



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO - CAMPUS SUR | INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

MODELADO MULTIFÁSICO Y SIMULACIÓN DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO (HEV)

Análisis Termo-Eléctrico: Toyota Yaris Cross

Integrantes: Dylan Jacome, Jorge Morocho

Fecha: 10/02/2026

Objetivos del Proyecto



Objetivo General

Desarrollar un modelo de simulación multifísico (Gemelo Digital) para el Toyota Yaris Cross usando MATLAB/Simulink y Simscape, evaluando su dinámica bajo ciclos normalizados.

Objetivos Específicos

- **Parametrizar** la dinámica longitudinal (Masa 1170 kg, Cx 0.28).
- **Diseñar** un pack de baterías de alta fidelidad (48 celdas, 4x12).
- **Modelar** la propulsión eléctrica (Motor BLDC + Inversor).
- **Validar** la recuperación de energía en ciclo FTP75.

Arquitectura HEV: Power-Split

- El Toyota Yaris Cross utiliza una arquitectura de **División de Potencia (Power-Split)**.
- Utiliza un **Engranaje Planetario** para gestionar el flujo de energía.
- **Ciclo Atkinson:** El motor térmico (ICE) opera en su zona de máxima eficiencia.
- **Motores Eléctricos:** MG1 (Generador) y MG2 (Tracción) compensan el torque transitorio.

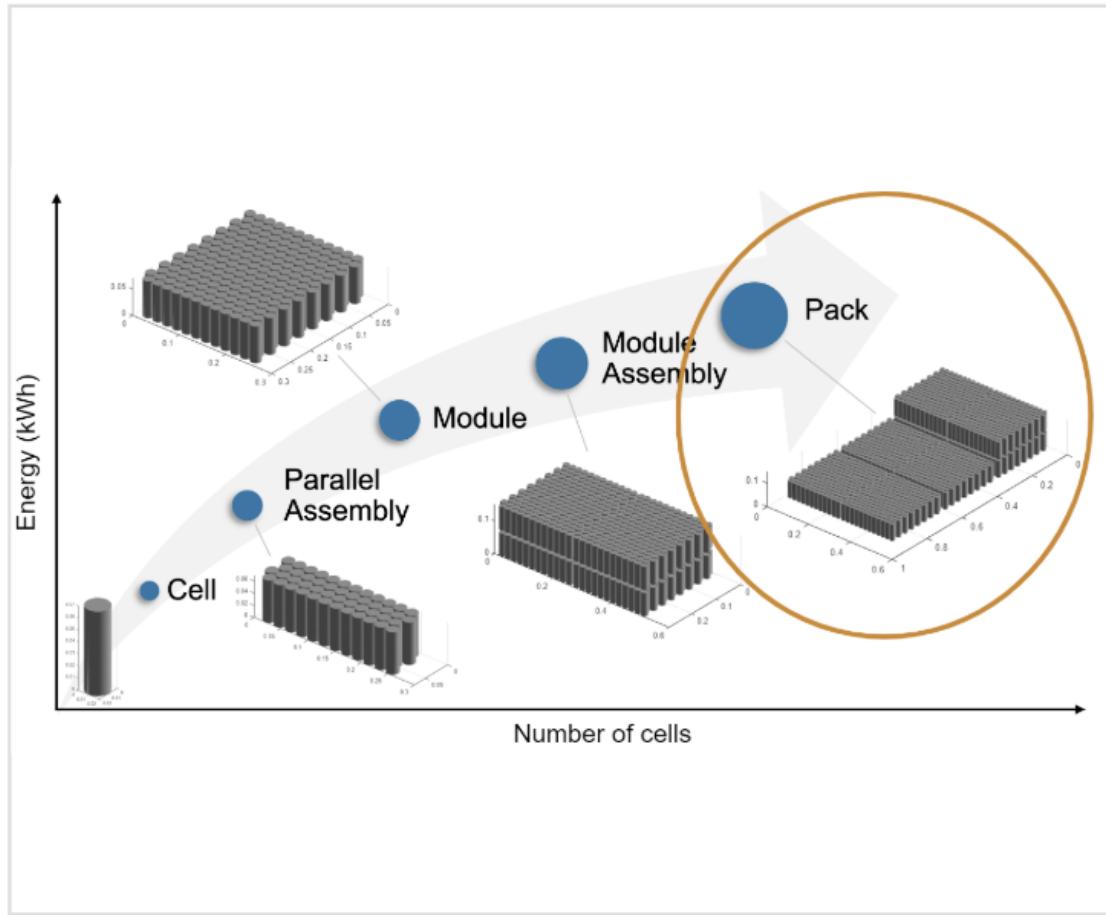


Caracterización Técnica (Datos Reales)

