



20 al 22 de OCTUBRE de 2021
ANALES DE TRABAJOS COMPLETOS
ISBN 978-987-88-2765-0

INSTITUCIÓN ORGANIZADORA



AUTORIDADES

Presidente: Ing. Víctor Caballini
Vicepresidente: Dr. Raúl Versaci
Secretario: Prof. Juan Carlos Monsalvo

COMITÉ ORGANIZADOR

Ing. Julio Aracama
Sra. Marcela Aradas
Ing. Sergio Cortese
Sr. Federico Kristof
Lic. Sandra Romeo
Trad. Pub. Mabel Romero
Ing. Juan Saba
Ing. Alicia Salvador
Lic. Carolina Suarez
Ing. Isabel Weinberg

COMITÉ CIENTIFICO

Ing. Julio Aracama
Ing. Eduardo Asta
Dr. Sebastián Jaroszewicz
Ing. Víctor Caballini
Dr. Carlos Lasorsa
Dr. Adrián Canzian
Dr. Mario Lavorato
Dra. Julia Contin
Dr. Dino Otero
Ing. Sergio Cortese
Dr. Jose Ruzzante
Dr. Javier Fava
Ing. Juan Saba
Ing. Carlos Gonzalez
Ing. José Gonzalez
Ing. Maximiliano Zanin



Versaci, Raul
3er. Congreso sobre Medios de Transporte y sus Tecnologías Asociadas / Raul
Versaci ; Compilación de Raul Versaci. - 1a ed compendiada. - Ciudad Autónoma de
Buenos Aires
: Raúl Antonio Versaci, 2021.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-88-2765-0

1. Actas de Congresos. I. Versaci, Raul, comp. II. Título.
CDD 620.001

INDICE DE TRABAJOS

(T01) ENERGIA EN EL TRANSPORTE

Vigilancia Tecnológica - Infraestructura de recarga del Vehículo Eléctrico a Batería (VEB)

Canzian, Adrián; Perez Arrieu, Juan Carlos.....p.09

Modelización de motor de vehículo eléctrico empleando Scilab XCos

Mejía Lombana, Álvaro; Gualdi, Tomás; Carfagna, Gastón; Dri, Juan Pablo.....p.15

Electrificación del corredor Metrobús Norte

Lois, Alejandro Lois; Canzian, Adrián; Boschetti, Sebastián.....p.23

Modelización de control de potencia de tracción eléctrica de vehículo eléctrico empleando Scilab XCos

Palma, Cristian; Gamarra, Cristian; Rodríguez, Yesica; Dri, Juan Pablo.....p.32

Modelización de batería de vehículo eléctrico empleando Scilab XCos

Granato, Nicolas; Dri, Juan Pablo.....p.41

(T03) MATERIALES Y ENSAYOS

Inspección de daño tipo head check en rieles ferroviarios

Gutiérrez, Marcelo; Fava, Javier; Vorobioff, Juan; Di Fiore, Tomás.....p.51

Breve enfoque sobre la importancia de la caracterización superficial y su influencia en lubricación sólida ferroviaria

Zanin, Maximiliano; Villca Machado, Eric; Nigro, Pablo, Cancelare, S.; Méndez, Nahuel.....p.59

POSTER

Diseño de mordazas para ensayo de probetas planas

Leanes, Facundo; Anacoreto, Ezequiel; Pico, Pablo.....p.68

Propuesta de ajuste de modelos matemáticos predictivos para el desgaste de ruedas y rieles ferroviarios

Méndez, Nahuel; Zanin, Maximiliano.....p.70

(T04) TECNOLOGIAS ASOCIADAS

Cadenas globales y regionales de valor en la Nueva División Internacional del Trabajo: los casos de la cadena automotriz en el Mercosur y la UE

Dulcich, Federico.....p.76

Estudio teórico-experimental aplicado a cálculos de diseño de estructuras de protección contra vuelco de tractores agrícolas

Mirassou, Horacio.....p.83

(T05) AERODINAMICA

Estudio sobre modificación de entrada a túnel de viento

Meronic, Matías; Aguilar, Pablo; Bracco, Ramiro.....p.96

Inversión de momento de rolo por uso de barreras: método numérico

Meronic, Matías; Moreo, Guillermo; Saba, Juan.....p.101

(T07) REGULACIONES, NORMAS Y SEGURIDAD

Estudio de intervenciones urbanas para lograr una movilidad sustentable

Cervera, Cristina; Fanelli, Sabrina; Ferreyra, M. Alejandra; Pagani, M. Laura; Lombardo, M. Cecilia; Ukic, M. Paola; Beck, Marcos; Ramirez, Sofía; Vinzia, Miguel Angelp.106

Análisis comparativo de normas para la gestión de calidad en talleres aeronáuticos de reparación

García, Adrián; Rey, Eduardo; Cortese, Sergio.....p.114

(T08) PROPULSION

Desarrollo de un sistema electrónico de control para motor jet

Moreo; Guillermo, Domeq; Brian, Gonzalez; Pablo.....p.116

Aplicaciones de levitación magnética en trenes

Barone, Marcelo.....p.122

(T09) SIMULACION

Cálculo de capacidad de pista, modelo por simulación

Miguel, Alejandro; Carceglia, Eduardo; Varrenti, Carlos.....p.136

Los modelos de elección discreta como herramienta para el proceso de toma decisiones y su aplicación a la planificación de transporte interurbano en la Argentina: El caso del corredor Buenos Aires - Mar del Plata

Ayala, Ezequiel.....p.143

Modelo predictivo de elementos finitos de ensayo de determinación de la tenacidad a la fractura para CARALL con Aluminio 1050 comparado con resultados experimentales

Paiva, Maximiliano; Ríos, Juan Carlos; Asta, Eduardop.149

Optimización del tránsito utilizando Cadenas de Márkov Continuas

Otero, Dino; Dávila, Leandro.....p.157

Determinación de los Factores de Bloqueo en Túnel de Viento para Aerogeneradores Mediante la Utilización de Simulaciones Numéricas

