



## I. PRINCIPADO DE ASTURIAS

### • OTRAS DISPOSICIONES

#### UNIVERSIDAD DE OVIEDO

*CONVENIO de cooperación académica entre la Universidad de Oviedo y la Universidad Politécnica de Madrid para la impartición conjunta del Programa de Doctorado interuniversitario en Ingeniería Eléctrica y Electrónica.*

12 de febrero de 2013

#### Reunidos

De una parte, D. Vicente Gotor Santamaría, Rector Magnífico de la Universidad de Oviedo, en nombre y representación legal de la misma, en virtud del Decreto 31/2012 de 22 de marzo de la Consejería de Educación y Universidades del Principado de Asturias, por el que se dispone su nombramiento y con las atribuciones que le confiere la letra I del artículo 60 del Decreto 12/2010, de 3 de febrero del Principado de Asturias, por el que se aprueban los estatutos de la Universidad de Oviedo (*Boletín Oficial del Principado de Asturias* 11 de febrero de 2010).

De otra parte, D. Carlos Conde Lázaro, Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid (en lo sucesivo UPM), en nombre y representación de la misma en virtud de las atribuciones que tiene conferidas, según el Decreto 60/2012, publicado en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid el 19 de abril, de conformidad con las facultades que tiene atribuidas por la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, y por los Estatutos de la UPM, aprobados por Decreto 74/2010, del Consejo de Gobierno de 21 de octubre de 2010.

Las partes se reconocen mutuamente capacidad jurídica suficiente para suscribir el presente convenio, y a tal efecto

#### Exponen

Que el R.D. 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas Universitarias Oficiales (BOE de 30 de octubre) modificado por el R.D. 861/2010 (BOE de 3 de julio), determina en su artículo 3.4 que las universidades podrán, mediante convenio con otras universidades nacionales o extranjeras, organizar enseñanzas conjuntas conducentes a la obtención de un único título oficial de Graduado, Máster Universitario o Doctor.

Que el R.D. 99/2011 de 28 de enero por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado (BOE de 10 de febrero), establece en su artículo 8.2 que los programas de doctorado pueden llevarse a cabo de forma conjunta entre varias universidades y contar con la colaboración, expresada mediante convenio, de otros organismos, centros, instituciones y entidades con actividades de I+D+I, públicos o privados, nacionales o extranjeros.

#### I. Normativa Aplicable

La normativa aplicable al presente convenio es la conformada por la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (BOE de 24 de diciembre), modificada por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril (BOE de 13 de abril); por el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre (BOE de 30 de octubre), por el que se establece la Ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (modificado por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, BOE de 3 de julio); por el Real Decreto 1002/2010 de 5 de agosto, de Expedición de Títulos Universitarios Oficiales; R.D. 99/2011 de 28 de enero por la que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado, por la normativa interna y los Estatutos de la UPM y de la UO, en particular, así como cualesquiera otras disposiciones que desarrollen o sustituyan a las anteriores.

#### II. Objeto Genérico

Que las universidades firmantes desean promover la formación de nuevos investigadores, con el fin de potenciar la calidad académica, profesional e investigadora desarrollada por los departamentos y centros de investigación de dichas universidades y potenciar y favorecer una mayor calidad en el desarrollo de las líneas de investigación y actividades formativas del programa.

Que por todo lo anteriormente indicado, las partes acuerdan formalizar el presente convenio con arreglo a las siguientes:

#### Cláusulas

##### Primera.—*Objeto específico del convenio*

El presente convenio tiene por objeto la realización de un Programa de Doctorado Conjunto con la siguiente denominación Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica por la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad de Oviedo.



En el anexo I se resumen las líneas de investigación en las que se apoya el Programa de Doctorado, en las que se puede comprobar que en parte son comunes, lo que garantiza la homogeneidad del programa y en parte son complementarias, lo que refuerza las ventajas de la cooperación entre ambas universidades.

Toda la documentación recogerá el carácter conjunto del programa y se garantizará la imagen de globalidad y gestión interuniversitaria.

