



GESTIÓN DE ENERGÍA DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA HÍBRIDA CON PEDALEO ASISTIDO

Andrés Villacob, Javier Solano

Luis Silva

**Universidad Industrial de Santander,
Colombia**

**Universidad Nacional de Rafaela
Rafaela, Argentina**

Resumen

Este trabajo presenta un modelo del sistema de control del flujo de potencia en una bicicleta eléctrica híbrida con pedaleo asistido (BEHPA) equipada con baterías y supercondensadores. Se presentan resultados de simulación para un perfil topográfico real en la Universidad Industrial de Santander. Se muestra como diferentes estrategias de distribución de la potencia entre la batería y los supercondensadores pueden aumentar la autonomía de la bicicleta.

Palabras clave: vehículo eléctrico; bicicleta eléctrica híbrida con pedaleo asistido; flujo de potencia; freno regenerativo; representación energética macroscópica; supercondensador; 20-sim©

Abstract

This work presents a model of the power flow control system in a pedal-assist hybrid electric bicycle (BEHPA) equipped with batteries and supercapacitors. Simulation results are presented for a real topographic profile at the Universidad Industrial de Santander. It shows how different strategies for distributing power between the battery and the supercapacitors can increase the autonomy of the bicycle.

Keywords: electric vehicle; regenerative braking system; energetic macroscopic representation; hybrid electric bicycle with assisted pedaling; power flow; supercapacitor; 20-sim©

1. Introducción

Durante los últimos años el uso de los vehículos eléctricos, de asistencia eléctrica e híbridos ha aumentado, de la misma manera que también lo han hecho los diferentes tipos de estudios que prueban la viabilidad de estos en distintos entornos. En este trabajo se propone incluir al modelo de una BEHPA presentado en (Rueda et al., 2019), un banco de supercondensadores y un sistema que genera referencias de control. Se incluye un banco de supercondensadores como elemento extra de almacenamiento de energía a una bicicleta eléctrica híbrida equipada con una batería ya que uno de los aspectos de mayor interés en este tipo de vehículos es el sistema de almacenamiento. Este estudio se realizará utilizando la representación energética macroscópica, como se realizó en (Faria et al., 2015) y (Montesinos-Miracle et al., 2014) y el software 20SIM donde se modeló el vehículo previamente trabajado en (Rueda et al., 2019) y (Silva and Solano, 2018). Este trabajo se organiza como sigue: En la parte 2 se presenta el modelo de la BEHPA. En la parte 3 se presenta la representación energética macroscópica (EMR por sus siglas en inglés) y la EMR del banco de SC. En la parte 4 se presentan los parámetros de la BEHPA, el perfil, los niveles de asistencia y los resultados para cada caso de estudio. En la parte 5 se presentan las conclusiones.

2. Modelo de la BEHPA

2.1 Modelo del sistema

En este estudio se considera una BEHPA que cuenta con una batería de ion de litio, un motor Brushless DC (BLDC) y un banco de supercondensadores. El motor BLDC se encuentra en el eje de la llanta trasera de la BEHPA y funciona proporcionando asistencia eléctrica, en forma de par electromagnético. Dicho par se determina según el porcentaje que se escoja por parte del usuario para complementar su pedaleo. También se cuenta con dos convertidores DC-DC que regulan la energía intercambiada entre el motor BLDC y el conjunto batería-supercondensador de acuerdo con el lazo de control.

