



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 motor de vehículo eléctrico empleando Scilab XCos

A. Mejía ⁽¹⁾, T. Gualdi ⁽¹⁾, G. Carfagna ⁽¹⁾, J. P. Dri ⁽¹⁾

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

alvaro.mejialombana@alumnos.frgp.utm.edu.ar

thomasalejo.g@gmail.com

gaston.carfagna@alumnos.frgp.utm.edu.ar

jpdri@docentes.frgp.utm.edu.ar

Palabras claves: Vehículo eléctrico, Motor BLDC, Control de velocidad, Torque, RPM, Posición angular.

Abstract

The use of electric motors increased in recent years. Currently, these engines have been built for electric car applications, reaching their high point in these times.

The latter require transforming electrical energy stored in batteries into mechanical energy. However, this requires, in addition to the inverter, an optimal control system for the traction of the vehicle.

With this in mind, methods were created to achieve efficient traction, without erratic behaviors on the part of the car.

One of them is modern vector control that is based on controlling both the frequency and the amplitude of the alternating input signal.

Compared to the above, the most widely used engines are combustion engines, which control the mechanical torque by constriction and obstruction of the intake duct.

However, these engines have a maximum efficiency of 30% for Otto cycles and 45% for diesel cycles. In front of these is the electric motor with an average efficiency of 90%.

The technique used for control is based on pulse width modulation (PWM), which modulates the frequency and amplitude of a rectangular signal to vary the three-phase alternating output and be able to have a progressive start with ramp or, a constant acceleration in use. normal.

Resumen

El uso de motores eléctricos aumentó en los últimos años. Actualmente, estos motores han sido construido para aplicaciones de automóviles eléctricos, alcanzando su punto más alto en estos tiempos. Estos últimos requieren transformar la energía eléctrica almacenada en baterías en mecánica. energía. Sin embargo, esto requiere, además del inversor, un sistema de control óptimo para la tracción del vehículo. Con esto en mente, se crearon métodos para lograr una tracción eficiente, sin errores erráticos. comportamientos por parte del automóvil. Uno de ellos es el control vectorial moderno que se basa en controlar tanto la frecuencia como la amplitud de la señal de entrada alterna. En comparación con los anteriores, los motores más utilizados son los motores de combustión, que controlan el par mecánico mediante la constricción y obstrucción del conducto de admisión. Sin embargo, estos motores tienen una eficiencia máxima del 30% para los ciclos Otto y del 45% para ciclos diesel. Frente a ellos se encuentra el motor eléctrico con una eficiencia media del 90%. La técnica utilizada para el control se basa en la modulación de ancho de pulso (PWM), que modula la frecuencia y amplitud de una señal rectangular para variar la salida

alterna trifásica y poder tener un arranque progresivo con rampa o, una aceleración constante en uso. normal.

1. Introducción

Este artículo trata de un modelo matemático de Motores síncronos de imanes permanentes trifásico (PMSM) y su control basado en modelos de simulación. La construcción de su modelo matemático se analiza aquí con respecto a un diseño de control basado en Xcos. El modelo se compone mediante un análisis matemático-físico. El mismo se resume en los principales puntos teóricos.

El uso de motores PMSM mejora varios factores de rendimiento que van desde una mayor eficiencia, un par más alto en el rango de baja velocidad, alta densidad de potencia, bajo mantenimiento y menos ruido que otros motores. El PMSM puede actuar como una alternativa para motores tradicionales como motores de inducción y de reluctancia conmutada. En este artículo presentamos un modelo matemático del motor PMSM y mostramos los valores de varios parámetros técnicos usando XCOS / SCILAB.

En este trabajo se describe todo el proceso de modelado, partiendo del modelo general de inversores y bloques de motor, pasando por los diferentes bloques individuales que componen el modelo completo y, finalizando con la descripción del primer prototipo.

Los motores síncronos con un devanado de estator trifásico y un rotor con imanes permanentes (corriente alterna - motores de CA) pertenecen a la última generación de motores. Estos motores funcionan según el principio de control simultáneo de amplitud y frecuencia de las tres corrientes armónicas terminales con la modulación de ancho de pulso (PWM). El estator de un motor de CA trifásico representa tres devanados distribuidos sinusoidalmente con ejes desplazados 120° . Cuando los devanados son excitados por corrientes sinusoidales trifásicas balanceadas, el efecto combinado es equivalente a un solo devanado distribuido sinusoidalmente excitado por una corriente constante y que gira a la frecuencia del estator. El campo magnético del rotor es alimentado por imanes permanentes en lugar de electroimanes.

