

# Experiencias en Investigación y Desarrollo de Herramientas en Ingeniería Eléctrica

F. M. González-Longatt, F. Guillen, A. Hernandez, R. Teran, C. Peraza

**Resumen**—El Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE) de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (UNEFA), conciente de su papel importantísimo en el cumplimiento de la misión de la Universidad dentro de la búsqueda de la verdad y en el afianzamiento de los valores supremos del ser humano, en función de una sociedad democrática y del desarrollo soberano y autónomo del País, ha colaborado con la investigación, por medio de Trabajos Especiales de Grado, efectuando investigación aplicada, y la investigación y desarrollo. En este artículo se muestran algunas experiencias en investigación que se han efectuado, además de relatar un importante desarrollo efectuado: una herramienta computacional para el análisis de sistemas eléctricos de potencia. Este artículo concluye mostrando breves áreas potenciales para la investigación-desarrollo dentro del DIE-UNEFA.

**Índice de Términos**—Análisis computacional de sistemas de potencia, ingeniería eléctrica, investigación y desarrollo.

## I. INTRODUCCIÓN

EL ser humano en toda su historia ha sido un ser vivo francamente dependiente de fuentes energéticas. La historia moderna esta plagada de una serie de intentos por encontrar una fuente energética inagotable, condición no alcanzada hasta el presente. Variadas fuentes primarias de energía han sido empleadas con intentos más o menos acertados: partiendo desde la combustión de la madera, pasando por el carbón, en la actualidad, la mayor porción de energía primaria proviene de combustibles y derivados del petróleo. A partir del descubrimiento de la energía eléctrica y su posible utilización comercial por parte del hombre, ésta ha jugado un papel importante en el desarrollo de la humanidad. El desarrollo de grandes fuentes de energía para ejecutar trabajos útiles ha sido la clave del dilatado progreso industrial y parte primordial en la mejora de calidad de vida del hombre, en la sociedad moderna.

F. M. Gonzalez-Longatt, F. Guillen, A. Hernandez, R. Teran, C. Peraza están en el departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada, Maracay, Venezuela, 2122, +58-243-5546954 (e-mail: fglongatt@ieee.org, frednides@yahoo.es, arturohernandez@cantv.net, rubenteran@hotmail.com, cperazam@cantv.net).

F. M. Gonzalez-Longatt, es candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela 1010, +58-414-4572832, email: flongatt@elecisc.ing.ucv.ve.

C. Peraza, es candidato a Doctor en Ciencias y F. Guillen, A. Hernandez, R. Teran, C son estudiantes de la Maestría en ingeniería, todos en la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela 2110.

Pero el proceso de hacer llegar la energía eléctrica desde las fuentes hasta los consumidores, requieren de estructuras cada vez más complejas, denominadas Sistemas de Potencia; y las cuales poseen asociadas una serie de fenómenos en condiciones operativas normales y anormales, que son motivo del apasionado estudio de los ingenieros electricistas.

Un sistema de potencia es una red formada por unidades generadoras eléctricas, cargas y/o líneas de transmisión de potencia, incluyendo el equipo asociado, conectado eléctricamente o mecánicamente a la red [1].

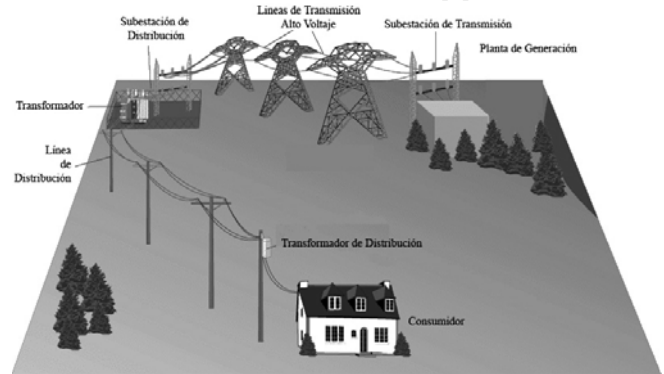


Fig. 1. Representación Ilustrativa de la Estructura General de un Sistema de Potencia Típico

Ha de entenderse, entonces, un sistema eléctrico de potencia, como el conjunto de elementos que constituyen la red eléctrica de potencia siendo su función; generar, transmitir y distribuir, la energía eléctrica hasta los usuarios, bajo ciertas condiciones y requerimientos. Las tareas de un sistema de potencia son realizadas por cada una de las mayores empresas que prestan el servicio de electricidad.

