

Actas de las IV Jornadas ScienCity 2021

Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de Innovación en Ciudades Inteligentes

Editores:

Tomás de J. Mateo Sanguino, José Manuel Lozano Domínguez, Manuel J. Redondo González, Iñaki J. Fernández de Viana González, Miguel Ángel Rodríguez Román

Departamento de Ingeniería Electrónica, de Sistemas
Informáticos y Automática

Departamento de Tecnologías de la Información

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Huelva

Universidad de Huelva

Dpto. de Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática
Campus de El Carmen
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI)
Huelva, España
Tel: (+34) 959 217380
FAX: (+34) 959 217348
<http://www.uhu.es/diesia/>

Dpto. de Tecnologías de la Información
Campus de El Carmen
Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI)
Huelva, España
Tel: (+34) 959 217364
FAX: (+34) 959 217703
<http://www.uhu.es/dti/>

Copyright © 2022 Universidad de Huelva
Todos los derechos reservados
ISBN: 979-8410791717

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, así como la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o venta fuera de los canales comerciales establecidos por el editor/es sin la autorización de los propietarios del Copyright.

I. Sesión Principal

Miércoles - 17 Nov | Gobernanza y Sostenibilidad

Índice para Ciudades Inteligentes y Sostenibles: el Caso de Costa Rica	1
<i>O. Segura Bonilla, D. García Sánchez</i>	
Modelado Matemático de la Generación de Residuos Sólidos Urbanos en la Provincia de Huelva	4
<i>A. Mena-Nieto, A. Golpe-Moya, J.C. Molina-Gómez, A. Mena-Gonzalez, L. Da Silva-Lima</i>	

Jueves - 18 Nov | Educación Digital e Industria 4.0

Standardized Remote Laboratories Based on Renewable Energy Sources for REOPEN European University Network	7
<i>M. Martínez, R. García, F. Segura, J.M. Andújar</i>	
Evaluación de un Dispositivo de Red para la Configuración y Recuperación Automática de Sistemas en el Aula	11
<i>J.D. Morillo Reina, T.J. Mateo Sanguino</i>	
Sustainable Urban Race, Promoción de las Enseñanzas Técnicas en Tiempos de Pandemia.....	15
<i>J. Pino Fernández, D. Ruiz Castilla, B. Millan Prior, Y. Ceada Garrido, J. Ríos Gutiérrez, J. Barragán Piña, J.M. Enrique Gómez, D. Tejada Guzmán, M.S. Mesa Alcocer, J.M. Andújar Márquez</i>	
Toma de Datos y Modelado de un Vehículo Eléctrico para Ensayo de Estrategias de Carga con Paneles Fotovoltaicos a Bordo	19
<i>J. Ríos, J.M. Enrique, M. Mesa, B. Millán, M. Martínez, J. Amaro, J. del Pino, D. Ruiz, D. Tejada, J. Gamero, J.M. Andújar, J. Barragán</i>	
Aplicación de Enfoques Semimarkovianos a la Mejora de Políticas de Mantenimiento Predeterminado en Activos Industriales	23
<i>A. Sánchez-Herguedas, A. Mena-Nieto, F. Rodrigo-Muñoz, J. Villalba-Diez, J. Ordieres-Meré</i>	
Adaptación de un Inversor Solar Comercial de Baja Potencia para Uso en una Smart Grid con un Bus de Corriente Continua de 360 V	27
<i>J. Pino Fernández, D. Ruiz Castilla, B. Millan Prior, J.Y. Gamero López, J. Ríos Gutiérrez, J. Barragán Piña, J.M. Enrique Gómez, D. Tejada Guzmán, M.S. Mesa Alcocer, J.M. Andújar Márquez</i>	

