

DIPLOMADO:

ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ

DOCENTE: Marco Antonio Hernández Nochebuena

Terminología esencial en electromovilidad

Nomenclatura, simbología y lenguaje para la electromovilidad



Agenda

- Sección 1: Introducción y Marco regulatorio
  - Contexto de la electromovilidad en México
    - Transición energética y compromisos internacionales
    - Beneficios ambientales y urbanos
  - Acuerdo A/108/2024 de la CRE
    - Objetivo
    - Conceptos Clave
      - Vehículos eléctricos
      - Motor CI vs Eléctrico
      - Baterías
      - Patrones de conducción
- Sección 2: Terminología Técnica Fundamental
  - Componentes del sistema de carga
    - Equipos de alimentación
    - Conectores, Clavículas, acopladores
  - Modos de carga
    - Modo 1: Conexión directa (bicicletas y scooters)
    - Modo 2: Conexión con centro de carga
    - Modo 3: Carga dedicada
    - Modo 4: Carga rápida
- Cuestionario (15 min)

Agenda

- Sección 3: Infraestructura
  - Niveles de carga
    - Carga Nivel 1
    - Carga Nivel 2
    - Carga Nivel 3
  - Tipos de Infraestructura de Carga y Clasificaciones
  - Actores del Ecosistema
- Cuestionario (15 min)



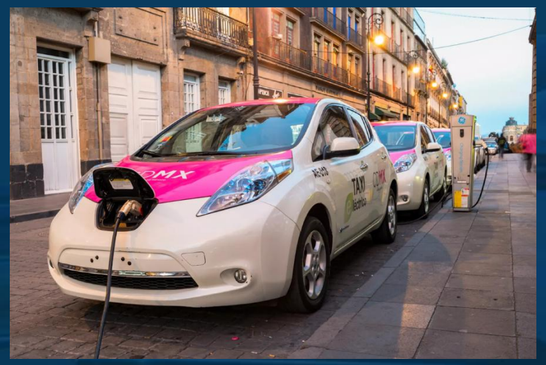
¿Qué aprenderemos el día de hoy?

Al finalizar este curso, seremos capaces de…

- Identificar y aplicar correctamente la terminología técnica esencial
- Distinguir los componentes básicos de la infraestructura de carga
- Conocer el Acuerdo A/108/2024 de la extinta CRE
- Comprender el contexto de la electromovilidad en México

¿Qué es la electromovilidad?

La electromovilidad se refiere al uso de vehículos eléctricos que funcionan total o parcialmente con energía eléctrica, en lugar de combustibles fósiles.









Electromovilidad en México

Cifras clave:

- México tiene aproximadamente 3% de adopción de vehículos eléctricos
- Crecimiento progresivo en los últimos 5 años
  - Principales mercados: CDMX, Estado de México, Nuevo León y Jalisco (46.9% del total)

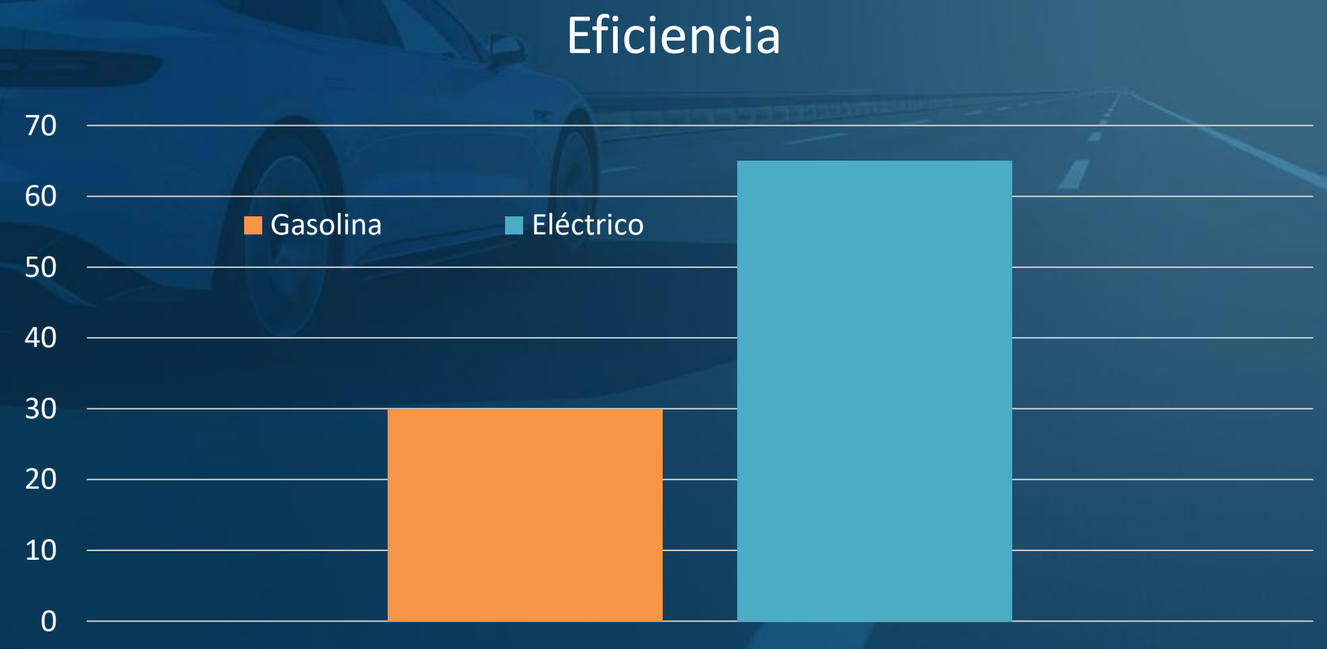
35%	30 - 31.4 M	Electrificación
Reducción de emisiones GEI para 2030	Toneladas de CO_2 a reducir en transporte	Del transporte como vía sostenible

¿Por qué la Electromovilidad?

Beneficios Ambientales:

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- Cero emisiones directas de contaminantes locales
- Mejora en la calidad del aire urbano
- Reducción de la contaminación acústica

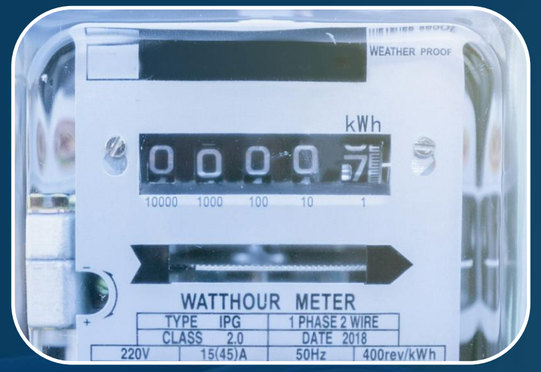
- Principales mercados: CDMX, Estado de México, Nuevo León y Jalisco (46.9% del total)



Más Allá del Medio Ambiente…



Ahorro de combustible (hasta 70%)



Costo mensual 4000 (gasolina) vs 700 (electricidad)



Menor costo de mantenimiento



Incentivos fiscales

Beneficios Sociales:

- Diversificación de fuentes energéticas
- Seguridad energética nacional
- Generación de empleos en nueva industria
- Reducción de impactos en salud pública

¿Quién Regula la Electromovilidad?

Instituciones clave

CNE
Comisión Nacional de Energía

CENACE
CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA

CFE
Comisión Federal de Electricidad

SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

Economía
Secretaría de Economía

Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación

NOM - ANCE

Acuerdo Núm. A/108/2024 de la CRE

- "Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de Electromovilidad para la integración de infraestructura de carga de Vehículos Eléctricos y Vehículos Eléctricos Híbridos Conectables al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) como parte de una Red Eléctrica Inteligente“
- Publicación: 10 de septiembre de 2024 en el Diario Oficial de la Federación
- Primera regulación específica de electromovilidad en México



¿Qué busca el Acuerdo A/108/2024?

Conexión segura y ordenada

- Regular la instalación de infraestructura de carga al SEN

Confiabilidad del sistema

- Mantener la estabilidad del suministro eléctrico

Transparencia de información

- Obligar a publicar precios, disponibilidad y características

Planeación del sistema

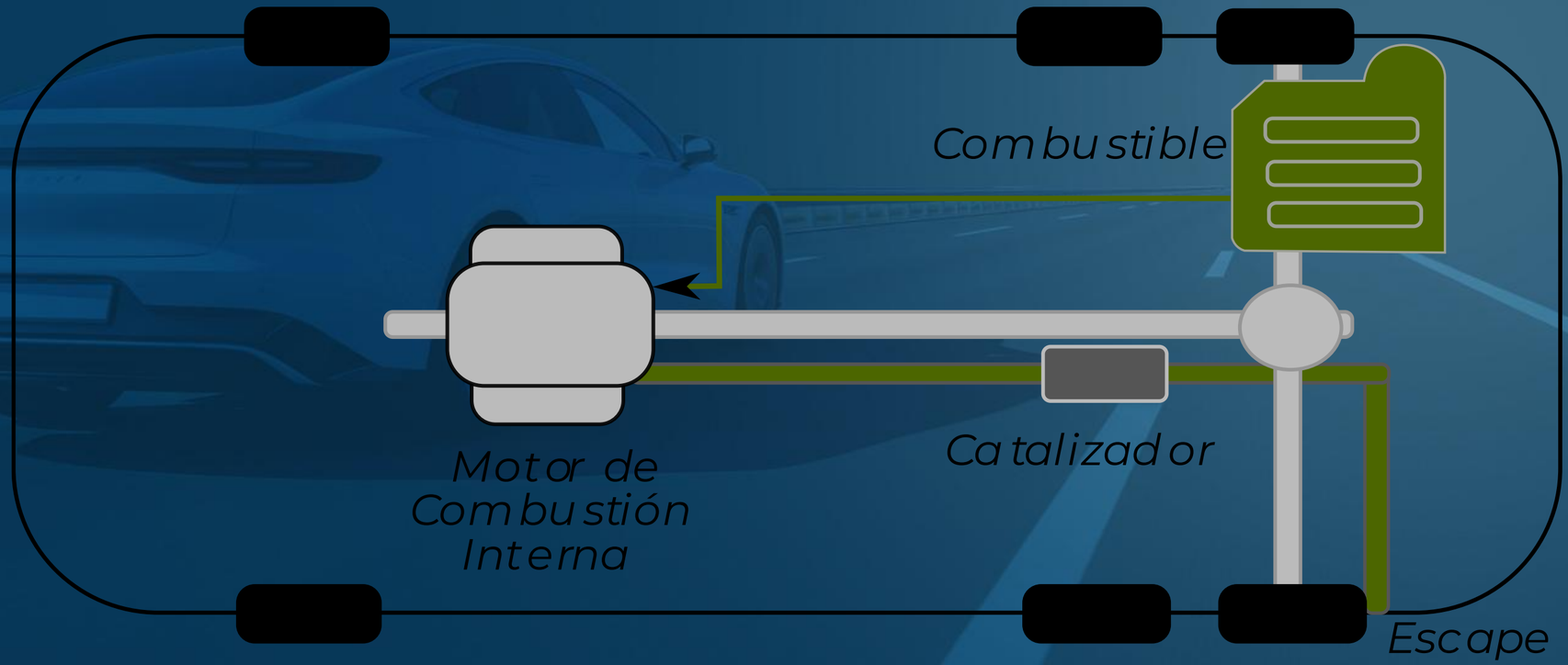
- Crear base de datos para planificación energética nacional

Promoción de competencia

- Evitar prácticas monopólicas

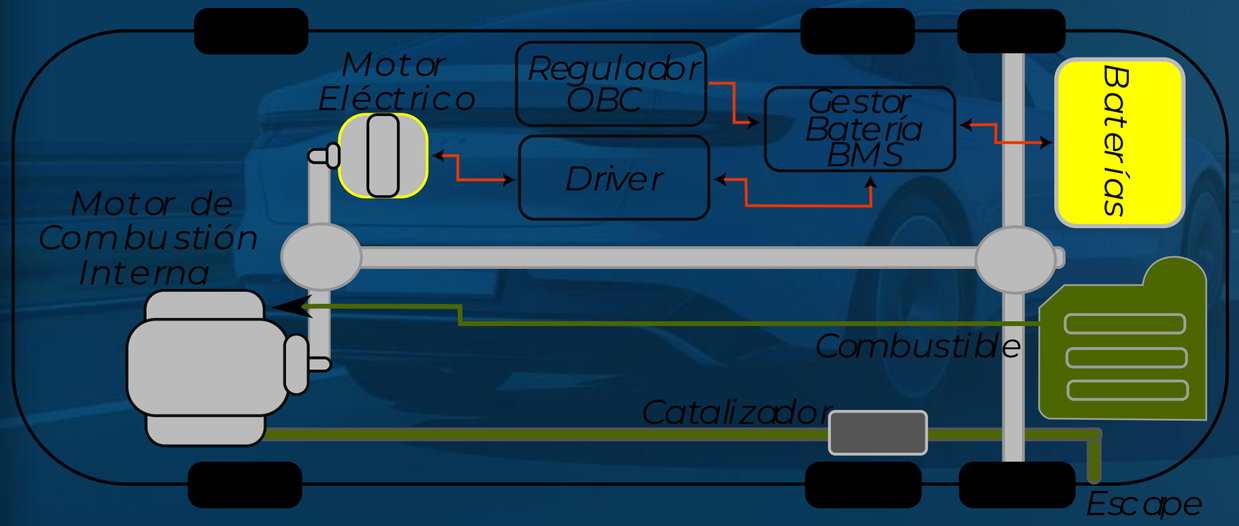
Conceptos clave - Vehículos

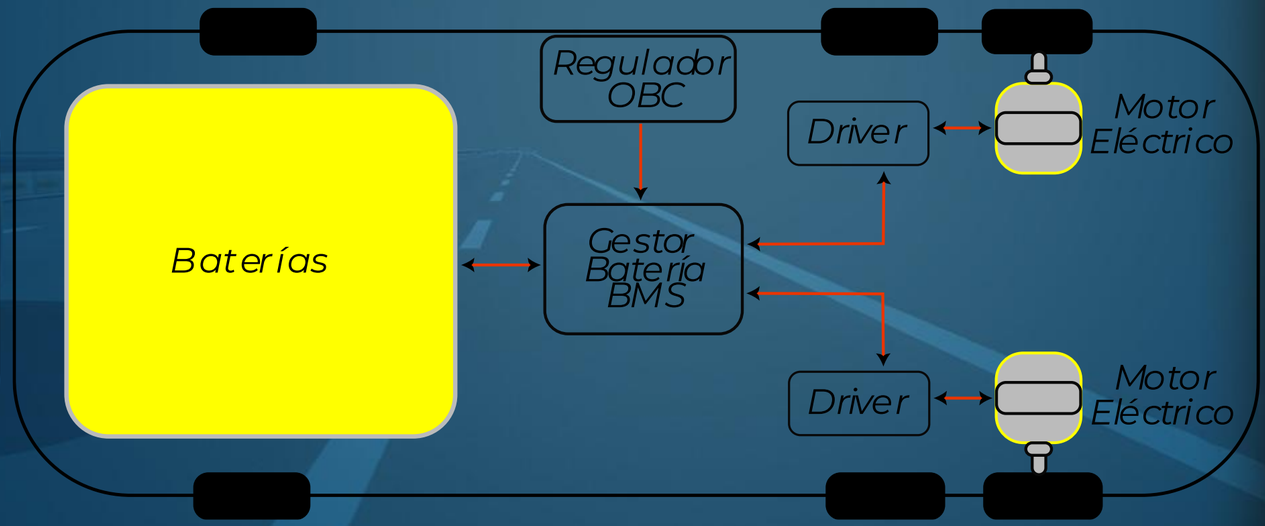
¿Qué es un vehículo? Es una máquina que transforma un tipo de energía, puede ser química o eléctrica, en energía mecánica.



Conceptos clave - Vehículos

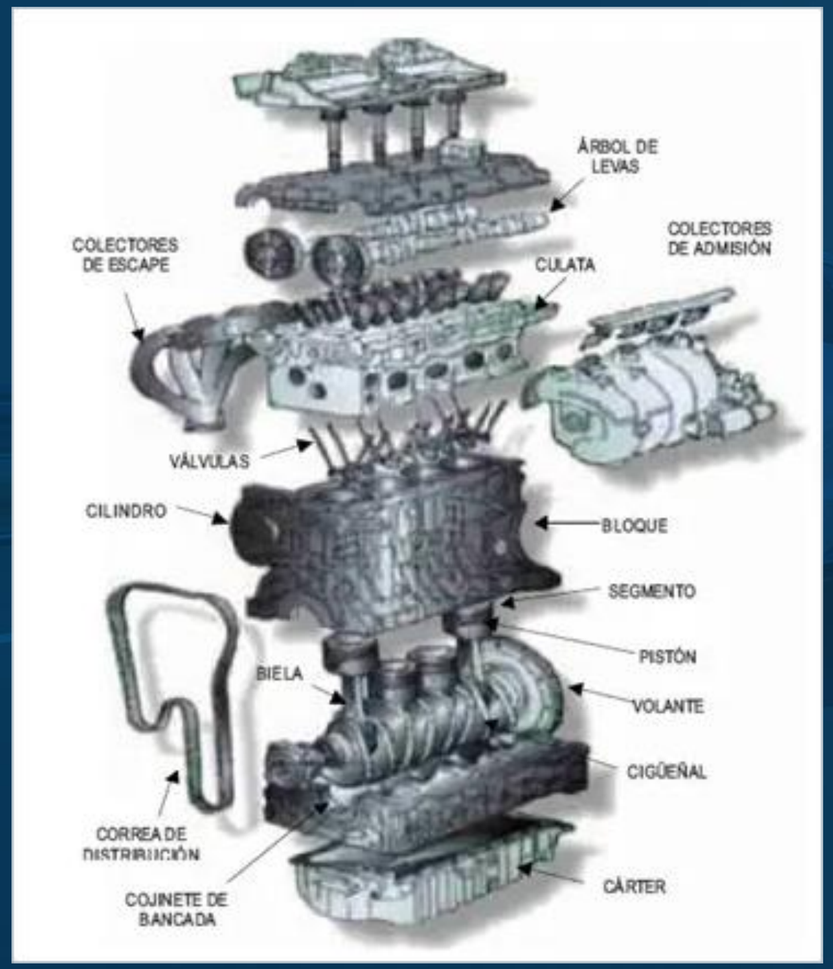
¿hibrido eléctrico o puramente eléctrico?

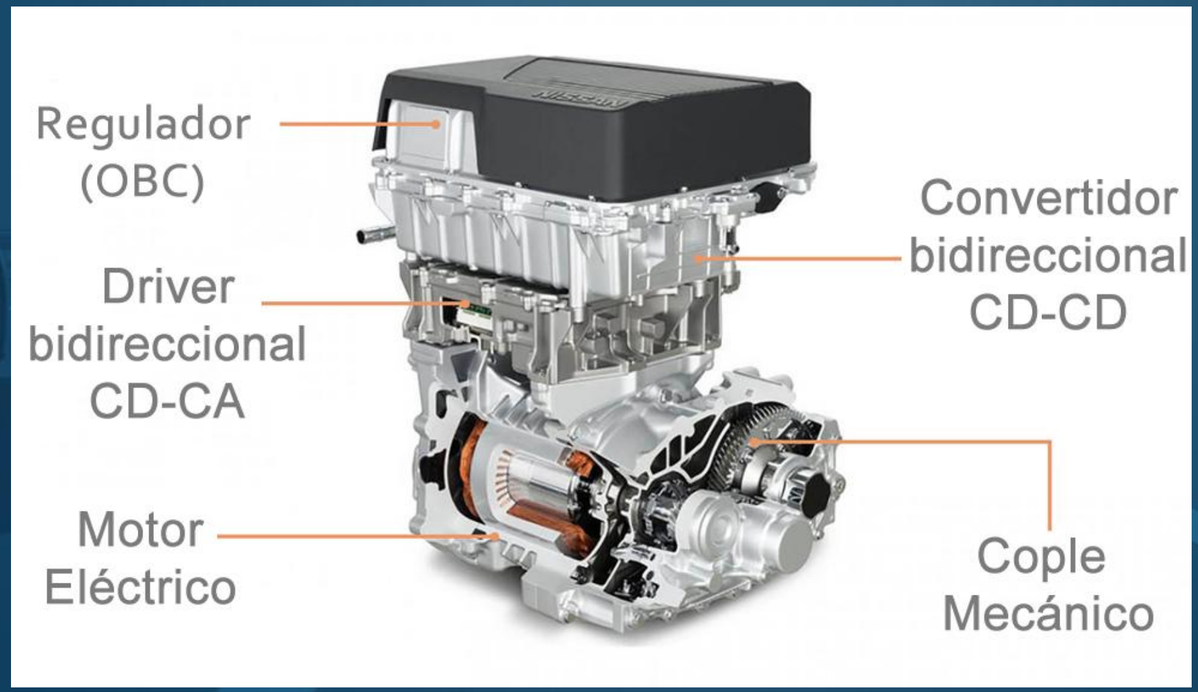




Conceptos clave - Vehículos

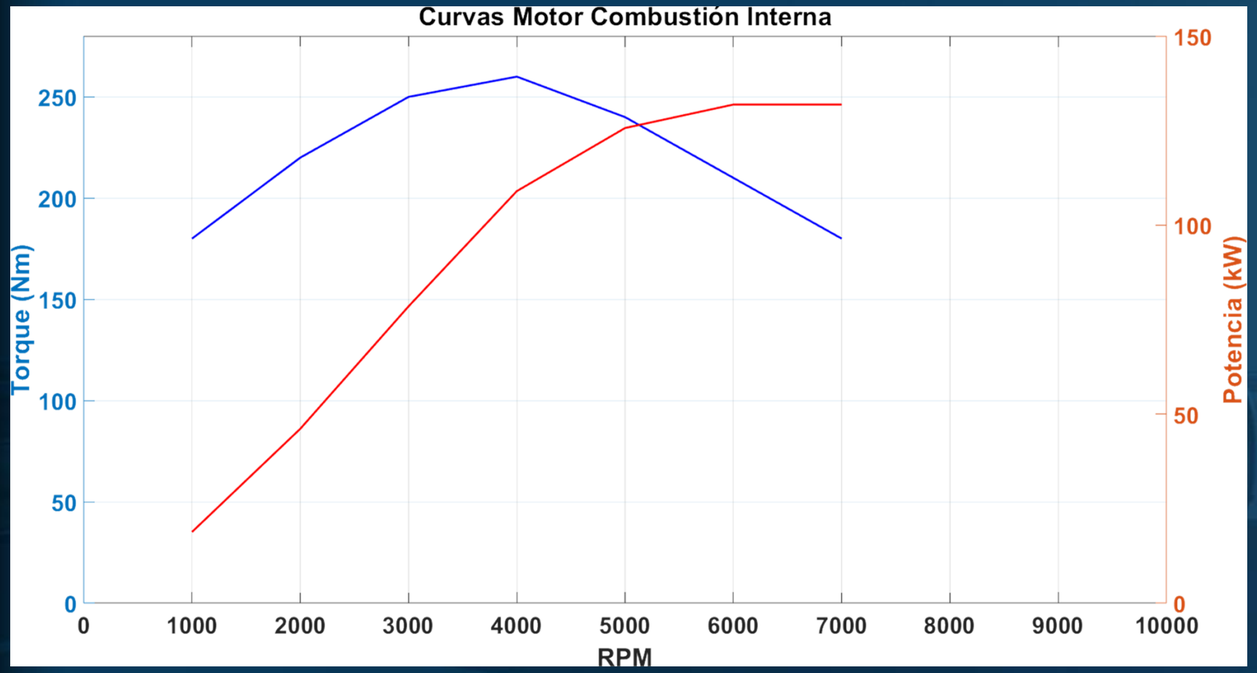
Motor CI o Motor eléctrico

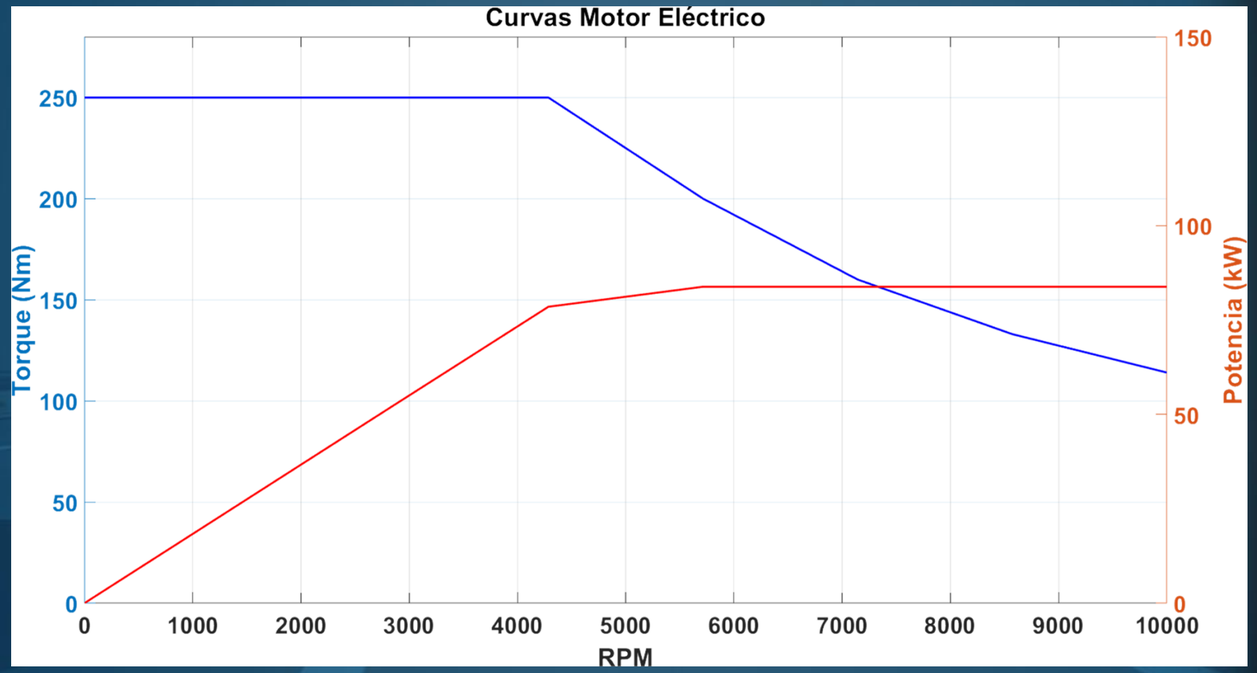




Conceptos clave - Vehículos

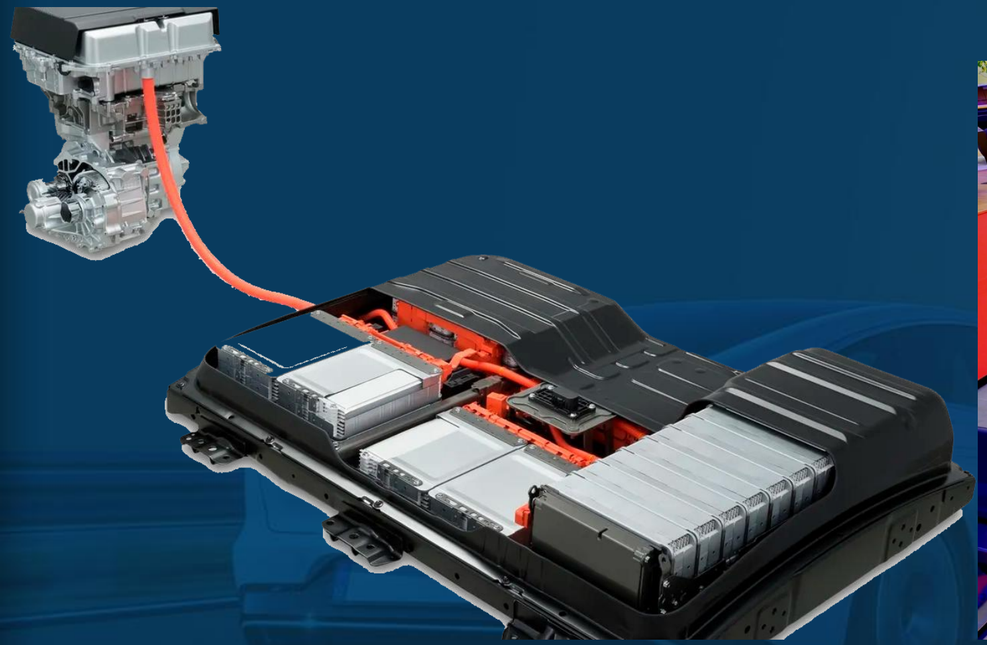
Motor CI vs Motor eléctrico



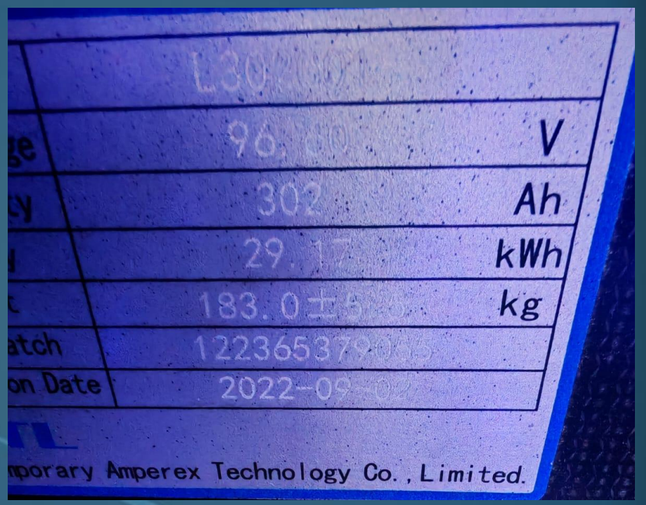


Conceptos clave - Vehículos

Baterías









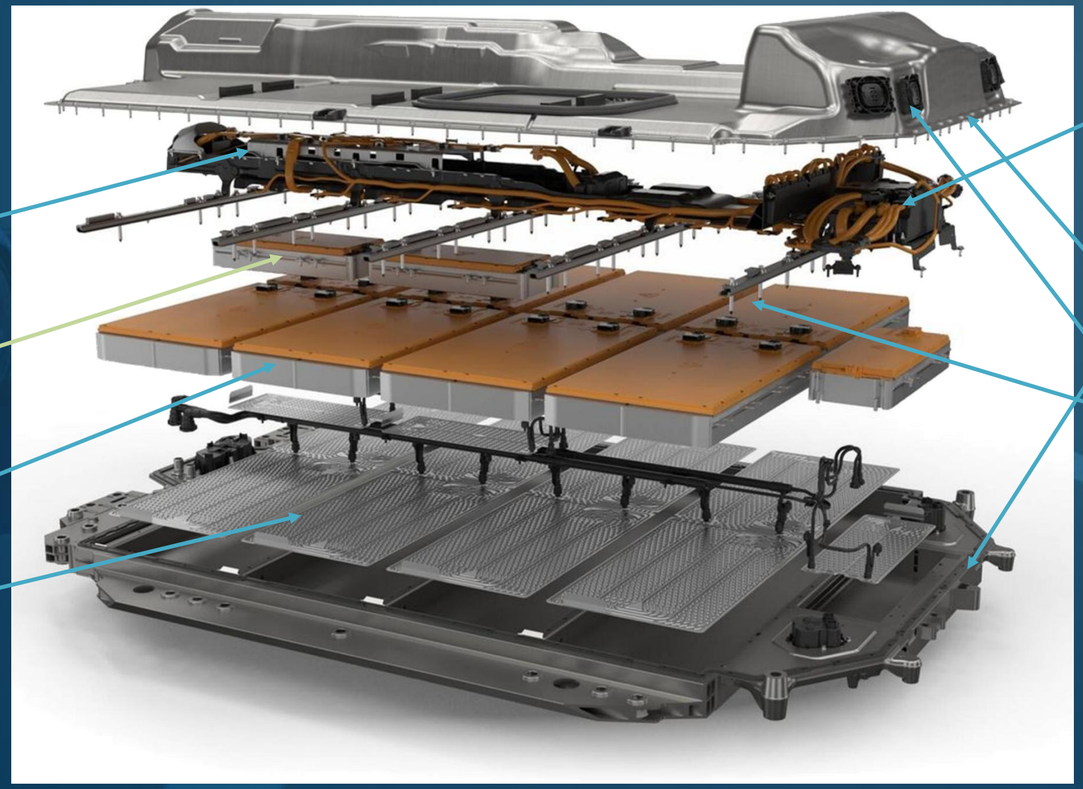


Conceptos clave - Vehículos

Constitución de las baterías

Una batería para vehículos eléctricos está constituida por varios componentes y niveles de organización. A continuación, se describen los principales elementos que la conforman:

1. Celdas electroquímicas:
2. Módulos de batería:
3. Sistemas de gestión de baterías (BMS):
4. Sistema de refrigeración:
5. Carcasa y estructura:
6. Terminales y conexiones eléctricas
7. Sistemas de seguridad



Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción



Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción

Parámetros Básicos	
Longitud total (mm)	3780
Ancho total (mm)	1715
Altura total (mm)	1580
Distancia entre ejes (mm)	2500
Ancho de vía (delantero/trasero) (mm)	1500/1500
Altura libre al suelo - (mm)	120
Radio de giro mínimo (m)	4.95
Volumen de carga (L)	230
Número de asientos	4 Asientos
Motor frontal - Potencia máxima (kW)	55
Motor frontal- Torque máximo (N•m)	135
Velocidad máxima (km/h)	130

Nueva Energía	
Batería Blade	●
Capacidad de la batería (kWh)	30.08
Carga DC 30%-80% (35min)	
Puerto de carga GB DC+AC	●
Estándar de carga AC6kW	●
Función de de carga reversible (VTOL)	●
Estándar de carga DC 30kW	●
Estándar de carga DC 40kW	/
Consumo de energía cada 100 km (NEDC)	10

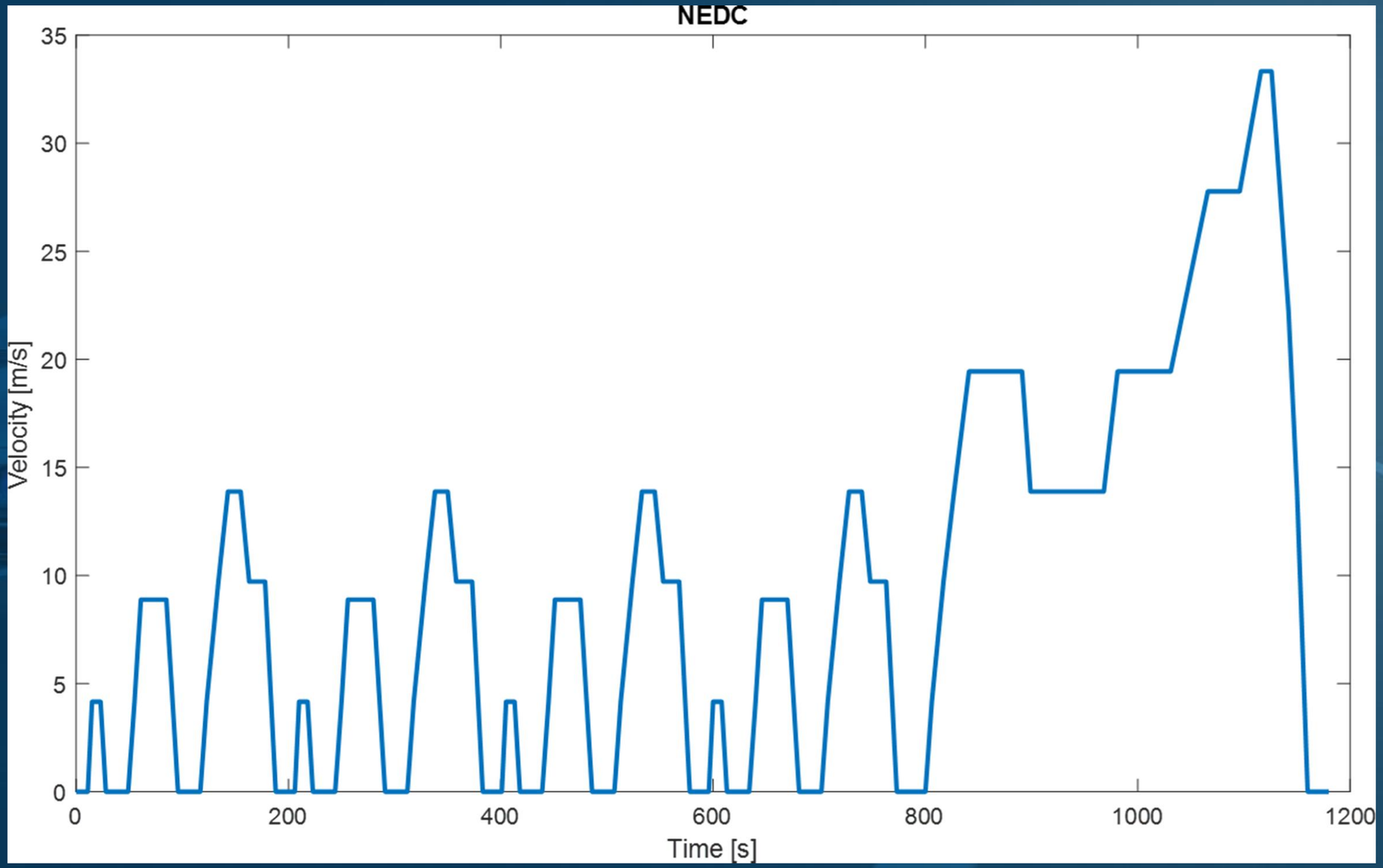
Potencia	
Drive mode	EV
EV range (km) (NEDC) ①	300

Nota:
Especificaciones actualizadas: Mayo 2024

① La autonomía (distancia que puede recorrer un vehículo eléctrico sin parar para recargar) en la ficha técnica, depende de diferentes factores incluyendo, de manera enunciativa y no limitativa, capacidad de su batería, uso que se haga del motor, características del vehículo, estilo de conducción, condiciones de manejo, hábitos de manejo del usuario, condiciones climáticas y del camino, así como peso, tamaño y especificaciones técnicas del vehículo, entre otros.
② La velocidad de carga depende del tipo de cargador utilizado, cuya disponibilidad estará sujeta a la infraestructura de carga existente en cada lugar.
③ Todas las imágenes son de carácter meramente ilustrativo.
se reserva el derecho de efectuar cualquier modificación sin previo aviso con respecto a colores, equipos o especificaciones detalladas en este folleto o descontinuar la producción de un modelo determinado. Los colores de los vehículos entregados podrán diferir ligeramente de los que figuran en este folleto. Las versiones aquí mostradas son las únicas aprobadas y certificadas por
Consulta nivel de equipamiento y disponibilidad por versión con tu Distribuidor
Precio y autonomía podrán variar según versión del vehículo.

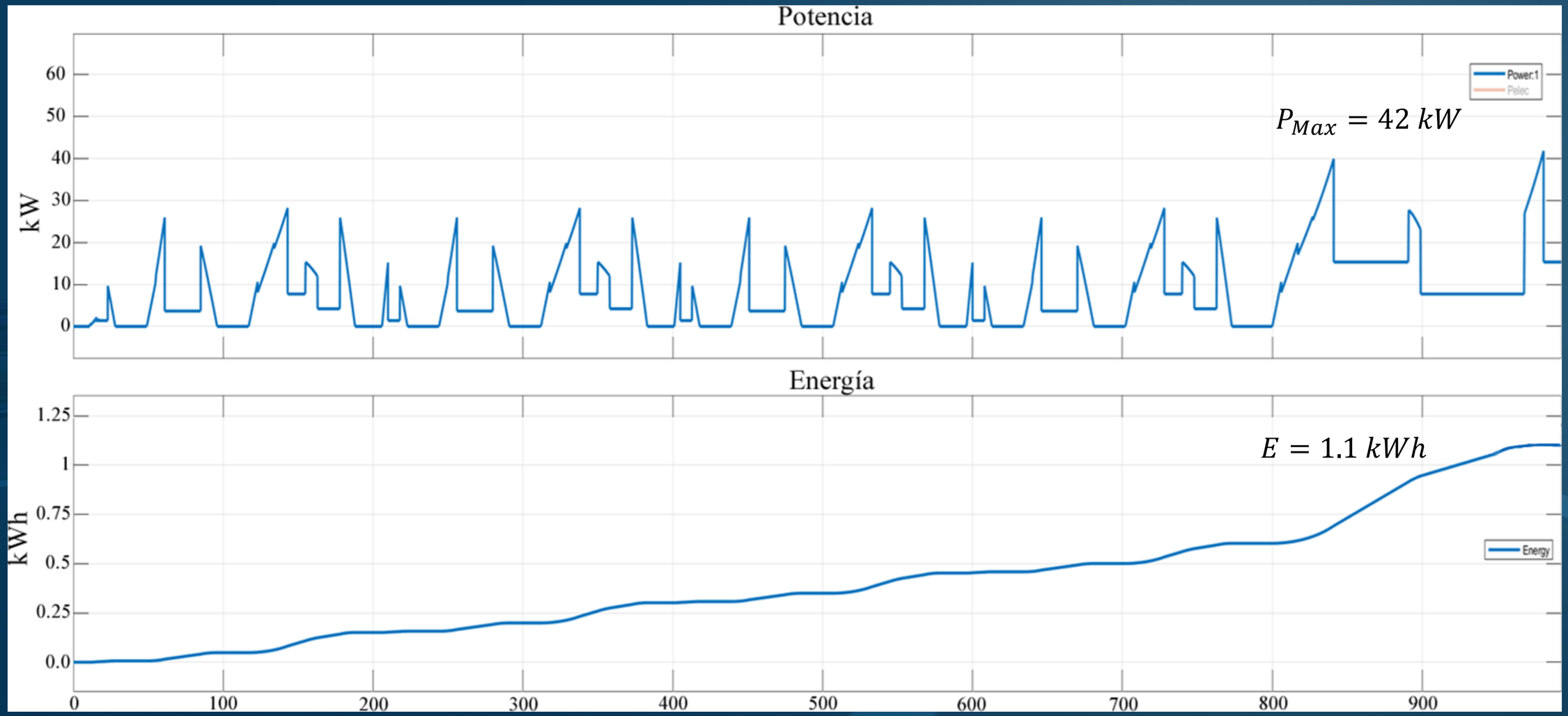
Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción



Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción



Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción

Distancia del NEDC es de 11 km
Potencia Máxima: 42 kW (50kW es la potencia máxima del vehículo)
La energía consumida es aproximadamente de 1.1 kWh.
La energía almacenada es de 30.08 kWh.

$$Ciclos = \frac{C_{bat}}{E_c}$$

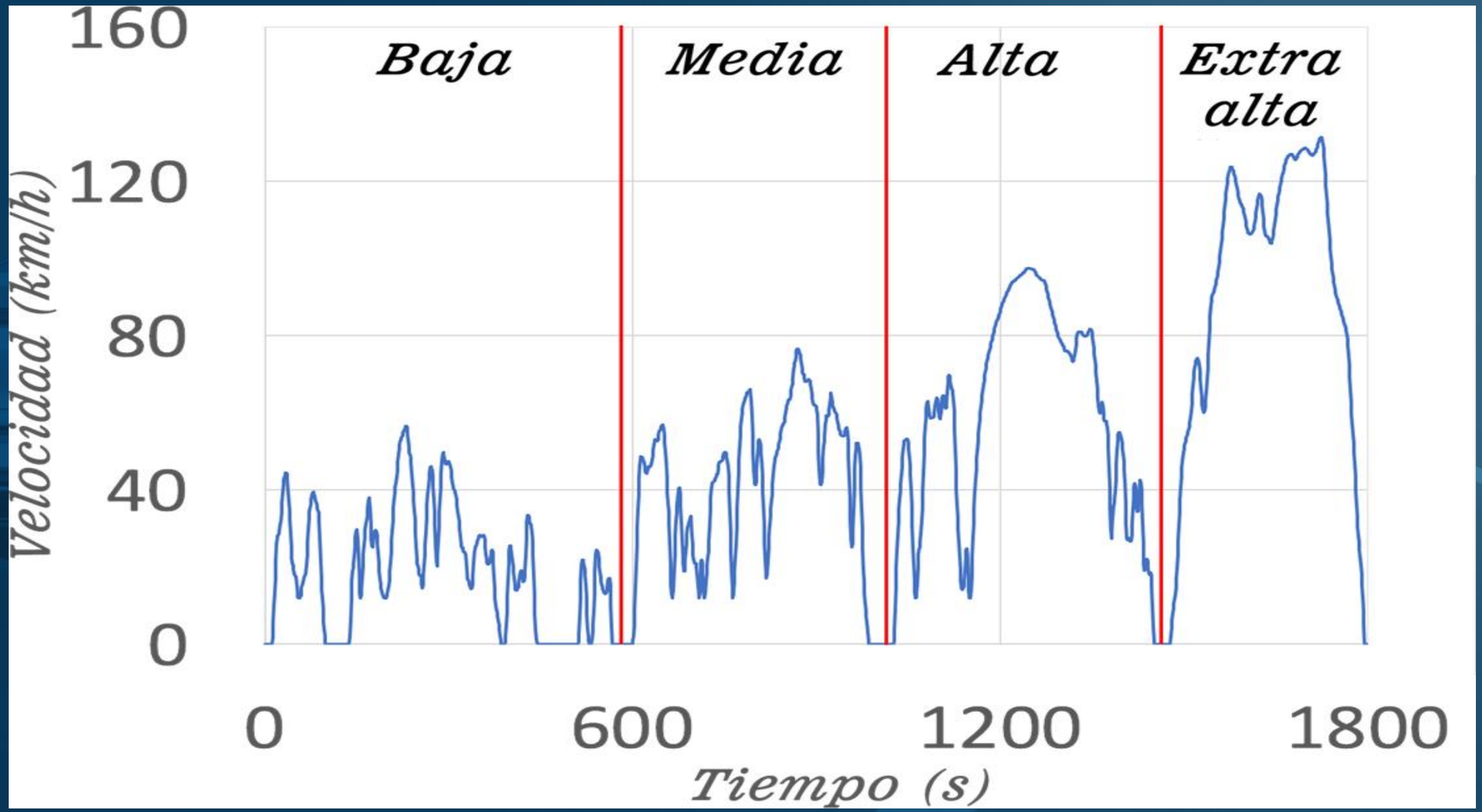
$$Ciclos = \frac{30.08\ kWh}{1.1\ kWh} \approx 27.34$$

$$autonomia = Ciclos * D \approx 27.34 * 11km$$

$$autonomia = 300.74\ km$$

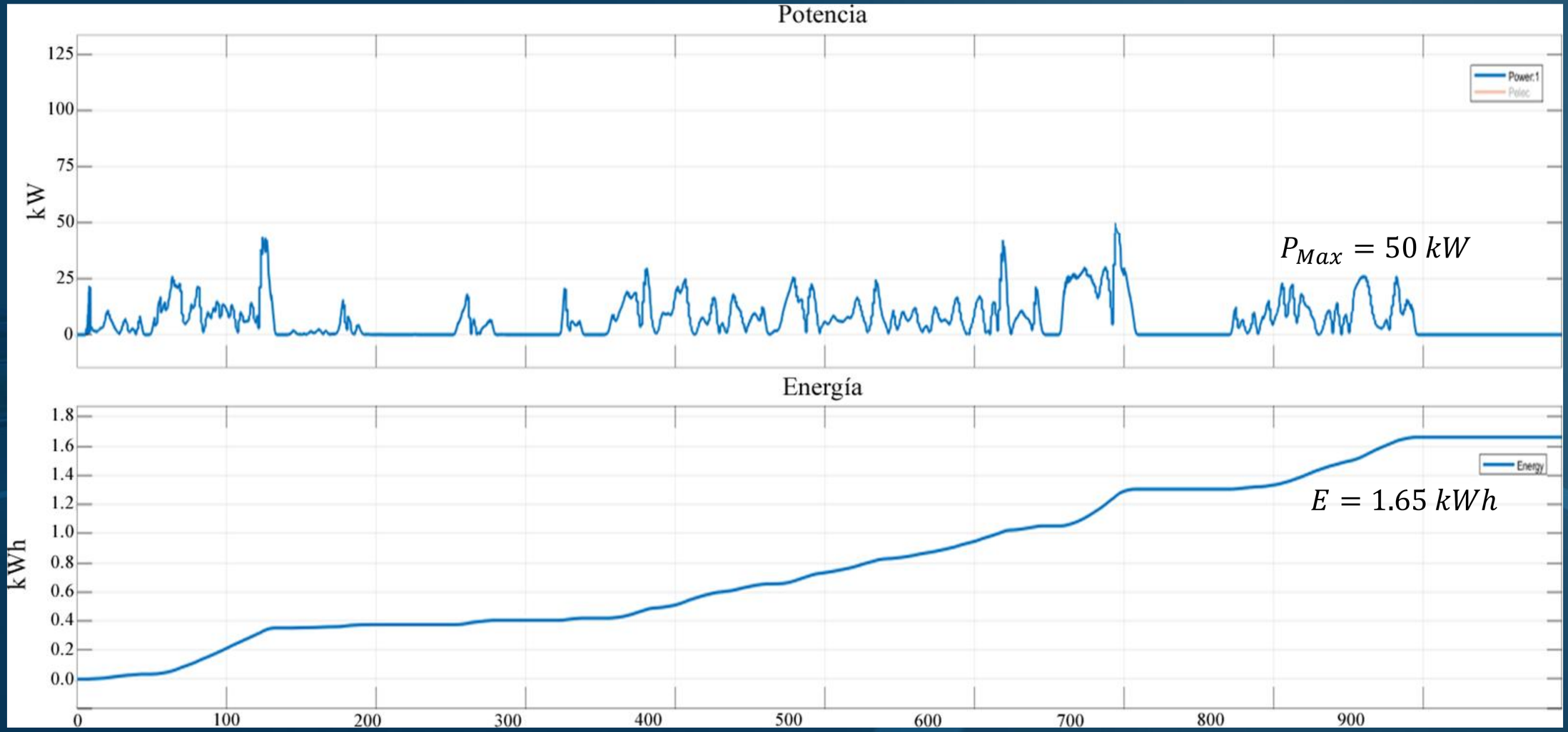
Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción



Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción



Conceptos clave - Vehículos

Patrones de conducción

Distancia del WLTP es de 23.25 km
Potencia Máxima: 50 kW (la potencia máxima del vehículo)
La energía consumida es aproximadamente de 1.65 kWh.
La energía almacenada es de 30.08 kWh.

$$Ciclos = \frac{C_{bat}}{E_c}$$

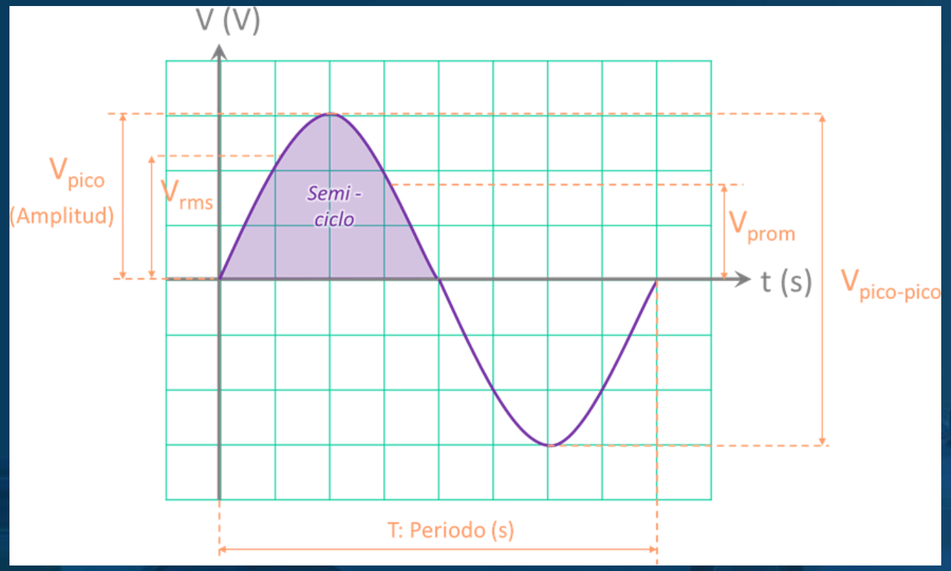
$$Ciclos = \frac{30.08\ kWh}{1.65\ kWh} \approx 18.23$$

$$autonomía = Ciclos * D \approx 18.23 * 11\ km$$

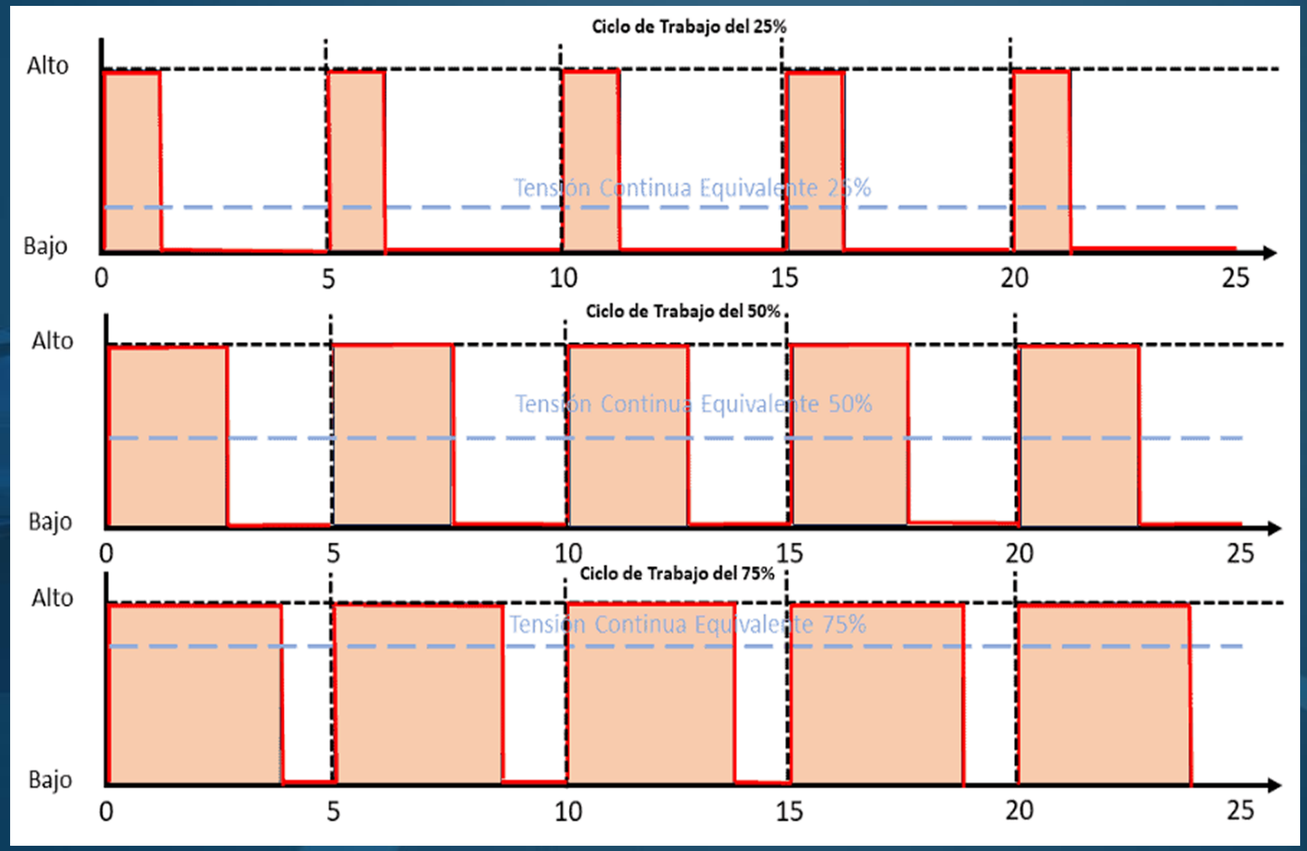
$$autonomía = 200.53\ km$$

Componentes del sistema de carga

Corriente Alterna (CA) - Corriente Directa (CC)







Componentes del sistema de carga

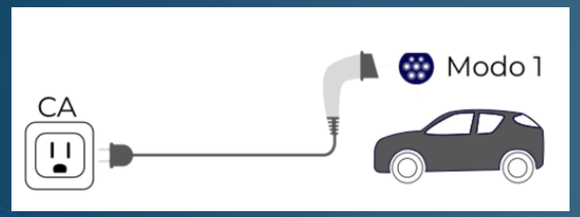
Conceptos Fundamentales: Modos de Carga

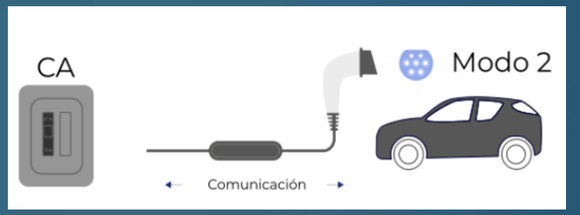
Los modos de carga definen cómo se conecta y carga un vehículo eléctrico, según:

- Tipo de corriente (CA o CD)
- Nivel de potencia
- Sistemas de seguridad
- Velocidad de carga

4 modos principales:

- Modo 1: Conexión doméstica básica
- Modo 2: Conexión con control
- Modo 3: Carga dedicada (más común)
- Modo 4: Carga rápida DC





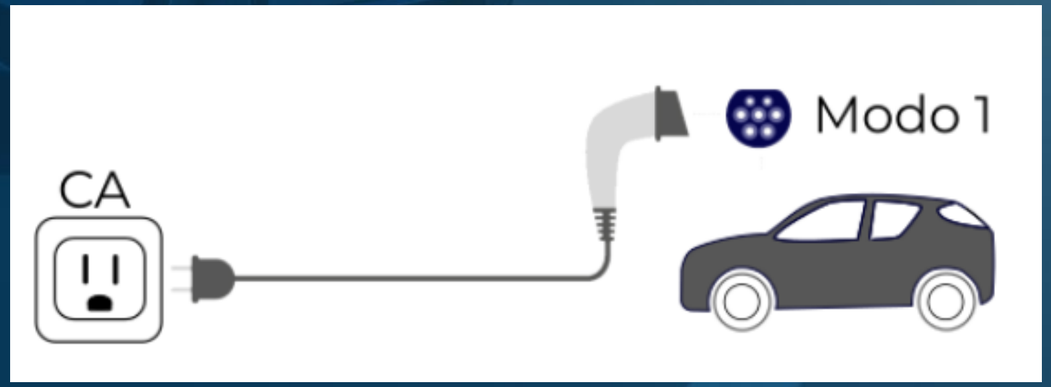




Componentes del sistema de carga

Conceptos Fundamentales: Modo 1

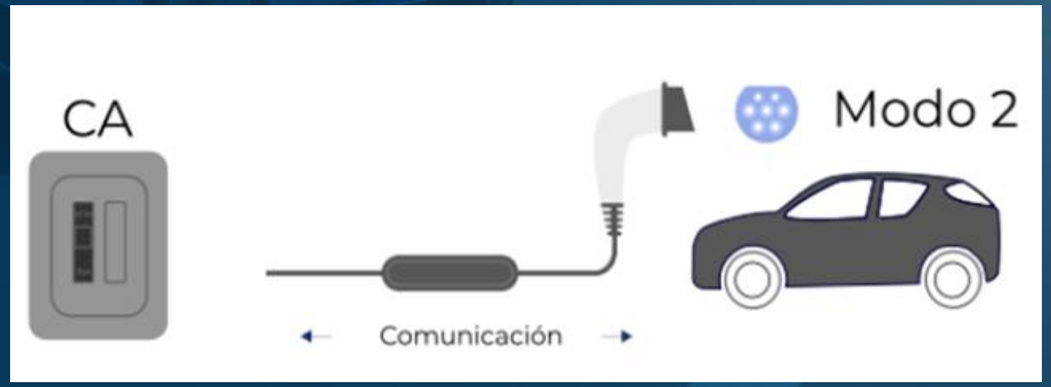
Carga Schuko, es el modo más básico de carga, utilizando un tomacorriente doméstico estándar de 127/220V. Es una solución simple que consiste únicamente en conectar el vehículo directamente a la red eléctrica mediante un cable con conector tipo Schuko. Sin embargo, su uso se limita principalmente a vehículos pequeños como bicicletas eléctricas, patinetes o motocicletas pequeñas, ya que no cuenta con sistemas de protección específicos y maneja potencias reducidas. No se recomienda para vehículos de mayor potencia debido a la ausencia de sistemas de seguridad.



Componentes del sistema de carga

Conceptos Fundamentales: Modo 2

Carga lenta, diseñado para uso doméstico, este modo utiliza corriente monofásica de 220V con una potencia entre 3.7 – 7 kW. Incorpora un sistema de control y protección en el cable (conocido como "piloto de control") que garantiza la seguridad durante la carga. Es adecuado para vehículos híbridos enchufables y vehículos eléctricos pequeños. Los tiempos de carga son relativamente largos (6-8 horas), por lo que se recomienda principalmente para carga nocturna en garajes residenciales.



Componentes del sistema de carga

Conceptos Fundamentales: Modo 3

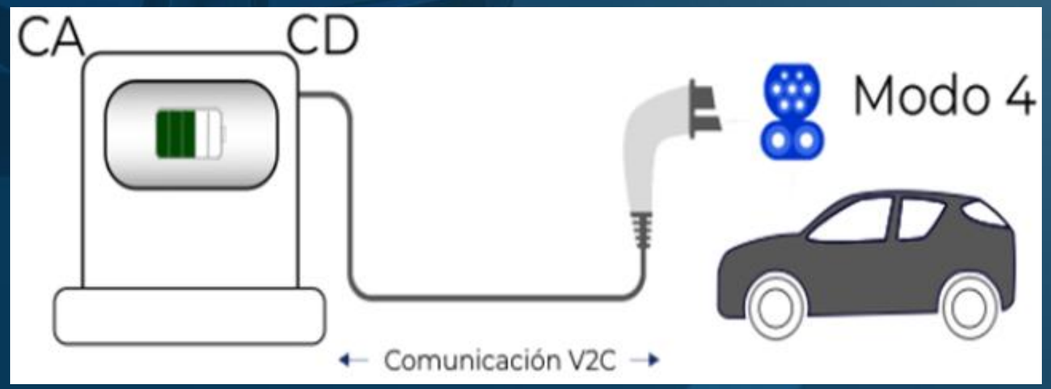
Carga Semi-Rápida, representa un avance significativo en la infraestructura de recarga, utilizando un dispositivo específico llamado "Wallbox" que está dedicado exclusivamente a la carga de vehículos eléctricos. Permite tanto conexión monofásica como trifásica, pudiendo alcanzar hasta 87.5 A a 400V (hasta 35 kW). El sistema incorpora múltiples protecciones eléctricas y comunicación entre el vehículo y el punto de carga. Requiere conectores específicos tipo 1 (SAE J1772) o tipo 2 (IEC 62196-2) según el vehículo. Este modo es obligatorio para puntos de recarga de uso público y se está convirtiendo en el estándar para instalaciones domésticas debido a su mayor seguridad y eficiencia.



Componentes del sistema de carga

Conceptos Fundamentales: Modo 4

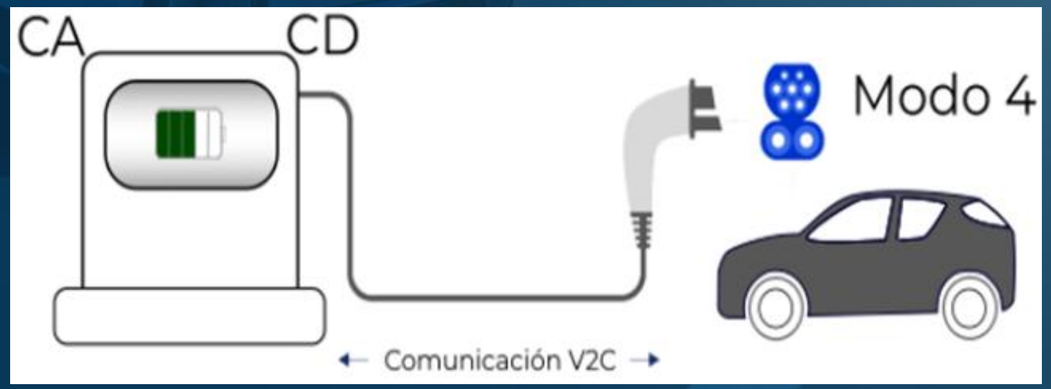
Carga Rápida, representa la solución más avanzada para recarga rápida, utilizando corriente continua (CC) y permitiendo cargar al menos el 80% de la batería en menos de 30 minutos. Opera con potencias superiores a 50 kW y utiliza conectores específicos como NACS o CCS. Este modo está diseñado principalmente para estaciones de servicio públicas y corredores de transporte, no siendo recomendable para instalaciones particulares debido a sus altos costos de implementación y los requerimientos especiales de la instalación eléctrica. Es especialmente útil para viajes largos o situaciones donde se requiere una recarga rápida.



Componentes del sistema de carga

Conceptos Fundamentales: Modo 4

Carga Rápida, representa la solución más avanzada para recarga rápida, utilizando corriente continua (CC) y permitiendo cargar al menos el 80% de la batería en menos de 30 minutos. Opera con potencias superiores a 50 kW y utiliza conectores específicos como NACS o CCS. Este modo está diseñado principalmente para estaciones de servicio públicas y corredores de transporte, no siendo recomendable para instalaciones particulares debido a sus altos costos de implementación y los requerimientos especiales de la instalación eléctrica. Es especialmente útil para viajes largos o situaciones donde se requiere una recarga rápida.



Cuestionario I

Tiempo de respuesta 15 min.

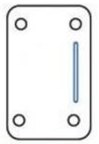
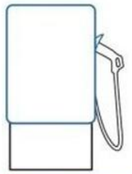
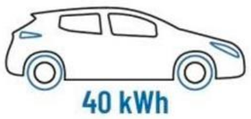
Resumen modos de carga

Característica	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4
Tipo de corriente	CA	CA	CA	DC
Potencia típica	1-2 kW	3.7-7 kW	7-43 kW	50-350 kW
Tiempo de carga	Muy lento	Lento	Medio	Rápido
Aplicación principal	Bicicletas	Emergencia	Uso diario	Viajes largos
Ubicación	Casa	Casa	Electrolineras	Carreteras
Inversión	Mínima	Baja	Media	Alta

Infraestructura

Conceptos Fundamentales: Nivel de carga

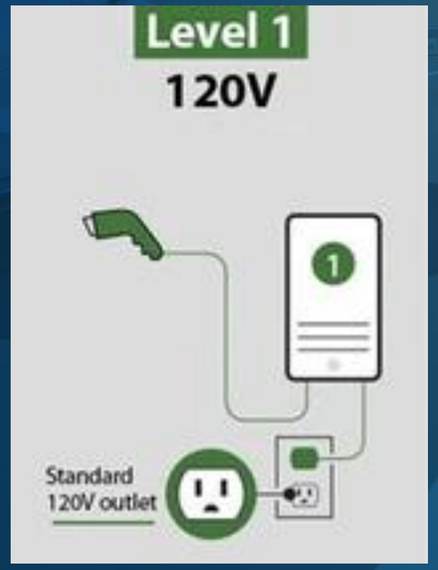
Cada uno de los tres niveles de carga de los vehículos eléctricos ofrece diferentes opciones de velocidad y comodidad.

Capacidad de carga	Cargador monofásico	Cargador trifásico	Cargador corriente continua
			
	3 kW	11 kW	50 kW
 18 kWh	6 h	1 h 38 min	22 min
 40 kWh	13 h 20 min	3 h 38 min	48 min
 100 kWh	33 h 20 min	5 h 5 min	2 h

Infraestructura

Nivel de carga: Cargador de nivel 1 (120V)

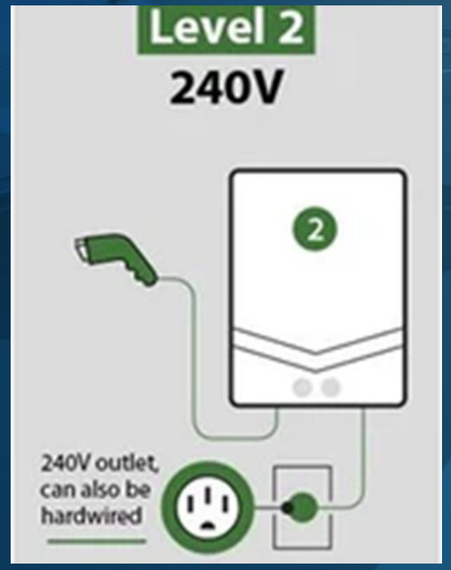
La carga de nivel 1 es la carga de vehículos eléctricos más básica y accesible. Para utilizar la carga de nivel 1, lo único que hay que hacer es enchufar un cable de carga a los tomacorrientes estándar de 120V con conexión a tierra que se encuentran en la mayoría de los hogares y oficinas, su rendimiento puede ser de 8 km por una hora de carga.



Infraestructura

Nivel de carga: Cargador de nivel 2 (208V-240V)

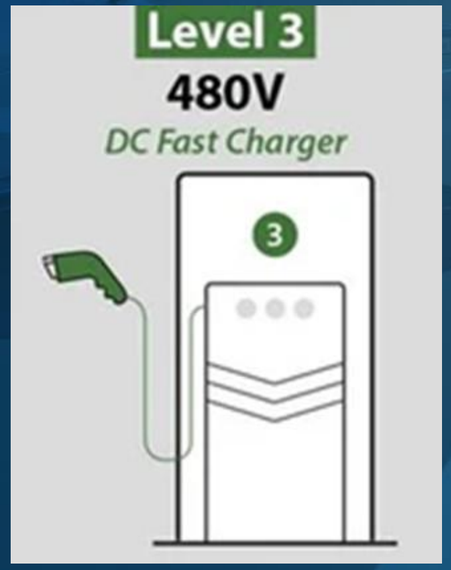
La carga de nivel 2 es mucho más rápida que la de nivel 1 y está disponible en estaciones de carga pública, así como en algunos hogares y lugares de trabajo. Tiene un rendimiento de 18 – 45 km por una hora de carga.



Infraestructura

Nivel de carga: Carga rápida de CC (400-1000 V)

La carga rápida de CC funciona entre 400 y 1000V y se diferencia de otros tipos de carga de vehículos eléctricos en varios aspectos. Es más rápida, Utiliza CC, Solo está disponible en estaciones de carga pública.



Infraestructura

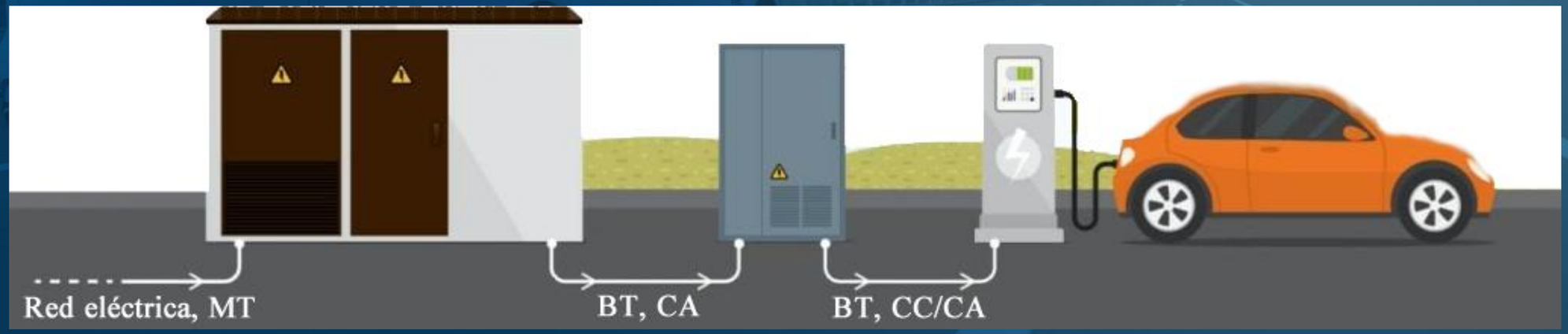
Resumen de nivel de carga

NIVEL DE CARGA	POTENCIA SUMINISTRADA	RANGO AÑADIDO POR HORA	TIEMPO PARA CARGAR 60 kWh EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO	UBICACIONES TÍPICAS
Nivel 1	1 -3 kW	Entre 8 Km	Entre 40 y 50 horas	La mayoría de los hogares y algunos lugares de trabajo
Nivel 2	Entre 7 kW y 19 kW	Entre 18 y 45 km	Entre 4 y 10 horas	Hogares equipados con una estación de carga, estaciones de carga en el lugar de trabajo y estaciones de carga pública
Nivel 3	Entre 50 kW y 350 kW	Entre 250 y 400 km	20 minutes - 1 hour	Uso estrictamente público

Infraestructura

¿De Qué Se Compone un Sistema de Carga?

1. Conexión a la red eléctrica (Media tensión, acometida) Transformador.
2. Centro de carga (Baja tensión).
3. Cargador (nivel 1 al 3)
4. Conector



Infraestructura

Elementos de Conexión: Carga en Corriente Alterna (AC)

4 Tipos Principales en México

Características Comunes:

- Estándar de comunicación IEC 61851-1
- Solo requiere 2 pines de comunicación:
- CP (Control Pilot)
- PP (Proximity Pilot)

Ventaja: Facilita la creación de conectores intercambiables mediante redistribución de pines

Consideración: En conectores trifásicos (Type 2 y GB/T) puede ser contraproducente según la arquitectura del cargador



Type 2 AC



GB/T AC



NACS/J3400



Type 1 AC/J1772

Infraestructura

Elementos de Conexión: Carga en Corriente Directa (DC)

Cargadores Americanos y Europeos

Estándares: ISO 15118-2 e ISO 15118-20

ISO 15118-20: Más reciente, para cargas bidireccionales y V2G

Cargadores Asiáticos (GB/T)

Distribución distinta de pines

Implementa comunicación CAN-Bus del vehículo

Envío de mensajes diferente

Resultado: Complejidad de protocolos hace inviable la adaptación de conectores intercambiables

Restricción adicional: Altas corrientes circulantes desaconsejan adaptaciones



NACS/J3400



CCS Type 2



CCS Type 1



GB/T DC

Infraestructura

Elementos de Conexión: Protocolos de comunicación

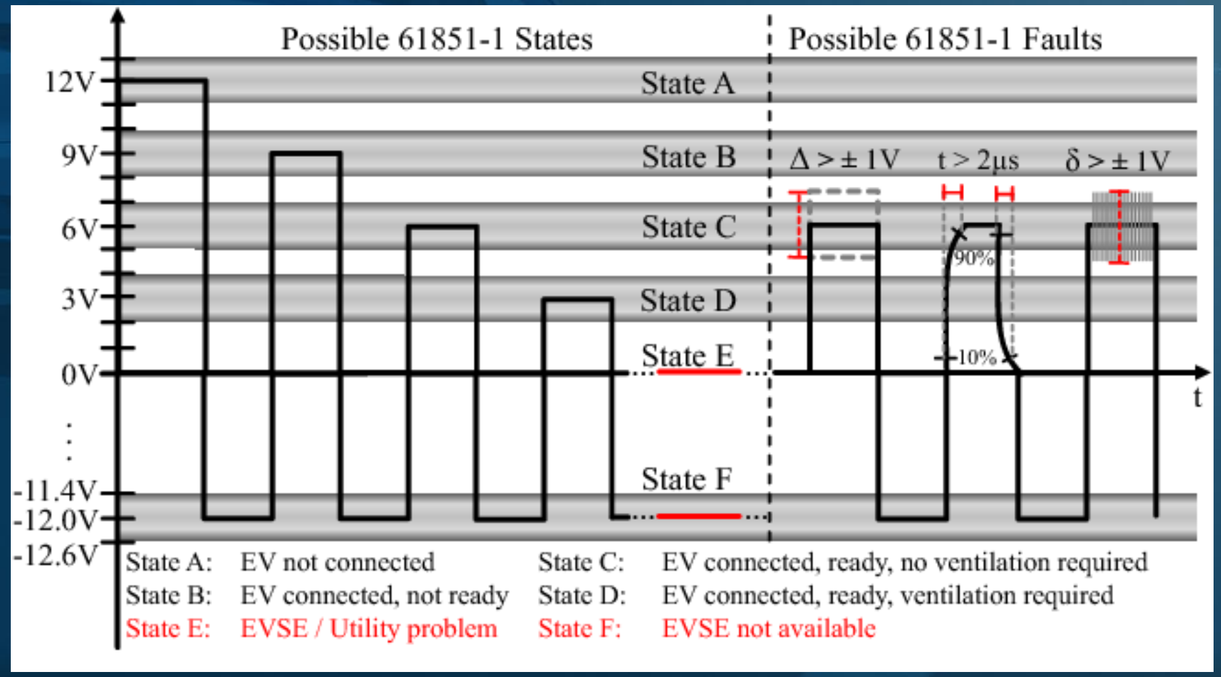
- La ISO 15118 es la norma que define la interoperabilidad en el proceso de carga de los vehículos eléctricos. El objetivo de esta la norma es desarrollar una comunicación estándar vehículo-cargador para democratizar y avanzar en la movilidad sostenible.
- Uno de los proyectos más importantes que trabajan en el desarrollo de la norma ISO 15118 es el proyecto ASSURED.



Infraestructura

Elementos de Conexión: Protocolos de comunicación

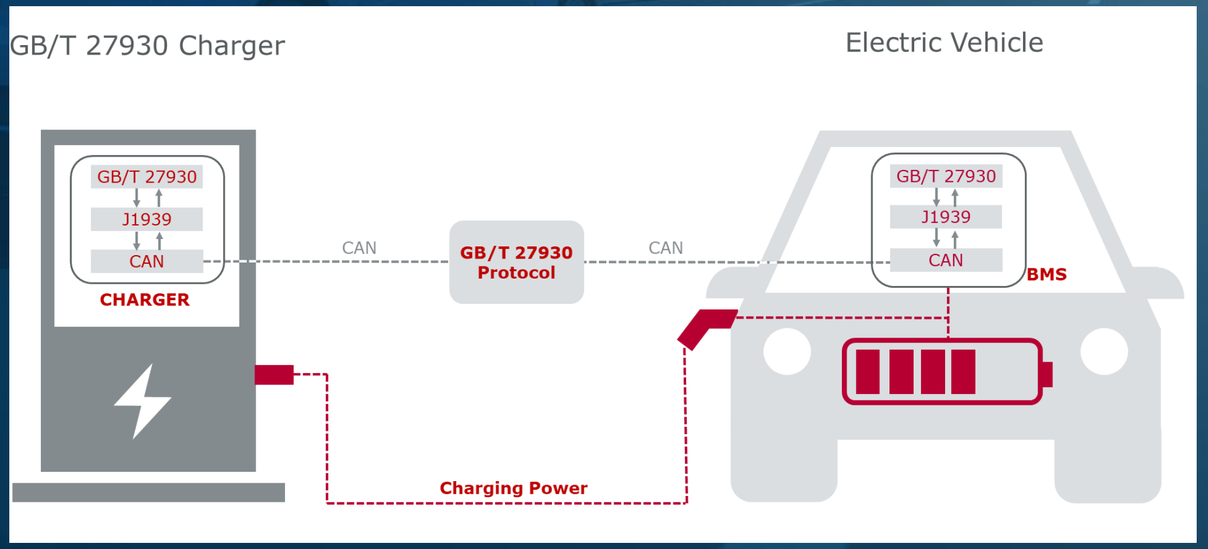
- IEC 61851 es un estándar internacional para sistemas conductivos del vehículo eléctrico, encontrándose partes del mismo actualmente en desarrollo. IEC 61851 es uno de los grupos de estándares de la Comisión Electrotécnica Internacional (Internacional Electrotechnical Commission en inglés, IEC), para vehículos eléctricos de carretera y camiones eléctricos industriales y es competencia del Comité Técnico 69 (TC69) de IEC.



Infraestructura

Elementos de Conexión: Protocolos de comunicación

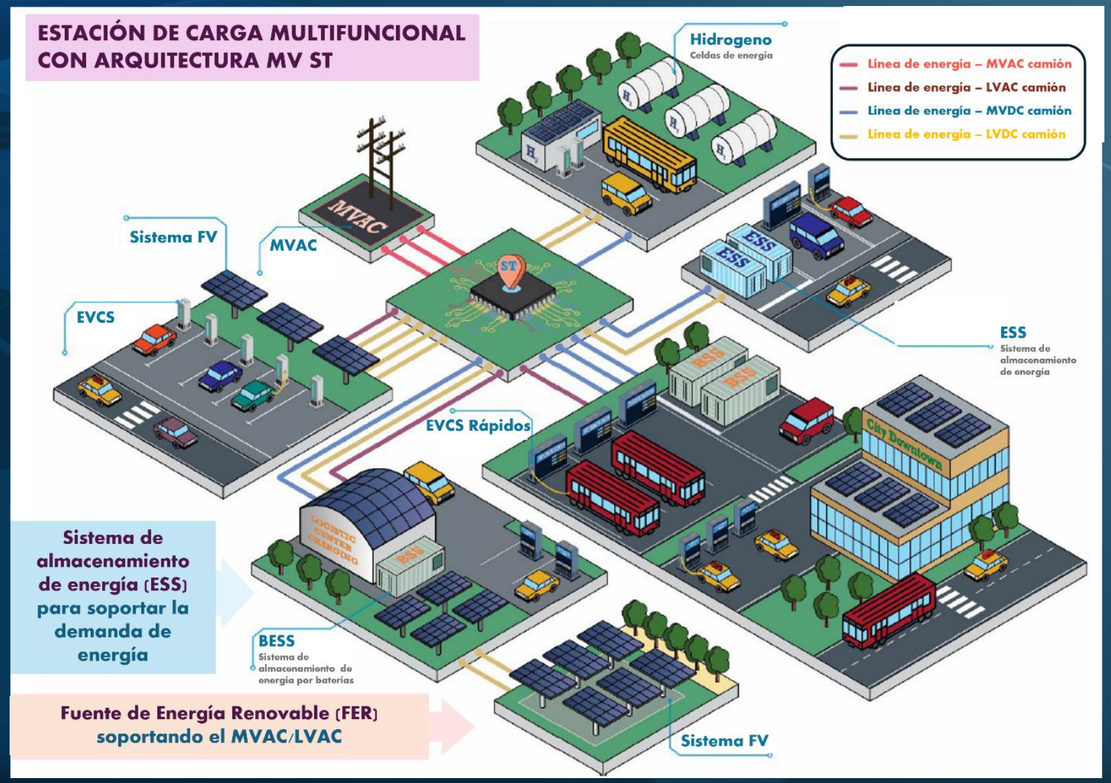
GB/T 27930 es el estándar chino para el protocolo de comunicación de carga por cable entre el cargador y el vehículo eléctrico (VE), reemplazado por la versión más reciente GB/T 27930-2023. Este estándar se basa en el protocolo SAE J1939 y utiliza el bus CAN para una conexión punto a punto entre el Sistema de Gestión de Baterías (BMS) del vehículo y el controlador del cargador. Se aplica a la carga conductiva de vehículos eléctricos e híbridos, pero no incluye funciones de carga inteligente como ISO 15118.



Infraestructura

Elementos de Conexión: Sistemas de interconexión

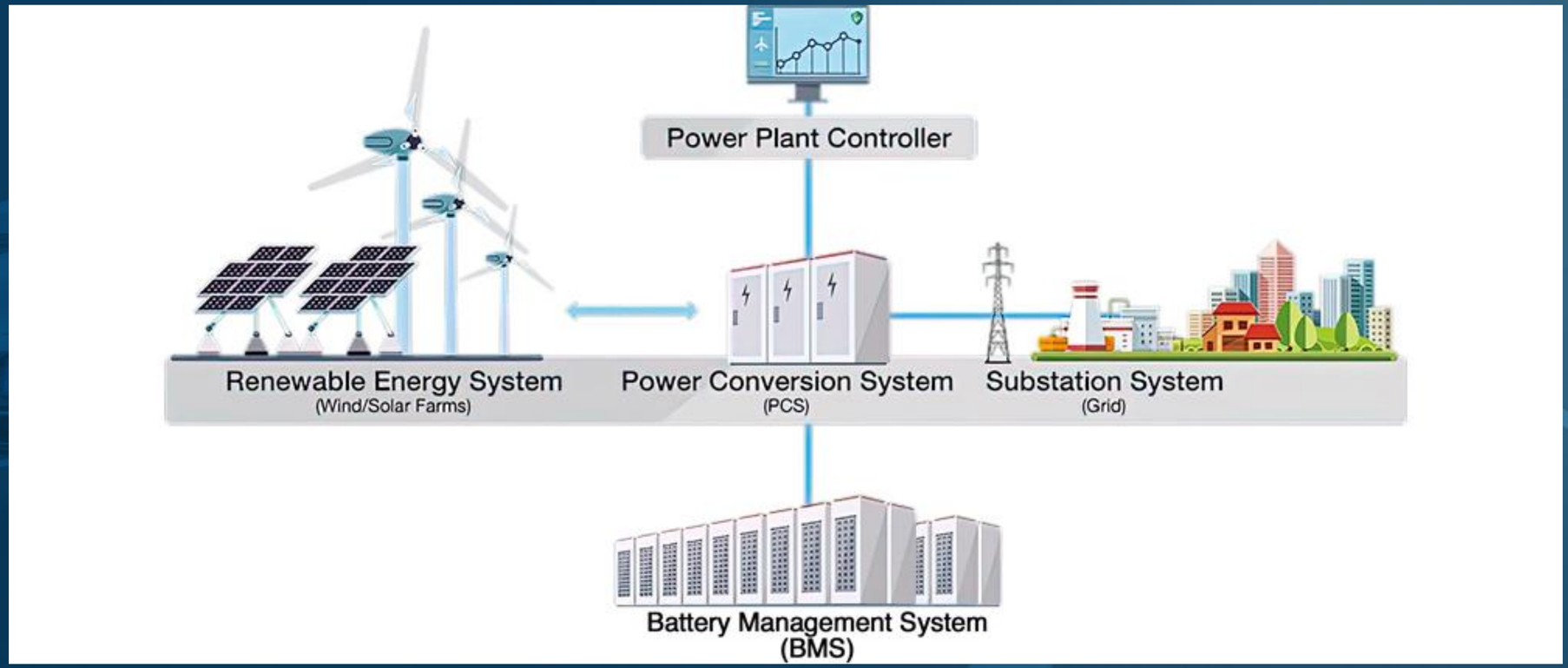
- Conexión Directa a la Red de Media Tensión (MVAC
- Distribución MVDC
- Integración Mejorada de ESS y FER
- Transformador Multi-devanado (MTB DC/DC Converter)



Infraestructura

Elementos de Conexión: Sistemas de interconexión

- Sistemas de suministro



Infraestructura

¿Quiénes Participan en la Electromovilidad?

- Usuario final
- Suministrador
- Distribuidor
- Reguladores

Cuestionario II

Tiempo de respuesta 15 min.

Gracias por su atención

Marco Antonio Hernández Nochebuena
marco_nochebuena@hotmail.com



DIPLOMADO:

ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ

DOCENTE: Marco Antonio Hernández Nochebuena

Tipos de vehículos eléctricos e híbridos

Características y diferencias



Agenda

Sección 1: Clasificación fundamental de vehículos eléctricos

- Introducción y contexto: diferencia entre vehículos eléctricos puros e híbridos
- Vehículos Eléctricos Puros (BEV - Battery Electric Vehicle):
  - características, componentes principales, autonomía, ejemplos en el mercado mexicano
- Vehículos Híbridos Enchufables (PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicle):
  - sistema dual, modos de operación, transición entre motor eléctrico y combustión
- Comparativa BEV vs PHEV:
  - ventajas, limitaciones, casos de uso según necesidades del usuario

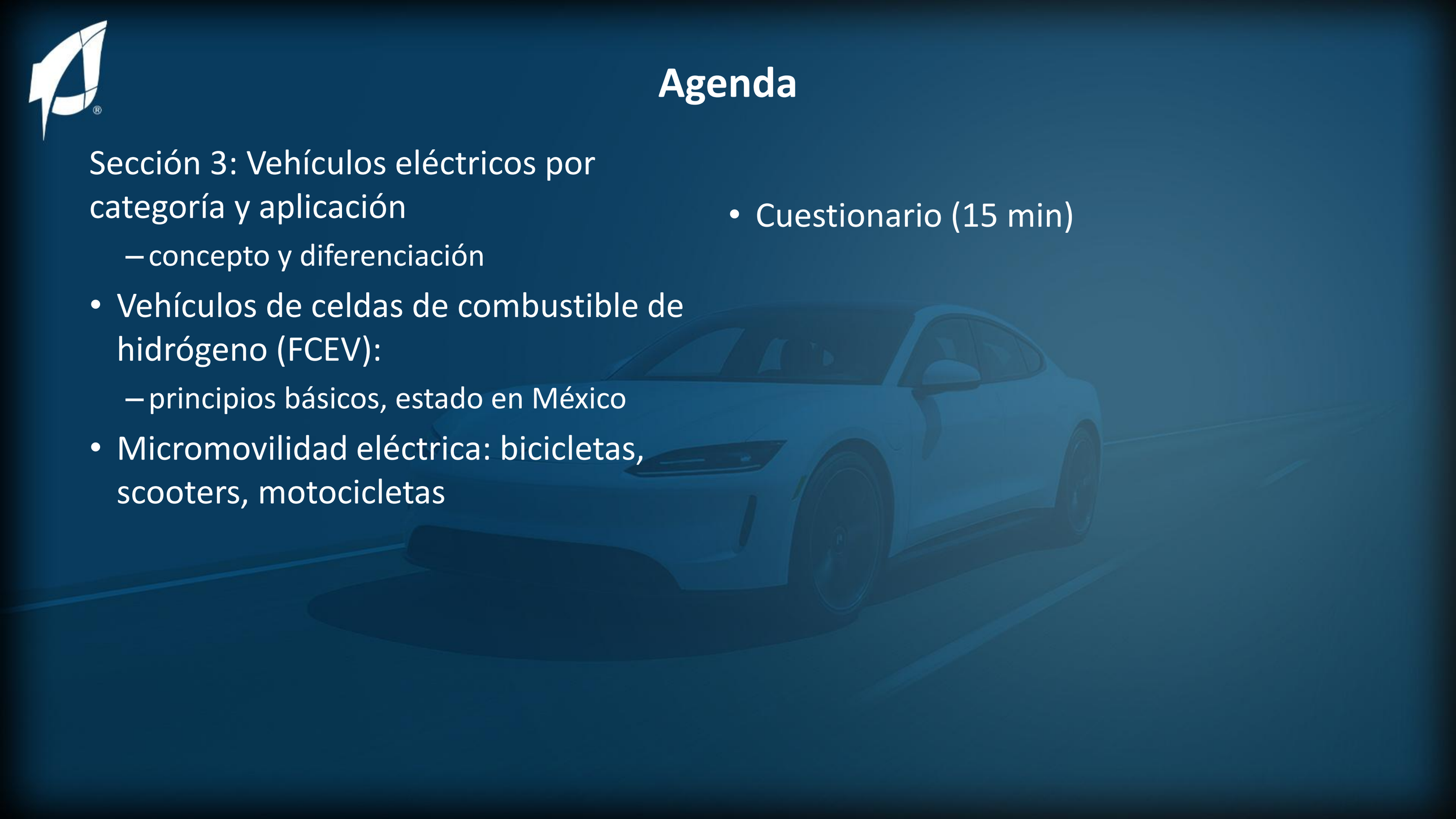
Sección 2: Vehículos híbridos no enchufables

- Híbridos convencionales (HEV):
  - funcionamiento, recuperación de energía
- Híbridos suaves (Mild Hybrid):
  - diferencias con HEV
  - ¿Por qué no requieren infraestructura de carga? Implicaciones para la regulación mexicana
- Cuestionario (15 min)

Agenda

Sección 3: Vehículos eléctricos por categoría y aplicación
  - concepto y diferenciación
- Vehículos de celdas de combustible de hidrógeno (FCEV):
  - principios básicos, estado en México
- Micromovilidad eléctrica: bicicletas, scooters, motocicletas

- Cuestionario (15 min)



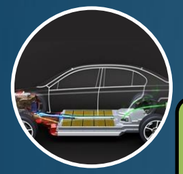
- ¿Qué aprenderemos el día de hoy?

Al finalizar este curso, seremos capaces de…

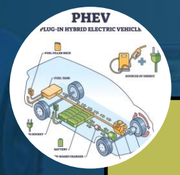
- Aprenderemos que son los vehículos eléctricos puros y vehículos híbridos
- Identificar las características técnicas de los BEV y PHEV
- Comprender los modos de operación de vehículos híbridos enchufables
- Distinguir entre diferentes tipos de vehículos híbridos no enchufables
- Relacionar cada tipo de vehículo con sus necesidades de infraestructura de carga

CLASIFICACIÓN FUNDAMENTAL DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Del combustible fósil a la electricidad



Vehículo eléctrico (BEV)



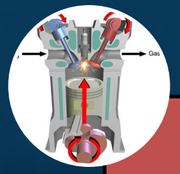
Hibrido enchufable (PHEV)



Hibrido (HEV)



Vehículo hibrido suave (Mild Hybrid)



Vehículo convencional (ICE)

VEHÍCULOS ELÉCTRICOS PUROS vs VEHÍCULOS HÍBRIDOS

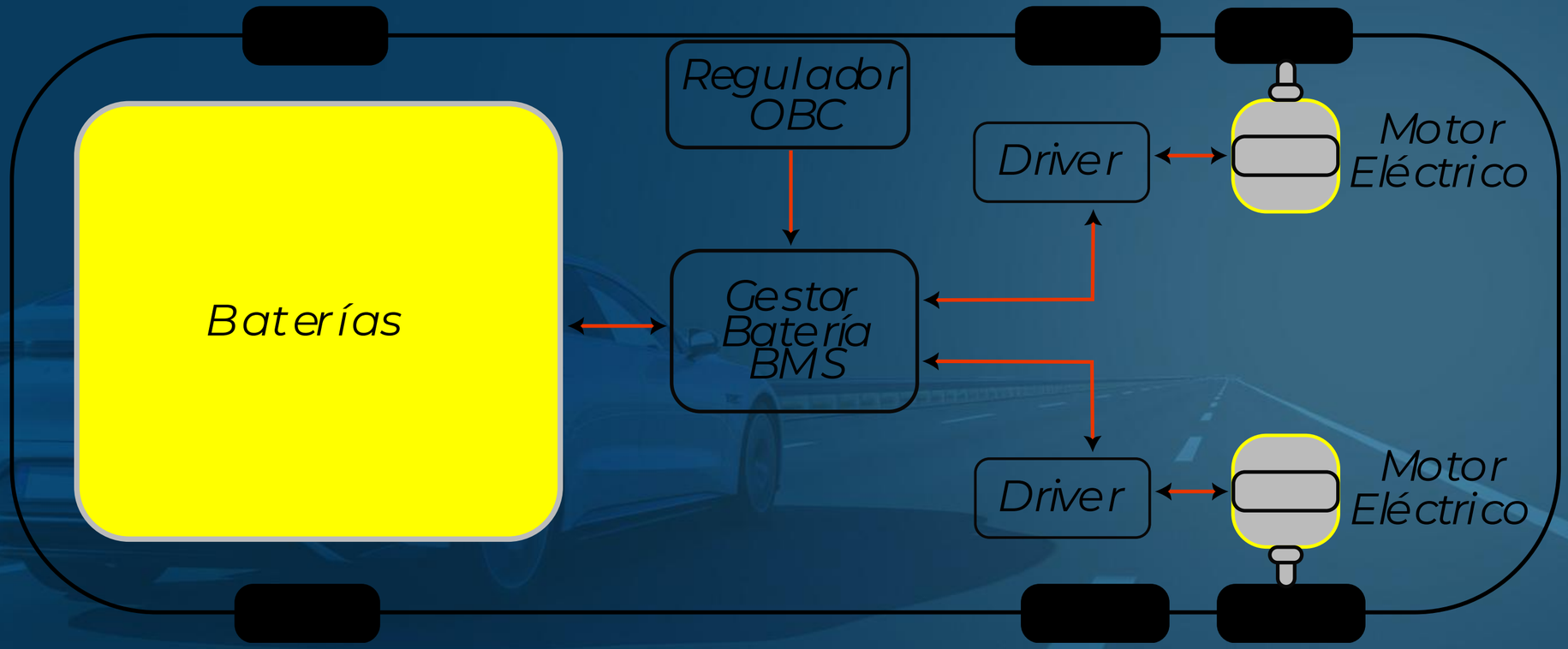
Vehículo Eléctrico (VE o BEV)

- 100% propulsión eléctrica
- Una sola fuente de energía: batería
- Cero emisiones locales
- Requiere infraestructura de carga

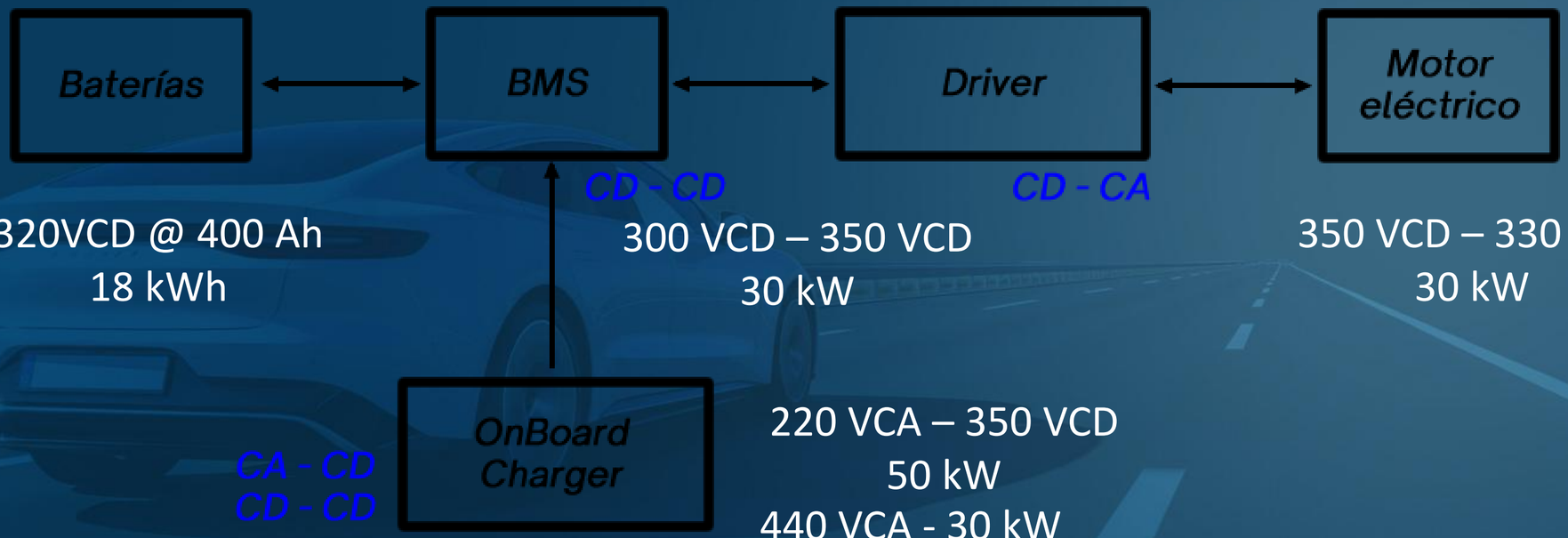
Vehículo Híbrido Enchufable (VEHC o PHEV)

- Sistema dual: motor eléctrico + motor de combustión
- Dos fuentes de energía: batería + combustible
- Puede operar en modo eléctrico puro o híbrido
- Requiere infraestructura de carga para modo eléctrico

Vehículos Eléctricos Puros (BEV)



Vehículos Eléctricos Puros (BEV)



Vehículos Eléctricos Puros (BEV)

- Vehículos compactos
  - 40-60 kWh
  - 250-350 km

Capacidad de batería



- Medida en kWh/100 km
- Vehículos eficientes:
  - 15-18 kWh/100 km
- SUVs y vehículos grandes:
  - 20-25 kWh/100 km

Eficiencia energética

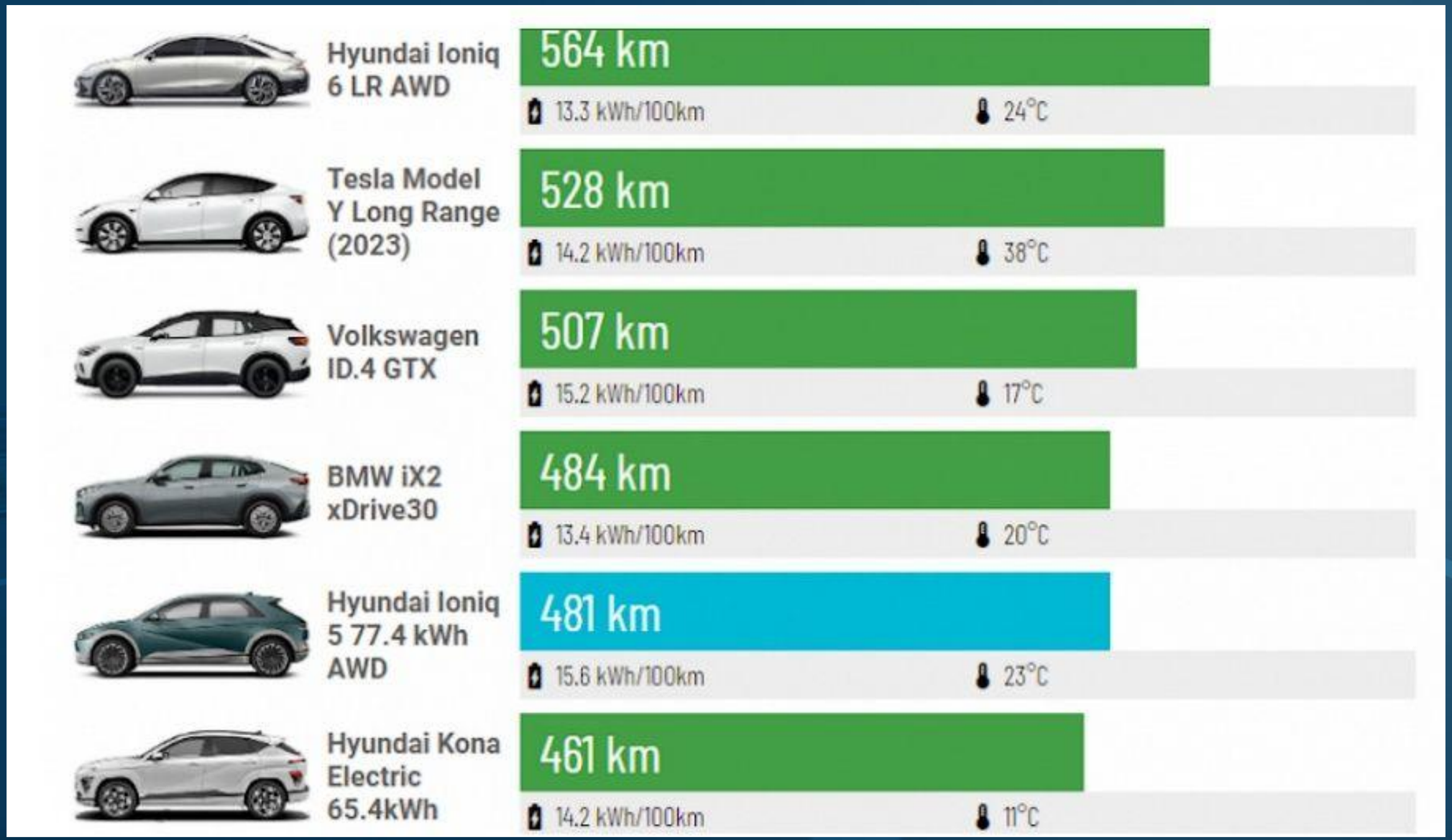


- Velocidad de conducción
- Estilo de conducción
- Temperatura ambiente
- A/C
- Terreno
- Carga del vehículo

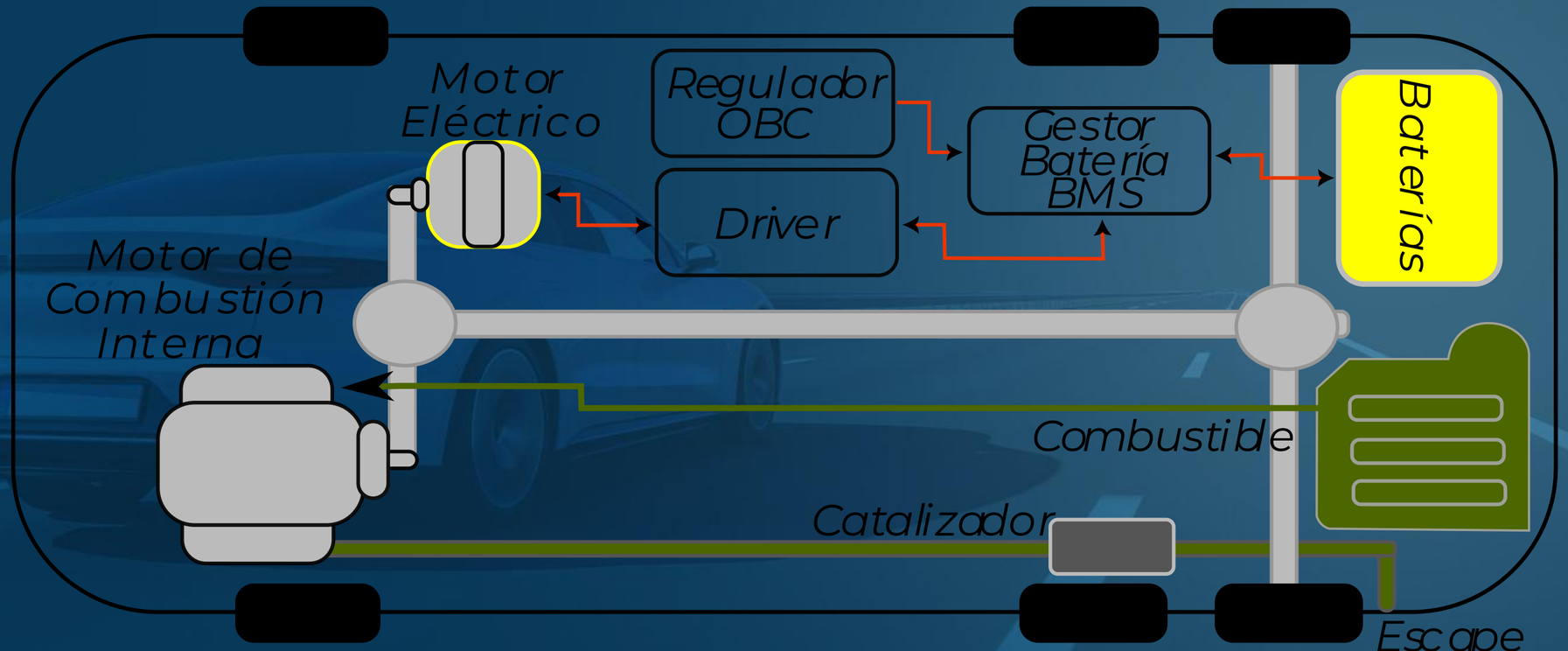
Variables que afectan autonomía



Vehículos Eléctricos Puros (BEV)



Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables (PHEV)



Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables (PHEV)

Modo EV

- Solo funciona el motor eléctrico
- Batería proporciona toda la energía
- Motor de combustión apagado

Modo Híbrido

- Motor eléctrico y motor de combustión trabajan en conjunto
- Gestión inteligente según demanda de potencia

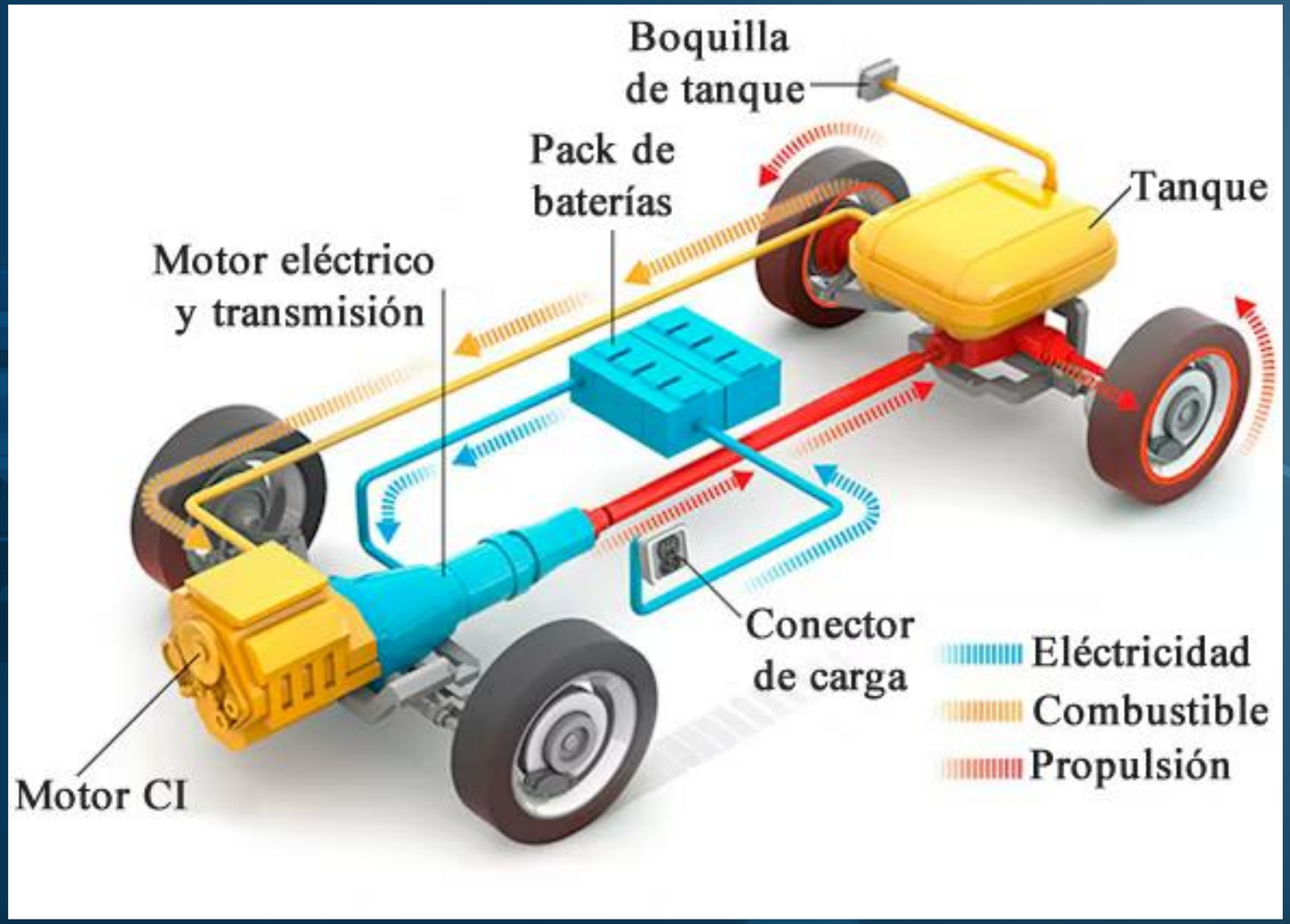
Modo Carga

- Motor de combustión genera electricidad para cargar batería
- Útil para reservar carga eléctrica para uso posterior en ciudad

Modo de Retención de Batería

- Mantiene el nivel actual de batería
- Útil cuando el conductor sabe que necesitará modo eléctrico más adelante

Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables (PHEV)



Baterías vs Enchufables

Aspecto	BEV (Eléctrico Puro)	PHEV (Híbrido Enchufable)
Propulsión	100% eléctrica	Dual (eléctrica + combustión)
Autonomía eléctrica	250-700+ km	30-80 km
Autonomía total	Limitada por batería	600-1000+ km
Capacidad batería	40-120 kWh	8-20 kWh
Tiempo de carga	Más largo (batería grande)	Más corto (batería pequeña)
Emisiones locales	Cero	Cero en modo EV, presentes en modo híbrido
Dependencia de infraestructura	Total	Parcial (puede usar combustible)
Costo inicial	Generalmente más alto	Generalmente más bajo que BEV
Mantenimiento	Menor (menos componentes)	Mayor (dos sistemas de propulsión)
Complejidad técnica	Menor	Mayor

Baterías vs Enchufables

Diferencias

BEV

Ventajas

- Cero Emisiones locales
- Menor costo operativo
- Menor mantenimiento

Limitaciones

- Autonomía limitada
- Tiempo de carga elevada
- Dependencia de la Infra. Carga

PHEV

Ventajas

- Flexibilidad
- Sin anxiedad de autonomía
- Autonomía total amplia

Limitaciones

- Costos y complejidad
- Mayor mantenimiento
- Menor eficiencia

Baterías vs Enchufables

¿Cuál elegir según necesidades del usuario?