Aguilar, Pablo; Meronic, Matías; Bracco, Ramiro.....p.162

**Ensayo virtual de módulo estructural de autobús de doble piso según
reglamento Anexo III CNRT**

Santelli, José; Cazzola, Gustavo; Mirassou, Horacio.....p.168

**Gestión de calidad en talleres aeronáuticos de reparación ubicados en el
Aeropuerto de Morón y zona de influencia. Una perspectiva desde la
Competitividad Sistémica**

García, Adrián; Rey, Eduardo; Cortese, Sergio.....p.177

Modelado de Suspensión Neumática

Méndez, Nahuel; Jaroszewicz, Sebastián.....p.179

Impacto de la pandemia en el transporte urbano de pasajeros

Jaroszewicz, Sebastián; Méndez, Nahuel.....p.185

(T10) EDUCACION Y DIFUSION

**Representaciones sobre la conducción profesional de los Conductores
Profesionales de Carga en la República Argentina**

Louro, Daniel; Vidal, Guillermo.....p.193

**Rediseño del Sistema de Soportación de un Tanque de Transporte de Gas
Licuado de Petróleo, mediante Simulación Computacional**

Sanzi, Héctor.....p.205

Transporte de Carga en Cabina de Pasajeros

Falce, Federico.....p.212

Logística de última milla en motocicleta en Argentina

Domecq, Roberto.....p.218

Sistema de movilidad urbana adaptativa

Katzenelson, Gustavo; Yarce, Gustavo; Maxit, Armando; Filipuzzi, Fernando; Parodi, Ariel.....p.245

Medios de transporte por cable urbano

Talatinian, José.....p.253

INDICE DE AUTORES

AGUILAR, Pablo.....	p. <u>96,162</u>
ANACORETO, Ezequiel.....	p. <u>68</u>
ASTA, Eduardo.....	p. <u>149</u>
AYALA, Ezequiel.....	p. <u>143</u>
BARONE, Marcelo.....	p. <u>122</u>
BECK, Marcos.....	p. <u>106</u>
BOSCHETTI, Sebastián.....	p. <u>23</u>
BRACCO, Ramiro.....	p. <u>96,162</u>
CANCELARE, S.	p. <u>59</u>
CANZIAN, Adrián.....	p. <u>09,23</u>
CARCEGLIA, Eduardo.....	p. <u>136</u>
CARFAGNA, Gastón.....	p. <u>15</u>
CAZZOLA, Gustavo.....	p. <u>168</u>
CERVERA, Cristina.....	p. <u>106</u>
CORTESE, Sergio.....	p. <u>114,177</u>
DAVILA, Leandro.....	p. <u>157</u>
DI FIORE, Tomas.....	p. <u>51</u>
DOMECQ, Brian.....	p. <u>116</u>
DOMECQ, Roberto.....	p. <u>218</u>
DRI, Juan Pablo.....	p. <u>15,32,41</u>
DULCICH, Federico.....	p. <u>76</u>
FALCE, Federico.....	p. <u>212</u>
FANELLI, Sabrina.....	p. <u>106</u>
FAVA, Javier.....	p. <u>51</u>
FERREYRA, Maria Alejandra.....	p. <u>106</u>
FILUPUZZI, Fernando.....	p. <u>245</u>
GAMARRA, Cristian.....	p. <u>32</u>
GARCIA, Adrián.....	p. <u>114,177</u>
GONZALEZ, Pablo.....	p. <u>116</u>
GRANATO, Nicolas.....	p. <u>41</u>
GUALDI, Thomas.....	p. <u>15</u>
GUTIERREZ, Marcelo.....	p. <u>51</u>
JAROSZEWICZ, Sebastián.....	p. <u>179</u>
KATZENELSON, Gustavo.....	p. <u>245</u>
LEANES, Facundo.....	p. <u>68</u>
LOIS, Alejandro.....	p. <u>23</u>
LOMBARDO, Maria Cecilia.....	p. <u>106</u>
LOURO, Daniel.....	p. <u>193</u>
MAXIT, Armando.....	p. <u>245</u>
MEJIA LOMBANA, Álvaro.....	p. <u>15</u>
MENDEZ, Nahuel.....	p. <u>59,70,179</u>
MERONIUC, Matías.....	p. <u>96,101,162</u>
MIGUEL, Alejandro.....	p. <u>136</u>
MIRASSOU, Horacio.....	p. <u>83,168</u>
MOREO, Guillermo.....	p. <u>101,116</u>

NIGRO, Pablo.....	p.59
OTERO, Dino.....	p.157
PAGANI, Maria Laura.....	p.106
PAIVA, Maximiliano.....	p.149
PALMA, Cristian.....	p.32
PARODI, Ariel.....	p.245
PEREZ ARRIEU, Juan Carlos.....	p.09
PICO, Pablo.....	p.68
RAMIREZ, Sofia.....	p.106
REY, Eduardo.....	p.114,177
RIOS, Juan Carlos.....	p.149
RODRIGUEZ, Yesica.....	p.32
SABA, Juan.....	p.101
SANTELLI, José.....	p.168
SANZI, Héctor.....	p.205
TALATINIAN, José.....	p.253
UKIC, Maria Paola.....	p.106
VARRENTI, Carlos.....	p.136
VIDAL, Guillermo.....	p.193
VILLCA MACHADO, Eric.....	p.59
VINZIA, Miguel Angel.....	p.106
VOROBIOFF, Juan.....	p.51
YARCE, Gustavo.....	p.245
ZANIN, Maximiliano	p.59,70

Modelización de batería de vehículo eléctrico empleando Scilab XCos

N. Granato ⁽¹⁾, J. P. Dri ⁽¹⁾

(1) Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Pacheco, General Pacheco, Buenos Aires, Argentina.

nicolasgranato97@hotmail.com

jpgdri@docentes.frgp.utn.edu.ar

Palabras claves: Batería, vehículo eléctrico, Litio

Resumen

El avance de los vehículos eléctricos es retrasado por los inconvenientes surgidos del sistema de almacenamiento de energía. El desarrollo del componente más crítico más crítico de los subsistemas de los vehículos eléctricos es el principal obstáculo en la electrificación del parque automotor, por lo que es necesario comprender perfectamente el funcionamiento y poder modelizar su comportamiento dinámico, para poder predecir su estado y vinculación con el sistema completo.

