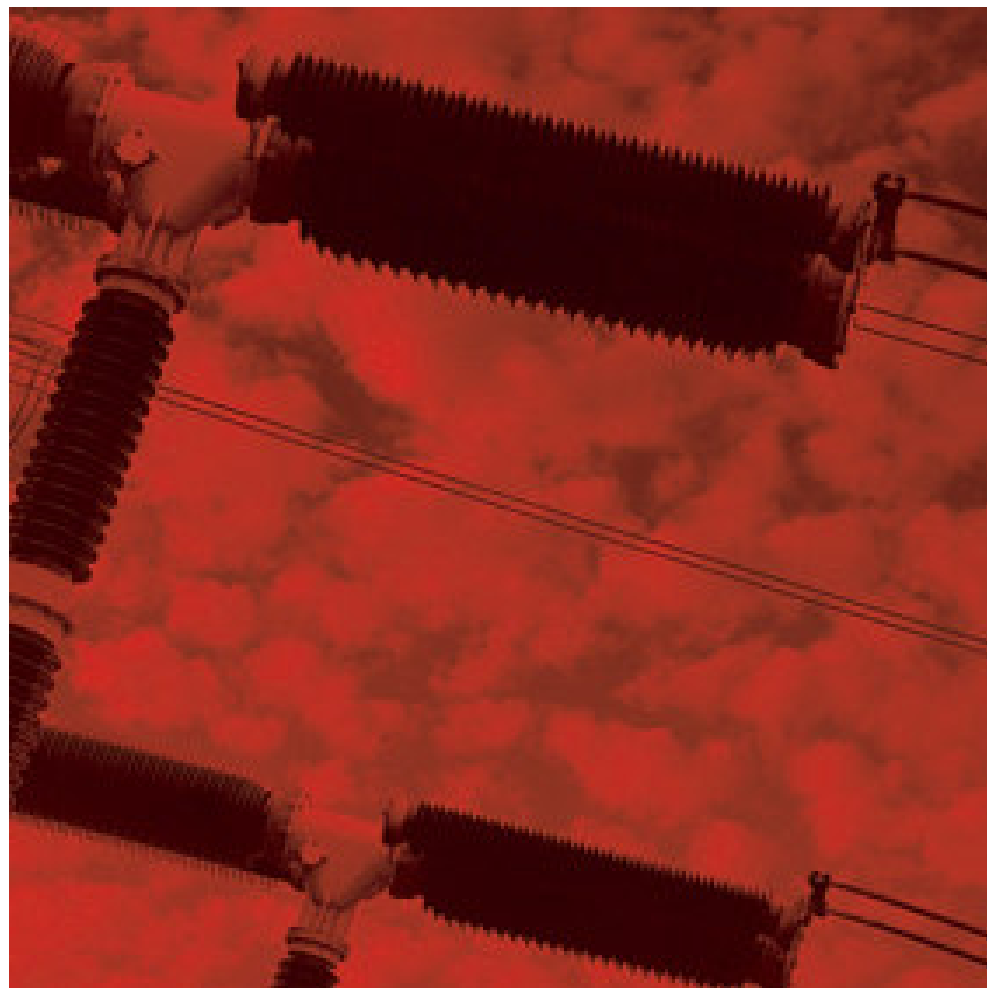


Agenda de Investigación

**PLATAFORMA ESPAÑOLA
DE REDES ELÉCTRICAS - FUTURED**



www.futured.es

Índice

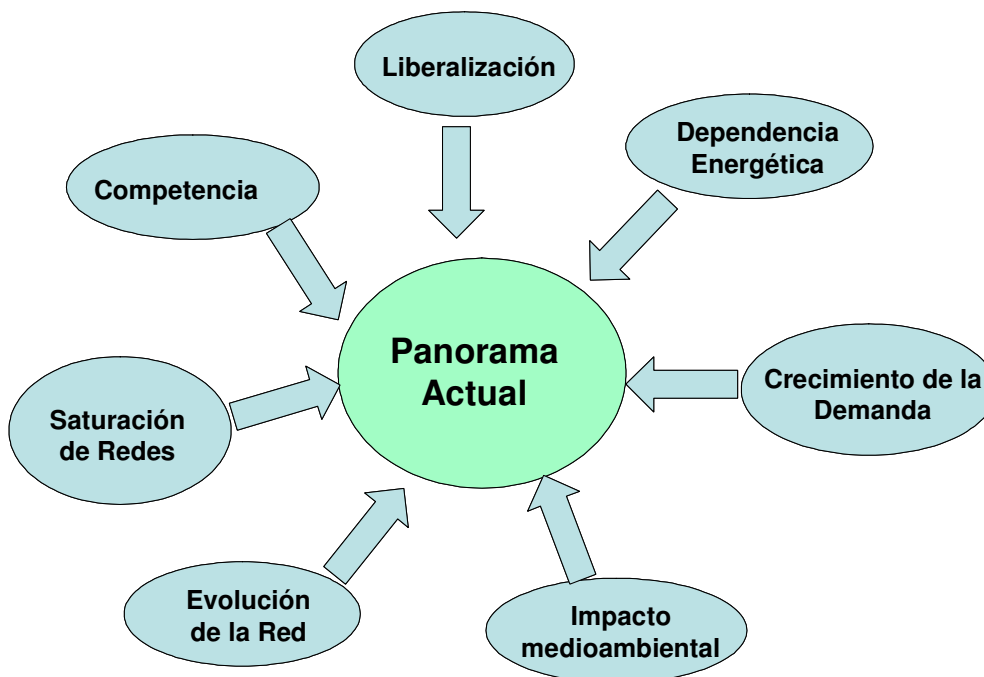
RESUMEN EJECUTIVO.....	4
LA PLATAFORMA ESPAÑOLA DE REDES ELÉCTRICAS	7
Misión de la plataforma	7
Justificación	8
Elementos cruciales del cambio	9
Objetivos de la Plataforma Española de Redes Eléctricas	13
Grupos de trabajo	13
INTRODUCCIÓN.....	16
Agenda de Investigación	16
Planificación temporal	17
ÁREAS TECNOLÓGICAS A IMPULSAR.....	18
1. Operación y Control	18
1.1 Equipos eléctricos avanzados	20
1.2 Comunicaciones y Automatización	21
1.3 Detección de faltas, reposición y calidad de servicio	22
1.4 Herramientas de soporte a la operación: aplicaciones en-línea y en modo simulación, fiabilidad de los sistemas	25
1.5 Recursos Energéticos Distribuidos	23
1.6 Conexión a los sistemas de control, integración de aplicaciones	26
2. Mantenimiento y gestión de vida	28
2.1 Desarrollo de los medios que permitan adquirir las señales digitalmente.	28
2.2 Mantenimiento basado en la gestión de vida de los activos	31
2.3 Sistemas avanzados en la toma de decisiones	33
3. Planificación y diseño de red	34
3.1 Desarrollo alternativo de la red	36
3.2 Incertidumbre en la planificación de la red	37

3.3 Equipos eléctricos	38
3.4 Alternativas de desarrollo de la red de eléctrica del futuro	40
3.5 Estrategias alternativas de desarrollo de la red del futuro	41
4. Medida	43
4.1 Equipos y tecnologías de medida y control para la interfaz con el cliente	45
4.2 Respuesta de la Demanda	47
4.3 Modelos de Negocio	49
5. Otras tecnologías a impulsar	55
FUTURED DENTRO DE LA INVESTIGACIÓN NACIONAL	59
 <u>ANEXOS</u>	
GRUPOS DE TRABAJO DE VISIÓN ESTRATÉGICA	3
LISTA DE PARTICIPANTES	4
BIBLIOGRAFÍA	5

Resumen Ejecutivo

FUTURED sintetiza la opinión de los principales actores relacionados con las redes eléctricas en España acerca del desarrollo de estas infraestructuras para contribuir a la reducción de la dependencia energética exterior y su impacto ambiental

Las redes de transporte y de distribución se han construido para suministrar, de forma segura y eficaz, la energía generada en escasas y predecibles fuentes, situadas geoestratégicamente para dar servicio a millones de personas en todo el territorio. Sin embargo, este paradigma está cambiando debido a la incorporación de nuevas y diversas fuentes de energía distribuidas en función de la fuente —y no de la demanda— y de nuevos requerimientos de demanda tanto en el sector industrial como en el sector residencial, derivados de la revolución digital actual. Las actividades de transporte, distribución e integración de energía eléctrica están transformándose en todo el mundo, y España no es ajena a todos estos cambios. Los principales factores que impulsan dicha transformación en el panorama actual se resumen en la siguiente figura



La Plataforma Española de Redes Eléctricas FUTURED se constituye a finales de 2005 con el fin de investigar las características de las redes del futuro y promover el desarrollo tecnológico necesario para facilitar su implantación. Un numeroso grupo de fabricantes, empresas eléctricas, universidades, centros tecnológicos y organismos de la Administración desean promover una visión capaz de impulsar la cooperación para modernizar la red, mejorando la funcionalidad y la seguridad de esta infraestructura crítica en España así como proporcionando un suministro de electricidad fiable, de mayor calidad y a un coste adecuado.

FUTURED, partiendo de un análisis riguroso de la situación actual, y en conformidad con los objetivos fijados por el Sector Eléctrico Español, visualiza cómo va a desarrollarse esa transformación, así como su impacto sobre la infraestructura de transporte y distribución.

El resultado es la red eléctrica del año 2025, una red capaz de satisfacer y garantizar necesidades eléctricas de todos los usuarios de una forma eficaz, firme, fiable y sostenible.

Para conseguirlo, FUTURED deberá incorporar potentes desarrollos tecnológicos tanto en software como en hardware y en aplicación de nuevos materiales, identificando las principales líneas tecnológicas a impulsar:

- ▶ Sistemas de información y comunicación
- ▶ Previsión y optimización
- ▶ Electrónica de potencia
- ▶ Materiales y sensores
- ▶ Integración de recursos y distribución activa.

La voluntad de cambio de los diferentes colectivos, el marco regulatorio y la evolución del progreso tecnológico configuran la transformación del sector, siendo especialmente relevante el apoyo político y legislativo del Estado y de sus Autonomías, que incentive y priorice los fondos públicos de I+D+i, y facilite un marco regulatorio objetivo y estable para una implantación progresiva.

En este contexto FUTURED se fija los siguientes **objetivos**:

- 1) Colaborar con las empresas del sector eléctrico español para que puedan desarrollar nuevos productos y servicios basados en la tecnología y la innovación.

- 2) Cooperar con los organismos competentes en el desarrollo de un marco regulatorio eléctrico español.
- 3) Reforzar la cooperación en I+D entre las compañías eléctricas, sus proveedores, los Centros de Investigación y la Universidad.
- 4) Colaborar con las instituciones en los planes de formación y difusión de las buenas prácticas para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica.

La consecución de estos objetivos con el año 2025 como horizonte, beneficiará directamente a la economía, al medio ambiente, a la seguridad y al conjunto de la ciudadanía española, y potencialmente a los diferentes actores del sector eléctrico y energético

FUTURED se convierte así en un **reto ilusionante** al tiempo que en la guía de empresas, industria, centros tecnológicos y universidades, **para desarrollar la tecnología necesaria** para que el futuro de las redes eléctricas les permita ser el soporte esencial y avanzado de la electricidad demandada por la sociedad.

Introducción

El concepto y la visión FUTURED requieren de una estructura —de una organización— que instrumente y facilite su concreción en nuevos desarrollos tecnológicos. La Plataforma Española de Redes Eléctricas FUTURED se constituye a finales de 2005 con el fin de definir el concepto y la visión de FUTURED, investigar las características de las redes del futuro y promover el desarrollo tecnológico necesario para facilitar su implantación. Un numeroso grupo de fabricantes, empresas eléctricas, universidades, centros tecnológicos y organismos de la Administración desean promover una visión capaz de impulsar la cooperación para modernizar la red, mejorando la funcionalidad y la seguridad de esta infraestructura crítica en España así como proporcionando un suministro de electricidad fiable, de mayor calidad y a un coste adecuado.

Misión

Misión de la plataforma

MISIÓN de la Plataforma Española de Redes Eléctricas - FUTURED

Propiciar la evolución tecnológica de las redes eléctricas de transporte y de distribución españolas, con el fin de propulsar el liderazgo tecnológico y el desarrollo sostenible así como de aumentar la competitividad de la sociedad.

Justificación, elementos cruciales del cambio

Justificación

JUSTIFICACIÓN de la Plataforma Española de Redes Eléctricas - FUTURED

Un suministro energético fiable, de calidad, respetuoso con el medio ambiente y menos dependiente de las fuentes fósiles externas es sinónimo de competitividad, de riqueza y, al mismo tiempo, de bienestar social. La voluntad de cambio de los diferentes colectivos, el marco regulatorio, la evolución del progreso tecnológico y el apoyo político y legislativo configurarán la evolución necesaria para afrontar nuevas oportunidades para el sector; en esta evolución, el usuario de energía eléctrica va a jugar un papel fundamental, como resultado de las nuevas estructuras de mercado y de las nuevas tecnologías.

Las actividades de transporte, distribución y operación del sistema eléctrico poseen una gran relevancia económica para nuestro país. Las grandes compañías eléctricas españolas desarrollan un negocio que se extiende no sólo por todo el territorio nacional, sino también por otros países del mundo. El sector energético al que pertenecen contribuye de forma muy importante al PIB nacional y tiene una gran importancia en términos de generación de empleo.

Alrededor de dichas compañías eléctricas se ha generado un amplio colectivo formado por los fabricantes de equipos, las ingenierías y las empresas de servicios. Los procesos de las grandes empresas energéticas se están transformando. Esta transformación provoca una demanda creciente de tecnología e innovación que, en muchos casos, se adquiere en el extranjero debido a la ausencia de desarrollos nacionales.



Asimismo, **el suministro energético es un factor de competitividad** fundamental para el sector industrial global, ya que supone uno de los elementos necesarios para la producción. Por ello, ha de ofrecer calidad y fiabilidad a unos costes competitivos.

Las demandas sociales de un bienestar creciente se fundamentan en la disponibilidad de un suministro energético de mayor calidad y seguridad. La sociedad actual exige unos requisitos mayores —en cuanto a cantidad y calidad— de la energía eléctrica que consume.

