

ANEXO II

MEMORIA PROYECTO INVESTIGACIÓN

Nombre del solicitante: FERMÍN BARRERO GONZÁLEZ
Título del Proyecto: ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA NANORREDES AISLABLES
Investigador responsable del grupo de investigación: JOAO MARTINS
Centro receptor: CENTRO DE TECNOLOGÍA E SISTEMAS (CTS-UNINOVA)
Organismos y/o empresas participantes: UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA (Portugal)
Área de conocimiento: INGENIERÍA ELÉCTRICA
Código UNESCO: 3306.09
Código NASB: 5. ENERGÍA
Líneas prioritarias: Línea estratégica asociada a la RIS3 de Extremadura Áreas prioritarias de especialización: “Energías limpias” y “Tecnologías de la Información y de la Comunicación”. Área de excelencia: Electrónica y Automática

Podrá encontrar los códigos UNESCO, NASB Y Líneas Prioritarias en la siguiente dirección:
http://ayudaspri.gobex.es/gobex_descargas.php

ÍNDICE DE CONTENIDOS:

A. Memoria del proyecto de investigación (máximo 10.000 caracteres).

Se tendrá que realizar una descripción de los antecedentes y de los objetivos del trabajo a realizar. Destacar la importancia y el avance que supondrá el proyecto en la capacidad de I+D del Centro de origen. Describir las actividades de transferencias al sector empresarial. Resaltar el interés socioeconómico del proyecto. Descripción de los motivos de la selección del centro receptor.

Antecedentes y objetivos del trabajo

Entre las prioridades publicadas en la Agenda Estratégica de Investigación para 2035 de la Plataforma Tecnológica Europea de Smart Grids [1] se encuentran la observabilidad y el control de los sistemas eléctricos, el almacenamiento distribuido, las microrredes, el control distribuido y la madurez del consumidor. Todos estos aspectos están directamente relacionados con los objetivos de este proyecto. Según la publicación del CIGRÉ C6.22 Working Group “Microgrid Evolution Roadmap” [2], las microrredes se definen como sistemas de distribución de electricidad que contienen cargas y recursos energéticos distribuidos (como generadores distribuidos, equipos de almacenamiento o cargas controlables) que pueden ser operados de forma controlada y coordinada tanto conectadas a red como aisladas. Su implantación conlleva una serie de ventajas, tanto para usuarios como para instalaciones, tales como mejora de la eficiencia energética, reducción del impacto ambiental, mejora de la fiabilidad de suministro, beneficios para la operación de la red (reducción de pérdidas, alivio de congestión, control de tensión, seguridad de suministro y sustitución de infraestructuras más eficiente en coste), ventajas en la compra de energía, posibilidad de participación en servicios complementarios.

El **tamaño** y la estructura ideal para las microrredes ha sido muy discutido en la literatura, pero una de las últimas tendencias apunta a una estructura modular basada en lo que se denomina nanorredes (engloba un único edificio o una pequeña área, como una comunidad de vecinos, de forma que su gestión puede ser llevada a cabo sin la intervención de la compañía distribuidora), interconectadas y coordinadas entre sí para formar una microrred. Esta estructura modular presenta analogías con la estructura de internet, pues su sistema jerárquico red de distribución/microrred/nanorred se asemeja al correspondiente a internet/red de área de campus/red de área local [3]. Cada nivel de esta estructura jerarquizada debe poder funcionar indistintamente conectada o desconectada del nivel superior, dotando al sistema completo de mayor fiabilidad y flexibilidad que el sistema eléctrico interconectado actual.

En el **diseño** de las nanorredes, aquellas que trabajan en corriente continua (DC), conectándose a la red a través de un inversor, se postulan como más eficientes en un contexto en el que la mayor parte de las cargas tienen alimentación directa en DC [4]. Sin embargo, actualmente gran parte de los receptores están configurados para su conexión en corriente alterna (AC). Además, las instalaciones en AC presentan ventajas en la protección contra cortocircuitos y contra contactos indirectos, muy importante en un entorno residencial. Una nanorred AC sería compatible con la normativa actual relativa a las instalaciones de enlace e interiores en edificios [5] y a las modalidades de suministro y de producción con autoconsumo [6], por esas razones, y por haber recibido una atención muy inferior a las nanorredes DC en la literatura, se ha elegido esta opción para la nanorred objeto del proyecto.