BEV

Ideal para:

- Conducción Urbana
- Trayectos diarios predecibles
- Flotas con rutas fijas

Ejemplos:

- Flota de reparto urbano o última milla
- Trayectos casa-oficina de 40 km diarios

PHEV

Ideal para:

- Trayectos mixtos
- Zonas con infra. limitada
- Vehículo único con usos diversos

Ejemplos:

- Viajes entre ciudad y carretera
- Usuario en zonas de infra. Limitada o en desarrollo
- Familias con viajes largos

Baterías vs Enchufables

Infraestructura requerida



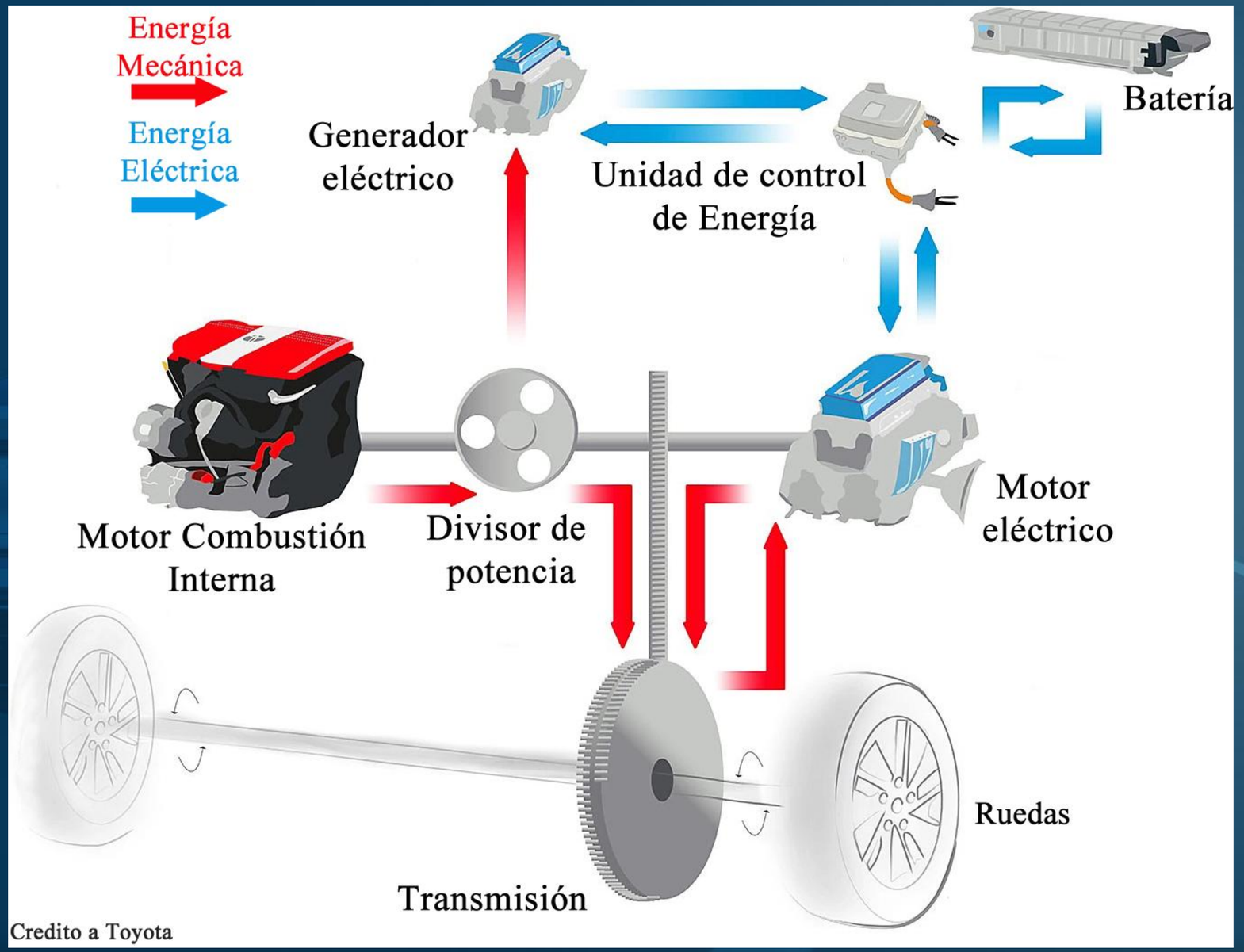
BEV

PHEV

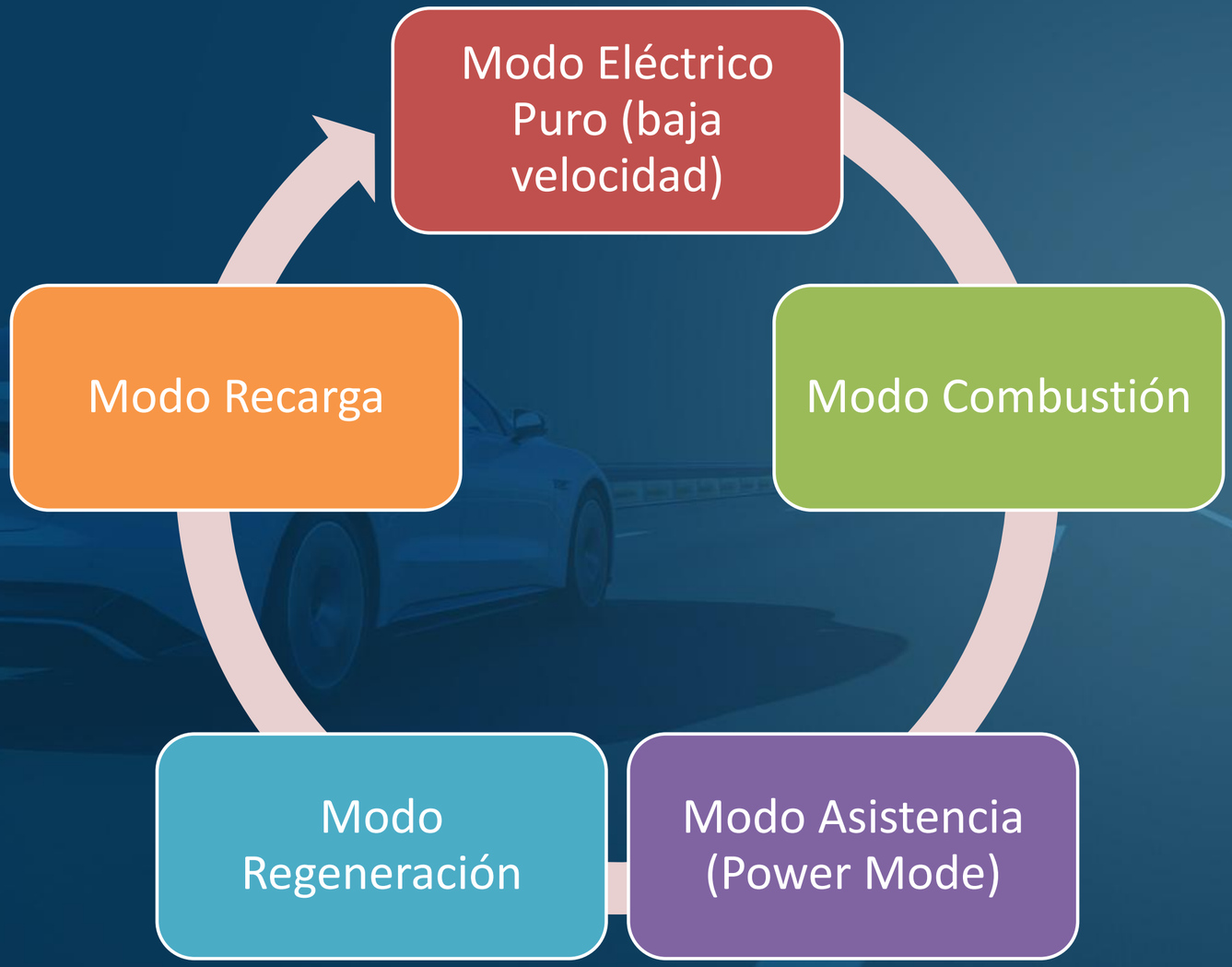


BEV

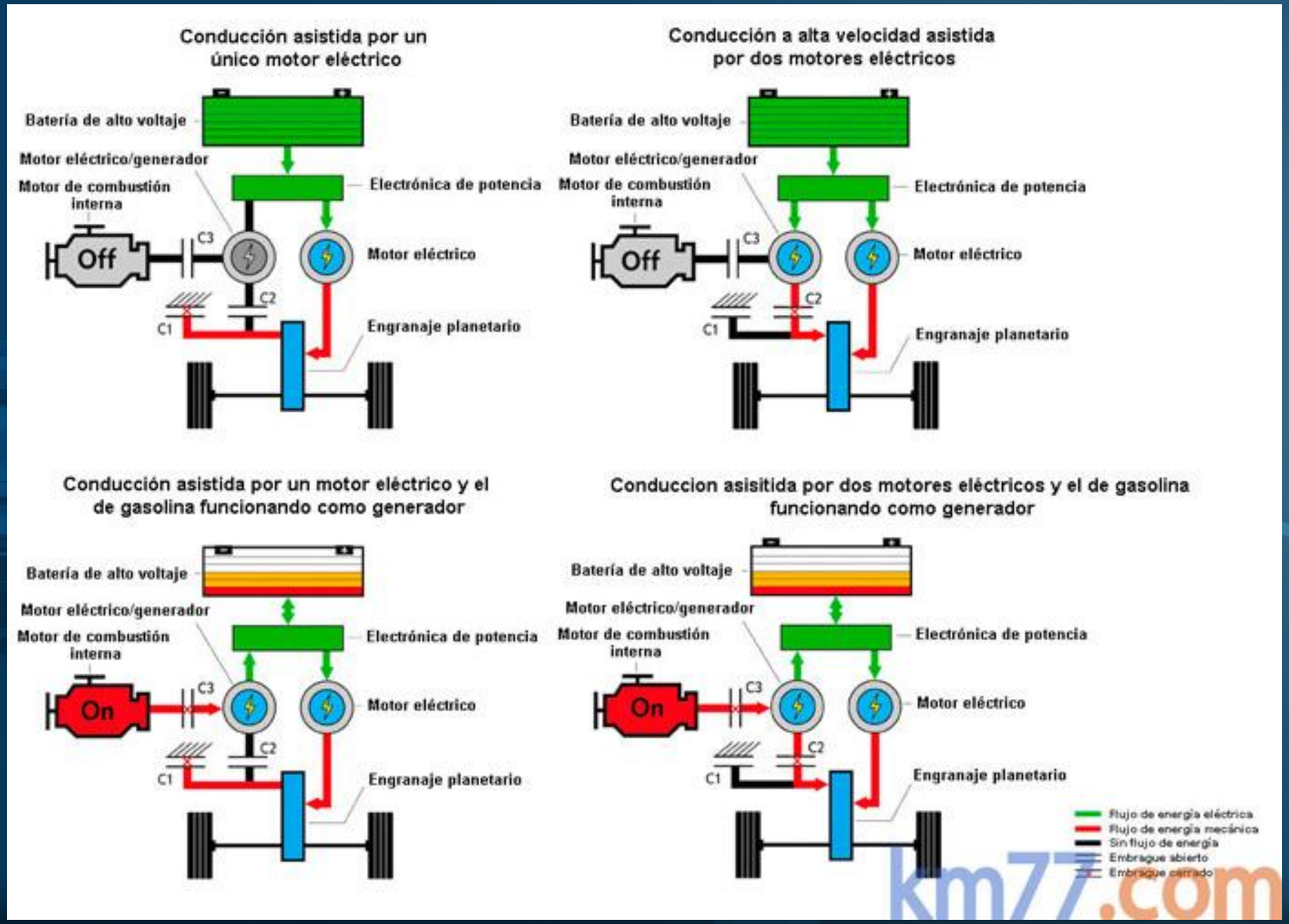
Vehículos Eléctricos Híbridos (HEV)



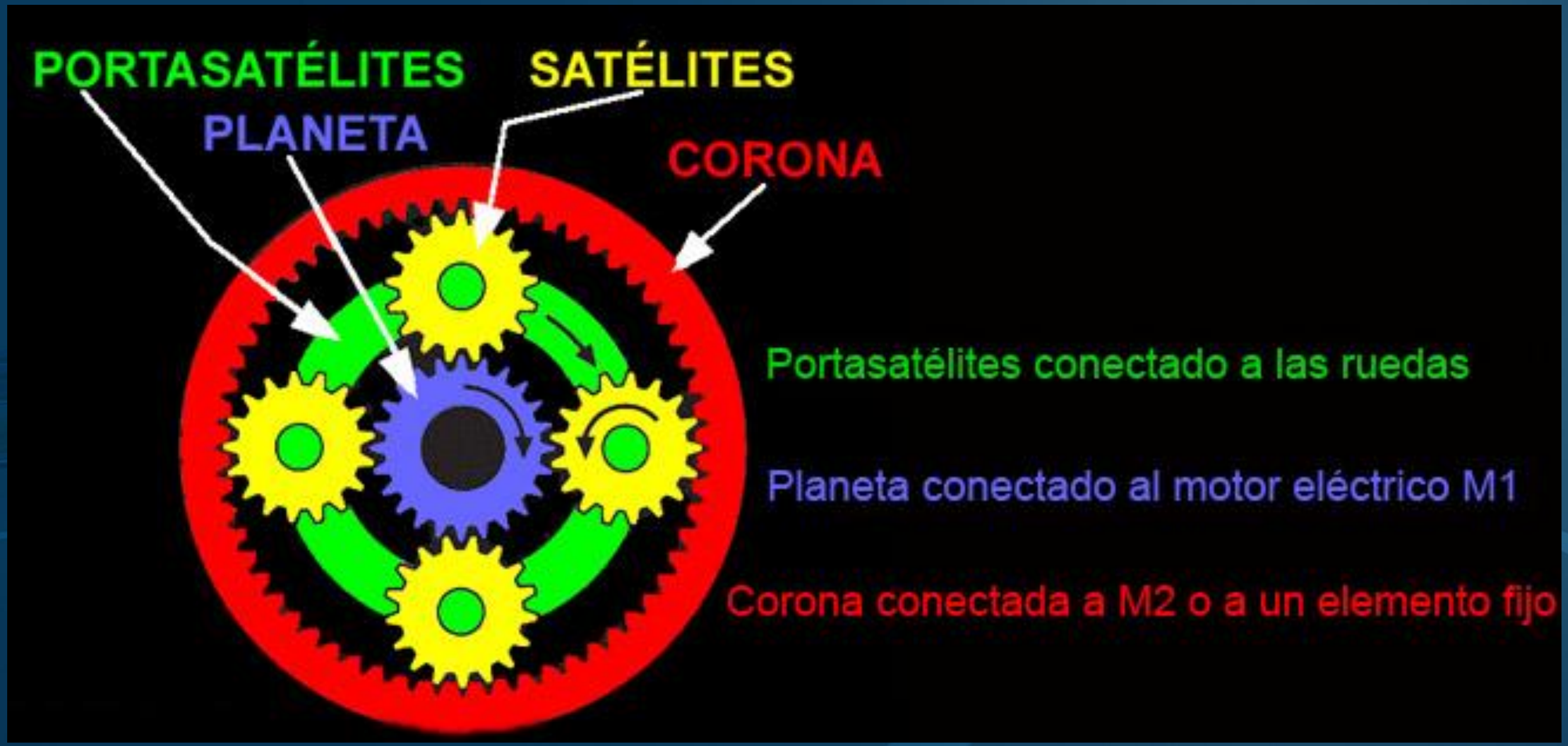
Vehículos Eléctricos Híbridos (HEV)



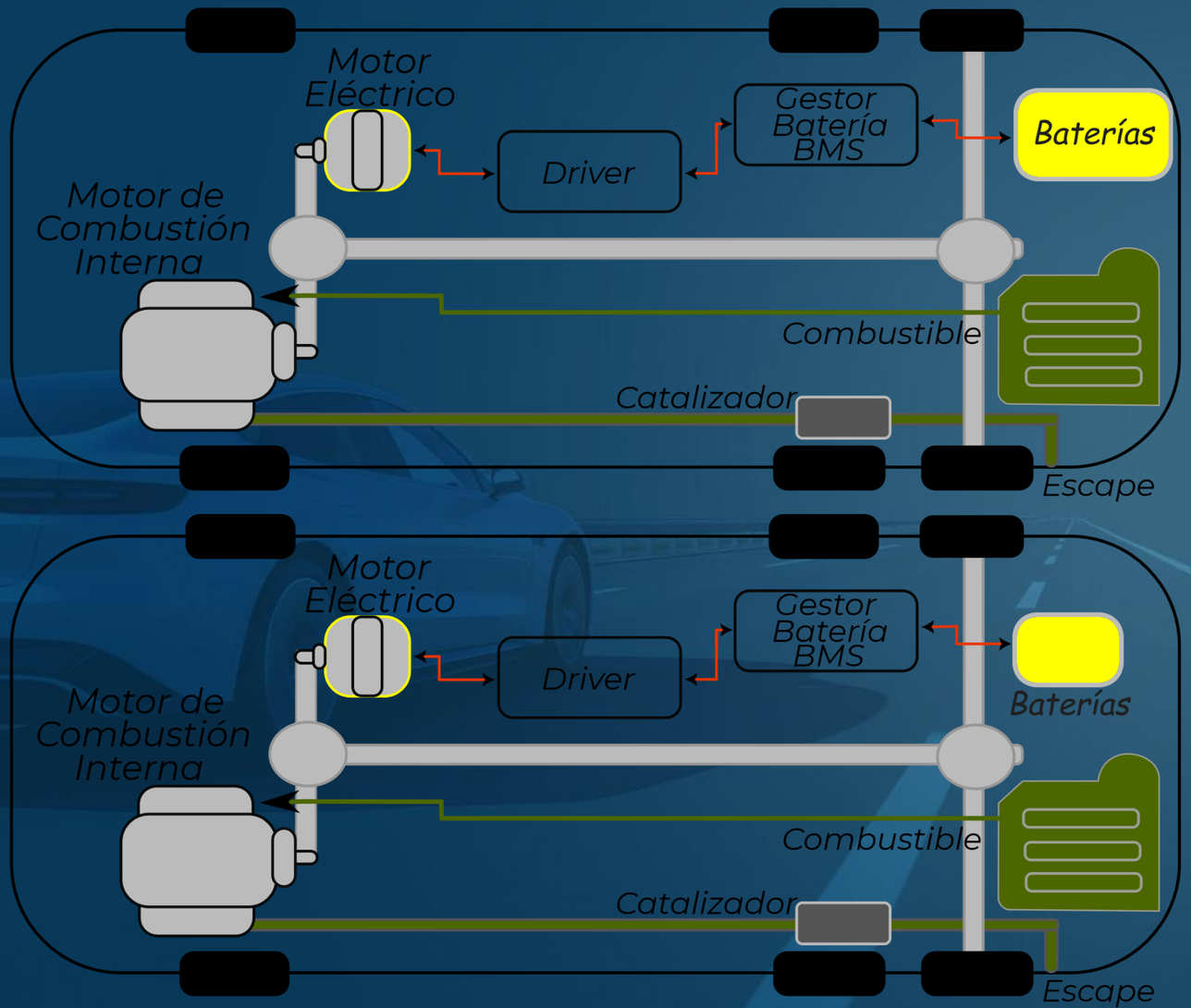
Vehículos Eléctricos Híbridos (HEV)



Vehículos Eléctricos Híbridos (HEV)



Vehículos Eléctricos Mild Hybrid (MHEV)



Comparativa MHEV vs HEV

Aspecto	Mild Hybrid (MHEV)	Híbrido Completo (HEV)
Propulsión 100% eléctrica	NO	SÍ (limitada)
Capacidad batería	0.5-1 kWh (48V)	1-2 kWh (200-300V)
Potencia motor eléctrico	10-25 kW	40-80+ kW
Reducción consumo	5-15%	20-40%
Complejidad sistema	Baja	Media
Costo adicional	Bajo ($1,000-2,000 USD)	Medio-Alto ($3,000-8,000 USD)
Arranque en modo eléctrico	NO (asistido)	SÍ
Modo regeneración	Limitado	Completo
Experiencia conducción	Similar a convencional	Notablemente diferente

Mercado HEV en México

HEV

- Toyota Prius
- Toyota Corolla Hybrid
- Toyota RAV4 Hybrid
- Honda CR-V Hybrid
- Honda Accord Hybrid
- Hyundai Sonata Hybrid
- Kia Niro Hybrid

MHEV

- Chevrolet Silverado (eBoost)
- Ram 1500 eTorque
- Mazda3 M Hybrid
- Mazda CX-30 M Hybrid
- Audi A4, A6, Q5 (MH)
- Mercedes-Benz (EQ Boost 48V)
- Jeep Wrangler 4xe (MH)

Resumen - Vehículos

Comparativa

Tipo	Sigla	Carga externa	Autonomía eléctrica	Emisiones	Regulación CRE
Eléctrico Puro	BEV	SÍ	250-700+ km	Cero local	SÍ
Híbrido Enchufable	PHEV	SÍ	30-80 km	Parciales	SÍ
Híbrido Completo	HEV	NO	1-3 km	Reducidas	NO
Híbrido Suave	MHEV	NO	N/A (no propulsa solo)	Reducidas	NO

Cuestionario I

Tiempo de respuesta 15 min.

Resumen

- ✓ Diferenciamos vehículos eléctricos puros (BEV) e híbridos enchufables (PHEV)
- ✓ Comprendimos componentes, autonomía y modos de operación
- ✓ Identificamos casos de uso para cada tipo
- ✓ Distinguimos híbridos que SÍ y NO requieren infraestructura de carga
- ✓ Comprendimos HEV y Mild Hybrid como tecnologías de transición

Más allá del automóvil personal…



Vehículos ligeros de pasajeros (M1)



Vehículos comerciales ligeros (N1)



Transporte público



Micromovilidad



Vehículos especiales

Clasificación Vehicular - Categorías Regulatorias

- Categoría M
  - M1
  - M2
  - M3
- Categoría N
  - N1
  - N2
  - N3
- Categoría L (vehículos de dos/tres ruedas)
  - L1
  - L2
  - L3
  - L4
  - L5



Vehículos Ligeros de Pasajeros (M1) - BEV y PHEV

BEV	PHEV	Autonomía típica	Potencia Compatible	Conectores comunes:
Compactos: 40-60 kWh	Estándar: 8-15 kWh	BEV: 250–700 km	BEV: • Nivel 2(CA): 7 -22 kW • Carga rápida (CD): 50 -150 kW • Carga ultrarrápida (CD): 150 – 350 kW	J1772 (CA)
Medianos/SUV: 60-80 kWh	Premium: 15-25 kWh	PHEV modo Eléctrico: 30–80 km	PHEV: • Nivel 1 y 2: 3.3 -22 kW	CSS1 (CD)
Premium/Perfomance: 80-120 kWh				NACS
				GB/T

Vehículos Comerciales Ligeros (N1) - BEV y PHEV

BEV

- Compactos: 40-60 kWh
- Medianos/SUV: 60-80 kWh
- Premium/Perfomance: 80-120 kWh

PHEV

- Estándar: 8-15 kWh
- Premium: 15-25 kWh

Autonomía típica

- BEV: 250–700 km
- PHEV modo Eléctrico: 30–80 km

Potencia Compatible

BEV:

- Nivel 2(CA): 7 -22 kW
- Carga rápida (CD): 50 -150 kW
- Carga ultrarrápida (CD): 150 – 350 kW

PHEV:

- Nivel 1 y 2: 3.3 -22 kW

Conectores comunes:

- J1772 (CA)
- CSS1 (CD)
- NACS
- GB/T

Transporte Público – Autobuses eléctricos (M2/M3)

Características técnicas:
Capacidad de batería:
Autobuses urbanos: 200-450 kWh
Autobuses interurbanos: 350-600+ kWh
Autonomía urbana: 250-400 km por carga
Autonomía interurbana: 300-500 km

Potencias de carga:
Carga nocturna en base/terminal: 60-150 kW
Carga rápida en ruta (pantógrafo): 150-450 kW
Carga de oportunidad en terminales: 50-100 kW

Transporte Público – Autobuses eléctricos (M2/M3)







Transporte Público – Autobuses eléctricos (M2/M3)





Transporte Público – Autobuses eléctricos (M2/M3)







Transporte de carga pesada (N2/N3)

Carga mediana (N2: 3.5-12 ton)
Distribución regional
Capacidad batería: 150-300 kWh
Autonomía: 200-350 km
(última milla)



Carga pesada (N3: >12 ton)
Transporte de larga distancia
Capacidad batería: 300-900+ kWh
Autonomía: 300-800 km



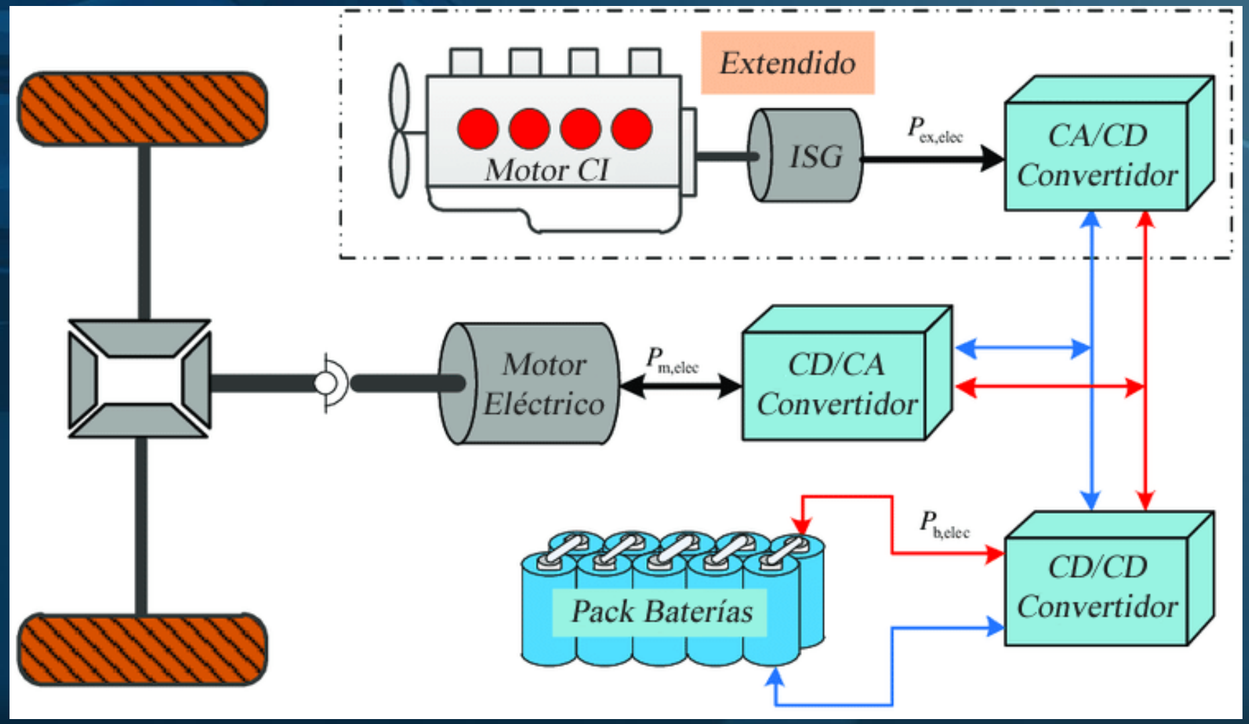
Transporte de carga pesada (N2/N3)





Vehículos Eléctricos de Rango Extendido (EREV/REX)

Un vehículo principalmente eléctrico que incorpora un pequeño motor de combustión interna cuya función EXCLUSIVA es generar electricidad para recargar la batería cuando esta se agota. El motor de combustión NO mueve las ruedas directamente.



Vehículos Eléctricos de Rango Extendido (EREV/REX)

Aspecto	EREV	PHEV
Motor combustión	Solo genera electricidad	Puede propulsar ruedas
Propulsión primaria	100% eléctrica	Dual (eléctrica + combustión)
Tamaño motor combustión	Pequeño (~35-50 HP)	Tamaño normal (100-200+ HP)
Tamaño batería	Media-Grande (16-30 kWh)	Media (8-20 kWh)
Experiencia conducción	Siempre eléctrica	Variable según modo

Vehículos Eléctricos de Rango Extendido (EREV/REX)

Ventajas

- Experiencia de conducción 100% eléctrica en todo momento
- Elimina ansiedad de autonomía
- Autonomía 500-800 km
- Menos complejo que PHEV.

Desventajas

- Aún depende de combustible fósil
- Motor de combustión subutilizado
- Peso adicional del generador
- Menos eficiente que BEV puro en modo extendido

Vehículos de Celdas de Combustible de Hidrógeno (FCEV)

¿Qué es una celda de combustible?

Principio de funcionamiento:

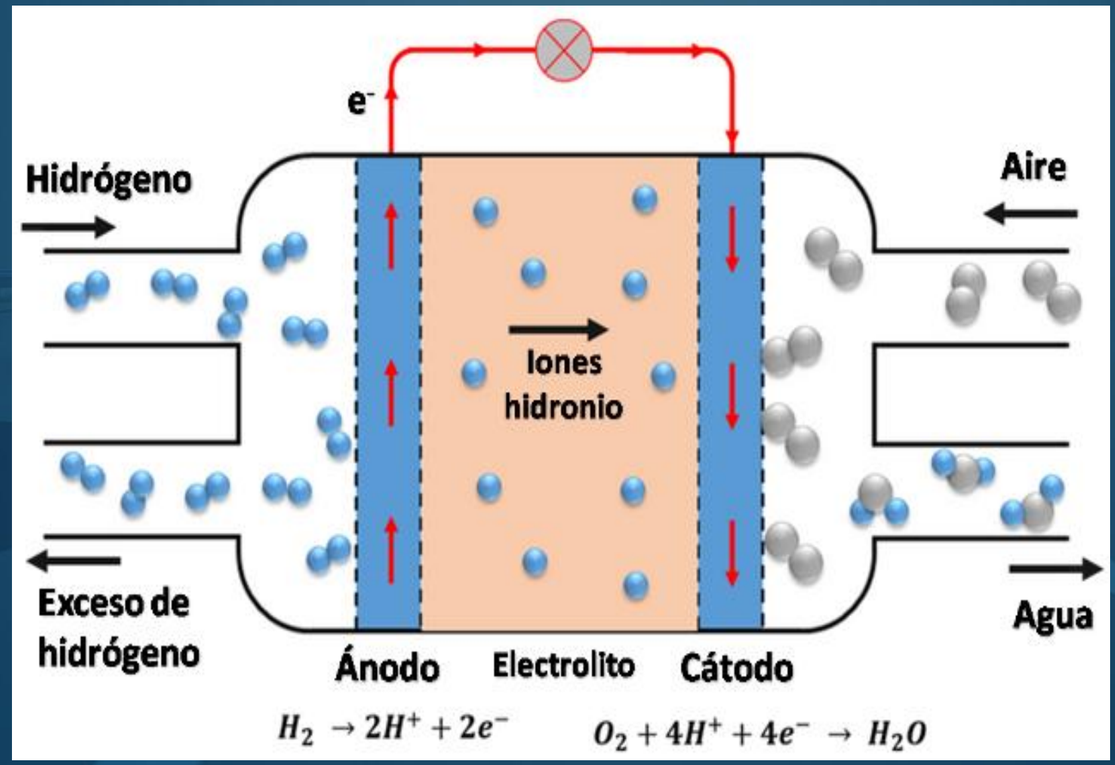
Hidrógeno (H_2) almacenado en tanques a alta presión (350-700 bar)

Hidrógeno entra a celda de combustible (Fuel Cell Stack)

Reacción electroquímica: H_2 + O_2 (del aire) → Electricidad + Agua + Calor

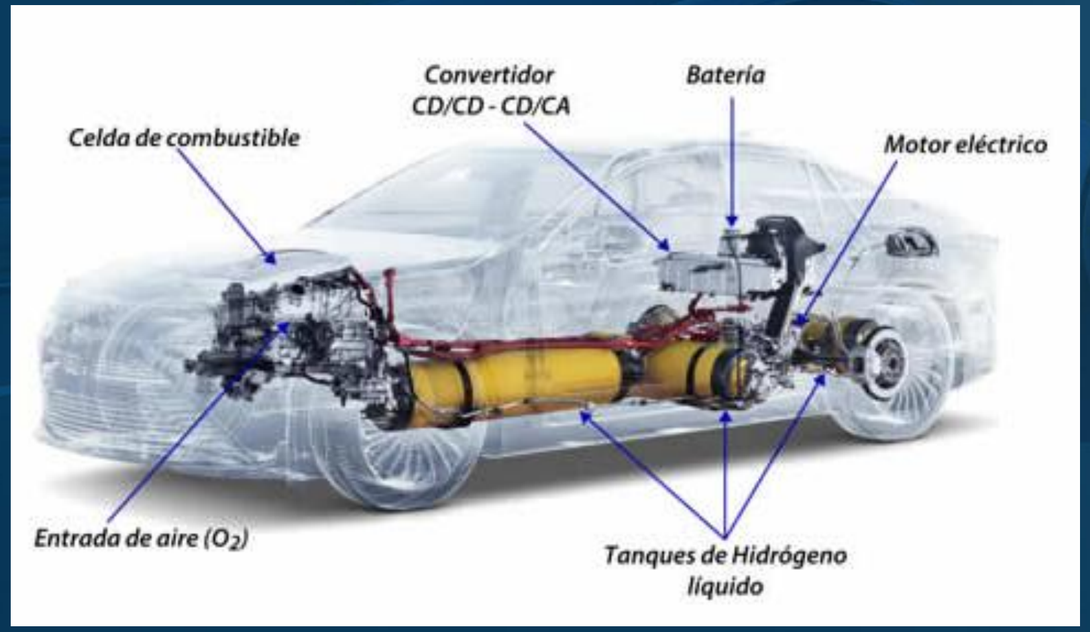
Electricidad alimenta motor eléctrico (como en BEV)

Única emisión: vapor de agua (H_2O)



Vehículos de Celdas de Combustible de Hidrógeno (FCEV)

¿Qué es una celda de combustible?





Vehículos de Celdas de Combustible de Hidrógeno (FCEV)



Vehículos de Celdas de Combustible de Hidrógeno (FCEV)

Ventajas

- Autonomía largar sin peso excesivo de baterías
- Recarga ultrarrápida
- Cero emisiones locales
- Excelente para transporte pesado y larga distancia

Desventajas

- Infra. H2 inexistente
- Costo de producción costosa
- Mayoría del H2 es gris
- Costos elevados de vehículos
- Complejidad técnica y seguridad del almacenamiento

Vehículos de Celdas de Combustible de Hidrógeno (FCEV)

Eficiencia Comparativa BEV vs FCEV (Well-to-Wheel)

BEV

70 – 80 %

FCEV

25 – 35 %

- Producción con pérdidas
- Compresión/Transporte con pérdidas
- Celda de combustible con pérdidas

Micromovilidad eléctrica

Vehículos eléctricos ligeros de dos/tres ruedas

Bicicletas eléctricas (e-bikes)

- Bat.: 0.3 – 0.7 kWh
- Autonomía: 40 – 100 km
- Vel. Max.: 25-35 km/h
- Recarga modo 1

Scooters eléctricos

- Bat.: 0.25 – 0.6 kWh
- Autonomía: 25 – 50 km
- Vel. Max.: 25 km/h
- Recarga modo 1

Motocicletas eléctricas

- Bat.: 2 – 15 kWh
- Autonomía: 80 – 200 km
- Vel. 180 km/h
- Recarga modo 2

Motopatines

- Bat.: 0.1 – 0.5 kWh
- Autonomía 15 – 40 km
- Recarga modo 1

Micromovilidad eléctrica

Vehículos eléctricos ligeros de dos/tres ruedas









Ventajas

- Solución para primera/última milla
- Costos de operación mínimos
- Ocupación mínima de espacio

Regulación en México

- Variable por Ciudad
- CDMX: Reglamento de Movilidad
- Regulación en evolución

Infraestructura de recarga

- Modo 1 (Hogar/oficina)
- Recarga portátil

Comparativa por categoría vehicular

Vehículos eléctricos ligeros de dos/tres ruedas

Categoría	Batería (kWh)	Autonomía (km)	Potencia carga típica	Aplicación principal
M1 - BEV	40-120	250-700	7-350 kW	Transporte personal
M1 - PHEV	ago-25	30-80 (EV)	3.3-22 kW	Transporte personal mixto
N1 - Comercial ligero	40-90	200-400	11-100 kW	Reparto urbano
M2/M3 - Autobús	200-600	250-500	60-450 kW	Transporte público
N2/N3 - Carga pesada	300-900	300-800	350+ kW	Transporte mercancías
FCEV	N/A (H_2)	500-800	N/A (hidrogeneras)	Futuro distante
L - Motocicletas	feb-15	80-200	1-3 kW	Movilidad urbana
Micromovilidad	0.1-0.7	15-100	<1 kW	Primera/última milla

Resumen

- ✓ Clasificación vehicular: M1, N1, M2/M3, N2/N3, categoría L
- ✓ Cada categoría tiene requisitos específicos de batería, autonomía y carga
- ✓ BEV domina en vehículos ligeros; viabilidad en transporte público
- ✓ Transporte pesado eléctrico aún enfrenta desafíos técnicos y de infraestructura
- ✓ EREV: tecnología en decline, superada por PHEV y BEV de mayor autonomía
- ✓ FCEV: futuro incierto, infraestructura inexistente en México
- ✓ Micromovilidad: crecimiento explosivo, menor relevancia regulatoria CRE

Cuestionario II

Tiempo de respuesta 15 min.

Gracias por su atención

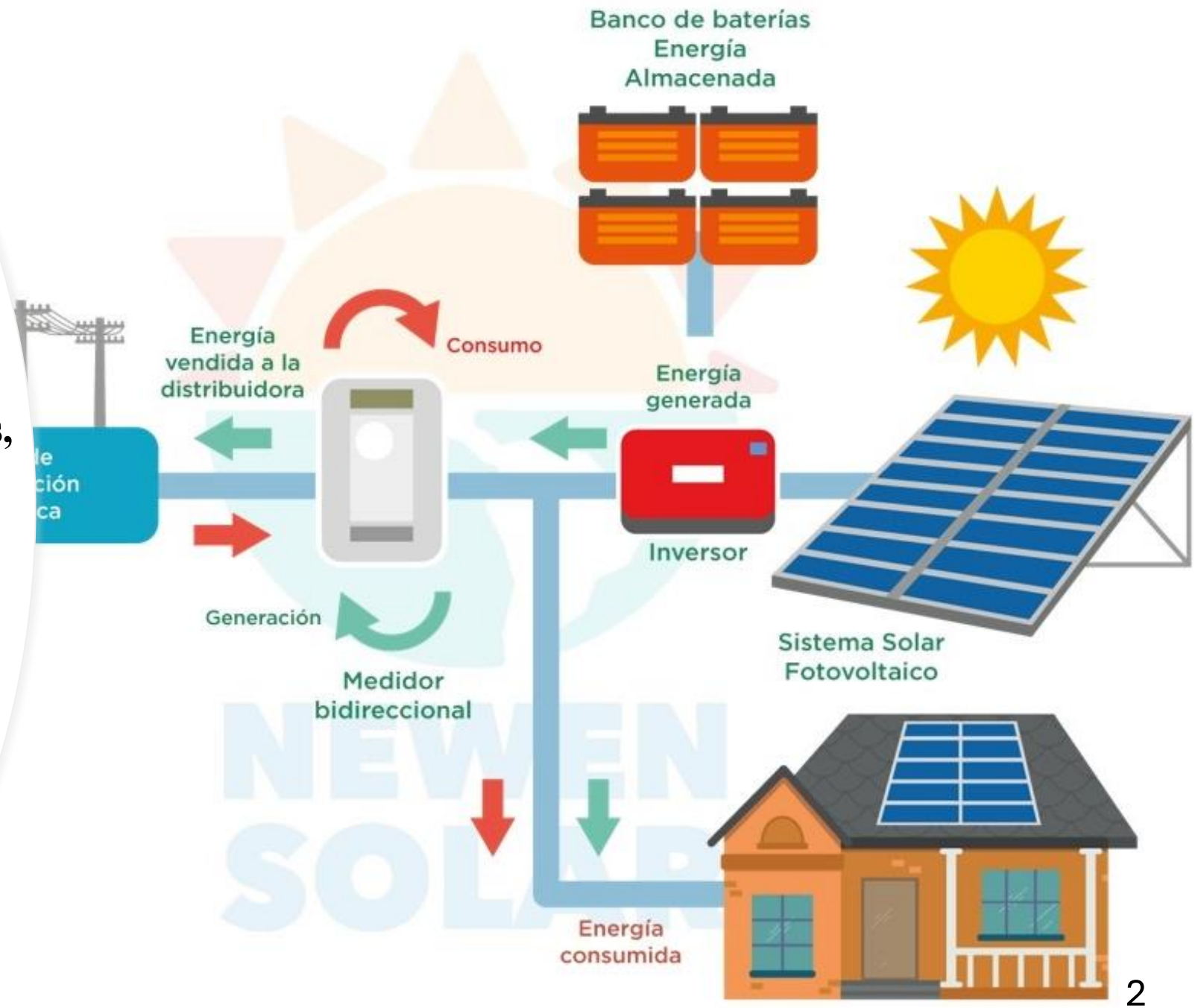
Marco Antonio Hernández Nochebuena
marco_nochebuena@hotmail.com



GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y REDES INTELIGENTES

Dra. Teresa Raquel Granados Luna
tgranadosl@ipn.mx

- **Conceptos básicos**
- **Infraestructura: requerimientos tecnológicos para migración a redes inteligentes.**
- **Uso de tecnologías convencionales, aprovechamiento de recursos renovables y métodos de almacenamiento de energía.**
- **Sistemas de gestión y administración de redes inteligentes.**



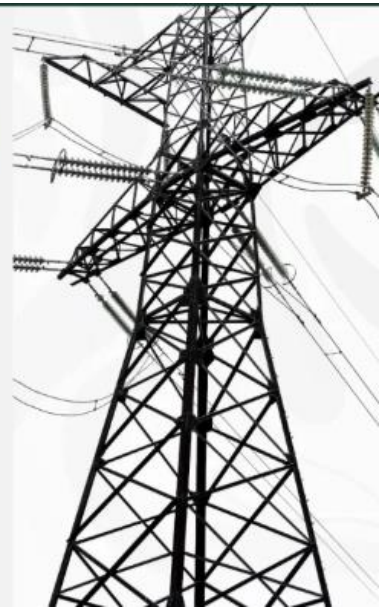
CONCEPTOS BÁSICOS

Generación distribuida: es la generación o el almacenamiento de energía eléctrica a pequeña escala, lo más cercana al centro de carga, con la opción de interactuar (comprar o vender) con la red eléctrica y, en algunos casos, considerando la máxima eficiencia energética.

Rango de la generación distribuida

En la literatura se manejan diferentes rangos: menores a 500 kilowatts (kW); mayores a 1,000 y menores a 5,000 kW; menores a 20,000 kW; menores a 100,000 kW; e inclusive de tan sólo unos cuantos kW, por ejemplo 3 kW.

Preferencia a energía renovable	Generación Distribuida	Autoconsumo Aislado	Autoconsumo Interconectado
Generación	Hasta 0.7 MW	Mayor a 0.7 MW	Entre 0.7 y 20 MW
Interconexión	Con contrato	-	✓
Inyección a la red	✓	-	✓
Permiso	Exento	-	Trámite simplificado, venta de excedentes exclusiva para CFE



Interconexión

Algunos de los aspectos técnicos a considerar en la interconexión son:

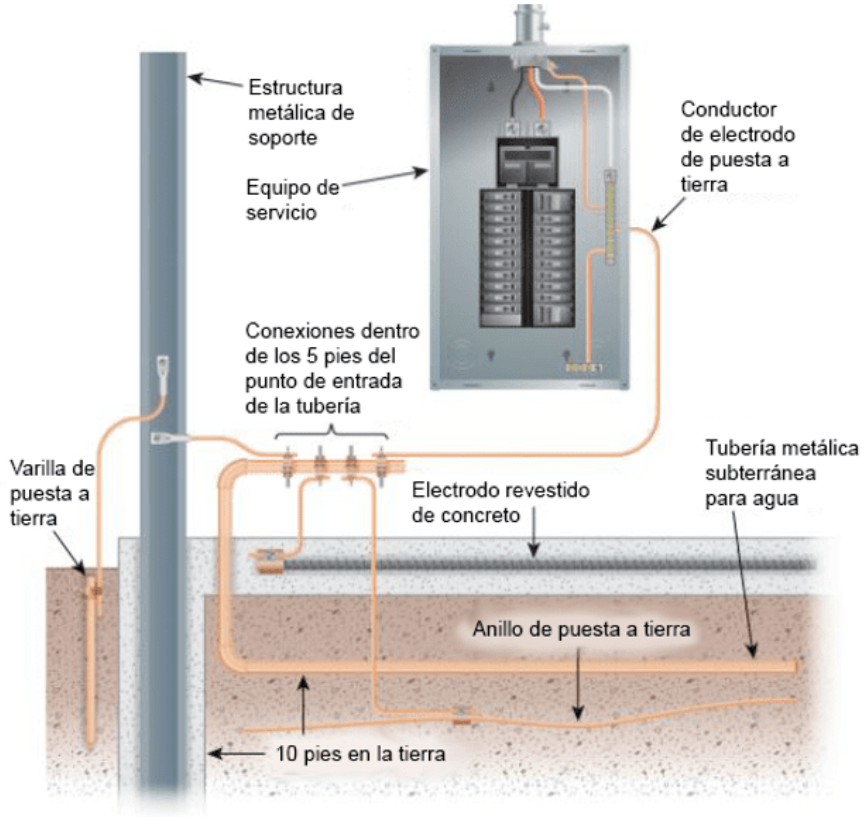
•Relevadores de protección

•Conexión del transformador

•Sistema de puesta a tierra

•Coordinación de protecciones y regulación de la tensión de la compañía







•Equipos de calidad de servicio

•Conformidad con normas de los convertidores de potencia

•Monitoreo y control remoto del grupo

•Mantenimiento preventivo y correctivo periódico

•Sistema de comunicación entre el operador privado y el controlador de la red de distribución





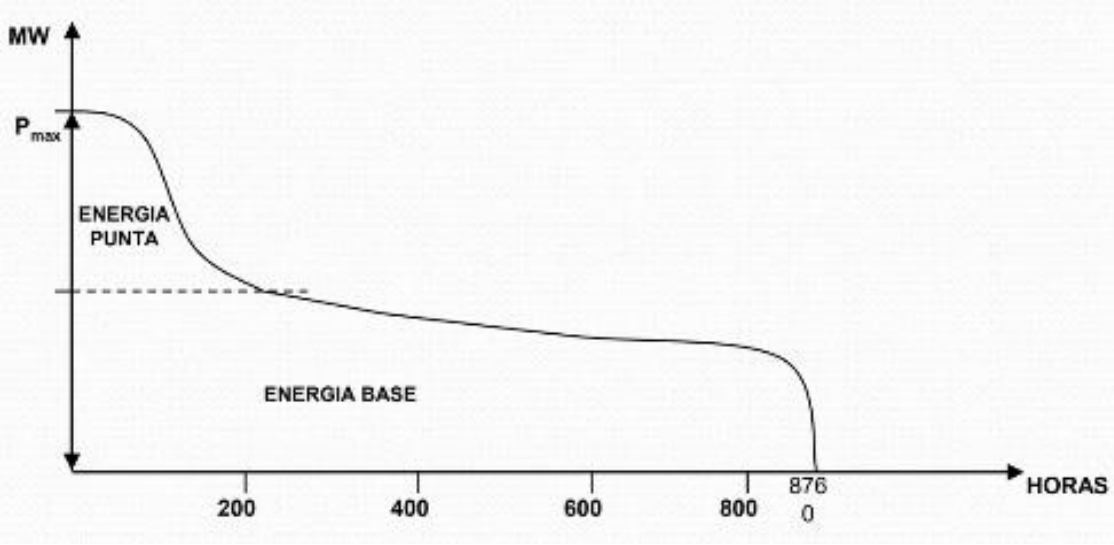
APLICACIONES DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

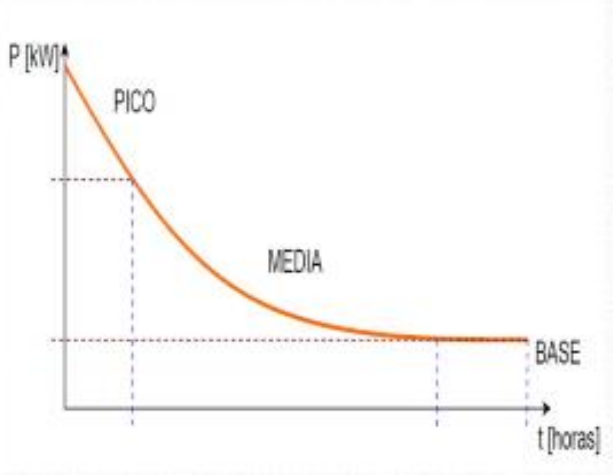
Carga base. Se utiliza para generar energía eléctrica en forma continua; opera en paralelo con la red de distribución; puede tomar o vender parte de la energía, y usa la red para respaldo y mantenimiento



Son de alta potencia. Ejemplos: Centrales Nucleares, Térmicas e Hidráulicas.

Curva de duración de carga.- Esta curva se construye ordenando de mayor a menor las cargas que se presentaron en un periodo de tiempo; lo cual permite una clasificación de las plantas como: centrales de generación bases, intermedias y de punta o pico.



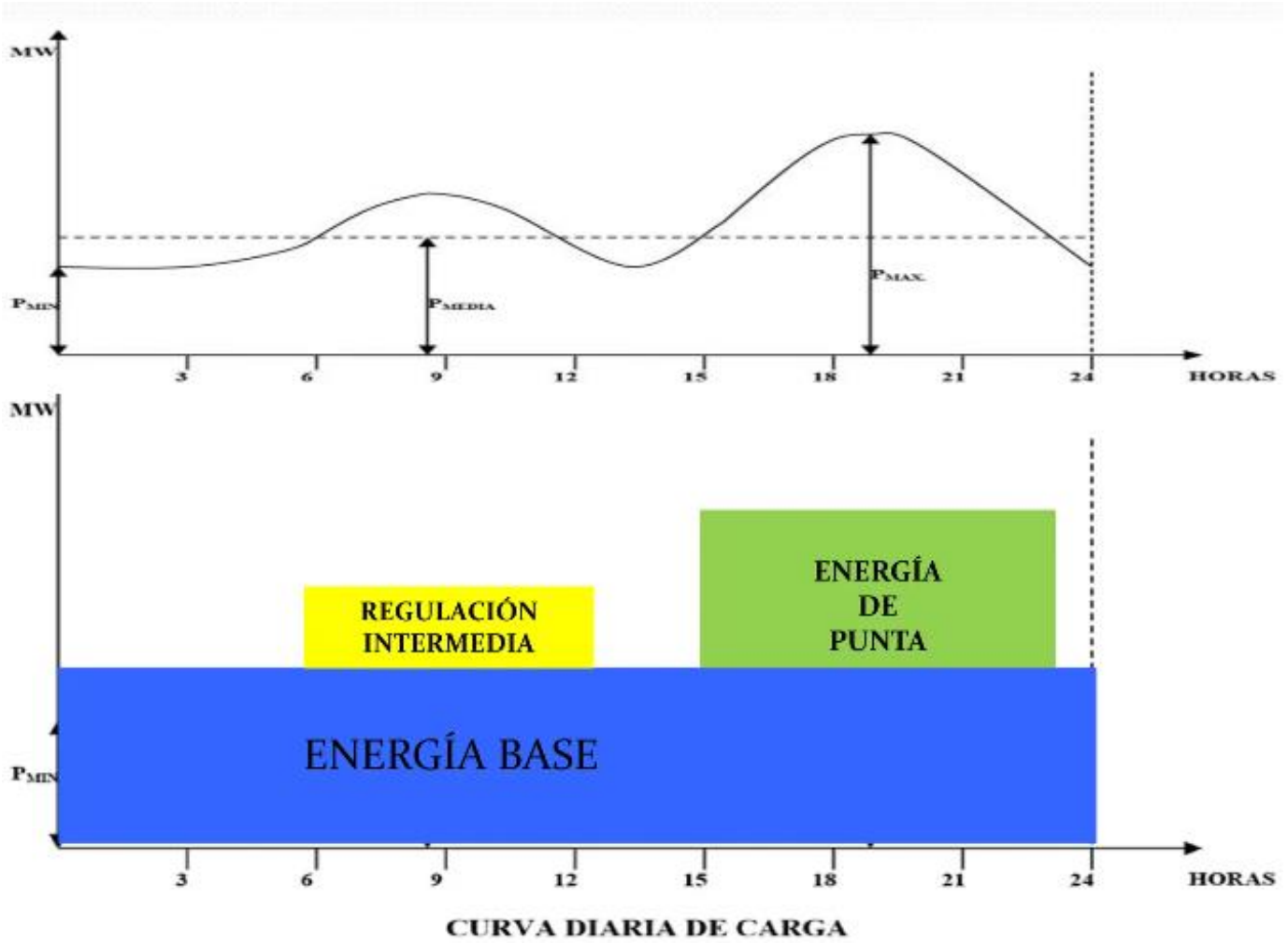


Carga en punta. Se utiliza para suministrar la energía eléctrica en períodos punta, con lo que disminuye la demanda máxima del consumidor, ya que el costo de la energía en este período es el más alto.

Trabajan en espacios cortos de tiempo, pero de forma periódica.

Suelen ser centrales **hidráulicas o térmicas**.





CURVA DIARIA DE CARGA

Generación aislada o remota. Se usa el arreglo para generar energía eléctrica en el modo de autoabastecimiento, debido a que no es viable a partir de la red eléctrica (sistema aislado o falta de capacidad del suministrador).

Supone un importante ahorro en la factura eléctrica.

La generación distribuida mejorará la **gestión de la demanda** tanto a nivel particular como colectivo.

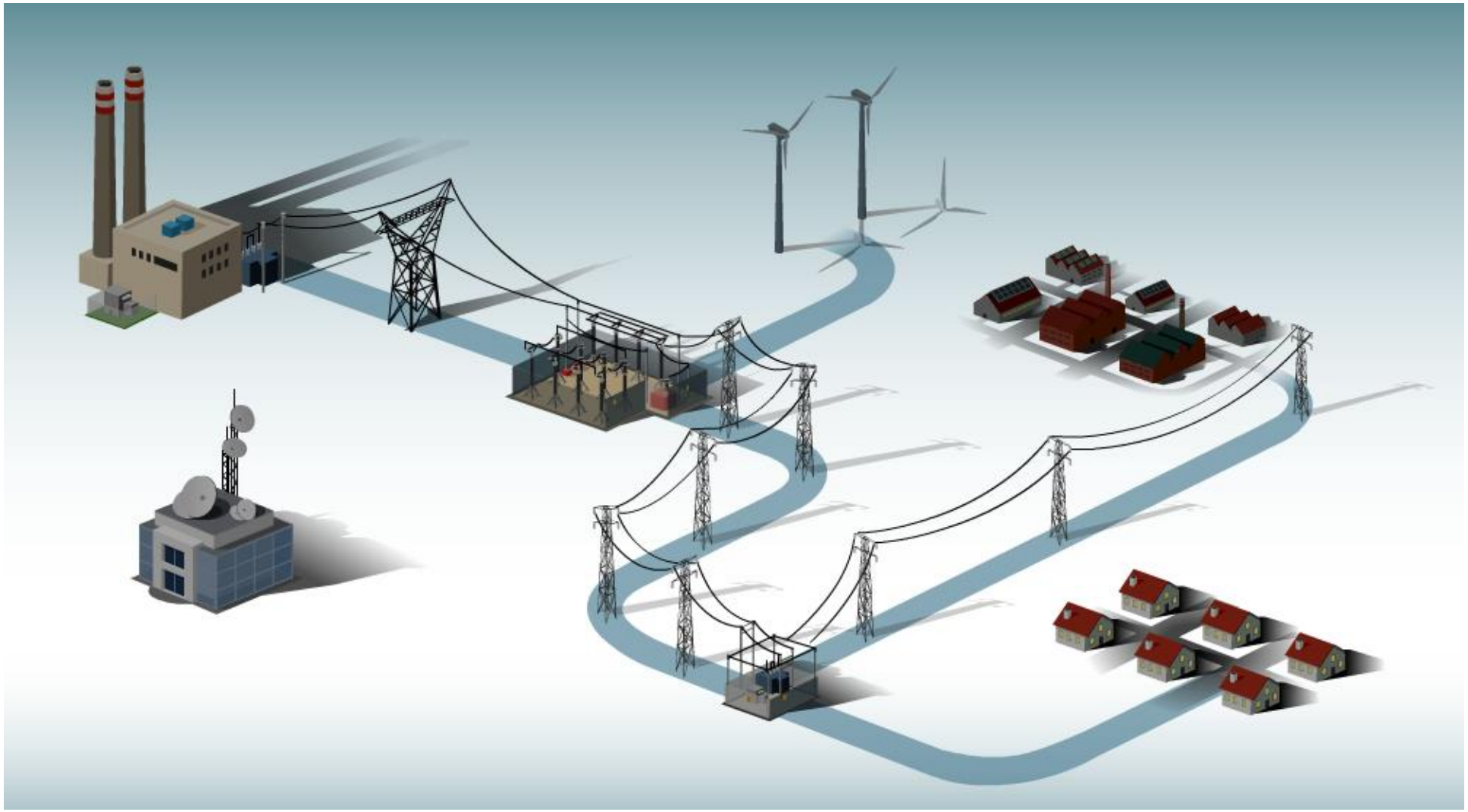
Ayuda a reducir la huella de CO_2 de los consumidores y apoya la **transición energética.**

Impulsa la creación de puestos de trabajo verdes en empresas sostenibles.

Su desarrollo impulsará la electrificación del transporte y transformará las ciudades.



Soporte a la red de distribución. A veces en forma eventual o bien periódicamente, la empresa eléctrica requiere reforzar su red eléctrica instalando pequeñas plantas, incluida la subestación de potencia, debido a altas demandas en diversas épocas del año, o por fallas en la red.



Almacenamiento de energía. Se puede tomar en consideración esta alternativa cuando es viable el costo de la tecnología a emplear, las interrupciones son frecuentes o se cuenta con fuentes de energía renovables.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
MECÁNICO	**ELECTROQUÍMICO**	**ELÉCTRICO**
HIDROBOMBEO - PHS	BATERÍAS SECUNDARIAS	CONDENSADOR
AIRE COMPRIMIDO - CAES	Acido de Plomo/ NiCd NiMh / Li / NaS	DE DOBLE CAPA - DLC
VOLANTE DE INERCIA - FES	BATERÍAS DE FLUJO	SUPERCONDUCTORES
	REDOX / FLUJO HÍBRIDO	BOBINA MAGNÉTICA - SMES
	QUÍMICO	**TÉRMICO**
	HIDRÓGENO	CALOR SENSIBLE
	ELECTRÓLISIS / CELDA DE COMBUSTIBLE / SNG	SALES FUNDIDAS / A-CAES

INFRAESTRUCTURA: REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS.

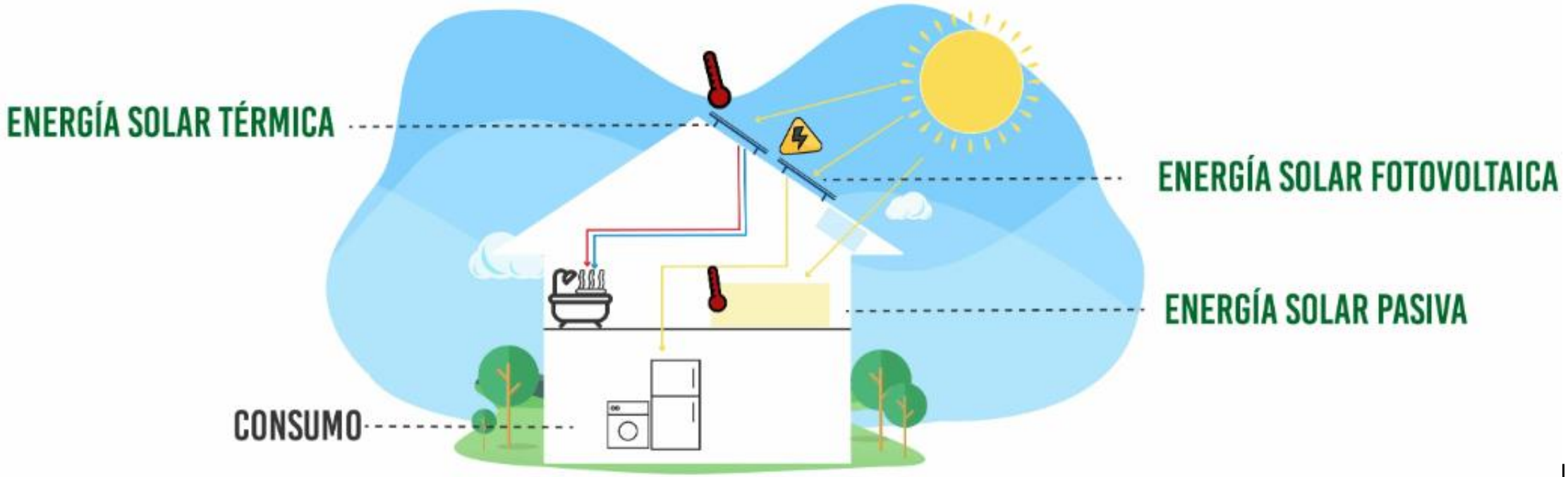
Esta infraestructura incluye sistemas como paneles solares en techos, pequeñas turbinas eólicas y sistemas de cogeneración, que se conectan a la red eléctrica local. El objetivo es promover la autosuficiencia, reducir pérdidas de transmisión, mejorar la resiliencia y, en muchos casos, usar fuentes renovables.



COMPONENTES Y TECNOLOGÍA.

•**Fuentes de energía:** Utiliza recursos a pequeña escala, principalmente renovables como la solar fotovoltaica (que domina el mercado) y la eólica. También existen otras tecnologías como la cogeneración.

La energía solar es aquella que se obtiene directamente del sol mediante la radiación solar. Se trata de una energía renovable, ya que utiliza el sol como energía natural, limpia e inagotable. Por lo tanto, podemos decir que la energía solar es la producida por la luz solar (energía solar de tipo fotovoltaica) o por el calor (energía solar de tipo térmica).



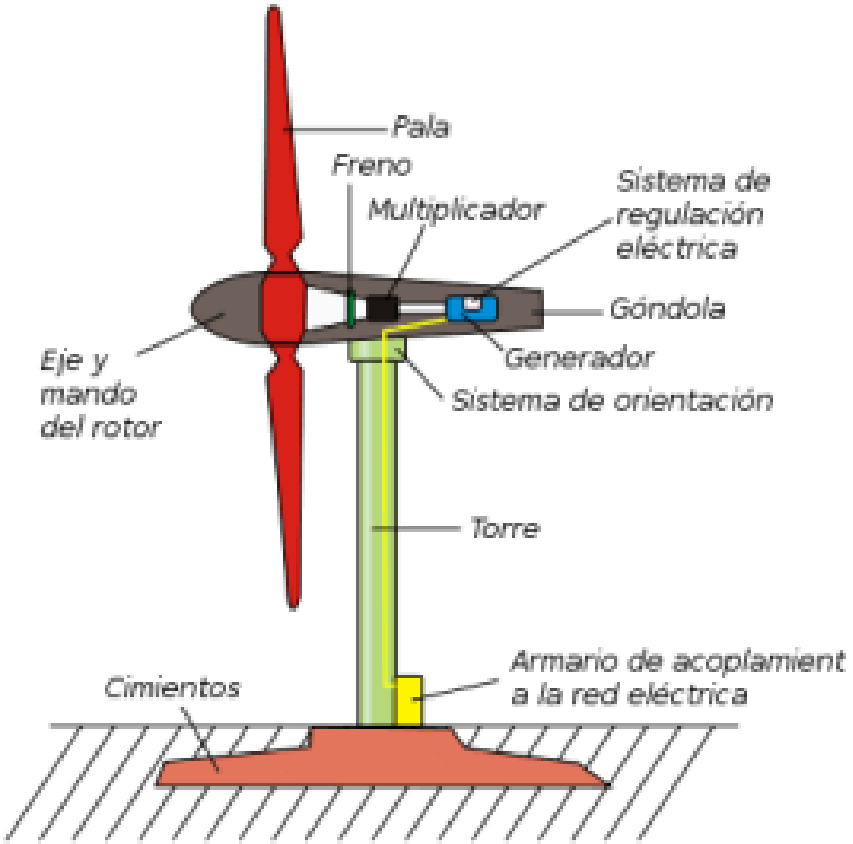
1.Energía solar fotovoltaica: Es la que se encarga de convertir la luz del sol en electricidad.

2.Energía solar térmica: Es aquella que utilizar el calor del Sol para calentar un fluido, como puede ser agua o aceite, que se utiliza para distintos fines.

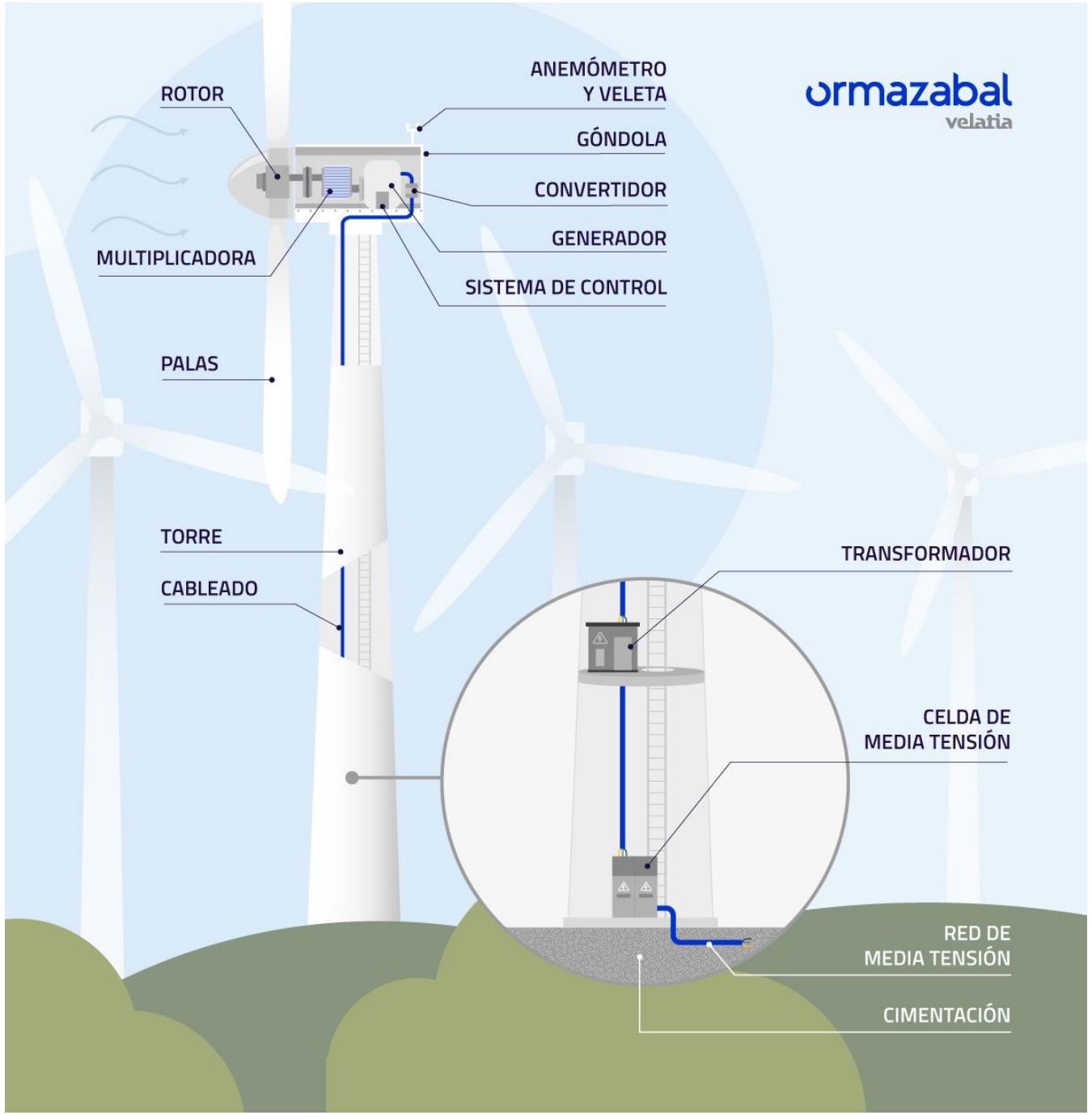


Energía eólica:

Se obtiene de la fuerza del viento, convirtiendo su energía cinética en energía mecánica mediante aerogeneradores y luego en electricidad a través de generadores.







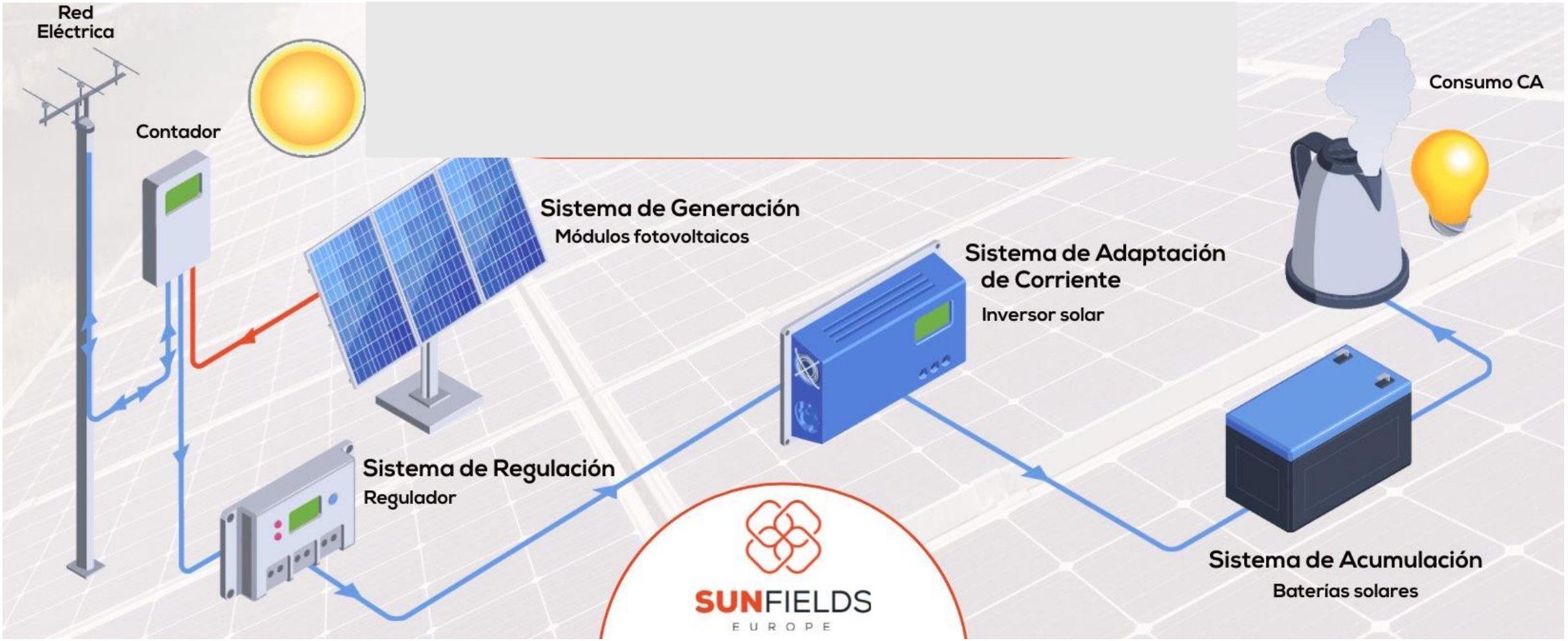
Una **veleta** es un dispositivo para medir la dirección del viento.

Un **anemómetro** es un dispositivo útil para medir tanto la velocidad como la dirección del viento.

Góndola: Es una sala que contiene complejos elementos, fundamentales para convertir la energía mecánica de rotación en eléctrica.

Celda de media tensión: Es un elemento crítico similar a un interruptor doméstico; se trata de un dispositivo mecánico de conmutación que permite transportar la corriente generada.

•**Infraestructura de instalación:** Los sistemas se instalan directamente en el sitio de consumo, como en los techos de edificios, estacionamientos o terrenos adyacentes.

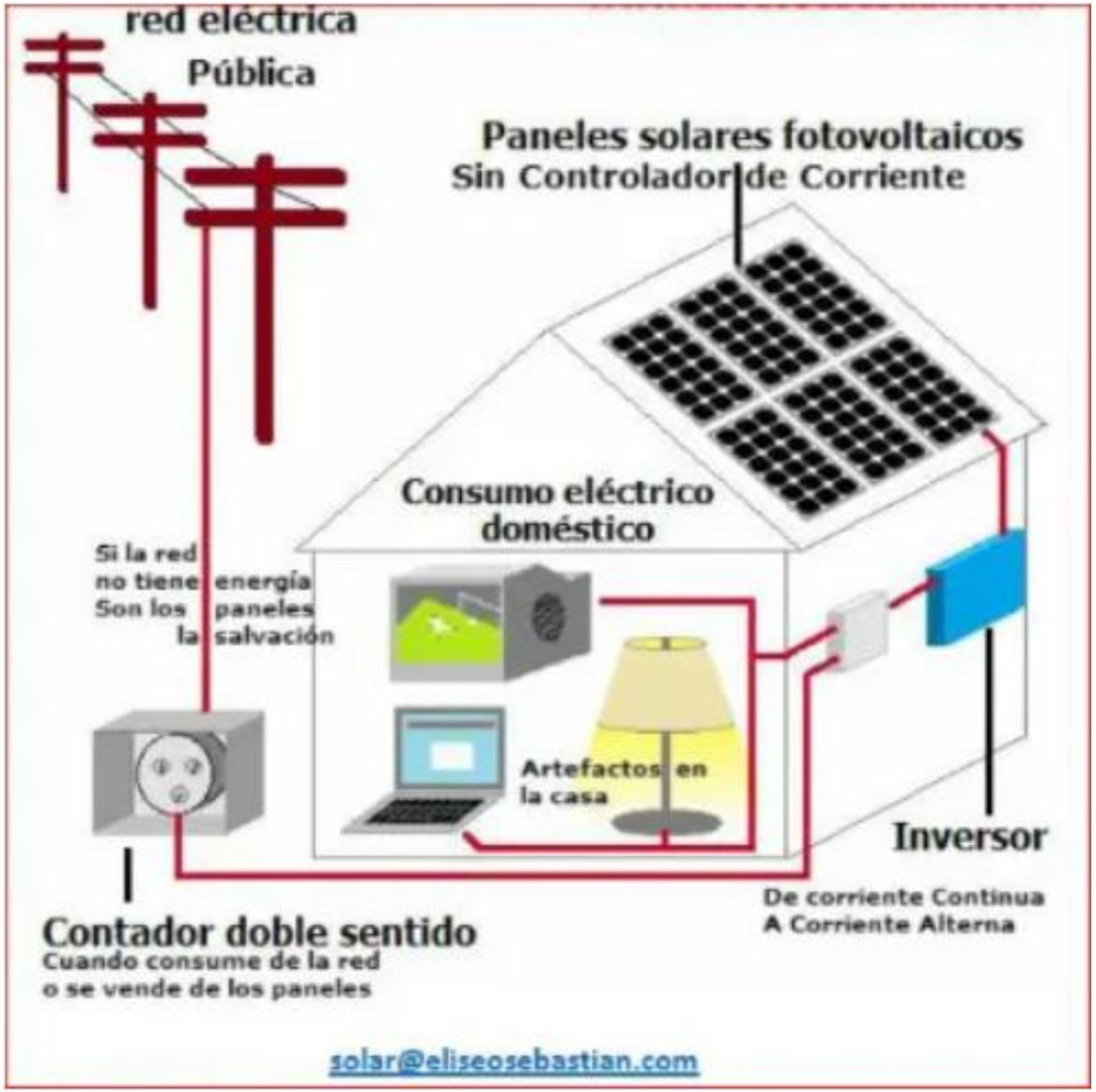


TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

•Sistemas conectados a la red

Un sistema fotovoltaico conectado a red **funciona en paralelo con la red eléctrica pública**. Están compuestos por módulos solares, inversores, cableado, estructura soporte y sistema de monitorización.

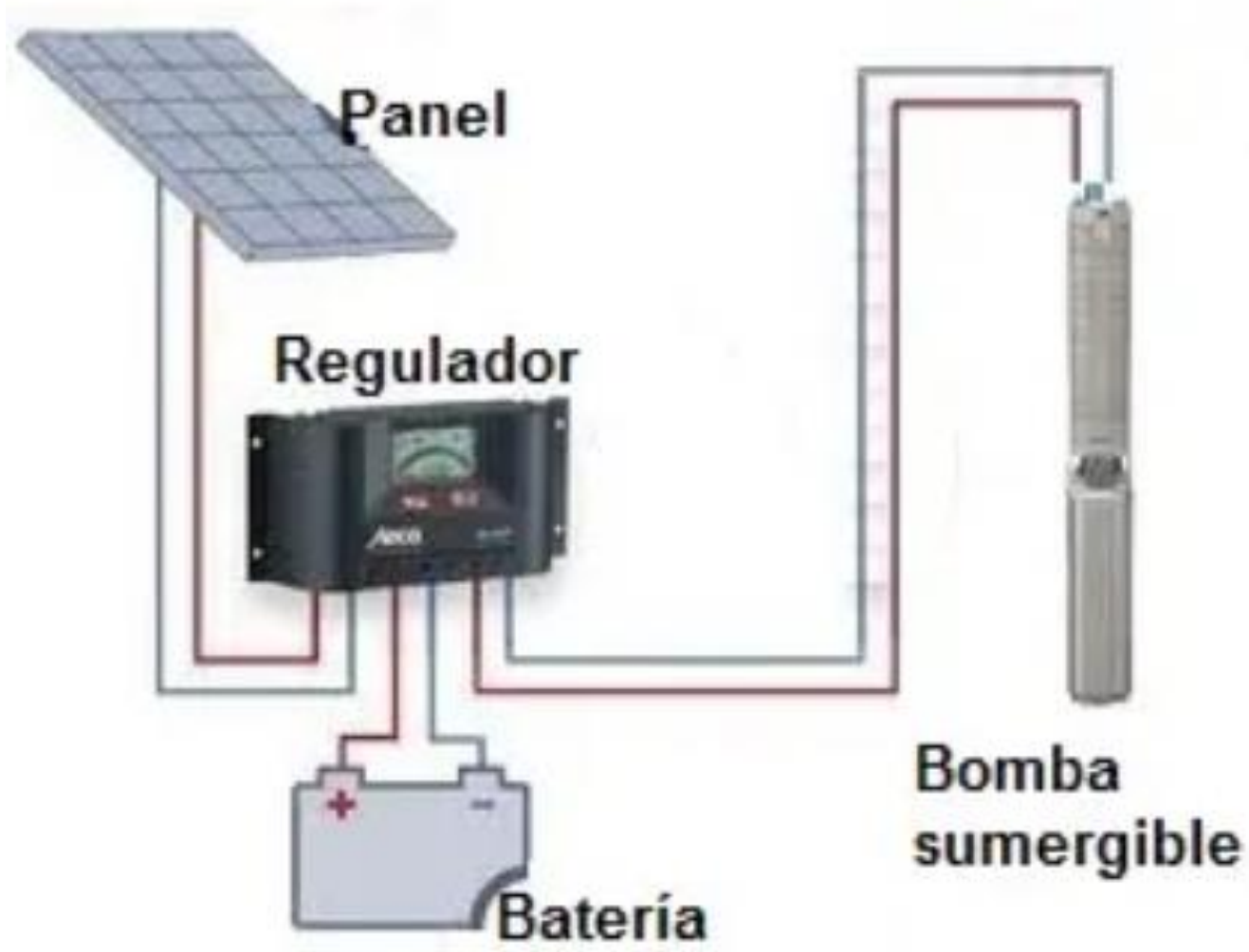
El uso de baterías es opcional y depende de las necesidades de la vivienda o edificio donde esté instalado el sistema.



•**Sistemas aislados**

Un sistema fotovoltaico autónomo, también conocido como sistema aislado, funciona **independientemente de la red eléctrica**.

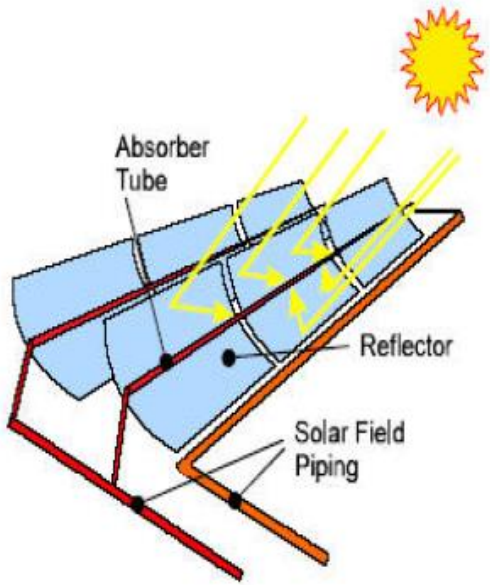
Genera y almacena electricidad para su uso principalmente en viviendas, proporcionando energía en zonas remotas o aisladas donde el acceso a la red no está disponible o es inestable.

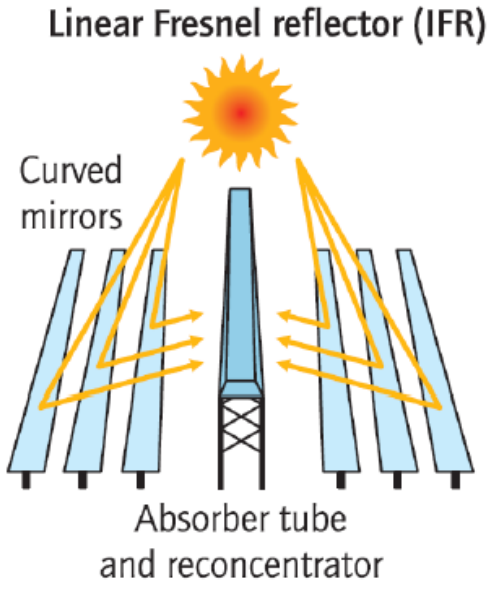


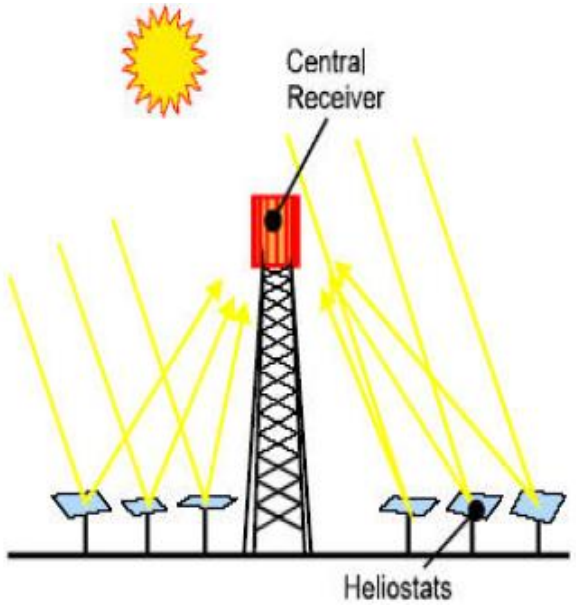
•Sistemas fotovoltaicos de concentración

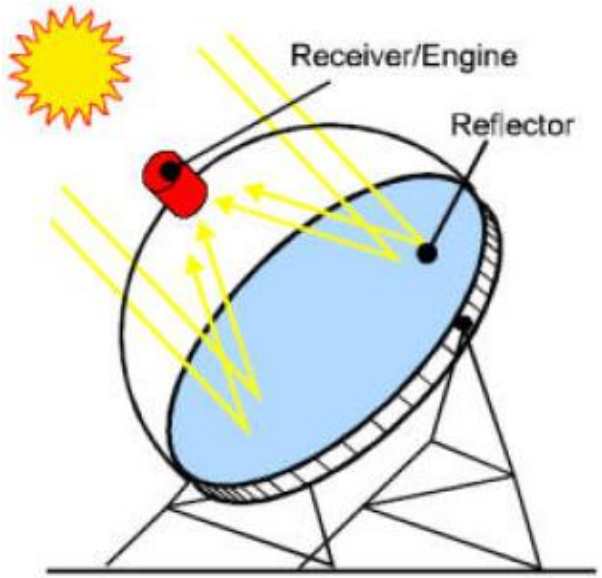
Utilizan lentes o espejos para enfocar la luz solar sobre células solares de alta eficiencia, aumentando significativamente su rendimiento.

Estos sistemas deben seguir la trayectoria del sol y a menudo requieren refrigeración para disipar el calor, ya que el enfoque de la luz genera temperaturas muy altas.



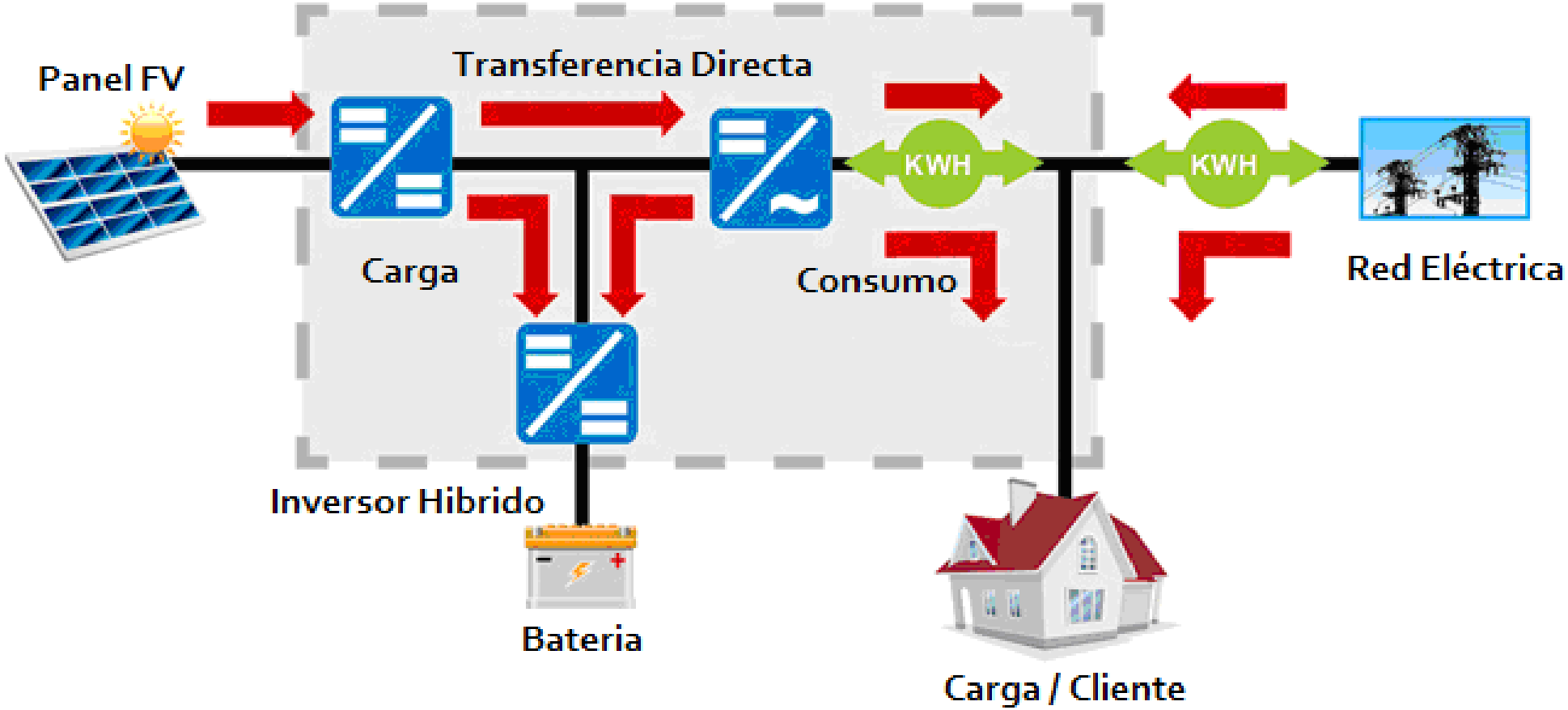






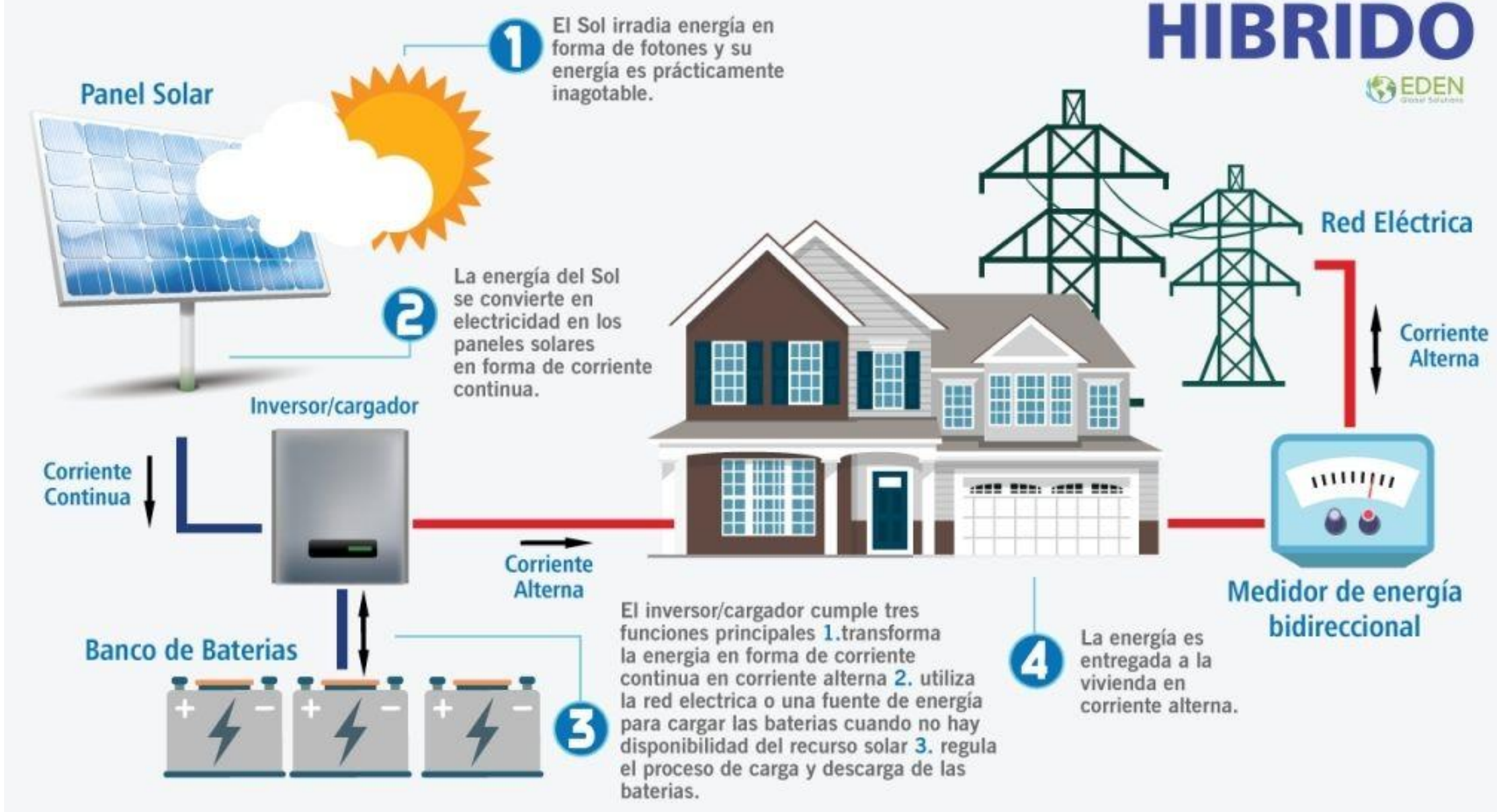
Sistemas híbridos.

Combinan la energía solar con otra fuente de energía, como la red pública, o un generador de reserva (grupo electrógeno), para acumular energía cuando hay excedentes de producción, o la electricidad es más barata y proporcionar un suministro eléctrico fiable, económico y flexible.



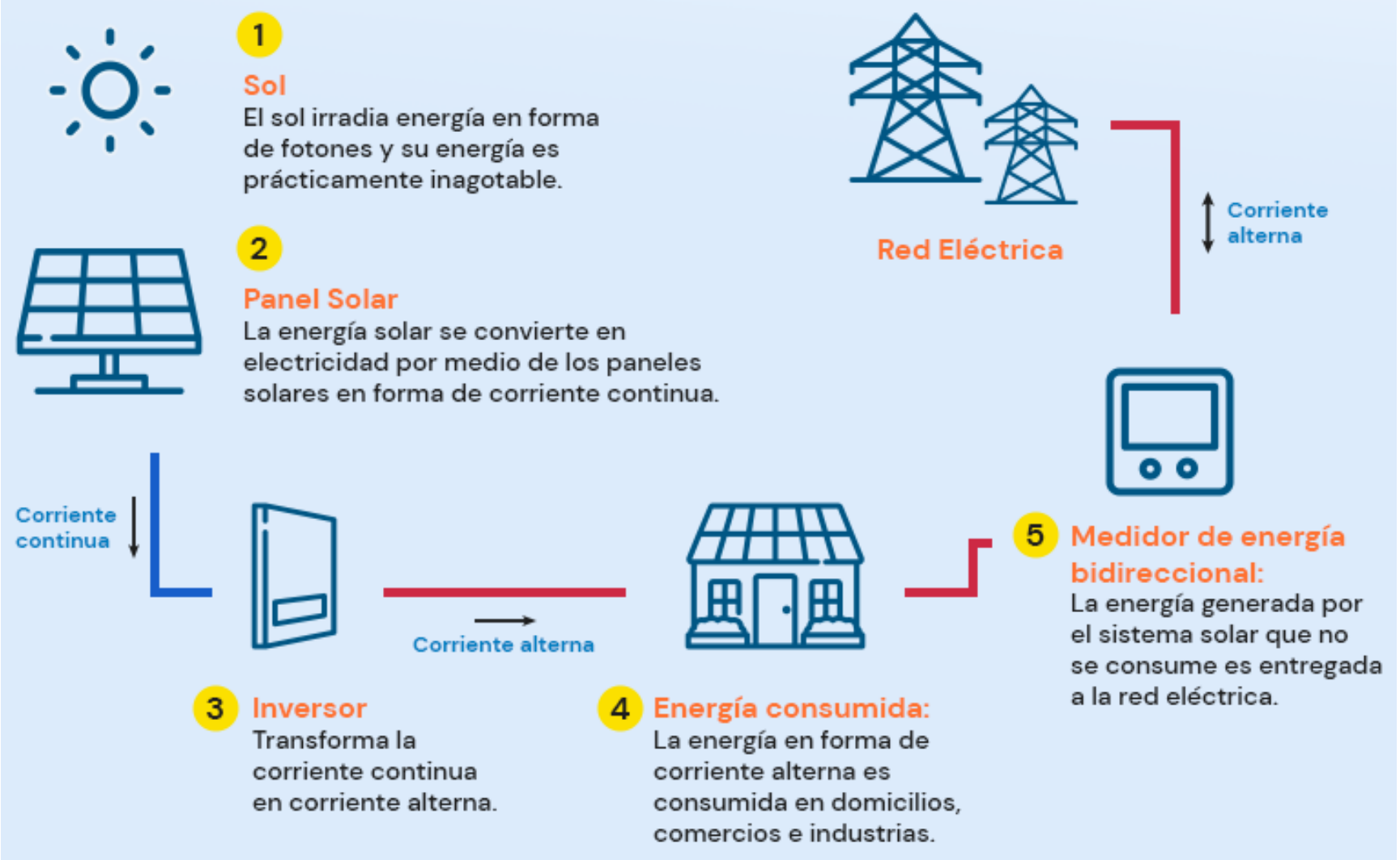
HIBRIDO

EDEN



On Grid (o T-Grid si es para ventas)

Un sistema de energía solar fotovoltaica que sólo está conectado a una red de suministro eléctrico. Cuando la energía solar está disponible, el sistema va a vender la energía que genera el sol de nuevo a la red de suministro eléctrico.



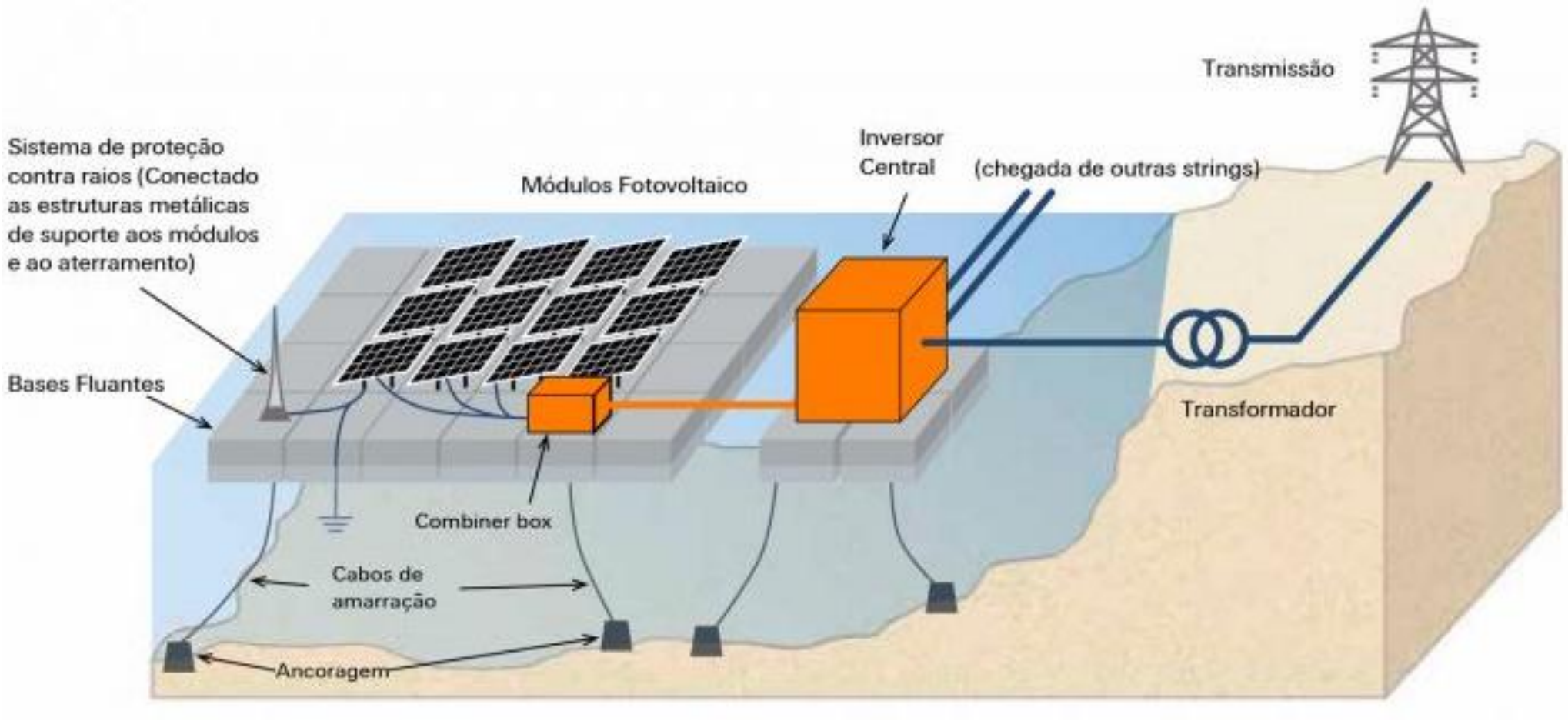
Off Grid

Un sistema fotovoltaico independiente se refiere a un sistema, que no está conectado a la red de suministro eléctrico. La electricidad que consume proviene exclusivamente de la energía generada a través de generadores fotovoltaicos. Estos tipos de sistemas almacenan el excedente de energía en baterías.



Un sistema fotovoltaico flotante (FPV en inglés).

Se monta en estructuras flotantes sobre masas de agua como lagos, embalses o estanques. El funcionamiento es el de un sistema fotovoltaico convencional, pero con la ventaja de no ocupar tierra destinada a otras actividades (cultivos, pastoreo).




Inversor, control y
transformación eléctrica
Módulos fotovoltaicos
Estructura flotante
Sistema de anclaje
HOGARSENSE

TIPOS DE SISTEMAS EOLICOS.

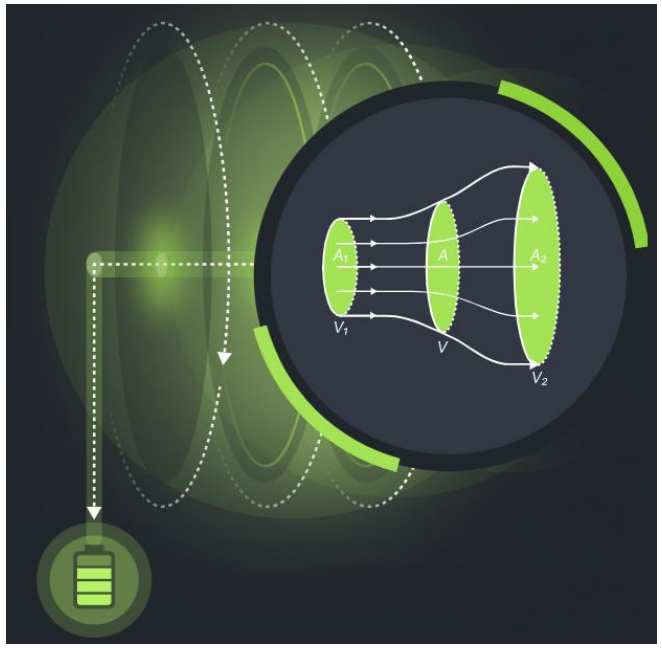
Los tipos principales de aerogeneradores se clasifican según la orientación de su eje de rotación (horizontal o vertical) y su ubicación (terrestre u offshore). Además, se pueden agrupar según su velocidad de rotación (fija o variable) o su tamaño (minieólica, microeólica).



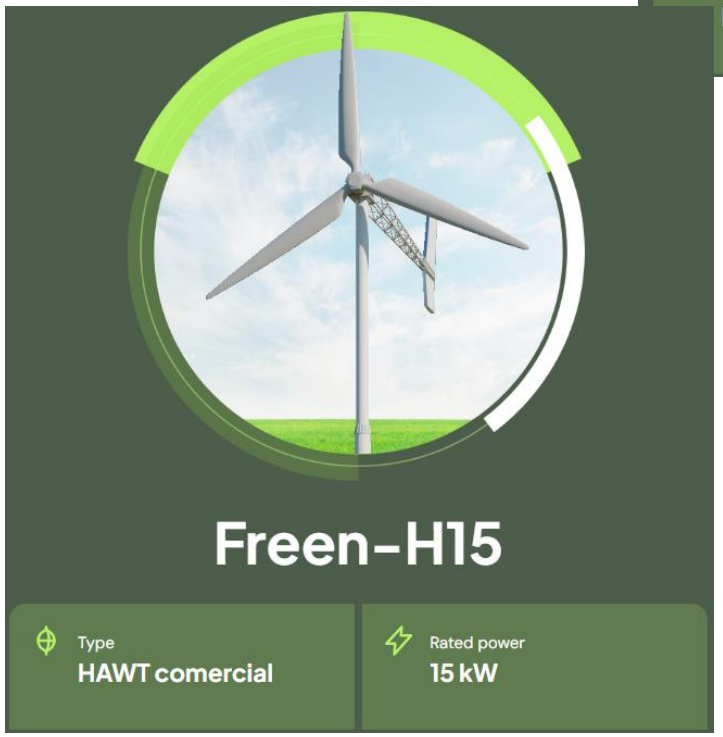
Aerogeneradores de eje horizontal (HAWT)

Es el diseño de turbina más utilizado, en el que el eje del rotor está montado de forma paralela al suelo y a la dirección del viento.

Esta alineación permite captar vientos constantes y de alta velocidad con gran eficiencia, lo que las hace ideales para zonas abiertas como áreas costeras, terrenos agrícolas y corredores de viento.



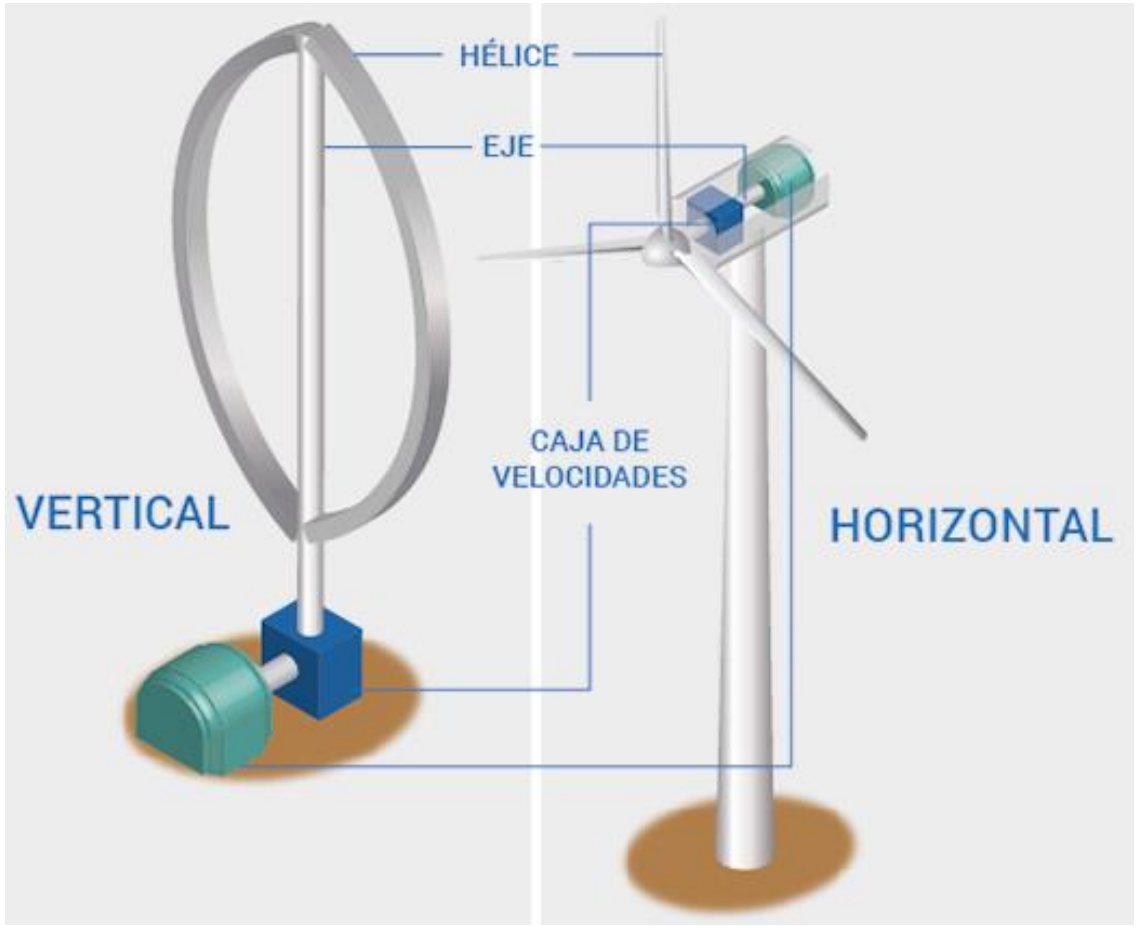




Aerogeneradores de eje vertical (HAWT)

Aprovechan mejor el viento racheado y con turbulencias, y no precisan de sistema de orientación, ya que normalmente están diseñados para captar el viento de cualquier parte.





Aerogeneradores terrestres (Onshore)

Son turbinas eólicas instaladas en tierra firme para generar electricidad a partir del viento. Se encuentran comúnmente en parques eólicos.

Aerogeneradores marinos (Offshore)

Son grandes turbinas eólicas instaladas en el mar para generar electricidad aprovechando el viento, que es más fuerte y constante que en tierra. Se apoyan en cimentaciones fijas en el fondo marino (como monopilotos, de gravedad o jackets) o en plataformas flotantes, lo que permite su instalación incluso en aguas muy profundas.





Aerogenerador de Eje Horizontal



Aerogenerador de Eje Vertical



Aerogenerador Offshore



Mini Aerogenerador doméstico

Modelo aerogenerador	Ventajas	Desventajas	Uso Ideal	Potencia Estimada (kW)
Eje Horizontal	Alta eficiencia	Requieren mucho espacio	Grandes parques eólicos	2000-8000 kW
Eje Vertical	Menos espacio	Menor eficiencia	Zonas urbanas	10-100 kW
Offshore	Mayor producción	Costo elevado	Mar adentro	Hasta 10000 kW o más
Mini aerogeneradores	Fácil instalación	Producción limitada	Uso individual o pequeñas comunidades	5-50 kW

Parque Eólico.

Conjunto de aerogeneradores ubicados en una misma área destinados a convertir la energía del viento en energía eléctrica para los consumidores. Estos, pueden extenderse tanto en tierra (onshore) como en el mar (offshore).

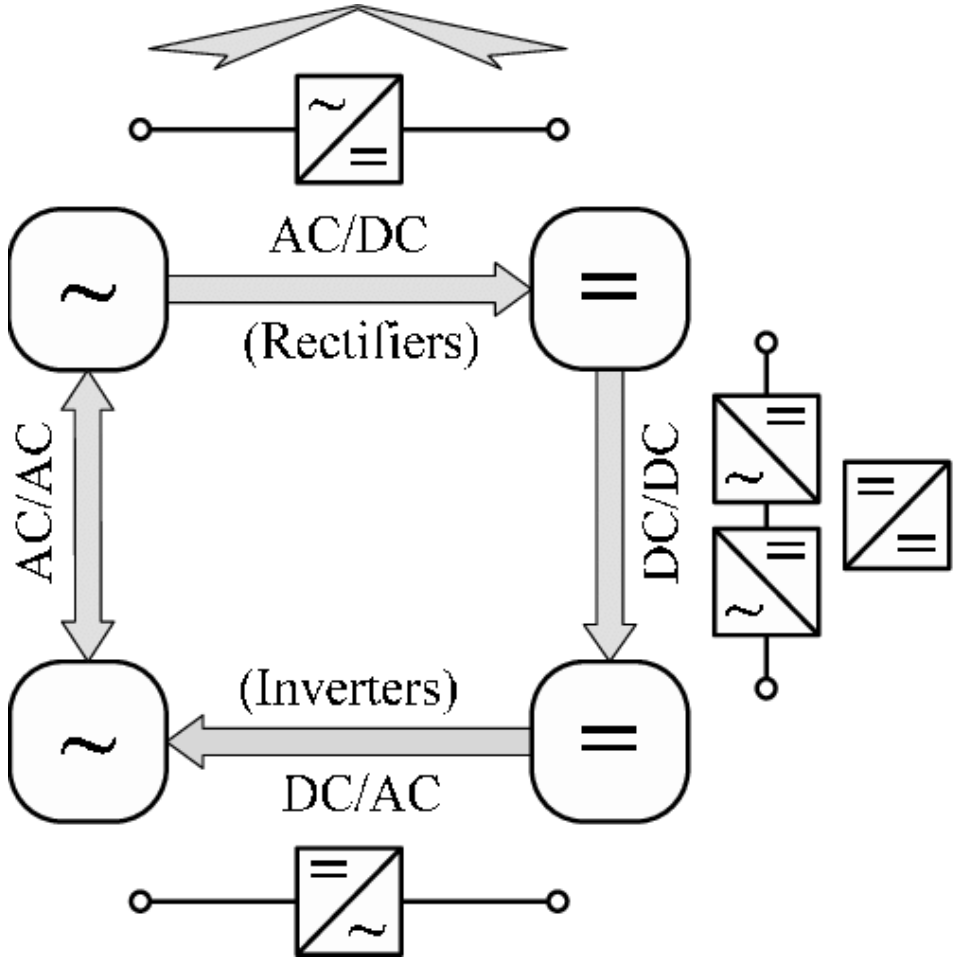




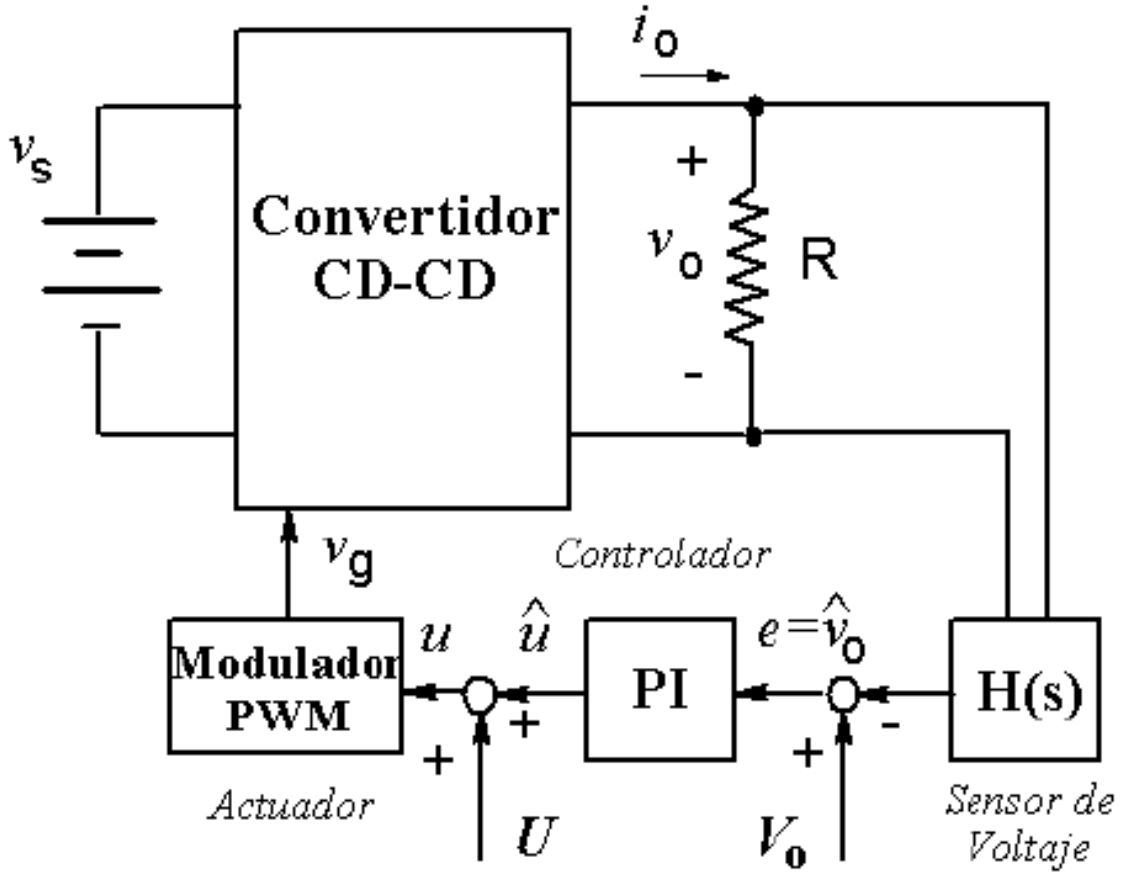
OffShore/Flotantes **Onshore** **Urbanos**

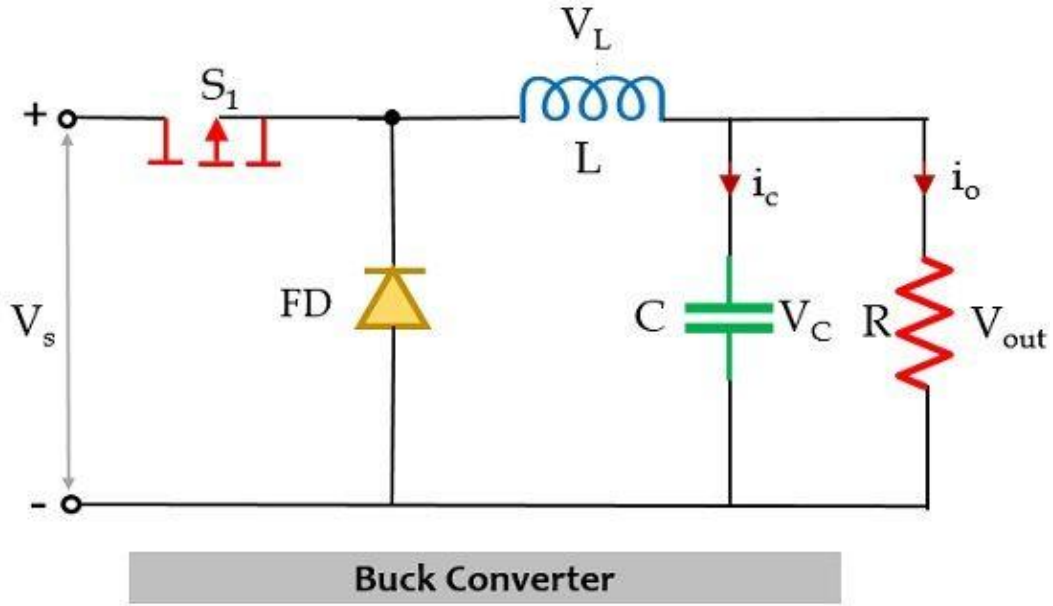
Sistemas de conversión.

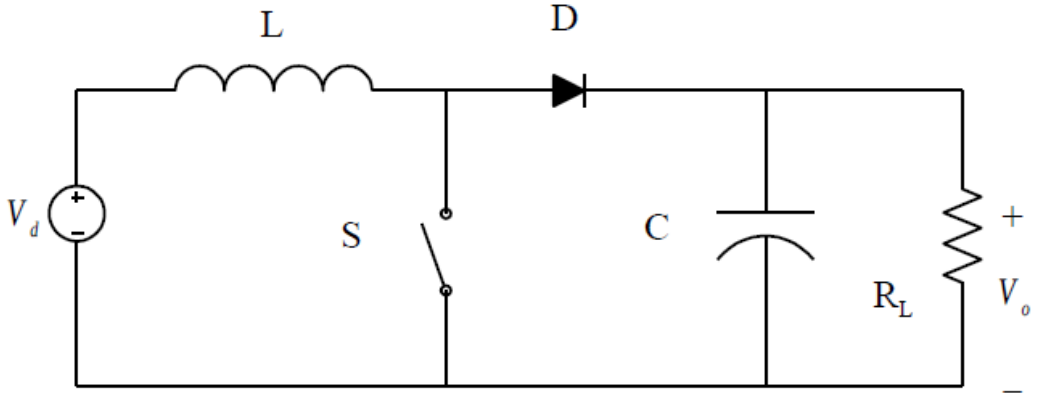
Se emplean inversores para convertir la energía generada (por ejemplo, de corriente continua a alterna) para que sea utilizable.



