



**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**  
**Secretaría de Ciencia y Tecnología**

**SISTEMA DE INFORMACION DE CIENCIA Y  
TECNOLOGIA (SICyT)**

**FORMULARIO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**Código del Proyecto: ENUTNGP0007823**

**1. Unidad Científico-Tecnológica**

- FR Pacheco - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA - FRGP
- FR Pacheco - CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO E INNOVACION EN ENERGIA ELECTRICA - CIDIEE

**2. Denominación del PID**

**DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE PROCESAMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SERIES TEMPORALES EN MEDICIONES DE DESCARGAS PARCIALES**

**3. Resumen Técnico del PID**

La medición de descargas parciales (DP) es una técnica de medición que permite detectar fallas potenciales en materiales dieléctricos sometidos a media y alta tensión anticipando así la salida de servicio del equipamiento analizado. Según la norma internacional IEC 60270 "Una DP es una descarga eléctrica localizada que cortocircuita parcialmente el medio aislante que se encuentra entre dos conductores sometidos a una diferencia de potencial". Las DP son producidas en oclusiones gaseosas y/o impurezas que se encuentran en el interior de un medio aislante. Cuando este último es sometido a una elevada diferencia de potencial, la presencia de oclusiones e impurezas, distorsionan la distribución de las líneas de campo eléctrico, esto produce un elevado gradiente de potencial local, superior al valor de rigidez dieléctrica del gas que llena la oclusión o del material que compone la impureza. En estas condiciones, se produce la avalancha de electrones que se conoce con el nombre de Descarga Parcial. Aún en máquinas que se suponen en buen estado, deben realizarse ensayos y mediciones de DP en forma periódica. La ocurrencia de este fenómeno, ocasiona un deterioro local y progresivo que pasa inadvertido para otros ensayos de rutina tales como la medición de tangente de delta, medición de la resistencia de aislación u otros. En la actualidad, la medición de DP consiste en adquirir cierta cantidad de fenómenos (en caso de estar activo este mecanismo de deterioro) e identificar el tipo de DP mediante el análisis de parámetros de amplitud de la carga registrada y su ubicación en fase (patrón de DP). Técnicas más avanzadas emplean herramientas de procesamiento digital de señales sobre los pulsos de DP adquiridos para separar distintas fuentes o para eliminar el ruido, y así poder obtener patrones de DP más claros. Sin embargo, existen para ambas técnicas de ensayo, un gran número de parámetros característicos de este complejo proceso, que pueden aportar cierta información relevante para el diagnóstico si son analizados con las herramientas adecuadas. El presente proyecto propone desarrollar herramientas de procesamiento de señales que permitan caracterizar series temporales de parámetros obtenidos en mediciones de DP que permitan obtener información subyacente del fenómeno en cuestión. Se procesará información obtenida de mediciones resueltas en fase (PRPD pattern) y resueltas en tiempo (analizando la forma de onda del pulso de DP adquirido a una alta tasa de muestreo). El desarrollo de tales herramientas estará basado en teoría de series caóticas, tanto en dominio temporal como en el dominio de la frecuencia, en conjunto con herramientas de medida de dimensión fractal y distintos cálculos de entropía. Las herramientas serán probadas con información proveniente de ensayos sobre probetas de distintos dieléctricos diseñadas ad-hoc.