El **control** de una nanorred AC para garantizar que puede trabajar indistintamente conectada o aislada de la red de distribución, y con valores adecuados de los parámetros eléctricos

fundamentales (tensión y frecuencia) y de calidad de suministro, pasa por la adecuada coordinación de todos los elementos conectados a ella. Existe un debate abierto en la literatura sobre las ventajas e inconvenientes de realizar este control de forma centralizada (favorece la coordinación entre elementos y la optimización del conjunto) o descentralizada (con mayor autonomía y menos sensible a fallos de comunicaciones). En la mayor parte de las publicaciones se apuesta por un control mixto en varias etapas. Este control puede responder a consignas de un agregador que coordine conjuntamente varias microrredes.

En el contexto de nanorredes, las fuentes de generación disponibles en edificios son muy habitualmente no gestionables, como es el caso de la **fotovoltaica**. Este hecho complica la aportación de la generación en el control de la red y otorga un mayor protagonismo al **almacenamiento**, cuyo papel en el control de redes no ha sido tratado en profundidad en la literatura.

Otro aspecto importante a abordar en cualquier tipo de microrred es la **sincronización** previa a la reconexión a red tras haber estado aislada. En microrredes AC la conexión a red es directa y todos los convertidores de la misma deben participar en dicha sincronización. Se proponen para ello métodos de control descentralizado [7] y [8] o métodos coordinados mediante comunicaciones o GPS [9]. Todas estas técnicas deben ser exploradas para evaluar su adecuación a la nanorred concreta de este proyecto

En base a lo anterior se plantea este proyecto de investigación que, en líneas generales, tiene como objetivo el estudio, la simulación y la experimentación de una nanorred que abarca un edificio residencial o comunidad de vecinos urbana o rural, con viviendas y locales comerciales. Los resultados servirán de base para el diseño de convertidores electrónicos de potencia y para el diseño de los equipos de control y gestión de la energía eléctrica adaptados a las especificidades de la nanored. Se considera la operación de la nanorred en AC, conectable directamente a la red de distribución en el Punto de Conexión Común (PCC). De esta forma, la nanorred es compatible con la normativa actual de instalaciones en baja tensión y de autoconsumo y se adapta a la mayor parte de las cargas habituales en edificios de estas características. Como fuente de generación, por el elevado potencial solar de nuestras regiones y por su amplia presencia en edificios, se ha elegido la de origen fotovoltaico. Al tratarse de una fuente de energía intermitente y no gestionable, se requiere la monitorización continua y predicción a muy corto plazo, con una frecuencia de actualización mayor para trabajar con electrodomésticos inteligentes que requieren una dinámica temporal de reacción menor que otras aplicaciones industriales. También es vital para asumir la intermitencia de la generación fotovoltaica su combinación con sistemas de almacenamiento con capacidad suficiente para hacer gestionable la energía de la nanorred de acuerdo a las especificaciones de la misma. Por su madurez tecnológica y la evolución actual de las tecnologías y precios, se eligen las baterías como sistemas de almacenamiento principal, híbridadas con supercondensadores que asumirán las variaciones rápidas de carga/descarga para evitar la degradación de la vida útil de las baterías. Las viviendas cuentan con electrodomésticos inteligentes que permiten la gestión óptima de las cargas, más allá de un mero desplazamiento de cargas entre los distintos periodos de tiempo. Sobre este escenario se estudiará la estrategia de control de la nanorred para su funcionamiento aislado o conectado a red, la gestión activa de las cargas y la monitorización de cargas y predicción de generación.

Esta nanorred podrá funcionar aislada cuando ocurra un fallo de suministro en la red de distribución, pero también podrá aislarse voluntariamente por distintos motivos, por ejemplo, limitar la compra/venta de energía en periodos de tiempo no deseados, o funcionar con

estándares de calidad diferentes a los regulados en la red de distribución. Esta capacidad de desconexión voluntaria es lo que otorga el carácter de aislable a la nanored, como se indica en el título del proyecto.