En las nuevas redes —necesarias para sustentar estas empresas y oportunidades—, existe un elemento crucial que se deriva del nuevo papel que éstas han de jugar como integradoras de múltiples agentes y, especialmente, de los consumidores finales, que van a jugar un papel determinante debido a su creciente acceso a oportunidades de negocio nacidas de su capacidad de implantar y gestionar sus propios recursos energéticos.

La creciente dependencia energética de las fuentes fósiles externas y los factores medioambientales influyen cada vez más en el escenario energético en general, y en particular, en el ámbito de la generación y el transporte de energía eléctrica. De manera creciente, la sociedad demanda un suministro eléctrico más respetuoso con el medio ambiente y mayor uso de las energías autóctonas renovables y de los sistemas de generación de alta eficiencia y bajas emisiones. Las restricciones sociales y medioambientales a la hora de construir nuevas líneas de transporte también son cada vez más exigentes.

Las decisiones tomadas actualmente sobre la planificación y la construcción de infraestructuras de transporte eléctrico necesariamente afectarán a las generaciones futuras. Por lo tanto, el desarrollo sostenible debe ser uno de los pilares de cualquier planteamiento sobre el futuro en esta materia.

Por último, se prevé que la actividad de suministro eléctrico genere nuevas oportunidades de negocio basadas en la tecnología y en la innovación en torno a conceptos tales como la integración de la generación distribuida y las energías renovables, la distribución activa, y la prestación de nuevos servicios inteligentes a los usuarios.

Elementos cruciales del cambio

Dinámica social y apoyo político y legislativo

Es necesario fomentar un cambio real en los diferentes actores del proceso energético para que cumplan un papel más activo. Las entidades públicas estatales y locales, así como los actores privados involucrados en la cadena de valor —productores, distribuidores y consumidores— y otros agentes emergentes, deberán tomar un mayor protagonismo en la dinámica de cambio necesaria para afrontar y superar los retos asociados a una red del futuro.

La disponibilidad de energía en sus estados finales resulta indispensable en la estructura actual de la sociedad y su demanda se ha vuelto más exigente en lo que respecta a la calidad y la continuidad del suministro. Por otra parte, la disponibilidad de los distintos productos energéticos y la utilización de los mismos provocan efectos sobre el medio ambiente: tanto globales (efecto invernadero) como locales (afección de zonas urbanas). Por lo tanto, el mercado de la energía se orienta de

acuerdo con factores económicos y sociales que influyen sobre la matriz energética y la forma de utilización.

Para un desarrollo equilibrado de la red del futuro, resulta imprescindible un apoyo político a diferentes niveles —Ayuntamientos, Autonomías y Estado— para lograr una legislación que permita los cambios necesarios para que esta red sea una realidad y se lleven a cabo los programas de información y concienciación ciudadana correspondientes.

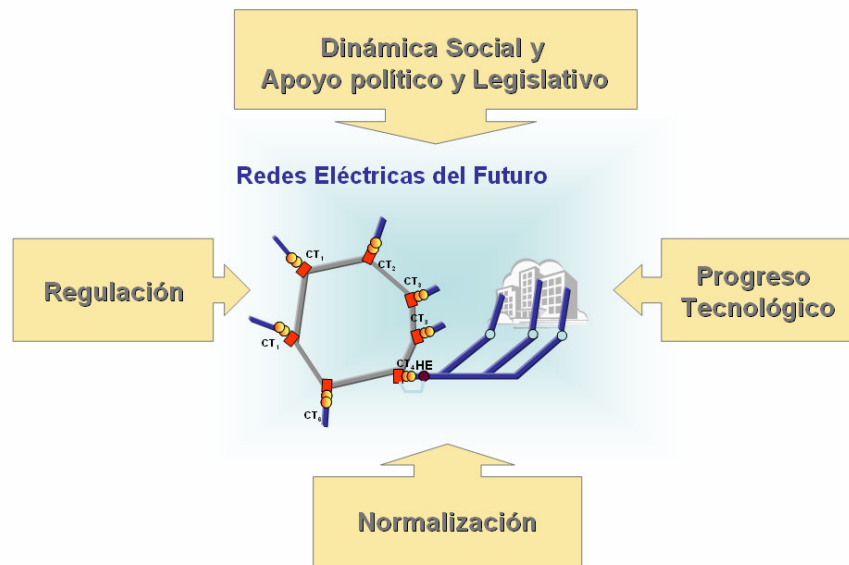
La regulación ha de proporcionar los mecanismos que permitan e incentiven dicho cambio; entre los más relevantes, se encuentran la generación de las señales adecuadas a los consumidores y permitir un margen de maniobra a los distribuidores para que equilibren el precio final con sus costes reales, de manera que se pueda abordar la fuerte inversión necesaria para completar la evolución tecnológica en el modelo de negocio eléctrico.

Además, las administraciones públicas deben generar los mecanismos necesarios para que todo ello sea factible en un tiempo razonable. De igual forma que la iniciativa pública ha adoptado un papel protagonista en la promoción de las fuentes renovables de energía, dicha iniciativa debe asumir este papel en la distribución y en el consumo de la energía eléctrica.

Entre las medidas precisas, es indispensable simplificar los trámites (y reducir los tiempos de resolución de los mismos) relativos a las adecuaciones de las instalaciones eléctricas, sobre todo y, fundamentalmente, en el tendido de nuevas líneas o en la modificación de las existentes y en la instalación de las nuevas subestaciones eléctricas, ya sean aéreas o subterráneas.

En resumen, resulta imprescindible el apoyo político y legislativo del Estado y de sus Autonomías, que incentive y priorice los fondos públicos de I+D+i, y facilite un marco regulatorio objetivo y estable para la implantación progresiva de los avances realizados.

A continuación, se expone un análisis más detallado de los elementos cruciales del cambio, esquematizados en la figura adjunta:



Regulación

La regulación es «la actividad pública de control de precios y de imposición de restricciones en el ejercicio de ciertas actividades económicas» (Shugart, 1990). Su función se identifica con la definición de un marco de actuación de los agentes económicos, las empresas reguladas y los consumidores y con el cumplimiento de este marco.

El sector de la energía, como prestatario de un servicio público de interés esencial, está sujeto a la regulación como forma de intervención económica —de mayor relevancia a partir de la privatización y la reestructuración iniciadas en los años ochenta— y, paralelamente, a un conjunto de normas de tipo técnico y operativo que determinan la estructura de funcionamiento de la actividad.

La actividad contemplada requerirá de regulación para la fijación de precios de referencia por parte de las instituciones públicas. Si éstos fuesen libremente pactados, podrá someterse a los principios de transparencia, no discriminación y normalización, a fin de asegurar un marco estable y armonizado con el resto de países europeos, capaz de respaldar un modelo que fomente la inversión en redes eficientes, la operación correcta, y que incentive la calidad del suministro.

Para ello, deben facilitarse criterios para el adecuado desarrollo de las actividades, procedimientos y componentes que materializan e influyen en las redes, y resuelven aspectos como los expuestos a continuación:

- Adecuación a la flexibilidad de la demanda y a las nuevas modalidades de generación.
- Criterios estándares de compatibilidad y conexión.

- Valoración del impacto en las inversiones.
- Actuación optimizadora de los OSD. .

Normalización

La normalización —la actividad de elaborar documentos (normas) de aplicación obligatoria con especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico— definirá las normas como fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad, objeto de las mismas. Dichas normas deberán ser aprobadas por un organismo de normalización reconocido.

De otro modo, no se garantizará la interoperabilidad de las diferentes soluciones tecnológicas. Por tanto, se dificultará su integración, lo que supondrá una barrera al desarrollo de dichas soluciones en la red.

Será necesaria una normalización de protocolos, de parámetros de conexión a la red de los distintos dispositivos, de límites de seguridad, de procedimientos de actuación, etc., si se quiere garantizar el despliegue real de soluciones tecnológicas a lo largo de red.

Progreso tecnológico

Los desarrollos tecnológicos deben adecuarse a la planificación y a los escenarios de innovación de la red futura, de manera que se inicien con la rapidez necesaria y estén disponibles en el momento preciso.

Conocidos el estado del arte, los recursos disponibles y la evolución de las distintas tecnologías, los incentivos para estas últimas estarán relacionados con las oportunidades, los costes, la demanda potencial y la eficiencia en las áreas de:

- Planificación, operación y control de sistemas eléctricos.
- Conexión a red, modelización y comportamiento ante perturbaciones.
- Nuevos materiales para redes de transporte y de distribución.
- Almacenamiento eléctrico.
- Impacto de la generación distribuida en la calidad de suministro de la energía.
- Aspectos ambientales y socioeconómicos.

Objetivos

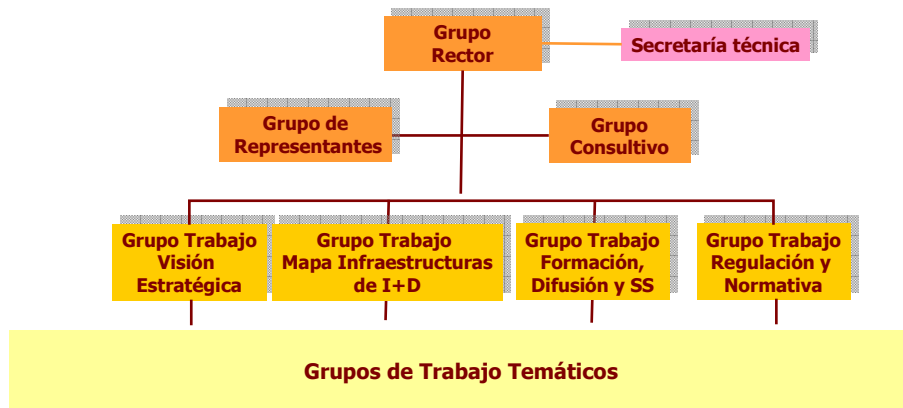
Objetivos de la Plataforma Española de Redes Eléctricas

- 1) **Colaborar con las empresas del sector eléctrico español para que puedan desarrollar nuevos productos y servicios basados en la tecnología y la innovación** para el nuevo escenario del suministro energético. Además, estos nuevos productos y servicios serán necesarios para la estabilidad y el acceso al mercado global en el futuro. Todo ello tendrá un impacto positivo en la generación de empleo.
- 2) **Cooperar con los organismos competentes en el desarrollo de un marco regulatorio eléctrico español** capaz de facilitar y promover el desarrollo armónico del Sistema Eléctrico.
- 3) **Reforzar la cooperación en I+D entre las compañías eléctricas, sus proveedores**, en especial las PYME, los Centros de Investigación y la Universidad.
- 4) **Colaborar con las instituciones y los agentes sociales en los planes de formación y en la difusión** de las buenas prácticas para el uso racional y sostenible de la energía eléctrica.

Estructura

Grupos de trabajo

Para dar respuesta a estos objetivos, la Plataforma Española de Redes Eléctricas se ha conformado en una serie de Grupos de Trabajo reflejados en el siguiente organigrama:



Grupo de Visión Estratégica

Su objetivo es definir la Visión de la plataforma, aportando un componente estratégico que permita a los agentes implicados no solo estar de acuerdo en la misión, sino también en el modo de alcanzar ese objetivo

Grupo Consultivo y de Representantes

El propósito de este doble grupo de trabajo es establecer un plan estratégico que permita mejorar la posición española en instituciones y organizaciones tanto nacionales como internacionales, asesorando e informando a los miembros que participan en tales organismos para que tengan conocimiento de la situación.

Grupo de Formación

Procura que en el ámbito de la formación se impartan materias concernientes a las innovaciones tecnológicas necesarias para propiciar la evolución y transformación de las actuales infraestructuras eléctricas a las del nuevo escenario de redes inteligentes y generación distribuida activa.

También es su misión sensibilizar a la sociedad para que comprenda la trascendencia de los cambios tecnológicos propiciados desde FUTURED.

Mapa de Infraestructuras de I+D

Su objetivo es la definición, a partir de un conocimiento de las capacidades actuales, de los recursos de Investigación y Desarrollo que precisará la red eléctrica a medio y largo plazo.

Grupo de Regulación y Normalización

Persigue establecer lazos de cooperación con los organismos políticos y legislativos con el fin de priorizar e incentivar los fondos públicos de I+D+i y facilitar un marco regulatorio eléctrico español que promueva una efectiva implantación y desarrollo de una red eléctrica avanzada.

Grupos de trabajo temáticos

Son grupos impulsados desde el grupo de Visión Estratégica, cuya finalidad es analizar la situación actual de las aplicaciones de la red eléctrica y sus tecnologías asociadas, y describir como debe de ser la transformación hacia las redes descritas en el documento de visión.

Existen dos categorías de Grupos de Trabajo temáticos:

- ▶ **Grupos Horizontales o de Aplicaciones**, liderados por empresas eléctricas:
 - Control y Operación
 - Planificación y Diseño de Red
 - Mantenimiento y Gestión de Vida
 - Medida, Eficiencia y Gestión de la Demanda

- ▶ **Grupos Verticales o de Tecnologías**, coordinados por centros de investigación y universidades:
 - Sistemas de Información y Comunicación
 - Software, modelización, previsión y optimización
 - Electrónica de potencia
 - Integración de Recursos Energéticos Distribuidos
 - Materiales, superconductividad y sensores

Introducción

Agenda de Investigación

Desde los grupos temáticos de Visión Estratégica de FUTURED se ha analizado cómo son las redes hoy y cómo deben ser las redes en el 2025, describiendo cómo será la transición de unas a otras. En este empeño se han encontrado una serie de carencias y necesidades tecnológicas que deben resolverse en los próximos años.

Para ello se ha establecido una **Agenda de Investigación**, esto es un plan de acción concreto que permite identificar las actuaciones necesarias a llevar a cabo para conseguirlo, comprendiendo acciones a corto-medio y medio-largo plazo, identificando barreras y oportunidades, y estimando los recursos necesarios.