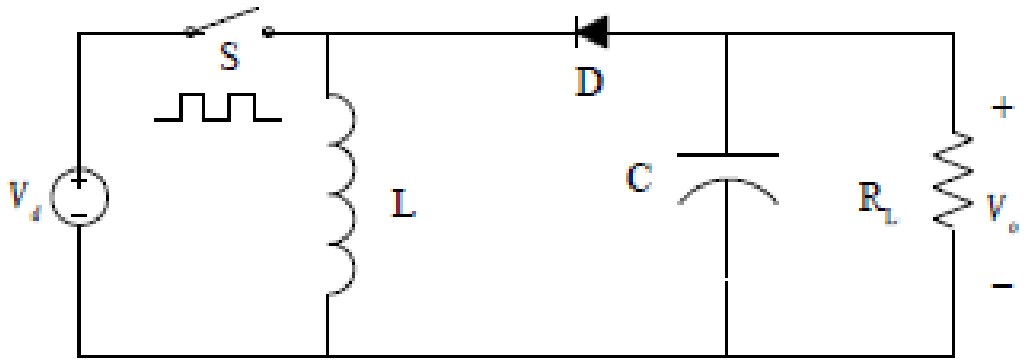
CONVERTIDORES DE CD-CD



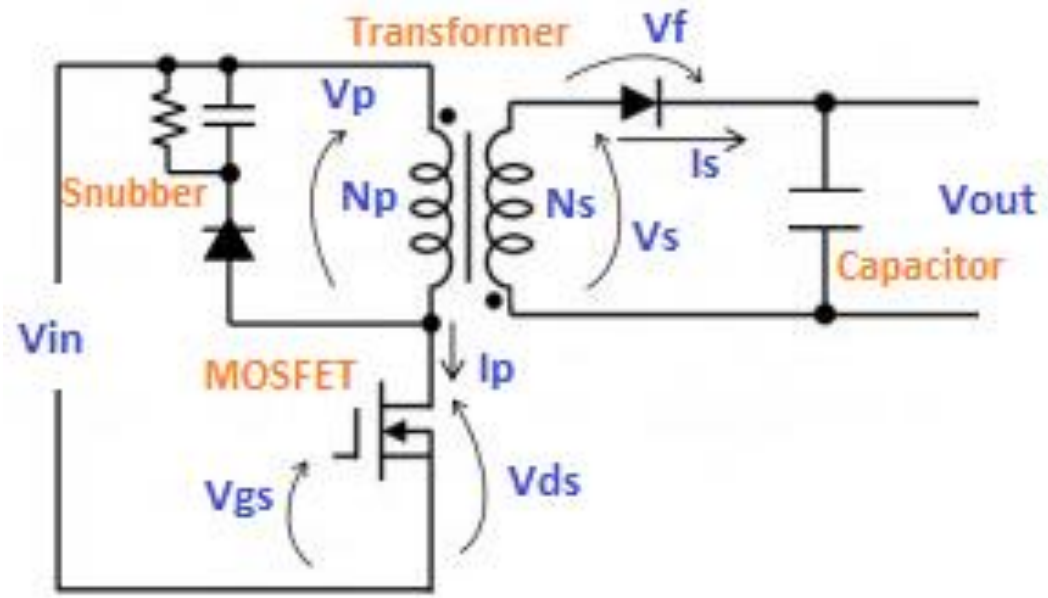




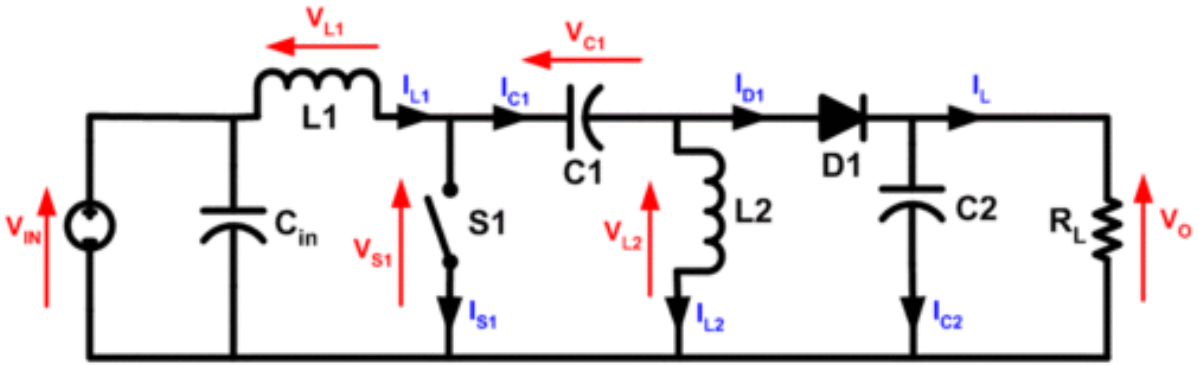
CONVERTIDOR ELEVADOR



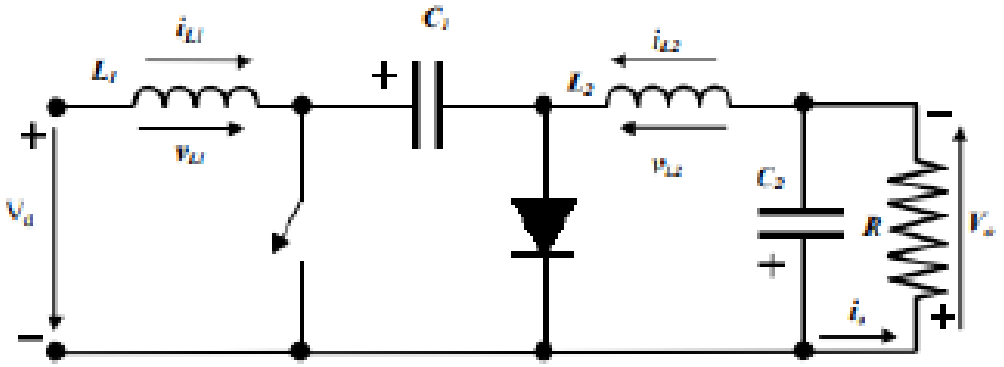
CONVERTIDOR
REDUCTOR - ELEVADOR



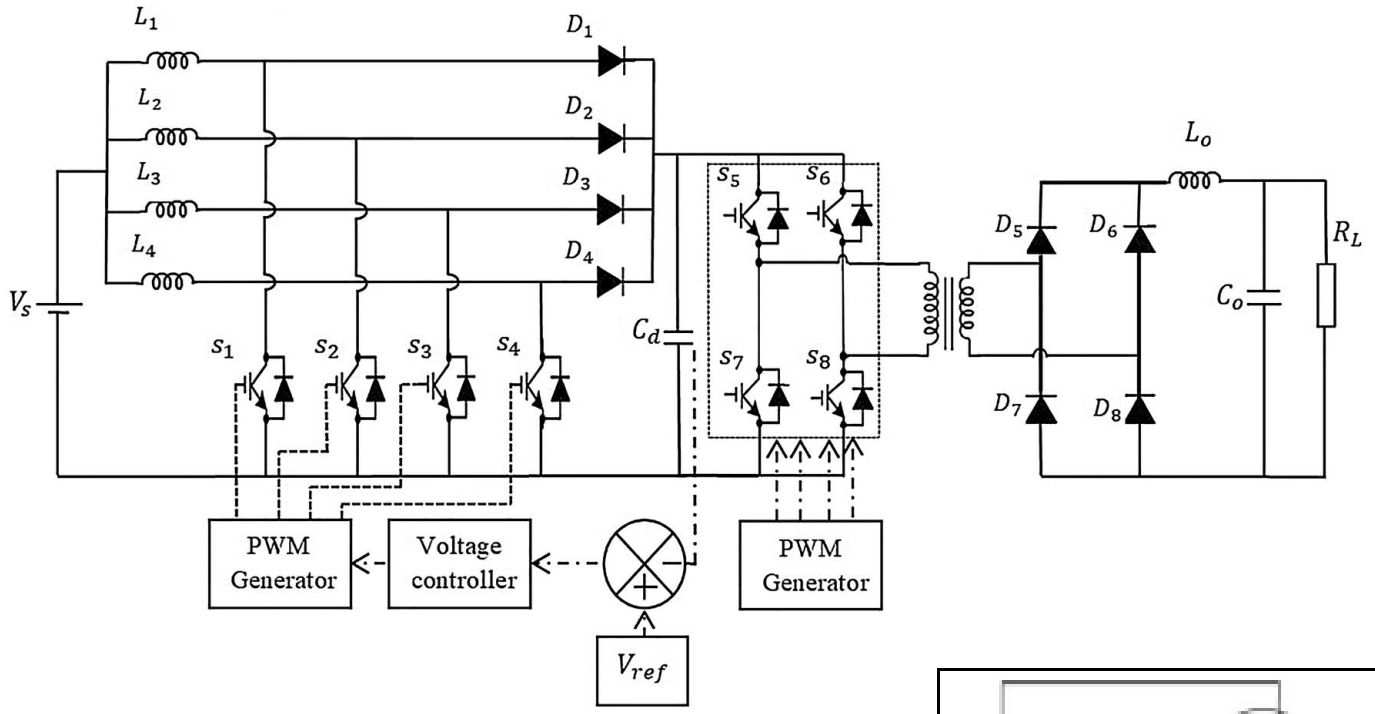
CONVERTIDOR FLYBACK



CONVERTIDOR SEPIC

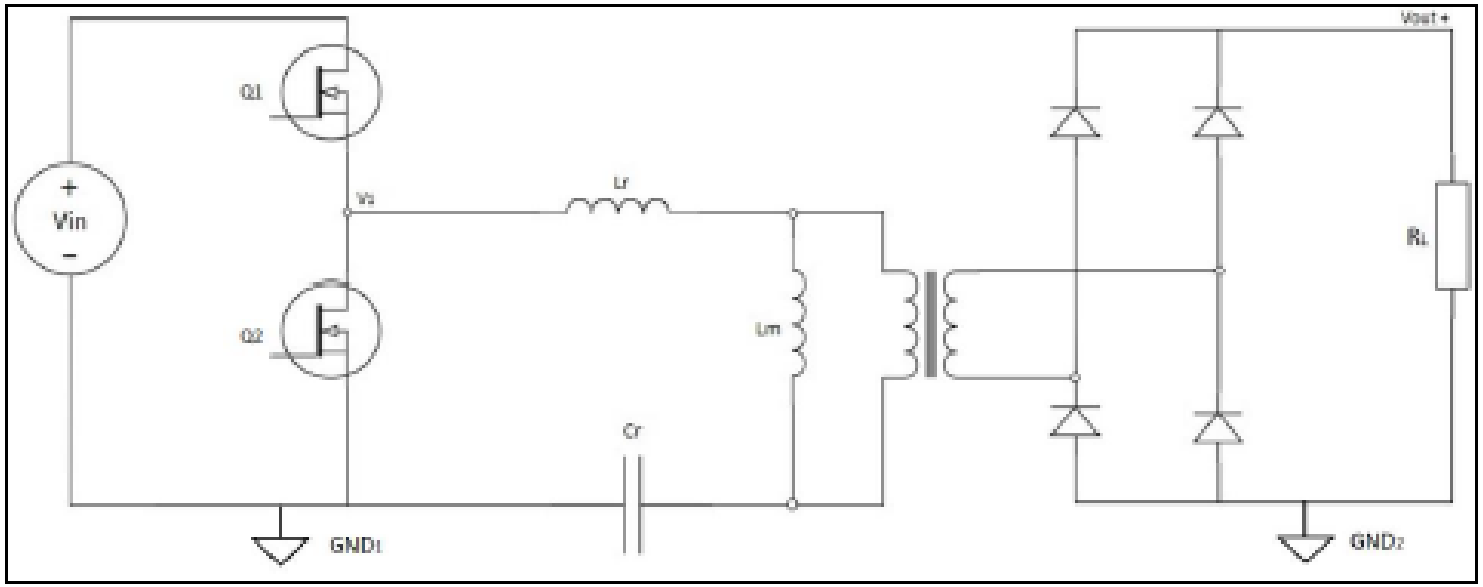


CONVERTIDOR CUK



CONVERTIDOR INTERCALADO

CONVERTIDOR RESONANTE



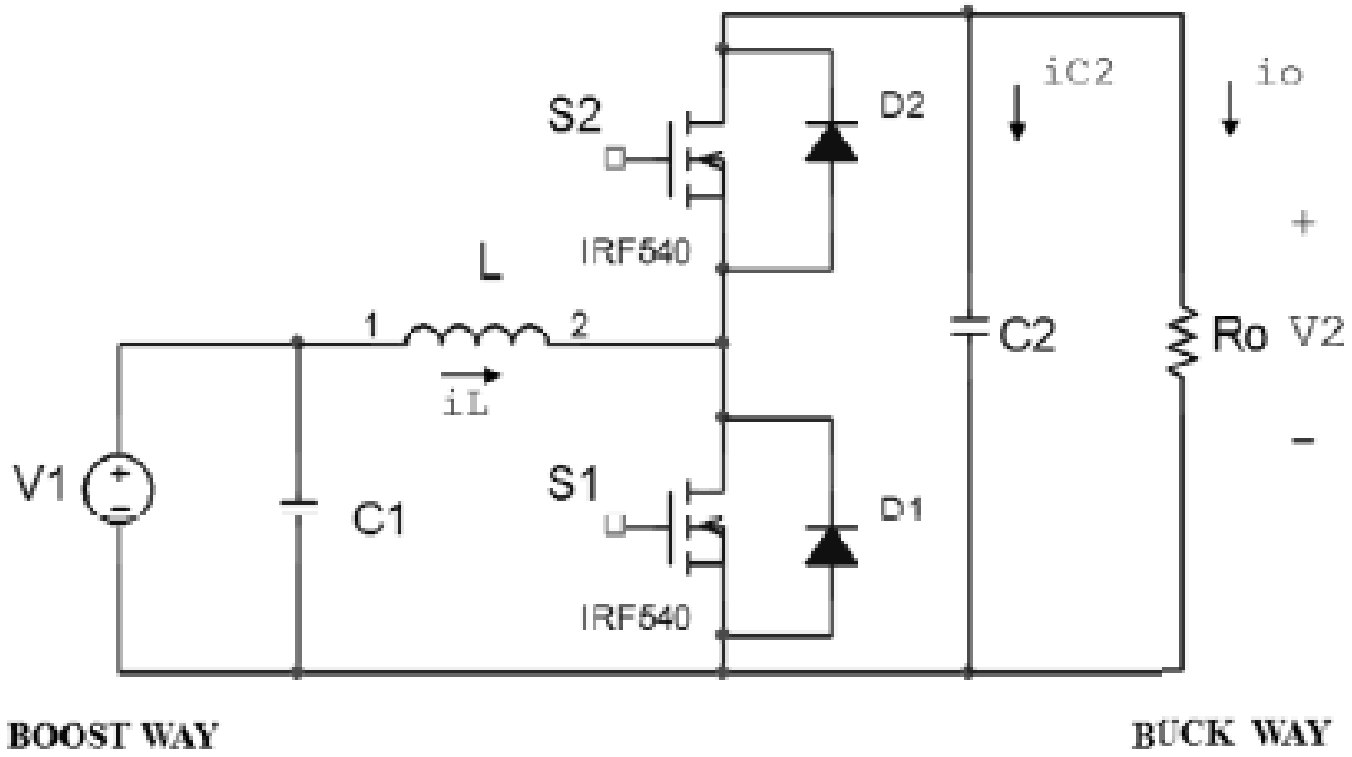
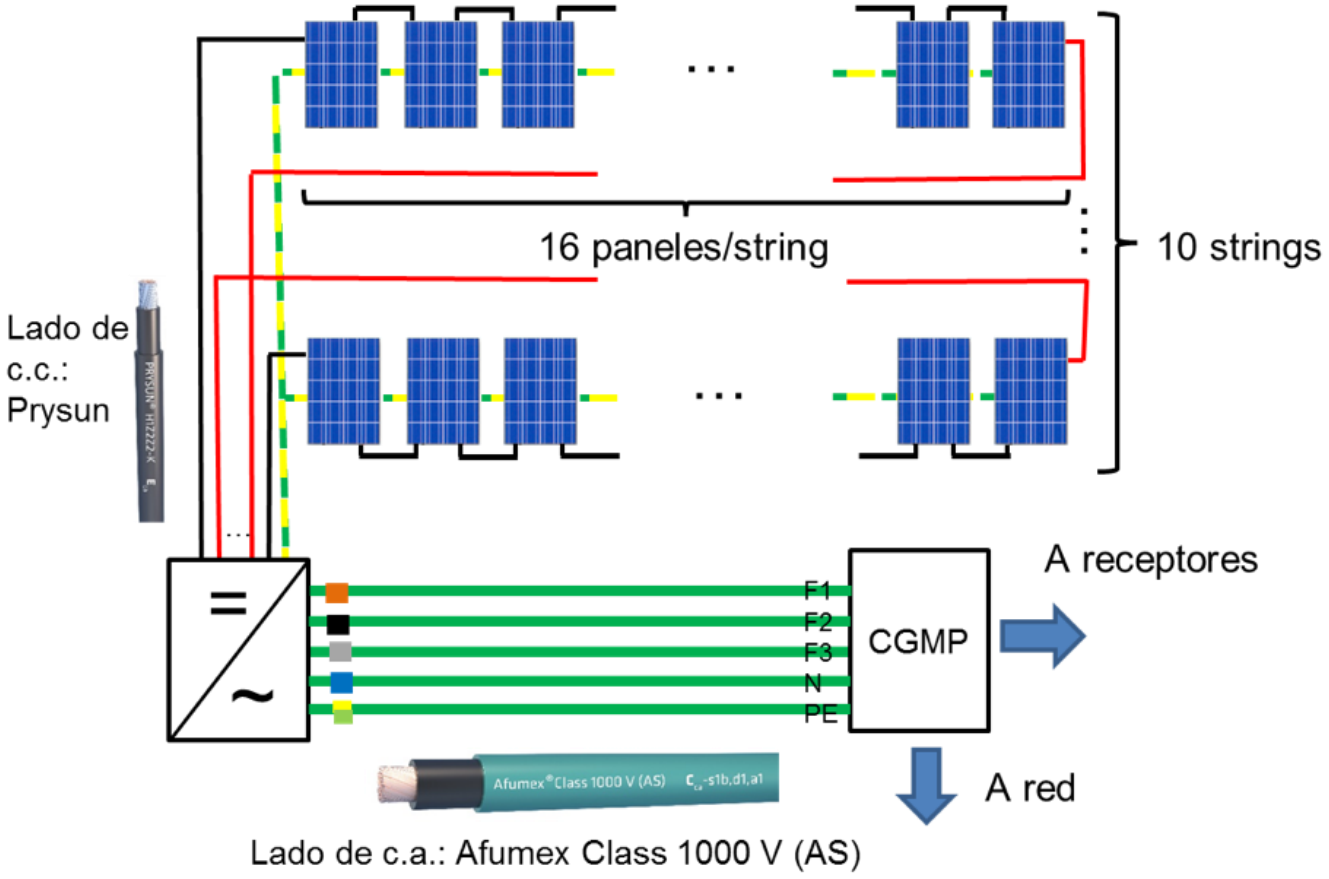
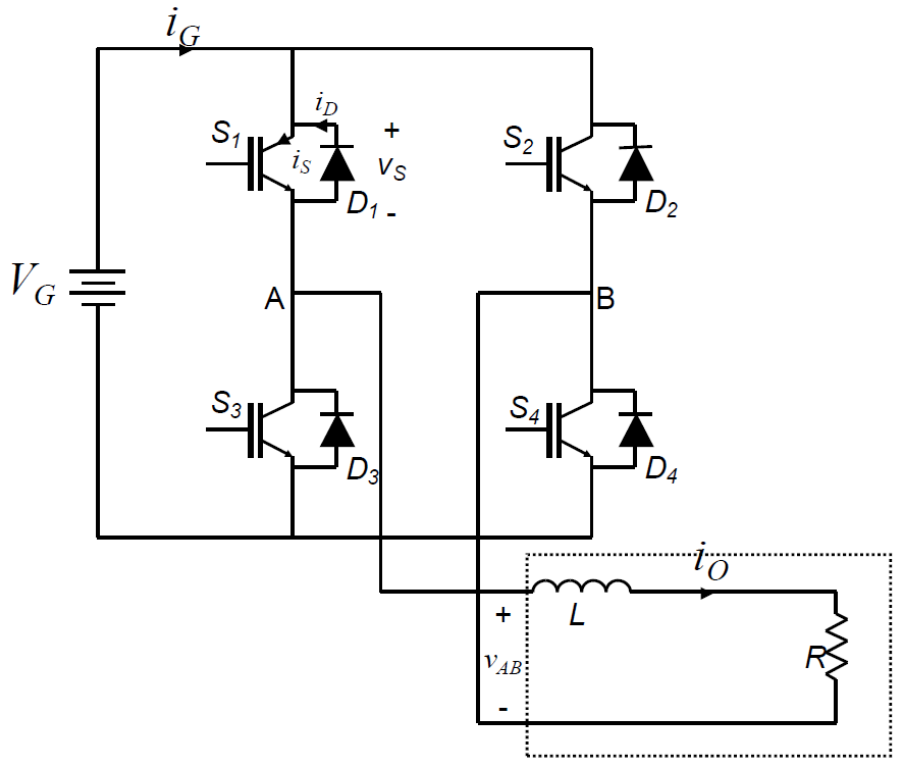


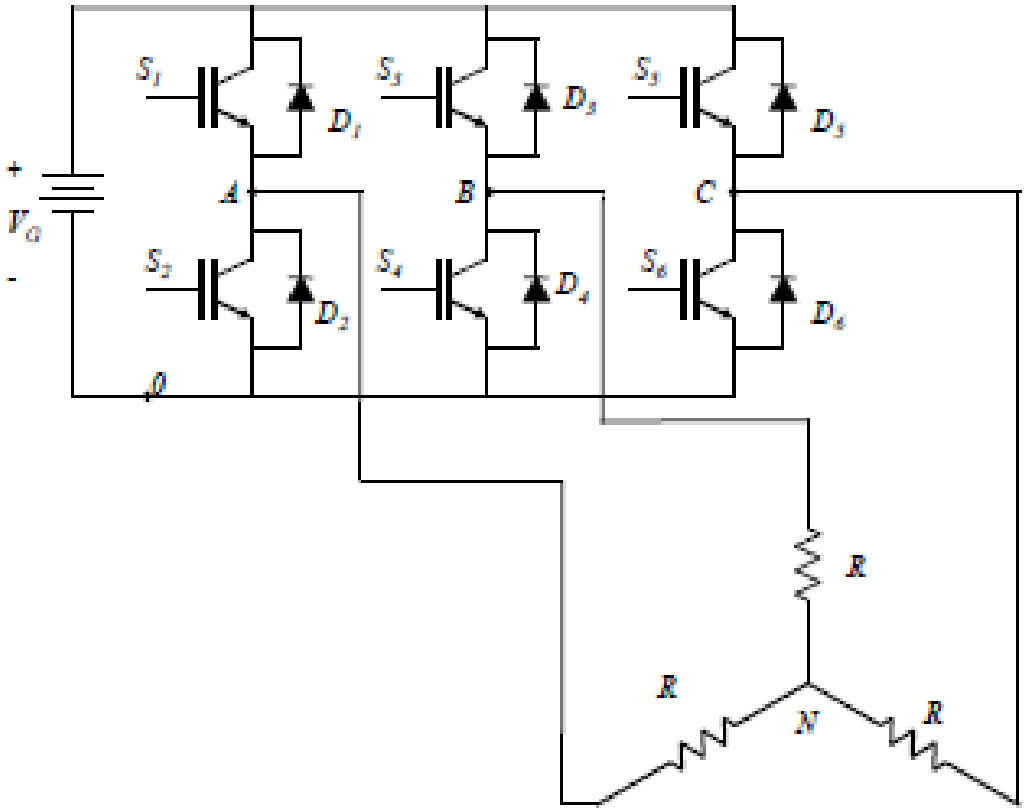
Figure 4. Bidirectional buck-boost DC/DC switching converter

CONVERTIDORES DE CD - CA

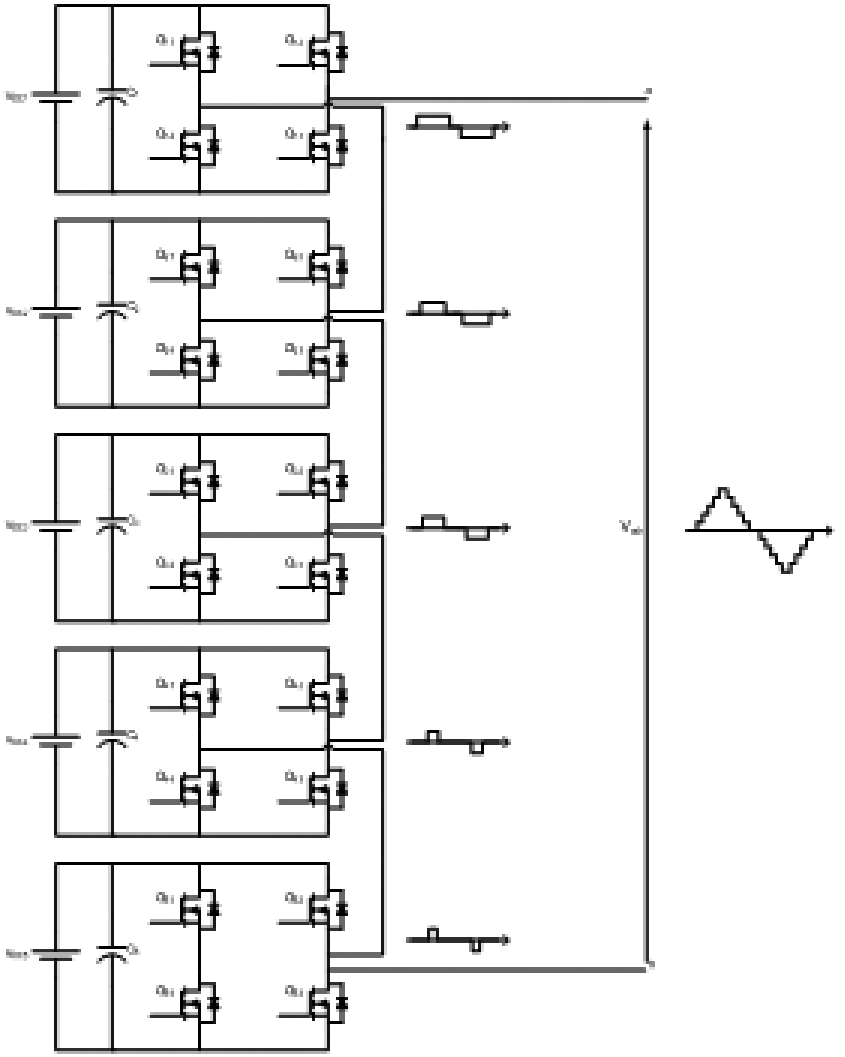




INVERSOR DE PUENTE COMPLETO

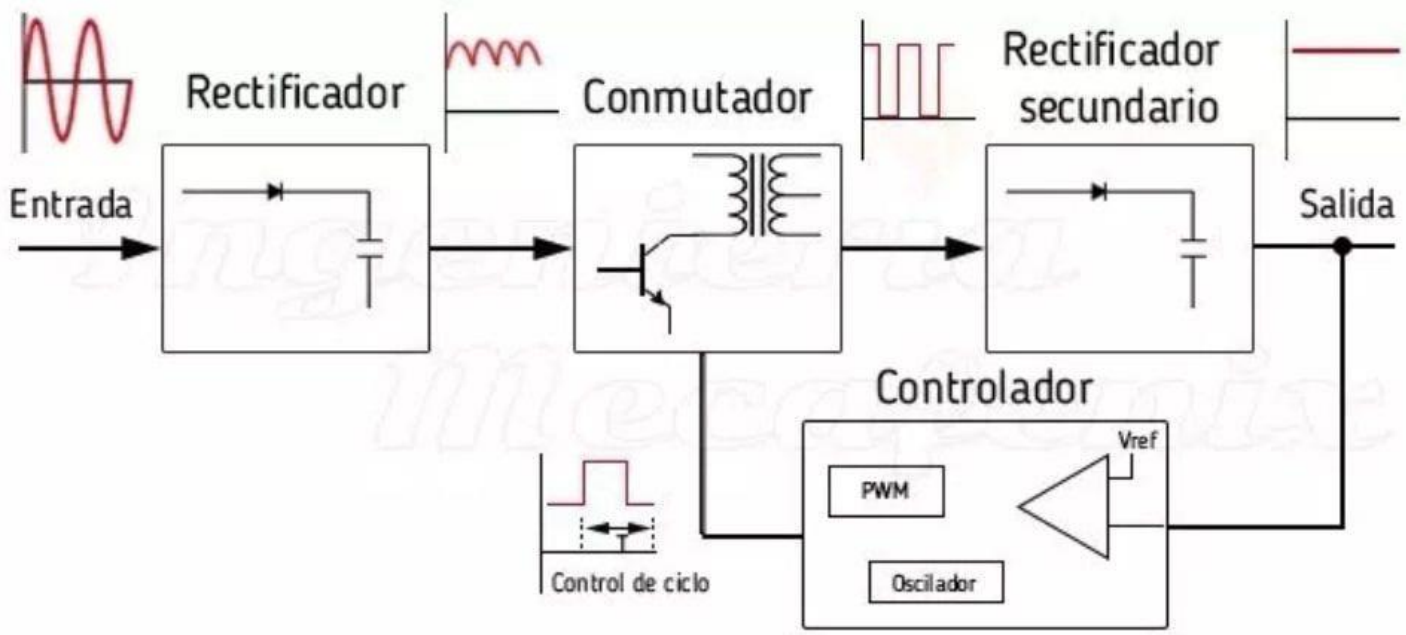


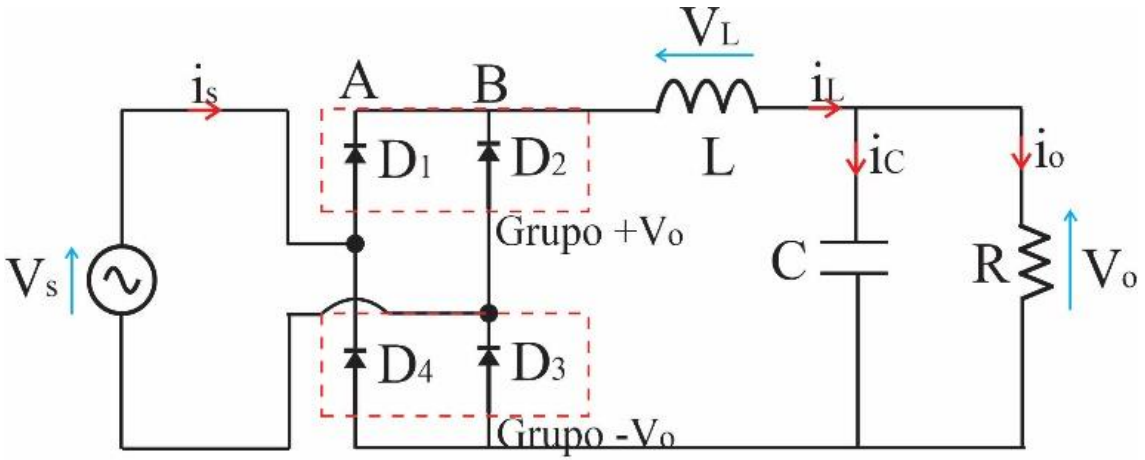
INVERSOR TRIFÁSICO



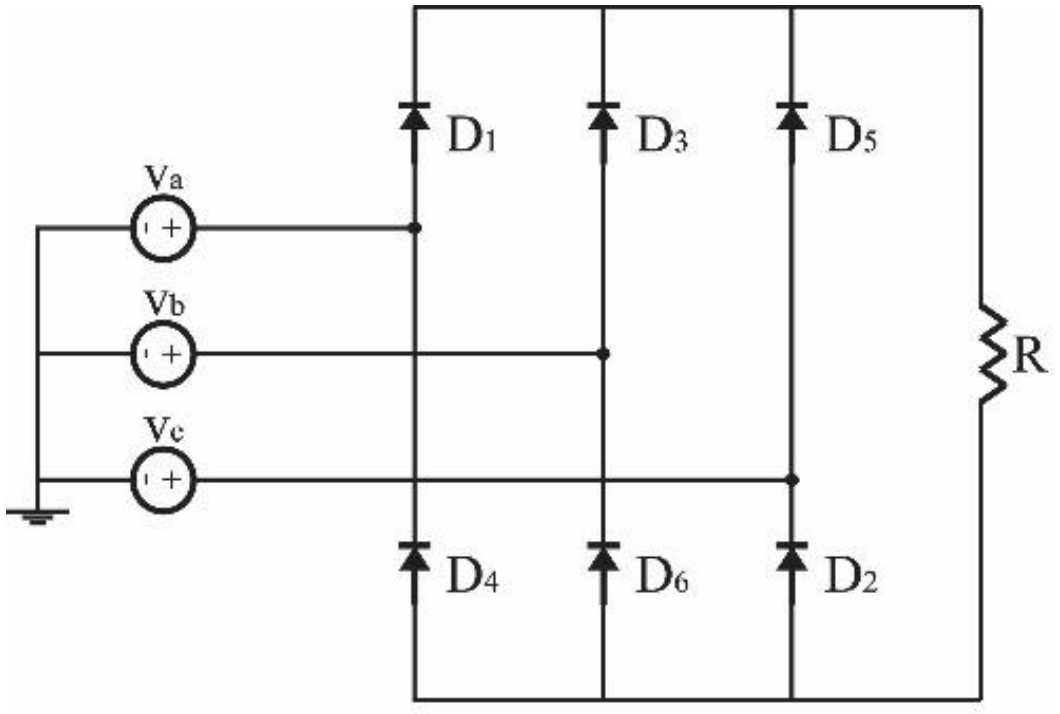
INVERSOR MULTINIVELES

CONVERTIDORES DE CA - CD



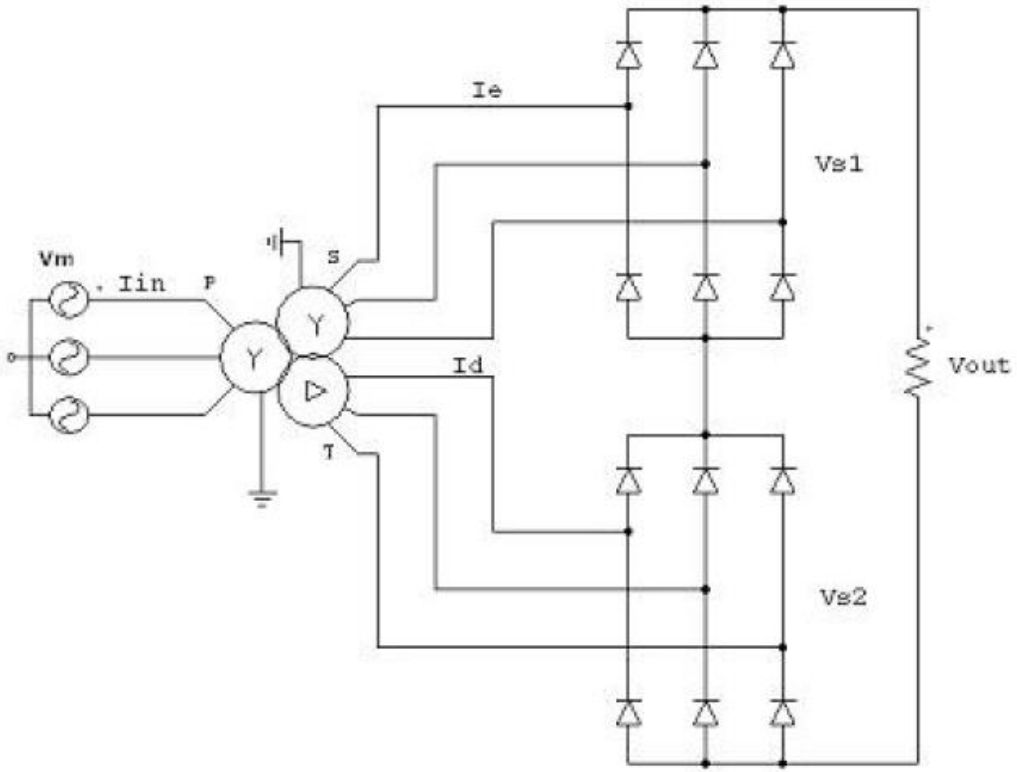


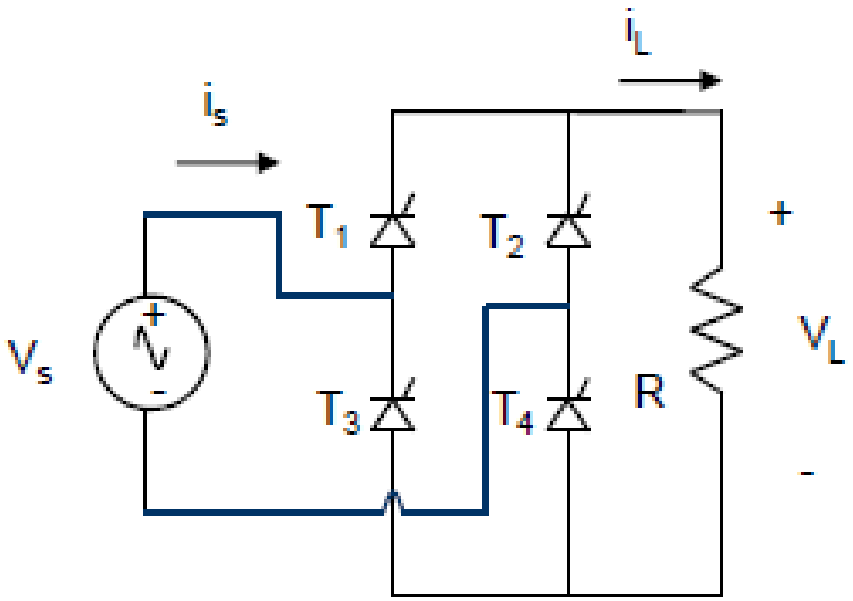
RECTIFICADOR NO CONTROLADO DE PUENTE COMPLETO CON FILTRO LC



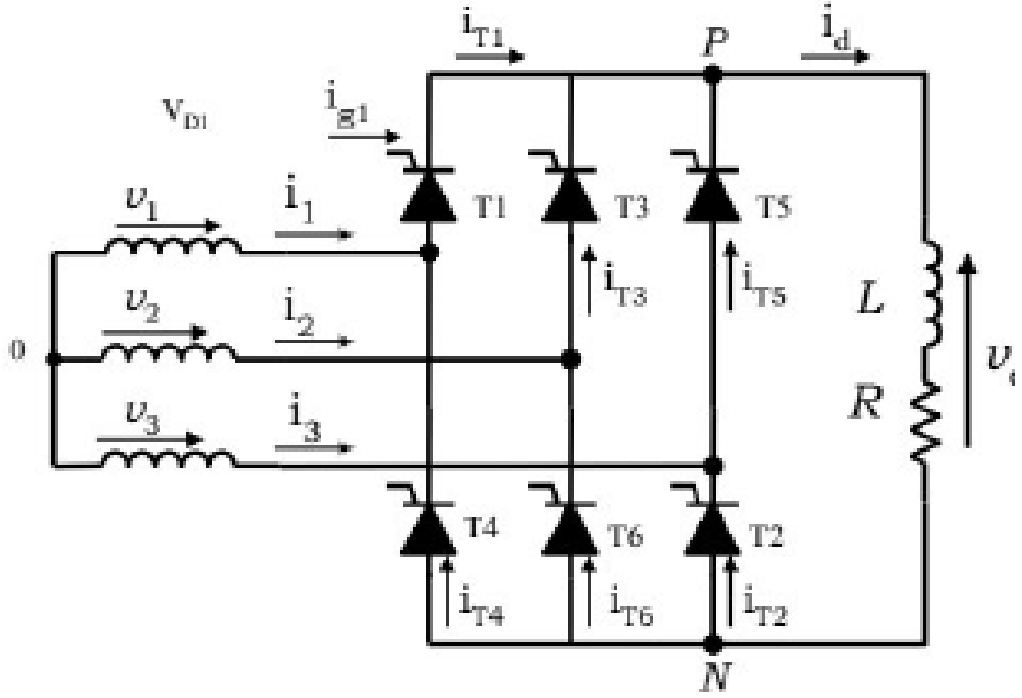
RECTIFICADOR NO CONTROLADO DE DOCE PULSOS

RECTIFICADOR TRIFÁSICO NO CONTROLADO

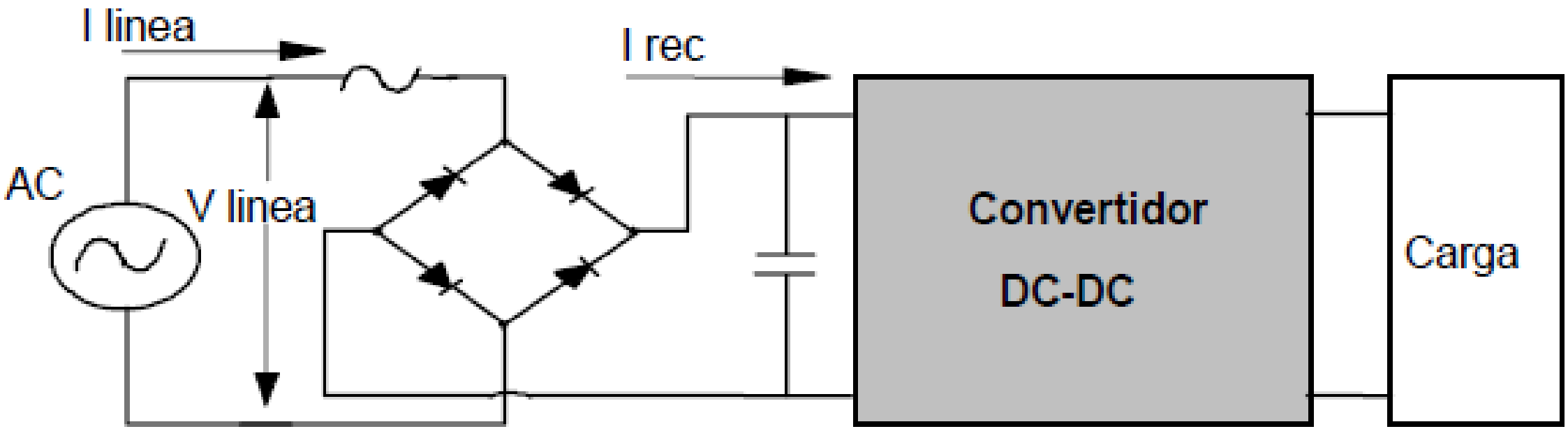




RECTIFICADOR CONTROLADO DE PUENTE COMPLETO

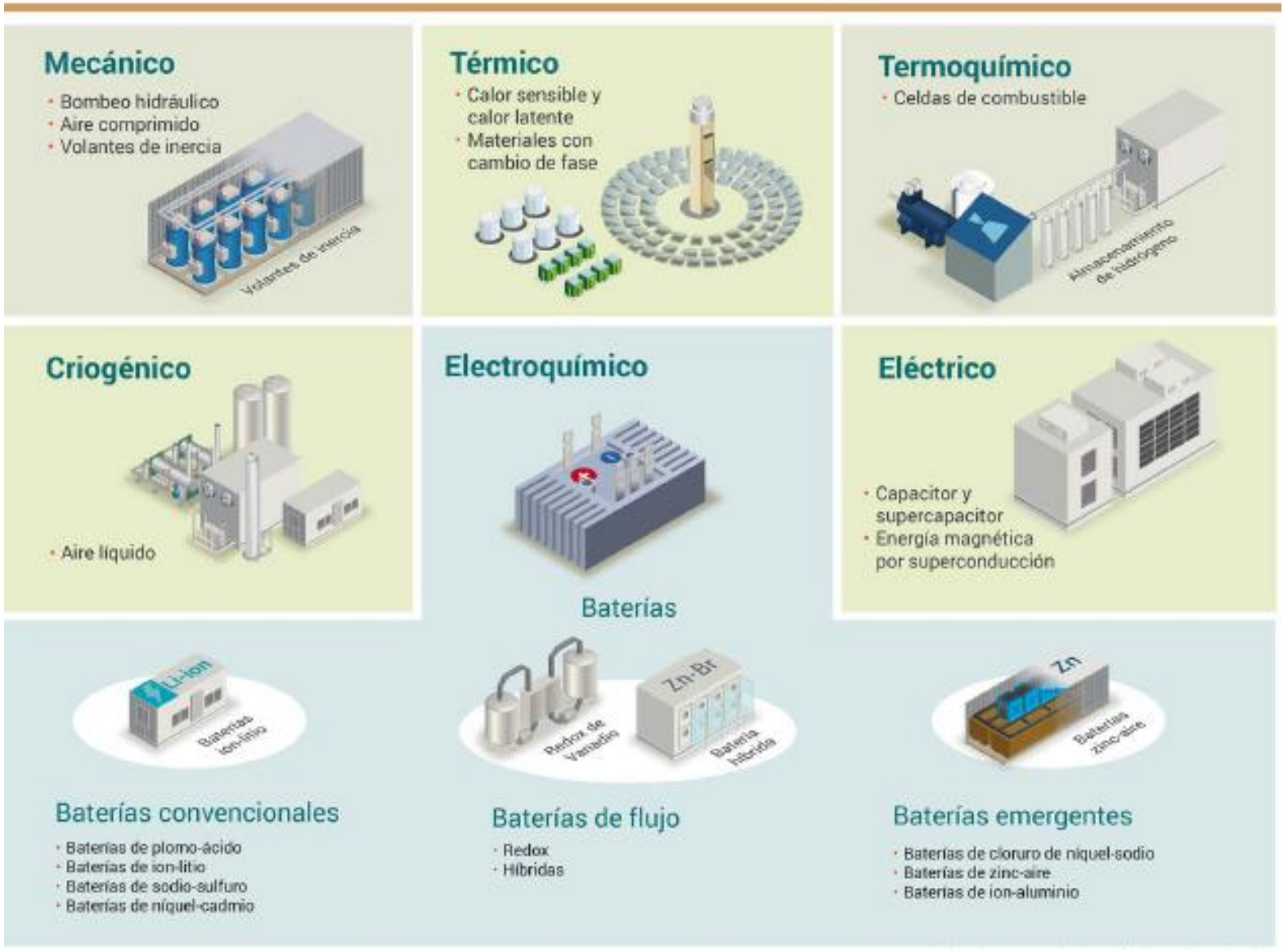


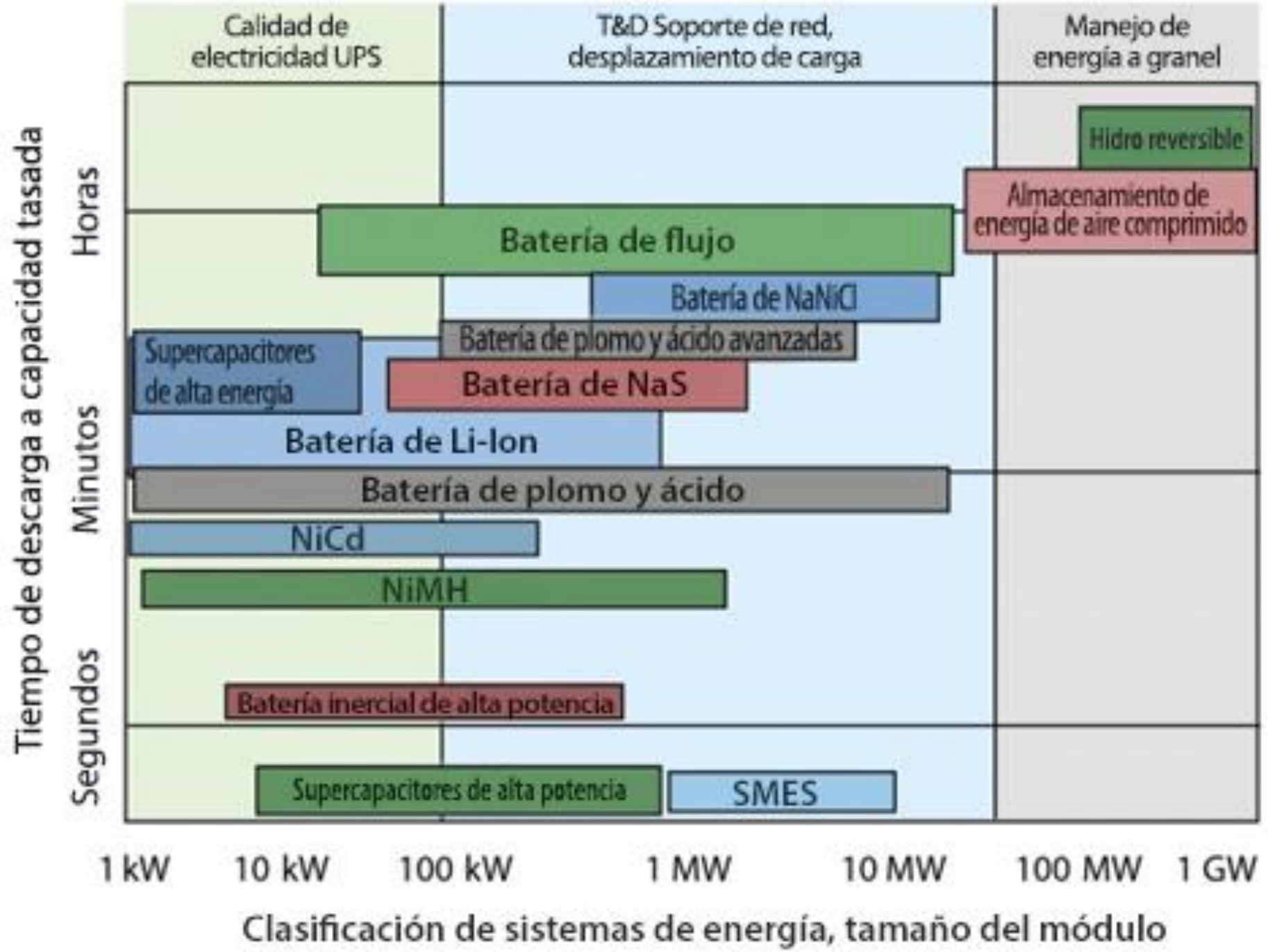
RECTIFICADOR CONTROLADO TRIFÁSICO

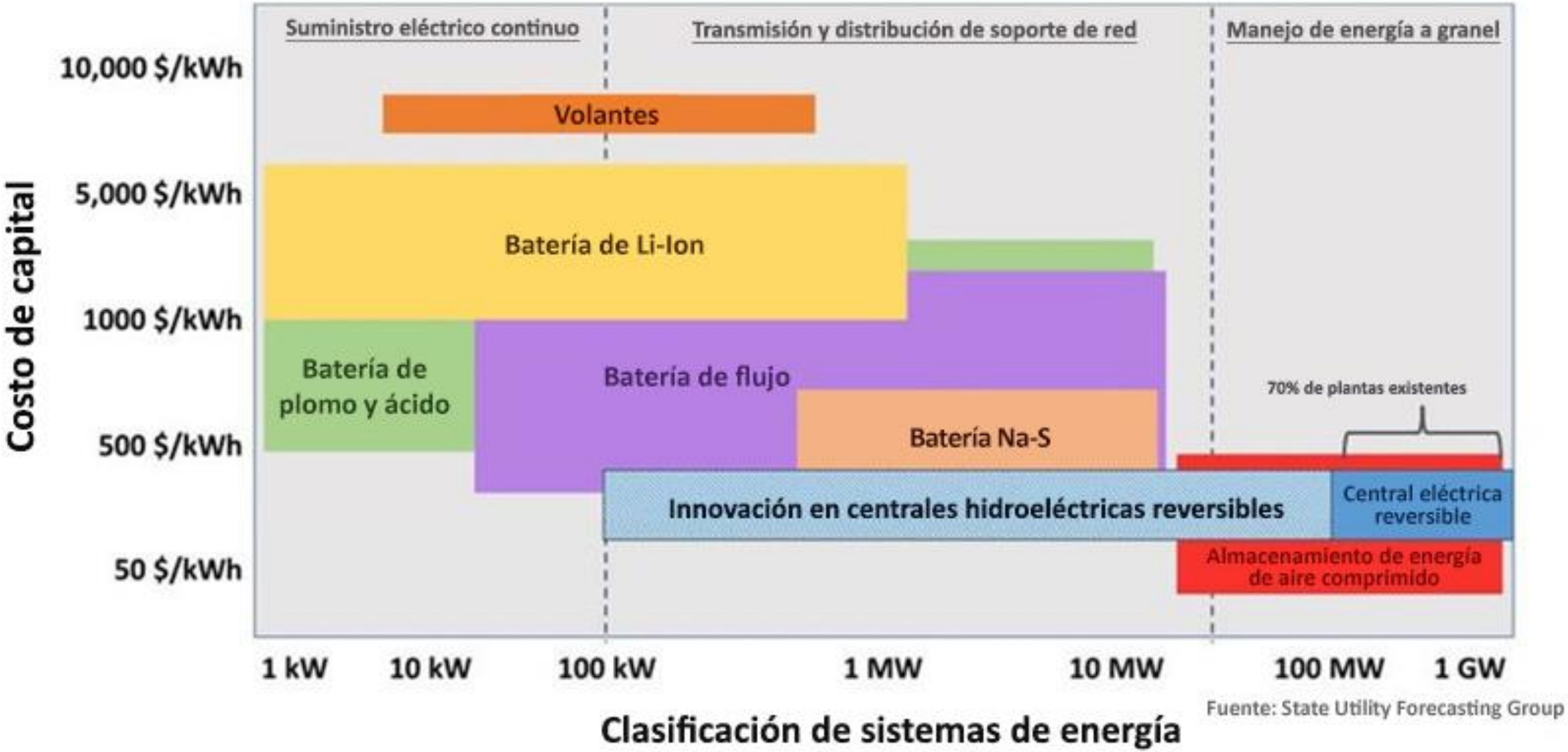


RECTIFICADOR DE ALTO FACTOR DE POTENCIA

Sistemas de almacenamiento: Los avances en baterías permiten almacenar la energía generada para su uso posterior, especialmente para fuentes intermitentes como la solar o la eólica.



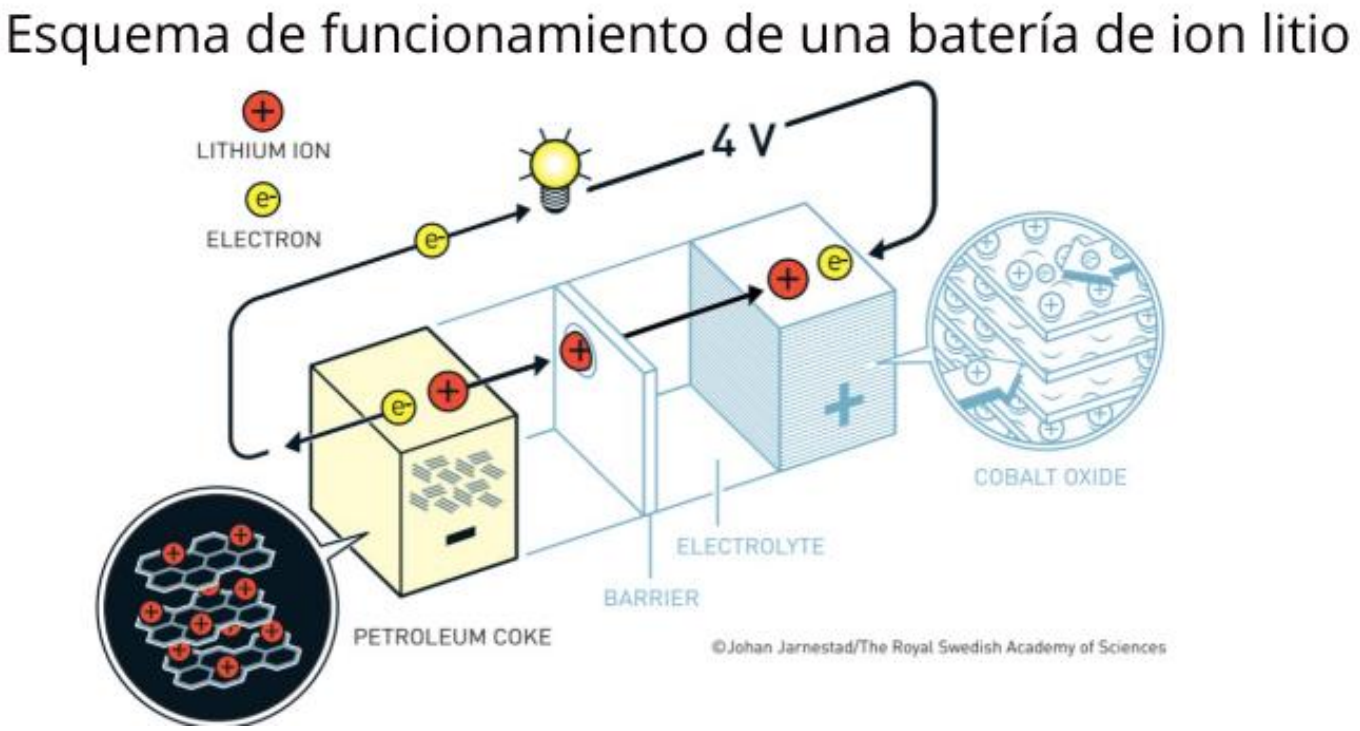

Calidad de electricidad UPS
T&D Soporte de red, desplazamiento de carga
Manejo de energía a granel
Hidro reversible
Almacenamiento de energía de aire comprimido
Batería de flujo
Batería de NaNiCl
Batería de plomo y ácido avanzadas
Supercapacitores de alta energía
Batería de NaS
Batería de Li-Ion
Batería de plomo y ácido
NiCd
NiMH
Batería inercial de alta potencia
Supercapacitores de alta potencia
SMES
Horas
Minutos
Segundos
Tiempo de descarga a capacidad tasada
1 kW
10 kW
100 kW
1 MW
10 MW
100 MW
1 GW
Clasificación de sistemas de energía, tamaño del módulo



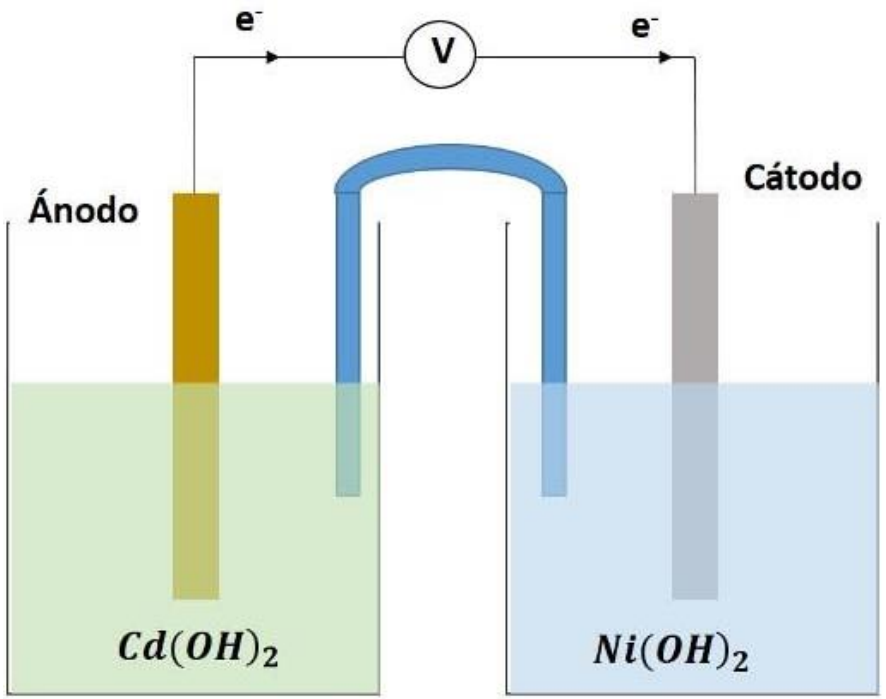
Fuente: State Utility Forecasting Group

Baterías.

Están compuestas por celdas que contienen electrodos (positivo y negativo) y un electrolito; el movimiento de electrones entre los electrodos genera la corriente eléctrica. La capacidad de una batería se mide en amperios-hora (Ah) y su energía almacenada en vatios-hora (Wh),

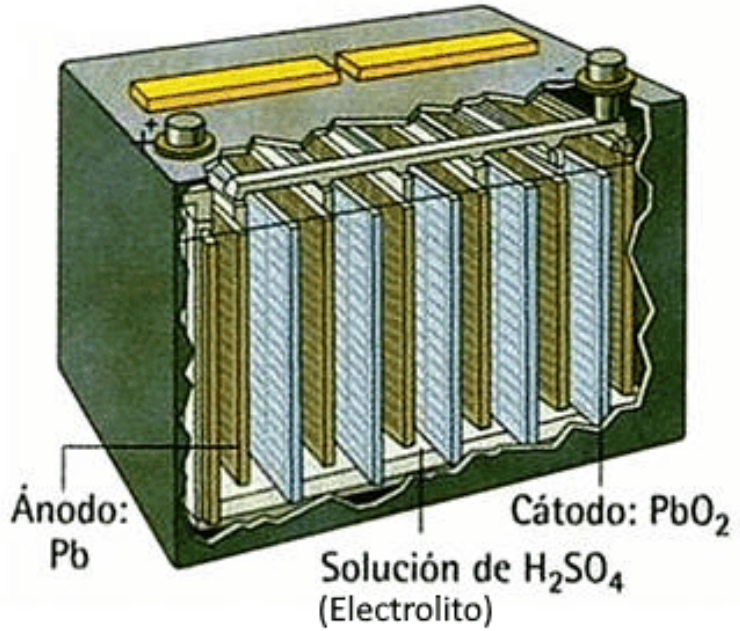


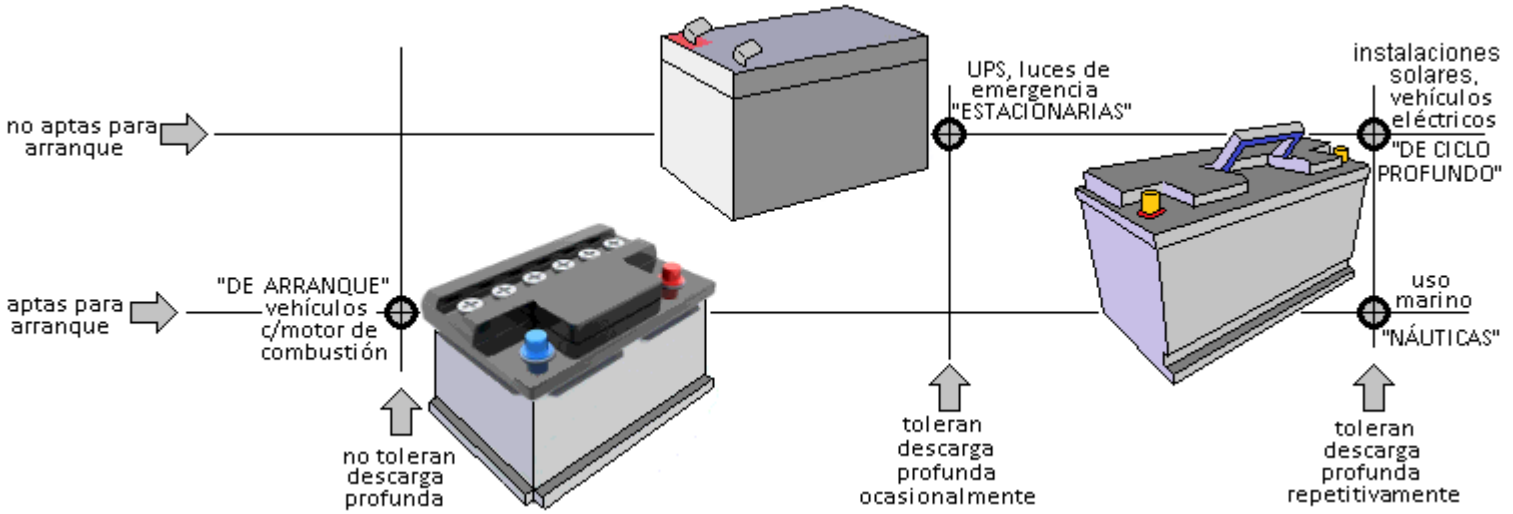




CELDA GALVÁNICA NI-CD



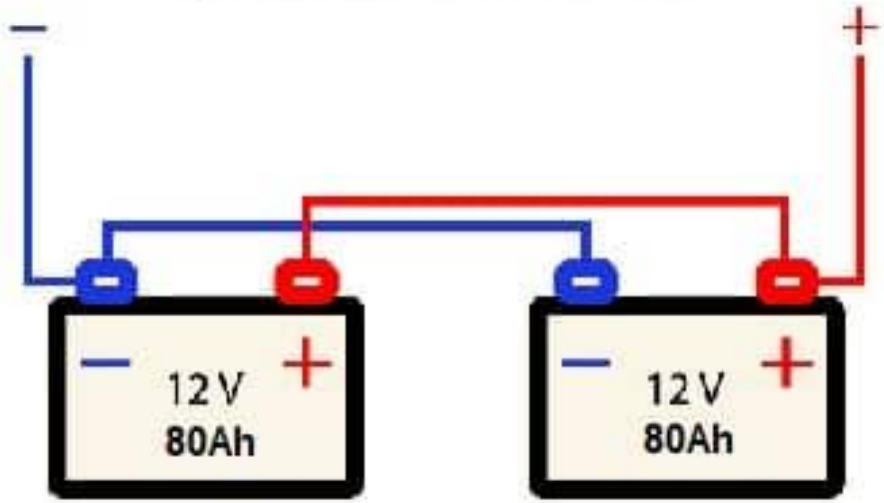




BATERIA DE PLOMO-ÁCIDO

Tipo	Óxido de litio y cobalto $LiCoO_2$ (LCO)	Óxido de manganeso de litio $LiMn_2O_4$ (LMO)	Fosfato de Hierro-Litio $LiFePO_4$ (LFP)	Oxido de Níquel Manganeso Cobre de Litio $LiNiMnCoO_2$ (NMC)
Voltaje	3.60V	3.80V	3.30V	3.60/3.70V
Limita de carga	4.20V	4.20V	3.60V	4.20V
Ciclos de vida	500–1,000	500–1,000	1,000–2,000	1,000–2,000
Temperatura de funcionamiento	Medio	Medio	Bueno	Bueno
Energía especifica	150–190Wh/kg	100–135Wh/kg	90–120Wh/kg	140-180Wh/kg
Temperatura Máxima	150°C (302°F)	250°C (482°F)	270°C (518°F)	210°C (410°F)
Fecha de lanzamiento	1994	1996	1999	2003
Fabricantes destacados	Sony, Sanyo, GS Yuasa, LG Chem Samsung Hitachi, Toshiba	Hitachi, Samsung, Sanyo, GS Yuasa, LG Chem, Toshiba Moli Energy, NEC	A123, Valence, GS Yuasa, BYD, JCI/Saft, Lishen, Enphase, SunPower	Sony, Sanyo, LG Chem, GS Yuasa, Hitachi Samsung
Otra información	Alta energía especifica, baja potencia, se usa en móviles portátiles...	Alta potencia, buena energía especifica. Se usa en coches eléctricos, herramientas...	Alta descarga	Se utiliza en herramientas, medicina, coches eléctricos...

BATERÍAS EN PARALELO

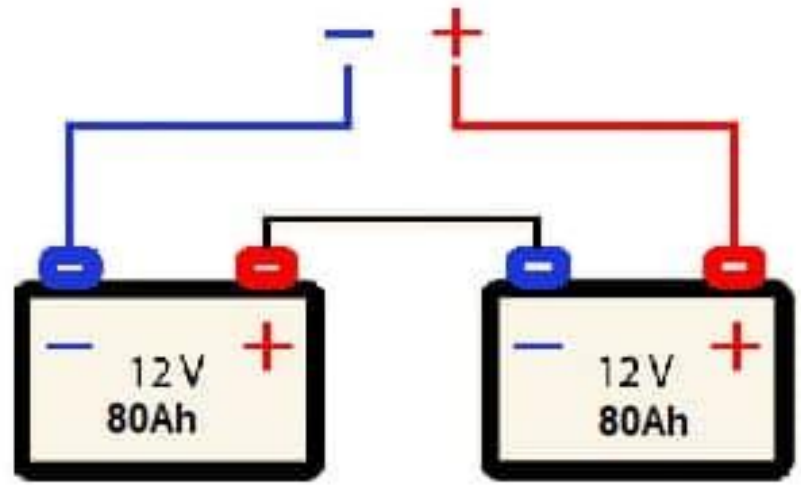


Tensión Total = 12V + 12V = 25V

Capacidad en wh = 80Ah x 12 = 960wh

Capacidad Total = 80Ah o 960wh

BATERÍAS EN SERIE



Tensión Total = 12V

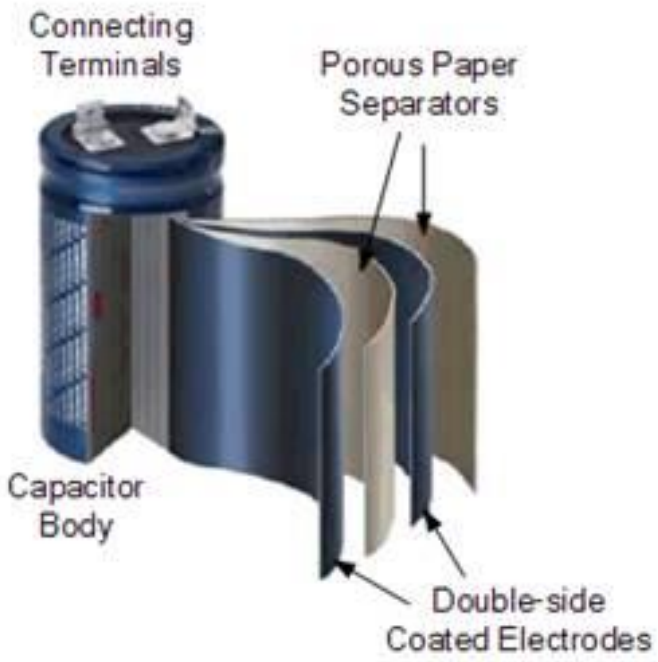
Capacidad en wh = 80Ah x 12 = 960wh

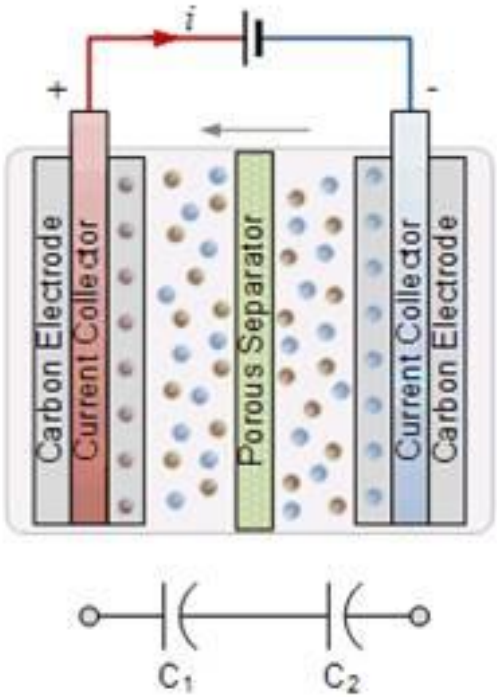
Capacidad Total = 80Ah + 80Ah = 160Ah

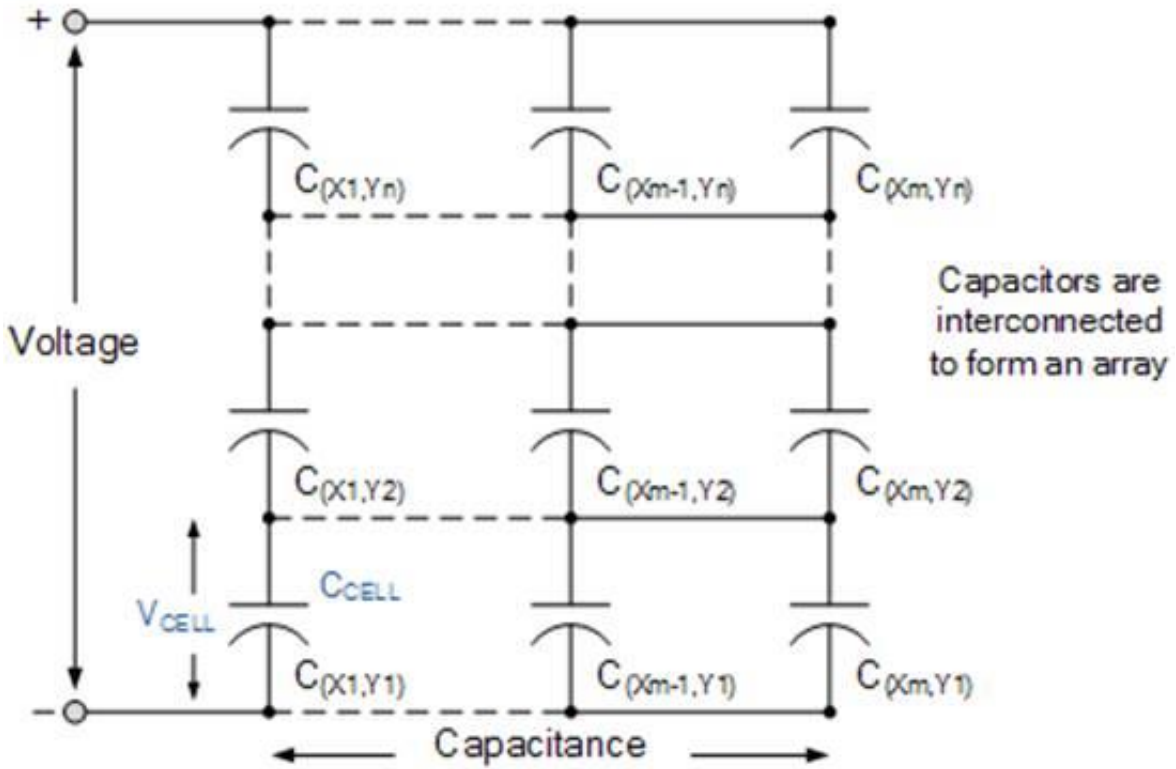
Capacidad Total = 960wh + 960wh = 1.920wh

Nota: Solo conectar en paralelo las baterías de Litio

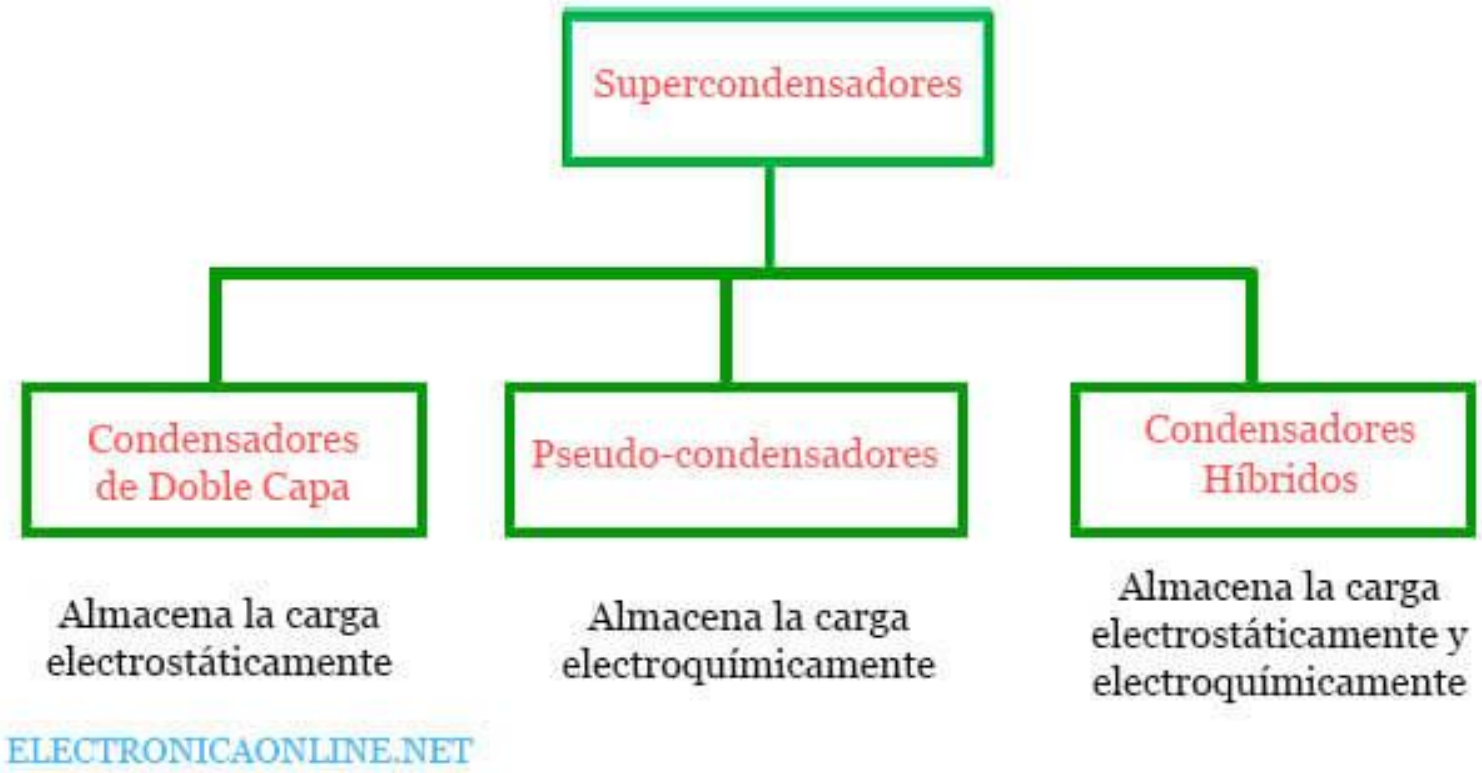
SUPERCAPACITORES



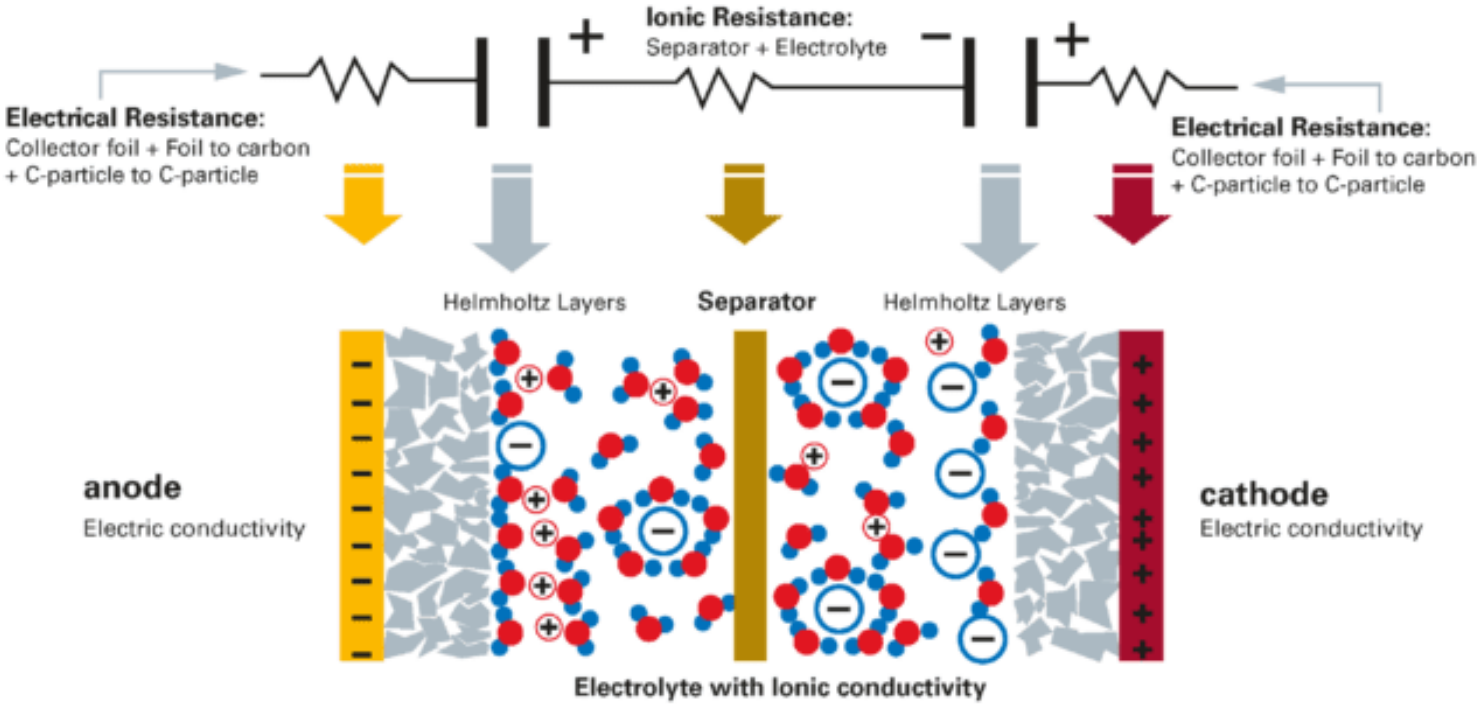


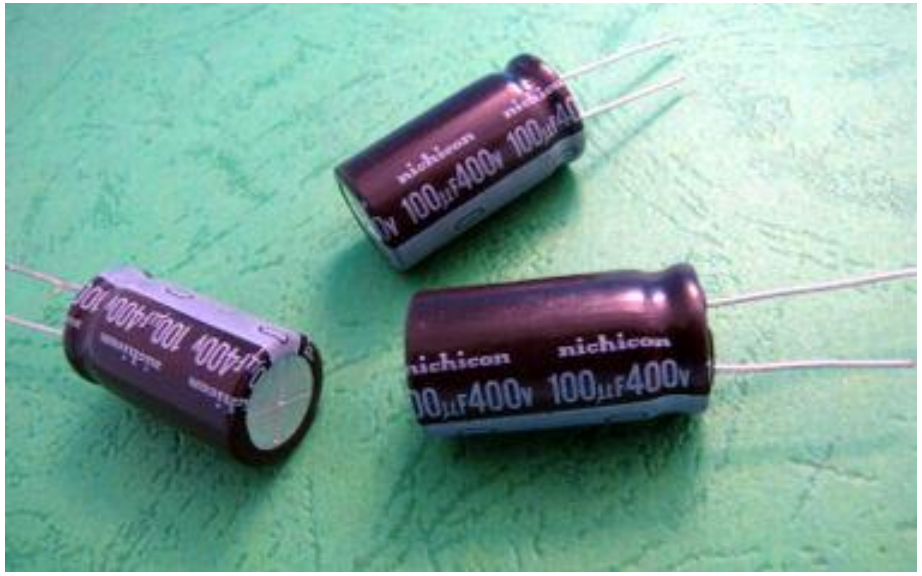


Tipos de Supercondensadores

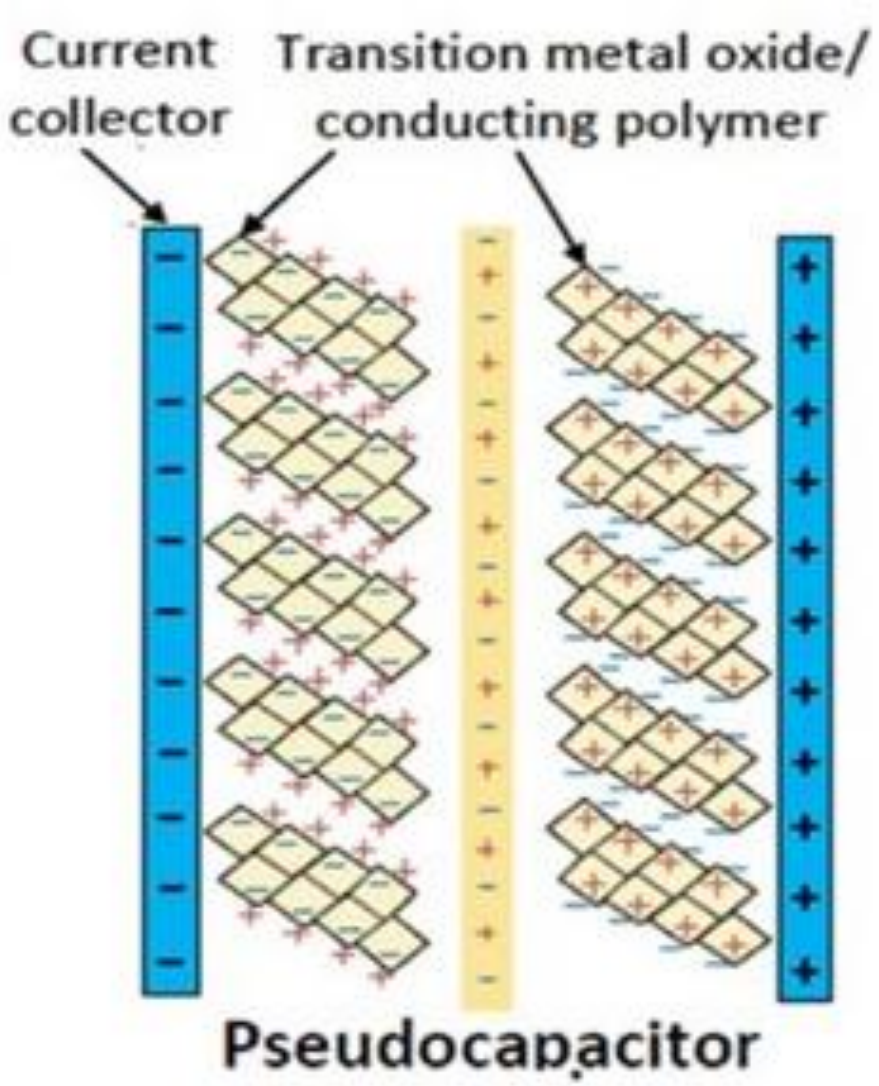


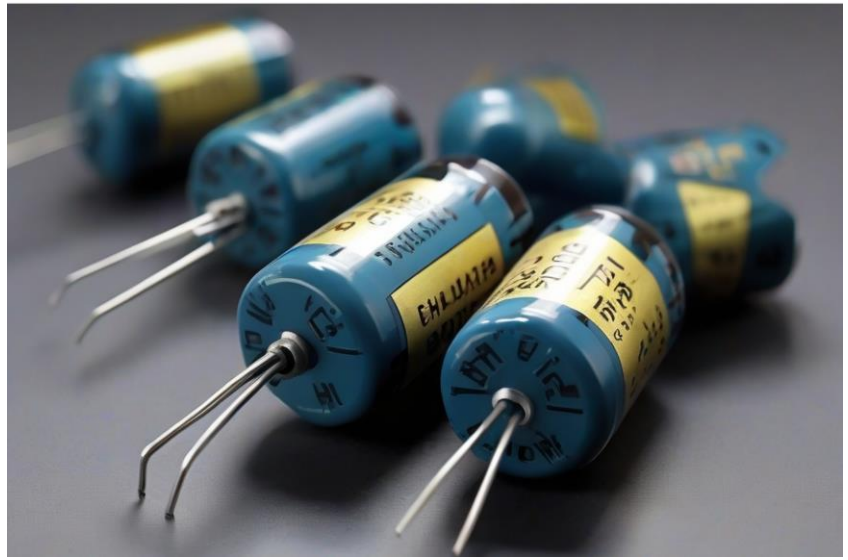
SUPERCAPACITORES DE DOBLE CAPA

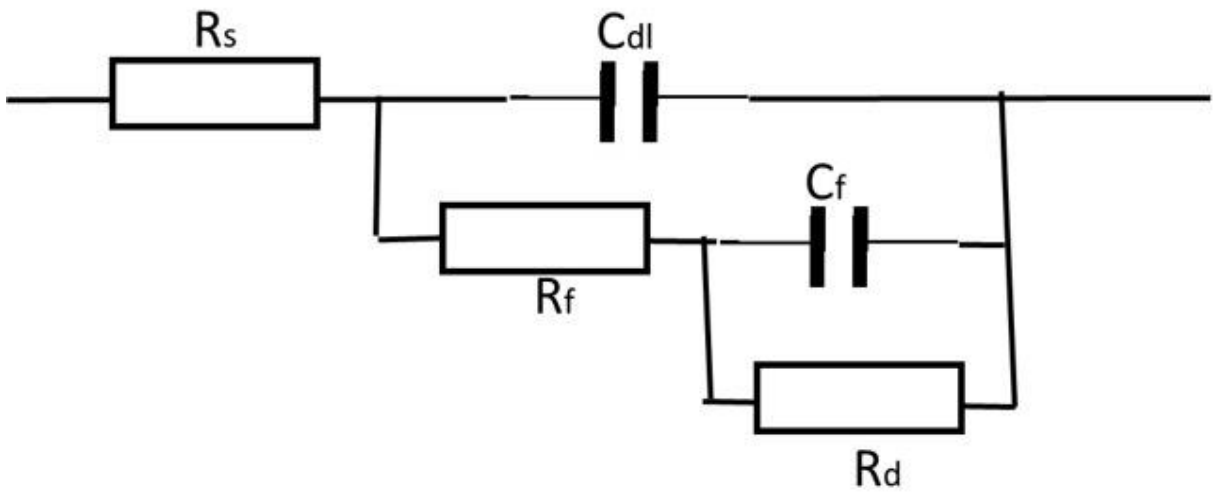




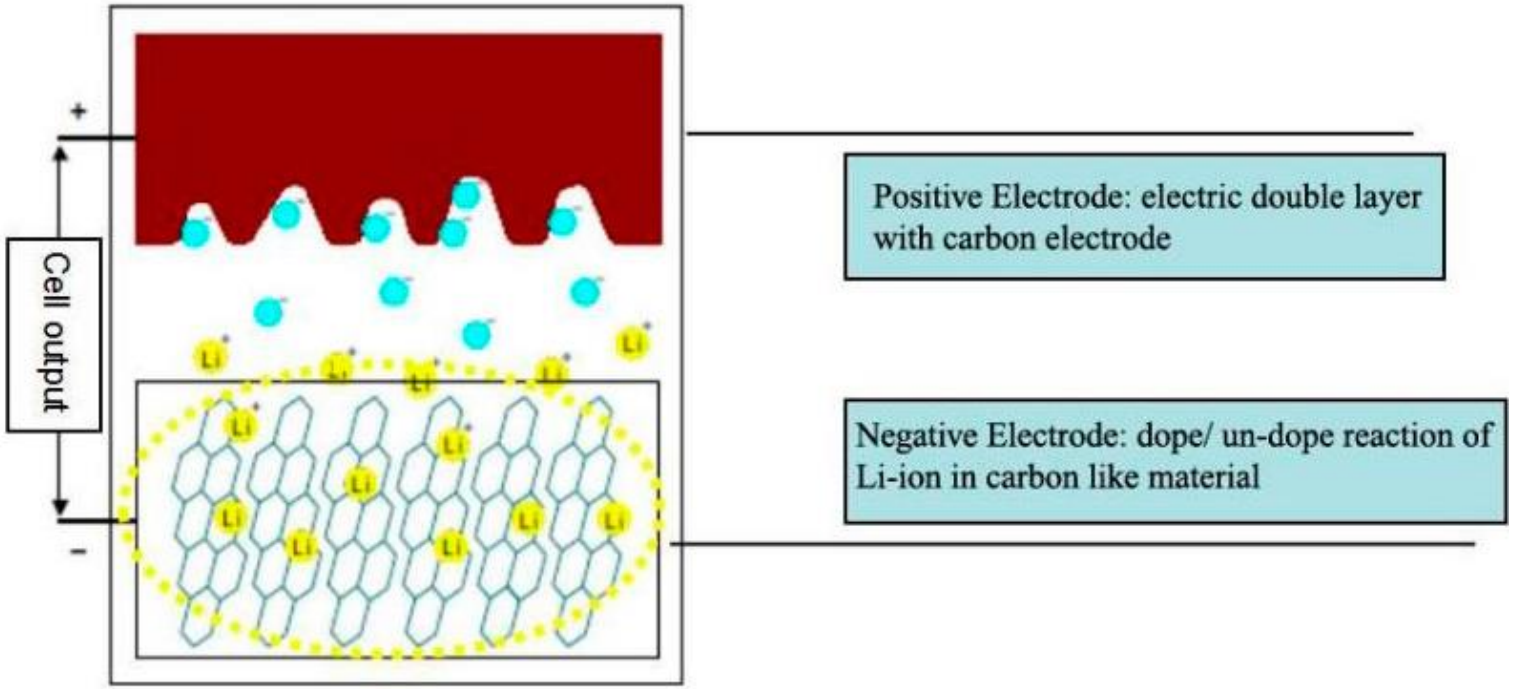
PSEUDO CONDENSADORES





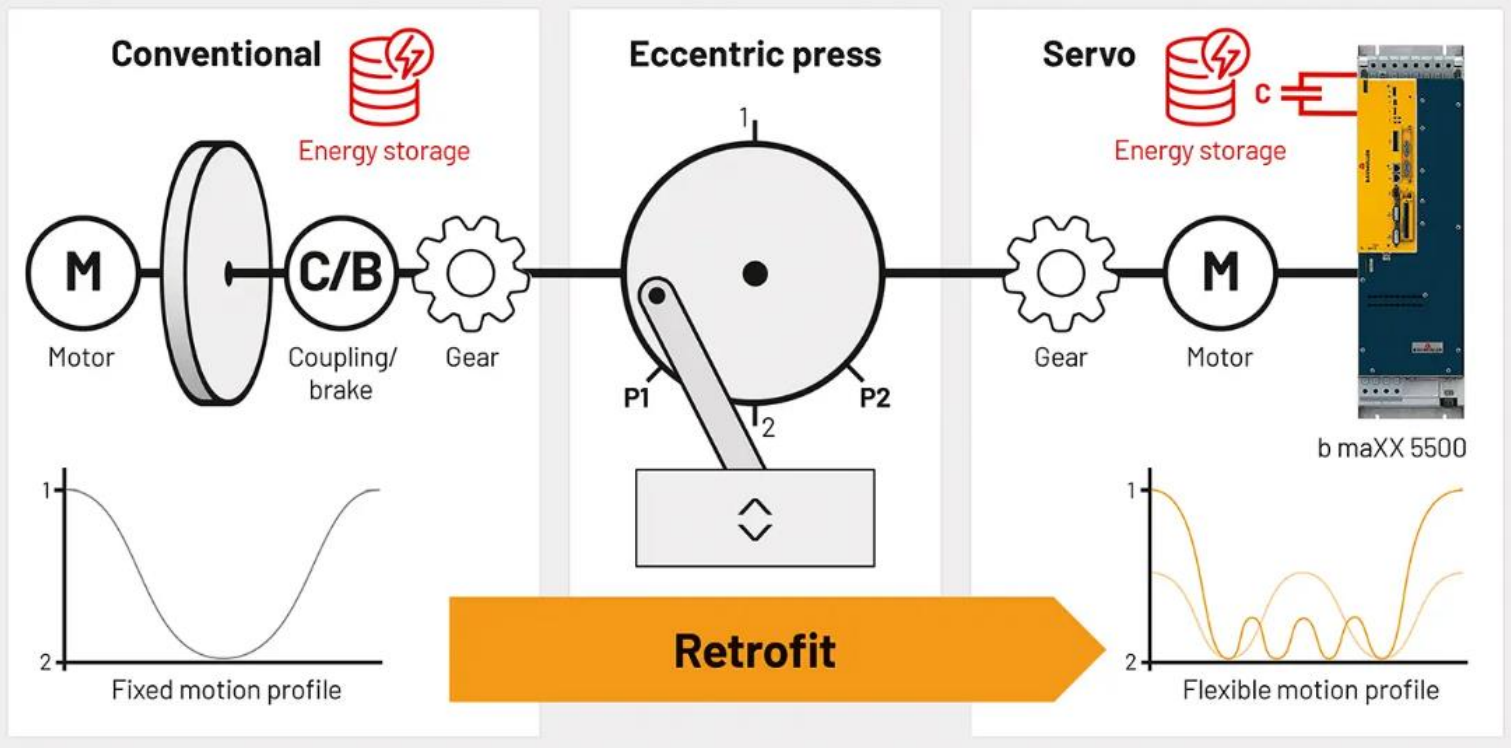


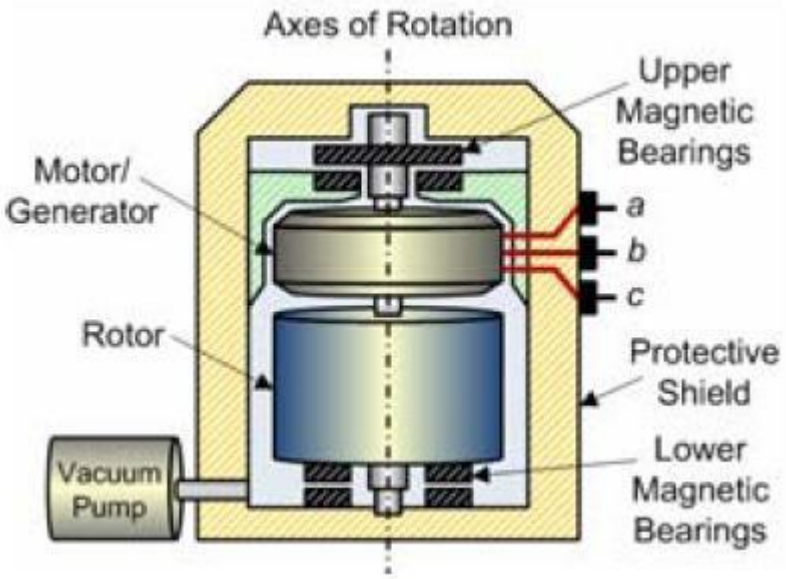
CONDENSADORES HIBRIDOS





VOLANTE DE INERCIA

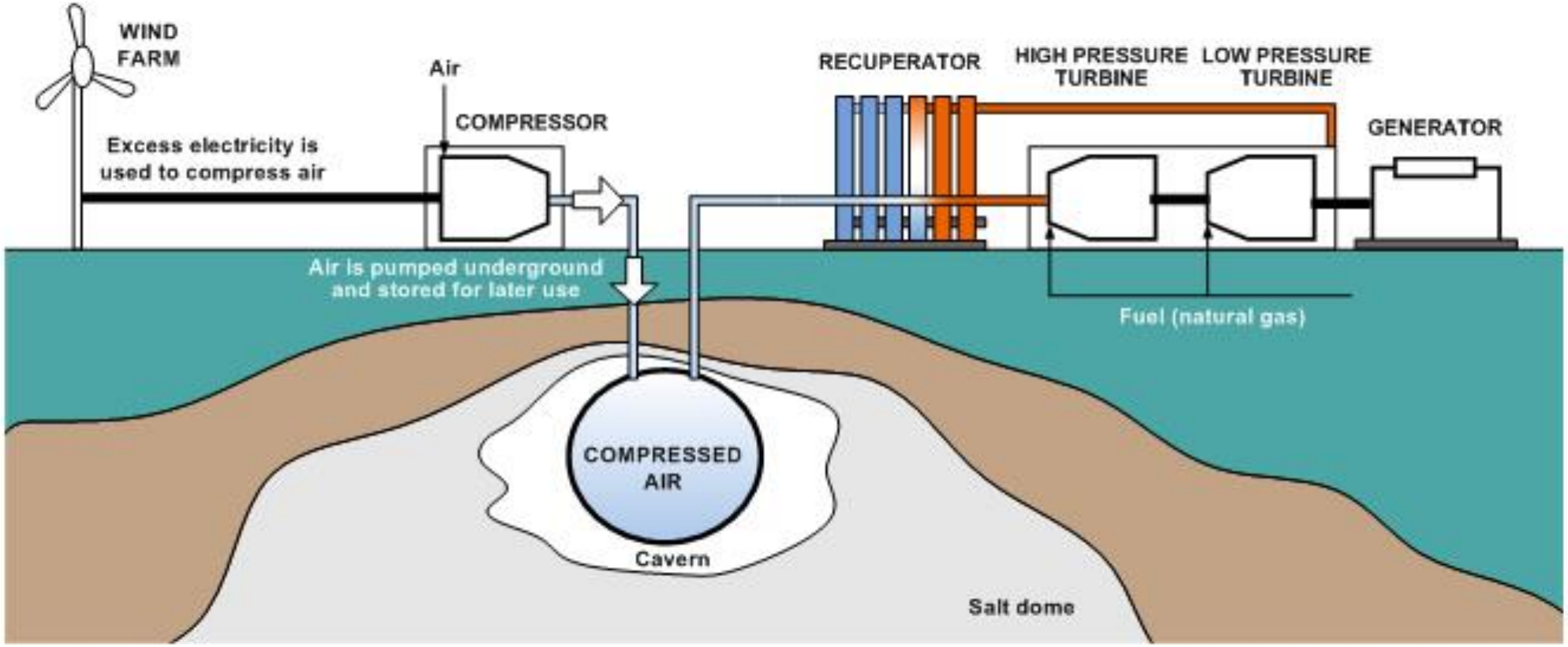




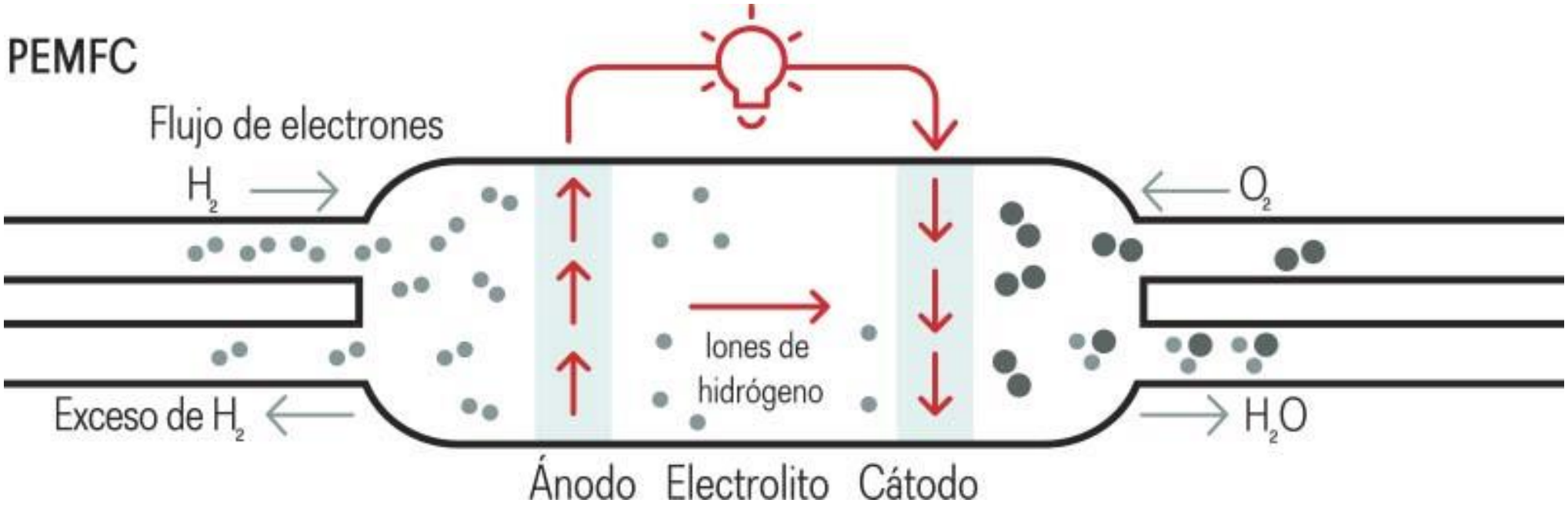
AIRE COMPRIMIDO

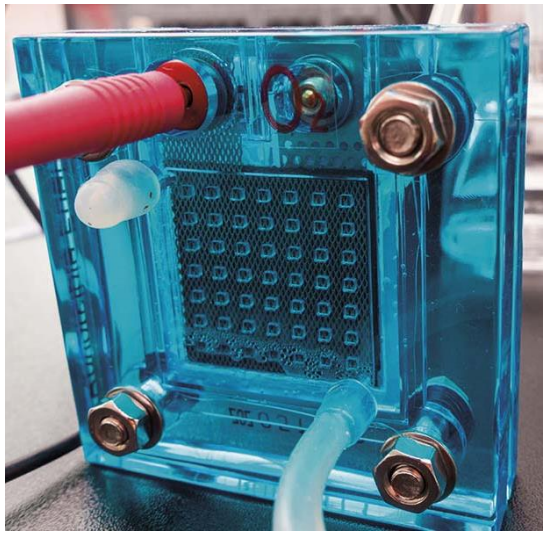
Almacenamiento a volumen constante: para ello, es necesario grandes tamaños de cámaras de aire. Se crean utilizando la minería de disolución en el subsuelo, y su almacenamiento se diseña con unos límites fijos constantes.

Almacenamiento a presión constante: este sistema está basado en la introducción del aire comprimido en un recipiente de forma variable, manteniendo su presión constante.



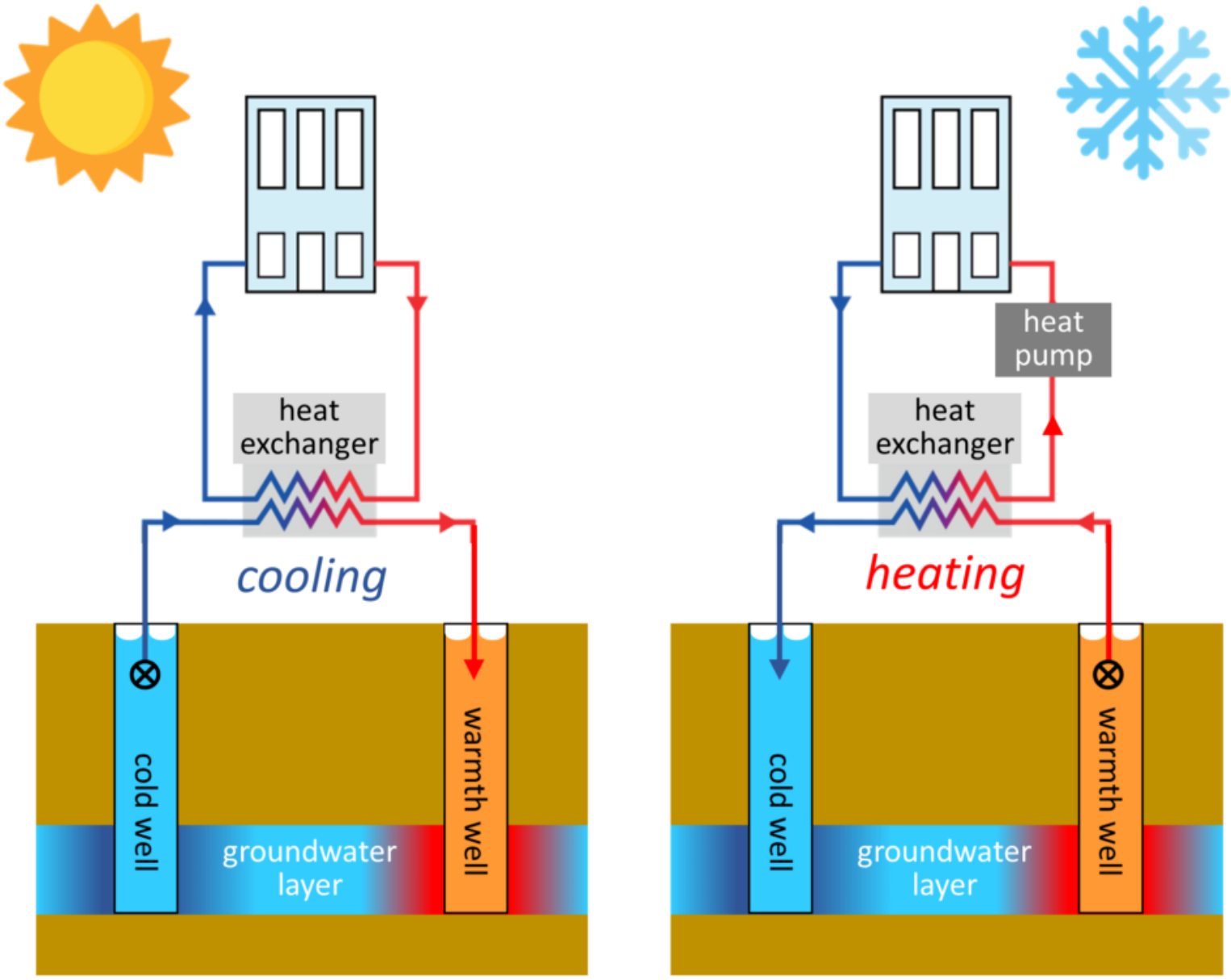
PILAS DE COMBUSTIBLE DE HIDRÓGENO



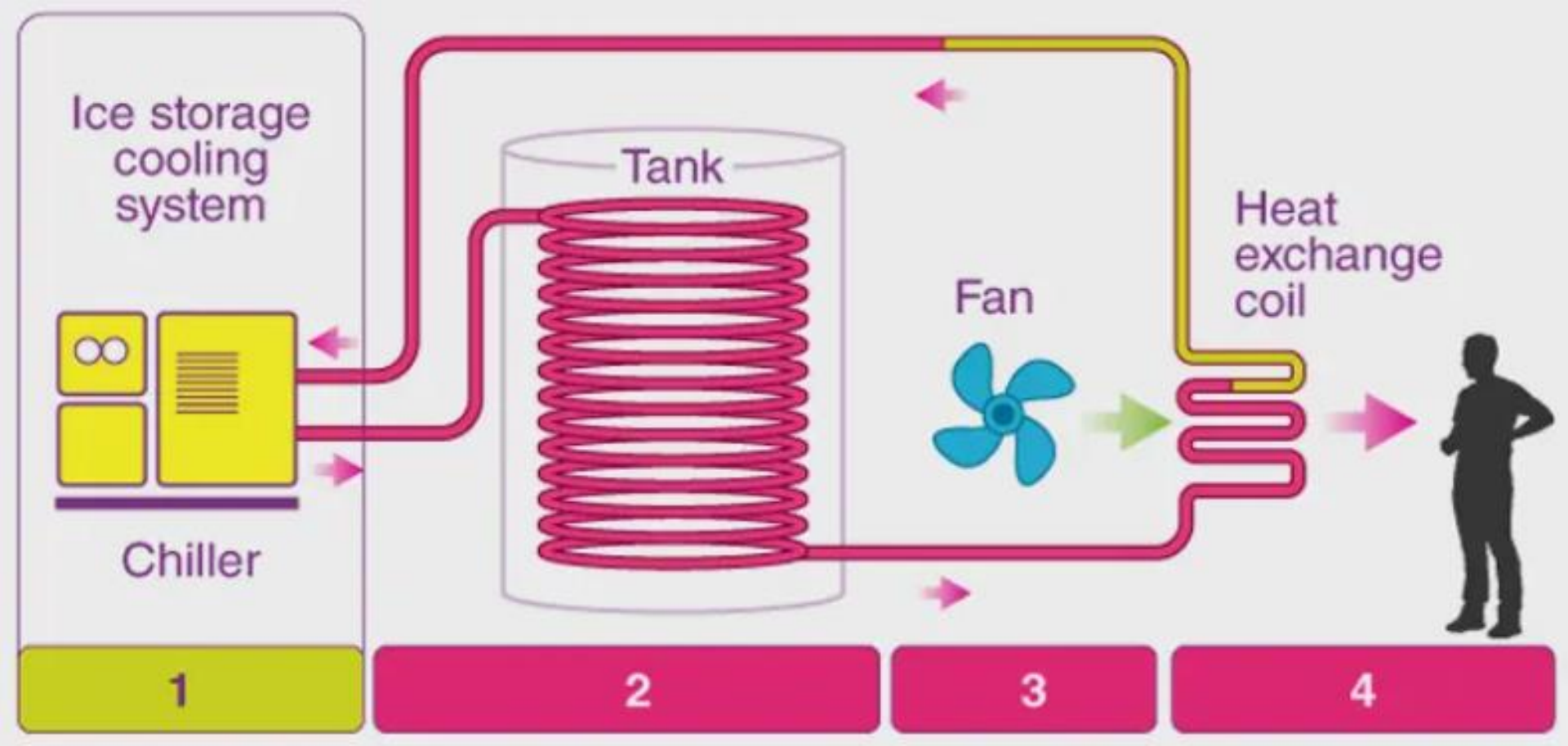


	PEMFC	AFC	PAFC	MCFC	SOFC	DMFC
Electrolito	Membrana de Polímero Sólido	Solución Alcalina	Ácido Fosfórico	Carbonatos Fundidos	Óxido Sólido	Membrana de Polímero Sólido
Temperatura Operación (°C)	60 - 80	100 - 120	200 - 250	600 - 700	800 - 1000	50 - 120
Rango potencia	5 - 250 kW	5 - 150 kW	50 kW - 11 MW	100 kW - 2 MW	100 - 250 kW	5 kW
Ventajas	Baja Temperatura Arranque rápido Baja corrosión y mantenimiento	Mayor eficiencia Reacción catódica más rápida	Acepta H2 impuro	Reformado interno Cogeneración	Reformado interno Cogeneración	No necesita reformador de combustible
Aplicaciones	Transporte Portátiles Residencial	Espaciales	Generación eléctrica distribuida y calor	Generación eléctrica distribuida y calor	Generación eléctrica distribuida y calor	Portátiles

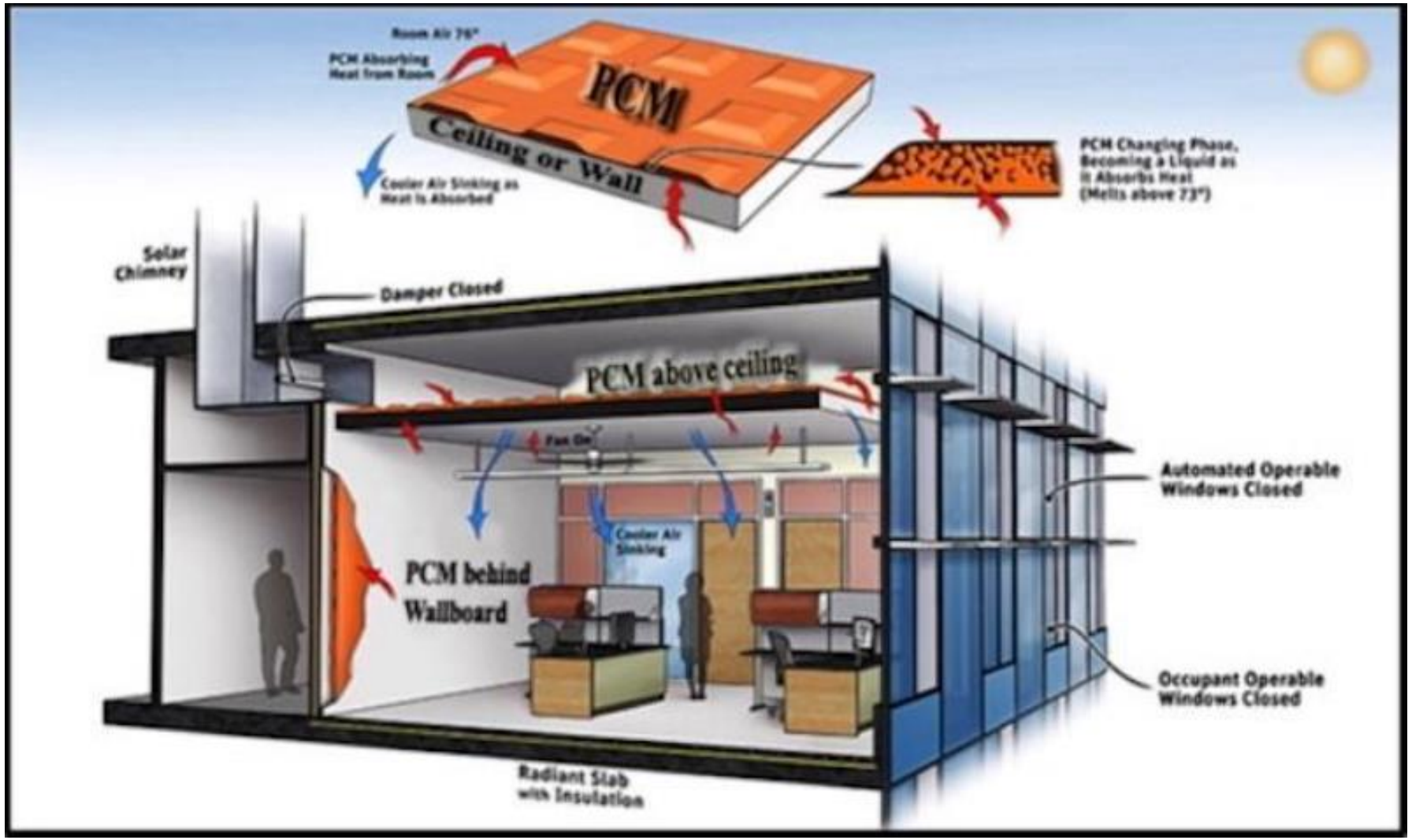
ALMACENAMIENTO TÉRMICO



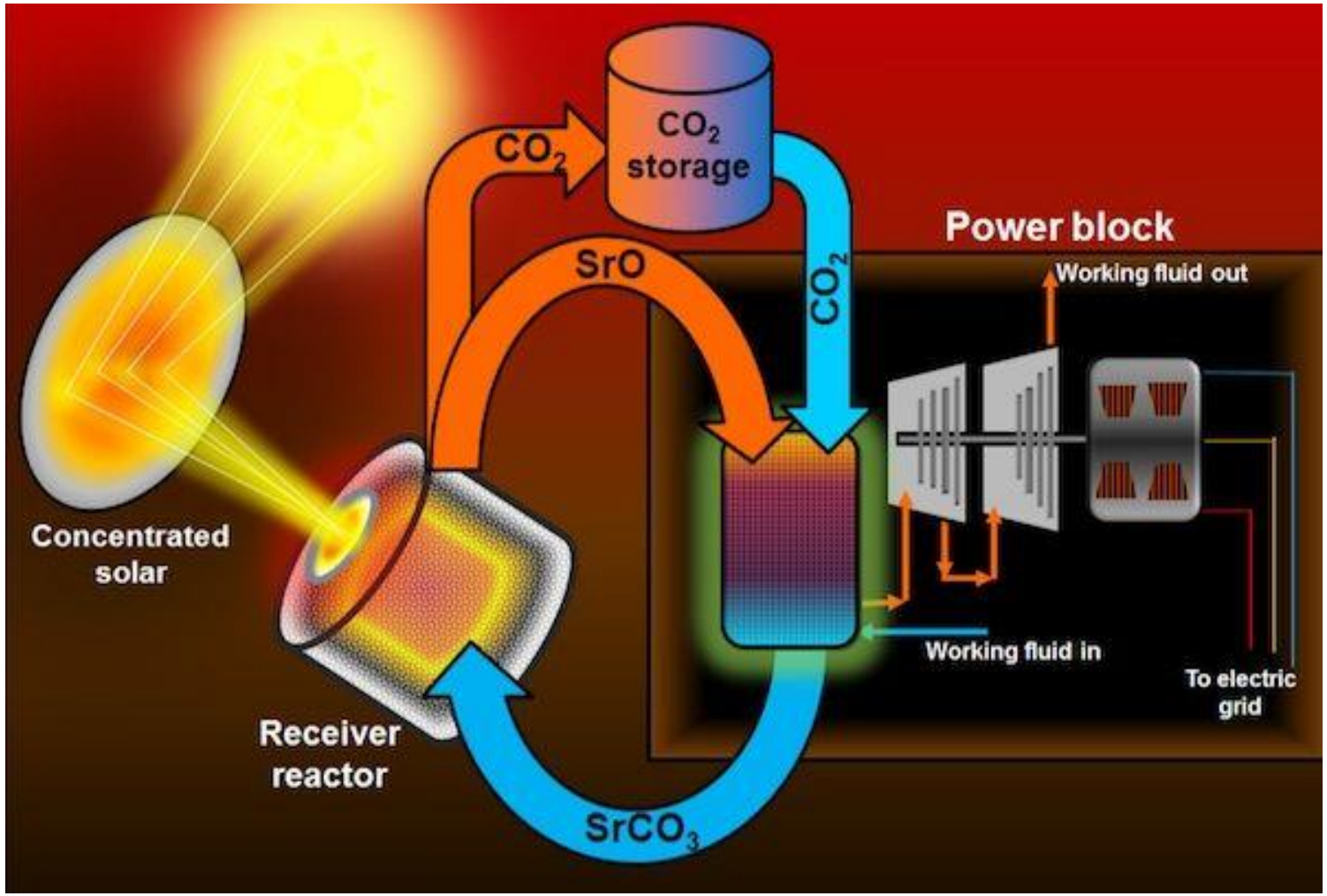
Almacenamiento de calor sensible: En este método, la energía térmica se almacena aumentando o disminuyendo la temperatura de un material, generalmente en forma sólida o líquida. El calor se agrega o se extrae directamente del medio de almacenamiento, como rocas, concreto o agua.