Importancia y avance que supondrá el proyecto en la capacidad de I+D del Centro de origen

Los objetivos del proyecto encajan en las líneas de investigación del grupo de investigación de Sistemas Eléctricos y Electrónicos de Potencia (*Power Electrical and Electronic Systems*, PEANDES) al que pertenece el solicitante. Entre las líneas de investigación activas, tal como aparecen en la web del grupo (<http://peandes.unex.es>), se encuentran específicamente las siguientes:

1. Sistemas de inyección en red eléctrica de la energía producida por instalaciones de generación basados en energías renovables.
2. Sistemas para la medida, evaluación y control de la calidad de suministro eléctrico.

De lo anterior se desprende que la presente propuesta de colaboración beneficia a la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura y en particular al grupo de investigación PEANDES en diversos aspectos, entre los que cabe destacar los relacionados a continuación.

- Continuar y afianzar las relaciones entre investigadores de los centros de origen y destino.
- Acceder a datos y patrones de consumo eléctrico de zonas urbanas con estructura de población diferente a la de nuestra región.
- Aprovechar el conocimiento derivado del actual desarrollo de proyectos similares que el CTS lleva a cabo actualmente en lo referente a la exploración de soluciones, a la metodología y a la implementación práctica de las soluciones.
- Acceso a software de desarrollo de *prototipado* rápido y en concreto a modelos y desarrollos aplicados a convertidores electrónicos para aplicaciones similares.
- Complementar el equipamiento de laboratorio, permitiendo realizar pruebas experimentales de equipos de rango de potencias de los que no dispone nuestro centro.
- Enriquecer la formación de los nuevos investigadores recientemente integrados en el grupo a través de la incentivación de la colaboración con investigadores del CTS.

Actividades de transferencias al sector empresarial

Los distintos grupos de investigación de esta propuesta han colaborado en los últimos años con empresas eléctricas y de servicios, instaladoras y suministradores de equipos y soluciones, etc. La política de los grupos es continuar con estas colaboraciones mediante propuestas de financiación pública o privada que permitan orientar y exprimir al máximo los resultados de los proyectos. Esta propuesta no es una excepción, y diversas empresas y organismos han expresado un interés en esta a través de las cartas de apoyo y compromiso: Albufera Energy Storage, SENERGY Products and Services, Soluciones Energéticas Renovables, Inversión y Desarrollo de Energías Sostenibles (Grupo INDESO), Infrico, Win Inertia, Azul y Verde, Zencer, S. Coop. And. Comercializadora de electricidad, Telvent-Schneider Electric, Habitec Centro Tecnológico, Pecomark, Power Engineering Group at Lulea University of Technology, Phillips, Varilamp y Endesa Energía.

Interés socioeconómico del proyecto

El diseño, desarrollo y control de una nanored, tal como se plantea en este proyecto, conlleva beneficios para distintos agentes del sector eléctrico, tanto en el ámbito local como en el nacional y el internacional. Además de la mejora en la sostenibilidad y en la eficiencia del sistema eléctrico, beneficiosos para todos, cabe destacar las siguientes ventajas para cada tipo de agente:

- Para los consumidores, la nanored autosuficiente y aislable supone un aumento de la fiabilidad del suministro, una mejora en la capacidad para gestionar su consumo energético y una ventaja económica en la compra de energía eléctrica.
- Para las empresas distribuidoras, el carácter modular de la configuración en nanoredes reduce la necesidad de exceso de capacidad de la red de distribución y suaviza y reduce la curva de demanda. Además, la inyección a red de la energía procedente de fuentes renovables de energía no se lleva a cabo directamente en la red de distribución, por lo que el carácter intermitente e impredecible de estas fuentes no afecta negativamente a la gestión de la red de distribución.
- Para los pequeños productores de energía eléctrica de carácter fotovoltaico, el control de sus instalaciones conjuntamente con sistemas de almacenamiento de energía les dota de gestionabilidad, permitiéndoles vender su energía de forma controlada y participar en nuevos negocios, como los servicios complementarios.
- Para el mercado eléctrico, actualmente regulado de forma coordinada a nivel europeo, la evolución hacia este escenario de distribución reduce drásticamente las incertidumbres en la demanda y la producción de energías no gestionables, y aumenta el número de agentes que pueden participar en las subastas, mejorando la competencia.
- Para los proveedores de productos y servicios energéticos, aparecen nuevas oportunidades de negocio, continuando con la tendencia actual al desarrollo de productos y servicios de gestión energética relacionados con los conceptos de *Smart Grids*.