Un sistema de potencia, de acuerdo con las actividades que realiza, básicamente consta de tres subconjuntos bien específicos y diferenciados que realizan las labores de: generación, transmisión, y distribución, con lo que la representación de un sistema de potencia puede ser esquematizado de la Fig. 2.

La planificación diseño, y operación de los sistemas de potencia requiere de continuos y comprensivos análisis para evaluar el desempeño real y para establecer la efectividad de alternativas de planificación y expansión. Estos estudios son acometidos a fin de garantizar son efectuados a fin de entre otras cosas garantizar a todos los hogares y organizaciones en el área de servicio, un suministro de electricidad de alta calidad, confiable y de bajo costo.

Los estudios, propiamente concebidos y conducidos, son una vía de costo efectivo, para prevenir sorpresas y optimizar

la selección de equipos. En la etapa de diseño, los estudios identifican y alertan potenciales deficiencias en el sistema antes que este entre en operación. En sistemas existentes, ayudan a localizar la causa de falla de equipos y mala operación, y determina medidas correctivas para mejorar el rendimiento del sistema. La complejidad de los modernos sistemas de potencia, hacen el estudio por medios manuales difíciles, tediosos y de un consumo alto de tiempo. Las herramientas computacionales asociados con los estudios de sistemas de potencia han sido grandemente simplificados por el uso de programas de computadoras digitales.

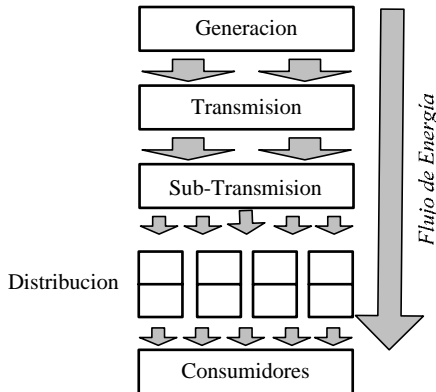


Fig. 2. Estructura General de un Sistema de Potencia

El presente artículo corresponde a un compendio general informativo de las experiencias de investigación y desarrollo de herramientas computacionales en el área de la ingeniería eléctrica.

II. CONTEXTO COGNITIVO-EPISTEMOLOGICO

La Consititución de la República Bolivariana de Venezuela en su Artículo 110 [2], le asigna trascendental importancia a la búsqueda de la verdad y en el afianzamiento de los valores supremos del ser humano, en función de una sociedad democrática y del desarrollo soberano y autónomo del País. En tal sentido, la universidad es el centro de los actores que ejercen en gran medida la función de la búsqueda de la verdad, siendo fundamentalmente una comunidad de intereses espirituales que reúne a profesores y estudiantes en la tarea de buscar la verdad y afianzar los valores trascendentales del hombre [3]. En tal sentido, debe estar al servicio de la Nación y le corresponde colaborar en la orientación de la vida del país mediante su contribución doctrinaria en el esclarecimiento de los problemas nacionales [3].

La Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA), conciente de su función como institución de educación superior, tiene como misión orientar y estimular la educación ejerciendo una función rectora basada en la ciencia, la cultura y la sociedad que guíe los pasos hacia la universalidad del conocimiento y la ejecución de innovaciones tecnológicas e industriales, aportando al proceso de enseñanza-aprendizaje una forma sólida e integral del Recurso Humano que necesitan la Fuerza Armada y la Nación para su crecimiento y desarrollo [4]. En tal sentido, la UNEFA ejerce una función rectora en la educación, la cultura y en la ciencia como factores determinantes de la actividad de investigación [3 Reglamento

de Investigación], y evoca aspectos críticos dentro de la actividad universitaria: creación, y difusión de conocimientos, formación profesional y la solución de problemas específicos de la sociedad [3], [4].

En particular, la UNEFA como institución de educación tradicionalmente se ha orientado al área de ingeniería; donde aglutina un conjunto de conocimientos y técnicas que permiten aplicar el saber científico a la utilización de la materia y de las fuentes de energía, mediante inversiones en construcciones útiles para el hombre, y además considera la técnica, los procesos tecnológicos que indican el ingenio, la pericia o habilidad para usar los procedimientos o recursos del arte, oficio o ciencia.

A. Areas de Saberes y Conocer de Ingeniería Eléctrica

La ingeniería eléctrica comprende un espectro amplio de saberes, pero que pueden ser agrupadas en cuatro grandes áreas del conocimiento: Sistemas de conversión y energía, alta tensión y materiales, electrónica de potencia, sistemas de potencia (Ver Figura 3). Donde cada una de ellas posee sub-áreas de interés.