Almacenamiento de calor latente: El almacenamiento de calor latente implica el uso de un material de cambio de fase (PCM) para almacenar energía térmica. El PCM absorbe o libera calor durante el proceso de cambio de una fase a otra, como de sólido a líquido o de líquido a gas.



Almacenamiento de calor termoquímico: Las reacciones termoquímicas también se pueden emplear para el almacenamiento de energía térmica. Este método implica el almacenamiento de energía mediante reacciones químicas reversibles. Durante la carga, se aplica calor para impulsar una reacción endotérmica, que almacena la energía. Cuando se requiere la energía almacenada, la reacción se invierte suministrando calor.



Medidores: Se utilizan medidores bidireccionales para registrar la energía generada y consumida, y para la posible inyección de excedentes a la red

Los tres tipos de medidores que hay en el país



MECÁNICO
Lectura presencial, recolección de datos manuales, problemas para leer datos.



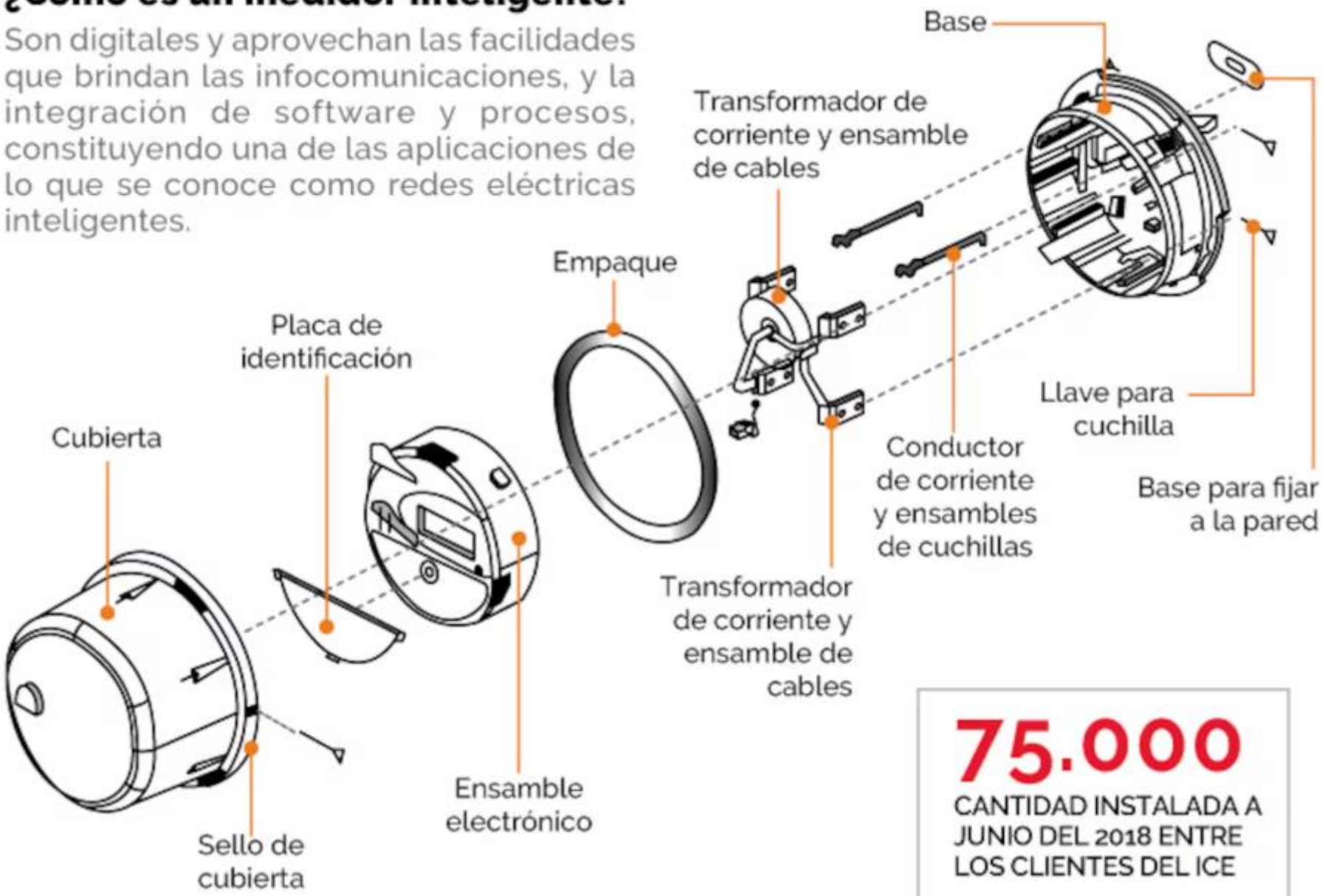
ELECTRÓNICO
Lectura presencial, recolección de datos en un handhelp, mínimos problemas para leer datos.



INTELIGENTE
Lectura remota, reporte de eventos irregulares, elimina problemas de lectura.

¿Cómo es un medidor inteligente?

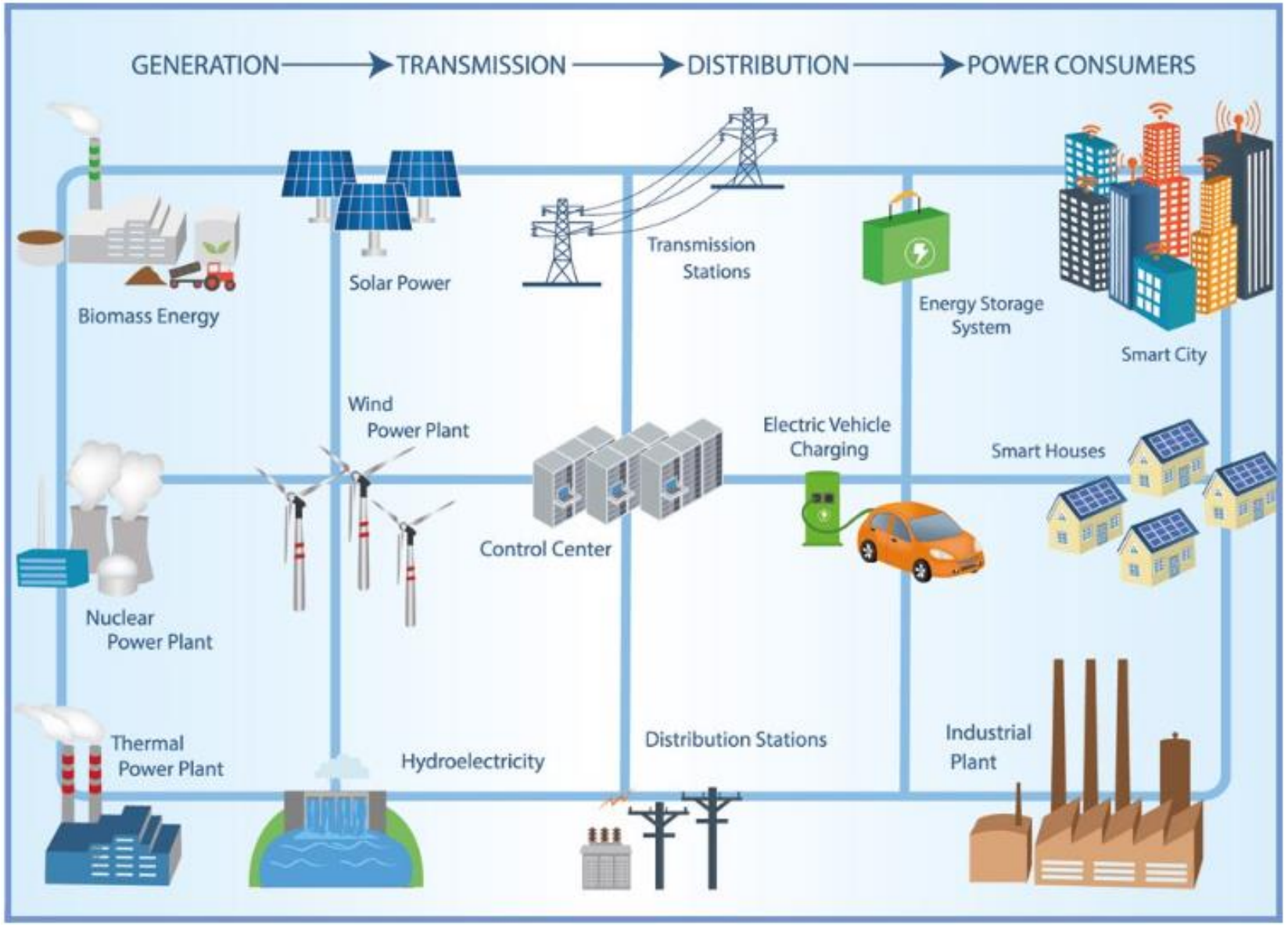
Son digitales y aprovechan las facilidades que brindan las infocomunicaciones, y la integración de software y procesos, constituyendo una de las aplicaciones de lo que se conoce como redes eléctricas inteligentes.



75.000

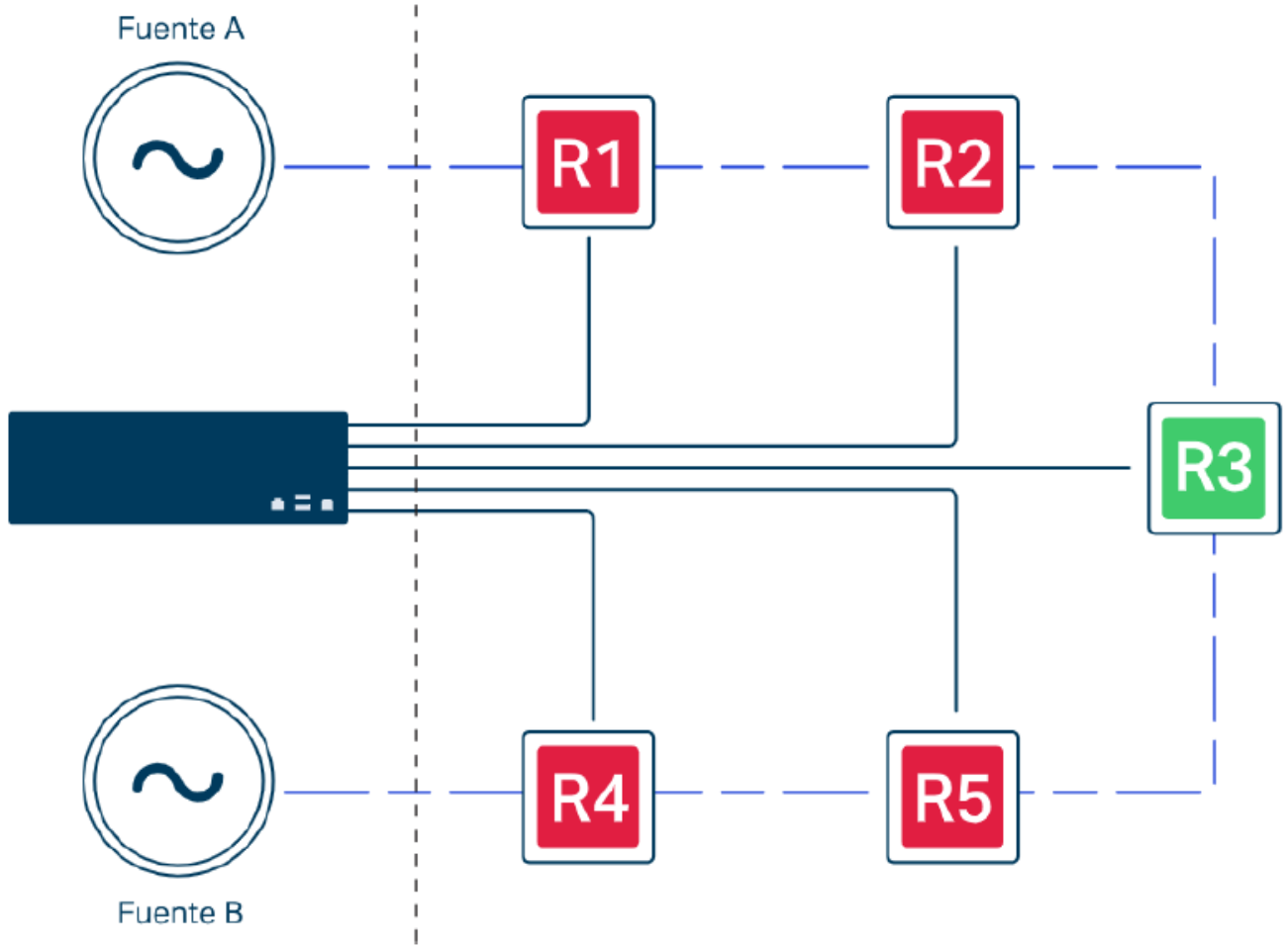
CANTIDAD INSTALADA A JUNIO DEL 2018 ENTRE LOS CLIENTES DEL ICE

SISTEMAS DE GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE REDES INTELIGENTES.



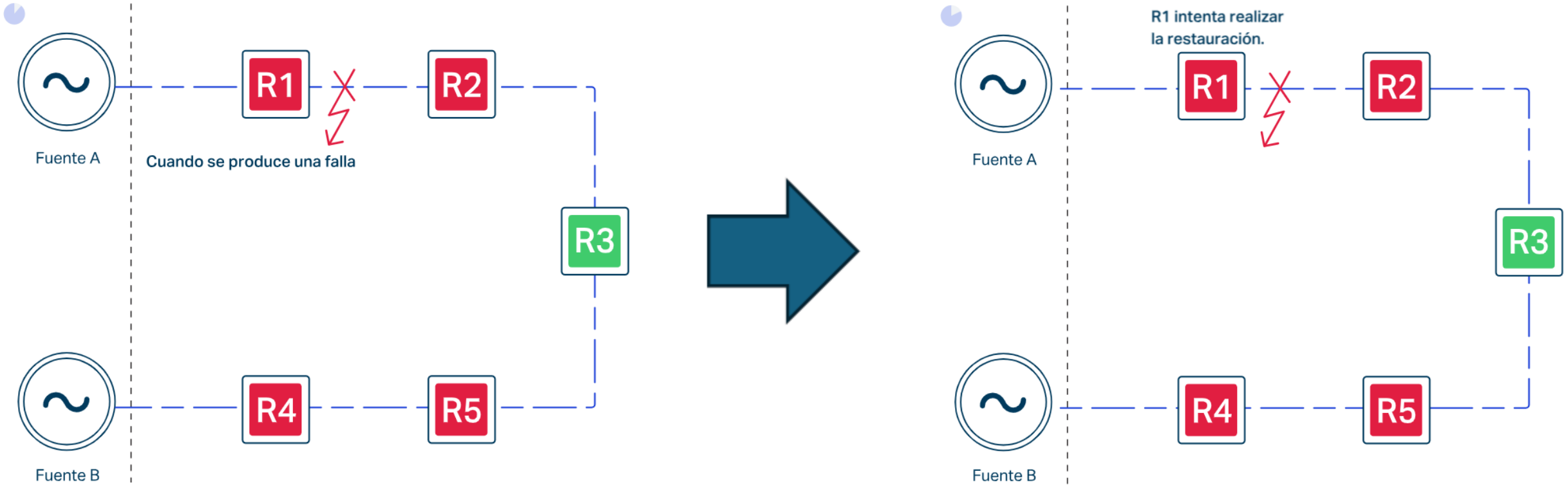
SISTEMA DE GESTIÓN DE FALLAS.

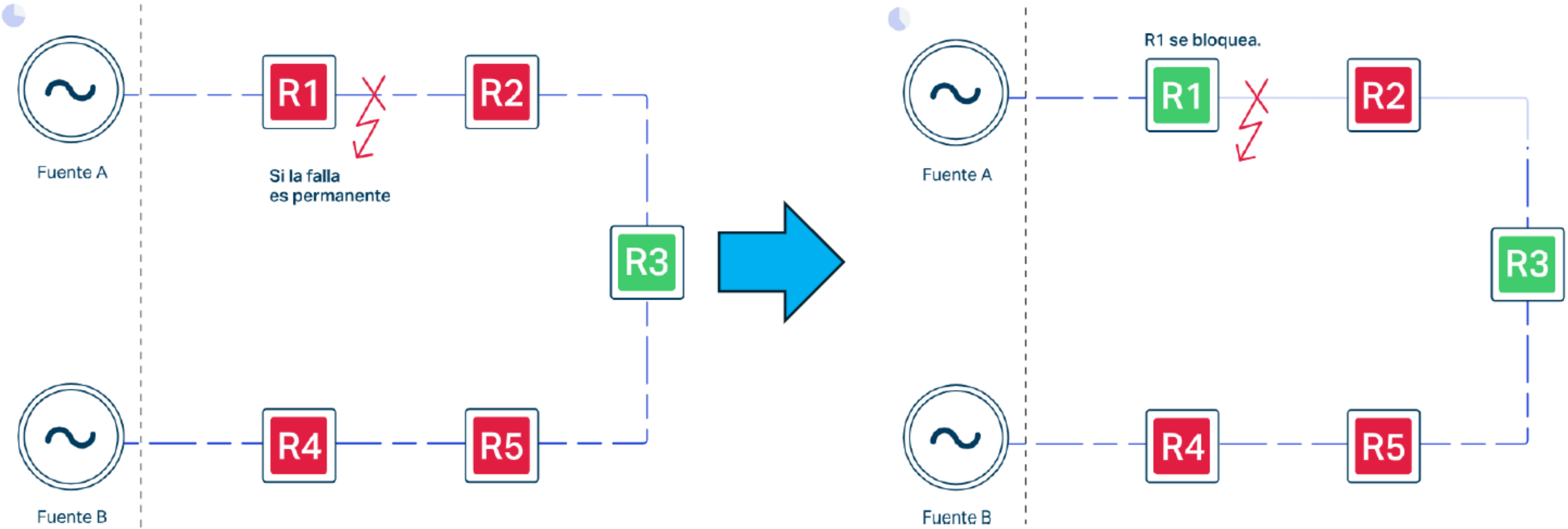
La localización de fallas, aislamiento y restauración de servicio (FLISR) restaura automáticamente la energía a la mayor cantidad de clientes posible, lo más rápido posible, en caso de una falla permanente.

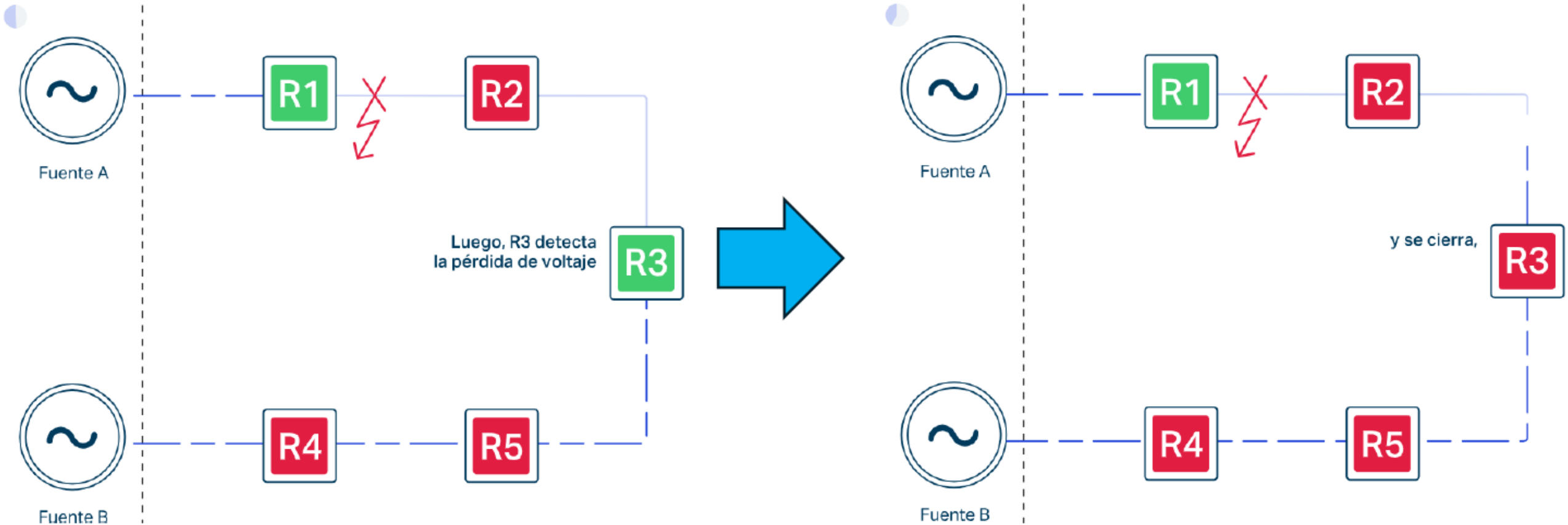


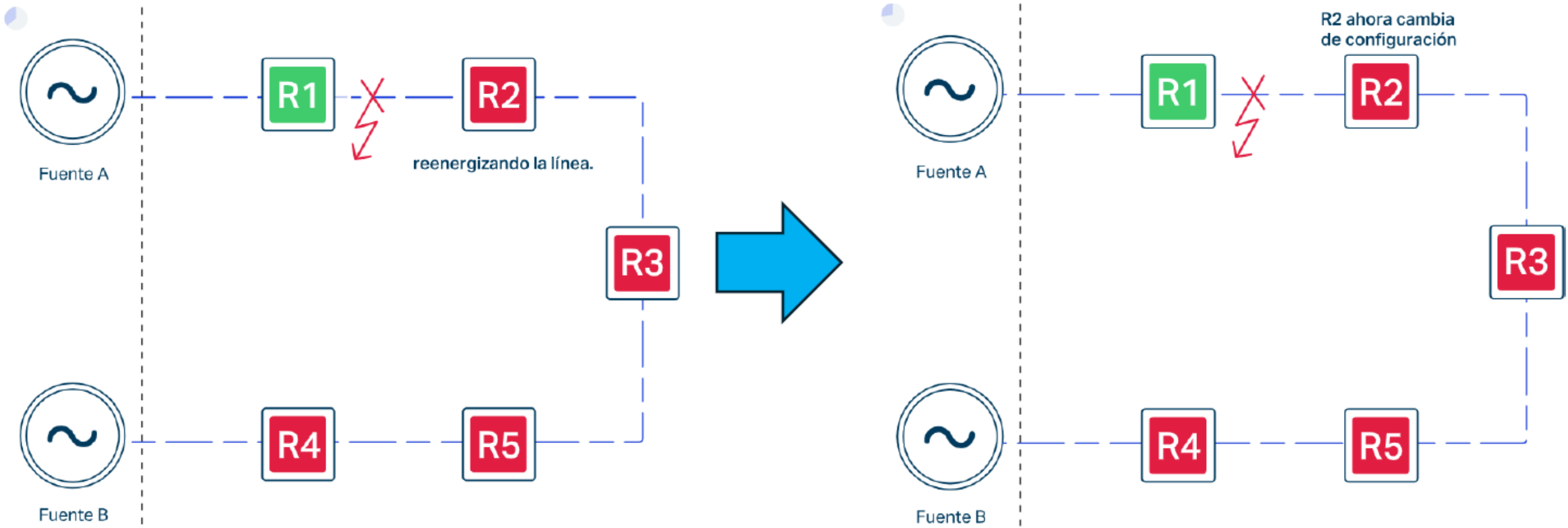
Pérdida de comunicación.

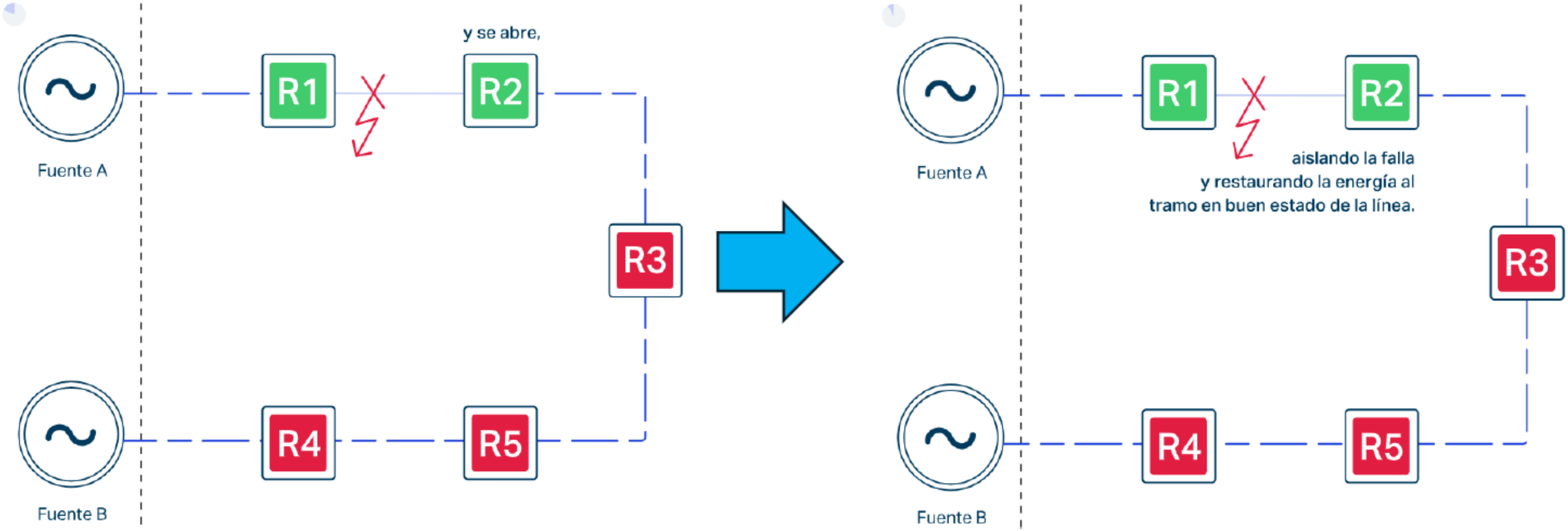
Muchos alimentadores de distribución están protegidos por controles de restaurador que no se aumentan con un sistema de comunicaciones. Es posible implementar funcionalidad de FLISR utilizando detección local de voltaje y corriente, junto con lógica de relé de cierre por falla.




Fuente A
R1
Si la falla
es permanente
R2
R3
Fuente B
R4
R5
R1 se bloquea.
Fuente A
R1
R2
R3
Fuente B
R4
R5

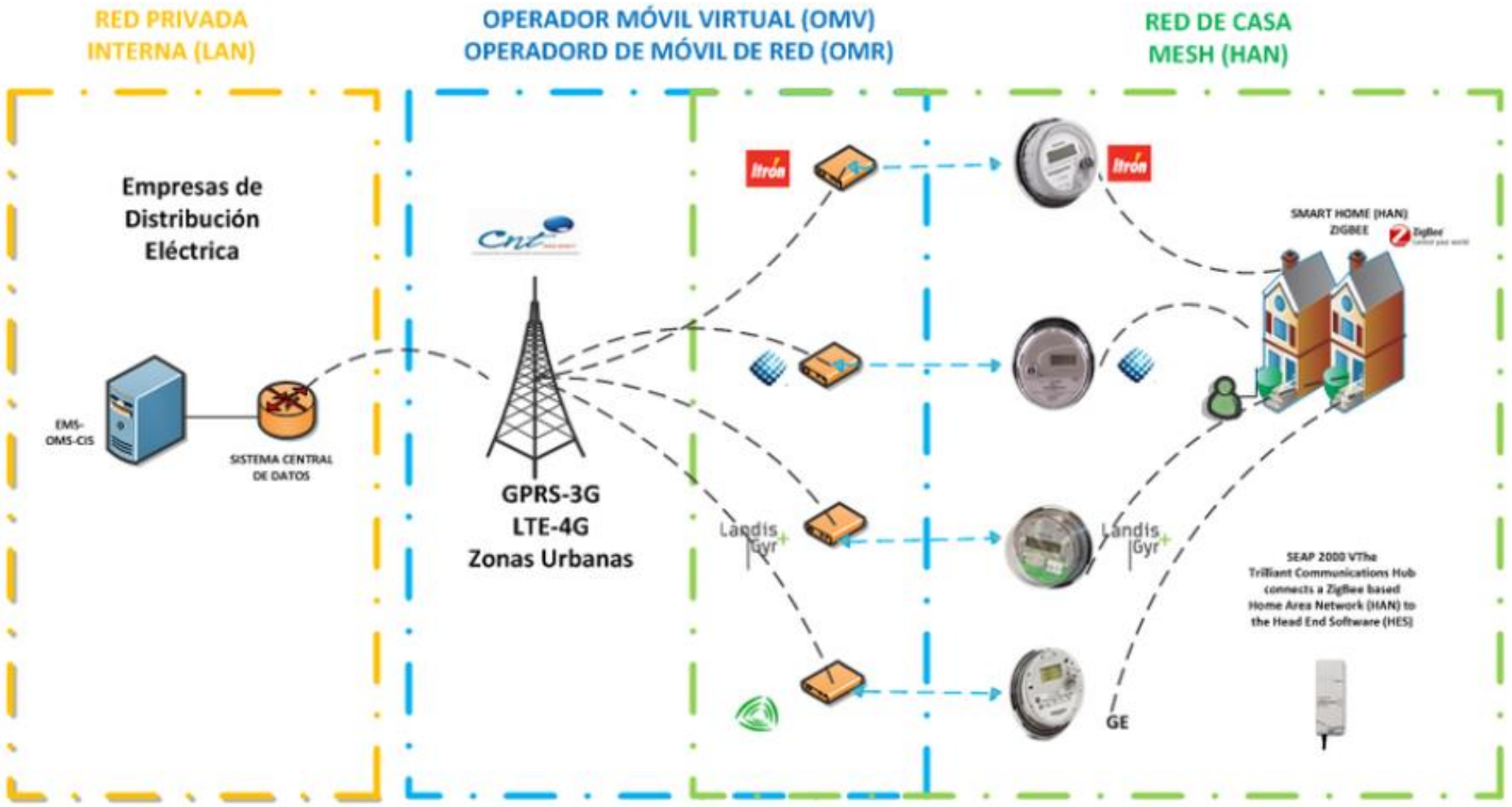

Fuente A
R1
R2
Luego, R3 detecta
la pérdida de voltaje
R3
Fuente B
R4
R5
Fuente A
R1
R2
y se cierra,
R3
Fuente B
R4
R5

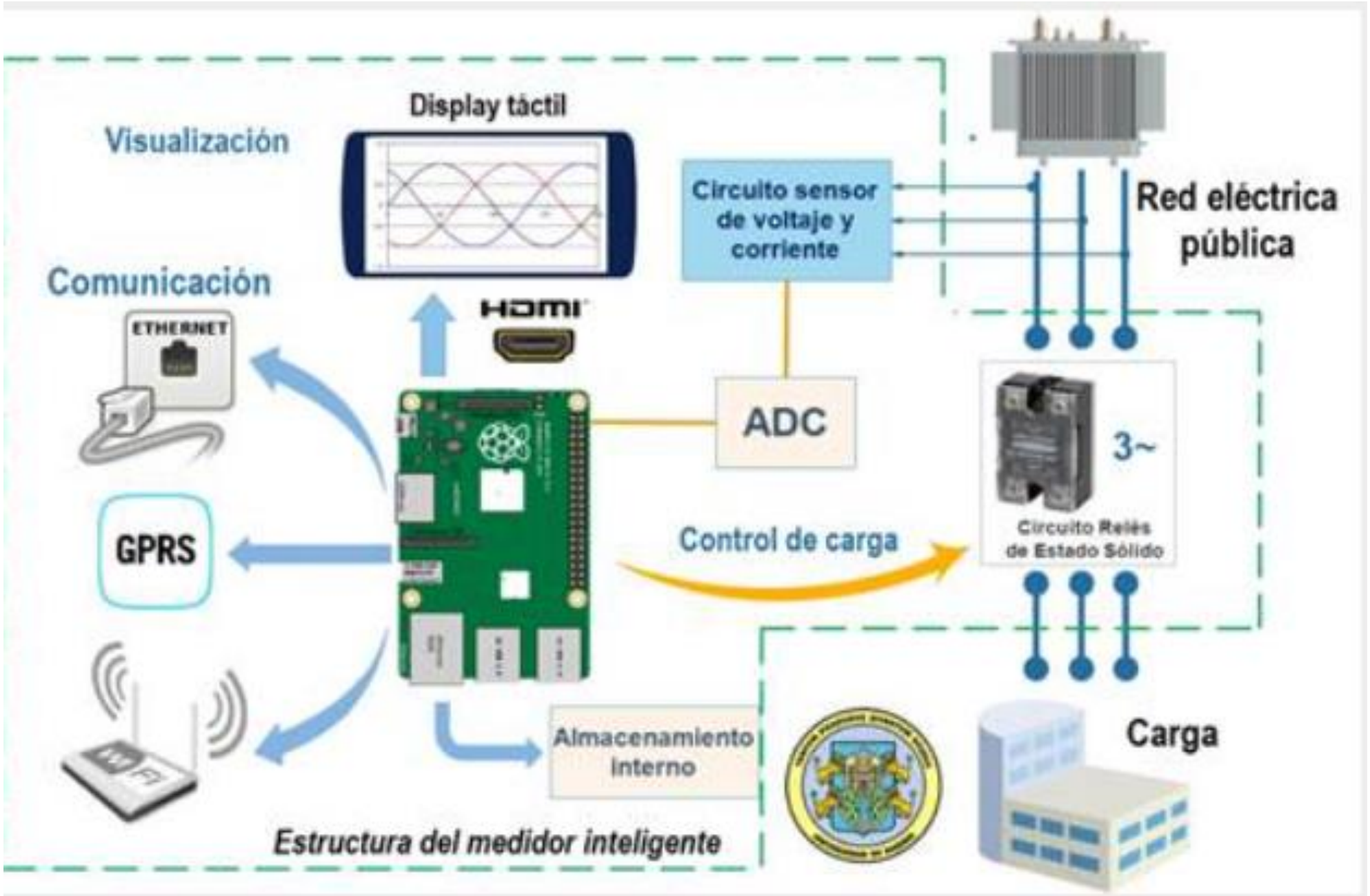

Fuente A
R1
R2
reenergizando la línea.
R3
Fuente B
R4
R5
R2 ahora cambia
de configuración
Fuente A
R1
R2
R3
Fuente B
R4
R5


y se abre,
R1
R2
R3
R4
R5
Fuente A
Fuente B
aislando la falla
y restaurando la energía al
tramo en buen estado de la línea.

INFRAESTRUCTURA DE MEDICIÓN AVANZADA

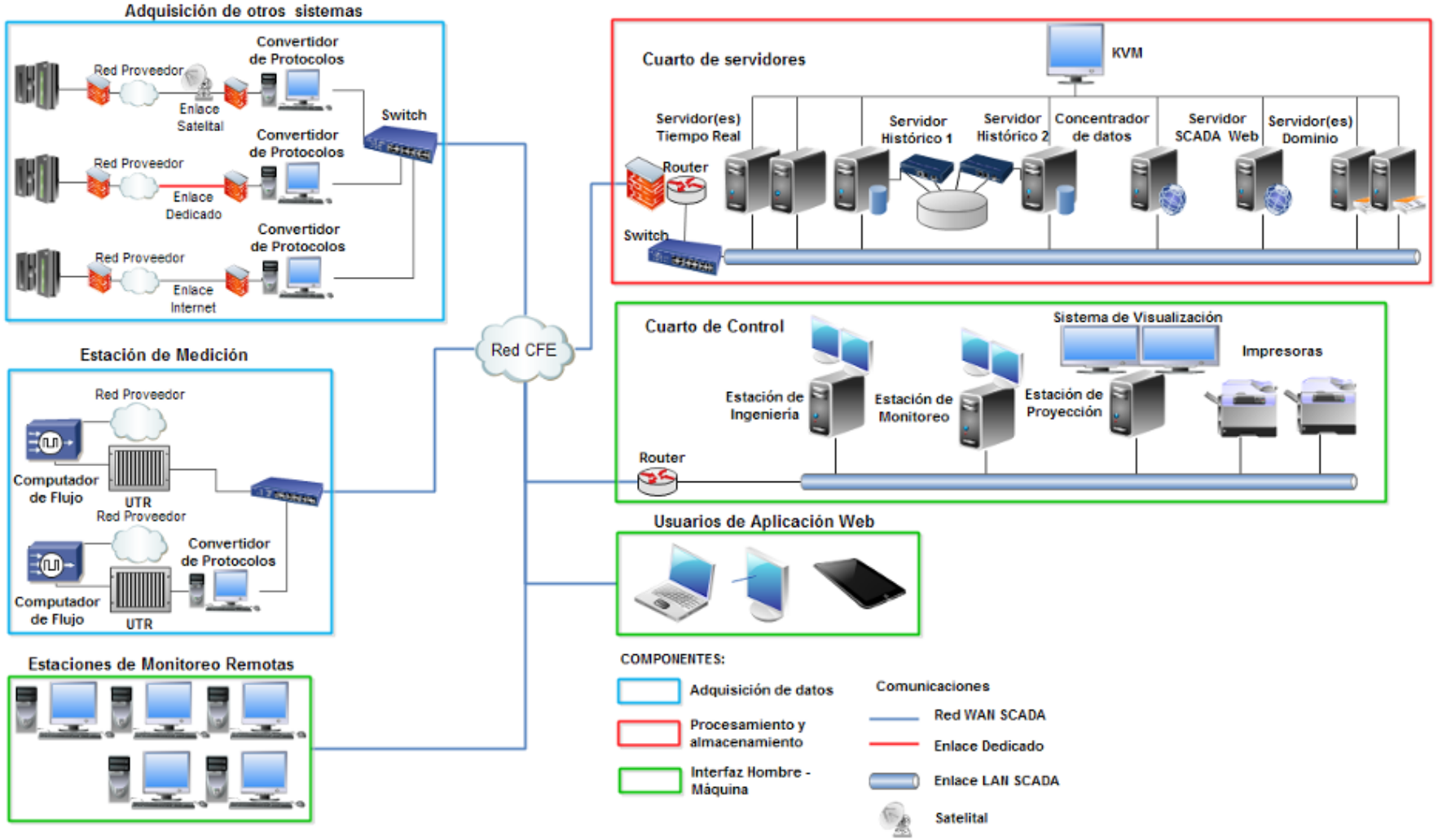
La infraestructura de medición avanzada (AMI) es un sistema de medidores inteligentes, redes de comunicación y sistemas de gestión de datos que permite a las empresas de servicios públicos (como las de agua o energía) recopilar datos de consumo en tiempo real de sus clientes de forma bidireccional.



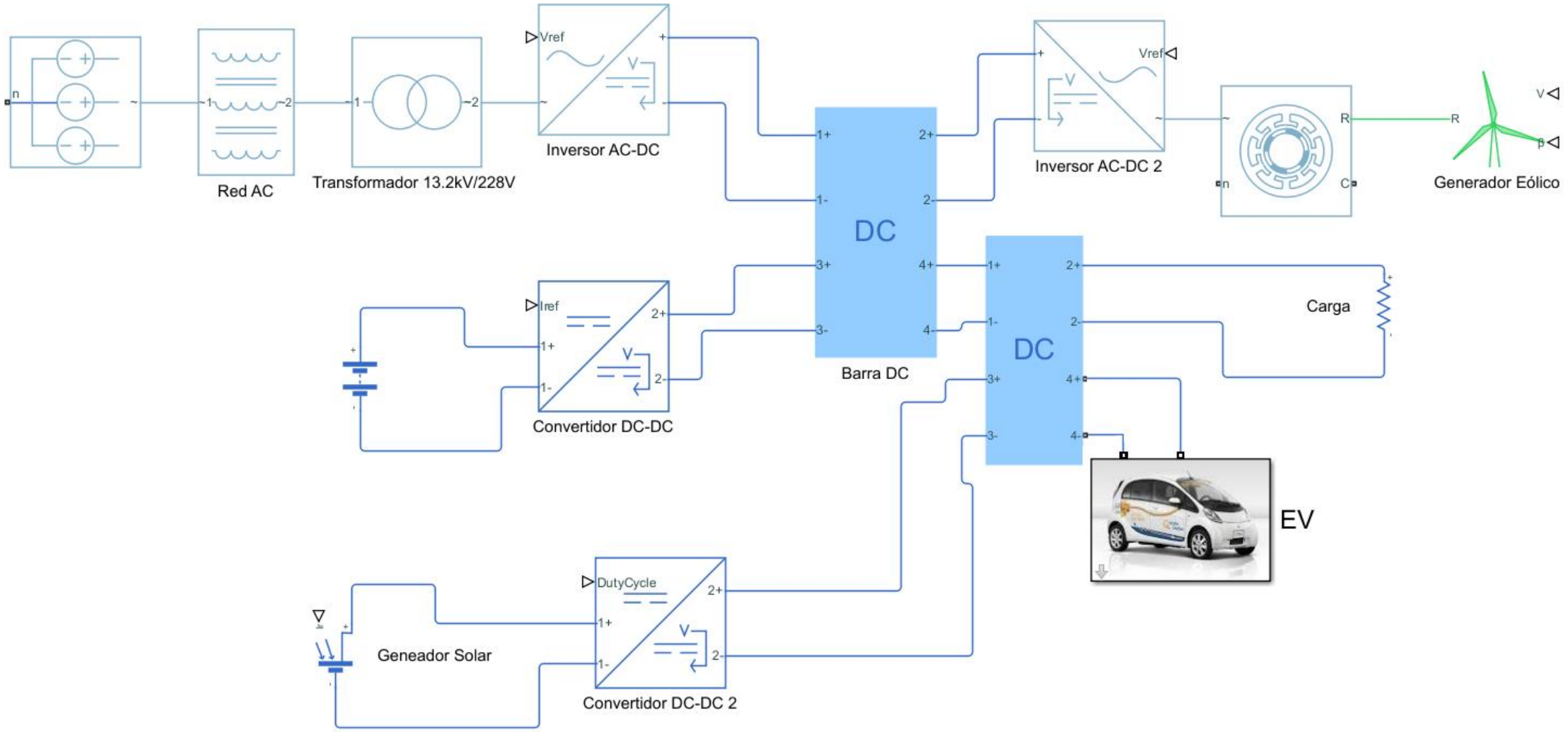

Display táctil
Visualización
Comunicación
Circuito sensor de voltaje y corriente
Red eléctrica pública
HDMI
ETHERNET
ADC
3~
GPRS
Control de carga
Circuito Relés de Estado Sólido
Almacenamiento interno
Carga
Estructura del medidor inteligente

SISTEMAS SCADA.

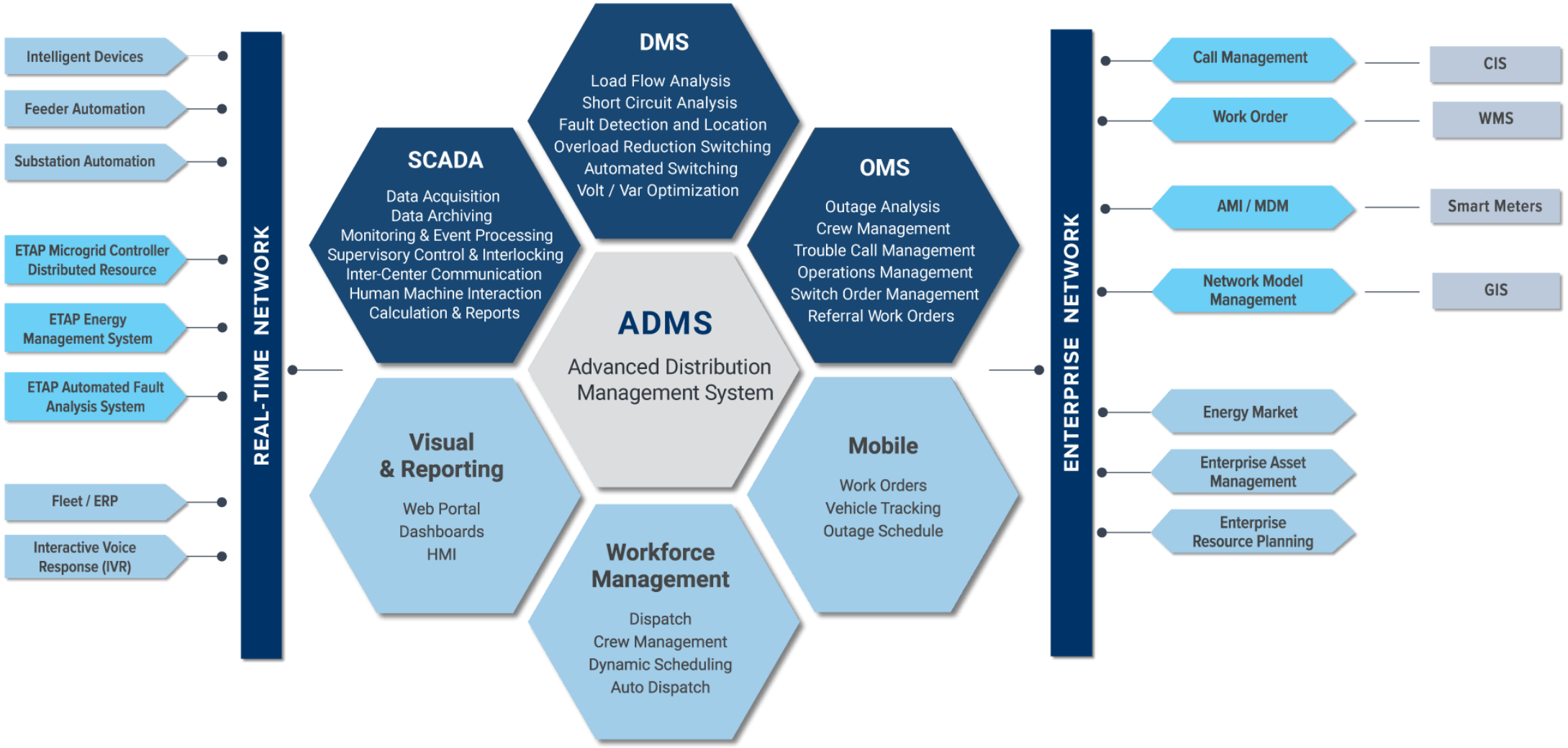
La integración de los sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) en una Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) crea una sinergia poderosa para las redes inteligentes, permitiendo un monitoreo exhaustivo y la toma de decisiones automáticas.



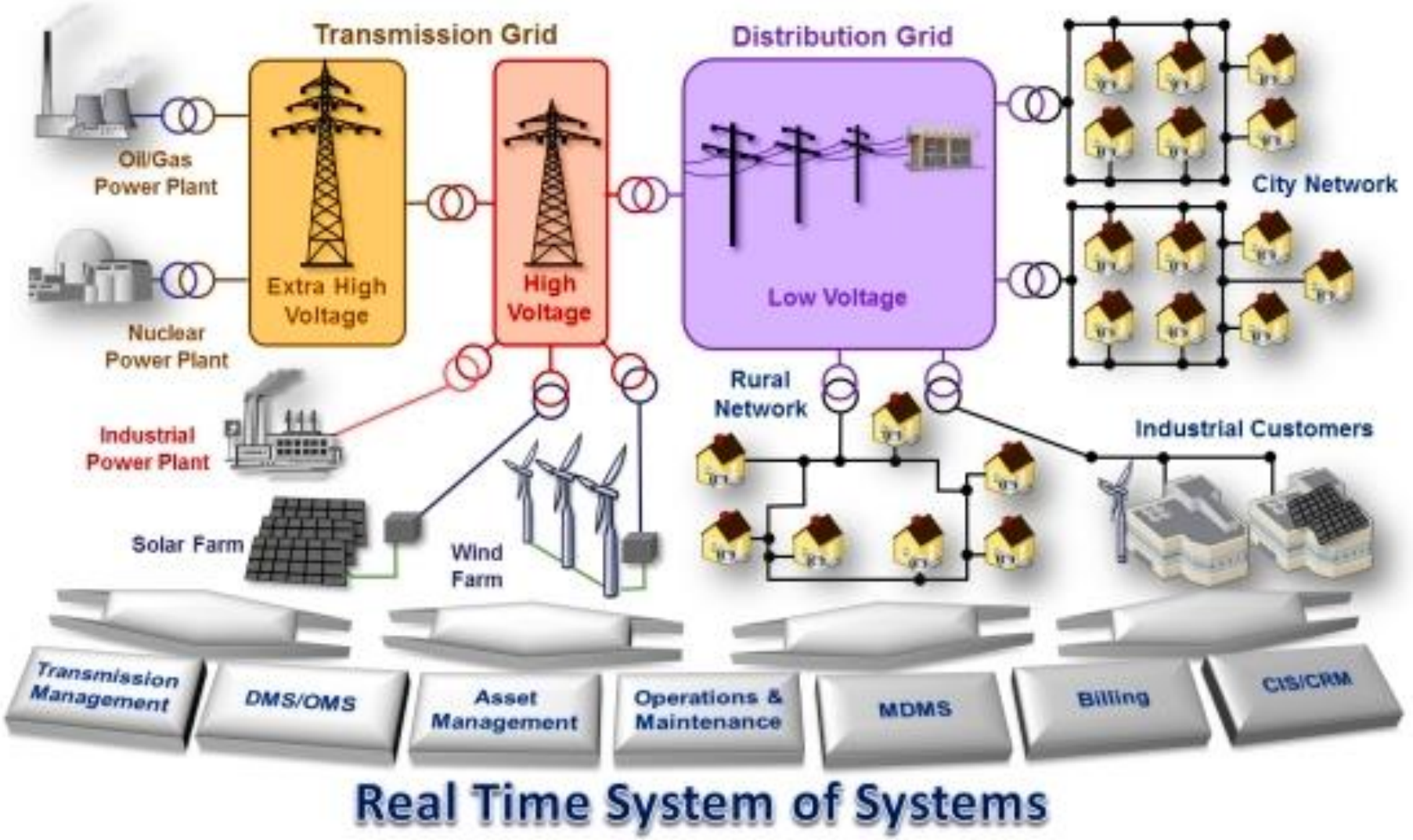
Los **sistemas de administración de medición** para microrredes son fundamentales para monitorizar, controlar y optimizar la operación de una microrred, gestionando de manera eficiente el equilibrio entre la generación y el consumo de energía.



Un **sistema de gestión de distribución inteligente** es una solución integral y avanzada que utiliza tecnologías digitales, inteligencia artificial (IA), sensores y análisis de datos para optimizar y controlar de manera eficiente la red de distribución.



Los **sistemas de monitoreo automático en la gestión de distribución energética** son herramientas digitales que supervisan y controlan en tiempo real la red eléctrica, desde la generación hasta el consumo, para optimizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la confiabilidad.



REFERENCIAS

[1] https://www.pv-magazine-mexico.com/2022/05/18/generacion-distribuida-fuente-para-la-creacion-de-cooperativas-de-energia-comunitarias/
[2] https://emmi.mx/sistemas-de-generacion-de-energia-para-empresas-en-mexico-este-2025
[3] https://es.slideshare.net/slideshow/captulo-1-introduccin-a-las-centrales-de-generacinpdf/262600961
[4] https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestro-modelo-innovacion/autoconsumo-electrico
[5] https://siocorp.pe/electricidad/sistema-de-suministro-electrico/
[6] https://es.jsheld.com/perspectivas/art%C3%ADculos-2jcj/el-almacenamiento-energ%C3%A9tico-y-su-posible-impacto-en-los-riesgos-comerciales
[7] https://acis.org.ar/2019/03/10/almacenamiento-de-energia/
[8] https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/que-es-la-generacion-distribuida-estados-y-municipios
[9] https://blog.softtek.com/es/generacion-distribuida
[10] https://autosolar.es/energia-solar
[11] https://www.ormazabal.com/sabes-como-funciona-un-parque-eolico-terrestre/
[12] https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/energia-solar-y-energia-eolica-cual-de-las-dos-energias-renovables-es-la-mejor
[13] https://eliseosebastian.com/paneles-fotovoltaicos-a-la-red-electrica/
[14] https://concentracionsolar.org.mx/concentracion-solar
[15] https://blog.hipowercr.com/que-es-y-como-funciona-un-sistema-hibrido-de-energia-solar
[16] https://edenglobalsolutions.com/es/sistemas-fotovoltaicos-hibridos-la-clave-para-la-eficiencia-energetica-en-tu-empresa/

[17] http://www.energiasinteligentes.com/noticias/9/sistemas-hibridos-principio-de-funcionamiento-y-preguntas-frecuentes
[18] https://wega-energy.com/blog/diferencia-sistema-on-grid-off-grid/
[19] https://canalsolar.com.br/es/instalaciones-de-sistemas-solares-flotantes/
[20] https://blogs.udima.es/ingenieria-industrial/instalaciones-fotovoltaicas-flotantes/
[21] https://chrarq.wordpress.com/2015/11/12/energia-eolica/
[22] https://freen.com/es/pequenas-turbinas-eolicas/turbinas-eolicas-de-eje-horizontal/
[23] https://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2012/07/aerogenerador-de-eje-horizontal-o-vertical.html
[24] https://www.transicionenergetica.es/energias-renovables/aerogeneradores/
[25] https://transicionenergetica.ineel.mx/Revista.mvc/R1n2v3
[26] https://www.nord-lock.com/latam/aprendizajes/conocimiento/2020/offshore-floating-wind-energy/
[27] https://amdee.org/es_es/home-2/
[28] https://ovacen.com/energias-renovables/eolica/parques-eolicos/
[29] https://www.pv-magazine-mexico.com/2019/03/29/descifrando-una-incognita-de-la-industria-electrica-nacional-el-almacenamiento-de-la-energia-eje-central-de-transicion-energetica/
[30] https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Bater%C3%ADa
[31] https://fundacionsolon.org/2021/07/02/que-son-las-baterias/
[32] https://www.uaeh.edu.mx/divulgacion-ciencia/baterias-desarrollo-tecnologico/
[33] https://www.areatecnologia.com/baterias-y-acumuladores.htm
[34] https://hive.blog/hive-196387/@emiliomoron/bater-as-de-ni-cd-c-mo-funcionan--1600691248
[35] https://www.tritekbattery.com/es/lithium-ion-cell-knowledge-comprehensive-explanation/

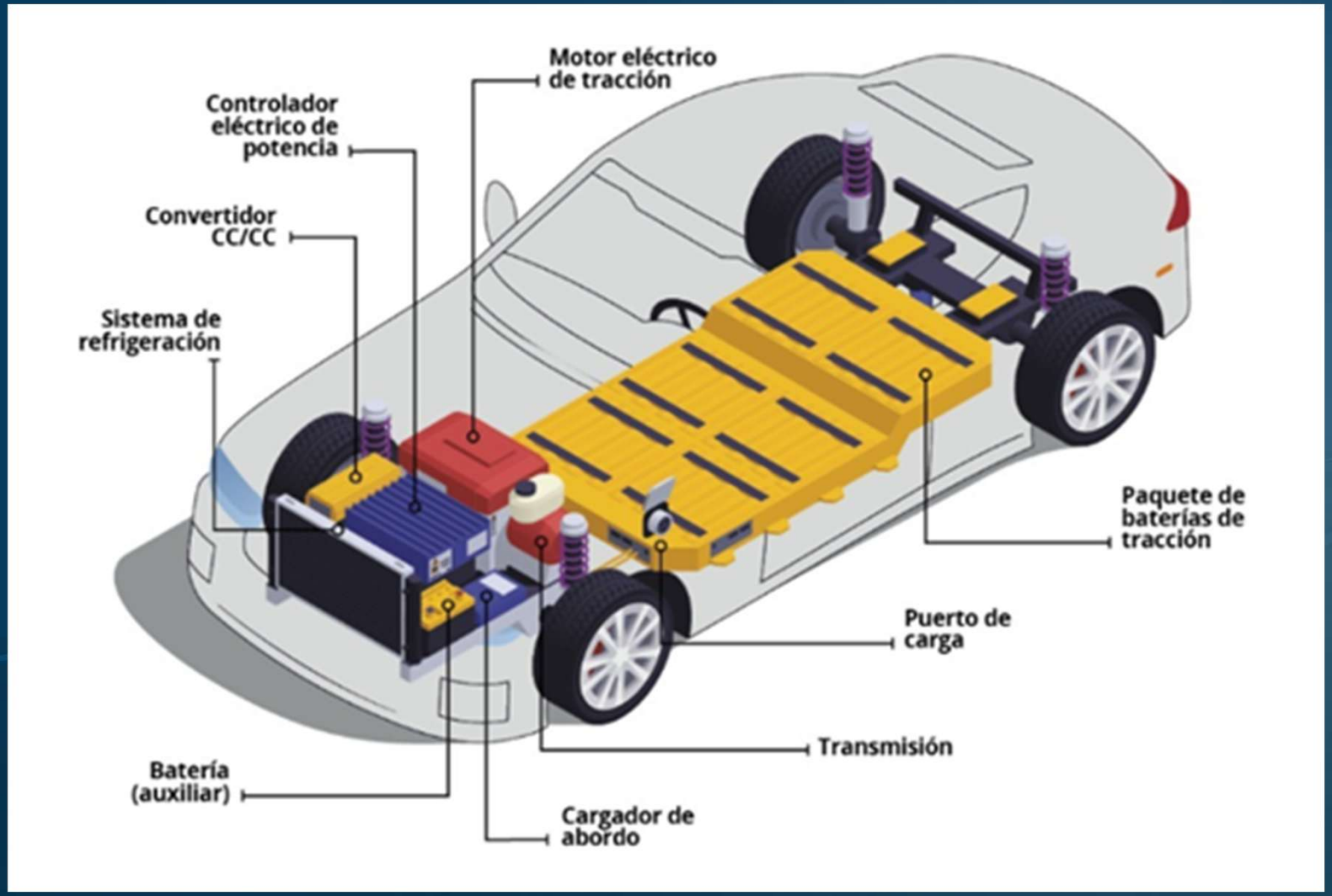
[36] https://www.geocities.ws/danielperez/BatPlomo/index.htm
[37] https://vtpower.es/blog/2021/05/15/ventajas-y-desventajas-de-las-baterias-de-plomo-acido-y-litio/
[38] https://unicrom.com/funcionamiento-pilas-baterias/
[39] https://www.sfe-solar.com/baterias/ion-litio/tipos/?srsltid=AfmBOoppJBYZGnzKpJIE_3G6Xf89Ob0Io15q7kvDnQzMJjF-KWp83hm-
[40] https://es.led-diode.com/info/supercapacitor-structure-83765676.html
[41] https://electronicaonline.net/componentes-electronicos/condensador/supercondensadores/
[42] https://www.redeweb.com/actualidad/principios-y-usos-de-los-edlc/
[43] https://www.capacitorconnect.com/what-is-a-pseudocapacitor/
[44] https://www.diarioelectronicohoy.com/condensadores-hibridos-automocion/
[45] https://www.quimica.es/noticias/1168713/los-aniones-importan.html
[46] https://jmirez.wordpress.com/2013/09/04/j604-flywheel-o-volantes-de-inercia/
[47] https://www.baumueller.com/es/sectores/metales/conversion-prensas-de-volante
[48] http://www.sc.ehu.es/sbweb/energias-renovables/temas/almacenamiento_1/almacenamiento_1.html
[49] https://www.serviaire.com/almacenamiento-de-energia-por-aire-comprimido/
[50] http://www.sc.ehu.es/sbweb/energias-renovables/temas/almacenamiento_1/almacenamiento_1.html
[51] https://e-management.mx/2019/09/24/la-pila-de-combustible-una-central-ecologica/
[52] https://www.cnh2.es/pilas-de-combustible/
[53] https://solarbatterymanufacturer.com/es/que-es-el-almacenamiento-de-energia/
[54] https://www.ecointeligencia.com/2021/09/almacenar-energia-termica-4/
[55] https://www.huntkeyenergystorage.com/es/thermal-energy-storage/

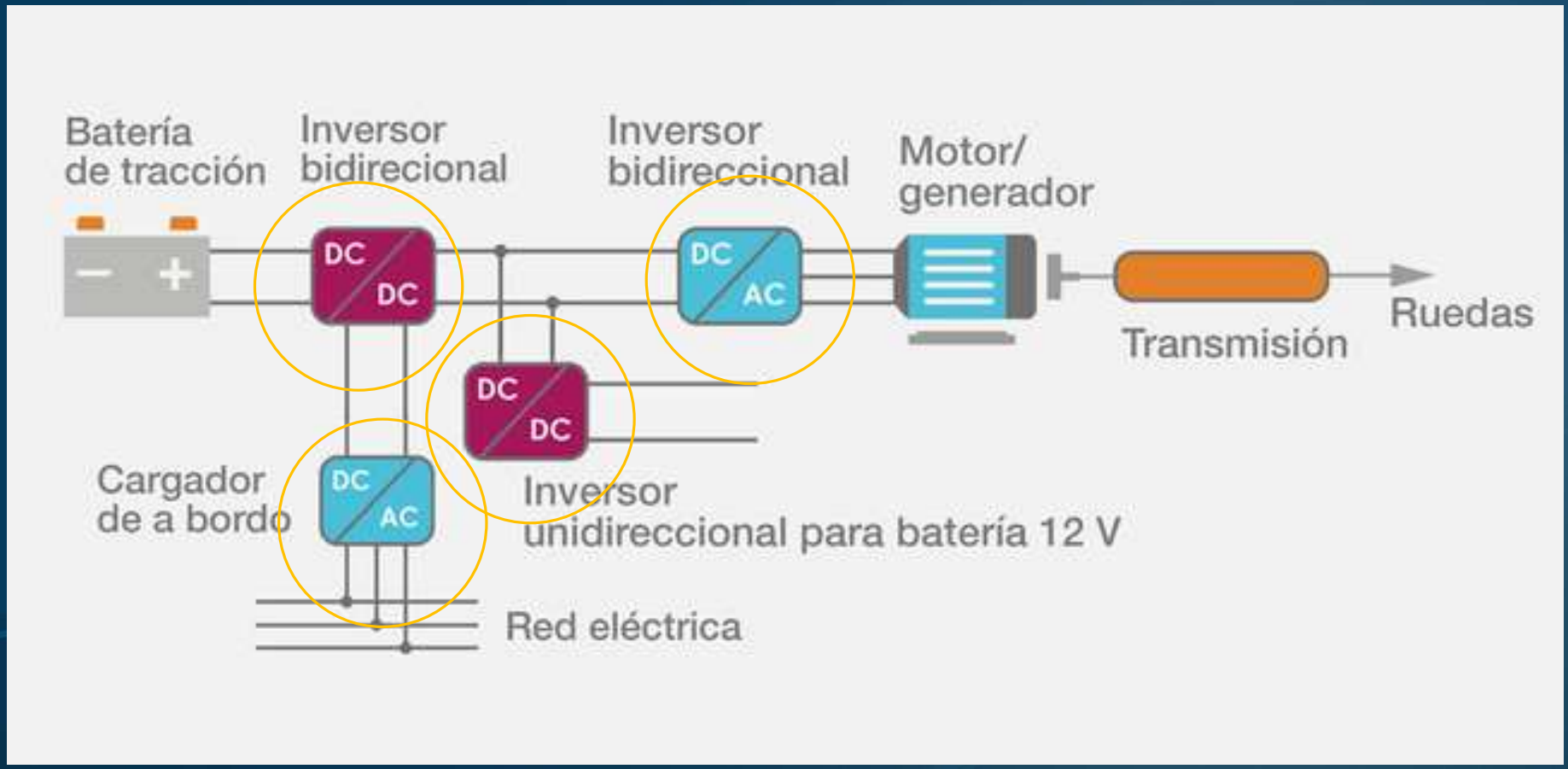
[56] https://solarbatterymanufacturer.com/es/que-es-el-almacenamiento-de-energia/
[57] https://www.energynews.es/un-equipo-de-investigadores-descubre-que-el-almacenamiento-termoquimico-como-el-mas-eficiente/
[58] https://www.linkedin.com/pulse/redes-inteligentes-en-el-sistema-el%C3%A9ctrico-enzo-maccioni-baraona-i5hqe/
[59] Inga Ortega, Esteban & Cazco, Diego & Luna, Víctor & Inga Ortega, Juan. (2013). Comunicaciones Celulares para medición inteligente de energía eléctrica en sistemas de distribución. Ingenius. 21-33. 10.17163/ings.n10.2013.03.
[60] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/s/G0100-27.pdf


DIPLOMADO:
ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ
DOCENTE:
JUAN ANDRES AYALA RUIZ



COMPONENTES CLAVE DE UN VEHICULO ELECTRICO


Motor eléctrico de tracción
Controlador eléctrico de potencia
Convertidor CC/CC
Sistema de refrigeración
Paquete de baterías de tracción
Puerto de carga
Transmisión
Batería (auxiliar)
Cargador de abordo


Batería
de tracción
Inversor
bidireccional
Inversor
bidireccional
Motor/
generador
DC
DC
DC
AC
Ruedas
Transmisión
DC
DC
Cargador
de a bordo
DC
AC
Inversor
unidireccional para batería 12 V
Red eléctrica


INVERSOR

📌 ¿Qué es un inversor de corriente?

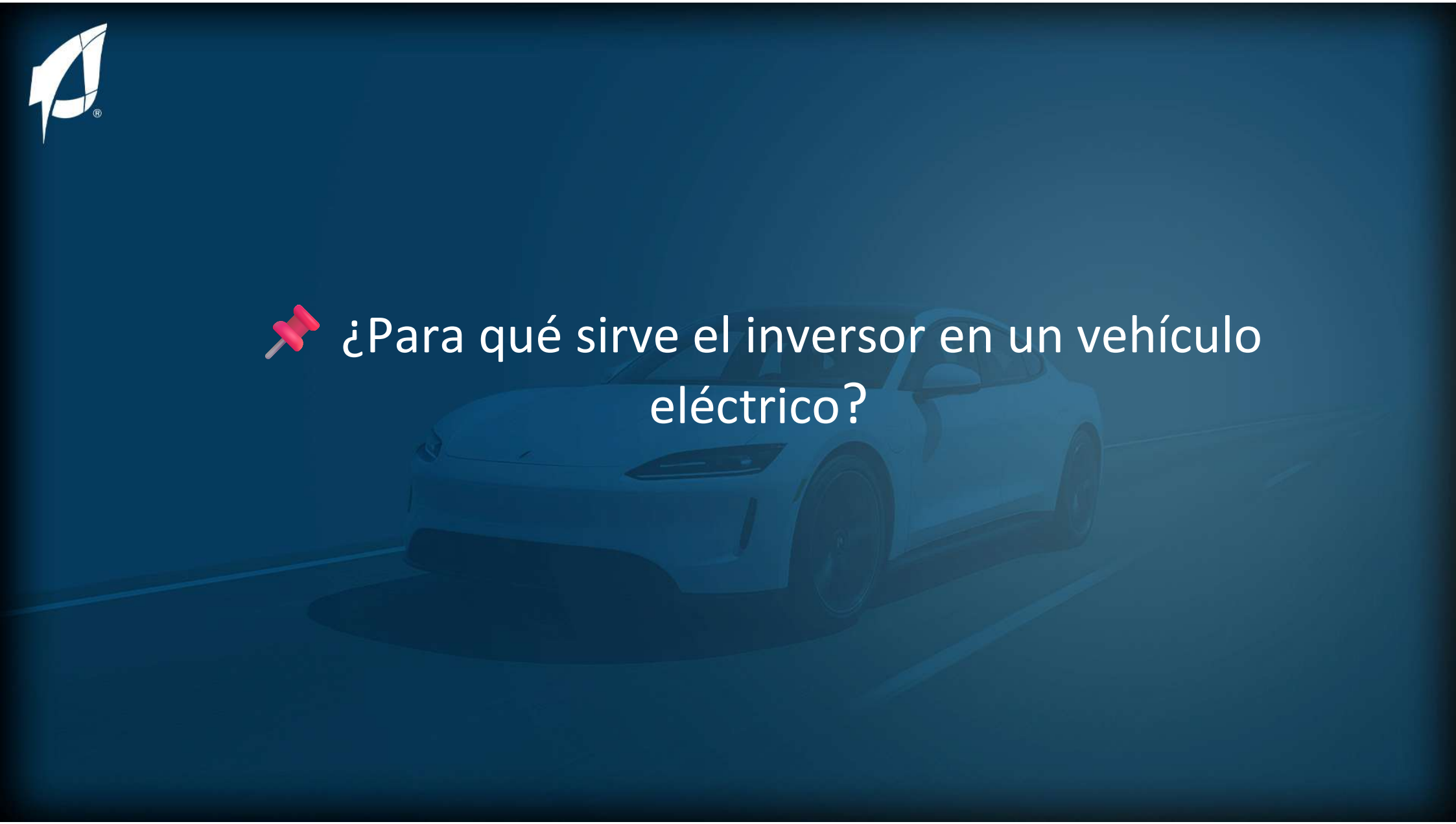
Un **inversor de corriente** (o *inversor de potencia*) es un dispositivo electrónico que **convierte energía eléctrica en corriente alterna (AC)** a partir de una fuente de **corriente directa (DC)**.

📌 El Inversor en un auto eléctrico 📌

La batería entrega energía en DC

El motor requiere energía en AC trifásica

📍 Sin inversor, un auto eléctrico **no se movería**.


📌 ¿Para qué sirve el inversor en un vehículo eléctrico?

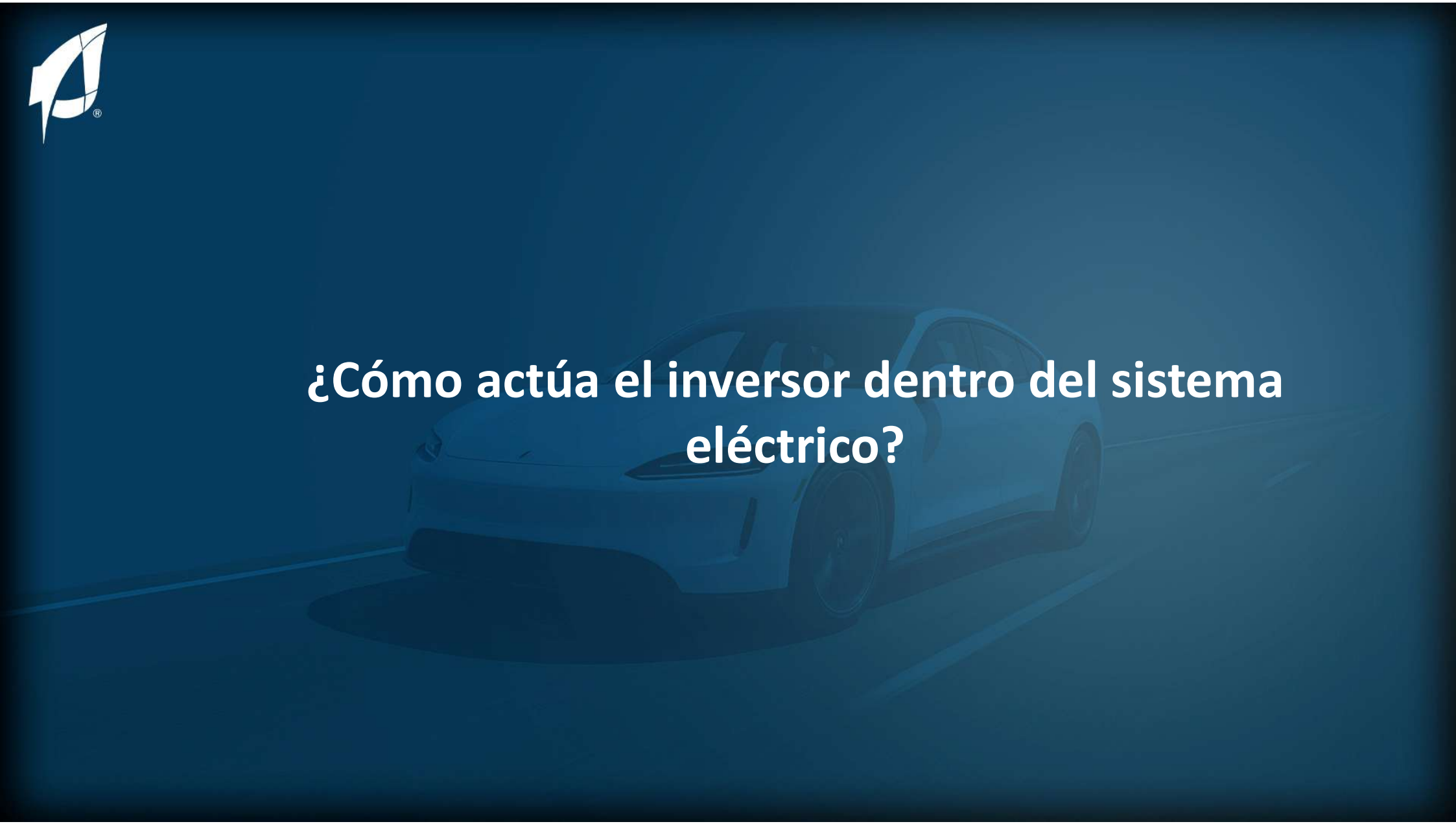
📌 ¿Para qué sirve el inversor en un vehículo eléctrico?

El inversor transforma la energía almacenada en la batería para que el motor pueda utilizarla de forma eficiente.

No es un simple conector entre batería y propulsor, sino un componente que **REGULA, ADAPTA Y CONTROLA** el flujo eléctrico

📌 ¿Para qué sirve el inversor en un vehículo eléctrico?

Función principal	Explicación
1. Alimentar el motor	Convierte DC a AC trifásica
2. Controlar velocidad	Variando la frecuencia de la AC
3. Controlar torque	Administrando el flujo de corriente
4. Frenado regenerativo	Convierte energía mecánica a eléctrica
5. Eficiencia y autonomía	Reduce pérdidas → mayor rango



¿Cómo actúa el inversor dentro del sistema eléctrico?

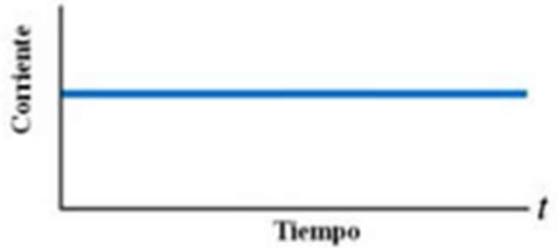

🧠 ¿Diferencia entre
Corriente Directa VS Corriente Alterna? 🧠

🧠 ¿Diferencia entre Corriente Directa VS Corriente Alterna? 🧠

Corriente Alterna (CA) vs. Corriente Continua (CC)

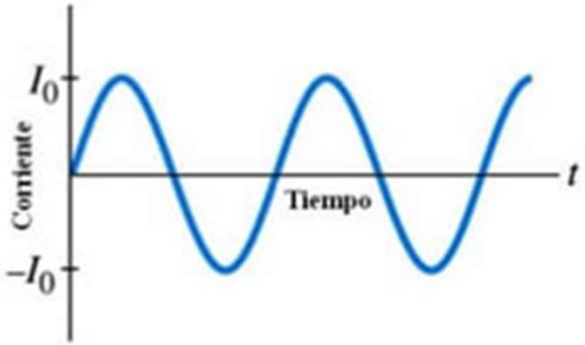
Corriente Continua (CC)

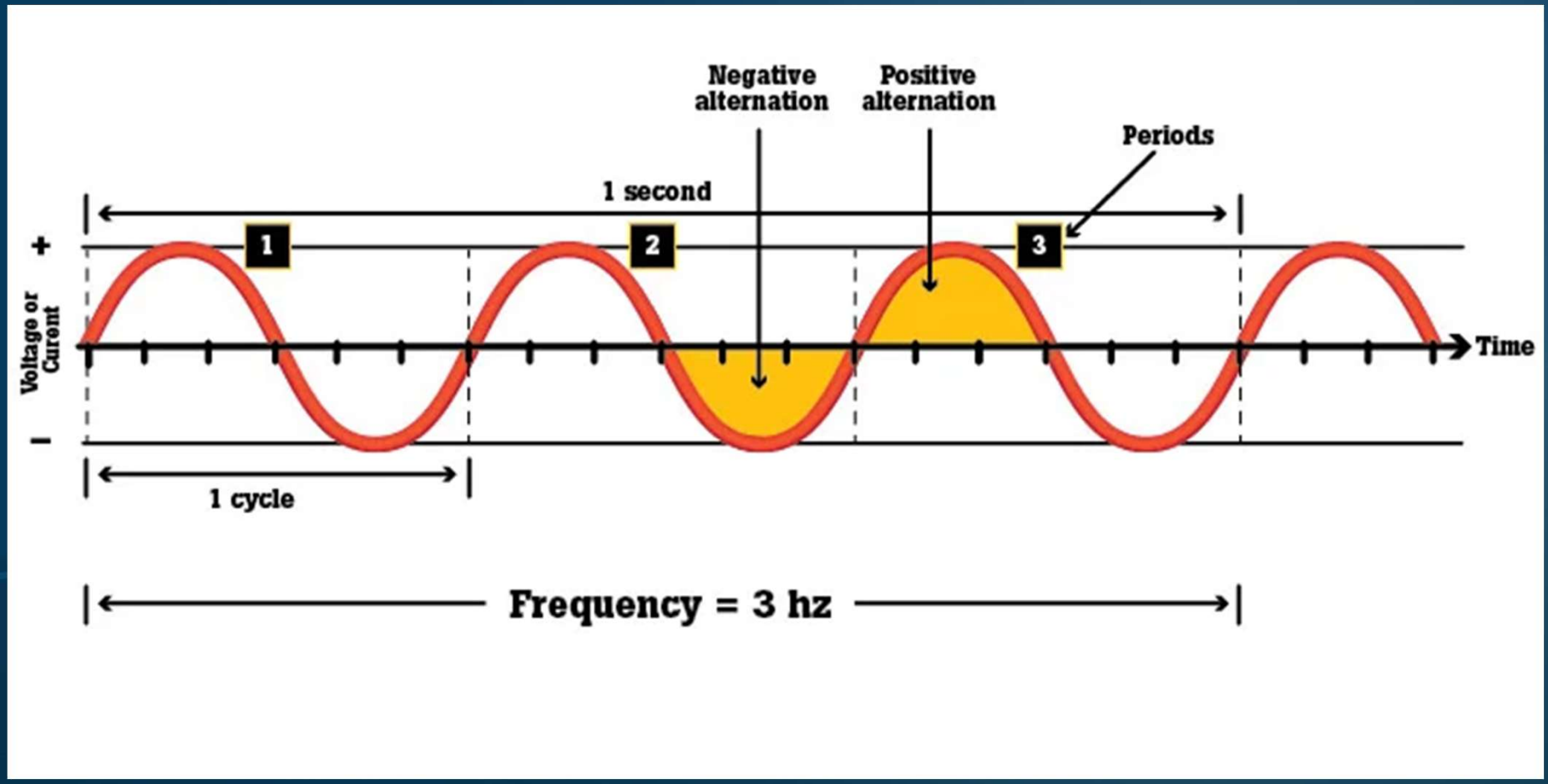
No varía con el tiempo.

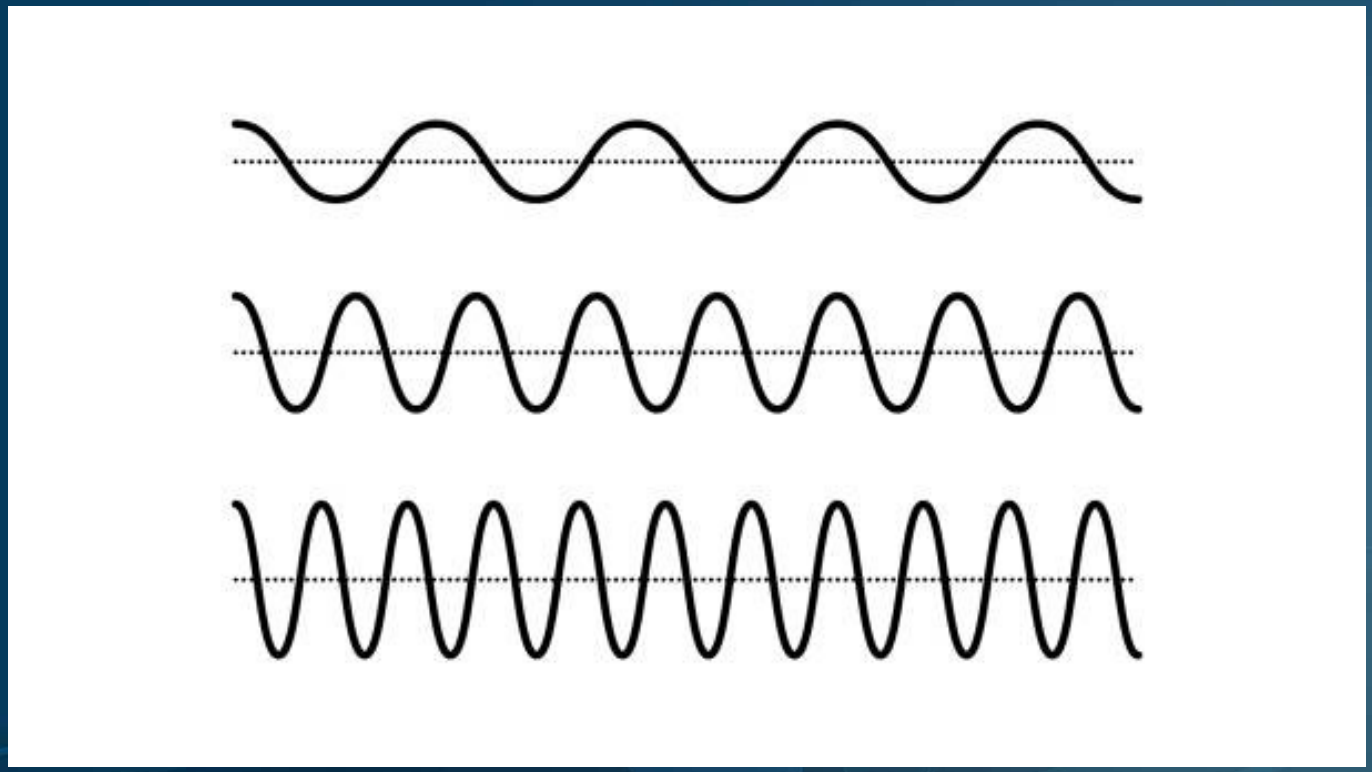


Corriente Alterna (CA)

Varía con el tiempo en forma sinusoidal tanto el voltaje como la corriente.

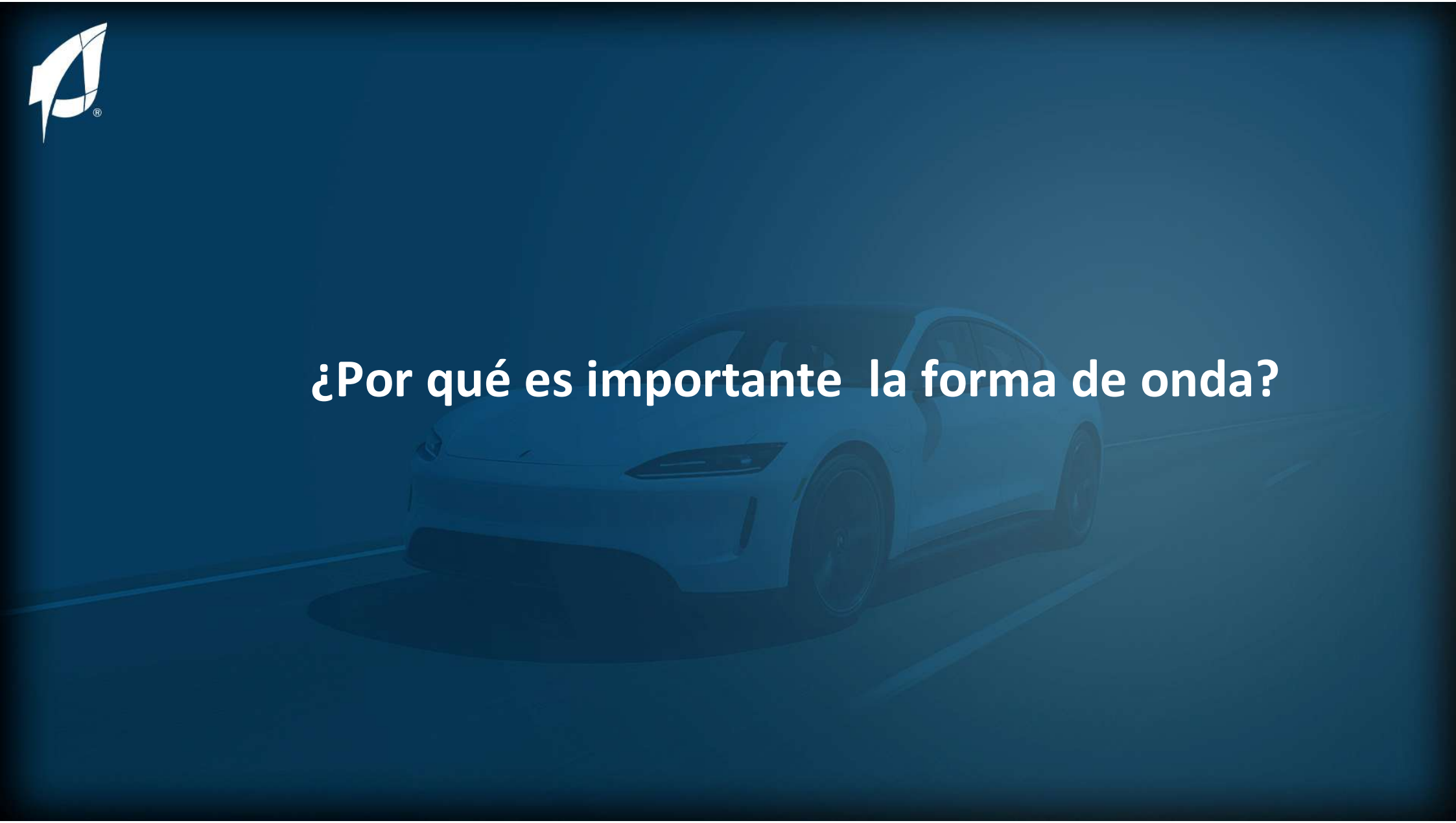


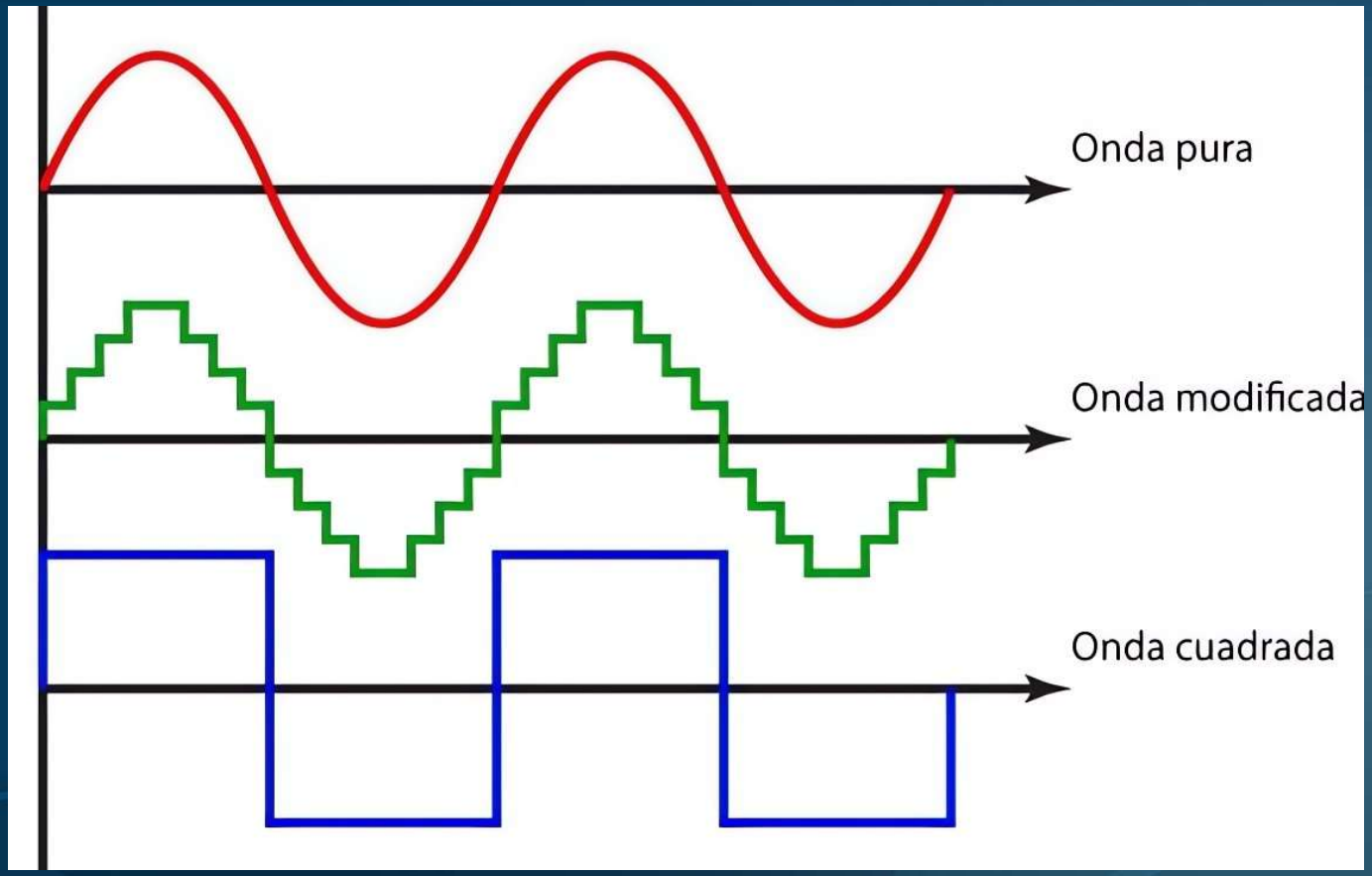

Negative alternation
Positive alternation
Periods
1 second
1
2
3
+
Voltage or Curent
−
Time
1 cycle
Frequency = 3 hz



A mayor frecuencia, un motor gira más rápido

¿Por qué es importante la forma de onda?





La corriente alterna que genera el inversor no puede ser cualquier tipo de señal.

Debe tener una forma de onda senoidal pura, ya que esta permite una transmisión eficiente, segura y estable.

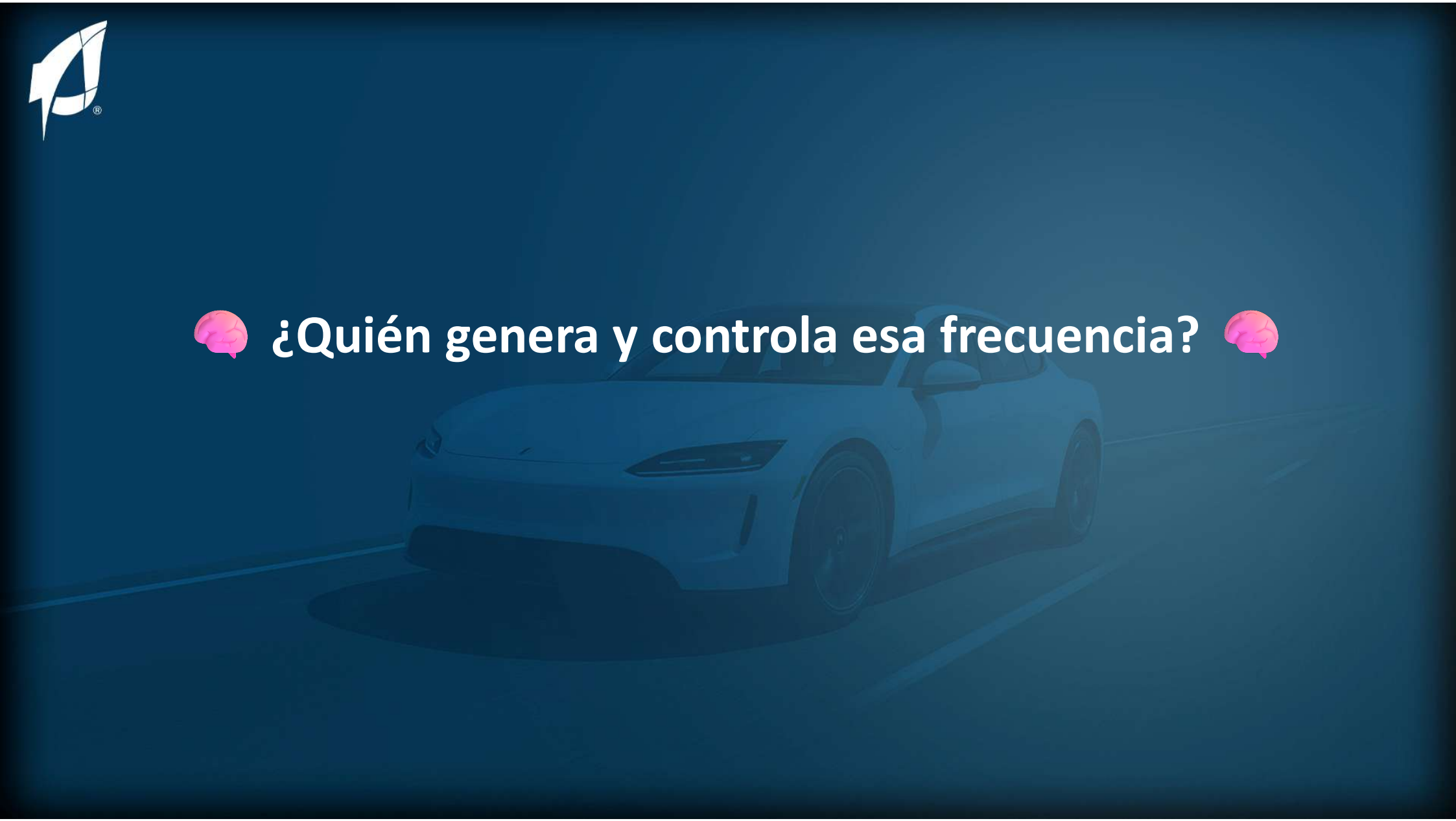
Si la forma de onda no es la adecuada, el motor eléctrico puede comportarse de forma errática, generando vibraciones o incluso averías.


DOJIU
SPEED CONTROL
LOW
HIGH
DC-52

🧠 Si el motor, se alimentara con un voltaje de frecuencia fija, su velocidad seria constante

....

🧠 El inversor entrega al motor, corriente alterna de frecuencia variable que se ajusta al pedal del acelerador, permitiendo modular su velocidad


¿Quién genera y controla esa frecuencia?

¿Quién genera y controla esa frecuencia?

📌 **El inversor!!!, ya que** convierte **DC de la batería → AC trifásica** y **varía frecuencia + voltaje + forma de onda PWM** para regular:

Variable	¿Qué regula?
Corriente del inversor	**Torque (fuerza)**
Voltaje + Frecuencia del inversor	**Velocidad**

🚗 Ejemplo práctico

Cuando pisas el acelerador al arrancar:

-El inversor **sube la corriente**
-La velocidad aún es baja → **voltaje pequeño**
-Resultado: **máximo torque desde CERO RPM** (¡ventaja del EV!)

Cuando ya vas rápido:

•El voltaje/frecuencia aumentan para mantener velocidad
•La corriente disminuye → menos torque disponible

📌 Analogía 📌

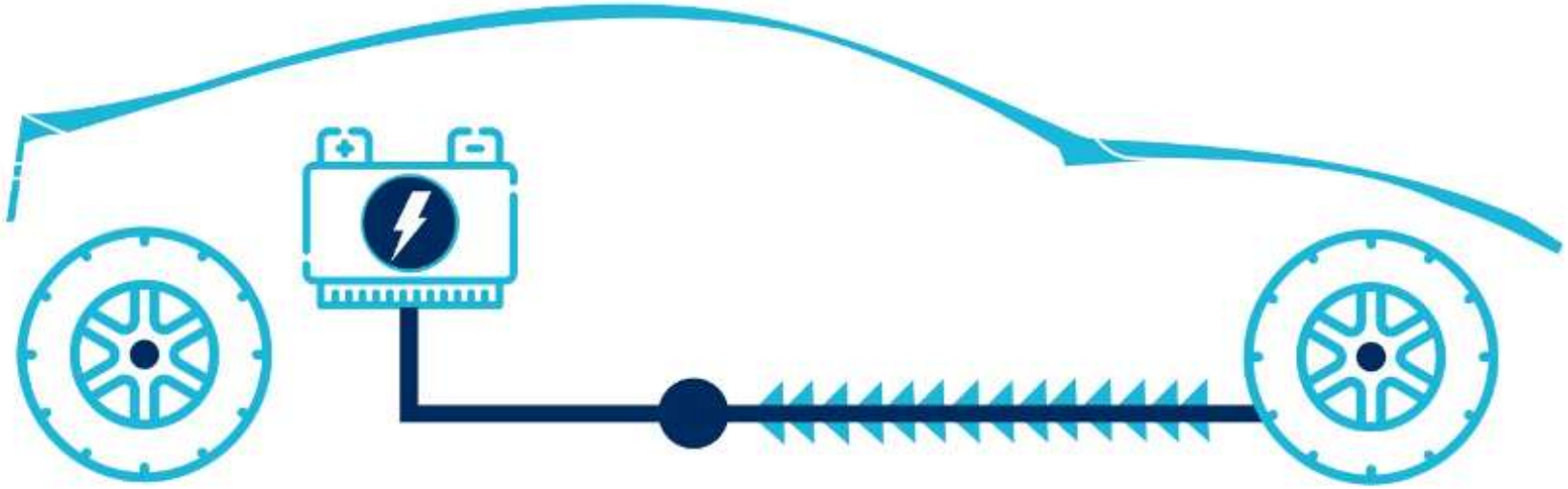
- **Corriente** = “fuerza de giro” del motor
- **Voltaje** = “cuánta velocidad puedes alcanzar”

Si subes voltaje sin corriente → gira rápido pero **sin fuerza**
Si subes corriente sin voltaje → **mucha fuerza pero despacio**

Frenado Regenerativo



FRENADA REGENERATIVA



HYUNDAI

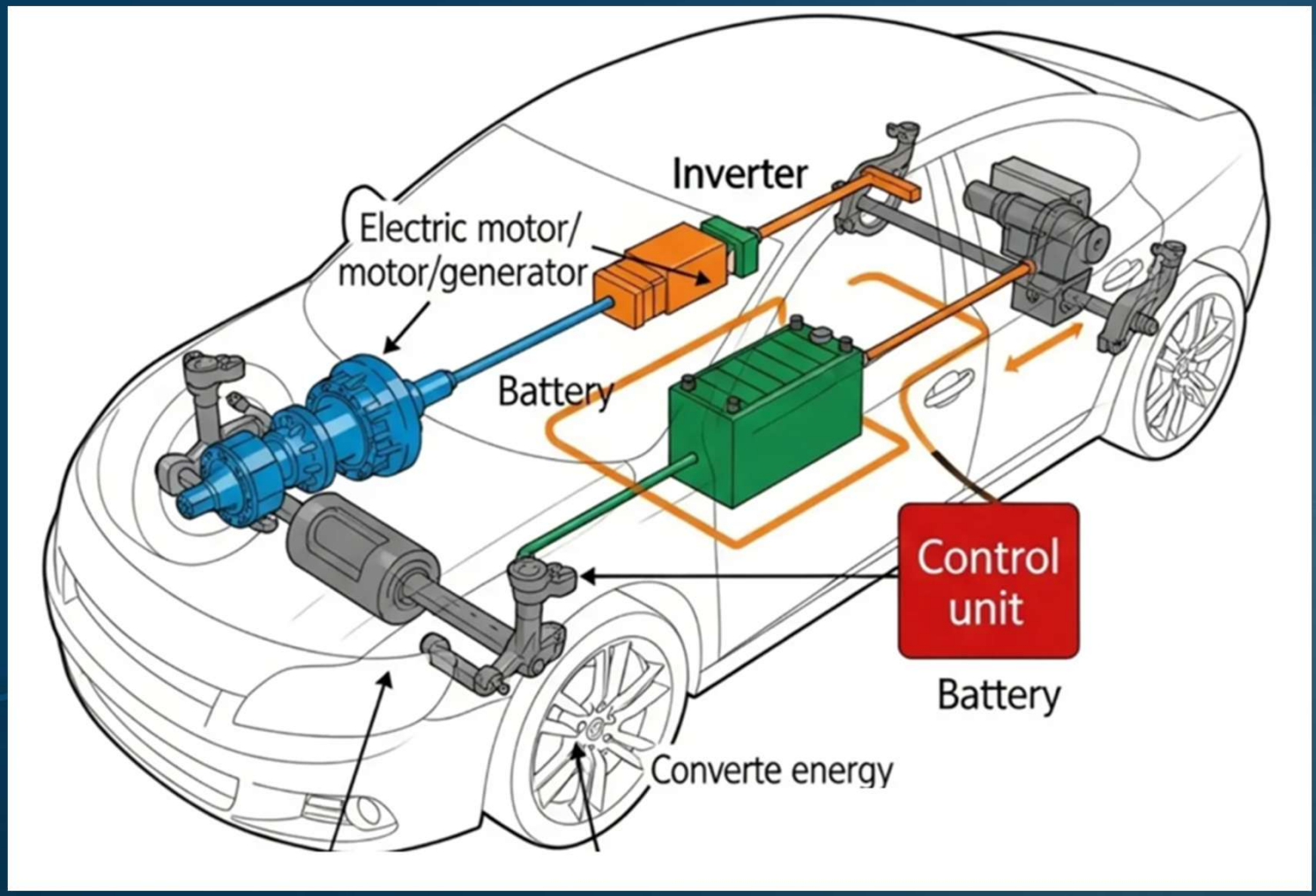
El freno regenerativo es una tecnología de los VE que convierte la energía cinética en electricidad durante la desaceleración para recargar, usando el inversor para canalizar la energía hacia la batería

⚙️ ¿Cómo funciona exactamente?

Cuando el conductor deja de acelerar o presiona el freno:

1. El inversor **invierte el flujo de energía**
2. El motor eléctrico actúa como **generador**
3. La energía mecánica → se convierte en **eléctrica**
4. Esa energía regresa a la **batería HV**
5. Se reduce la velocidad del vehículo (función de freno)

📍 Motor e inversor cambian de **modo motriz → modo generador**


Inverter
Electric motor/
motor/generator
Battery
Control
unit
Battery
Converte energy

📈 ¿Cuánta energía se puede recuperar?

Normalmente:

- **10% – 30%** de energía en uso urbano

🚗 Conducción en ciudad → **mayor regeneración**

 Conducción en carretera → **menor regeneración**

Concluyendo…

📌 El inversor es el corazón del tren motriz eléctrico, ya que controla: 📌



- ✓ Velocidad
- ✓ Torque
- ✓ Dirección de giro
- ✓ Frenado regenerativo

Concluyendo…

📌 El inversor tiene la función principal de: 📌

Función	Descripción
Conversión DC/AC	Modulación de voltaje y corriente en tres fases
Control de torque	Ajuste de par motor en tiempo real
Control de velocidad	Regulación electrónica continua
Frenado regenerativo	Regresa energía a la batería

Frecuencia de operación en motores de vehículos eléctricos

Los motores de tracción en EV trabajan típicamente en un rango de:

👉 0 Hz hasta 400–600 Hz en operación normal

y en algunos modelos:

👉 hasta 1,000–1,500 Hz en altas velocidades (overspeed)

Ejemplos reales de frecuencia en la industria

Vehículo	Frecuencia típica	Frecuencia máxima
Tesla Model 3	10–500 Hz	~1,000 Hz
Nissan Leaf	0–400 Hz	~900 Hz
BMW i3	0–450 Hz	~1,200 Hz
BYD Atto 3	0–400 Hz	~1,000 Hz

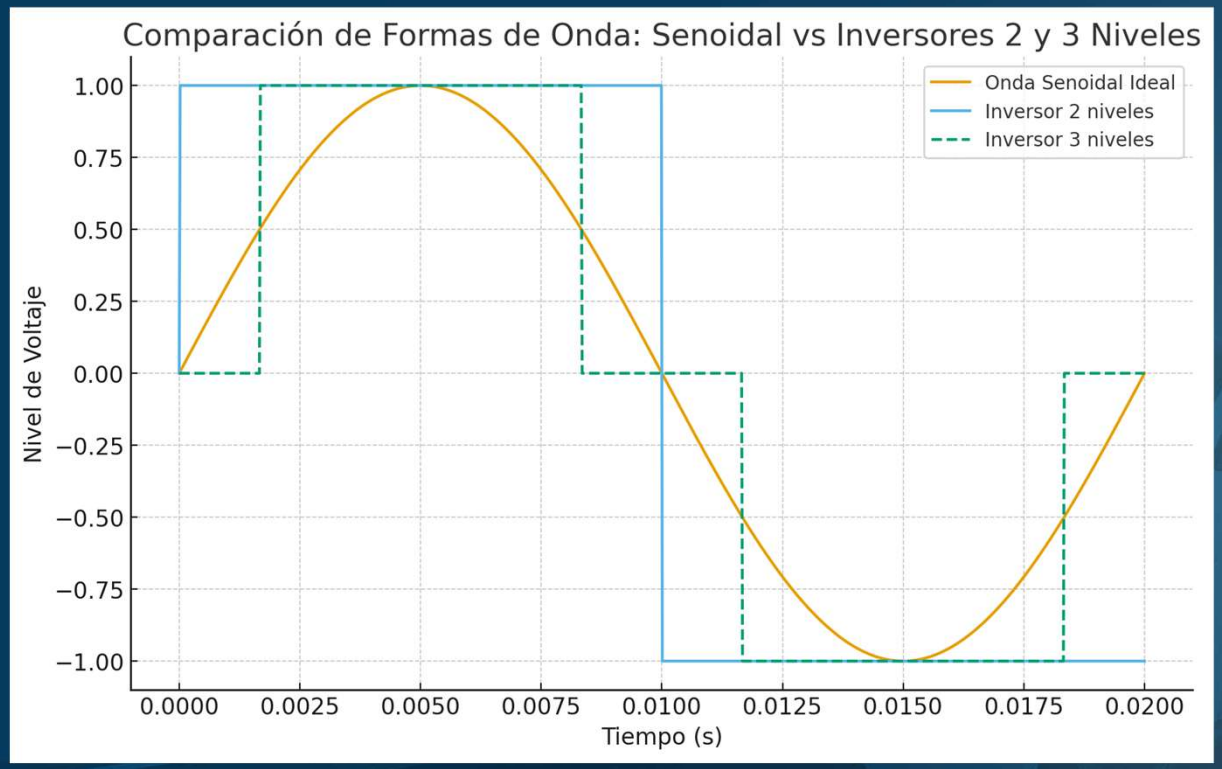
📌 Clasificación de Inversores de EV 📌

1. Según la tecnología eléctrica / topología
2. Según el material Semiconductor
3. Según su forma de integración en el vehículo

📌 1. Según la tecnología eléctrica / topología 📌

Esto define cómo convierten la energía:

Tipo de inversor	Característica	Ejemplo de uso
2 niveles	Más común y económico	EVs urbanos y generalistas
3 niveles	Mayor eficiencia y menos calor	EVs de alto desempeño
Matrix Inverter (emergente)	Conversión directa más eficiente	Futuro — aún experimental



📍 La onda de 3 niveles se aproxima más a la senoidal ideal, lo que significa:

✓ Menos pérdidas
✓ Menor calentamiento en el motor
✓ Mejor rendimiento a altas velocidades

Forma de onda	Qué se observa	Qué significa
Senoidal	Onda deseada	El **motor quiere esta forma** de corriente
2 niveles	Paso brusco +V / −V	Más armónicos, filtros más grandes
3 niveles	Escalonamiento intermedio	Menos ruido, **más eficiencia**

📌 Qué aporta cada topología 📌

- ✓ **2-niveles: más simple, más económico, ampliamente usado en EV de gama media o baja. Su salida tiene más armónicos y requiere filtros más robustos.**

- ✓ **3-niveles salida más limpia menor estrés en semiconductores, mejor eficiencia y menor calentamiento — ideal para EV de alto desempeño o con exigencias de potencia.**

📌 Comparativa Resumida 📌

Característica	2 niveles	3 niveles
Costo	⭐⭐⭐⭐	⭐⭐
Eficiencia	⭐⭐⭐	⭐⭐⭐⭐
Ruido / Armónicos	⭐⭐	⭐⭐⭐⭐
Complejidad	⭐⭐	⭐⭐⭐⭐
Aplicación típica	400 V	800 V

📌 2. Según el material semiconductor

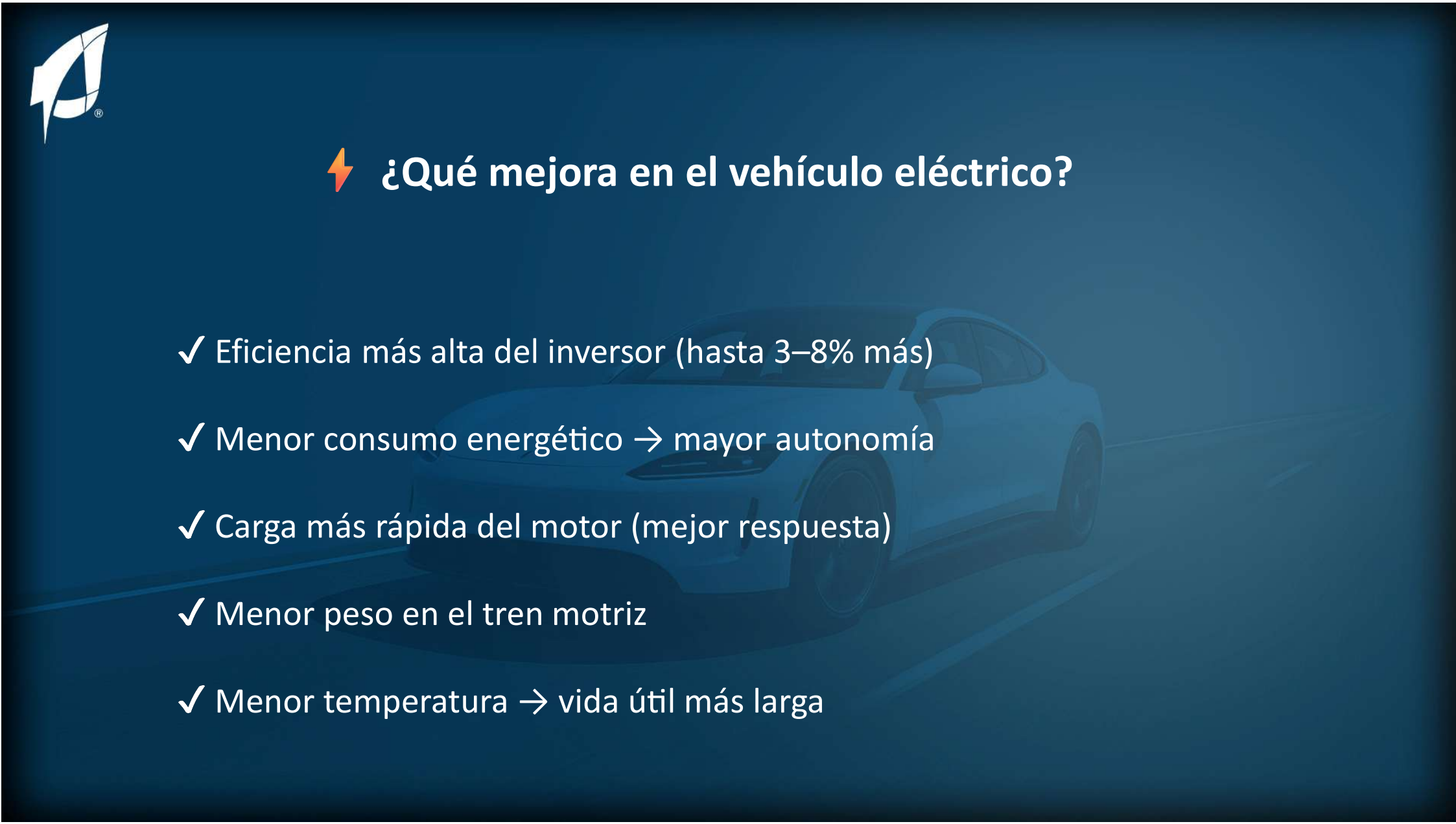
Define eficiencia, tamaño y costo: 📌

Tipo	Material	Ventajas	Vehículos típicos
IGBT Si	Silicio	Robusto y económico	Nissan Leaf, híbridos
MOSFET SiC	Carburo de silicio	Alta eficiencia y potencia	Tesla, BYD, Lucid
GaN	Nitruro de galio	Muy compacto, muy eficiente	Autos deportivos futuros

🔍 ¿Por qué es mejor el SiC en los inversores de tracción?

Propiedad	Silicio (Si)	Carburo de Silicio (SiC)
Frecuencia de conmutación	Media	**Alta** (más eficiente)
Temperatura de operación	Máx ~150°C	**>200°C** (mejor refrigeración)
Pérdidas en conmutación	Altas	**Muy bajas**
Voltajes soportados	400–600 V	**800–1200+ V**
Tamaño del inversor	Grande	**Más compacto**
Autonomía resultante	Normal	**Mayor autonomía**

¿Qué mejora en el vehículo eléctrico?



- ✓ Eficiencia más alta del inversor (hasta 3–8% más)
- ✓ Menor consumo energético → mayor autonomía
- ✓ Carga más rápida del motor (mejor respuesta)
- ✓ Menor peso en el tren motriz
- ✓ Menor temperatura → vida útil más larga

⚡ Diferencia entre inversores de 400 V y 800 V en vehículos eléctricos

Sistema	Qué significa	Resultado
400 V	Más corriente para la misma potencia	Más calor y cables más gruesos
800 V	Menos corriente para la misma potencia	Menos calor, cables más delgados y ligeros

➡Si subes el voltaje, baja la corriente, y eso hace toda la diferencia.

