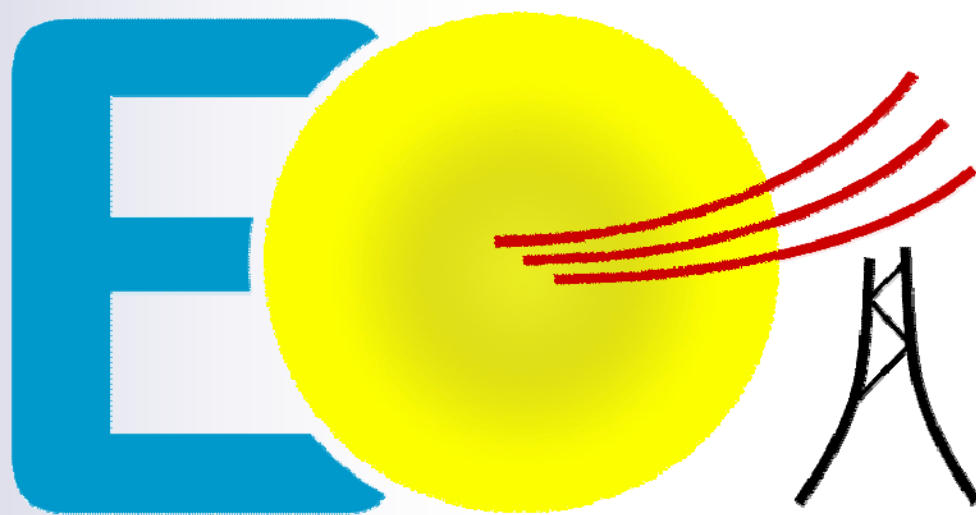


Actividades 2008

Cátedra



Endesa Red

ÍNDICE

Introducción.....	2
Organización de la Cátedra.....	3
Acto de presentación de la Cátedra.....	4
Seminarios y jornadas.....	5
Premio Proyecto Fin de Carrera 2008.....	11
Becas de prácticas en Endesa.	13
Realización de estudios de red para Endesa.....	14
Patrocinios y colaboraciones.....	20
Página web de la Cátedra Endesa Red.....	21

INTRODUCCIÓN

Este documento describe sucintamente las actividades llevadas a cabo por la Cátedra Endesa Red durante el año 2008. Aunque el convenio entre Endesa Red y la Universidad de Sevilla fue firmado a finales de 2007, no es hasta abril de 2008 en que la Cátedra comienza realmente a funcionar, tras el acto oficial de presentación. Ello quiere decir que todo el trabajo descrito en estas páginas se refiere realmente a los últimos nueve meses de 2008, lo cual ha limitado hasta cierto punto las posibilidades de organizar todos los eventos que cabrían en un año ordinario.

No obstante, se ha hecho un esfuerzo excepcional para poner en marcha y llenar de contenidos la página web de la Cátedra, que pese a su corta existencia se está convirtiendo ya en un punto de referencia de la formación de calidad en Ingeniería Eléctrica en el ámbito hispanoamericano, en coordinación con el programa de postgrado en Sistemas de Energía Eléctrica, tal como se pretendía en su concepción inicial. También se ha contado con la presencia de un elenco de profesores y conferenciantes de primer nivel, que han accedido generosamente a que sus presentaciones sean registradas para ser vistas cuantas veces sea necesario desde cualquier lugar del mundo. A ello tenemos que añadir otras actividades de transferencia tecnológica entre la universidad y la empresa, como las becas de estudiantes o los estudios técnicos sectoriales, tan importantes en un centro como la Escuela de Ingenieros. Queda pendiente de poner en marcha el Museo Virtual de la Ingeniería Eléctrica en Andalucía, a la espera de ir consiguiendo paulatinamente el material audiovisual necesario.

Todo ello ha sido posible gracias al trabajo realizado por diversas personas del Departamento de Ingeniería Eléctrica, la inestimable colaboración del personal del Centro de Cálculo de la Escuela de Ingenieros y el decidido apoyo de Endesa Red en Andalucía, a los cuales se agradece públicamente su esfuerzo e interés.

Este es el fruto de un trabajo ilusionado, que partía de una visión inicial muy clara pero sin experiencia previa. Los resultados están a la vista, y confiamos en que durante 2009 podamos superarlos con creces.



ORGANIZACIÓN DE LA CÁTEDRA



Colaboradores

- Ángel Luis Trigo García. Profesor Colaborador en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla.
- María Álvarez Zambrana. Administración.
- Antonio Jesús Lospitao Boyer. Informático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla.
- Alejandro Fabra. Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones. Becario del centro de cálculo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.

ACTO DE PRESENTACIÓN DE LA CÁTEDRA. 16/04/2008

La Cátedra Endesa Red de la Universidad de Sevilla, creada a finales de 2007, se basa en una dilatada y fructífera relación entre ambas entidades, anterior incluso a la integración de la Compañía Sevillana de Electricidad en el grupo Endesa. De hecho, el convenio firmado recogió otros anteriores sobre apoyo a las enseñanzas de máster y doctorado, becas y premios a estudiantes destacados.

Los ejes de actuación temáticos se van a centrar preferentemente en la calidad de servicio, fundamental para mantener la competitividad del sector productivo andaluz, la eficiencia energética y el respeto al medio ambiente, la utilización de nuevas tecnologías para el desarrollo de redes de distribución inteligentes y el fomento de sistemas energéticos sostenibles.

Uno de los pilares fundamentales de la Cátedra Endesa Red, cuyas actividades arrancaron en abril de 2008, es la creación del “Aula de la Luz”, que ha permitido a los alumnos de grado y postgrado el acceso a investigadores nacionales y extranjeros del máximo nivel en el sector energético, tanto presencialmente como a través de Internet, utilizando los métodos pedagógicos que el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior pretende potenciar.

Esta cátedra pretende convertirse en un foro de referencia de ámbito internacional en el sector de la energía eléctrica, con especial proyección a la región latinoamericana, en la que Endesa desarrolla su actividad.