En este plan se identifican una serie de objetivos y proyectos estratégicos agrupados en diversas líneas de investigación entorno a cuatro áreas funcionales:

- Control y Operación
- Planificación y Diseño de Red
- Mantenimiento y Gestión de Vida
- Medida, Eficiencia y Gestión de la Demanda

En la elaboración de estos objetivos ha sido indispensable la participación de los fabricantes, centros tecnológicos y universidades, que desde su conocimiento, han enriquecido esta agenda con sus aportaciones, consiguiendo que no se pierda el contacto con la tecnología y sus expectativas.

Planificación temporal

Desde el punto de vista temporal se distinguen:

- ▶ Proyectos a impulsar a corto-medio plazo (horizonte hasta 5 años) - Proyectos innovadores que sirvan para motivar e impulsar actividades de los agentes involucrados en la industria.
- ▶ Planes de Investigación a medio y largo plazo (superior a 5 años) - Planes de investigación que sirvan como orientación y sugerencia a los Ministerios y autoridades públicas. En estos planes tendrán especial relevancia el desarrollo de nuevas tecnologías.

1.- Operación y Control

1. Operación y Control

¿Cómo será la red del 2025?

El operador del 2025 se encontrará probablemente frente a una red mucho más optimizada y diversa en equipos y tecnologías, trabajando por tanto más cerca de sus límites de una forma mucho más eficaz.

Tendrá que hacer frente a criterios de calidad de servicio más estrictos; (el tiempo de interrupción dejará de ser un criterio de calidad de servicio; la no interrupción se entenderá “por defecto”), lo que obligará a tiempos de reacción en la operación y control mucho más cortos.

Además será una red mucho más abierta y liberalizada.

¿Cómo será la Operación de esa red?

Jerarquizada: automatizada en su grado máximo en los niveles inferiores y operada en un nivel superior:

▶ En los despachos:

Todas las labores rutinarias están automatizadas (trabajos y averías) y supervisadas por los operadores

Los sistemas son capaces de enviar órdenes y consignas a los elementos de campo como resultado de programas de optimización actuando en lazo cerrado

- ▶ En campo el uso generalizado de automatismos locales establece un primer nivel de actuación que llega hasta las cabeceras de la red de baja tensión.
- ▶ La operación local se gestiona automáticamente, marcando de forma inequívoca la zona de trabajo, y con acceso a toda la información necesaria en tiempo real

Absolutamente **segura** para personas y equipos, garantizando la calidad de servicio en todas sus facetas.

Coexiste con el entorno medioambiental de forma **sostenible**: la Gestión de la Demanda aplanará la curva de la demanda, minimiza las puntas de invierno y verano, y permite operar las plantas de generación en sus puntos de máximas eficiencia energética.

Transparente y accesible de forma generalizada a nuevos agentes activos.

Líneas de investigación

Analizando con detenimiento la visión ofrecida en los párrafos anteriores y su comparación con el estado del arte actual, se observan una serie de carencias técnicas que la tecnología debería ayudar a resolver con distinto nivel de urgencia.

Se han identificado con líneas de proyectos a medio-largo plazo aquellas cuyo desarrollo afecta directamente la instalación de elementos en campo. Los despliegues sobre el terreno son siempre complicados y costosos, tanto por su volumen como por su dispersión, por lo que si se quiere incorporar cualquier tecnología es necesario que se haga cuanto antes y de la forma más estandarizada posible.

Se han identificado como líneas de investigación a **corto y medio plazo**:

- 1) Equipos Eléctricos avanzados
- 2) Comunicaciones y Automatización

Este despliegue además condicionará otras líneas de investigación más elaboradas que se apoyarán en las capacidades de los equipos de campo. Estas se han identificado en líneas a **medio y largo plazo**:

- 3) Detección de faltas, reposición y calidad de servicio
- 4) Recursos energéticos distribuidos
- 5) Herramientas de apoyo a Operación
- 6) Conexión externa a los sistemas de control

1.1 Equipos eléctricos avanzados

OBJETIVO:

Además de la incorporación de funciones y automatización local, los equipos del futuro deberán ser capaces de predecir y reportar fallos para anticipar la labor de operación. Para ello podrán ser accedidos y analizados en tiempo real por el operador.

Todos los equipos que se desarrollen deben de alta fiabilidad ya que se les dotará de mayor nivel de responsabilidad.

Proyectos Potenciales:

- 7) Accesibilidad de equipos eléctricos
- 8) Incorporación de equipos de electrónica de potencia
- 9) Elaboración de modelos predictivos y autodiagnóstico

1.1.1. Accesibilidad de equipos eléctricos

Se prevé que los equipos de campo sean completamente **visibles**, es decir, puedan proporcionar cualquier información que se le solicite en modo remoto, e incluso cambios de parametrización. Esto va a requerir elaborar unos estándares que cumplan con las necesidades de seguridad y eficiencia requeridas.

Se prestará especial atención a la accesibilidad a equipos de Protecciones, Detectores de Falta y Osciloperturbógrafos.

1.1.2. Incorporación de equipos de electrónica de potencia

El desarrollo de la electrónica de potencia en el campo de la alta tensión permite la realización de diferentes equipos FACTS que controlan los flujos de potencia y mejoran la operación del sistema. Estos equipos aumentan la capacidad de suministro de las redes de transporte actuales y un aumento de su robustez.

También se deben considerar equipos para controlar los flujos de potencia, mejorar la estabilidad y asegurar la calidad de la energía suministrada por los sistemas de distribución eléctricos. Estas funciones se realizarán en coordinación con otros equipos del sistema de distribución. También en las subestaciones eléctricas se ubicarán y gestionarán equipos basados en la electrónica de potencia que apoyarán la operación y control de todo el sistema. Estos equipos incluirán interruptores y sistemas de protección basados en interruptores estáticos.

1.1.3. Elaboración de modelos predictivos y autodiagnóstico

Elaboración de equipos de campo inteligentes, capaces de elaborar un autodiagnóstico y comunicar al centro de control y a operación local cualquier mal función detectada.

Esto equipos permitirán aumentar el nivel de predictibilidad del mantenimiento y a su vez los niveles de calidad de suministro.

1.2 Comunicaciones y Automatización

OBJETIVO:

Se prevé unas necesidades de automatización en las redes para las que las comunicaciones actuales no están diseñadas. Asimismo en este campo deben de potenciarse la adopción de estándares y soluciones que faciliten la incorporación masiva de equipos a la red, y soporten la multiplicación de agentes involucrados.

La seguridad y la confidencialidad serán elementos clave en este apartado.

Proyectos Potenciales:

- 1) Soluciones de comunicaciones para la automatización masiva
- 2) Elaboración de estándares y normalización
- 3) Proyectos pilotos con amplia penetración de la automatización

1.2.1. Soluciones de comunicaciones para la automatización masiva

Las necesidades de automatización van a arrastrar otras muy fuertes en el campo de las comunicaciones. Será necesario manejar un gran volumen en tiempo real utilizando redes de comunicaciones potentes, fiables y seguras.

Se prestará especial atención a la información de Protecciones, Detectores de Falta y Osciloperturbógrafos. Esta será tratada en tiempo real junto a los datos de telecontrol, para facilitar la toma de decisiones.

1.2.1. Elaboración de estándares y normalización

Además de la automatización, la liberalización del mercado y otros factores van a requerir un intercambio de información de forma generalizada con todos los agentes (mercado, mantenimiento, clientes etc...) y equipos implicados con los sistemas de operación y control.

Será necesaria la elaboración de estándares para hacer accesible la información de operación y control de la forma más transparente posible, pero al mismo tiempo blindada al intrusismo.

1.2.2. Proyectos piloto de automatización

Son deseables proyectos piloto en donde se despliegan las distintas tecnologías, arquitecturas y medios de comunicación para dar soporte a la automatización. En estos pilotos se debe demostrar su escalabilidad y capacidad para dar cobertura masiva a la automatización de las redes de distribución.

Será importante ver como resuelven los problemas derivados del volumen de información y comprobar su impacto en la calidad de servicio., tiempos de reposición etc...

1.3 Detección de faltas, reposición y calidad de servicio

OBJETIVO:

Mejorar la calidad de servicio. Para ello es esencial potenciar primero un mejor control de esa calidad y posteriormente realizar acciones correctoras.

Para mejorar la calidad de servicio es necesario localizar con mayor rapidez las faltas para su posterior aislamiento. Estrategias de reposición automática combinadas con una gestión más eficaz de las brigadas nos aproximarán a este objetivo.

Proyectos Potenciales:

- 1) Sistemas de detección de faltas inteligentes y reposición de servicio
- 2) Movilidad, gestión de brigadas
- 3) Equipos electrónicos de control y mejora de calidad de onda
- 4) Sistemas de protección de área amplia basados en WAMS.

1.3.1 Sistemas de detección de faltas inteligentes y reposición de servicio

Localizar con rapidez las faltas, su despeje e inmediata reposición son un factor clave en la mejora calidad de servicio. A partir de equipos locales desarrollados en la línea 1.1.1 aplicativos basados en el conocimiento de la topología en tiempo real serán capaces de despejar y aislar todo tipo de faltas en la red de forma automática.

Estos sistemas de detección de faltas serán inteligentes y las identificarán de forma precisa e inequívoca, y las comunicarán en el momento que se produzcan e incluso predecirlas con antelación.

Será importante sustentar la efectividad de estos desarrollos con prototipos reales y demostraciones sobre el terreno.

1.3.2. Movilidad, gestión de brigadas

Contamos con que la red del futuro estará muy automatizada pero es seguro que dependerá en gran medida del factor humano. Utilizar los recursos disponibles más eficazmente tendrá una repercusión importante en la calidad de servicio.

Proyectos en los que se optimicen las personas disponibles para averías y mantenimiento en coordinación con el centro de control serán de gran utilidad.

1.3.3. Equipos electrónicos de control y mejora de calidad de onda

Deben facilitar la información de la calidad de servicio individualizada a los propios clientes interesados, de forma que pueda ser un factor a tener en cuenta al negociar con las empresas suministradoras y que estas podrán ofrecer como producto.

Dispositivos basados en electrónica de potencia diseñados adecuadamente permiten la mitigación de las perturbaciones. Para su desarrollo se deben identificar las topologías necesarias para cada nivel de tensión y aplicación y las técnicas de control más eficaces. Los equipos tradicionales orientados a esta función deben ser sustituidos por tecnologías mucho más eficientes.

1.3.4. Sistemas de protección de área amplia basados en WAMS

Desde el punto de vista de las grandes redes se hacen necesarios sistemas de medida de fasores en tiempo real WAMS (Wide area Monitoring systems). Experiencias en las que seleccionados una serie de nudos representativos de la red permitan obtener conclusiones claras del estado de la red para anticipar y prevenir grandes incidentes.

1.4 Recursos Energéticos Distribuidos

OBJETIVO:

Se pretende aprovechar al máximo la contribución que los recursos energéticos distribuidos pueden proporcionar a la operación y sostenimiento del sistema eléctrico, y facilitar su incorporación al mismo.

Estudiar las posibilidades reales de las microrredes como caso particular, y desarrollar a su vez un porfolio de nuevos servicios que estos recursos distribuidos pueden y deben proporcionar.

Será importante no solo incorporar la relación con los operadores eléctricos sino también con el Mercado.

Proyectos Potenciales:

- 1) Gestión de la demanda y aprovechamiento masivo de recursos energéticos distribuidos
- 2) Microrredes
- 3) Desarrollo de nuevos servicios energéticos
- 4) Agregación de Recursos Energéticos Distribuidos
- 5) Integración de sistemas de almacenamiento energético

1.4.1. Gestión de la demanda y aprovechamiento masivo de recursos energéticos distribuidos

Los recursos energéticos distribuidos (DER) son visibles y contribuyen al mantenimiento del sistema, pudiendo los sistemas de operación utilizar sus recursos cuando sea necesario en base a reglas de mercado.

El equilibrio entre la generación y la demanda se controlará en tiempo real gracias a la aplicación intensiva de las diversas tecnologías de la información y comunicación, nuevos equipos permitirán llevar esta tecnología hasta cualquier punto de consumo.

1.4.2. Microrredes

Como caso particular de la línea de proyectos anterior. Proyectos de microrredes en los que se permite operar en modo de isla. Explorar las ventajas y beneficios que esto puede reportar a la operación del sistema.

1.4.3. Desarrollo de nuevos servicios energéticos

Derivado de la incorporación masiva de generación distribuida en las redes investigar la aparición de nuevos servicios energéticos, cómo se regulan y cómo se gestionan.

1.4.4. Integración de Recursos Energéticos Distribuidos

Como caso particular de los anteriores pero para destacar su utilidad, se plantean proyectos en los que el aprovechamiento de los recursos distribuidos se hace de forma agregada para simplificar los interfases entre agentes y proporcionar economía de escala. Desarrollar como debe llevarse a cabo esa agregación de la forma más efectiva.

Estudio de productos y servicios que se pueden dar en este ámbito. Como beneficia esto a la operación y mantenimiento del sistema.

1.4.5. Integración de sistemas de almacenamiento energético

Son un caso particular de recurso energético distribuido pero de especial relevancia y aun poco maduro.

Proyectos que analicen su impacto sobre la operación del sistema.

1.5 Herramientas de soporte a la operación: aplicaciones en-línea y en modo simulación, fiabilidad de los sistemas

OBJETIVO:

Se hacen necesarias aplicaciones que ayuden al operador en tiempo real a mantener la seguridad de la red y a racionalizar la operación, contemplándose incluso el envío automático de órdenes a campo. Asimismo son necesarios entornos de simulación donde puedan evaluarse acciones sin ejecutarlas directamente para la planificación a corto plazo o simplemente para formación de operadores. Son especialmente escasas y necesarias para redes de distribución.

Por otro lado, la fiabilidad de la estructura de control debe ser por su criticidad considerada como clave en el desarrollo de aplicaciones para los centros de control.

Proyectos Potenciales:

- 1) Aplicaciones en-línea para redes eléctricas
- 2) Herramientas de simulación y optimización
- 3) Re-configuración óptima de circuitos en redes de Distribución
- 4) Fiabilidad de la estructura de control

1.5.1. Aplicaciones en-línea para redes eléctricas

Cada vez más se hacen necesarias aplicaciones que ayuden al operador en tiempo real a mantener la seguridad de la red y a racionalizar la operación, contemplándose incluso el envío automático de órdenes a campo. Son especialmente escasas y necesarias para redes de distribución.