🚗 ¿Qué ventajas tiene 800 V?

Beneficio	¿Por qué sucede?
⚡ Carga más rápida en DC	Más potencia con menos pérdidas
🔋 Mayor eficiencia	Menos corriente → menos calor
🚙 Mejor desempeño	Mejor entrega de potencia al motor
🪶 Menor peso	Cables y componentes más pequeños

📊 Tabla comparativa: Inversores de 400 V vs 800 V en Vehículos Eléctricos

Característica	Sistema 400 V	Sistema 800 V
Voltaje del pack HV	~350–450 V	~700–900 V
Corriente requerida para misma potencia	**Alta** corriente	**Baja** corriente
Eficiencia del inversor	Buena, pero con más pérdidas por calor	Más alta, menor calor generado
Tamaño de cables y componentes	Más grandes y pesados	Más pequeños y ligeros
Costos	Más económico	Más caro (tecnología avanzada)
Velocidad de carga DC	Rápida estándar (50–150 kW)	Ultra rápida (200–350+ kW)
Tecnología típica de semiconductores	Silicio (Si) y transición a SiC	Carburo de Silicio (SiC) predominante
Topología del inversor	Comúnmente 2 niveles	Frecuente 3 niveles o multinivel
Rendimiento del motor	Muy bueno en uso normal	Mejor a altas velocidades y potencia
Aplicación típica	Autos urbanos / segmento medio	Deportivos / premium / alta eficiencia
Ejemplos de vehículos	Tesla Model 3/Y, Nissan Leaf, BYD Dolphin, VW	Porsche Taycan, Audi e-tron GT, Hyundai Ioniq 5, Kia EV6

📌 3. Según la forma de integración en el vehículo

Dónde están ubicados y cómo se ensamblan: 📌

Tipo	Descripción	Beneficios	Tipo
Independiente	Módulo separado del motor	Más fácil mantenimiento	**Independiente**
Integrado al motor (Drive Unit)	Motor + inversor juntos	Menos pérdidas y cables	**Integrado al motor (Drive Unit)**
Integración total del eje	Motor + inversor + reductor + BMS	Máxima eficiencia y menor costo	**Integración total del powertrain**

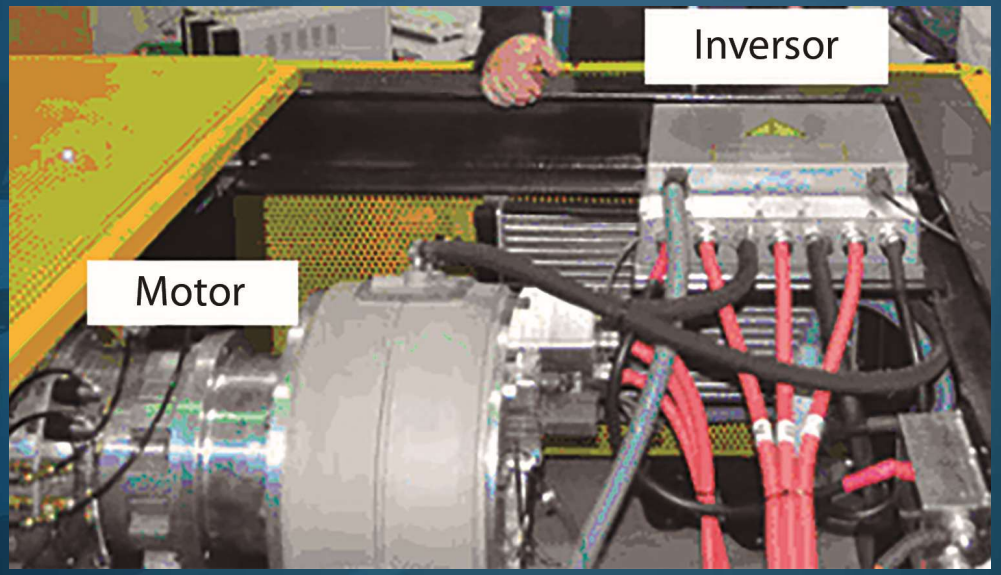
1 Inversor integrado al motor

Ventajas	Desventajas
Menos cables HV → menos pérdidas	Mantenimiento complejo (todo está junto)
Menor peso total y mayor compactación	Calor compartido motor + inversor
Respuesta más rápida y eficiente	Si falla uno, afecta al conjunto



2 Inversor independiente del motor

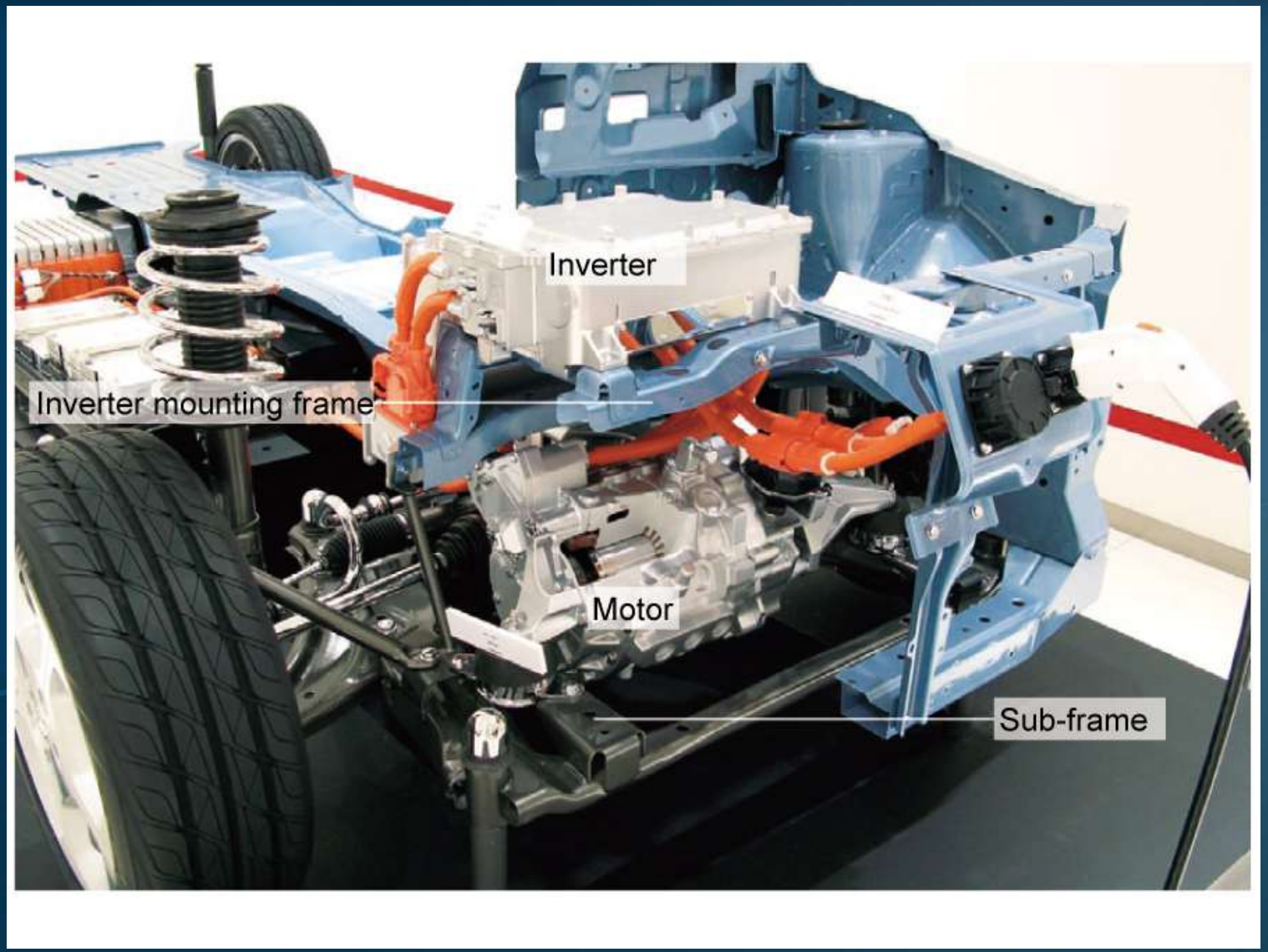
Ventajas	Desventajas
Fácil mantenimiento y reemplazo	Cables HV más largos → más pérdidas
Mejor gestión térmica individual	Mayor peso y espacio
Modular (puede cambiarse mayor potencia)	Requiere más componentes auxiliares



3 Inversor integrado en el eje eléctrico

Ventajas	Desventajas
Tren motriz muy compacto	Reparación especializada más compleja
Ideal para plataformas modulares (SUV, sedán, pickup)	Más caro
Mayor eficiencia y reducción de peso	Altas exigencias en refrigeración




Inverter
Inverter mounting frame
Motor
Sub-frame


Preguntas

1 **¿Qué variable controla directamente el torque del motor en un vehículo eléctrico?**

A) Frecuencia
B) Corriente
C) Voltaje
D) RPM del motor

1 **¿Qué variable controla directamente el torque del motor en un vehículo eléctrico?**

A) Frecuencia
B) **Corriente ✓**
C) Voltaje
D) RPM del motor

2 **¿Cuál es la principal ventaja de los inversores de 3 niveles frente a los de 2 niveles?**

A) Son más económicos
B) Generan más calor
C) Producen una señal más cercana a una onda senoidal con menos armónicos
D) Requieren cables más gruesos

2 **¿Cuál es la principal ventaja de los inversores de 3 niveles frente a los de 2 niveles?**

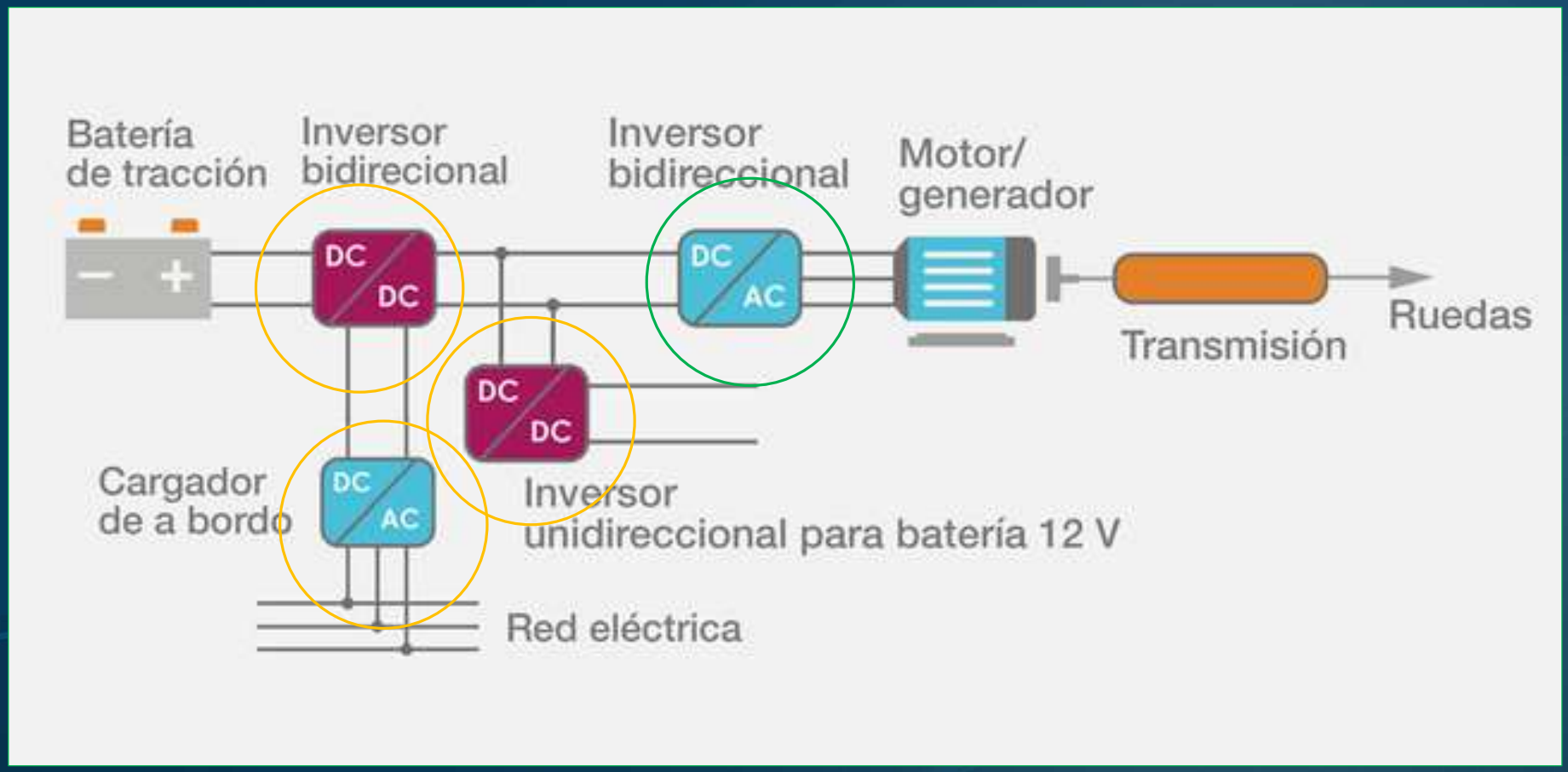
A) Son más económicos
B) Generan más calor
C) **Producen una señal más cercana a una onda senoidal con menos armónicos ✓**
D) Requieren cables más gruesos

3 **¿Por qué los vehículos con baterías de 800 V tienden a usar semiconductores SiC en sus inversores?**

A) Porque el sistema se vuelve más pesado
B) Porque funcionan a menor frecuencia
C) Porque no requieren refrigeración
D) Porque soportan altos voltajes con menor corriente y pérdidas más bajas

3 **¿Por qué los vehículos con baterías de 800 V tienden a usar semiconductores SiC en sus inversores?**

A) Porque el sistema se vuelve más pesado
B) Porque funcionan a menor frecuencia
C) Porque no requieren refrigeración
D) Porque soportan altos voltajes con menor corriente y pérdidas más bajas ✓


Batería
de tracción
Inversor
bidireccional
Inversor
bidireccional
Motor/
generador
DC
DC
DC
AC
Ruedas
Transmisión
DC
DC
Cargador
de a bordo
DC
AC
Inversor
unidireccional para batería 12 V
Red eléctrica

CONTROLADOR CC/CC EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

📌 ¿Qué es un convertidor CC/CC?

Es un dispositivo electrónico que convierte el voltaje de corriente continua **(DC) de un nivel a otro**, dentro del sistema eléctrico del vehículo.

📍 En los autos eléctricos:

Convierte alto voltaje (300–800 VDC) de la batería de tracción en 12–14 VDC para la batería auxiliar y sistemas del vehículo

📌 Función principal

✓ Mantener cargada la batería de 12 V
✓ Alimentar sistemas electrónicos de baja tensión:

- Luces
- Infotainment / multimedia
- Aire acondicionado
- Cerraduras, ventanas
- Computadoras y sensores
- Dirección asistida electrónica
- ABS / ESP / airbags

📌 Sin 12 V, el auto eléctrico NO arranca, aunque la batería principal esté llena.

📌 ¿Cómo funciona? (explicación rápida)

1️⃣ La batería HV entrega energía al DC/DC
2️⃣ El convertidor reduce el voltaje
3️⃣ Alimenta la electrónica y recarga la batería de 12 V
4️⃣ Monitorea temperatura, corriente y voltaje

📌 Sin 12 V, el auto eléctrico NO arranca, aunque la batería principal esté llena.

📌 …Cuándo está activo El CC/CC…

Estado	¿DC/DC funcionando?	Razón
Conducción	✓	Sistemas activos
Carga del vehículo	✓	Mantiene sistemas del auto
Parado pero “encendido”	✓	Electrónica en uso
Auto apagado completo	✕*	Solo vigilancia mínima

📌 …Inactivo…

- 🚫 No se activan contactores HV
- 🚫 No hay dirección asistida
- 🚫 No hay freno asistido
- 🚫 No se activan airbags
- 🚫 El auto NO arranca
- 🚫 El auto queda INOPERABLE

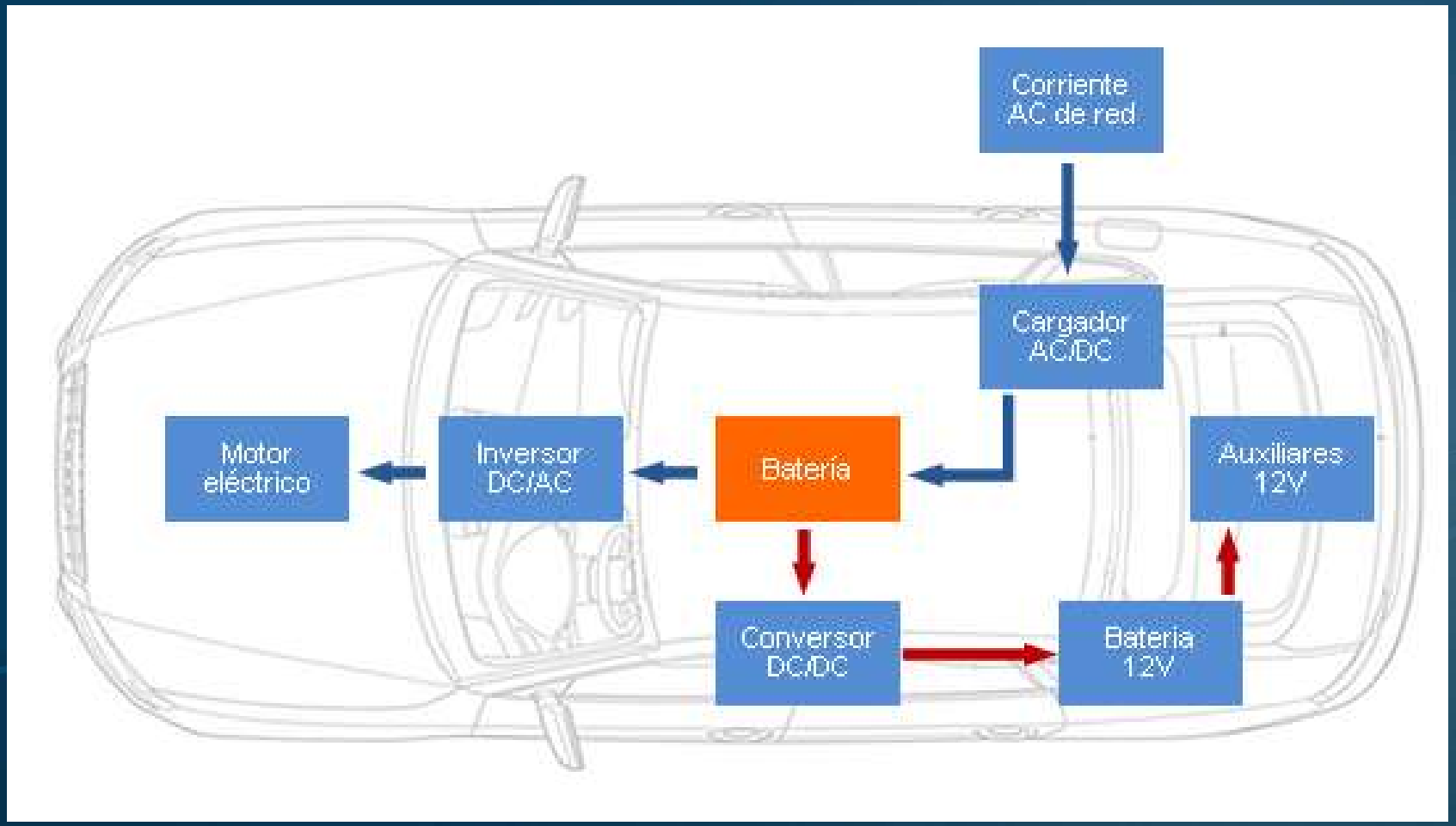
📌 Sistemas alimentados por 12 VDC

Sistema	Función	¿Por qué necesita 12 V?
ECU principal / Gateway	Control del vehículo, arranque del sistema HV	Debe estar activa antes del HV
BCM – Body Control Module	Control de carrocería (seguros, vidrios, alarma)	Seguridad en acceso
Módulo de airbag / SRS	Activación de bolsas de aire	Respuesta inmediata y aislada del HV
Dirección asistida eléctrica (EPS)	Mantiene control de dirección	Evita pérdida de control
Freno asistido eléctrico (EBB)	Asistencia de frenado	Frenado debe quedar activo siempre
ABS/ESP	Estabilidad, control de tracción	Función crítica de seguridad
BMS (parte lógica)	Gestión de la batería HV	Se requiere energía para activar HV
Contactores HV	Conectar / desconectar la batería principal	Necesita 12 V para habilitar el HV
Luces exteriores	Ver y ser visto	Seguridad vial básica
Pantallas e instrumentación	Visualización de velocidad, avisos, fallas	Seguridad de operación
Sensores ADAS	Cámaras, radar, ultrasonido	Seguridad preventiva
Sistemas de cierre y alarma	Control de acceso	Prevención de robo y bloqueo
Bombas auxiliares	Refrigeración del inversor y pack HV	Mantener temperatura segura

📌 Tipos de convertidores CC/CC en EV

Tipo	Flujo	Uso
Monodireccional	HV → 12 V	La mayoría de EV actuales
Bidireccional	HV ↔ 12 V	V2G / V2H / respaldo / usos avanzados

🔄 V2G, V2H, V2L y backup de 12 V desde HV


Corriente AC de red
Cargador AC/DC
Motor eléctrico
Inversor DC/AC
Batería
Auxiliares 12V
Conversor DC/DC
Batería 12V

📌 V2G, V2H, V2L y backup de 12 V desde HV

Siglas	Nombre	¿Qué hace?	Ejemplo práctico
V2G	Vehicle to Grid	El vehículo entrega energía **a la red eléctrica**	Ayuda a la red en horas pico; reduce tu recibo de luz
V2H	Vehicle to Home	El auto alimenta tu **casa**	Un apagón → usas tu EV como planta de respaldo
V2L	Vehicle to Load	El auto alimenta **dispositivos eléctricos**	Conectar herramientas, laptop, una TV, etc.
Backup 12 V desde HV	Respaldar batería auxiliar	El sistema HV recarga la batería de 12 V cuando está baja	Evita que el auto “muera” por falta de 12V

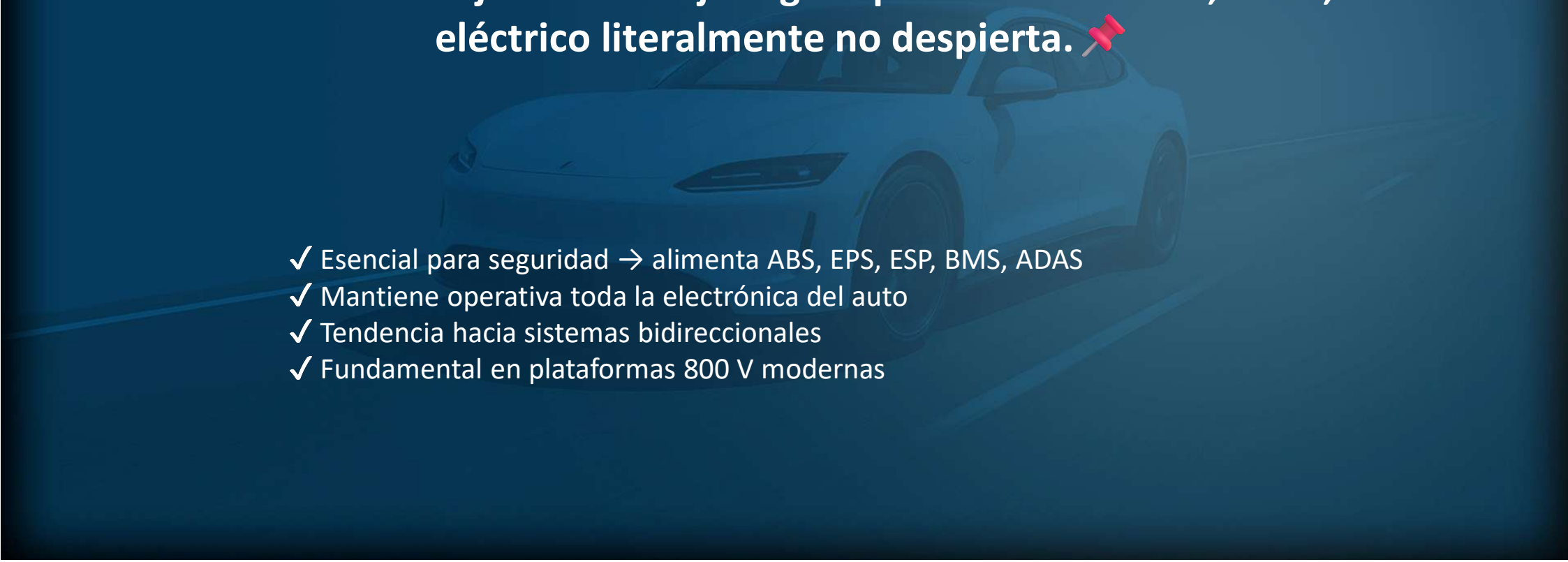
🚙 Ejemplos de potencias en vehículos reales

Vehículo	Voltaje Pack HV	Potencia DC/DC
Tesla Model 3/Y	350–400 V	2–3 kW
Porsche Taycan	800 V	~3.5 kW
BYD (varios modelos)	400 V	2 kW aprox

➞ Entre más electrónica a 12 V → mayor potencia del DC/DC

Concluyendo…

📌 **El convertidor CC/CC es el responsable de “traducir” la energía del sistema de alto voltaje a un voltaje seguro para la electrónica; sin él, el auto eléctrico literalmente no despierta.** 📌



- ✓ Esencial para seguridad → alimenta ABS, EPS, ESP, BMS, ADAS
- ✓ Mantiene operativa toda la electrónica del auto
- ✓ Tendencia hacia sistemas bidireccionales
- ✓ Fundamental en plataformas 800 V modernas


Preguntas

1 **¿Cuál de los siguientes sistemas depende de la batería auxiliar de 12 V en un vehículo eléctrico para poder habilitar el sistema de alto voltaje?**

A) Motor de tracción
B) Contactores HV
C) Batería de tracción
D) Conector de carga DC

1 **¿Cuál de los siguientes sistemas depende de la batería auxiliar de 12 V en un vehículo eléctrico para poder habilitar el sistema de alto voltaje?**

A) Motor de tracción
B) Contactores HV ✓
C) Batería de tracción
D) Conector de carga DC

2 Si el sistema de 12 V falla en un vehículo eléctrico, ¿qué ocurre?

A) La batería de tracción se descarga completamente
B) El vehículo continúa operando sin problema
C) El vehículo no puede arrancar ni activar sistemas críticos de seguridad
D) La potencia del motor aumenta por seguridad

2 Si el sistema de 12 V falla en un vehículo eléctrico, ¿qué ocurre?

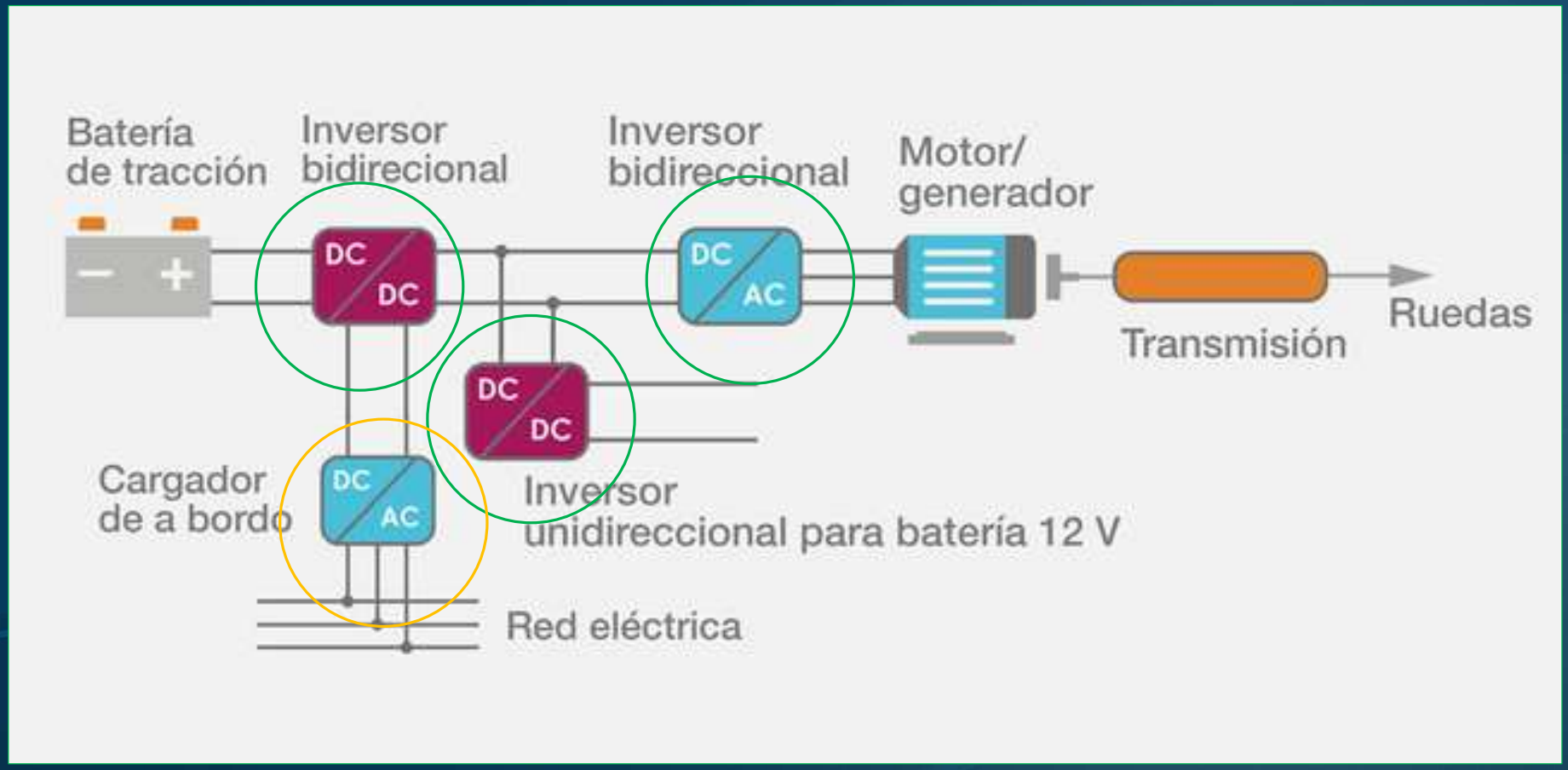
A) La batería de tracción se descarga completamente
B) El vehículo continúa operando sin problema
C) El vehículo no puede arrancar ni activar sistemas críticos de seguridad ✓
D) La potencia del motor aumenta por seguridad

3 ¿Cuál es la función del Controlador DC/DC respecto al sistema de 12 V?

A) Aumentar el voltaje de 12 V a 400–800 V
B) Mantener cargada la batería de 12 V desde el sistema HV
C) Desconectar el sistema HV en caso de fallo
D) Controlar el torque del motor de tracción

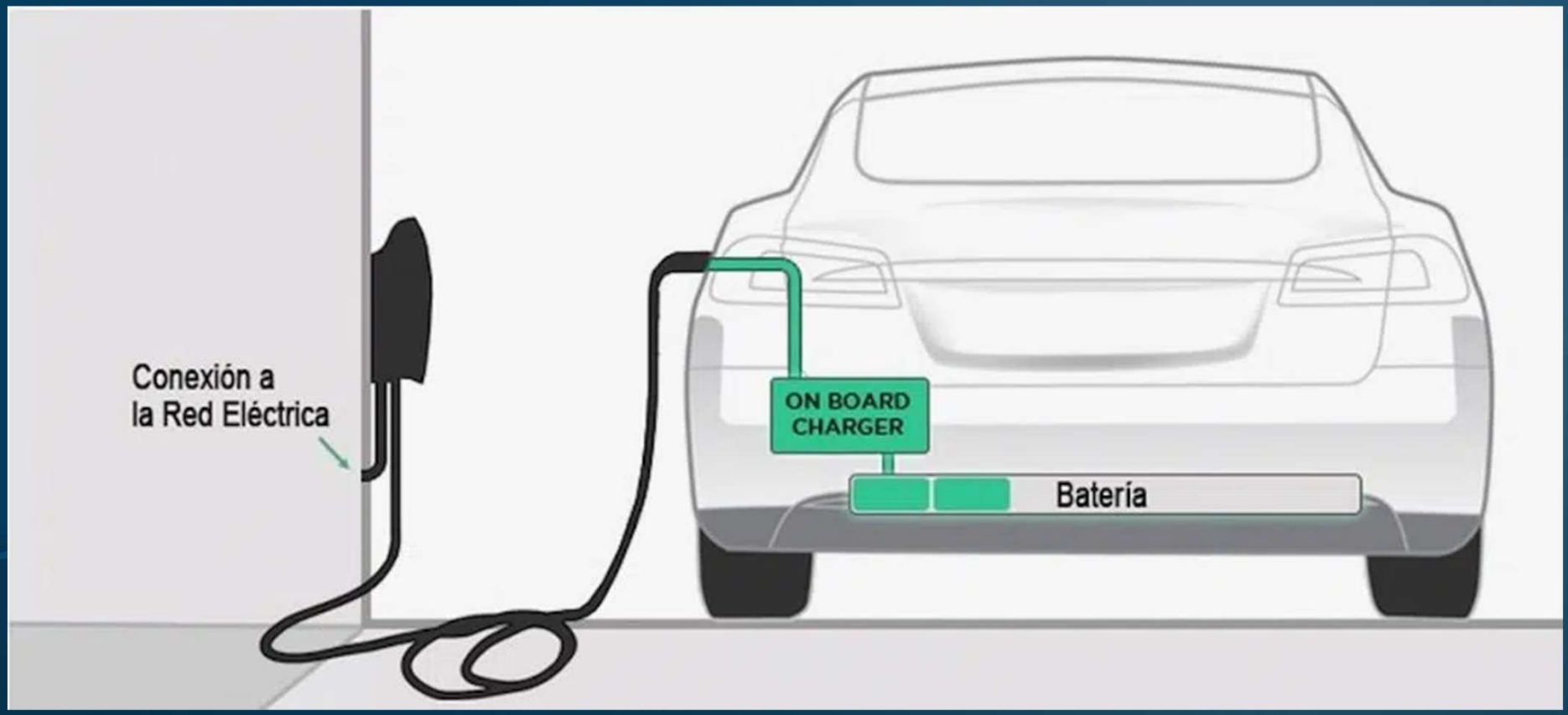
3 ¿Cuál es la función del Controlador DC/DC respecto al sistema de 12 V?

A) Aumentar el voltaje de 12 V a 400–800 V
B) Mantener cargada la batería de 12 V desde el sistema HV ✓
C) Desconectar el sistema HV en caso de fallo
D) Controlar el torque del motor de tracción


Batería
de tracción
Inversor
bidireccional
Inversor
bidireccional
Motor/
generador
DC
DC
DC
AC
Ruedas
Transmisión
DC
DC
Cargador
de a bordo
DC
AC
Inversor
unidireccional para batería 12 V
Red eléctrica

🔧 CARGADOR DE ABORDO

OBC (On-Board Charger)


Conexión a
la Red Eléctrica
ON BOARD
CHARGER
Batería

📌 ¿Qué es y para qué sirve el OBC?

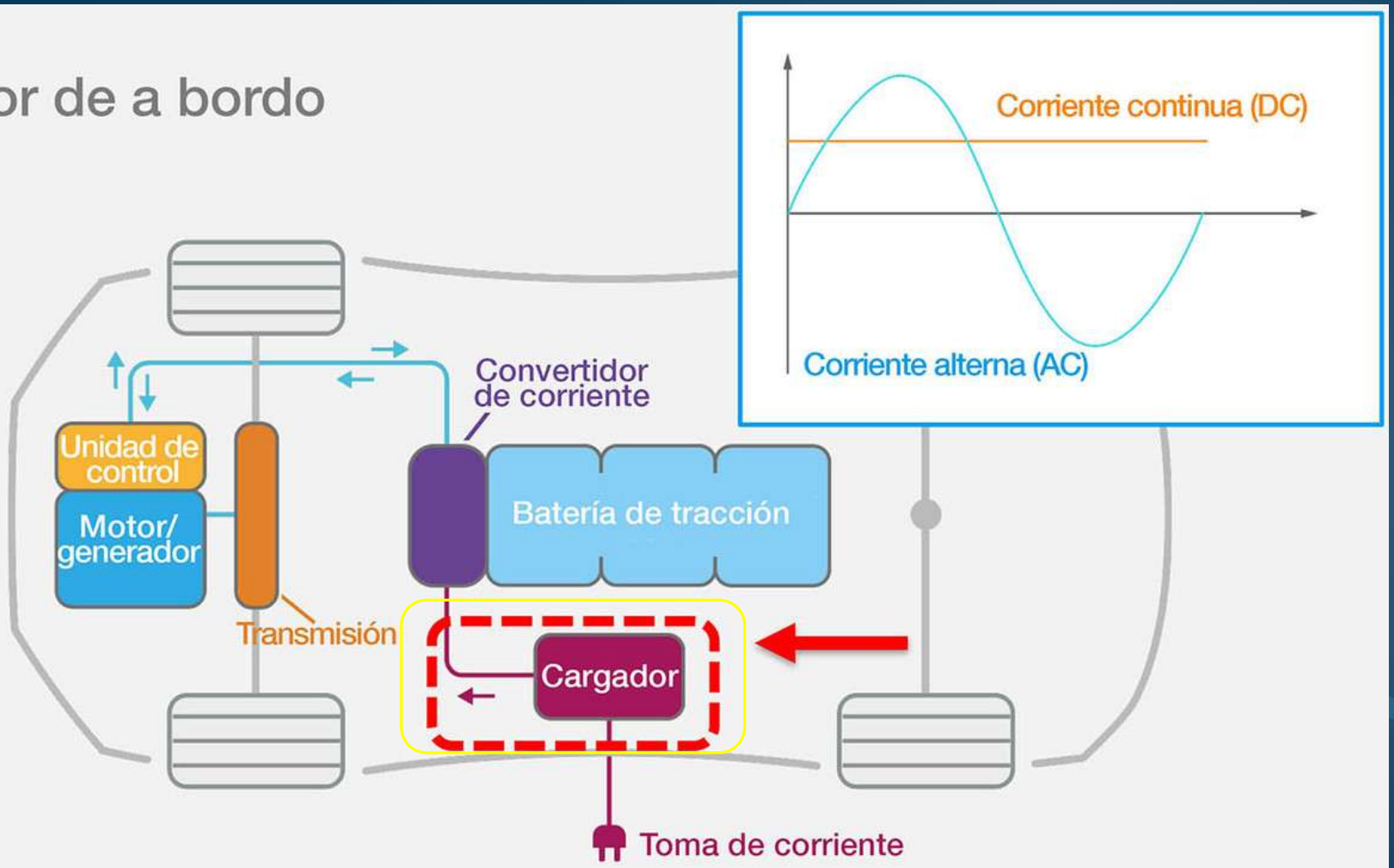
El OBC es el componente dentro del vehículo que:

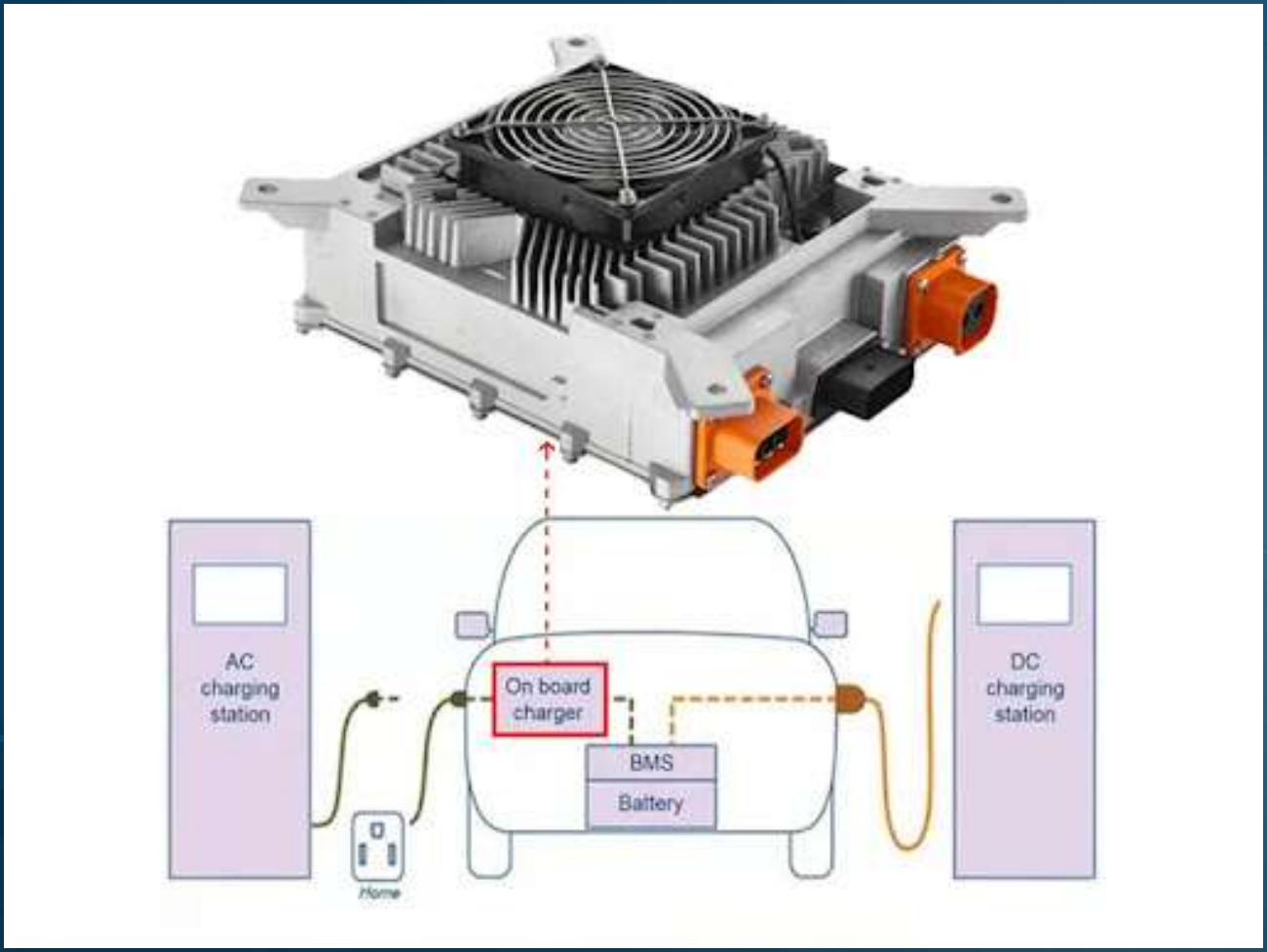
Convierte la energía AC que llega desde el cargador externo en DC para cargar la batería de alto voltaje.

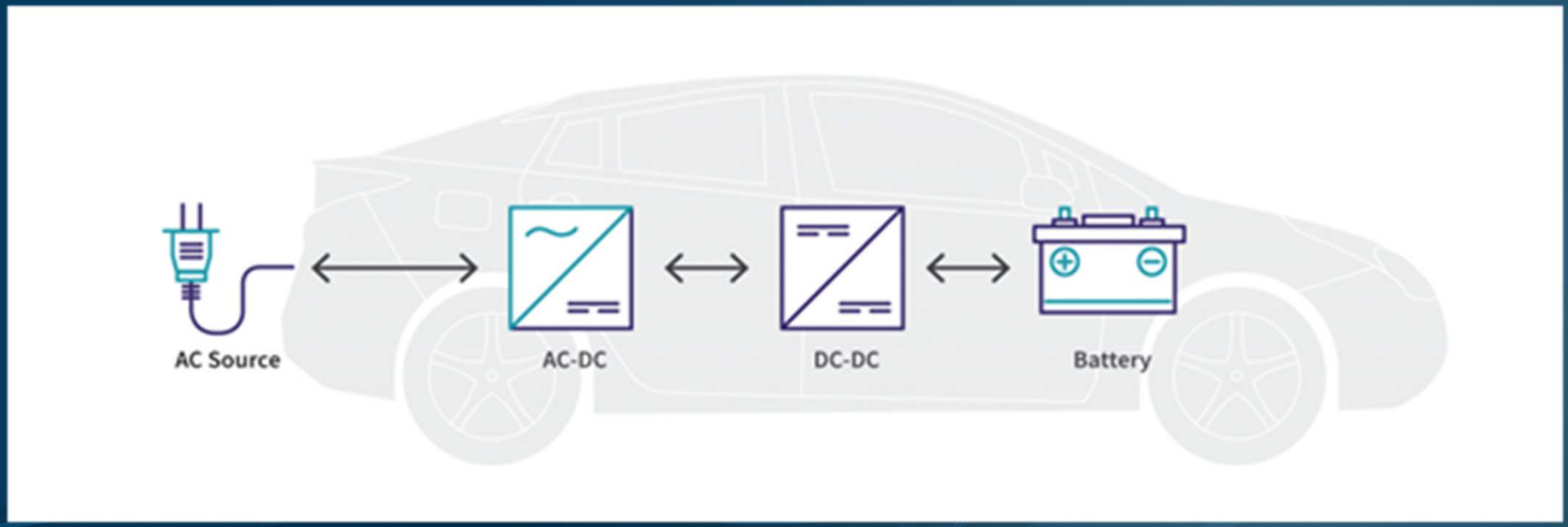
📍 Sin el OBC, no se puede cargar la batería con cargadores AC (hogar, plazas, trabajo)



Cargador de a bordo




AC
charging
station
On board
charger
BMS
Battery
DC
charging
station
Home



El OBC convierte la tensión de suministro de CA de la red en el nivel de tensión de CC que necesitan los paquetes de baterías de los VE.

📌 ¿Qué hay dentro del OBC?

Principales módulos internos:

- ✓ Rectificador AC/DC
- ✓ PFC (corrección de factor de potencia)
- ✓ Convertidor DC/DC para cargar la batería HV
- ✓ Control térmico
- ✓ Unidad de control del cargador

📌 ¿Qué funciones cumple el OBC?

Función	Descripción
🔁 AC → DC	Convierte energía AC en DC
⚡ Regulación de corriente	Cuánta energía recibe la batería
🔐 Seguridad eléctrica	Protecciones internas
🧠 Comunicación	Con el cargador y BMS
💎 Calidad de energía	Corrige factor de potencia (PFC)
🌡️ Control térmico	Evita sobrecalentamientos

Tipos de cargador según arquitectura

Tipo	Dirección energía	Descripción	Aplicaciones
Unidireccional	Solo AC → DC	Carga únicamente la batería	EV actuales económicos
Bidireccional	AC ↔ DC	Habilita V2G / V2H / V2L	EV más modernos y premium

🔋 Potencias típicas del OBC

Potencia	Tipo de carga	País / Disponibilidad
3.3 kW	Lento	EV económicos antiguos
6.6 kW	Medio	EV estándar
7.2–7.4 kW	AC monofásico	Muy común en Europa/América
11–22 kW	AC trifásico	Premium o comerciales

📌 **La velocidad máxima de carga AC depende del OBC**, NO del cargador externo

Ejemplos prácticos — La velocidad de carga AC la define el OBC del vehículo

Caso 1 — Cargador AC más potente que el OBC

Situación	Resultado
OBC = 6.6 kW / Cargador AC = 11 kW	**Carga a 6.6 kW**
OBC = 11 kW / Cargador AC = 22 kW	**Carga a 11 kW**

➡️ **El límite lo pone el OBC**

Ejemplos prácticos — La velocidad de carga AC la define el OBC del vehículo

Caso 2 — Cargador externo menos potente

Situación	Resultado
OBC = 11 kW / Cargador AC = 7 kW	**Carga a 7 kW**
OBC = 7.4 kW / Cargador AC = 3.5 kW (hogar)	**Carga a 3.5 kW**

➡️ **El límite lo pone el cargador si es inferior**

Ejemplos prácticos — La velocidad de carga AC la define el OBC del vehículo

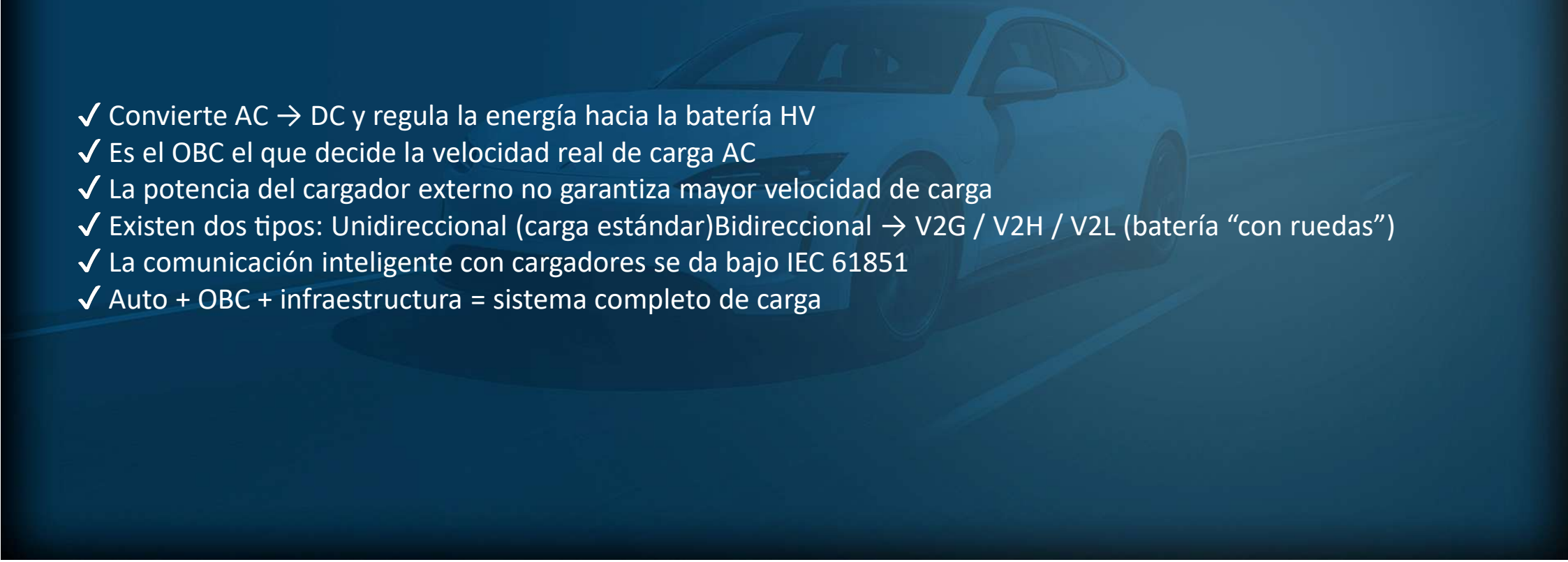
✅ Ejemplo con un cargador de plaza de 22 kW trifásico

Imaginemos que tienes una estación con salida trifásica de 22 kW. Pero la potencia real que llega a cada auto depende de su OBC.

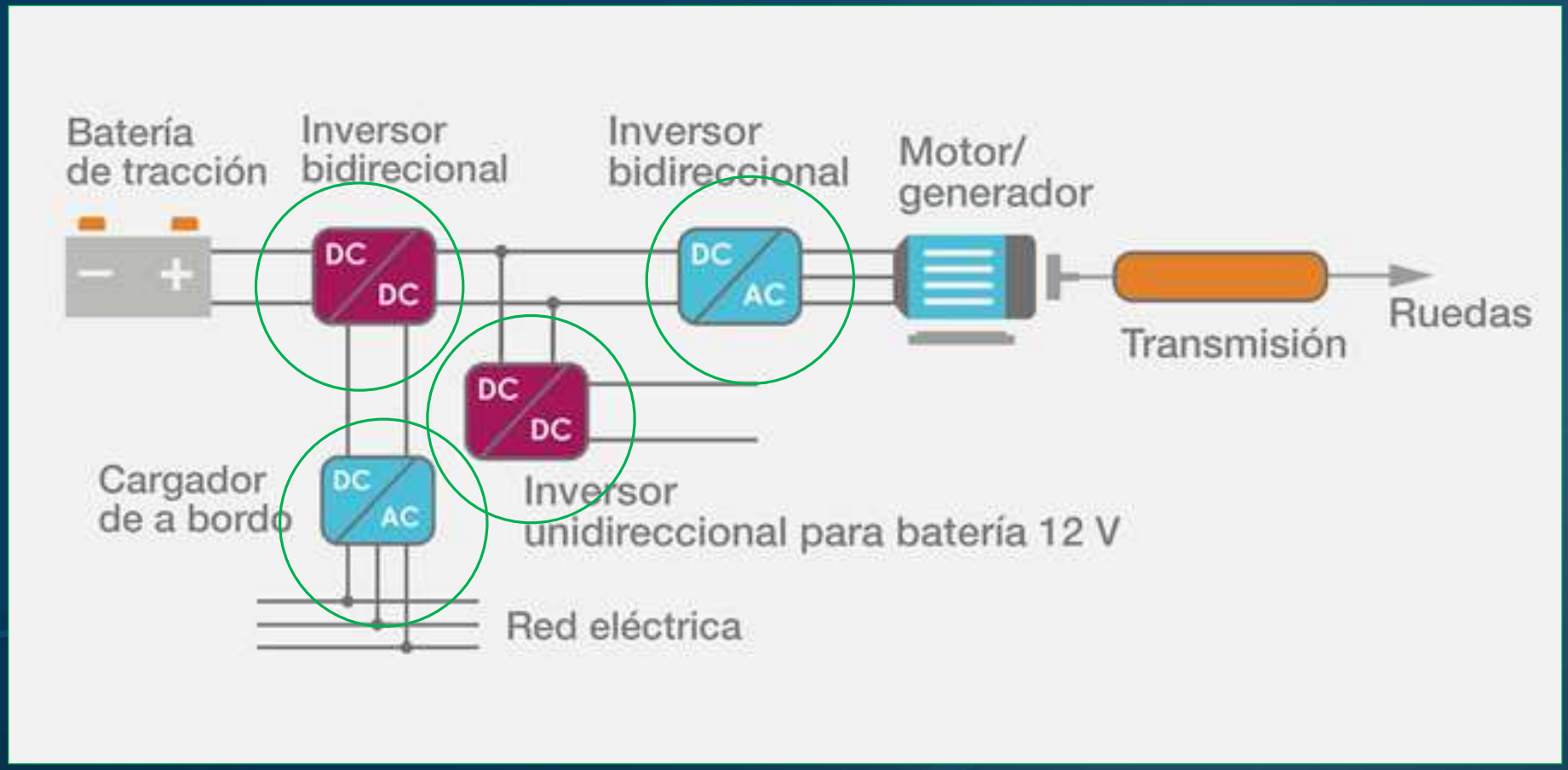
Auto	OBC (máx.)	Potencia real al cargar en estación 22 kW trifásica
BYD King	3.3 kW	**3.3 kW** (limitado por OBC)
Nissan Leaf	6.6 kW	6.6 kW
Tesla Model Y SR	7.4 kW	7.4 kW
Tesla Model 3 LR	11 kW	11 kW
Renault Zoe	22 kW	22 kW (aprovecha al máximo la plaza)

Concluyendo…

📌 El OBC es el verdadero cargador del vehículo en corriente alterna 📌

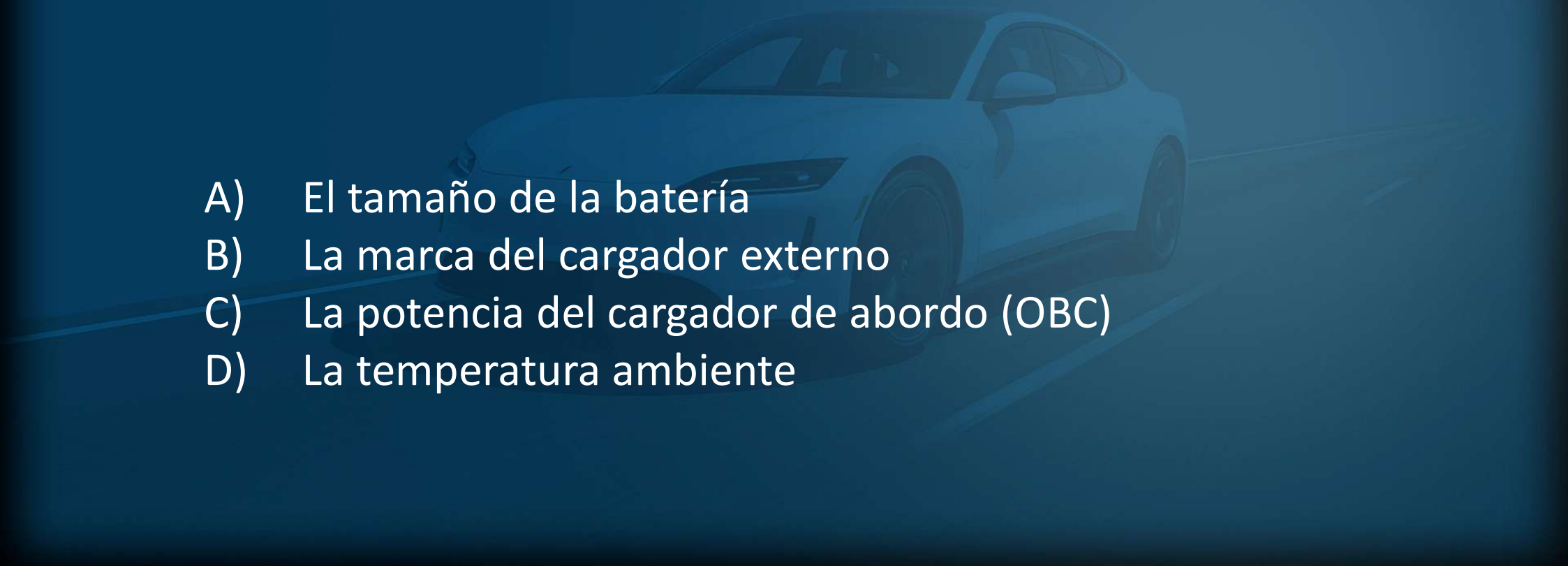


✓ Convierte AC → DC y regula la energía hacia la batería HV
✓ Es el OBC el que decide la velocidad real de carga AC
✓ La potencia del cargador externo no garantiza mayor velocidad de carga
✓ Existen dos tipos: Unidireccional (carga estándar)Bidireccional → V2G / V2H / V2L (batería “con ruedas”)
✓ La comunicación inteligente con cargadores se da bajo IEC 61851
✓ Auto + OBC + infraestructura = sistema completo de carga


Batería
de tracción
Inversor
bidireccional
Inversor
bidireccional
Motor/
generador
DC
DC
DC
AC
Ruedas
Transmisión
DC
DC
Cargador
de a bordo
DC
AC
Inversor
unidireccional para batería 12 V
Red eléctrica

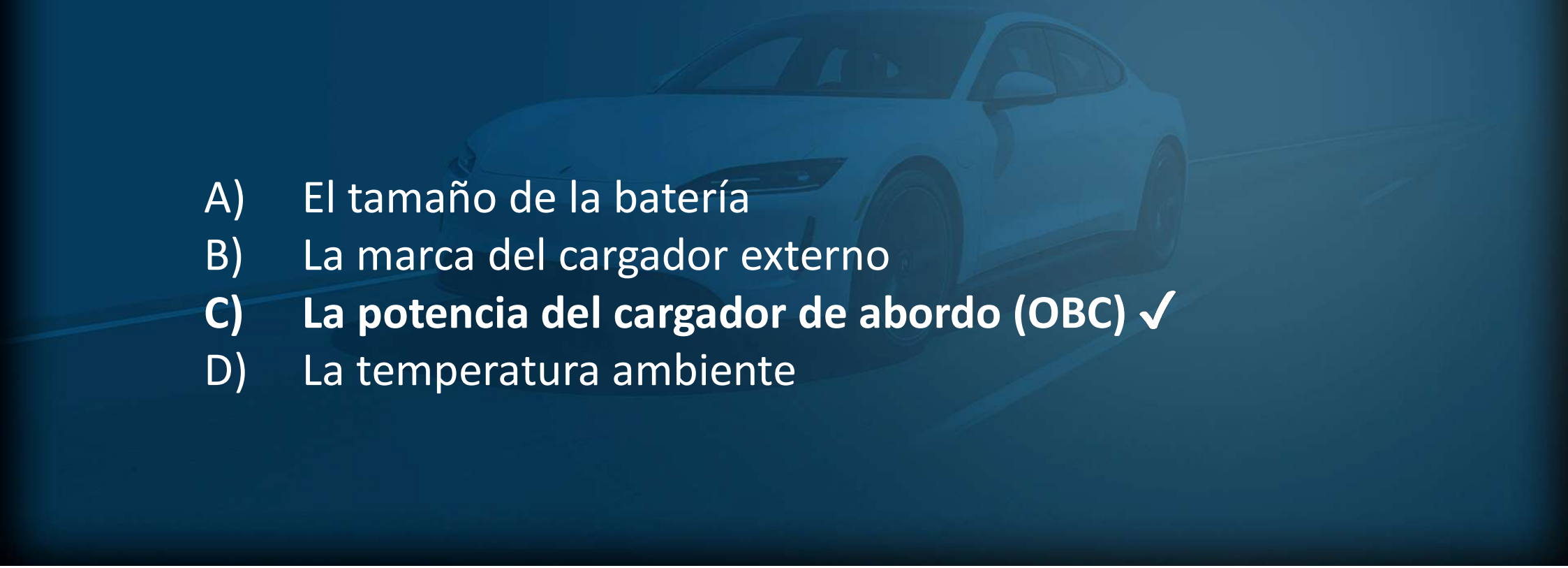

Preguntas

1 **Qué determina la máxima potencia de carga en AC de un vehículo eléctrico?**



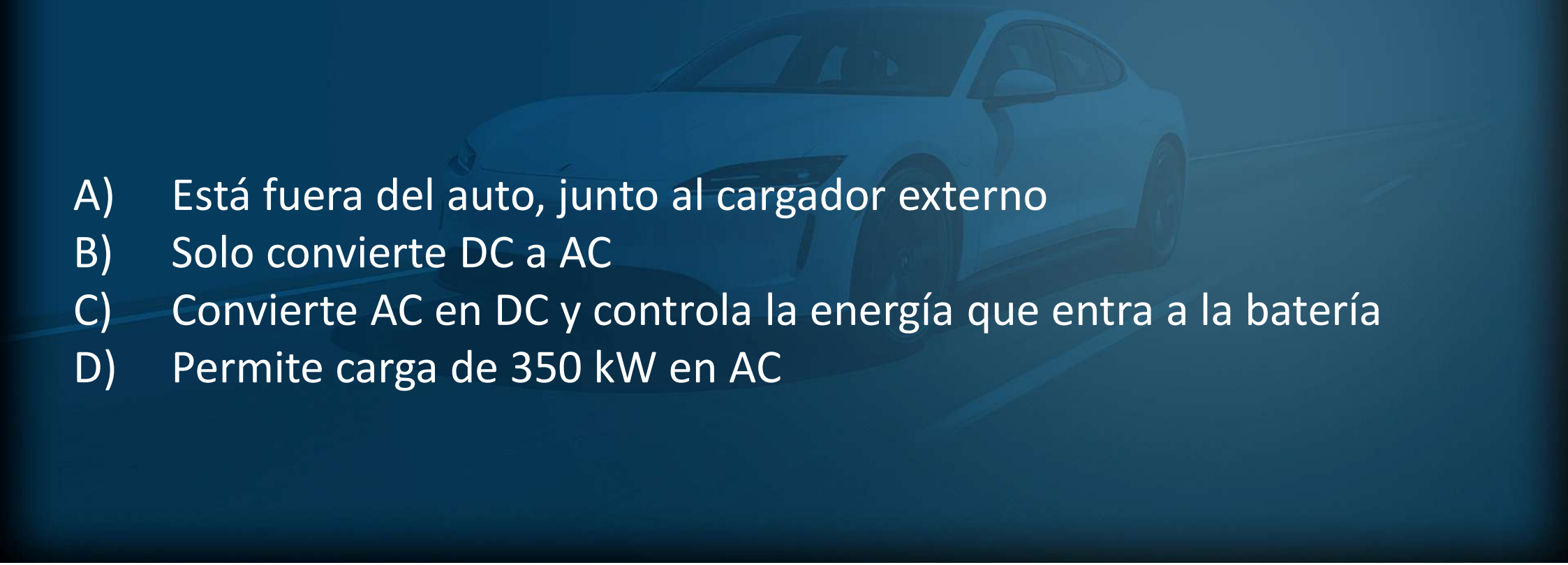
A) El tamaño de la batería
B) La marca del cargador externo
C) La potencia del cargador de abordo (OBC)
D) La temperatura ambiente

1 **Qué determina la máxima potencia de carga en AC de un vehículo eléctrico?**



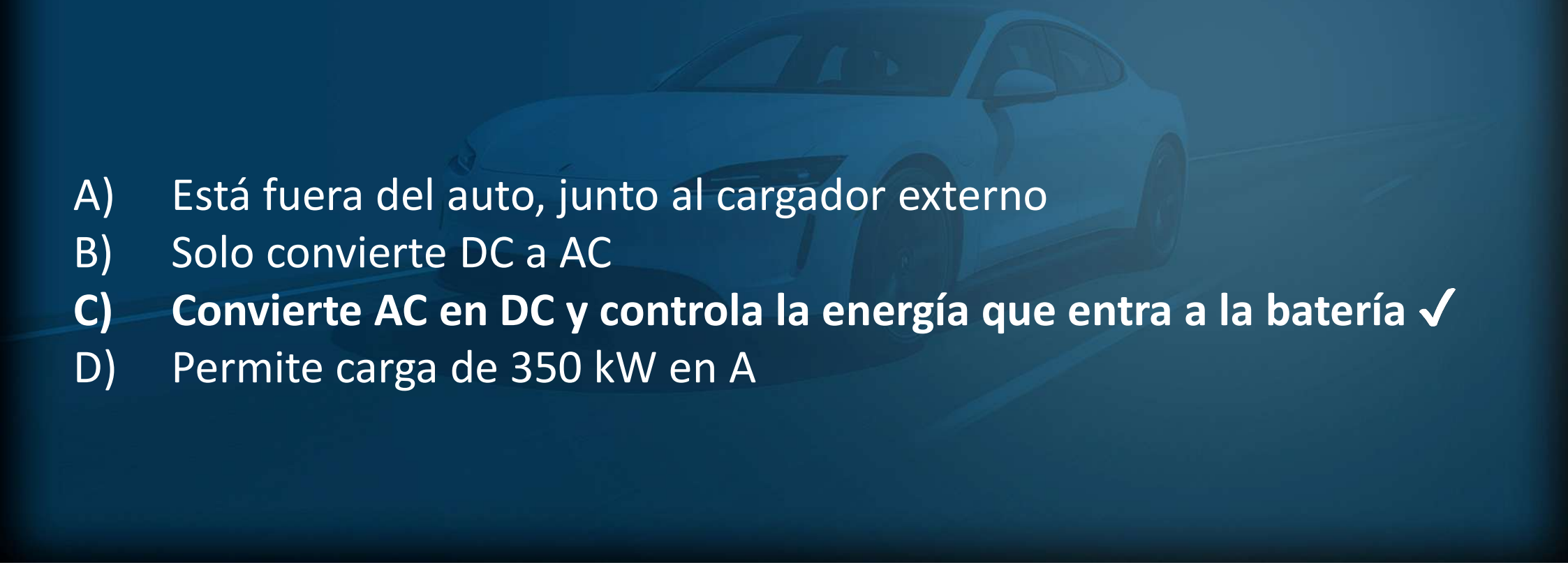
A) El tamaño de la batería
B) La marca del cargador externo
C) La potencia del cargador de abordo (OBC) ✓
D) La temperatura ambiente

2 **Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre el OBC?**



A) Está fuera del auto, junto al cargador externo
B) Solo convierte DC a AC
C) Convierte AC en DC y controla la energía que entra a la batería
D) Permite carga de 350 kW en AC

2 **Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre el OBC?**



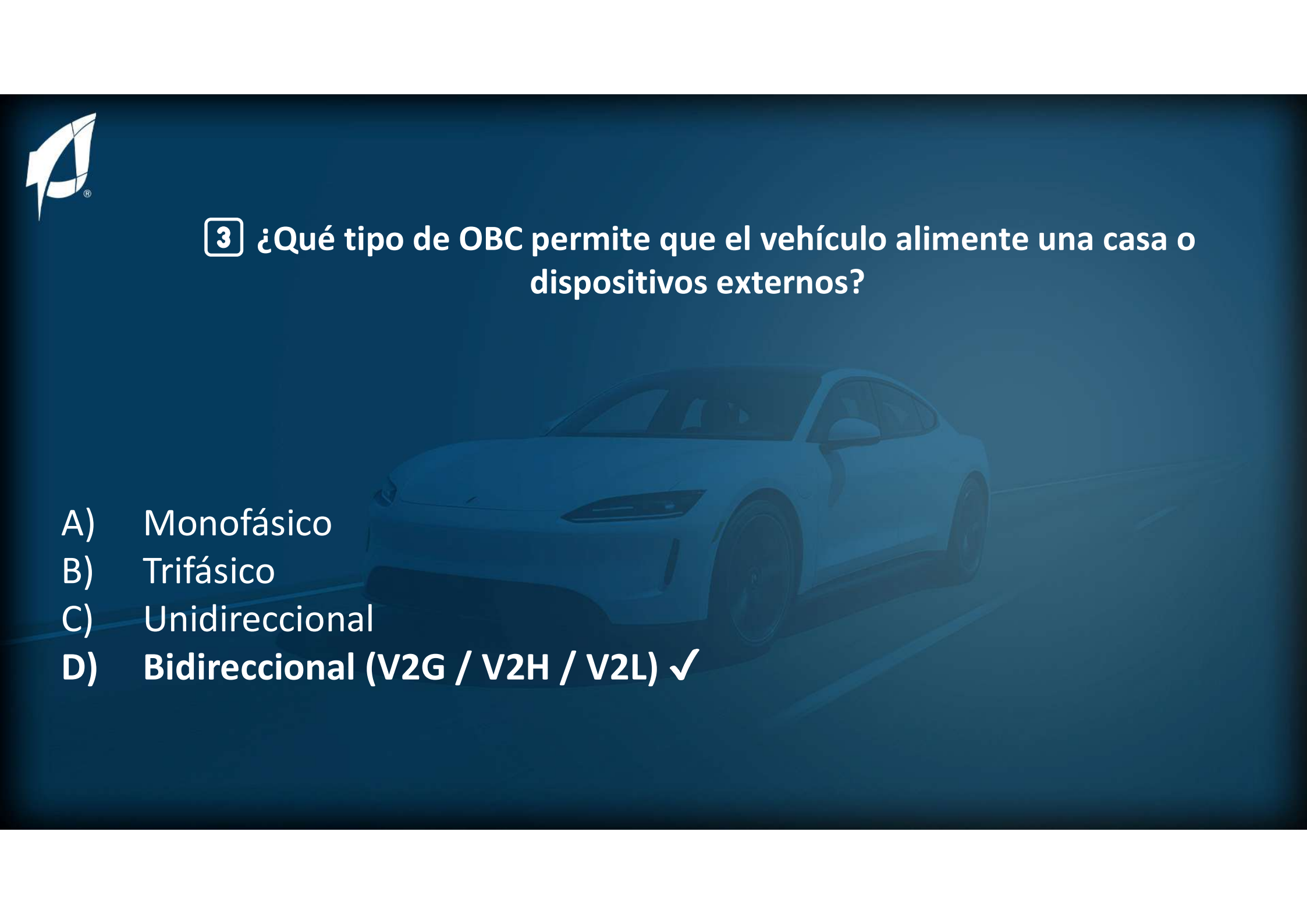
A) Está fuera del auto, junto al cargador externo
B) Solo convierte DC a AC
C) Convierte AC en DC y controla la energía que entra a la batería ✓
D) Permite carga de 350 kW en A

3 **¿Qué tipo de OBC permite que el vehículo alimente una casa o dispositivos externos?**



A) Monofásico
B) Trifásico
C) Unidireccional
D) Bidireccional (V2G / V2H / V2L)

3 **¿Qué tipo de OBC permite que el vehículo alimente una casa o dispositivos externos?**



A) Monofásico
B) Trifásico
C) Unidireccional
D) Bidireccional (V2G / V2H / V2L) ✓


Preguntas


GRACIAS


DIPLOMADO:
ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ
DOCENTE: RODOLFO ALVARADO CASTAÑEDA

MOTORES ELÉCTRICOS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



TIPOS, BENEFICIOS Y TIPS PARA

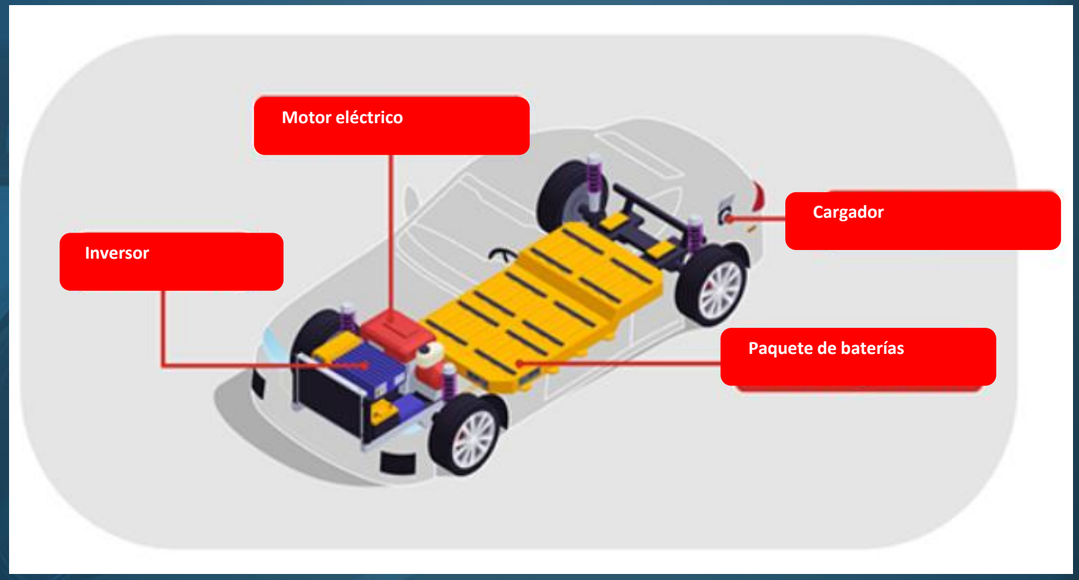
SELECCIONARLOS

¿CÓMO TRABAJAN LOS MOTORES ELÉCTRICOS EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS?

Un auto eléctrico convierte la energía eléctrica almacenada en baterías en energías mecánica.

Las baterías normalmente son de Ion-litio, la cuales liberan energía en CC y se requiere de un inversor para convertir en AC.

La CA acciona el motor eléctrico, generando un campo magnético giratorio (RMF). El rotor, la parte móvil del motor, gira con el campo magnético y transmite el par al motor a través de la transmisión al diferencial, impulsando las ruedas del vehículo.



TIPOS DE MOTORES PARA AUTOS

1. Motores síncronos de imanes permanentes.
2. Motores síncronos eléctricamente excitados en CA.
3. Motores de inducción asíncronos.
4. Motores de corriente directa sin escobillas.
5. Motores en serie de CD.
6. Motores eléctricos de flujo axial.



(Bild: Audi)

https://www.heise.de/hintergrund/Basic-technology-in-the-electric-car-types-of-three-phase-motor-7452474.html

¿CÓMO SELECCIONAR EL MOTOR ELÉCTRICO ADECUADO PARA EL AUTO ELÉCTRICO?

Motores de CA VS Motores de CD.

- Costo.
- Performance.
- Eficiencia.
- Potencia de salida.
- Mantenimiento.

Motores síncronos VS motores de inducción.

- Velocidad de rotación.
- Potencia de salida del motor.
- Sistema de control del motor.

PREGUNTAS FRECUENTES

Motores de CA VS Motores de CD.

- ¿Qué tipo de motor es empleado en vehículos eléctricos?
- ¿Cuáles son las actividades de mantenimiento necesarias para el motor eléctrico?
- ¿Qué medidas de seguridad se deben considerar cuando se usan motores eléctricos?

MOTORES SÍNCRONOS DE IMANES PERMANENTES

El rotor tiene imanes permanentes incrustados fabricados con elementos de tierras raras. Cuando se suministra corriente alterna al estator, se crea un campo magnético giratorio que interactúa con los imanes del rotor, generando una rotación sincrónica y produciendo el par necesario para impulsar las ruedas de un vehículo eléctrico.

Esta rotación sincronizada garantiza una conversión de energía eficiente, maximizando el rendimiento en un diseño compacto.

Ofrecen una alta densidad de potencia, por lo que requieren menos corriente que los motores de inducción para alcanzar un par o una velocidad similares. El diseño de su rotor permite un fácil control del par con variadores de frecuencia. También son flexibles, con diversas configuraciones y opciones de bobinado para satisfacer requisitos específicos.

MOTORES SÍNCRONOS DE IMANES PERMANENTES

Su dependencia de minerales de tierras raras para los imanes permanentes los hace caros y plantea problemas de sostenibilidad debido a las prácticas mineras y a la fluctuación de los precios.

Entre los retos que plantean los imanes permanentes montados en superficie en estos motores se encuentran los rotores más pesados, que dificultan su estabilización a altas velocidades, y la «FEM inversa», una tensión opuesta que puede limitar la potencia de salida y provocar una acumulación de calor.
Para superar estos problemas, ahora muchos vehículos eléctricos utilizan un diseño denominado imanes permanentes montados internamente (IPM). En esta configuración, los imanes se colocan dentro del rotor en ranuras en forma de V, lo que permite al motor utilizar el par de reluctancia, una fuerza adicional generada por la reluctancia magnética del rotor. Este diseño mejora la eficiencia y el rendimiento a altas velocidades, lo que garantiza una mayor estabilidad y reduce el sobrecalentamiento.

MOTORES SÍNCRONOS DE IMANES PERMANENTES

La mayoría de los vehículos eléctricos utilizan ahora motores PMSM, principalmente porque ofrecen ventajas significativas en cuanto a tamaño, peso y eficiencia para la misma potencia de salida. Los motores PMSM pueden ser hasta un 25 % más pequeños que los motores de inducción, al tiempo que ofrecen una eficiencia superior. Esto los hace muy valiosos en los diseños de vehículos en los que el espacio es importante. Entre los fabricantes que utilizan PMSM se encuentran Tesla (Model S, Model 3, Model X y Model Y), Nissan (LEAF) y BMW (i3 e i8), debido a su eficiencia y diseño compacto.

MOTORES SÍNCRONOS ELÉCTRICAMENTE EXCITADOS EN CA

Los motores síncronos excitados eléctricamente reciben corriente alterna en el estator, lo que crea un campo magnético giratorio. A diferencia de los PMSM, que utilizan elementos de tierras raras para los imanes permanentes, este tipo de motor utiliza corriente continua en el rotor para excitar y crear un campo magnético. Este campo se alinea con el campo giratorio del estator para producir par motor e impulsar el vehículo. Este diseño requiere el uso de anillos colectores y escobillas con resorte para transmitir la corriente al rotor. La velocidad y el par motor se controlan con precisión ajustando la frecuencia y la amplitud de la corriente alterna, lo que garantiza una conducción suave y con buena respuesta.



BMW's externally excited synchronous motor as used in iX, iX3 and i4. Note the power supply of the rotor!
(Bild: BMW)

MOTORES SÍNCRONOS ELÉCTRICAMENTE EXCITADOS EN CA

Una ventaja significativa de este tipo de motor es su capacidad para evitar los costos y los problemas medioambientales asociados a los imanes de tierras raras. Además, ofrece flexibilidad al permitir la variabilidad del campo magnético del rotor, lo que permite la optimización en diferentes condiciones de funcionamiento. Sin embargo, la necesidad de energía continua para alimentar el rotor reduce la eficiencia, especialmente a bajas velocidades. Otro reto es el desgaste y el mantenimiento de las escobillas, aunque esto suele mitigarse mediante el empleo de una matriz de escobillas protegida para mejorar la durabilidad y la fiabilidad.

Conocidos por su flexibilidad y alto rendimiento, estos motores destacan por ofrecer un par y una potencia elevados en diversas condiciones de conducción, lo que los hace ideales para los vehículos eléctricos. Este tipo de motor se utiliza en los modelos BMW iX3, iX e i4, así como en el Renault Megane E-TECH y el SMART EQ.

MOTORES DE INDUCCIÓN ASÍNCRONOS

Los motores de inducción asíncronos funcionan con corriente alterna trifásica y carecen de escobillas y conmutadores, lo que reduce el mantenimiento y aumenta su longevidad. Los devanados del estator crean un campo magnético giratorio que induce una corriente en el rotor, generando par mediante inducción electromagnética. Su velocidad se controla variando la frecuencia de la corriente alterna suministrada al estator mediante sistemas electrónicos avanzados.

A diferencia de los motores con imanes permanentes, los motores de inducción no requieren materiales de tierras raras, lo que los hace más rentables de fabricar. Son conocidos por su durabilidad, su construcción sencilla y su capacidad para funcionar de manera eficiente con velocidades y cargas variables. Esta versatilidad los hace ideales para condiciones de conducción variadas, ya que pueden producir un par sustancial a bajas velocidades mientras mantienen la eficiencia a altas velocidades..

MOTORES DE INDUCCIÓN ASÍNCRONOS

Sin embargo, los motores de inducción tienen algunas desventajas. Pueden ser difíciles de refrigerar durante operaciones prolongadas con cargas elevadas, lo que puede provocar problemas térmicos. Además, su eficiencia tiende a ser menor a bajas velocidades, lo que puede afectar al rendimiento energético en situaciones específicas. A pesar de estas limitaciones, su rentabilidad, simplicidad y adaptabilidad garantizan su continua popularidad en una amplia gama de aplicaciones.

Tesla ha utilizado motores de inducción en modelos anteriores, como el Roadster y las versiones iniciales del Model S. Audi también adopta estos motores en sus SUV e-Tron.

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA SIN ESCOBILLAS

Los motores CC sin escobillas (BLDC) son una versión moderna y altamente eficiente de los motores CC tradicionales. Utilizan conmutación electrónica en lugar de escobillas físicas, lo que reduce las necesidades de mantenimiento y elimina los problemas de chispas. Los motores BLDC ofrecen una alta eficiencia (hasta un 85-90 %), tiempos de respuesta más rápidos y una mejor gestión del calor debido a la ausencia de escobillas.

Estas características los hacen ideales para los vehículos eléctricos, donde la fiabilidad, la eficiencia y el rendimiento son fundamentales. Los motores BLDC se utilizan ampliamente en muchos vehículos eléctricos, desde scooters eléctricos hasta coches eléctricos de alto rendimiento, debido a su diseño robusto y su eficiencia operativa.

MOTORES EN SERIE DE CD

Estos motores se caracterizan por su capacidad para producir un alto par de arranque, lo que resulta beneficioso para los vehículos eléctricos que requieren una fuerte aceleración inicial. La velocidad de estos motores se puede controlar fácilmente, lo que los hace adecuados para condiciones de carga variables.

Los motores de serie de CC son menos eficientes a altas velocidades y pueden generar un calor significativo durante su funcionamiento, lo que requiere soluciones de refrigeración eficaces para mantener el rendimiento. Estos motores son más adecuados para aplicaciones en las que el control de la velocidad y el alto par de arranque son más importantes que la eficiencia general.

MOTORES ELÉCTRICOS DE FLUJO AXIAL

Los motores eléctricos de flujo axial representan un gran avance en el diseño de motores, ya que ofrecen soluciones compactas, ligeras y eficientes para los vehículos eléctricos. A diferencia de los motores de flujo radial tradicionales, los motores de flujo axial generan un campo magnético paralelo al eje del motor, lo que da como resultado una estructura más plana, similar a un disco. Este innovador diseño ofrece una mayor densidad de potencia, una eficiencia mejorada y una mejor refrigeración, lo que los hace ideales para los vehículos eléctricos, en los que el peso y el espacio son factores críticos.

Entre sus principales ventajas se incluyen una mejor relación potencia-peso, escalabilidad para diversas aplicaciones y una disipación del calor superior. Sin embargo, entre los retos se incluyen la complejidad de la fabricación y los costes iniciales más elevados en comparación con los motores convencionales. Estos motores se utilizan cada vez más en vehículos eléctricos centrados en el rendimiento, como los modelos de lujo y las aplicaciones en las ruedas para soluciones de movilidad urbana.

¿CÓMO ESCOGER EL MOTOR ELÉCTRICO CORRECTO PARA EL AUTO ELÉCTRICO?

Seleccionar el motor adecuado para una aplicación es una decisión fundamental que afecta a la eficiencia, el rendimiento y el coste total del sistema. Esta elección suele implicar tener en cuenta requisitos operativos específicos, condiciones ambientales y objetivos a largo plazo.

Los motores de CA (corriente alterna) y CC (corriente continua) son los dos tipos principales que se utilizan en los vehículos eléctricos, cada uno con ventajas específicas que se adaptan a diferentes requisitos. Comprender las diferencias entre estos tipos de motores y las diferencias entre los motores síncronos y los motores de inducción es fundamental para seleccionar el motor adecuado que satisfaga los objetivos de rendimiento y las necesidades operativas específicos.

FACTORES A TOMAR EN CUENTA

COSTO

PERFORMANCE (RENDIMIENTO)

EFICIENCIA

POTENCIA DE SALIDA

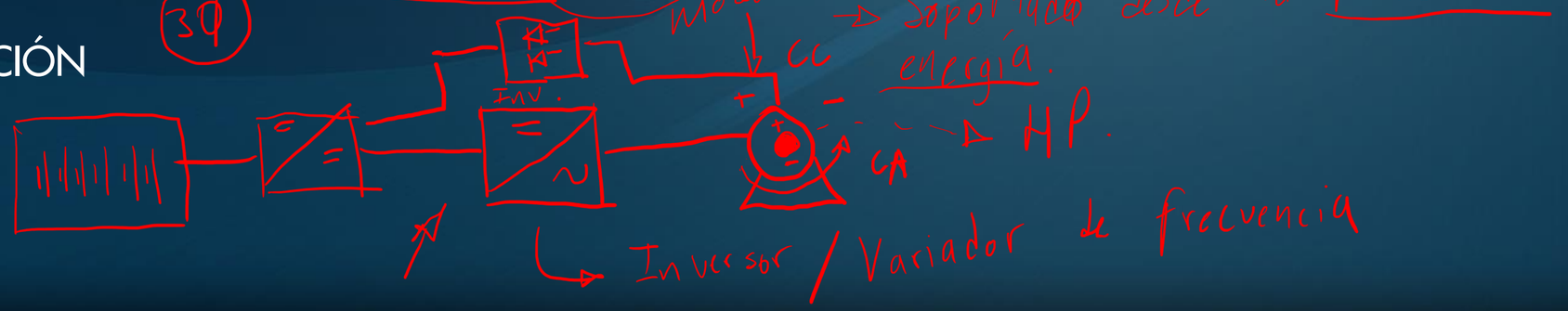
MANTENIMIENTO

MOTOR SÍNCRONO VS INDUCCIÓN

VELOCIDAD DE ROTACIÓN

POTENCIA DE SALIDA DEL MOTOR

SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR







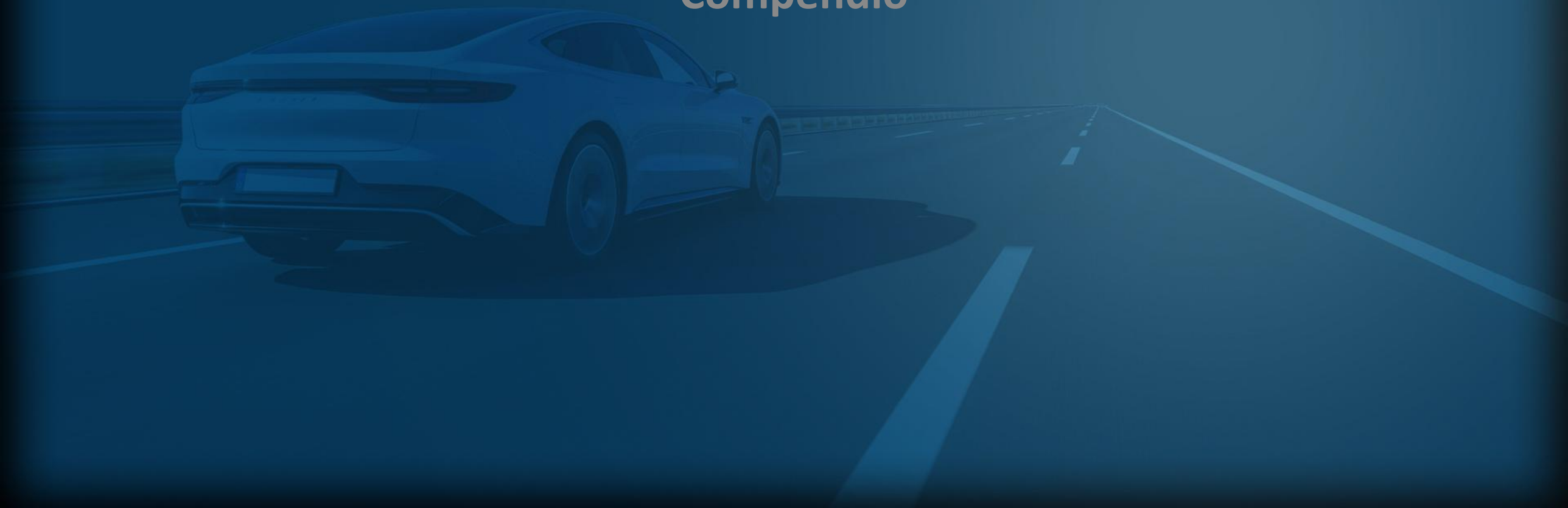
DIPLOMADO:

ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ

DOCENTE: Marco Antonio Hernández Nochebuena

Normativa nacional e internacional en electromovilidad

Compendio



Agenda

Sección 1: Normativa obligatoria nacional (Estándares mexicanos)

- Cuestionario 1 (15 min) + 5/10 min descanso

Sección 2: Normativa mexicana y su equivalencia Internacional

- Cuestionario 2



- ¿Qué aprenderemos el día de hoy?

Al finalizar este curso, seremos capaces de…

- Identificar las normas mexicanas (NOM y NMX) aplicables a vehículos eléctricos e infraestructura de carga
- Distinguir los cinco grupos de normativa en electromovilidad
- Reconocer las áreas de oportunidad en el marco regulatorio nacional
- Aplicar requisitos normativos en el diseño de electrolineras y electroterminales

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA NORMATIVA?

- Protección usuarios y personal

Seguridad



- Compatibilidad entre vehículos y estaciones
- Accesibilidad

Interoperabilidad



- Evitar sanciones y responsabilidades
- Acceso a incentivos

Cumplimiento legal



Compromisos Internacionales

- <2°C calentamiento global

2015 – COP21 París

2021 – COP21 Glasgow

- Neutralidad Carbono 2050

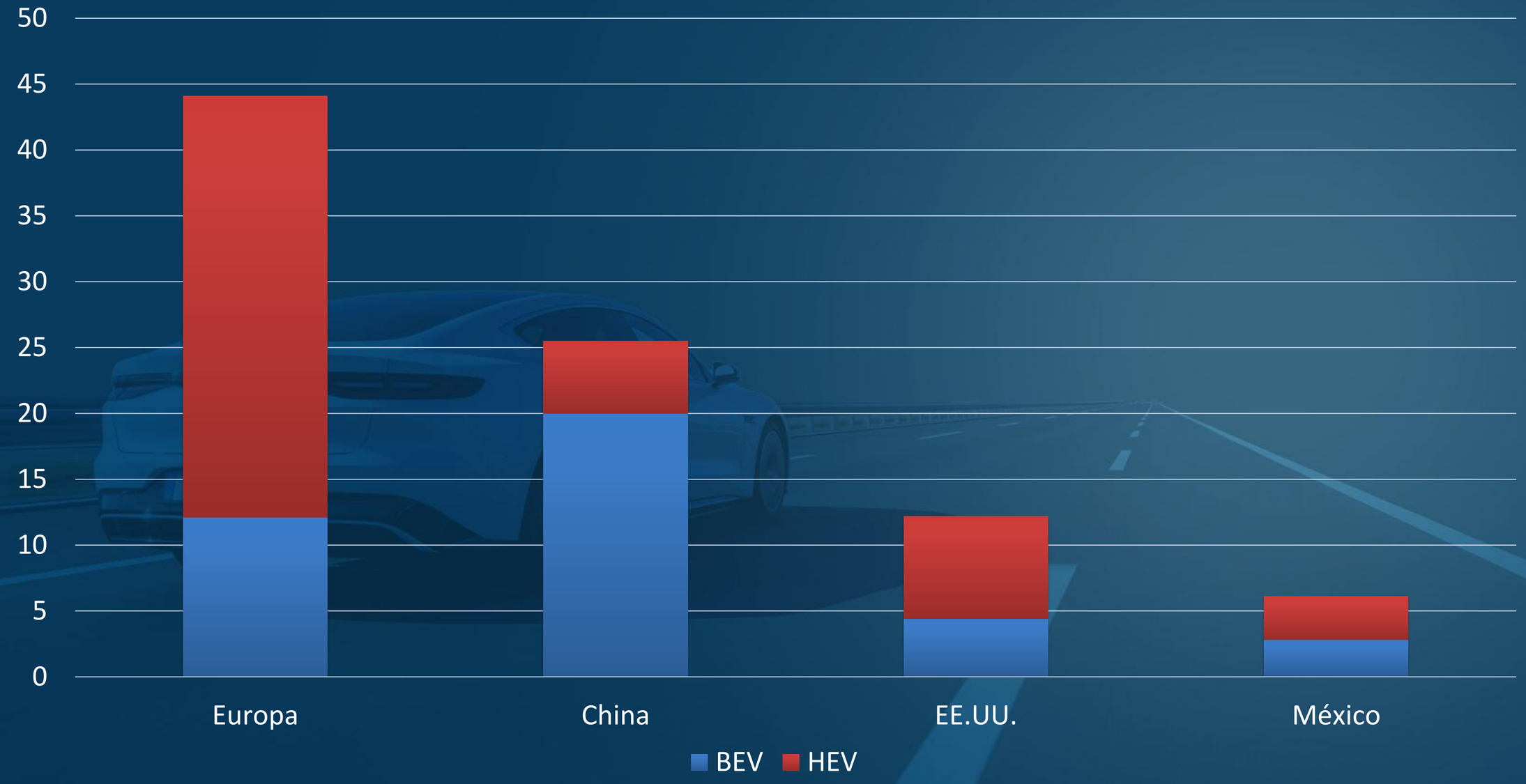
- Triplicar energías renovables

2023 – COP28 Dubái

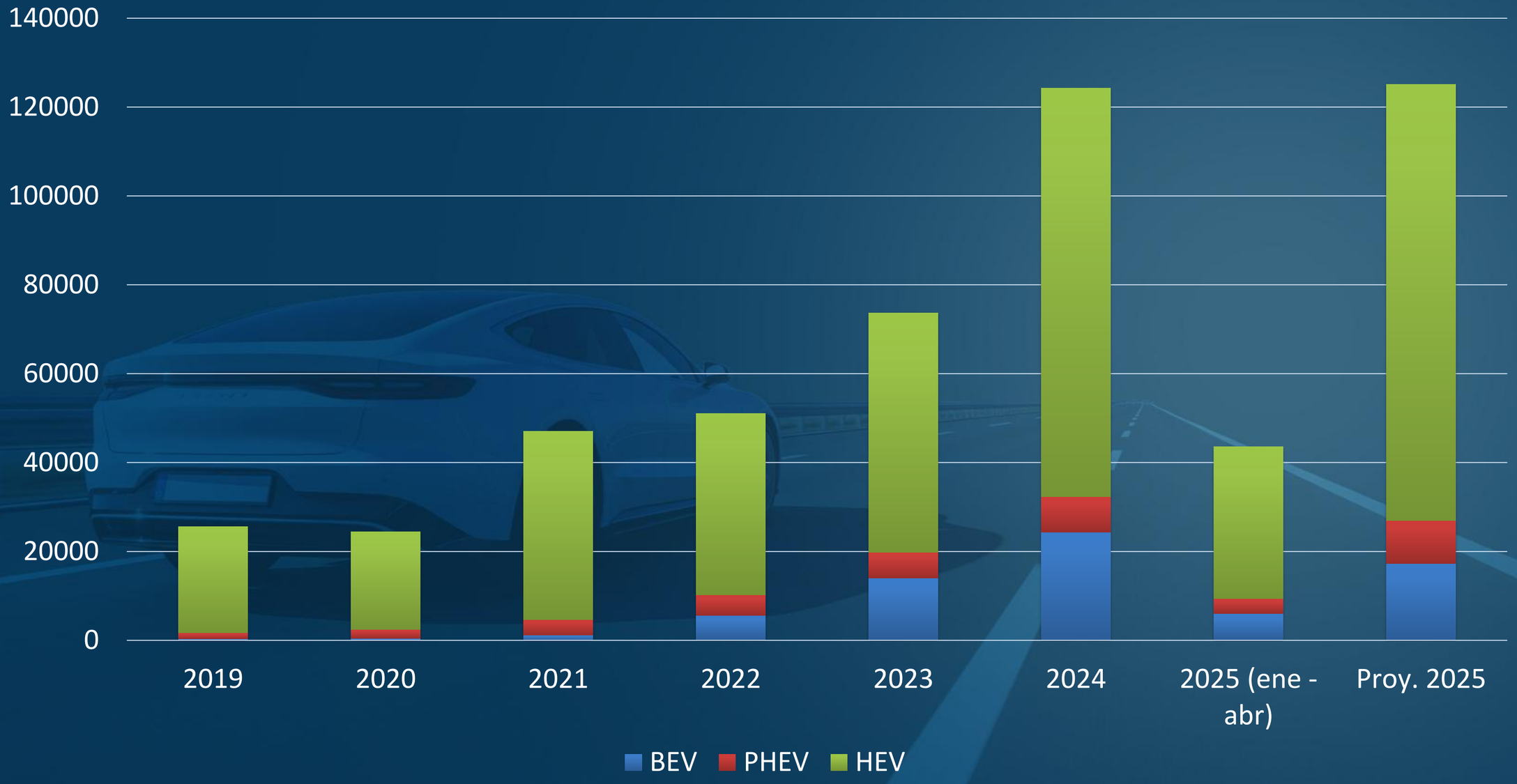
2035

- Fin del MCI en UE/Canadá

Mercado Internacional



Mercado de vehículos nacional



Resumen

TIPO	SIGLAS	FUENTE DE ENERGÍA	CARGA EXTERNA	CRE A/108/2024
Híbrido	HEV	MCI + Batería pequeña	NO	NO regulado
Híbrido Enchufable	PHEV	MCI + Batería mediana	SÍ	SÍ regulado
Eléctrico Rango Extendido	EREV	Batería + MCI auxiliar	SÍ	SÍ regulado
Eléctrico Puro	BEV	Solo batería	SÍ	SÍ regulado
Celda de Combustible	FCEV	Hidrógeno	NO (recarga H_2)	En desarrollo

Normativa nacional



Normativa nacional



Normativa nacional

NOM (Normas Oficiales Mexicanas):
Expedidas por dependencias gubernamentales
Observancia OBLIGATORIA
Prefijo: NOM-XXX-DEPENDENCIA-AÑO
Ejemplo: NOM-001-SEDE-2012
Enfoque: Seguridad, salud, medio ambiente

NMX (Normas Mexicanas):
Elaboradas por organismos de normalización (ej: ANCE)
Aplicación VOLUNTARIA
Prefijo: NMX-J-XXX-ANCE-AÑO
Ejemplo: NMX-J-738-ANCE-2020
Enfoque: Calidad, especificaciones técnicas
Excepción crítica: Cuando una NOM hace referencia a una NMX, esta última se vuelve obligatoria.

NOM aplicable a Electromovilidad

NOM-001-SEDE-2012 – Instalaciones Eléctricas (utilización)

Artículo 625.- EQUIPOS PARA CARGA DE VEHICULOS ELECTRICO.

Artículo 692.- SISTEMAS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE

NOM-194-SE-2021.- Dispositivos de seguridad para vehículos ligeros nuevos

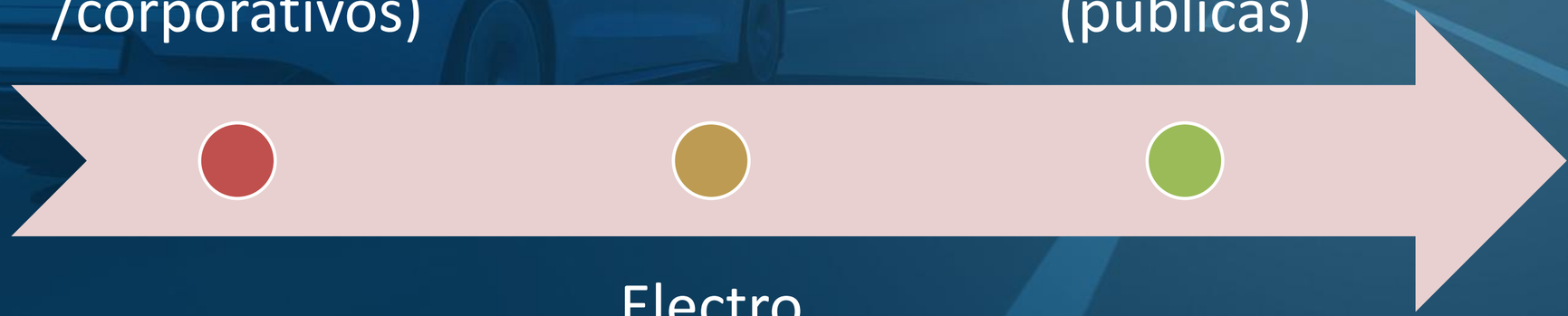


NOM-001-SEDE-2012 - ARTÍCULO 625

Equipos para Carga de Vehículos Eléctricos

Equipos para Carga de Vehículos Eléctricos
Alcance:

- Conductores y equipos EXTERNOS al vehículo
- Conexión a suministro eléctrico (conductivo o inductivo)
- Instalación de equipos y dispositivos de carga



NOM-001-SEDE-2012 - ARTÍCULO 625

Equipos para Carga de Vehículos Eléctricos

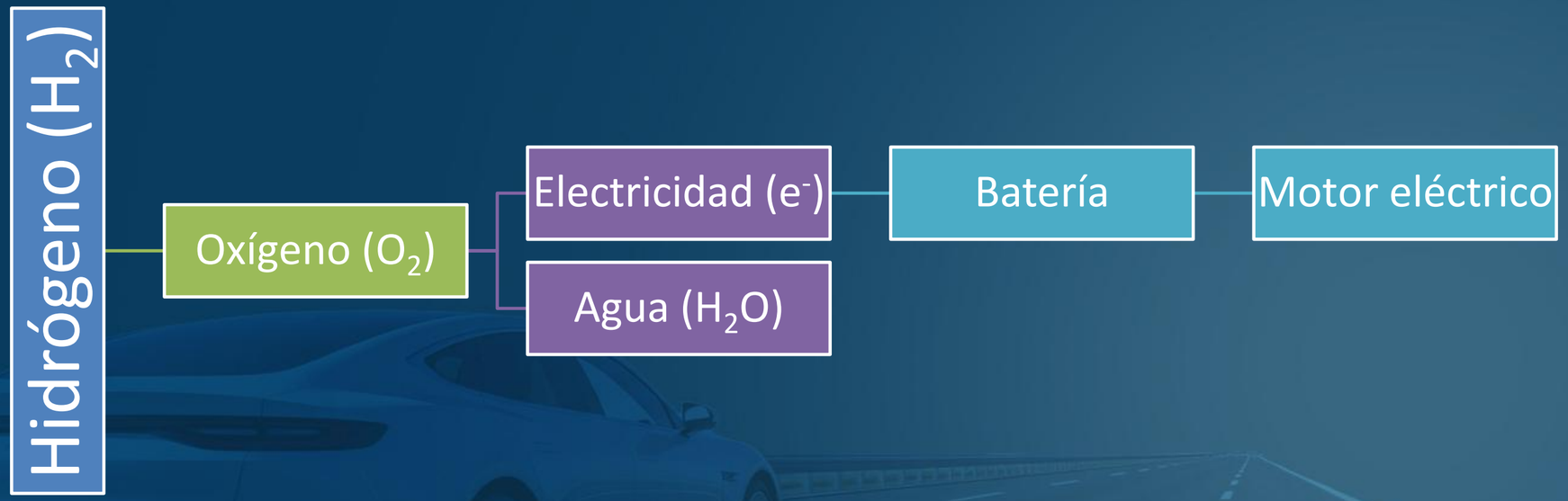
Requisitos de Protección y Puesta a Tierra:

- ⚡ Corriente de disparo: ≤30 mA
- ⏱️ Tiempo de respuesta: ≤0.1 s

Capacidad del circuito	Conductor activo mínimo	Conductor de tierra
20 A	12 AWG Cu	12 AWG
30 A	10 AWG Cu	10 AWG
40 A	8 AWG Cu	8 AWG
50 A	6 AWG Cu	8 AWG

NOM-001-SEDE-2012 - ARTÍCULO 692

Sistemas de Celdas de Combustible



Aplicaciones del artículo 692:

- Sistemas de energía de celdas de combustible
- Requisitos específicos:
  - Desconexión del sistema
  - Protección contra sobre corriente
  - Puesta a Tierra de sistemas CD
  - Interconexión con la red (Si aplicará)
- Estaciones de recarga de hidrógeno

Normativa complementaría:

- NOM-010-ASEA-2016: Terminales de GNC (analogía H_2)
- Códigos internacionales: SAE J2601 (Protocolos de carga de H_2)

NOM-194-SE-2021 – PANORAMA GRAL.

Dispositivos de Seguridad para Vehículos Ligeros Nuevos

Alcance:

- Vehículos ligeros nuevos
- Peso Bruto vehicular entre 400 – 3,857 kg
- Vehículos comercializados en territorio nacional

Apartado 7: Elementos de seguridad para vehículos especiales

- Aplica a vehículos que usan:
  - Energía eléctrica (BEV, PHEV)
  - Híbridos en todas sus modalidades (HEV, MHEV)
  - Gas (GNC, GLP, H_2)

Riesgo	Dispositivo requerido	Normativa internacional equivalente
Derrame de electrolitos	Sistema de contención de baterías	FMVSS 305 / UN R100
Descarga eléctrica	Aislamiento eléctrico de alta tensión	FMVSS 305 / UN R100
Derrame de combustible (FCEV)	Válvulas de cierre automático	UN R67 / UN R110

NOM-194-SE-2021 – REQUISITOS ESPECÍFICOS

Protección contra derrames y descargas eléctricas

Protección contra derrame de electrolitos (baterías):
Equivalencia: FMVSS 305 (EEUU) = UN ECE R100

- Retención de baterías en su posición durante colisión
- Limitación de derrame: <5 litros en 30 min post-impacto
- Sistema de contención con factor de seguridad ≥ 2.5.

Derrame de combustible (FCEV - hidrógeno/gas):
Requisitos según UN R67 / UN R110:

- Válvulas de alivio de presión
- Detección de fugas con alarma
- Cierre automático en colisión

Protección contra descargas eléctricas:
Aislamiento eléctrico del chasis

- Resistencia mínima:
  - Sistemas < 60 V no aplica
  - Sistemas 60 – 600 V ≥ 100 Ω/V
  - Sistemas > 600 V: ≥ 5 00 Ω/V

- Protección física de cables de alta tensión:
  - Código de color NARANJA obligatorio
  - Cubierta protectora resistente a impacto
  - Desconexión automática en colisión

NOM-194-SE-2021 – REQUISITOS ESPECÍFICOS

Protección contra derrames y descargas eléctricas



LIMITACIÓN CRÍTICA DE LA NORMATIVA ACTUAL



Existe una brecha normativa identificada

La NOM-194-SE-2021 solo aplica a:

vehículos ligeros (400 – 3,857 kg)

No están regulados actualmente: (NOM-012-SCT-2-2017)

- Autobuses eléctricos (> 12,000 kg)
- Tractocamiones eléctricos (>13,800 kg)
- Camiones de carga mediana (5,000 – 8,000 kg)

Cuestionario I

Tiempo de respuesta 15 min.

