
DIPLOMADO:
ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ
Selección e integración de baterías y motores
DOCENTE: José Francisco Villegas Alcaraz

Contenido



Introducción

Fundamentos técnicos

Criterios de selección

Integración físico-electrónico

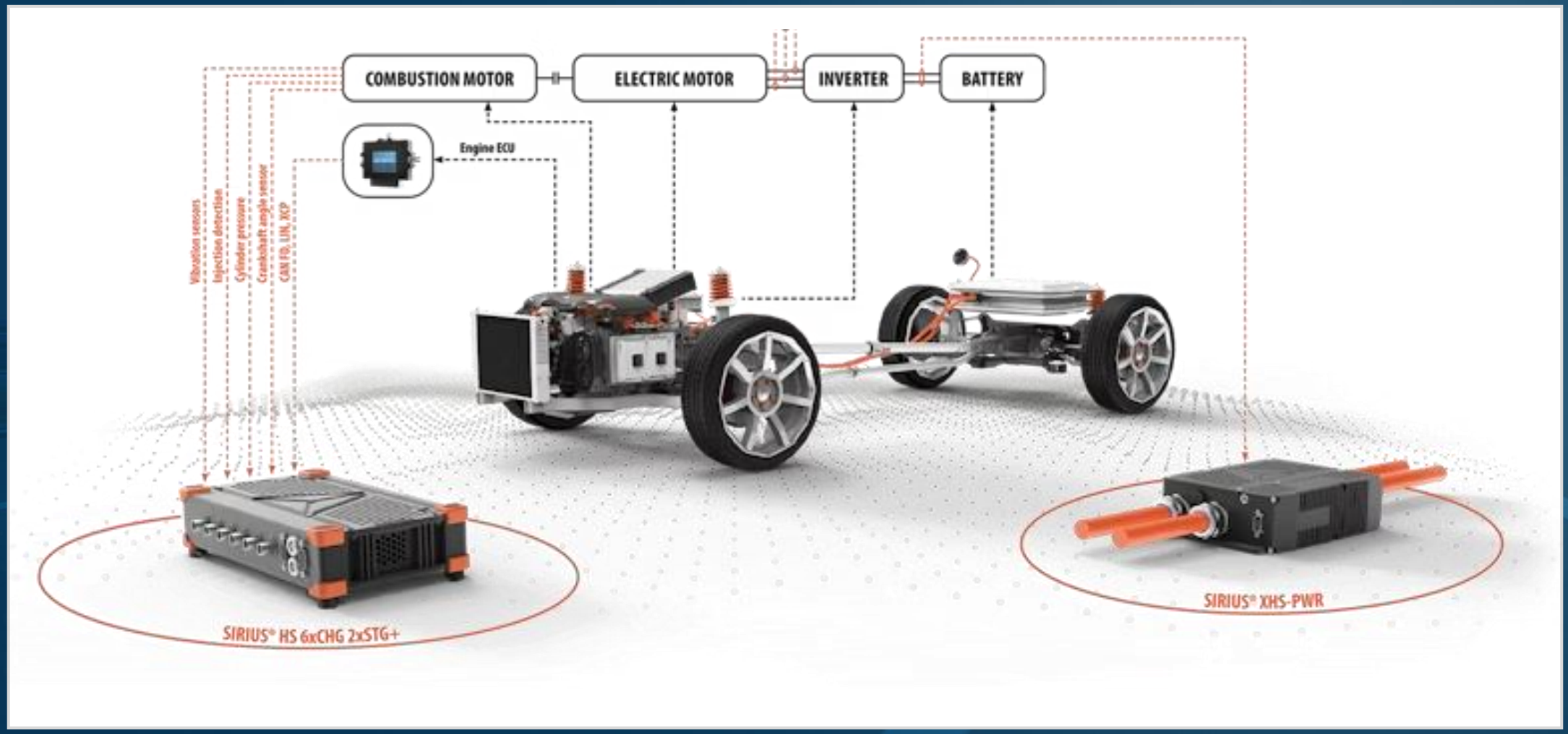
Ejercicios

Recursos complementarios



Introducción

Integración motor-batería



Fuente: https://dewesoft.com/es/aplicaciones/pruebas-de-vehiculos-electricos

Objetivos

Comprender los criterios técnicos y prácticos para seleccionar motores eléctricos y baterías en conversión vehículos de diferentes perfiles.

Analizar la compatibilidad eléctrica, mecánica y ambiental entre motor y batería.

Aplicar casos de estudio para dimensionar autonomía, potencia y capacidad de almacenamiento.

Identificar riesgos comunes y buenas prácticas de integración físico-electrónica (BMS, controlador, cableado, protección).

Alcance y limites

Motores eléctricos: clasificación, parámetros clave (torque, potencia, eficiencia, voltaje).

Baterías recargables: tecnologías principales (plomo-ácido, NiMH, Li-ion, LFP), ventajas y limitaciones.

Compatibilidad eléctrica: relación voltaje nominal, corriente pico y capacidad de descarga.

Perfil de uso: escenarios urbanos, industriales y de larga distancia.

Integración físico-electrónica: topologías de conexión, sistemas de gestión de baterías, interfaz con controlador, cableado y conectores.

Ejercicios: cálculo de energía requerida, autonomía vs peso, selección de banco de baterías.

Estructura del módulo

Fundamentos técnicos: parámetros clave de motores y baterías.

Criterios de selección: compatibilidad eléctrica, perfil de uso, autonomía vs peso vs costo.

Integración físico-electrónica : topologías de conexión, BMS, controlador, cableado y conectores.

Ejercicios : ejemplos aplicados.

Recursos complementarios: preguntas de reflexión.

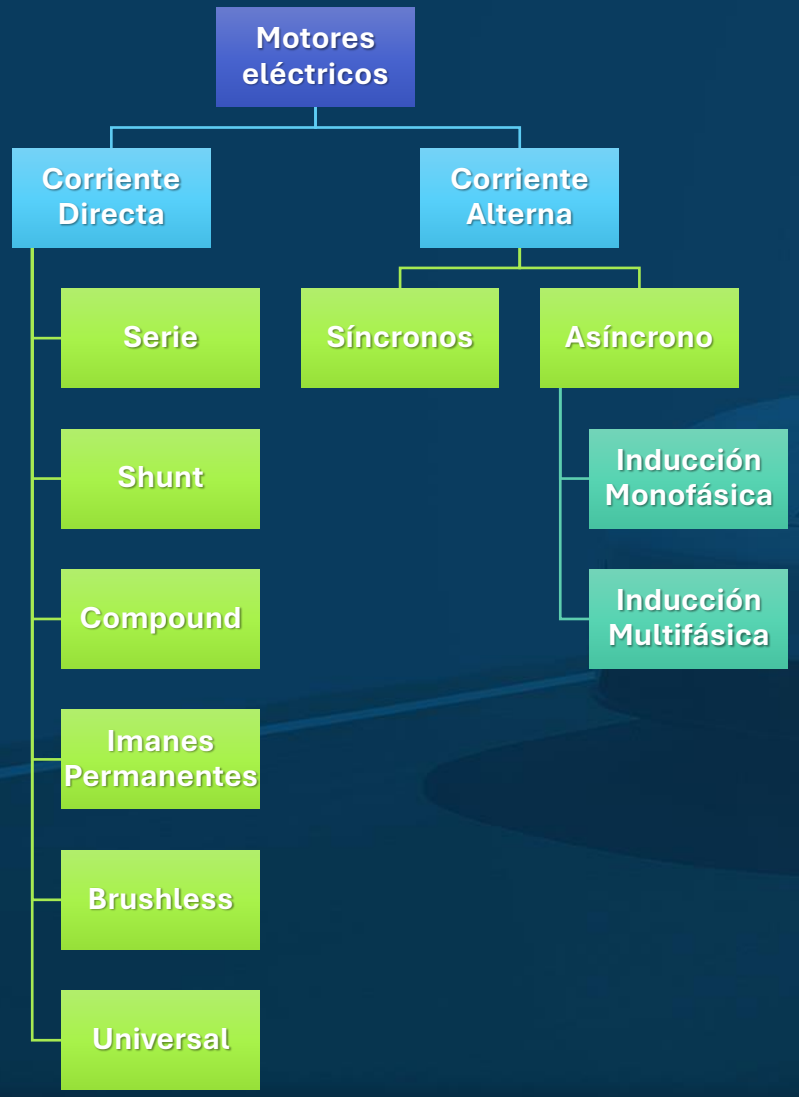


Fundamentos técnicos

¿Qué características tiene el vehículo?



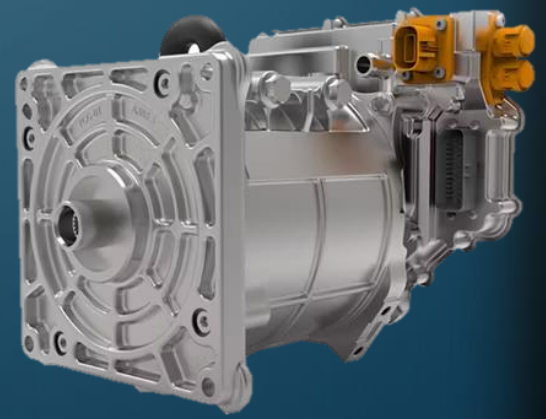
Motores eléctricos: clasificación general



Corriente directa (DC): alto torque inicial, control sencillo.
Adecuados para diversas aplicaciones gracias a su **facilidad de control**

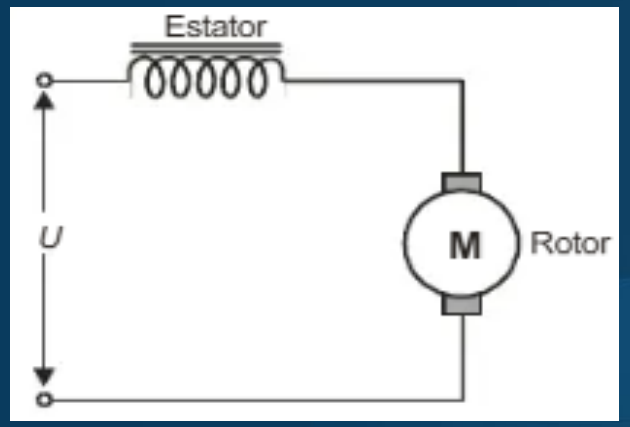
Corriente alterna (AC): velocidad estable, robustez, menor mantenimiento.