La monitorización de la actividad de la red permitirá mantener viva una base de conocimiento que ayudará a detectar puntos débiles.

Modelos predictivos permiten a operación anticiparse a congestiones o problemas en la red antes de que ocurran.

En el caso de las redes de transporte se quiere avanzar en sistemas de control de nueva generación, capaces de determinar el estado del sistema y su diagnóstico en tiempo real, (e incluso más rápido que tiempo real).

1.5.2. Herramientas de simulación y optimización

Son necesarios entornos de simulación donde puedan evaluarse acciones sin ejecutarlas directamente para la planificación a corto plazo o simplemente para formación de operadores. La información recibida de la propia red se utilizará para mantener y mejorar la sintonía entre los modelos y la realidad.

Son especialmente escasas y necesarias para redes de distribución.

1.5.3. Reconfiguración óptima de circuitos en redes de Distribución

Como caso particular de las anteriores obtener la configuración óptima de la red, en especial la de distribución, utilizando funciones de optimización de: seguridad y pérdidas, incluso capaces de hacer esta configuración de forma automática.

Incluyen aplicativos en tiempo real que ayudan al operador a explotar la red en su punto óptimo (pérdidas, seguridad, ...)

1.5.4. Fiabilidad de la estructura de control, características de los sistemas

La infraestructura de control debe ofrecer una fiabilidad del 100%, incluso ante contingencias catastróficas. Por ello deben investigarse formas de conseguirlo de la manera más eficiente, aunque no por ello los sistemas deben quedar reducidos a ambientes cerrados y propietarios.

Todo lo contrario, los sistemas serán suficientemente abiertos para garantizar su crecimiento ilimitado y permiten la inclusión de cualquier tipo de funcionalidad y/o tecnología de cualquier suministrador, manteniendo la fiabilidad requerida.

1.6 Conexión a los sistemas de control, integración de aplicaciones

OBJETIVO:

Se pretende explorar el valor añadido de relacionar los sistemas de control (tradicionalmente aislados) con otros sistemas corporativos: clientes, mantenimiento, inventario, etc... Potenciar la utilización de un único modelo de red para todos los ámbitos de la empresa eléctrica, y utilizado también por operación para gestionar correctamente todos los trabajos y averías.

Proyectos Potenciales:

- 1) Coordinación de la operación con los sistemas de clientes y medida
- 2) Incorporación de la Operación al modelo único de red para toda la empresa
- 3) Coordinación con el inventario de protecciones, y análisis de incidentes
- 4) Manejo e interoperabilidad de grandes bases de datos

1.6.1. Coordinación de la operación con los sistemas de clientes y medida

Proyectos que investiguen el valor añadido de sincronizar los sistemas de control con los de clientes. Información al cliente, control de calidad de servicio, respuesta ante quejas, acceso a históricos de calidad, ayuda en el control del fraude, mejora de pérdidas etc...

1.6.2. Incorporación de la Operación al modelo único de red para toda la empresa

Potenciar la utilización de un único modelo de red multifunción, para todos los ámbitos de la empresa eléctrica, y empleado también por operación para gestionar correctamente todos los trabajos y averías.

Proyectos que incorporen funcionalidad geográfica y de inventario a la operación y simplifiquen el mantenimiento de la cartografía de red y las bases de datos de los sistemas de control.

1.6.3. Coordinación con el inventario de protecciones, y análisis de incidentes

Igualmente se quiere desarrollar interfases entre los sistemas de operación e inventarios de protecciones, para facilitar el análisis de incidentes y coordinación de protecciones por un lado, y mejorar el conocimiento del operador en situaciones de emergencia.

1.6.4. Manejo e interoperabilidad de grandes bases de datos

Proyectos encaminados a facilitar el manejo de gran cantidad de información como es el caso de los sistemas de control y su cruce con las de otros sistemas corporativos.

Estudio de estándares de datos y herramientas.

2.- Mantenimiento y gestión de vida

2. Mantenimiento y gestión de vida

¿Cómo deberá evolucionar el mantenimiento de cara al 2 025?

El mantenimiento a futuro se entiende como un mantenimiento racional, óptimo y convenientemente centrado en las necesidades reales y ajustadas de la instalación. Los equipos tendrán capacidad de autodiagnóstico, se integrarán las tecnologías digitales de futuro y los modelos de gestión y las tecnologías de información estarán lo suficientemente desarrollados y con un grado de penetración tal en las organizaciones que permitirán la maximización del funcionamiento de los activos con la mínima actividad de mantenimiento que garantice su funcionamiento óptimo.

El planteamiento de la agenda de Mantenimiento y Gestión de Vida consiste en dotar primeramente de las tecnologías y herramientas necesarias y disponibles según el estado del arte. Consolidar los modelos adecuados de gestión de la información y del mantenimiento. Y por último tratar de conseguir el mayor grado de automatización posible en la gestión del mantenimiento.

2.1 Desarrollo de los medios que permitan adquirir las señales digitalmente.

Objetivo:

Disponer de los medios suficientes para la integración completa de la tecnología digital en las instalaciones eléctricas. Para ellos se precisa disponer de equipos y sensores que sean capaces de traducir el comportamiento de las instalaciones en entornos digitales que permitan la toma de decisiones on line, y prácticamente en tiempo real. Es preciso de disponer de señales de los equipos desde la captación hasta la actuación en caso oportuno, de forma fiable, robusta y contrastada.

PROYECTOS POTENCIALES

- 1) Transformadores ópticos y/o Transformadores digitales
- 2) Sensores inteligentes y de autodiagnóstico.
- 3) Captación de parámetros dinámicos de las instalaciones (temperatura, carga, velocidad del viento, etc.)
- 4) Monitorización on-line de descargas parciales
- 5) Desarrollo e implementación del IEC 61850 de forma completa.

2.1.1 Transformadores ópticos y Transformadores digitales

Actualmente la captación de las señales en las subestaciones se realiza con transformadores de tecnología convencional. Las tendencias en el mercado junto con la tecnología digital indica que en breve estarán disponibles en el mercado transformadores de tecnología digital. Esta evolución conlleva una mejora significativa en determinados ámbitos. El cableado que se requiere es menor, la seguridad de los dispositivos de captación se aumenta considerablemente, y además, la subestación aumenta en eficiencia al reducirse los consumos debidos a las pérdidas que genera la medida, que prácticamente se reducen a cero.

2.1.2 Sensores inteligentes y de autodiagnóstico.

Disponer del estado real de los equipos para poder determinar su estado se convertirá en una tarea más o menos sencilla dependiendo de la información que se pueda extraer de los mismos. Por ello el papel de los sensores, que nos comuniquen los parámetros, su estado, y la información que se considere relevante de los activos, nos permitirá una mejor gestión de su vida útil, o incluso su autogestión por medio del autodiagnóstico.

2.1.3 Captación de parámetros dinámicos de las instalaciones (temperatura, carga, velocidad del viento, etc.)

Integrar las condiciones y parámetros de funcionamiento al que se ven sometidas las instalaciones permitirá conocer con mayor grado de detalle los esfuerzos a los que se ven sometidas. Esto posibilitará disponer de mayor número de datos que permitan la integración de información activa (de los propios equipos) y contextual (de su entorno de funcionamiento) de modo que se disponga de la información realmente relevante de cara a su correcta gestión.

2.1.4 Monitorización on-line de descargas parciales

La mayor parte de las averías que se producen en las líneas subterráneas se producen en los empalmes de los conductores. Poder anticipar los problemas que se produzcan en los mismos mediante la monitorización on-line de las descargas parciales, permitirá gestionar de forma correcta las averías que se puedan producir así como la anticipación y corrección de defectos de montaje, instalación o vida útil.

2.1.5 Desarrollo e implementación del IEC 61850 de forma completa.

La implementación de forma completa de protocolos emergentes de comunicaciones entre dispositivos electrónicos abrirá la puerta de forma definitiva a un futuro digital de las instalaciones. Tener la posibilidad de colocar de forma eficaz una red Ethernet en las instalaciones, de forma que los equipos de las mismas se puedan conectar y comunicar (interoperar) de forma eficiente, facilitará la labor de gestión y mantenimiento.

BARRERAS

Las barreras identificadas son:

- ▶ Falta de la evolución en el mercado de los equipos que permitan el desarrollo de los proyectos mencionados.
- ▶ Disponibilidad de mercado de equipos digitales que sean capaces de integrarse en el protocolo 61850 y cumplir la funcionalidad del bus de proceso.
- ▶ Tener organizada la estructura de datos necesarios para la gestión y mantenimiento de los equipos de control y protección digitales.
- ▶ Formación de perfiles adecuados al nuevo modelo de protocolo de comunicaciones en Subestaciones.

2.2 Mantenimiento basado en la gestión de vida de los activos

Objetivo:

El objetivo a medio plazo consiste en mantener las instalaciones de forma óptima. Esto implica realizar actuaciones, solo y cuando es necesario. Dicho de otra forma, en el momento oportuno. En ocasiones se observa que se realizan actividades de mantenimiento programadas que no eran necesarias considerando la vida útil del bien a mantener. Esto nos lleva a pensar que hay que evolucionar hacia modelos de mantenimiento que consideren el momento adecuado de la acción a realizar. Adicionalmente cabe pensar en soluciones constructivas, materiales y equipos que hagan posible la tendencia hacia el no-mantenimiento.

- 1) Políticas de No-Mantenimiento. Desarrollo integral de soluciones SF6.
- 2) Desarrollo e implementación de protocolos de comunicación normalizados externos a las Subestaciones.
- 3) Gestión optimizada de activos.
- 4) Monitorización on-line de la red de transporte y distribución eléctrica.
- 5) Mantenimiento basado en la gestión de la vida del activo, la fiabilidad y la reducción del riesgo.

PROYECTOS POTENCIALES

2.2.1. Políticas de No-Mantenimiento. Desarrollo integral de soluciones SF6.

El SF6, permite programar actividades de mantenimiento muy dilatadas en el tiempo, contrastando fuertemente con equipos cuyo dieléctrico sea distinto, bien aceite, bien aire. La penetración de equipamiento SF6 continua siendo parcial en el mercado europeo, por lo tanto, la búsqueda, incentivo y aprovechamiento de soluciones de gran penetración en otros mercados como el asiático (benchmarking) permitirá cambiar algunos modelos o patrones de mantenimiento de ciertos equipos, tales como los transformadores de potencia.

2.2.2. Desarrollo e implementación de protocolos de comunicación normalizados externos a las Subestaciones.

Una vez desarrollado el protocolo de comunicación interno de las subestaciones (IEC 61850) de forma completa y contrastada, se centrarán los esfuerzos en extender las posibilidades de normalización de la comunicación de forma externa a las mismas.

2.2.3. Gestión optimizada de activos.

Conocer el estado de la vida real de los activos permitirá estimar de forma más exacta su vida útil. Esto permitirá realizar de forma más efectiva una previsión de las inversiones necesarias, tanto por necesidades de reemplazo más inmediatas, como por mejora de la estimación de la vida útil, y por tanto, retraso de otras inversiones programadas.

2.2.4. Monitorización on-line de la red de transporte y distribución eléctrica.

Para poder tomar decisiones que colaboren en la gestión optimizada de activos, será conveniente disponer de datos de funcionamiento real de la red de transporte y la red de distribución. Existen actualmente instalaciones en la red, con diversas tecnologías y materiales de soporte, que se han ido introduciendo según el progreso del mercado, la tendencia de precios de los materiales, y la experiencia acumulada (economías de escala). Aunque las previsiones de algunas instalaciones son a 40 años, es bien sabido que hay instalaciones con mayor vida útil actualmente, y con una esperanza de vida todavía por definir de forma exacta. La monitorización ayudará a conocer de forma más precisa el estado actual, las necesidades de mantenimiento y la política de re-inversión necesaria.

2.2.5. Mantenimiento basado en la gestión de la vida del activo, la fiabilidad y la reducción del riesgo.

Todo lo anterior combinado y considerado en un modelo de gestión eficiente, debe conllevarnos al cambio del modelo de mantenimiento actual. No se abandonará el mantenimiento correctivo, ni tampoco se realizará únicamente mantenimiento predictivo o preventivo. Sin embargo, el futuro pasa por ajustar y programar qué tipos de mantenimiento son los necesarios en función la vida del activo, su fiabilidad calculada y estudiada, y el riesgo que implicará tomar tales decisiones.

BARRERAS

Las barreras identificadas son:

- ▶ Falta de desarrollo en nuevas tecnologías de Transformadores de Potencia.
- ▶ Cambio cultural de la forma de mantener las instalaciones.
- ▶ Formación de perfiles adecuados al nuevo modelo de Mantenimiento.

2.3 Sistemas avanzados en la toma de decisiones

Objetivo:

Considerando la integración digital completa de las instalaciones, y los modelos de gestión optimizados, se hace necesario el desarrollo de tecnologías de las comunicaciones que automaticen la gestión y la toma de decisiones en las instalaciones eléctricas. Teniendo en cuenta que se han de tener los elementos de control, maniobra y protección de la red ordenados, unificados y normalizados, gestionados a través de un modelo eficiente, el siguiente paso será el de la introducción de un motor de decisión que considere el estado actual de la instalación, pondere y sea capaz de anticiparse a estados futuros próximos, resuelva los conflictos de explotación que se puedan presentar y tengo una visión global de los parámetros ideales del sistema para tratar de tener a ellos. Debe ser capaz de realizar el tratamiento de la información, conjuntamente con una estrategia de TIC (tecnologías de la información y comunicación) de forma eficiente y autónoma, lo que nos situará a las puertas de trabajo del no-mantenimiento o de la no-gestión de las instalaciones.

PROYECTOS POTENCIALES

- 1) Sistema inteligente de toma de decisiones en una red eléctrica
- 2) Modelos de mantenimiento basados en sistemas expertos de Redes Inteligentes

2.3.1. Sistema inteligente de toma de decisiones en una red eléctrica

La introducción de un motor avanzado que automatice la recogida y toma de decisiones, de tal forma que permita escoger la más adecuada en cada momento facilitará y dará otra vuelta de tuerca a la gestión de la vida útil de los activos y el mantenimiento en general.