Los retos reseñados en esta propuesta son líneas de trabajo e investigación identificadas por el sector de las *Smart Grids*. Por otro lado, a nivel mundial el campo de la incorporación de recursos energéticos en el mercado está en constante evolución y renovación, con un incremento notable en el número de instalaciones y aplicaciones relacionadas. Desde nuestro punto de vista las contribuciones científicas y tecnológicas están directamente enlazadas a los objetivos de esta propuesta.

Motivos de la selección del centro receptor

Durante los últimos años, el grupo PEANDES de la Universidad de Extremadura ha mantenido una estrecha colaboración con el grupo Energy Efficiency, integrado en el Centro de Tecnologías e Sistemas de la Universidade Nova de Lisboa (CTS-UNINOVA), colaboración materializada en forma de proyectos conjuntos, estancias breves de investigadores, organización de congresos y preparación conjunta de solicitudes de proyectos europeos.

Ambos grupos ha participado, además, en la COST ACTION MP1004 de la Unión Europea “Hybrid Energy Storage Devices and Systems for Mobile and Stationary Applications”, foro que permite situar a ambos grupos a la vanguardia de la investigación de los sistemas híbridos de almacenamiento y relacionarse con expertos europeos en esta temática. Actualmente

participan en la COST ACTION TD1406 “Intelligent Management of Heritage Buildings (i2MHB)”, que aborda, entre otros aspectos, la gestión energética de estos edificios, relacionada con la línea de trabajo de este proyecto.

Se pretende continuar en la línea de colaboración mediante la difusión de resultados de este proyecto y la realización de estancias del personal en formación, contexto en el que se enmarca la presente solicitud de movilidad.

B. Vinculación del proyecto a la RIS3 o al VI Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (máximo 4.000 caracteres).

El proyecto entronca directamente con el área prioritaria de especialización **“Energías limpias”**, dentro de la línea estratégica asociada a la RIS3 de Extremadura, pues es claro que contribuye a la transición hacia un sistema energético más seguro (menos vulnerable a cortes de suministro y menos dependiente de la calidad de suministro en la red de distribución), más sostenible (porque favorece la integración de energías de origen renovable y mejora la eficiencia energética mediante la gestión de las cargas) y más competitivo (pues promueve la participación activa de los consumidores en los mecanismos de mercado y los mueve de una situación pasiva y precio-aceptante, a una nueva situación de gestión de sus gastos energéticos). De forma adicional, el proyecto contribuye también en el área **“Tecnologías de la Información y la Comunicación”**, al dotar a los consumidores de herramientas digitales de monitorización y gestión de su demanda y de conocimiento y respuesta activa a los precios de la energía. Por otro lado, la temática del proyecto se enmarca claramente dentro de una de las áreas de excelencia identificadas también en la RIS3 Extremadura: **“Electrónica y Automática”**.

En cuanto a Horizonte 2020, el proyecto encaja también en el reto social identificado como **“Energía segura, limpia y eficiente”**, por los mismos motivos antes indicados. El programa Horizonte 2020 también apoya una serie de iniciativas transversales relacionada con este proyecto, como: el **“Internet de las Cosas”**, centrada en la digitalización de las ciudades y **“Ciudades Inteligentes y Sostenibles”**, que pretende lograr una mayor integración del medio ambiente, el transporte, la energía y las redes digitales en los entornos urbanos de la UE. Es preciso destacar el protagonismo que toman los consumidores, a quienes se coloca en el centro en cuatro áreas específicas con las que se persigue: involucrar al consumidor privado; promover un cambio de hábitos y comportamiento a través de los demostradores; investigación socioeconómica del comportamiento de los consumidores e involucrar y activar a las autoridades públicas.

C. Organización de tareas, tiempos y medios necesarios (máximo 4.000 caracteres)

Se deberá describir las tareas a realizar cronológicamente, así como los medios necesarios para ello.

Se enumeran a continuación los objetivos específicos del proyecto:

- O1: Evaluar las especificaciones de los recursos energéticos distribuidos (DER) para el funcionamiento de la nanorred.
- O2: Diseñar una estrategia de control para DERs con la nanorred aislada.
- O3: Diseñar una estrategia de control para DERs con la nanorred conectada a la red de distribución.
- O4: Evaluar las posibles estrategias de sincronización para la reconexión a red de la nanorred aislada.
- O5: Implementar las estrategias de control diseñadas en los convertidores y probar su funcionamiento.