## Segunda.—*Condiciones generales sobre la participación de las universidades*

1. En el momento de la firma del presente convenio, las universidades participantes en la impartición del Programa de Doctorado son la UPM y la UO sin perjuicio de la eventual incorporación de otras universidades de acuerdo con la legislación vigente.

2. Cada universidad participará en la realización conjunta del Título en igualdad de derechos y condiciones, en los términos previstos en el presente convenio.

3. Las universidades firmantes del presente convenio acuerdan designar como Universidad Coordinadora a la UPM.

4. La Universidad Coordinadora será responsable de la coordinación administrativa y de la gestión de los estudios, en los términos previstos en el presente convenio.

5. El título conjunto será ofertado por cada una de las universidades participantes.

6. El Coordinador del Programa será designado de común acuerdo por los Rectores o personas en quienes deleguen de las dos universidades participantes.

## Tercera.—*Comisión académica del programa de doctorado*

1. El Programa Académico de Doctorado será organizado y coordinado por una Comisión Académica, responsable de sus actividades de formación e investigación, conforme a lo previsto en la legislación, en la normativa de las universidades participantes y en lo indicado en la propuesta del Programa.

2. La Comisión Académica será el órgano colegiado encargado de adoptar los acuerdos o decisiones necesarios para la adecuada implantación, organización, planificación, desarrollo y armonización de las enseñanzas del Programa.

3. La Comisión Académica estará formada por el Coordinador del Programa, que la presidirá, y nueve profesores, seis de la UPM y tres de la UO, todos ellos profesores participantes en el programa y con un reconocido curriculum vitae científico en relación con las líneas de investigación del mismo.

4. De los seis de la UPM, tres estarán adscritos al área de conocimiento de Ingeniería Eléctrica y serán designados por el Director de Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UPM y los otros tres estarán adscritos al área de conocimiento de Tecnología Electrónica y serán designados por el Director del Centro de Electrónica Industrial de la UPM.

Los profesores de la UO serán los tres investigadores de referencia del equipo de investigación de dicha universidad, indicados en la propuesta del Programa de Doctorado.

El Coordinador del programa y los nueve profesores designados como miembros de la Comisión Académica lo serán por cuatro años a contar desde el inicio del curso 2013/2014. En caso de que alguno de los miembros de la comisión causara baja por cualquiera de las circunstancias previstas en la normativa vigente, se nombrará un nuevo miembro por un período variable, cuyo mandato finalizará, en todo caso, al concluir el mandato de cuatro años para el conjunto de la Comisión Académica en activo.

Una vez finalizado el mandato de cuatro años de la Comisión Académica, ésta se renovará por las universidades participantes, siguiendo el mismo procedimiento previsto en este apartado del convenio. En cualquier supuesto de retraso en la renovación de la Comisión Académica, y con objeto de evitar la paralización del Programa, los miembros que finalizan su mandato continuarán actuando en funciones hasta que se produzca de forma efectiva la mencionada renovación.

5. La Comisión Académica podrá reunirse por teleconferencia o videoconferencia evitando así desplazamientos de sus miembros.

6. En particular, la Comisión Académica del Programa tendrá las funciones que a continuación se establecen:

- Realizar el seguimiento y evaluación del funcionamiento del Programa, que se consignará en una Memoria anual que elevará a las universidades participantes.
- Proponer a las universidades participantes la modificación, renovación o extinción del Programa, cuando las circunstancias lo aconsejen, en los términos previstos en la cláusula séptima.
- En los supuestos de extinción del Programa y de incorporación o eliminación de líneas de investigación con sus correspondientes equipos científicos, la Comisión Académica deberá contar previamente con el informe favorable del Consejo del Programa, constituido por el conjunto de profesores de las universidades participantes, que no participando en otro programa de doctorado, hayan dirigido una tesis doctoral en los últimos cinco años en el Programa o en alguno de los tres programas anteriores de los que éste es heredero.
- Promover las acciones oportunas que faciliten la movilidad de estudiantes y profesores, y el cumplimiento del Sistema de Garantía de Calidad.
- Promover las actividades formativas comunes sobre temas específicos de interés para los estudiantes participantes en el Programa de Doctorado.
- Las demás funciones recogidas en el Decreto 99/2011 en su artículo 2.8.