2.1.1 Batería

Para la batería de ion de litio se usa un modelo ideal y se calcula su estado de carga (SoC por sus siglas en inglés) por medio del método de Conteo de Coulombs (Chang, 2013), que se basa en su corriente circulante que esté siendo demandada o entregada por el convertidor DC-DC, como:

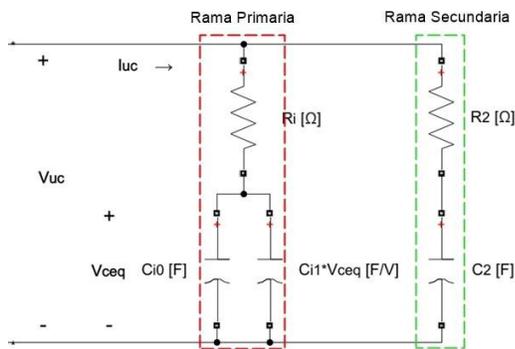
$$SoC(t) = SoC_0 + \frac{1}{C} \int_0^t i(T) dT \quad (1)$$

Donde SoC_0 es el estado de carga inicial de la batería, $i(t)$ es la corriente circulante por la misma y C es su capacidad nominal de almacenamiento. Adicionalmente, la tensión de la batería varía en función del estado de carga. La energía entregada y recibida por la batería está limitada por las restricciones dadas en cuanto a sus corrientes máximas de carga y descarga, asociadas a las características constructivas de la misma.



2.1.2 Modelo del supercondensador (SC)

Para modelar el banco de supercondensadores se tomarán como base los parámetros del modelo propuesto en Muñoz et al. (2020). El modelo del SC se seleccionó para un sistema de energía híbrido compuesto por una carga variable relacionada con un motor de DC, un sistema de baterías y los SCs. El comportamiento transitorio y los efectos de la frecuencia no se tienen en cuenta. Los parámetros asociados al modelo del SC se presentan en la tabla 1. La figura 1 muestra el circuito equivalente del SC. La rama principal consta de la resistencia interna R_i y la acumulación de energía en un condensador constante (C_{i0}) y otro no lineal ($C_{i1} \cdot V_{ceq}$). Las figuras 2, 3 y 4 presentan respectivamente el esquema completo, el esquema de la rama 1 y el esquema de la rama 2 del modelo del banco de SC implementado en 20sim. En la rama secundaria se modela como un equivalente, donde la redistribución de carga es representada mediante un condensador constante (C_2) y el fenómeno de auto descarga con una resistencia de (R_2) (Muñoz et al. (2020))



Parámetro	Valor	Unidad
C_0	61.447	F
C_1	3.3291	F/V
R_1	0.0016359	Ω
C_2	1.3098	F
R_2	0.020392	Ω

Tabla 1. Parámetros de SC

Figura 1. Esquema equivalente del SC

Para calcular su estado de carga (SoC por sus siglas en inglés) se utiliza la ecuación:

$$SoC_{sc} = \frac{(V_{ceq})^2}{(V_{nom})^2} * 100 \quad (2)$$

Donde V_{ceq} corresponde a la tensión de salida del bloque integrador en la rama 1 del modelo del banco de SC tal como se indica en la figura 3 y V_{nom} es la tensión nominal del banco de SC. El modelo del banco de supercondensadores usado posee una tensión nominal $V_{nom} = 16V$ y una capacitancia nominal $C_{nom} = 58 F$.

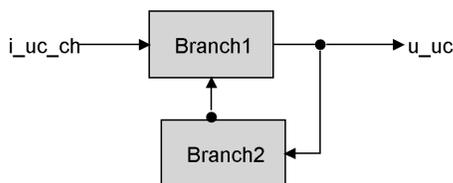


Figure 2: Esquema completo en bloques

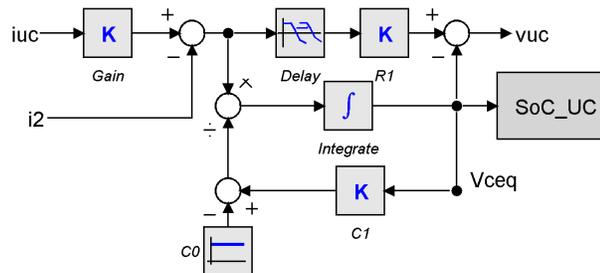


Figure 3: Esquema de la rama 1



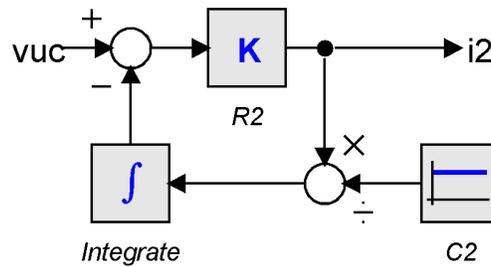


Figure 4: Esquema de la rama 2

2.1.3 Sistema de control

El sistema de control está basado en el sistema de control propuesto en Rueda et al. (2019).