2.1. Sistema Motor

Antes de comenzar a explicar el sistema motor, es necesario presentar el circuito.

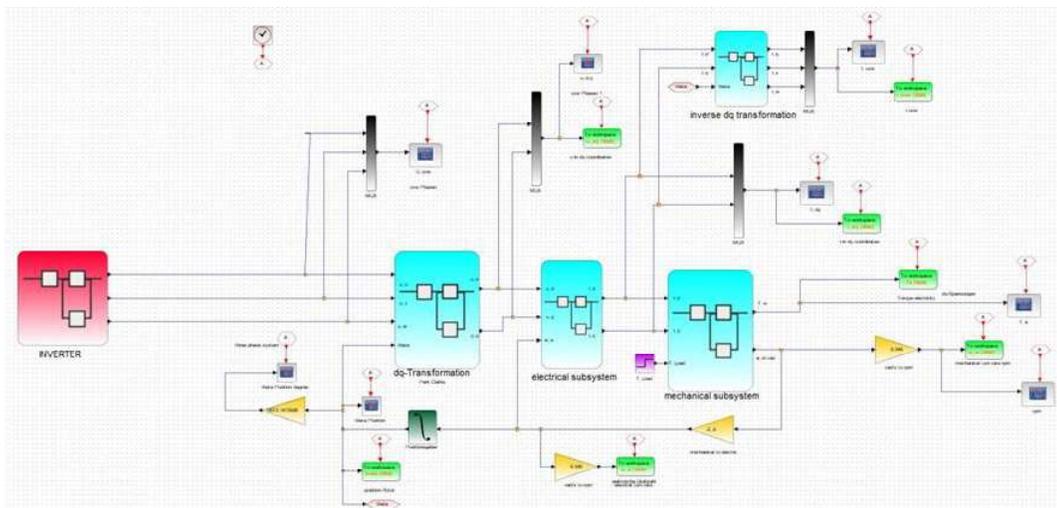


Ilustración 1: Sistema general del Motor (Xcos).

Aquí se aprecia todo el sistema de transmisión eléctrica. Todo comienza con el inversor, que transforma la energía CC en energía CA. 4

Después de esto, el inversor se conecta al bloque de transformación dq, donde el voltaje trifásico se convierte en voltaje de dos ejes: eje d y q.

Para medir la corriente trifásica se utiliza esta transformación de Clarke y Park. Entonces, cuando se aplica la transformada inversa, el resultado obtenido son las corrientes deseadas.

Y para el par, las rpm y la posición theta, se utiliza un bloque mecánico.

2.2. Bloque de Transformada de Clarke y Park

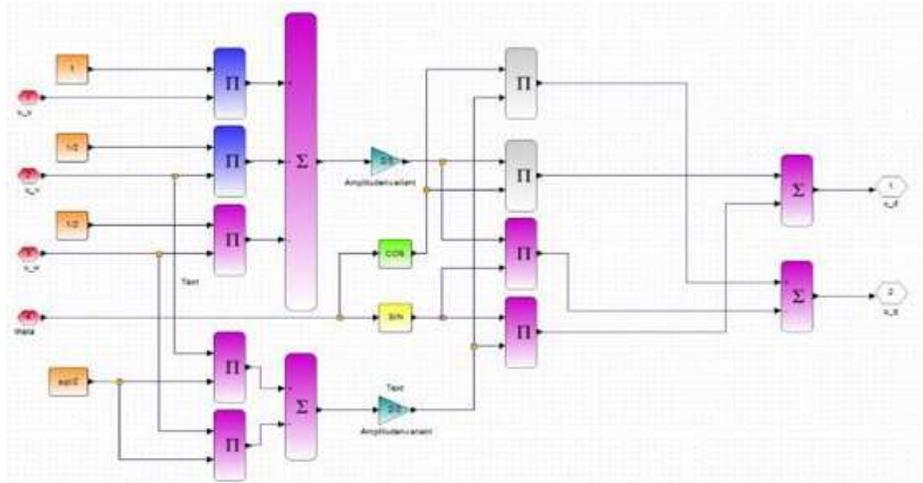


Ilustración 2: Bloque de Transformada de Clarke y Park (Scilab).