7. La Comisión Académica del Programa de Doctorado podrá actuar a través de comisiones compuestas por miembros de todas las universidades participantes.

#### Cuarta.—*Estructura del programa*

La estructura del Programa de Doctorado, sus actividades procedimientos y demás cuestiones relacionadas con el contenido académico y científico del mismo, serán los previstos en la propuesta remitida a la ANECA para su verificación.

#### Quinta.—*Tesis doctoral*

1. El doctorando deberá presentar en la universidad en que estuviera matriculado una Tesis Doctoral avalada por el Director o Directores de la misma. La Comisión Académica decidirá sobre la admisión de dicho trabajo para su depósito, presentación y defensa.

2. Una vez que la Tesis Doctoral haya sido informada favorablemente para su presentación y defensa, se procederá a los trámites legales y se presentará a la Comisión de Doctorado u órgano competente de la universidad correspondiente para su exposición y defensa pública.

3. Una vez superada la evaluación de la Tesis Doctoral, según lo previsto en la normativa vigente, se obtendrá el Título de Doctor en el Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica por la Universidad Politécnica de Madrid y por la Universidad de Oviedo.

#### Sexta.—*Organización y gestión*

1. Acceso, preselección, admisión, matrícula, vinculación y reconocimiento de créditos.

- El alumno que desee cursar el Programa de Doctorado ha de realizar la preinscripción en la universidad en la que desee matricularse.
- La Comisión Académica del Programa de Doctorado aprobará anualmente el reparto de plazas ofertadas en cada una de las universidades participantes.
- El procedimiento de selección y admisión será el establecido por la normativa de cada universidad y en la propuesta del programa.
- Los alumnos seleccionados deberán cumplimentar cuantos trámites administrativos sean precisos para la formalización de su matrícula en la Secretaria del Centro correspondiente de la universidad en donde realizó la preinscripción.
- Los alumnos admitidos en el Programa de Doctorado deberán satisfacer, en la universidad donde se matriculen, los precios públicos que en cada caso procedan.
- Los alumnos admitidos estarán vinculados, a efectos académicos y administrativos, a la universidad en la que se hayan matriculado, siéndoles de aplicación toda la normativa vigente en la misma.
- Como en el caso de otros Programas de Doctorado conjuntos en los que cada universidad desarrolla unas actividades determinadas, diferentes entre sí y complementarias, estén o no estructuradas en créditos, en las que una vez superados los requisitos académicos exigidos, sus efectos serán válidos, independientemente de la universidad donde hubieran sido realizadas.

2. Universidad responsable de la custodia de los expedientes. Cada universidad participante será responsable de la custodia y gestión de los expedientes de los alumnos matriculados en su universidad.

3. Universidad responsable de la expedición y registro del Título. Cada universidad participante será responsable para sus estudiantes de la expedición del Título, de los certificados oficiales y del Suplemento Europeo.

#### Séptima.—*Modificación o extinción del plan de estudios*

1. La propuesta de modificación o extinción del Programa de Doctorado podrá realizarse por iniciativa de cualquiera de las universidades participantes. Dicha solicitud deberá presentarse ante la Comisión Académica con la antelación suficiente, para que una vez aprobada, en su caso, pueda realizarse la tramitación correspondiente dentro de cada universidad y ante el Consejo de Universidades. La tramitación de dichas modificaciones ante el Consejo de Universidades corresponde a la universidad coordinadora, que se compromete a informar al resto de universidades participantes del avance de los trámites para que dichas universidades puedan realizar las gestiones que les correspondan.

2. Las universidades se comprometen a implantar los procesos de modificación o extinción del plan de estudios de acuerdo con las normas de extinción previstas en la legislación vigente.

