

Propuesta de una Línea de Investigación en Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida

Francisco M. Gonzalez-Longatt

fglongatt@ieee.org

12, Abril 2007

Resumen

En la actualidad los recursos energéticos es una gran preocupación de la sociedad moderna, además de esto, las presiones ambientalistas para reducir el consumo de combustibles fósiles y las correspondientes emisiones contaminantes; están promoviendo el uso de fuentes alternas de energía (incluyendo fuentes alternas de energía, no agresivas al ambiente). En Venezuela el uso de estas fuentes ambientalmente amigables es una realidad posterior a la ratificación del Protocolo de Kyoto el 7 de Diciembre de 2004. Sin embargo, lo novedoso del conocimiento de estas nuevas formas de conversión de energía amerita la comprensión de nuevos fenómenos ausentes de las tecnologías tradicionales. Surge la necesidad de producir investigaciones destinadas a resolver los vacíos de conocimiento que se presenten en la penetración de estas tecnologías en Venezuela. En este artículo se muestra los resultados de un trabajo documental-teórico, que sustenta la propuesta de una línea de investigación en fuentes alternas de energía y generación distribuida. Inicialmente se muestra la descripción de la línea de investigación con el soporte de una investigación documental para establecer el contexto cognitivo-epistemológico. Se declara el área de investigación de acuerdo a lo establecido por Ministerio de Educación Superior (MES), mediante el Consejo Nacional de Universidades (CNU) y su Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU) como Ingeniería, Arquitectura y Tecnología. Luego se muestra la justificación y alcances de la línea de investigación, incluyendo el objetivo general: *Innovar en el desarrollo, uso y aplicación de tecnologías que aprovechen oportunidades y recursos energéticos alternos del país tanto para la generación eléctrica como para el desarrollo de productos energéticos novedosos, integrando el concepto de la generación distribuida*. Los objetivos específicos, misión y visión son mostrados en éste artículo. Producto final de este artículo, es un documento sólido para proponer una línea de investigación sobre fuentes alternas de energía y generación distribuida.

Palabras Claves: Línea de Investigación, Fuentes alternas de Energía, Generación Distribuida.

Offer of Research Activities in Alternate Energy Resources and Distributed Generation

Francisco M. Gonzalez-Longatt

fglongatt@ieee.org

April 12, 2007

Abstract

At present the energetic resources it is a great preoccupation of the modern society, besides it, the pressures environmentalists to reduce the consumption of fossil fuels and the corresponding emission pollutants are promoting the use of alternate sources of energy (including renewable energy resources non aggressive to ambient). In Venezuela use of energy resources ambient friendly become a reality since Kyoto Protocol ratification at December 7, 2004. Nevertheless, the novel of the knowledge of these new energy conversion forms deserves the comprehension of new phenomena absent of the traditional technologies. There arises the need to produce researches destined to solve the emptiness of knowledge that they present in the penetration of these technologies in Venezuela. In this article one shows the results of a documentary - theoretical work, which sustains the offer of research activities in alternate energy resources and distributed generation. Initially we shows research activities description with a document research support to establish cognitive- epistemological context. We declare the research area as *Engineering, Architecture and Technology*, agreement with statement of Department of University Education (MES), by means of the National Council of Universities (CNU) and his Office of Planning of the University Sector (OPSU). Then we shows justification and scopes of research activities, including general objective: *To innovate in the development, use and application of technologies that take advantage of opportunities and energetic alternate resources of the country both for the electrical generation and for the development of energetic novel products, integrating the concept of distributed generation.* Specific objectives, mission and vision are shown in this paper. Final product of this article is a solid document to propose research activities on alternate energy resources and distributed generation.

Key Words: Research Activities, Renewable Energy Resources, Distributed Generation.

Introducción

La Universidad es 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 (Artículo 1, Ley de Universidades [1]). 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 [1].

La Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA), conciente de esto, 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[2].

La UNEFA, 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 [2]. 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], 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 [2], [3].

El Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UNEFA (DIE-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 República Bolivariana de Venezuela [4], ha decidido presentar a la superioridad éste documento. Y en el cual constituye la presentación de la línea de investigación correspondiente al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UNEFA.

El presente documento, recoge los elementos de sustento fundamentales, que definen la los ejes ordenadores que facilitan la integración y continuidad de los esfuerzos de las personas, equipos e instrumentos comprometidos en una dirección de trabajo comprometida en el desarrollo del conocimiento; siendo este documento el sustento necesario para *la presentación de una línea de investigación en fuentes alternas de energía y generación distribuida*, a ser implementada en el DIE-UNEFA, Maracay.

Contexto Cognitivo-Epistemológico

La práctica de la *investigación* implica un compromiso profundo con el bienestar y el desarrollo de la sociedad [7]. En tal sentido, la UNESCO [8] señala la necesidad de crear y difundir el conocimiento en función de servicio a la comunidad, en apoyo al mundo del trabajo, para la orientación de la vida en democracia, el respeto a la cultura y la protección al medio ambiente.

En el caso de Venezuela, el artículo 5 de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación [5], apoya y refuerza el planteamiento de UNESCO [8], agregando la

necesidad de contribuir al bienestar de la humanidad, la reducción de la pobreza, el respeto a la dignidad y los derechos humanos.

Y en particular el Reglamento de Investigación de la UNEFA [2] define la investigación es el proceso creativo y metodológico orientado esencialmente a la búsqueda y aplicación de soluciones innovadoras a problemas de la sociedad, por medio de la creación, la adaptación o perfeccionamiento en el área de las ciencias, humanidades, de la tecnología o de lo social, que permitan el logro de una mejor calidad de vida en el país [2].

Ahora bien, la investigación a nivel universitario enfatiza la tarea de buscar la verdad y afianzar los valores trascendentales del hombre (Artículo 1, Ley de Universidades [1]). Búsqueda que debe ser reconocida dentro del espectro de la totalidad del conocimiento, es decir, un ámbito específico reconocido y jerarquizante del mismo [9].

En esta sección se muestra los aspectos epistemológicos-cognitivos que sustenta la presentación de la línea de investigación. En un espectro amplio de la división del conocimiento bajo consideraciones de un vector deductivo apunta a las denominaciones de: campo, línea, programa y proyecto. Sin embargo, para la definición del espacio disciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario de la investigación, se ha considerado lo expresado en el Reglamento de Investigación de UNEFA [2]: área, línea y proyecto.

Área del Conocimiento

Probablemente a ningún otro término filosófico, se le hayan vinculado tantos matices diferentes de significado, como a la palabra *conocimiento*. Todavía, qué significa esta palabra, es de mucha importancia. Su sentido, en las mentes de algunos filósofos, es la llave para sus completos sistemas.

Dilucidar en que consiste el acto de conocer, cual es la esencia del conocimiento, cual es la relación cognoscitiva entre el hombre y las cosas que lo rodean. A pesar de que es una operación cotidiana no hay un acuerdo acerca de lo que sucede cuando conocemos algo. La definición más sencilla dice que conocer consiste en obtener una información acerca de un objeto. Conocer es conseguir un dato o una noticia sobre algo. El conocimiento es esa noticia o información acerca de ése objeto.

En su afán de conocer el mundo, el hombre produce tecnologías de conocimiento, es decir, aparatos, mecanismos que permitan examinar los aspectos de la realidad que desee transformar en objeto de estudio. Sin tales tecnologías no sería posible el conocimiento o, por lo menos, su desarrollo se daría de forma mucho más lenta. Tales tecnologías son producidas históricamente, de acuerdo con las posibilidades y problemas de cada momento [10].

Más allá de las consideraciones epistemológicas, al hacer referencia a la realidad del entorno asociado al proceso de investigación, se debe considerar el conocimiento como una totalidad, donde se reafirma su meta-presencia y generalidad. Sin embargo, la el conocimiento puede ser agrupado dentro de la consideración definida basada en el conocimiento como tal y experiencias existentes [10].

El conocimiento universal, general resulta virtualmente infinito en su totalidad, sin embargo, algunas acotaciones a los mismos pueden ser efectuadas dentro de los denominados *campos de investigación*.

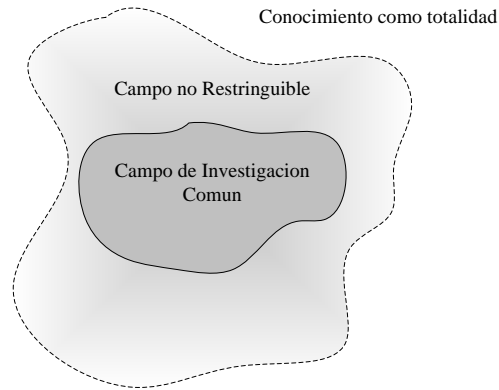


Figura 1. Relación del Conocimiento y el Campo [9], [11]

Estos campos, del conocimiento posee una amplitud y delimitación en consideraciones definida [9], basado en el conocimiento como tal y las experiencias existentes. De modo que el conocimiento humano puede ser dividido en campos de investigación y estos a su vez podrían subdividirse en áreas de investigación [9], [11]. La subdivisión en áreas, obedece a definiciones en base algún criterio técnico, práctico, teórico, o conceptual.

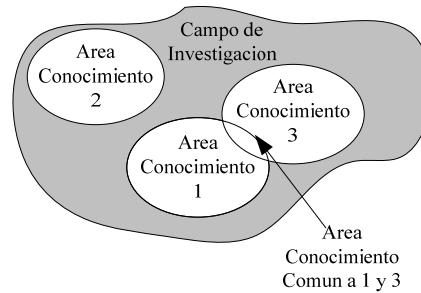


Figura 2. Relación del Campo de Investigación y las Áreas de Investigación [9], [11]

Resulta pertinente, que en la planificación de la investigación, se considere la naturaleza del concepto en el cual subyace la división del conocimiento, expresada en denominaciones como *campo*, *área*, *línea*, *programa* y *proyecto*.

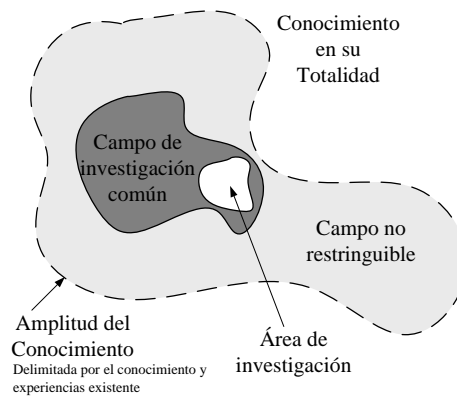


Figura 3. Definición de Relaciones con: Conocimiento, Campo, Área de Investigación

En la Figura 4 se muestra una relación entre estos con una dirección deductiva (general a lo específico) y la amplitud cognitiva.