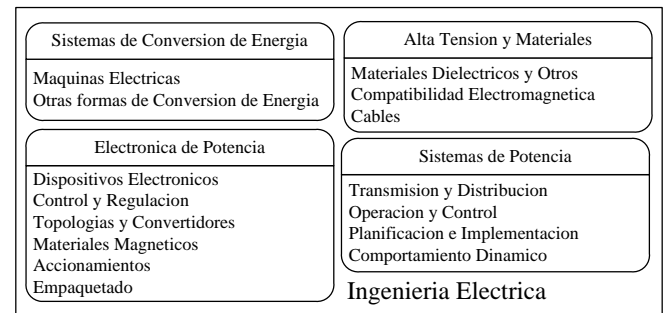


Fig.3. Areas y Sub-Areas de los saberes de Ingeniería Eléctrica

Entre estas, la planificación, diseño y operación de lo sistemas de potencia requiere de estudios a fin de evaluar el desempeño del sistema existente, confiabilidad, seguridad y economía.; y en la etapa de diseño, los estudios identifican y alertan potenciales deficiencias en el sistema antes que este entre en operación. Una concepción clásica del análisis de sistemas eléctricos de gran potencia, se basa en el estudio de de los sistemas bajo dos condiciones temporales posibles, régimen permanente y régimen dinámico; y ante las posibles condiciones terminales: simétricas y asimétricas.

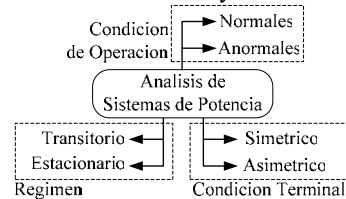


Fig.4. Clasificación Clásica de los Estudios de Sistemas de Potencia

Desde el punto de vista de operación del sistema de potencia se pueden considerar dos condiciones: una asociada al desempeño normal y otra al desempeño en condiciones consideradas fuera de los estándares de operación: condición anormal (Ver Figura 5). Una clasificación sencilla de las anomalías de acuerdo a su severidad con que afectan al sistema de potencia es: perturbaciones, fallas. Las primeras son condiciones que permiten continuar la operación de un sistema pero que pueden ocasionar el daño de ciertos equipos si su duración es prolongada. Mientras que la falla es una

condición que impide la operación de uno o más equipos de un sistema y que requiere de la rápida intervención de los sistemas de protección para evitar el daño de los equipos.

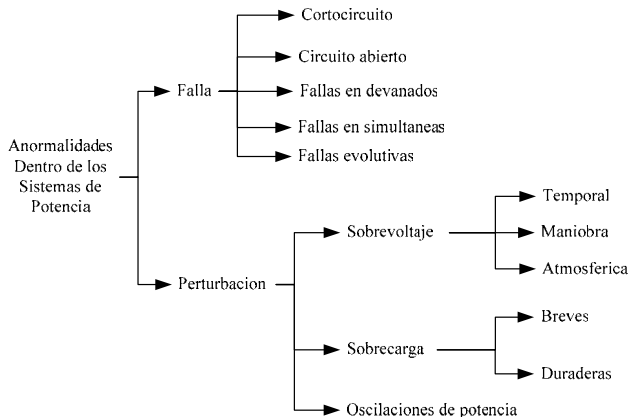


Fig.5. Clasificación de las Anormalidades dentro de un Sistema de Potencia

Ahora bien, las condiciones normales o anormales dentro del sistema de potencia, en régimen estacionario o transitorio ameritan que se efectúen estudios, para evaluar el efecto del fenómeno asociado. Los estudios más comunes efectuados a los sistemas de potencia son:

- Estudios de Flujo de Potencia.
- Estudios de Cortocircuito.
- Estudios de Estabilidad.
- Estudios de arranque de motores.
- Estudios de armónicos.

Los *estudios de flujo* de potencia son una excelente herramienta para la planificación del sistema. Un gran número de procedimientos de operación, pueden ser analizados, incluyendo condiciones de contingencias; estos estudios alertaran sobre las condiciones que pueden causar condiciones operativas potencialmente riesgosas o peligrosas a o equipos. Los estudios de flujo de carga pueden ser usados para dimensionar una serie de equipos en etapa de diseño y para la optimización en condiciones de explotación. Los resultados de un estudio de flujo de potencia son también punto de partida de otros estudios. Las computadoras digitales son usadas ampliamente en los estudios de flujo de carga debido a la complejidad de los cálculos involucrados.

