

**ANEXO III**  
**MEMORIA PROYECTO INVESTIGACIÓN**

Nombre del solicitante: MARÍA ISABEL MILANÉS MONTERO

Título del Proyecto: SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN UN BLOQUE O DISTRITO DE ENERGÍA POSITIVA

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 (España)

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

Área prioritaria de especialización: “Energías limpias”

Área de excelencia: Electrónica y Automática

#### 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.

La Hoja de ruta de la Comisión Europea hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050 [1] señala que en esa fecha la Unión Europea deberá haber reducido sus emisiones de gases de efecto invernadero un 80% en relación con los niveles de 1990. Además, indica que para lograrlo será necesario que contribuyan todos los sectores, sobre todo el **eléctrico**, que es el que presenta mayor potencial de reducción. La electricidad se obtendrá de fuentes renovables y otras fuentes de bajas emisiones y será necesario realizar importantes inversiones en **redes inteligentes** (*Smart Grids*). El incremento de consumo eléctrico en el transporte por carretera utilizando **vehículos eléctricos** (*Electric Vehicles, EV*) se prevé que ascienda considerablemente, al estimarse en más de 150 millones el número de coches eléctricos en 2040, frente a los 1,3 millones en 2015 [2]. En el sector residencial y edificios de oficinas, las emisiones podrían reducirse en más del 80% gracias al uso de electricidad procedente de fuentes renovables para calefacción, climatización y preparación de alimentos, a la aplicación de tecnologías de “vivienda pasiva” o “**edificio de energía casi nula**” (*nearly Zero-Energy Building, nZEB*) en nuevas construcciones y a la mejora de eficiencia energética de edificios antiguos [1].

Los edificios de consumo energético casi nulo o los **bloques de energía positiva** (*Positive Energy Blocks, PEB*) tienen como objetivo la autosuficiencia energética e incluso la producción neta de energía en los edificios o distritos, basada en una reducción del consumo, una **integración de la generación renovable y el almacenamiento** y una coordinación entre producción y consumo. El propósito del Plan Estratégico en Tecnologías Energéticas (*Strategic Energy Technology Plan, SET Plan*) [3] de la Comisión Europea es conseguir que en 2025 haya al menos 100 casos de éxito de distritos de consumo casi nulo (*nearly Zero-Energy Districts, nZED*). De hecho, de acuerdo con la Directiva Europea de Rendimiento de Edificios [4] y su transposición a la legislación española mediante el Real Decreto 235/2013 [5], los nuevos edificios en nuestro país deberán tener un consumo energético casi nulo a partir del 31 de diciembre de 2020.

En este escenario, el **almacenamiento de energía** constituye un elemento clave: puede mejorar la estabilidad de la red, aumentar la penetración de recursos de energía renovable, mejorar la eficiencia de los sistemas de energía y reducir el impacto ambiental de la generación de energía [6]. Los operadores de almacenamiento podrían brindar múltiples servicios a los operadores del sistema eléctrico [7]. La utilización de sistemas de gestión energética de unidades de almacenamiento de diferente tamaño para proporcionar servicios auxiliares a la red eléctrica inteligente, ha sido objeto de estudio recientemente [7]-[10]. En el caso de las comunidades y hogares inteligentes, también se ha trabajado en la implementación de estrategias de control para el sistema de gestión energético de la vivienda/comunidad con diferentes objetivos, como reducir el consumo eléctrico sin sacrificar el confort de los usuarios [11], contribuir al seguimiento de consignas de potencia activa y reactiva requeridas globalmente por la comunidad y la reducción de armónicos de cada hogar [12] o el consumo de una potencia constante de la red por parte de la casa inteligente, maximizando la utilización del sistema de almacenamiento [13]. El uso de los sistemas de almacenamiento de la vivienda/edificio para ser gestionados junto con pequeñas fuentes renovables distribuidas de la comunidad y el desplazamiento controlado de cargas para conseguir edificios u hogares de energía nula o casi nula es un tema que ha suscitado un interés creciente en los últimos años [14]-[16].

Por otra parte, la electrificación del sector del transporte supone un impacto significativo en el sistema eléctrico, tanto como una solución de flexibilidad como también como una importante carga adicional [17]-[18]. Los vehículos que se conectan a la red más relevantes son

los vehículos eléctricos con batería (*Battery Electric Vehicles*, BEV) y los vehículos híbridos enchufables (PHEV). Los BEV han experimentado un progreso rápido en la mejora de rendimiento, reducción de tiempos de carga y un mayor alcance, al tiempo que se han reducido sus costes, por lo que se prevé una proliferación de este tipo de vehículos en los próximos años [2].