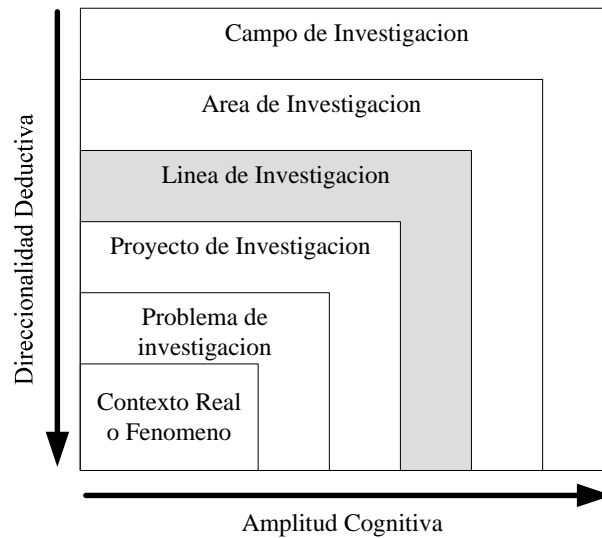


Figura 4. Relaciones Deductivas versus Amplitud Cognitiva

En el caso particular de Venezuela y atendiendo al contexto del *área de investigación*, el Ministerio de Educación Superior, mediante el Consejo Nacional de Universidades (CNU) [12] y su Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU) [13], ha establecido ocho áreas de conocimiento:

- Ciencias Básicas
- Ingeniería, Arquitectura y Tecnología
- Ciencias del Agro y del Mar
- Ciencias de la Salud
- Ciencias de la Educación
- Ciencias Sociales
- Humanidades, Letras y Artes
- Ciencias y Artes Militares

El vocablo ingeniería comprende 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*. Ya en 1.852, el Diccionario Académico identificaba la ingeniería, como el *arte de aplicar los conocimientos científicos a la inversión, perfeccionamiento o utilización de la técnica industrial en todas sus determinaciones*. La etimología de la palabra ingeniería, ha conllevado siempre la existencia del ingenio, la industria y habilidad para inventar con prontitud y facilidad y desde antiguo, el ingeniero discurre con ingenio los trazos y modos de ejecutar una cosa.

La técnica, los procesos tecnológicos y las palabras terminadas en *técnica*, indican ingenio, pericia o habilidad para usar los procedimientos o recursos del arte, oficio o ciencia. Por tal razón la OPSU-CNU agrupa la tecnología en el área de *Ingeniería, Arquitectura y Tecnología*.

Formalmente, la presente línea de investigación se adhiere perfectamente área del conocimiento presentado por OPSU-CNU de *Ingeniería, Arquitectura y Tecnología*.

Conceptualización de la Ingeniería Eléctrica

La *Ingeniería Eléctrica* es la carrera profesional relacionada con el procesamiento y el control de la energía en la forma de electricidad; de la información y de los materiales necesarios para esos fines.

Esta rama de la Ingeniería trata de las aplicaciones de la física relacionadas, por una parte, con la electricidad y el magnetismo, y por otra, con la electrónica y el tratamiento de la información.

La Ingeniería Eléctrica es un campo amplio, diverso y necesario para el progreso de los pueblos. Esta Ingeniería ha influenciado virtualmente cada una de las facetas de la actividad humana en sólo un siglo.

El *Ingeniero Electricista se dedica al estudio de todos los aspectos relacionados con la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica* [14]. Se dedica al estudio de los sistemas e instalaciones eléctricas. Determina el tipo de máquina a utilizar según su rendimiento, capacidad, duración y potencial y dirige su montaje, funcionalidad, reparación y mantenimiento. Su trabajo está en íntima relación con las actividades de áreas de generación, transmisión, distribución, transformación, consumo, control y electrónica.

El mercado ocupacional de los ingenieros electricistas esta orientado principalmente a: empresas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica; empresas que fabrican equipos eléctricos, máquinas eléctricas, industriales y equipos electrónicos; oficinas de investigación y proyectos en el área de instrumentación, mediciones eléctricas, transmisión, transformación y consumo de la energía eléctrica. Diseño y ejecución de proyectos eléctricos para edificaciones residenciales e industriales [14].

Perfil del Ingeniero Electricista

El Perfil Profesional del ingeniero electricista, expresa las características relevantes del Curriculum y Programa de Estudios elaborado acorde con las necesidades del País de la época; el mismo que responde al modelo integral que se fundamenta en el desarrollo de la persona (*perfil personal*), en la solidez de los conocimientos técnicos y científicos (*perfil del conocimiento*) y en las necesidades de ingeniería que requiere el País (*perfil ocupacional*); cuya formación se complementa a través de programas permanentes de prácticas pre profesionales y visitas técnicas guiadas en la principales empresas de servicios y de producción, las instituciones del sector público y privado.

Es responsabilidad del ingeniero electricista: el planeamiento, elaboración y ejecución de proyectos y obras en las diversas etapas de instalación, operación, generación, transmisión, transformación, distribución, utilización, mantenimiento y desarrollo energético del País; Los estudios, proyectos, diseño y ejecución de obras de instalaciones eléctricas industriales, comerciales, domiciliarias (urbanas y rurales).

La formación científico matemático, complemento de los conocimientos técnicos impartidos, los capacitan para el diseño, fabricación de maquinarias y equipos, redes eléctricas y de comunicación; ampliando su actividad al desarrollo de la investigación científica, entre otras actividades profesionales.

Las características principales del ingeniero electricista son:

- Mentalidad creativa, flexible e innovadora.
- Capacidad para delinear y resolver problemas relacionados con la información de la sociedad, en forma practica que sean susceptibles de tratarse ingenierilmente.

- Sensibilidad a los problemas técnicos de la información relacionados con la sociedad a la cual confronta la profesión.
- Entendimiento de las características éticas de la profesión de ingeniería y su práctica.
- Entendimiento de las responsabilidades del ingeniero para proteger la salud pública, su seguridad y el medio ambiente.
- Habilidad para mantener la competencia profesional a través del aprendizaje continuo a lo largo de su vida.

Son los Ingenieros Electricistas de la UNEFA los gestores permanentes de la transformación y el desarrollo tecnológico y social del País, cuyo profesionalismo y conocimientos los aplican a las particulares y difíciles condiciones geográficas y étnicas de su territorio, orientados a los supremos intereses del país.

Aspectos Cognitivos Ingeniería Eléctrica [15]-[17]

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. Donde cada una de ellas posee sub-áreas de interés como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Áreas y Sub-Áreas del conocimiento en Ingeniería Eléctrica

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Sistemas de Conversion de Energia</td> </tr> <tr> <td>Maquinas Electricas Otras formas de Conversion de Energia</td> </tr> </table>	Sistemas de Conversion de Energia	Maquinas Electricas Otras formas de Conversion de Energia	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Alta Tension y Materiales</td> </tr> <tr> <td>Materiales Dielectricos y Otros Compatibilidad Electromagnetica Cables</td> </tr> </table>	Alta Tension y Materiales	Materiales Dielectricos y Otros Compatibilidad Electromagnetica Cables
Sistemas de Conversion de Energia					
Maquinas Electricas Otras formas de Conversion de Energia					
Alta Tension y Materiales					
Materiales Dielectricos y Otros Compatibilidad Electromagnetica Cables					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Electronica de Potencia</td> </tr> <tr> <td>Dispositivos Electronicos Control y Regulacion Topologias y Convertidores Materiales Magneticos Accionamientos Empaquetado</td> </tr> </table>	Electronica de Potencia	Dispositivos Electronicos Control y Regulacion Topologias y Convertidores Materiales Magneticos Accionamientos Empaquetado	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Sistemas de Potencia</td> </tr> <tr> <td>Transmision y Distribucion Operacion y Control Planificacion e Implementacion Comportamiento Dinamico</td> </tr> </table>	Sistemas de Potencia	Transmision y Distribucion Operacion y Control Planificacion e Implementacion Comportamiento Dinamico
Electronica de Potencia					
Dispositivos Electronicos Control y Regulacion Topologias y Convertidores Materiales Magneticos Accionamientos Empaquetado					
Sistemas de Potencia					
Transmision y Distribucion Operacion y Control Planificacion e Implementacion Comportamiento Dinamico					
Ingenieria Electrica					

Sistemas de Conversión de Energía

Maquinas Eléctricas. Se refiere a los elementos relacionados con requerimientos, investigación desarrollo, aplicación, diseño, construcción, operación o supervisión de maquinas eléctricas asociadas a la generación de energía eléctrica, su conversión en otras formas energía eléctrica o energía mecánica. Su alcance incluye el tratamiento de lo siguiente:

- Máquinas Sincrónicas.
- Máquinas de inducción.
- Maquinas DC y de Imanes Permanentes..
- Cambiadores giratorios de frecuencia.
- Acoplamiento eléctrico, frenos y dinamómetros.
- Ductos de conversión de Energía magneto-hidrodinámica.
- Materiales aislantes, magnéticos, conductores y superconductores que son usados en las máquinas eléctricas.

- Maquinas eléctricas lineales.
- Control por medio de electrónica de potencia de maquinas eléctricas.
- Efectos de los controles de electrónica de potencia en los componentes de la máquina.

Transformadores. Se refiere a la aplicación, diseño, construcción prueba y operación de transformadores, reactores y otros equipos similares. Incluye el tratamiento de los siguientes aspectos.

- Transformadores de transmisión y distribución.
- Reguladores de voltajes (de paso y reguladores de inducción).
- Transformadores de reactores y de aterramiento.
- Transformadores y rectores de alisado de convertidores HVDC.
- Transformadores de rectificadores con semiconductores de potencia.
- Transformadores de instrumentación (transformadores de voltaje y de corriente).
- Problemas de aislamiento y de dieléctrico relacionados con transformadores.
- Aparatos de uso exterior, *bushing*.
- Fluidos de aislamiento.
- Transformadores subterráneos y protectores de red.
- Transformadores reguladores de ángulo de fase.

Otras Fuentes de Energía. Se refiere a los elementos relacionados con requerimientos, investigación desarrollo, aplicación, diseño, construcción, operación o supervisión sistemas y equipos de conversión de energía tal como hidro, fósil, solar, eólica, químico, nuclear, y otras fuentes alternas de energía. No esta limitada en tratamiento, e incluye aspectos relacionados con regulaciones ambientales, conservación, economía, seguridad, confiabilidad.

Alta Tensión y Materiales

Estudio y aplicación del fenómeno dieléctrico y el comportamiento y desarrollo, caracterización y aplicación de todos los materiales aislantes eléctricos: gaseosos, líquidos y sólidos, y los sistemas utilizados en equipos eléctricos y electrónicos. Esto incluye la posibilidad de la creación voluntaria de estándares normalizados de ingeriría, y practicas recomendadas:

Materiales Dieléctricos y otros. Posee las siguientes sub-áreas:

- Electrónica y radiaciones.
- Líquidos dieléctricos
- Aislamiento externo.
- Vida térmica.
- Gases Dieléctricos.
- Bio-dieléctricos
- Electro-hidrodinámica
- Estadística

Compatibilidad Electromagnética, incluye una serie de aspectos: administración, ambiente, mediciones, control de interferencias, electromagnetismo de alta potencia, manejo del espectro, campos no senoidales, productos de seguridad electromagnética, calculo computacional de campos, integridad de señales.

Cables de Potencia. En Particular incluyen:

- Construcción y diseño de cables: incluye los materiales, conducción, diseño y manufactura de cables aislados.
- Accesorios: Corresponde a la prueba, construcción, y diseño de terminaciones de cables y juntas.
- Sistemas de Cables: incluye los aspectos relacionados con pruebas, ensamble y operación de sistemas de cable.
- Estación, control y utilización de cables: cubre los aspectos relacionados a pruebas, ensamble y operación y construcción de sistemas de cable que no son normalmente empleados en transmisión o distribución. Esto incluye cables de estaciones, cables de control, fibra óptica, etc.