**4. Programa**

Energía

**5. Proyecto**

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) SIN INCORPORACION EN PROGRAMA INCENTIVOS

Tipo de Actividad: Investigación Aplicada

**Campos de Aplicación:**

Rubro	Descrip. Actividad	Otra (especificada)
-	-	-

**Disciplinas Científicas:**

Rubro	Disciplina Científica	Otras Disciplinas Científicas
-	-	

### Palabras Clave

Descargas Parciales - Procesamiento de señales - Diagnóstico - Series temporales - Dieléctricos

### 6. Fechas de realización

Inicio	Fin	Duración	Fecha de Homologación
01/01/2020	31/12/2022	36 meses	19/12/2019

### 7. Aprobación/ Acreditación / Homologación / Reconocimiento (para ser completado por la SCyT - Rectorado)

#### 7.1 Aprobación / Acreditación / Reconocimiento (para ser completado por la FR cuando se posea N° Resolución)

N° de Resolución de aprobación de la FR:

#### 7.2 Homologación (para ser completado por la SCyT - Rectorado)

Código SCyT: ENUTNGP0007823

Disposición SCyT: 221/19

Código Ministerio:

### 8. Estado (para ser completado por la SCyT - Rectorado)

HOMOLOGADO

### 9. Avals (presentación obligatoria de avals)

Aval concejo directivo Aval concejo departamental CV Crivicich CV Bonini CV Pocetti CV Kocsis CV Maillot

### 10. Personal Científico Tecnológico que participa en el PID

Apellido	Nombre	Cargo	Hs/Sem	Fecha Alta	Fecha Baja	Otros Cargos	Cargo docente	Año cargo docente	Categ. Investigador Universitario	Categ. Prog. Incentivos	
MAILLOT	MARCOS	DIRECTOR	30	01/01/2020	31/12/2022		Jefe de Trabajos Prácticos	2014	Investigador D	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
BONINI	CRISTIAN	INVESTIGADOR FORMADO	30	01/01/2020	31/12/2022		Ayudante de 1ra	2012	Investigador F	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
POCETTI	HÉCTOR NICOLÁS	INVESTIGADOR DE APOYO	20	01/01/2020	31/12/2022		<ul style="list-style-type: none"> <li>Profesor Adjunto</li> <li>Profesor Asociado</li> </ul>	2018	Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>
KOCSIS	GERARDO	INVESTIGADOR DE APOYO	30	01/01/2020	31/12/2022		<ul style="list-style-type: none"> <li>Jefe de Trabajos Prácticos</li> <li>Profesor Adjunto</li> </ul>	2018	Ninguna	Ninguna	<a href="#">Descargar CV</a>

### 11. Datos de la investigación

#### Estado actual de concimiento del tema

#### Estado actual del conocimiento del tema

Una DP es una descarga eléctrica localizada que cortocircuita parcialmente el medio aislante que se encuentra entre dos conductores sometidos a una diferencia de potencial, pudiendo la DP ser o no adyacente a estos últimos" [IEC 60270 2000-12; Densley 2001].

Este mecanismo de ruptura y deterioro del medio aislante, se caracteriza por ser un pulso de corriente, no estacionario, de alta frecuencia, el cual se atenúa completamente en un tiempo cercano al micro segundo [Maillot et al. 2014]. La carga involucrada oscila entre 10 pico-Coulomb a 10 nano-Coulomb dependiendo del medio en el que se produce [Brown et al. 2004].

La ocurrencia de este fenómeno tiene lugar en el seno del material aislante, como consecuencia del estrés eléctrico local al que se encuentra sometido en condiciones nominales de servicio o en condición de falla; su medida se utiliza como variable de calidad.

En la actualidad, la medición de DP constituye una herramienta fundamental para analizar el deterioro del medio aislante y el potencial riesgo de falla que puede presentar un equipo o máquina eléctrica de potencia [Wu et al. 2015]. La manifestación y persistencia de este fenómeno, da cuenta de un proceso de deterioro progresivo, el cual permanecerá activo hasta ocasionar la ruptura del dieléctrico con la consecuente salida de servicio por explosión del equipo afectado.