En el sistema de control el propósito es generar referencias de control, que permitan elaborar estrategias con el objetivo de analizar la distribución de potencia y la autonomía de la BEHPA. Además, el sistema de control permite que la BEHPA alcance la velocidad del perfil de conducción ingresado. Las referencias de control se generan en el bloque llamado Estrategia. Se establecen como entradas el par proporcionado por el ciclista (τ_P) y los pares de frenado de las ruedas ($\tau_{br, R}$ y $\tau_{br, F}$). La variable de control es la modulación (m_{Bat}) del convertidor ideal asignado a la batería, que regula el flujo de energía desde la batería hacia el motor y la modulación (m_{SC}) del convertidor ideal asignado al SC que regula el flujo de energía desde el SC hacia el motor según la referencia en velocidad que se establezca para la BEHPA. Por ello, el sistema de control se basa en tres lazos proporcionales integrativos, uno que está directamente asociado a la velocidad del vehículo para obtener la fuerza de tracción deseada, otro a la tensión del convertidor asignado a la batería para obtener un porcentaje de la corriente de armadura del motor BLDC y el último a la tensión del convertidor asignado al SC para obtener un porcentaje de la corriente de armadura del motor BLDC. Los dos porcentajes mencionados anteriormente se establecen de acuerdo con la estrategia del sistema de control. También, dentro de la estrategia del sistema de control se encuentran los parámetros k_{tot} y k_R . El parámetro k_{tot} se usa para definir si se hace uso o no del sistema de frenado regenerativo. Por otro lado, el parámetro k_R establece la proporción de asistencia eléctrica de la BEHPA. Juntas estas variables son las variables que rigen el modo de funcionamiento de la BEHPA (Rueda et al.(2019)).

$$k_{tot} = \begin{cases} 1 & \rightarrow \text{Con freno regenerativo} \\ 0 & \rightarrow \text{Sin freno regenerativo} \end{cases} \quad (3) \quad k_R = \begin{cases} 0 & \rightarrow \text{Sin asistencia eléctrica} \\ 0.5 & \rightarrow 50\% \text{ de asistencia eléctrica} \\ 1 & \rightarrow 100\% \text{ de asistencia eléctrica} \end{cases} \quad (4)$$

3. Modelo de simulación

En esta sección, se muestra la representación energética macroscópica (EMR por sus siglas en inglés) del banco de SC y su implementación en el software 20sim©.

3.1 Representación Macroscópica Energética (EMR)



La EMR, es una herramienta gráfica, orientada al análisis de las interacciones entre subsistemas en un sistema multifísico (EMRwebsite, 2018). Es comúnmente usada para estudiar sistemas con múltiples fuentes (Agbli et al., 2011), (Bouscayrol et al., 2012), vehículos eléctricos híbridos, (Bienaimé et al., 2012) o sistemas de generación fotovoltaicos (Lhomme et al., 2012), entre otros (Escobar et al., 2017), (Jacome and Solano, 2018), (Aparicio et al., 2017), (Betancur et al., 2016).

En la EMR cada elemento del sistema tiene una representación gráfica característica, de acuerdo con si transforma, almacena o genera energía, denominada pictograma (Ver figura 5). También se hace uso de la función de transferencia determinada a partir del modelo matemático propio de cada elemento. Para el desarrollo de este trabajo, los modelos desarrollados en (Rueda et al., 2019) determinan las funciones de transferencia de cada uno de los componentes de la BEHPA.