La ejecución del proyecto se lleva a cabo mediante la realización de cinco actividades (A1 a A5), relacionadas, respectivamente con los cinco objetivos O1 a O5 antes descritos, y subdivididas en las siguientes tareas:

A1: Evaluación de las especificaciones de los DERs

- T1.1: Análisis del contexto tecnológico. Estudio del estado del arte, de proyectos de temática similar y legislación aplicable. Valoración de la información que es necesario recabar.
- T1.2: Simulación de nanorredes con generación fotovoltaica y almacenamiento. Prueba de escenarios de almacenamiento centralizado o distribuido y, en el primer caso, gestionado conjuntamente con la planta fotovoltaica, con un convertidor común, o bien independientemente. Decisión del tipo de convertidores a emplear para la conexión a red de los sistemas de generación y almacenamiento.
- T1.3: Evaluación del potencial y las limitaciones de uso de las baterías de vehículos eléctricos como elementos de almacenamiento controlables.

A2: Diseño de estrategia de control para nanorred aislada

- T2.1: Análisis del contexto tecnológico. Estudio del estado del arte de técnicas de control para nanorredes aisladas, con el objetivo principal de mantener valores adecuados de frecuencia y tensión en la red, así como de mantener la calidad de suministro y reducir los efectos de las cargas desequilibradas. Se determinará en esta tarea la responsabilidad de cada DER (generación y almacenamiento) en esta labor y el reparto de cargas más adecuado, teniendo en cuenta los tipos de convertidores elegidos para cada uno.
- T2.2: Diseño de la estrategia de control para el sistema de generación fotovoltaica en una nanorred aislada.
- T2.3: Diseño de la estrategia de control para el sistema de almacenamiento en una nanorred aislada.
- T2.4: Integración de estrategias de control de generación y almacenamiento, considerando la información recibida de los otros subproyectos.

A3: Diseño de estrategia de control para nanorred conectada a red

- T3.1: Análisis del contexto tecnológico. Estudio del estado del arte de estrategias y técnicas de control para nanorredes conectadas a la red de distribución, con los posibles objetivos de optimizar económicamente la compra/venta de energía, trabajar a potencia activa y reactiva constante, participar en servicios complementarios, etc.
- T3.2: Diseño de la estrategia de control para el sistema de generación fotovoltaica en una nanorred conectada a la red de distribución.
- T3.3: Diseño de la estrategia de control para el sistema de almacenamiento en una nanorred conectada a la red de distribución.
- T3.4: Integración de estrategias de control de generación y almacenamiento.

A4: Evaluación de estrategias de sincronización

- T4.1: Análisis del contexto tecnológico. Estudio del estado del arte de métodos de sincronización.
- T4.2: Selección de una técnica de sincronización para reconexión de la nanorred tras haber estado aislada, compatible con las estrategias de control diseñadas previamente.

A5: Implementación de estrategias de control en convertidores y evaluación de funcionamiento

- T5.1: Simulación de convertidores con estrategias de control diseñadas en las actividades anteriores, con software de simulación como Matlab-Simulink o PSCAD.
- T5.2: Construcción de nanorred a escala de laboratorio con sistemas de generación, almacenamiento y cargas controlables. En esta red, de menor potencia que la simulada, se utilizarán emuladores de paneles fotovoltaicos y cargas programables.
- T5.3: Validación experimental de resultados. Se diseñará y realizará una batería de pruebas experimentales y se elaborará un informe de resultados.
- T5.4: Integración en demostrador y realización de pruebas de validación conjuntas.

Teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra actualmente en su segundo año de ejecución, a tenor de las tareas asignadas en el proyecto al solicitante y, en todo caso, tratando de aprovechar al máximo la estancia para el desarrollo del proyecto, se concretan las tareas a realizar durante la estancia prevista en la siguiente secuencia, todas ellas incluidas en las actividades A3 y A5:

1. Mes 1. Tarea T3.1
2. Mes 2. Tarea T3.2
3. Mes 3. Tarea T3.3
4. Mes 4. Tarea T3.4
5. Mes 5. Tarea T5.1
6. Mes 6. Tarea T5.2

La Tarea 3.1 se configura como continuación de los trabajos ya en marcha en la etapa anterior. Por otro lado, la Tarea 5.2 se extiende a la etapa siguiente, toda vez que el prototipo de laboratorio a construir (y sobre el que se efectuarán tareas posteriores) estará ubicado en la Universidad de Extremadura. En todo caso, estas tareas serán realizadas de manera conjunta con otros miembros del equipo investigador de la Universidad de Extremadura.