Electrónica de Potencia

Se trata del uso de dispositivos electrónicos para el control y la conversión de potencia. Las investigaciones principales rondan los campos de:

Dispositivos electrónicos. Se trata de las características de los dispositivos de conmutación.

- *Control y regulación*: En una gran cantidad de aplicaciones involucra muchos aspectos de control, siendo necesario la formulación de algoritmos de control para una variedad de aplicaciones de electrónica de potencia.
 - Conversión estática de potencia y control.
 - Fuentes estáticas de potencia: UPS, HVDC, controladores de VAR.
 - Control de Movimiento: Inversores, Vehículos eléctricos.
 - Calentamiento e Iluminación.

Topologías de convertidores. Muy variadas y versátiles topologías circuitales pueden ser encontradas en diferentes aplicaciones. En términos de la forma de conversión, cuatro categorías pueden ser identificada: Convertidores DC/DC, Convertidores DC/AC (inversores), Convertidores AC/DC (rectificadores), y convertidores AC/AC (ciclo-convertidores). Tratando de reducir las perdidas de suicheo y las emisiones electromagnéticas de las convertidores de potencia se han desarrollado técnicas de suicheo suave, las cuales han sido desarrolladas para los cuatros Tipos de convertidores que se han mencionado previamente, logrando alta eficiencia, pequeño tamaño, bajo peso. *Convertidores DC/DC*: back, boost, back/boost, cuk, forward (back aislado), convertidor flyback (back/boost aislado). *Convertidores DC/AC*: Inversor alimentado por voltaje, inversor alimentado por corriente.

Materiales Magnéticos. El uso de estos materiales es de importancia y afecta el desempeño de los convertidores. Y en particular hay interés en: frecuencia de operación, rango o nivel de potencia, requieren en algunos casos reset debido a la naturaleza de suicheo del circuito, tipo de excitación que en muchos casos es cuadrada en vez de senoidal.

Paking. Se requiere al material, proceso de fabricación, manejo térmico, y optimización circuital relacionado con el desempeño de los dispositivos. No es limitativo y

recientemente incluye agregar inteligencia al modulo de potencia. Las áreas de investigación son: Estructura eléctrica/función identificación, Empaquetado de estructura, Análisis de distribución térmica, Extracción de parasitismo tanto por optimización del empaquetado como del desempeño eléctrico, reducción de emisiones electromagnéticas, interfaces de uso amigables.

Control de Motores.

Sistemas de Potencia

Investigación y desarrollo, planificación, diseño, aplicación, construcción, instalación y operación de aparatos, equipos, estructuras, materiales y sistemas de seguridad, confiabilidad, y generación económica, conversión, medición, control, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

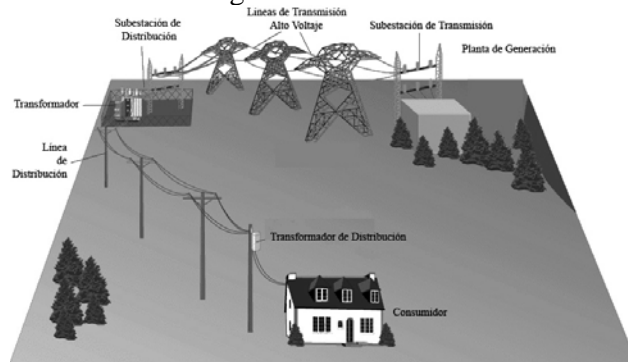


Figura 5. Representación Ilustrativa de la Estructura General de un Sistema de Potencia Típico [17]

Transmisión y distribución. Se refiere a los aspectos relacionados con el diseño, desempeño teórico y experimental, instalación y operación de partes del sistema de los sistemas de potencia los cuales sirven para transmitir la energía eléctrica entre las fuentes de generación y las subestaciones a través de líneas AC o DC a las áreas de servicio. El análisis y el tratamiento de las siguientes áreas están incluidos:

- Sistemas de transmisión y distribución AC y DC, aéreo y subterráneo
- Sistemas de Transmisión Flexibles en AC (FACTS)
- Cables de guarda.
- Impacto ambiental de las líneas de transmisión.
- Fenómeno de rayo.
- Sistemas de redes.
- Conductores aislados.
- Coordinación estructural y problemas mecánicos de líneas de transmisión.
- Transitorios de maniobra y fenómeno de sobrevoltaje.
- Coordinación de aislamiento.
- Coordinación inductiva.
- Corona.
- Campos magnéticos y eléctricos.
- Torres, postes, aislamientos y herrajes, capacitores shunt y series.
- Ingeniería de seguridad, mantenimiento y operación de líneas

- Armónicos y calidad de servicio.

Operación de Sistemas de Potencia. Esta relacionado con el tratamiento de elementos operacionales en los cuales los factores dominantes son: seguridad, física y eléctrica, impacto ambiental, economía y eficiencia de los sistemas eléctricos de potencia. Hay áreas específicas de interés: Operación de sistemas de generación, transmisión y distribución. Mejora de la seguridad de transmisión para propósitos operativos, aplicación de métodos computacionales, control y comunicación, y sistemas relacionados con la operación del sistema de potencia. Economía específica a la operación de los sistemas de potencia.

- *Sistema central de control.* Identifica, investiga, estudia, presenta y discute las implicaciones de cambio organizacional y técnicos en el sistema de control central. Investiga y estudia los métodos de control y estrategias usadas en los sistemas eléctricos de potencia para controlar cantidades como generación, flujos de potencia activa y reactiva, frecuencia, voltaje y ángulos de fases y su relación con el sistema central de control.
- *Seguridad en Transmisión.* Revisar, evaluar y reportar las técnicas de aseguramiento de seguridad relativa a la transmisión de energía eléctrica y el hecho de proveer los servicios auxiliares asociados. Tanto factores de seguridad dinámica como estática son incluidos incluyendo (pero no limitando) las siguientes funciones (tanto para mercados regulados como des-regulados) Modelación de la red (tanto interna como externa al área de responsabilidad). Intercambio y presentación de información. Flujo óptimo de potencia, análisis de contingencias, análisis de seguridad estática, capacidad disponible de transmisión.
- *Operación.* Investiga las prácticas de operación de sistemas de potencias y herramientas, entrenamiento, conceptos, y programas, principios y prácticas de restauración de servicio en sistemas de potencia. Los tratamientos más específicamente incluidos en el tratamiento de la operación en las siguientes áreas: Despacho de generación dentro de restricciones operativas, operación de mercados para servicios de transmisión, servicios auxiliares y energía. Coordinación de bloques de sistema de potencia bajo condiciones de operación rutinarias y de emergencia. Entrenamiento de personal. Desarrollo y disseminación de planes y prácticas de restauración de servicio.
- *Métodos de Operación.* Aplicaciones de monitoreo y métodos de operación de sistemas eléctricos de potencia. Ventajas y desventajas de métodos operacionales, y su relación con los cambios en la industria eléctrica, y su impacto en los sistemas de administración de energía.
- *Economía de mercados eléctricos.* Son de interés los problemas relacionados al operador del mercado, operador independiente de sistemas, operadores de red, el regulador el productor, los detallistas, y los consumidores. Las políticas, la economía, la optimización y otras herramientas analíticas tratadas por tales problemas de operación son de interés también.

Planificación e Implementación. Investiga los aspectos relacionados con la predicción, toma de decisiones, finanzas, economía y ambiente a ser aplicado en la planificación y las justificaciones de nuevos sistemas de generación, transmisión, distribución y

programas y políticas del lado del consumidos, métodos aplicados de ingeniería y practicas requeridas para asegurar los sistemas implementados como proyectados.

Comportamiento dinámico de los sistemas de potencia. Investiga aspectos del comportamiento dinámico de los sistemas de potencia a nivel de una máquina, una compañía o área, o para una región interconectada. En esta área se investiga los problemas de estabilidad de sistemas de potencia; considerando aspectos físicos del fenómeno de estabilidad, y se revisan y promueven métodos de análisis, monitoreo, y mitigación de los problemas de estabilidad. Investiga los modelos recomendados y los procedimientos de modelación para el desempeño dinámico. Considera todos los componentes relevantes del sistema de potencia, incluyendo la generación, transmisión y los elementos de carga que afectan el desempeño dinámico del sistema. Además de desarrollar y mejorar métodos de adquisición de datos en los componentes del sistemas y para validación de la representación del sistema. Algunas áreas de investigación son:

- Estabilidad de Voltaje.
- Estabilidad de pequeña señal.
- Estabilidad Transitoria
- Aseguramiento de seguridad dinámica.
- Modelación de la dinámica en sistemas de potencia.

Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida

A fin de contextualizar dentro de la ingeniería eléctrica la línea de investigación, en esta sección se aborda en forma simple pero directa los aspectos básicos cognitivos de la fuentes alternas de energía y generación distribuida.

Inicialmente cuando la industria del suministro de energía eléctrica comenzó su actividad, los requerimientos de electricidad eran fundamentalmente una necesidad local, y en general, ésta era satisfecha por compañías municipales que instalaban los generadores eléctricos ubicados de acuerdo a los requerimientos de distribución. De ésta forma, la historia de los sistemas eléctricos de potencia tradicionales, comenzó empleando de manera informal la *Generación Distribuida* (GD), es decir, generación directamente instalada en la red de distribución muy cercana a la demanda [18].

Luego, el paulatino crecimiento en los requerimientos de energía eléctrica fue satisfecho instalando plantas de generación de mayor capacidad y tamaño, generalmente ubicadas cerca de la fuente primaria de energía (por ejemplo, minas de carbón, ríos, lagos, etc.) y siendo necesario el uso de complejos sistemas de transmisión para hacer llegar la electricidad hasta los consumidores. Estos dos aspectos dieron como resultado la concepción tradicional de los sistemas de potencia.

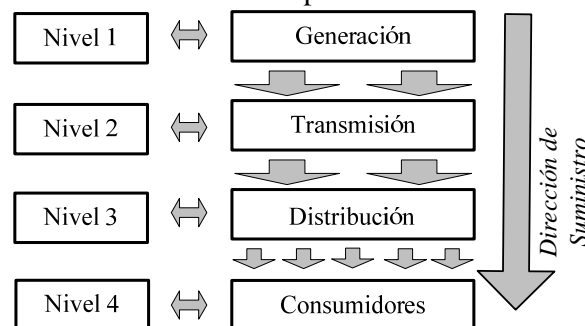


Figura 6. Concepción tradicional de un Sistema Eléctrico de Potencia [17]

Esta concepción, ha sido persistente por más de cincuenta años, y ha sido caracterizada por: grandes plantas de generación, generalmente colocadas lejos de donde los centros de la demanda se encuentran, y grandes redes de transmisión para llevar los grandes bloques de potencia desde donde es generada hasta los sitios de consumo. Una de las principales consecuencias de ésta lógica de desarrollo fue la consolidación de un sector constituido por empresas verticalmente integradas [19].

Los cambios en la regulación (estimulando la competencia, en particular en el sector de generación), el clima operativo de las empresas eléctricas tradicionales y el surgir de pequeños sistemas de generación ha propiciado nuevas oportunidades para emprender la generación de electricidad en sitio por parte de los usuarios [20]. Por otra parte, con el crecimiento del mercado financiero y el acelerado progreso tecnológico han hecho que el tamaño óptimo de las inversiones decrezca, en relación al tamaño del mercado y a la capacidad financiera privada [19]. Como resultado, han aparecido nuevas condiciones en el sector de la generación, que hacen posible que ésta sea coordinada por el mercado [21].