Los pictogramas que conforman la EMR de la BEHPA están interconectados de acuerdo con los principios de acción-reacción y de causalidad integral y se pueden identificar por ser los bloques de color naranja o verde (Ver figura 5). En contraste, el esquema de control para el modelo de la BEHPA es deducido por inversión directa de la EMR siguiendo sus reglas (EMR website, 2018). La EMR de la BEHPA y la estructura de control máxima (MCS por sus siglas en inglés) que se obtiene por la técnica mencionada son mostradas en el anexo 1 y se identifica por estar conformada por los bloques de color azul. En la figura 6 el pictograma de color verde representa un elemento fuente de energía (SC). El pictograma de color naranja con una línea diagonal representa elementos almacenadores de energía (Inductancia). El pictograma de color naranja se usa para representar elementos de conversión mono-físico (Convertidor DC-DC). Los bloques de color azul representan la MCS. La EMR asociada al banco de SC, se acopla al modelo de la BEHPA mediante un elemento de acople mono-físico. En la figura 5 se puede apreciar el esquema completo de la BEHPA junto con el del banco de SC.

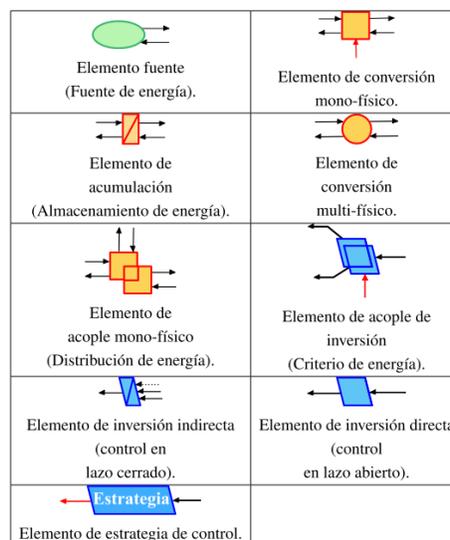


Figura 5. Pictograma de la EMR



4. Estudio para diferentes niveles de asistencia

4.1.1 Parámetros y datos de la BEHPA

En este estudio se simula una BEHPA comercial con base en las características de una bicicleta estándar con coeficientes de fricción y aerodinámicos bajos, tomados de (Wilson et al., 2004). En el anexo 2 se resumen los parámetros y coeficientes empleados. Los datos de la batería y el banco de SC como tensión nominal y corrientes máximas de carga y descarga, se tomaron de datos de sus respectivos fabricantes.

Respecto a los datos de entrada de las simulaciones, diferentes estrategias de control se usan para comparar los flujos de potencia bajo diferentes niveles de asistencia eléctrica.

El perfil usado, fue obtenido mediante una aplicación móvil comercial basada en un sistema de GPS gratuita STRAVA y con la ayuda de usuarios de bicicletas convencionales. Dicho aplicativo, permite obtener los datos de distancia recorrida, velocidad y altitud del terreno en función del tiempo. Con estos datos se establecen los perfiles de velocidad y gradiente del ciclo de manejo, necesarios para simulaciones. Las simulaciones se realizan para un ciclo de conducción. Por otro lado, se tuvo en cuenta que la actual regulación colombiana para vehículos de pedaleo asistido no permite el uso del modo completamente eléctrico para la BEHPA (Ministerio de Transporte de la República de Colombia, 2017), por esto es importante definir un grado de asistencia eléctrica a la hora de hacer las simulaciones. En este documento, si el par de torsión proporcionado por el motor BLDC es igual al proporcionado por el conductor, el grado de asistencia eléctrica es del 50%. Para un modo de asistencia del 75%, el par provisto por el motor BLDC es el 150% del proporcionado por el usuario.

4.1.2 Perfil

El perfil de conducción en este estudio está asociado a rutas comunes de desplazamiento que muchas personas realizan diariamente en el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga, Colombia. El perfil de conducción fue tomado al interior del campus de la UIS. Este perfil tiene la característica de que por esta ruta pasa un sistema de bicicletas y buses convencionales de uso institucional con el fin de transportar las personas que llegan al parqueadero hasta el campus universitario. Cabe aclarar que este perfil tiene las cualidades topográficas y de velocidad que puede presentar un recorrido común dentro de la ciudad de Bucaramanga.