A la vista de las tareas indicadas, los medios necesarios son principalmente los laboratorios del CTS-UNINOVA, donde disponen de software de simulación de sistemas eléctricos y electrónicos de potencia, equipos de medida y registro de consumos y producción eléctrica en edificios, emuladores de cargas monofásicas y trifásicas de corriente alterna, equipos de desarrollo de prototipos de sistemas de control y equipos de desarrollo y prueba de convertidores electrónicos de potencia. Estos medios complementan a los existentes en la Universidad de Extremadura.

D. Financiación del proyecto (máximo 4.000 caracteres).

Se habrá de indicar, si procede, el tiempo de financiación del proyecto que se presenta, ya sea pública o privada, la/s entidades financiadora/s, importe y beneficios que aporta al proyecto.

El proyecto se financia a través de una ayuda obtenida en convocatoria pública. Los datos de la ayuda y de la convocatoria son los indicados a continuación.

CONVOCATORIA 2016 DE PROYECTOS DE I+D+I, CORRESPONDIENTES AL PROGRAMA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD

Referencia: TEC2016-77632-C3-1-R

Investigador principal 1: EVA GONZALEZ ROMERA

Entidad solicitante: UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Centro: ESCUELA INGENIERIAS INDUSTRIALES - BADAJOZ

Título: CONTROL Y GESTION DE NANORREDES AISLABLES: ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA NANORREDES AISLABLES

Duración en años: 3. *Financiación* (costes directos, en euros): 68.000 €

E. Relaciones o colaboraciones con otros centros de investigación pertenecientes al SECTI (máximo 4.000 caracteres).

Se deberá indicar, si procede, los Centros de Investigación o Empresas pertenecientes al SECTI que colaborarán de forma específica con el proyecto que se presenta. Describir dichas colaboraciones y en qué medida beneficiarán al desarrollo del proyecto.

No procede

F. Motivos de la elección del centro receptor donde realizará la estancia de movilidad (máximo 4.000 caracteres).

Especificar las aportaciones investigadoras más relevantes de los últimos 5 años del centro receptor relacionadas con el proyecto presentado. Igualmente, se deberá especificar los proyectos de investigación o las publicaciones en las que el candidato ha colaborado.

El grupo Energy Efficiency, integrado en el CTS-UNINOVA, tiene como áreas de interés particulares las siguientes (http://www.cts.uninova.pt/group_B1_objetives):

- Energías renovables y accionamientos eléctricos
- Diseño de accionamientos eléctricos
- Diagnóstico de fallos y operación tolerante a fallos
- Control y simulación
- Control inteligente y calidad de energía
- Energías alternativas y edificios inteligentes
- Micro redes y redes inteligentes con integración en edificios

Tal como se indicó anteriormente, durante los últimos años, el grupo PEANDES de la Universidad de Extremadura ha mantenido una estrecha colaboración con el grupo Energy Efficiency, integrado en CTS-UNINOVA. Esta colaboración se ha concretado en forma de proyectos conjuntos, estancias breves de investigadores, organización de congresos y preparación conjunta de solicitudes de proyectos europeos. Entre estas solicitudes destaca la participación en la convocatoria H2020-MSCA-ITN-2017, con la propuesta *“Training brians for future electric grids”*.

Por otro lado, ambos grupos han participado, en la COST ACTION MP1004 de la Unión Europea *“Hybrid Energy Storage Devices and Systems for Mobile and Stationary Applications”*, y actualmente participan en la COST ACTION TD1406 *“Intelligent Management of Heritage Buildings (i2MHB)”*.

La colaboración mantenida entre ambos grupos, directamente relacionada con la confluencia de sus líneas de investigación son los motivos fundamentales de la elección del CT-UNINOVA como centro de destino de la estancia que se pretende.

En lo que se refiere a las aportaciones más relevantes del CTS-UNINOVA en los últimos años, se destacan las siguientes:

Carmo, F., Martins, J.F., Sanduleac, M.

