



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

CARACTERIZACIÓN DE LAS BATERIAS DE ION LITIO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MOVILIDAD ELECTRICA SOSTENIBLE CON RECARGA BASADAS EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Energías Renovables	Energías Renovables	Otras ingenierías

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	☐
Multidisciplinario	☒
Director de tesis pregrado	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Julio Fredy Chura Acero
Escuela Profesional	Ingeniería Mecánica Eléctrica
Celular	963999993
Correo Electrónico	jchura@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	BELTRAN CASTAÑON, NORMAN JESUS
Escuela Profesional	Ingeniería Mecánica Eléctrica
Celular	939220054
Correo Electrónico	nbeltran@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	SALINAS MENA, MATEO ALEJANDRO
Escuela Profesional	Ingeniería Mecánica Eléctrica
Celular	983144132
Correo Electrónico	msalinas@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	CLAVETEA MENESES, WILSON PERCY
Escuela Profesional	Ingeniería Mecánica Eléctrica
Celular	951997199
Correo Electrónico	wclavetea@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	CRUZ CABRERA, ARMANDO TITO
Escuela Profesional	Ingeniería Mecánica Eléctrica
Celular	995364361
Correo Electrónico	acruz@unap.edu.pe



I. Título

CARACTERIZACIÓN DE LAS BATERÍAS DE ION LITIO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA MOVILIDAD ELECTRICA SOSTENIBLE CON RECARGA BASADAS EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

II. Resumen del Proyecto de Tesis

La aplicación de baterías acopladas a sistemas de conversión de energía renovable en las ciudades ayudará en gran medida a superar algunos de los retos tecnológicos para el sistema eléctrico de la red y el transporte (vehículo eléctrico y lancha eléctrica), como la difícil accesibilidad a puntos de carga, y de coste, mejorando sus capacidades técnicas y haciendo que el sistema energético a nivel global sea más sostenible. Además, su aplicación tendrá un efecto inmediato en la salud de los ciudadanos debido a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, así como otros contaminantes.

Por lo que este trabajo se encontrará centrado principalmente en la identificación de los distintos agentes que propician el envejecimiento de las baterías de ion-litio. Para ello, se realizará un estudio acerca de la influencia que factores como la temperatura, o las condiciones de carga / descarga tienen en la degradación de las baterías. Con todo este conocimiento se pretende establecer un protocolo de ensayos que permitan caracterizar el funcionamiento interno y el envejecimiento de una batería, para posteriormente aplicar esto a un modelo de simulaciones con el cual se pueda estudiar la respuesta de dicha batería bajo diferentes condiciones sin necesidad de degradarla completamente.

III. Palabras claves (Keywords)

Baterías de Litio, sistemas fotovoltaicos, electromovilidad, estado de carga, voltaje, corriente.

IV. Justificación del proyecto

Los transportes contribuyen, de forma notable, a elevar los niveles de elementos nocivos en el medio ambiente. Los transportes son los grandes consumidores de energía fósil. En los medios de transporte existe una relación muy directa entre energía consumida y emisiones de CO₂. La movilidad por carretera, además de ser el más alto consumidor de petróleo, el que más gases de efecto invernadero emite (Guash, 2012).

La batería es un elemento activo con la capacidad de almacenar energía a partir de la entrada de una señal eléctrica rectificada con procesos electroquímicos para convertirla en energía química y de nuevo regresarla a la máquina o al proceso en forma de energía eléctrica, todo este proceso con un valor de eficiencia muy cercano al 100%. La vida útil de estos elementos corresponde a los ciclos de carga, a los que corresponde principalmente a la composición química de la cual está hecha. La capacidad de una batería es la cantidad de potencia por unidad de tiempo que se puede almacenar para de nuevo ser utilizada en otro momento, depende de la misma manera

de la composición química de la cual se fabricó, donde se toman elementos de alto grado de conducción eléctrica con un dieléctrico entre ellas, el que almacena la energía, a lo que le corresponde el nombre de pila y la conexión de estas sea en paralelo o serie, forman la batería. Para los vehículos eléctricos, su sistema de almacenamiento se compone de un conjunto de varias baterías para aumentar la autonomía de este, el cual toma el nombre de banco de baterías (Ardila et al. 2019).