En la actualidad, la técnica más utilizada para medir DP, se basa en registrar las corrientes impulsionales que se producen en el seno del medio aislante; esto se logra mediante la utilización de sensores inductivos de alta frecuencia [Techimp 2012]. Los fenómenos registrados, se constituyen en un sistema de referencias, en cuyo eje de ordenadas se representa la máxima amplitud del pulso (en Volts) y en el eje de abscisas el instante angular en el que sucede. Bajo este criterio, el equipo representa una vasta cantidad de fenómenos superponiendo todos ellos en un mismo sistema de referencia, dando lugar a la conformación de lo que se conoce como "Diagrama de Magnitud-Fase" o "Patrón de DP" [Faviani 2004]. El cúmulo de información obtenida en los patrones, se simplifica mediante la aplicación de herramientas estadísticas [Devijver y Kittler 1982; Galski et al. 1992; Krivda<sup>a, b</sup> 1995; Mor 2012]. Esto permitió dar el primer paso en la caracterización y discriminación de fenómenos de distinta naturaleza. En la actualidad, los equipos capaces de registrar estos fenómenos trabajan bajo norma IEC 60270, la frecuencia de muestreo máxima que utilizan es de 1 MHz. Son equipos aptos para ser empleados en laboratorios libres de perturbaciones electromagnéticas.

Con el propósito de mejorar la calidad y continuidad en el servicio eléctrico, en los últimos años, se han desarrollado equipos adquirentes que permiten realizar mediciones en campo, sin retirar de servicio la máquina bajo análisis. En este sentido, se han introducido mejoras sustanciales a las existentes en las etapas de:

Adquisición: Utilizando frecuencias de muestreo de 100 Mhz o superiores, lo cual permite registrar la forma de onda del pulso sin pérdida de información [Oppenheim and Willsky 1998; Craiem y Armentano 2011; Techimp 2012].

Filtrado: Estos equipos cuentan con filtros analógicos que se conectan en la entrada de cada canal adquirente y con herramientas de pos-procesamiento que permiten eliminar ruido o fenómenos no deseados mediante herramientas estadísticas [Techimp 2012].

Separación de fenómenos: Mediante la aplicación de algoritmos matemático – estadísticos [Cavallini<sup>a, b, c</sup> et al. 2003], aplicados a cada pulso de DP registrado, es posible obtener una transformación completa del patrón, convirtiendo cada pulso de DP en un par ordenado de números, el cual preserva la información en frecuencia y las características temporales [Cavallini<sup>c</sup> et al. 2003; Cavallini et al. 2004; Montanari et al. 2006; Montanari 2009]. Dicho par ordenado se representa en un sistema de referencia conocido como "Mapa tiempo equivalente, frecuencia equivalente (Mapa TF)". Esta herramienta permite discriminar e identificar fenómenos provenientes de diferentes fuentes.

Estas mejoras han permitido obtener patrones de DP más puros, lo cual plantea una nueva filosofía de análisis, basada principalmente en la morfología que el patrón exhibe. En la actualidad, si un equipo presenta indicios de actividad de DP, se analiza la estructura del patrón y se compara con patrones de referencia [Techimp 2012; Jikta 2005], esto permite determinar el tipo de falla pero no es posible hacer inferencia del estadio evolutivo en que esta se encuentra.

Autores como [Morshuis 2005], han encontrado una fuerte correlación entre el proceso de DP interna y el envejecimiento del polímero. Este autor observó que el proceso de envejecimiento (carbonización), provocaba cambios en la forma estructural del pulso y en la morfología del patrón. En este mismo sentido, pudo caracterizar diferentes estadios de deterioro químico del medio aislante conforme la falla evolucionaba. Investigaciones recientes [Rowland et al. 2015; Schurch et al. 2015], se han centrado en la caracterización estructural de las arborescencias. Estos han podido determinar con precisión su dimensión fractal, diámetros y longitudes de sus ramas centrales y periféricas, volumen de la estructura carbonizada, etc. Esto se logró gracias a la reconstrucción de arborescencias mediante tomografía computada de rayos X en un sincrotrón. Este tipo de estudio ha permitido corroborar modelos teóricos vigentes de crecimiento arborescentes tales como [Dissado 2001; Champion et al. 2001]. Un enfoque diferente fue dado por [Dodd et al. 2008]. Éstos, analizaron el crecimiento de la arborescencia correlacionando parámetros estadísticos tradicionales utilizados en el reconocimiento de patrones. Los resultados obtenidos fueron relacionados con los procesos físicos que rigen el crecimiento de la arborescencia [Brown et al. 2014]. Observaron que los parámetros estadísticos analizados, presentaban un comportamiento no estacionario, incrementando su