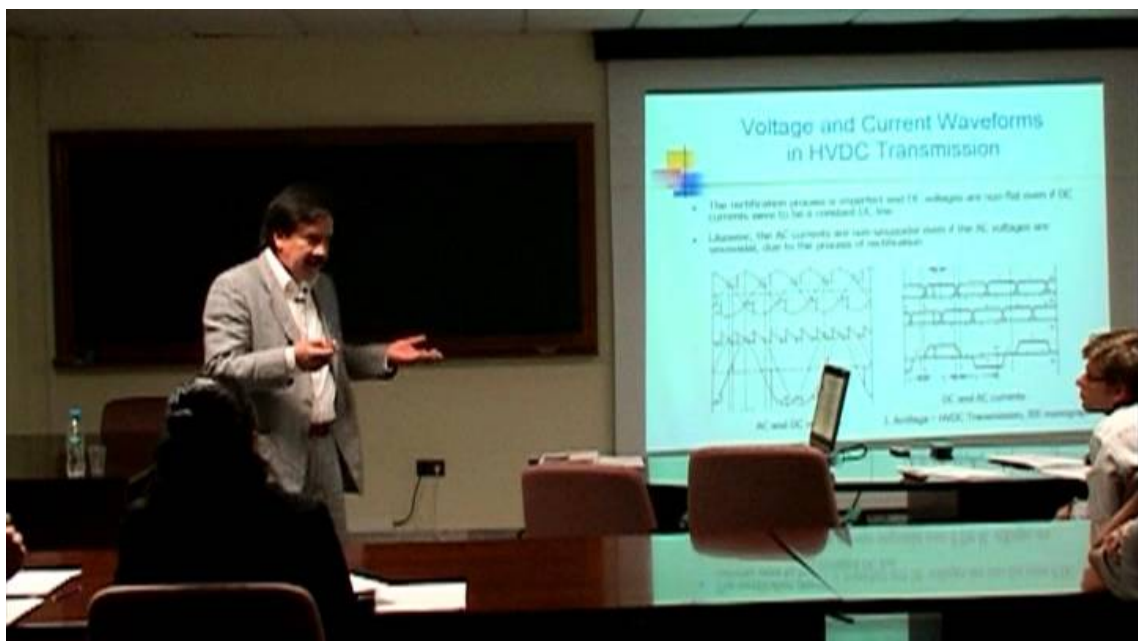


SEMINARIOS Y JORNADAS

Seminario Dr. Enrique Acha. “Flexible Transmission Systems”. 12/05/2008

El profesor Acha ha realizado un seminario compuesto por cuatro clases, cada una de 2.5 horas de duración, sobre diversos aspectos de los sistemas flexibles de transmisión de energía eléctrica (FACTS). El título y contenido de cada clase se especifica a continuación de forma resumida:

- Revisión de los dispositivos FACTS y HVDC. En esta clase se ha realizado una visión genérica de los dispositivos mencionados, haciendo hincapié en su utilidad y necesidad en los sistemas eléctricos de potencia actuales. Se tratan modelos concretos de los dispositivos clásicos basados en tiristores e IGBTs.
- Inclusión de FACTS en algoritmos de flujo de cargas y flujo óptimo de cargas. A partir de modelos reducidos al armónico fundamental de distintos dispositivos FACTS se muestra la forma de introducirlos en estos algoritmos de cálculo utilizados por las compañías eléctricas para planificar y operar la red de transporte y distribución de energía.
- Transmisión en corriente continua HVDC. En esta clase se realiza una revisión de los aspectos tecnológicos más destacables dentro de la transmisión de potencia en corriente continua (HVDC). De forma adicional se establecen modelos básicos para incluir este dispositivo en los algoritmos de reparto de cargas.
- Experiencia práctica en dispositivos FACTS y HVDC. Se realiza una descripción de las distintas instalaciones de FACTS y HVDC existentes en el mundo con indicación de tecnología empleada, valores nominales y motivo por el que se utiliza.



Mesa Redonda. “La ingeniería industrial tras la reforma de Bolonia: perspectiva de la Ingeniería Eléctrica”. 25/06/2008

Desde hace ya más de cuatro años se viene debatiendo y trabajando en España sobre la adaptación del sistema universitario a lo que se ha dado en llamar Espacio Europeo de Educación Superior. La reforma en ciernes pretende, sobre todo, que se adopte un sistema de títulos fácilmente legible y comparable, cuya unidad de medida es el crédito ECTS, lo cual supuestamente favorecerá la deseada movilidad de estudiantes. Además, con esta reforma se pretende mejorar la calidad del proceso educativo, mediante el desarrollo de los adecuados mecanismos de evaluación y control, lo que en teoría deberá obligar a las universidades a implantar infraestructuras adecuadas, nuevas metodologías docentes que potencien y valoren el trabajo personal del alumno, reducción del ratio alumno/profesor, etc.

Sin embargo, todas estas cuestiones han quedado en un segundo plano ante lo que de momento han constituido sin duda alguna los escollos más importantes, relacionados con la definición de la duración del grado y el posgrado, el catálogo de títulos y su relación con los actualmente en vigor, así como las competencias profesionales asociadas, especialmente relevantes en algunas áreas de Ingeniería.

Durante todo este tiempo, los cambios de gestores en la administración estatal, las reivindicaciones de escuelas y colegios profesionales, las restricciones de contorno impuestas por el Consejo de Coordinación Universitaria y otros condicionantes políticos han dado lugar a continuos retrasos, modificaciones y vaivenes en el modelo resultante, lo que ha provocado no poca confusión al respecto. A fecha de hoy, la incertidumbre es aún notable en algunos aspectos, y la situación en cada universidad es bien diversa.

Con esta oportuna jornada se pretendió arrojar algo más de luz sobre la evolución y situación actual de los grados y másters relacionados con la actual titulación de Ingeniería Industrial, especialmente aunque no de manera exclusiva en lo concerniente al área de Ingeniería Eléctrica.



Seminario Dr. Brian Stott. “State Estimation (SE): Further Developments”. 20/10/2008

En el currículum del doctor Stott destaca su ingreso como miembro de la Academia Nacional de Ingeniería de los Estados Unidos en 2005. En la IEEE, fue nombrado Fellow en 1983, recibió la Medalla del Milenio en el año 2000 y participa en el Programa de Profesor Distinguido. Asimismo, tiene un selecto listado de publicaciones de investigación y ha dado conferencias y cursos en 30 países. Entre ellas destaca el artículo “Fast Decoupled Load Flow”, considerado uno de los diez artículos más importantes del siglo XX en el área de la ingeniería eléctrica de potencia.

En 1984 co-fundó Power Computer Applications (PCA) Corporation, donde desempeñó el cargo de presidente hasta el año 2000. Posteriormente, se incorporó a la unidad de Soluciones de Energía de Nexant Inc., de la que actualmente es Consultor Principal. En el terreno académico, impartió clases en universidades de Inglaterra, Turquía, Canadá y Estados Unidos de 1965 a 1984.

La incorporación de técnicas de estimación de estado en el ámbito de la monitorización de la operación en tiempo real de las redes eléctricas, se ha convertido en estas últimas décadas en un eslabón fundamental entre las aplicaciones que se desarrollan en los centros de control de sistemas eléctricos de potencia.