3. El Programa de Doctorado podrá ser sometido a modificaciones de acuerdo a la normativa vigente en cada momento, correspondiendo al Consejo de Universidades, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 28 del R.D. 1393/2007 (en su redacción dada por el R.D. 861/2010), la verificación de la propuesta de modificaciones del título, que será comunicada a las universidades participantes, al Ministerio de Educación y a la Comunidad Autónoma correspondiente.

#### Octava.—*Régimen económico*

La gestión económica y la financiación del Título conjunto oficial corresponderán a cada una de las universidades participantes. En cualquier caso, las subvenciones que el Título obtenga de procedencias distintas a la de las propias universidades participantes serán utilizadas para atender los gastos que genere el desarrollo del programa y, oída la Comisión Académica, serán distribuidas por la universidad receptora de la subvención entre las universidades participantes.



## Novena.—*Vigencia del convenio*

1. El presente convenio entrará en vigor a partir de la fecha de su firma y será de aplicación a partir del curso 2013/2014. La vigencia está condicionada a la verificación e implantación definitiva del título conjunto.

2. La duración del convenio será de al menos cinco cursos académicos. En caso de extinción del Programa, los alumnos quedarán sometidos a las normas de permanencia y extinción de planes de estudio de la universidad en que se hubieran matriculado.

3. El convenio se prorrogará tácitamente por cinco cursos académicos, salvo denuncia de cualquiera de las universidades participantes en la forma que se detalla en el siguiente apartado.

4. Cualquiera de las partes podrá denunciar el presente convenio comunicándolo a la otra u otras partes intervinientes por escrito, con tres meses de antelación a la fecha en la que desee la terminación del mismo o, en su caso, de su prórroga.

En cualquier caso, las partes se comprometen a finalizar el desarrollo de las acciones ya iniciadas en el momento de notificación de la denuncia.

## Décima.—*Cuestiones litigiosas*

Las discrepancias surgidas sobre la interpretación, desarrollo, modificación, resolución y efectos que pudieran derivarse de la aplicación del presente convenio, deberán solventarse por la Comisión Académica. Si no se llegara a un acuerdo, las cuestiones litigiosas serán de conocimiento y competencia de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa.

Y en prueba de conformidad y para la debida constancia de todo lo convenido, las partes firman el presente convenio, en dos ejemplares y en todas sus hojas, en fecha ut supra.

El presente convenio se firma "ad referendum" y, de conformidad con el artículo 12 del Reglamento de tramitación y aprobación de convenios por parte de la Universidad de Oviedo, aprobado en Junta de Gobierno de la Universidad de Oviedo de 19 de julio de 2001 (BOPA núm. 189 de 14 de agosto de 2001), deberá ser tramitado ulteriormente ante los órganos competentes.

Por la Universidad Politécnica de Madrid  
Fdo.: Carlos Conde Lázaro

Por la Universidad de Oviedo  
Fdo.: Vicente Gotor Santamaría

Oviedo, a 12 de febrero de 2013.—Cód. 2013-11043.

## *Anexo I*

### LINEAS DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 1. UPM. INGENIERÍA ELÉCTRICA Y GESTIÓN ELECTRÓNICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Son numerosos los problemas que afronta nuestra sociedad que caen plenamente en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica y que precisan del avance científico y del desarrollo tecnológico para su resolución. La línea de investigación 1 se centra en abordar algunos de esos retos científicos como el del calentamiento global o la dependencia energética de España y La Unión Europea mediante el desarrollo de sistemas de generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables. También se puede hacer frente al aumento de la contaminación atmosférica creciente en núcleos urbanos con el desarrollo de vehículos eléctricos.

En esta línea también se abordan los sistemas de control y de dispositivos de protección de los sistemas de energía eléctrica; así como todo lo que tiene que ver con la mejora del ahorro y la eficiencia energética.

Todas estas actividades están directamente alineadas con el Programa 20-20-20 de la Unión Europea que pretende alcanzar en el año 2020 una reducción del 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, reducir el consumo de energía en un 20% mediante el ahorro y la eficiencia energética y alcanzar una participación del 20% en la producción de energía eléctrica empleando fuentes de energía renovables.