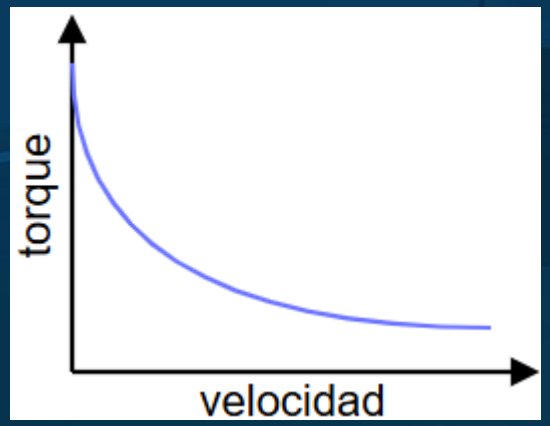
Su **eficiencia y flexibilidad**

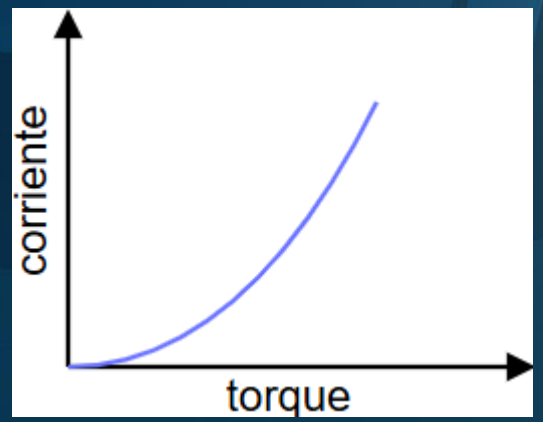


Fuente: https://image.made-in-china.com/202f0j00pjgbiQulqakV/Electric-Car-Motor-Kits-EV-Car-Conversion-Kit.webp

Motor CD Serie





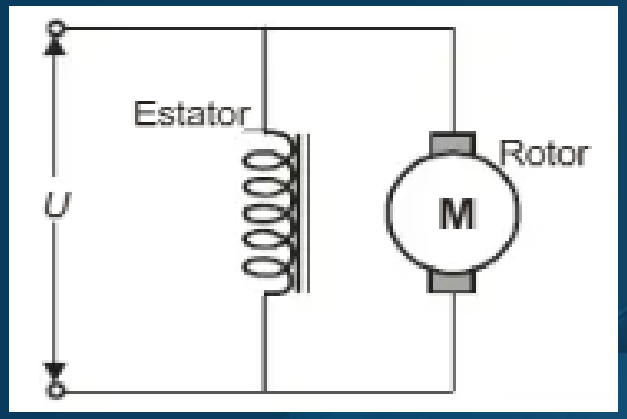


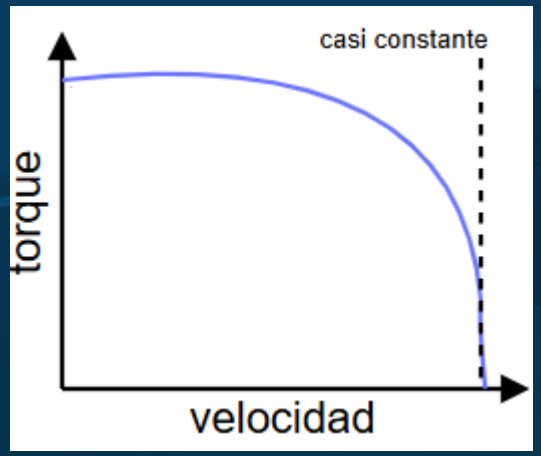
Ventajas:
- Gran torque inicial
- Simple

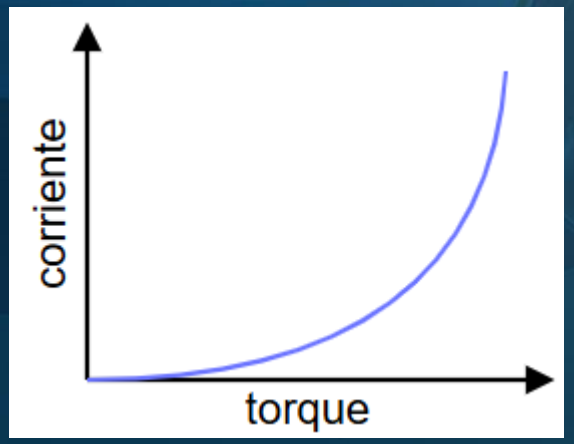
Desventajas:
- Velocidad variable
- Riesgo de sobregiro

Aplicaciones:
- Tranvías antiguos
- Arranques pesados

Motor CD Derivado (Shunt)





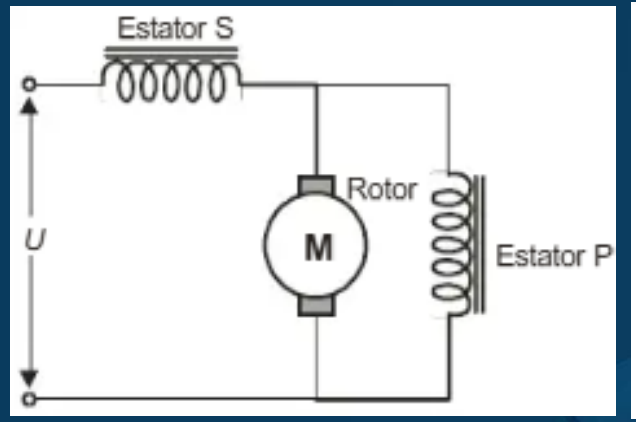


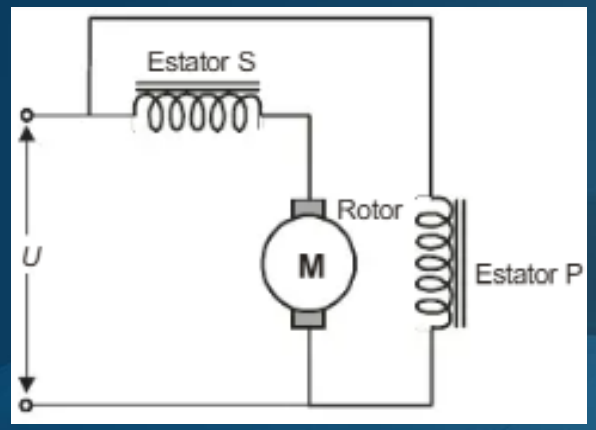
Ventajas:
- Velocidad estable
- Control sencillo

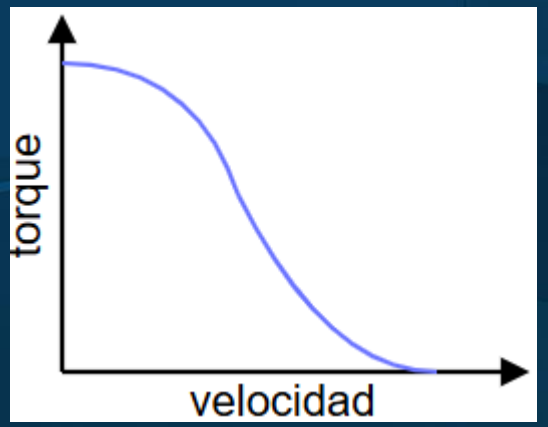
Desventajas:
- Menor torque inicial

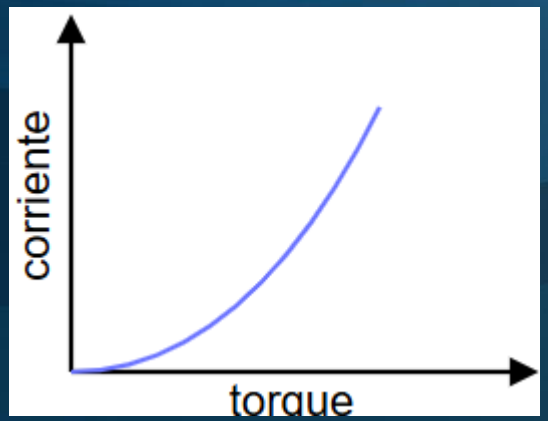
Aplicaciones:
- Ventiladores
- Bombas

Motor CD Compuesto (Compound)







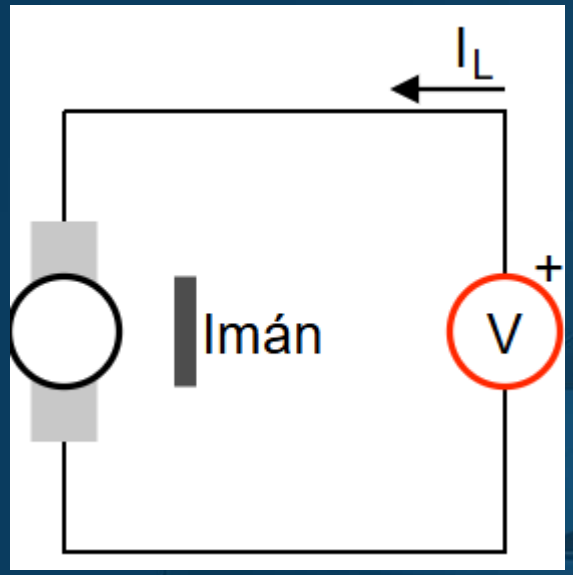


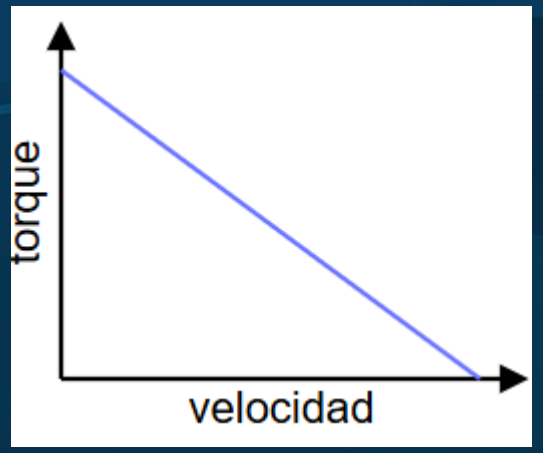
Ventajas:
- Torque intermedio
- Buena estabilidad