El desarrollo de un sistema de gestión de la batería (BMS) es clave para el correcto funcionamiento y predicción de los vehículos, siendo un paso previo el completo entendimiento del sistema de baterías. En este caso, se analizará el caso del Volkswagen ID.3, que cuenta con un pack de 8 módulos y 192 celdas de batería.

Un modelo de batería preciso en la plataforma de simulación es vital para diseñar un sistema eficiente alimentado por batería. En el proyecto, se desarrolla una batería eléctrica en Scilab Xcos. La estructura del modelo se explica en detalle y se presenta un modelo de batería para una batería de litio, validado con resultados experimentales previos. A partir de la comparación, el modelo desarrollado es capaz de predecir con precisión el estado de la tensión, corriente, estado de carga e influencia de la temperatura.

Se inicia del modelo equivalente de doble polarización, que se compone de la tensión de circuito abierto (OCV), resistencia interna (R_s), y dos conexiones de resistencia y capacitor en paralelo para simular la respuesta rápida y lenta.

La información de entrada al sistema son la corriente de carga o descarga (I), el estado de carga (SOC), y posteriormente la temperatura.

El análisis del circuito equivalente resulta en la creación de un modelo que describe precisamente el funcionamiento y los efectos de las variables clave en una batería de ion Litio de un vehículo eléctrico.

Summary

The global development of electric vehicles is hindered by the disadvantages of the energy storage system. The battery is the most critical component of all the subsystems of electric vehicles and is the main obstacle in the electrification of the vehicle fleet, so it is necessary to fully understand the operation and be able to model its dynamic behavior, for being able to predict its behavior and relationship with the complete system.

The development of a battery management system (BMS) is key for the accurate operation and prediction of automobiles, but a prior step is the complete understanding of the battery system. In this case, the Volkswagen ID.3 will be analyzed, which possess a pack of 8 modules and 192 battery cells.

An accurate battery model on the simulation platform is vital to design an efficient battery-powered system. In the project, an electric battery is developed at Scilab Xcos, the structure of the model is explained in detail and a battery model for a lithium battery is presented, and validated with previous experimental results. From the results, the developed model is capable of precisely predicting the voltage, current, state of charge and the influence of temperature.

The project starts from the double polarization equivalent model, which is composed of the open circuit voltage (OCV), internal resistance (R_s), and two resistor and capacitor connections in parallel to simulate the fast and slow response.

The input information to the system are the charge or discharge current (I), the state of charge (SOC), and subsequently the temperature.

The analysis of the equivalent results in the creation of a model that precisely describes the operation and effects of key variables in a lithium ion battery in an electric vehicle.

1. Introducción

El desarrollo de los vehículos eléctricos se encuentra obstaculizado por la ineficiencia de la batería de ion-Litio, que le confieren al automóvil un alto precio, gran peso, baja autonomía y extensos tiempos de carga.

La batería es el componente más crítico de los subsistemas de los vehículos eléctricos, por lo que es necesario comprender perfectamente el funcionamiento y poder modelizar su comportamiento dinámico, para poder predecir su estado y vinculación con el sistema completo. Si bien este problema es generalizado para todos los vehículos eléctricos, el desarrollo está centrado en el caso práctico del Volkswagen ID.3, que cuenta con un pack de 8 módulos y 192 celdas de batería.

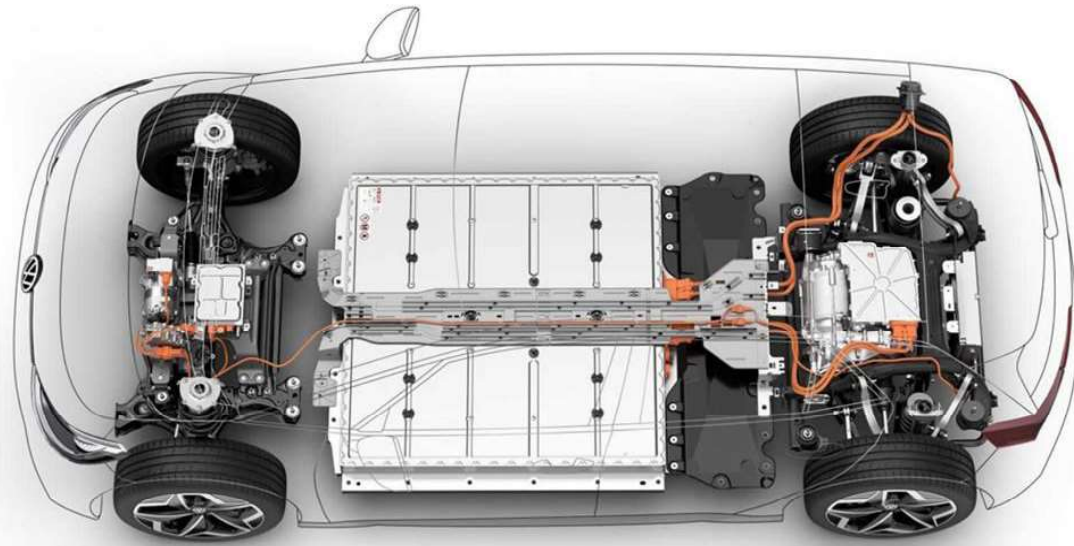


Ilustración 1: Volkswagen ID.3 Pure Performance

2.1 Circuito eléctrico equivalente

El programa empleado es Scilab Xcos, un modelador y simulador de sistemas dinámicos en dominios de tiempo discreto y continuo, y el objetivo del modelo de pack de baterías es que lograra predecir la tensión de salida y estado de carga, teniendo como entrada el estado de carga inicial y la corriente de carga o descarga.

Adicionalmente, se actualizó el modelo para incluir el efecto de la temperatura tanto en la reacción electroquímica, como el papel que juega en la variación de las resistencias internas.

El circuito eléctrico equivalente del cual se parte es el de doble polarización (DP), como se muestra en la siguiente figura.