Un reciente estudio publicado por el Consejo Internacional del Transporte Limpio [19] identifica como una potencial área de investigación futura la cuantificación de los beneficios de los servicios que los EV pueden proporcionar a la red, incluyendo los servicios auxiliares [20]-[22], y el análisis de cómo la carga inteligente de EV en consonancia con la generación renovable distribuida en ciudades y comunidades puede contribuir a un sistema de distribución más estable en una región. En esta línea, la utilización de las baterías de los BEV como sistemas de almacenamiento distribuido en comunidades inteligentes [23]-[27] y hogares inteligentes [28]-[35] es un tema actual de investigación.

En este marco, el objetivo general del proyecto propuesto por la solicitante es el **desarrollo de un sistema de gestión energética que integra como elementos de almacenamiento las baterías de los vehículos eléctricos, para lograr que un bloque de viviendas o una comunidad se transformen en un bloque o distrito de energía positiva.**

La unidad a estudiar será un bloque de energía positiva formado por pequeñas unidades de generación renovable, micro-almacenamiento estacionario en los hogares, micro-almacenamiento móvil en los vehículos eléctricos y cargas inteligentes. Se desarrollarán estrategias de control para permitir diferentes soluciones de interacción entre los vehículos eléctricos, el bloque o edificio de energía positiva y la red, que buscarán como objetivos prioritarios aprovechar eficientemente toda la generación renovable, conseguir que el flujo energético neto del bloque sea positivo e intentar minimizar el número de cargas y descargas de las baterías para reducir su degradación y alargar su vida útil.

El grupo PE&ES de la UEx al que pertenece la solicitante ya tiene experiencia previa en esta línea de investigación, mediante los proyectos nacionales **SCEMS-mHESS (TEC2013-47316-C3-3-P)**, en el que la solicitante fue la Investigadora Principal, y **CSING (TEC2016-77632-C3-1-R)**, actualmente en curso. Los principales resultados de estos proyectos han sido recientemente publicados en importantes publicaciones internacionales [12], [20]-[22], [36]-[43]. Este proyecto supone continuar con la línea de investigación iniciada con estos proyectos, para dar un paso más y trabajar en el **desarrollo de algoritmos de control para conseguir que un bloque de viviendas tenga un flujo neto energético positivo con la red inteligente mediante la integración de los vehículos eléctricos como baterías móviles del bloque de energía positiva.**

Se ha seleccionado el centro receptor por la fructífera colaboración previa entre el grupo PE&ES y la Universidade Nova de Lisboa y la experiencia de los investigadores de la Universidade Nova de Lisboa en almacenamiento híbrido avalada mediante su participación en la acción COST ACTION MP1004 de la Unión Europea "*Hybrid Energy Storage Devices and Systems for Mobile and Stationary Applications*". Por estos motivos, el centro receptor y las tareas a llevar a cabo por la solicitante suponen para el grupo PE&ES un medio para colocarse en la vanguardia de la investigación de los sistemas híbridos de almacenamiento y para relacionarse con expertos europeos en la temática del presente proyecto.

La transferencia del proyecto al sector empresarial, se prevé realizarla mediante tres vías:

- 1.- A través del Consorcio del Vehículo Eléctrico e Híbrido de las Dos Ruedas (CONVEHIDOR), foro nacional en el que participa la solicitante como investigadora principal por parte de la UEx.
- 2.- A través de la Red de Innovación de IBERDROLA - Nodo 4 - Generación Distribuida, en el que participa el grupo PE&ES representando a la UEx en la red.
- 3.- A nivel extremeño, a través de la Spin-off Senergy Products & Services, S.L. empresa de base tecnológica con la que colabora el grupo PE&ES de la UEx.