Los *estudios de cortocircuito* son hechos para determinar la magnitud de las corrientes que fluyen a través del sistema de potencia a varios intervalos de tiempo luego que una falla ocurre. La magnitud de las corrientes que fluyen a través del sistema de potencia luego de una falla varía con el tiempo a menos que alcancen la condición de régimen permanente. Este comportamiento es debido a las características del sistema y dinámica. Durante este tiempo, los sistemas de protección son llamados a detectar, interrumpir e aislar esa falla. Los esfuerzos impuestos en estos equipos dependen también de la magnitud de la corriente, la cual dependen del tiempo de la inserción de la falla. Esto es hecho para varios tipos de falla (trifásica, fase a fase, doble fase a tierra y fase a tierra) a diferentes localizaciones a través del sistema. La información es usada para seleccionar y el ajuste de los dispositivos de protección.

Los *estudios de estabilidad* se basan en cuantificar la capacidad de un sistema de potencia, que contiene dos o más

maquinas sincrónicas, de continuar operando luego que un cambio ocurre una perturbación. El problema de estabilidad se presenta básicamente en dos formas: estabilidad de régimen permanente y estabilidad transitoria.

Los estudios de *arranque de motores*, se orientan a cuantificar las variables asociadas y el efecto de fenómeno que presentan las máquinas giratorias durante su arranque. Estos estudios en mayor medida permiten alertar sobre potenciales condiciones de operación riesgosas del sistema, y en tal sentido, tomar medidas correctivas.

Los *estudios de armónicos* se tratan obtener en forma analítica los efectos sobre la calidad de servicios que tienen las modernas cargas clasificadas como no-lineales, las cuales distorsionan la onda de voltaje y corriente de suministro eléctrico.

### III. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DEL DIE-UNEFA

El Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE) de la UNEFA, Decanato Maracay, conciente de la importantísimo rol de la investigación dentro de la Universidad, como actividad del proceso creativo y metodológico orientado a la búsqueda y aplicación de soluciones innovadoras a problemas de la sociedad, por medio de la creación, al adaptación, o perfeccionamiento en el área de la ciencia y la tecnología, y más aun en pro del logro de un mejor nivel de calidad de vida en la Republica Bolivariana de Venezuela, ha efectuado una serie de proyectos de investigación.

En forma general, los proyectos desarrollados por el DIE, recaen en dos grandes grupos: Aplicación, Investigación y Desarrollo (I&D). Siendo los proyectos de aplicación aquellos orientados a emplear el conocimiento de manera útil a la resolución de problemas específicos, con soluciones novedosas y practicas; por otra parte, la investigación y desarrollo corresponde a investigación básica, y desarrollo de conocimiento en búsqueda de la independencia tecnológica.

#### A. Investigación Aplicada

El DIE-UNEFA, a lo largo de su historia ha mantenido una armónica y muy fructífera relación con la sociedad en general y con el sector productivo venezolano. Al respecto, el DIE-UNEFA en su Decanato de Maracay ha contribuido en forma apreciable a resolver muchos problemas con investigación aplicada de conocimientos, mediante TEG.

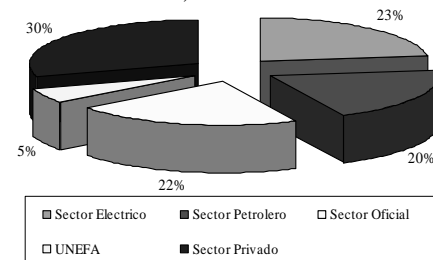


Fig.6. Porcentaje de participación de TEG del DIE-UNEFA por Sector entre el año 1998-2002.

Entre 1998-2002, el DIE ha entregado 91 trabajos especiales de grado, donde la mayor proporción de los trabajos realizado es recibido por el sector productivo privado, seguido en importancia por el sector eléctrico (donde se

incluyen a las empresas de producción de electricidad como las que dan valor agregado) y el sector oficial (gubernaciones, alcaldías, o empresas del gobierno, cuyo fin sea diferente a la producción de electricidad). Es importante notar que aunque la participación de TEG en el DIE-UNEFA ha sido comparativamente menor, sus aportes han sido contundentes.

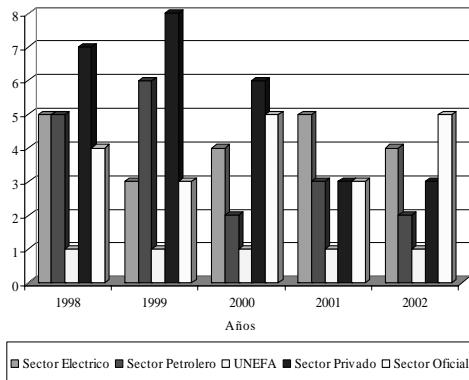


Fig. 7. Frecuencia absoluta de TEG del DIE-UNEFA por Sector entre el año 1998-2002

Entre el año 1998 y 2002, se ha registrado un descenso en los trabajos de grado, desde 22 a solamente 15, con una disminución considerable en los productos entregados al sector privado y en contraposición al crecimiento de los requerimientos en el sector público.