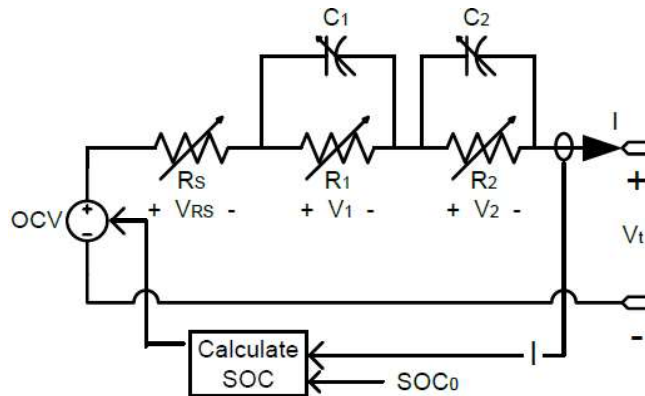


Ilustración 2: Circuito eléctrico equivalente de Doble Polarización

2.2 Modelo de celda de batería

La entrada es la corriente (I) y el estado de carga inicial (SOC_0 , initial state of charge), que influyen la reacción electroquímica, y tiene impacto directo en la tensión de circuito abierto (OCV, open circuit voltage).

El circuito dispone una resistencia interna (R_s) variable, un paralelo entre el capacitor (C_1) y la resistencia variable (R_1) para describir la respuesta rápida de la batería, y otro paralelo entre el capacitor (C_2) y la resistencia variable (R_2), que describe la respuesta lenta.

Por último, la salida del sistema es la tensión (V_t) y el estado de carga actual (SOC).

Inicialmente se desarrolla el funcionamiento de una única celda de batería, para poder analizar, comprender y lograr un modelo que describa precisamente el comportamiento de un componente, para luego formular el pack de baterías completo del vehículo seleccionado.

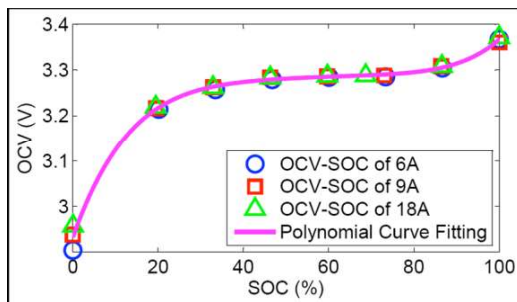


Ilustración 3: Gráfico de OCV vs. SOC (1)

Para el cálculo de la tensión de circuito abierto, se tomaron los datos de resultados experimentales previos (1).

La curva de OCV respecto SOC fue construida y parametrizada para el caso, para poder emplear una función polinómica que describa perfectamente dicha relación.

En el cálculo de resistencias y capacitores (1), el valor final depende del estado de carga (SOC) y de la corriente suministrada (I), independientemente para el modelo si se encuentra en posición de carga o descarga.

De esta manera, se emplearon los siguientes resultados para crear funciones de interpolación de dos variables:

Resistencia interna (R_s):

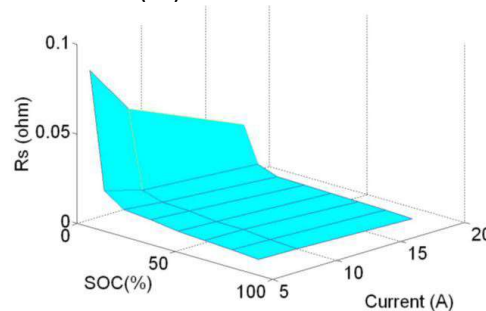


Ilustración 4: Gráfico y table de R_s (1)

R_s [Ohm]	Current [A]		
	6	9	18
SOC [%]			
0	0.09	0.06	0.05
10	0.02	0.02	0.02
20	0.01	0.01	0.01
30	0.01	0.01	0.01
40	0.01	0.01	0.01
50	0.01	0.01	0.01
60	0.01	0.01	0.01
70	0.01	0.01	0.01
80	0.01	0.01	0.01
90	0.01	0.01	0.01
100	0.01	0.01	0.01

Ilustración 4: Gráfico y table de R_s (1)

Resistencia (R_1) para simular respuesta dinámica rápida:

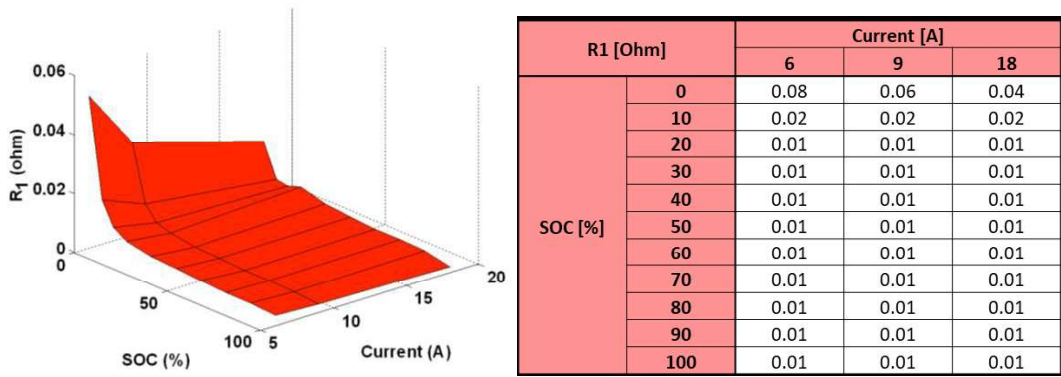


Ilustración 5: Gráfico y table de R1 (1)

Resistencia (R2) para simular respuesta dinámica lenta:

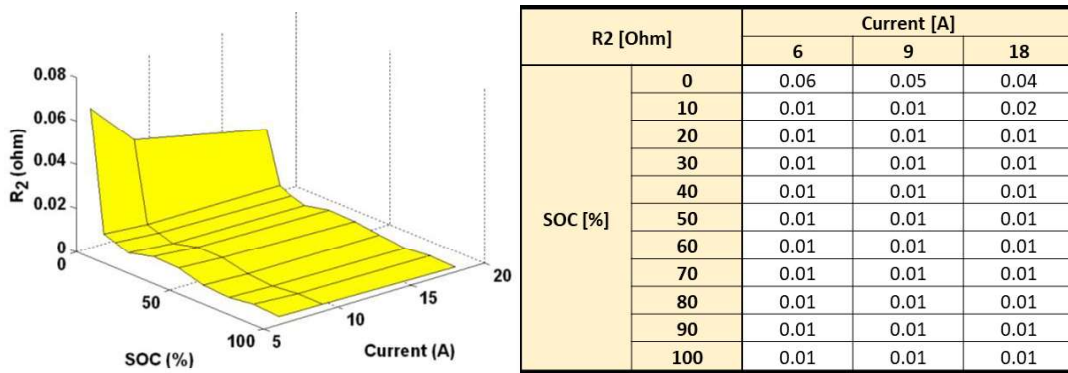


Ilustración 6: Gráfico y table de R2 (1)

Capacitor (C1) para simular respuesta dinámica rápida:

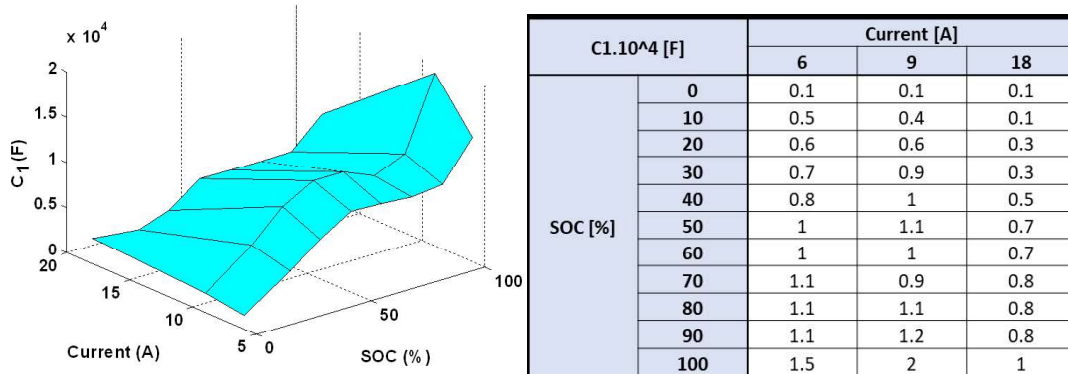


Ilustración 7: Gráfico y table de C1 (1)

Capacitor (C2) para simular respuesta dinámica lenta:

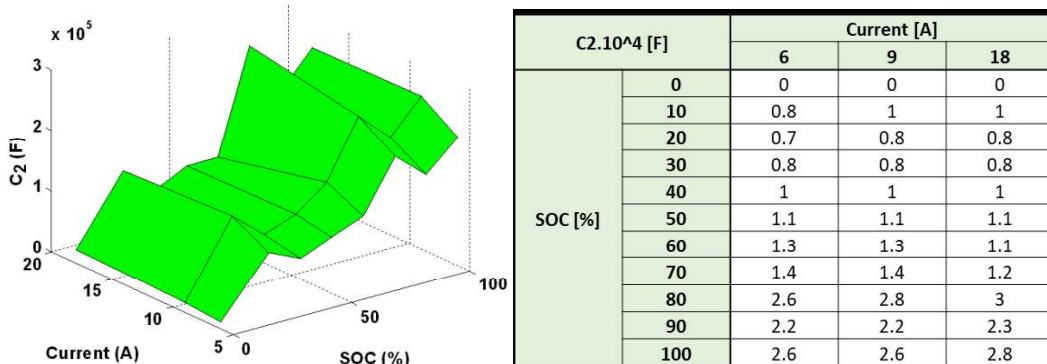


Ilustración 8: Gráfico y table de C2 (1)

La expresión del cálculo del estado de carga actual es la siguiente:

$$SOC = SOC_0 - \int \frac{I \times 100}{\alpha^U \times 3600} dt \quad (1)$$

Finalmente, el modelo completo en Scilab Xcos de la celda de batería se aprecia a continuación.