valor conforme la arborescencia evolucionaba deteriorando el medio. Del mismo modo, han encontrado una fuerte correlación entre el desvío estándar de las amplitudes máximas de cada evento, y el valor medio de la energía del pulso. Determinaron, además, que este resultado era independiente del nivel de tensión de ensayo y de la dimensión fractal de la arborescencia. En este mismo sentido, demostraron que la energía disipada por ciclo de DP aumentaba su valor medio con el crecimiento de la arborescencia. Autores como [Dodd et al. 2010], consideran a los patrones de DP una poderosa herramienta de diagnóstico. Éstos, con el propósito de hacer que los sistemas de monitoreo basados en el reconocimiento de patrones, sean más confiables, estudiaron en profundidad los procesos físicos que gobiernan la actividad de DP, y la manera en que los patrones evolucionan con la degradación del material. Realizaron la experiencia en dos resinas diferentes, rígida y flexible. Si bien los resultados no fueron concluyentes respecto de la forma en que evoluciona el patrón de DP con el deterioro del material, han podido caracterizar eléctricamente la arborescencia. Han identificado además estructuras conductivas y no conductivas, lo cual tiene implicancias en las amplitudes de los pulsos registrados, en la tasa de repetición y en los umbrales de tensión de encendido.

Como se puede apreciar, muchos han sido los esfuerzos realizados en comprender los procesos físicos que rigen el fenómeno de las DP. Se ha abordado esta problemática por diferentes flancos: modelos determinísticos, caracterización de arborescencias, análisis estadísticos, correlaciones entre parámetros estadísticos y crecimiento de la arborescencia, otros. Si bien esto ha permitido comprender con mayor profundidad el fenómeno, aún no se han logrado desarrollos capaces de brindar información acerca del estado del medio aislante observando las características del pulso.

Basado entonces en que una DP interna ocasiona cambios físicos por bombardeo de partículas y químicos por degradación del medio [Morshuis 2005; Hudon et al. 1994], es conducente inferir, que dichos cambios “deberían” correlacionarse y observarse como modificaciones en las características propias de los pulsos de DP registrados.

#### Grado de Avance

En la UTN FRGP, se han llevado a cabo investigaciones en la temática de las DP. Primero, en conjunto con la empresa de distribución de energía eléctrica local EDENOR SA, se llevó a cabo el proyecto de investigación y desarrollo titulado “Investigación y desarrollo en métodos de mediciones y diagnóstico predictivo de fallas en aislantes eléctricos en equipamientos e instalaciones de distribución de AT Y MT” con financiación del FONTAR. El objetivo principal de dicho proyecto fue el estudio de la técnica de medición de DP para ser implementada como herramienta de diagnóstico en la empresa. El proyecto tuvo una duración de 2 años y medio, permitiendo adquirir un vasto conocimiento teórico y práctico en esta técnica de medición, destacando las siguientes publicaciones:

- *Caracterización de patrones de descargas parciales internas y superficiales mediante ensayos de laboratorio.* Bonini, Enciso. Primer Congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica. Septiembre 2015.
- *Incorporación de la medición de Descargas Parciales on-line como herramienta de diagnóstico.* Maillot, Bonini, Enciso, Galliani, Rivera y Casas. CIDEL Argentina 2014,
- *Experiencias de laboratorio en medición de Descargas Parciales sobre Transformadores de Corriente de aislación papel-aceite.* Maillot, Bonini, Enciso y Galliani. XVI ERIAC (Encuentro Regional Iberoamericano del CIGRE) Mayo 2015, Foz du Iguacu, Brasil.
- Manuales de capacitación y procedimientos de ensayos y análisis para uso interno de la empresa.