Datos ingresados en *Virtual Vehicle Composer* basados en la ficha técnica del Toyota Yaris Cross.

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
Masa (Kerb)	1170	kg	Peso base del vehículo.
Coef. Arrastre (Cx)	0.28	-	Eficiencia aerodinámica.
Área Frontal	2.45	m ²	Superficie de contacto.
Neumáticos	205/65 R16	-	Radio dinámico: 0.323 m.
Motor ICE	1.5 L	-	3 Cilindros, 114 HP.

Sistema de Almacenamiento (Simscape)



Diseño del Pack (48S1P)

- **Celdas:** 48 en Serie ($N_s=48$).
- **Voltaje Nominal:** 177.6 V ($48 \times 3.7V$).
- **Capacidad:** 4.3 Ah.
- **Arquitectura Física:** Matriz de 4 filas x 12 columnas.
- **Gestión Térmica:** Modelo diseñado para analizar conducción de calor entre celdas y prevenir "Thermal Runaway".

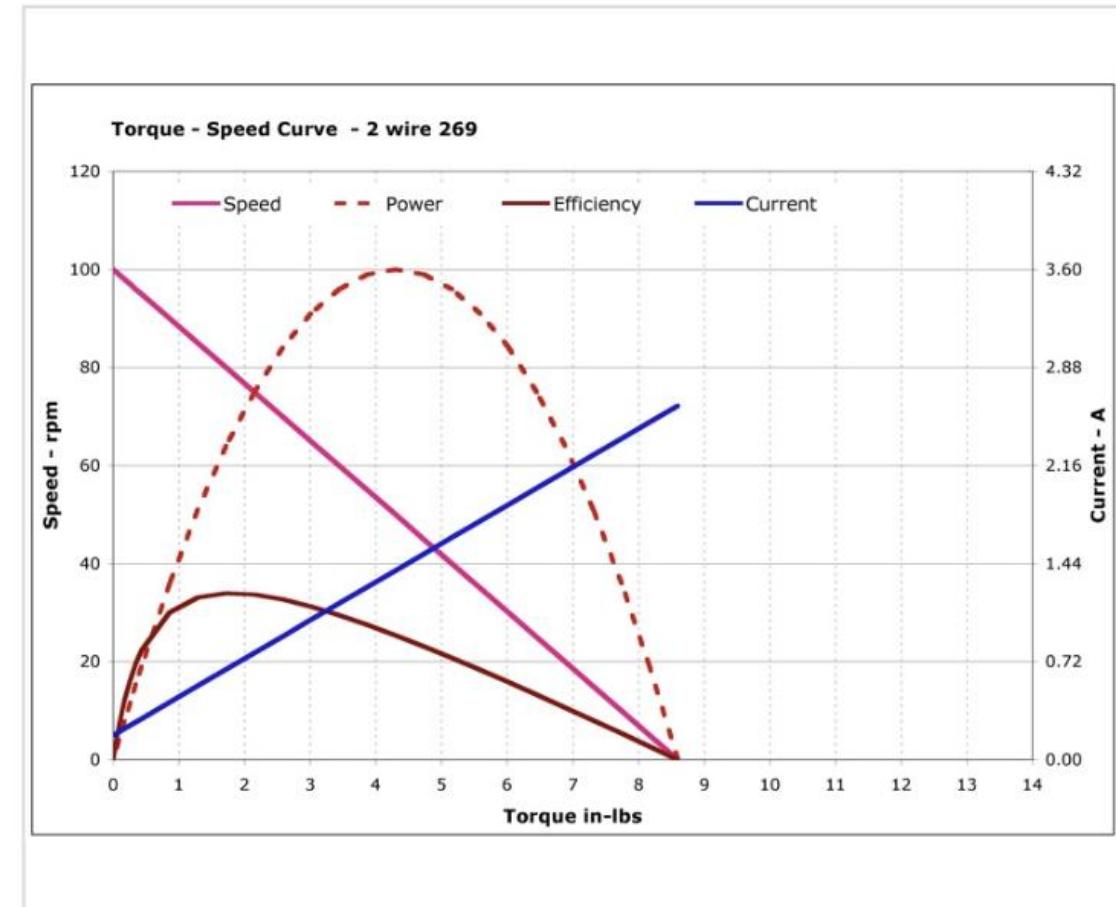
Sistema de Propulsión (MG1 y MG2)