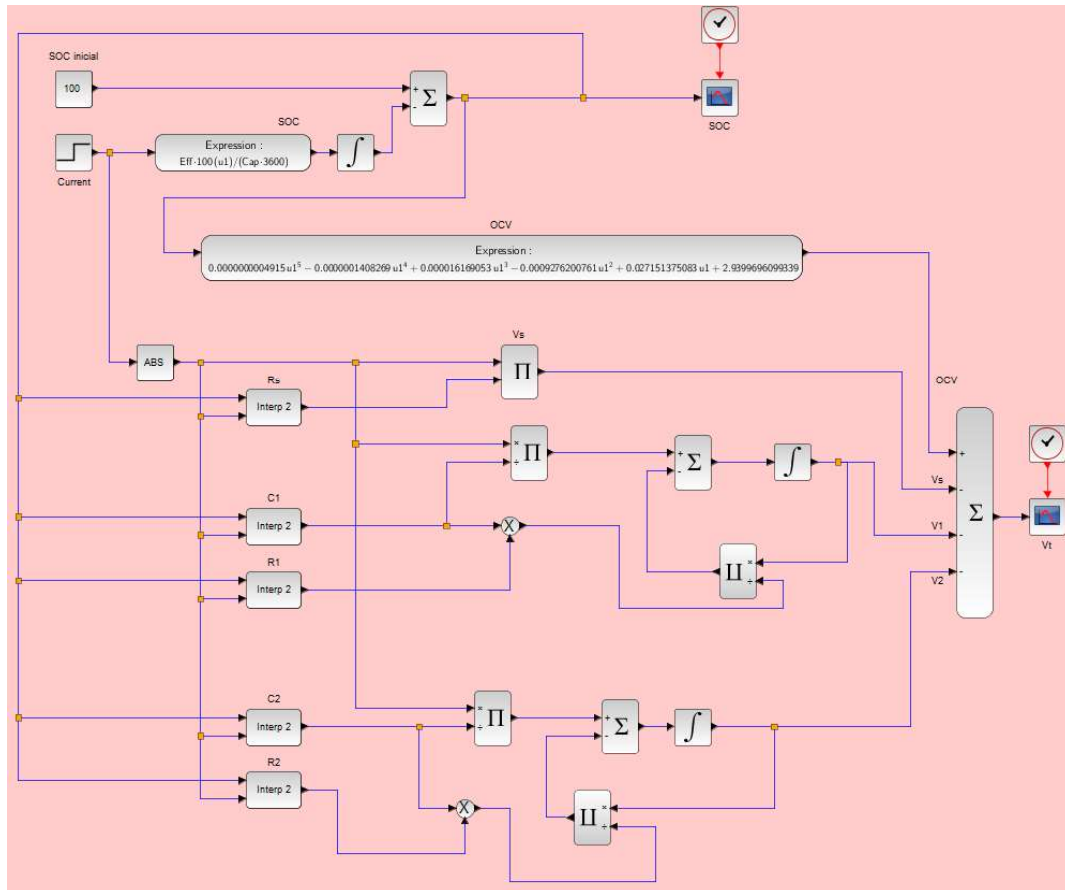


Ilustración 9: Modelo de celda de batería en Scilab Xcos

A continuación, los resultados arrojados por el programa, con una corriente de descarga constante y la celda completamente cargada.

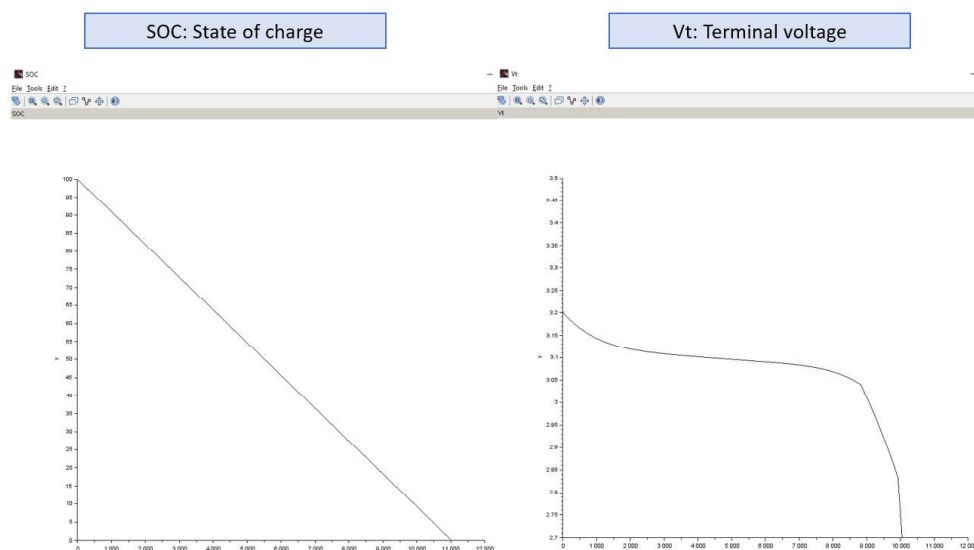


Ilustración 10: Gráficos de estado de carga y tensión final

2.3 Extrapolación a pack de baterías del vehículo

Una vez logrado el modelo de la celda, se construye el modelo para el pack de baterías completo del vehículo seleccionado.



Ilustración 11: Imagen de banco de baterías de Volkswagen ID.3

El vehículo en su versión ID.3 Pure Performance posee 192 celdas distribuidas en 8 módulos. Cada uno de los módulos dispone un paralelo de 12 celdas en serie.

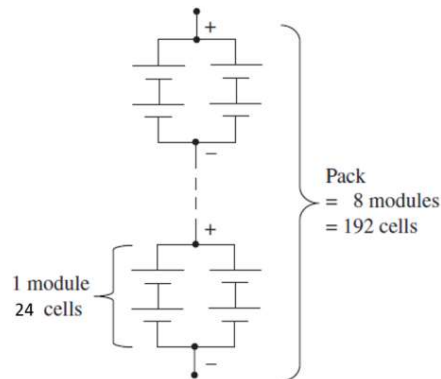


Ilustración 12: Configuración de la batería

La consideración del pack de baterías, de acuerdo con Hayes (3), no solo implica una mayor capacidad de energía, también tiene un impacto directo en los valores de las resistencias R_s , R_1 y R_2 y los capacitores C_1 y C_2 del circuito equivalente:

$$R_{bp} = \frac{N_{ser}}{N_{par}} R_b$$

La resistencia equivalente del sistema completo dependerá del número de celdas en serie y en paralelo. Según Hayes (3)

$$R_{S \text{ battery pack}} = \frac{N_{series}}{N_{parallel}} * R_S = \frac{12 * 8}{2} * R_S = 48 * R_S$$

$$R_{1 \text{ battery pack}} = \frac{N_{series}}{N_{parallel}} * R_1 = \frac{12 * 8}{2} * R_1 = 48 * R_1$$

$$R_{2 \text{ battery pack}} = \frac{N_{series}}{N_{parallel}} * R_2 = \frac{12 * 8}{2} * R_2 = 48 * R_2$$

El valor de capacitancia equivalente será:

$$\frac{1}{C_{1 \text{ battery module}}} = 12 * \frac{1}{2 * C_1} = \frac{6}{C_1}$$

$$\frac{1}{C_{1 \text{ battery pack}}} = 8 * \frac{1}{C_{1 \text{ battery module}}} = 8 * \frac{6}{C_1} = \frac{48}{C_1}$$

$$C_{1 \text{ battery pack}} = \frac{C_1}{48}$$

$$C_{2 \text{ battery pack}} = \frac{C_2}{48}$$

A continuación de cada bloque de interpolación doble, donde se define el valor de las resistencias y capacitores, se encuentra un multiplicador para simular el pack completo. Adicionalmente, se agrega una entrada para discernir la corriente de entrada y de salida y la expresión del cálculo de OCV sufre una leve modificación.