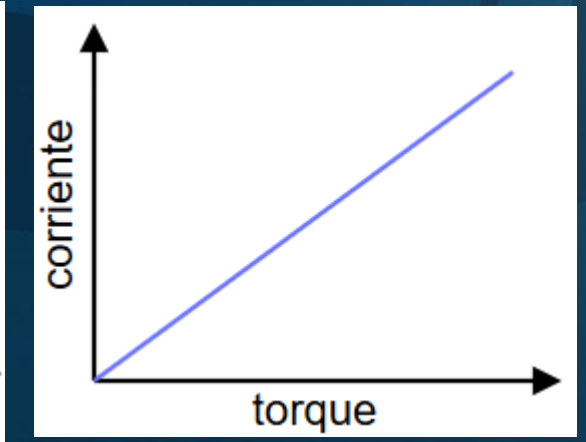
Desventajas:
- Complejo

Aplicaciones:
- Elevadores
- Grúas

Motor CD Imanes Permanentes





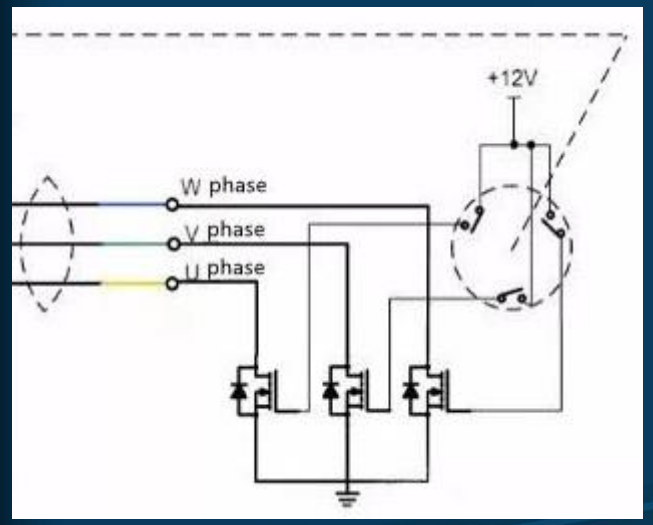


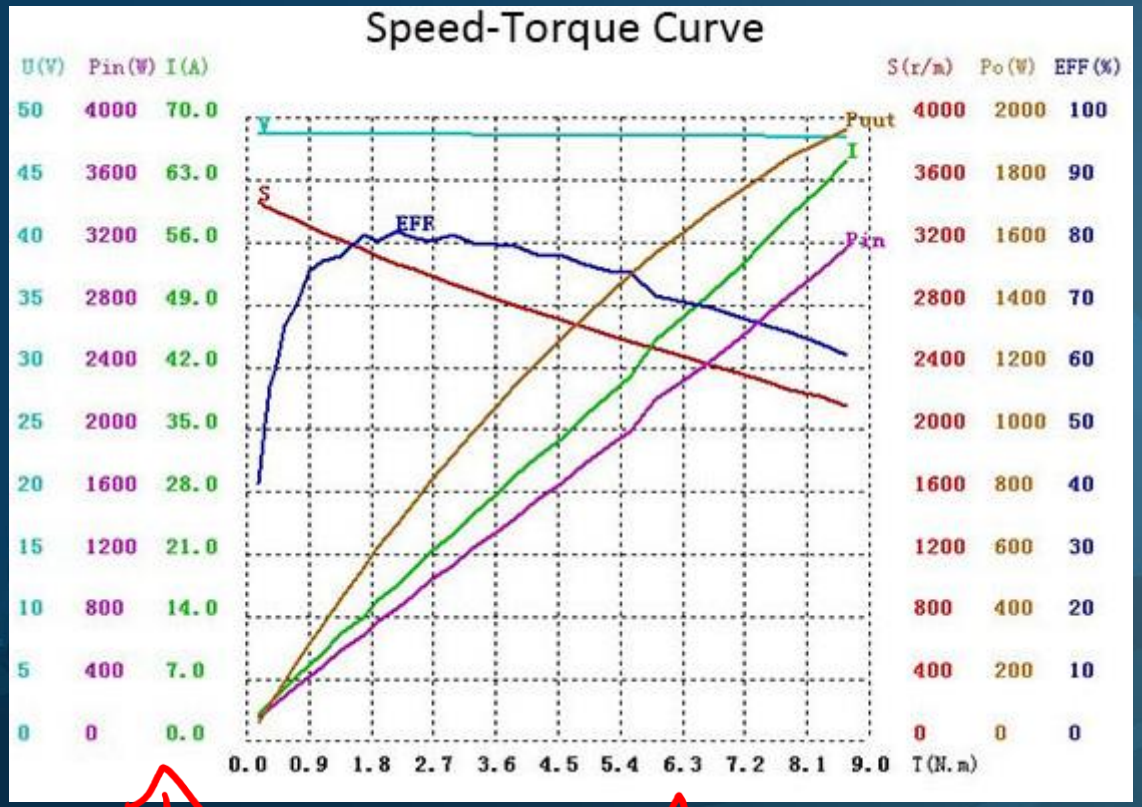
Ventajas:
- Compacto
- Eficiente

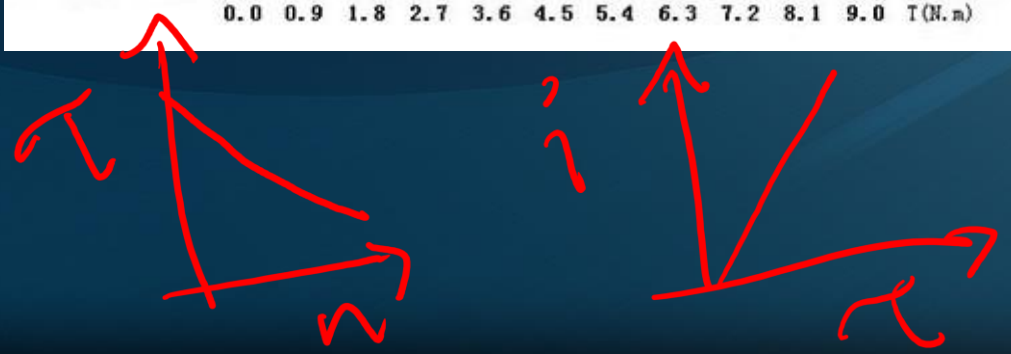
Desventajas:
- Limitado en potencia

Aplicaciones:
- Scooters
- Juguetes eléctricos

Motor CD Sin escobillas (Brushless)





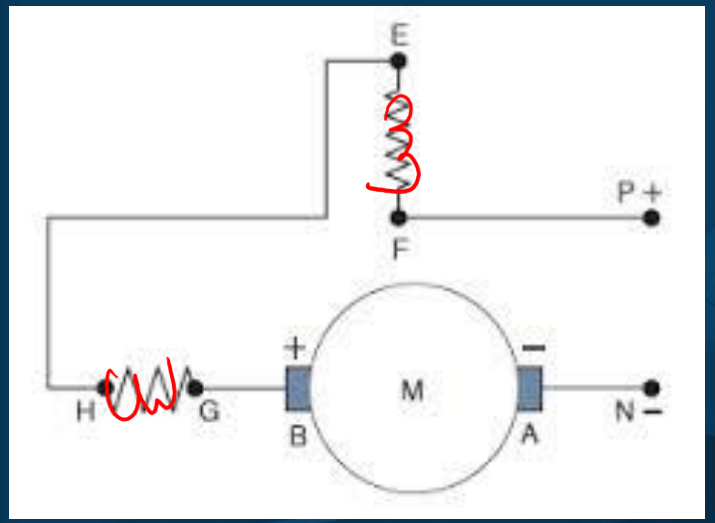


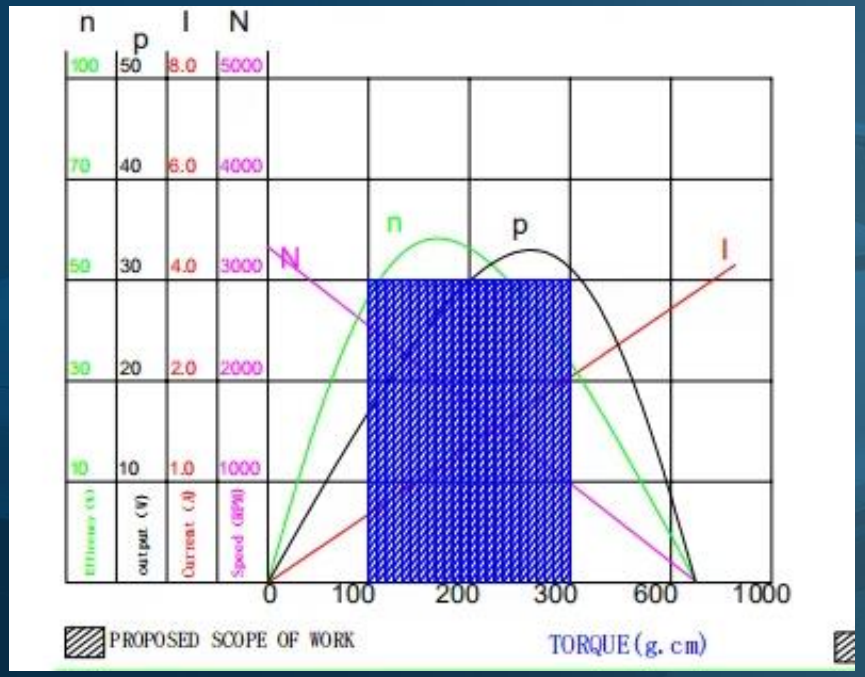
Ventajas:
- Alta eficiencia
- Bajo mantenimiento

Desventajas:
- Requiere control electrónico

Aplicaciones:
- Bicicletas eléctricas
- Drones

Motor CD Universal





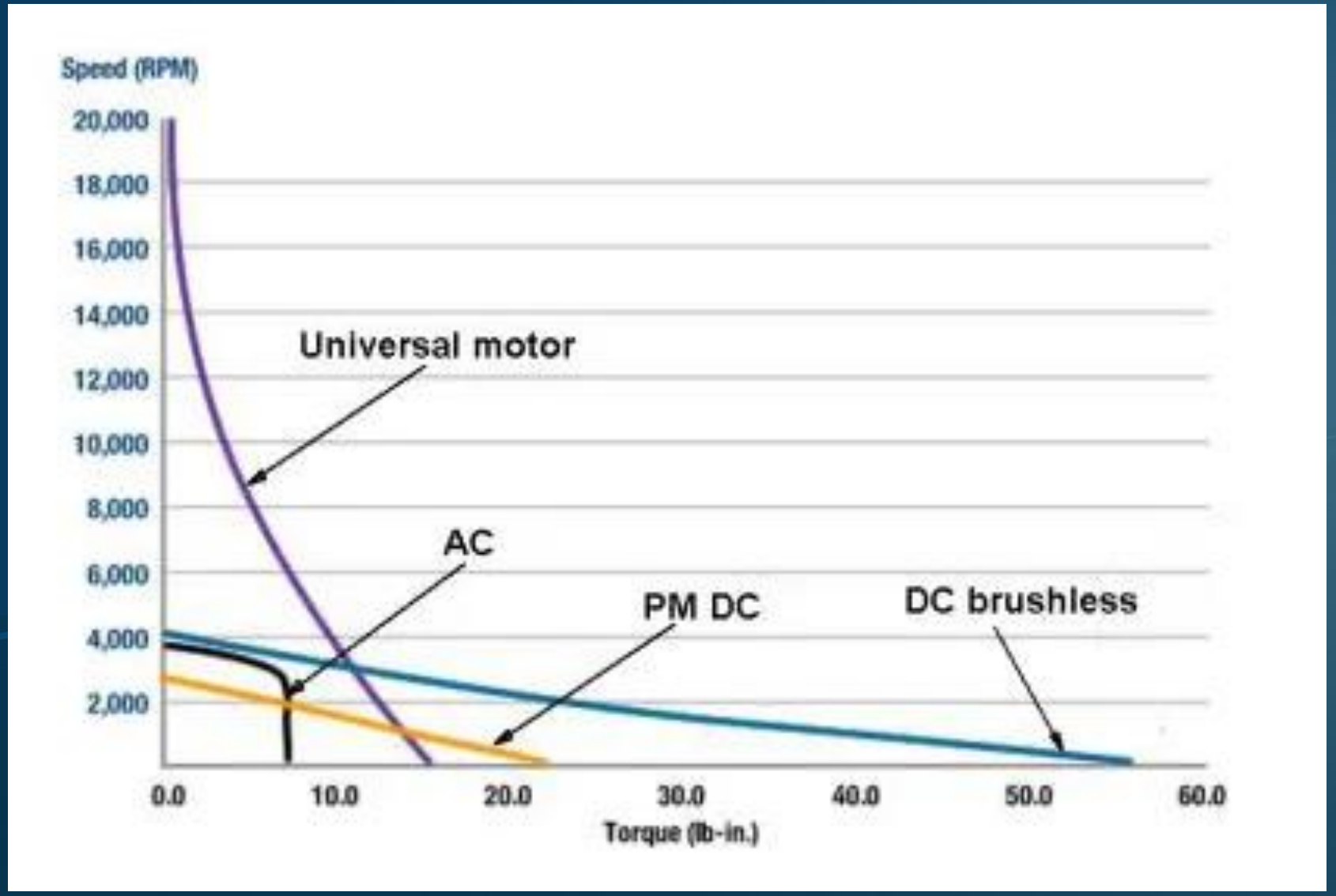
Ventajas:
- Opera con CD y CA

Desventajas:
- Alto desgaste
- Ruidoso

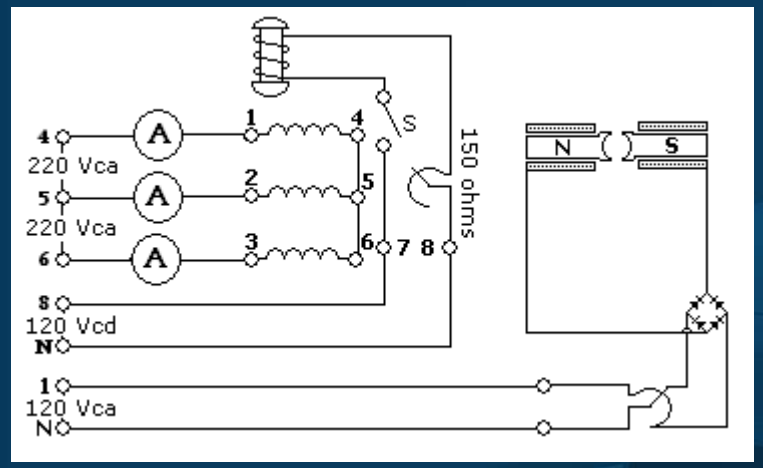
Aplicaciones:
- Electrodomésticos
- Herramientas