4.1.3 Resultados

A continuación, se presenta una descripción de las estrategias de control propuestas:

Estrategia 1: Corriente del SC igual a las componentes frecuenciales menores o iguales a 1 Hz de la corriente de la máquina. Para obtener la señal usada como referencia para el banco de SC, se toma la señal de potencia demandada por la máquina, se pasa por un filtro pasabajos con frecuencia de corte 1 Hz para poder identificar la cantidad de potencia que entregará el banco de SC.



Estrategia 2: Una vez que la batería entrega una potencia superior a 100 W, el banco de SC suministra una corriente igual a dos veces la corriente entregada por la batería.

Para las simulaciones se tuvo en cuenta el gradiente, el freno regenerativo y las asistencias 50%, 75%. Se utilizaron ciclos de conducción reales, contemplando variaciones apreciables de velocidad e inclinación. Se presentan los resultados obtenidos para las estrategias de control 1 y 2, con un nivel de asistencia eléctrica del 50% y 75%. Los resultados se presentan en la tabla 2. Se presentan los ciclos de conducción calculados hasta que el SoC de la batería alcanza un valor del 40%.

Tabla 2. Número de ciclos. Perfil 1 (UIS interior -2.7 km).

Asistencia Eléctrica [%]	Estrategia 1	Estrategia 2
50	7.75	7.53
75	4	4

Los resultados de la tabla 2 resaltan el hecho de que el uso de una asistencia eléctrica del 75% reduce la autonomía de la BEHPA casi en un 50%, comparado con la autonomía para una asistencia del 50%. En la figura 6 y 7 se presentan las potencias asociadas a la máquina, a la batería y al banco de SC para la estrategia de control 1 con un nivel de asistencia eléctrica del 50%. En la figura 8 y 9 se presentan el SoC de la batería y del banco de SC para la estrategia de control 1 con un nivel de asistencia eléctrica del 50%.

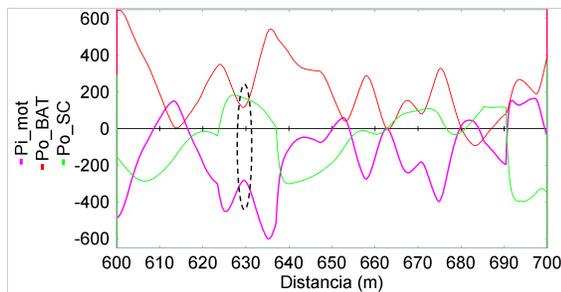


Figura 6. : Potencia para 630 m. Perfil 1. Estrategia 1. Asistencia 50%.

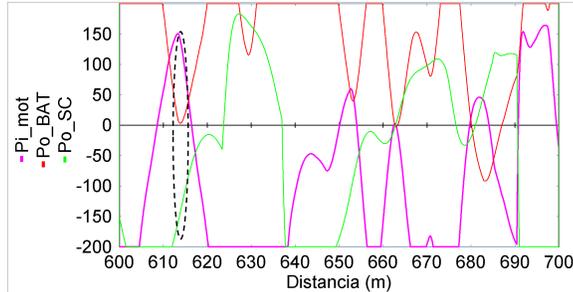


Figura 7. Potencia para 613.8 m. Estrategia 1. Asistencia 50%.

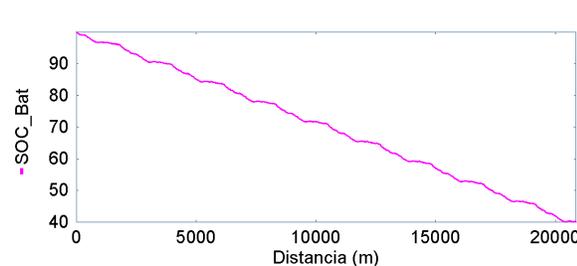


Figura 8. : SoC Batería. Perfil 1. Estrategia 1. Asistencia 50%.