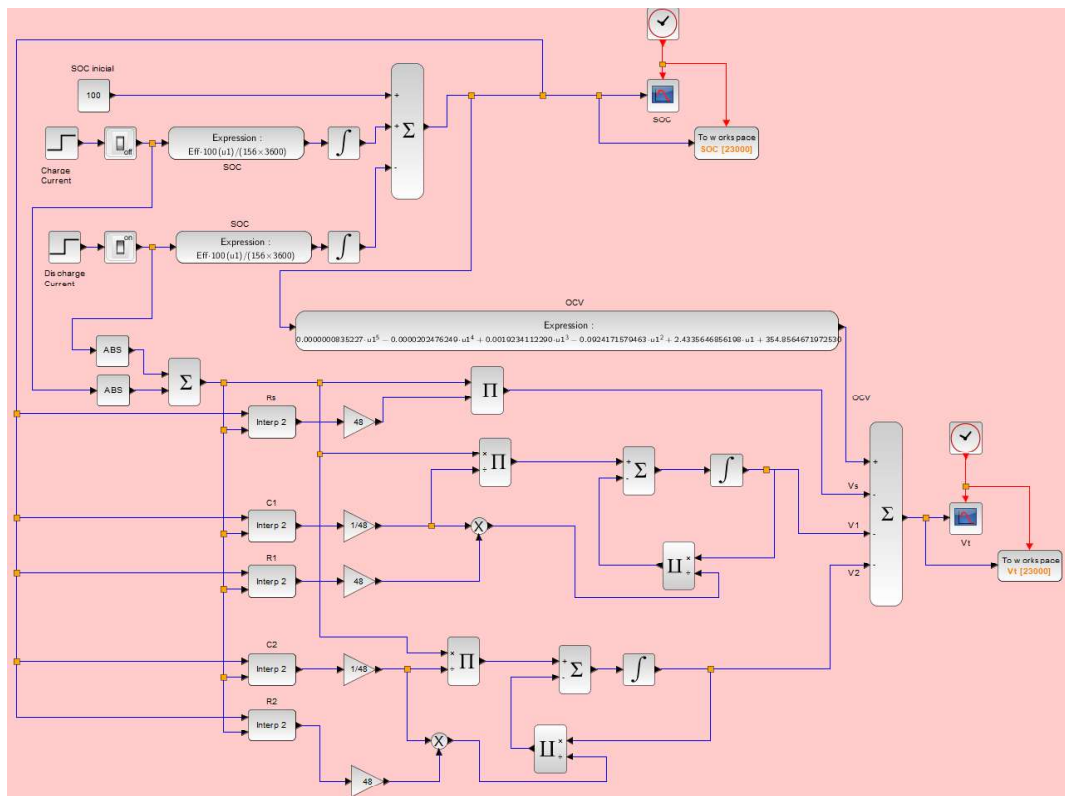


Ilustración 13: Modelo de pack de baterías en Scilab Xcos

2.4 Efecto de la temperatura

La temperatura tiene dos puntos de influencia en la batería: en la tensión de circuito abierto (OCV) y los valores de resistencias (Rs, R1, R2).

El químico Alemán Walther Nernst (1864-1941) contribuyó significativamente a la electroquímica, y desarrolló la ecuación que lleva su nombre, que relaciona la tensión de salida con la concentración de los reactivos de la batería.

$$V_t = OCV - \frac{RT}{nF} \log Q_R$$

siendo:

- R: constante de los gases ideales

- T: temperatura absoluta.
- n: cantidad de mol de electrones que participan en la reacción.
- F: constante de Faraday.
- QR : cociente de reacción correspondiente.

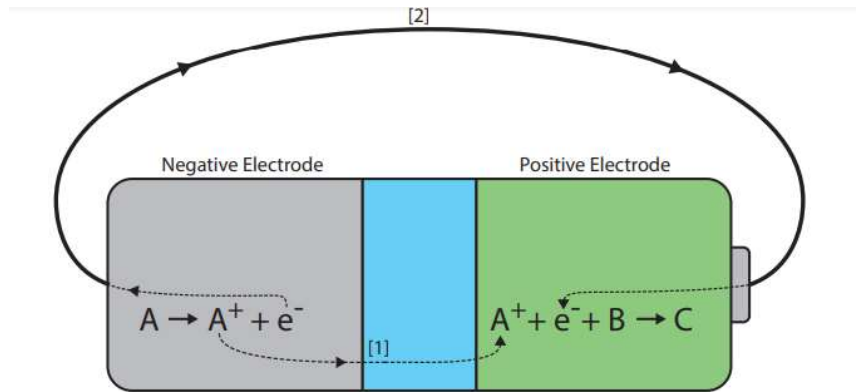


FIGURE 1. Generic battery with reaction 1 at the negative electrode (grey) and reaction 2 at the positive (green). The cation (A^+) diffuses across the electrolyte (blue) via path [1] and the electron moves around the external circuit [2]. Both are reactants in reaction 2.

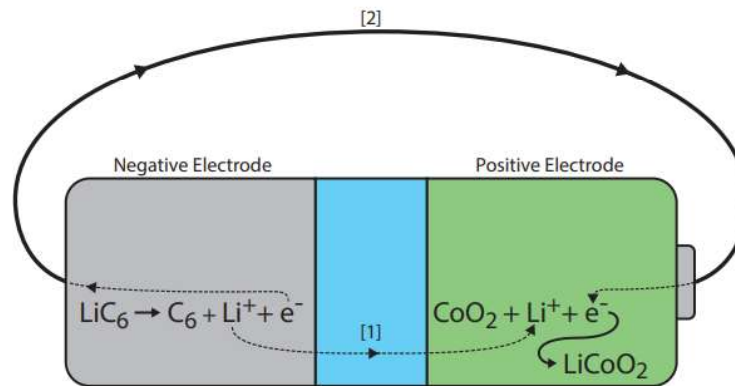


FIGURE 2. Basic lithium-ion battery moving from its charged state with lithiated graphite (LiC_6) at the negative electrode and cobalt dioxide (CoO_2) at the positive electrode to its discharged state with graphite (C_6) at the negative electrode and lithium cobalt dioxide ($LiCoO_2$) at the positive electrode.