Muchos de los TEG han sido exitosos, pero merece especial mención los aportes que se le han hecho a la Fuerza Armada Nacional y a la seguridad y defensa de Venezuela. Así, se ha colaborado con proyectos para puesto fronterizos de los diferentes componentes de la Fuerza Armada, y en particular, en 1999, se efectuó el TED "Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Puestos Fronterizos del Ejército Venezolano", quien fue acreedor al premio como mejor TEG entregado por la empresa consultora de ingeniería INELECTRA. Y entre las decenas de aporte a la sociedad venezolana, especial mención merece el TEG "Propuesta para la electrificación de Puerto Hierro y del Pueblo de Macuro", efectuado en el año 2001, donde al igual que en otros proyectos se han desarrollado la investigación aplicada para contrinuir con el desarrollo del pueblo venezolano y su Fuerza Armada.

E incluso algunos aportes han sido realizados a la UNEFA, como vale la pena destacar el pre-proyecto realizado en el año 2000 con el TEG titulado "Diseño de un Laboratorio de Alta Tensión para el IUPFAN, Núcleo Maracay", y sobran los aportes directos efectuado, los cuales no se mencionan por cuestiones de espacio.

### B. Investigación y Desarrollo

El DIE-UNEFA conciente de su responsabilidad ante la sociedad democrática en aras del desarrollo soberano y autónomo del País, ha emprendido una serie de proyectos destinados a lograr una dependencia tecnológica en el área de análisis de sistemas eléctricos de potencia. En tal sentido desde el año 2001, se han orientado los Trabajos Especiales de Grado (TEG) de los estudiantes de ingeniería eléctrica a este fin.

Hoy en día, la computadora digital es una indispensable herramienta en la planificación de los sistemas de potencia. En tal sentido, el DIE-UNEFA, ha detectado una dependencia tecnológica-comercial en esa área, y ha destinado sus esfuerzos al desarrollo de una herramienta computacional para emprender los estudios inherentes a la planificación y operación de sistemas eléctricos de potencia. En tal sentido en año 2001, se efectuó el trabajo especial de grado (TEG) "Diseño e implementación de un programa para el análisis de sistemas de potencia" [5], y como producto se logra una herramienta digital de simulación de sistemas eléctricos de potencia con capacidad para simular grandes sistemas eléctrica son la rapidez y confiabilidad en los cálculos, facilidad de empleo y alta calidad gráfica, lo que hace a la herramienta altamente visual y amigable al usuario. El ASP, constituye el proyecto pionero de lo que comenzó a ser una línea de investigación "informal" dentro del DIE- UNEFA.

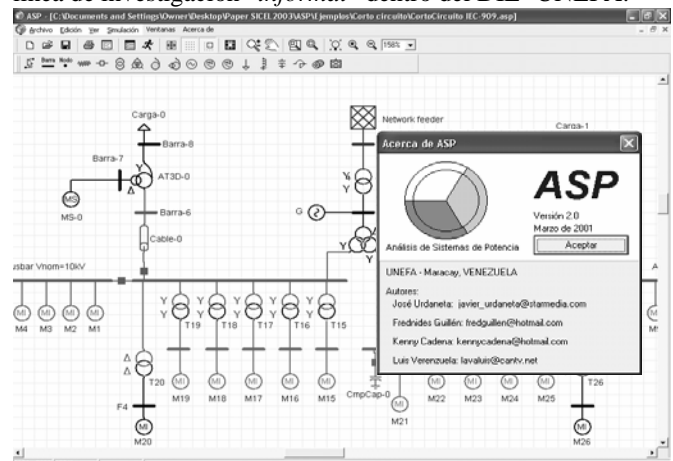


Figura 8. Vista del ambiente de Trabajo de la Herramienta Computacional de Análisis de Sistemas de Potencia ASP

Esta primera etapa del proyecto logra una herramienta para el análisis de sistemas de potencia y en particular acometer los estudios de flujo de potencia clásico (por los métodos de Newton-Raphson, Gaus-Seidel, y desacoplado rápido) y cortocircuito (trifásico, bifásico, bifásico a tierra, u monofásico) bajo la norma IEC 90609, y además la simulación de ruptura de líneas. El software de simulación de sistemas de potencia, se le denominó "Analizador de Sistemas de Potencia" ASP, diseñado para operar como un solo programa, en computadores personales (PC) en forma monousuario, con sistema operativo Microsoft® Windows® con una poderosa y poderosa interfaz gráfica, altamente amigable al usuario.