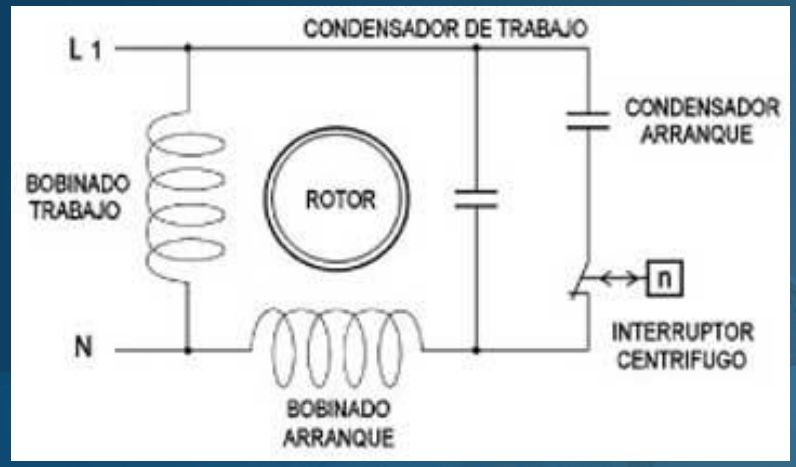
Comparativa de tecnologías en CD



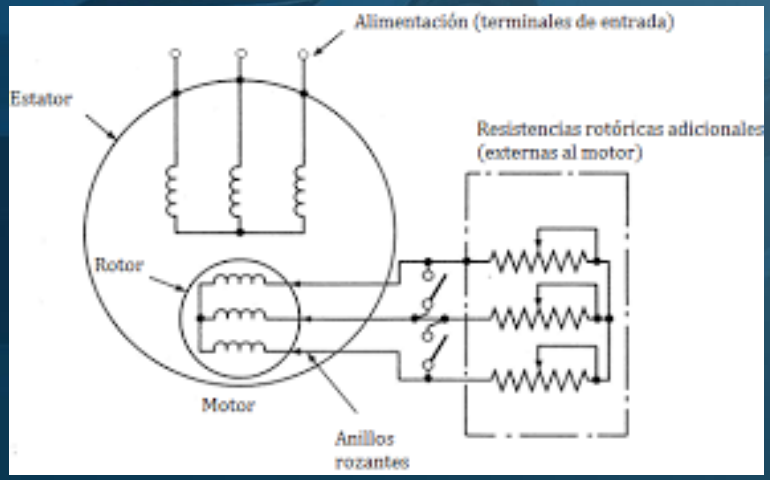
Tipos de motores de CA



Síncrono



Asíncrono

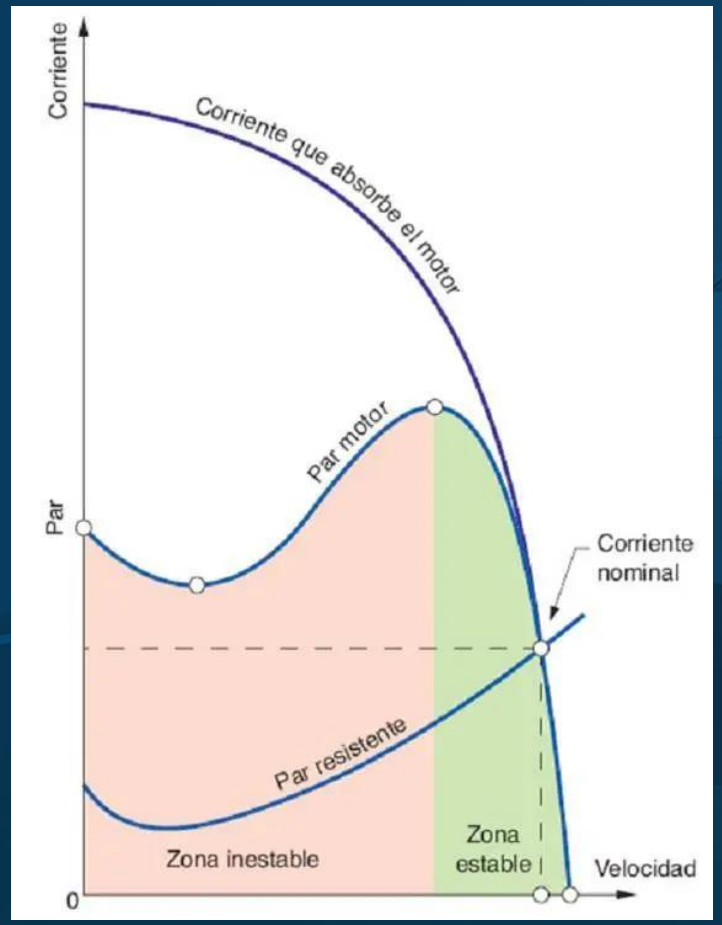


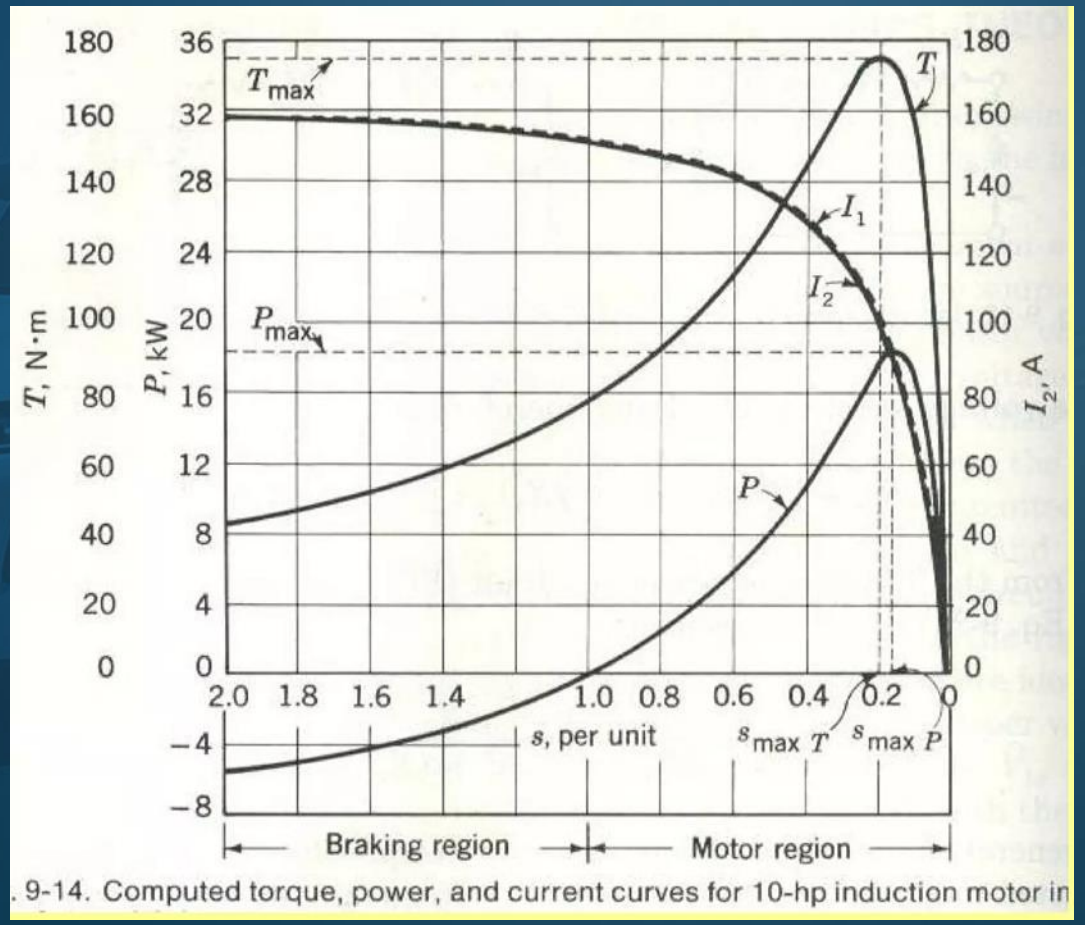
Ventajas:
- Robustos
- Económicos

Desventajas:
- Menor eficiencia que el PMSM

Aplicaciones:
- Autobuses eléctricos
- Industria

Curvas de motores Asíncronos CA





. 9-14. Computed torque, power, and current curves for 10-hp induction motor in

Resumen

Tipo de motor	Características técnicas	Aplicaciones comunes
Sin escobillas (Brushless DC BLDC)	1. Alta eficiencia (85 – 90 %) 2. Bajo mantenimiento 3. Control preciso o sencillo	Micro y mini vehículos Scooters Bicicletas Drones Motocicletas E-Rickshaw
Síncrono de imanes permanentes (Permanent Magnet Synchronous Motor PMSM)	1. Alto torque 2. Buena densidad de potencia 3. Respuesta rápida 4. Eficiente 5. Silencioso	Vehicular eléctricos de gama media y alta de alto rendimiento
Inducción (AC Induction Motor ACIM)	1. Robusto 2. Económico 3. Menos eficiente	Vehículos pesado, industrial Autobuses eléctricos
Con escobillas (DC shunt)	1. Simple 2. Bajo costo 3. Alto descaste	Vínculos antiguos Bajo presupuesto
Imanes internos permanente (Interior Permanent Magnet IPM)	1. Alta densidad de potencia 2. Buena respuesta 3. Costosos	Motocicletas de alto desempeño

Baterías: clasificación general



Primarias: de uno solo uso para aplicaciones.

Secundarias: recargables.



Fuente: https://tse4.mm.bing.net/th/id/OIP.mS4q-AHQistzCxknZ_FDxAHaEK?rs=1&pid=ImgDetMain&o=7&rm=3

Características de baterías primarias: Ventajas

Larga vida útil	Ideal para dispositivos con uso esporádico o largos periodos de almacenamiento.
Densidad de alta energía	Proporciona más energía en un tamaño más pequeño, beneficioso para dispositivos compactos.
Salida de voltaje estable	Garantiza un suministro de energía constante durante toda la vida útil de la batería, lo cual es crucial para la confiabilidad.
Diseño de peso ligero	Contribuye a la portabilidad de dispositivos como cámaras e implantes médicos.

Fuente: https://www.large-battery.com/es/blog/primary-vs-secondary-batteries/

Características de baterías primarias: Desventajas

Larga vida útil	Ideal para dispositivos con uso esporádico o largos periodos de almacenamiento.
Densidad de alta energía	Proporciona más energía en un tamaño más pequeño, beneficioso para dispositivos compactos.
Salida de voltaje estable	Garantiza un suministro de energía constante durante toda la vida útil de la batería, lo cual es crucial para la confiabilidad.
Diseño de peso ligero	Contribuye a la portabilidad de dispositivos como cámaras e implantes médicos.