Viernes - 19 Nov | Agricultura 4.0 y Medio Ambiente

Design and Evaluation of a Low-cost Multispectral Device for Grape Ripening Status Assessment	31
<i>M. Noguera, B. Millan, A. Sayago, Á. Fernández-Recamales, J.M. Andújar</i>	
Herramientas para el Análisis de la Toxicidad de los Embalses para Suministro de Agua Potable mediante Imágenes Satelitales	35
<i>Á. Felipe Pulido, U. Gamero</i>	
Tuberías de Agua Potable: Energía Hidráulica y/o Energía Eléctrica	39
<i>Á. Mariano Rodríguez-Pérez, I. Pulido-Calvo</i>	
Principales Modelos de Negocios de Transporte Colaborativo: Análisis de la Percepción de los Usuarios a Través de sus Apps	42
<i>R. Hernández-Garrido, D. Perea, C. Pérez-Calañas</i>	

II. Sesión Paralela

Miércoles - 17 Nov | Jueves - 18 Nov | Viernes - 19 Nov

Ányos Jedlik, Inventor del Primer Modelo de Vehículo Eléctrico del Mundo	45
<i>T.J. Mateo Sanguino, J.M. Lozano Domínguez, M.J. Redondo González, E. Cortés Ancos</i>	
O Kahoot! Saiu da Sala de Aula	47
<i>C. Santos, C. Dias</i>	
O Potencial do Ensino a Distância em prol da Educação em Cidades Inteligentes	50
<i>C. Dias, C. Santos</i>	

Adaptación de un Inversor Solar Comercial de Baja Potencia para Uso en una Smart Grid con un Bus de Corriente Continua de 360 V

Industria 4.0

Pino Fernández, J., Ruiz Castilla, D., Millan Prior, B., Gamero López, J., Y., Ríos Gutiérrez, J., Barragán Piña, J., Enrique Gómez, J.M., Tejada Guzmán, D., Mesa Alcocer, M.S., Andújar Márquez, J.M.

Centro de Investigación en Tecnología, Energía y Sostenibilidad (CITES)
Universidad de Huelva, Campus "La Rábida"
Huelva, Spain

joaquin.delpino@diesia.uhu.es, daniel.ruiz@diesia.uhu.es, borja.millan@diesia.uhu.es,
jose.gamero@diesia.uhu.es, rios@uhu.es, antonio.barragan@diesia.uhu.es, juanm.enrique@diesia.uhu.es,
diego.tejada@diesia.uhu.es, moises.mesa@diesia.uhu.es, andujar@uhu.es

Resumen- El proyecto Transporte Turístico Urbano Sostenible - T²UES pretende potenciar el desarrollo tecnológico de una red de vehículos eléctricos combinada con puntos de recarga inteligentes y ambientalmente sostenibles, para equipar las áreas turísticas de Huelva y El Algarve. Estos puntos de recarga son alimentados con energías renovables procedentes de una Smart Grid y suministrarán la energía necesaria a los vehículos a través de un inversor. El inversor solar es un equipo básico en los sistemas renovables, el cual es diseñado para que se conecte a su entrada un campo fotovoltaico. Existen inversores cargadores solares que tienen además del inversor de aislada, un cargador incorporado para suministrar/obtener, en caso necesario, energía a/de las baterías. En el presente artículo, presentamos una adaptación de inversores comerciales, para la conexión en su entrada de un bus de corriente continua de 360 V, cosa que no es posible con los inversores comerciales de baja potencia en aislada existentes hoy en día, posibilitando así su utilización en una Smart Grid convencional.

Palabras Clave- T²UES, Inversor, Cargador, Baterías, Smart Grid, Vehículos eléctricos, Puntos de recarga

I. INTRODUCCIÓN

El excesivo número de desplazamientos vehiculares intraurbanos en época estival debido al turismo en zonas costeras de la región de la costa occidental andaluza/Algarve portugués causa incomodidad, es perjudicial para el medio ambiente y la salud de las personas además de ofrecer mala imagen a los turistas que pretenden disfrutar de las zonas turísticas.

Como solución a este problema, el proyecto Transporte Turístico Urbano Sostenible-T²UES, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020, pretende potenciar el desarrollo tecnológico de una red de vehículos eléctricos combinada con puntos de recarga inteligentes y ambientalmente sostenibles (Fig. 1), para equipar las áreas turísticas de Huelva y El Algarve.