Motor-Generador 1 (MG1)

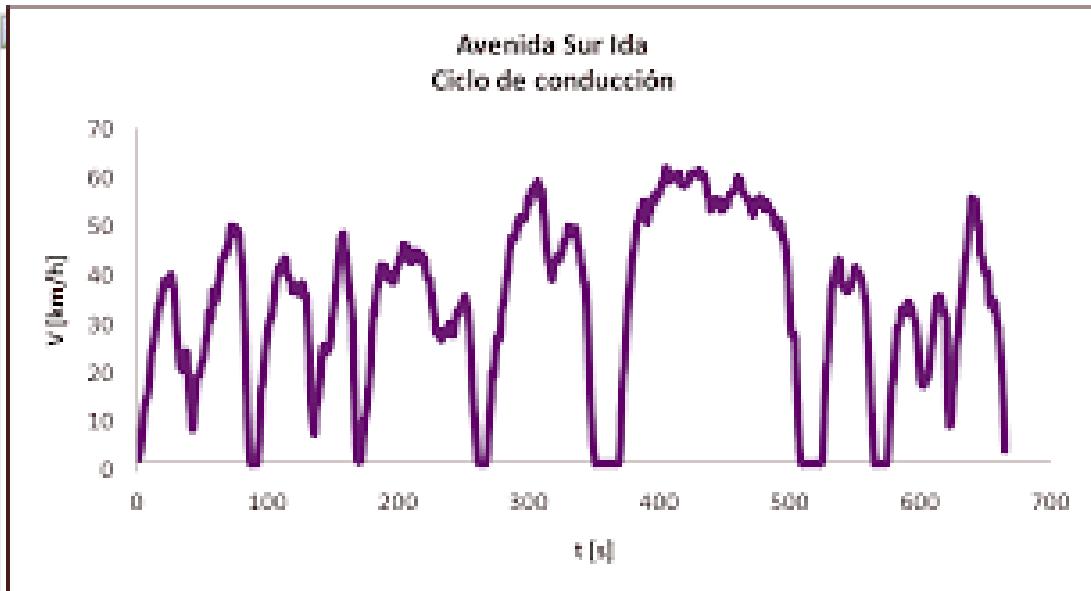
Actúa como regulador de velocidad y **arrancador** del motor térmico. Principalmente genera electricidad para cargar la batería.

Motor-Generador 2 (MG2)

Motor de **tracción principal** (PMSM). Proporciona torque instantáneo y realiza el **frenado regenerativo** convirtiendo energía cinética en eléctrica.