Con la idea de continuar aumentando las potencialidades del ASP, en 2002, se propuso el TEG titulado "Diseño e Implementación del Módulo de Estabilidad Transitoria Multi-máquina" [6]. Con éste TEG se el incorpora al ASP un modelos para acometer estudios de estabilidad, y en particular el análisis de estabilidad de ángulo rotórico en sistemas multi-máquina, con recursos suficientes para simular las perturbaciones por cortocircuito en sistemas de transmisión, con despejes selectivos de la falla; de igual modo se incorporó, el modelo clásico de la máquina sincrónico junto a

modelos mas complejos (modelo de dos ejes), además de incluir lo modelos para equipos de control asociados al sistema de generación: excitatriz y gobernadores. Estos modelos son tomados de estandares internacionales, y aunque todos sus parámetros son configurables por el usuario, se incorporó, valores característicos que pueden ser empleados. Para resolver las ecuaciones diferenciales asociadas a la dinámica se implementó una rutina para emplear el método numérico de Runge-Kutta de cuarto orden. Además se le agregaron capacidades graficas muy versátiles y amigables al ASP, que incluyen una total configurabilidad de las graficas y un alto poder para el trazado en tres dimensiones.

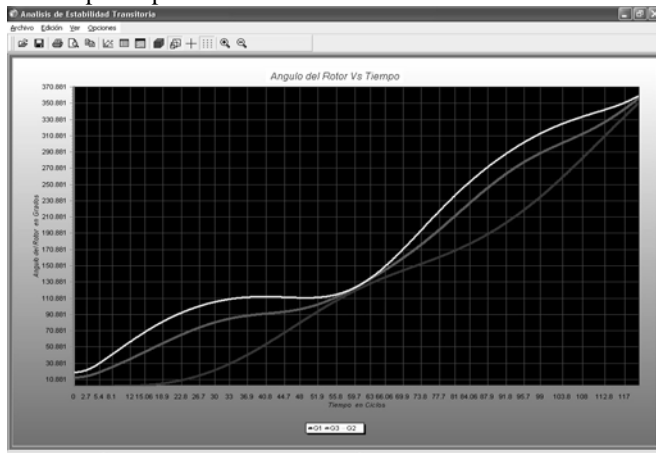


Figura 9. Vista del Graficador de Resultados para Estabilidad Transitoria de la herramienta computacional ASP

En el año 2003, se continua el desarrollo del programa ASP con el TEG titulado “Diseño de un módulo de cálculo de cortocircuito bajo la norma ANSI, para el software ASP” [7]. En este TEG, se incorpora el cálculo de corrientes de cortocircuito bajo otra norma (ANSI), lo cual le agrega prestaciones superiores al estudio de fallas, al tiempo que incorpora una característica vista solo en los programas comercialmente disponibles.

De igual modo, este TEG marca un hito importante en el desarrollo del proyecto ASP, al expandir las funciones de cálculo de la herramienta con la incorporación de dos módulos que pueden operar con ASP o en forma aislados: Modulo de Cálculo de Constantes de Líneas (MCCL) y Modulo de Cálculo de Constantes de Cables (MCCC). El MCCL y el MCCC son herramientas que están creadas para trabajar en un computador personal con mínimos requerimientos en forma monousuario bajo ambiente Microsoft™ Windows™ y para proveer una excelente interfaz grafica al usuario altamente amigable, al tiempo de proveer resultados confiables, a una muy alta velocidad.

El MCCL y el MCCC son unas herramientas sumamente potentes que combina la interfaz altamente grafica, posibilidad de una base de datos en Microsoft™ Acces™, y unos robustos métodos de calculo matriciales, que consideran todas las variables asociados a los sistemas de transmisión de energía eléctrica aéreos y subterráneos reales.