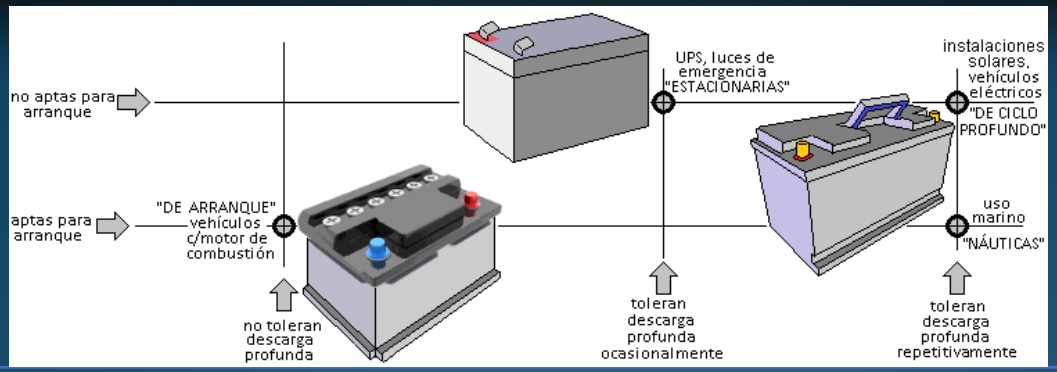
Fuente: https://www.large-battery.com/es/blog/primary-vs-secondary-batteries/

Características de baterías secundarías: Desventajas

Dependencia de materias primas críticas	Impactos ambientales asociados a la extracción de materiales como el litio y el cobalto.
Mala reciclabilidad	Los métodos de reciclaje actuales son inadecuados para respaldar una economía circular para las baterías de litio.
Inflamabilidad	Riesgo de incendios o explosiones debido a electrolitos inflamables y posibles cortocircuitos.
Baja densidad de energía	Las baterías de litio almacenan menos energía por unidad en comparación con los combustibles fósiles, lo que limita su eficiencia.
Ciclo de vida corto	Los ciclos de carga y descarga limitados reducen la vida útil de la batería y requieren reemplazos más frecuentes.
Impacto ambiental de la eliminación	Desafíos en la gestión del final de la vida útil y la eliminación de residuos de baterías de litio de primera generación.
Problemas de seguridad	Susceptibilidad a fugas térmicas y otros riesgos de seguridad durante el uso.
Alto costo	El costo de materiales como el litio y el cobalto dificulta la adopción generalizada de baterías de litio.

Fuente: https://www.large-battery.com/es/blog/primary-vs-secondary-batteries/

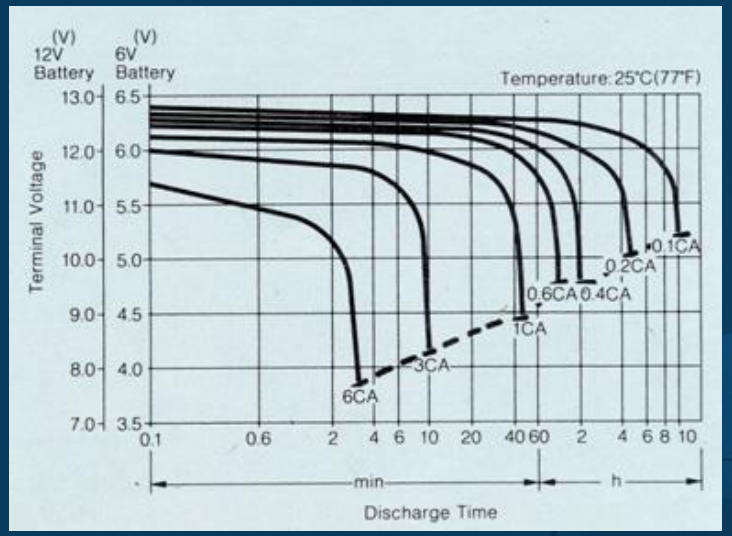
Ácido-plomo: Características

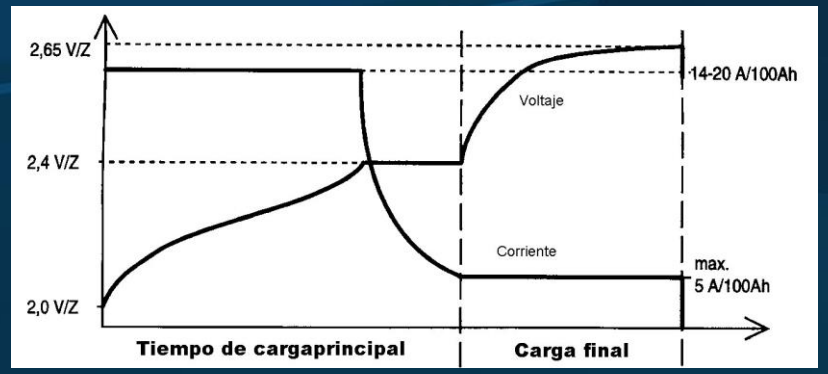


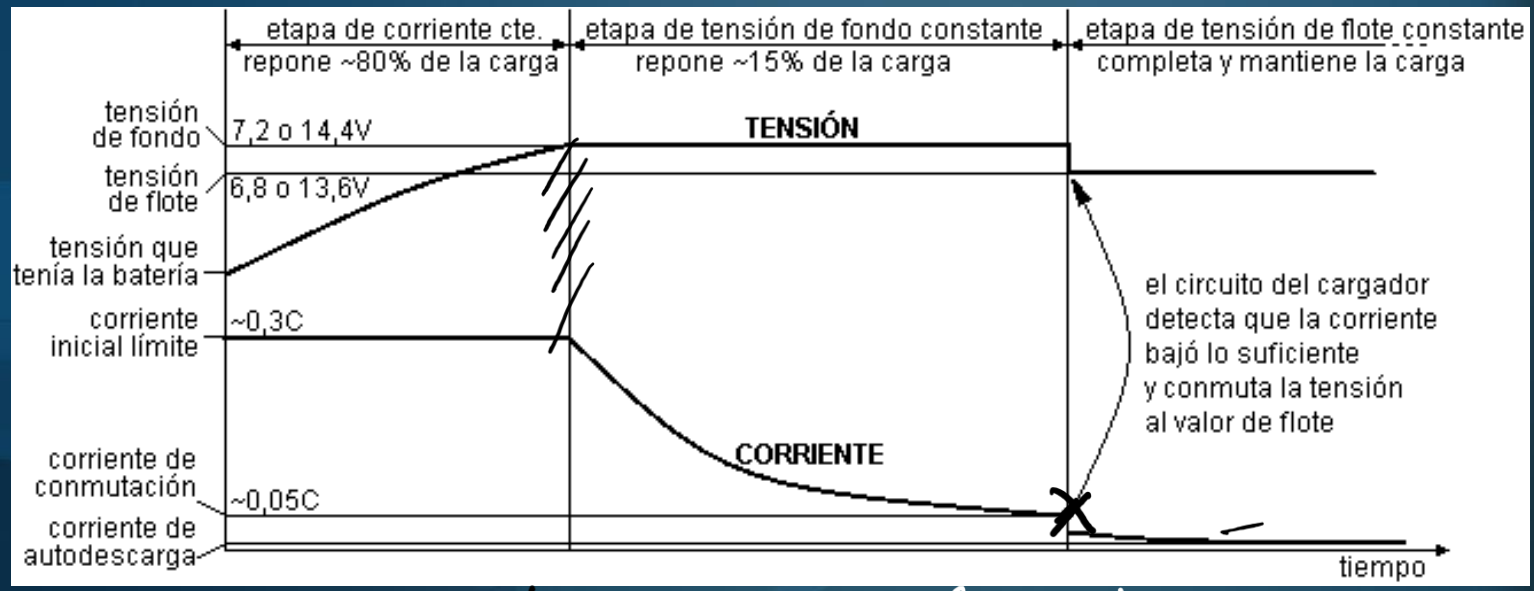
Tipo de batería	Características principales	Ventajas	Desventajas	Aplicaciones típicas
Abiertas (PzS)	Electrolito líquido, requieren relleno de agua	Bajo costo, tecnología madura	Necesitan mantenimiento frecuente, gaseo	Carretillas elevadoras, vehículos industriales
Abiertas con accesorios	Igual que PzS pero con sistemas de relleno automático	Menor mantenimiento, más seguras	Mayor costo inicial	Uso intensivo en logística, flotas
Cerradas (PzV)	Electrolito en gel o AGM, selladas	Sin mantenimiento, más seguras	Menor capacidad de descarga rápida, más caras	Aplicaciones estacionarias, respaldo
Características de carga	Curvas Wa, W0Wa, IUIa, Iula según tecnología	Flexibilidad de carga	Riesgo de sobrecarga si cargador mal dimensionado	Todas las variantes
Factores críticos	Voltaje nominal, capacidad, tiempo de carga ≤12 h	Permiten dimensionado preciso	Si se excede tiempo/descarga → degradación	Tracción eléctrica, sistemas industriales
Riesgos comunes	Sobrecalentamiento, gaseo excesivo, corrosión			

Fuente: https://energetika.com.ar/algunos-conceptos-tecnicos-de-las-baterias-de-plomo-acido/
https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEgCoxphjKcuBWulxyPqp8BfLHT7dyPubUc43w_Ymd7kcFHXh6zXMYnXsbVr2rheycsSjMsk45r752iZ-l3srmOQfJrE6nehU5tuT01gwGWXTa4yblJY7Cws47q3wnWyjV6LBCy_Rsxf5jg/s1600/graf4.BMP

Ácido-plomo Descarga-Carga







$$CC = 3600Ah \quad 300\,mA$$

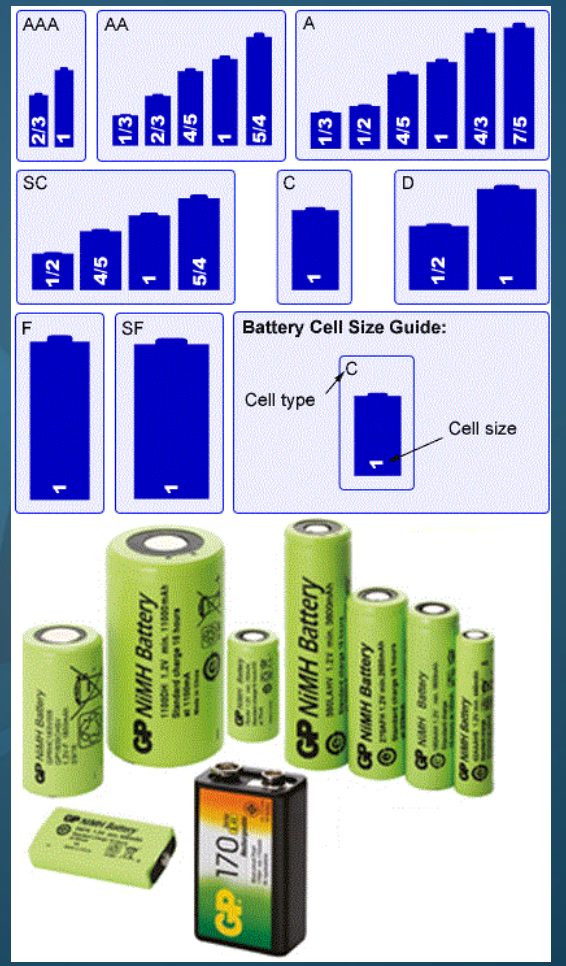
$$OSC: C = \frac{i \cdot t}{Cap.nom} = \frac{(300A)}{(600A)} = 2C$$

$$600Ah = 1C$$

Fuente: https://energetika.com.ar/algunos-conceptos-tecnicos-de-las-baterias-de-plomo-acido/