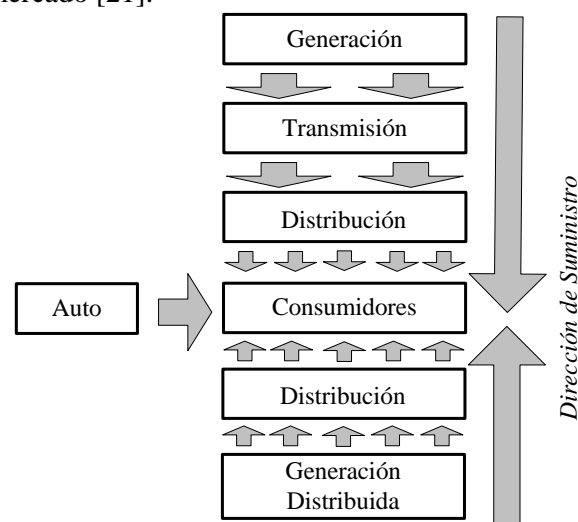


Figura 7. Nuevo Paradigma de la Industria del Sector Eléctrico incluyendo la Generación Distribuida [17], [24]

En éste contexto, las *Fuentes de Generación Distribuida (FGD)* –pequeños generadores típicamente localizados cerca o, donde está el usuario- han emergido como una opción promisorio para satisfacer el crecimiento en las necesidades de energía eléctrica del usuario, teniendo especial énfasis en la confiabilidad y la calidad de energía [21]. Y de este modo, donde la energía (tanto eléctrica como térmica) es generada puede ser usada.

La generación distribuida, se ubica cerca de donde está la demanda, y no emplea redes de transmisión, por lo que se evitan estos costos asociados. Es importante notar también que mientras los costos globales de construcción de redes transporte, los costos de derecho de paso, la estética y los elementos de diseño han aumentado, por el contrario los costos de las plantas de generación distribuida han disminuido debido a su estandarización y gran modularidad [22]-[24].

Además de las consideraciones anteriores, se debe tener en cuenta que el GD presenta las siguientes ventajas adicionales a los sistemas eléctricos [23]:

- Reduce las pérdidas en la red de distribución.
- Incrementa la confiabilidad en la fuente de suministro de electricidad. Provee control de energía reactiva y regulación de voltaje en la red de distribución.

- Generación no contaminante usando fuentes renovables. (*RDG – Renewable Distributed Generation*).
- Descentralización y atomización de la propiedad en el sector de generación, una característica fundamental para propiciar la competencia.

Como se puede apreciar, la GD presenta algunas ventajas comparativas sobre la generación convencional central. De igual modo, resulta evidente que la generación distribuida es una alternativa muy atractiva a futuro para la instalación de generación dentro de los sistemas de potencia.

Tradicionalmente la generación de electricidad ha sido a partir del uso de fuentes térmicas, hidráulicas y mas recientemente la energía nuclear, constituyendo las denominadas *fuentes tradicionales* de generación [23]. Por su parte la generación distribuida, incluye un amplio portafolio de tecnologías de conversión de energía, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Tecnologías de Conversión de Energía con Aplicación en Generación Distribuida [23]

<i>Tecnología</i>	<i>Comercialmente Disponible</i>	<i>Tecnología Emergente</i>	<i>Agresividad al Ambiente</i>
Micro-turbinas	X	X	Media
Motor Sterling		X	Media
Motores Reciprocantes	X		Alta
Celdas de Combustible	X	X	Baja-Nula
Almacenamiento de Energía	X	X	Media
Fotovoltaico	X	X	Baja-Nula
Sistemas Eólicos	X	X	Baja-Nula
Sistemas Híbridos	X	X	-

Dentro de las tecnologías disponibles para la aplicación en generación distribuidas, surge las denominadas *fuentes alternas de energía*; las cuales corresponden a tecnologías que sin considerar lo novedosa en el mercado, poseen el potencial técnico-económico para llegar a competir o, transformarse, en una fuente tradicional [22], [23]. Dentro de las fuentes alternas disponibles para la generación distribuida se incluyen tecnologías agresivas al ambiente como los motores sterling y las micro-turbinas, sin embargo, también en menor proporción de adjunta las celdas de combustible como una tecnología alterna [22]. Pero además existen tecnologías en aplicación de generación distribuida, cuyo impacto medio-ambiental es muy bajo o nulo, como el caso de las turbinas de viento (sistemas eólicos), y los sistemas que emplean al solo como fuente de energía primaria; estas tecnologías recaen dentro de la denominada categoría de *fuentes renovables de energía*.

Contexto Energético Venezolano y Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida

La realidad internacional y la crisis ante la cual se encuentra el mercado mundial de petróleo hacen evidente lo que siempre ha sido una necesidad nacional impostergable, esto es, el establecimiento de una política energética. Venezuela es un país con una larga tradición petrolera, tanto en producción del recurso como en su consumo.

La tradición petrolera ha impactado de manera profunda la cesta de recursos energéticos primarios que se emplean en el país.

El petróleo domina la casi totalidad del recurso energético empleado para el transporte, a excepción de algunas iniciativas en algunas décadas y recientemente retomado el uso del gas natural para el transporte y las recientes aplicaciones del tren como vehículo de transporte masivo publico en Venezuela, el parque automotor venezolano es dominado por el consumo de petróleo. Situación esta que implica además de un dependencia de un recurso no renovable finito en cantidad, la existencia de emisiones contaminantes y agresivas al ambiente en proporción alta con su consumo.

Por otra parte, en el sector de eléctrico, Venezuela preserva la totalidad de su generación sustentado en las denominadas fuentes tradicionales de energía: sistemas térmicos de conversión (gas, vapor y diesel) e hidroelectricidad. Esta ultima fuente, ha sido dominante (más del 70%) en la producción de electricidad en los últimos treinta años. Sin embargo un porcentaje alto (cercano al 30%) de la electricidad producida en Venezuela proviene de recursos energéticos proveniente del petróleo y sus derivados, que además de ser recursos naturales no renovables poseen el mayúsculo inconveniente de elevados precios junto al hecho de gran potencial en agresividad al ambiente.

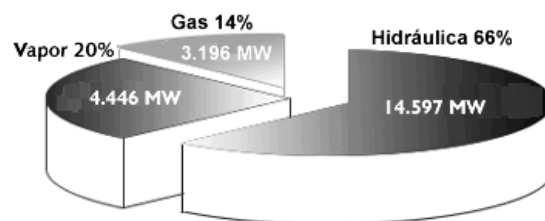


Figura 8. Distribución de la Capacidad instalada de Generación de Electricidad por tipo de Fuente [43]

Por otra parte a nivel mundial el panorama no ha sido diferente al venezolano, el uso de fuentes no renovables de energía ha sido dominante por algunos años. Sin embargo en la actualidad un alto porcentaje de la capacidad instalada de generación proviene de plantas térmicas que operan a partir de los ciclos termodinámicos, utilizando la energía contenida en los combustibles fósiles. Este tipo de tecnología trae consigo la emisión de gases contaminante: CO, NOx, etc. [26].

El creciente interés ambientalista global, esta forzando a que los países minimicen las fuentes de generación de energía eléctrica convencional, y se hagan esfuerzos para la producción de electricidad por medios menos agresivos al ambiente, es decir, la producción de energía eléctrica por medio de fuentes renovables y/o aquellas con emisiones mínimas contaminantes [27]. La principal ventaja de la generación de electricidad desde fuentes renovables son la ausencia de emisiones dañinas y la infinita disponibilidad de la fuente primaria que es convertida en electricidad [28].

Hoy más que nunca el interés ambientalista es un aspecto importante a considerar, y más aun en lo que a producción de electricidad se refiere. El 16 de febrero de 2005 entró en vigencia el *Protocolo de Kyoto*, acuerdo internacional derivado de la Convención de Cambios Climáticos, suscrita en la Conferencia de Naciones Unidas, celebrada en Río de Janeiro en 1992.

El Protocolo de Kyoto persigue hacer que los países disminuyan sus emisiones de gases contaminantes a la atmósfera (5% los gases causantes del efecto invernadero, durante su primera fase, que comprende el período de 2008 a 2012), así como establecer dispositivos orientados a disminuir la contaminación del aire, mediante la ejecución de políticas públicas, que promuevan el uso de tecnologías no contaminantes [26].

Un total de 125 países ratificó este protocolo, con lo que se frenará el calentamiento global del planeta, causante del deshielo y la destrucción de la capa de

ozono. Cuando se celebró la Conferencia de Naciones Unidas que propuso esta medida, se exigía que estuvieran representados al menos un conjunto de países que emitiera más del 55% del total de dióxido de carbono, uno de los seis gases más dañinos de la atmósfera terrestre contra la que actúa el protocolo que hoy comienza a aplicarse [27].

En el caso particular de Venezuela, el 7 de diciembre de 2004, en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 38.081 [25] se publicó la *Ley Aprobatoria del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* a fin de aprobar en todas sus partes y para que surta efectos internacionales en cuanto a la República Bolivariana de Venezuela se refiera, el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", adoptado en la ciudad de Kyoto-Japón, el 11 de diciembre de 1997. En virtud de esta Ley el gobierno Venezolano se compromete a elaborar políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, entre las que destacan:

- Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;
- Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales;

Acorde a esta política de estado, el plan de negocios 2005-2012 de Petróleos de Venezuela se vislumbran proyectos energéticos puntuales que han comenzado a poner sobre el tapete a las *fuentes eólica, solar y celdas de combustible para el sector transporte*.

El comité de Políticas Petroleras Nacionales del Ministerio de Energía y Petróleo trabaja actualmente en el diseño del balance energético de la nación, según informó Iván Orellana, director de Petróleos de Venezuela y líder del comité. Este esquema privilegia el uso del gas natural y los proyectos eólicos en zonas de difícil acceso, como las islas y algunos puntos de occidente [29].

Ya se han establecido proyectos para cinco parques eólicos en los archipiélagos Los Roques y Los Monjes y en las islas La Tortuga, La Orchila y La Blanquilla [27], [28], estos parques se sumarían a dos desarrollos planificados en La Guajira, estado Zulia, y Paraguaná, estado Falcón, la única zona del país donde, según la directiva del holding estatal, se generan vientos durante todo el transcurso del año.

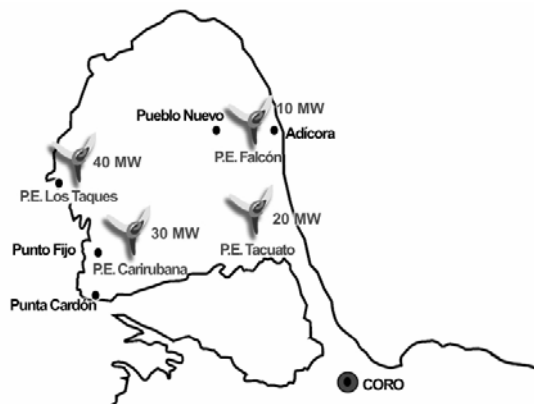


Figura 7. Parques Eólicos a ser implementados en la Península de Paraguaná [31].

Estos dos planes son los más adelantados, pues ya fueron aprobados por el Ministerio de Energía y Petróleo. Se hizo público en noviembre de 2006 el arranque del primer proyecto eólico del país en la península de Paraguaná, luego de que se concluyó un estudio de vientos en la zona [24].