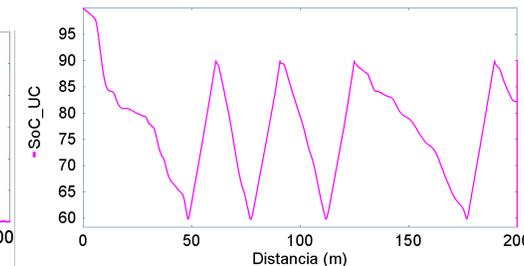


Figura 9. SoC SC. Perfil 1. Asistencia 50%.



El banco de SC se carga de la batería, cuando no se puede cargar directamente del motor. Se implementó de tal manera que su estado de carga (SoC) se mantuviera entre el 90% y el 60%, es decir, una vez se alcanza un SoC de 60% el banco suspende su proceso de descarga y una vez se alcanza un SoC del 90% el banco se suspende su proceso de carga. En la figura 9 se puede observar que el banco de SC se carga y descarga a un ritmo mayor que el de la batería. En las figuras 6 y 7 se puede observar que la potencia demandada por el motor es suministrada por la batería y el banco de SC al mismo tiempo. A los 630 m el motor demanda una potencia de 291.2 W, la batería suministra una potencia de 128.5 W y el banco de SC suministra 162.7 W. A los 613.8 m, el banco de SC se carga directamente del motor, y la batería suministra la potencia faltante que el motor es incapaz de entregar. El banco de SC demanda una potencia de 145.2 W, el motor entrega una potencia de 141.8 W, casi la totalidad de la potencia demandada, la batería suministra la potencia faltante (3.37 W).

5. Conclusiones

En este trabajo se utilizó un ciclo de conducción real contemplando variaciones en velocidad e inclinación. Los resultados de este estudio demuestran que la manera en que se distribuye la potencia puede impactar en la autonomía de la BEHPA. Se obtiene una autonomía mayor para la distribución de potencia propuesta en la estrategia 1. Cabe resaltar el hecho de que, sin importar la estrategia de control, la autonomía para una asistencia eléctrica del 75% se reduce aproximadamente a la mitad comparada con una asistencia del 50%.

Esto destaca la importancia de este tipo de estudios en donde se consideran estrategias de control y su impacto en la autonomía de la bicicleta. Este trabajo presenta un beneficio al permitir comparar la distribución de potencia asociada a las estrategias de control y seleccionar de entre ellas la que brinda una mayor autonomía a la bicicleta. Futuros trabajos serán orientados a la validación experimental de lo propuesto.

6. Agradecimientos

El presente artículo fue desarrollado en el marco del proyecto de investigación denominado "Desarrollo de un sistema de asistencia eléctrica para bicicletas con pedaleo asistido", financiado por la Universidad Industrial de Santander a través del código VIE-UIS 2524.

7. Referencias

Artículos de revistas

- Agbli, K. S., Péra, M. C., Hissel, D., Rallières, O., Turpin, C., and Doumbia, I. (2011). Multiphysics simulation of a PEM electrolyser: Energetic Macroscopic Representation approach. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(2):1382–1398.
- Bienaimé, D., Devillers, N., Péra, M. C., Gustin, F., Berthon, A., and Grojo, M. L. (2012). Energetic Macroscopic Representation as an efficient tool for energy management in a hybrid electrical system



- embedded in a helicopter. In *Railway and Ship Propulsion 2012 Electrical Systems for Aircraft*, pages 1–6.
- Bouscayrol, A., Barrade, P., Boulon, L., Chen, K., Cheng, Y., Delarue, P., Frédéric, G., Lemaire-Semail, B., Letrouve, T., Lhomme, W., and Sicard, P. (2011). Teaching drive control using Energetic Macroscopic Representation. Summer schools.
 - Chang, W.-Y. (2013). The State of Charge Estimating Methods for Battery: A Review. ISRN Applied Mathematics, 2013.
 - Wilson, D. G., Papadopoulos, J., and Whitt, F. R. (2004). *Bicycling science*. MIT Press, Cambridge, Mass, 3rd ed edition.