A methodology to assess home PV capacity to mitigate wind power forecasting errors.
(2017) Proceedings - 2017 International Young Engineers Forum, YEF-ECE 2017, art. no. 7935639, pp. 47-52.

Delgado-Gomes, V., Oliveira-Lima, J.A., Martins, J.F.

Energy consumption awareness in manufacturing and production systems.
(2017) International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 30 (1), pp. 84-95.

Oliveira-Lima, J.A., Morais, R., Martins, J.F., Florea, A., Lima, C.

Load forecast on intelligent buildings based on temporary occupancy monitoring.
(2016) Energy and Buildings, 116, pp. 512-521.

Fernão Pires, V., Cordeiro, A., Foito, D., Martins, J.F.

Quasi-Z-Source Inverter With a T-Type Converter in Normal and Failure Mode
(2016) IEEE Transactions on Power Electronics, 31 (11), art. no. 7372481, pp. 7462-7470.

Pires, V.F., Husev, O., Vinnikov, D., Martins, J.F.

A control strategy for a grid-connected PV system with unbalanced loads compensation
(2015) Proceedings - 2015 9th International Conference on Compatibility and Power Electronics, CPE 2015, art. no. 7231065, pp. 154-159.

Delgado-Gomes, V., Martins, J.F., Lima, C., Borza, P.N.

Smart grid security issues
(2015) Proceedings - 2015 9th International Conference on Compatibility and Power Electronics, CPE 2015, art. no. 7231132, pp. 534-538.

Sa, A., Lopes, R.A., Martins, J.F.

Design of an agent-based simulator for real-time estimation of power consumption/generation in residential buildings
(2015) IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, art. no. 7392698, pp. 3832-3838.

Cardoso, T., Pereira, P., Pires, V.F., Martins, J.F.

Android-based m-learning remote system for mobile power quality assessment in large buildings with renewable energies
(2015) International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives, 2015-September, art. no. 7266356, pp. 431-434.

Fernão Pires, V., Romero-Cadaval, E., Vinnikov, D., Roasto, I., Martins, J.F.

Power converter interfaces for electrochemical energy storage systems - A review
(2014) Energy Conversion and Management, 86, pp. 453-475.

Oliveira-Lima, J.A., Delgado-Gomes, V., Martins, J.F., Lima, C.
Standard-based service-oriented infrastructure to integrate intelligent buildings in
distributed generation and smart grids
(2014) Energy and Buildings, 76, pp. 450-458.

G. Bibliografía.

- [1] "SmartGrids SRA 2015. Summary of Priorities for SmartGrids Research Topics", European Technology Platform SmartGrids, 2013. Available in http://www.smartgrids.eu/documents/sra/ETPSG%20-%2020130628%20-%20SRA_2035_Priorities_Short.pdf.
- [2] C. Marnay, S. Chatzivasileiadis, C. Abbey, R. Iravani, G. Joos, P. Lombardi, P. Mancarella, J. von Appen, "Microgrid evolution roadmap: Engineering, economics and experience", 2015 Int. Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies (EDST15), Vienna, Austria, 2015.
- [3] B. Nordman and K. Christensen, "DC Local Power Distribution with microgrids and nanogrids," DC Microgrids (ICDCM), 2015 IEEE First International Conference on, Atlanta, GA, 2015, pp. 199-204.
- [4] A. Goikoetxea, J. M. Canales, R. Sanchez and P. Zumeta, "DC versus AC in residential buildings: Efficiency comparison," EUROCON, 2013 IEEE, Zagreb, 2013, pp. 1-5.
- [5] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (B.O.E. de 18/09/2002).
- [6] Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- [7] D. Gautam and Hema Rani P, "Microgrid system advanced control in islanded and grid connected mode," Advanced Communication Control and Computing Technologies (ICACCCT), 2014 International Conference on, Ramanathapuram, 2014, pp. 301-305.
- [8] Peng Li, Pengfei Xin, Xubin Wang and Pengchong Dou, "The research on grid-connected control method of microgrid," Electrical Machines and Systems (ICEMS), 2013 International Conference on, Busan, 2013, pp. 320-323.
- [9] A. Bellini, S. Bifaretti and F. Giannini, "A Robust Synchronization Method for Centralized Microgrids," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 51, no. 2, pp. 1602-1609, March-April 2015.