NORMAS MEXICANAS (NMX)

Panorama general de NMX



NORMAS MEXICANAS (NMX)

Sistemas de carga

NMX-J-684/1-ANCE-2013Sistema de carga no inductiva - Requisitos generales

Base: IEC 61851-1

Modo 1
- CA monofásica 127V, 17 A
- Sin protección
- No recomendado para VE

Modo 2
- CA Bifásica/Trifásica 240, 32 A
- Cable con dispositivo de protección integrado
- Carga residencial

Modo 3
- CA Bifásica/Trifásica 440 V, 250 V
- Estación fija con controlador
- Comunicación Veh-Carga obligatoria

Modo 4
- CD 1500 V, 234 A
- Carga rápida
- Carga directa

NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX-J-684/22-ANCE-2014Estación de carga en CA para vehículos eléctricos

Base: IEC 61851-22

Requisitos para estaciones CA Modo 3

- Protección contra contacto directo e indirecto
- Sistema de interbloqueo (no energizar si cable desconectado)
- Detección de conexión de vehículo
- Medición de energía suministrada
- Interfaz de usuario (pantalla, lector de pago)

Potencias típicas:

- Carga lenta: 3.7 kW (monofásica 127 V, 16 A)
- Carga semi-rápida: 7.4 kW (bifásica 220, 32 A)
- Carga rápida CA: 22 kW (trifásica 440, 50 A)
- Carga rápida CD: 150 kW (CD 1500, 100 A)







NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX-J-677-ANCE-2014 Equipos de alimentación de VE

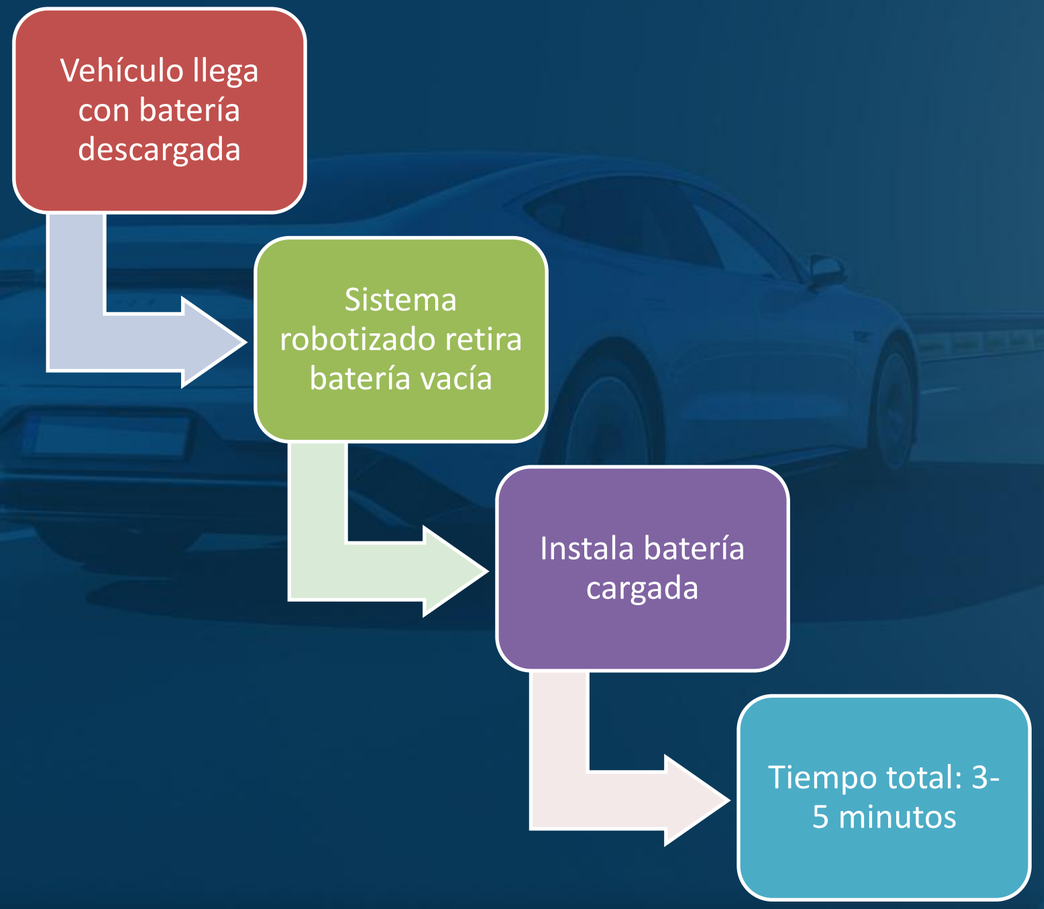
Base: IEC 61851-1, UL 2594, CSA C22.2 No. 280

Tipo	Tensión	Corriente	Uso
Extensión portátil	127V CA	20A	Interior/exterior
Extensión fija	127V CA	20A	Interior/exterior
Extensión fija	250V CA	40A	Solo interior
Estación móvil	127V CA	Variable	Interior/exterior
Estación permanente	600V CA	Variable	Interior/exterior
Toma permanente	600V CA	Variable	Interior/exterior

NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX-J-785-1-ANCE-2020: GeneralidadesNMX-J-785-2-ANCE-2020: Requisitos de seguridad

Base: IEC/TS 62840





NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX de conectores

NMX-J-678-ANCE-2014 Clavijas, receptáculos y acopladores
Base: IEC 62196-1

Alcance:
- Hasta 800 A en CA o CD
- Hasta 600 V
- Sistemas de conexión NO inductiva



Type 1 J1772



Type 2
Mennekes

NMX-J-683/2-ANCE-2014Compatibilidad dimensional para accesorios de CA
Base: IEC 62196-2

NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX de conectores

NMX-J-683-3-ANCE-2020Conectores para CC o CA/CC combinados

Base: IEC 62196-3

CCS 1 Norteamérica	• Tipo 1 + 2 pines CD • 200 A, 1000 V
CCS 2 Europeo	• Tipo 2 + 2 pines CD • 200 A, 1000 V
CHAdeMO Japón	• Conector independiente • 125 A, 500 V







NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX de cables

NMX-J-738-ANCE-2020 Cable de alimentación de vehículos eléctricos Especificaciones y métodos de prueba

Base: IEC 62893 (partes 1, 2 y 3)

Alcance:

- Cables para CA o CD
- Hasta 1000 V operación
- Conexión vehículo <-> EVSE

Requisitos especiales:

- Resistencia a flexión repetida (>10,000 ciclos)
- Resistencia a aceites y combustibles
- Resistencia a radiación UV (cables exteriores)
- Cubierta exterior naranja (identificación visual)

Ensayos obligados:

- Pruebas de tensión dieléctrica
- Prueba de resistencia de aislamiento
- Prueba de resistencia a la llama
- Prueba de impacto a baja temperatura

Designación	Temp. operación	Voltaje	Aplicación
EV	60°C	300V	Carga lenta doméstica
EVT	75°C	600V	Carga semi-rápida
EVJ	90°C	600V	Carga rápida CA
EVJT	105°C	1000V	Carga rápida CC

NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX de Sistemas

NMX-J-668/1-ANCE-2013Sistemas de protección personal – Requisitos

Base: CSA C22.2 No. 281.1, UL 2231-1

Dispositivos de protección en fallas por:



Principal función:
Reducir riesgo de choque eléctrico a usuarios en circuitos de alimentación de VE

Sistemas protegidos:

- Sistemas puestos a tierra (monofásicos ≤ 150 V)
- Sistemas puestos a tierra al centro (>150 V)
- Sistemas aislados (no puestos a tierra)

Protección según tipo de corriente:

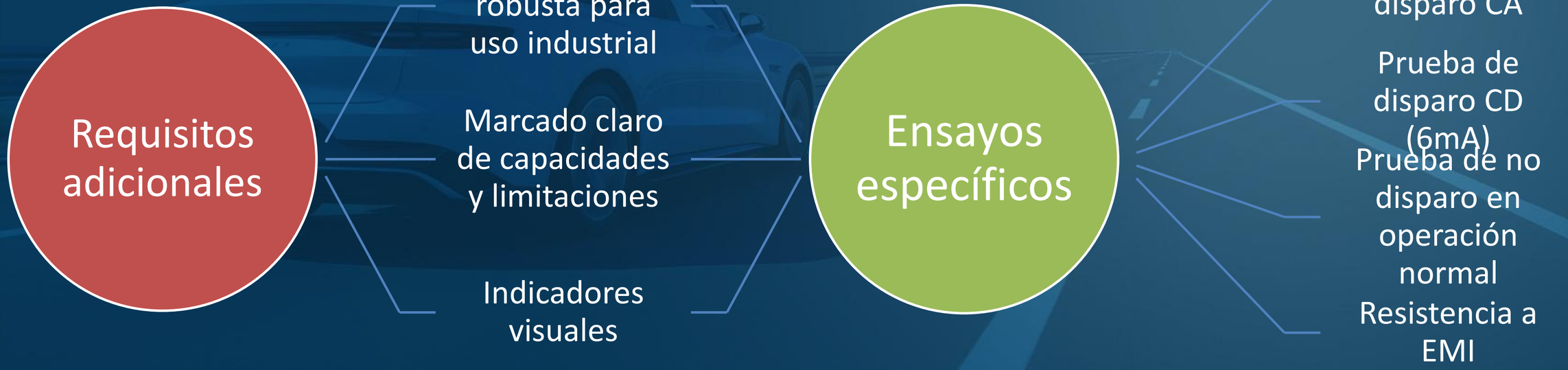
- CA 60 Hz
- CC aislados
- Sistemas rectificados

NORMAS MEXICANAS (NMX)

NMX de sistemas

NMX-J-668/1-ANCE-2013 Req. particulares para disp. en sistemas de carga

Base: CSA C22.2 No. 281.2, UL 2231-2



NORMAS MEXICANAS (NMX)

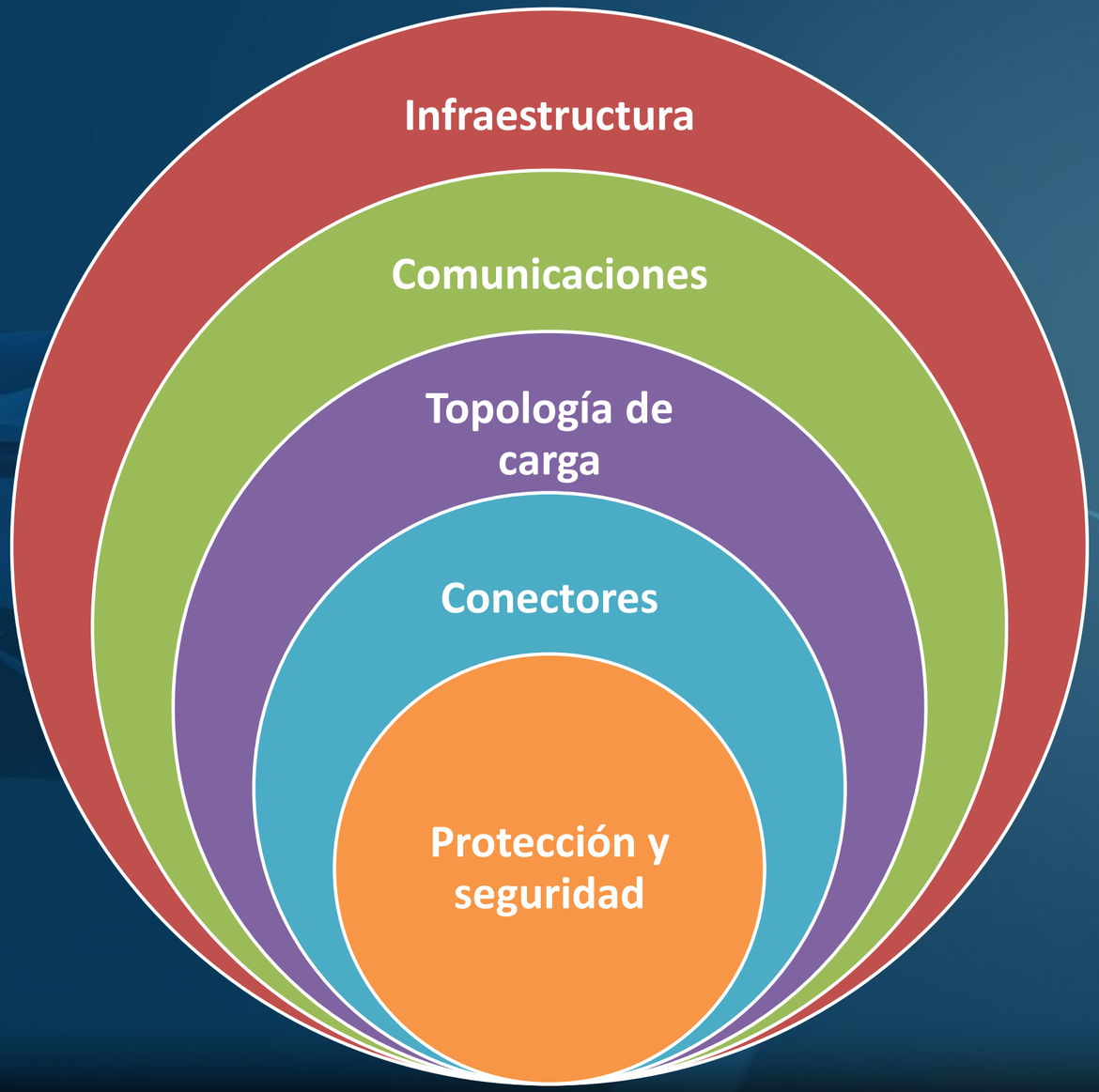
Referencias rápidas de NMX

NMX	Tema	Elemento regulado	Uso principal
J-684/1	Sistemas de carga general	Modos 1-4	Base para diseño
J-684/22	Estaciones CA	Modo 3	Electrolineras CA
J-677	Equipos de alimentación	Tipos de EVSE	Selección de equipo
J-785-1/2	Intercambio de baterías	BSS/SBS	Flotas
J-678	Conectores generales	Tipos 1 y 2	Compatibilidad
J-683/2	Conectores CA	Dimensiones	Interoperabilidad
J-683-3	Conectores CC	CCS, CHAdeMO	Carga rápida
J-738	Cables	Especificaciones	Selección de cable
J-668/1	Protección personal	GFCI para VE	Seguridad
J-668/2	Dispositivos específicos	Equipos de protección	Instalación
J-725-1	Carga inductiva	Sistemas wireless	Innovación
J-683-1	Conectores - requisitos	Generales	Diseño

Organismos Internacionales de Normalización



Normas Internacionales



Normas Internacionales

Protección y seguridad

Proteger a:

- Ocupantes del vehículo
- Usuarios de puntos de carga
- Peatones y ciclistas
- Personal de emergencia (bomberos, paramédicos)
- Personal de mantenimiento

Descargas eléctricas	• Sistemas de 400 – 1000 V
Derrame de electrolitos	• Electrolitos corrosivos • Quemaduras químicas
Incendio	• “Thermal runaway“ de las baterías es difícil de manejar
Explosión de Gases	• Hidrógeno comprimido (700 bar)



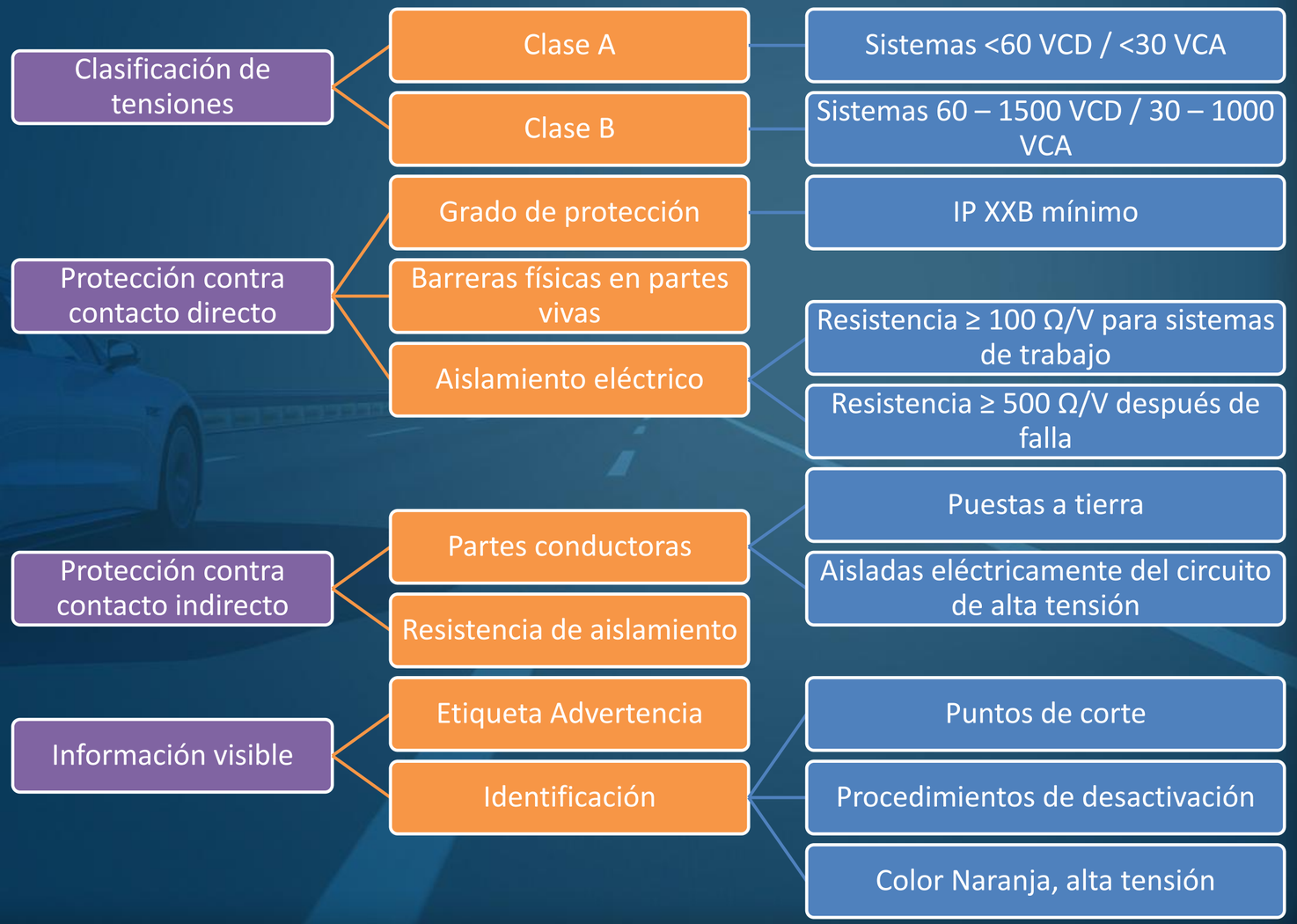
https://www.facebook.com/watch/?v=517953000021145

Normas Internacionales

ISO 6469 – Vehículos eléctricos: Requisitos de seguridad

Estructura:

- ISO 6469-1: Seguridad funcional y protección contra fallas
- ISO 6469-2: Protección operacional y falla de medios
- ISO 6469-3: Protección contra descargas eléctricas
- ISO 6469-4: Seguridad post-colisión (en desarrollo)



Normas Internacionales

FMVSS 305 - PROTECCIÓN POST-COLISIÓN

National Highway Traffic Safety Administration sus los alcances son:

- Vehículos con propulsión eléctrica
- Peso bruto vehicular ≤4,536 kg (10,000 lb)
- Velocidad máxima >40 km/h
- Sistemas >48V nominales

Limitación de derrame de electrólitos

- Prueba de impacto frontal, lateral y trasero
- Criterio de aprobación:
  - Derrame < 5 l en 30 min.

Retención de sistema de propulsión

- Baterías deben de permanecer en su ubicación
- Sistemas de montaje con factor de seguridad > 2.5
- No debe de haber desplazamiento hacia cabina

Aislamiento eléctrico post-colisión

- Medición después de 30 min
- Resistencia mínima de 500 Ω/V por unidad de voltaje del sistema
- Ninguna parte conductora accesible debe de tener >30 V respecto a tierra
- Si el sistema tiene >60 V, debe de desconectarse automáticamente en colisión.

Normas Internacionales

SAE J1766Recommended Practice for Electric and Hybrid Electric Vehicle Battery Systems Crash Integrity Testing

- Propósito: Establecer procedimientos de prueba para evaluar la integridad de sistemas de baterías en choques.

Retención de componentes

- Baterías
- Cableado de alta tensión
- Controladores/inversores
- Conectores eléctricos

Seguridad eléctrica post-impacto

- Aislamiento eléctrico
- Ausencia de arcos eléctricos
- Desconexión automática

Integración estructural

- No penetración de cabina
- Puertas operables post-impacto
- Espacio de supervivencia preservado

Derrame de materiales

- Electrolitos
- Agentes refrigerantes
- Materiales peligrosos

Normas Internacionales

GB/T 18384.1 (China) Electric Vehicle Safety Requirements - Part 1: Energy Storage

- Propósito: Establecer procedimientos de prueba para evaluar la integridad de los vehículos eléctricos en choques.

Diferencias con la ISO y la SAE J1766

- Más énfasis en baterías de iones de litio
- Requisitos específicos para termal runaway
- Pruebas de penetración con clavo
- Requisitos de gestión térmica

Cuestionario II

Tiempo de respuesta 15 min.

Gracias por su atención

Marco Antonio Hernández Nochebuena
marco_nochebuena@hotmail.com


DIPLOMADO:
ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ
DOCENTE: RODOLFO ALVARADO CASTAÑEDA

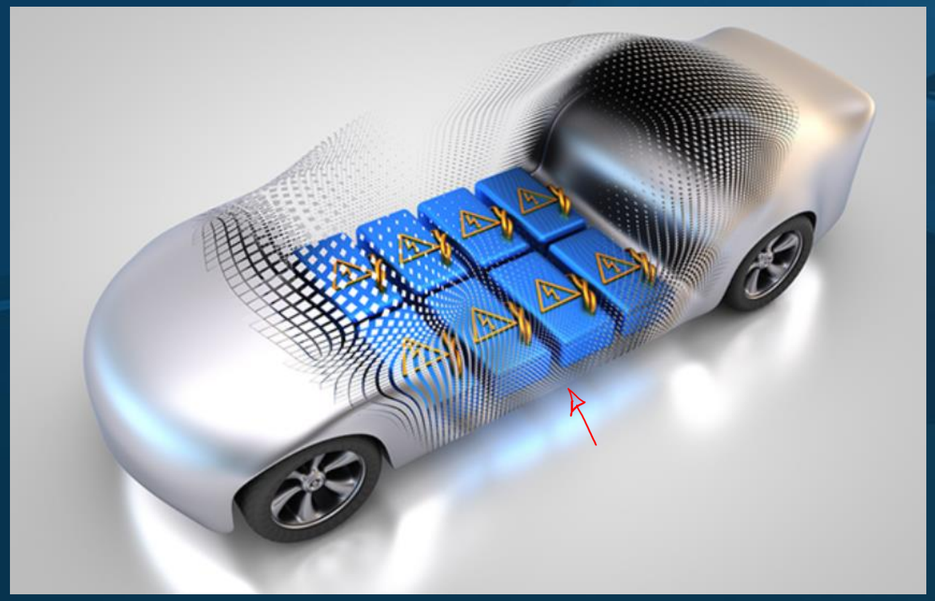
BATTERY MANAGEMENT SYSTEMS

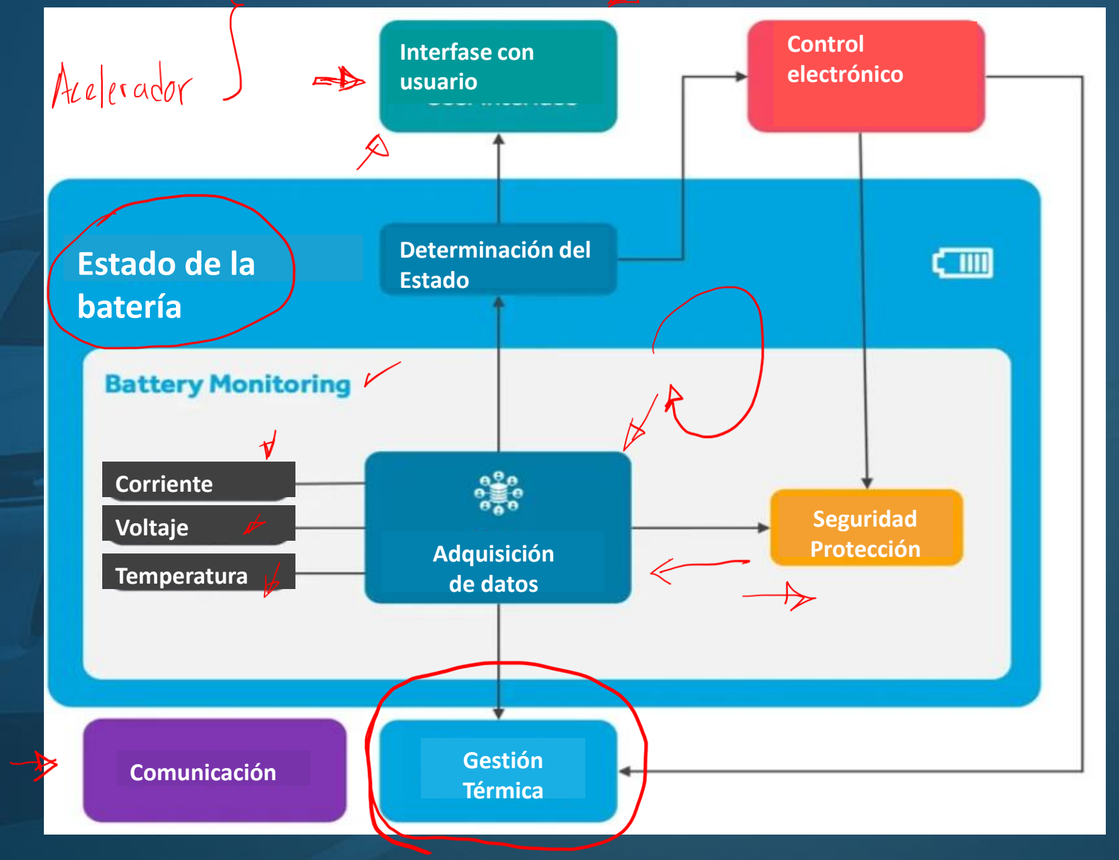


APLICACIONES EN EV

¿PARA QUÉ EMPLEAR EN BMS?

Un sistema de gestión de batería (BMS) garantiza seguridad y una distribución eficiente de la energía para vehículos eléctricos.





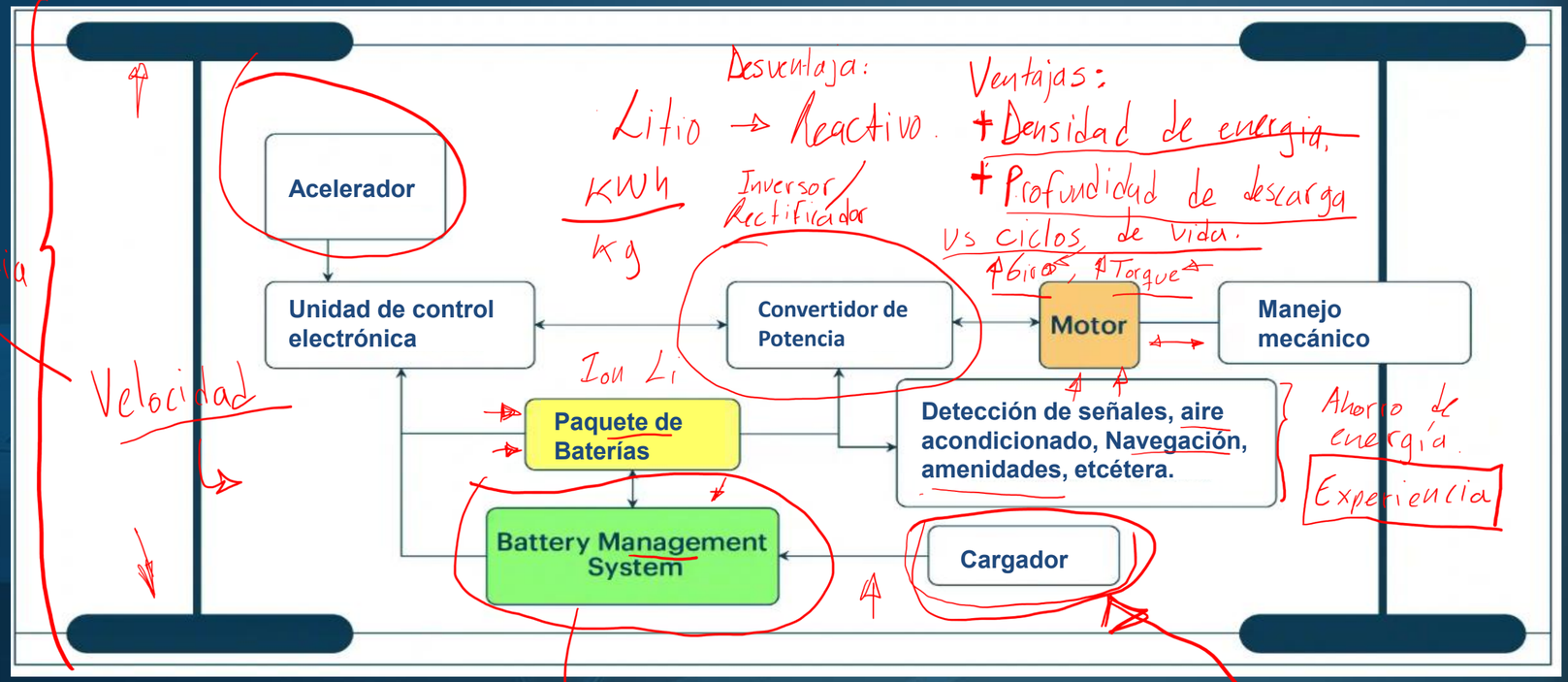
https://www.evengineeringonline.com/what-ev-battery-management-system-bms-architectures-are-used-today/

¿PARA QUÉ EMPLEAR EN BMS?

Un BMS es un sistema electrónico sofisticado para monitorear, regular y optimizar la operación de paquetes de baterías.

Objetivos de la implementación del BMS:

- Seguridad de las baterías.
- Longevidad.
- Suministro constante de potencia.



https://www.cavliwireless.com/blog/nerdiest-of-things/battery-management-system-in-electric-vehicles

FUNCIONES DE BMS PARA EV

Monitoreo

Medición de voltaje:

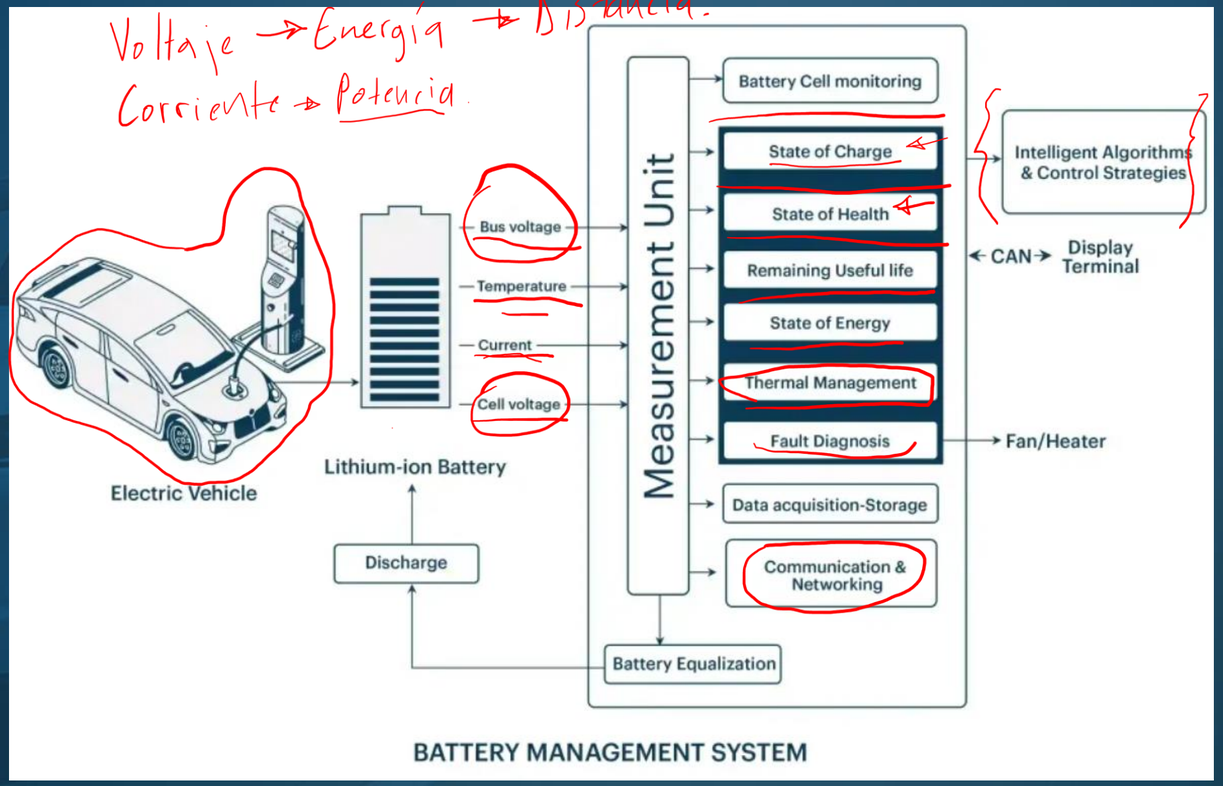
El BMS mide el voltaje de cada celda de la batería o el voltaje total del paquete de baterías, evitando así una sobrecarga o una descarga excesiva.

Medición de corriente:

El BMS mide la corriente de descarga de la batería o la corriente de carga a la batería. Comprueba el estado de uso o el estado de carga de la batería y realiza el control adecuado.

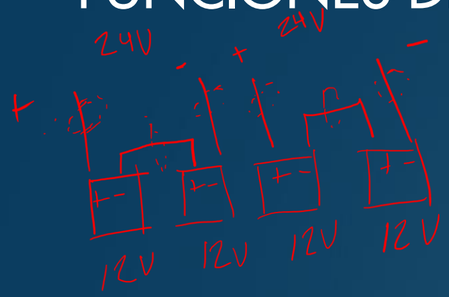
Medición de temperatura:

El BMS supervisa constantemente la temperatura de la batería mediante un sensor de temperatura. Utilizar la batería dentro de un rango de temperatura adecuado garantiza la seguridad de la batería y una vida útil más larga.



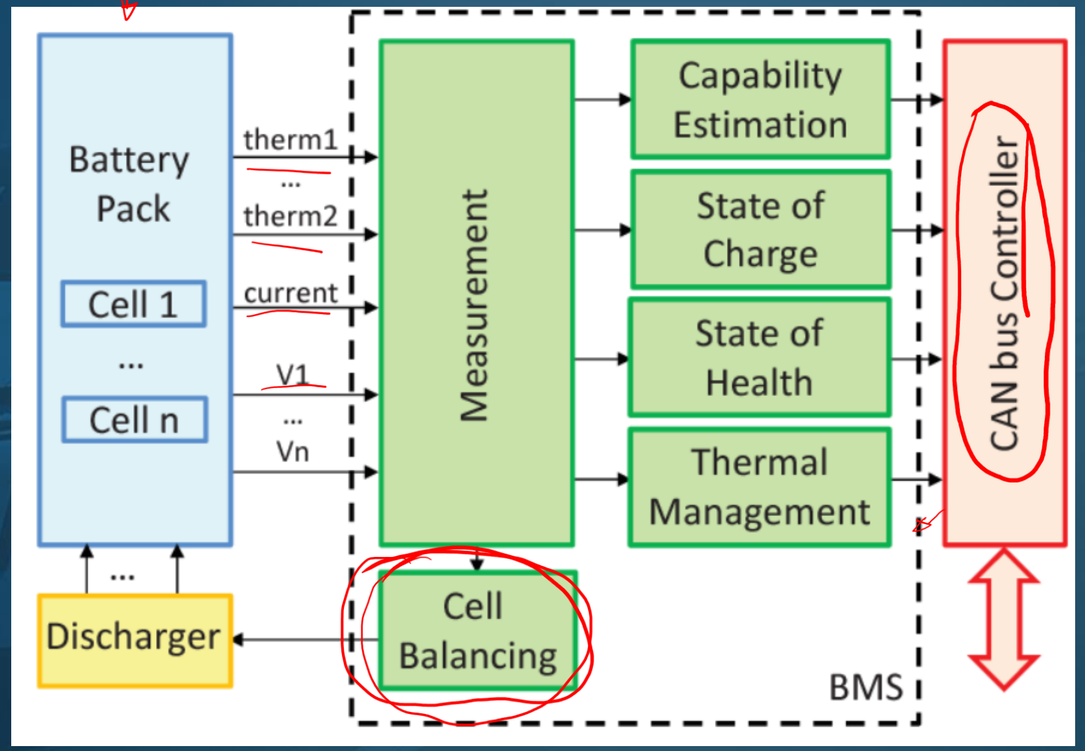
https://www.cavliwireless.com/blog/nerdiest-of-things/battery-management-system-in-electric-vehicles

FUNCIONES DE BMS PARA EV



Control

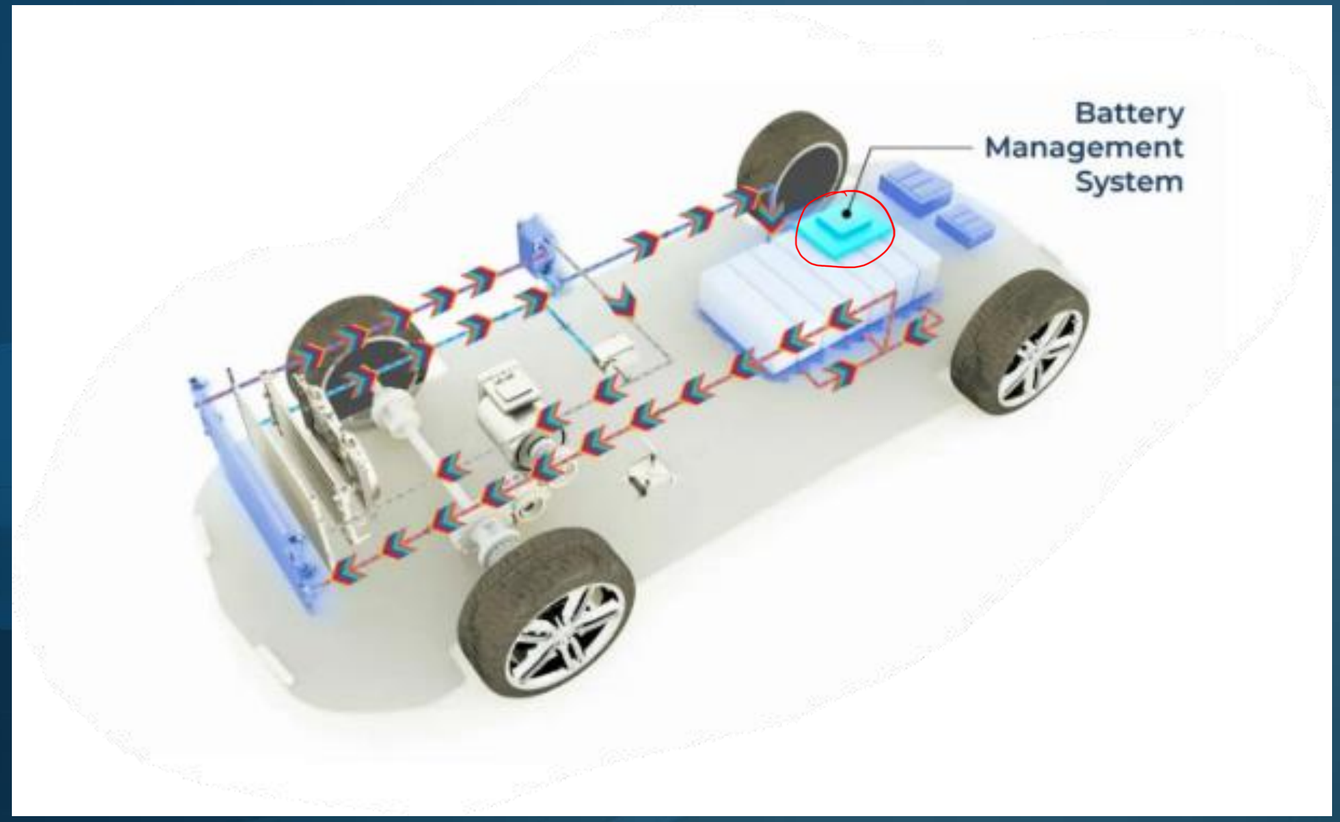
Una batería de gran capacidad está compuesta por varias celdas. Estas celdas varían en rendimiento y se deterioran a diferentes velocidades. Por ejemplo, cuando una celda específica se deteriora más rápido que otras, puede afectar el rendimiento general o la vida útil de la batería. Estas variaciones en el rendimiento o la velocidad de deterioro se eliminan mediante una función llamada «equilibrado».



https://evreporter.com/battery-management-system-for-electric-vehicles/

ARQUITECTURAS DE BMS

1. BMS centralizado.
2. BMS distribuido.
3. BMS modular.
4. BMS híbrido.

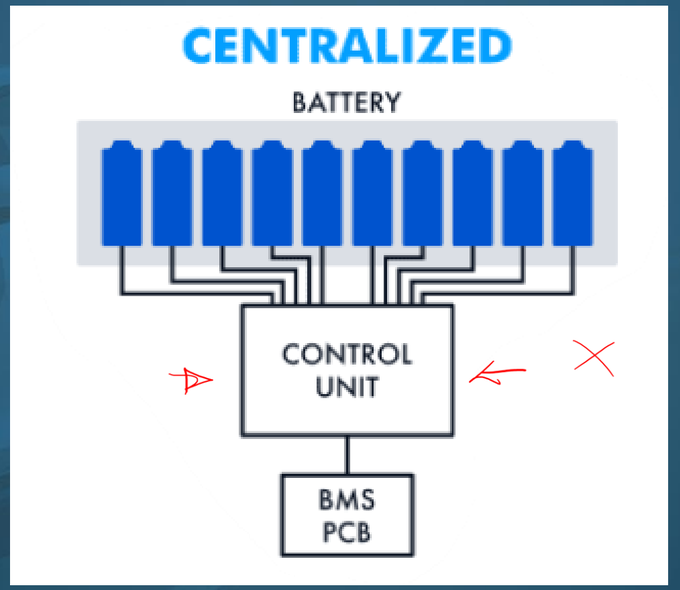


https://es.slideshare.net/slideshow/ev-bms-with-charge-monitor-and-fire-detection-pptx/269688288

BMS CENTRALIZADO

Un único controlador gestiona todas las celdas y módulos de la batería, lo que simplifica el diseño del sistema y reduce el número de componentes.

Este diseño agiliza la gestión, puede limitar la escalabilidad de los sistemas de baterías más grandes e introducir la posibilidad de un único punto de fallo.

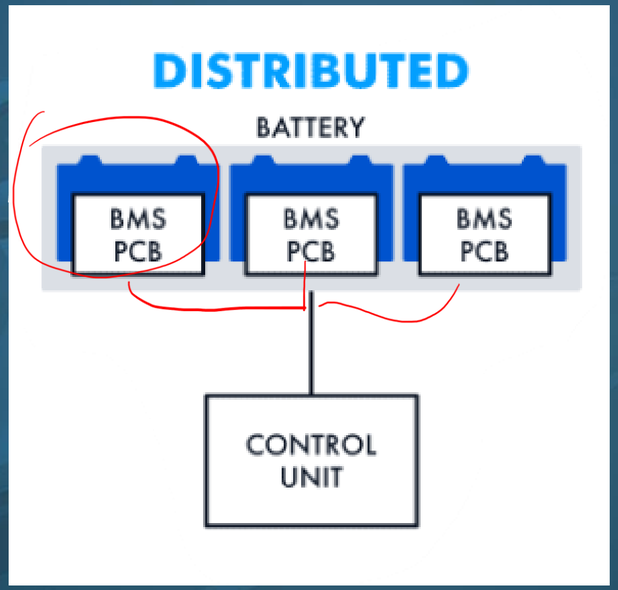


https://tritekbattery.com/3-topologies-of-battery-management-system/

BMS DISTRIBUDO

Múltiples controladores operan en módulos específicos o grupos de celdas esenciales para baterías grandes que requieren monitoreo individual.

Este diseño escalable mejora la confiabilidad del sistema a través de la redundancia incorporada.

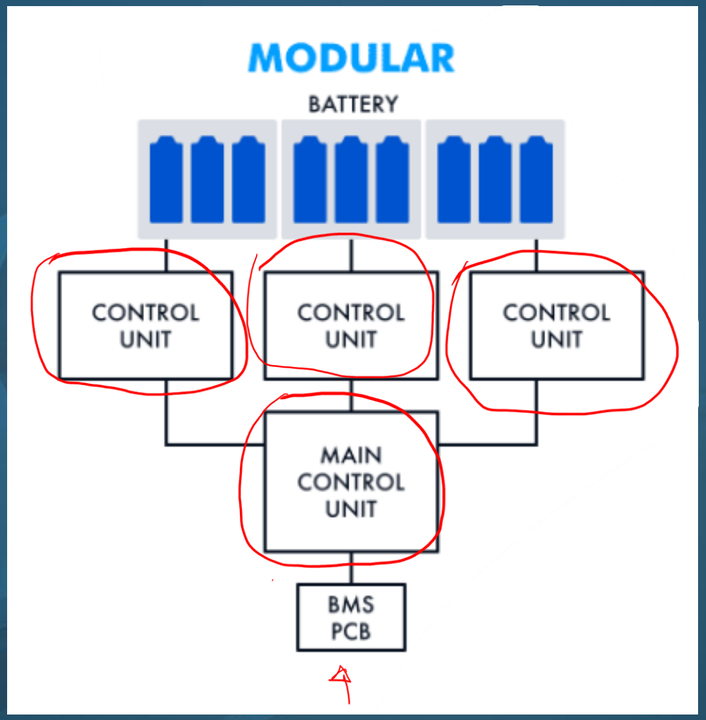


https://tritekbattery.com/3-topologies-of-battery-management-system/

BMS MODULAR

Las unidades independientes, cada una de ellas capaz de funcionar de forma autónoma, conforman un BMS modular.

Esta configuración escalable facilita la flexibilidad en cuanto al tamaño de la batería y permite añadir o retirar módulos fácilmente.

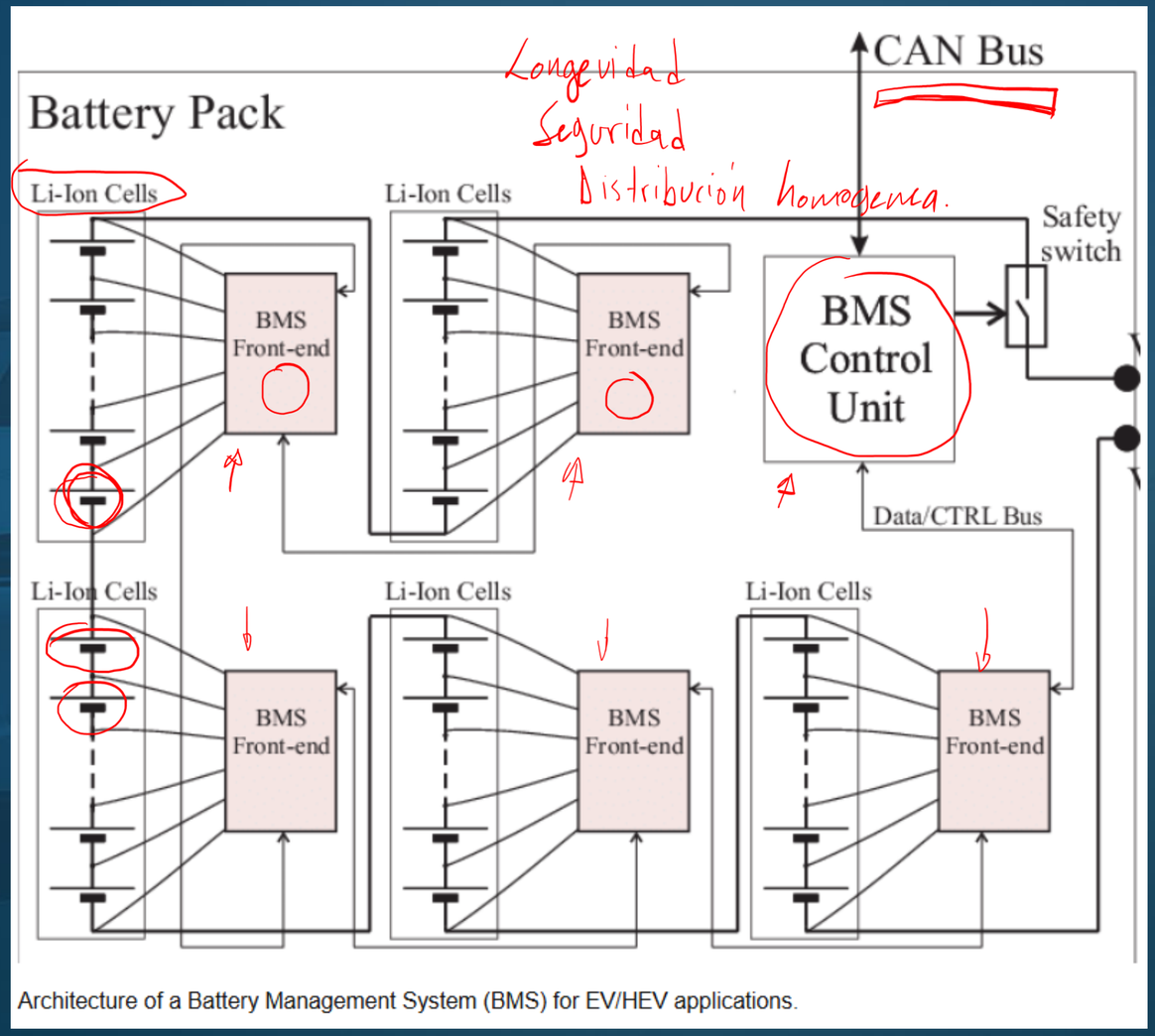


https://tritekbattery.com/3-topologies-of-battery-management-system/

BMS HÍBRIDO

Al combinar elementos centralizados y distribuidos, un BMS híbrido emplea un controlador central para la gestión general junto con controladores locales a nivel de módulo para la supervisión y el control detallados de las celdas.

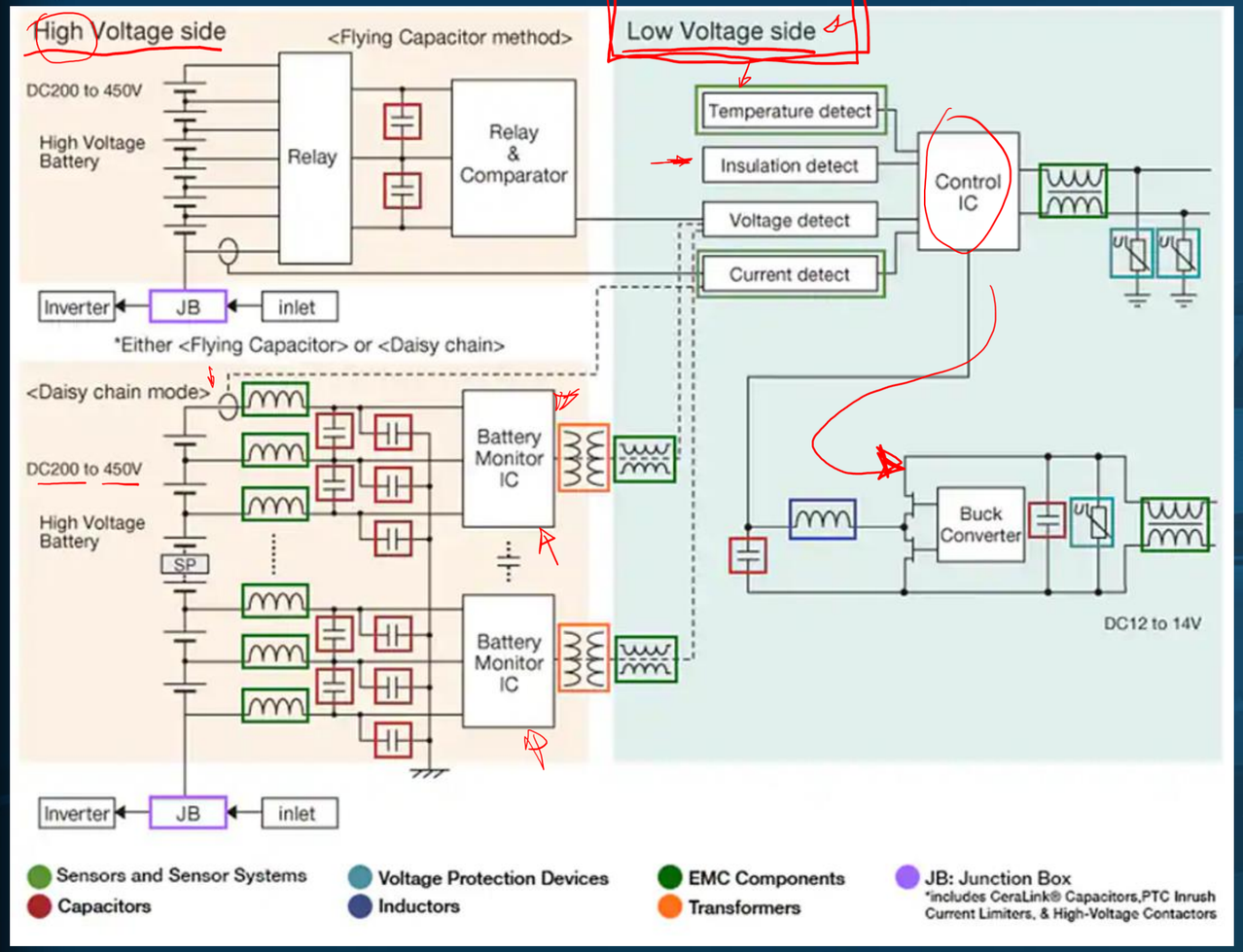
Esta estructura ofrece una gestión integral del sistema con capacidades de control granular.



Architecture of a Battery Management System (BMS) for EV/HEV applications.

https://www.researchgate.net/figure/Architecture-of-a-Battery-Management-System-BMS-for-EV-HEV-applications_fig1_276204701

EJEMPLO DE BMS (TDK EV/HEV BMS)



La operación del BMS se divide en dos niveles de tensión (alta de 200 a 450 V y baja de 12 a 24 V CC).

Dos posibilidades de control:

Método con capacitor flotante

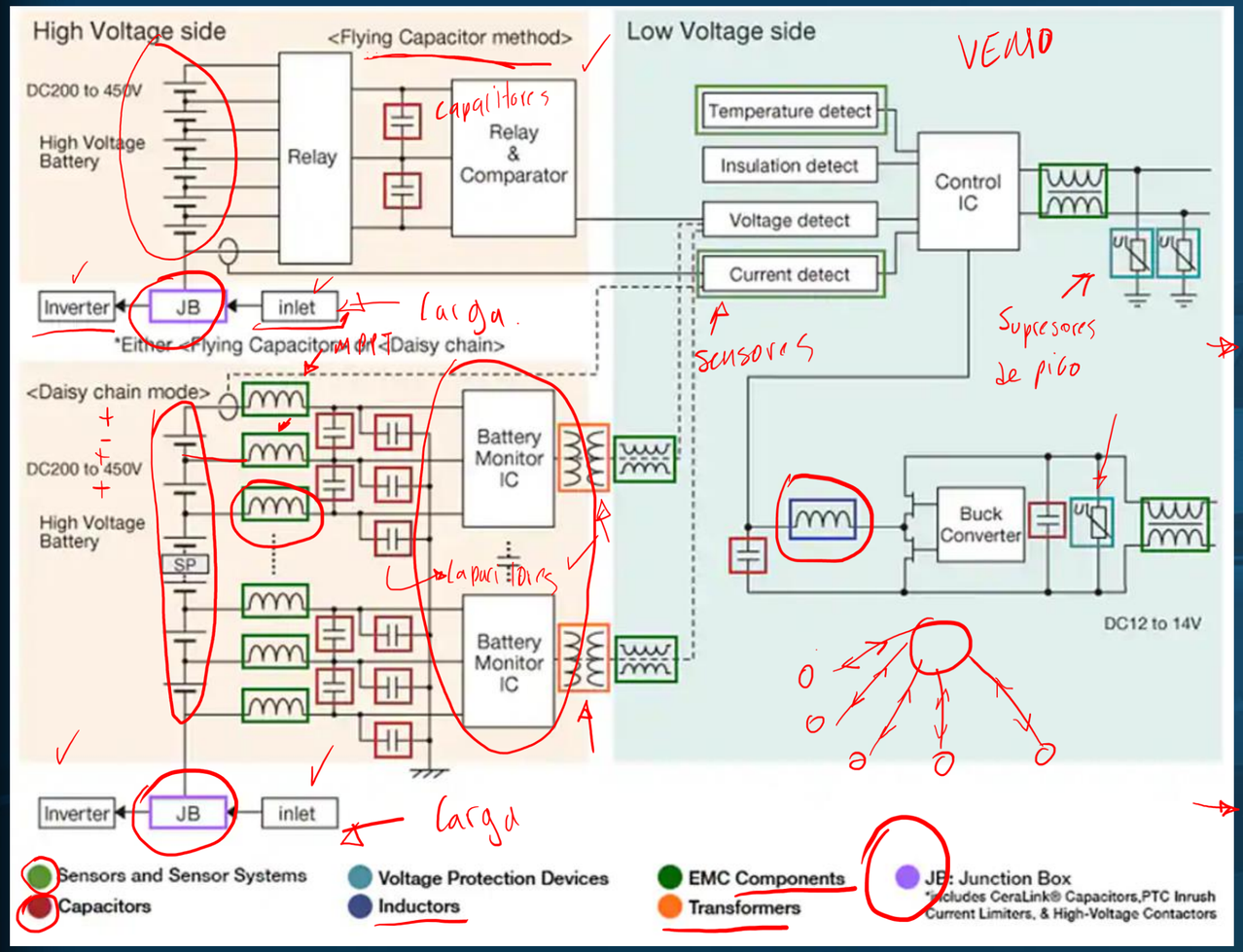
El tamaño del capacitor volante es significativamente menor que el capacitor de enlace de CC necesario en las topologías de “Booster” tradicionales con la misma potencia nominal.

Cadena Daisy

Método de conexión utilizado para conectar varias unidades o componentes de batería en serie (módulos de baterías, paquetes de baterías o unidades BMS de batería independientes).

https://www.mouser.mx/new/tdk/tdk-xev-bms-applications/?srsltid=AfmBOookm-rrz-jfXO2ynL64_eHcTTnL-cGmG4tIE7CDZN2wWvR61aHK

EJEMPLO DE BMS (TDK EV/HEV BMS)



La operación del BMS se divide en dos niveles de tensión (alta de 200 a 450 V y baja de 12 a 24 V CC).

Dos posibilidades de control:

Método con capacitor flotante

El tamaño del capacitor volante es significativamente menor que el capacitor de enlace de CC necesario en las topologías de “Booster” tradicionales con la misma potencia nominal.

Cadena Daisy

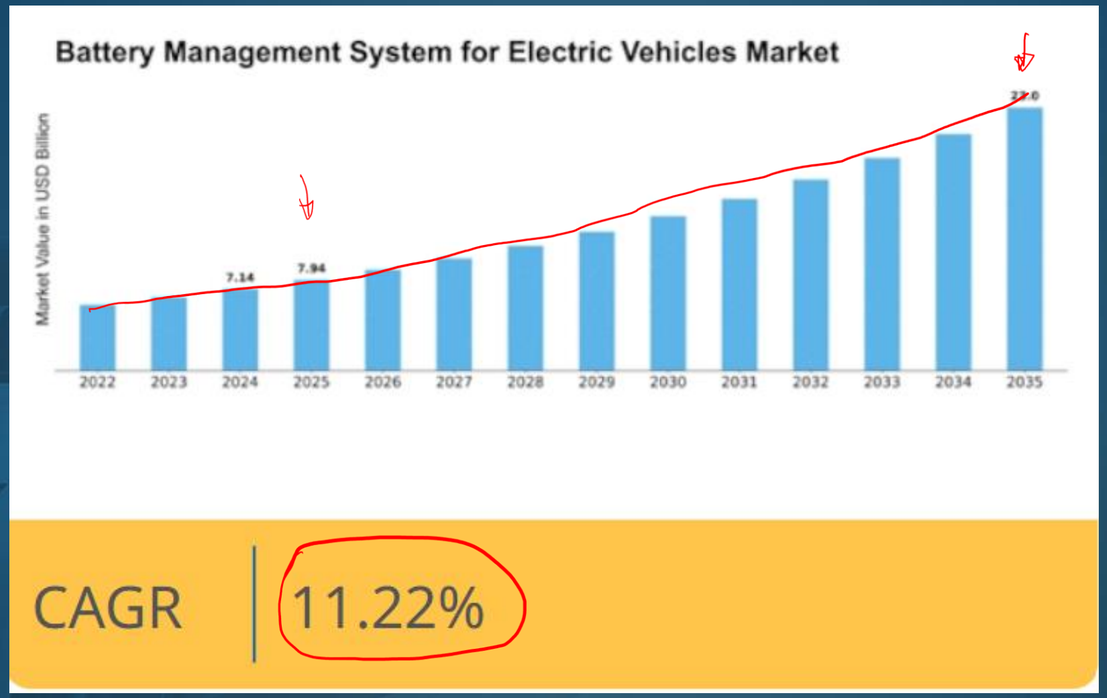
Método de conexión utilizado para conectar varias unidades o componentes de batería en serie (módulos de baterías, paquetes de baterías o unidades BMS de batería independientes).

https://www.mouser.mx/new/tdk/tdk-xev-bms-applications/?srsltid=AfmBOookm-rrz-jfXO2ynL64_eHcTTnL-cGmG4tIE7CDZN2wWvR61aHK

BMS PANORAMA DEL MERCADO GLOBAL

El Mercado Global de BMS para EV:

- Estimado de 7.14 USD Billones en 2024.
- Está proyectado un crecimiento de 7.941 USD Billones en 2025 a 23.00 USD Billones para 2035.
- Se considera un crecimiento anual de 11.22%.



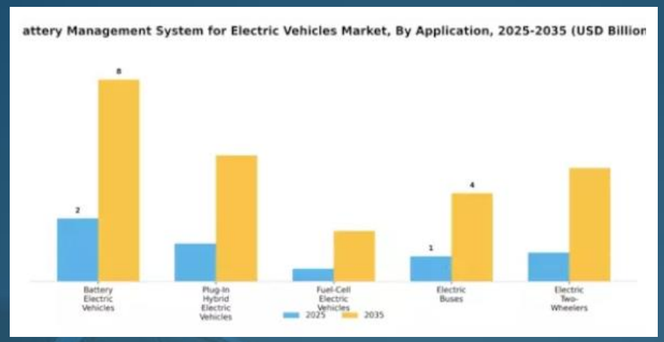
https://www.marketresearchfuture.com/reports/battery-management-system-electric-vehicles-market-8324?utm_term=&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2893753364&hsa_cam=23142126866&hsa_grp=190076756114&hsa_ad=779362106776&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-2449886885652&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1

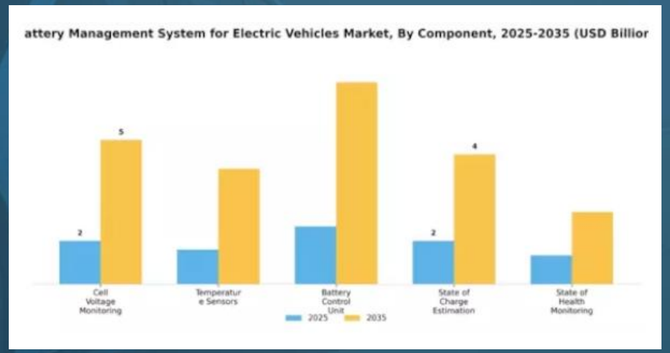
BMS PANORAMA DEL MERCADO GLOBAL

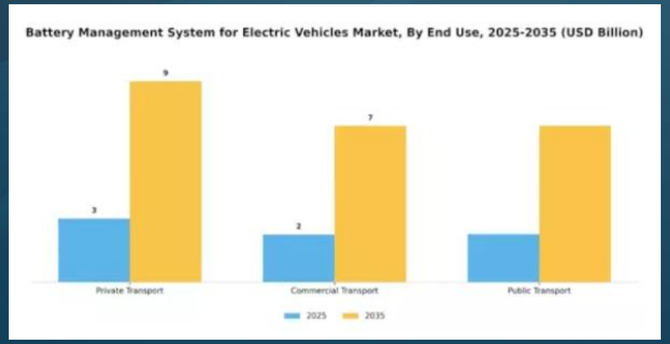
Principales jugadores:

- LG Energy Solution (KR),
- Panasonic (JP),
- Samsung SDI (KR),
- A123 Systems (US),
- Nissan (JP),
- Tesla (US),
- BASF (DE), Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CN),
- BYD (CN)

https://www.marketresearchfuture.com/reports/battery-management-system-electric-vehicles-market-8324?utm_term=&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2893753364&hsa_cam=23142126866&hsa_grp=190076756114&hsa_ad=779362106776&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-2449886885652&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1







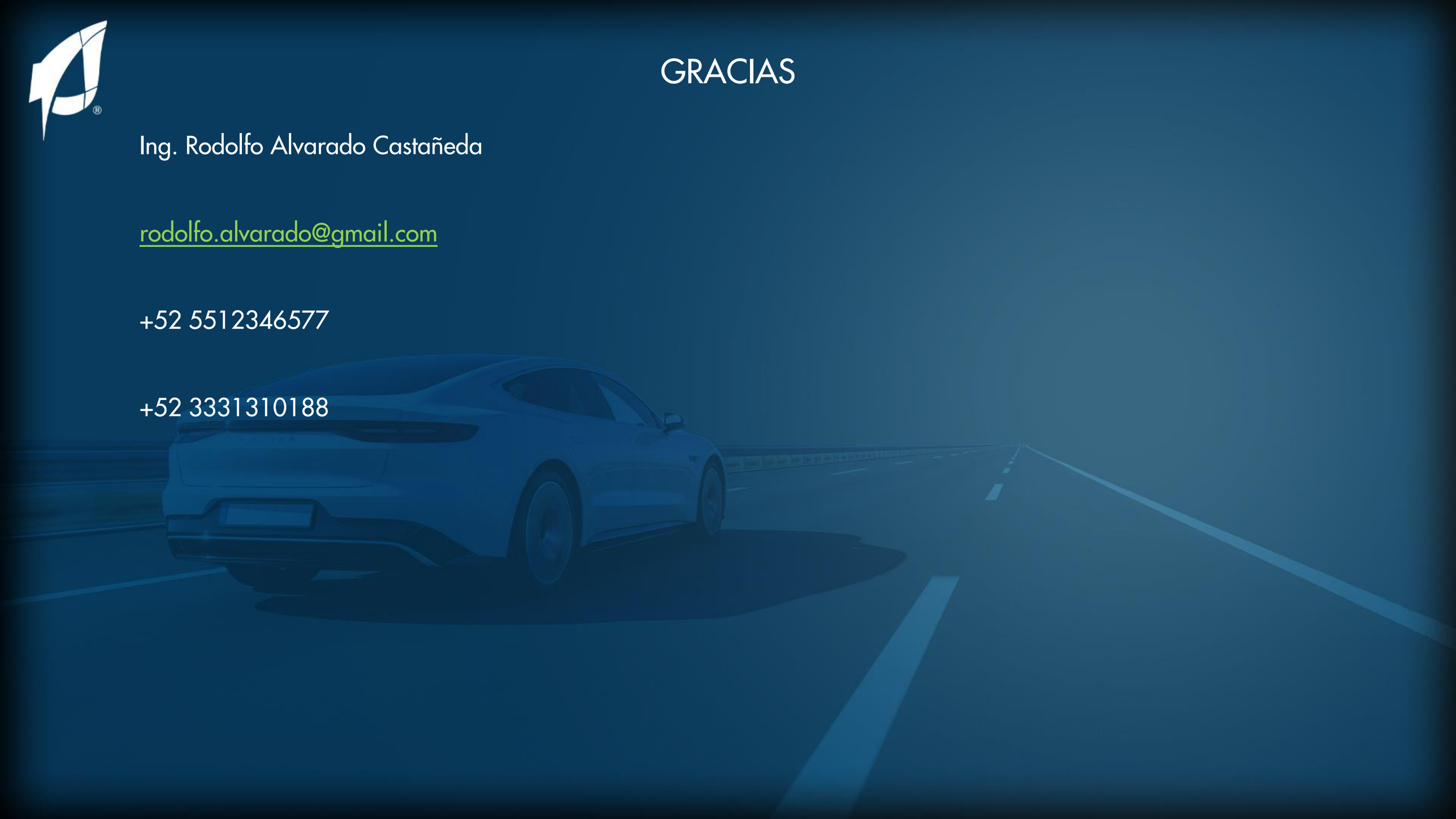
GRACIAS

Ing. Rodolfo Alvarado Castañeda

rodolfo.alvarado@gmail.com

+52 5512346577

+52 3331310188




DIPLOMADO:
ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ
DOCENTE: JUAN ANDRES AYALA RUIZ



ESTACIONES DE CARGA



INTRODUCCIÓN A LAS ESTACIONES DE CARGA

📌 ¿Qué es una estación de carga?

Una **estación de carga** es el conjunto de elementos **eléctricos, electrónicos y de control** que permiten transferir energía eléctrica de forma segura, controlada y regulada desde la red eléctrica hacia la batería de un vehículo eléctrico.



📌 …no confundir conceptos…

- ✓ **Punto de carga:** el lugar físico donde se conecta el vehículo.
- ✓ **Cargador:** el equipo que gestiona la energía y la comunicación.

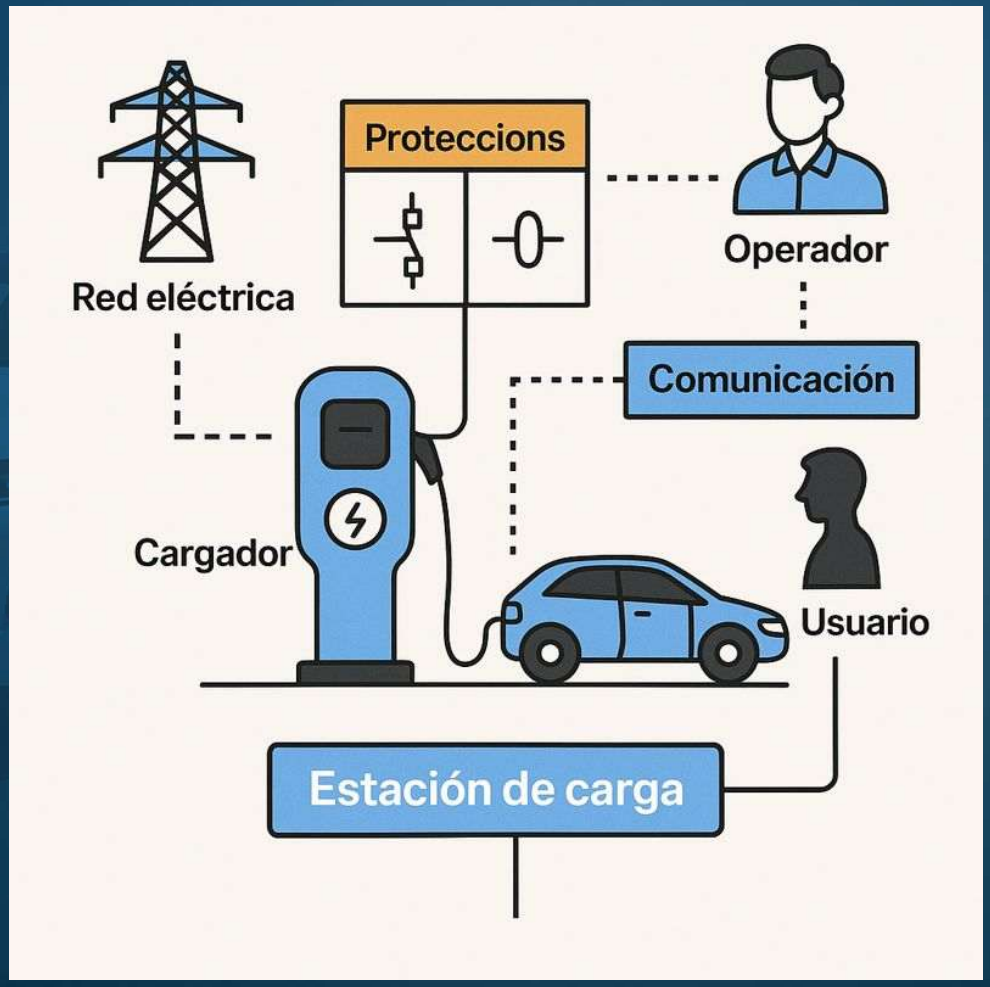
↓

- ✓ **Estación de carga:** cargador + protecciones + infraestructura + control + usuario.
- ✓ **Electrolinera:** conjunto de estaciones de carga, normalmente de carga rápida o pública.



📌 Componentes principales de una estación de carga

- ✓ Red eléctrica
- ✓ Cargador (AC o DC)
- ✓ Protecciones eléctricas
- ✓ Infraestructura civil
- ✓ Sistema de comunicación
- ✓ Usuario / operador



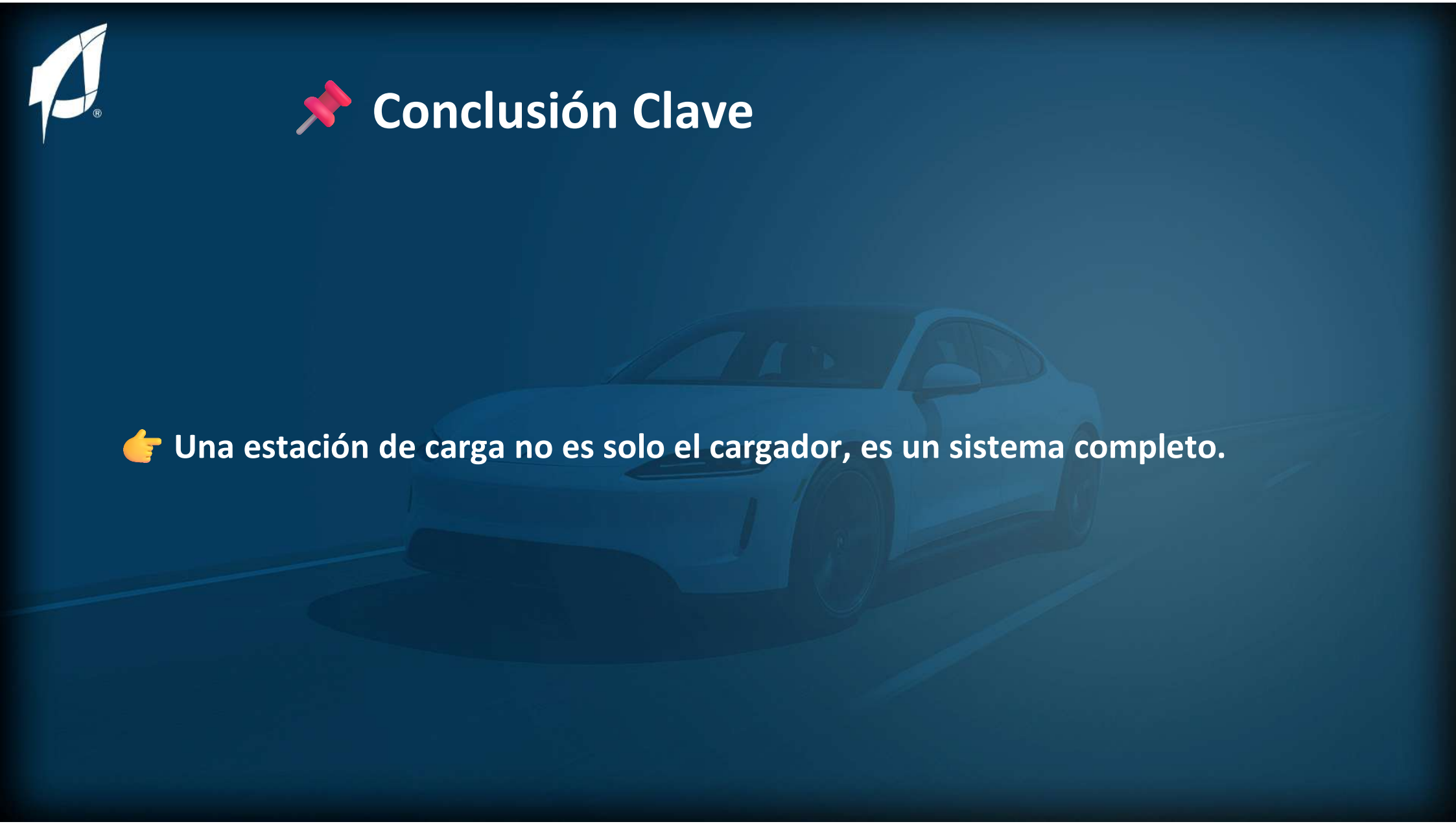
📌 LA **ESTACIÓN DE CARGA** EN EL ECOSISTEMA EV

La estación de carga es el punto de unión entre cuatro actores:

1. **Red eléctrica**
2. **Vehículo**
3. **Usuario**
4. **Operador / propietario**



📌 Conclusión Clave



👉 **Una estación de carga no es solo el cargador, es un sistema completo.**

TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA, SEGÚN SU USO



📌 Estaciones de carga - según su uso

1. **Residencial:** Prioridad en seguridad y bajo costo.
2. **Comercial:** Equilibrio entre tiempo de carga y permanencia.
3. **Público:** Disponibilidad, control de acceso y rapidez
4. **Flotas:** Gestión energética y control de consumo.

No existe “una estación de cargada ideal para todo”. El uso define el tipo de estación.

1. USO RESIDENCIAL

“Cargar mientras no lo necesito” - **Cómo se usa en la práctica:**

El usuario llega a casa
↓
Conecta el vehículo
↓
Se va a dormir
↓
El auto carga durante 6–10 horas



📌 ¿Qué prioridad tenemos?

Seguridad eléctrica Bajo costo Simplicidad No necesita velocidad



¿Qué tipo de cargador tiene sentido?

- ✓ AC Nivel 2
- ✓ 3.3 a 7.4 kW
- ✓ Sin plataforma compleja

👉 **Si el auto estará estacionado toda la noche, ¿para qué cargar rápido?**

2. USO COMERCIAL

“Cargar mientras consumo”- Cómo se usa en la práctica:

El usuario llega al negocio
↓
Se queda de 30 minutos a 3 horas
↓
Consume o trabaja
↓
Recupera carga



📌 ¿Qué prioridad tenemos?

Equilibrio entre tiempo y potencia

No saturar la red del negocio

Buen costo beneficio

Que la carga acompañe la distancia

¿Qué tipo de cargador tiene sentido?

- ✓ AC Nivel 2
- ✓ 7.2 a 22 kW
- ✓ Inteligente

👉 **En un restaurante, no importa cargar al 100%, importa cargar lo suficiente mientras comes.**

🟦 3. USO PÚBLICO

“Cargar cuando lo necesito, aunque no sea mi lugar” Cómo se usa en la práctica:

El usuario no conoce el sitio

↓

Puede ir solo a cargar

↓

Busca cargar rápido

3. USO PÚBLICO

El usuario necesita:

- ✓ **Acceso Claro**
- ✓ **Disponibilidad**
- ✓ **Confianza**
- ✓ **Rapidez**



📌 ¿Qué prioridad tenemos?

- Disponibilidad
- Rapidez
- Control de Acceso
- Registro del Usuario
- Pago por Uso
- Monitoreo Constante

¿Qué tipo de cargador tiene sentido?

- ✓ AC/ DC
- ✓ Siempre con Plataforma de Cobro
- ✓ Control de Usuarios y Tarifas

👉 Cualquiera puede llegar**, alguien tiene que controlar quien carga, cuando y cuanto carga**

4. USO EN FLOTAS

“Cargar muchos vehículos sin desorden” Cómo se usa en la práctica:

Varios vehículos
↓
Horarios definidos
↓
Energía limitada
↓
Objetivo: Eficiencia Operativa



📌 ¿Qué prioridad tenemos?

- Gestión de energía
- Balanceo de carga
- Control por vehículo
- Reportes de consumo

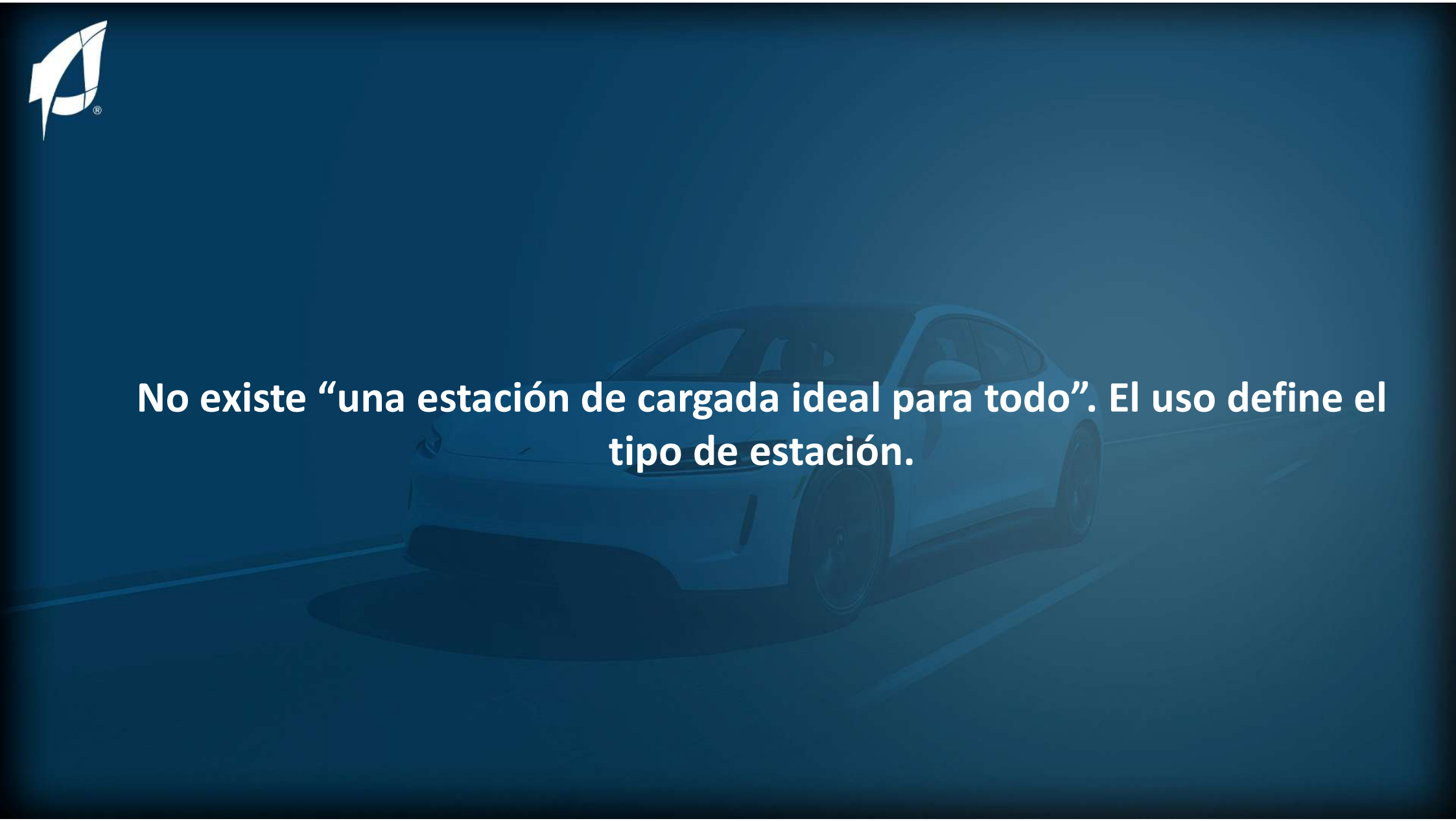
¿Qué tipo de cargador tiene sentido?

- ✓ AC Principalmente
- ✓ Plataforma avanzada de gestión

👉 Si cargan 10 autos al mismo tiempo, no puedes dejar que todos pidan máxima potencia.

📌 Comparativa Rápida – Estaciones de Carga

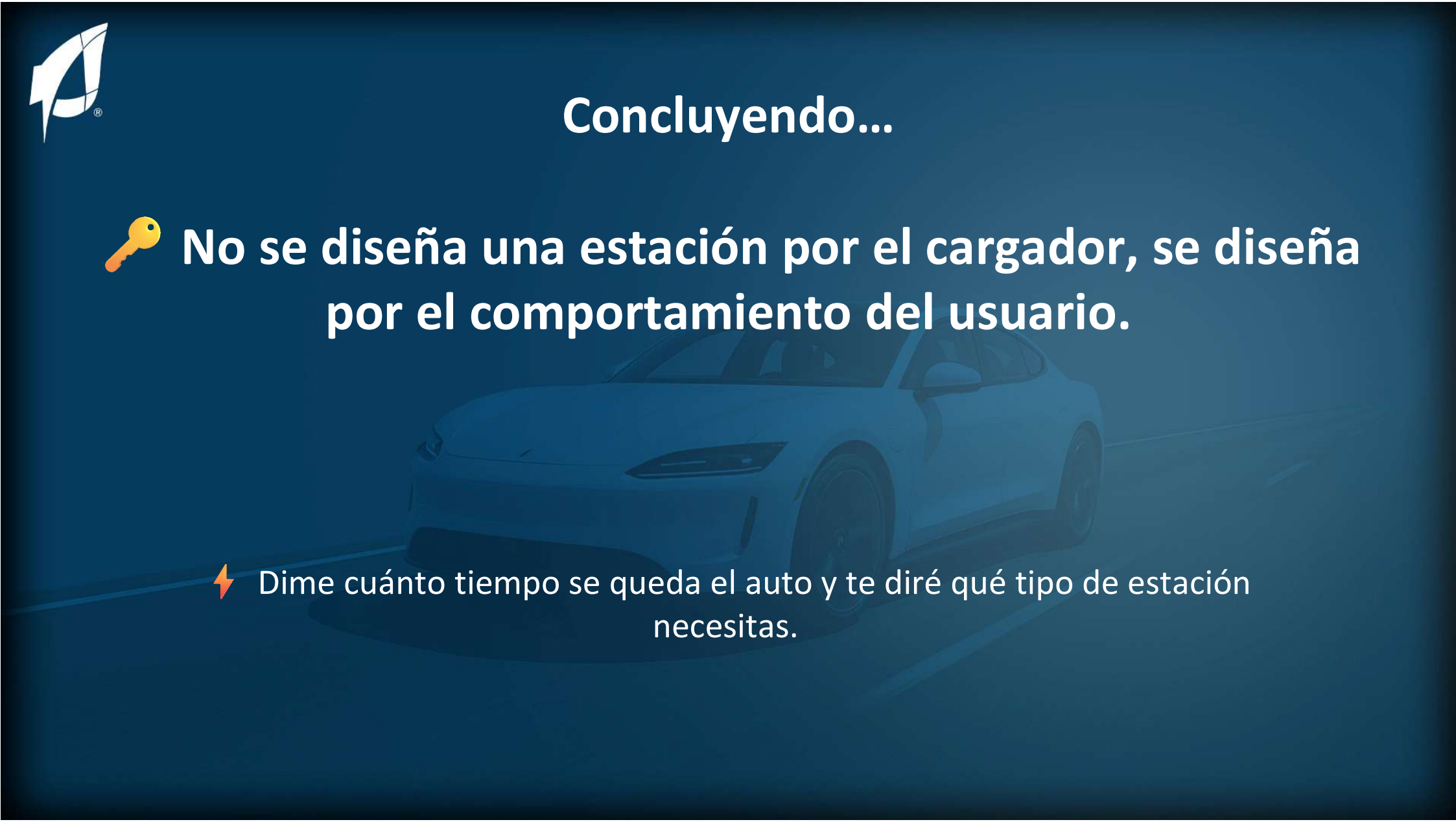
Tipo de uso	Tiempo estacionado	Qué importa	Qué NO importa
Residencial	Muchas horas	Seguridad y costo	Velocidad
Comercial	30 min – 3 h	Equilibrio	Carga completa
Público	Variable	Acceso, control, rapidez	Quién es el sitio
Flotas	Programado	Gestión energética	Experiencia usuario



No existe “una estación de cargada ideal para todo”. El uso define el tipo de estación.

Concluyendo…

🔑 No se diseña una estación por el cargador, se diseña por el comportamiento del usuario.



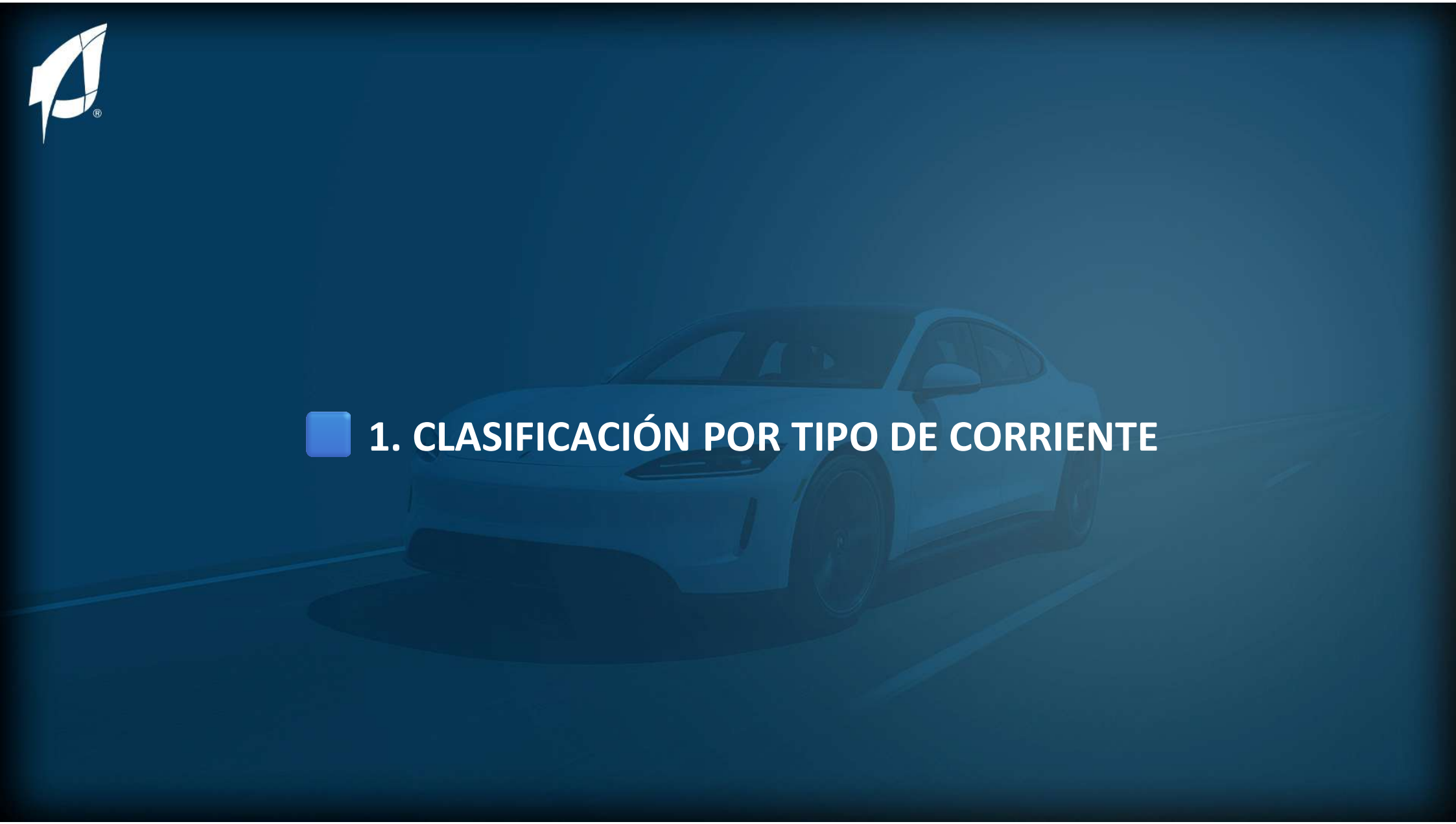
⚡ Dime cuánto tiempo se queda el auto y te diré qué tipo de estación necesitas.



CLASIFICACIÓN DE LOS CARGADORES DE EV

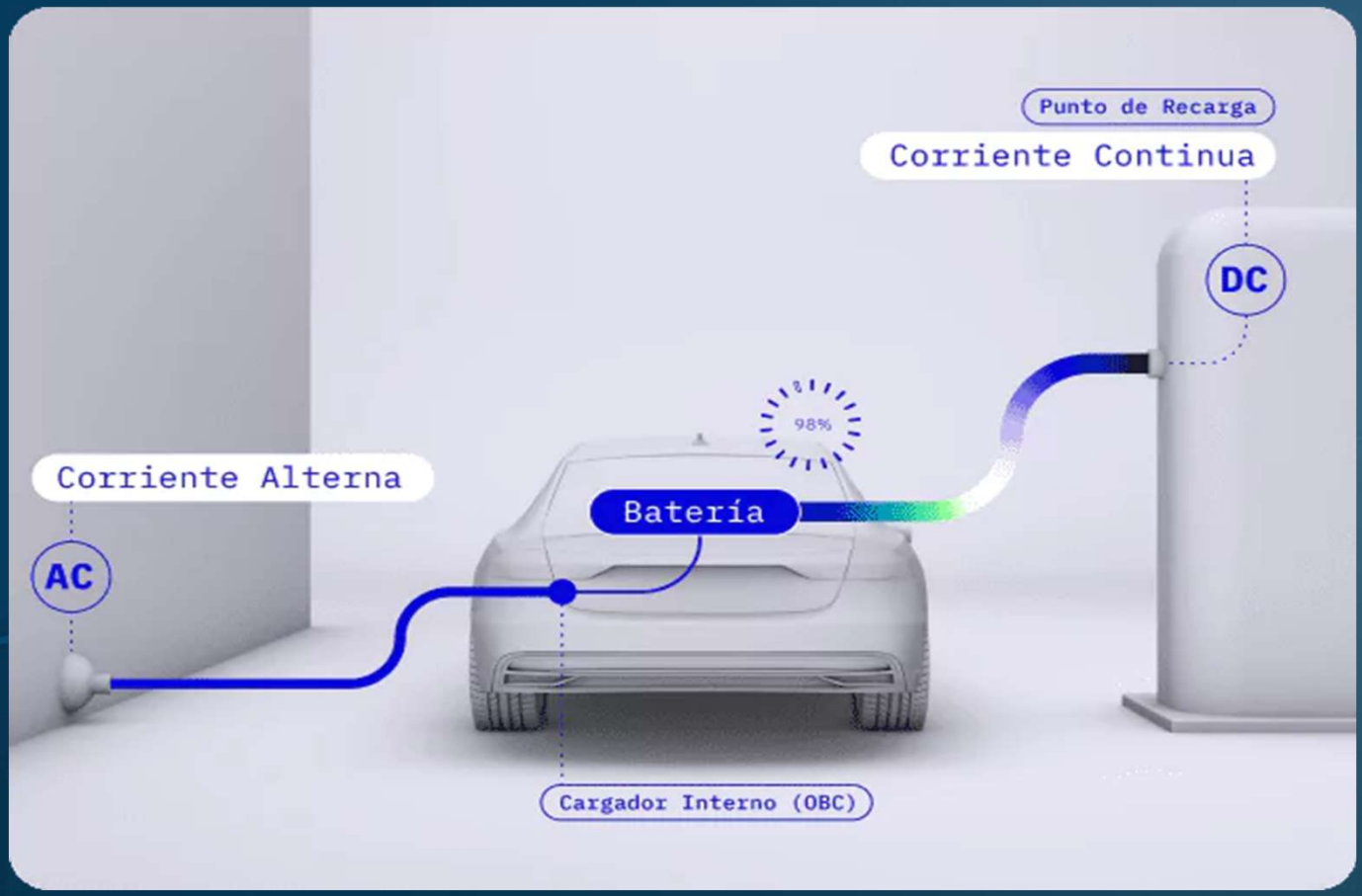
📌 CLASIFICACIÓN DE LOS CARGADORES DE EV

- 1. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CORRIENTE
- 2. CLASIFICACIÓN POR NIVEL DE CARGA
- 3. CLASIFICACIÓN POR POTENCIA NOMINAL
- 4. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE INSTALACIÓN
- 5. CLASIFICACIÓN POR CONECTIVIDAD
- 6. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONECTOR
- 7. CLASIFICACIÓN POR MODELO DE OPERACIÓN
- 8. CLASIFICACIÓN POR APLICACIÓN REAL



1. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CORRIENTE

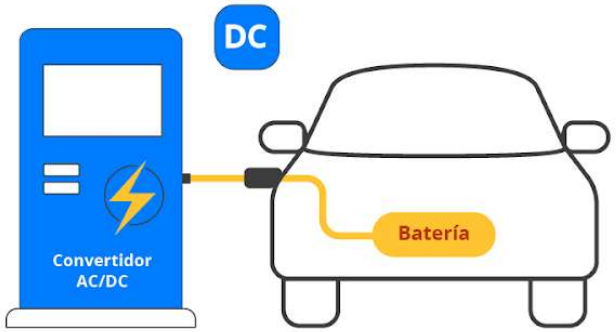
📌 Clasificación por tipo de Corriente



Carga del VE en Corriente Continua y en Corriente Alterna

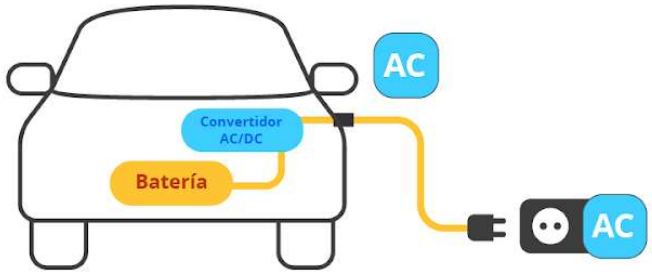
Alternativa **Corriente Continua**

- El convertidor AC/DC se encuentra en el cargador externo al vehículo -
- La carga se hace directo a la batería del vehículo -
- Equipos más robustos, con alto nivel de tecnología, con costos más elevados -
- Totem -
- Recomendados para vía pública, uso intensivo o carga rápida en ruta -



Alternativa **Corriente Alterna**

- El convertidor AC/DC se encuentra incorporado en el vehículo -
- Equipos de tamaño reducido, costos menores -
- Tótem o wallbox o cable -
- Recomendados para carga domiciliaria, carga nocturna, o carga de varias horas -





2. CLASIFICACIÓN POR NIVEL DE CARGA

CARGA EN AC



Niveles de carga - Nivel 1 (AC)

- ✓ Voltaje: 120 V
- ✓ Potencia típica: 1.4 – 1.9 kW
- ✓ Uso: emergencia o doméstico
- ✓ Tiempo de carga: muy largo

👉 No es viable para infraestructura comercial





Niveles de carga - Nivel 2 (AC)

✓ Voltaje: 220 / 240 V

Potencias típicas:

- 3.3 kW
- 7.4 kW
- 11 kW
- 22 kW

📌 **Limitante principal: el OBC del vehículo**





CARGA EN DC



Carga Rápida y Ultrarrápida - Nivel 3 (DC)

Potencias comunes:

- 30 kW
- 60 kW
- 120 kW
- 150 kW
- 240 KW



📌 Características:

- Conversión AC/DC Integrada
- Alta demanda eléctrica
- Infraestructura compleja
- Costo elevado

📌 Resumen - Cargadores AC/DC

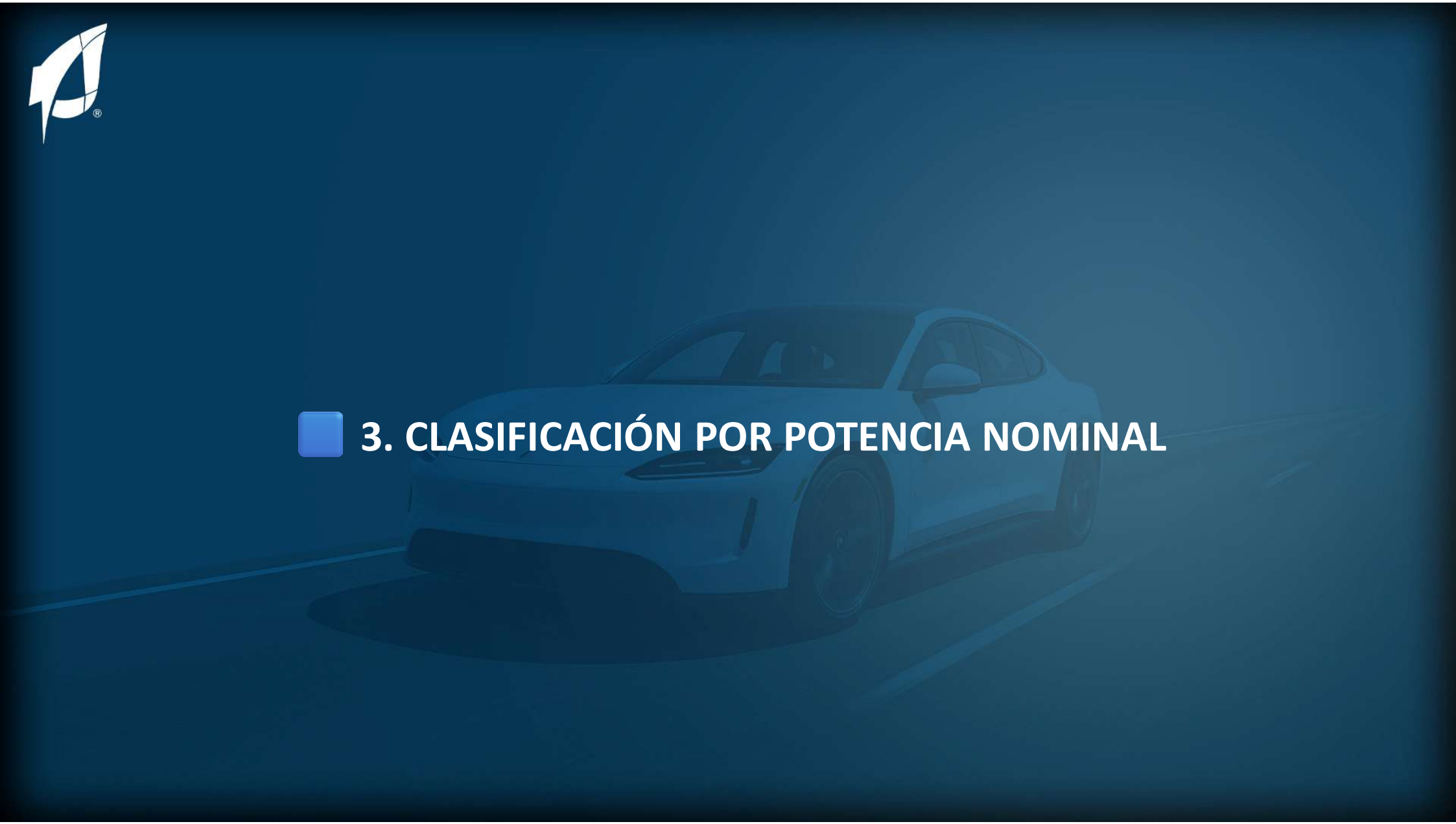
Característica	AC	DC
Conversión	En el auto	En el cargador
Limitante	OBC	Batería
Tiempo	Lento–medio	Rápido
Costo	Bajo	Alto

📌 Resumen – Niveles de Carga

Nivel	Corriente	Potencia típica	Uso
Nivel 1	AC	~1.8 kW	Emergencia
Nivel 2	AC	3.3–22 kW	Residencial / Comercial
Nivel 3	DC	30–350 kW	Público / Carretera

📌 Resumen – Niveles de Carga

Nivel	Corriente	Potencia típica	Uso
Nivel 1	AC	~1.8 kW	Emergencia
Nivel 2	AC	3.3–22 kW	Residencial / Comercial
Nivel 3	DC	30–350 kW	Público / Carretera



3. CLASIFICACIÓN POR POTENCIA NOMINAL

📌 Clasificación por potencia nominal

Categoría	Potencia
Baja potencia	≤ 7.4 kW
Media potencia	11 – 22 kW
Alta potencia	30 – 60 kW
Ultra rápida	120+ kW



🟦 4. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE INSTALACIÓN

📌 Clasificación por tipo de instalación

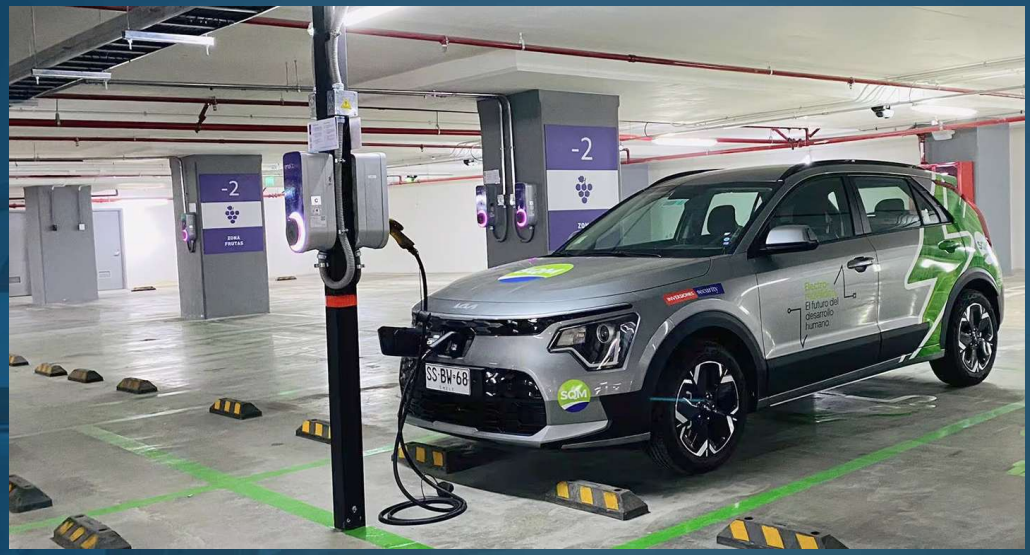
- Wallbox
- Pedestal
- Totem
- Gabinete DC



📌 Wallbox







- ✓ Montaje en muro
- ✓ Compacto
- ✓ Residencial y comercial

📌 Pedestal





- ✓ Montaje independiente
- ✓ Estacionamientos abiertos

📌 Totem



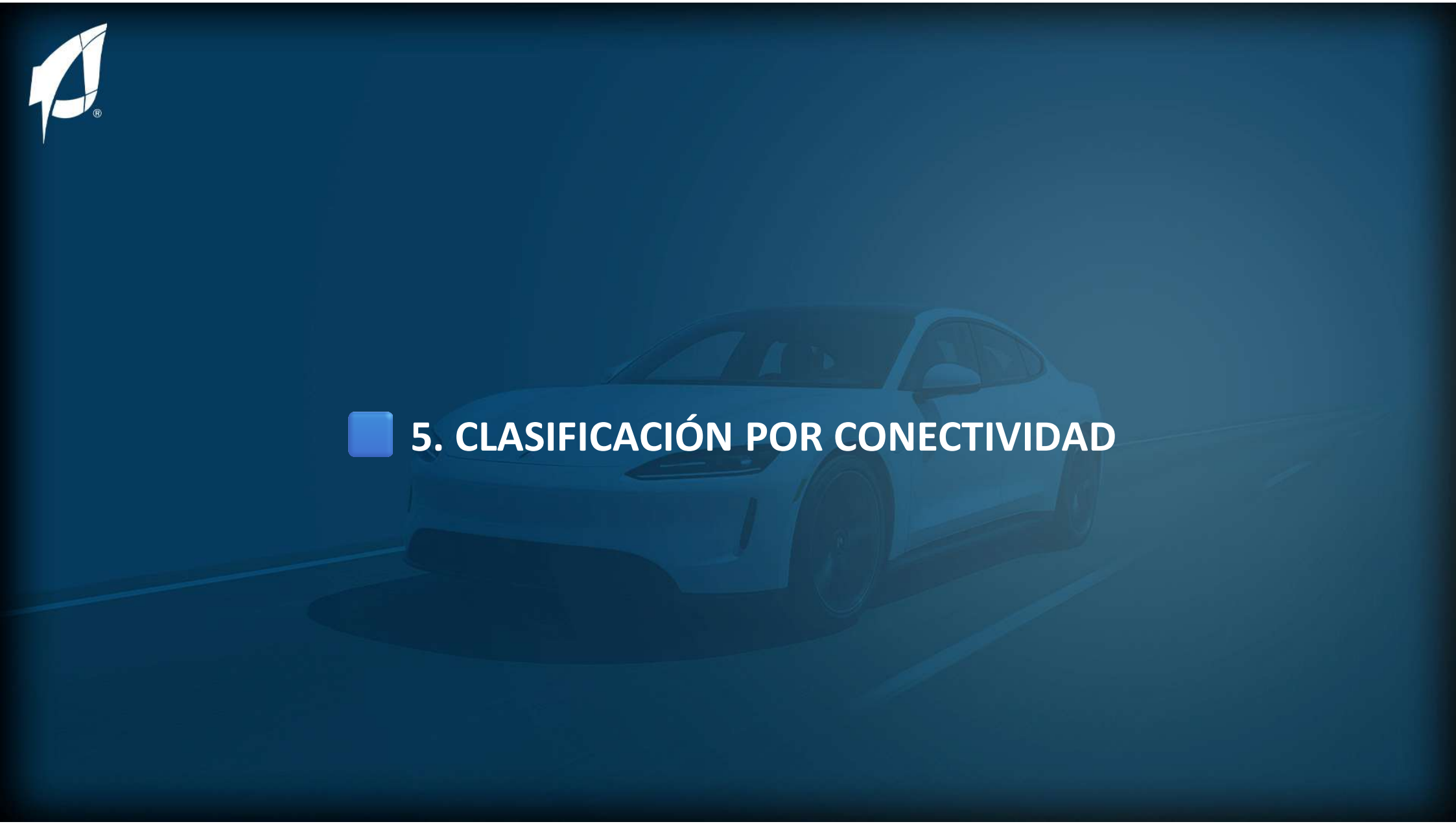


- ✓ Imagen Corporativa
- ✓ Uso público

📌 Gabinete DC



- ✓ Equipo voluminoso
- ✓ Base especial
- ✓ Electrolineras



5. CLASIFICACIÓN POR CONECTIVIDAD

📌 Clasificación por CONECTIVIDAD

- Básicos

  Sin conexión
  Arranque manual
  Sin gestión remota

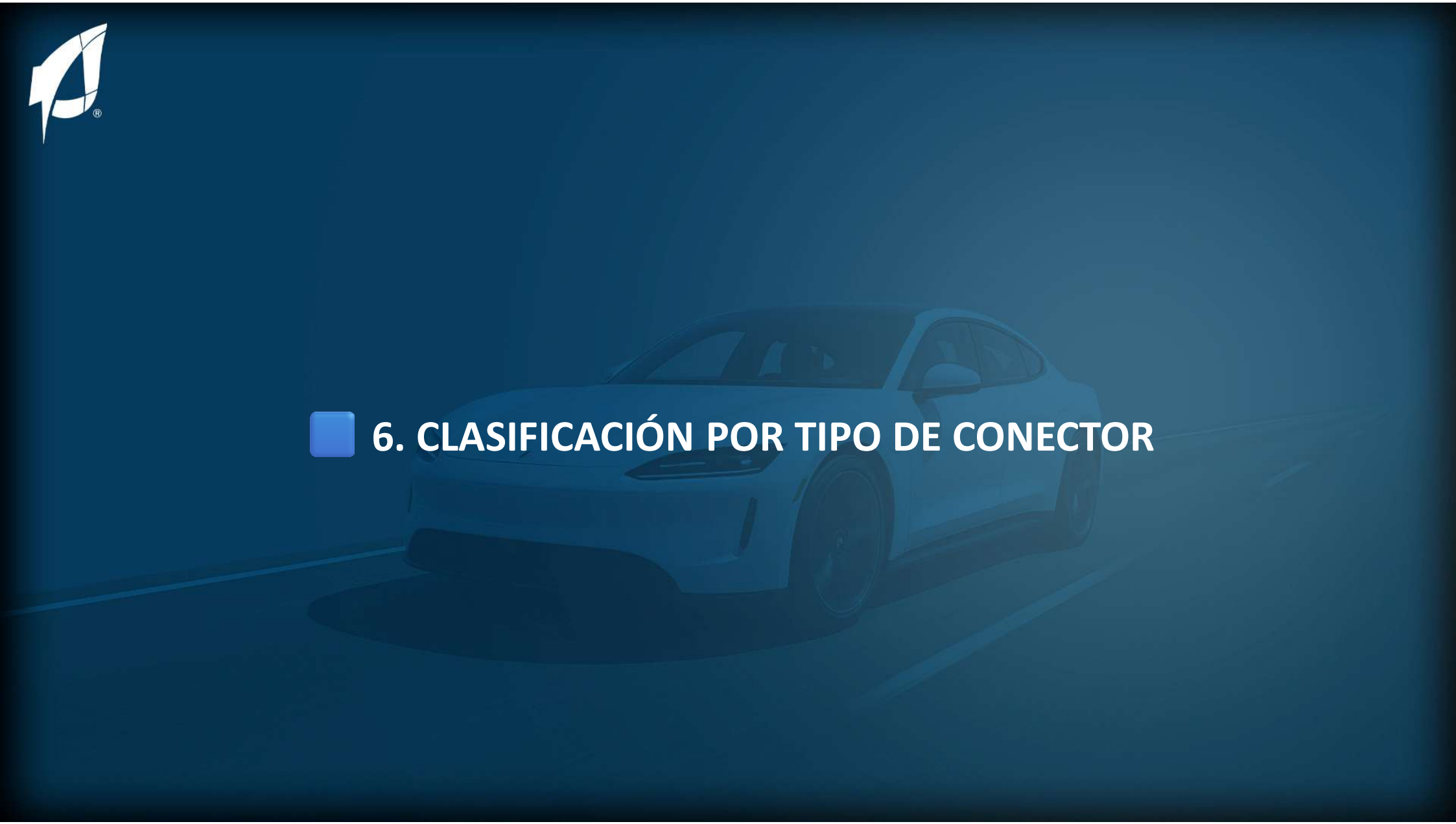


- Inteligentes

  Conectados a plataforma
  Monitoreo remoto
  Control de acceso
  Reportes
  Monetización

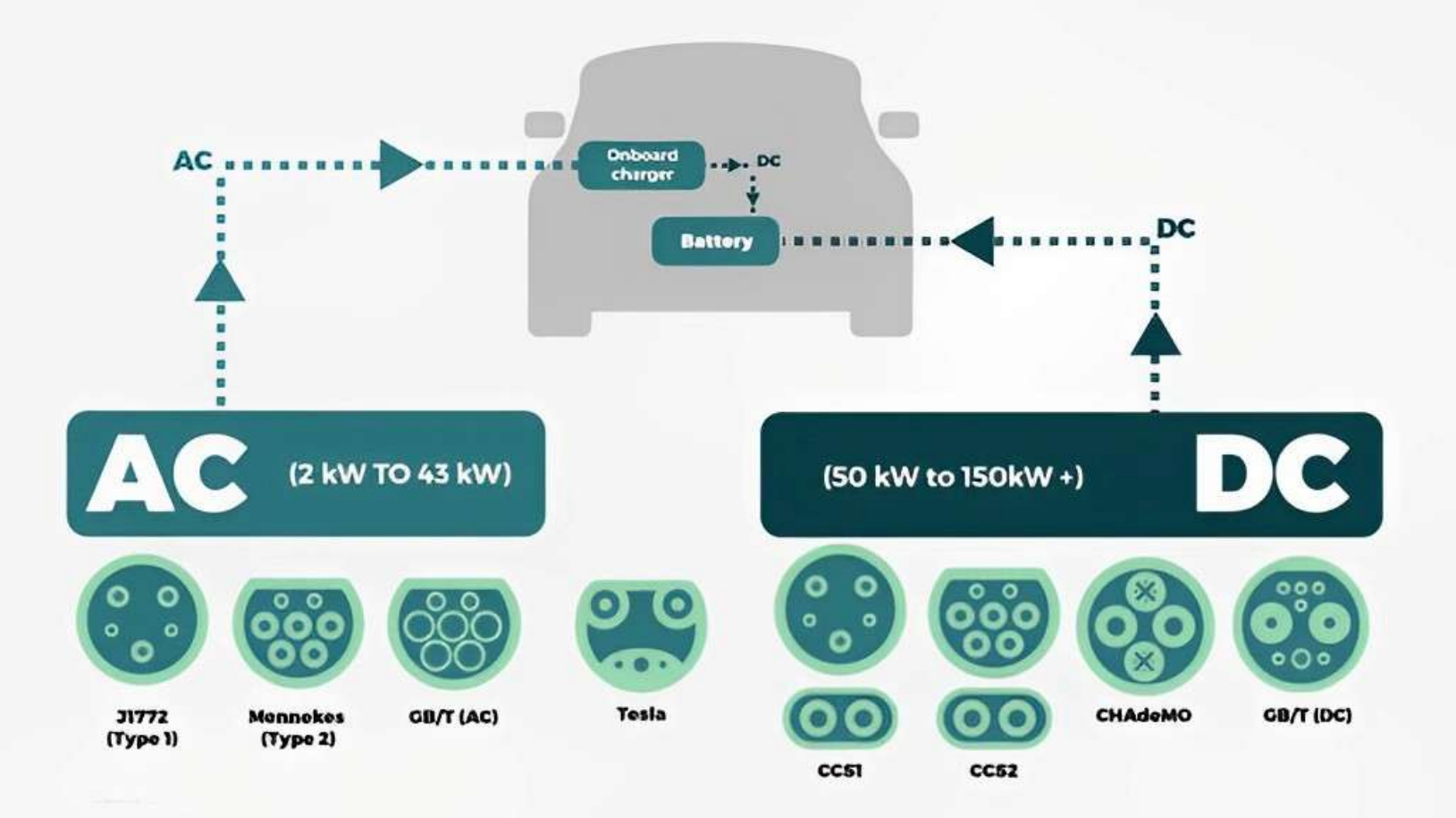


📌 **En carga público o comercial, la inteligencia no es opcional**

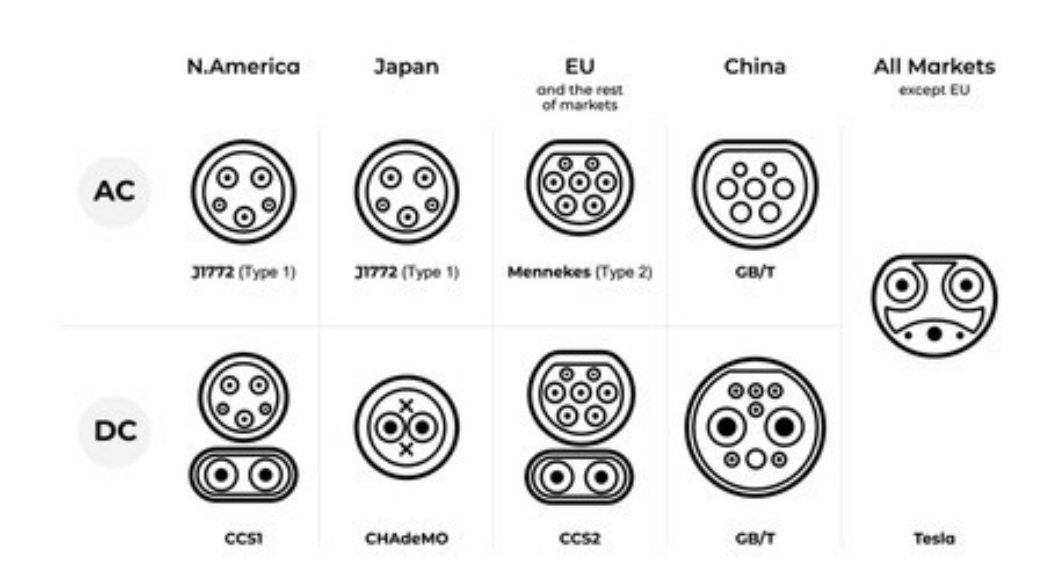


6. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONECTOR

Clasificación por tipo de conector



📌 Clasificación por tipo de conector



SAE J1772 / Type 1 (AC) — Conector común en Norteamérica para carga AC doméstica / Nivel 2.

CCS (Combo 1 / Combo 2) — Sistema combinado que usa el mismo puerto que J1772 o Type 2 y añade dos pines para DC rápido. Es el estándar predominante para carga rápida en muchos EV no-Tesla.

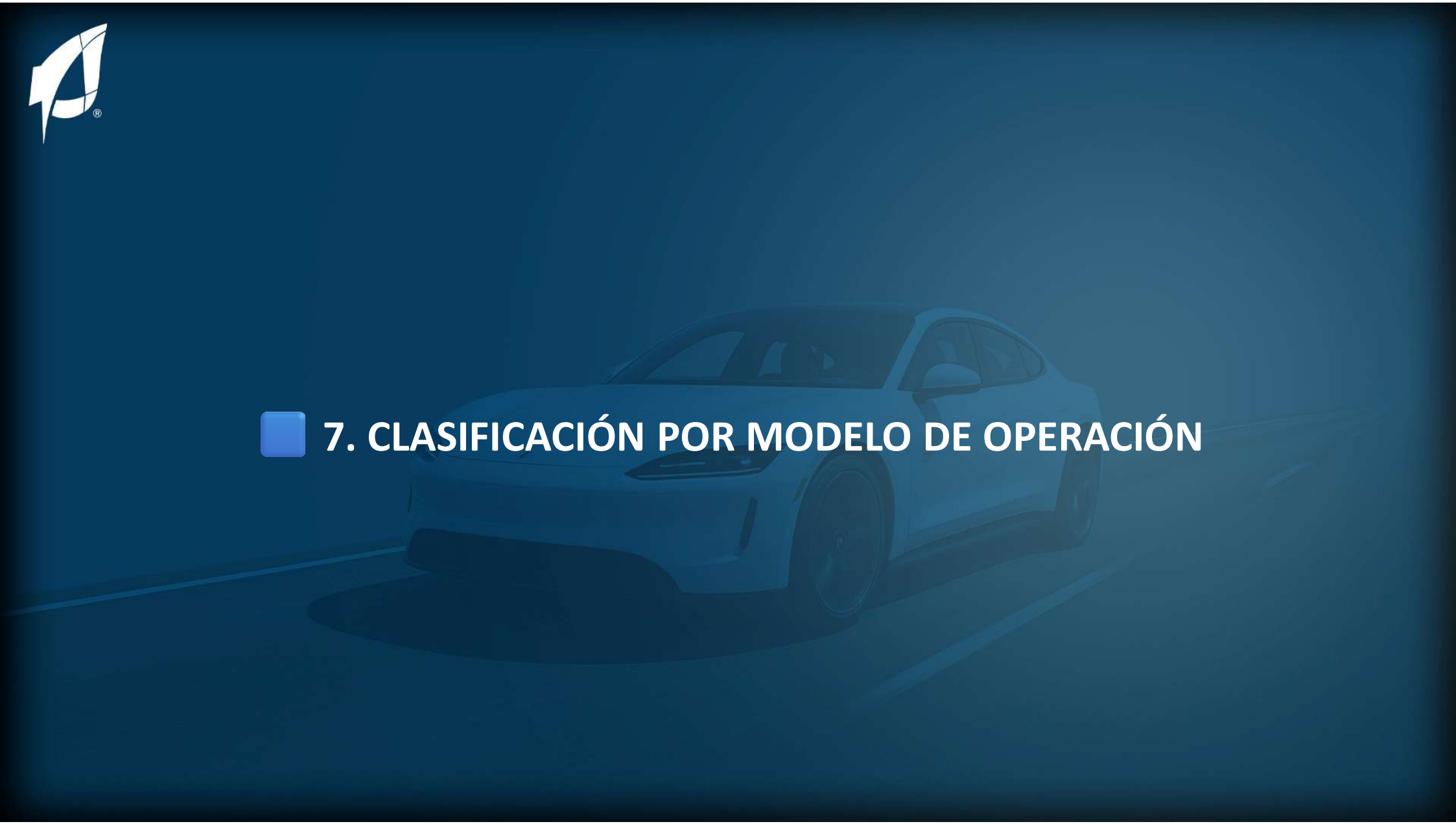
NACS (Tesla) — Estándar de Tesla que combina AC y DC en un solo puerto; otras marcas nuevas (BMW, Ford, Hyundai, Toyota, etc.) están adoptándolo

📌 TIPOS DE CONECTORES TIPICOS EN LA INDUSTRIA

Marca / Modelo	Conector AC (doméstico / Nivel 2)	Conector DC (carga rápida)	Notas
Tesla Model 3	NACS	NACS	Estándar Tesla tanto AC como DC.
Tesla Model Y	NACS	NACS	Igual que Model 3.
Tesla Model S / X	NACS	NACS	Puerto único NACS para todo.
Hyundai Ioniq 5	SAE J1772 / Type 1	CCS1	Norteamérica (antes de adoptar NACS).
Hyundai Kona Electric	SAE J1772 / Type 1	CCS1	Conector típico no-Tesla.
Kia Niro EV	SAE J1772 / Type 1	CCS1	Similar a Hyundai.
Chevrolet Bolt EV	SAE J1772 / Type 1	CCS1	Estándar en EE. UU.
Nissan Leaf (reciente)	J1772 + NACS*	NACS	Algunas versiones nuevas equivan puerto para NACS DC.
Polestar 4	SAE J1772 / Type 1	CCS1	Opcional adaptador NACS en algunos mercados.
BYD Atto 3	Type 2 (IEC 62196-2)	CCS2	AC tipo 2 y CCS2 para DC rápido.
BYD Dolphin / Seal / otros EV BYD	Type 2	CCS2	La mayoría de EVs BYD usan **conector Type 2 para AC** y **CCS2 para DC**.