V. Antecedentes del proyecto

Como experiencias previas desarrolladas se tiene en la Universitat Politècnica de Valencia (UPV) con tecnología fotovoltaica (F. Ibáñez, S. Seguí, C. Sánchez, F. Gimeno, and M. Alcañiz, 2014), se ha realizado el montaje de una instalación fotovoltaica que incluye almacenamiento en batería de litio y la posibilidad de realizar un bombeo fotovoltaico directo o híbrido. En la instalación participan profesores de los departamentos de Ingeniería Electrónica y de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la UPV. La repercusión del trabajo afecta a diversas asignaturas del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, así como a diversas asignaturas del Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural. La instalación se está poniendo en marcha mediante un programa de apoyo al I+D+i del Área de Cooperación al Desarrollo de la UPV (Programa ADSIDEO- Cooperación, 2017) y del Vicerrectorado de Infraestructuras, además de contar con la colaboración de las empresas (GoodWe, 2019) y (Carlo Gavazzi, 2108). El concepto de proyecto arranca a partir de una petición del International Global Solar Energy & Water Advisor en IOM (International Organization for Migration - www.iom.int/about-iom). El proyecto propuesto está alineado con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) marcados por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas: Objetivo 6: agua limpia y saneamiento. Objetivo 7: energía asequible y no contaminante. Objetivo 11: ciudades y comunidades sostenibles.

Tabla 1 Comparación entre características de baterías usadas en el artículo

Batería / Características	Ion-Litio	Plomo Acido	Ni-MH
Bajo Costo		✖	✖
Seguridad		✖	✖
Rendimiento estable	✖	✖	
Alta densidad de energía	✖		✖
Gran capacidad de almacenamiento de energía	✖		✖
Ausencia de Efecto Memoria	✖	✖	
Amigable con el medio ambiente			✖

Fuente: (D. Salazar, 2022)

VI. Hipótesis del trabajo

La movilidad eléctrica puede enfrentar problemas en la baterías de ion-Litios, si existe un exceso en los límites de corriente, voltaje o potencia, ya que podría existir una fuga térmica es las celdas de la batería, debido a problemas internos.

VII. Objetivo general

Caracterizar las baterías de ion litio para el funcionamiento de la movilidad eléctrica sostenible con recarga basadas en sistemas fotovoltaicos.

VIII. Objetivos específicos

Seleccionar un modelo de celda, un modelo de sistema de gestión de la batería e implementar un módulo de control de energía para la batería.

Analizar los diferentes modelos que existen en la actualidad, validando de forma experimental estos modelos y aplicando los datos característicos de la celda de Ion Litio en los modelos eléctricos a implementarse.

Estudiar su estructura y funcionamiento, la parte experimental consta de la caracterización de las baterías de las marcas Nissan i SEAT. Determinando a partir de un análisis de absorción atómica (AAS) los metales contenidos en el cátodo, concretamente el Litio, Cobalto, Manganeso y Níquel.

IX. Metodología de investigación

Se utilizará el método observación y análisis a través de la recolección de información de datos del sistema de almacenamiento en las baterías de Ion Litio.

Comenzaremos con un estudio del arte de cada componente: celdas, BMS, Módulo de energía. El siguiente paso es en algún caso la fabricación o la adquisición del material deseado. Seguidamente, debemos realizar un estudio de mercado para escoger varias celdas que cumplan con todas nuestras necesidades. Así mismo, debemos considerar la disponibilidad de celdas, el tiempo de entrega y el coste que supone el producto.

En segundo lugar, cubriremos principalmente el funcionamiento del sistema de balanceo de las celdas, las distintas topologías de BMS, con una selección entre las opciones que hoy tenemos en el mercado. Nuestra batería requiere un control de temperatura, un control de corriente, un control de tensión. Como información adicional podemos incluir el estado de la batería o algún actuador que esté directamente relacionado con el BMS.