2.3.2. Modelos de mantenimiento basados en sistemas expertos de Redes Inteligentes

El mantenimiento y por tanto su modelo de gestión, evolucionará previsiblemente ante la automatización de las tecnologías de información. Esto supondrá la gestión integral de los datos, y la correcta disposición de un motor que dinamice todo para la toma avanzada de decisiones.

3. – Planificación y diseño de Red

3. Planificación y diseño de red

Introducción

Algunos de los grandes retos que se vislumbran para poder mantener las prestaciones de la red eléctrica actual a partir del año 2025 son:

- ▶ la dificultad para construir instalaciones nuevas, sobre todo líneas aéreas
- ▶ la incertidumbre de la ubicación de la nueva generación
- ▶ la integración de gran cantidad de generación distribuida
- ▶ los condicionantes medioambientales cada vez más estrictos

Uno de los temas de mayor relevancia en las redes eléctricas del futuro es la dificultad para construir nuevas infraestructuras, especialmente líneas aéreas. Ello hará necesario mejorar el aprovechamiento de las infraestructuras existentes recurriendo a mejorar y ampliar la capacidad de las mismas en lugar de construir nuevas.

Otro de los temas de gran relevancia es el gran desarrollo de la generación distribuida, que aunque para algunos aspectos puede representar una ayuda para el sistema para otros supone un reto. Entre las dificultades que incluye el gran desarrollo de la generación distribuida se encuentran las siguientes:

- ▶ generalmente se trata de instalaciones no gestionables
- ▶ en muchos casos ubicada en lugares con poco consumo y por tanto poca infraestructura de red
- ▶ en el caso de fuentes primarias de energía renovable, es una generación aleatoria
- ▶ hay que adaptar las protecciones

Para hacer frente a los aspectos mencionados, ante la dificultad de seguir desarrollando la red como hasta ahora y la necesidad de tener una red “flexible”, se apuntan algunas posibles soluciones:

- Utilización de conductores especiales y repotenciación de las infraestructuras existentes, y líneas de alta capacidad (superconductividad, GIL, ...).
- La utilización de FACTS, y otros dispositivos con electrónica de potencia, para controlar los flujos de potencia y las tensiones en las redes de transporte y distribución, así como para acondicionar la calidad de onda o limitar las corrientes de cortocircuito allá donde sea necesario.
- Crear herramientas que permitan prever los lugares de futura instalación de generación. Crear herramientas que ayuden a la predicción de la producción y de la demanda, teniendo en cuenta las instalaciones renovables y la gestión de la demanda, entre otros.
- Instalar medios de almacenaje de energía conectados a la red, con distintos tiempos de respuesta.
- Desarrollar la regulación que permita que la generación distribuida sea gestionable (dentro de sus limitaciones técnicas).
- Planificar las redes de distribución con unas prestaciones cercanas a las de las redes de transporte.
- Desarrollar mecanismos de mercado nuevos que penalicen/bonifiquen según las pérdidas asociadas al punto de conexión (aplicable a la generación y/o a la demanda). Esto se puede realizar, por ejemplo, mediante la aplicación de restricciones locales o repercutiendo costes de transporte y distribución específicos de cada localización.

Líneas de investigación

A la vista de los retos se observan una serie de carencias que la investigación debería ayudar a resolver con distinto nivel de urgencia.

Se han identificado como líneas de investigación a **corto y medio plazo** aquellas que cubren necesidades más urgentes y que son directamente abordables en la actualidad:

- 1) Desarrollo alternativo de la red
- 2) Incertidumbre en la planificación de la red
- 3) Equipos eléctricos

Se han identificado con proyectos a **medio y largo plazo** aquellas líneas de investigación que suponen cambios más importantes sobre el modelo de desarrollo de red actualmente vigente y que por tanto necesitan mayor tiempo de maduración:

- 4) Alternativas de desarrollo de la red de distribución del futuro
- 5) Alternativas de desarrollo de la red de transporte del futuro

3.1 Desarrollo alternativo de la red

OBJETIVO:

En los últimos años ha crecido el rechazo a las nuevas infraestructuras de red y con él los plazos de tramitación (y por tanto los de puesta en servicio) se han alargado y en algunos casos no se consiguen construir las líneas necesarias. Sin embargo, el continuo crecimiento de la demanda y las nuevas instalaciones de generación hacen necesaria la ampliación de las redes.

Es necesario evaluar, técnica y económicamente, distintas alternativas para aumentar las prestaciones de las redes existentes minimizando el aumento del área de terreno ocupado.

Proyectos Potenciales:

- 1) Nuevos diseños de líneas y subestaciones con menor impacto socio-ambiental
- 2) Conductores de alta temperatura y otros conductores especiales
- 3) Utilización de FACTS
- 4) Modelado de nuevos componentes y estructuras de redes

3.1.1. Nuevos diseños de líneas y subestaciones con menor impacto socio-ambiental

Este proyecto busca evaluar técnica y económicamente las distintas alternativas posibles para aumentar las prestaciones de las redes existentes procurando no aumentar los kilómetros de traza de líneas y en general no aumentando el área de terreno ocupada. Se evaluarán tanto los beneficios conseguidos como las pérdidas que acarrearán, incluyendo entre otros: costes incurridos, costes evitados, aumento o disminución de riesgos, ... Entre las actuaciones que se evaluarán se incluyen: aumento de tensión, cambio en el diseño de las líneas, utilización de FACTS, ...

El objetivo del proyecto es desarrollar un algoritmo, y crear una herramienta informática que lo implemente, para evaluar los beneficios de las distintas alternativas a la construcción de líneas eléctricas. Con dicha herramienta se evaluarán las alternativas generando un documento que las describa, junto con sus ventajas e inconvenientes, y planteando proyectos que aborden el desarrollo de alternativas

concretas. Dentro del alcance del proyecto se podría incluir la realización de una demostración de alguna alternativa concreta.

3.1.2. Conductores de alta temperatura y otros conductores especiales

Relacionado con el proyecto 3.1.1., en este proyecto se plantea el estudio de conductores especiales para el mejor aprovechamiento de las trazas existentes. El objetivo es evaluar distintas alternativas de conductor especial de alta capacidad de transporte realizando una demostración.

3.1.3. Utilización de FACTS

Los dispositivos FACTS actúan sobre las tensiones y corrientes en el sistema de transporte permitiendo el control de los flujos de potencia e incrementando su capacidad de transporte de energía.

Relacionado con el proyecto 3.1.1., el objetivo de este proyecto es evaluar distintas alternativas de FACTS que permitan un mejor aprovechamiento de la red existente y realizar alguna demostración.

3.1.4. Modelado de nuevos componentes y estructuras de redes

En los estudios que se realizan para crear los planes de desarrollo se utilizan con frecuencia los programas informáticos de simulación de redes. El objetivo de este proyecto es generar modelos que representen a los nuevos equipos y estructuras de redes que se van a utilizar en los próximos años.

3.2 Incertidumbre en la planificación de la red

OBJETIVO:

La incertidumbre en la ubicación de las nuevas centrales de generación, en el crecimiento de la demanda y en la puesta en servicio de las infraestructuras de red supone un reto en la planificación de las redes eléctricas. En la actualidad la instalación de nuevas centrales de generación obedece a la libre voluntad de los promotores, sujetos a los requerimientos técnicos. Esto unido al plazo relativamente corto necesario para la construcción de dichas instalaciones hace que exista una gran incertidumbre acerca de que infraestructuras de red son necesarias a medio y largo plazo.

Es necesario reducir ésta incertidumbre para evitar un desarrollo, y utilización, de la red no eficiente.

Proyectos Potenciales:

- 1) Herramientas para la estimación de la ubicación de generación
- 2) Sistemas de almacenamiento para favorecer la integración de renovables
- 3) Modelos de planificación y desarrollo de redes con elevada incertidumbre

3.2.1. Herramientas para la estimación de la ubicación de generación

El objetivo de este proyecto es realizar un algoritmo (e implementarlo en un programa informático) que permita estimar las ubicaciones y características más probables de la generación futura, para poder planificar mejor la red necesaria. Será necesario tener en cuenta las características de los distintos tipos de instalación de generación y las particularidades de los sistemas eléctricos españoles (peninsular y extrapeninsulares). Con la mencionada estimación se pretende reducir la incertidumbre, facilitando la labor de planificación de infraestructuras eléctricas.

3.2.2. Sistemas de almacenamiento para favorecer la integración de renovables

La necesidad de reducir la dependencia energética del exterior y de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ha llevado a un fuerte crecimiento de la instalación de energías renovables. Dichas instalaciones tienen unas particularidades que las diferencian de las centrales convencionales y que hacen necesaria una especial atención a la hora de integrarlas en el sistema eléctrico.

Con objeto de favorecer la integración de las energías renovables, este proyecto evaluará técnica y económicamente el almacenamiento de energía como método para maximizar la integración de generación renovable. Se tendrán en cuenta también los aspectos legales.

3.2.3. Modelos de planificación y desarrollo de redes con elevada incertidumbre

La incertidumbre en generación, demanda y red dificulta la creación de planes de desarrollo de la red. Además de herramientas pensadas únicamente para estimar la ubicación y tecnología de la generación (tratada en el proyecto 3.1.1), son necesarias herramientas más generales, que ayuden a los planificadores de la red a realizar su tarea ante todo tipo de incertidumbres.

3.3 Equipos eléctricos

OBJETIVO:

El crecimiento del sistema eléctrico y los condicionantes socio-ambientales, cada vez más estrictos, requieren equipos con mayores prestaciones. En algunas ocasiones no es

viable la sustitución masiva de equipos y resulta necesario diseñar nuevas topologías o incorporar equipos especiales.

Proyectos Potenciales:

- 1) Limitador dinámico de corriente de cortocircuito
- 2) Equipos para acondicionar la calidad de onda
- 3) Desarrollo de elementos auxiliares de sistemas superconductores

3.3.1. Limitador dinámico de corriente de cortocircuito

El aumento de mallado de las redes de transporte ha ocasionado, en algunas zonas, un crecimiento excesivo de las corrientes de cortocircuito, especialmente en las redes de 220 kV de las grandes ciudades. En algunas instalaciones se prevé alcanzar, en el corto-medio plazo, el valor máximo admisible por los equipos. El cambio de los equipos afectados no es generalmente una solución eficiente ya que habitualmente el problema afecta a muchas subestaciones. Las otras soluciones adoptadas actualmente son el desmallado de la red (abriendo líneas o separando una subestación en dos) o el aumento de las impedancias (con transformadores de alta impedancia o reactancias serie). Este tipo de solución dificulta el adecuado funcionamiento en régimen permanente, al dificultar los flujos de cargas especialmente en situación de contingencia.

En este proyecto se propone demostrar si el funcionamiento de los limitadores dinámicos de corriente de cortocircuito es adecuado para solucionar el problema y que configuraciones son las óptimas. Este tipo de equipos permiten que la red funcione mallada en régimen permanente y desmallada (o con mayor impedancia) durante el cortocircuito. Para la evaluación de distintos tipos de equipo y distintos emplazamientos de instalación se utilizarán herramientas informáticas. Posteriormente se instalará un equipo en AT y se evaluará su desempeño.

3.3.2. Equipos para acondicionar la calidad de onda

La creciente sensibilidad de los equipos consumidores conectados a la red eléctrica junto con el creciente número de cargas potencialmente perturbadoras que se conectan a la misma, hacen que en ocasiones se puedan alcanzar los límites de emisión de algunas perturbaciones.

Dispositivos basados en la electrónica de potencia diseñados adecuadamente permiten la mitigación de estas perturbaciones. Para su desarrollo se deben identificar las topologías necesarias para cada nivel de tensión y aplicación y las técnicas de control más eficaces.

3.3.3. Desarrollo de elementos auxiliares de sistemas superconductores (control de temperatura y apantallamiento)

Proyecto orientado al desarrollo de los elementos auxiliares necesarios para utilizar la superconductividad en la creación de líneas eléctricas .

3.4 Alternativas de desarrollo de la red de eléctrica del futuro

OBJETIVO:

En el futuro las redes eléctricas se enfrentarán a la problemática de la existencia de una gran cantidad de generación distribuida. Ante ésta situación futura se deberán preparar las redes del futuro para que puedan dar tanto una respuesta integrada al problema de la seguridad, como una respuesta seccionalizada de tal forma que un problema en una parte de la red no comprometa otras que puedan llegar incluso a funcionar con casi total normalidad.

El objetivo de ésta línea de investigación es evaluar diseños de red que permitan a las redes de distribución y de transporte cumplir el papel que les va a tocar en un futuro. Con objeto de evaluar el comportamiento de las redes de distribución con una mayor integración de generación distribuida será especialmente importante evaluar flujos más parecidos a los de una red mallada frente a los tradicionales flujos de redes radiales en las que sólo existe demanda.

Proyectos Potenciales:

- 1) Microrredes
- 2) Agregación de generación distribuida
- 3) Utilización de dispositivos de electrónica de potencia
- 4) Protecciones basadas en interruptores estáticos

3.4.1. Microrredes

Los sistemas eléctricos se han planificado orientados a una estructura interconectada buscando la estabilidad de los mismos. La instalación de fuentes de generación distribuida en emplazamientos relativamente cercanos a los puntos de consumo y los avances en los sistemas de control local puede sustentar un diseño alternativo del sistema eléctrico.

La red eléctrica puede diseñarse para reaccionar ante determinadas contingencias mediante una segmentación de la misma, perfectamente planificada y estudiada, que minimice la posibilidad de propagación de incidentes.

Esta estrategia permitiría la formación de sistemas aislados autónomos, estables en si mismos, que reducirían las consecuencias de la perturbación y facilitarían el posterior proceso de reposición.

3.4.2. Agregación de generación distribuida

La denominada generación distribuida, independientemente de su carácter renovable o no, se ha integrado hasta ahora en la operación del sistema eléctrico. Los cambios legislativos intentan incentivar la participación de estos agentes en las labores comunes de mantenimiento de la estabilidad y seguridad del sistema pero su participación efectiva sigue siendo mínima lastrada en parte por capacidad técnica y en parte por su pequeño tamaño relativo.