Este proyecto, que tiene tiempo en planificación y forma parte de un conjunto de medidas que visualiza el Ministerio de Energía y Petróleo para comenzar una tímida carrera hacia las energías alternativas, tiene la meta de generar 100 megawattios (MW) de electricidad a partir de los vientos de Paraguaná, zona que se ubica dentro de las más aptas del país para acometer este tipo de proyectos, pues alcanzan una velocidad promedio del viento de 10 metros por segundo [25].

Luego de tres años de estudios certificados en la zona de paraguayá se está procediendo a la construcción de un parque eólico, constituido por 50 mega estructuras, que generaran 100 megawattios de energía eléctrica. La zona posee una velocidad constante de vientos que oscilan entre 40 y 50 Kilómetros por hora y se estima que cada uno de los 50 molinos generará 2 megawattios, para dar un total de 200 megawattios, interconectados por una subestación, la cual enviará esta energía a la Planta Josefa Camejo [44]. La inversión requerida se estima en 180 millones de dólares [25].

En tal sentido, es mas que evidente, la posibilidad real de explotación de recursos eólicos en Venezuela y más aun el uso de fuentes alternas de energía es una muy atractiva y promisoría fuente de energía alterna al petróleo, y no agresiva al ambiente.

Por otra parte, el gobierno Venezolano, siempre consciente de los avances tecnológicos en tiempo reciente ha comenzado una agresiva política para la instalación de unidades de generación de pequeña capacidad, en aquellos puntos del sistema eléctrico venezolano, donde se requiere un rápido y adecuada respuesta a los cuellos de botella de transmisión. Instalando plantas de generación a diesel con un tamaño promedio de 15 MW. En meses recientes (septiembre 2006) se ha instalados las plantas Universidad y Barranca del Orinoco, propiedad del Semda, sumando a la capacidad nominal del SEN unos 30 megawattios, además de la planta Luisa Cáceres de Arismendi la unidad de generación Cadafe Oriente, adicionando 15 MW al sistema, y la de planta Guanape (Barinas), incrementando la capacidad al sector de 15 MW [45]. Siendo una realidad total el uso del novedoso concepto de generación distribuida en Venezuela.

En tal sentido, existen sobrados aspectos que hacen pensar en la posibilidad de colaborar en la identificación y formulación preliminar de proyectos específicos de desarrollo energético mediante fuentes alternas y generación distribuida, adecuadamente insertados en el marco del desarrollo socioeconómico integral.

Un especial énfasis en las fuentes nuevas y renovables de energía y el análisis de la integración de estas nuevas fuentes en el contexto de la generación distribuida son aspectos importantes a ponderar a corto y mediano plazo en Venezuela. Surgiendo a primera vista los siguientes aspectos de consideración:

- análisis y formulación de proyectos en el área de consumo, ahorro y sustitución de energía proveniente de fuentes tradicionales o agresivas al ambiente;
- mecanismos de implementación de proyectos de fuentes no convencionales de energía, en especial para aquellos de características replicables;
- mecanismos de identificación, diseño y operación de programas de masificación de tecnologías energéticas no convencionales, que impliquen la ejecución dispersa de numerosos proyectos específicos de pequeña dimensión (generación distribuida);
- formulación final y seguimiento de los proyectos identificados y pre-formulados, extendiendo así la cooperación técnica a las fases de implementación y control de proyectos de desarrollo energético de tipo no convencional.

Antecedentes de la Línea

En esta sección se presenta una serie de actividades y productos que el personal del DIE-UNEFA-Maracay, ha efectuado y que se considerara un justo antecedente, que sustenta a plenitud la presentación de la línea de investigación en Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida.

Contexto de Investigación en el DIE-UNEFA

El DIE-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 República Bolivariana de Venezuela, ha efectuado trabajos de investigación; tendentes a cumplir con su responsabilidad con el país.

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 [15].

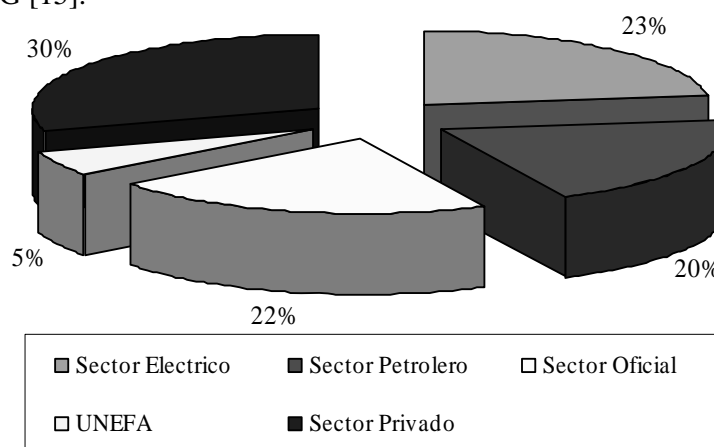


Figura 8. Porcentaje de participación de TEG del DIE-UNEFA por Sector entre el año 1998-2002 [15].

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 al 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.

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 publico.

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 con una orientación a medios no

agresivos al ambiente. En el año 1996, se efectuó el TEG titulado “*Diseño de un Sistema de Energía Eléctrica para los Puestos Fronterizos de las Fuerzas Armadas*” [26], donde empleando el concepto de micro centrales, se exploró el uso potencial de ríos cercanos a puestos fronterizos como fuente de energía para la producción de electricidad, en 1999 se acomete un nuevo producto mediante el TEG titulado, “*Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Puestos Fronterizos del ejército Venezolano*” [27], trabajo que fue galardonado como mejor TEG en el concurso que patrocina la empresa de ingeniería y consultoría INELECTRA.

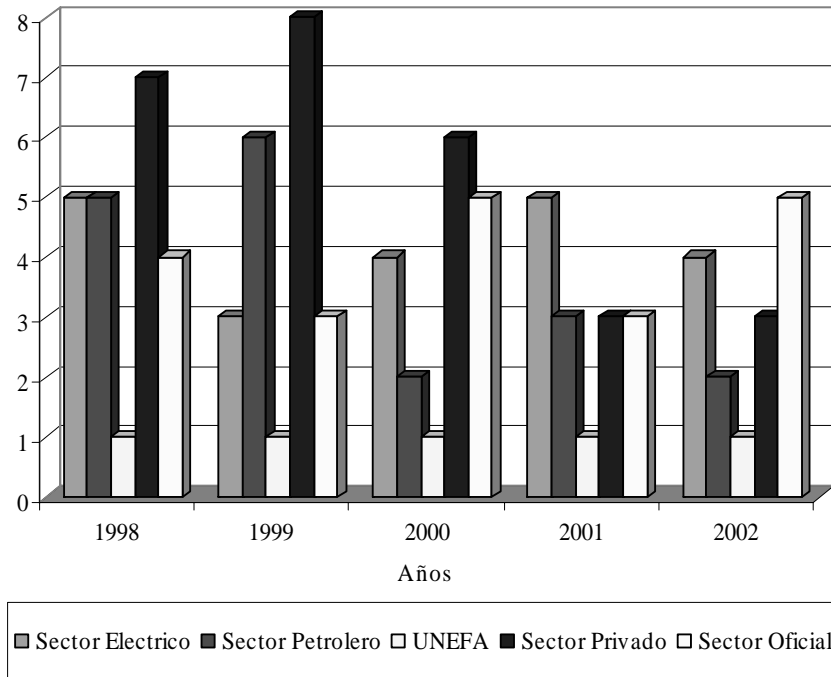


Figura 9. Frecuencia absoluta de TEG del DIE-UNEFA por Sector entre el año 1998-2002 [15]

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*” [28], efectuado en el año 2001, donde al igual que en otros proyectos se han desarrollado la investigación aplicada para contribuir con el desarrollo del pueblo venezolano y su Fuerza Armada.

Por otra parte, 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 el año 2001, se efectuó el trabajo especial de grado (TEG) “*Diseño e implementación de un programa para el análisis de sistemas de potencia*” [29], y como producto se logra una herramienta digital de simulación de sistemas eléctricos de potencia con capacidad para simular grandes sistemas eléctrica con 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.

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*” [30]. Con éste TEG se el incorpora al ASP un modelos para acometer estudios de estabilidad. En el año 2003, se continúa 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*” [31]. 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.

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:

- [32]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.
- [33]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.
- [34]González. F, Rodríguez C, Caridad L. Modulo para el Calculo de Constantes de Línea. *II Jornadas de Ing. Eléctrica*, Puerto Ordaz, 2003.
- [35]González. F. Guillen F. “Implementación de un Modulo de Flujo de Potencia para el ASP”. *II Jornadas de Ing. Eléctrica, Puerto Ordaz*, 2003.

Considerando los potenciales beneficios que las fuentes alternas de energía y la generación distribuida, pueden aportar a Venezuela, el DIE-UNEFA ha emprendido una serie de trabajos de investigación, para fortalecer estos aspectos.

En el año 2004 se efectuó una pasantía larga titulada “*Evaluación Técnico-Económica de Fuentes Alternas e Híbridas para Electrificar Puestos Fronterizos de la Guardia Nacional de Venezuela*” [19], donde se consideró fuentes eólicas, fotovoltaicas, y sistemas híbridos considerando motores diesel, para la alimentación en forma independiente y autónoma de los puestos de la Guardia Nacional de Venezuela en la frontera Este de Venezuela, y de este trabajo efectuó la publicación de un artículo en un evento nacional [24]. En 2005, se da un paso adelante al acometer una “*Propuesta de independización suministro de energía eléctrico del Comando Regional No. 5 de la Guardia Nacional de Venezuela*” [20], donde se consideró una posible liberización del mercado eléctrico y la posible adopción del modelo de generación distribuida.

De forma análoga, se está acometiendo una serie de TEG con mira a efectuar aportes contundentes al uso potencial de fuentes alternas energía en Venezuela. En particular el desarrollo de herramientas computacionales para emprender análisis que sean concluyentes sobre el desempeño de estos novedosos sistemas de energía ha sido un norte fundamental del DIE-UNEFA. En actualidad se efectúan los TEG titulados “*Diseño e Implementación de una Herramienta Computacional en Matlab™ para el calculo de Flujo de Potencia en Redes de Distribución con Generación Distribuida*” [21], “*Implementación de un Programa para el Calculo de Flujo de Potencia que Incluya los Modelos para la Simulación de Granjas de Viento*” [22]. A fin de establecer las condiciones de operación en estado estable de las fuentes de energía cuando sean introducidas en el sistema eléctrico Venezolano [28].

De igual manera, se acomete el TEG titulado “*Análisis de Pre-Factibilidad Técnica Comercial para el Desarrollo de una Granja de Viento en el Estado Nueva Esparta, Venezuela*” [23], como primer producto de este TEG y con el apoyo del Prof. Francisco M. Gonzalez-Longatt, del DIE-UNEFA, se logro un diagnostico inicial de

potencial eólico en Venezuela, empleando información aportada por la NASA, y se logro un artículo titulado “*Wind energy resource evaluation on Venezuela*”, el cual fue publicado en el Nordic Wind Power Conference – NWPC’2006 en Finlandia [24].

En tal sentido, el DIE-UNEFA ha emprendido un TED titulado “*Caracterización del Comportamiento Eléctrico de una Planta de Celda de Combustible como Fuente de Generación Eléctrica*” [37], a fin de poder definir en forma sustentada el modo de operación de las diferentes tecnologías de celdas de combustible como fuentes de generación de electricidad, este TEG es un primer enfoque para la aplicabilidad de las celdas de combustible en Venezuela.