Níquel: Características

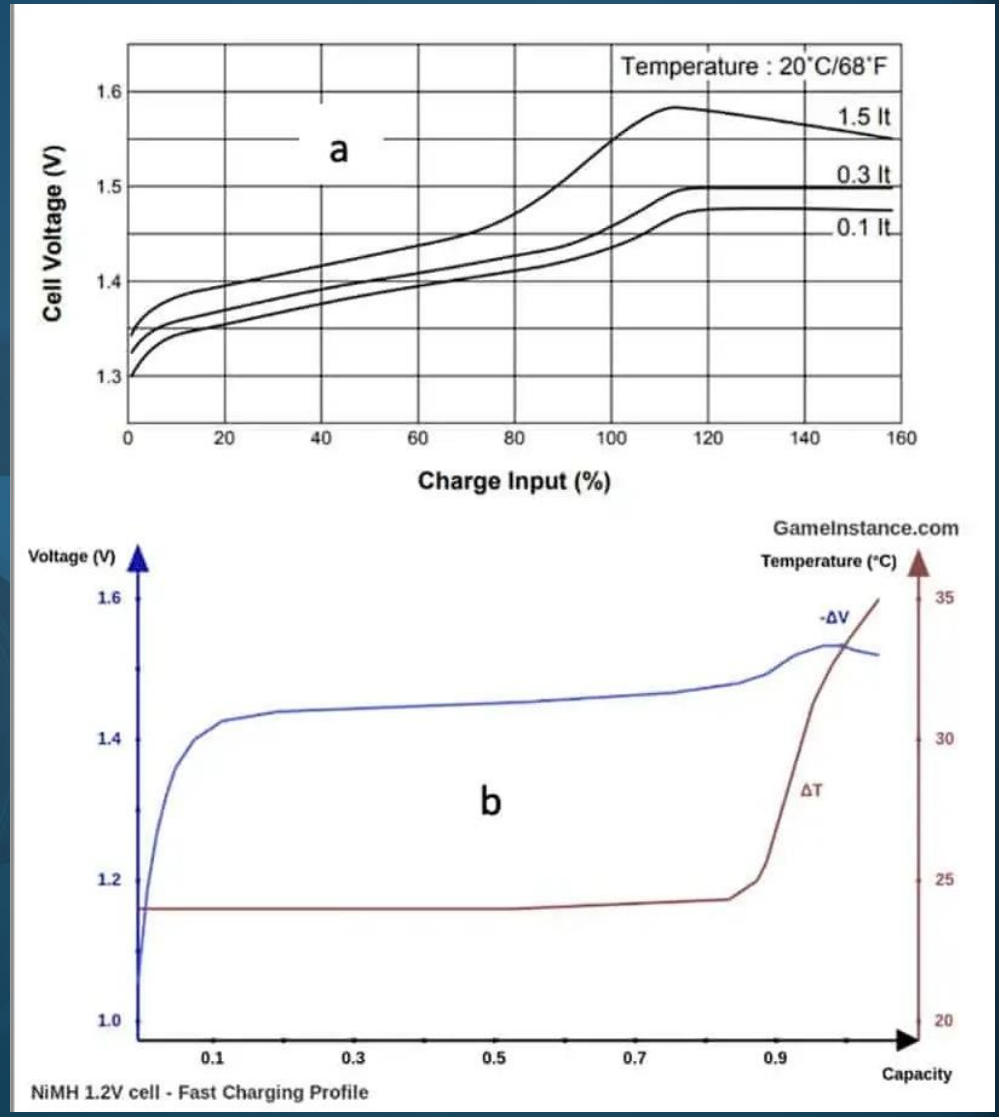
Tipo de batería	Definición / Composición	Ventajas	Desventajas	Aplicaciones típicas
Níquel-Cadmio (NiCd)	Electrodo positivo: hidróxido de níquel; negativo: cadmio	Alta potencia, voltaje estable, buen desempeño en bajas temperaturas	Efecto memoria, alta autodescarga (15–30%), contiene cadmio tóxico	Fuentes de arranque, emergencia, electrónicos portátiles, juguetes eléctricos
Níquel-Hidruro Metálico (NiMH)	Positivo: oxihidróxido de níquel; negativo: hidruro metálico	Mayor densidad energética que NiCd, menos efecto memoria, más ecológica	Autodescarga alta (25–35%), ciclos y tiempos de carga limitados	Electrónica de consumo, juguetes RC, vehículos híbridos y eléctricos, alumbrado de emergencia



Fuente: https://www.delongtop.com/es/types-of-rechargeable-battery/
https://www.bateriasdelitio.net/?p=1220

Níquel: Descarga-Carga

Método de carga de baterías de níquel-cadmio	Corriente constante lenta con temporizador sin control
	Corriente constante con corte dT/dT
	Corriente constante con corte -dV/dT



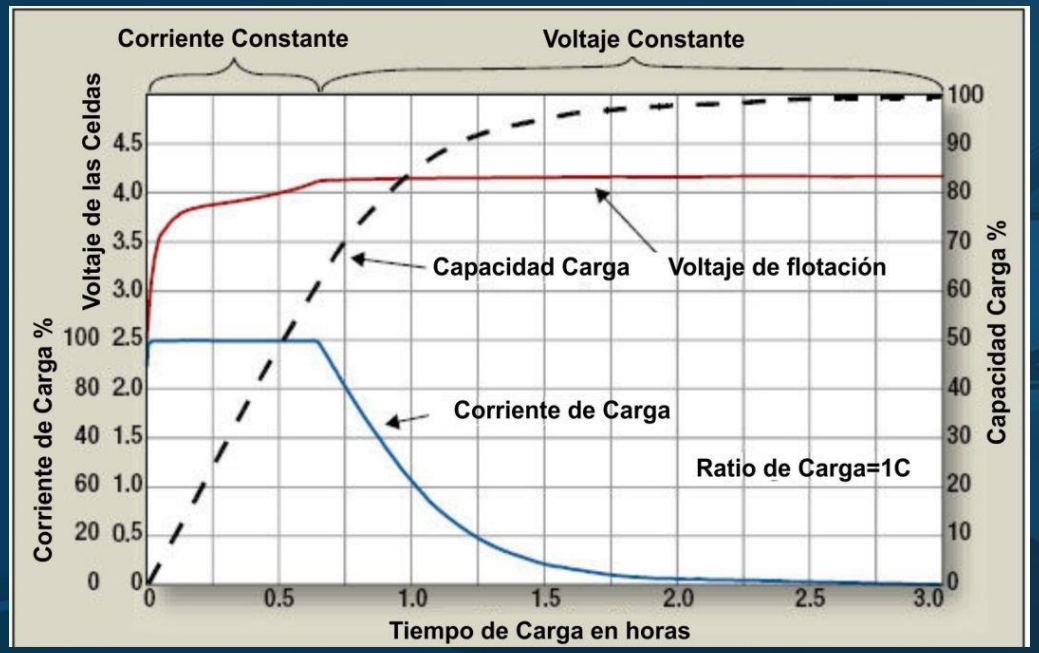
Fuente: https://microtexindia.com/es/carga-de-la-bateria/

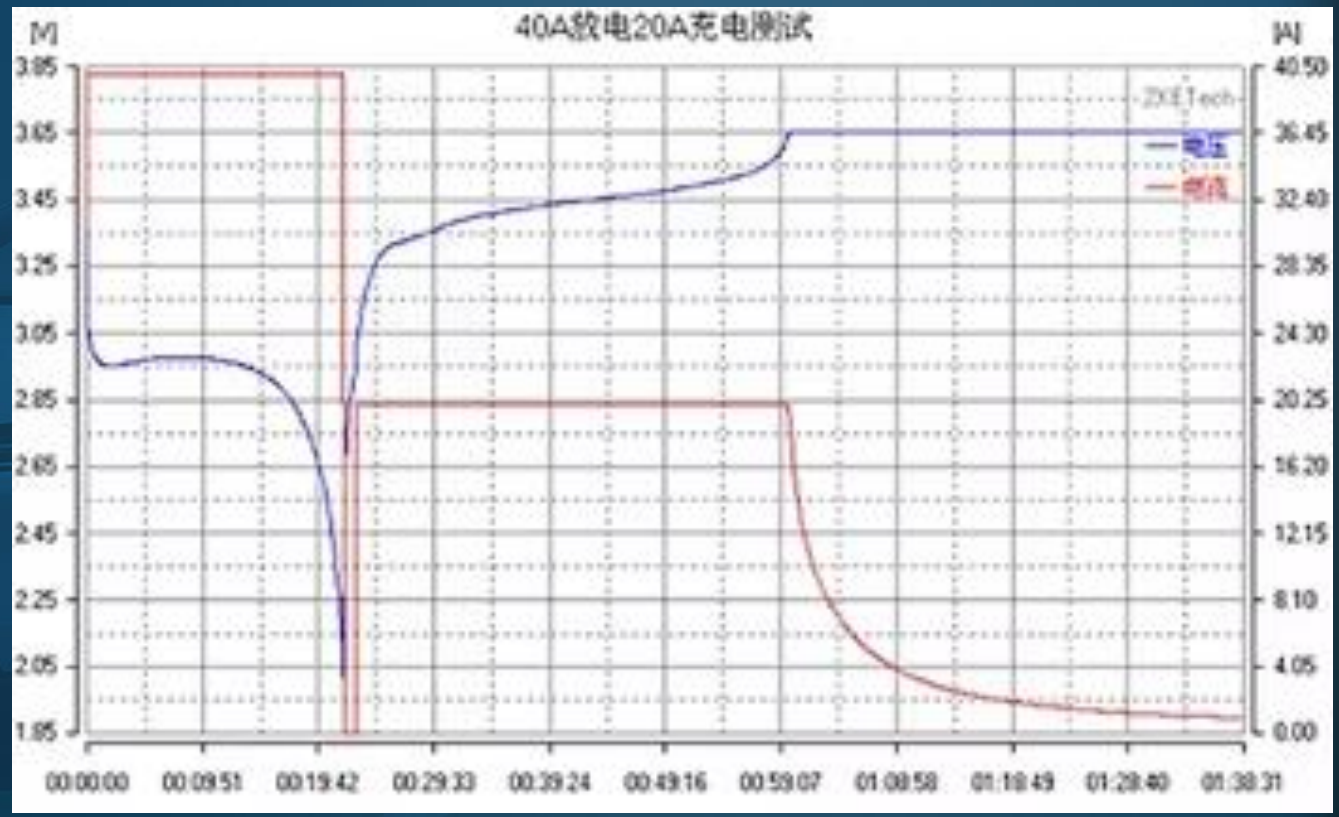
https://microtexindia.com/es/carga-de-la-bateria/