Buena parte de estos retos relacionados con la energía pasan por la utilización intensiva de la Electrónica y en particular de la Electrónica de Potencia, de modo que en esta línea se incorporan un conjunto de actividades relacionadas con esta disciplina.

Las actividades de Electrónica de Potencia están asociadas con sistemas de fuentes de alimentación de cualquier naturaleza, que van desde baja potencia (5 mW) en aplicaciones de implantes cocleares hasta alta potencia (100 kW) en aplicaciones de rayos X. La mayoría de las actividades están relacionadas con DC-DC, AC-DC o conversión DC-AC en el rango de decenas o centenares de vatios.

El foco no está sólo en los convertidores, sino que nos ha sido imprescindible investigar también en los componentes y en los sistemas. Además de las líneas de investigación en topologías de potencia y en técnicas y métodos de control, hay algunas técnicas o tecnologías horizontales que son imprescindibles para diseñar sistemas de alimentación avanzados. Algunas de estas áreas se describen a continuación.

El modelado de dispositivos (componentes magnéticos sobre todo), convertidores, y arquitecturas de potencia, han sido una constante a lo largo de los últimos años, y uno de los pilares de nuestras líneas de investigación.

Los resultados han sido excepcionales en términos de comercialización internacional y licencia de la tecnología, con más de 500 clientes entre los dos productos desarrollados (PExpert y SMPS library). Además, los nuevos modelos desarrollados para convertidores y sistemas están permitiendo el diseño y optimización de convertidores y arquitecturas, para

diversas aplicaciones, sobre todo para los grandes sistemas como los de aviónica y pequeños, como los de la electrónica móvil (teléfonos inteligentes).

El "Control digital" es la otra técnica horizontal que ha dado valor añadido al grupo y a las líneas de investigación, ya que permite controlar de forma simultánea diversas variables y señales. Las actividades preliminares comenzaron con aplicaciones de corrección del factor de potencia. Más adelante, aplicamos el control digital como herramienta imprescindible para implementar el concepto original de "Potencia homogénea" (elevado número de convertidores en paralelo y desfasados en el tiempo) y por último para obtener respuestas dinámicas rapidísimas mediante técnicas de control no lineal en convertidores de potencia para alimentar microprocesadores y amplificadores de radiofrecuencia.

En ambos casos, se puede reducir drásticamente el consumo modulando la tensión de alimentación (de los microprocesadores y amplificadores de RF) con una dinámica muy rápida, la requerida por la carga.

En el ámbito de los dispositivos, comenzamos a trabajar hace algunos años en semiconductores de potencia de banda ancha: SiC y GaN. Su orientación es principalmente la conversión de potencia de muy alta frecuencia (GaN en amplificadores de RF, a más de 20 MHz), y en convertidores de alta tensión y alta temperatura (SiC).

Recientemente, hemos comenzado dos nuevas actividades: transmisión de energía sin contacto a distancias entre 1 y 10 veces el tamaño del devanado emisor (con múltiples aplicaciones como la electrónica móvil, redes de sensores, etc.) y la aplicación de campos magnéticos y eléctricos de frecuencias muy diversas a fenómenos biológicos, desde el subenfriamiento de agua a la cryoconservación de tejidos orgánicos o compuestos farmacéuticos de poca durabilidad.

Todas estas actividades pueden concretarse en las siguientes sublíneas:

- Integración de energías renovables en sistemas eléctricos.
- Sistemas eólicos de velocidad variable.
- Diseño de máquinas eléctricas.
- Eficiencia energética en los sistemas de conversión y generación de energía eléctrica.
- Vehículos eléctricos.
- Control de accionamientos eléctricos.
- Control de sistemas de conversión y acondicionamiento de energía eléctrica.
- Generación eléctrica con energías marinas. Calidad de servicio eléctrico.
- Metrología eléctrica.
- Generación distribuida.
- Análisis de huecos de tensión en sistemas de energía eléctrica.
- Diseño de máquinas eléctricas.
- Protecciones eléctricas.
- Convertidores de potencia avanzados.
  - Convertidores CC/CC.
  - Inversores.
  - Rectificadores monofásicos y trifásicos.
  - Convertidores bi-direccionales.
- Aplicaciones con alto rendimiento energético:
  - Alimentación de circuitos con baja tensión de salida.
  - Amplificadores de Radio Frecuencia.
  - Sistemas electrónicos para aviónica.
  - Sistemas aeroespaciales.
  - Energía solar fotovoltaica.
  - Corrección del factor de potencia.
- Modelado:
  - Modelado de componentes magnéticos y dispositivos semiconductores.
  - Modelado de convertidores y sistemas.
  - Prototipado virtual de filtros EMI.
  - Estabilidad de sistemas.
- Técnicas de control:
  - Rápida respuesta dinámica.
  - Control no lineal.
  - Control digital.
- Aplicaciones emergentes:
  - Convertidores con Semiconductores de banda ancha SiC y GaN. Transferencia de energía sin contacto.
  - Obtención de energía del entorno (energy harvesting).

- Técnicas de sub-enfriamiento del agua.
- Alimentación de imanes superconductores.
- Convertidores integrados en chip.
- Electrónica de Potencia en Bioingeniería.

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 2. UPM, SISTEMAS ELECTRÓNICOS EMBEBIDOS

Este equipo de investigación ha evolucionado desde “los circuitos electrónicos integrados” a “los sistemas embebidos”. Así, en los años 90 y OOs las actividades relacionadas con esta línea evolucionaron de la microelectrónica (principalmente diseño de ASICs y desarrollo de herramientas CAD) a los sistemas digitales (sobre todo el diseño de hardware digital con énfasis en los métodos y herramientas). Así, el objetivo de investigación en este equipo se centra en el diseño de hardware para sistemas embebidos, sus métodos y sus aplicaciones, integrando software, firmware, sistemas operativos, comunicaciones, sensores, energía, etc., todo aquello que haga funcionar a un sistema embebido complejo.

En particular, la actividad se centra en las siguientes líneas de investigación, que serán las principales áreas en las que se desarrollarán las tesis doctorales dentro del programa:

- Sistemas de inteligencia embebida

Los sistemas embebidos han de implementar tareas cada vez más complejas, lo que requiere un nivel de inteligencia -Embedded Intelligence- elevado. El aumento de dicho nivel de inteligencia obliga al aumento de las funciones de procesamiento de información que los sistemas embebidos realizan. Esto deriva, necesariamente, en un aumento importante de la complejidad del hardware y del software. Cada día se exige un mayor nivel de inteligencia a los dispositivos teniendo restricciones de operación en tiempo-real y de fiabilidad importantes difíciles de satisfacer en sistemas complejos. Para abordar esta línea de investigación se proponen un conjunto de sub-líneas:

- Estudio de arquitecturas cognitivas de alto nivel de abstracción adaptadas a sistemas embebidos.
- Desarrollo de arquitecturas (HW/SW) escalables que mantengan ciertas propiedades de inteligencia y fiabilidad: Modelado de alto nivel
- Concepción y diseño de una arquitectura hardware/software, basada en plataformas de tipo FPGA, que permita la implementación de las arquitecturas escalables mencionadas.
- Sistemas reconfigurables

Gracias a la capacidad de las FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) tanto en prestaciones como en sus posibilidades de reconfiguración dinámica y parcial, se pueden desarrollar sistemas que, mediante la rápida reconfiguración del hardware, sean capaces de auto-diagnosticarse, auto-reconfigurarse y auto-repararse, lo que posibilita la utilización de este tipo de dispositivos en aplicaciones de alta fiabilidad y con enorme capacidad de cómputo. En particular se proponen sub-líneas relativas a:

- Arquitecturas de SoPC (System on Programmable Chip)
- Self-healing
- Dependability
- High Performance Computing
- Hardware evolutivo para procesamiento de señal avanzado
- Sistemas dinámicamente escalables
- Mejora de las prestaciones (velocidad, consumo...)
- Nuevos flujos de diseño para HW/SW reconfigurable
- Aplicaciones de alta seguridad
- Redes de sensores