Ilustración 14: Reacción química de batería de litio

Según Nernst, el coeficiente de reacción está dado por:

$$Q_r = \frac{[LiC_6]_s [CoO_2]_{s'}}{[C_6]_s [LiCoO_2]_{s'}}$$

Mientras que la concentración de cada uno de los elementos se estimó empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Molar concentration} = \frac{\text{Moles of } ST}{\text{litres of } SL}$$

Finalmente:

$$V_f = OCV - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \log Q_R$$

$$V_f = OCV - \frac{8,3145 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot T}{1 \text{ mol} \cdot 96,485 \frac{J}{V \cdot mol}}$$

$$V_f = OCV - T \cdot 0,012778$$

Si T es la temperatura en Kelvin:

$$V_f = OCV - (T_c - 273,15) \cdot 0,012778$$

Por último, el efecto de la temperatura en las resistencias de la batería estará dado según el siguiente gráfico (4):



Ilustración 15: Relación entre resistencia interna y temperatura en la batería

3. Resultados y conclusión

El modelo desarrollado logra describir precisamente el funcionamiento de un pack de baterías de un vehículo eléctrico.

Las variables de entrada son el estado de carga inicial (SOC0) y la corriente de carga o descarga, planteando una función escalón con un valor final constante, pero permitiendo futuras mejoras al modelo para poder simular la corriente de descarga en una situación real.

Se tiene en cuenta el efecto de la temperatura en la tensión de circuito abierto (OCV) y las resistencias internas.

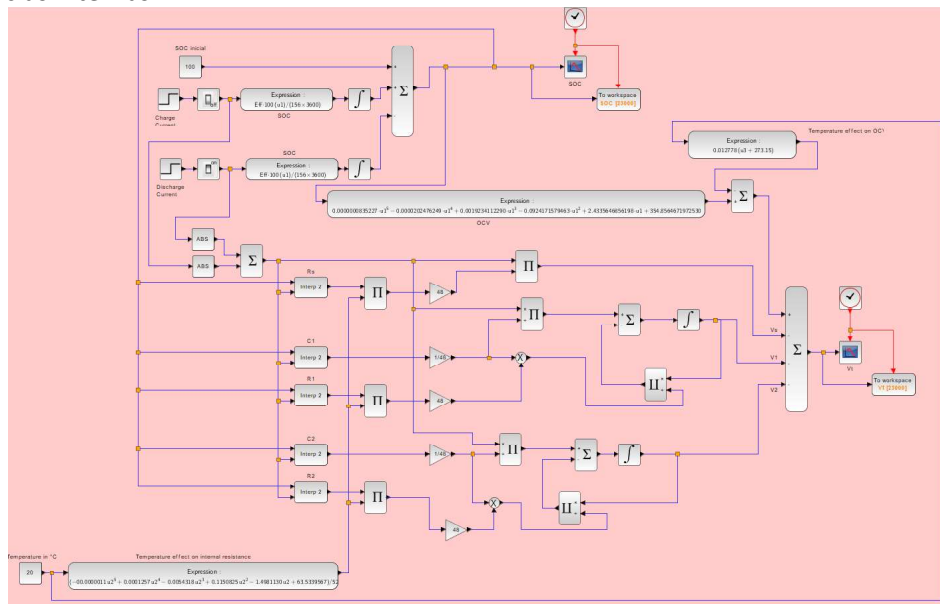


Ilustración 16: Modelo de pack de baterías con efecto de temperatura en Scilab Xcos

Las variables de salidas son el estado de carga actual (SOC) y la tensión de salida V_t , que se ven reflejados en los gráficos a continuación:

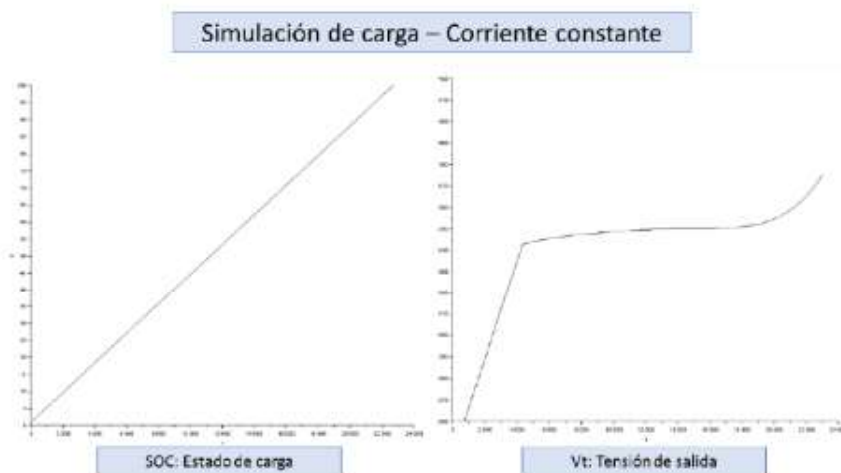


Ilustración 17: Gráficos de estado de carga actual y tensión de salida

Las estructuras de cada subsistema del modelo propuesto se han explicado en detalle. Se espera que el modelo sea aplicable a otros modelos de vehículos eléctricos, modificando parámetros del circuito.

Es sumamente importante entender y crear un modelo de baterías para poder pronosticar su comportamiento dinámico, debido que es el componente más crítico en la electromovilidad y la problemática a resolver.

Este modelo de batería en Scilab Xcos es simple pero preciso, y eventualmente se actualizará para incluir el efecto del envejecimiento y otras variables de influencia para mejorar el modelo del sistema de almacenamiento de energía en la aplicación de movilidad sustentable.

4. Referencias

- 1 - Low Wen, Y. (2013). Modeling of lithium-ion battery using MATLAB / simulink. Research Gate. <https://doi.org/10.1109/IECON.2013.6699393>
- 2 - Arianto, S. (2016). Development of single cell lithium ion battery model using Scilab/Xcos. AIP Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1063/1.4941640>
- 3- Hayes, J. G., & Goodarzi, A. G. (2018). Electric Powertrain: Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles. Wiley.
- 4 – Łebkowski, A. (2017). Temperature, Overcharge and Short-Circuit Studies of Batteries used in Electric Vehicles. SIGMA-NOT. <https://doi.org/10.15199/48.2017.05.13>