La experiencia indica que la topología incorrecta de la red eléctrica es uno de los problemas prácticos de las herramientas de estimación de estado. Es decir, la información incorrecta disponible de los estados de determinados interruptores de una subestación, puede impedir el adecuado desarrollo de un proceso de estimación, obteniéndose como resultado flujos de potencia erróneos a través de la red.

Hasta la fecha, el estimador de mínimos cuadrados ponderado (WLS) ha sido la técnica de estimación de estado más utilizada, dado su buen comportamiento en el análisis de los errores analógicos en las medidas. Sin embargo, estas mismas propiedades son muy poco adecuadas para la detección e identificación de errores topológicos, los cuales son binarios en su naturaleza. En respuesta, la investigación y desarrollo en el campo de la estimación topológica se ha hecho bastante activo durante estos últimos años.

En el seminario se describió un procedimiento que implementa la estimación de la topología del sistema eléctrico, el cual puede utilizarse en redes de cualquier tamaño. La topología se estima como cualquier otra variable en un estimador de estado, utilizando la misma información disponible. Para ello desarrolla si es necesario un modelo en detalle de las subestaciones que se sospecha que pueden estar implicadas en el error topológico.



El desarrollo original de este estimador topológico fue patrocinado por el EPRI en los EE.UU. Es un software comercial y ha sido estudiado en sistemas a gran escala.

Seminario Dr. Brian Stott. “Establecimiento de precios e intervención ante la saturación de la red eléctrica en los mercados”. 21/10/2008

La Cátedra Endesa Red celebró en el mes de octubre el seminario “Pricing And Hedging for Network Congestion in Nodal Energy Markets” de la mano del doctor estadounidense Brian Stott, que asistió como invitado de excepción.

La conferencia ofrecida por este experto en la operación segura de sistemas eléctricos giró en torno a la perspectiva que ofrece un mercado eléctrico competitivo, cuya eficacia se puede ver limitada porque las redes cuentan con una capacidad limitada.

Es éste, pues, un factor determinante a tener en cuenta en sistemas eléctricos desregulados. Brian Stott expuso la experiencia de otros países como Estados Unidos o Nueva Zelanda para buscar soluciones a través del análisis de precios marginales de la electricidad.

En su intervención, este experto energético continuó dando una visión diferencial entre mercados eléctricos en tiempo real y aquellos basados en la previsión de la demanda, donde entra en juego un agente regulador del sistema, y cómo esos precios de la electricidad pueden penalizar o no a aquellos operadores que contribuyan a la saturación de las redes eléctricas, aspectos que están siendo estudiados ahora en Europa.

Para Brian Stott, una de las características de los precios marginales es que aquellos factores que los determinan cuentan con una alta volatilidad, lo que puede exponer a las compañías a importantes riesgos financieros.

Así, para el negocio de las compañías eléctricas se convierte en una necesidad minimizar dichos riesgos.

En Estados Unidos, sobre cuyo sistema eléctrico Brian Stott ha realizado numerosas publicaciones, este contexto de precios marginales está directamente unido a los derechos de transmisiones financieras –también denominados derechos de intereses por saturación—, lo que permite a las compañías asegurarse ante posibles grandes oscilaciones de precios. Dichos derechos de transmisiones pueden ser comprados por los agentes del mercado eléctrico de diversas formas, entre otras, por un sistema de subastas.



Seminario Dr. Pedro Prieto. “El Cenit del petróleo. Una encrucijada para la humanidad”. 28/11/2008

D. Pedro Prieto es vicepresidente de AEREN (Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos). Es coeditor y cofundador de la página web Crisis Energética, organización sin ánimo de lucro, que es un espacio de debate y comunicación sobre recursos energéticos y su papel en relación a asuntos tan trascendentes como la demografía, el desarrollo, la economía y la ecología. AEREN representa en España a ASPO (The Association for the Study of Peak Oil and Gas), una asociación de científicos de todo el mundo dedicados al estudio del cenit del petróleo y del gas, de la que Pedro forma parte como miembro del Panel Internacional para España. Pedro es también miembro de Científicos por el Medio Ambiente (CiMA).

D. Pedro Prieto dirige y participa en varios proyectos solares fotovoltaicos, el primero de ellos en forma de cooperativa, de 1 MWp en Extremadura, ya en pleno funcionamiento, mediante un innovador sistema de concentración a 400 soles y seguidores a dos ejes, considerado el sistema más moderno en el mundo en operación comercial. También asesora sobre tecnologías fotovoltaicas a entidades y particulares.

En el mes de noviembre se celebró este seminario en el cual D. Pedro Prieto nos contó magistral y contundentemente que además de las teorías económicas y psicológicas al uso, que explican los avatares que acontecen estos días, está la cuestión geológica, casi siempre ignorada en los análisis cortoplacistas que oímos y



leemos continuamente. No sin ciertos tintes dramáticos, D. Pedro Prieto advirtió de que el modelo socioeconómico actual, basado en el crecimiento que él llama exponencial, es insostenible en un mundo finito, tratando de mentalizarnos de que hay que aprovechar el tiempo que tenemos para empezar a cambiar cuanto antes.

Los seres humanos viven en la biosfera y gracias a ella. Pero en la primera década del siglo XXI el 86% de la energía primaria que consumimos proviene de la litosfera. Un 40% de esta energía es petróleo. Otro 40% es gas natural y carbón. Y un 6% más proviene del uranio. Esto supone que cada año se extraen cerca de 10.000 millones de toneladas de petróleo equivalente del interior de la tierra.

La tecnosfera, ese reciente artificio humano, transforma a su vez la biosfera a la conveniencia del hombre y eso incluye la extracción, transformación y el transporte de materiales útiles de la corteza terrestre, a un ritmo de unos 33.000 millones de toneladas anuales, a los que hay que sumar 36.000 millones de toneladas de gangas y unos 30.000 millones de toneladas de recubrimientos y estériles. Los 11.000 millones de toneladas

de petróleo equivalente de energía primaria se utilizan, pues, para extraer, transformar y transportar unos 100.000 millones de toneladas de materiales, incluyendo esa misma energía primaria. Sin esta energía, esto sería imposible en esos niveles. Y con un aporte energético decreciente, esta gigantesca actividad decrecería proporcionalmente.

Esta situación es inédita en la historia de la Humanidad e insostenible para la capacidad de la biosfera, sin el aporte energético de la litosfera, alimentar este nivel de consumo de todo tipo de bienes y disfrutar de todo tipo de servicios de forma permanente y mucho menos para asegurar el crecimiento incesante del consumo. Los 6.700 millones que somos, consumimos hoy unas 15 veces más por persona que lo que el metabolismo humano necesita para que el mono desnudo que somos pueda vivir como tal. Consumimos entre 5 y 7 veces más energía y recursos por persona que en una sociedad preindustrial, siendo muchísimos más habitantes que en la era agrícola. Y las sociedades opulentas consumen entre 60 y 120 veces más por persona que lo que demandan sus estrictas necesidades metabólicas; tal es el caso de Europa o Norteamérica.