La integración de sistemas que contienen sensores, procesamiento, alimentación y comunicaciones (normalmente inalámbricas) permite la realización de ambientes inteligentes que mejoran la vida de los ciudadanos o automatizan tareas que de otra manera serían inviables o muy costosas. Esta línea se centra en la propuesta de arquitecturas HW/SW novedosas para la solución de algunos de estos retos, en particular, esta línea se centra en los siguientes aspectos:

- Arquitecturas de nodos de redes de sensores
- Redes seguras y fiables
- Reducción del consumo
- Adquisición de datos de sensores
- Automatización de tareas relacionadas con el despliegue, el mantenimiento y la depuración de aplicaciones (testbeds)
- Aplicaciones relativas a ciudades inteligentes, control energético, control medioambiental, etc.
- Redes de sensores de altas prestaciones

- Sistemas interactivos

El uso de la tecnología de sistemas embebidos en nuevas aplicaciones hace de éstos unos elementos que permitirán su uso en actividades lúdicas, artísticas y que mejoren la calidad de vida. En particular, se proponen líneas relativas a:

- Nuevos interfaces hombre-máquina
- Sistemas electrónicos para la creación musical

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 3. UO. ELECTRÓNICA DE POTENCIA Y CALIDAD DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

La energía eléctrica se genera en distintos "formatos", entendiéndose por tales las posibles combinaciones de frecuencia, tensión y potencia asociadas a ella. Así, la generación a gran escala de energía eléctrica se realiza habitualmente en alterna trifásica y a media tensión, mientras que la generación a pequeña escala puede realizarse tanto en alterna como en continua y en condiciones muy variables de tensión y potencia, especialmente si la fuente primaria de esa energía se puede catalogar como renovable. En paralelo con esta situación, el consumo de la energía eléctrica requiere condiciones muy estables de tensión, incluso cuando la potencia consumida sufre grandes variaciones. Si la carga final es un equipo electrónico, el consumo se realiza normalmente en corriente continua. Incluso cargas tradicionalmente de alterna, como pueden ser las relacionadas con la iluminación y con la tracción eléctrica, experimentan a día de hoy una creciente tendencia a incluir transformaciones intermedias o corriente continua. En algunos de estos casos, la tendencia actual es que la carga final se alimente en continua, como es el caso de la iluminación basada en diodos emisores de luz (LEDs).

La gran cantidad de transformaciones que el formato de la energía eléctrica sufre desde su generación hasta su consumo se realiza a través de transformadores y convertidores electrónicos de potencia. Hay conversiones de energía eléctrica correspondientes a aplicaciones muy extendidas, lo que origina gran estandarización en los convertidores diseñados para realizarlas. Ejemplos típicos de este caso pueden ser las fuentes de alimentación de los ordenadores, los adaptadores de tensión de dispositivos portátiles, o los cargadores de teléfonos móviles. Sin embargo, continúan existiendo aplicaciones que, bien por ser emergentes o bien por necesitar tensiones de alimentación muy específicas, necesitan convertidores electrónicos de potencia "a medida". La importancia que está adquiriendo la generación de energía eléctrica distribuida, la recuperación de energía excedente en aplicaciones como el frenado regenerativo, el almacenamiento de la energía eléctrica, el intercambio de la misma entre diferentes almacenadores y otros muchos ejemplos enfatizan la continua necesidad de estudiar, modelar y diseñar nuevos convertidores electrónicos de potencia especialmente concebidos para estas aplicaciones. Es muy importante destacar que los sistemas completos son, en muchos casos, altamente complejos, por lo que el tradicional control analógico de los convertidores está siendo desplazado por control digital, integrado y jerarquizado en el control total del sistema.