Con la finalización de dicho proyecto, se lanza un proyecto PID “Desarrollo de laboratorio, sistema de medición y diagnóstico para el ensayo de Descargas Parciales a probetas” cuyo objetivo principal es poder contar en la universidad con un laboratorio de estudios, capacitación e investigación para el estudio de la técnica de medición de DP. Dicho proyecto está en sintonía con 2 tesis doctorales (una finalizada en febrero del 2019 y otra en plan de finalización en diciembre 2019). De este proyecto destacamos las siguientes publicaciones:

- *A New Feature Space for Partial Discharge Signal Separation Based on DWT Coefficient Variance.* Journal of Electrical Engineering 6, Maillot, Pessana, 2018
- *Comparison of feature space formation based on DWT coefficient variance for partial discharge classification under different wavelet families.* Maillot. The 20th International Symposium on High Voltage Engineering 2017
- *Desarrollo de un equipo de medición de descargas parciales para monitoreo, investigación y diagnóstico.* Maillot. Primer Congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica. Septiembre 2015
- *Estudio de la respuesta en frecuencia de una pinza de corriente de alta frecuencia según sus características constructivas.* Giampaolo, Coky, De Amezaga, Bonini y Maillot. Segundo congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Octubre 2017.
- *Simulación mediante software de elementos finitos aplicado al diseño de electrodos para ensayos en descargas parciales sobre probetas.* Coky, Giampaolo, De Amezaga, Bonini y Maillot. Segundo congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad

Los antecedentes mencionados dan evidencia que la UTN FRGP ha recorrido una importante trayectoria en el ámbito del estudio de las DP. En dicho recorrido, se observó que existen múltiples variables en torno a la medición que permiten caracterizar en su conjunto a tal complejo fenómeno, por este motivo se formula este proyecto de investigación que busca caracterizar las series temporales de dichos variables.

### Objetivos de la investigación

#### Objetivo primario:

Identificar las características relevantes de los pulsos y patrones de DP y cómo estos varían conforme la falla evoluciona temporalmente deteriorando el medio aislante.

#### Objetivos secundarios:

Determinar la herramienta matemática óptima para caracterizar pulsos y patrones de DP durante todo el proceso de falla.

Construir un sistema experto que clasifique distintos estadios en el proceso de falla empleando la información procesada con las herramientas desarrolladas.

### Descripción de la metodología

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en el laboratorio del CIDIEE (centro UTN dependiente de Rectorado), el cual está ubicado dentro del predio de la UTN-FRGP. Dicho laboratorio cuenta con las instalaciones edilicias y equipos necesarios para los ensayos y mediciones requeridas para la concreción del estudio aquí propuesto.

Cabe destacar, que el presente proyecto fue concebido para realizarse en un periodo de tres años; donde las actividades programadas, correspondientes al cronograma de trabajo, presentan una correspondencia directa con las etapas en que el plan fue dividido. Estas se detallan a continuación.

## Primera etapa

Incorporación de nuevos conocimientos y herramientas matemáticas, cuyo contenido teórico es afín con la problemática planteada. En tal sentido se prevé realizar:

- Actualización del tema con lectura de artículos y trabajos científicos relacionados con la temática de las DP. Las principales fuentes de búsqueda y consulta se listan a continuación:
- IEEE Dielectrics and Electrical Insulation Society.
- IEEE Power & Energy Society.
- IEEE Signal Processing Society.
- Otras que sean de interés.
- Armado y ensayo de probetas de distintas tecnologías aislantes (papel impregnado en aceite y resina epoxi).
- Implementación en MatLab de algoritmos de análisis de series temporales:
- Transformada Ondita continua y discreta.
- Análisis espectral.
- Análisis de autosimilitud y fractalidad de series temporales.
- Análisis multivariado.
- Reconstrucción de atractor por el método de los retardos (dimensión de embedding)
- Cálculo de dimensión fractal (Katz e Higuchi).
- Cálculo de entropía (Shannon, espectral y de permutación) de la señal.