Una alternativa a estudiar como mecanismo para aumentar el compromiso con los criterios de seguridad pasa por la agregación de este tipo de recursos. El agregador se constituye en un agente que, agrupa elementos individuales hasta alcanzar un tamaño crítico en términos de potencia, los coordina y representa, y finalmente es responsable de los compromisos adquiridos con respectivos operadores de la red eléctrica en su ámbito de actuación.

3.4.3. Utilización de dispositivos de electrónica de potencia

La utilización de equipos de electrónica de potencia permitirá optimizar la utilización de las instalaciones de la red. Entre las aplicaciones potenciales están el redireccionamiento de flujos, tanto en régimen permanente como durante contingencia, y la calidad de onda.

En un escenario en el que convivan muchos equipos de electrónica de potencia con otros equipos de control será necesario estudiar la interacción entre ellos.

3.4.4. Protecciones basadas en interruptores estáticos

La instalación de interruptores inteligentes y protecciones basadas en dispositivos estáticos incorporados a la aparamenta de la red permite el control y protección del sistema. Estos dispositivos pueden ser controlados de manera flexible mitigando la severidad de los transitorios asociados a las operaciones de apertura y rearme de protecciones, evitando el daño producido a transformadores y al resto del equipamiento. La selección de las tecnologías de conmutación y su conexión a los niveles de media y alta tensión con un tamaño y coste asociado reducido es uno de los retos de esta actividad.

Por otro lado, el crecimiento y mallado de las redes de transporte, y la proliferación de grandes centros de generación y consumo, ha ocasionado que los tiempos críticos de despeje de defectos se reduzcan, llegando en algunos casos a situarse en valores en el límite de las posibilidades de los interruptores mecánicos. Con el desarrollo futuro del sistema eléctrico puede ser necesario instalar, en algunas ubicaciones, interruptores estáticos cuyo buen desempeño y coordinación con otros equipos deberá ser evaluado.

3.5 Estrategias alternativas de desarrollo de la red del futuro

OBJETIVO:

Con el objeto de poder cubrir los crecimientos de demanda, en los últimos años se han planificado, y construido, instalaciones similares a las ya existentes. Ha habido una tendencia a que las instalaciones tengan mayor capacidad de transporte, pero la tecnología y los niveles de tensión de transporte se mantienen. La cuestión es si seguir ampliando la red de la misma forma en el futuro será suficiente, o llegará un momento en el que haya que realizar un cambio conceptual en el diseño de la red de transporte.

El objetivo de ésta línea de investigación es evaluar estrategias alternativas de desarrollo de la red ante crecimientos muy grandes de la demanda, es decir, en un horizonte de largo plazo. Se evaluarán alternativas tecnológicas capaces de suministrar la demanda cuando su valor sea del orden del doble de la actual, teniendo en cuenta tanto los beneficios conseguidos como las desventajas que acarrearán, incluyendo entre otros: costes incurridos, costes evitados, vigencia estimada, aumento o disminución de riesgos, etc. Entre las actuaciones que se evaluarán se incluyen: creación de redes con tensiones superiores a las existentes, utilización de instalaciones en corriente continua, utilización de FACTS, etc.

En el resultado de estos proyectos será muy influyente el tipo y distribución de las instalaciones de generación que se adopte en los escenarios de estudio.

Proyectos Potenciales:

- 1) Corriente continua
- 2) Extra Alta Tensión

3.5.1. Corriente continua

La corriente continua permite transportar más potencia por una línea diseñada para funcionar en corriente alterna y también permite controlar el flujo por dicha línea. Ambas aplicaciones pueden ser muy útiles para aprovechar mejor la red sin construir nuevas líneas.

En un escenario en el que convivan instalaciones de corriente continua con equipos de electrónica de potencia y con otros equipos de control es necesario estudiar la interacción entre todos ellos.

3.5.2. Extra Alta Tensión

Una de las posibles soluciones para aumentar el aprovechamiento de las trazas existentes es aumentar la tensión de las instalaciones. En este sentido puede ser necesario plantear a futuro grandes ejes en muy alta tensión.

4. – Medida

4. Medida

¿Cómo será la red de cara al consumidor final en 2025?

El consumidor del 2025 se encontrará probablemente frente a una red mucho más diversificada en servicios, con diversos agentes implicados y en la que desempeñará un doble papel: el de consumidor y el de generador.

En la red del futuro se pretende una optimización local de los recursos, habilitada por un control descentralizado de la red. En este sentido la operación de la red tendrá una componente local que tendrá que hacer frente a criterios de calidad de servicio exigentes.

Adicionalmente el cliente tendrá una oferta de servicios energéticos diferentes a los eléctricos, como suministro de vapor, agua caliente, agua fría, etc., por lo que la red eléctrica se integrará en una red energética en la que coexistirán los diversos servicios y permitirá una optimización entre ellos.

Se desarrollaría por tanto un mercado energético abierto y liberalizado, donde los consumidores puedan comprar y poner en venta su energía, con una operación descentralizada en la que se dispondrá de información en tiempo real tanto de la generación como de la demanda y se podrán implementar estrategias y técnicas de gestión de la demanda de modo que: se mantenga la fiabilidad/disponibilidad de la red en todo momento, se optimicen los costes del aprovisionamiento y se cree un mercado de precios de modo que se pueda escoger cuándo, cuánto y cómo consumir en función de los precios vigentes.

¿Cómo será la Medida y la Gestión de la Demanda?

Para permitir una operación de la red y la gestión activa de la demanda en tiempo real será necesario el despliegue de una red de comunicaciones entre el operador de la red y los propios clientes. Este hecho, ligado a la creación del control distribuido de la red, acelerará la evolución de la medida realizada localmente en un gran porcentaje de los casos hacia una telemedida, en la que se monitorizarán diferentes parámetros (potencias generadas/consumidas, tensión, frecuencia y otros parámetros de calidad) de las diferentes fuentes de energía y puntos de consumo. Esta información alimentará el sistema que, junto con otra información, optimizará el intercambio de energía tanto a nivel local como a nivel global.

¿Qué oportunidades presenta la Gestión de la Demanda?

La Gestión de la Demanda actual consiste por un lado en un sistema de interrumpibilidad que se emplea cuando la demanda prevista supera la generación disponible y por otro en un modelo de discriminaciones horarias que bonifican el consumo de energía en los periodos valle y la penalizan en los periodos pico. La Gestión de la Demanda futura será una gestión dinámica en tiempo real que opti-

mice tanto la producción/generación globalmente como de forma local. El consumidor/productor recibirá un input en tiempo real (input que podrá ser el precio de la energía) en función del cual pueda cambiar su estado de consumo/producción. Las ventajas de este sistema son:

- ▶ Se mejora la Fiabilidad de la red por el aumento de flexibilidad en la oferta/demanda, lo que ayuda a la gestión de la red (reducción de picos de consumo, mejora de la respuesta ante incidentes en la red, etc.)
- ▶ Incremento de la calidad y cantidad de energía suministrada. La gestión activa permitirá un mejor aprovechamiento de las instalaciones por lo que se podrá transportar más energía y con mayor calidad.
- ▶ Reducción de costes derivados de la implantación de la GD en la generación, transporte y distribución, permitiendo una reducción de precios de la electricidad.
- ▶ Mercados más eficientes, derivados del mejor uso que hacen los consumidores de su energía.
- ▶ Minimización del Riesgo, derivado del mercado dinámico de precios y de que la potencia disponible en la red sea segura, fiable y accesible.
- ▶ Mejora medioambiental, por la sustitución de generadores tradicionalmente contaminantes por otros de origen renovable, menos contaminantes, etc.
- ▶ Menores pérdidas en distribución debido a un mejor aprovechamiento de la generación distribuida.

La Gestión de la Demanda va íntimamente ligada a la **Eficiencia Energética**, mientras la primera busca la mejor forma de consumo eléctrico, la segunda persigue reducir el consumo eléctrico (kWh). Este tema incide directamente en el desarrollo sostenible de los recursos energéticos, tan necesario en España donde la intensidad energética primaria está por encima de la media europea (UE 25). Así, las oportunidades en este sentido son las que siguen:

- ▶ Con los nuevos servicios se evitan transformaciones innecesarias y costosas de energía.
- ▶ Integrando los flujos energéticos distribuidos y conociendo su evolución y capacidad se pretende que éstos operen en su óptimo de eficiencia energética igualando Consumo vs. Generación.
- ▶ La medida precisa y a tiempo ayuda a evitar problemas de mantenimiento y comportamientos ineficientes y por tanto consumos innecesarios.

¿Qué barreras y conflictos actuales existen para este cometido?

- ▶ Carencia de protocolos de comunicación estándar y abiertos que garanticen la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes
- ▶ Limitaciones en la capacidad de las comunicaciones
- ▶ Falta de adecuación de equipos de clientes para la gestión energética
- ▶ Gran inversión necesaria para el despliegue masivo de la tecnología de medida y comunicaciones con el 100% de los clientes
- ▶ Percepción del ahorro por parte del cliente. Es fundamental la concienciación social necesaria para la gestión de la demanda

- ▶ Desarrollo del control distribuido
- ▶ Conflictos de intereses entre los agentes implicados

Líneas de investigación

4.1 Equipos y tecnologías de medida y control para la interfaz con el cliente

INTRODUCCIÓN

En la red eléctrica del año 2025 el consumidor cambiará su papel, pasando de ser una parte pasiva del sistema a participar activamente en el mismo aportando la gestión de su demanda y generación. Para poder lograr este fin es necesario desarrollar los actuales equipos de medida para convertirlos en equipos integrados de medida y control así cómo desarrollar los sistemas de comunicaciones para que puedan manejar las cantidades de información creciente y permitan la interconexión entre los diferentes sistemas implicados.

OBJETIVO

El objetivo es definir, desarrollar y probar un sistema de gestión de energía basado en estándares, interoperable capaz de gestionar la demanda de energía y re-despachar las cargas locales de forma que los clientes puedan obtener las ventajas de los precios de la energía en tiempo real, información del estado de la red, y otras oportunidades del mercado con especial enfoque hacia la generación distribuida y la participación de la demanda. El sistema estará basado en una arquitectura nueva y abierta que soportará comunicaciones bidireccionales entre todas las partes implicadas y el equipo de medida, y a través del mismo con aparatos (electrodomésticos) y dispositivos de generación distribuida.

Proyectos potenciales:

Proyectos a **corto-medio** plazo:

- 1) Equipos integrados (control y medida) para gestionar la demanda y la generación distribuida
- 2) Establecer el sistema de comunicaciones entre el equipo de medida y control y los centros de gestión de la demanda
- 3) Definir la interacción entre el equipo de medida y control y la instalación del cliente
- 4) Proyectos a medio-largo plazo:
- 5) Realización de diferentes prototipos donde se implementan las funciones investigadas con anterioridad
- 6) Pruebas de ejecución integradas de todas las funciones del sistema

4.1.1 Equipos integrados (control y medida) para gestionar la demanda y la generación distribuida

Se establecerán los requisitos de los nuevos equipos de medida y control teniendo en cuenta el incremento de la información a manejar por los mismos (medidas de energía, medidas de parámetros de calidad de suministro, realización de nuevos servicios) y la interacción de los mismos con los sistemas de control aguas arriba así como con las instalaciones del cliente.

4.1.2 Establecer el sistema de comunicaciones entre el equipo de medida y control y los centros de gestión de la demanda

Dada la cantidad de información a transmitir y el elevado número de equipos implicados, es de vital importancia el definir un protocolo de comunicación estándar, abierto, robusto y seguro que faciliten la interoperabilidad entre equipos de diferentes suministradores.

4.1.3 Definir la interacción entre el equipo de medida y control y la instalación del cliente

En este proyecto se debe definir cómo será la interacción entre el equipo de medida y la instalación del cliente, es decir, de que forma el equipo de medida y control gestionará las cargas del cliente de acuerdo con la información recibida de los centros de gestión de la demanda y de las consignas preestablecidas en el propio equipo.

4.1.4 Realización de diferentes prototipos donde se implementan las funciones investigadas con anterioridad

Se deben elaborar prototipos donde las funcionalidades definidas en los proyectos anteriores:

- ▶ prototipo del equipo de medida
- ▶ prototipo del sistema de comunicaciones
- ▶ prototipo de la parte de control

4.1.5 Pruebas de ejecución integradas de todas las funciones del sistema

Por último se realizará un proyecto piloto donde se integrarán todas las funciones del sistema y se analizará la viabilidad del mismo para su implantación a gran escala.

4.2 Respuesta de la Demanda

INTRODUCCIÓN

La presente línea de actuación implica un concepto innovador de gestión de energía a nivel de usuario, haciendo que participe activamente en el nuevo mercado energético.

El escenario actual sería el que sigue: mientras los precios de la electricidad fluctúan continuamente, los consumidores finales generalmente no ven estos cambios de precio. Sin señales claras de variación de precio los clientes no tienen el incentivo necesario para reducir su consumo durante los períodos menos frecuentes en los que los precios son bajos.

La respuesta activa de la demanda, que permita que la carga sea sensible a la variación de precios, es esencial para asegurar la interacción eficiente de suministro-demanda. Permite aliviar las restricciones de la generación y distribución, reducir la severidad de los picos de precio (y penalizaciones) y lleva a reducir los precios de la electricidad de manera global.

La respuesta de la demanda tiene que estar por tanto basada en los diferentes mercados y sectores, ser rentable y ha de promover eficientemente un mercado de precios económicos.

Es por este motivo que esta línea de actuación pretende conocer a fondo qué sectores y mercados productivos y consumidores son más susceptibles de actuar y responder ante la incentivación económica a tiempo real. Incentivo que, por otra parte, supone un grado de infraestructuras y conocimiento elevados que han de ser compensados por los beneficios que la Gestión de la Demanda reporta.

OBJETIVOS

- ▶ Adaptar bidireccionalmente la respuesta del cliente en el mercado en un modelo avanzado de electricidad y servicios en tiempo real.
- ▶ Caracterizar la respuesta de la demanda por sector/uso, con el fin de crear los programas y planes de incentivos personalizados que fomenten la gestión de cargas.