El interés socioeconómico del proyecto es claro, pues pretende plantear soluciones para contribuir al desarrollo de una economía hipocarbónica competitiva. La temática se incluye en las líneas prioritarias de I+D+i para los próximos años a nivel:

- Europeo (reto 3: "Energía segura, limpia y eficiente", del programa Horizonte 2020 de la Unión Europea),
- Nacional (reto 3: "Energía segura, eficiente y limpia" y reto 4: "Transporte sostenible, inteligente, conectado e integrado", incluidos en el Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020),
- Extremeño (línea Estratégica 1, asociada a la RIS3 de Extremadura, del VI Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura 2017-2020, que contempla las Energías Limpias como una de las áreas que presentan ventajas competitivas en nuestra región).

El objetivo del proyecto está, además, en consonancia con los objetivos del Plan Estratégico en Tecnologías Energéticas (SET Plan) de la Unión Europea, lo que avala el interés socioeconómico del mismo.

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

Se revisan en este apartado las líneas prioritarias de investigación relacionadas con el proyecto, previstas en el VI Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura 2017-2020 y la vinculación del proyecto a la RIS3.

A nivel regional, el VI Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura 2017-2020 conecta con la Estrategia de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente de Extremadura (*Research and Innovation Strategy for Smart Specialization*, RIS3 de Extremadura), que contempla las Energías Limpias como una de las áreas que presentan ventajas competitivas en nuestra región. Así, entre las Líneas Estratégicas de interés regional que se recogen en dicho Plan, se encuentra la Línea Estratégica 1, asociada a la RIS3 de Extremadura. En el sector energético, la investigación y el desarrollo tecnológico en Extremadura a pequeña y mediana escala se centrará en la **gestión inteligente de la energía**, detectándose entre las actividades de especialización las **tecnologías para el almacenamiento de energía, el aprovechamiento de flotas de vehículos eléctricos para el almacenamiento de los excedentes de producción eléctrica fotovoltaica, TIC aplicadas a la gestión energética (microrredes) o sistemas de gestión aislada**.

Además, las actuaciones que la Junta de Extremadura está llevando a cabo y que tiene previsto realizar en los próximos años para impulsar la transición a la economía verde y circular de toda la sociedad extremeña se recogen en [44]. En este documento se establecen los ejes y líneas de actuación del plan de acción de la Junta de Extremadura. Uno de los ejes temáticos, “Energía, agua y residuos”, propone como línea de actuación “El modelo de energía sostenible”. Esta línea plantea la mejora de competitividad y sostenibilidad energética mediante el impulso de la reducción del consumo e **incremento de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables en edificios y en el hogar**. También propone incrementar la **generación distribuida, avanzar en el transporte y la movilidad sostenible y fomentar el autoconsumo**, mediante el desarrollo de una normativa sobre el autoconsumo y el consumo cooperativo de energías limpias.

Se demuestra, por tanto, que el objetivo propuesto en este proyecto entronca directamente con estas líneas de investigación y que el proyecto se encuentra directamente vinculado a la RIS3 de Extremadura.

### 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.

El resultado del proyecto es la implementación y validación de un modelo de simulación de un bloque de energía positiva, planteando estrategias de control para conseguir que dicho bloque tenga un flujo neto energético positivo con la red inteligente. Para ello, el proyecto se estructura en 4 actividades, cada una de ellas con diferentes tareas, resumiéndose la planificación temporal prevista en el cronograma de la Tabla 1.

**Actividad 1.-** Desarrollo y validación de estrategias de control para permitir diferentes soluciones de interacción entre los vehículos eléctricos, el bloque de energía positiva y la red:

- Tarea 1: Interacción del vehículo con la red: Estrategias Vehicle-to-grid/Grid-to-vehicle: V2G-G2V. Desarrollo e implementación de la estrategia de control y validación en simulación – **M1 (2 semanas)**
- Tarea2: Interacción del vehículo con los sistemas de micro-almacenamiento de los hogares: Vechicle-to-battery/Battery-to-vehicle: V2B-B2V. Desarrollo e implementación de la estrategia de control y validación en simulación – **M1 (2 semanas)**
- Tarea 3: Interacción del vehículo y los sistemas de micro-generación renovable de los hogares: Home to vehicle: H2V. Desarrollo e implementación de la estrategia de control y validación en simulación – **M2 (2 semanas)**
- Tarea 4: Interacción entre vehículos de vecinos del bloque: Vehicle-to-vehicle: V2V. Desarrollo e implementación de la estrategia de control y validación en simulación – **M2 (2 semanas)**

