicos y Regulatorios de las próximas tres décadas. La energía eléctrica desempeña un rol fundamental en este proceso. La incorporación de nuevas demandas, electromovilidad, climatización eléctrica, descarbonización y electrificación de los procesos industriales requiere garantizar consumos que resulten del mayor nivel de eficiencia que brinde la tecnología.

El IITREE-FI-UNLP ha tenido siempre un rol protagónico en las fases de innovación que determinan nuevas reglas en el sector de

suministro de energía eléctrica, habiendo colaborado con investigaciones, estudios y ensayos realizados a través de proyectos, brindando asesoramiento a los distintos actores del sector y a instituciones de países de la región, ante decisiones estratégicas, planificación de redes, introducción de nuevas tecnologías y análisis de contingencias del equipamiento y del sistema. Lo realizado hasta la fecha es una muestra de la adaptación y constante crecimiento que posee, lo cual garantiza el compromiso de continuar trabajando desde el ámbito universitario para la búsqueda de soluciones innovadoras a los problemas que se visualizan a futuro.



Ensayos en campo