Como se ve en el bloque anterior, las ecuaciones aquí implementadas son las siguientes en forma de matriz:

$$\begin{bmatrix} d \\ q \\ 0 \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) & \cos(\theta + \frac{2\pi}{3}) \\ -\sin(\theta) & -\sin(\theta - \frac{2\pi}{3}) & -\sin(\theta + \frac{2\pi}{3}) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ 0 \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

Ilustración 3: Ecuaciones y gráfico para la Transformada dq.

Donde el ángulo theta representa el desfase entre la fase a y el eje d.

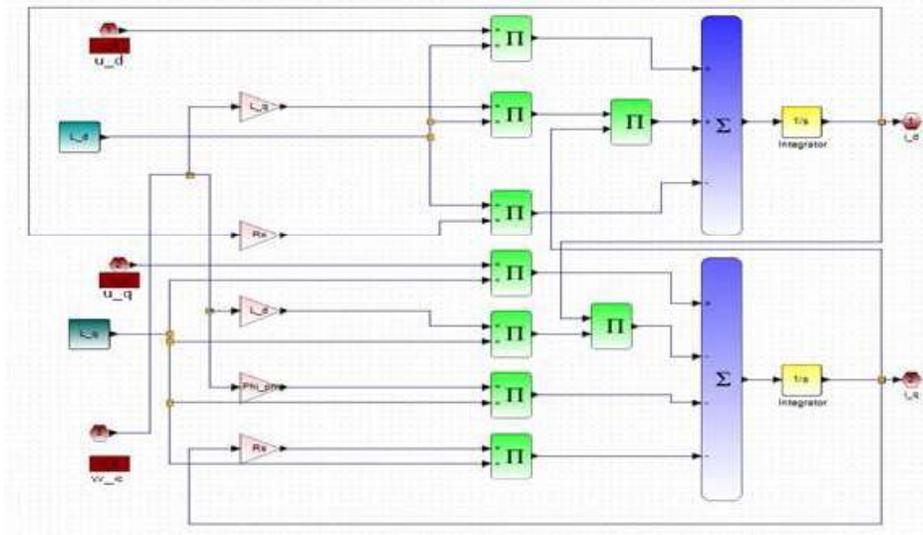
a, b y c son los componentes del sistema trifásico, es decir, componentes RST para las tensiones u-v-w.

d y q son los componentes del sistema de dos ejes en el marco de referencia giratorio.

Alfa (α) y beta (β) son, por su parte, cantidades de marcos de referencia ortogonales estacionarios.

Y "0" es el componente cero del sistema de dos ejes en el marco de referencia estacionario.

2.3. Sistema Eléctrico



El sistema eléctrico, por su parte, es el encargado de pasar la tensión a las variables de corriente. Por tanto, el modelo utilizado aquí se expresa con las siguientes ecuaciones:

$$\frac{di_d}{dt} = \frac{1}{L_s} [u_d - R_s \cdot i_d + \omega \cdot L_s \cdot i_q]$$

$$\frac{di_q}{dt} = \frac{1}{L_s} [u_q - R_s \cdot i_q - \omega \cdot L_s \cdot i_d - \omega \cdot \Psi]$$

Con “ ω ” como la velocidad de rotación del marco de referencia d-q, que también es la tasa de cambio de theta (posición instantánea del eje d).

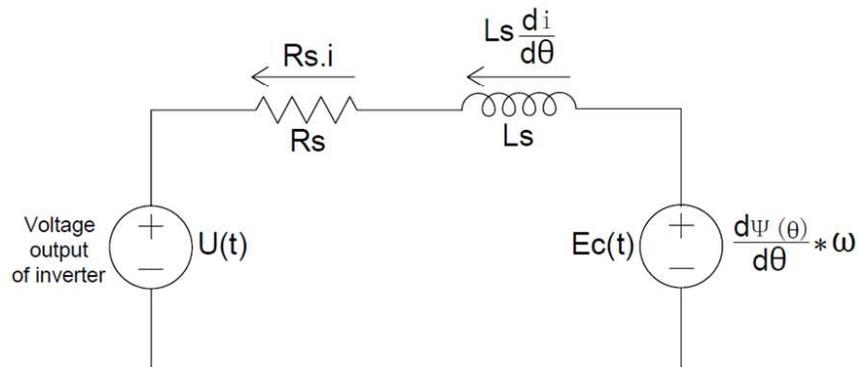


Ilustración 5: Circuito de modelado para Bloque Eléctrico

Según el circuito de modelado del diagrama 5, hay uno de estos para cada fase, es decir, tres circuitos monofásicos.