Estadística EMA

Corriente		Tipo de conector NACS/J3400	CSS1/J1772	GB/T	TOTAL
	Red Pública				
DC	Ubicaciones	34	66	13	113
	Posiciones	**182**	**112**	**244**	**538**
AC	Ubicaciones	545	539	10	1,094
	Posiciones	**1,150**	**1,504**	**20**	**2,674**
	TOTAL	**1,332**	**1,616**	**264**	**3,212**
	Red Privada				
AC	**Merge**	31,002			31,002
	Agencia VE	8	1,264	0	1,272
	Corporativa	**12**	**3,560**	**0**	**3,572**
DC	Agencias VE	11	51	0	62
	Corporativa	**3**	**52**	**82**	**137**
	TOTAL	**34**	**35,929**	**82**	**36,045**



7. CLASIFICACIÓN POR MODELO DE OPERACIÓN

Clasificación por modelo de operación

Modelo	Característica
Privado	Sin cobro
Comercial	Cobro por kWh / tiempo
Concesionado	Operador externo



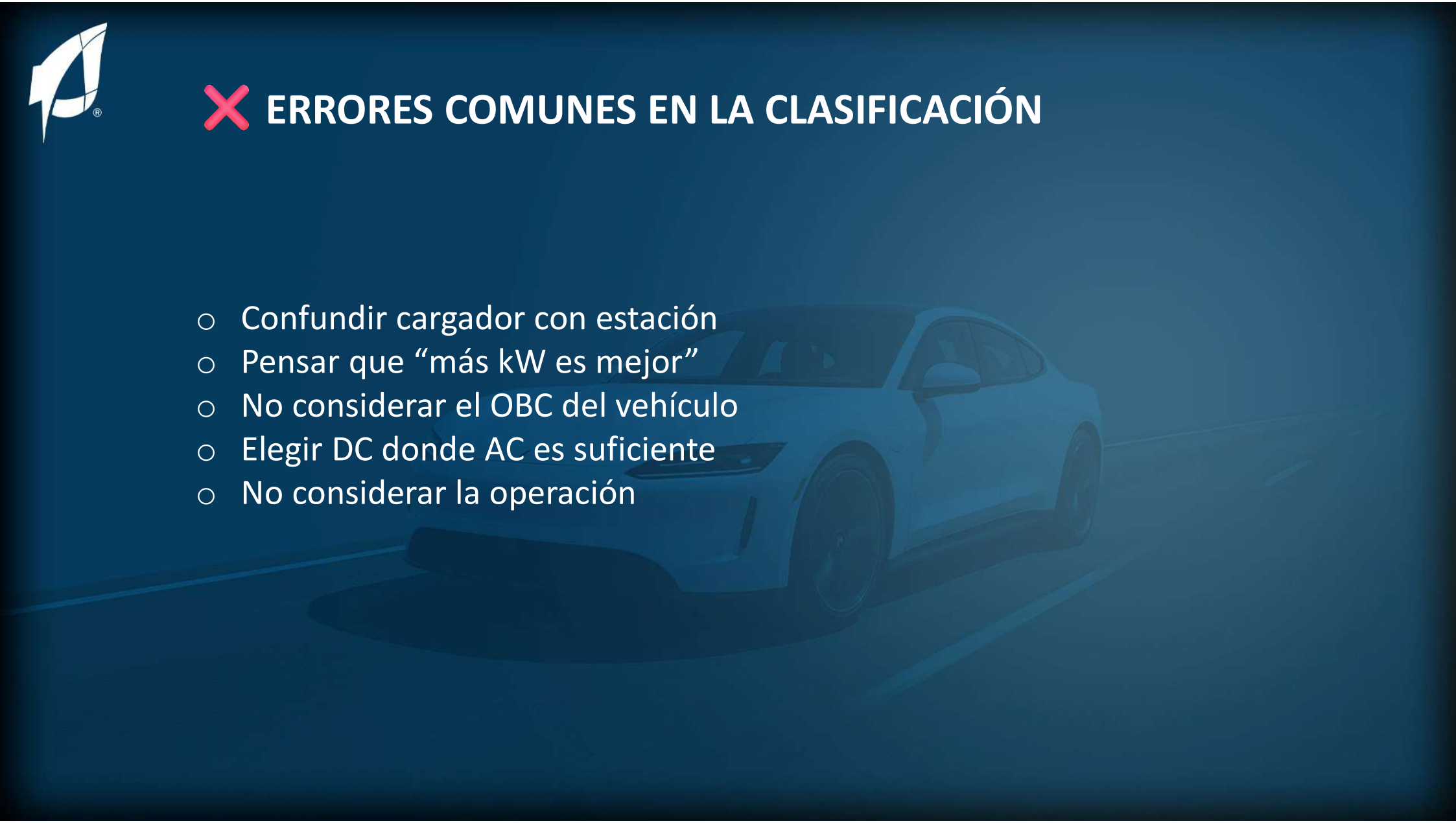
7. CLASIFICACIÓN POR APLICACIÓN REAL

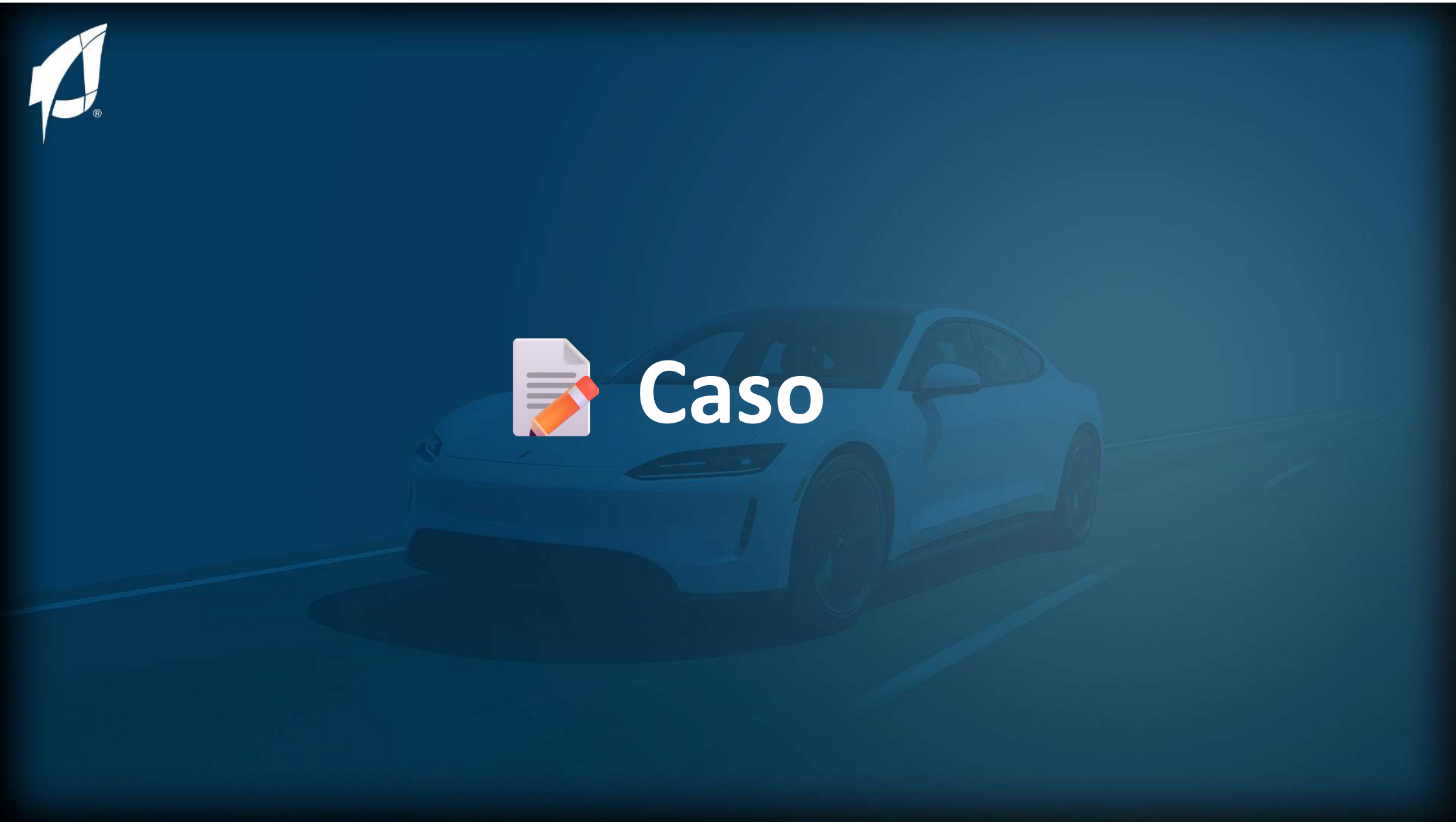
📌 Clasificación por aplicación real

Aplicación	Tipo de cargador
Casa	AC Nivel 2, 7.4 kW
Oficina	AC 7.4–11 kW
Plaza comercial	AC 11–22 kW + plataforma
Estacionamiento público	AC 11–22 Kw + plataforma
Carretera	DC rápido + plataforma
Flota	AC + gestión + + plataforma

❌ ERRORES COMUNES EN LA CLASIFICACIÓN

- Confundir cargador con estación
- Pensar que “más kW es mejor”
- No considerar el OBC del vehículo
- Elegir DC donde AC es suficiente
- No considerar la operación




Caso

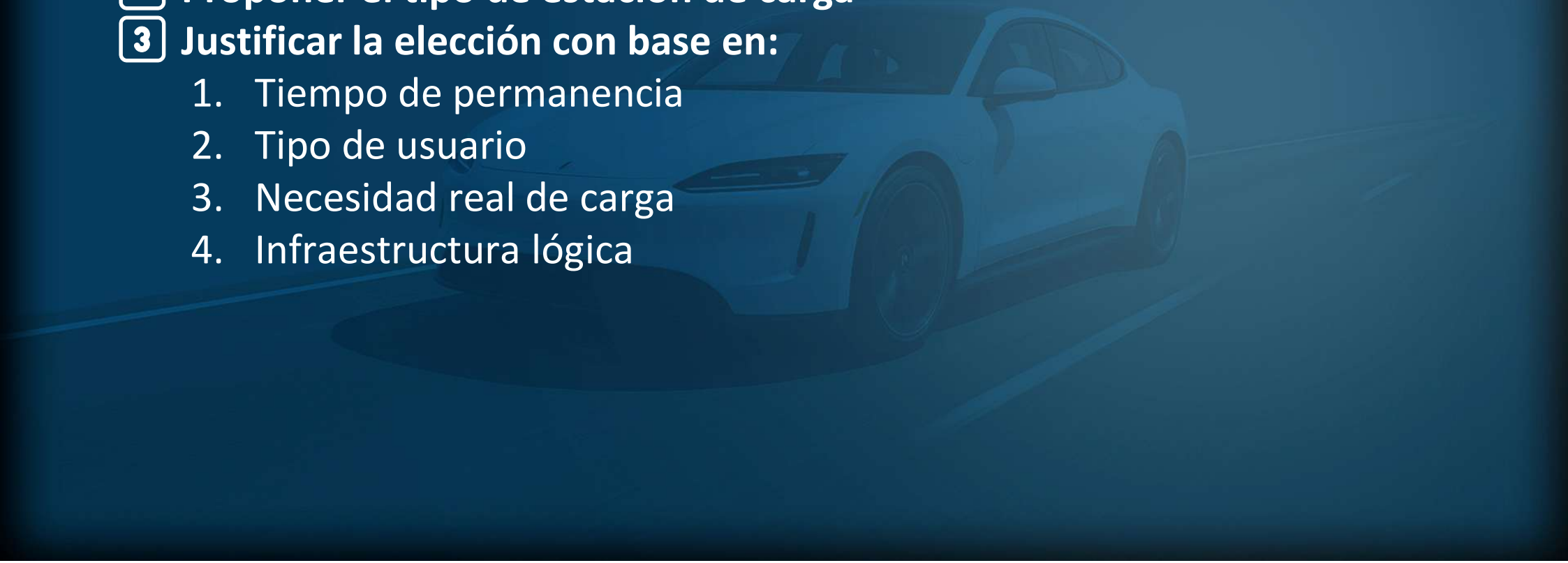
CASO — PLAZA COMERCIAL

Contexto

Plaza con restaurantes y cafeterías
Estancia promedio de clientes: 1 a 2 horas
Flujo constante de vehículos
Capacidad eléctrica limitada
Interés del negocio: atraer clientes, no cargar al 100%

📌 Objetivo

1. **Identificar el tipo de uso**
2. **Proponer el tipo de estación de carga**
3. **Justificar la elección con base en:**
    1. Tiempo de permanencia
    2. Tipo de usuario
    3. Necesidad real de carga
    4. Infraestructura lógica



CASO — PLAZA COMERCIAL

Preguntas

¿Qué tipo de uso es este?
¿Qué tipo de estación de carga recomendarías?
¿Por qué un DC rápido puede no ser la mejor opción?
¿Qué relación existe entre tiempo de estancia y potencia de carga

🏬 CASO — PLAZA COMERCIAL

✍️ Respuesta esperada

AC Nivel 2, potencia media, carga acompañando el consumo.

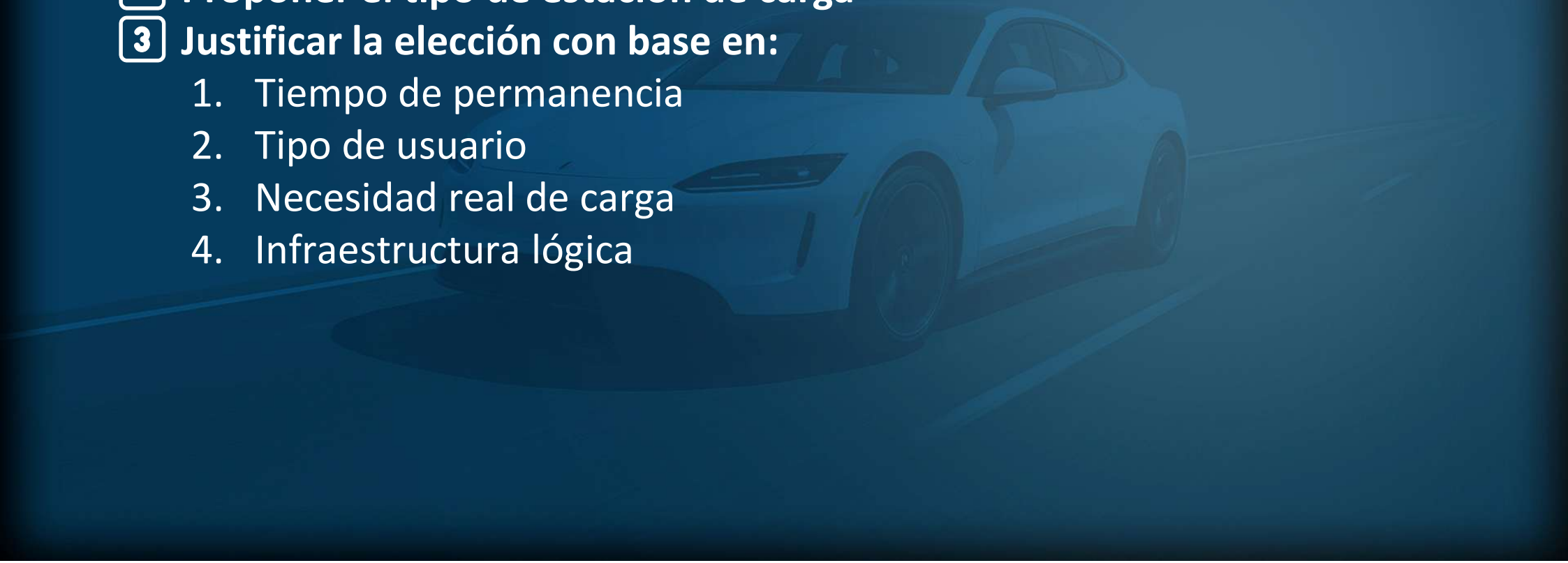
CASO — CARRETERA / ELECTROLINERA

Contexto

- Ubicación en carretera
- Usuarios de paso
- Estancia máxima deseada: 20–30 minutos
- Objetivo: continuar el viaje
- Infraestructura eléctrica robusta

📌 Objetivo

1. **Identificar el tipo de uso**
2. **Proponer el tipo de estación de carga**
3. **Justificar la elección con base en:**
    1. Tiempo de permanencia
    2. Tipo de usuario
    3. Necesidad real de carga
    4. Infraestructura lógica



CASO — CARRETERA / ELECTROLINERA

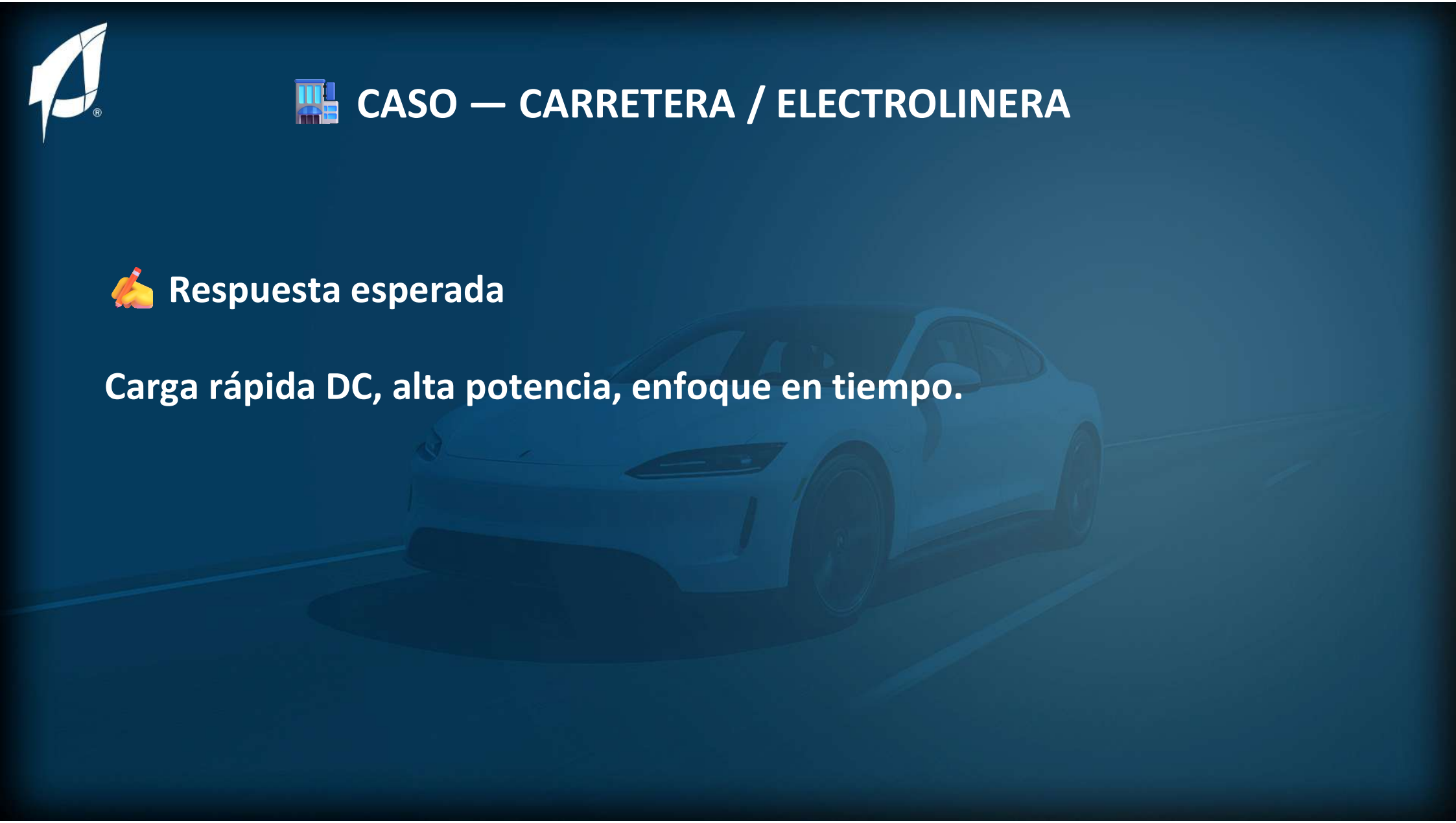
Preguntas

¿Qué tipo de uso es este?
¿Qué tipo de estación de carga recomendarías?
¿Por qué AC no es suficiente en este escenario?
¿Qué elemento limita la carga en este caso: el cargador o la batería?

🏪 CASO — CARRETERA / ELECTROLINERA

✍️ Respuesta esperada

Carga rápida DC, alta potencia, enfoque en tiempo.



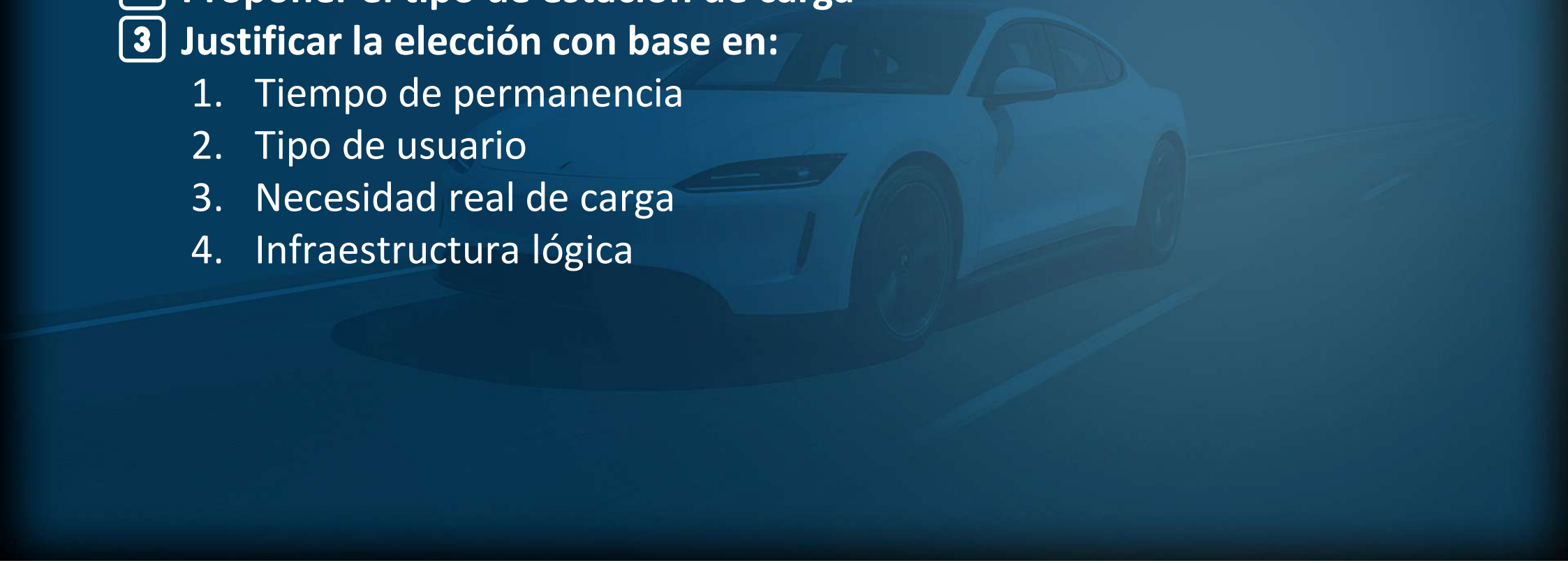
CASO — CASA HABITACIÓN

Contexto

- Vivienda unifamiliar
- 1 vehículo eléctrico
- Uso diario
- El auto llega a casa entre 7:00 y 9:00 pm
- Sale al día siguiente a las 7:00 am
- Instalación eléctrica residencial estándar

📌 Objetivo

1. **Identificar el tipo de uso**
2. **Proponer el tipo de estación de carga**
3. **Justificar la elección con base en:**
    1. Tiempo de permanencia
    2. Tipo de usuario
    3. Necesidad real de carga
    4. Infraestructura lógica



CASO — CASA HABITACIÓN

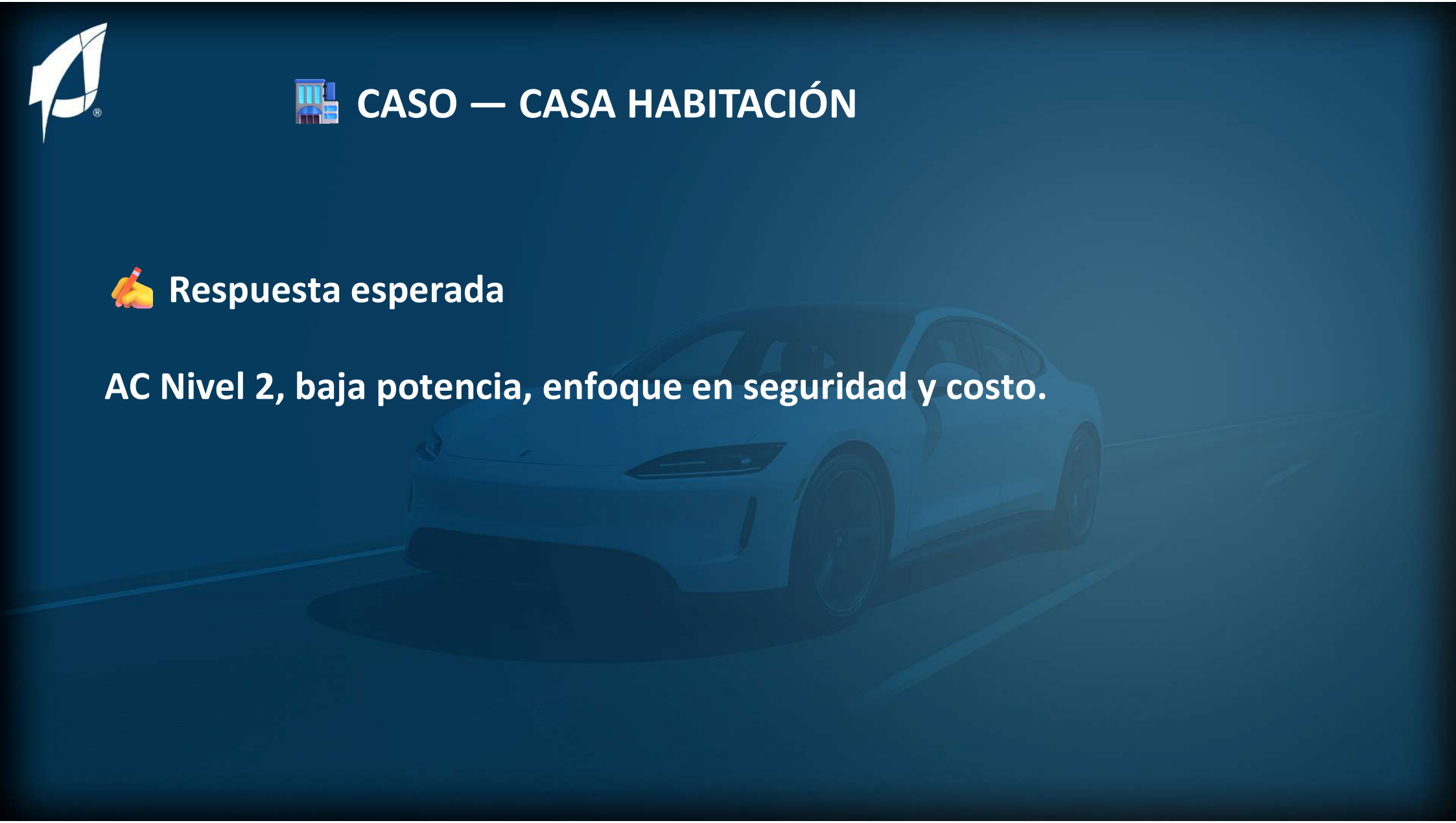
Preguntas

¿Qué tipo de uso es este?
¿Qué tipo de estación de carga recomendarías?
¿Por qué NO es necesario un cargador de alta potencia?
¿Qué factor es más importante: velocidad o seguridad?

🏘️ CASO — CASA HABITACIÓN

✍️ Respuesta esperada

AC Nivel 2, baja potencia, enfoque en seguridad y costo.



Un cargador se clasifica por cómo se usa, no por cuánta potencia dice en la ficha técnica. O aún más claro:

La mejor clasificación es la que evita una mala inversión

FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA



Principio general de funcionamiento

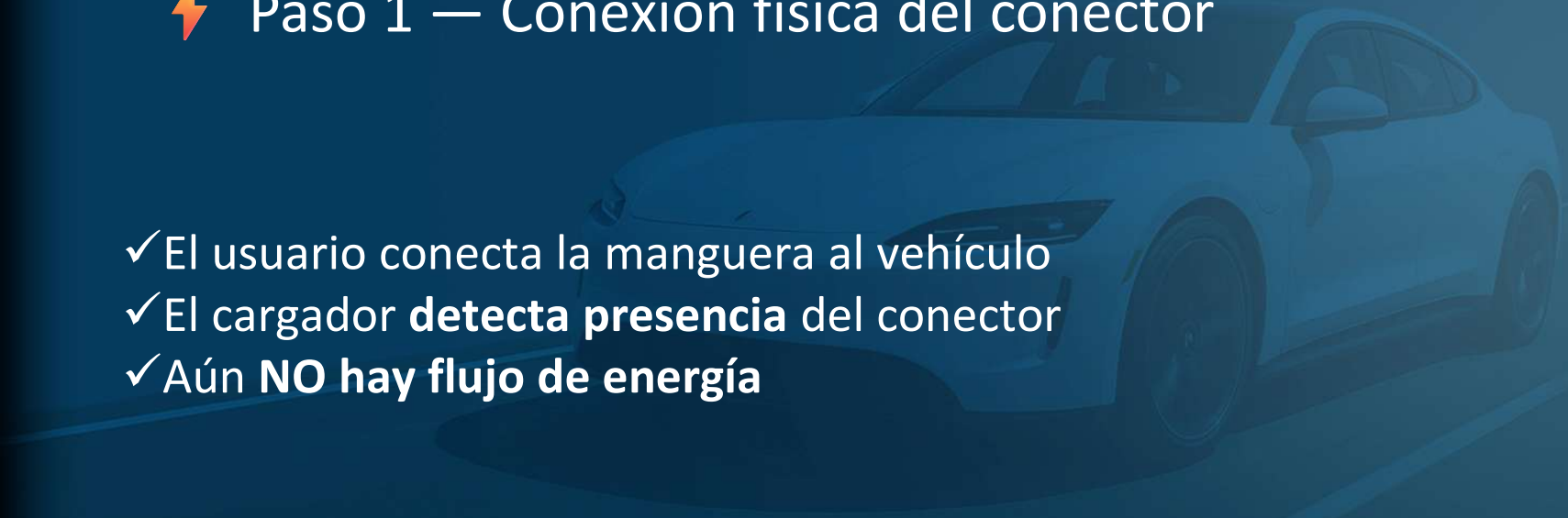
-Una estación de carga no entrega energía inmediatamente cuando se conecta el vehículo.

-Antes de que fluya un solo watt, ocurre una secuencia de verificación, comunicación y autorización.


👉 Una carga eléctrica es una negociación, no una conexión directa.

⚡ Secuencia completa de una sesión de carga

⚡ Paso 1 — Conexión física del conector



✓El usuario conecta la manguera al vehículo
✓El cargador **detecta presencia** del conector
✓Aún **NO hay flujo de energía**

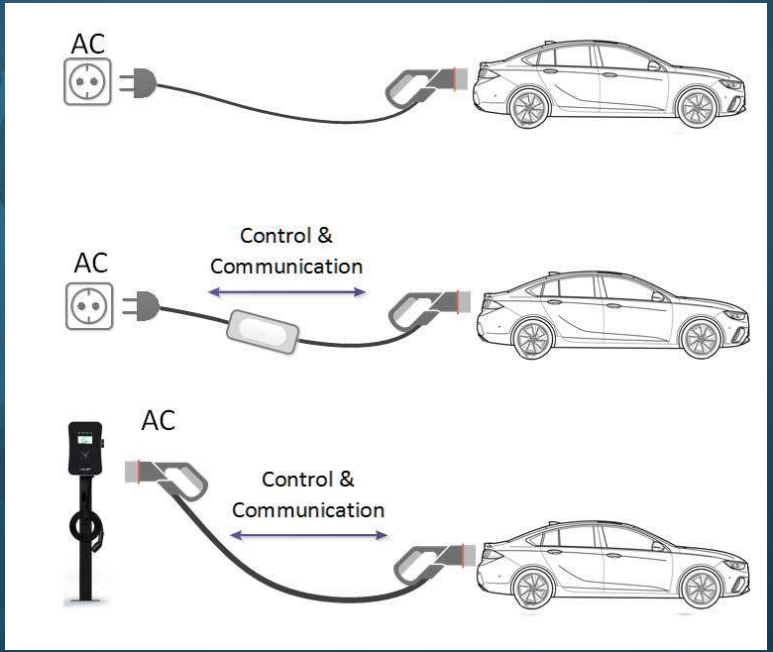
📌 Aquí solo hay señales de detección y seguridad

Secuencia completa de una sesión de carga

Paso 2 — Comunicación cargador ↔ vehículo

En carga AC:

Se utiliza una señal PWM (Pulse Width Modulation)
El cargador informa:
Corriente máxima disponible
El vehículo responde:
Corriente que puede aceptar (según su OBC)



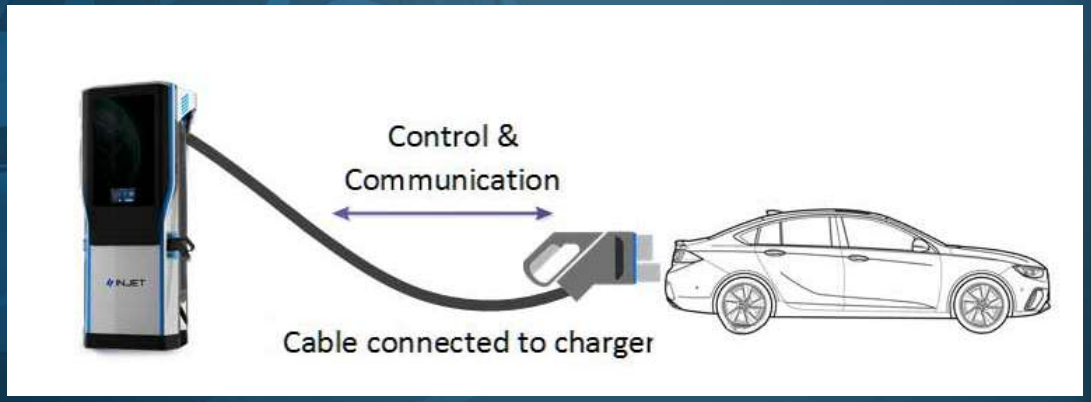
⚡ Secuencia completa de una sesión de carga

⚡ Paso 2 — Comunicación cargador ↔ vehículo

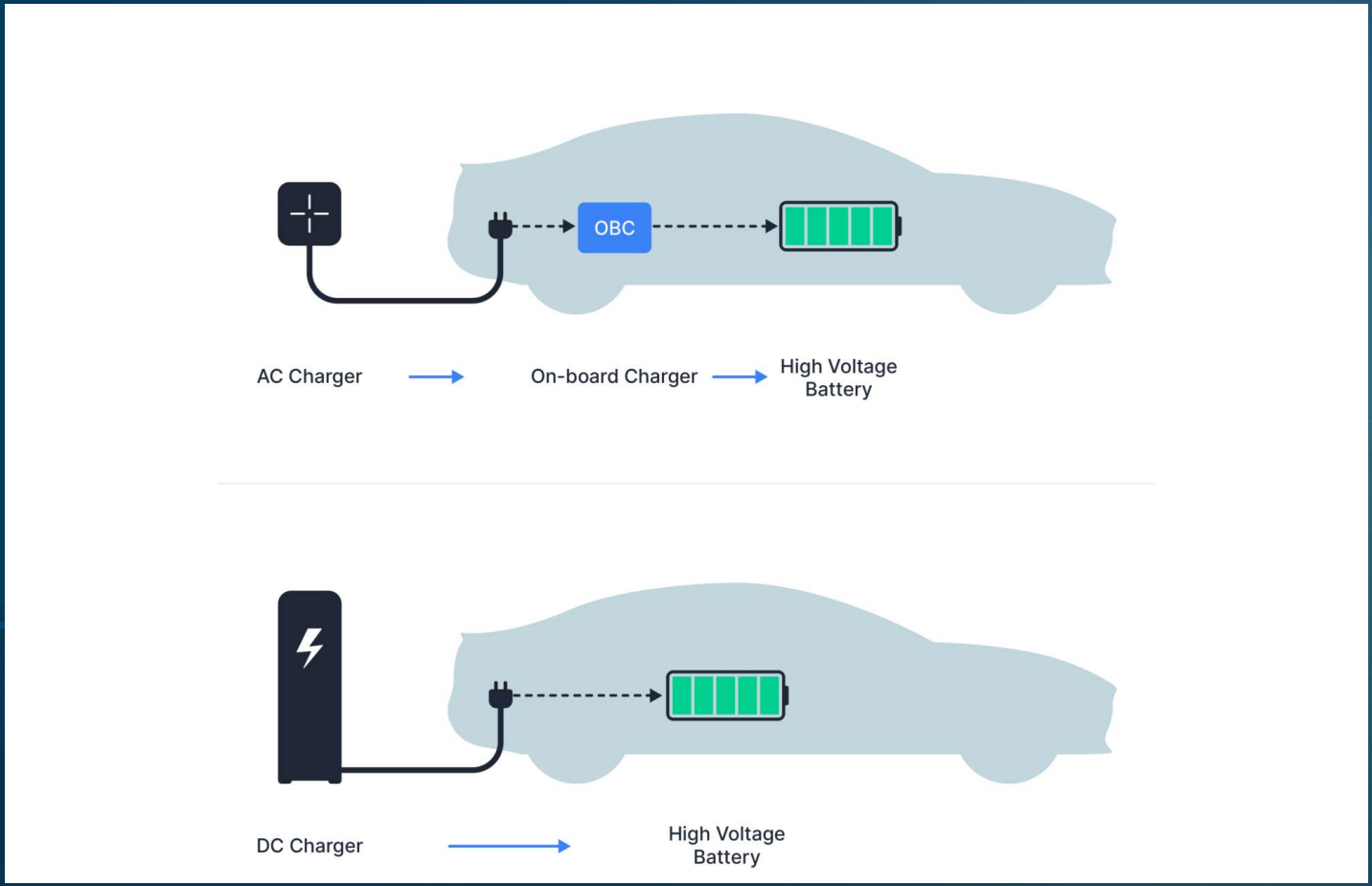
En carga DC:

Comunicación mas compleja (CAN / PLC)
El vehículo envía:

- Estado de la batería
- Voltaje
- Corriente permitida
- Temperatura



👉 Aquí se define la potencia real de carga.


OBC
AC Charger
On-board Charger
High Voltage Battery
DC Charger
High Voltage Battery

⚡ Secuencia completa de una sesión de carga

⚡ Paso 3 — Verificaciones de Seguridad

Antes de energizar:

Verificación de continuidad a tierra
Aislamiento eléctrico
Ausencia de fallas
Condiciones seguras para el usuario



📌 Si alguna verificación falla

❌ LA CARG NO INCIA

⚡ Secuencia completa de una sesión de carga

⚡ Paso 4 — Autorización de la sesión

Depende del tipo de estación:

Uso privado → automática

- App
- Tarjeta RFID
- Código QR
- Plataforma



👉 Sin autorización, no hay carga, aunque todo esté bien conectado ❌

⚡ Secuencia completa de una sesión de carga

⚡ Paso 5 — Inicio de suministro de energía

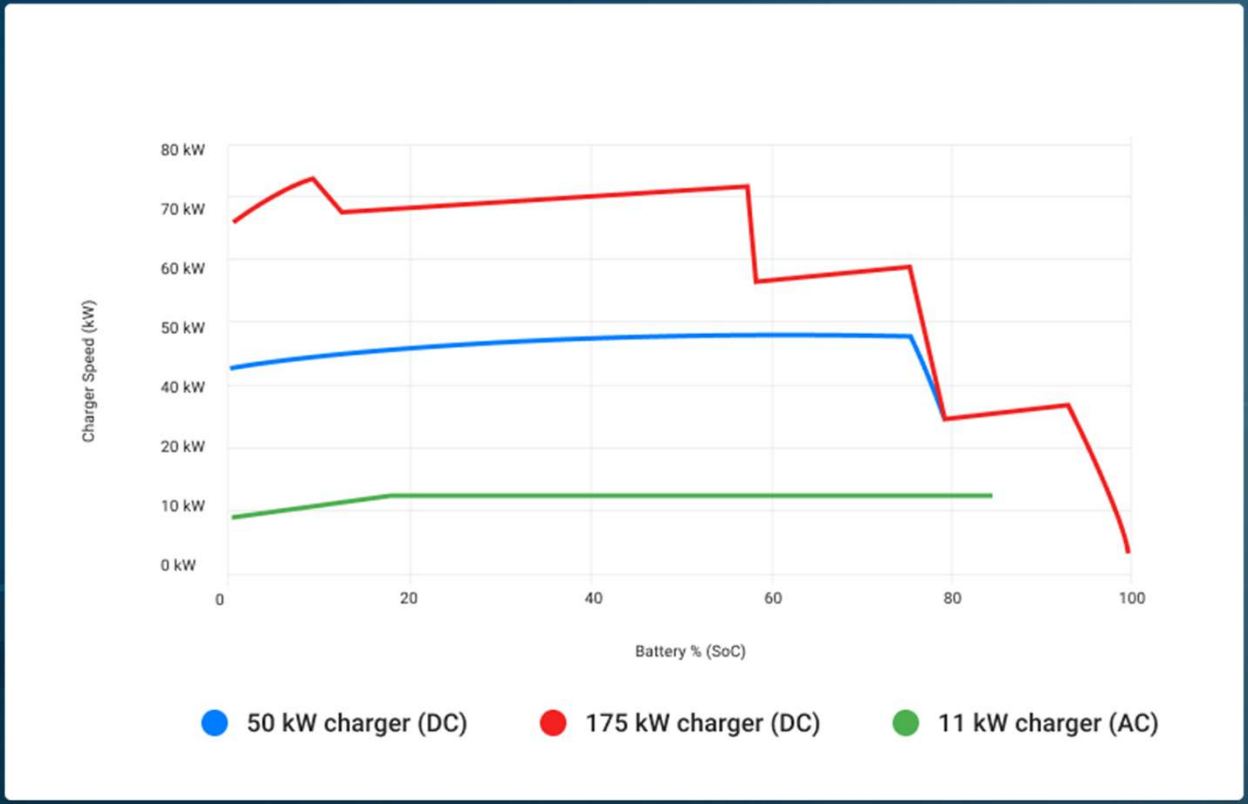
Una vez autorizado:

Cargador cierra contactores
Inicia flujo de energía
Se mantiene la comunicación constante



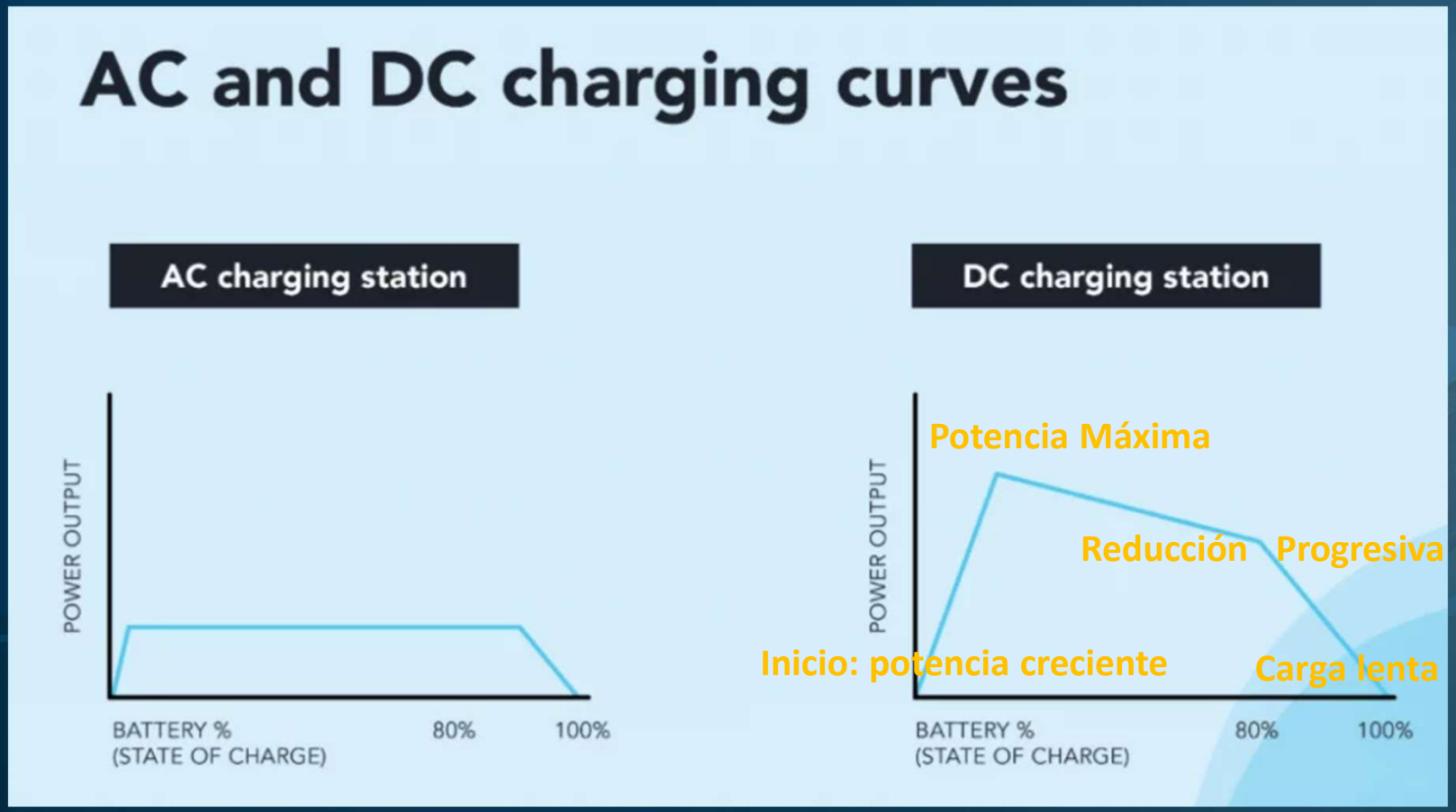
👉 La potencia no es fija, se ajusta en tiempo real

⚡ Secuencia completa de una sesión de carga



👉 La potencia no es fija, se ajusta en tiempo real

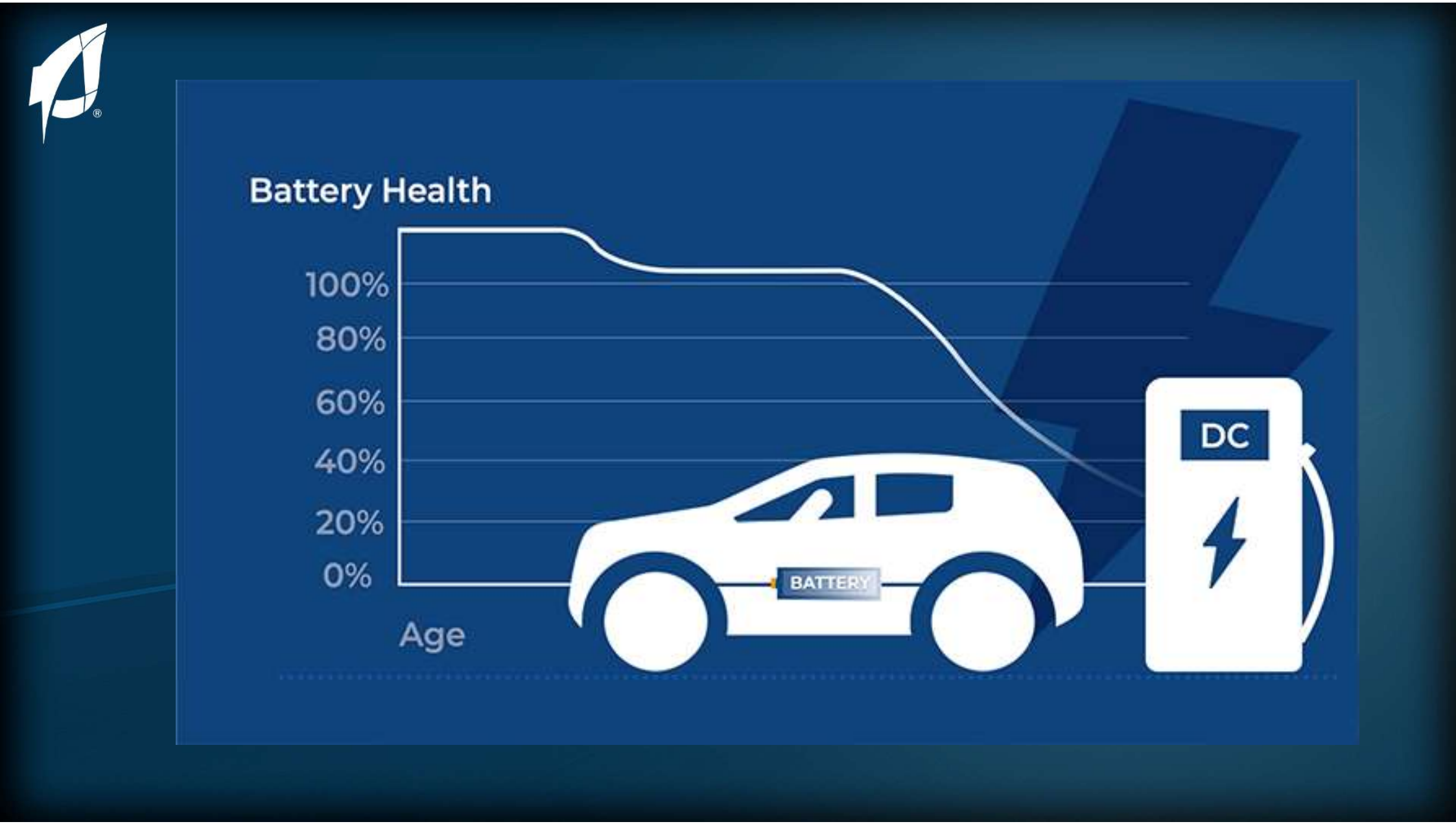
⚡ Secuencia completa de una sesión de carga



👉 **Esto protege:**

- ✓ La batería
- ✓ La vida útil
- ✓ La seguridad

👉 La potencia no es fija, se ajusta en tiempo real


Battery Health
100%
80%
60%
40%
20%
0%
Age
BATTERY
DC

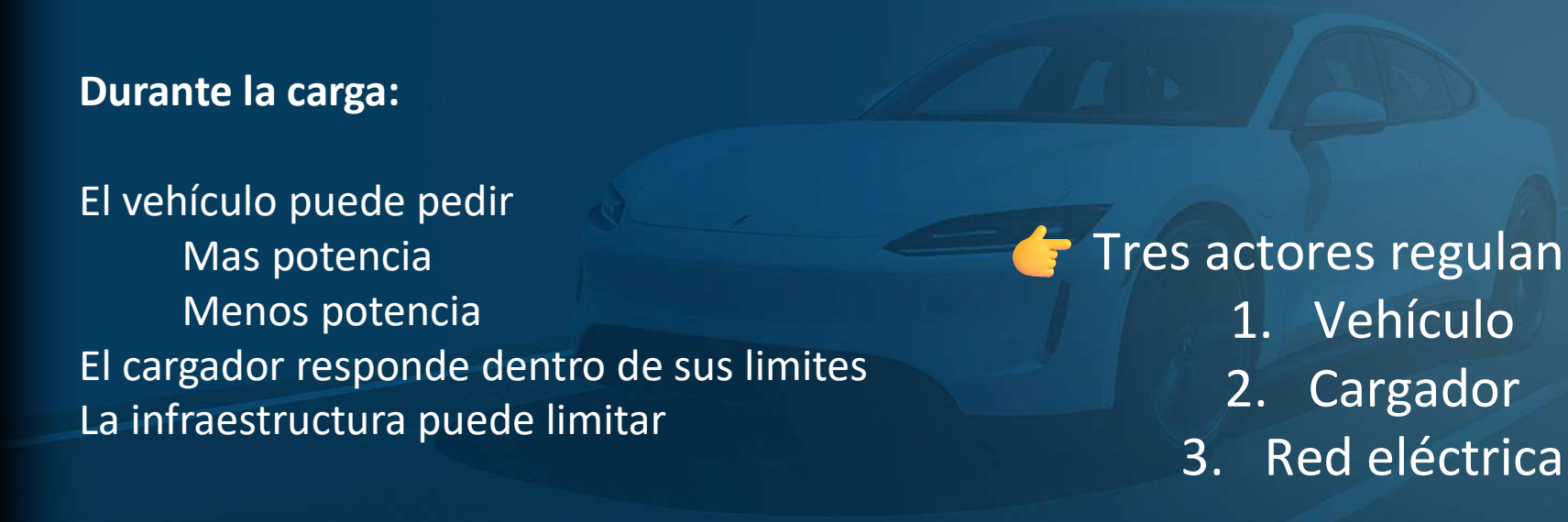
Secuencia completa de una sesión de carga

Paso 6 — Regulación dinámica de potencia

Durante la carga:

El vehículo puede pedir
- Mas potencia
- Menos potencia

El cargador responde dentro de sus limites
La infraestructura puede limitar



👉 Tres actores regulan la carga

1. Vehículo
2. Cargador
3. Red eléctrica

⚡ Secuencia completa de una sesión de carga

⚡ Paso 7 — Monitoreo y registro

Durante toda la sesión:

Se mide energía (kWh)
Se mide tiempo
Se registran eventos
Se monitorean fallas



📌 Esto es lo que permite:

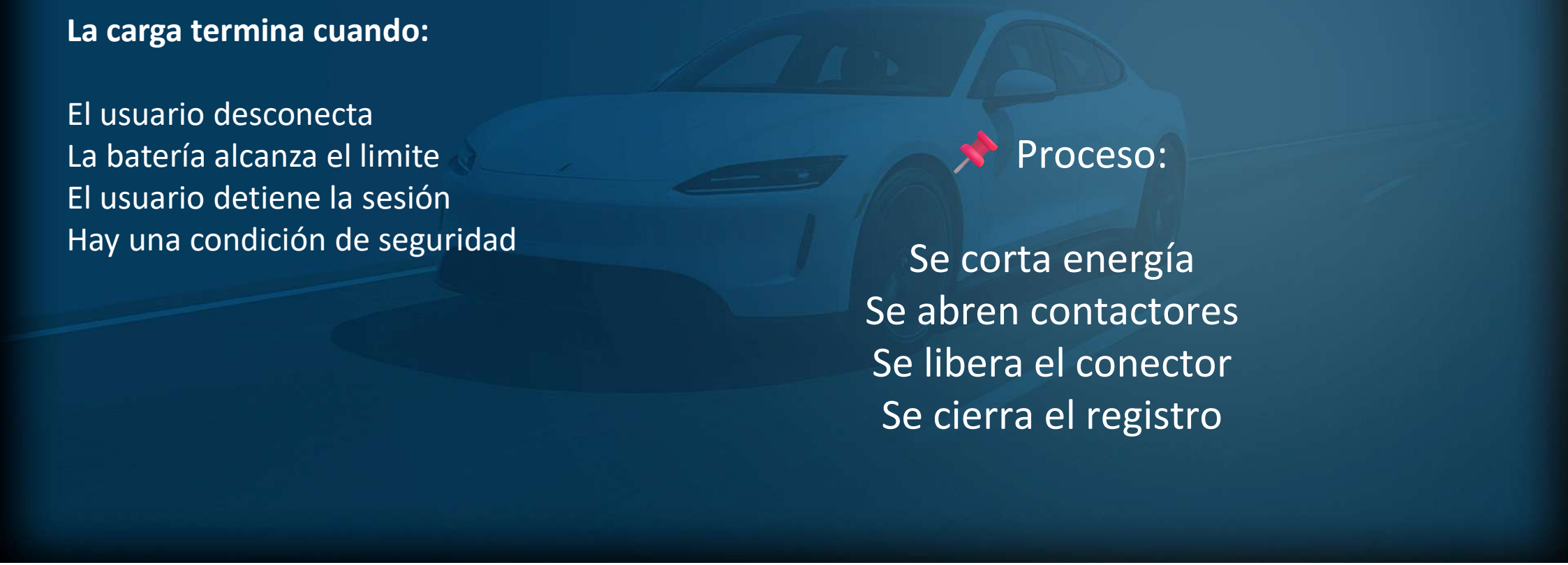
Cobro
Reportes
Diagnóstico

Secuencia completa de una sesión de carga

Paso 8 — Finalización de la carga

La carga termina cuando:

El usuario desconecta
La batería alcanza el limite
El usuario detiene la sesión
Hay una condición de seguridad



📌 Proceso:

Se corta energía
Se abren contactores
Se libera el conector
Se cierra el registro

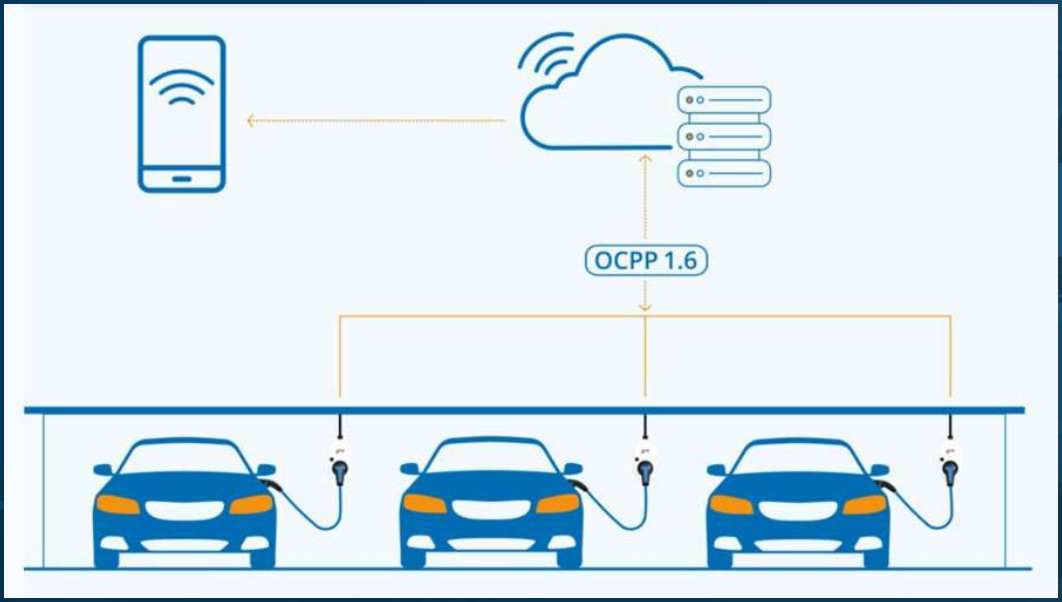
Protocolos de comunicación



La norma IEC 61851 es un estándar internacional para sistemas de carga conductiva de vehículos eléctricos (VE), que define requisitos de seguridad y compatibilidad para la infraestructura de carga (puntos de recarga, cables) y el vehículo, abarcando protocolos de comunicación, tipos de conectores y los cuatro modos de carga

La norma ISO 15118 define la comunicación entre vehículos eléctricos (VE) y estaciones de carga (EVSE) para estandarizar y mejorar el proceso de recarga, permitiendo funciones avanzadas como Plug & Charge

ROL DE LA PLATAFORMA Y EL BACKEND



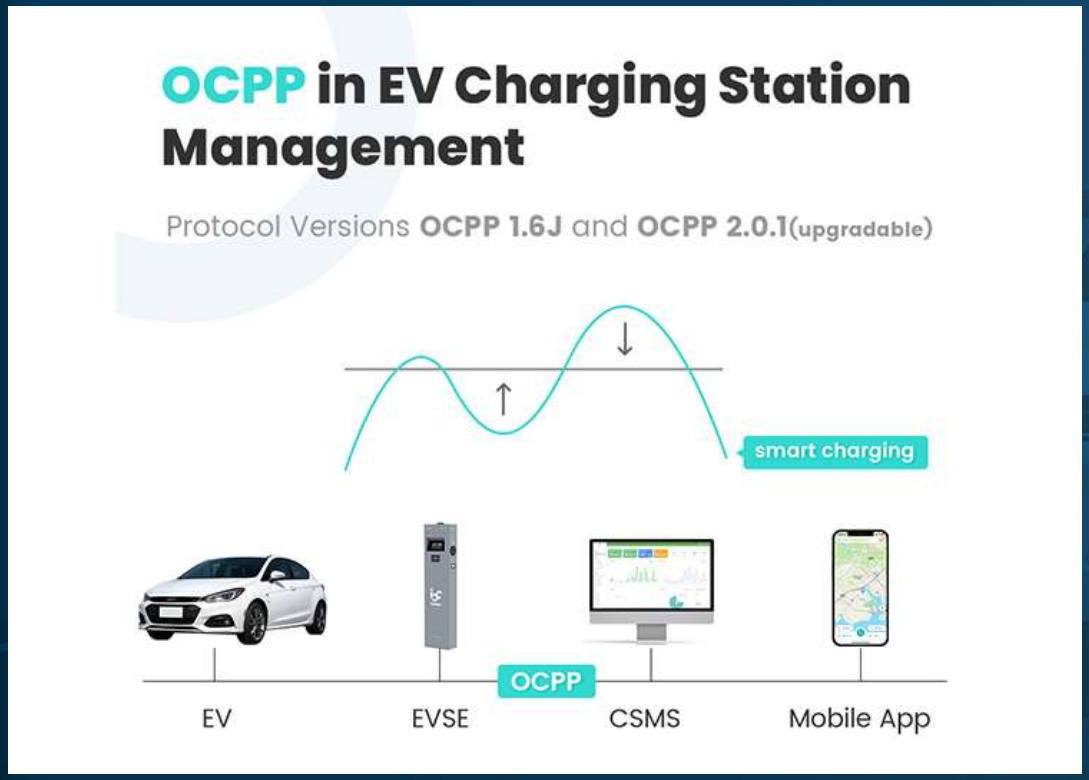
En estaciones inteligentes, la plataforma:

- Autoriza sesiones
- Registra consumos
- Controla tarifas
- Detecta fallas
- Permite operación remota

👉 Sin plataforma:

- No hay control
- No hay cobro
- No hay escalabilidad

ROL DE LA PLATAFORMA Y EL BACKEND



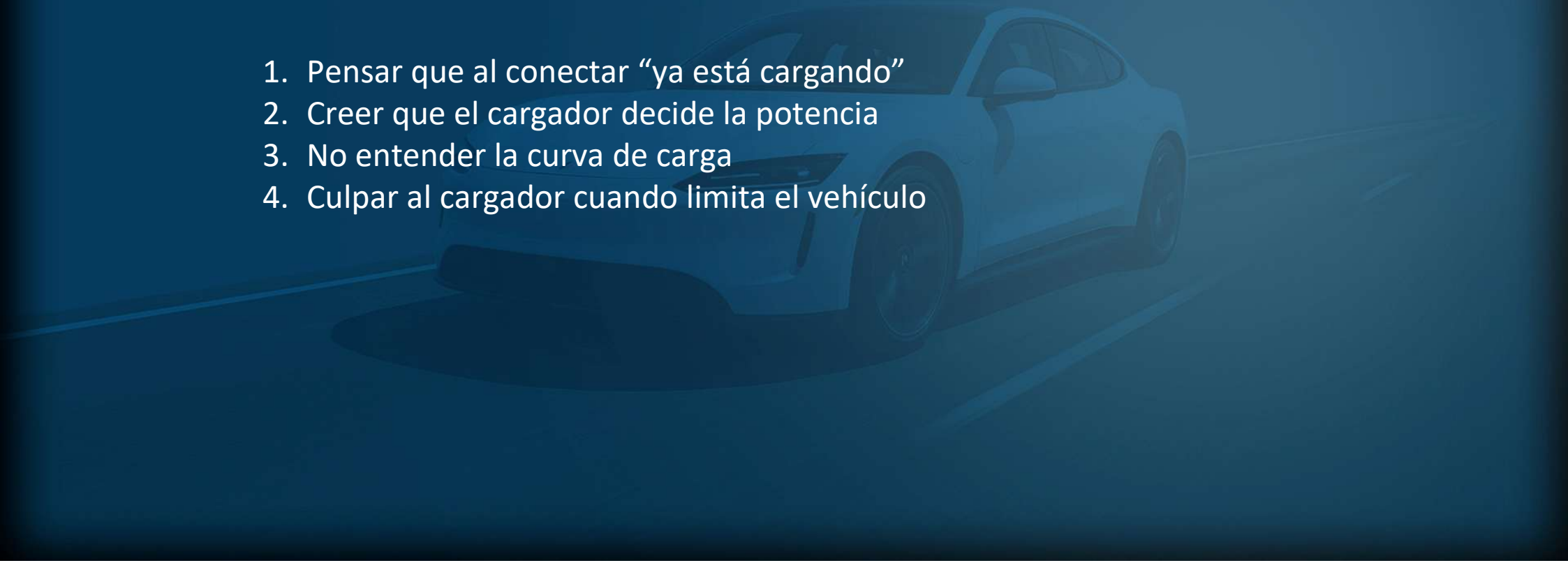
¿Que pasa cuando algo falla?

- Falla de comunicación → no inicia carga
- Falla a tierra → bloqueo inmediato
- Red inestable → reducción de potencia
- Plataforma caída → sesión no autorizada

👉 Conclusión técnica:

El sistema está diseñado para NO cargar ante la duda

ERRORES COMUNES DE ENTENDIMIENTO



1. Pensar que al conectar “ya está cargando”
2. Creer que el cargador decide la potencia
3. No entender la curva de carga
4. Culpar al cargador cuando limita el vehículo

Una estación de carga funciona como un sistema inteligente que prioriza seguridad, comunicación y control, antes que velocidad

Si no hay comunicación y seguridad, no hay carga.


CASOS REALES

⚡ CASOS DE ESTUDIO

📍 CASO A — “No carga a máxima potencia”

Situación Cargador AC: 22 Kw

Vehículo: OBC de 7.4 kW

Usuario molesto: “El cargador no sirve”

Preguntas

¿En qué etapa ocurre la limitación?
¿Quién limita la potencia?
¿Cómo lo explicarías al usuario?

⚡ CASOS DE ESTUDIO

📍 CASO B — “La sesión no inicia”

Situación: El usuario conecta el vehículo

El cargador enciende
No inicia la carga

Preguntas

¿En qué paso de la secuencia puede estar el problema?

Menciona 3 posibles causas

¿Qué verificarías primero?

⚡ CASOS DE ESTUDIO

📍 CASO C — “Carga lenta en carretera”

Situación Cargador DC de 120 kW

Vehículo al 85% de batería

Usuario espera carga rápida

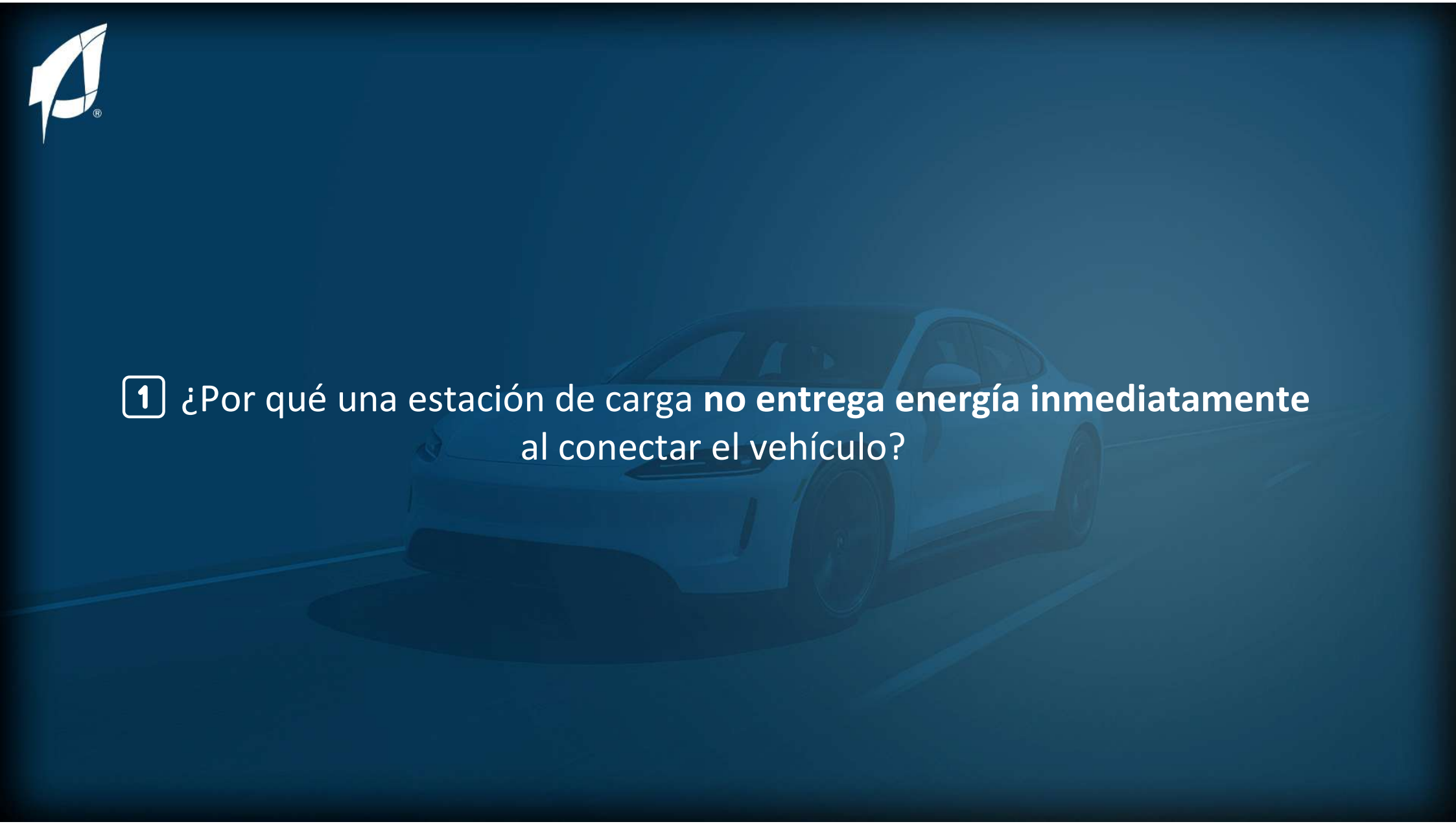
Preguntas

¿Por qué no carga a 120 kW?

¿Qué factor está actuando?

¿Es una falla o funcionamiento normal?


PREGUNTAS



1 ¿Por qué una estación de carga **no entrega energía inmediatamente** al conectar el vehículo?

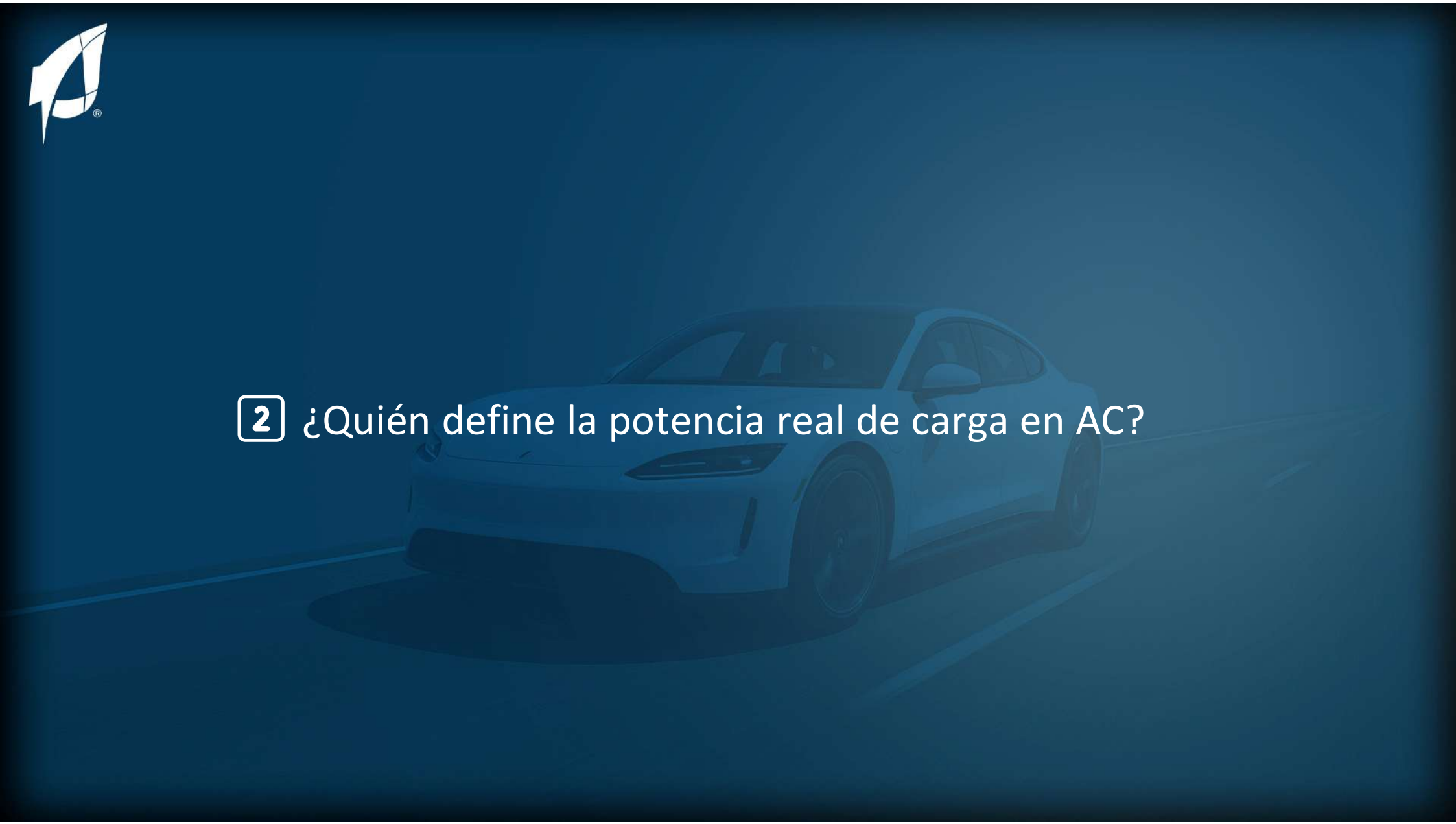
⚡ RESPUESTA

1️⃣ ¿Por qué una estación de carga **no entrega energía inmediatamente** al conectar el vehículo?

Porque antes de suministrar energía la estación debe realizar una secuencia de comunicación y verificación de seguridad

Primero:
Detecta la conexión física
Se comunica con el vehículo
Verifica condiciones seguras (tierra, aislamiento, fallas)
Autoriza la sesión

👉 Hasta que todo es seguro y autorizado, se habilita el flujo de energía



2 ¿Quién define la potencia real de carga en AC?

⚡ RESPUESTA

2️⃣ ¿Quién define la potencia real de carga en AC?

La potencia real la define el vehículo, específicamente su On Board Charger (OBC).

Aunque el cargador indique una potencia mayor:
El OBC decide cuánta corriente puede aceptar
La estación solo pone un límite máximo

👉 Regla clave: En AC, el cargador no manda, manda el vehículo



3 ¿Qué ocurre si falla una verificación de seguridad?

⚡ RESPUESTA

3 ¿Qué ocurre si falla una verificación de seguridad?

La carga no inicia o se detiene inmediatamente.
El sistema está diseñado bajo el principio de “fail safe”:

Ante la duda, no se energiza
Se bloquea la sesión
Se protege al usuario, al vehículo y a la instalación

👉 Conclusión: Una estación segura prefiere no cargar antes que asumir un riesgo.



4 ¿En qué momento se registra el consumo de energía?

⚡ RESPUESTA

4️⃣ ¿En qué momento se registra el consumo de energía?

El consumo se registra durante toda la sesión de carga, desde el inicio del suministro hasta la finalización.

Se mide:

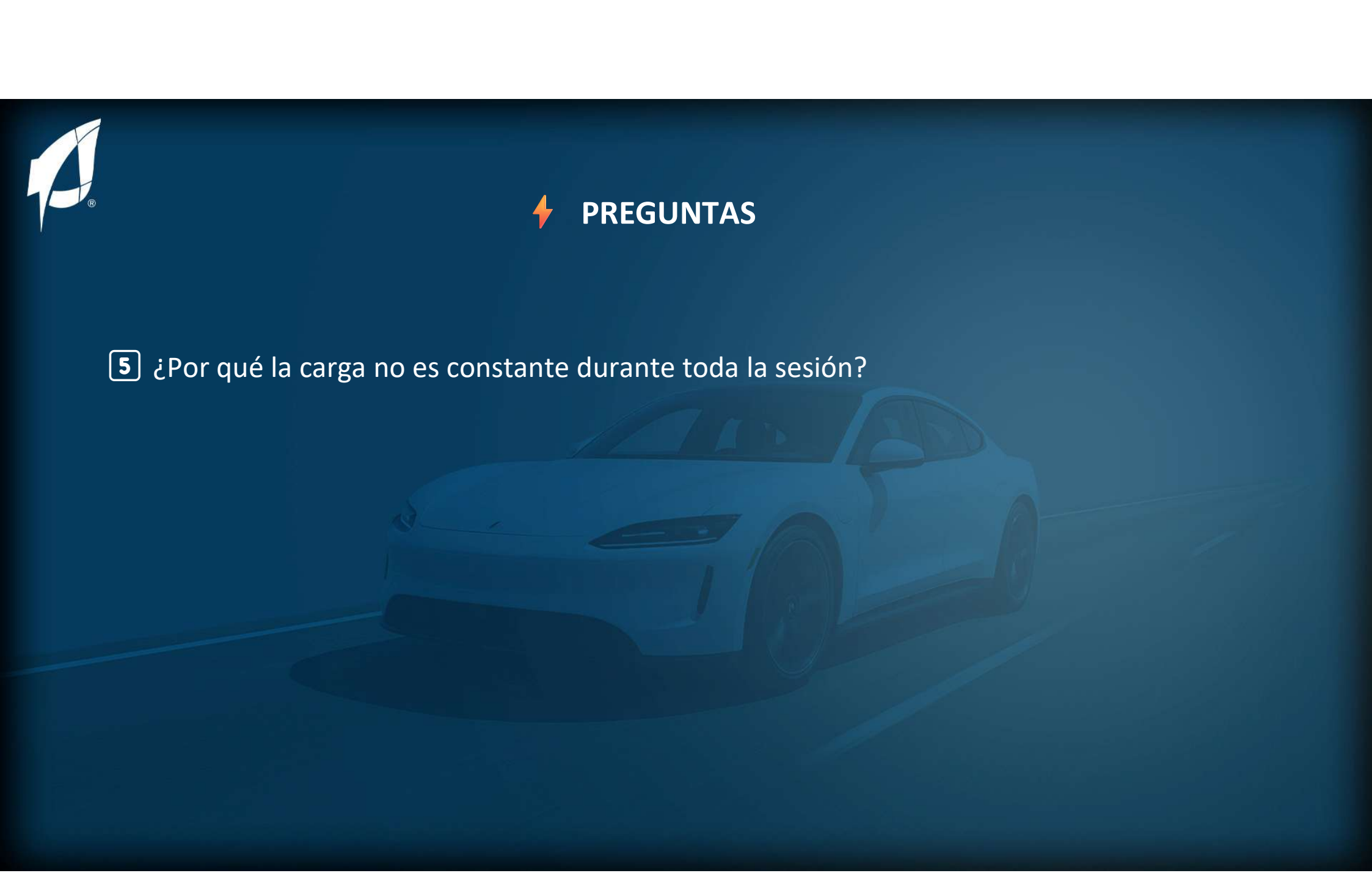
1. Energía entregada (kWh)
2. Tiempo
3. Eventos de la sesión

👉 Esta información se usa para:

1. Facturación
2. Reportes
3. Monitoreo
4. Diagnóstico

PREGUNTAS

5 ¿Por qué la carga no es constante durante toda la sesión?



⚡ RESPUESTA

5️⃣ ¿Por qué la carga no es constante durante toda la sesión?

Porque la carga sigue una curva de carga diseñada para proteger la batería.

Factores que influyen:

Estado de carga (SoC)
Temperatura
Condición de la batería
Estrategia del BMS

A partir de ~80%:La potencia disminuye progresivamente

👉 Mensaje clave: Cargar más lento al final no es una falla, es protección


PREGUNTAS



DIPLOMADO:

ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ

DOCENTE: Dr. Kevin Cano Pulido

Electrónica de Potencia para Carga y Tracción

Presentación



Dr. Kevin Cano Pulido

Investigador Nacional Nivel I – IPN

Distinciones

- Investigador Nacional (SNI Nivel I)
- Integrante de la Red de Expertos en Innovación Automotriz (IPN)
- Profesor de la UPIEM en Ingeniería en Sistemas Energéticos y Redes Inteligentes
- Colaborador del Instituto Mexicano del Transporte (IMT)

Experiencia Profesional

- División de **Research & Development (R&D)** en Continental Guadalajara
- Integrante del **Laboratorio de Calidad y Conversión de la Energía Eléctrica** (CDMX)
- Asesor técnico en la creación del **Laboratorio Automotriz CIITA Puebla**

Habilidades y Áreas de Especialidad

- Electrónica de potencia
- Calidad de la energía
- Modelado, simulación y control de convertidores
- Movilidad eléctrica y aplicaciones vehiculares
- Desarrollo de prototipos y validación experimental

Aportaciones y Participaciones Destacadas

- Proyecto de diagnóstico y mejora de calidad de energía en la **Línea B del Metro**
- Diseño de un **filtro para mitigar transitorios de voltaje** en subestaciones de rectificación
- Formación de espacios de innovación tecnológica y laboratorios especializados Asesoría y formación de estudiantes de ingeniería en temas de energía y electromovilidad

Agenda: Electrónica de potencia para carga y tracción



Introducción a la Electrónica de Potencia



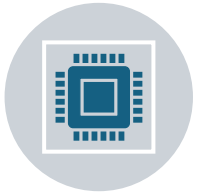
Revisión de Vehículos Eléctricos



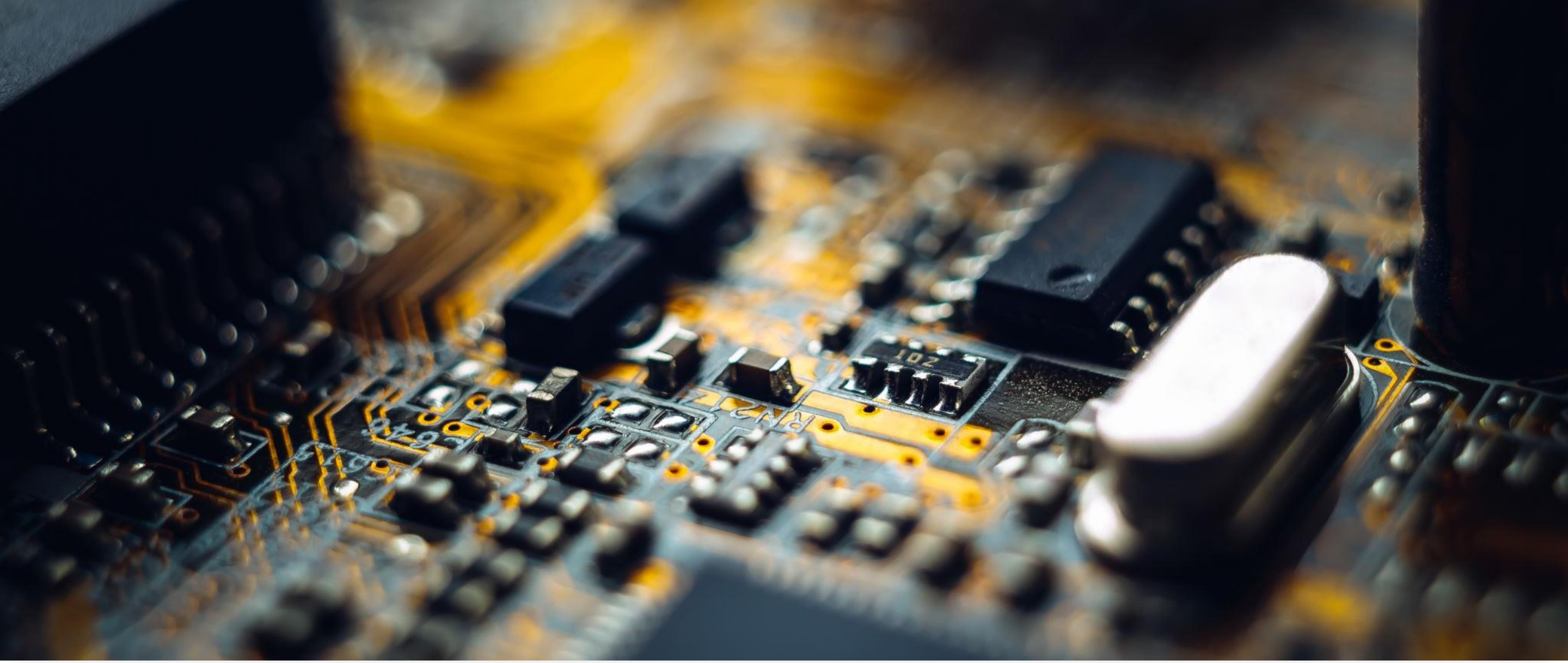
Infraestructura de Carga de Vehículos Eléctricos



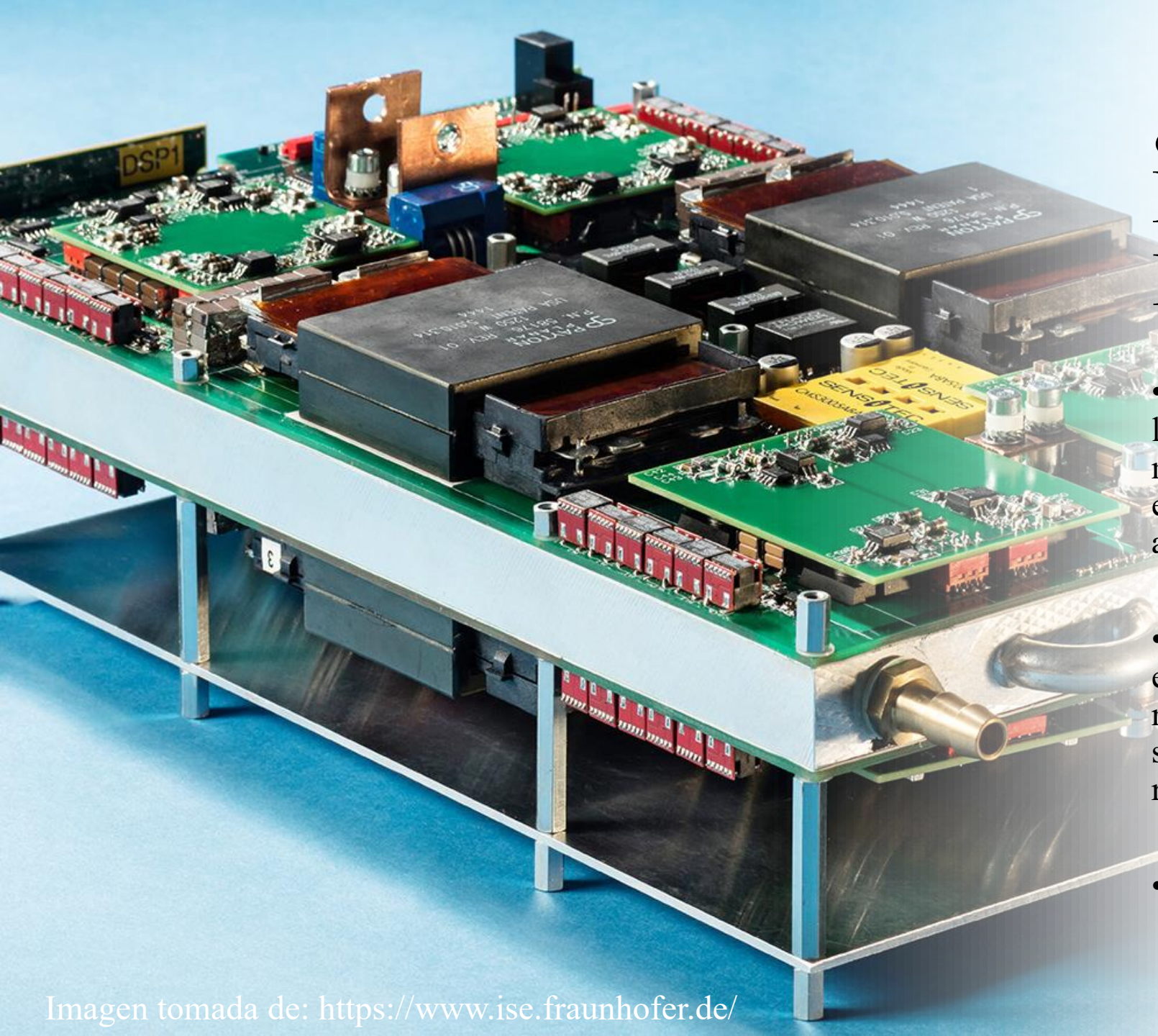
Simulaciones



Tecnología de semiconductores y Futuro de la Conversión de la Energía



Introducción a la Electrónica de Potencia



¿Qué es Electrónica de Potencia?

- La electrónica de potencia es una rama de la ingeniería eléctrica que se encarga de manejar voltajes y corrientes para suministrar energía según las necesidades de cada aplicación.

- La electrónica de potencia transforma la energía eléctrica de una forma a otra mediante interruptores semiconductores y sistemas de control, garantizando una salida regulada

- Este campo es multidisciplinario

Imagen tomada de: https://www.ise.fraunhofer.de/

¿Cómo se ve un convertidor electrónico?

Un convertidor incluye un bloque de conmutación y un bloque de control.

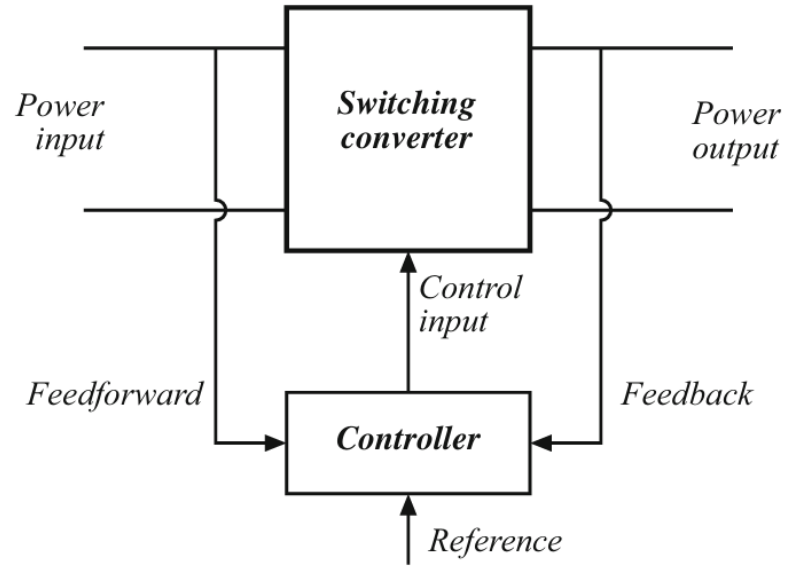
La alta eficiencia es fundamental porque un convertidor de baja eficiencia genera demasiadas pérdidas, calor y costos de enfriamiento. La eficiencia se define como:

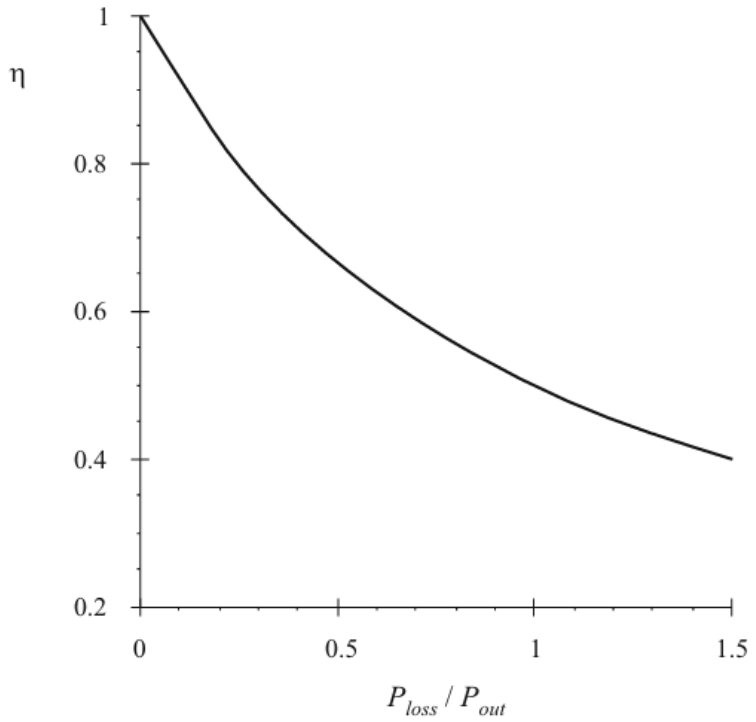
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Las pérdidas se convierten en calor. Un sistema de enfriamiento debe eliminar ese calor, y su capacidad **limita la potencia máxima** del convertidor.

Si las pérdidas son altas:

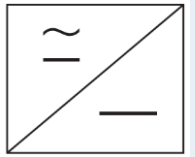
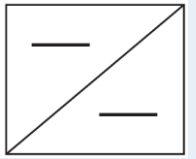
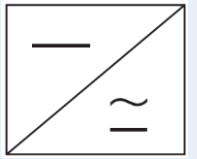
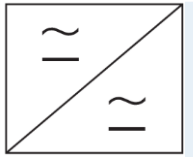
- se requiere un sistema de enfriamiento grande y costoso,
- los componentes operan a mayor temperatura,
- disminuye la confiabilidad del sistema,
- puede ser imposible disipar el calor en aplicaciones de alta potencia.





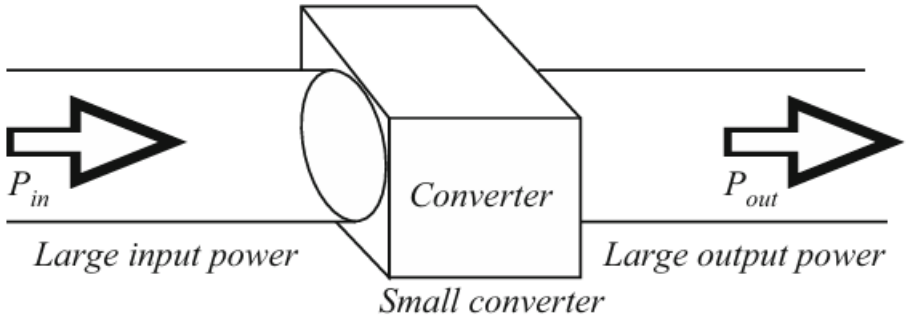
¿Qué tipos de convertidores hay?

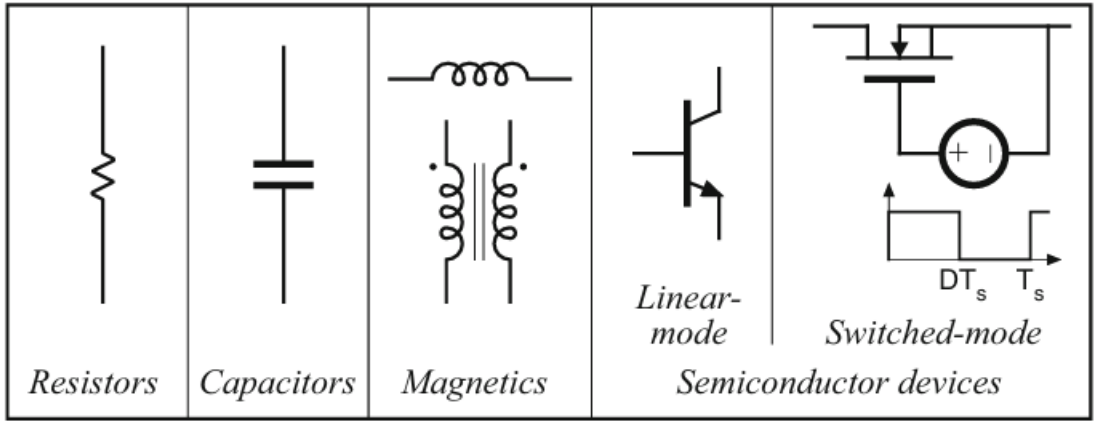
Existen varios tipos de convertidores de electrónicos potencia según la aplicación. Si consideramos la fuente de energía, hay dos tipos principales: corriente alterna (AC) y corriente directa (DC). A partir de ellas se forman cuatro tipos básicos de circuitos de electrónica de potencia.

Tipo de Conversión	Nombre del Convertidor	Función del Convertidor	Símbolo del Convertidor
AC a DC	Rectificador	Convierte corriente AC a corriente DC unipolar	
DC a DC	Chopper	Convierte DC constante a DC variable, o DC variable a DC constante	
DC a AC	Inversor	Convierte DC a AC con el voltaje y frecuencia deseados	
AC a AC	Controlador AC, Cicloconvertidor, Convertidor Matricial	Convierte AC de entrada en AC de frecuencia y/o magnitud deseada	

¿Cuáles son las características de un convertidor?

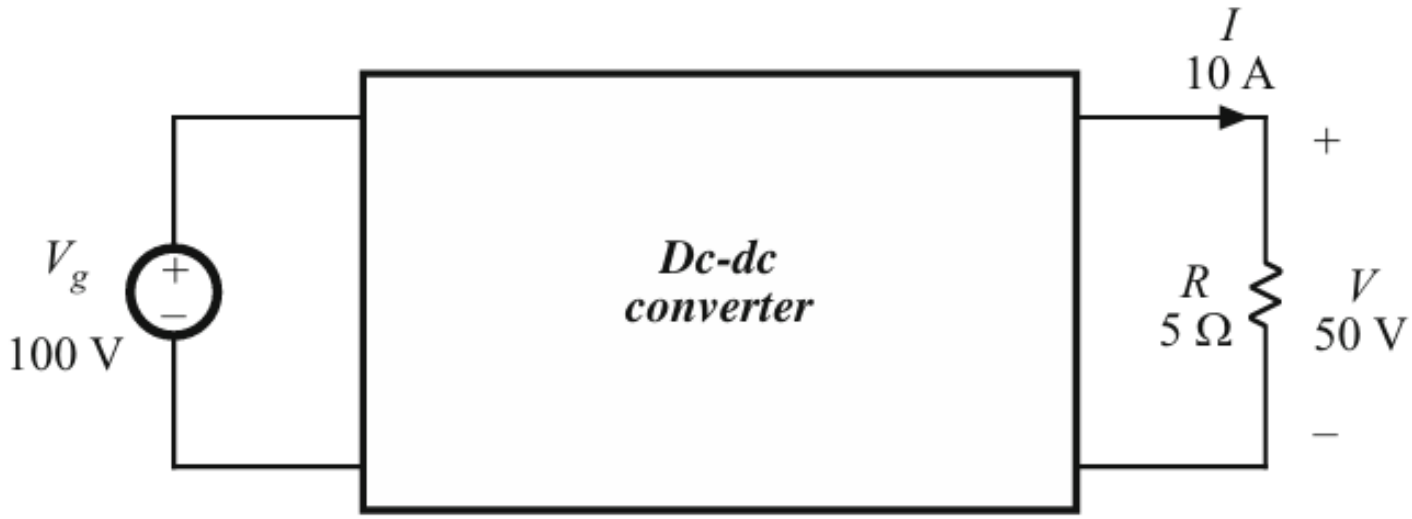
- Los convertidores eficientes pierden poca energía → El objetivo de esta industria es obtener equipos pequeños y poco calentamiento.
- Para lograr esto se evitan resistencias y semiconductores en modo lineal (porque disipan mucha potencia).
- Se usan capacitores, inductores y dispositivos semiconductores en modo conmutado (ON/OFF), que prácticamente no consumen energía.
- Esta combinación permite construir convertidores de alta eficiencia.





Ejemplo de análisis

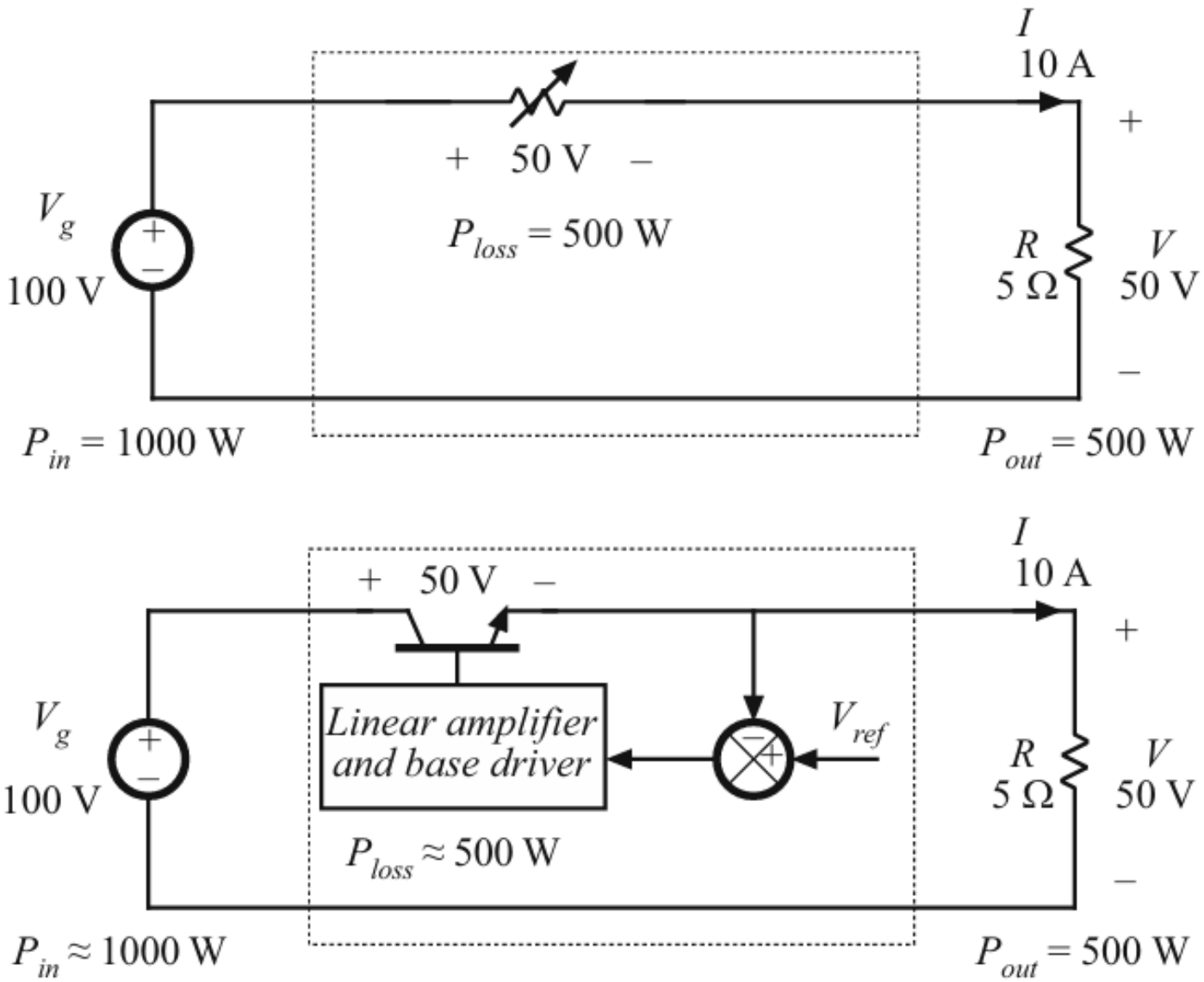
En el convertidor DC–DC de la Figura, la entrada es $V_g = 100\ V$, y se desea obtener 50 V sobre una carga de 5 Ω (10 A).



Métodos para regular el voltaje

La corriente pasa por un resistor variable que disipa 500 W, igual a la potencia entregada a la carga; por ello, la fuente debe suministrar 1000 W.

Una versión más práctica sustituye el resistor por un transistor en modo lineal controlado por realimentación. Este transistor también disipa alrededor de 500 W, por lo que los reguladores lineales solo se usan en aplicaciones de baja potencia.



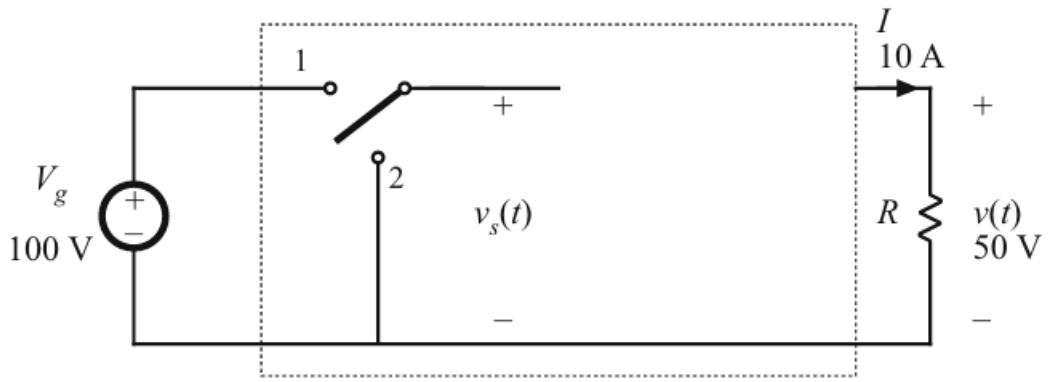
Un regulador conmutado

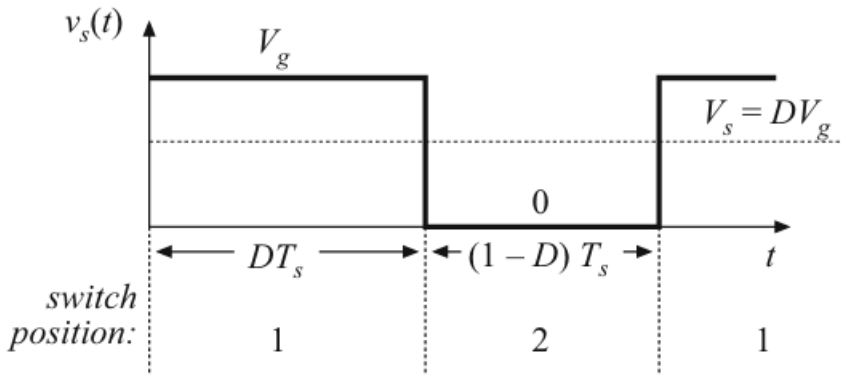
Se utiliza un interruptor de un solo polo y doble tiro (SPDT) que alterna la salida $v_s(t)$entre el voltaje de entrada V_g y 0. La conmutación periódica genera una onda rectangular de frecuencia f_s y periodo $T_s = 1/f_s$.

El **ciclo de trabajo** D se define como la fracción del periodo en la que el interruptor está en la posición 1, es decir, cuando $v_s(t) = V_g$..

Por definición, $0 \leq D \leq 1$.

En la práctica, este interruptor SPDT se implementa con dispositivos semiconductores en modo conmutado, controlados para reproducir el comportamiento del interruptor ideal.





El filtro de salida de un convertidor

El interruptor genera una onda rectangular $v_s(t)$,cuyo componente DC es el promedio:

$$V_s = \frac{1}{T_s}\int_0^{T_s} v_s\,(t)\,dt = D\,V_g$$

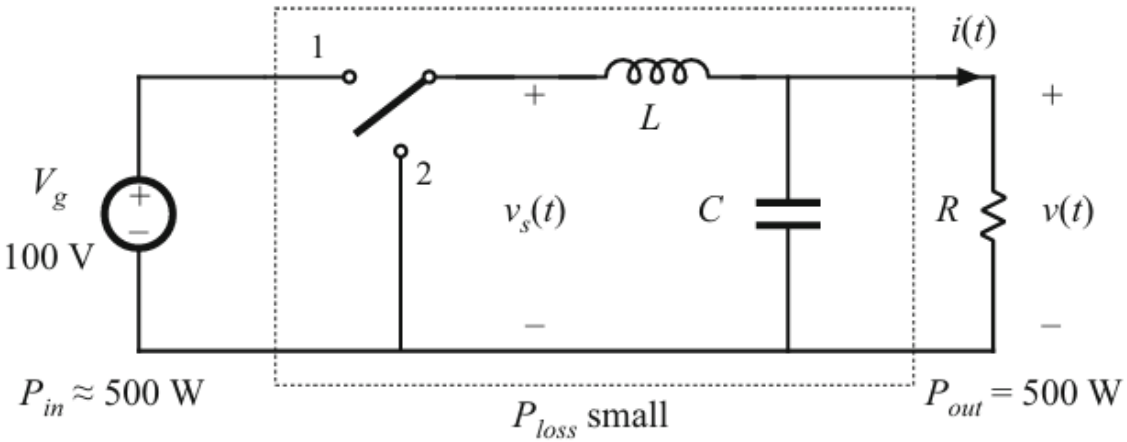
Así, el voltaje de salida se controla mediante el **ciclo de trabajo** D.
Ejemplo: para convertir $V_g = 100\ V$a $V = 50\ V$, se usa $D = 0.5$.
El interruptor ideal no disipa potencia:

- Cerrado → $v = 0 \Rightarrow P = 0$
- Abierto → $i = 0 \Rightarrow P = 0$

El filtro **LC** elimina los armónicos de conmutación, de modo que:

$$v(t) \approx V_s$$

Con elementos ideales, la eficiencia del convertidor se aproxima al **100%**.
Este circuito corresponde al **convertidor Buck**, que reduce el voltaje de entrada usando conmutación y filtrado.

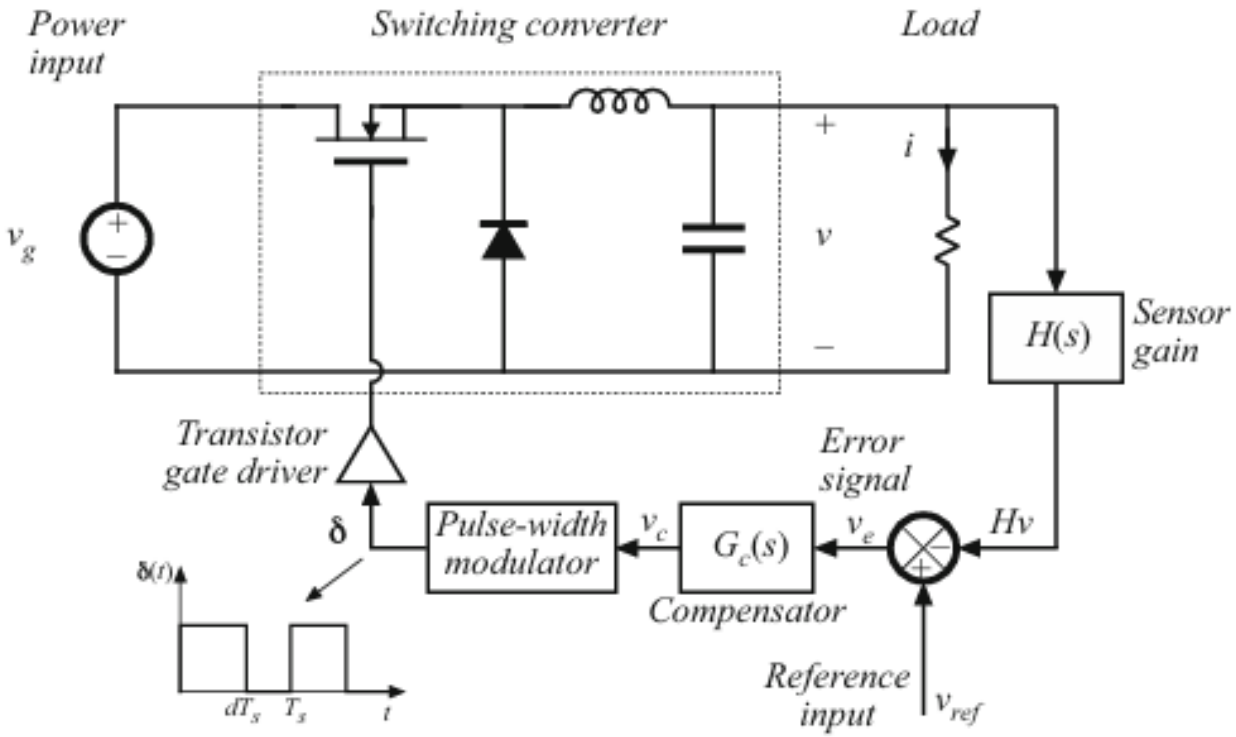


El Sistema de Control

El voltaje de salida depende del ciclo de trabajo D. Por ello, se usa un sistema de control que ajusta D para que la salida siga un voltaje de referencia.

El interruptor SPDT se implementa mediante dispositivos semiconductores en modo conmutado.

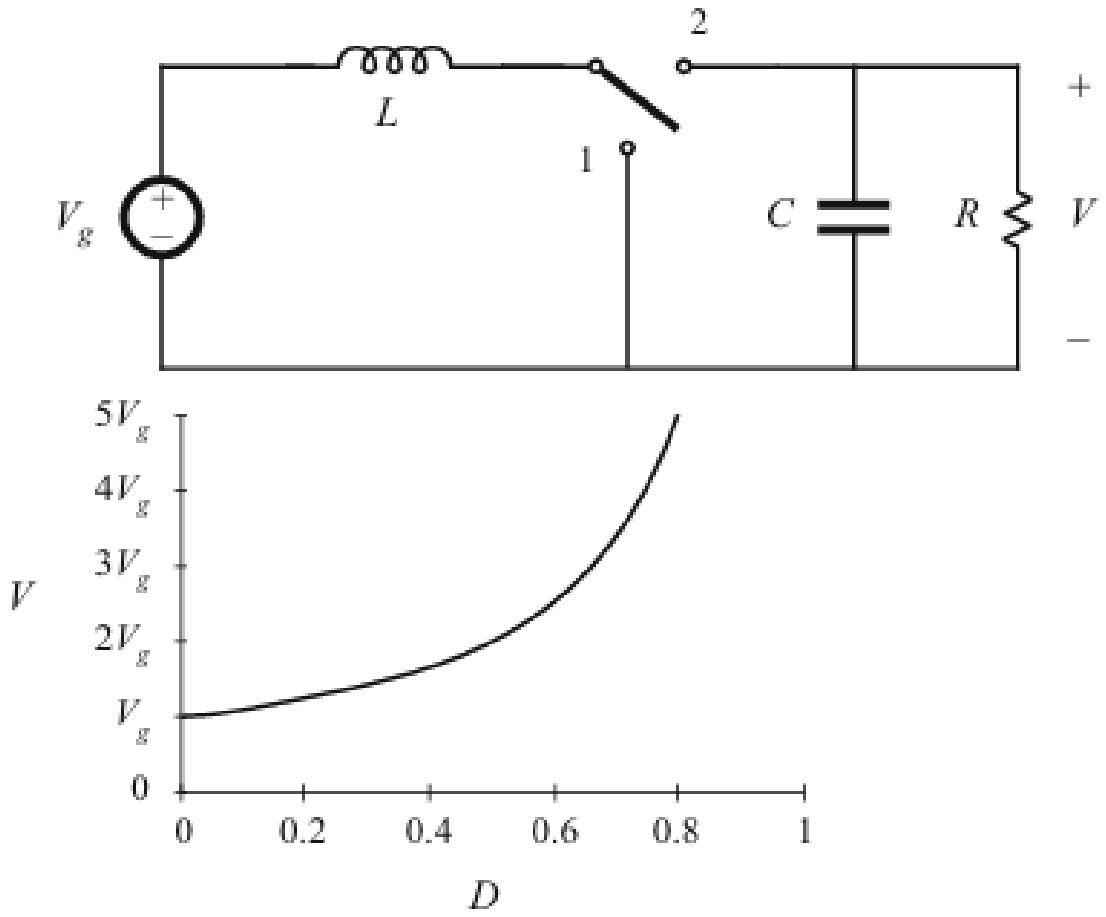
La etapa de potencia formada por el interruptor, el diodo, el inductor y el capacitor se conoce como **convertidor Buck**, cuyo propósito es **reducir el voltaje DC de entrada** mediante control del ciclo de trabajo.