**Actividad 2.-** Análisis en simulación de la integración de estrategias de manera coordinada:

- Tarea 5: Implementación de la estrategia de control global en simulación que integra las estrategias desarrolladas en la Actividad 1 – **M3 (1 semana)**
- Tarea 6: Validación mediante simulación de la operación coordinada de la estrategia de control global – **M3 (2 semanas)**

**Actividad 3.-** Análisis en simulación de otras funciones activas para el bloque de energía positiva:

- Tarea 7: Implementación de una estrategia de control de potencia reactiva del edificio. Validación en simulación e integración en la estrategia global desarrollada en la Actividad 2 – **M3 – M4 (2 semanas)**
- Tarea 8: Implementación de una estrategia de control de reducción local de los armónicos demandados por el bloque de energía positivo. Validación en simulación e integración en la estrategia global con control de reactiva conseguida al finalizar la Tarea 7 – **M4 (2 semanas)**

**Actividad 4.-** Coordinación entre la solicitante y los investigadores del centro de destino donde se desarrollará el proyecto:

- Tarea 9: Coordinación y planificación de trabajos a desarrollar en colaboración con los investigadores del centro de destino – **M1 – M4 (16 semanas)**
- Tarea 10: Cierre del proyecto. Elaboración de la memoria final del proyecto, en colaboración con los investigadores del centro de destino. Planteamiento de redacción de artículos para difundir los resultados del proyecto – **M4 (1 semana)**

Tabla 1: Cronograma previsto de tareas del proyecto

|          | M1 |   |   |   | M2 |   |   |   | M3 |   |   |   | M4 |   |   |   |
|----------|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|
| Tarea 1  | ■  | ■ |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| Tarea 2  |    |   | ■ | ■ |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| Tarea 3  |    |   |   |   | ■  | ■ |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| Tarea 4  |    |   |   |   |    |   | ■ | ■ |    |   |   |   |    |   |   |   |
| Tarea 5  |    |   |   |   |    |   |   |   | ■  |   |   |   |    |   |   |   |
| Tarea 6  |    |   |   |   |    |   |   |   |    | ■ | ■ |   |    |   |   |   |
| Tarea 7  |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   | ■ | ■  |   |   |   |
| Tarea 8  |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   | ■  | ■ |   |   |
| Tarea 9  | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ | ■  | ■ | ■ | ■ |
| Tarea 10 |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   | ■ |

Los medios necesarios para realizar estas tareas, al centrarse en actividades de simulación, se resumen en un ordenador con el software de simulación MATLAB-Simulink y acceso a las bases de datos de artículos de investigación de IEEE y Scopus. Estos medios serán proporcionados por el centro receptor.

Al volver al centro de origen, la solicitante junto con el resto de investigadores del grupo de investigación PE&ES, implementarán las estrategias de control desarrolladas sobre un prototipo experimental, como parte de las tareas del proyecto del Plan Nacional **CSING**, actualmente en marcha. También se validará la posibilidad de utilizar algunos algoritmos desarrollados, para implementar las funciones activas del transformador electrónico a desarrollar en el proyecto de I+D+i de la Comunidad Autónoma de Extremadura **TEASER**. Para estas actividades se cuenta con la financiación correspondiente de dichos proyectos (ver apartado D de esta memoria).

**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 dos ayudas obtenidas en convocatorias públicas. Los datos de estas ayudas y de la convocatoria correspondiente 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:* EVA GONZALEZ ROMERA  
*Entidad solicitante:* UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA  
*Centro:* ESCUELA INGENIERIAS INDUSTRIALES - BADAJOZ  
*Título:* **CSING - CONTROL Y GESTION DE NANORREDES AISLABLES: ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA NANORREDES AISLABLES**  
*Duración en años:* 3. *Financiación* (costes directos, en euros): **68.000,00 €**  
*Participación de la solicitante:* Investigadora
  
- CONVOCATORIA 2018 DE LAS AYUDAS DESTINADAS A LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN LOS CENTROS PÚBLICOS DE I+D+I DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA  
*Referencia:* **IB18067**  
*Investigador principal:* ENRIQUE ROMERO CADAVAL  
*Entidad solicitante:* UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA  
*Centro:* ESCUELA INGENIERIAS INDUSTRIALES - BADAJOZ  
*Título:* **TEASER - TRANSFORMADOR ELÉCTRICO ACTIVO CON SUMINISTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES**  
*Duración en años:* 3. *Financiación* (costes directos, en euros): **145.290,20 €**  
*Participación de la solicitante:* Investigadora

Los resultados del proyecto desarrollado por la solicitante en el centro de destino aportan los siguientes **beneficios** a los proyectos citados:

1.- Las estrategias de control implementadas será incorporadas y evaluadas en la tarea **T5.3 del proyecto CSING**: “Validación experimental de resultados”, planificada para el tercer trimestre del año 2019, coincidiendo con la fecha de reincorporación de la solicitante en el centro de origen, tras la finalización de la ayuda de movilidad.