Y además, se ha dado todo este crecimiento enorme del consumo energético y consiguiente apropiación de recursos de forma muy desigual, siguiendo el principio de Pareto, donde un 80% de la sociedad mundial consume apenas el 20% de los recursos energéticos y de todo tipo y el 20% restante se apodera del 80% de los recursos planetarios. A este tipo de desigualdad cuantitativa, y cualitativa, en la apropiación de los recursos se la denomina también “la regla del notario” (J.M. Naredo y A. Valero).

Los geólogos han observado que la extracción de recursos de la litosfera está sujeta a ciertos patrones que limitan y dan forma a las tasas de extracción de los mismos. Los geólogos de ASPO han señalado que esos patrones siguen la muy conocida curva en forma de campana, con un aumento inicial de los ritmos de extracción, seguido de un cenit o dos, o a veces una meseta más o menos turbulenta y finalmente un declive irreversible, hasta que la tasa de extracción del recurso ya no resulta útil a la sociedad y el resto que queda en la litosfera se abandona. Es la curva de Hubbert.

El cenit se suele dar cuando se ha extraído aproximadamente la mitad de la cantidad en esa parte de la litosfera. Situación en la que nos encontramos por primera vez, con apenas 20 años de diferencia entre los cálculos más optimistas y los más pesimistas.

Sin embargo, muchos economistas y responsables mundiales de las finanzas todavía trabajan, piensan y se comportan como si el planeta fuese un lugar sin límites, una especie de Tierra plana, en la que los recursos, sus tasas y flujos de extracción jamás pudiesen disminuir. Y tratan a la energía de que disponemos como un bien de consumo más, aunque no sea cierto. La energía es el requisito previo, la “conditio sine qua non” para que se den todos los demás bienes y servicios. Si los pilares energéticos fósiles comienzan a debilitarse, el edificio entero de la soberbia sociedad industrial y tecnológica se desploma.

Existen claras evidencias de que el crecimiento económico y el consumo de energía van parejos y están muy directamente relacionados, aunque se puedan dar mejoras locales o nacionales del PIB por unidad de energía que, sin embargo, no se ven confirmadas a nivel mundial, a medida que la calidad de los recursos extraídos se deteriora.

PREMIO PROYECTO FIN DE CARRERA 2008

La Cátedra Endesa Red premió con una dotación de 3.000 € al alumno Javier Serrano González por su proyecto fin de carrera titulado “Desarrollo de una herramienta de optimización global de un parque eólico mediante algoritmos evolutivos”, dirigido por los profesores J. Riquelme y M. Burgos.

La finalidad de este proyecto es desarrollar una herramienta informática capaz de realizar de forma eficiente la Planificación Óptima de parques eólicos.

El proceso de cálculo de búsqueda del óptimo se basa en la implementación de dos Algoritmos Evolutivos enlazados entre sí, un algoritmo evolutivo principal para el cálculo de la disposición óptima de los aerogeneradores en el parque eólico, y otro algoritmo evolutivo cuyo objetivo es obtener la instalación eléctrica. La función objetivo que se establece es maximizar el Valor Actual Neto (VAN). Este criterio permite conocer si la inversión va a ser rentable o no considerando diversos factores económicos como la inversión inicial, el coste del dinero, el precio de la energía, la vida útil de la instalación, etc.

El algoritmo propuesto analiza además de su ubicación, otros parámetros como la marca, el modelo, la potencia, la altura de la torre y la instalación eléctrica de interconexión entre aerogeneradores y líneas de alta tensión.

Para la determinación de la solución óptima el programa procesa la siguiente información que es introducida como entrada:

- El terreno donde se va a implantar el parque eólico consiste en una región mallada que presenta una discretización de toda la extensión del territorio.
- Dicha superficie mallada abarca una representación fiel de la orografía de la zona, es decir, el problema tratado realiza un enfoque tridimensional de la superficie.
- En cuanto a la geografía del lugar, el algoritmo permite introducir zonas donde la ubicación de un aerogenerador está prohibida debido a múltiples motivos, como puede ser tratar una zona rocosa donde no sea posible instalar y montar el aerogenerador, o bien, la presencia de una zona pantanosa, o incluso cualquier otro accidente geográfico.
- Del mismo modo es posible introducir las zonas donde no se puede realizar la ejecución de la instalación eléctrica, éstas pueden ser distintas a aquellas donde no se puede ubicar un aerogenerador, ya que, por ejemplo, sobre un río no se puede instalar un aerogenerador, pero sí puede ser atravesado por un tendido eléctrico.
- El algoritmo tiene la capacidad de procesar la presencia de carreteras cercanas a la ubicación del parque, que pueden ser usadas para el traslado de aerogeneradores y de grúas en el proceso de montaje.
- En cuanto a la obra civil, se analizan dos términos principales los costes de cimentación y los costes de accesos. En cuanto a los costes de cimentación se tienen en cuenta tres factores principales la capacidad portante del terreno, la

altura de la torre y la potencia de la máquina. En cuanto a los costes de acceso se analiza la distancia desde el camino principal a la ubicación del aerogenerador.

- Se dispone de los datos de viento de la región del terreno donde se desea implantar el parque eólico. Estos datos son los parámetros de forma y escala de la distribución Weibull que modela el viento, así como la rosa de los vientos.
- El programa considera el efecto de reducción en la producción de energía por proximidad de los aerogeneradores (efecto estela).
- Se dispone de una base de datos que cubre suficientemente la amplia variedad de aerogeneradores presentes en el mercado actual, no sólo en cuanto a niveles de potencia sino también a las distintas tecnologías, ya sean aerogeneradores de paso fijo o variable, para poder configurar el parque eólico.
- La restricción del número de aerogeneradores del parque puede ser fijada directamente mediante un número máxima, o mediante un valor de inversión máxima admisible en euros.
- Se consideran las líneas de alta tensión próximas al terreno del parque, así como la potencia que cada una de ellas es capaz de evacuar.

En definitiva, se acomete un problema de maximización del beneficio con restricciones, que ha sido resuelto mediante Algoritmos Evolutivos. El programa ha sido sometido a un conjunto de ensayos obteniéndose resultados que suponen una mejora sobre los métodos de resolución propuestos en la bibliografía.



BECAS ENDESA

Cátedra Endesa Red colabora con la Escuela ofreciendo a sus alumnos un programa de becas basado en la realización de prácticas en Endesa, con una dotación económica de 4.500 € por alumno. La finalidad del programa es completar la formación práctica del alumno y facilitar su inserción en el mundo laboral. Actualmente hay cinco alumnos de últimos cursos de la Escuela que disfrutaban de estas becas.