Otros convertidores DC-DC

También pueden construirse convertidores que realicen otras funciones. Un ejemplo es el **convertidor Boost**, que obtiene un voltaje de salida mayor que el voltaje de entrada al cambiar la posición del inductor y del interruptor.

En general, cualquier voltaje de entrada puede transformarse en un voltaje de salida deseado mediante convertidores que emplean dispositivos de conmutación y elementos reactivos.

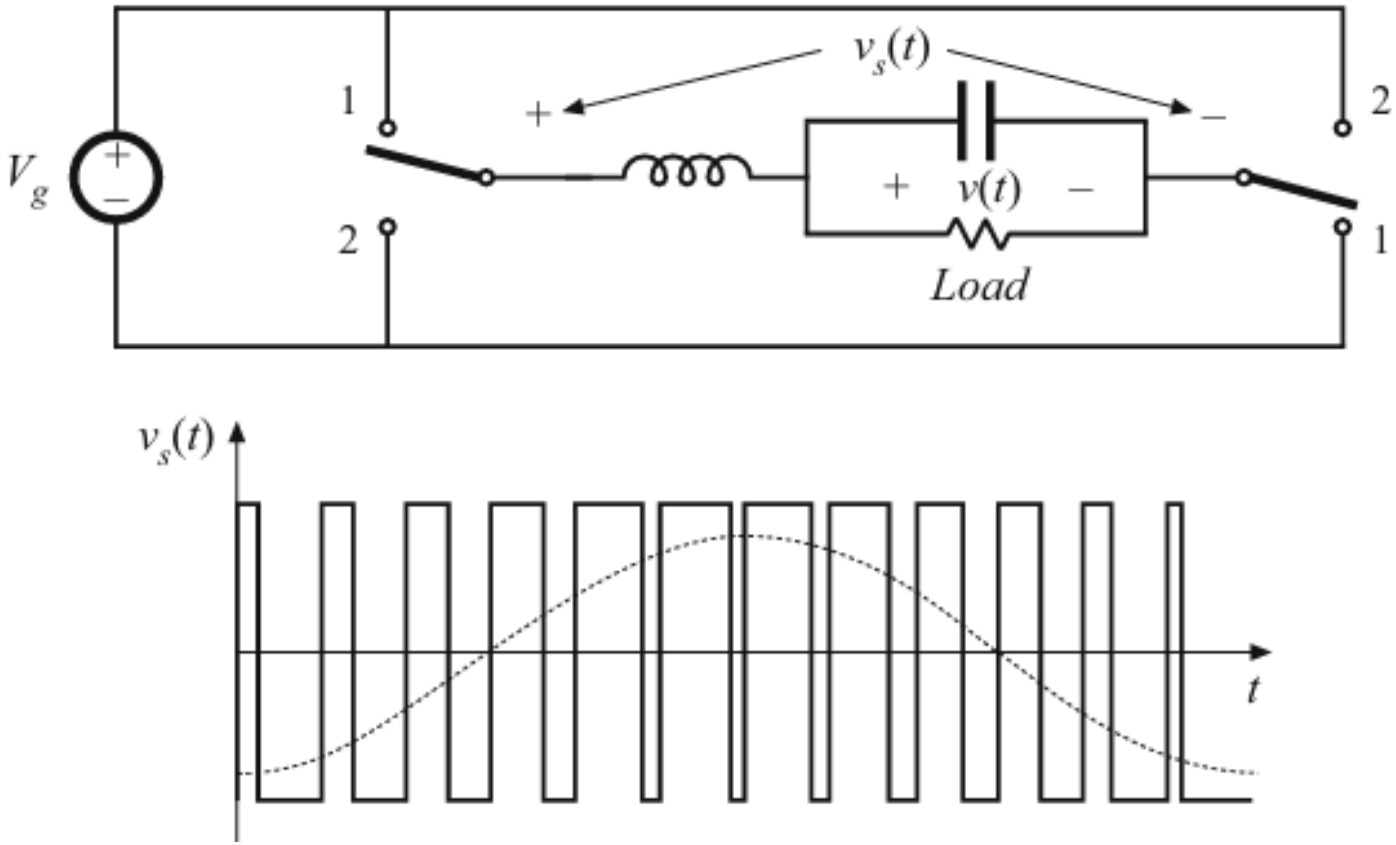


Bases dela conversion DC-AC

Un inversor DC–AC puede obtenerse modulando sinusoidalmente el ciclo de trabajo del interruptor. Esta modulación hace que el voltaje $v_s(t)$ incluya un componente sinusoidal de baja frecuencia.

El filtro **LC** se diseña con una frecuencia de corte f_0 que permita el paso del componente sinusoidal deseado y atenúe los armónicos de conmutación.

El controlador ajusta el ciclo de trabajo para generar la frecuencia y la magnitud de voltaje requeridas en la salida AC.



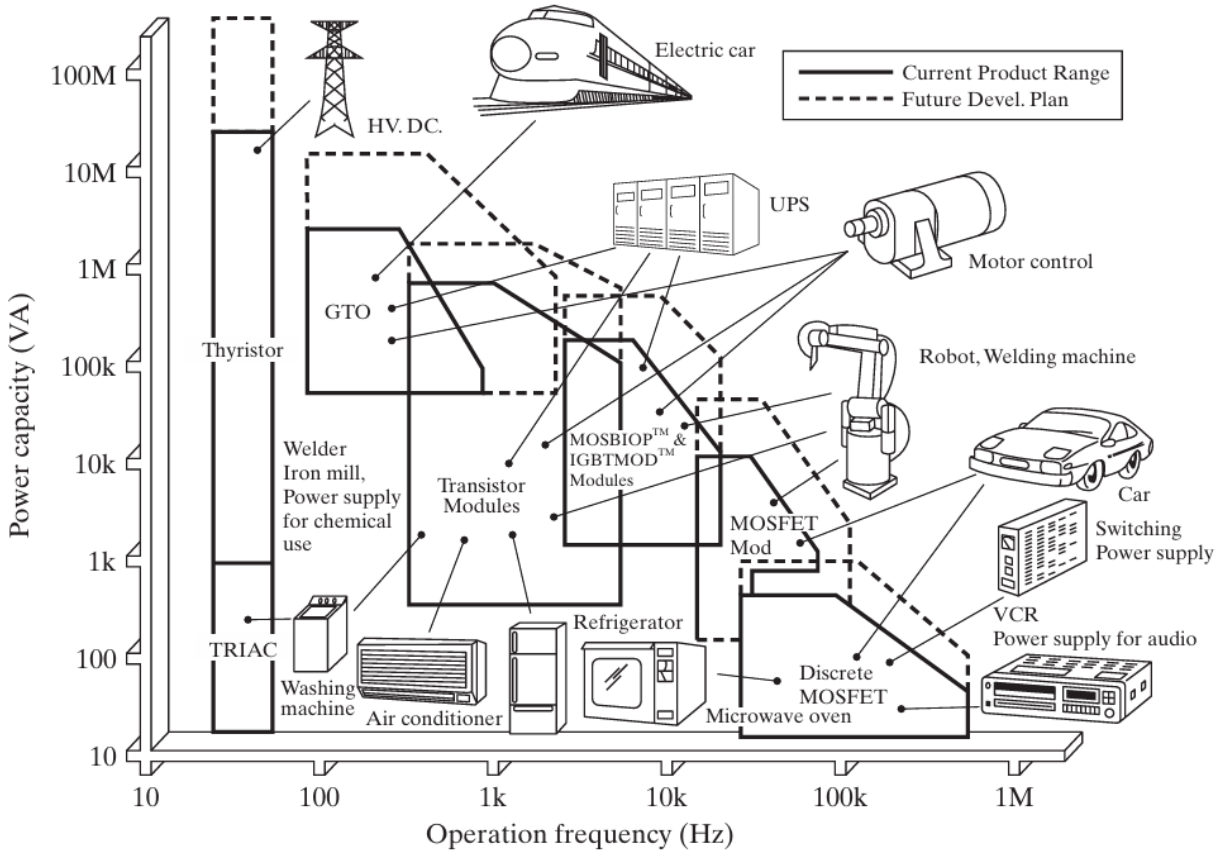
¿Cómo funciona la Electrónica de Potencia?

Los sistemas de **Conversion de la Energía se** utilizan en aplicaciones como:

- **Generación de energía**
- **Transmisión de energía**
- **Distribución de energía**
- **Control de energía**

En todos estos casos, los voltajes y corrientes de entrada se conmutan mediante dispositivos semiconductores de potencia

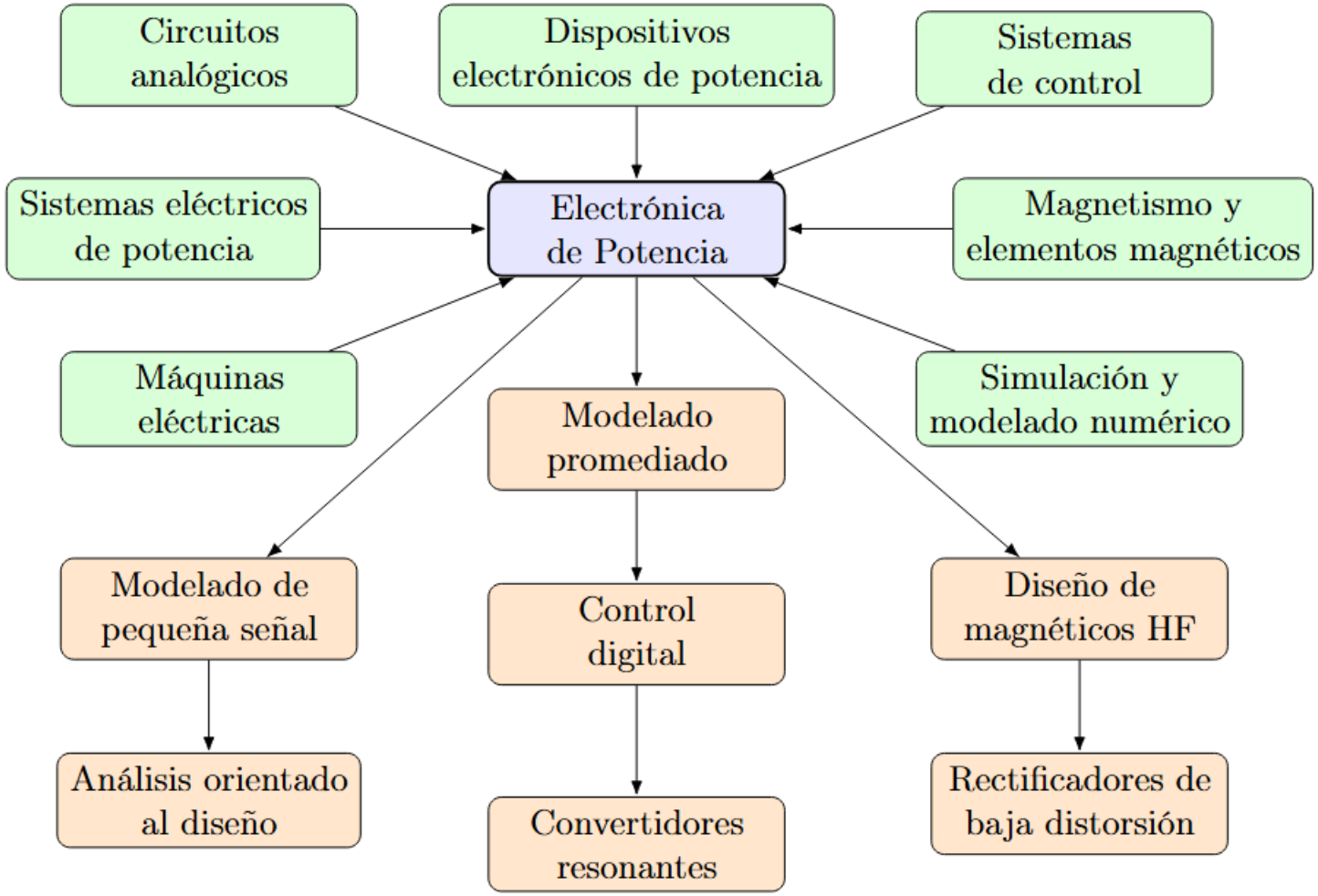
La elección del dispositivo depende del nivel de potencia, la frecuencia de conmutación, la eficiencia requerida y el tipo de entrada y salida.



Campo Multidisciplinario

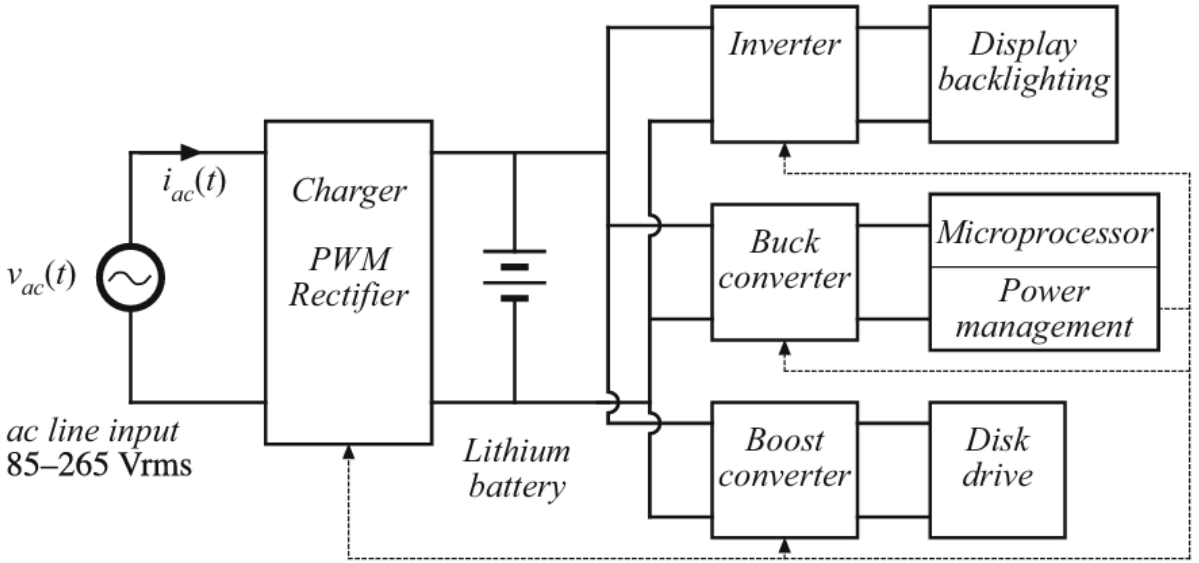
La electrónica de potencia es un campo multidisciplinario que integra diferentes disciplinas y conceptos.

Su estudio requiere una formación amplia en ingeniería eléctrica, además de técnicas especializadas para analizar y diseñar convertidores conmutados.



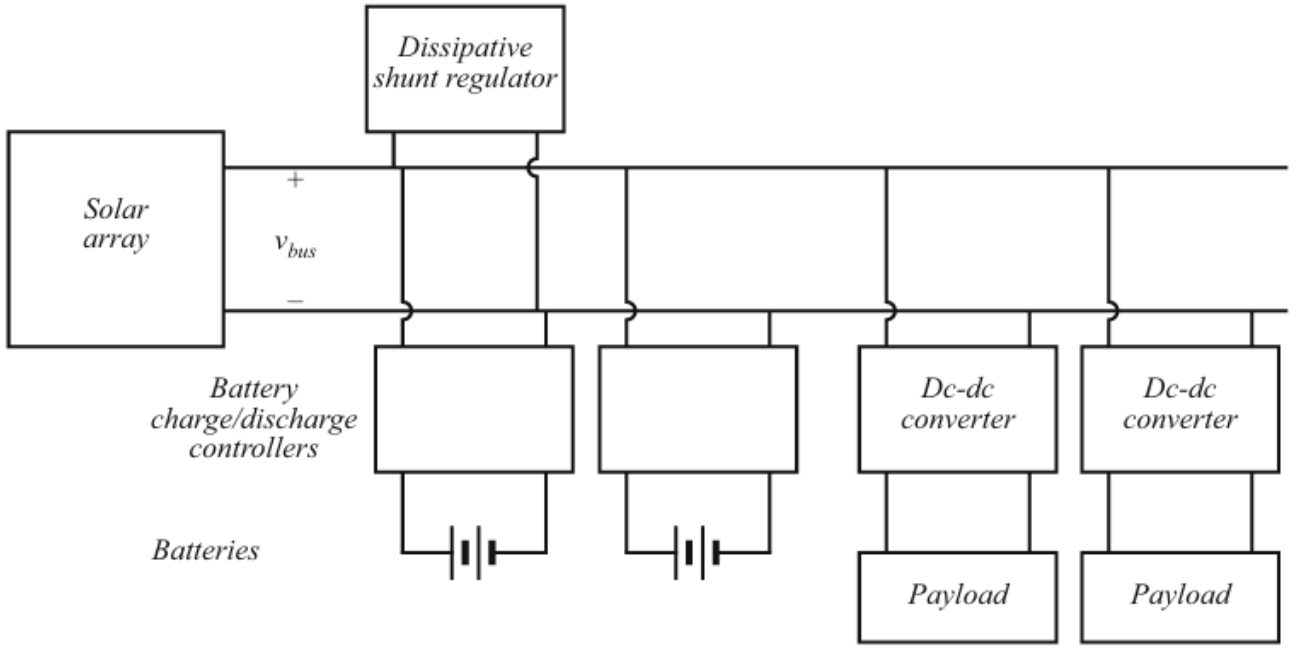
Sistema de potencia de una computadora portátil

- Una batería de litio alimenta el sistema.
- Varios convertidores DC–DC proporcionan los voltajes requeridos por cada carga.
- Un convertidor *buck* suministra el voltaje bajo para el microprocesador.
- Un convertidor *boost* alimenta el actuador de la unidad de disco.
- Un inversor genera corriente alterna de alta frecuencia para la retroiluminación de la pantalla.
- Las altas frecuencias de conmutación reducen tamaño y peso de inductores y transformadores.
- La gestión de energía selecciona modos que reducen el consumo y prolongan la vida de la batería.



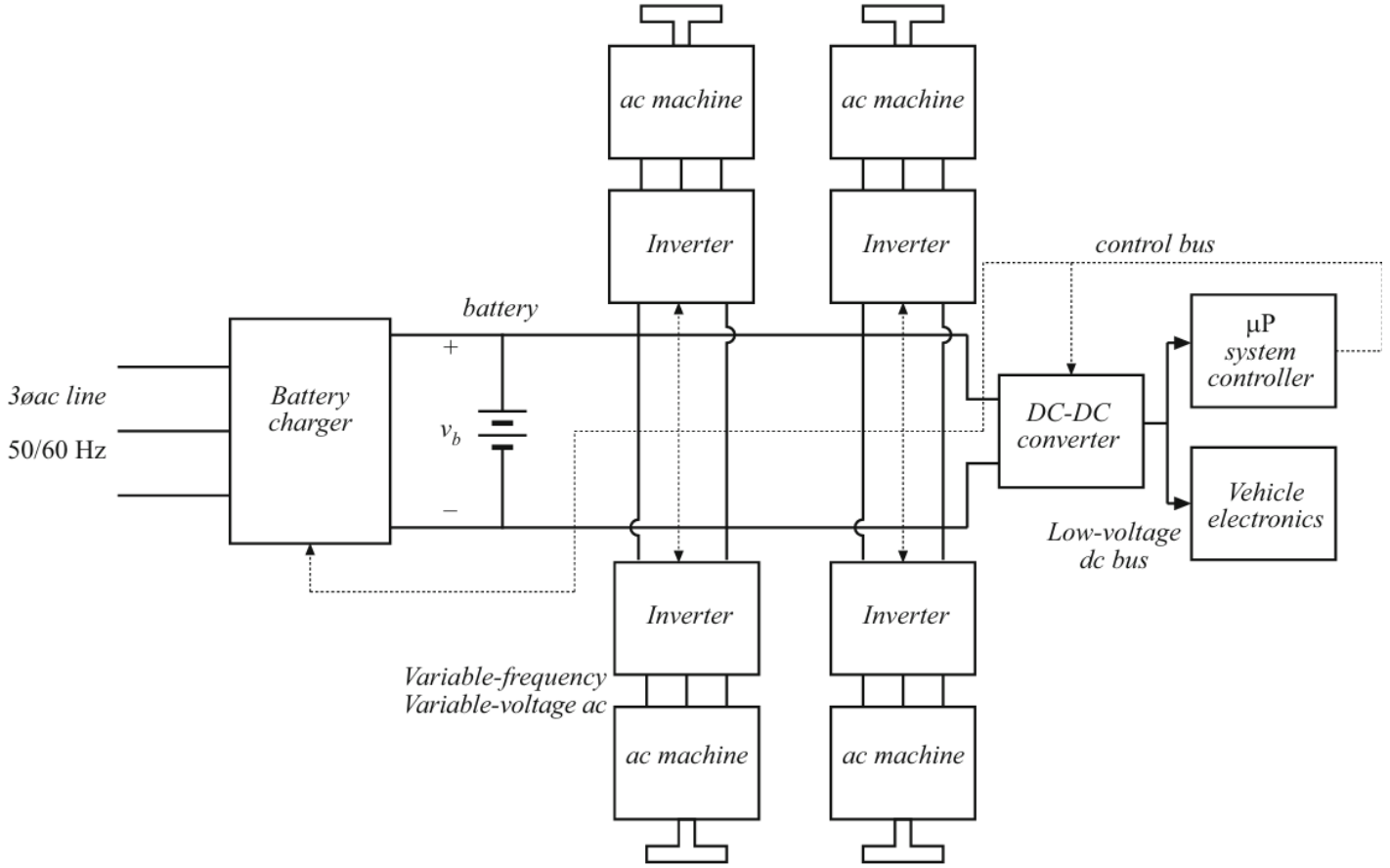
Sistema de potencia de una nave espacial en órbita

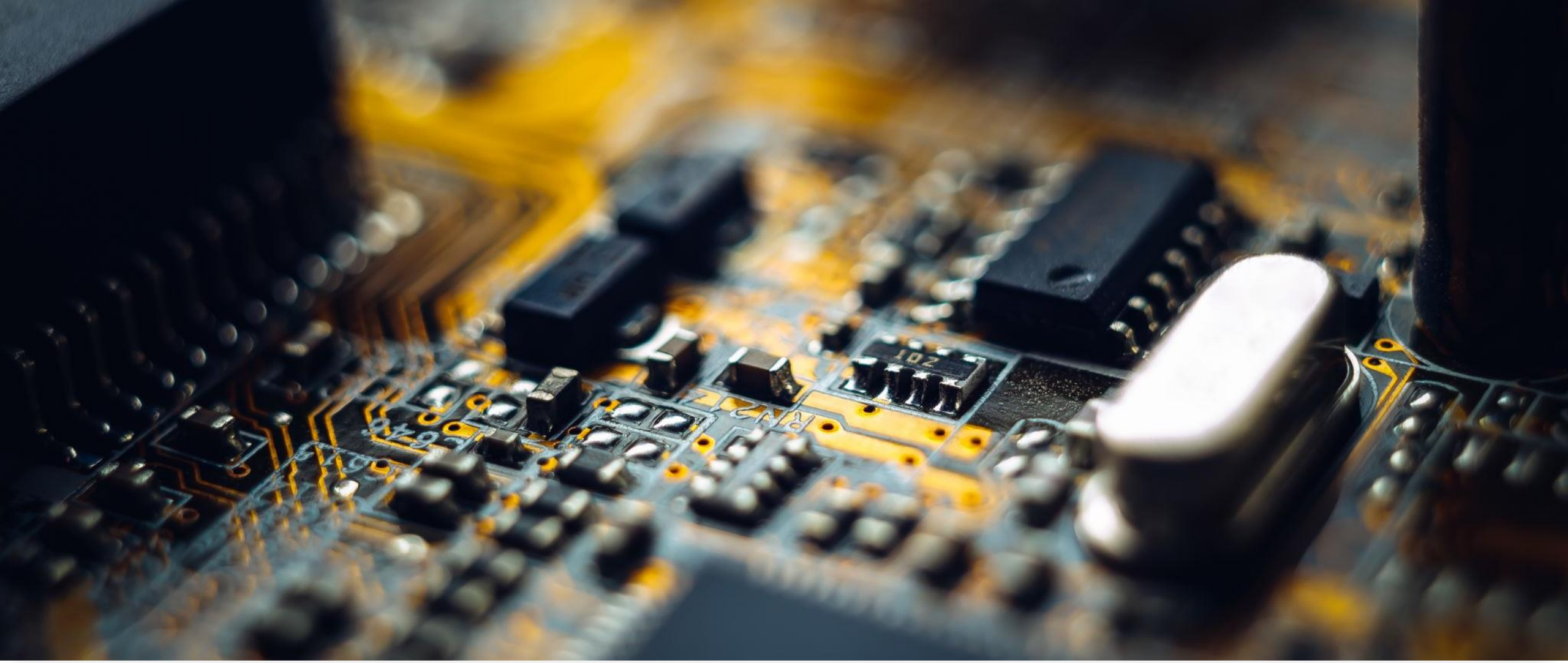
- Un arreglo solar proporciona el voltaje principal del bus Vbus
- Convertidores DC–DC regulan ese voltaje para alimentar las cargas del vehículo espacial.
- Controladores de carga y descarga conectan y gestionan las baterías.
- El sistema de acondicionamiento de potencia puede incluir etapas DC–DC adicionales.
- Aplicaciones típicas: aeronaves, naves espaciales y sistemas aeroespaciales avanzados.



Sistema de potencia y accionamiento de un vehículo eléctrico

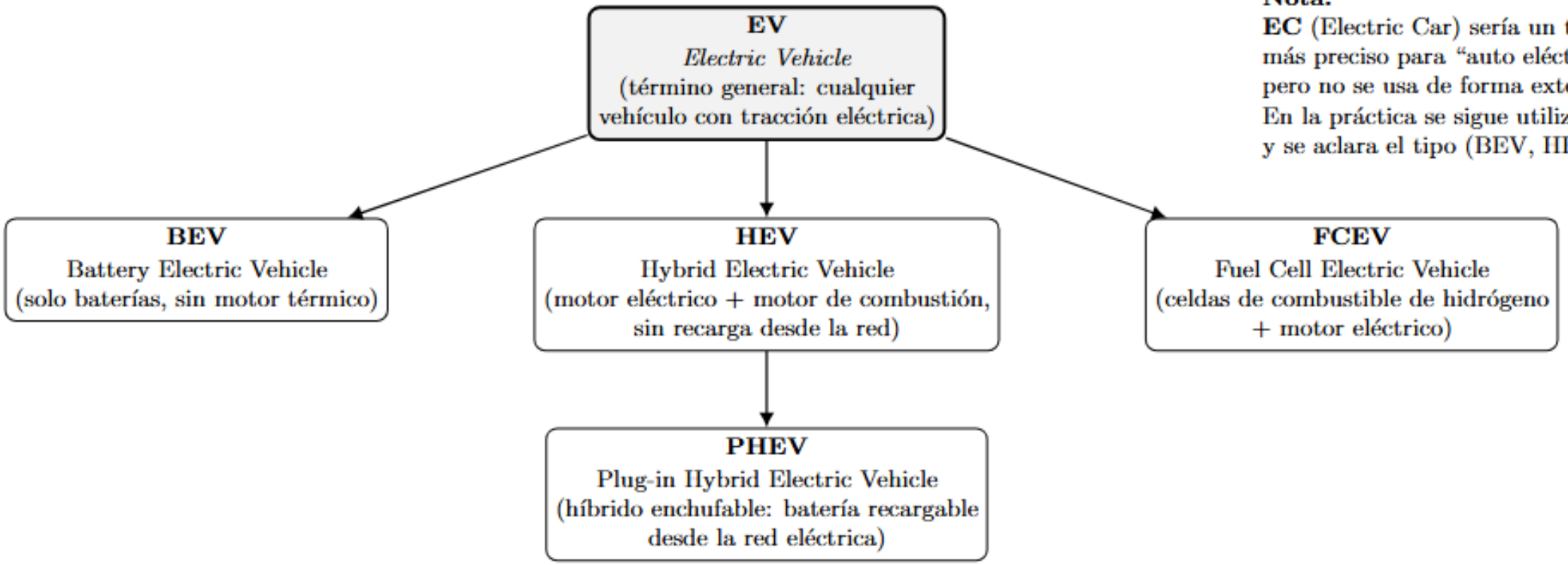
- Las baterías se cargan mediante un convertidor que toma corriente sinusoidal con alto factor de potencia.
- Las baterías suministran energía DC a motores AC de velocidad variable.
- Los inversores generan AC trifásica con frecuencia y voltaje ajustables.
- La velocidad del motor se controla variando la frecuencia de salida del inversor.
- Un convertidor DC–DC reduce el voltaje de la batería para los sistemas electrónicos de baja tensión.
- Los accionamientos de motor se usan en transporte (vehículos eléctricos, metro, locomotoras) y en aplicaciones industriales.





Revisión de los Vehículos Eléctricos

¿Qué es un Vehículo Eléctrico?



Nota:
EC (Electric Car) sería un término más preciso para "auto eléctrico", pero no se usa de forma extendida.
En la práctica se sigue utilizando **EV** y se aclara el tipo (BEV, HEV, PHEV, FCEV).

Especificaciones de vehículos eléctricos comerciales



Modelo de Vehículo	Tipo	Capacidad de Batería (kWh)	Autonomía (km)	Tipo de Conector
Chevrolet Volt	PHEV	18.4	85–Batería	Tipo 1 J1772
Mitsubishi Outlander	PHEV	20	84–Batería	CCS, Tipo 2
Volvo XC40	PHEV	10.7	43–Batería	CCS, Tipo 2
Toyota Prius Prime	PHEV	8.8	40–Batería	SAE J1772
Nissan Leaf Plus	BEV	64	480	CHAdeMO, Tipo 2
Tesla Model S	BEV	100	620	Supercargador
Tesla Model X	BEV	100	500	Supercargador
Tesla Model 3	BEV	82	580	Supercargador
Kia Niro – SUV	BEV	64	460	CCS, Tipo 2
Lexus UX 300e	BEV	54.3	320	CHAdeMO, Tipo 2
Ford Mustang (Mach-E)	BEV	70	400	CCS, Tipo 2
Jaguar EV400	BEV	90	450	CCS, Tipo 2
Renault Zoe	BEV	52	390	CCS, Tipo 2
BMW i3	BEV	37.9	310	CCS, Tipo 2
Chevrolet Bolt	BEV	65	402	CCS, Tipo 2
Honda e	BEV	28.5	220	CCS, Tipo 2
Porsche Taycan	BEV	93	410	CCS, Tipo 2
Volkswagen e-Golf	BEV	35.8	230	CCS, Tipo 2
Mercedes-EQA	BEV	66.5	420	CCS, Tipo 2
Audi e-tron	BEV	95	400	CCS, Tipo 2
BMW iX3	BEV	80	460	CCS, Tipo 2
Toyota Mirai	FCEV	1.6	647	–
Hyundai Nexo	FCEV	40	570	–
Honda Clarity	FCEV	25.5	550	–
BYD Atto 3	E-REV	60.4	420–Batería	CCS, Tipo 2
Hyundai Kona	E-REV	64	577–Batería	CCS, Tipo 2

Características clave en un Vehículo Eléctrico

Concepto	Definición	Descripción
Power & Torque (Potencia y Par)	Capacidad del motor eléctrico para entregar potencia y par instantáneo con bajas pérdidas mecánicas.	Motores eléctricos tienen mínimas pérdidas por fricción y casi nulo desgaste. Entregan par máximo desde cero rpm, lo que permite aceleraciones muy superiores a los motores de combustión. Ejemplo: Porsche Taycan Turbo S (761 hp), 0–100 km/h en 2.8 s.
Drive Range (Autonomía)	Distancia que puede recorrer un vehículo eléctrico con una sola carga, determinada principalmente por la capacidad útil de la batería.	EV modernos: ≈400 km por carga. Modelos avanzados: 600–800 km. Conceptos como Mercedes EQXX apuntan a 800–1000 km. Para trayectos diarios típicos (50–70 km/día), la autonomía es más que suficiente.
Charging Speed (Velocidad de Carga)	Tiempo requerido para recargar la batería, influido por la potencia del cargador y la capacidad del vehículo para aceptar corriente.	En casa (AC): la batería suele tardar toda la noche en cargarse. Carga rápida DC (alta potencia): permite recuperar ~80% en 35–45 minutos. La infraestructura de carga es clave para la adopción masiva del EV.

Tipos de Autos Eléctricos según su Evolución

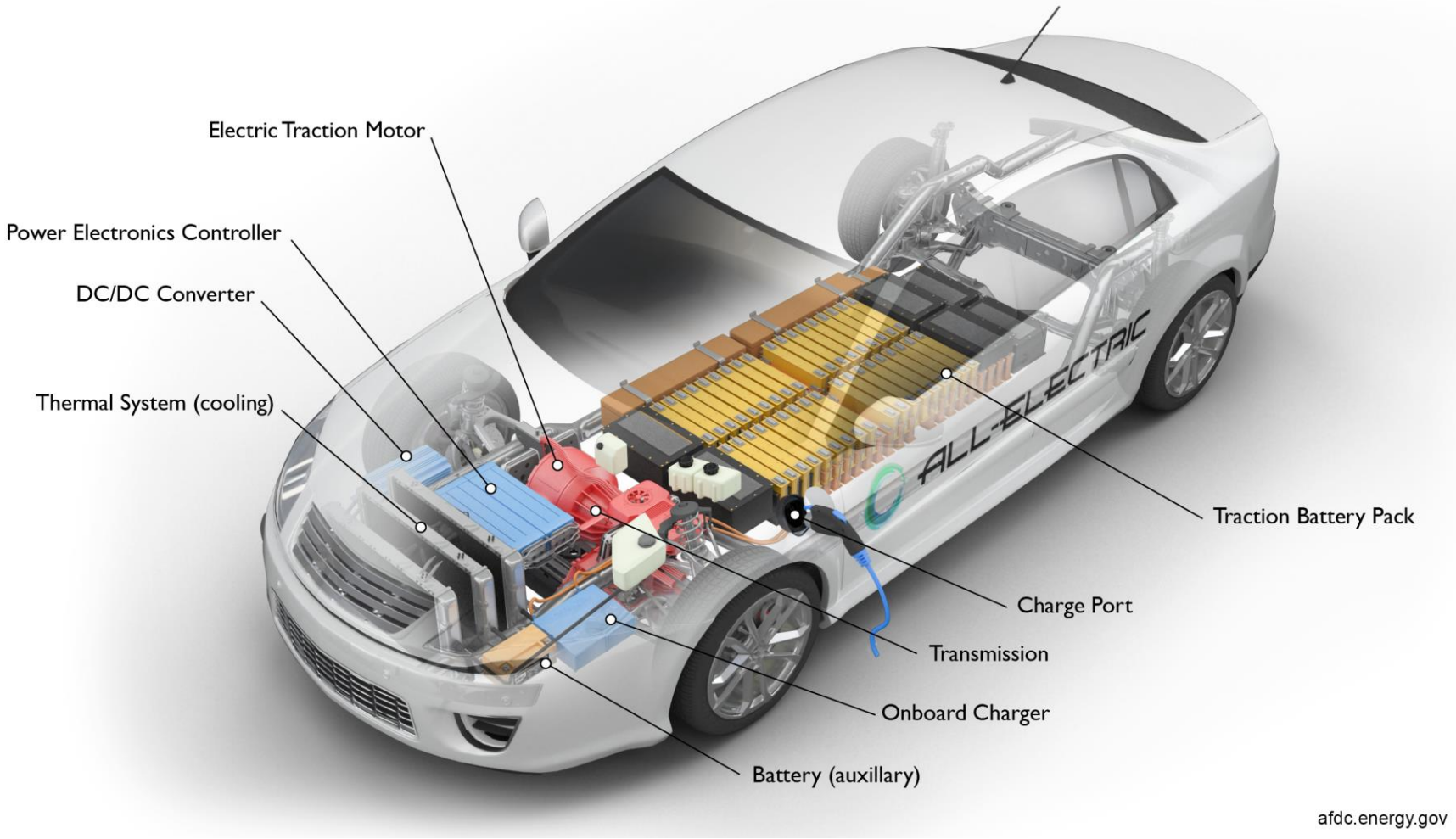
Generación	Idea central	Características principales	Ejemplos	Concepto clave
1. Primera generación Vehículos convertidos	Autos de gasolina adaptados a eléctrico.	- Motor de combustión reemplazado por eléctrico.- Baterías en cajuela u otros espacios.- Conservan transmisión.- Baja autonomía y rendimiento.- Baratos de construir.	Prototipos de los 90s, Toyota RAV4 EV (1997).	Conversión, no diseño dedicado.
2. Segunda generación – Plataformas adaptadas	Autos diseñados para ICE pero modificados para EV.	- Eliminan transmisión tradicional.- Componentes eléctricos en huecos del ICE.- Mejor autonomía (~100 km).	Kia Soul EV 2014, VW e-Golf 2015, Nissan Leaf 1ª gen.	Plataforma mixta, adaptación razonable.
3. Tercera generación EV diseñados desde cero	Plataforma completamente eléctrica.	- Batería plana bajo el piso.- Motores compactos.- Más espacio interior.- Versiones con 2, 3 o 4 motores.	Tesla Model S, Jaguar i-Pace, Audi e-tron S, Rivian R1T, Rimac C_Two.	Arquitectura 100% eléctrica.
4. Cuarta generación Arquitecturas de 800 V	BEV avanzados con alto voltaje.	- Arquitecturas de 800 V.- Carga ultra-rápida.- Menor calentamiento.- Mayor eficiencia.	Porsche Taycan, Hyundai Ioniq 5/6, Kia EV6.	Alta eficiencia y carga avanzada.

Componentes y Sistemas Principales de un Auto Eléctrico (BEV)

Componente / Sistema	Qué es / Cómo funciona	Ejemplos / Notas
Motor eléctrico (síncrono o asíncrono)	Convierte energía eléctrica en movimiento mediante interacción electromagnética entre rotor y estator.	Síncronos con imanes permanentes (Porsche Taycan, Tesla Model S). Asíncronos (Audi e-tron).
Caja reductora (Gearbox)	Transmisión simple, usualmente de una sola velocidad, a veces con 2 rangos en vehículos de alto desempeño.	Planetarios o reductores simples. Usada en todos los BEV modernos.
Batería de tracción (High-voltage pack)	Conjunto de celdas organizadas y gestionadas por microcontroladores (BMS). Tensiones típicas: 350–800 V.	Tecnologías: Li-ion, NCM, NCA, LFP. Ej.: Tesla, Hyundai, Kia, VW.
Inversor (Inverter)	Convierte energía DC ↔ AC y controla la potencia del motor. Es un sistema electrónico avanzado.	Es clave para el desempeño y eficiencia.
Batería de 12 V	Una batería clásica que alimenta sistemas de bajo voltaje.	Sigue existiendo incluso en autos totalmente eléctricos.
Sistema de enfriamiento	Red de radiadores, tuberías, bomba y a veces bomba de calor.	Las baterías deben trabajar en un rango térmico estrecho.
Sistema de carga (On-board charger + puertos)	Electrónica que gestiona la recarga desde distintas fuentes AC/DC y distintos estándares internacionales.	Estándares: CCS, CHAdeMO, GB/T, NACS.
Frenos convencionales	Sistema tradicional de discos, pastillas y líquido hidráulico.	Menor desgaste gracias al frenado regenerativo.

Componentes y Sistemas Principales de un Auto Eléctrico (BEV)

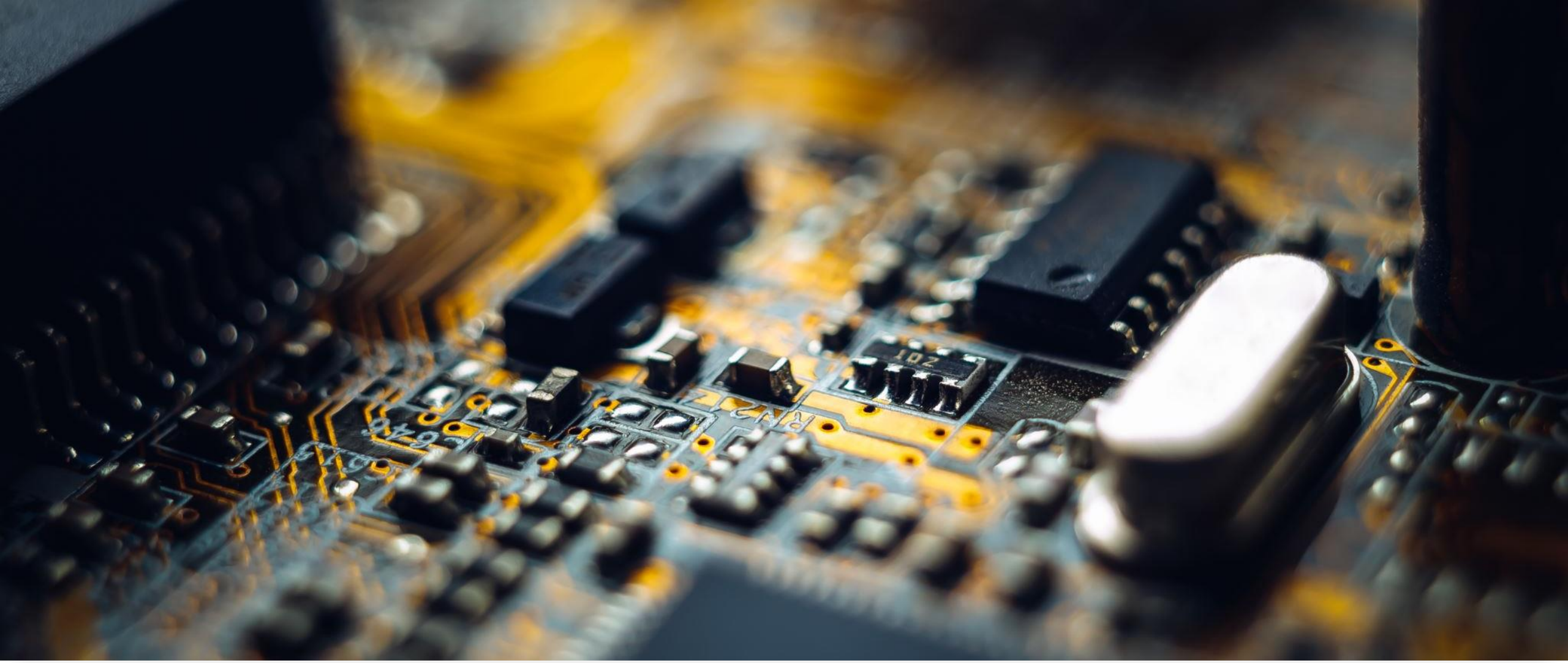
All-Electric Vehicle



afdc.energy.gov

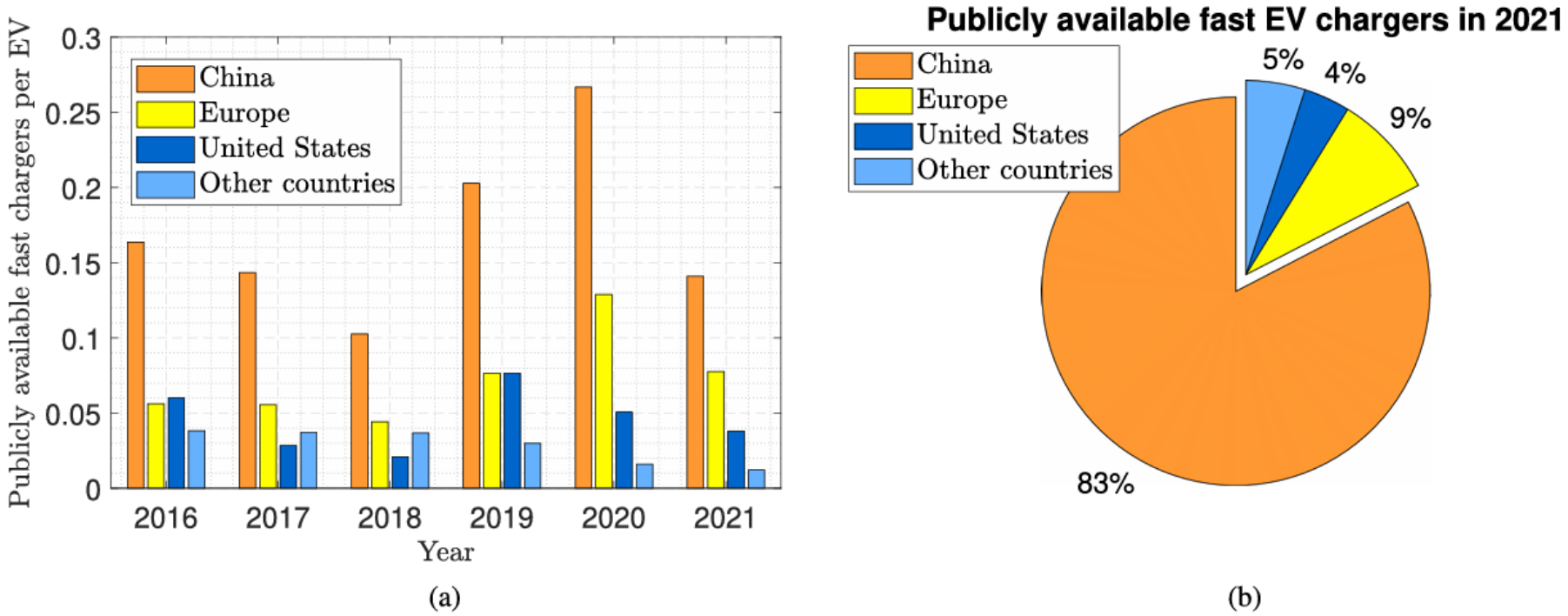
Componentes y Sistemas Principales de un Auto Eléctrico (BEV)

Componente	Descripción / Función principal
Auxiliary Battery **(Batería auxiliar 12 V)**	Proporciona electricidad para accesorios y sistemas auxiliares del vehículo (luces, electrónica, actuadores). Se mantiene cargada mediante un convertidor DC/DC.
Charge Port **(Puerto de carga)**	Permite conectar el vehículo a una fuente externa de energía para cargar el paquete de baterías de tracción. Soporta distintos estándares (AC/DC).
DC/DC Converter **(Convertidor DC/DC)**	Convierte el alto voltaje del paquete de baterías de tracción al voltaje bajo necesario para alimentar accesorios y recargar la batería auxiliar.
Electric Traction Motor **(Motor de tracción eléctrico)**	Utiliza energía de la batería de tracción para mover las ruedas. Puede funcionar como motor y como generador (frenado regenerativo).
Onboard Charger **(Cargador a bordo)**	Convierte la energía AC de la red eléctrica en energía DC para cargar la batería de tracción. Supervisa voltaje, corriente, temperatura y estado de carga durante la recarga.
Power Electronics Controller **(Controlador de electrónica de potencia)**	Gestiona el flujo de energía entre la batería y el motor eléctrico. Controla velocidad del motor, par (torque) y respuesta dinámica del vehículo.
Thermal System / Cooling **(Sistema térmico / refrigeración)**	Mantiene las temperaturas adecuadas del motor eléctrico, electrónica de potencia, cargador, convertidor y batería de tracción. Puede incluir bomba de calor.
Traction Battery Pack **(Paquete de baterías de tracción)**	Almacena la energía eléctrica utilizada por el motor de tracción. Es el componente energético principal del vehículo.
Electric Transmission **(Transmisión eléctrica)**	Transfiere la potencia mecánica del motor eléctrico a las ruedas. Suelen ser transmisiones simples de una velocidad debido al alto rango operativo del motor.



Infraestructura de Carga de Vehículos Eléctricos

El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga



a) Cargadores rápidos por vehículo eléctrico disponibles en distintas regiones durante los años 2016–2021. (b) Desglose de los cargadores rápidos públicos disponibles en 2021.

El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

- Los vehículos eléctricos emplean distintas tecnologías y estrategias de carga, por lo que existen estándares para facilitar su adopción.
- Los cargadores pueden ser internos o externos, y funcionar de forma unidireccional o bidireccional.
- Los métodos de carga se clasifican en: carga conductiva, intercambio de baterías y carga inalámbrica o inductiva

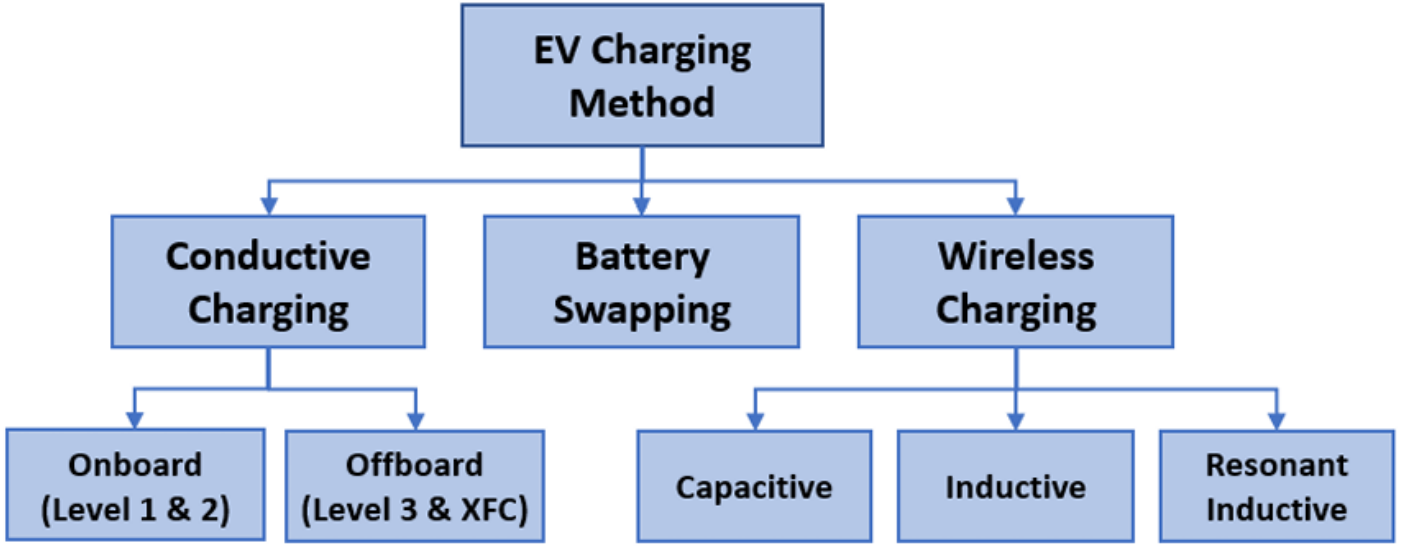


Diagrama ilustrativo de los Métodos de carga de vehículos Eléctricos.

El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

Especificación	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Carga Extrema Rápida (XFC)
Potencia de carga	1.44 kW – 1.9 kW	3.1 kW – 19.2 kW	20 kW – 350 kW	>350 kW
Tipo de cargador	A bordo – Carga lenta	A bordo – Carga semi-rápida	Externo – Carga rápida	Externo – Carga ultra-rápida
Lugar de carga	Residencial	Privado y comercial	Comercial	Comercial
Tiempo de carga	200 km: ± 20 h	200 km: ± 5 h	80% de 200 km: ± 30 min	Aproximadamente 5 min con alta densidad de energía
Suministro eléctrico	120/230 Vac, 12–16 A, Monofásico	208/240 Vac, 12–80 A, Monofásico / Fase dividida	208/240 Vac y 300–800 Vdc, 250–500 A, Trifásico	1000 Vdc o más, 400 A o mayor, Polifásico
Interfaz y tipo de protección	Enchufe convencional (interruptor en el cable)	Equipo dedicado de suministro para EV (interruptor en cable y función piloto)	Equipo dedicado de suministro para EV (comunicación y monitoreo entre EV y estación de carga)	Equipo dedicado de suministro para EV (comunicación y monitoreo entre EV y estación de carga)
Estándares	SAE J1772, IEC 62196-2, IEC 61851-22/23, GB/T 20234-2	SAE J1772, IEC 62196-2, IEC 61851-22/23, GB/T 20234-2	IEC 61851-23/24, IEC 62196-3	IEC 62196, SAE J2836/2 & J2847/2

Comparación de los diferentes niveles de carga de vehículos eléctricos

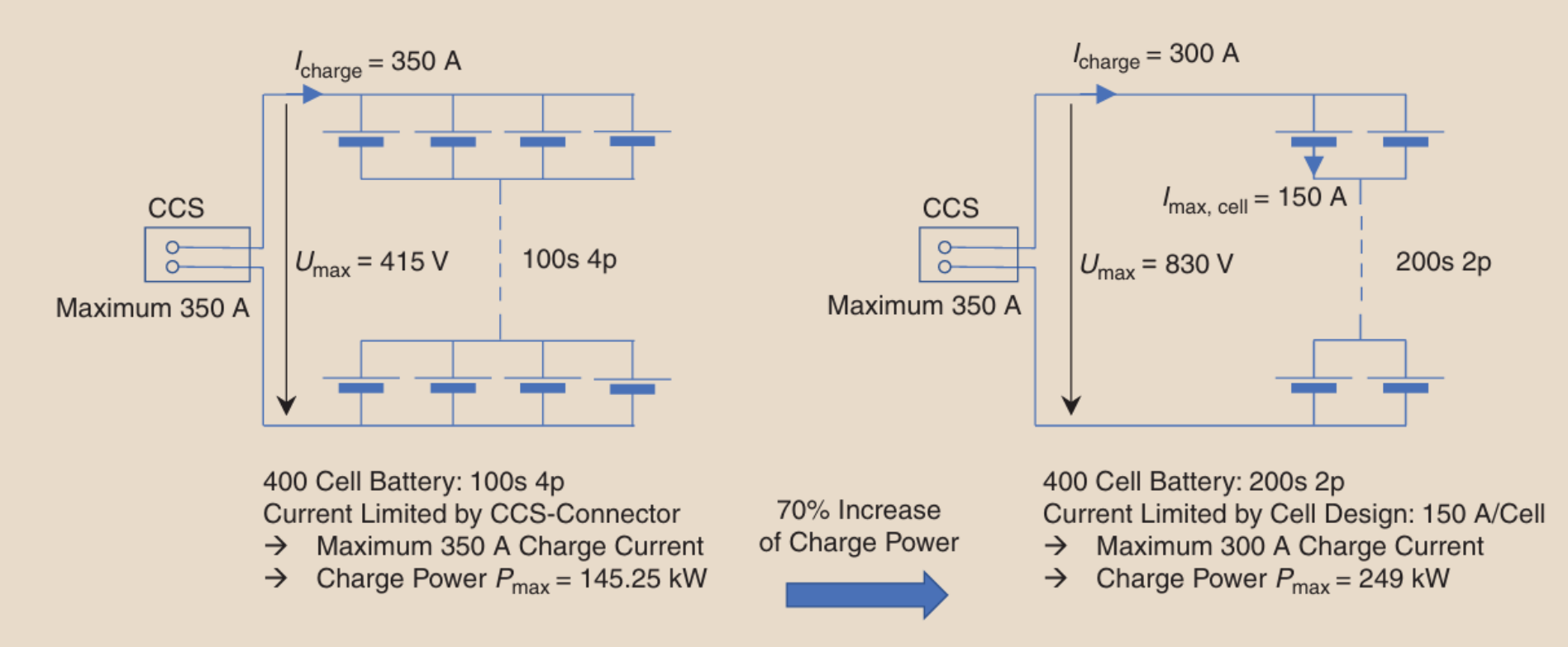
El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

Tabla 3. Comparación de los diferentes niveles de carga de vehículos eléctricos

Specifications	Japan	USA	Europe		China		ALL Markets	
Charger type								
	Type 1 (SAE J1772)		Type 2 (Mennekes)		Type 2 (GB/T)		Tesla	
	Level 1	Level 2	Mode 1	Mode 2-3	Mode 2	Mode 3	Mobile connection	Wall connection
Maximum Capacity	1.9 kW	19.2 kW	4 kW	22 kW	7 kW	27.7 kW	7.7 kW	11.5 kW
Input voltage	120 V Single phase	240 V Split phase	250 V Single phase	480 V Three phase	250 V Single phase	400 V Three phase	120/240 V Single phase	208/250V single phase
Current rating	16 A	80 A	16 A	32 A	16 A	32 A	16/32 A	48 A
Standards	SAE J1772-2017 IEC 62196-2, IEC 61851-22/23		IEC 62196-2 IEC 61851-22/23		GB/T 20234-2 IEC 62196-2		IEC 62196-2	

El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

Tecnología de 400 V vs 600 V



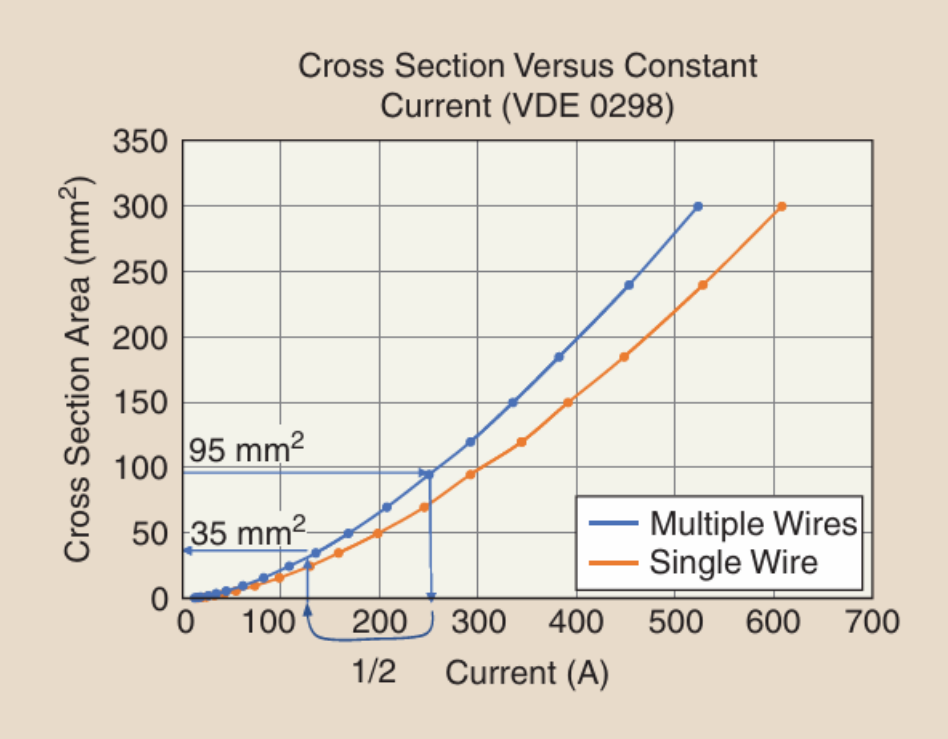
El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

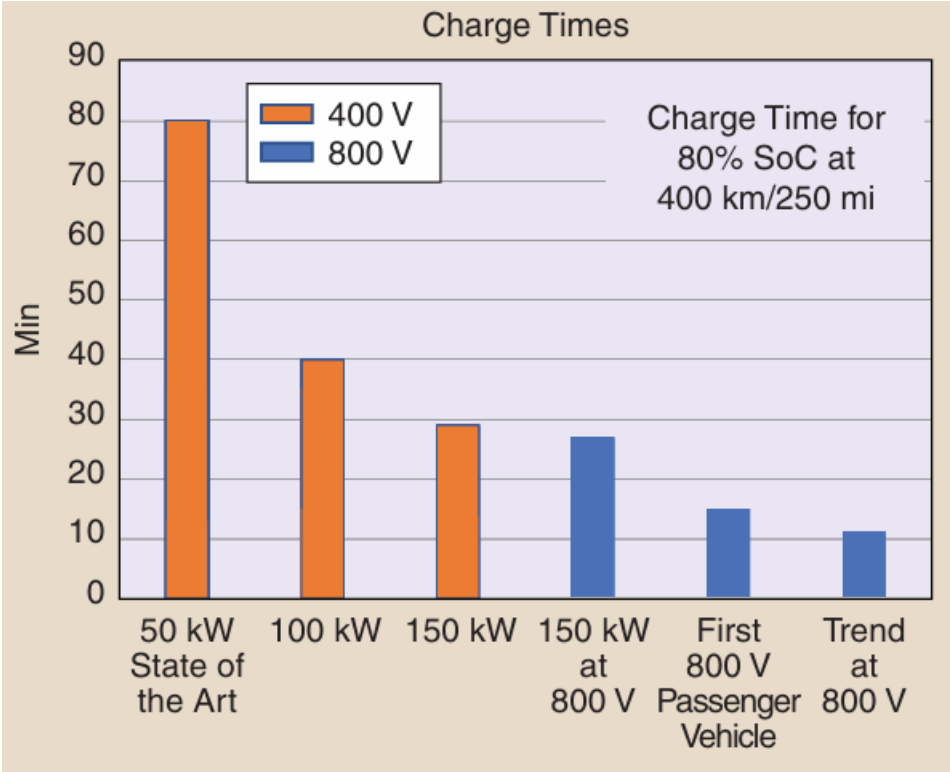
Tabla 3. Comparación de los diferentes tipos de carga de DC de vehículos eléctricos

Standards	CHAdeMO	GB/T	CCS Type 1	CCS Type 2	ChaoJi	NACS	MCS
Output voltage	50-1000 V	250-950 V	200-1000 V	200-1000 V	1000-1500 V	300-480 V	500-1250 V
Maximum current	400 A	250 A	400 A	400 A	600 A	800 A	3000 A
Maximum power	400 kW	237.5 kW	200 kW	350 kW	900 kW	250 kW	3.75 MW
Communication protocol	CAN*	CAN	PLC†	PLC	CAN	CAN	PLC
V2X capability	Yes	No	No	No	Yes	No	Yes
Compliant standards	IEEE2030.1.1 IEC 62196-3	IEC 62196-3	SAE J1772 IEC 62196-3	IEC 62196-3	CHAdeMO GB/T	IEC 62196-3	IEC 62196-3 IEC 61851-23
Region	Worldwide	China India	United States South Corea	Europe Australia	Worldwide	Worldwide	Worldwide
Connector							

El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

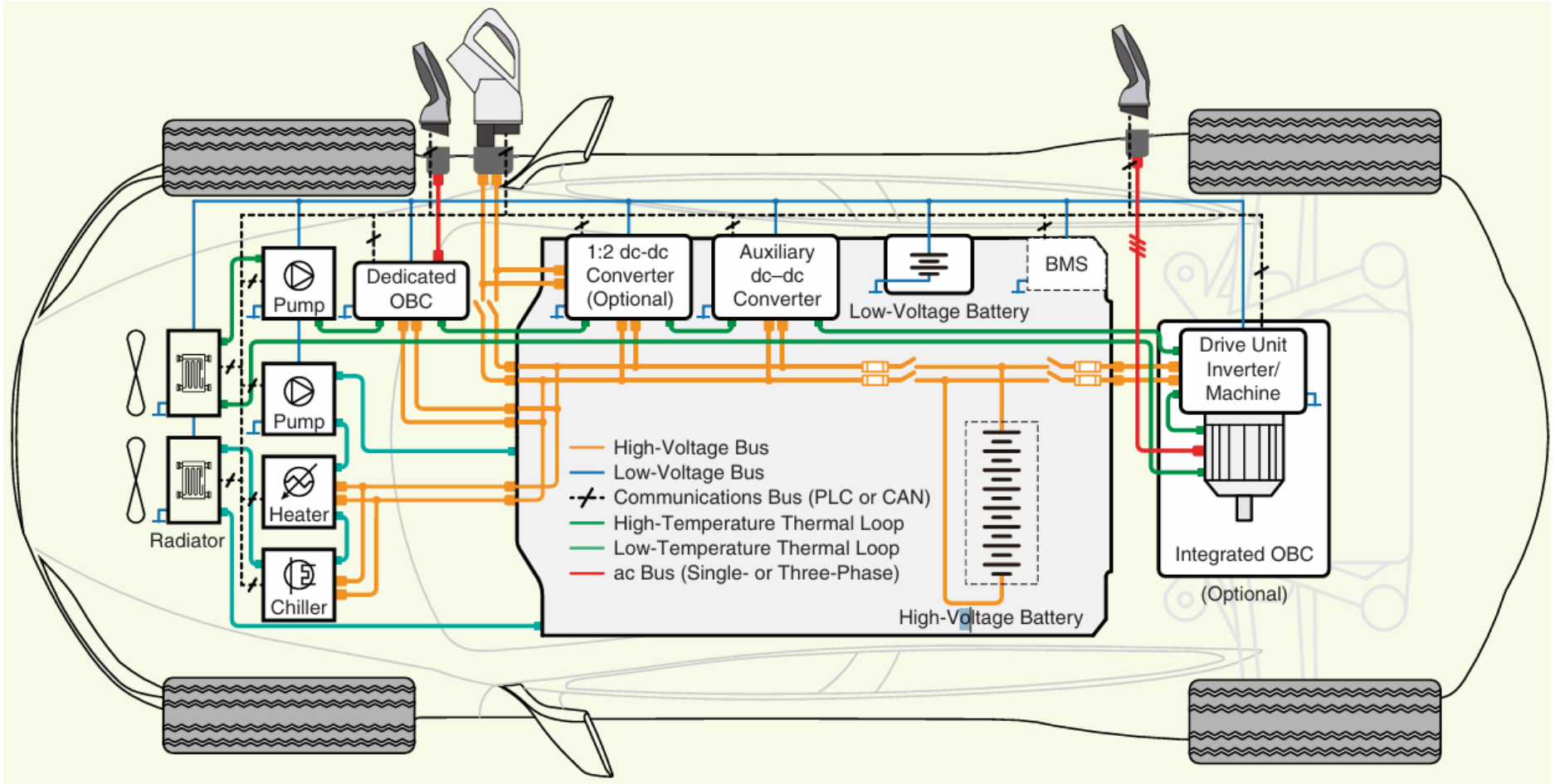
Ventajas y tiempos de carga con tecnología de 400 V vs 800 V





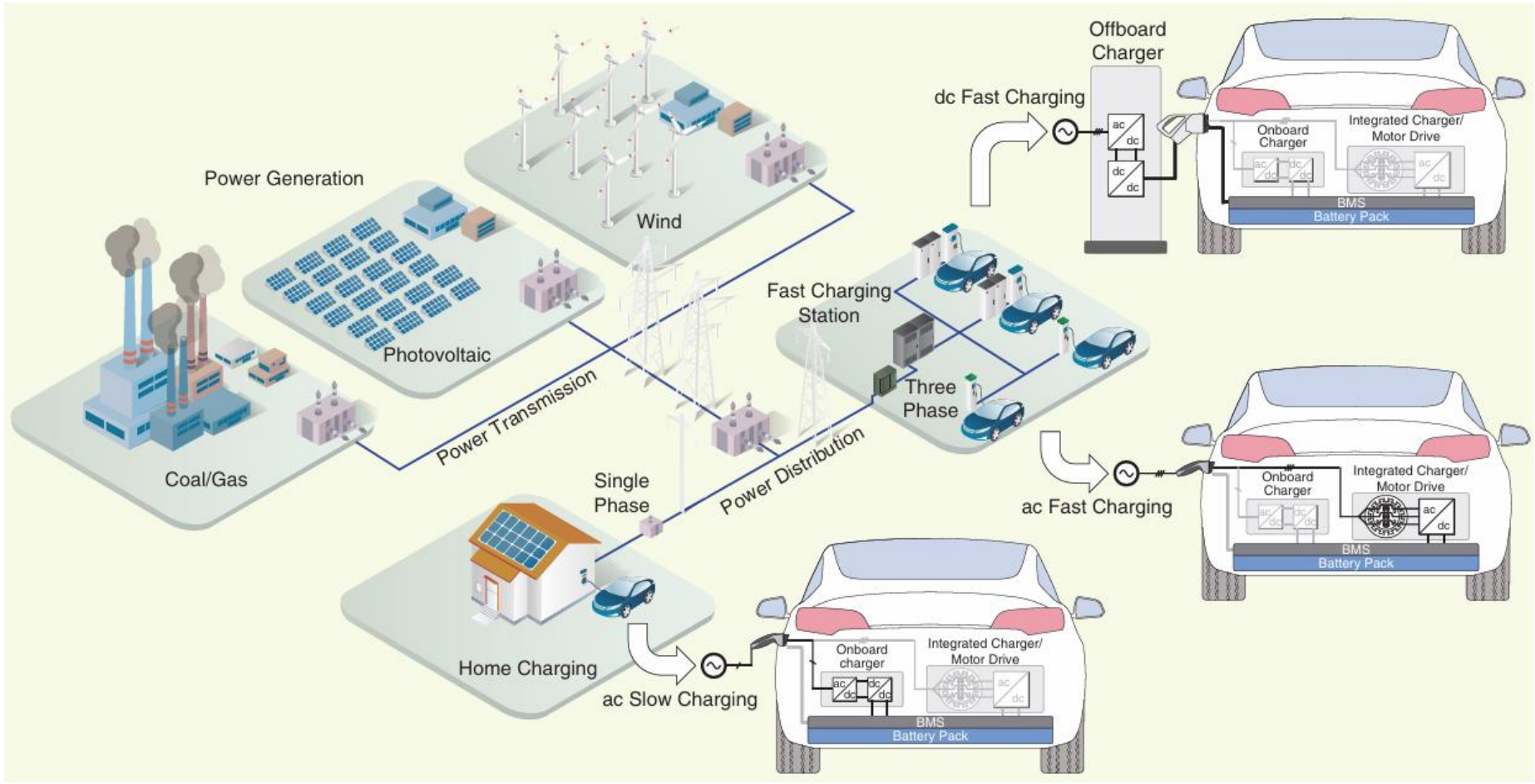
El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

Diagrama electromecánico de un vehículo Eléctrico con carga rápida de DC.

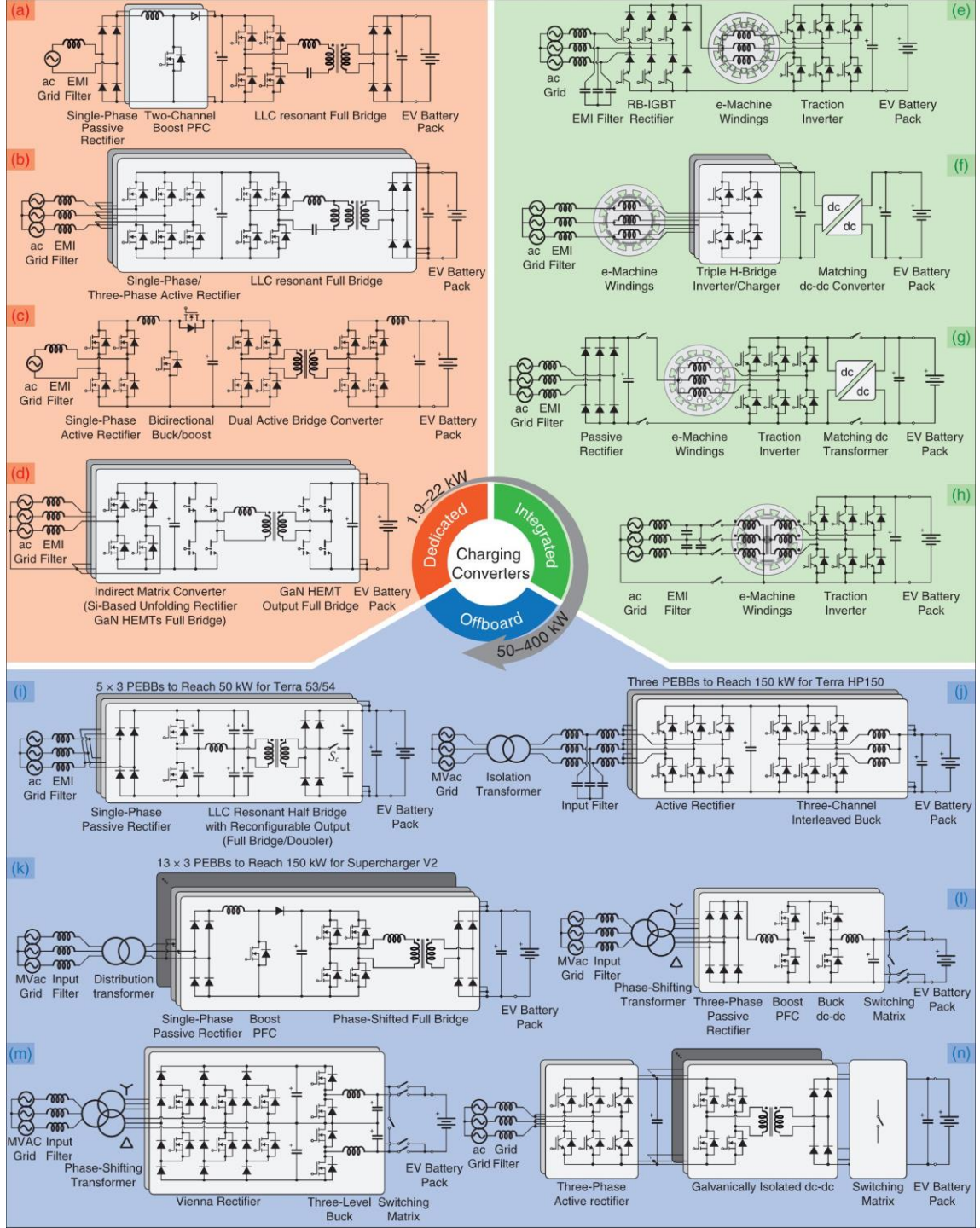


El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

La generación, transmisión, distribución e infraestructura de carga.

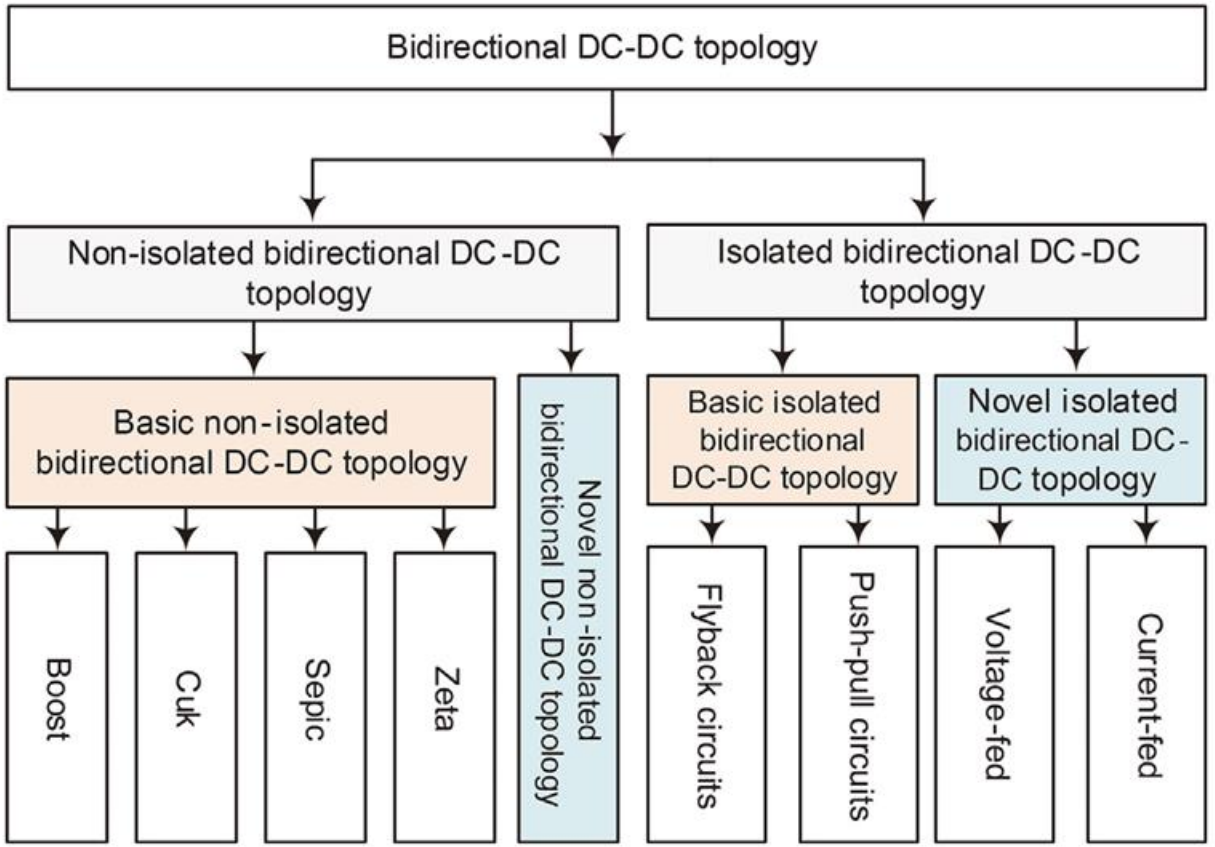


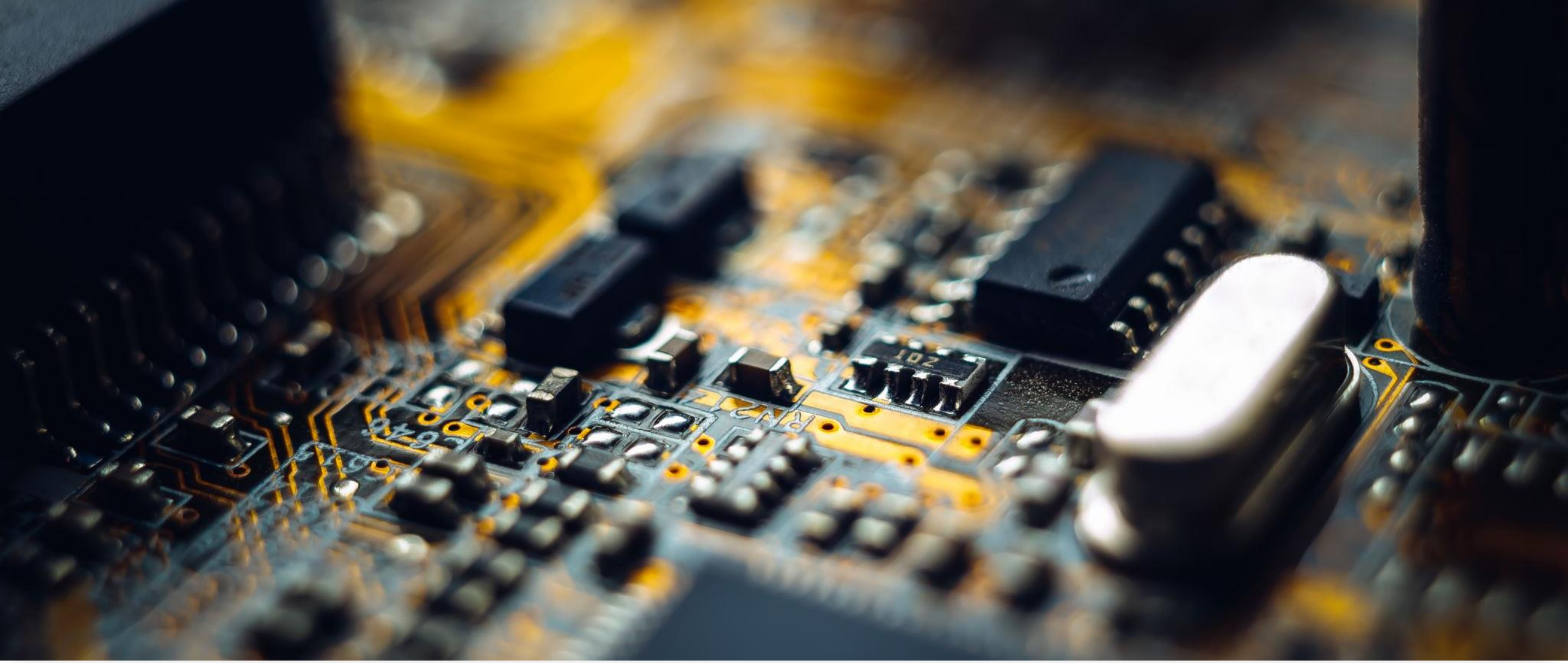
Topologías de carga y tracción en Vehículos Eléctricos



El proceso de carga y almacenamiento de Energía: Infraestructura de Carga

Comparación de los diferentes tipos de convertidores CD-CD





Tecnología de semiconductores y futuro de la Conversión de la Energía

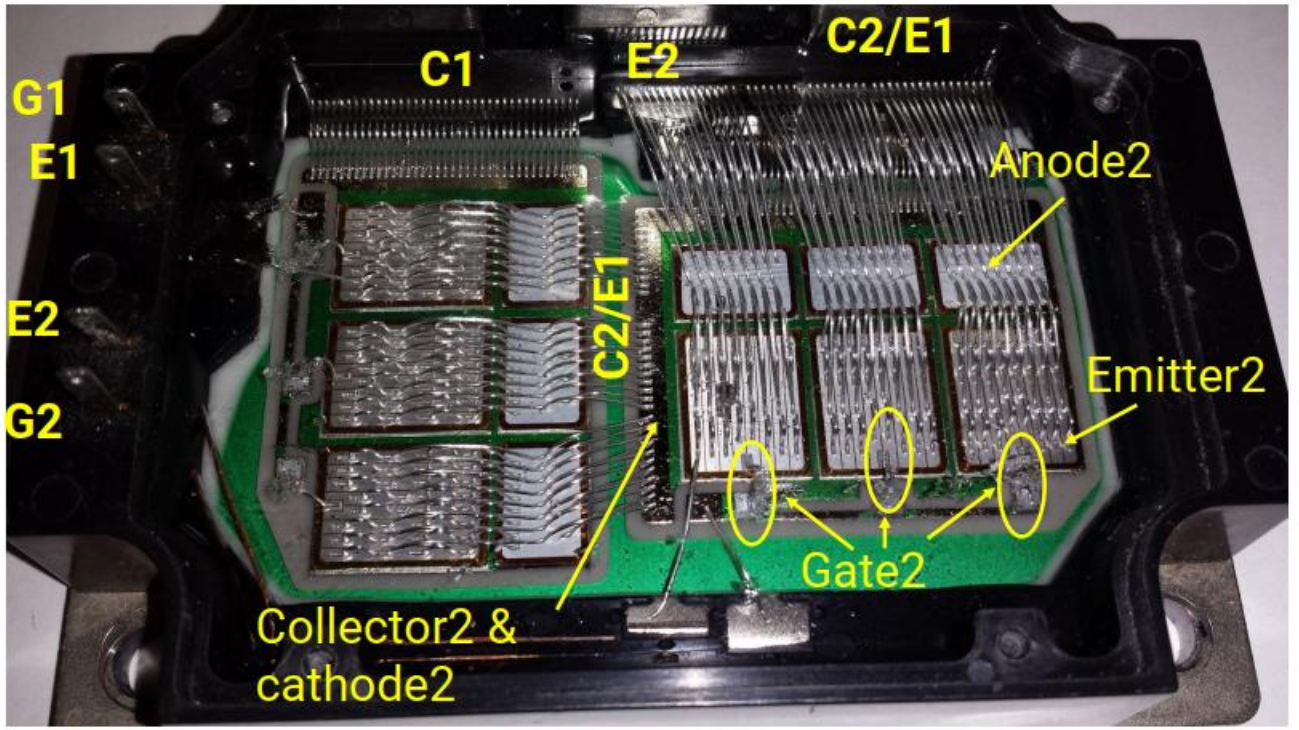
Tecnología de semiconductores

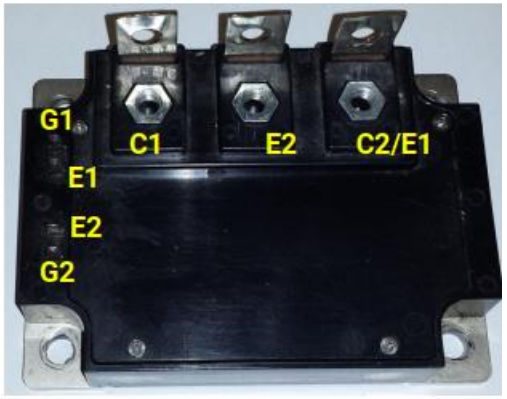
Comparación entre propiedades de ssemiconducores de Silicion VS Carburo de Silicion

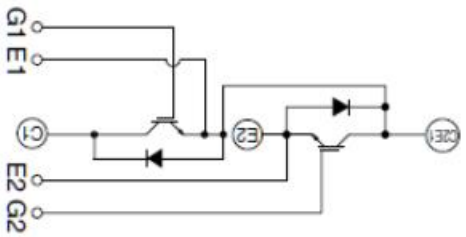
Propiedad	Silicio (Si)	Carburo de Silicio 4H-SiC
Energía de banda prohibida (Eg), eV	1.12	**3.26**
Campo eléctrico crítico (Ec), MV/cm	0.3	**3.0**
Conductividad térmica (λ), W/m·K	150	**370–490**
Movilidad electrónica (μn), $cm^2/V·s$	**1500**	900
Temperatura máxima de unión (Tj máx.), °C	150	**200–225**

Tecnología de semiconductores

Si IGBT- Vista Interna

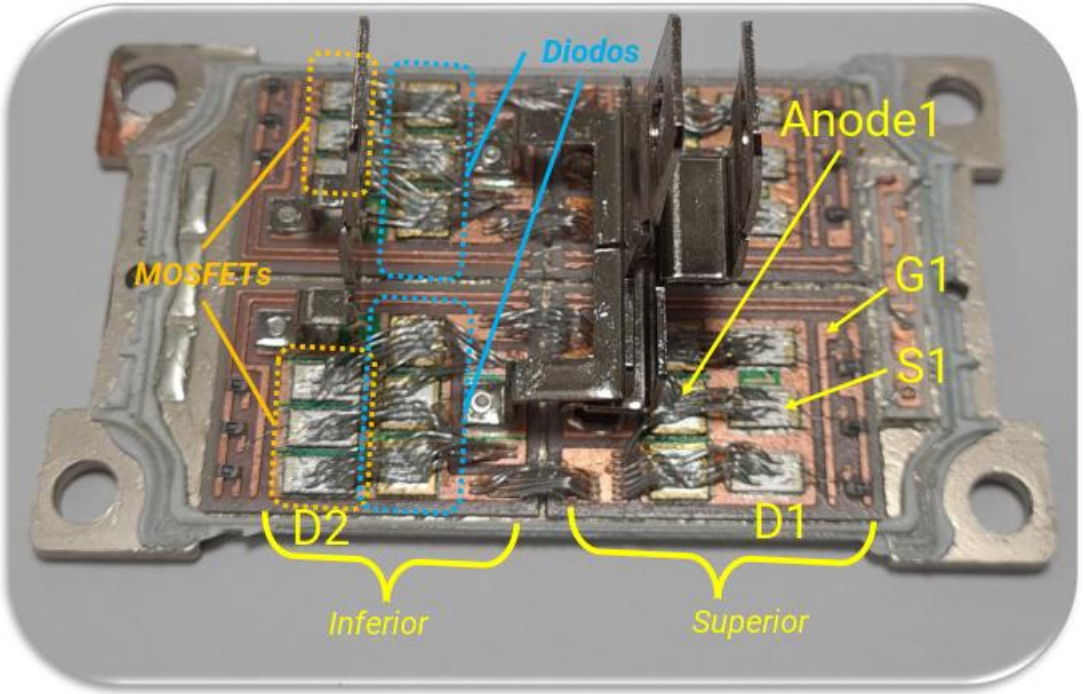




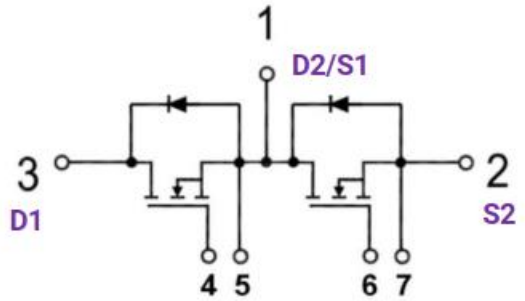


Tecnología de semiconductores

SiC MOSFET-Vista Interna







Tecnología de semiconductores

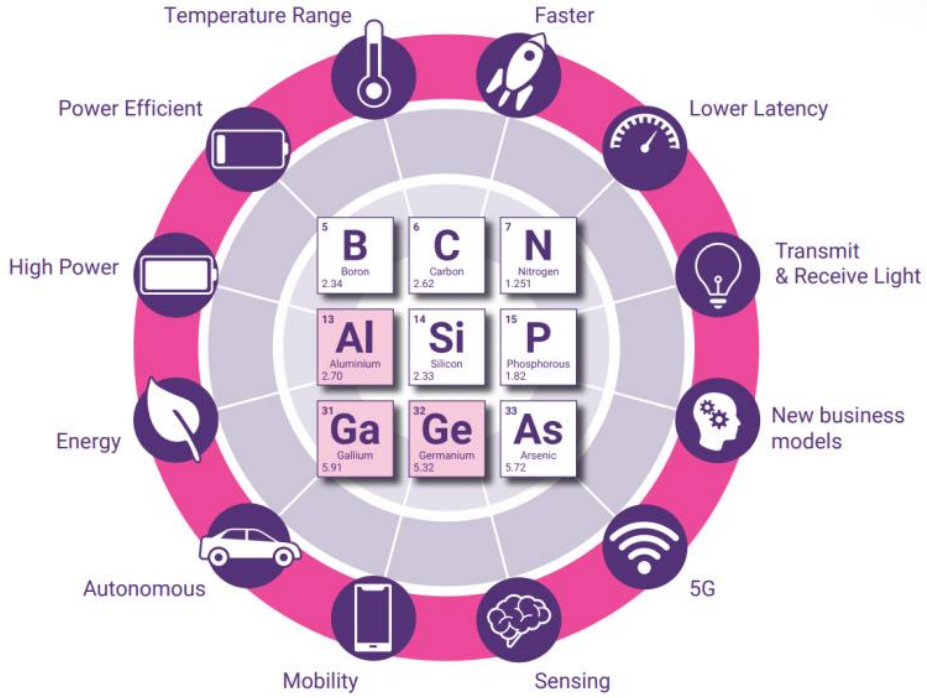
Están formados por **dos o más elementos**, usualmente combinaciones de grupos III-V o II-VI de la tabla periódica.

Se emplean cuando se requieren propiedades avanzadas como:

- Mayor velocidad de conmutación
- Menor pérdida de energía
- Operación en altas temperaturas o altas frecuencias

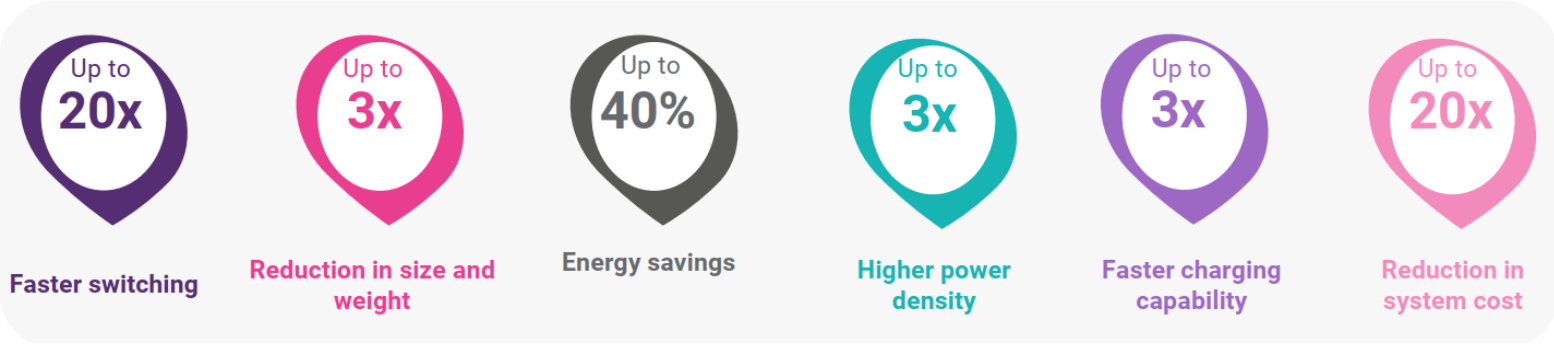
Ejemplos representativos:

- Nitruro de galio (GaN)
- Carburo de silicio (SiC)
- Arseniuro de galio (GaAs)
- Fosfuro de indio (InP)



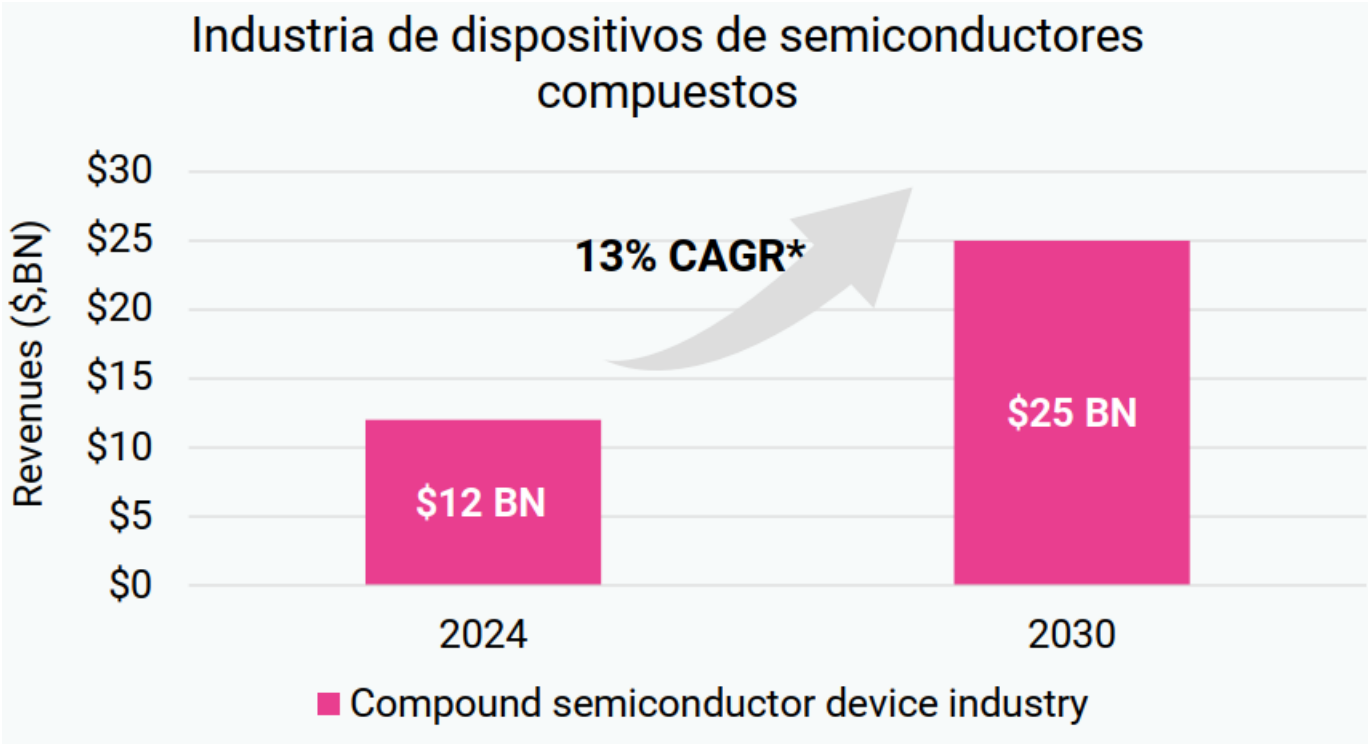
Tecnología de semiconductores

En Comparacion con el Silicio, los semiconductores compuestos de banda ancha prohida ofrecen:



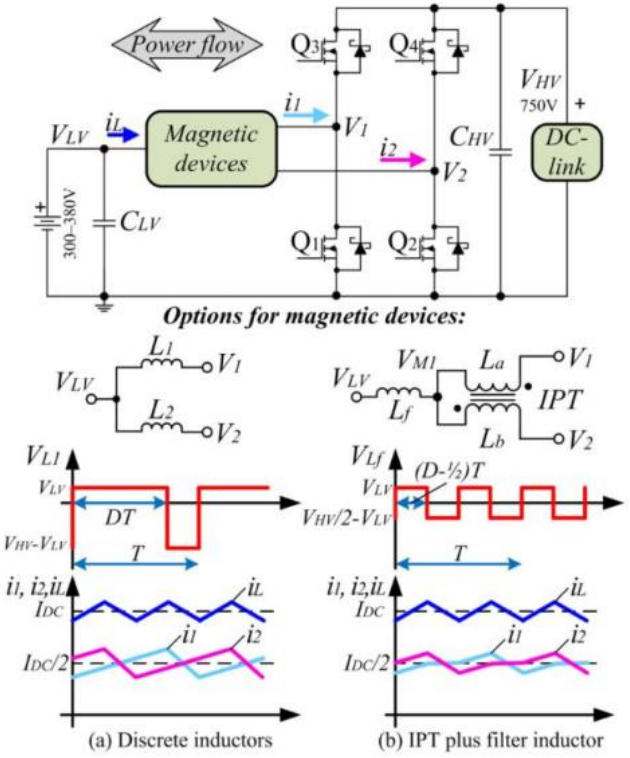
Mercado Global SiC

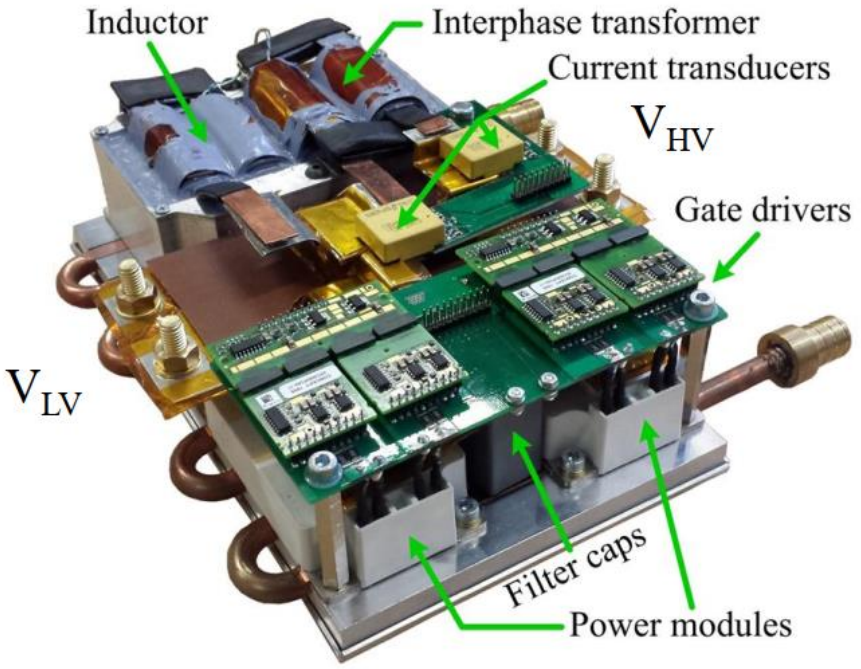
Se espera la Taza de Crecimiento Anual Compuesta se duplique para el 203.-



Tecnología de semiconductores

Convertidor DC-DC con SiC MOSFETs

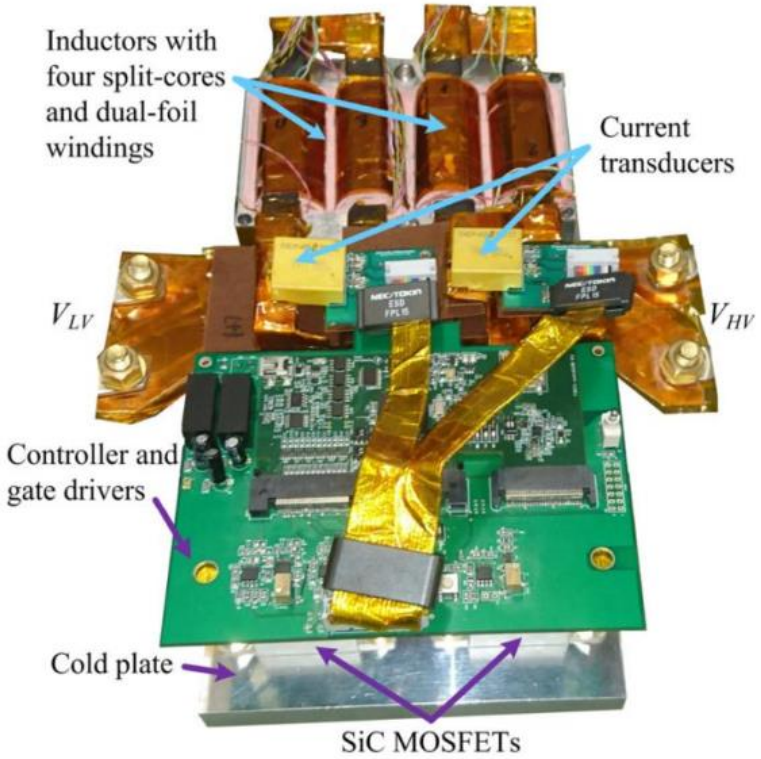


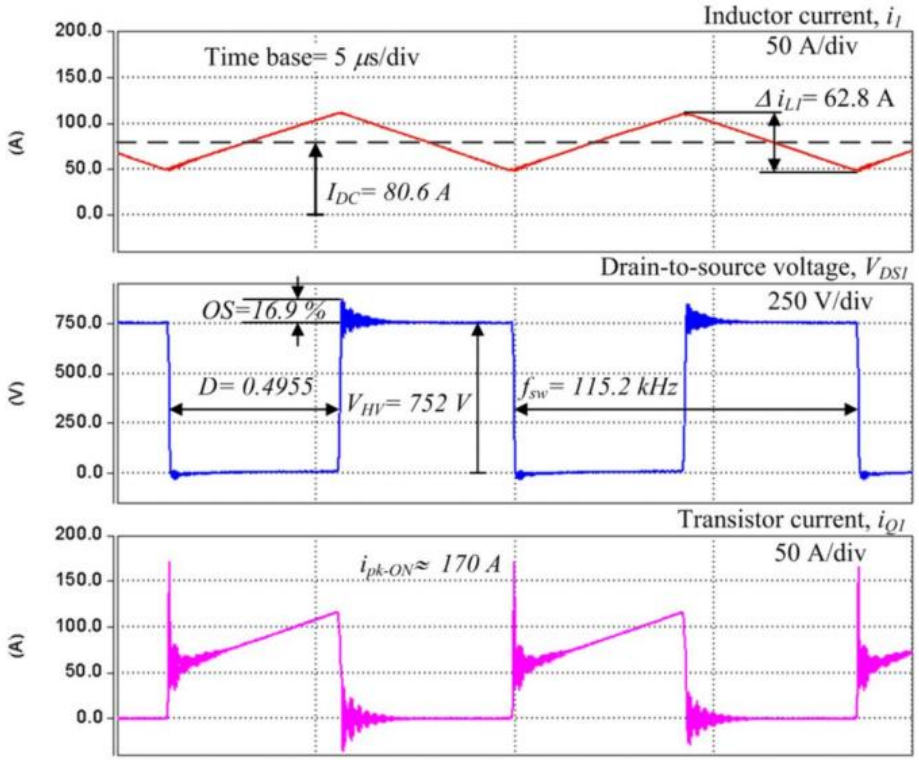


V_{LV}= 300-380 V, V_{HV}= 750 V, 75 kHz, 60 kW, 305 × 127× 80 mm, ~ 3 litros

Tecnología de semiconductores

Convertidor DC-DC optimizado





V_{LV}= 300-380 V, V_{HV}= 750 V, 115 kHz, 60 kW, 257×142×70 mm, ~ 2.6 litros, η> 96%, 31.4 kW/L, 15.7 kW/kg

Desvantajas MOSFET SiC

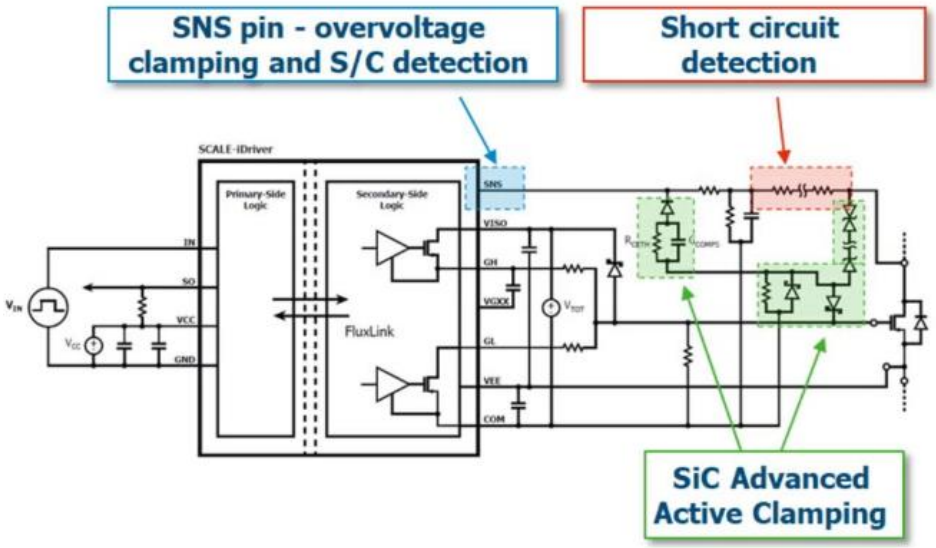
No son reemplazos directos de IGBT

Necesitan controladores de compuerta específicos.

Mayor costo inicial: *Este costo puede compensarse* con reducciones en tamaño de disipadores y componentes pasivos gracias a su mayor eficiencia.

Menor capacidad de soportar cortocircuitos

Tienen tiempos de supervivencia al corto circuito más bajos que los IGBT, lo que exige mejores protecciones.



*Controlador de compuerta SIC1182K – Power Integrations**

Futuro de tecnología SiC

1. Mayor integración del sistema

- Se incrementa la integración para **reducir componentes parásitos** (inductancias, capacitancias no deseadas).
- Ayuda a disminuir la **EMI (interferencia electromagnética)** y mejorar el rendimiento en alta frecuencia.

2. Avances en ensamblado y encapsulamiento

- **Sinterizado de plata o cobre** para mejorar la conducción térmica y reducir la resistencia térmica.

- **Encapsulados cerámicos** capaces de operar a temperaturas elevadas (más adecuados para SiC).

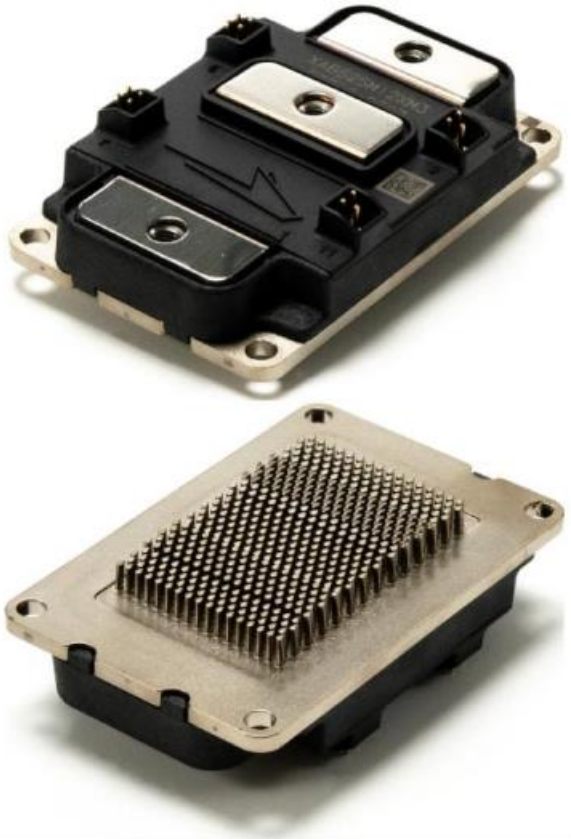
- **Módulos 3D impresos** para diseños especiales que requieren densidad de potencia extrema.

3. Disipadores de calor optimizados

- Nuevas geometrías como **pin-fin**, **micro-canales** y soluciones compactas para extraer calor con mayor eficiencia.

4. Transformación en los componentes magnéticos

- Se requiere un **cambio radical** en el diseño de inductores y transformadores para operar a frecuencias más altas:
  -Nuevos materiales (ferritas avanzadas, nanocristalinos).
  -Geometrías optimizadas para menores pérdidas.



Wolfspeed CAB525F12XM3, 1200 V, 525 Arms, 2.6mΩ

Futuro de tecnología SiC

5. Expansión hacia nuevas aplicaciones
Creciente adopción en **aeroespacial**, **sector marítimo**, **energías renovables** y **centros de datos**, donde la eficiencia y densidad de potencia son críticas.

6. Convertidores y módulos con enfriamiento avanzado
Implementación de **sistemas de enfriamiento líquido por inmersión**, que permiten operar a mayores densidades de potencia y temperaturas extremas.

7. Mayor uso de topologías multinivel
Incremento del uso de estructuras como:

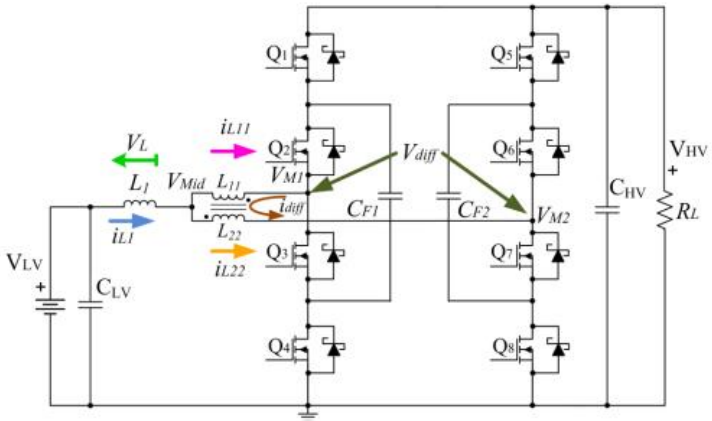
- **NPC (Neutral Point Clamped)**
- **ANPC (Active NPC)**
- **FC (Flying Capacitor)**
- **Tipo-T**

Estas topologías reducen esfuerzos de voltaje y mejoran la eficiencia, especialmente a altos voltajes.

8. Inteligencia artificial aplicada al diseño y modelado
Uso de **IA y aprendizaje automático** para:

Optimizar convertidores.
Diseñar magnéticos de alta frecuencia.
Predecir pérdidas y comportamiento térmico.
Automatizar el diseño de controladores.





Convertidor DC-DC dual en fases intercaladas de tres niveles con Capacitor Flotante (FC)

Conclusiones Generales

- La conversión de energía es el núcleo del vehículo eléctrico. Cada flujo de potencia —desde la red hasta el motor— pasa por convertidores AC/DC y DC/AC que determinan autonomía, rendimiento y tiempo de carga.
- Los semiconductores avanzados (SiC y GaN) permiten mayores tensiones, menor peso, más eficiencia y cargas ultrarrápidas, aunque exigen nuevos métodos de control, mejores diseños térmicos y reducción de EMI.
- La tendencia global apunta a buses DC más altos, integración de módulos inteligentes y uso de IA para optimización en tiempo real.
- **En síntesis:** la electromovilidad no depende solo de las baterías, sino de una cadena de conversión energética altamente eficiente que habilita vehículos más ligeros, rápidos de cargar y con mayor autonomía.

Referencias

1. Libros
[1] R. W. Erickson and D. Maksimović, *Fundamentals of Power Electronics*, 3rd ed., Springer, 2020.
[2] M. H. Rashid, *Power Electronics: Devices, Circuits, and Applications*, 4th ed., Pearson.

2. Ponencias
[3] G. Calderón López, "Ventajas del SiC sobre Si en Convertidores de Potencia," presented at the *20a Semana BEIFI y Proyectos de Investigación*, ESIME Culhuacán, México, Diciembre 2025.

3. Artículos
3.1 Electrónica de potencia en vehículos eléctricos
[4] M. Ezzat et al., "Power Electronics Architectures for Electric Vehicles: State-of-the-Art and Future Trends," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 107750–107770, 2021.
[5] N. Omar et al., "Powertrain Electrification in Vehicles: Technologies, Trends, and Challenges," *IEEE Trans. Transportation Electrification*, vol. 7, no. 4, pp. 2193–2216, Dec. 2021.
[6] A. Khaligh and Z. Li, "Battery, Ultracapacitor, Fuel Cell, and Hybrid Energy Storage Systems for EVs and HEVs: State-of-the-Art," *IEEE Trans. Vehicular Technology*, vol. 59, no. 6, pp. 2806–2814, Jul. 2010.

3.2 Convertidores DC–DC y gestión de energía
[7] S. Li and J. Peng, "Review of DC–DC Converters for Electric and Hybrid Vehicles," *IEEE Trans. Transportation Electrification*, vol. 6, no. 2, pp. 510–523, Jun. 2020.
[8] Z. Amjadi and S. Williamson, "Power-Electronics-Based Solutions for Plug-In Hybrid Electric Vehicle Energy Storage and Management," *IEEE Trans. Industrial Electronics*, vol. 57, no. 2, pp. 608–616, Feb. 2010.

3.3 Cargadores rápidos y arquitectura de carga
[9] C. Jung, "Power Up with 800-V Systems: The Benefits of Upgrading Voltage Power for Battery-Electric Passenger Vehicles," *IEEE Electrification Magazine*, vol. 5, no. 1, pp. 53–58, Mar. 2017.
[10] M. H. Mousavi, H. Moradi, and K. Rouzbehi, "Transition of DC Link Voltage from 400V to 800V in Electric Vehicles: Performance, Trade-offs, and Technical Insights," in *Proc. 10th Int. Conf. Technology and Energy Management*, Apr. 2025.
[11] G. Arena and A. Chub, "A Comprehensive Review on DC Fast Charging Stations for Electric Vehicles: Standards, Power Conversion Technologies, Architectures, Energy Management, and Cybersecurity," *IEEE J. Power Electronics*, early access.

3.4 Dispositivos SiC/GaN y confiabilidad
[12] B. Ozpineci and L. M. Tolbert, "Silicon Carbide: A Wide-Bandgap Semiconductor for Power Electronics," *IEEE Trans. Industry Applications*, vol. 49, no. 3, pp. 1171–1180, May/Jun. 2013.
[13] J. Millán et al., "A Review of Wide Bandgap Power Semiconductor Devices," *IEEE Trans. Power Electronics*, vol. 29, no. 5, pp. 2155–2163, May 2014.
[14] H. Wang and F. Blaabjerg, "Design for Reliability in Power Electronics for Electric Vehicle Applications," *IEEE Trans. Power Electronics*, vol. 30, no. 7, pp. 3742–3753, Jul. 2015.

3.5 Control, modelado y técnicas modernas
[15] T. Dragicevic et al., "Advanced Control of Power Converters in EV Chargers: State of the Art and Future Trends," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 10, no. 6, pp. 6412–6423, Nov. 2019.

4. Recursos en línea
[16] Synopsys, "What Are Power Electronics?" Available: https://www.synopsys.com/glossary/what-are-power-electronics.html
[17] ABB, "Power Electronics Technical Documentation." Available: https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107991A9632

Contacto

Dr. Kevin Cano Pulido

Unidad Porfesional Interdiciplinaria de Energía y Movilidad
Instituto Politécnico Nacional

5537046273
kcanop@ipn.mx