En concreto, se validarán experimentalmente en la nanorred a escala de laboratorio las estrategias desarrolladas en simulación en el centro de destino. De esta manera, los resultados conseguidos por la solicitante contribuirán a la consecución del Hito H5.5: “Validación experimental de estrategias de control” y serán incorporadas en el entregable E5.1: “Informe de validación de estrategias de control”.

2.- Los algoritmos de simulación desarrollados aportarán conocimiento para abordar algunas actividades del proyecto **IB18067**. Este proyecto tiene como objetivo el diseño, desarrollo y ensayo de un transformador para redes de distribución, capaz de implementar **funciones activas, integrar óptimamente energías renovables** y con capacidad de **almacenamiento de energía**.

Concretamente, las estrategias de control desarrolladas en la **Actividad 3** de este proyecto serán evaluadas para incorporarlas a la tarea **T2.3 del proyecto TEASER**: “Diseño y validación mediante



simulación de la estrategia de operación y funciones activas”, planificada durante el año 2019 y primer semestre del año 2020.

Se analizará la posibilidad de adaptar los algoritmos de control de potencia reactiva del edificio de energía positiva desarrollados en la Tarea 7 del proyecto, a la función activa Q (potencia reactiva) prevista para el transformador. Asimismo, la estrategia de control de reducción local de los armónicos demandados por el bloque de energía positivo, implementada en la Tarea 8, será adecuada para incorporarla a la función H (control armónico) del transformador resultante del proyecto TEASER.

**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 líneas de trabajo:

- **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**

Durante los últimos años, el grupo PE&ES de la UEx ha mantenido una estrecha colaboración con el grupo Energy Efficiency, que 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 estos grupos, directamente relacionada con la confluencia de sus líneas de investigación (resaltadas en negrita en el listado anterior, destacando en azul las líneas vinculadas con este proyecto), son los motivos fundamentales de la elección del CT-UNINOVA como centro de destino de la estancia que se pretende.

Las aportaciones más relevantes del CTS-UNINOVA en los últimos cinco años son las siguientes (resaltando en negrita las publicaciones fruto de la colaboración entre investigadores de los grupos PE&ES y Energy Efficiency, y en azul aquéllas en las que es coautora la solicitante):

**F Barrero, VF Pires, JL Sousa, JF Martins, MI Milanés, E González, E Romero**  
**Photovoltaic Power Converter Management in Unbalanced Low Voltage Networks with Ancillary Services Support**  
**Energies, 12(6), 972. 2019**

**M Ruiz, EG Romera, RA Lopes, E Romero, J Martins, MI Milanés, F Barrero**  
**Optimal Charge/Discharge Scheduling of Batteries in Microgrids of Prosumers**  
**IEEE Transactions on Energy Conversion, 34(1), pp. 468-477. 2019**

**O Husev, C Roncero, E Makovenko, SP Pimentel, D Vinnikov**  
**Optimization and Implementation of the Proportional-Resonant Controller for Grid-Connected Inverter with Significant Computation Delay**  
**IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2019**

**E González, M Ruiz, MI Milanés, F Barrero, E Romero, R Amaral Lopes, J Martins**  
**Advantages of Minimizing Energy Exchange Instead of Energy Cost in Prosumer Microgrids**

**Energies 12 (4), 719. 2019**

M Sanduleac, J Martins, I Ciornei, M Albu, L Toma, V Pires, L Hadjidemetriou, R Sauba  
Resilient and Immune by Design Microgrids Using Solid State Transformers  
Energies 11 (12), 3377. 2018

**M Ruiz, E González, RA Lopes, E Romero, J Martins, MI Milanés, F Barrero  
Improved Forecasting-Based Battery Energy Management Strategy for Prosumer Systems  
44th IEEE IECON. 2018**