## Segunda etapa

En esta etapa, se realizará el procesamiento de los pulsos y patrones adquiridos empleando los algoritmos desarrollados en la etapa anterior. Se prevé realizar un estudio individual y colectivo de los parámetros en cuestión, estudiando la evolución de estos, conforme la falla evoluciona. Para el análisis colectivo, se prevé utilizar herramientas de análisis multivariado que permitan reducir la dimensión del espacio formado. De ser necesario, se

realizarán nuevos ensayos para aumentar el conjunto de datos a procesar.

En esta etapa se prevé realizar publicaciones en revistas o congresos sobre los avances realizados tanto en los ensayos como así también en la implementación de los algoritmos.

## Tercera etapa

En esta etapa, se construirá un sistema experto que permita identificar los distintos estadios de deterioro de las probetas ensayadas. El sistema estará orientado a una implementación on-line, empleando los parámetros analizados en la etapa 2. Para esto se utilizarán distintas estrategias de abordaje:

- Redes neuronales (supervisadas y no supervisadas).
- Support Vector Machine.
- Hierarchical clustering.
- K-NN.

Se publicarán los resultados significativos del proyecto de investigación. Se culmina con el informe final del proyecto PID.

### 12. Contribuciones del Proyecto

#### Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio

Se espera que los resultados arrojados proporcionen no solo conocimientos de carácter teórico sino también práctico; ambos transferibles al ámbito académico, público y privado. El desarrollo científico-tecnológico llevado a cabo, tendrá aplicación directa en el campo de la energía eléctrica, en el área correspondiente a mantenimiento preventivo y predictivo de máquinas eléctricas de potencia en el segmento de generación, transporte y distribución de la energía eléctrica.

#### Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio

Se espera que la concreción del presente trabajo, sirva como base para futuras investigaciones, así como también, para el desarrollo de nuevos equipos capaces de brindar información referida al estado de deterioro del medio aislante y/o remanencia de vida útil del mismo, analizando las características que subyacen a los pulsos y patrones de DP. El apreciable beneficio de contar con un equipo de esta naturaleza, permitiría un mayor grado de confiabilidad en los sistemas eléctricos de potencia y una mejora sustancial en la calidad del servicio eléctrico, evitando cortes de suministro indeseados por diagnósticos erróneos.

#### Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

Se efectuará una transferencia de los conocimientos desarrollados en el PID a las cátedras de la carrera de Ingeniería Eléctrica, con diferentes enfoques de acuerdo al desarrollo de sus programas.

- Instrumentos y Mediciones Eléctricas (3er año).
- Tecnología y Ensayo de Materiales eléctricos (3er año).
- Fundamento para el Análisis de Señales (3er año).
- Electrotecnia II (3er año).

Se incorporarán becarios de investigación al proyecto, los cuales serán capacitados en la temática. Se encargarán de la realización de mediciones y procesamiento de los datos en MatLab. También se prevé brindar anualmente una presentación de avance del proyecto a la comunidad académica de la facultad en charlas abiertas.