Teniendo esto en cuenta, las ecuaciones para el sistema eléctrico son:

$$U_a(t) = R_s \cdot i_a + L_s \frac{di_a}{dt} + E_a(t)$$

$$U_b(t) = R_s \cdot i_b + L_s \frac{di_b}{dt} + E_b(t)$$

$$U_c(t) = R_s \cdot i_c + L_s \frac{di_c}{dt} + E_c(t)$$

Ahora, aplicando las transformadas de Clarke y Park, las tres ecuaciones se convierten en las siguientes:

$$U_d(t) = R_s \cdot i_d + L_s \frac{di_d}{dt} - \omega \cdot L_s \cdot i_q$$

$$U_q(t) = R_s \cdot i_q + L_s \frac{di_q}{dt} + \omega \cdot L_s \cdot i_d + \omega \cdot \Psi$$

En consecuencia, "id" e "iq" son los voltajes ortogonales obtenidos en la salida del bloque eléctrico, y el siguiente tema muestra cómo estas variables proporcionan las entradas para el bloque mecánico.

2.4. Bloque de Transformada Inversa de Park

La simulación realizada con Xcos es útil para apreciar los transitorios y estados permanentes de las variables.

Para ello, es fundamental realizar el análisis respectivo de la corriente trifásica.

El bloque inverso d-q se utiliza precisamente para simular curvas de tres corrientes:

i_u, i_v and i_w .

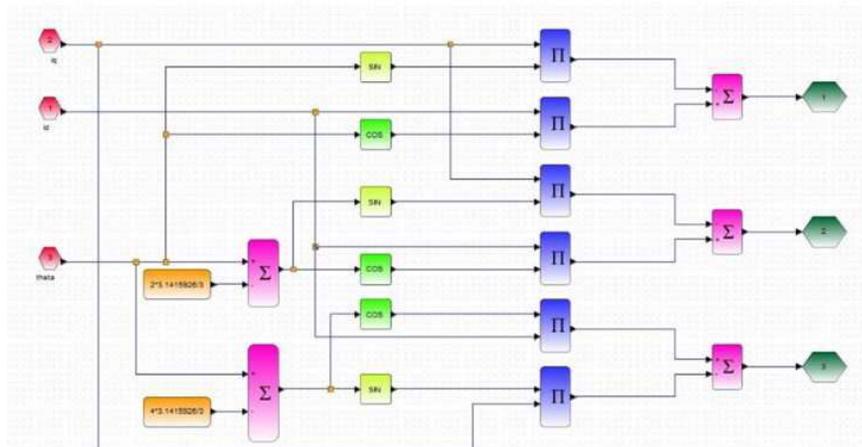


Ilustración 6: Bloque de Transformada Inversa de Park.

El bloque que se muestra arriba aplica la Transformada inversa al sistema d-q ortogonal para devolverlo al marco de referencia trifásico original

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 1 \\ \cos(\theta - \frac{2\pi}{3}) & -\sin(\theta - \frac{2\pi}{3}) & 1 \\ \cos(\theta + \frac{2\pi}{3}) & -\sin(\theta + \frac{2\pi}{3}) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d \\ q \\ 0 \end{bmatrix}$$