**R Francisco, C Roncero, R Lopes, JF Martins  
Intelligent Energy Storage Management System for Smart Grid Integration  
44th IEEE IECON. 2018**

R Veríssimo, RA Lopes, JF Martins  
Energy Storage Systems to Prevent Distribution Transformers Overload with High NZEB  
Penetration  
44th IEEE IECON. 2018

RA Lopes, P Magalhães, JP Gouveia, D Aelenei, C Lima, J Martins  
A case study on the impact of NZEB on distribution transformer aging  
Energy 157, 669-678. 2018

**O Husev, E Makovenko, D Vinnikov, T Jalakas, C Roncero, E Romero, J. Martins, V Delgado,  
VF Pires  
Single-phase qZS-based PV inverter with integrated battery storage for distributed energy  
generation  
12th IEEE CPE-Powereng. 2018**

JA Oliveira-Lima, R Morais, J Martins, A Florea, C Lima  
Load forecast on intelligent buildings based on temporary occupancy monitoring  
Energy and Buildings, 116, pp. 512-521. 2016

A Sa, RA Lopes, J Martins  
Design of an agent-based simulator for real-time estimation of power  
consumption/generation in residential buildings  
41st IEEE ISIE, pp. 3832-3838. 2015

## G. Bibliografía.

- [1] Comisión Europea. "Hoja de ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050". 2011. Recuperado de: [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2011\)0112\\_/com\\_com\(2011\)0112\\_es.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0112_/com_com(2011)0112_es.pdf)
- [2] Agencia Internacional de la Energía. "Perspectivas de la energía en el mundo". 2016. Recuperado de: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016\\_ExecutiveSummary\\_Spanishversion.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016_ExecutiveSummary_Spanishversion.pdf)
- [3] Unión Europea. "The Strategic Energy Technology (SET) Plan". 2017. Recuperado de: [https://setis.ec.europa.eu/sites/default/files/setis%20reports/2017\\_set\\_plan\\_progress\\_report\\_0.pdf](https://setis.ec.europa.eu/sites/default/files/setis%20reports/2017_set_plan_progress_report_0.pdf)
- [4] Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Diario Oficial de las Comunidades Europeas.
- [5] Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. BOE núm. 89, de 13/04/2013.
- [6] M. Aneke, M. Wang. "Energy storage technologies and real life applications – A state of the art review". Applied Energy, vol. 179, no. 1, pp. 350-377. 2016.
- [7] Comisión Europea. "Energy Storage, the role of electricity". 2017.
- [8] M. G. Damavandi, J. R. Martí, V. Krishnamurthy. "A Methodology for Optimal Distributed Storage Planning in Smart Distribution Grids". IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 9, no. 2, pp. 729-740. 2018.
- [9] A. di Giorgio, F. Liberati, A. Lanna, A. Pietrabissa, F. D. Priscoli. "Model Predictive Control of Energy Storage Systems for Power Tracking and Shaving in Distribution Grids". IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 8, no. 2, pp. 496-504. 2017.
- [10] A. Mahmood, A. R. Butt, U. Mussadiq, R. Nawaz, R. Zafar, S. Razzaq. "Energy sharing and management for prosumers in smart grid with integration of storage system". 2017 5th International Istanbul Smart Grid and Cities Congress and Fair (ICSG), pp. 153-156. 2017.
- [11] M. Shakeri, M. Shayestegan, H. Abunima, S.M. Salim Reza, M. Akhtaruzzaman, A.R.M. Alamoud, K. Sopian, N. Amin. "An intelligent system architecture in home energy management systems (HEMS) for efficient demand response in smart grid". Energy and Buildings, vol. 138, pp. 154-164. 2017.
- [12] M.I. Milanes Montero, F. Barrero-Gonzalez, J. Pando-Acedo, E. Gonzalez-Romera, E. Romero-Cadaval, A. Moreno-Munoz. "Active, Reactive and Harmonic Control for Distributed Energy Micro-Storage Systems in Smart Communities Homes". Energies, vol. 10, no. 4, pp. 448. 2017.
- [13] B. Kang, K. Jang, S. Park, M. Choi, S. Park. "Energy Storage System Control Algorithm by Operating Target Power to Improve Energy Sustainability of Smart Home". Sustainability, vol. 1, no. 1, pp. 236. 2018.
- [14] M. Ferraro, F. Sergi, V. Antonucci, F. Guarino, G. Tumminia and M. Cellura. "Load match and grid interaction optimization of a net zero energy building through electricity storage: An Italian case-study". 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC), pp. 1-5. 2016.
- [15] P. Arbolea, E. X. Domínguez and F. M. Lorenzo. "Unified generating and storing capacity reliability evaluation in nearly-Zero Energy Buildings". 2015 IEEE Power & Energy Society General Meeting, pp. 1-5. 2015.
- [16] N. Chandanachulaka, W. Khan-ngern. "Zero energy consumption home based on utilization - pricing ratio, using solar system in Bangkok," 2016 13th International

- Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, pp. 1-6. 2016.
- [17] S. Habib, M. Kamran, U. Rashid. "Impact analysis of vehicle-to-grid technology and charging strategies of electric vehicles on distribution networks - a review". *J. Power Sources*, vol. 277, pp. 205-214. 2015.
  - [18] R. Mehta, D. Srinivasan, A. M. Khambadkone, J. Yang and A. Trivedi. "Smart Charging Strategies for Optimal Integration of Plug-In Electric Vehicles Within Existing Distribution System Infrastructure". *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 9, no. 1, pp. 299-312. 2018.
  - [19] The International Council on Clean Transportation. "Literature review on power utility best practices regarding electric vehicles. White Paper". 2017
  - [20] E. González-Romera, F. Barrero-González, E. Romero-Cadaval, M.I. Milanés-Montero. "Overview of plug-in electric vehicles as providers of ancillary services," 2015 9th International Conference on Compatibility and Power Electronics, pp. 516-521, 2015.
  - [21] E. Romero-Cadaval, F. Barrero-González, E. González-Romera, M.I. Milanés-Montero. "Using Plug-in Electric Vehicles to Implement Ancillary Services in Smart Distribution Grids". En S. Rajakaruna, F. Shahnia, A. Ghosh (Ed.), "Plug In Electric Vehicles in Smart Grids", pp. 309-349. Power Systems. Ed. Springer, Singapore. 2015.
  - [22] M.I. Milanés-Montero, M.A. Guerrero-Martínez, E. González-Romera, E. Romero-Cadaval, F. Barrero-González. "Active and reactive power control strategies for electric vehicles in smart grids". 2016 10th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering, pp. 114-119, 2016.
  - [23] N.G. Paterakis, O. Erdinc, I.N. Pappi, A.G. Bakirtzis, J.P.S. Catalao. "Coordinated operation of a neighborhood of smart households comprising electric vehicles, energy storage and distributed generation". *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 7, no. 6, pp. 2736-2747. 2016.
  - [24] C. Sun, F. Sun, S.J. Moura. "Nonlinear predictive energy management of residential buildings with photovoltaics & batteries". *Journal of Power Sources*, vol. 325, pp. 723-731. 2016.
  - [25] A. Bampoulas, A. Karlis. "A novel dynamic demand control of an electric vehicle integrated in a solar nanogrid with energy storage". 2017 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), pp. 1410-1416. 2017.
  - [26] S. Masoum, S. Deilami, P. S. Moses, M. A. S. Masoum and A. Abu-Siada. "Smart load management of plug-in electric vehicles in distribution and residential networks with charging stations for peak shaving and loss minimisation considering voltage regulation". *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 5, no. 8, pp. 877-888. 2011.
  - [27] R. Zhang, X. Cheng and L. Yang. "Energy Management Framework for Electric Vehicles in the Smart Grid: A Three-Party Game". *IEEE Communications Magazine*, vol. 54, no. 12, pp. 93-101. 2016.
  - [28] X. Wu, X. Hu, S. Moura, X. Yin, V. Pickert. "Stochastic control of smart home energy management with plug-in electric vehicle battery energy storage and photovoltaic array". *Journal of Power Sources*, vol. 333, pp. 203-212. 2016.
  - [29] Y.M. Wi, J. uk Lee, S.K. Joo. "Electric vehicle charging method for smart homes/buildings with a photovoltaic system". *IEEE Transactions on Consumer Electronics*. vol. 59, no. 2, pp. 323-328. 2013.
  - [30] B. Zhou, W. Li, K.W. Chan, Y. Cao, Y. Kuang, X. Liu, X. Wang. "Smart home energy management systems: concept, configurations, and scheduling strategies". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 61, pp. 30-40. 2016.