Proyectos potenciales

Proyectos **corto-medio** plazo:

- 1) Estudios sobre la elasticidad de la demanda eléctrica por sectores / usos.
- 2) Aplicaciones de almacenamiento de energía en respuesta de la demanda
- 3) Diseño de programas de sensibilización social: formación, difusión de resultados, ventajas de ciertos servicios, ...
- 4) Integración entre operación y gestión de la demanda, algoritmos necesarios para el establecimiento de incentivos/penalizaciones

- 5) Implantación de estrategias de gestión de la demanda: manual, semiautomática, automática

4.2.1 Estudios sobre la elasticidad de la demanda eléctrica por sectores / usos

Objetivos: Dependiendo de la necesidad energética, el perfil de consumo tendrá un diferente potencial de ser cambiado. Así la necesidad energética de un sistema de transporte ferroviario será poco susceptible de ser cambiada mientras que el sistema de calefacción/refrigeración de un hotel tendrá más posibilidades. Este proyecto sería el primer paso del apartado 4.3.2.

- 1 Caracterizaciones de tecnologías para ver sus posibilidades de gestión de la energía
- 2 Caracterizar y cuantificar la susceptibilidad de la respuesta ante las variaciones de precio.

4.2.2 Aplicaciones de almacenamiento de energía en respuesta de la demanda

Objetivos: Tecnologías de almacenamiento serán un parámetro clave para desacoplar la necesidad puntual de energía de la producción de esta y así introducir más elasticidad en el conjunto del consumo.

- 1 Identificarán las tecnologías de almacenamiento susceptibles de permitir una mayor flexibilidad en la gestión de la demanda por sectores.
- 2 Estudios de viabilidad técnico - económica de su aplicación (rendimiento, ahorros, ...)

4.2.3 Diseño de programas de sensibilización social: formación, difusión de resultados, ventajas de ciertos servicios,...

Objetivos: Un punto fundamental en la respuesta activa de la demanda, y sobre todo teniendo en cuenta el precio actual de la energía, será la sensibilización pública.

- 1 Propuestas de programas públicos de concienciación social masiva que compondrían tanto campañas informativas como campañas de ayudas económicas para fomentar la adaptación de las infraestructuras de los clientes
- 2 Identificación de elementos educativos escolares sobre coste energético
- 3 Programas de concienciación en ámbitos laborales

4.2.4 Integración entre operación y gestión de la demanda, algoritmos necesarios para el establecimiento de incentivos/penalizaciones

Objetivos: En la determinación de precio de referencia necesario para la gestión de la demanda influyen multitud de factores, como son el precio de la energía, la disponibilidad local de energías (renovables, autogeneración, ...), las restricciones técnicas, estado de la red, grados de simultaneidad. El definir un algoritmo que trate de optimizar el funcionamiento a partir de todos estos parámetros es el objeto de este punto.

4.2.5 Implantación de estrategias de gestión de la demanda por parte del cliente

Objetivos: Definición de estrategias del cliente para la reducción de su facturación energética. Se contemplan varias estrategias en función de los plazos temporales (largo plazo mediante una discriminación estática preestablecida, medio plazo mediante planificaciones semanales o diarias de coste de la energía y corto plazo con cambios de precios en tiempo real) y de las posibilidades recursos energéticos distribuidos de que disponga el cliente.

- 1 Diferentes modelos de simulación para cada una de las estrategias: consumos en horas más baratas, reducción de consumos en función del estado de la red, de la disponibilidad de autogeneración, ...)
- 2 Detección de estrategias efectivas que permitan la gestión manual, semiautomática y automática.

4.3 Modelos de Negocio

INTRODUCCIÓN

Como se mencionaba en la Introducción, el consumidor del 2025 se encontrará probablemente frente a una red mucho más diversificada en servicios, con diversos agentes implicados y en la que desempeñará un doble papel: el de generador y el de consumidor. Así, el cliente tendrá una oferta de servicios energéticos desarrollados y coordinados por unos agentes. Es necesario por tanto prever el mercado futuro, tanto los agentes implicados como los modelos por los que se regirá tanto la compra como la venta de energía. Este mercado como ya se adelantaba será un mercado energético abierto y liberalizado, donde los consumidores puedan comprar y poner en venta su energía, con una operación descentralizada en la que se dispondrá de información en tiempo real tanto de la generación como de la demanda y se podrán implementar estrategias y técnicas de gestión de la demanda de modo que: se mantenga la fiabilidad/disponibilidad de la red en todo momento, se optimicen los costes del aprovisionamiento y se cree un mercado de precios de modo que se pueda escoger cuándo, cuánto y cómo consumir en función de los precios vigentes.

OBJETIVOS

- ▶ Evaluación de nuevos modelos de negocio y viabilidad económica de nuevos servicios
- ▶ Identificar papel de los agentes regulados y liberalizados, y sus modelos económicos de regulación y negocio

Proyectos potenciales

Proyectos **corto-medio** plazo:

- 1) Definición de nuevos agentes del mercado de electricidad y servicios añadidos que se creen según las necesidades futuras
- 2) Modelos de negocio para sistemas interactivos: diseño de tarifas e incentivos/penalizaciones, tanto de carácter fijo (corto plazo) como dinámico (medio-largo plazo)
- 3) Modelos de negocio: retribución de agentes regulados, simulación de la competencia, interdependencia negocios gas y electricidad
- 4) Proyectos a medio-largo plazo:
- 5) Estudio de modelos de implantación masiva (financiación, escalado, incentivos, ...)
- 6) Definición de escenarios futuros y modelos globales de análisis coste-beneficio

4.3.1 Definición de nuevos agentes del mercado de electricidad y servicios añadidos que se creen según las necesidades futuras

Objetivos: Definición de los nuevos Agentes, detección de posibles conflictos de intereses entre las partes implicadas así como los parámetros que han de disponer para realizar sus funciones.

- 1 Diseño de los nuevos **Centros de Operación y Control zonales COC:** Funciones y responsabilidades para la gestión e integración masiva de los RED, junto con los principales suministradores/generadores. Dichos centros deben estar integrados en los centros de operación y control del distribuidor/transportista.

Para ello previamente se han de definir:

- ▶ Parámetros necesarios a medir y registrar: calidad del suministro, consumo, características físicas, estado de saturación de la red...
 - ▶ Sistemas de Monitorización: Modelos de tratamiento y representación de datos
 - ▶ Herramientas de simulación para la gestión (y control) de todos los recursos energéticos distribuidos integrados en la red local (centros de generación, almacenamiento y demás cargas gestionables)
- 2 Diseño de los **Centros de Gestión de la Demanda zonales CGD:** su función principal sería la búsqueda de la máxima eficiencia en la gestión de la demanda de los usuarios de esa zona, consiguiendo el aplanamiento de la curva de carga y previendo y ajustando las necesidades futuras de generación y

demanda. Igualmente, dichos centros deben estar integrados en la operación general del distribuidor.

Para ello previamente se han de definir:

- ▶ Funciones secundarias: garantizar el máximo nivel de eficiencia energética incentivando la creación de DER locales adecuados al tipo de demanda, gestionando los aprovisionamientos con las mejores prestaciones y precios a escala zonal, etc.
 - ▶ Información necesaria para desarrollar la gestión del aprovisionamiento: potencia disponible, estado de la red, precios, etc.
 - ▶ Sistemas de Monitorización: Modelos de tratamiento y representación de datos.
 - ▶ Herramientas de simulación para la adquisición de suministros de RED en función de la demanda.
 - ▶ Modelos y equipos de control y estrategias de actuación sobre los flujos de cargas.
 - ▶ Papel del consumidor y su interacción con el CGD.
- 3 Incluir el papel de las **Agencias de Suministro de Servicios Energéticos** que se crearán para dar servicios integrales que incluirán, además del suministro de gas y electricidad, otras energías transformadas, así como el asesoramiento/consultoría a los CGD / cliente finales.

4.3.2 Modelos de negocio para sistemas interactivos: diseño de tarifas e incentivos/penalizaciones, tanto de carácter fijo (corto plazo) como dinámico (medio-largo plazo)

Objetivos: Una vez identificados todos los factores que pueden influir en el estado de la red (saturación, presencia de Recursos Energéticos Distribuidos, ...) y de la caracterización de la respuesta de la demanda se procede a establecer los diferentes incentivos económicos que darán como resultado unas tarifas que contemplen desde precios fijos por periodos hasta precios dinámicos. Se definirán también incentivos/penalizaciones ante emergencias.

4.3.3 Modelos de negocio: retribución de agentes regulados, simulación de la competencia, interdependencia negocios gas y electricidad

Objetivos: En la nueva situación de redes activas con alta penetración de generación distribuida y respuesta activa de la demanda, aparecerán nuevos negocios de comercialización y gestión de la energía, así como nuevas formas de regulación de los negocios de redes. El objetivo de estos proyectos es crear modelos para simulación económica del comportamiento de los agentes que permitan valorar las diferentes opciones de regulación y los mecanismos de competencia.

1. **Modelos de negocio para los diferentes agentes** (distribuidores, comercializadores, agregadores de demanda y generación, ...): se desarrollarán modelos que caractericen los flujos económicos de cada negocio, distinguiendo entre los flujos de ingresos y los flujos de costes, pudiendo analizar cómo

impactan las diferentes estrategias empresariales en los beneficios conseguidos.

Entre otros se desarrollarán modelos de negocio para:

- Distribuidores y operadores de red: diseño de tarifas por uso de red para demanda y generación, incentivos para la mejora de las prestaciones de calidad y eficiencia en la redes, incentivos a la introducción de innovación tecnológica en el diseño y operación de redes, compra y aprovisionamiento de servicios complementarios locales, etc.
- Agregadores de demanda y generación: diseño del negocio en competencia de gestión activa de la energía desde el punto de vista de la oferta y demanda, participación en los diferentes mercados de energía y de servicios complementarios, estrategias de oferta, valoración de portfolios, etc.

2. Modelos de simulación de la competencia: la competencia se basa en el equilibrio de mercado. En los mercados de energía eléctrica con múltiples agentes es necesario desarrollar modelos que permitan evaluar el grado de competencia y el poder dominante de algunos agentes. En estos modelos se simularán los efectos de la concentración horizontal y vertical sobre el mercado de venta y comercialización de la energía.

3. Modelos de análisis de la interdependencia entre los negocios de gas y electricidad: Tanto en la generación de electricidad como en el consumo final de la energía el gas natural juega y jugará un papel relevante, con una influencia directa en el negocio eléctrico. Se desarrollarán modelos de simulación que permitan valorar diferentes estrategias de integración de los negocios de electricidad y gas, tanto a nivel generación como en comercialización a clientes finales. Estos modelos analizarán los flujos económicos previsibles ante diferentes escenarios de integración y mercado, valorando diferentes alternativas de usos finales de la energía. También permitirán analizar las ventajas, desde el punto de vista de eficiencia energética, que supondría la integración de negocios.

4.3.4 Estudio de modelos de implantación masiva (financiación, escalado, incentivos, ...)

Objetivos: A la vez que se definen los incentivos para los clientes se tiene que determinar los costes del despliegue de la infraestructura necesaria para implantar la operación de la gestión activa de la demanda y la forma de financiarlos.

4.3.5 Definición de escenarios futuros y modelos globales de análisis coste-beneficio

Objetivos: Simular la evolución de las redes eléctricas desde la situación actual hasta la visión del 2025. Ante la incertidumbre del futuro se contemplarán diferentes escenarios, donde se parametrizará, entre otros, el nivel de penetración de la generación distribuida, la respuesta activa de la demanda, los usos finales de la energía, el nivel de descentralización y gestión autónoma de las redes, etc. Los

modelos desarrollados permitirán valorar costes y beneficios de las diferentes concepciones de redes en los diferentes escenarios.

Desarrollo de los nuevos Modelos de Negocio: papel de la Regulación y Normalización

Desarrollar la nueva regulación que permita, no sólo la interacción entre los agentes, garantizando su imparcialidad e independencia, sino también los modelos retributivos para aquellos agentes regulados y liberalizados, teniendo presente su viabilidad económica:

- Compra y derechos de acceso
- Tarifas sujetas a una modalidad de “Corrección de la demanda en-línea” (Demand Response): Incentivos y penalizaciones.
- Venta (derechos, rendimientos requeridos, calidad de suministro)
- Medida
- ...

Desarrollar la nueva Normativa que indique las Mejores Prácticas del sector: condiciones para la óptima operación y mantenimiento de co/trigeneración, paneles solares fotovoltaicos, minieólica.

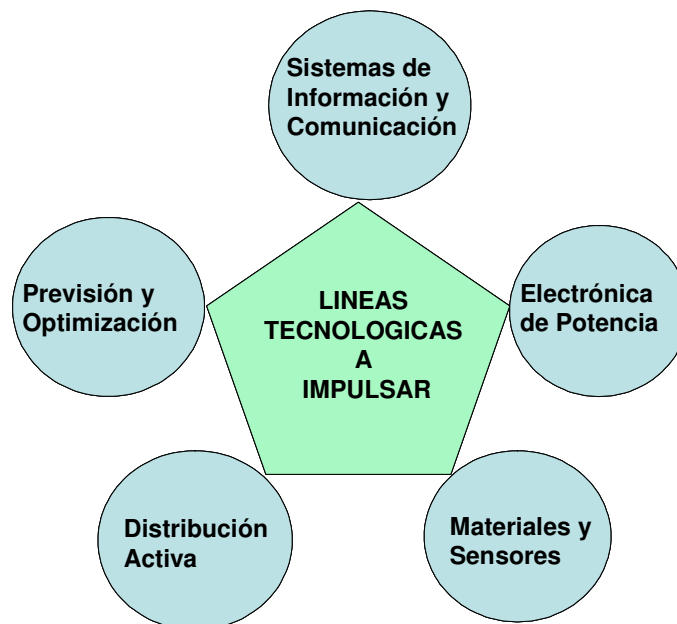
5. – Tecnologías que deben ser impulsadas para lograr la Visión FUTURED

Al tratarse de una red mucho más sofisticada, FUTURED deberá incorporar potentes desarrollos tecnológicos tanto en software como en hardware y en aplicación de nuevos materiales.