En los actuales momentos, en el DIE-UNEFA-Maracay se acometen tres trabajos especiales de grado importantes para la investigación de Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida:

- Ornelas Carlos, Marchena William. “*Desarrollo de una Herramienta Computacional en MatlabTM para la Localización Óptima de Fuentes de Generación Distribuida en Redes de Distribución*”, UNEFA, Maracay, Venezuela 2006. Proyecto en Curso.
- Amaya Omar, Cooz Marco. “*Desarrollo de un Modulo Computacional para La Simulación del Comportamiento Dinámico de Turbinas de Viento de Eje Horizontal con Generador de Inducción Doblemente Alimentado Integrado a Sistemas de Potencia*”, UNEFA, Maracay, Venezuela 2006. Proyecto en Curso.
- Duran Luís. “*Implementación de un Modulo Para la Simulación Digital Del Comportamiento Dinámico de Turbinas de Viento de Eje Horizontal Impulsando un Generador de Inducción*”, UNEFA, Maracay, Venezuela 2006. Proyecto en Curso.
- Palencia Erix. “*Implementación de un Programa para el Cálculo de Flujo de Potencia en sistemas de Distribución*”, UNEFA, Maracay, Venezuela 2006. Proyecto en Curso.
- Rodríguez Álvaro. “*Diseño De Un Prototipo De Aerogenerador De Eje Horizontal, De Micro Generación (1hp) Conectado En Paralelo A La Red Eléctrica De Servicio*”. Universidad Bicentennial de Aragua. Turmero, Venezuela. Proyecto en Curso.

A manera de referencia se muestran una breve lista (no completa) de publicaciones efectuadas en el DIE-UNEFA-Maracay, referente a Fuentes alternas de Energía y Generación Distribuida.

- Gonzalez-Longatt, F. Chacon, F. Guillen, A. Hernández. “Efecto sobre las Pérdidas de Potencia y la Regulación de Voltaje de Sistemas de Distribución con Generación Distribuida”. *Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería UCV, JIFI 2006*. Caracas, Venezuela. 27 Oct-02Nov 2006.
- F. Gonzalez-Longatt, E. Gavorskis, M. Bolívar O, F. Guillen, A. Hernández. “Impacto de la Variabilidad de los Vientos y la carga en Granjas de viento Conectadas una Red de Distribución”. *Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería UCV, JIFI 2006*. Caracas, Venezuela. 27 Oct-02Nov 2006.
- F. Gonzalez-Longatt, R. Teran, J. Méndez, A. Hernández, F. Guillen, “Evaluación del Recurso Eólico en Venezuela”. *I Congreso de Petrolero Energético ASME-UNEFA*, Puerto. Cabello, Venezuela, 26-28 Octubre, 2006.
- F. Gonzalez-Longatt, J. Mendez, R. Villasana, “Preliminary Evaluation of Wind Energy Utilization on Margarita Island, Venezuela”. *Sixth International*

- Workshop on large-Scale of Integration of Wind Power and Transmission Networks for Offshore Wind Farms*, Delft, Netherlands. 26-28 October, 2006.
- F. Gonzalez-Longatt, E. Gavoskis, M. Bolivar. “Effects Over Distribution Feeder of High Penetration Levels of WECS Based on Induction Generators”. *Sixth International Workshop on large-Scale of Integration of Wind Power and Transmission Networks for Offshore Wind Farms*, Delft, Netherlands. 26-28 October, 2006.
 - F. Chacon F. González-Longatt F. Guillen, "Diseño e Implementación de una Herramienta Computacional en Matlab para el Calculo de Flujo de Potencia en Redes de Distribución con Generación Distribuida". *I Jornadas de Proyectos de Ingeniería Electrónica, I JOPIE*, Maracay, Venezuela, 31 Julio 2006.
 - E. Gavoskis M. Bolívar F. González-Longatt, "Implementación de un Programa para el Calculo de Flujo de Potencia que Incluya los Modelos para la Simulación de Granja de Viento". *I Jornadas de Proyectos de Ingeniería Electrónica, I JOPIE*, Maracay, Venezuela, 31 Julio 2006.
 - F. González-Longatt, "Propuesta para el Diseño de un Sistema de Medición para la Energía del Viento a se empleado en la Estación Meteorológica WT-A-1". *I Jornadas de Proyectos de Ingeniería Electrónica, I JOPIE*, Maracay, Venezuela, 31 Julio 2006.
 - F. Gonzalez-Longatt, J. Méndez, R. Villasana, C. Peraza. “Wind Energy Resource Evaluation on Venezuela: Part I”. *Nordic Wind Power Conference NWPC 2006*, Espoo, Finland. 22-23 May, 2003.
 - F. González-Longatt, F. Guillen, A. Hernández, R. Teran, C. Peraza "Estado Actual y Perspectivas de Investigación y Desarrollo para Fuentes Alternas de Energía en la UNEFA" *I Congreso Internacional de Investigación y Postgrado del Siglo XXI*, Caracas, Venezuela 8-12 Mayo 2006.
 - F. González-Longatt, F. Guillen, A. Hernández, R. Teran, C. Peraza "Experiencias en Investigación y Desarrollo de Herramientas en Ingeniería Eléctrica" *I Congreso Internacional de Investigación y Postgrado del Siglo XXI*, Caracas, Venezuela 8-12 Mayo 2006
 - F. González-Longatt. “Turbina de Viento: Caracterización de Operación”. *II Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación, II CIBELEC 2006*. Puerto La Cruz, Venezuela, Venezuela, 3-7 Abril 2006.
 - F. Gonzalez-Longatt. “Model of Photovoltaic Module in Matlab™”. *Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación, II CIBELEC 2006*. Puerto La Cruz, Venezuela,3-7 abril 2006.
 - F. Gonzalez-Longatt. “Circuit Based Battery Models: A Review”. *Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación, II CIBELEC 2006*. Puerto La Cruz, Venezuela, 3-7 abril 2006.
 - F. González-Longatt, F. Guillen, A. Hernández, R. Terán, C. Peraza, "Estado Actual y Perspectivas de Investigación y Desarrollo para Fuentes Alternas de Energía en la UNEFA”. *Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación, II CIBELEC 2006*, Caracas, Marzo 2006.
 - Gonzalez-Longatt, F. “Impact of Distributed Synchronous Generators on Distribution Feeder Stability”. *First International ICSC Symposium on Artificial Intelligence in energy Systems and Power, AIESP 2006*, 7-10 February, 2006.

- Gonzalez-Longatt, F., Peraza C., Villanueva, C. “Dynamic Behavior of a Distribution System: High Penetration Level of Micro-turbines”. *Third International Symposium on Power Quality SICEL 2005*, Bogotá Colombia, 16-18 November 2005.
- F. Gonzalez-Longatt and C. Fortoul. “Review of Distributed Generation Concept: Attempt of Unification” *International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ’05)*, España, 16-18 March 2005.
- F. González-Longatt, A. Hernández, F. Guillen, C. Fortoul. “Load following Function of Fuel Cell Plant in Distributed Environment”. *International Conference on renewable energy and Power Quality (ICREPQ’05)*. March 16-18, 2005. Zaragoza, Spain, 2005.
- F. González-Longatt, A. Hernández, F. Guillen, C. Fortoul. “Dynamic Performance Implications of the Power Conditioner Grid-Connected for Photovoltaic Source”. *International Conference on renewable energy and Power Quality (ICREPQ’05)*. March 16-18, 2005. Zaragoza, Spain, 2005.
- F. González-Longatt. “Modelo dinámico para celda de combustible: Aplicación en Generación Distribuida”. *I Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica (I CIBELEC 2004)*. 3-7 Mayo 2005. Mérida, Venezuela, 2004.
- González Longatt F. “Sistemas para la Conversión de la Energía del Viento: Generalidades”. *I Jornada ELECTRICOM*. Maracay, Venezuela, 2005.
- González-Longatt, F. “Sistemas de Conversión de Energía. Tutorial”. En las memorias de *I Congreso Tecnológico Científico IUTEB*, Ciudad Bolívar, Venezuela, 6-9 Julio de 2005.
- Gonzalez-Longatt, F. “Celdas de Combustible: Perspectivas para la aplicación en la Generación Distribuida”. *I Seminario de Ingeniería Eléctrica*. UNEXPO, Puerto Ordaz, Venezuela, 13-15 Octubre de 2005.

Presentación y Descripción de la Línea

En éste sección se muestra una breve pero acertada presentación y descripción, de la propuesta de la línea de investigación en Fuentes Alternas y Generación Distribuida.

Conceptualización de la Línea

El CIP-UNEFA, ha considerado necesario reforzar la consideración de que todas las actividades académicas deben estar integradas al currículo, partiendo de la premisa de que las áreas de conocimiento (asignaturas) no son suficientes para generar una capacidad de investigación, integración y participación organizacional; ni para realizar nuevos proyectos o nuevas empresas, sino que se requiere un reforzamiento de las *actividades de investigación, docencia y extensión* para lograr estos objetivos [3].

El DIE-UNEFA-Maracay (DIE-UNEFA), en la actualidad dispone de un conjunto de profesores e investigadores con una gran diversidad de intereses académicos, características curriculares, etc., que se ha venido integrando a la actividad de investigación de manera informal, con la producción de diferentes tipos de productos científicos: publicaciones en congresos, publicaciones en revistas internacionales arbitradas, etc., Trabajo de Grado de Pre y Post-Grado, Trabajos de ascenso, etc.

De modo, que el DIE-UNEFA, ha detectado que para la consecución de las exigencias y retos que demanda la Comunidad Académica, se deben efectuar actividades formales de investigación, que transforme este grupo de capital humano en un grupo de reflexión, discusión al más alto nivel académico, de las problemáticas que se suscitan en ciertas áreas del saber de la ciencia y la tecnología intrínseca a la ingeniería eléctrica, y en la que se imparten programa de pre-grado.

En tal sentido, se ha decidido presentar a la digna superioridad, un informe contentito de la presentación de la líneas de investigación en Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida, orientada a la producción de conocimiento para el desarrollo científico y tecnológico, con la franca pertinencia social de la República Bolivariana de Venezuela [4]; además de fomentar el pensamiento creador, espíritu critico. Todo esto en conformidad a lo establecido en la Ley de Universidades [1], el Artículo 3 de la Ley de Ciencia, tecnología e Innovación (LCTI) [5] y el Reglamento de Investigación de la UNEFA [3].

La línea de investigación se ha de entender como la unidad instrumental de planificación, organización y programación del desarrollo de la actividad investigativa, en Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida, lo cual se materializará a través de proyectos en las temáticas homogéneas de investigación. Dentro de esta línea de investigación se ha considerado la incorporación al proceso académico, de los conocimientos de los enfoques gerenciales modernos, con mayor referencia en la realidad venezolana, es decir, con relación a la demanda de la investigación proveniente de los sectores, empresas e instituciones.

La investigación en fuentes alternas de energía y generación distribuida se erige como un eje ordenador que facilita la integración y continuidad de los esfuerzos de personas, equipos e instrumentos comprometidos en el desarrollo del conocimiento de este campo.