Ion-litio: Características

Tipo	Composición	Voltaje nominal	Densidad de energía	Ciclo de vida	Ventajas	Desventajas	Usos típicos
LCO (Litio-Cobalto, $LiCoO_2$)	Cátodo de óxido de litio-cobalto, ánodo de grafito	3.7 V	150–200 Wh/kg	300–500 ciclos (hasta 1000 con gestión óptima)	Alta densidad de energía, compacta	Ciclo de vida limitado, riesgo de fuga térmica	Electrónica portátil (smartphones, laptops, cámaras)
LMO (Litio-Manganeso, $LiMn_2O_4$)	Cátodo de óxido de litio-manganeso	3.7 V	100–150 Wh/kg	500–1000 ciclos	Buena estabilidad térmica, más segura	Menor densidad de energía, limitada descarga rápida	Herramientas eléctricas, bicicletas eléctricas, dispositivos médicos
LTO (Litio-Titanato, $Li_4Ti_5O_{12}$)	Ánodo de titanato de litio, cátodo LMO o LFP	2.4 V	80–120 Wh/kg	6000–10000 ciclos	Ciclo de vida excepcional, carga rápida, muy segura	Baja densidad de energía, alto costo	Autobuses eléctricos, almacenamiento estacionario, respaldo de red
NCA (Níquel-Cobalto-Aluminio)	Cátodo de óxido de Ni-Co-Al, ánodo de grafito	3.6–4.0 V	200–250 Wh/kg	500–1000 ciclos	Alta densidad de energía, buena potencia	Menor estabilidad térmica, dependencia de cobalto	Vehículos eléctricos ligeros, aeroespacial, electrónica de alto rendimiento
NMC (Níquel-Manganeso-Cobalto)	Cátodo de óxido de Ni-Mn-Co	3.6–3.8 V	150–200 Wh/kg	500–1000 ciclos	Buen balance entre energía, potencia y seguridad	Costoso, limitado por disponibilidad de cobalto	Vehículos eléctricos, almacenamiento de energía, electrónica portátil
LFP (Litio-Hierro-Fosfato, $LiFePO_4$)	Cátodo de fosfato de hierro-litio	3.2–3.3 V	90–160 Wh/kg	2000–5000 ciclos	Muy segura, excelente estabilidad térmica, larga vida	Menor densidad de energía, limitada potencia	Autobuses eléctricos, sistemas estacionarios, herramientas eléctricas

Ion-litio: Descarga-Carga



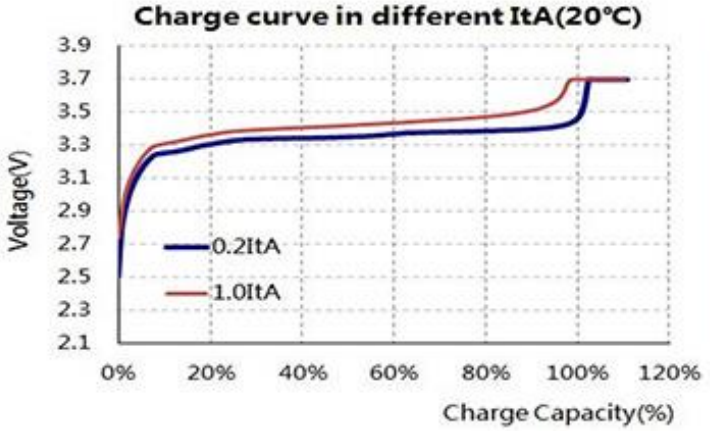


Fuente: https://www.facilelectro.es/wp-content/uploads/2018/11/Calculo-cargador-Pack-copia.jpg
https://sc04.alicdn.com/kf/H66a6771ccf3947b3ba150ae667e21932s.jpg_350x350.jpg

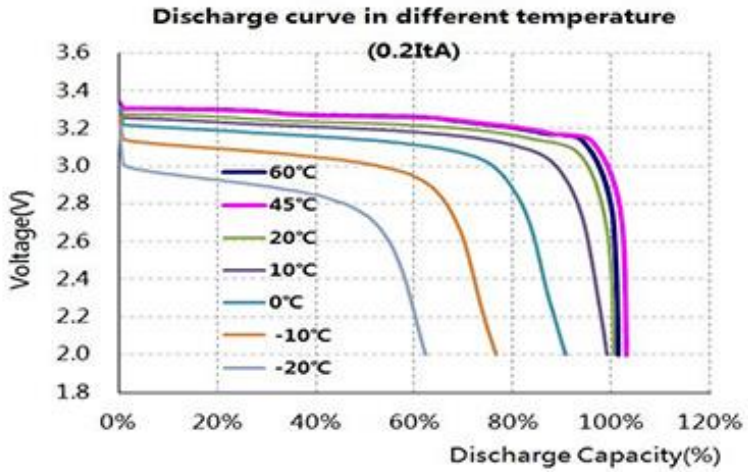
LFP: Descarga-Carga

PKCELL
Green energy, easy life

$LiFePO_4$ Battery Charge & Discharge Curve







Fuente: https://storage.scalenut.com/prod/user-upload-images/6152225d-3984-43ae-b486-e828935421cd.jpg

Resumen baterías

Tipo	Ventaja	Limitaciones	Aplicaciones
Li-ion (NMC, NCA)	Alta densidad energética Vida útil Buena	Sensible a temperatura Requiere de BMS	Autos eléctricos Autos híbridos
LFP	Seguras Estables térmicamente Vida útil larga	Menor densidad energética	Autobuses Vehículos urbanos
NiMH	Robustas Tolerante a abusos	Menor eficiencia Efecto de memoria	Vehículos híbridos Vehículos convencionales
Plomo-ácido	Bajo costo Fácil reciclaje	Pesos considerable Baja densidad energética	Vehículos de baja potencia Respaldo

Parámetros claves

Motores

1. Torque nominal y pico (Nm)
2. Potencia continua y máxima (kW)
3. Curva de eficiencia vs velocidad
4. Voltaje de operación
5. Corriente máxima

Almacenamiento

1. Capacidad (Ah)
2. Voltaje nominal (V)
3. C-rate (tasa de descarga)
4. Densidad energética (Wh/kg)
5. Ciclos de vida
6. Temperatura de operación



Criterios de selección

Compatibilidad eléctrica

1. Voltaje nominal de batería con rango de operación del motor.
2. Corriente máxima de descarga vs corriente pico del motor.
3. Importancia del BMS para limitar sobrecarga y sobre-descarga.

Perfil de uso

1. **Define escenarios:**
    1. microvehículo urbano,
    2. vehículo de carga ligera,
    3. autobús eléctrico.
2. **Para cada uno, indica requerimientos de torque, autonomía y ciclos de vida.**
3. **Usa tablas comparativas**

perfil → motor recomendado → batería recomendada.

Autonomía vs peso vs costo

más capacidad = más autonomía,
pero también más peso y costo

Ejemplo:

batería de 2 kWh → autonomía 40 km en scooter;

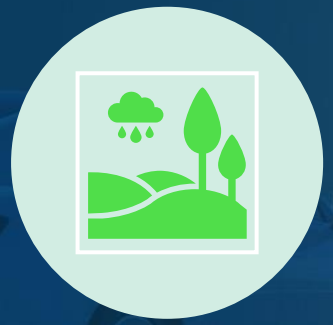
batería de 10 kWh → autonomía 200 km en microauto.

Gráfico sugerido: curva de autonomía vs peso.

Condiciones ambientales



TEMPERATURA DE OPERACIÓN: RANGO TÍPICO DE -20 °C A 55 °C.



HUMEDAD: RIESGO DE CONDENSACIÓN, NECESIDAD DE SELLADO IP.



ALTITUD: REDUCCIÓN DE CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO.



EJEMPLO APLICADO: AUTOBÚS URBANO EN CDMX VS CAMIÓN MINERO EN ALTITUD.

Normativas aplicables

IEC 62660:

pruebas de rendimiento de baterías Li-ion.

ISO 26262:

seguridad funcional en sistemas eléctricos de vehículos.

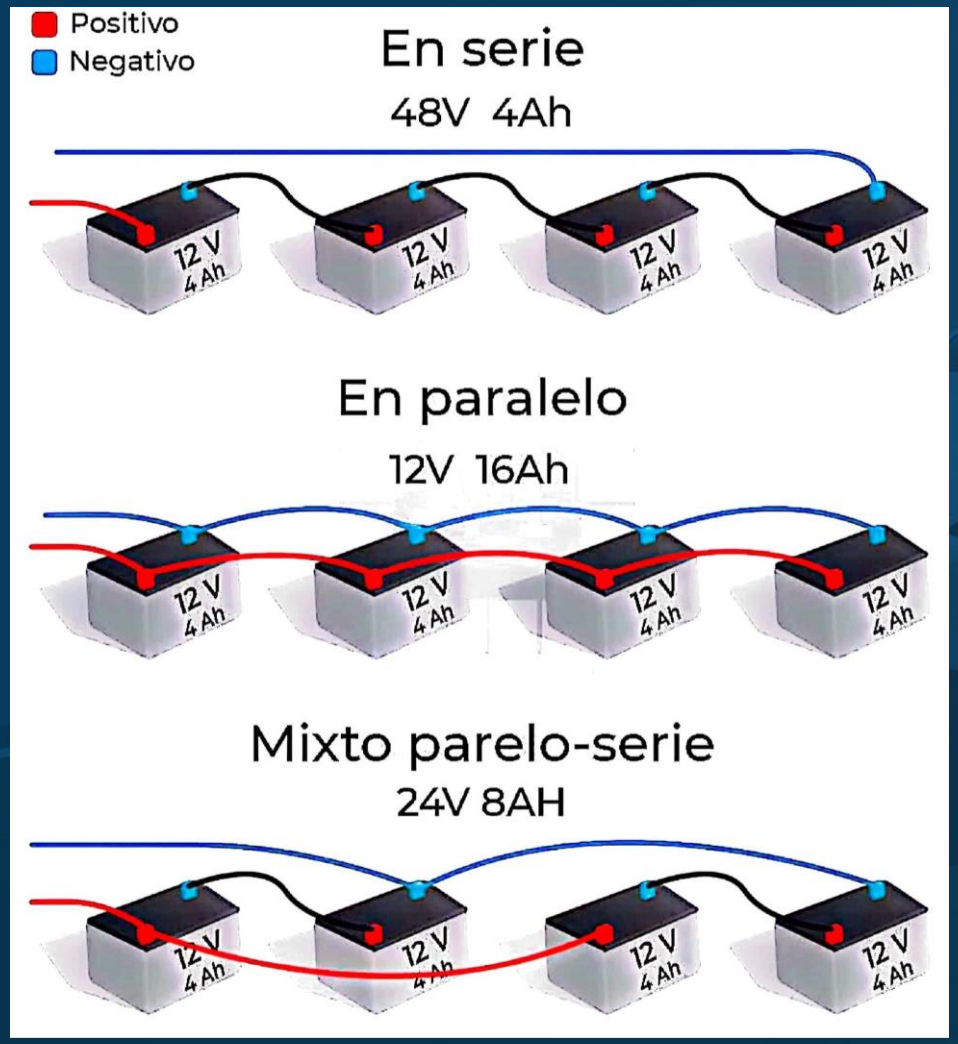
UNE-EN 61982:

ensayos de baterías para vehículos eléctricos.



Integración físico-electrónico

Topologías de conexión



Serie: aumenta voltaje.