Tabla 2. Variables del Modelo

Variable	Descripción	Unidad
SOC	Estado de carga	%
I _{bat}	Corriente de la batería	A
V _{bat}	Voltaje en bornes de la batería	V
V _{oc}	Voltaje de circuito abierto	V
V _{esti_bat}	Voltaje estimado por el algoritmo	V
t	Tiempo	h
Bat _{rend}	Rendimiento de la batería	
Variable	Descripción	Unidad
C	Capacidad nominal de la batería	Ah
β_c	Factor de corrección de la resistencia en carga	
β_d	Factor de corrección de la resistencia en descarga	
R	Resistencia de interna de la batería	Ohm
e	Error absoluto de cometido en la estimación del voltaje	%
SOC _{increment}	Incremento del SOC en cada iteración	
R _c	Resistencia de carga	Ohm
R _d	Resistencia de carga	Ohm
R _p	Regulador proporcional	Ohm
ns	Numero de celdas de la batería	

Fuente: (D. Salazar, 2022)

X. Referencias

Pasta M., Armstrong D., Brown Z. L., Bu J., Castell M. R., Chen P., Cocks A., Corr S. A., Cussen E. J., Darnbrough E. 2020 roadmap on solid-state batteries, J. Phys. Energy 2020; Vol. 2, number 3.

Wu Z, Xie Z., Yoshida A., Wang Z., Hao X., Abudula A., Guan G. Utmost limits of various solid electrolytes in allsolid-state lithium batteries, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019; 109, 367–385.

Li S., Zhang S. Q., Shen L., Liu Q., Ma J. B., Lv W., He Y. B., Yang Q. H. Progress and Perspective of Ceramic/ Polymer Composite Solid Electrolytes for Lithium Batteries, Adv. Sci. 2020; 7, 1903088.

Knoop J. E., Ahn S. Recent advances in nanomaterials for high-performance Li-S batteries. Journal of Energy Chemistry, 2020; Vol. 47, 86-106.



Zheng F., Kotobuki M., Song S., Lai M. O., Lu Li. Review on solid electrolytes for all-solid-state lithium-ion batteries, *Journal of Power Sources*, 2018; 389, 198–213.

García Jiménez, R. D. Estudio comparativo de distintos tipos de baterías de ion litio para aplicaciones en vehículos eléctricos. *UPCcommons*, 2017.

Kamran, M. A dynamic material flow analysis of lithium-ion battery metals for electric vehicles and grid storage in the UK: Assessing the impact of shared mobility and end-of-life strategies. *Resources, Conservation & Recycling*. Elsevier B. V., 2021, vol. 167.

Languang, L.; Xuebing H.; Jianqiu, L.; Jianfeng, H. A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric vehicles. *Journal of Power Sources*. Elsevier B. V., 2013, vol. 226, p. 272-288.

Li, M.; Lu, J.; Chen, Z.; Amine, K. 30 Years of Lithium-ion batteries. *Advanced materials*. Wiley online library, 2018, vol. 30.

Liu, W.; Placke, T.; Chau, K. T. Overview of batteries and battery management for electric vehicles. *Energy Reports*, 2022, vol. 8.

Monroy Laverde, C. C.; Ardila Siachoque, A. C. Viabilidad de recarga de baterías de vehículos eléctricos mediante energía cinética constante. *Escuela colombiana de ingeniería*, 2019.

Nitta, N.; Wu, F.; Lee, J.T.; Yushin, G. Li-ion battery materials: Present and future. *Materials Today*. Elsevier B. V., 2015, vol. 18, p. 252-264.

Saez García, L. Recuperació dels metalls valuosos de les bateries de ió liti. *UPCcommons*, 2021. Sethurajan, M.; Gaydardzhiev, S. Bioprocessing of spent lithium-ion batteries metals recovery – a review. *Resources, Conservation & Recycling*. Elsevier B. V., 2021, vol. 165, p. 1-14.