**CÁTEDRA
ENDESA RED
CONVOCA:**

**5 BECAS PARA
PRÁCTICAS EN
EMPRESA**



Lugar:

Sevillana Endesa

Duración:

6 meses

Dirigido a :

Alumnos de 4º y 5º curso de Ingeniería (preferiblemente especialidad eléctrica)

Contacto:

Interesados enviar C.V. A la atención de D. Francisco Morón

IDIFCM@sevillana.grupoendesa.com

Comentarios: bien remuneradas y posibilidad de continuidad



CÁTEDRA ENDESA RED
Más información:
<http://cdc-web1.us.es/iinvestigacion/catedras>



REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE RED PARA ENDESA

Estudio básico de viabilidad para plantas de gas de ciclo abierto

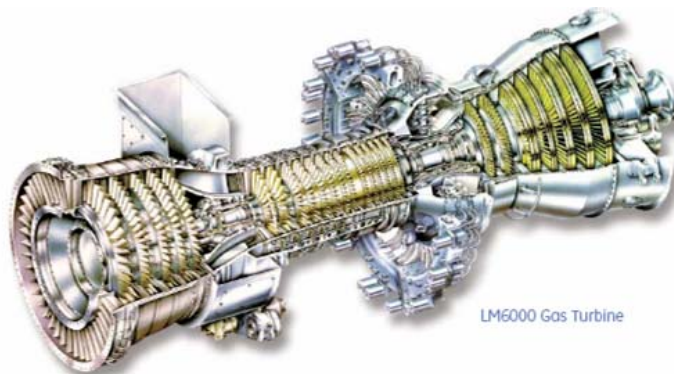
Colaboradores: A. Bachiller, J. Riquelme y A. Gómez.

Objetivo

La tendencia actual y futura pasa por la generación de energía eléctrica mediante instalaciones mucho más pequeñas que las centrales convencionales y situadas en las proximidades de las cargas. Es decir, una generación a pequeña escala instalada cerca del lugar de consumo y conectada directamente en las redes de distribución. Sin embargo, alcanzar dicha situación puede llevar varios años, en los cuales hay que seguir conviviendo con la actual estructura de generación centralizada.

En general las redes eléctricas se diseñan con el criterio n-1, de forma que, ante el fallo un elemento, la red puede seguir operando normalmente. Sin embargo, puede haber determinados nudos de la red en los cuales dicho criterio no se verifique exactamente y pudiera dar lugar a una pérdida de suministro. Evidentemente este tipo de problemática se puede solucionar desarrollando la red convenientemente, sin embargo hay una serie de limitaciones medioambientales, sociales, ecológicas,... que hacen cuanto menos dificultoso dicho desarrollo.

El objetivo es analizar la posibilidad de conectar algún grupo de generación en dichos nudos críticos y así disminuir la potencia del mercado que se encuentra en riesgo. Para ello se ha hecho un estudio de viabilidad de plantas de generación de electricidad con una potencia del orden de los 50 MW cuya tecnología se basa únicamente en el proceso de ciclo simple con turbina de gas. Este tipo de tecnología ofrece una serie de ventajas como son sus reducidas dimensiones, su alto rendimiento (46%), su bajo nivel de emisiones y una rápida conexión a red. Además, a nivel comercial hay un gran número de suministradores, como Siemens, GE, Pratt & Whitney, Wartsila, etc.



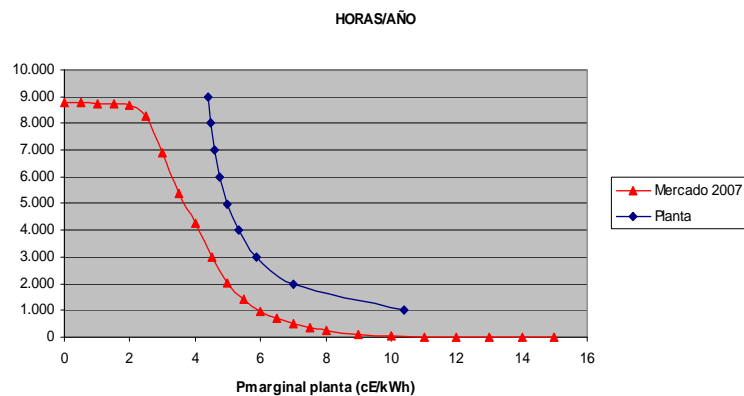
Actividades desarrolladas

Se ha analizado el número de horas al año que la planta saldría casada en el mercado eléctrico español en función del precio marginal. Para ello, fue necesario disponer de los datos de mercado español, así como de datos propios de plantas similares. El estudio se

simplifico haciendo una serie de hipótesis como por ejemplo que el precio marginal de la planta no altera el precio marginal del mercado, y que la planta oferta al mercado toda su potencia como un único bloque.

Dicho estudio se dividió en tres partes. En la primera de ellas se trabajó con datos reales del mercado eléctrico español del año 2007, mientras que en la segunda se hizo una prognosis de mercado para el año 2012. En ambos escenarios se supuso que la planta ofertaba al mercado diario y, en las horas que no sale casada, ofertaba en los sucesivos mercados intradiarios. En la última parte del estudio se analizó la viabilidad de la planta a 25 años, incluyendo un análisis de sensibilidad ante el rendimiento y el precio de la energía eléctrica.

A partir de los datos reales del mercado eléctrico correspondientes al año 2007 y de datos estimados de plantas de generación de similares características se obtuvo una representación gráfica del número de horas anuales casadas en función del precio marginal.



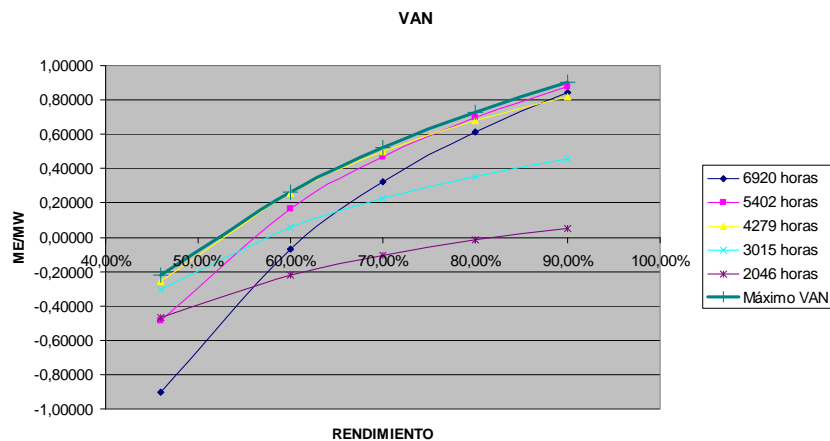
Algunas conclusiones

A partir de los estudios anteriormente comentados, se sacaron una serie de conclusiones, algunas de las cuales se relacionan a continuación:

1. Una planta de gas de ciclo abierto con un rendimiento del 46% no hubiese sido rentable durante el año 2007, teniendo en cuenta los precios de los mercados diarios e intradiarios y los precios mayoristas del gas.
2. Para una subida media anual del 2% en los precios del gas, se ha analizado el flujo de caja a lo largo de los años de centrales con un 46% de rendimiento ante diversas subidas de los precios del pool. Así, por ejemplo, para una subida anual del pool del 6,5%, y un número de horas de funcionamiento comprendido entre 2000 y 5000, el flujo de caja se haría positivo a partir del sexto año. Para subidas aún mayores, aunque poco probables, tales como el 8.5%, el flujo de caja se haría positivo hacia el quinto año.
3. Considerando todo el ciclo de vida de la central (25 años), se ha analizado el VAN resultante ante diferentes subidas del precio del gas y del precio del pool, teniendo en cuenta que en cada año el número de horas de funcionamiento se ha elegido de

modo que se maximice el flujo de caja (esto ocurre típicamente entre las 4200 y las 5500 horas). Lógicamente el VAN crece de forma sensiblemente lineal con el precio del pool, para un precio del gas dado, de forma que para cada precio del gas existe un precio del pool a partir del cual el VAN se hace positivo. Por ejemplo, para una subida anual del precio del gas del 3%, la subida del precio del pool debería ser superior al 6,2% anual para garantizar un VAN positivo. Aunque los precios futuros, tanto del gas como del pool, ofrecen bastante incertidumbre, no es esperable que las subidas del pool en el futuro sean proporcionalmente mucho mayores que las del gas, de modo que existe bastante riesgo de que el VAN sea negativo para centrales de estos rendimientos (ciclos de gas).

- Finalmente, para subidas anuales del gas y del pool del 2% y 5% respectivamente, se ha realizado un análisis similar del VAN para diferentes rendimientos de la planta y número de horas de funcionamiento. Lógicamente, el VAN crece con el rendimiento, siendo una función no lineal del número de horas de trabajo. Una conclusión interesante es que, con independencia del rendimiento de la central, el VAN máximo se consigue siempre para un número de horas de aproximadamente 4280.



Difusión de los resultados

Este estudio ha dado lugar a dos publicaciones en congresos de reconocido prestigio en el sector eléctrico y energético como son:

- IV Congreso de la Asociación Española para la Economía Energética. "Viabilidad de Centrales de Gas de Potencia Media en el Mercado Energético Español". A. Árcos, A. Bachiller J. Riquelme and A. Gómez.
- The 2009 CIRED Conference. It is the major International Electricity Conference & Exhibition is the leading Forum where the Electricity Distribution Community meets every two years in various venues in Europe, with a world-wide perspective and participation. "Integration of distribution and generation: a lever to improve the system efficiency with a proposal of regulatory changes". Árcos, A. Gómez, J. Riquelme and A. Bachiller.

Estudios sobre modificación de normas técnicas de Endesa

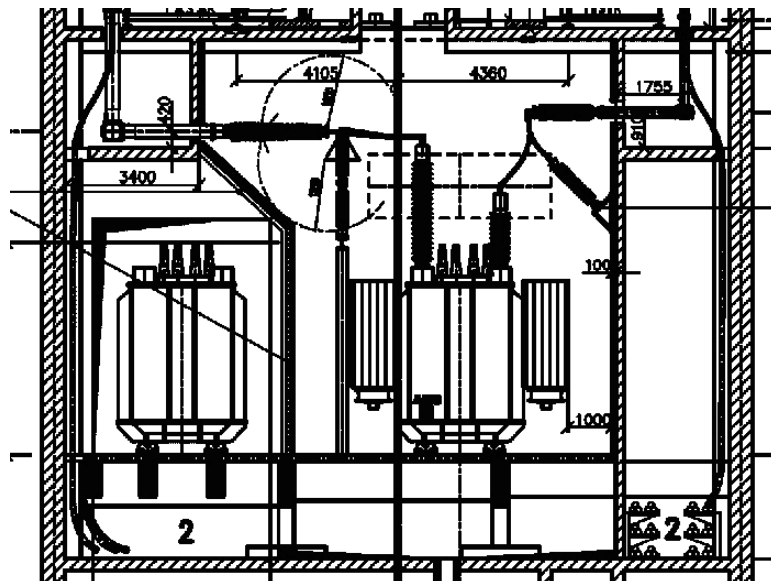
Colaboradores: P. Cruz, P. Martínez y D. Monroy

Bajo este epígrafe se inscriben varios trabajos realizados en el año 2008 y otros aún pendientes de terminar en 2009. Todos tienen en común el análisis de normas técnicas de Endesa actualmente en vigor y su posible actualización, tratando por un lado de ajustar los requisitos técnicos de los distintos componentes de la red de distribución al estado del arte, sin que ello suponga menoscabo alguno en su fiabilidad durante su operación, y por otro lado de homogeneizar la norma española con otras provenientes de compañías de otros países en los que Endesa cuenta con redes de distribución (Edesur-Argentina, Chilectra-Chile, Ampla/Coelce-Brasil, Codensa-Colombia y Edelnor-Perú) o que tienen participación en Endesa (Enel-Italia). En 2008 se abordaron las normas GE SNE022 (Transformadores y autotransformadores de potencia AT/AT/MT) y GE DND00100 (Cables aislados para redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV), siendo previsible su continuación en 2009 con otras normas.

Trabajos sobre modificación de la norma GE SNE022

En primer lugar se realizó un estudio comparado entre la norma GE SNE022 y la norma homóloga DT 1083 de Enel, llegándose a observar diferencias en muchos aspectos, entre los que destacan:

- Endesa dispone de terciario de compensación en muchos de sus transformadores y Enel no los emplea
- Endesa emplea refrigeración ONAN y ONAF y Enel sólo ONAN
- Los niveles de aislamiento empleados por Enel son en general inferiores a los de Endesa
- Se les permite a los transformadores de Endesa un porcentaje de pérdidas muy bajo comparado con lo aceptable en Enel.