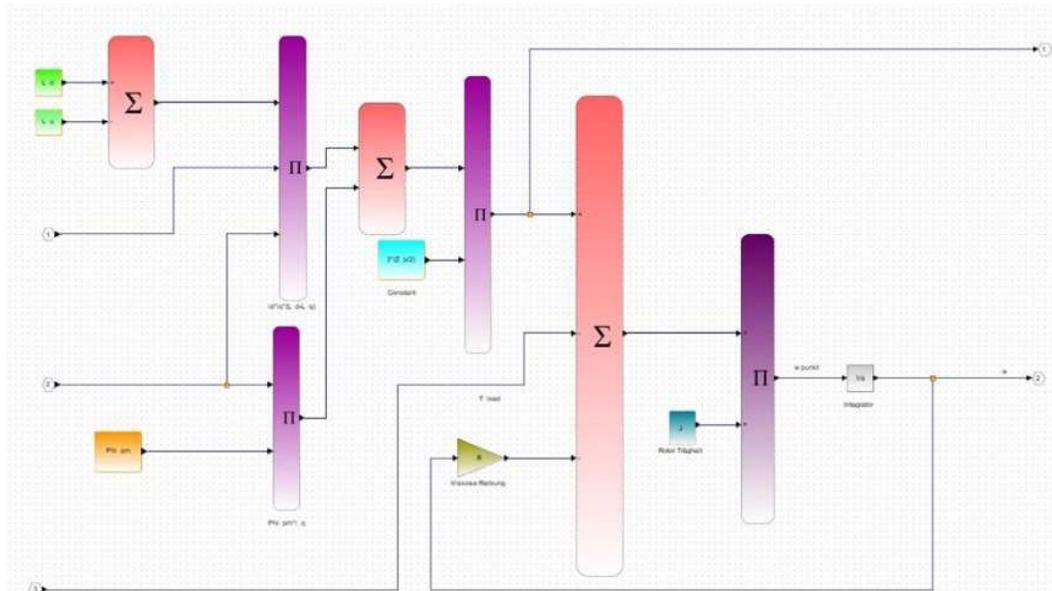
Ilustración 7: Ecuaciones para la Transformada Inversa de Park.

Aquí, los componentes abc representan la corriente esperada trifásica.

Al final del artículo, se muestran los gráficos de toda la simulación del modelo

2.5. Sistema Mecánico

Uno de los bloques imprescindibles es el Mecánico, porque éste demuestra si todo sistema integrado funciona correctamente para su aplicación.



Para implementar este bloque son necesarios parámetros como el coeficiente de fricción viscoso, inercia rotacional, número de polos, inductancias d-q y flujo magnético del motor de imanes permanentes.

Además, las corrientes de dos ejes i_d e i_q con el par de carga, hacen uso de estas entradas para determinar la curva de par eléctrico y la velocidad angular.

Esto último se aprecia en el diagrama de bloques 9.

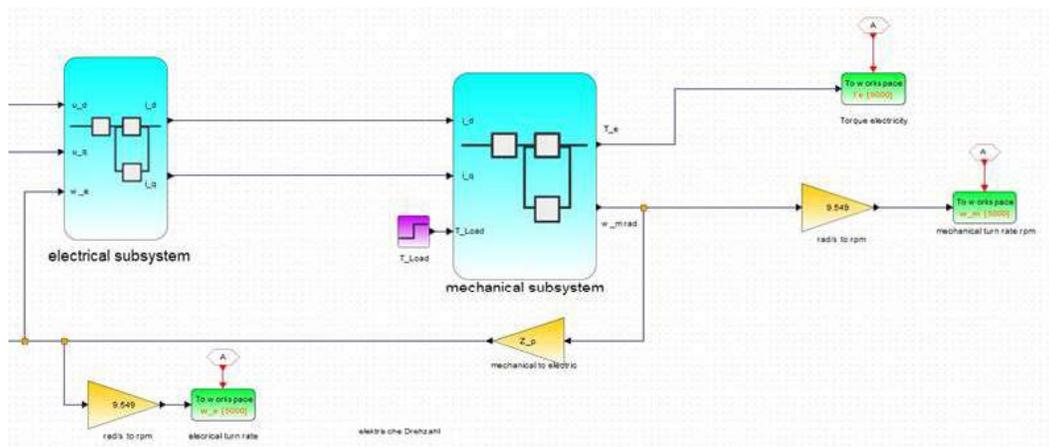


Ilustración 9: Vista general de los subsistemas Eléctrico y Mecánico.

3. Resultados de Simulación

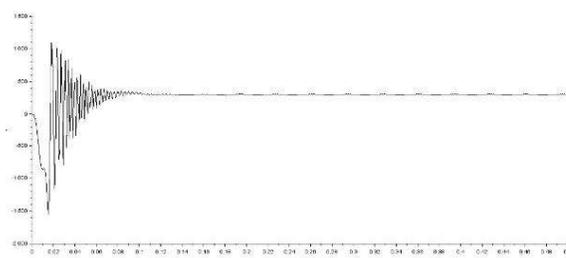


Ilustración 10: RPM.