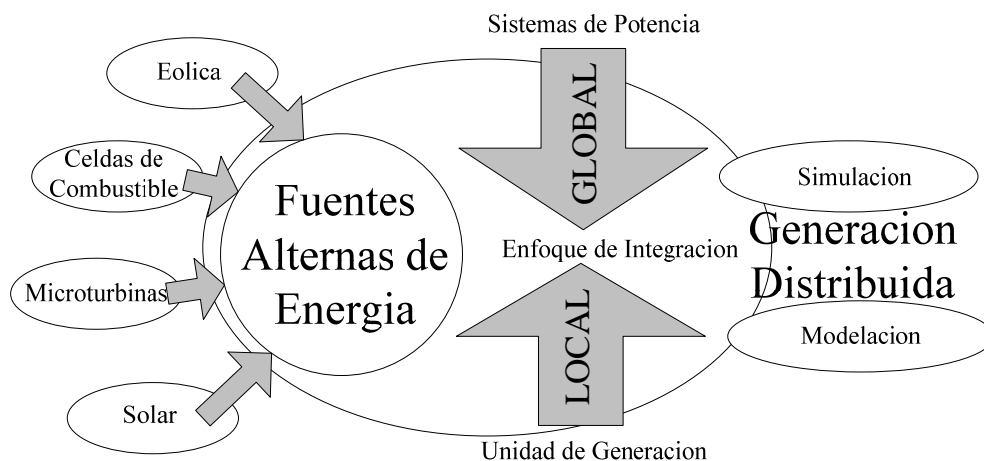


Figura 10. Relaciones Entre áreas de conocimiento y conocimientos, e interacción entre los mismos, para la línea de investigación de Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida

Objetivo General

La presente línea de investigación aborda el subarea de la *Energía Eléctrica* en atención a las oportunidades, retos y demandas de la industria eléctrica, sus sectores conexos y el aprovechamiento de fuentes alternas de energía orientadas a promover un desarrollo social y económico sustentable del país. En tal sentido, la presente línea de investigaciones están orientadas por las políticas de investigación que la UNEFA establece (Reglamento de investigación artículo 92[3]). Constituyendo la unidad

instrumental de planificación, organización y programación del desarrollo de la actividad investigativa.

Se erige esta línea como un mecanismo que persigue articular políticas de investigación; capacidades productivas, científicas y tecnológicas, con miras a generar conocimiento, tecnologías e innovaciones que agreguen valor a las diversas fases del negocio de producción de electricidad y sus sectores conexos, en atención a los planes de desarrollo del país, y en relación costo oportunidad.

El objetivo general de esta línea de investigación es:

Innovar en el desarrollo, uso y aplicación de tecnologías que aprovechen oportunidades y recursos energéticos del país tanto para la generación eléctrica como para el desarrollo de productos energéticos novedosos.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de la línea de investigación guardan sintonías con la continuidad de investigaciones, tecnologías e innovaciones para garantizar el cumplimiento del objetivo general:

1. Mejorar la calidad de vida de los individuos y la sociedad mediante la Investigación y desarrollo en energía eléctrica y sub-áreas conexas.
2. Generar conocimiento y fomentar del talento humano, en el área de energía eléctrica y sub-áreas conexas.
3. Fomentar de la calidad e innovación productiva.
4. Fortalecimiento y articulación de redes de cooperación científica e innovación tecnológica en energía eléctrica y sub-áreas conexas.
5. Innovación de la gestión pública y articulación social de la ciencia y la tecnología referente a al energía eléctrica y sub-áreas conexas.

Estos objetivos buscan cumplir con las siguientes políticas de investigación (Artículo 12 Reglamentos de investigación [3]):

- a. Método educativo y actividad necesaria para la formación y mejoramiento continuo de profesores y alumnos.
- b. Fundamento y base, para el permanente desarrollo de las cátedras impartidas en la universidad.
- c. Mecanismo integrador y unificador de la docencia, investigación, extensión y producción, en los programas de postgrado.
- d. Servicio de apoyo al desarrollo y mejoramiento de la institución y de la sociedad.

Líneas de Trabajo

Para la consecución de los objetivos de la línea de investigación se han considerado como líneas de trabajo:

1. Fomento de la investigación científica y tecnológica para impulsar las oportunidades y retos de desarrollo competitivo y tecnológico de la industria energética nacional.
2. Formación de recursos humanos en áreas habilitantes del desarrollo energético nacional y su articulación con la industria.
3. Fortalecimiento de las relaciones con otros centros de investigación y desarrollo en el ámbito energético.

4. Desarrollo de tecnologías propias y constitución de empresas nacionales orientadas al desarrollo de soluciones tecnológicas.
5. Articulación de actores y capacidades par la conformación de redes sustentables de investigación e innovación que favorezcan la soberanía tecnológica nacional.

En atención a estas líneas, se ha considerado que los aspectos de investigación deben estar relacionados con tres ejes:

- Desarrollo de prototipos. Persigue la generación de conocimiento suficiente para la implementación real de prototipos de fuentes alternas de energía; los cuales permiten medir en forma controlada el desempeño de los mismos, y sentar las bases cognitivas para modelación y simulación.
- Integración. Se corresponde a la investigación de las causas y efectos de todos los fenómenos asociados al uso de las fuentes alternas de energía y generación distribuida, incluye la generación de conocimiento y creación de estándares que establezcan requisitos de seguridad, económica, y regulaciones medio-ambientales.
- Modelación y Simulación. Implica la reproducción de los fenómenos reales de las fuentes alternas de energía y generación distribuida mediante abstracciones matemáticas, que permitan de una manera simple inferir consideraciones, y aspectos relacionados a la operación real, mediante simulaciones.

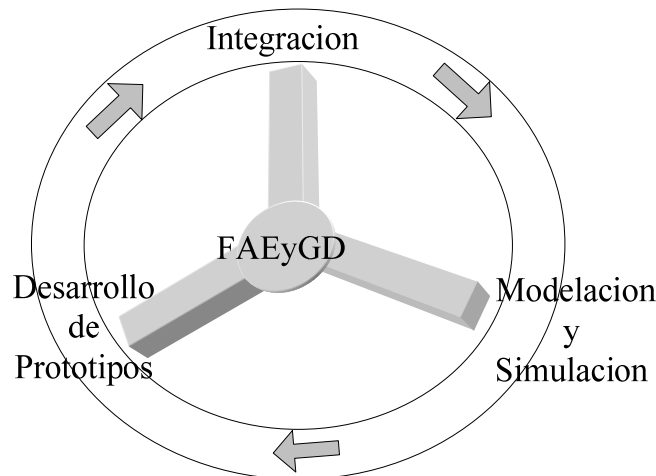


Figura 11. Ejes de Trabajo de línea de investigación de Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida (FAEyGD)

Enfoque Disciplinario-Interdisciplinario-TransDisciplinario

La línea de investigación en Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida, posee un serio enfoque sistémico, donde interactúan una serie de disciplinas, dando origen a interacciones interdisciplinarias y transdisciplinarias.

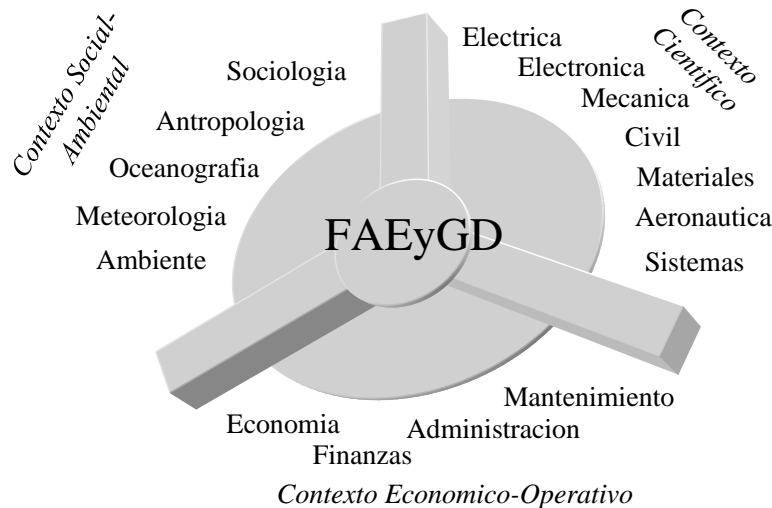


Figura 12. Bosquejo disciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario de la línea de investigación de Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida (FAEyGD)

En la Figura 12, se agrupan estas relaciones en forma de un bosquejo. Distinguiéndose:

- *Contexto Científico*. Implicando la interacción de disciplinas científicas, de las denominadas ciencias duras con prevalencia de las ingenierías: eléctrica, electrónica, mecánica, aeronáutica, sistemas, informática, materiales, etc. Estas ciencias interactúan para definir los aspectos contractivos operativos, y científicos de la línea.
- *Contexto Económico-Operativo*. Las novedosas fuentes alternativas de energía y generación distribuida imponen una nueva realidad no pre-existente a los sistemas eléctricos de potencia, donde aspectos económicos, financieros, operativos: incluyendo logística y mantenimiento deben ser evaluados.
- *Contexto Social Ambiental*. Las fuentes alternativas de energía y en particular las renovables, imponen al hombre moderno una serie de aspectos que no han sido considerados hasta el momento, la posibilidad de disponer de una fuente energética poco agresiva al ambiente, impone una conciencia social sobre la realidad ambiental del plantea. En tal sentido, la línea de investigación requiere de ciencias humanas y sociales, que evalúen el impacto que estas nuevas formas de producción de electricidad tienen sobre el ser humano, sobre la sociedad y más aun sobre el sistema medio-ambiental.

Visión

Avanzar hacia la prosperidad global por el fortalecimiento de la innovación tecnológica, creando oportunidades para los sistemas de energía eléctrica del futuro, mediante productos basados en conocimiento.

Misión

Las metas de la línea guardan sintonía con la continua necesidad de investigaciones, tecnologías e innovaciones en los procesos para garantizar niveles de producción y competitividad requeridos en la industria energética del país, todo ello respaldado por el uso de fuentes alternativas de energía y generación distribuida.

En tal sentido la misión de la línea de investigación es:

1. Fomentar de la investigación científica y tecnológica, con la generación de conocimiento que permita para impulsar las oportunidades y retos de desarrollo competitivo y tecnológico de la industria energética nacional.
2. Formar recursos humanos en el área de generación distribuida y fuentes alternativas de energía con especial énfasis en el portafolio energético nacional y su articulación con la industria.
3. Fortalecimiento de las relaciones con otros centros de investigación y desarrollo en el ámbito energético.
4. Desarrollo de tecnologías propias y constitución de empresas nacionales orientadas al desarrollo de soluciones tecnológicas.
5. Articulación de actores y capacidades par la conformación de redes sustentables de investigación e innovación que favorezcan la soberanía tecnológica nacional.

Justificación y Alcance de la Línea

La línea de investigación en Fuentes Alternas de Energía y Generación Distribuida encuentra plena justificación mediante cinco aspectos fundamentales.

- *Científico*. Existe suficiente conocimiento y vacíos referente en el conocimiento como para acometer una búsqueda del mismo con altas probabilidades de éxito.
- *Político*, en cuanto afianzamiento de la práctica democrática, la fundamentación para la promoción y organización del desarrollo institucional, local, regional, nacional e internacional;
- *Social*, referido a el compromiso con personas y organizaciones para la solución de problemas vitales, en el proceso de prefiguración y construcción del porvenir;
- *Cultural*, expresado en la generación de representaciones, valores, patrones de comportamiento favorables a la cooperación, solidaridad, intercambio;
- *Económico*, relacionado con la búsqueda de solución a problemas económicos en general, asociados con la producción, distribución, apropiación de bienes y servicios;
- *Ecológico*, que implica visión global e integración con el ambiente en su totalidad.