Se observó de la comparación que uno de los aspectos que merece ser tratado con más profundidad es el del nivel de aislamiento de los transformadores. Por ello se amplió la comparación con otras compañías, como Iberdrola, y se realizó un estudio de coordinación de aislamiento de transformadores en todos los niveles de tensión en los que Endesa tiene responsabilidad en España (desde 400 hasta 10 kV). Este estudio se realizó conforme a las normas CEI 60071-1 (Coordinación de Aislamiento. Parte 1: definiciones, principios y reglas) y CEI 60071-2 (Coordinación de aislamiento. Parte 2: guía de aplicación). Para ello se recabó una gran cantidad de datos relativos a la frecuencia de rayos, líneas que llegan a las subestaciones, tipos de pararrayos empleados, etc.

Del estudio se extrajo como principal conclusión que en algunos niveles de tensión se podía reducir el nivel de aislamiento existente (actualmente el máximo indicado en la norma internacional CEI 60076-3 sobre niveles de aislamiento en transformadores de potencia) a otro intermedio sin modificaciones en otros elementos, mientras que en otros niveles de tensión se podía reducir el nivel de aislamiento siempre que se realizaran modificaciones en pararrayos o en la puesta a tierra de apoyos cercanos a la subestación.

Asimismo se realizaron estudios de coordinación de aislamiento en los transformadores de las 6 distribuidoras que Endesa tiene en Sudamérica, obteniéndose conclusiones similares.

Por extensión, el trabajo de coordinación de aislamiento se amplió a todos los elementos de la subestación, abarcando además todo tipo de subestaciones (intemperie, híbrida, interior, blindada en gas). Aunque no se ha concluido hasta la fecha, sí se observan más restricciones a la hora de reducir el nivel de aislamiento externo y, sobre todo, interno, de la aparataje estudiada.

Trabajos sobre modificación de la norma GE DND00100



La hipótesis de partida de los trabajos realizados en relación con los cables aislados para las redes de distribución en el nivel de Media Tensión (MT), fue el análisis y evaluación de las tendencias futuras de los mismos y su influencia en la planificación y desarrollo de la red de distribución MT.

En los citados trabajos se incidió principalmente en la tendencia actual en el sector eléctrico, de conseguir cables aislados con las mismas prestaciones dieléctricas a los cables existentes pero con un espesor de aislamiento inferior al de éstos. Además de la incidencia en el diámetro del cable de las obturaciones radial y longitudinal, para evitar la propagación de la humedad por el interior del mismo.

En Europa esa tendencia se ha englobado en el EUROPEAN PROJECT EUROMVCABLE [*“Harmonizing Mv Cables: Results Of The European Project Euromvcable”, JICABLE/2007*] y en concreto, en sus resultados, se menciona también la existencia de un tipo de cable asociado al grupo “Cable Sample - C”, con aislamiento “HEPR” (etileno-propileno de alto módulo) y denominado cable aislado de espesor reducido.

Por otro lado, se ha tenido también en cuenta el recientemente publicado “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión”, que llena un vacío normativo en España

ya que hasta su publicación no existía una reglamentación específica para las redes subterráneas de distribución en MT.

En el citado reglamento y, en concreto, en su instrucción técnica ITC-LAT 06 (“Líneas subterráneas con cables aislados”), además de los cables con aislamiento XLPE, EPR y PVC, también se contempla el uso de cables con aislamiento “HEPR” (etileno-propileno de alto módulo) englobado en los catalogados como cables de espesor reducido.

Por último, resaltar la importancia en la elaboración de los informes de la documentación recabada de los fabricantes de cables, de los artículos técnicos al respecto, así como de la información técnica facilitada por ENDESA para una mejor comprensión de sus técnicas y métodos de trabajo, a fin de evaluar la posible implantación en sus redes de los cables aislados MT de “espesor reducido”.

PATROCINIOS Y COLABORACIONES

Patrocinio de la jornada de empleo *ESIEM'08*

El VI Encuentro sobre Ingeniería y Empleo *ESIEM 2008* tuvo lugar los días 26 y 27 de marzo de 2008.

El objetivo de estas jornadas fue la creación de vínculos entre el alumnado de la Escuela y empresas de gran relieve en sectores de actividad próximos a las titulaciones impartidas en la ETSI, mediante la estancia de prácticas de los alumnos. La Escuela, junto con AICIA, mantiene una colaboración estrecha a través de proyectos de investigación y desarrollo en dichas empresas, donde nuestros alumnos de los últimos cursos participan activamente, obteniéndose el doble resultado de orientarles profesionalmente en un momento clave de su formación, así como otorgar a ésta el valor añadido de la práctica.

La participación de los alumnos en estas actividades supusieron la obtención de créditos de libre configuración, como recogen los nuevos planes de estudio.

En esta última edición Endesa, a través de la Cátedra Endesa Red, contó con un stand en el que pudo mostrar a los alumnos sus áreas de trabajo y sus planes de contratación en el futuro.



Colaboración con la asociación de Antiguos Alumnos de la ETSI

Se ha colaborado con la Asociación de Antiguos Alumnos de la ETSI en la organización, financiación y difusión del seminario de D. Pedro Prieto, titulado “El Cenit del petróleo. Una encrucijada para la humanidad”



PÁGINA WEB DE LA CÁTEDRA ENDESA RED

Con la creación de la Cátedra Endesa Red aparece un portal Web. El objetivo de este sitio es, en primer lugar, realizar una labor divulgativa de las distintas actividades de la Cátedra.

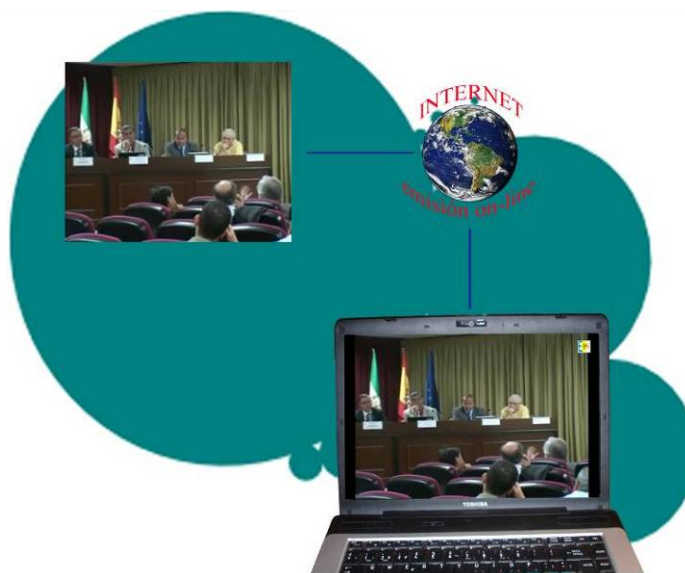
Además, se está haciendo una apuesta muy importante por la formación “moderna” y de calidad, siguiendo la filosofía que inspiró la creación de la propia Cátedra. Esta acción se está materializando dentro de la página Web bajo el concepto del “Aula de la Luz”, que constituye el núcleo principal, en cuanto a contenidos pedagógicos, de la página.

