

# Diseño y desarrollo de un inversor de alta potencia para aplicaciones de Fórmula SAE eléctrica.



Nicolas Enrique Pereyra Pigerl - Agustin Giovanazzi

Grupo 6 Proyecto Final

Docentes:

- Mg. Ing. Sebastián Verrastro
- Mg. Ing. Pablo Sanchez
- Ing. Fernando Valenzuela
- Mg. Ing. Mariano Vidal

# Índice:

<b>Índice:</b>	<b>2</b>
<b>Descripción del proyecto:</b>	<b>3</b>
<b>Alcance del proyecto</b>	<b>4</b>
El alcance mínimo:	4
Alcance máximo	4
<b>Entradas, salidas y variables a medir</b>	<b>5</b>
Entradas	5
Señales de comunicación	5
Salidas	5
Variables de control	5
Variables físicas	5
Variables medidas	5
<b>Validación y pruebas</b>	<b>6</b>

## Descripción del proyecto:

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y desarrollo de un inversor de potencia destinado al control de un sistema de tracción eléctrica de más de 80 kW, orientado a su implementación en un monoplaza de la competencia Fórmula SAE Electric.

El sistema será concebido para cumplir con las normativas técnicas vigentes de la competición, priorizando tanto la seguridad eléctrica como el rendimiento dinámico del vehículo. El inversor será responsable del control integral del motor eléctrico, incorporando estrategias avanzadas de control orientado a campo (Field-Oriented Control, FOC), junto con algoritmos adicionales destinados a optimizar el desempeño.

Asimismo, se desarrollará un sistema de gestión térmica activa que permitirá supervisar y regular las condiciones de operación del inversor y del motor. Este sistema estará basado en el monitoreo de temperatura y caudal del circuito de refrigeración líquida, con el objetivo de proteger los componentes críticos y maximizar la capacidad de entrega de potencia sin comprometer la confiabilidad del conjunto.

Adicionalmente, se prevé la implementación de estrategias de frenado regenerativo, orientadas a recuperar energía durante las fases de desaceleración y contribuir a la eficiencia energética del vehículo.

En conjunto, el proyecto busca desarrollar una solución robusta, eficiente y competitiva, capaz de operar en condiciones exigentes y alineada con los estándares de la competencia.

# Alcance del proyecto

## El alcance mínimo:

- El diseño y construcción de un inversor funcional capaz de operar en tensiones superiores a 500 Vdc y 200 Arms.
- Implementación de modulación PWM con frecuencia variable hasta 15 kHz.
- Desarrollo de un sistema de control térmico que supervise temperatura y caudal del sistema de refrigeración, permitiendo proteger el inversor ante condiciones críticas.
- Implementación de control FOC básico para el accionamiento del motor.

El desempeño del sistema estará condicionado por las limitaciones del hardware utilizado, particularmente:

- Sensores de corriente de lazo abierto (por ejemplo, de la marca LEM).
- Resolución y velocidad de muestreo del ADC del sistema de control.

## Alcance máximo

Como objetivos extendidos del proyecto se plantean:

- Optimización avanzada del control FOC para mejorar la respuesta dinámica del vehículo.
- Implementación de estrategias de operación en alta velocidad (debilitamiento de campo, MTPA, etc).
- Desarrollo e integración de un sistema de frenado regenerativo funcional.
- Mejora en la estimación de variables internas del sistema (torque, flujo, etc.).
- Validación experimental del sistema bajo condiciones representativas de operación.

# Entradas, salidas y variables a medir

## Entradas

### Señales de comunicación

Comunicación mediante bus CAN con la ECU:

- Referencia de torque objetivo
- Estados del sistema
- Reporte de fallas

## Salidas

### Variables de control

- Señales PWM para el accionamiento del inversor

### Variables físicas

- Velocidad del motor (medida mediante sensor de revoluciones)
- Torque del motor (estimado de manera indirecta a partir de la corriente y los parámetros del motor)

En caso de implementación de frenado regenerativo:

- Energía devuelta al bus DC
- Variación de la tensión del sistema de baterías

### Variables medidas

- Corriente de cada fase del inversor
- Tensión de fase
- Tensión del bus DC (rango estimado: 380 V – 450 V)
- Temperatura de los módulos de potencia
- Caudal del sistema de refrigeración
- Temperatura del refrigerante

## Validación y pruebas

El sistema será validado mediante ensayos experimentales en el banco de pruebas. La velocidad del motor será medida de forma directa mediante sensores, mientras que el torque será estimado indirectamente a partir de la corriente y los parámetros característicos del motor.

Adicionalmente, se evaluará el comportamiento térmico del sistema bajo distintas condiciones de carga, verificando la correcta actuación del sistema de protección y control térmico.

En etapas avanzadas, se prevé la posibilidad de integrar el sistema en un banco de pruebas más complejo o en el vehículo, permitiendo validar su desempeño en condiciones reales de operación.