### 13. Cronograma de Actividades

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
1	Busqueda bibliográfica de últimos avances en revistas internacionales	01/01/2020	6 meses	30/06/2020
1	Estudio de bibliografía encontrada	01/03/2020	6 meses	31/08/2020
1	Selección de becarios para la colaboración en el proyecto	01/03/2020	1 meses	31/03/2020
1	Armado de probetas de DP para ensayos.	01/05/2020	3 meses	31/07/2020
1	Ensayo de probetas elaboradas.	01/07/2020	3 meses	30/09/2020
1	Implementación en MatLab de algoritmos estudiados.	01/07/2020	6 meses	31/12/2020
1	Elaboración de informe anual de actividades.	01/12/2020	1 meses	31/12/2020
2	Elaboración de plan anual de actividades. Elaboración de plan anual de compras.	01/01/2021	1 meses	31/01/2021
2	Selección de becarios para la colaboración en el proyecto.	01/02/2021	1 meses	28/02/2021
	Procesamiento de parámetros obtenidos de las mediciones de DP en forma			

2	Individual. Elaboración de informes individuales para comparar performance de herramientas desarrolladas.	01/03/2021	6 meses	31/08/2021
2	Procesamiento de parámetros obtenidos de las mediciones de DP en forma grupal. Empleo de técnicas de análisis multivariado. Elaboración de informes individuales para comparar performance de los parámetros obtenidos en las mediciones.	01/06/2021	5 meses	31/10/2021
2	Construcción de probetas y ensayos adicionales para aumentar la base de datos de procesamiento.	01/06/2021	2 meses	31/07/2021
2	Actividad de transferencia a la comunidad académica.	01/10/2021	1 meses	31/10/2021
2	Elaboración de publicación para revista internacional y/o congreso.	01/11/2021	2 meses	31/12/2021
2	Elaboración de informe anual de actividades.	01/12/2021	1 meses	31/12/2021
3	Elaboración de plan anual de actividades. Elaboración de plan anual de compras.	01/01/2022	1 meses	31/01/2022
3	Selección de becarios para la colaboración en el proyecto	01/02/2022	1 meses	28/02/2022
3	Armado de sistemas expertos a ser entrenados.	01/03/2022	4 meses	30/06/2022
3	Corrida de validación cruzada para obtener el rendimiento de los distintos sistemas expertos. Comparación de performance de parámetros obtenidos de la medición.	01/04/2022	4 meses	31/07/2022
3	Elaboración de publicación para revista internacional y/o congreso.	01/06/2022	3 meses	31/08/2022
3	Validación de sistemas expertos implementados con nuevas probetas de defectos de DP.	01/08/2022	3 meses	31/10/2022
3	Gestión ante distintas empresas vinculadas al sector la donación de equipamientos para ser ensayados en el último año del proyecto.	01/09/2022	2 meses	31/10/2022
3	Actividad de transferencia a la comunidad académica.	01/11/2022	1 meses	30/11/2022
3	Elaboración de informe anual de actividades. Elaboración de informe final del PID.	01/11/2022	2 meses	30/12/2022

#### 14. Conexión del grupo de Trabajo con otros grupos de investigación en los últimos cinco años

Grupo Vinc.	Apellido	Nombre	Cargo	Institución	Ciudad	Objetivos	Descripción
-	-	-	-	-	-	-	-

#### 15. Presupuesto

**Total Estimado del Proyecto: \$ 3962791,00**

##### 15.1. Recursos Humanos - Inciso 1 e Inciso 5

###### Primer Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	2	\$ 25875,00	Facultad Regional
2. Becario Alumno UTN-SAE	0	\$ 0,00	-
3. Becario Alumno UTN-SCyT	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 318763,00
3.Director	1	\$ 106254,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 531272,00
5.Investigador Formado	1	\$ 318763,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Primer Año	\$ 25875,00	\$ 1275052,00	\$ 1300927,00

###### Segundo Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento	
1. Becario Alumno Fac.Reg.	2	\$ 25875,00	-	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	0	\$ 0,00	-	-
3. Becario Alumno UTN-SCyT	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 318763,00
3.Director	1	\$ 106254,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 531282,00
5.Investigador Formado	1	\$ 318763,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Segundo Año	\$ 25875,00	\$ 1275062,00	\$ 1300937,00