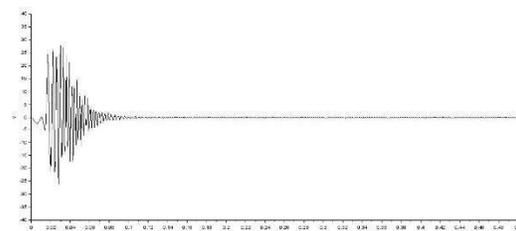


Ilustración 11: Torque eléctrico.

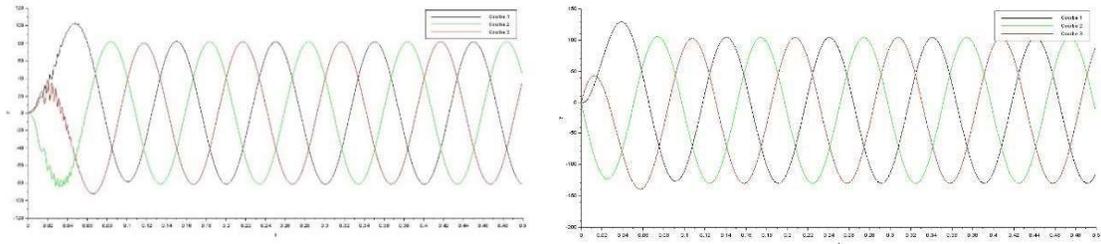


Ilustración 12: Corriente trifásica (gráfico izquierdo) y voltaje (gráfico derecho).

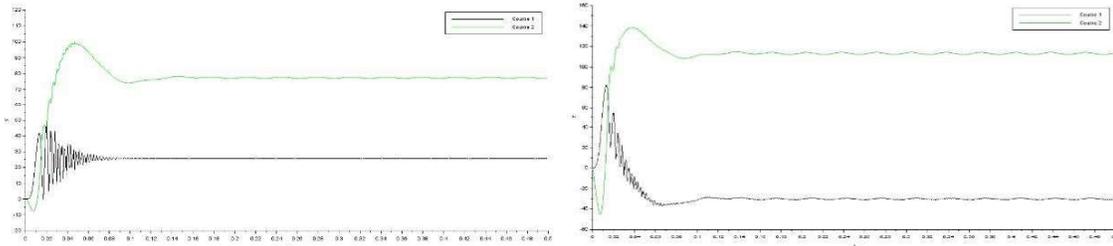


Ilustración 13: Corrientes de ejes d y q (gráfico de la izquierda) y voltajes d y q (gráfico de la derecha)

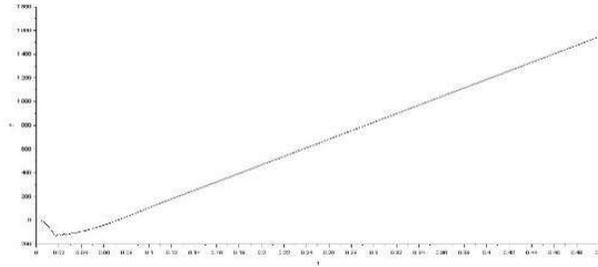


Ilustración 14: Posición del rotor en grados.

4. Prototipo

Finalmente, este es el último tema del trabajo, y aquí se detalla cómo se implementó el sistema en la realidad y todos los componentes utilizados para lograrlo.

Lo primero que se muestra es el diagrama del circuito y sus conexiones eléctricas (ilustración 15).

Con el uso de tres controladores de velocidad Infineon, se logra tener los tres pares de transistores necesarios para implementar la secuencia de inversión de la corriente. Con dicha placa, la conexión al conjunto de baterías y, consecuentemente al motor, se consigue implementar el sistema de modulación de ancho de pulso.

Adicionalmente, es necesario conectar el Arduino UNO a la placa roja para poder monitorear la velocidad y variar la misma.