De forma más concreta, el proyecto T2UES pretende:

- Promover la industria del transporte eléctrico alimentado por fuentes de energía renovables en la región de Andalucía y El Algarve.
- Incentivar la implementación de una red de transporte ligera, ecológica e intraurbana, con el fin de mitigar los problemas de congestión durante las épocas de alta demanda turística.
- Fortalecer el turismo como actividad económica, impulsándolo a partir de los pilares de la calidad ambiental y la vanguardia tecnológica.



Fig. 1. Perspectiva de una estación de recarga

Los resultados que producirá el proyecto son:

- Diseño y validación de una estación de recarga escalable alimentada únicamente por fuentes de energía renovable.

- Adaptación de diversos vehículos ligeros del socio PMF a las necesidades del proyecto. Esto incluirá una consola de información que ilustrará al usuario con el estado del vehículo y de la estación de recarga (disponibilidad de baterías cargadas en el rack, orden de recarga, etc).
- Sistema de control inteligente para la optimización de los flujos de energía entre ella, los sistemas generadores y los vehículos. Las capacidades del sistema incluirán el realizar estimaciones de la llegada de vehículos a la estación, de aportación de energía de los generadores, el gestionar los vehículos conectados a la estación también como proveedores de energía según su estado y necesidades, etc.
- Software de servicios que intercambiará información con la estación y los vehículos. A la estación le proveerá información acerca del estado de carga de los vehículos, su localización, etc., mientras que recibirá información de ella que mostrará al usuario, tal como disponibilidad de baterías intercambiables cargadas, orden para recarga en la estación, etc.
- Establecimiento de una red de trabajo y promoción del ecosistema de transporte intraurbano y ecológico constituida por los socios del proyecto y entidades públicas, privadas y prensa.

Para conseguir estos resultados, una parte necesaria es la creación de estaciones de recarga alimentada principalmente por fuentes de energías renovables. Fig. 2

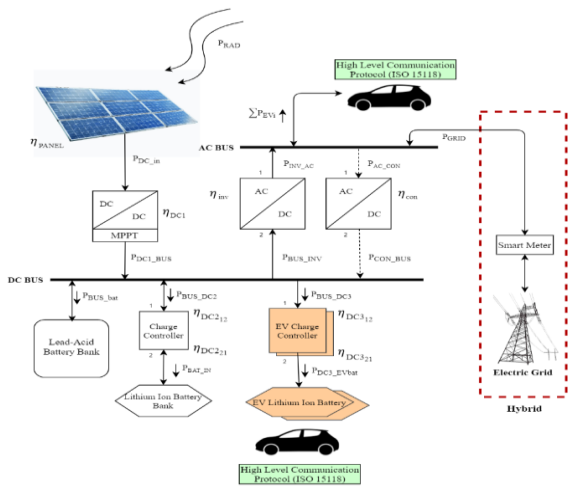


Fig. 2. Esquema de una estación de recarga

Un elemento fundamental en esta estación de recarga es el inversor fotovoltaico que debe extraer la energía del bus de corriente continua para transformarlo en corriente alterna adecuada para la carga de los vehículos [1].

Al utilizar una Smart Grid con aporte principalmente de energías renovables, los inversores híbridos de pequeña potencia que existen en el mercado no soportan el bus planteado en el proyecto, ya que los inversores comerciales están adaptados para buses de 12/24/48 V principalmente [2], y en este proyecto se pretende utilizar un bus de mayor voltaje (360V), muy superior a las especificaciones de los inversores. La utilización de inversores comerciales supone una importante reducción del coste frente al diseño y fabricación de uno específico, por lo que se ha ideado un sistema que permite el uso de inversor comercial, de forma que el banco

de baterías de 360V se comporte como un generador fotovoltaico de cara al inversor.

II. DESARROLLO

Para el desarrollo de este trabajo se ha contado con una Smart Grid situada en el Campus de la Rábida, perteneciente a la Universidad de Huelva, dicha Smart Grid está controlada por un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) que proporciona información de todas las variables de las distintas energías renovables, como tensión corriente generada/consumida o potencia suministrada (Fig. 3).