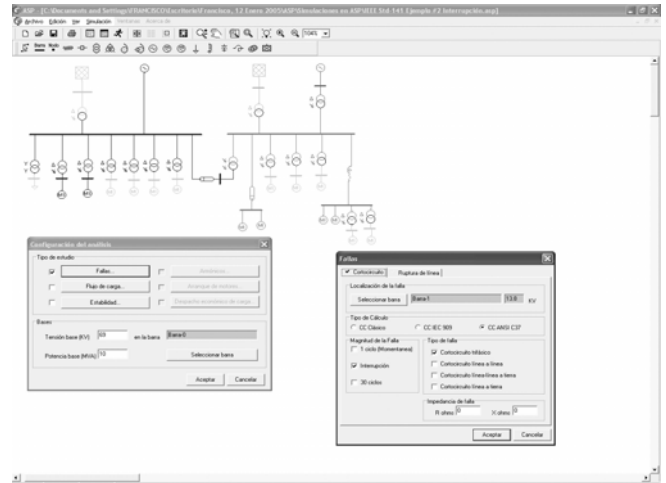
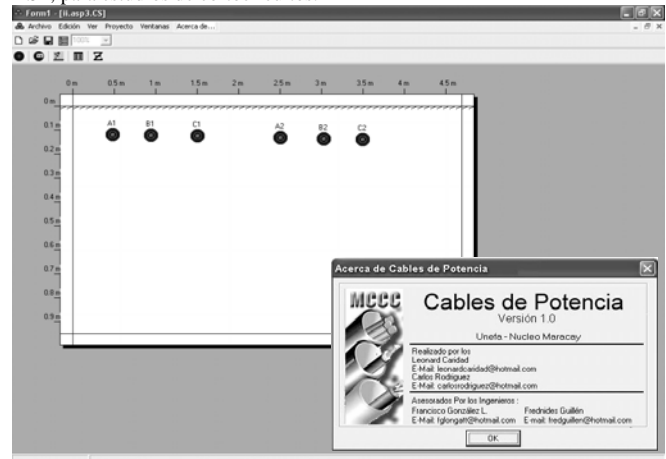
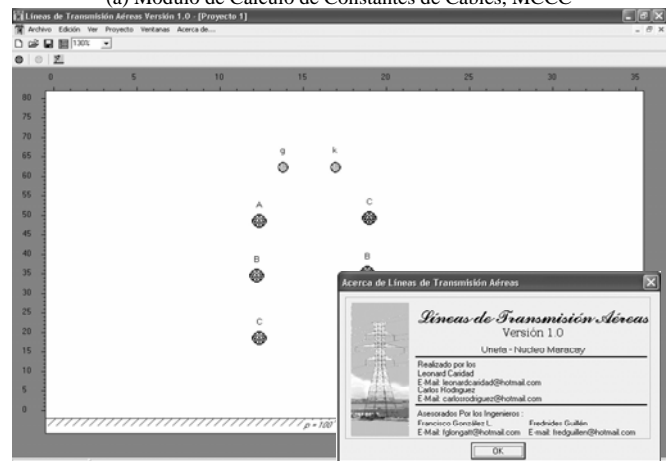


Figura 8. Vista del ambiente de Trabajo de la Herramienta Computacional ASP, para estudios de cortocircuitos.



(a) Modulo de Cálculo de Constantes de Cables, MCCC



(b) Modulo de Cálculo de Constantes de Líneas, MCCL

Figura 9. Vista del ambiente de Trabajo de la Herramienta MCCC y MCCL del ASP

### 1) Publicaciones de Productos de Investigación

A fin de mostrar los resultados de los proyectos de investigación, y además validar públicamente estos resultados a nivel nacional e internacional en particular lo referente a la herramienta computacional de análisis de sistemas de potencia ASP, se procedió a presentar artículos en una serie de eventos

arbitrados. A continuación se presenta una breve lista de los trabajos publicados:

[8] González, F. Ajuste del Cambiador de tomas de transformador por el análisis de Sensibilidad en el Flujo de Potencia, *IV Congreso Venezolano de Ing. Eléctrica*, Caracas. Sep. 2004.

[9] González, F, Rodríguez C, Caridad L. Implementación de un Modulo de Calculo de Constantes de Cables. *I Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ing. Eléctrica*, Mérida, Mayo 2004.

[10] González. F, Rodríguez C, Caridad L. Modulo para el Calculo de Constantes de Línea. *II Jornadas de Ing. Eléctrica*, Puerto Ordaz, 2003.

[11] González. F. Guillen F. "Implementación de un Modulo de Flujo de Potencia para el ASP". *II Jornadas de Ing. Eléctrica, Puerto Ordaz*, 2003.

#### IV. CONCLUSIONES

En el presente artículo se mostró un resumen histórico de la evolución y desarrollo cognitivo de la investigación y desarrollo dentro del DIE de la UNEFA, mostrando los hitos relevantes, y los productos científicos asociados; y se evidencia que existen serias perspectivas futuras para acometer la formalización de una líneas de investigación.