En el ámbito de la formación de postgrado, dentro del entorno de la página, se puede enlazar a toda la información relativa al Máster en Sistemas de Energía Eléctrica que se ofrece desde el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Sevilla, así como al Programa de Doctorado asociado.

Con la idea de divulgar y facilitar el acceso a las actividades realizadas desde la Cátedra se ha apostado así mismo por la emisión *on-line* de todos aquellos eventos (clases, seminarios, jornadas, etc.) en los que contemos con la autorización pertinente. La filosofía es la de eliminar las barreras físicas de la presencialidad, aunque hay que decir que todos estos actos han contado con un amplio aforo. Hasta el momento se han emitido varias jornadas y seminarios, que han contado con ponentes de reputación internacional. Además, se ha puesto a disposición de los “ciberasistentes” a estos eventos un canal de comunicación, todavía rudimentario, que les ha permitido participar en los debates que han tenido lugar. Esta idea ha sido muy bien acogida tanto por los ponentes como por los usuarios de la Web.

La Cátedra Endesa Red ha sido pionera en la emisión de seminarios y jornadas *on-line* a través de Internet. La primera vez que se ha emitido *on-line* a Internet desde la Escuela Técnica Superior de Ingenieros fue una jornada organizada por la Cátedra, y a ésta les han seguido varias más. Para estas emisiones en directo se ha contado con el personal e infraestructura que la Escuela ha puesto a disposición de la Cátedra, así como de personal del Departamento de Ingeniería Eléctrica.

En las jornadas emitidas se han tratado temas de interés general, dentro del ámbito universitario, como por ejemplo “La Ingeniería Industrial tras la reforma de Bolonia” o “El cenit del petróleo: una encrucijada para la humanidad”. Por otra parte, los seminarios, como por ejemplo los impartidos por el prestigioso Dr. Brian Stott o el Prof. Enrique Acha, han versado sobre temas específicos relacionados con la ingeniería eléctrica.



Para que la página Web sea un sitio de referencia en la formación de calidad en el área de redes eléctricas, se están elaborando una serie de materiales audiovisuales de los distintos actos, que están a disposición de los usuarios. De este modo, el aprendizaje en red quedará garantizado, permitiendo así el acceso libre y universal a la información, considerado por la UNESCO como un derecho humano fundamental.

Los materiales se pueden agrupar en:

- Las transparencias utilizadas por los ponentes en los diversos actos, que amable y desinteresadamente han puesto a la disposición de la Cátedra, con alguna excepción.



- Las grabaciones de los distintos actos, que convenientemente editadas están a disposición de todos para se pueda acceder a este contenido cuantas veces se desee.



- Como apuesta por el *e-learning* se han elaborado unos videos interactivos en formato Flash que unifican el video y las presentaciones, para que se pueda seguir fácilmente un seminario desde casa. Los usuarios pueden ir directamente a cualquier transparencia, localizada por su título, avanzar, retroceder, pausar, etc. Para la elaboración de estos materiales se ha utilizado un software específico cuya licencia se ha adquirido.



High-Voltage Direct Current

Professor Dr Enrique Acha
The University of Glasgow
Glasgow, Scotland, UK

My Current Background

Grid operation

- Real-time network applications*
- Power system analysis
- Outage scheduling & coordination (with network analysis)
- CIP compliance

Electricity markets

- Nodal pricing & financial transmission rights
- Day-ahead energy, reactive markets
- Demand management
- Risk management for market participants

El consumo mundial de energía en la sociedad actual

Consumo anual mundial de energía (petróleo por barril)	Petróleo	Gas natural	Carbón	Nuclear	Algas algas	Biomasa	Total
En Mtep	106	106	106	106	106	106	52,084
En %	30,8	20,8	30,8	10,6	10,6	10,6	100,0
En millones de barriles	106	106	106	106	106	106	76,615

Quemadas de Combustibles Fósiles	Emisiones globales de CO2 en millones de Tm	2000	2008
Norteamérica	5 435,7	11 000,00	
Europa Occidental	4 015,00	11 000,00	
Europa	4 015,00	4 015,00	
Europa	3 017,50	2 500,75	
China Medio	4 017,50	1 000,00	
Asia	3 017,50	1 000,00	
Asia y Australia	3 017,50	1 000,00	
Total	16 070,00	27 000,00	

También, desde la Cátedra Endesa Red se persigue poner en marcha un proyecto innovador que consiste en la creación de un Museo Virtual de la Ingeniería Eléctrica. En este sitio se pretende recoger una amplia selección gráfica de la historia de la Ingeniería Eléctrica, especialmente en Andalucía. Para llevar a cabo este proyecto se va a contar

con el apoyo de Endesa, siendo necesario que ésta facilite el material de archivo del que dispone en relación con el tema, que es abundante.

La Página Web cuenta también con un dossier de prensa que recoge las noticias que aparecen en los distintos medios de comunicación relacionadas con la actividad de la Cátedra.



Dentro de la Cátedra se han convocado cinco becas para realizar prácticas en Endesa, a las que por supuesto desde la página Web se les ha dado la publicidad oportuna.

CÁTEDRA ENDESA RED CONVOCA:

5 BECAS PARA PRÁCTICAS EN ENDESA



Lugar:
Sevillana Endesa

Duración:
6 meses

Dirigido a :
Alumnos de 4º y 5º curso de Ingeniería (preferiblemente especialidad eléctrica)

Contacto:
Interesados enviar C.V. A la atención de D. Francisco Morón

IDIFCM@sevillana.grupoendesa.com

Comentarios: bien remuneradas y posibilidad de continuidad



CÁTEDRA ENDESA RED
 Más información:
<http://catedrasempresaei.us.es/endesared>



Así mismo, desde la Cátedra Endesa Red se otorga todos los años un premio al mejor proyecto fin de carrera con temática relacionada con las actividades de Endesa Red, y desde este entorno se da cobertura mediática también a esta actividad. En este apartado se puede encontrar un resumen del trabajo ganador, así como el documento íntegro. Además, existe una galería de imágenes donde se muestran algunas fotos del acto de entrega del premio de manos del personal de Endesa.



Para tener una estadística de la actividad de este entorno se cuenta con un contador de visitas, que necesita aún más sofisticación. Éstas superan ya el millar. Además, la herramienta utilizada para este cometido también proporciona información de los lugares de acceso. En la siguiente imagen se puede ver los diversos lugares desde donde se ha accedido a la página.



Con todo el trabajo que se está realizando se pretende conseguir que el Portal Web de la Cátedra Endesa sea un sitio de referencia socio-tecnológico.