Tesis de pregrado

- Aparicio, L., Solano, J., and Pérez, L. (2017). Implementación y validación de algoritmos de carga en baterías de ni.cd y ion-litio utilizando la herramienta de simulación simulink de matlab. Tesis de pregrado, Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.
- Betancur, Y., Solano, J., and Pérez, Y. (2016). Identificación e implementación de modelos de baterías para una micro red en el entorno gráfico de simulación simulink de matlab. Tesis de pregrado, Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.
- Escobar, C., Solano, J., Botero, M., and Paez, J. (2017). Modelado y simulación de un sistema de generación turbina eólica y su sistema de control. Tesis de pregrado, Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.
- Muñoz, A., Pineda, J., and Solano, J. (2020). Caracterización experimental del módulo de supercapacitores y simulación para su uso en fuentes híbridas. Tesis de pregrado, Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.
- Rueda, F., Amaya, F., and Solano, J. (2019). Análisis y simulación de e-bikes empleando representación macroscópica energética: Casos de estudio. Tesis de pregrado, Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.

Tesis de maestría

- Jacome, A. and Solano, J. (2018). Dimensionado de una fuente híbrida compuesta de pilas a combustible tipo pem y supercondensadores con conexión directa. Tesis de maestría, Escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander.

Conferencias

- Lhomme, W., Delarue, P., Giraud, F., Lemaire-Semail, B., and Bouscayrol, A. (2012). Simulation of a Photovoltaic Conversion System using Energetic Macroscopic Representation. In *2012 15th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE/PEMC)*, pages DS3e.7–1–DS3e.7–6.
- Montesinos-Miracle, D., Fontan-Tebar, C., and Vidal-Salvia, H. (2014). Simulation of an Electric Racing Car Using Energetic Macroscopic Representation. In *2014 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)*, pages 1–6, Coimbra, Portugal. IEEE.
- Silva, L. I. and Solano, J. (2018). Energy-Based Model for Simulating and Control the Traction System of Electric Bikes. In *2018 Argentine Conference on Automatic Control (AADECA)*, pages 1–6, Buenos Aires. IEEE.
- Bouscayrol, A., Delarue, P., Guillaud, X., Lhomme, W., and Lemaire-Semail, B. (2012). Simulation of a Wind Energy Conversion System using Energetic Macroscopic Representation. In *2012 15th*



International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE/PEMC), pages DS3e.8–1–DS3e.8–6.

- Faria, N., Pereirinha, P. G., and Trovao, J. P. (2015). Modelling of an Urban Electric MiniBus Using Energetic Macroscopic Representation Graphic Description. In 2015 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pages 1–6, Montreal, QC, Canada. IEEE.

Resoluciones

- Ministerio de Transporte de la República de Colombia (2017). RESOLUCIÓN 160 DE 2017.

Fuentes electrónicas

- EMR website <http://www.emrwebsite.org>

Sobre los autores

- **Andrés Mauricio Villacob Garrido:** Ingeniero Electricista Universidad Industrial de Santander. andresmauriciovillacobgarrido@hotmail.com
- **Luis Ignacio Silva:** Ingeniero electrónico de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, M.Sc en Tecnologías Aeroespaciales de la Technology University of Lulea, Suecia y Ph.D en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. Profesor titular de la Universidad Nacional de Rafaela Argentina. luissilva@unraf.edu.ar
- **Javier Enrique Solano Martínez:** Ingeniero Electricista, Máster en ingeniería eléctrica, Doctor en ingeniería eléctrica de la Université de Franche-Comté. Profesor asociado UIS. javier.solano@saber.uis.edu.co javier.solano@saber.uis.edu.co