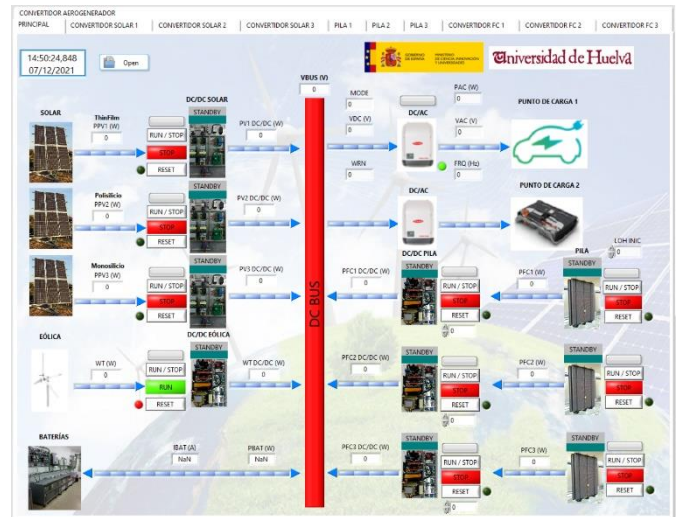


Fig. 3. Sistema SCADA de la Smart Grid situada en Campus de La Rábida

La microrred integra múltiples sistemas de generación solar fotovoltaica y eólica, y sistemas de almacenamiento energético: banco de baterías, banco de supercondensadores y un sistema de basado en hidrógeno compuesto por varias pilas de combustible y electrolizadores. La interconexión de estos sistemas se realiza mediante un bus de 360 VDC. El empleo de un bus de DC respecto a un bus de AC reporta ventajas en materia de pérdidas, integración de fuentes de DC y simplicidad en su control, al no presentarse problemas asociados a la gestión de potencia reactiva.

La estructura general de la solución propuesta se presenta en la Fig. 4.

Atendiendo al sistema de almacenamiento energético, se propone una estructura híbrida basada en baterías y el uso de hidrógeno como vector energético. El empleo de un sistema híbrido permite adecuar la respuesta del sistema atendiendo al horizonte temporal, de tal forma que el banco de baterías es empleado como sistema de almacenamiento energético a corto y medio plazo; mientras que el sistema de hidrógeno, debido a su mayor capacidad de almacenamiento y densidad energética, es utilizado como sistema de almacenamiento a largo plazo.

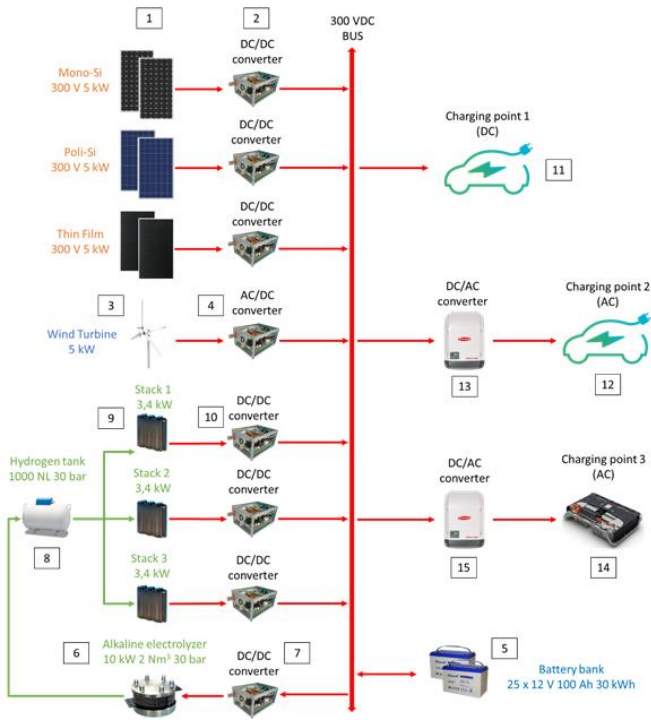


Fig. 4. Estructura de la Smart Grid Punto de Carga

Considerando el sistema de almacenamiento basado en baterías, se dispone de un banco de baterías de tecnología plomo-ácido compuesto por un total de 25 unidades en serie modelo UP100-12 del fabricante UPower®. La configuración planteada se basa en la conexión directa del banco de baterías al bus de DC, lo que permite garantizar su tensión dentro del rango de cierto rango de operación de acuerdo con el estado de carga de las baterías, simplificando en gran medida el diseño y control del resto de acondicionadores de potencia del sistema.