Resultados: Ciclo de Conducción FTP75



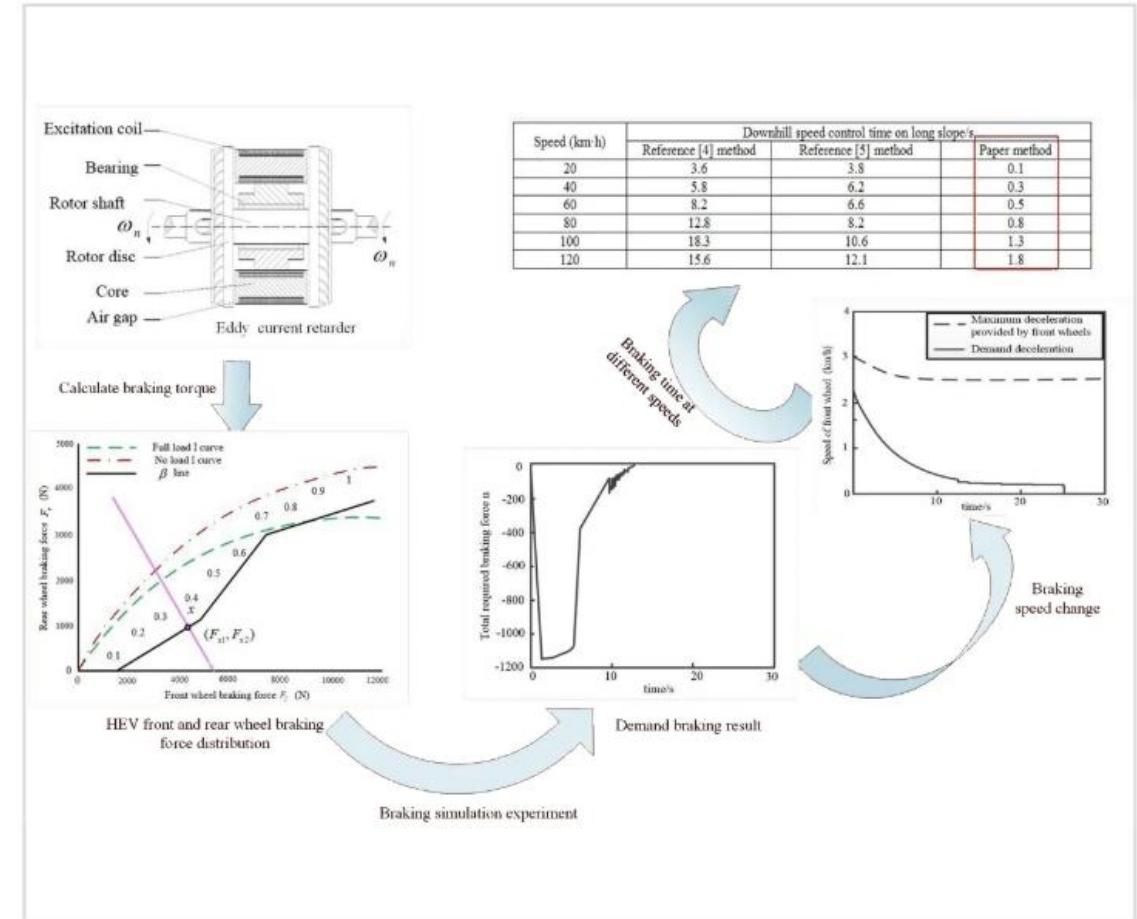
Validación Dinámica

- La línea azul (xdot) sigue la referencia del ciclo FTP75.
- **Fase Urbana:** Múltiples paradas y arranques (0-1350s).
- **Velocidad Máxima:** ~25 m/s (90 km/h) alcanzada sin error.
- **Periodo Soak:** Reposo térmico simulado entre 1350s y 1980s (Velocidad 0).

Resultados: Batería y Regeneración

Comportamiento del SOC

- **Inicio:** 60% (0.6).
- **Descarga:** Caída fuerte al inicio por aceleración.
- **Diente de Sierra:** Las subidas en la gráfica indican **Frenado Regenerativo** (recuperación de energía).
- **Recarga Final:** El motor ICE carga la batería al final del ciclo para dejarla lista (58%).



Análisis de Corriente (BattCurr)

El flujo de corriente valida la operación bidireccional del sistema híbrido.



Descarga (Tracción)

Picos positivos de hasta **130 A**.

Ocurre durante aceleraciones fuertes donde el motor eléctrico asiste al térmico.



Carga (Regeneración)

Picos negativos de hasta **-90 A**.

Ocurre en frenadas, devolviendo energía al pack de 177.6 V.

Conclusiones Finales

- ✓ **Validación Exitosa:** El gemelo digital reproduce fielmente la dinámica del Yaris Cross en el ciclo FTP75.
- ✓ **Eficiencia Power-Split:** Se comprobó que el sistema optimiza el motor térmico manteniéndolo en rangos eficientes.
- ✓ **Regeneración Efectiva:** Los datos de corriente (-90A) y SOC confirman la recuperación de energía cinética.
- ✓ **Seguridad Térmica:** La disposición 4x12 demostró ser robusta para la disipación de calor en el pack.