La investigación en Fuentes alternativas y generación distribuida es una línea de trabajo que encuentra potencial sustento en el hecho de que Venezuela, es un país con suficiente recursos eólicos, solares y de otras fuentes energéticas, que aun se encuentran sin explotar, razón por la que no hay experiencia “tropicalizada” en aspectos cognitivos del área.

De hecho ha sido una política reciente del estado venezolano, el incentivo al uso eficiente y adecuado de fuentes alternativas de energía, evidenciado en los proyectos y desarrollos eólicos que se están desarrollando en las zonas costeras del país: La Orchila, Los Roques, La Blanquilla, y el mayor de ellos en Paraguana. Además de ellos, el Plan de Ingestiones de PDVSA contempla investigación y desarrollo en otras fuentes como la solar y las celdas de combustible, lo cual valida la intensión del DIE-UNEFA, de acometer investigación en estas áreas prioritarias al país, y que permitirán entre otras cosas reducir las emisiones contaminantes, en cumplimiento con el protocolo de Kyoto.

Reforzando este planteamiento, es una política de estado vigente la necesidad de resolver ciertos déficit energéticos en el país con la instalación de 1000 MW de unidades de generación diesel con capacidades de 15 MW, en la forma de generación distribuida, lo cual permite inferir que es necesario acometer estudios para evaluar el

impacto que esta novedosas formas energéticas impondrán el sistema interconectado nacional.

Las fuentes alternas de energía y la generación distribuida implican un impacto social y económico. El primero se sustenta en el hecho de que estas nuevas formas poseen comportamientos y formas operativas radicalmente diferentes a las tradicionales, de modo que permiten que el servicio eléctrico pueda llegar a zonas remotas del país ofreciendo servicio eléctrico, para la mejora de la calidad de vida a las personas; impactando la cultura local. Además la instalación de nuevas formas energéticas, distintas a las petroleras permite que se disminuya el consumo en barriles equivalentes de petróleo, lo que permitiría que ese ahorro en barriles de petróleo puede ser vendidos en el mercado externo, aumentando los ingresos por concepto de ventas, y de este modo capitalizar de una manera más productiva el petróleo.

Algunas fuentes alternas de energía como la eólica y la solar, poseen virtualmente ninguna emisión contaminante, lo que tiene muy positivas implicaciones ya que permite que el país cumpla con su participación en el protocolo Kyoto. Sin embargo, algunos detractores de la generación eólica argumentan que la misma tiene un impacto medio ambiental, en la forma de impacto visual; aspectos estos que deben ser evaluados aun, y que dan plena justificación a investigar en aspectos relativos a esto.

Conclusiones

Este artículo resume algunos de los aspectos básicos para la definición de una línea de investigación en fuentes alternas de energía y generación distribuida. La cual tiene como objetivo *innovar en el desarrollo, uso y aplicación de tecnologías que aprovechen oportunidades y recursos energéticos alternos del país tanto para la generación eléctrica como para el desarrollo de productos energéticos novedosos, integrando el concepto de la generación distribuida*; a fin de avanzar hacia la prosperidad global por el fortalecimiento de la innovación tecnológica, creando oportunidades para los sistemas de energía eléctrica del futuro, mediante productos basados en conocimiento. En este artículo se ha presentado la plena validez y justificación de la línea desde el enfoque científico, político, social, cultural, económico y ambiental. Las disciplinas, interdisciplinidad, y transdisciplinidad de la línea de investigación también es abordado en este documento, mostrando el amplio espectro e impacto que las fuentes alternas de energía y generación distribuida puede tener dentro de la universidad, la sociedad y el país.

Referencias Documentales

- [1] *Ley de Universidades. Republica Bolivariana de Venezuela*, 2000. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela del 8 de septiembre de 1970, Número 1.429 Extraordinario
- [2] Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (Sitio web), disponibles en: <http://www.unefa.edu.ve.>, consultada 02/04/2006.
- [3] Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada. *Reglamento de Investigación, Centro de Investigación y Postgrado*, UNEFA. Marzo 2005.
- [4] *Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela*, 1999. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.860 del 30 de diciembre de 1999,
- [5] *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Publicada en Gaceta Oficial del 3 de agosto de 2005. Nro. 38.242.
- [6] *Reglamento Parcial de la Ley Orgánica de Ciencia Tecnología e Innovación Referido a los Aportes e Inversión*. Publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.544 del 17 de octubre de 2006.
- [7] Julio C. Valdez. *Organización de la investigación en Instituciones de Educación Superior*. Documento Electrónico disponible en: UNSR

- [8] UNESCO. *World Declaration on Higher Education for Twenty-First Century. Vision and Action and Framework for Priority Action for Change and Development in Higher Education*. Geneva: 9 October (2005). http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm
- [9] Migdy Chacin y Magally Briceno. Como Generar Lineas de Investigación. Sugerencia Practicas para Profesores y Estudiantes. UNESR. Venezuela, 1995.
- [10] Sílvia Gallo. *Conocimiento y transversalidad*. Universidad de Metodista de Piracicaba (On line) available at: <http://www.bu.edu/wcp/Papers/TKno/TKnoGall.htm>
- [11] Gonzalez, F et al. "Análisis de Conceptos, Campos, Áreas, Líneas y proyectos de Investigación. Mimeograficado. Caracas: Upel, 1995.
- [12] Consejo Nacional de Universidades (web Site) Disponible en: <http://www.cnu.gov.ve/>
- [13] Ministerio de Educación Superior. (web site) Disponible en: <http://www.mes.gov.ve>
- [14] Libro de Oportunidades de Estudio de Educación superior en Venezuela. Ministerio de Educación Superior (website) Disponible en: <http://loe.cnu.gov.ve/home.php>.
- [15] *Institute of Electrical and Electronic Engineers*. (website) Available at: <http://www.ieee.org>
- [16] F. M. González-Longatt, F. Guillen, A. Hernández, R. Teran, C. Peraza. "Estado Actual y Perspectivas de Investigación y Desarrollo para Fuentes Alternas de Energía en la UNEFA". *I Congreso Internacional de Investigación y Postgrado del Siglo XXI*, UNEFA Caracas, Venezuela 8-12 Mayo 2006.
- [17] F. González-Longatt, F. Guillen, A. Hernández, R. Teran, C. Peraza. "Experiencias en Investigación y Desarrollo de Herramientas en Ingeniería Eléctrica". *I Congreso Internacional de Investigación y Postgrado del Siglo XXI*, UNEFA Caracas, Venezuela 8-12 Mayo 2006.
- [18] CIGRE, Working Group 37.23. Impact of Increasing Contribution of Dispersed Generation on the Power System, 1999.
- [19] Vignolo M, Zeballos R. "Transmission Networks or Embedded Generation?" Proceedings IASTED, EUROPE 2001, Greek, June 2001. <http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/syspot/>
- [20] Lasseter R., Akhil A., et al. "Integration of Distributed Energy Resources: The CERTS MicroGrid Concept". Disponible en: <http://eetd/lbl/gov/ea/CERTS/>
- [21] Hunt, Sally and Shuttleworth, Graham. *Competition and Choice in Electricity*. (England, John Wiley & Sons, 1996).
- [22] González Longatt, F. "Sistemas de Conversión de Energía. Tutorial". En las memorias de I Congreso Tecnológico Científico IUTEB, Ciudad Bolívar, Venezuela, 6-9 Julio de 2005.
- [23] González Longatt, F. "*Fuentes de Generación Distribuida. Tecnologías Disponibles*". Trabajo de Ascenso a la Categoría de Agregado. Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional. Venezuela, 2004.
- [24] F. Gonzalez-Longatt and C. Fortoul. "Review of Distributed Generation Concept: Attempt of Unification" International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'05), España, 16-18 March 2005
- [25] González Longatt F. "Sistemas para la Conversión de la Energía del Viento: Generalidades". En memoria de la I Jornada ELECTRICOM. Maracay, Venezuela, 2005.
- [26] González Longatt F. "Turbinas de Vientos: Caracterización de Operación". II Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Puerto La Cruz, Venezuela, Abril 2006.
- [27] Sloopweg, J.G., de Haan S.W.H., Polinder, H. and Kling, W. L. "General Model for Representing Variable Speed Wind Turbines in Power System Dynamics Simulations". *IEEE Trans. Power on Systems*, Vol. 18, No. 1, February, 2003.
- [28] Ley Aprobatoria del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Número 38.081 del 07 de Diciembre de 2004
- [29] "Energía alternativa viene en camino". Artículo de prensa. Diario El Universal, Domingo 30 de Octubre de 2005. Cuerpo 2: Disponible en : http://www.eluniversal.com/2005/10/30/eco_art_30201A.shtml.
- [30] Fernández I. (2005). "Proyecto Jurijurebo. Península de Paraguana". Encuentro sobre Oportunidades de Negocios para Empresas Latinoamericanas de la Industria de la Construcción "Construir sin Fronteras". 20 y 21 de Abril de 2005, Caracas Venezuela
- [31] PDVSA. Proyecto Eólico de PDVSA. Península de Paraguaya, 2004.
- [32] Proyecto eólico en Paraguaná requerirá \$180 millones. http://www.eluniversal.com/2006/06/11/eco_art_11204A.shtml
- [33] Bracamonte, E. "Diseño de un Sistema de energía Eléctrica para los Puetos Fronterizos de las Fuerzas Armadas", Trabajo especial de Grado para Optar al Titulo de Ingeniero Electricista, UNEFA, Maracay, Venezuela, 1996.

- [34] Shaverin A, Berroteran L. “Diseño de un Sistema Fotovoltaico para puestos Fronterizos del Ejército Venezolano”. Trabajo especial de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electricista, UNEFA, Maracay, Venezuela, 1999.
- [35] Alcalá, R., y Monsalve J. “Propuesta para la electrificación de Puerto Hierro y del Pueblo de Macuro”. Trabajo especial de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electricista, UNEFA, Maracay, Venezuela, 2001.
- [36] Urdaneta J, Guillen F, Diseño e implementación de un programa para el análisis de sistemas de potencia. Trabajo Especial de Grado, UNEFA Maracay, 2001.
- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] 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.
- [40] 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.
- [41] González. F, Rodríguez C, Caridad L. Modulo para el Calculo de Constantes de Línea. II Jornadas de Ing. Eléctrica, Puerto Ordaz, 2003.
- [42] González. F. Guillen F. “Implementación de un Modulo de Flujo de Potencia para el ASP”. II Jornadas de Ing. Eléctrica, Puerto Ordaz, 2003.
- [43] Oficina de Planificación de Sistemas Interconectados, OPSIS. (website) Disponible en: <http://www.opsis.org.ve>.
- [44] Noticias de PDVSA: 17-11-2006. En Paraguaná PDVSA promueve proyecto de energía eólica (en línea) disponible en: <http://www.pdvs.com>
- [45] “Registraron 14 fallas eléctricas de alta envergadura en dos meses”. Diario el universal (en línea) Disponible en: http://caracas.eluniversal.com/2007/03/24/eco_art_registraron-14-falla_223421.shtml