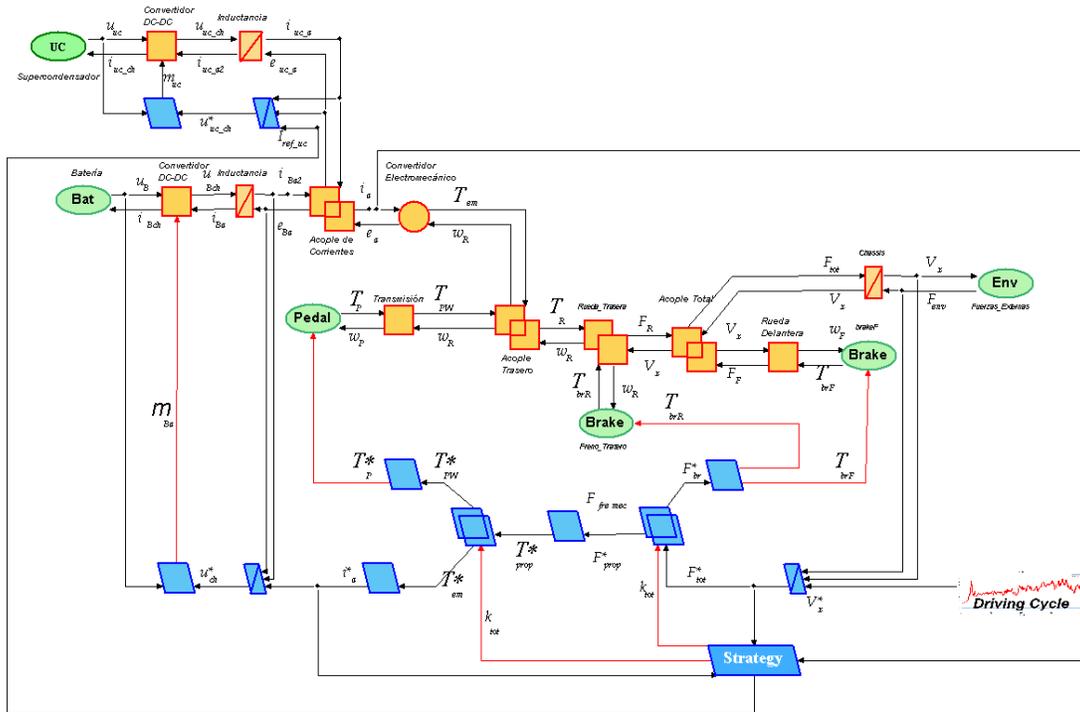
Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)



8. Anexos

Anexo 1. EMR y MCS de la BEHPA implementado en 20sim



Anexo 2. Parámetros de la BEHPA

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Masa del vehículo	m_b	108.56	kg
Coefficiente de rodadura	C_r	0.003	-
Coefficiente aerodinámico	C_D	0.2	-
Área frontal E_{bike} con Ciclista	A_f	0.5	m^2
Radios de las ruedas	r_F, r_R	0.343	m
Tensión nominal de la batería	UBa_{nom}	36	V
Corriente nominal de carga Batería	$i_{bat,carga}$	8	A
Corriente nominal de descarga Batería	$i_{bat,descarga}$	16	A
Corriente máxima de descarga Batería	$i_{bat,max}$	40	A
Tiempo máximo de corriente máxima de descarga Batería	t_{max}	5	s
Tensión nominal del banco de supercondensadores	USC_{nom}	16	V
Tensión Máxima Absoluta del banco de supercondensadores	USC_{max}	17	V
Tensión Máxima en serie del banco de supercondensadores	USC_{serie}	750	V
Corriente Máxima Absoluta del Supercondensador	$i_{sc,max}$	170	A
Máxima capacitancia Inicial del Supercondensador	$C_{sc,max}$	70	F
Mínima Capacitancia Inicial del Supercondensador	$i_{sc,min}$	58	F
Número de celdas		6	Unidad
Capacitancia de Celda Individual	C_{celda}	350	F
Potencia nominal del motor BLDC	P_{mot}	350	W