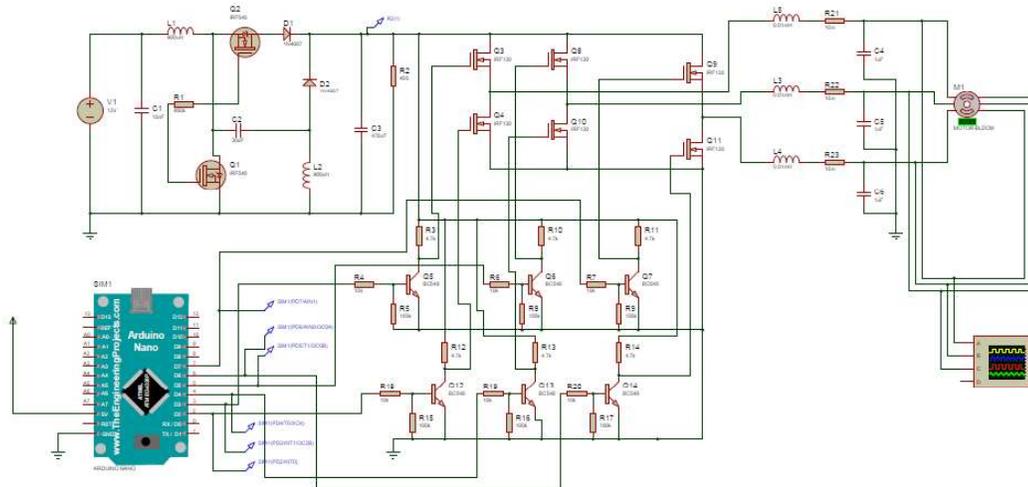


Ilustración 15: Circuito del prototipo (Simulador Proteus).

La lista de componentes para el prototipo es:

- IFX007T: Controlador de velocidad. (x3).
- Arduino UNO.
- BC548 NPN Silicon (x6).
- Motor BLDC trifásico.
- Pack de Baterías (10.8V – 2.6Ah Li-ion) (x45).
- Filtro pasa-bajos.

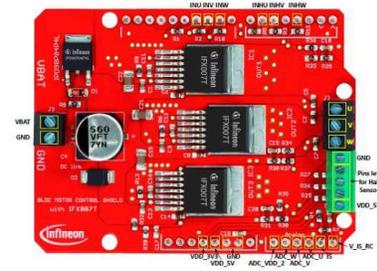


Ilustración 16: IFX007T.



Ilustración 17: Motor BLDC.



Ilustración 18: Arduino UNO

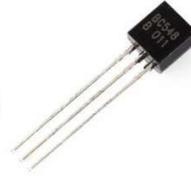


Ilustración 19: Transistor BC548.



Ilustración 20: Pack de baterías.

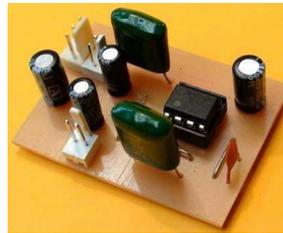


Ilustración 21: Filtro pasa-bajos

5. Conclusión

El aumento de los coches eléctricos ha contribuido a reducir la emisión de dióxido de carbono en el mundo. Esto equilibra la matriz energética a favor de energías limpias como fotovoltaica, biomasa, eólica e hidráulica. Este equilibrio conlleva un aumento de la eficiencia de los coches, pudiendo incrementar la potencia útil. Los ingenieros continúan investigando y probando para crear prototipos capaces de superar las limitaciones presentes en los sistemas de tracción eléctrica, incluida la carga, estaciones de carga y almacenamiento de energía en paquetes de baterías. En el futuro será habitual disponer de estaciones de carga y coches eléctricos en grandes cantidades para el uso de toda la población. Es necesario continuar con los ensayos y pruebas para conocer los parámetros de motores eléctricos convencionales y mejorar los circuitos de regulación.

6. Bibliografía

- [1] Rashid, M. H. (2001). Power Electronics (pp. 226-254). Academic Press.
- [2] Microsemi Corporation. (2013). Park, Inverse Park and Clarke, Inverse Clarke Transformations MSS Software Implementation. User Guide (pp. 6-9). Microsemi.
- [3] Motorola Semiconductors. (1996). Amplifier Transistors. NPN Silicon (pp. 1-2). Motorola.
- [4] Infineon. (2019). Motor control shield with IFX007T. For Arduino (pp. 2-14). Infineon.
- [5] Massachusetts Institute of Technology. (2007). Dynamic and Control II. Solving the Equation of Motion (pp. 1-5). Department of Mechanical Engineering.
- [6] Wang Han. (2017). Simulation Model Development of Electric Motor and Controller (pp. 13-47). Chalmers. University of Technology.
- [7] Levron Y. & Belikov J. (2017). The Direct-Quadrature-Zero (DQ0) Transformation (pp. 1-15)