FUTURED necesitará incorporar elementos inteligentes, de manera extensiva. Esta inteligencia se obtendrá principalmente a través del desarrollo y de la aplicación de las Tecnologías de Información y de Comunicación (TIC), así como de la evolución de las capacidades de previsión y optimización.

Junto a la evolución de tecnologías que podrían denominarse conjuntamente de desarrollo del software de la red, surge la necesidad de desarrollar otras más cercanas o relativas al hardware de la misma: la electrónica de potencia —para fomentar un mayor control de los componentes de la red— y la distribución activa —para posibilitar una integración y una utilización eficaz de los recursos energéticos distribuidos—.

Tanto el desarrollo de las áreas citadas como la propia evolución de los componentes básicos de la red deben apoyarse y propiciarse, a su vez, a través de la innovación en materiales y sensores.



5. Otras tecnologías a impulsar

Sistemas de Información y Comunicación (TIC)

Con la aplicación de las TIC, se han automatizado gran parte de operaciones de la red eléctrica, como la medida, la facturación y las operaciones de transporte y de distribución. Obviamente, en la actualidad, los algoritmos de control y de automatización implantados en los sistemas de control de la red no permiten dar una respuesta adecuada a las condiciones variables que se originarán en la red en 2025. La inteligencia distribuida, el establecimiento de estándares y la necesidad de responder tanto a la interoperabilidad entre los distintos sistemas y equipos como al procesamiento masivo de datos impulsarán el desarrollo de la futura arquitectura de las comunicaciones, determinando cómo deben controlarse y cómo deben operar este tipo de sistemas.

En la red eléctrica coexistirán equipos procedentes de distintas etapas tecnológicas, pero la implantación de un sistema de suministro más inteligente —con sensores avanzados y sistemas de comunicaciones integrados y seguros— caracterizará a una red eléctrica más moderna:

- Siempre **disponible y viva**, interconectada e interactiva, y fusionada con comunicaciones estandarizadas en una red compleja de intercambio de energía e información en tiempo real.
- **Autorreconfigurable**, pues se automonitoriza y se corrige en tiempo real con el fin de permitir un flujo constante de energía de alta calidad. Puede detectar las anomalías y contrarrestarlas, o reconfigurar los flujos para aislar cualquier defecto antes de que se pueda propagar.
- **Proactiva**, gracias a la inteligencia distribuida de los equipos, que permite tener una información anticipada de las necesidades de mantenimiento o de la gestión de la vida útil de los propios equipos.
- Con un sistema de suministro integrado y controlado de extrema **elasticidad, resistencia y sensibilidad**, capaz de responder en tiempo real a las millones de decisiones tomadas por los distintos actores implicados: consumidores, suministradores, operadores, etc.

Previsión y optimización

Las nuevas configuraciones de redes eléctricas más descentralizadas y flexibles capaces de integrar nuevos elementos de generación y almacenamiento de energía requerirán del desarrollo de nuevos modelos de análisis.

Estos modelos deberán cubrir las funciones de un diseño regulado —planificación, operación y control del sistema— y simular diferentes alcances temporales —largo, medio y corto plazo—, considerando las relaciones tanto institucionales y organizativas como económicas y físicas entre los agentes implicados.

A continuación, se exponen algunos de los retos para el desarrollo de estos modelos:

- La dimensión de los sistemas, con numerosos elementos activos: generación distribuida, microrredes, elementos de control FACTS y demanda interactiva.
- La capacidad de gestión y el tratamiento de un volumen muy elevado de información, proveniente del mayor grado de capacidad de observación y de control de la red y de los agentes conectados a la misma.
- La lógica distribuida y descentralizada, basada en agentes inteligentes — con funcionalidad local— pero integrados, con el mantenimiento de la eficiencia y de la seguridad del sistema en su conjunto.
- La integración de los diferentes recursos energéticos así como la interacción, la dependencia y la vulnerabilidad de las distintas redes de suministro —electricidad y gas— y de comunicaciones.
- Las diferentes formas de modelado y de simulación de los agentes y del sistema, ligadas a los diferentes problemas a resolver: diseño de tarifas y precios, planificación de inversiones, simulación de mercados e interacción con las redes, operación y control, seguridad y estabilidad, monitorización y gestión de la vida de las instalaciones.

Electrónica de potencia

El desarrollo de la electrónica de potencia en el campo de la baja, media y alta tensión permitirá un control rápido y preciso de los componentes de la red.

La electrónica de potencia representará el núcleo de las interfases entre los distintos tipos de redes (ac-dc) y entre los diferentes elementos de almacenamiento y de generación distribuida de energía.

En lo que respecta a los mecanismos y sistemas de transmisión, las configuraciones electrónicas de potencia, aplicadas a los acoplamientos inductivos con alta frecuencia de conmutación, proporcionan importantes alternativas a los actuales sistemas, basados en el entorno síncrono de la corriente alterna. Además, se desarrollarán diferentes equipos FACTS capaces de actuar como controladores de flujos y acondicionadores estáticos de red para mejorar el control del sistema e incrementar los niveles de energía transferida.

En los niveles de distribución, la electrónica de potencia permitirá el desarrollo del concepto de «distribución activa»: habilitará el control de los flujos de potencia, contribuirá al mantenimiento de la estabilidad de la red y asegurará la calidad de la energía suministrada. Distintos sistemas de estabilización y regulación se ubicarán y se gestionarán en las subestaciones eléctricas. La incorporación de interruptores inteligentes y de protecciones basadas en interruptores estáticos también resultará necesaria.

Distribución activa

El desarrollo de nuevas tecnologías de integración de sistemas de generación y consumo distribuidos —integrados en minirredes y en microrredes locales conec-

tadas a los extremos de la red de distribución general— resulta fundamental para la conformación de las infraestructuras del sistema eléctrico del futuro.

La aleatoriedad de los sistemas de generación con energías renovables y la imposibilidad de adaptación a la evolución de la demanda serán compensadas con las nuevas tecnologías —mediante técnicas de integración entre diversos sistemas de generación, almacenamiento y dosificación energética—. La aplicación de técnicas de almacenamiento directo de energía eléctrica por procesos electroquímicos supondrá una verdadera revolución en el escenario energético en general pero, a pesar del espectacular avance tecnológico de los últimos años, cabe impulsar una sustancial disminución de costos en su aplicación a los sistemas eléctricos.

En el ámbito rural, también deberán impulsarse técnicas de almacenamiento en energía potencial mediante un aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos, eólicos y solares. Las instalaciones integradas de generación-impulsión —con equipos y sistemas comunes para las diferentes funciones— llevarán a cabo la generación eléctrica de forma eficiente, sólida y barata, transfiriendo la energía al sistema general de forma estable y regulada.

Los avances para obtener sistemas más eficientes, tales como los sistemas micro-CHP —elementos combinados de generación de energía eléctrica y calor y frío—, aumentarán el número de instalaciones en los sectores doméstico, terciario e industrial.

El desarrollo de técnicas de aprovechamiento del H₂, así como la evolución de otras técnicas de almacenamiento —tales como el aire comprimido, los volantes de inercia, el almacenamiento entálpico, etc.— también deberá ser impulsado para crear sistemas complementarios capaces de proporcionar la regulación y la estabilización de un suministro energético de alta calidad.

La aplicación de nuevas tecnologías en corriente continua diseñadas para la integración de sistemas de generación y consumo, que por su naturaleza generan o utilizan esta forma de energía eléctrica —placas fotovoltaicas, pilas de combustible alimentadas por H₂, supercondensadores, baterías orgánicas, sistemas de velocidad variable, etc.—, propiciará la implantación de técnicas de generación distribuida.

Finalmente, la evolución de nuevos elementos que permitan la gestión activa de la demanda proporcionará un recurso distribuido adicional, disponible para la regulación y la estabilización de la red.

Materiales y sensores

Resulta primordial el desarrollo de materiales, capaces —a su vez— de evolucionar, poner a punto e implantar nuevos conductores que posibiliten el desarrollo de la red del futuro. En este sentido, la nanociencia sirve de dinamizador para el desarrollo de nuevos elementos cerámicos, metálicos, biológicos, etc. Este desarrollo debe promover la innovación de componentes vinculados a la propia evolución de la electrónica de potencia en la media y alta tensión. También cabe plantear la

creación de nuevos materiales conductores cuyas características permitan distribuir gran densidad de energía con muy bajas pérdidas, un volumen y un peso reducido y, por supuesto, muy manejables y de bajo costo.

El alcance de las prestaciones de las redes del futuro dependerá, en gran medida, del desarrollo de los superconductores de alta temperatura. La posibilidad de transmitir grandes cantidades de energía a través de canalizaciones subterráneas compactas a grandes distancias o de distribuir esta energía en las grandes urbes con unas pérdidas y caídas de tensión mínimas revolucionará el sistema eléctrico y aumentará su fiabilidad y eficiencia; además, reducirá el empleo de combustible, las emisiones contaminantes y la superficie de terreno utilizada.

Las tecnologías basadas en superconductores de alta temperatura se utilizarán en generadores, cables, transformadores, motores y dispositivos de almacenamiento, así como en todos aquellos equipos que proporcionen una mayor flexibilidad al sistema (por ejemplo, los limitadores de corriente de falta).

Al aplicar estas tecnologías en el «entorno síncrono de la corriente alterna», la gran densidad de corriente que se alcanzará originará unos campos electromagnéticos, asociados a las líneas y a las redes, mucho mayores. Esto constituirá un aspecto clave. Además, supone un reto complementario: el desarrollo de sistemas auxiliares de apantallamiento que no impidan la viabilidad técnico-económica de la aplicación de los superconductores.

Capítulo

5

FUTURED DENTRO DE LA INVESTIGACIÓN NACIONAL

FUTURED dentro de la investigación nacional

FUTURED sintetiza la opinión de los principales actores relacionados

Las redes de transporte y de distribución se han construido

Anexos

Anexo **1** **GRUPOS DE TRABAJO DE VISIÓN ESTRATÉGICA**

Grupos de Trabajo de Visión Estratégica

Organización de los Grupos de Trabajo



GRUPOS DE TRABAJO VISIÓN ESTRATÉGICA- FUTURED

		TECNOLOGÍAS (GT VERTICALES)					
		Sistemas de información y comunicación	Software, modelización, previsión y optimización	Electrónica de Potencia	Integración de recursos energéticos distribuidos	Materiales, Superconductividad y Sensores	
		Coordinadores de Grupos	<u>Tecnalia</u> <u>UPV</u>	IIT-Comillas	<u>Univ.Mondragón</u>	<u>CIRCE</u>	<u>ITE</u>
APLICACIONES (GT HORIZONTALES)	Control y operación	<u>Iberdrola</u>	X	X	X	X	X
	Planificación y Diseño de Red	<u>Red Eléctrica</u>	X	X	X	X	X
	Mantenimiento y gestión de vida	<u>Endesa</u>	X	X	X	X	X
	Medida, Eficiencia y Gestión de la demanda	<u>U.Fenosa</u> <u>HC Energía</u>	X	X	X	X	X

Grupo Rector

Listado de miembros integrantes del grupo Rector de Futured

Joaquín Serrano Agejas

Representante Nacional de Energía (VII Programa Marco de la UE) del CDTI

José Arrojo de Lamo

Director de Tecnología e Innovación de Endesa

Mariano Sanz Badía

Subdirector de la Fundación CIRCE

Luis Manuel Santos Moro

Investigación Desarrollo e Innovación, HC Energía

Claudio Miguez Gómez

Responsable de Área del Departamento de Estudios de I D A E

Miguel Angel Sánchez Fornié

Director de Sistemas de Control y Telecomunicaciones de Iberdrola

Raúl Reyero

Investigador Gestor, IKERLAN - IK4

Pedro Mayorga Rubio

Director de Área Tecnológica, Instituto de Tecnología Eléctrica (ITE)

Angel Díaz Gallo

Gerente Distribución Activa de Energía, LABEIN-TECNALIA

Manuel Montes Ponce de León

Subdirector General de Programas de Fomento de la Investigación Técnica Sectorial, Ministerio de Educación y Ciencia

José Luis Mata

Jefe de Departamento de I+D+i de Proyectos Europeos, Red Eléctrica

Jesús Incinillas Martínez

Jefe del Departamento de Normalización de UNESA

Javier Alonso Martínez

Responsable de Investigación y Desarrollo Corporativo de Unión Fenosa

Norberto Santiago Elustondo

Presidente del grupo ZIV

- European SmartGrids. Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. Brussels. 2006.
- New ERA for Electricity in Europe. Distributed Generation: Key Issues, Challenges and Proposed Solutions. European Commission. 2003. Directorate General for Research.
- Electricity Technology Roadmap. 2003. Epri. Summary and Synthesis. [www.epri.com].
- Electricity Technology Roadmap. 2002. Kema. Technology for the Sustainable Society. [www.kema.com].
- Working towards Future Energy Solutions. Vattenfall. 2005.
- Grid 2030. A National Vision for Electricity's Second 100 Years. July. 2003. United States Department of Energy.
- First International Conference on the Integration of Renewable Energy Sources and Distributed Energy Resources. Brussels. 2004. [www.IRED-cluster.org].
- Business Models for Distributed Energy Resources in a Liberalized Market Environment. 2004. EnerSearch AB. [www.enersearch.com].
- The Future of European Electricity: Matching the Ambitions of Citizens and Customers. Declaration published on the occasion of the EURELECTRIC Annual Conference in Vienna. June. 2005. [www.eurelectric.org].
- The Emerging Smart Grid. Investment and Entrepreneurial Potential in the Electric Power Grid of the Future. October. 2005. Center for Smart Energy. [www.centerforsmartenergy.com].
- UK Electricity Networks. The Nature of UK Electricity Transmission and Distribution Networks in an Intermittent Renewable and Embedded Electricity Generation Future. September. 2001. Imperial College of Science.
- Intelligrid Consortium. Research and Development Plan 2005-2007. February 1, 2005.
- Consortium for Electric Infrastructure to Support a Digital Society (CEIDS). 2003 Master Plan. [www.E2I.org].