- [31] O. Erdinc. "Economic impacts of small-scale own generating and storage units, and electric vehicles under different demand response strategies for smart households". *Appl. Energy*, vol. 126, pp. 142-150. 2014.
- [32] O. Erdinc, N.G. Paterakis, T.D.P. Mendes, A.G. Bakirtzis, J.P.S. Catalao. "Smart household operation considering bi-directional EV and ESS utilization by realtime pricing-based DR". *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 6, no. 3, pp. 1281-129. 2015.
- [33] N.G. Paterakis, O. Erdinc, A.G. Bakirtzis, J.P.S. Catalao. "Optimal household appliances scheduling under day-ahead pricing and load-shaping demand response strategies". *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 11, no. 6, pp. 1509-1519. 2015.
- [34] O. Erdinc, N.G. Paterakis, I.N. Pappi, A.G. Bakirtzis, J.P. Catalo. "A new perspective for sizing of distributed generation and energy storage for smart households under demand response". *Applied Energy*, vol. 143, pp. 26-37. 2015.
- [35] J. Munkhammar, J. Widn, J. Rydn. "On a probability distribution model combining household power consumption, electric vehicle home-charging and photovoltaic power production". *Applied Energy*, vol. 142, pp. 135-143. 2015.
- [36] M.I. Milanés-Montero, F. Barrero-González, J. Pando-Acedo, E. González-Romera, E. Romero-Cadaval, A. Moreno-Muñoz, "Smart Community Electric Energy Micro-Storage Systems with Active Functions". *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 54, no. 3, pp. 1975-1982. 2018
- [37] V.M. Miñambres-Marcos, M.A. Guerrero-Martínez, F. Barrero-González, M.I. Milanés-Montero, "A Grid Connected Photovoltaic Inverter with Battery-Supercapacitor Hybrid Energy Storage", *Sensors*, vol. 17, no. 8, pp. 1- 18, 2017.
- [38] M.A. Guerrero-Martínez, M.I. Milanés-Montero; F. Barrero-González; V.M. Miñambres-Marcos, E. Romero-Cadaval, E. González-Romera, "A Smart Power Electronic Multiconverter for the Residential Sector". *Sensors*, vol. 17, no. 6, pp. 1-16, 2017.
- [39] M.I. Milanés-Montero, F. Barrero-González, E. González-Romera, E. Romero-Cadaval. Título del libro: "Large scale grid integration of renewable energy sources". Título del capítulo: "Distributed micro-storage systems at residential level in smart communities with high penetration of photovoltaic generation". Colección: IET ENERGY ENGINEERING SERIES, vol. 98, pp. 279-313. IET – The Institution of Engineering and Technology, Londres, Reino Unido. 2017. ISBN: 978-1-78561-162-9.
- [40] J. Pando-Acedo, M.I. Milanés-Montero, E. Romero-Cadaval, M.A. Guerrero-Martínez, F. Barrero-González, Eva González-Romera, "Active Power Flow Strategies for Bidirectional Energy Storage Units in Smart Communities", 2017 11th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering, pp. 1-6. Abril 2017.
- [41] E. Romero-Cadaval, M.A. Guerrero-Martínez, M.I. Milanés-Montero, F. Barrero-González, E. González-Romera, "A cooperative converter for managing low-voltage energy storage systems," 2016 10th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering, pp. 162-167. Junio 2016.
- [42] E.J. Palacios-Garcia, A. Moreno-Munoz, I. Santiago, I.M. Moreno-Garcia, M.I. Milanés-Montero, "Smart community load matching using stochastic demand modeling and historical production data" 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering, pp. 1-5. Junio 2016.
- [43] M.I. Milanés-Montero, E. González-Romera, F. Barrero-González, E. Romero-Cadaval, A. Moreno-Munoz, "Local energy micro-storage systems in smart communities with active, reactive and harmonic control," 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering, pp. 1-5. Junio 2016.
- [44] Extremadura 2030. Estrategia de economía verde y circular. Plan de acción de la Junta de Extremadura. 2017. Recuperado de: [http://extremadura2030.com/wp-content/uploads/2017/03/eevc\\_plan\\_de\\_accion\\_juntaex-definitivo.pdf](http://extremadura2030.com/wp-content/uploads/2017/03/eevc_plan_de_accion_juntaex-definitivo.pdf)