#### Tercer Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento	
1. Becario Alumno Fac.Reg.	2	\$ 25875,00	-	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	0	\$ 0,00	-	-
3. Becario Alumno UTN-SCyT	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 318763,00
3.Director	1	\$ 106254,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 531272,00
5.Investigador Formado	1	\$ 318763,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Tercer Año	\$ 25875,00	\$ 1275052,00	\$ 1300927,00

TOTAL GENERAL	Inciso 5	Inciso 1	Total General
Todo el Proyecto	\$ 77625,00	\$ 3825166,00	\$ 3902791,00

#### 15.2 Bienes de consumo - Inciso 2

Año del Proyecto	Financiación Anual	Solicitado a
1	\$ 10.000,00	UTN - SCTyP
2	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
3	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
Total en Bienes de Consumo		\$ 26.000,00

#### 15.3 Servicios no personales - Inciso 3



Año	Descripción	Monto	Solicitado a
2	Publicación o participación en congreso	\$ 17.000,00	UTN - SCTyP
3	Publicación o participación en congreso	\$ 17.000,00	UTN - SCTyP
Total en Servicios no personales		\$ 34.000,00	

#### 15.4 Equipos - Inciso 4.3 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	Importado	Osciloscopio digital 4 canales	AGILENT DSOX2024A	200MHz, 2GSa/s	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Fuente de alta tensión	CONIMED RD40	2kVA	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Computadora de escritorio	i7, 8GbRAM, monitor 21"	-	6,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Sensor de corriente de alta frecuencia para medición de DP	HF Clamp 39	1 - 80MHz, 17mV/mA	1,00	\$ 0,00	Entidades privadas nacionales (Empresas, Fundaciones, etc.)
1	Disponible	Nacional	Autoclave con bomba de vacío	-	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
Total en Equipos							\$ 0,00	

#### 15.5 Bibliografía de colección - Inciso 4.5 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	-	Biblioteca CIDIEE	-	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	-	Biblioteca FRGP	-	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	-	Portal de acceso de bibliotecas electrónicas	-	-	1,00	\$ 0,00	UTN - SCTyP
Total en Bibliografía							\$ 0,00	

#### 15.6 Software - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total en Software							\$ 0,00	

#### 16. Co-Financiamiento

Año	RR.HH.	Bienes de Consumo	Equipamiento	Servicios no personales	Bibliografía	Software	Total
1	\$1.300.927,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1.310.927,00
2	\$1.300.937,00	\$8.000,00	\$0,00	\$17.000,00	\$0,00	\$0,00	\$1.325.937,00
3	\$1.300.927,00	\$8.000,00	\$0,00	\$17.000,00	\$0,00	\$0,00	\$1.325.927,00
Total del Proyecto	\$3.902.791,00	\$26.000,00	\$0,00	\$34.000,00	\$0,00	\$0,00	\$3.962.791,00

#### Financiamiento de la Universidad

Universidad Tecnológica Nacional - SCyT	\$ 60.000,00
Facultad Regional	\$ 3.902.791,00

#### Financiamiento de Terceros

Organismos públicos nacionales (CONICET, Agencia, INTI, CONEA, etc.)	\$ 0,00
Organismos / Empresas Internacionales / Extranjeros	\$ 0,00
Entidades privadas nacionales (Empresas, Fundaciones, etc.)	\$ 0,00
Otros	\$ 0,00
<b>Total</b>	<b>\$ 3.962.791,00</b>

#### Avales de aprobación, Financiamiento y Otros

	<b>Orden</b>	<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tamaño</b>
<a href="#">Descargar</a>	1	RESELECTRICAPIDMAILLOT.pdf	17341
<a href="#">Descargar</a>	2	RESDECANOPIDMAILLOT.pdf	26738
<a href="#">Descargar</a>	3	AVALPIDMAILLOT.pdf	35407

**Currículums (Currículums de los integrantes cargados en el sistema)**