La irrupción generalizada de conversión de energía eléctrica basada en convertidores electrónicos de potencia posibilita el uso de gran cantidad de fuentes primarias de energía, facilita el almacenado de la energía eléctrica y consigue la adaptación de esta energía a las necesidades de las aplicaciones. Sin embargo, el uso masivo de convertidores electrónicos de potencia en la red eléctrica también genera problemas. Los circuitos más simples y económicos son esencialmente no lineales, tendiendo a generar formas de onda de corriente eléctrica con alto contenido armónico. Afortunadamente, también es posible concebir convertidores electrónicos de potencia más complejos, en los que estos problemas desaparecen parcial o casi totalmente. Incluso es posible diseñar convertidores que solucionan los problemas que otros convertidores (u otras cargas) generan.

Por las razones explicadas, los convertidores electrónicos de potencia juegan un papel cada vez más importante en el sistema de generación, transporte, distribución y usos de la energía eléctrica, papel que supera la mera conversión del formato eléctrico de dicha energía. Los convertidores electrónicos de potencia hacen posibles sistemas complejos en los que las funciones de conversión se complementan con otras de almacenamiento y de garantía de calidad del suministro de dicha energía. Alrededor de estos sistemas surgen multitud de temas de estudio en el ámbito de la Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

La línea de investigación que al Programa de Doctorado Interuniversitario en Ingeniería Eléctrica y Electrónica aporta la Universidad de Oviedo se centra en la Electrónica de Potencia y en los temas de Ingeniería Eléctrica directamente ligados a la calidad del suministro eléctrico. Reúne investigadores de tres Grupos de Investigación del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas de la Universidad de Oviedo, acreditados como grupos de investigación reconocidos en la propia universidad tras sufrir un proceso de evaluación externa en la ANEP. Estos grupos son:

- Grupo de Sistemas Electrónicos de Alimentación (SEA), centrado en la conversión CC/CC y CA/CC monofásica, en ambos casos en rangos de potencia desde unos pocos vatios a una decena de kilovatios.
- Grupo de Investigación de Accionamientos Eléctricos y Convertidores de Potencia (AACP), centrado en el estudio del control de accionamientos eléctricos de alterna de hasta 4,5 megavatios y en el uso de convertidores electrónicos en filtrado activo en redes de suministro eléctrico.
- Grupo de Investigación de Diagnóstico de Máquinas e Instalaciones Eléctricas (DIMIE), centrado en el estudio de la calidad del suministro eléctrico y el mantenimiento predictivo de transformadores y máquinas eléctricas rotativas.

Asociados a estos grupos de investigación, se plantean 3 sublíneas de investigación:

- a) Sublínea de Sistemas Electrónicos de Alimentación. Encajan en esta sublínea temas como:
  1. Corrección activa del factor de potencia en sistemas de alimentación.
  2. Conversión a muy baja tensión de salida.
  3. Convertidores de muy larga vida útil para alimentación de cadenas de LEDs desde la red de alterna.



4. Convertidores de muy rápida respuesta dinámica para mejorar el rendimiento de los amplificadores de radiofrecuencia que operan con señales de envolvente no constante.
  5. Convertidores multipuerto para recuperación y almacenamiento de energía en sistemas con cargas parcialmente activas (frenado regenerativo, por ejemplo).
- b) Sublínea de accionamientos eléctricos y convertidores de potencia trifásicos. En esta sublínea se incluyen temas tales como:
1. Accionamientos eléctricos: técnicas de control sin sensor ("sensorless control") y supervisión y diagnóstico de máquinas accionadas desde convertidores de potencia.
  2. Diseño y control de filtros activos en sistemas trifásicos.
  3. Convertidores de corriente alterna trifásicos de media tensión y convertidores multinivel.
  4. "Smart grids" y "microgrids": Integración, sincronización y detección de "islanding".
- c) Sublínea de calidad de suministro y mantenimiento predictivo de máquinas eléctricas. En esta sublínea se abordan temas como los siguientes:
1. Diseño y modelado de soluciones para la mejora de la calidad del suministro eléctrico.
  2. Interacción con la red de convertidores eléctricos: modelado y análisis.
  3. Cálculo, modelado y análisis de fallos en redes de distribución.
  4. Modelado, análisis, diseño, monitorización y diagnóstico de fallos en máquinas eléctricas.
  5. Materiales aislantes: ensayos de alta tensión, diagnóstico de estado y análisis de envejecimiento.