Se dispone de un punto de recarga en AC (Fig. 4), indicado para vehículos que únicamente permiten la recarga a partir de tensión alterna monofásica de 230 VAC. Para tal fin, se integrará un inversor de potencia para aplicaciones aisladas (Fig. 5), capaz de extraer la potencia desde el bus de DC soportado por baterías y realizar la conversión de tensión requerida.

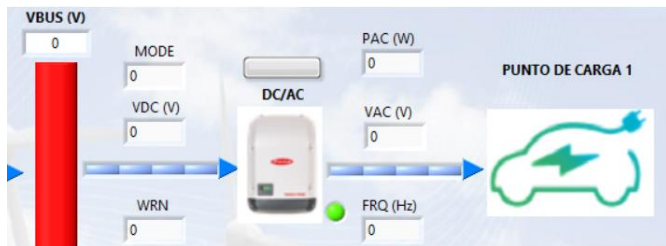


Fig. 5. Sistema Scada Smart Grid situada en Campus de La Rábida

Tras diversos análisis y ensayos, se ha detectado que las franjas de producción, por ejemplo, de energía solar, se sitúan en momentos distintos a la solicitud de demanda de energía, y aunque podemos utilizarla para cargar el bus de baterías, tal y como se ha podido comprobar en los ensayos, la producción que se obtiene produce un exceso de energía, la cual tiene que ser volcada a red. Sin embargo, cuando el vehículo necesita cargar las baterías por completo, se produce a unas horas que no hay energía solar suficiente, teniendo en ese momento que extraer la energía de la red (Fig. 6). Es por ello por lo que es necesario un sistema de almacenamiento de energía.

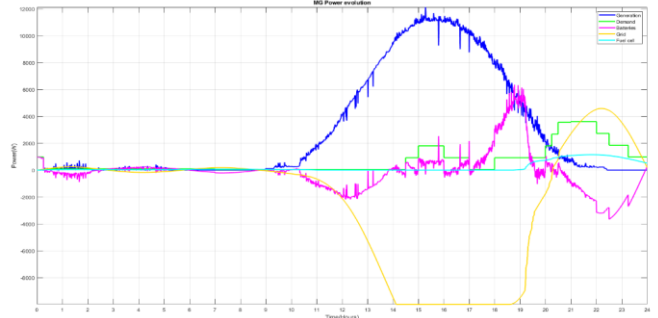


Fig. 6. Perfil de generación y demanda de energía para la carga del vehículo

Al no existir en el mercado inversores comerciales que se adapten a las especificaciones de la Smart Grid, la solución por la que se ha optado es un inversor de fotovoltaica, el cual está diseñado para conectar en su entrada un generador fotovoltaico cuyo rango de tensión es apto para los 360 V de las baterías.

Sin embargo, la capacidad de entrada del inversor, inicialmente descargada, provoca un transitorio capaz de generar daños en el mismo [3].

La solución desarrollada en este artículo es incorporar un circuito de arranque suave (Fig. 7). Este circuito conecta el inversor al bus utilizando una resistencia que limita la corriente suministrada, de forma que los componentes del inversor se van cargando hasta la tensión de trabajo de manera suave, hasta alcanzar una tensión segura para la conexión directa del bus de baterías.