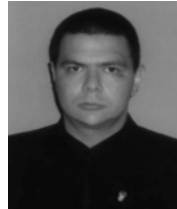
Dentro de los trabajos de investigación realizado en el DIE-UNEFA han permitido el desarrollo de una poderosa herramienta computacional para el análisis de sistemas eléctricos de potencia, el programa del ASP, éste a permitido a contribuir con la formación de recurso humano, mediante TEG, pero además ha hecho posible que se genere conocimiento propio y una herramienta competitiva con las comercialmente disponibles en el mercado, lo que comienza a contribuir en la independencia tecnológica, y puede a ser empleado por estudiantes y público en general. Además esta herramienta por su estructura y diseño ha sido concebida para seguir creciendo y es una fuente muy grande de investigación, donde permitirá que profesores del DIE pueda efectuar investigación ya sea para ascenso o con fines de postgrado.

#### V. REFERENCIAS

- [1] IEEE, Power System Engineering Committee. *Transactions on Power Apparatus and System*, Julio de 1992, Páginas 1894-1898.
- [2] Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela, 1999.
- [3] Ley de Universidades. Republica Bolivariana de Venezuela, 2000.
- [4] Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (Sitio web), disponibles en: <http://www.unefa.edu.ve>, consultada 02/04/2006.
- [5] Urdaneta J, Guillen F, Diseño e implementación de un programa para el análisis de sistemas de potencia. Trabajo Especial de Grado, UNEFA Maracay, 2001.
- [6] Cadena K, Verenzuela L, Diseño e implementación de un módulo para el análisis de estabilidad Transitoria en sistemas de potencia incorporado al programa ASP, Trabajo Especial de Grado, UNEFA Maracay, 2002.
- [7] Caridad C, Rodríguez C. Diseño de un módulo de cálculo de cortocircuito bajo la norma ANSI, para el software ASP. Trabajo Especial de Grado, UNEFA Maracay, 2003.
- [8] González, F. Ajuste del Cambiador de tomas de transformador por el análisis de Sensibilidad en el Flujo de Potencia, *IV Congreso Venezolano de Ing. Eléctrica*, Caracas. Sep.. 2004.

- [9] González, F, Rodríguez C, Caridad L. Implementación de un Modulo de Calculo de Constantes de Cables. *I Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ing. Eléctrica*, Mérida, Mayo 2004.
- [10] González. F, Rodríguez C, Caridad L. Modulo para el Calculo de Constantes de Línea. *II Jornadas de Ing. Eléctrica*, Puerto Ordaz, 2003.
- [11] González. F. Guillen F. "Implementación de un Modulo de Flujo de Potencia para el ASP". *II Jornadas de Ing. Eléctrica*, Puerto Ordaz, 2003.

#### VI. BIOGRAPHIES



**Francisco Gonzalez-Longatt.** Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada, Venezuela (1994). Master en Administración de Empresas de Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela (1999). Es profesor a dedicación exclusiva, categoría asistente, en pre-grado y postgrado, fue Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada. Investigo durante un año, sobre la enseñanza de las ciencias técnicas en el Doctorado en Ciencias de la Educación, de la Universidad Pedagógica El Libertador. Actualmente es Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Central de Venezuela, trabajando en el impacto de la generación distribuida en la estabilidad dinámica de sistemas de potencia. Autor de textos de ecuación superior, más de una decena de artículos en revistas y congresos a nivel internacional. Es miembro del Institute of Electrical Engineers (IEE), y miembro de varias sociedades entre ellas la Power Engineering Society del IEEE.



**Frenides Guillen.** Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (2001). Cursando actualmente la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo. Es profesor a dedicación exclusiva, categoría instructor, en pregrado, adscrito al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada.



**Arturo R. Hernández Plaza.** Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (1993). Magíster Scieniarum en Gerencia de Personal de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela (2003). Cursando actualmente la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo. Es profesor a dedicación exclusiva, categoría asistente, en pregrado, Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada. Es miembro de la Industrial Facilities Society del Institute IEEE.



**Ruben Teran.** Obtuvo el título de ingeniero electricista de la Universidad de Carabobo, Venezuela (2001). Cursando actualmente la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Carabobo, Venezuela. Es profesor a tiempo completo, categoría instructor, en pregrado. Es miembro de la Industrial Facilities Society del Institute IEEE



**Cesar Peraza.** Obtuvo el título de ingeniero electrónico Universidad Experimental Politécnica Antonio José De Sucre (UNEXPO) Barquisimeto, Venezuela (1986), Magíster Scieniarum en Ingeniería Electrica de la Universidad de Carabobo, Venezuela (2005), actualmente candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería en la Universidad de Carabobo, Venezuela. Ponente en eventos a nivel Nacional y autor de artículos científicos publicados en revistas a nivel nacional e internacional. Es profesor a dedicación exclusiva, categoría agregado, en pregrado, en el Instituto Universitario de Tecnología Valencia, Valencia, Venezuela.