Simon, B.; Ziemann, S.; Weil, M. Potential metal requirement of active materials in lithium-ion battery cells of electric vehicles and its impact on reserves: Focus on Europe. *Resources, Conservation & Recycling*. Elsevier B. V., 2015, vol. 104.

Scrosati, B.; Hassoun, J.; Sun, Y.K. Lithium-ion batteries. A look into the future. *Energy and Environmental Science*. Publishing, 2011, vol. 4, p. 3287-3295.

Tarascon, J. M.; Armand, M. Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries. *Nature*. ProQuest, 2001, vol. 414, p. 359-367.

Wick Ellingsen, L. A.; Roxanne Hung, C. Research for TRAN Committee - Battery-powered electric vehicles: market development and lifecycle emissions. *ResearchGate*, 2018.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Determinando las características técnicas y operatividad permitirá obtener un prototipo que pueda ser utilizado en aplicación de carga y descarga, seleccionando un modelo de celda, un modelo de sistema de gestión de la batería e implementar un módulo de control de energía para la batería.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Las baterías de ion-Litio son una de las mejores opciones actualmente en cuanto a almacenamiento de energía destinada para electromovilidad, por lo que, el éxito de la electromovilidad depende de la energía almacenada en la baterías, para proporcionar el rendimiento y autonomía de forma fiable y segura a bajo coste que se requieren para utilizarlos en una electromovilidad. Y este a su vez permitirá captar información inédita, que permitirá desarrollar producción científica a nivel de tesis de pregrado, tesis de posgrado, artículos científicos y ponencias en eventos referidos a la temática.

ii. Impactos económicos

Al analizar la eficiencia de las baterías de Ion Litio permitirá aclarar dudas de los costos de estos sistemas a diferencia de un suministro continuo de combustible fósil, encontrándose problemas como: elevados precios de los combustibles, dificultad de suministro, costes de mantenimientos elevados, corta esperanza de vida, contaminación acústica y medioambiental.

iii. Impactos sociales

Con el análisis del comportamiento de esta tecnología, podremos conocer más y poder aplicar en diferentes proyectos que benefician a la sociedad.

iv. Impactos ambientales

Las nuevas tendencias en los sistemas fotovoltaicos de conexión a la red incluyen el uso de sistemas de almacenamiento, como las baterías de ion de litio (Li-ion), para aumentar la cuota de la energía auto consumida en sectores domésticos e industriales y para resolver algunos problemas relacionados con la integración con las redes eléctricas convencionales de los sistemas de generación distribuida basados en energías renovables (control de frecuencia, control de potencia activa, control de potencia reactiva, soporte de red dinámica, etcétera); consiguientemente contribuir a la reducción del efecto invernadero y la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.



XIII. Recursos necesarios

Baterías de Ion Litio
Sistema Fotovoltaico
Un inversor híbrido y controlador de carga
Motor Eléctrico, chasis y accesorios
Sensores
Sistema de control y regulación
Hardware/software arduino
Laptop

XIV. Localización del proyecto

El proyecto será analizado en el laboratorio de Ingeniería Básica de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica UNA-PUNO. En donde se tiene un prototipo para aplicaciones de calefacción utilizando radiadores.

XV. Cronograma de actividades

Actividad		TRIMESTRES			
		1	2	3	4
1	Recopilación de información	X			
2	Revisión y aprobación del proyecto de investigación	X			
3	Desarrollo del borrador de tesis		X		
4	Elaboración del proyecto		X		
5	Recolección de datos y proceso de datos			X	
6	Revisión del proyecto de investigación			X	
7	Informe final – artículo científico			X	X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Baterías de Ion Litio	UND.	2000.00	4	8000.00
Sistema Fotovoltaico	UND.	10000.00	1	5000.00
Un inversor híbrido y controlador de carga	UND.	2000.00	1	2000.00
Motor Eléctrico, chasis y accesorios	UND.	15000.00	1	15000.00
Sensores	UND.	200.00	5	500.00
Sistema de control y regulación	UND.	5000.00	1	3000.00
			TOTAL	S/ 33500.00