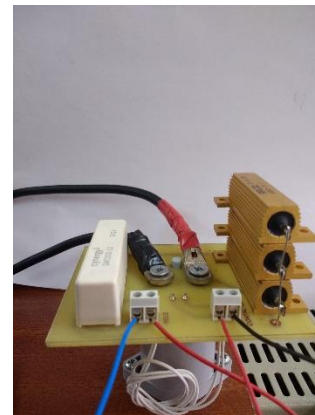


Fig. 7. Circuito de arranque suave

Dicho circuito necesita un sistema de control y monitorización inteligente [4] capaz de indicar cuando tiene iniciarse la conexión y cuando la desconexión (Fig. 8). El control inteligente además nos muestra mediante protocolo tcp/ip las variables de entrada y salida del inversor, las cuales controlará el sistema SCADA expuesto en la Fig. 3.

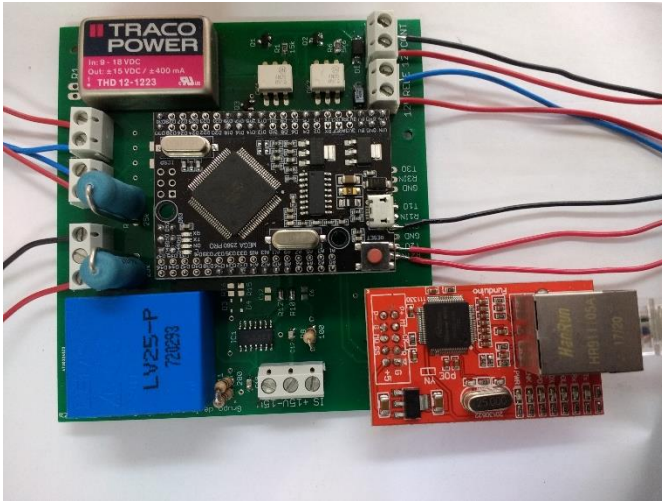


Fig. 8. Control Inteligente creado para el arranque suave del sistema

III. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha desarrollado un sistema para la adaptación de un inversor de aislada comercial para su integración en un bus de 360 VDC de una Smart Grid. El objetivo es desarrollar un sistema de estaciones de recarga para vehículos eléctricos de uso turístico.

También se ha diseñado e implementado el sistema para la monitorización del inversor, incluyendo corrientes, tensiones y el flujo de energía con la Smart Grid.

El sistema desarrollado puede resultar muy útil para la utilización de inversores de aislada comerciales y su uso en Smart Grid, con buses no convencionales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado por los proyectos: “Transporte Turístico Urbano Eléctrico Sostenible (0517_TTUES_6_E)”, del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal (POCTEP) 2014-2020 y la Ayuda IJC2019-040114-I, financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por “FSE Invierte en tu futuro”.

REFERENCIAS

- [1] M. Fazeli, J. Ekanayake, and P. Holland, “Explotación de inversores fotovoltaicos para soportar voltaje local: un modelo de pequeña señal,” *Trans. IEEE en*, 2014, Accessed: Nov. 13, 2021. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6736080/?casa_token=38BmHrJQoAAAAA:GzAM527mb4KTZ1QPHf-k15HBrdWxu22Y42FLRYDsi1hiAX4Q9t0PVIpze47zjTJdINXfFjzK1A.
- [2] F. J. G. Sales, S. Seguí, C. Salvador, and O. Grau, “CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS: ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, APLICACIONES Y DISEÑO,” *Colección Académica. Editor. UPV*, Nov. 2011, Accessed: Dec. 07, 2021. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/72021>.
- [3] I. Patrao Herrero, “Concepción e integración en microrredes residenciales de inversores multinivel sin transformador de aislamiento con extracción simultánea de la máxima potencia de múltiples generadores fotovoltaicos,” Jun. 2015, doi: 10.4995/THESIS/10251/52023.
- [4] C. A. C. Molano, J. A. C. Daza, R. B. Hueso, R. B. Hueso, O. J. Suarez, and A. P. Garcia, “Diseño De Controladores Clásicos E Inteligentes Para Regular El Voltaje De Entrada A Un Inversor En Un Sistema Fotovoltaico,” *Ing. e Innovación*, Oct. 2021, doi: 10.21897/23460466.2649.