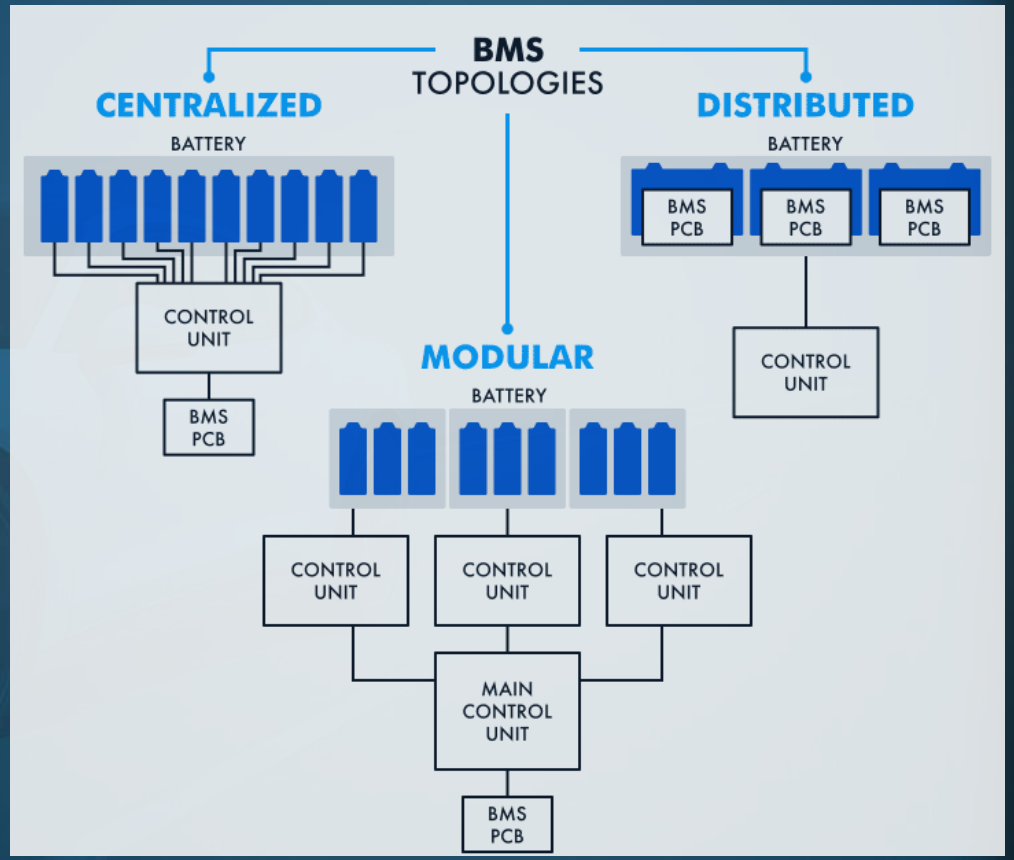
Paralelo: aumenta capacidad.

Serie-paralelo: balance entre voltaje y capacidad.

Sistemas de gestión de baterías

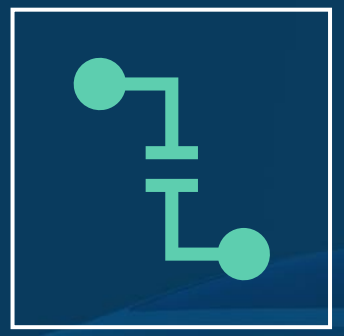
- Supervisa y gestiona las celdas dentro de un paquete de baterías.
- Controla voltaje, corriente y temperatura.
- Garantiza seguridad (evita sobrecarga, sobredescarga, fugas térmicas).
- Optimiza rendimiento y prolonga la vida útil de la batería.

Topología	Descripción	Ventajas	Limitaciones / Consideraciones	Aplicaciones típicas
Centralizada	Una sola unidad controla todas las celdas	Simplicidad, control unificado, menor costo	Menor escalabilidad, un fallo afecta todo	Bicicletas eléctricas, packs pequeños
Distribuida	Funciones de control repartidas en varias unidades	Escalable, redundante, más robusto	Mayor complejidad de comunicación	Vehículos eléctricos, packs medianos
Modular	Cada módulo de batería tiene su propio BMS	Flexibilidad, fácil mantenimiento, escalable	Coste mayor, integración más compleja	Camiones eléctricos, packs grandes adaptables



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

Interfaz con controlador de motor



Funciones principales:

Conversión de señales de batería → motor (voltaje, corriente).

Control de velocidad y torque mediante PWM o modulación vectorial.

Comunicación con el BMS para limitar corriente y proteger celdas.



Elementos clave:

Inversor de potencia (DC → AC).

Sensores de corriente y voltaje.

Protocolos de comunicación (CAN bus, LIN, RS485).

Cableado



Diseño:

Secciones adecuadas para corriente máxima (ej. >300 A en vehículos pesados).

Aislamiento reforzado para alta tensión (540–650 Vdc).



Buenas prácticas:

Minimizar longitud para reducir pérdidas.

Uso de blindaje contra interferencias electromagnéticas.



Normas:

IEC 60502, ISO 6722 (cables automotrices).

Protección

Elementos de seguridad:

- Fusibles de alta tensión.
- Interruptores automáticos.
- Relés de desconexión rápida.

Funciones:

- Evitar sobrecorriente y cortocircuitos.
- Aislar el sistema en caso de fallo.

Conectores

Características:

- Alta tensión (hasta 1000 V).
- Sellado IP67/IP69K contra polvo y agua.
- Diseño anti-error (polarización mecánica).

Tipos comunes:

- Conectores HVIL (High Voltage Interlock Loop).
- Conectores multipin para señal + potencia.



Ejemplos

Autobús



Camión	Valor
Masa de carga (kilos)	1215
Tamaño del vehículo (milímetros)	5160×1820×2250,2300
Masa total máxima (kilos)	4495
Peso en vacío del chasis (kilos)	3150
Voladizo delantero/trasero (milímetros)	1176/1184
Vía delantera/trasera (milímetros)	1460/1328
Distancia entre ejes (milímetros)	2800
Tamaño de neumáticos	185R14LT 8PR

Fuente: https://www.eletrictrucks.com/es/ev-truck/4-5t-pure-electric-self-loading-garbage-truck/

Fuente: https://www.leog-motors.net/products_detail/Truck-Motor.html

Aplicado a un autobús

Specification	4.5-7.5T light truck	8-12T midum truck	15-18T midum truck	25T heavy truck, mixer truck, light tractor truck	49Ttractor truck, 31T tipper truck, muck truck , mixer truck	>49T heavy duty truck, tractor truck, tipper truck, high climbing condition truck		
Rated voltage（Vdc）	540	540	600	600	600	610	650	650
Rated power（kW）	65	120	150	215	250	330	360	400
Peak power（kW）	130	185	280	350	400	450	550	600
Rated torque（Nm）	620	500	800	1000	1330	1370	1640	1910
Peak torque（Nm）	1200	1000	1600	2000	2800	2800	3000	3000
Rated speed（rpm）	1000	2300	1790	2050	1800	2300	2100	2000
Peak speed（rpm）	3500	4000	3000	3000	3500	3500	3200	3200

Fuente: https://www.leog-motors.net/products_detail/Truck-Motor.html

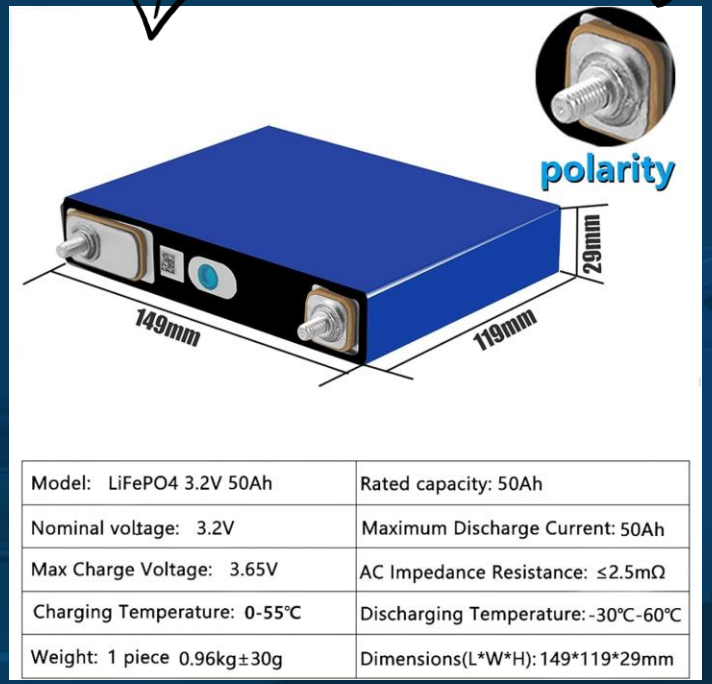
Energía requerida

$$Energía = Distancia \times Consumo_{promedio}$$

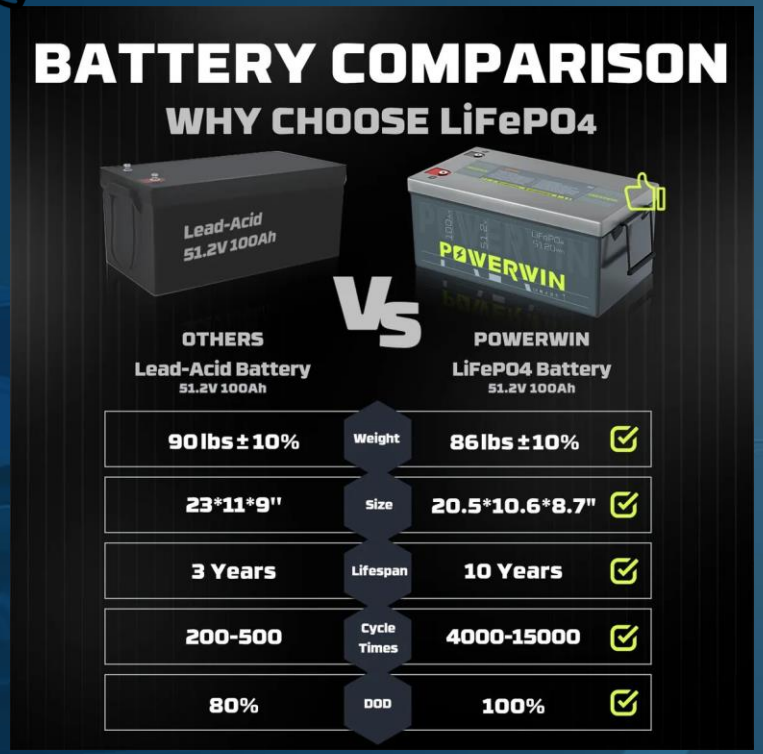
Energía (kWh)	Distancia (km)	Consumo (kWh/km)
10	40	0.25
15	60	0.25
20	80	0.25
25	100	0.25
37.5	150	0.25
50	200	0.25
75	300	0.25

Fuente: https://www.leog-motors.net/products_detail/Truck-Motor.html

Banco de baterías



Model: LiFePO4 3.2V 50Ah	Rated capacity: 50Ah
Nominal voltage: 3.2V	Maximum Discharge Current: 50Ah
Max Charge Voltage: 3.65V	AC Impedance Resistance: ≤2.5mΩ
Charging Temperature: 0-55℃	Discharging Temperature: -30℃-60℃
Weight: 1 piece 0.96kg±30g	Dimensions(L*W*H): 149*119*29mm



52V – 40AH



$8,085 18650

C/pack

160S1P ⟷ 11S1P 10S2P

$6600 M.N

6 - 160kg

$660000

$26000 M.N.

clu

484kg

$2600

$1160000

Recursos complementarios

Revisemos lo qué aprendimos

https://wayground.com/join?gc=492392&source=liveDashboard

Agradezco su atención

Presento

José Francisco Villegas Alcaraz

jvillegasa@ipn.mx

Jfrancisco.villegas@gmail.com

+52 477 160 7233


DIPLOMADO:
ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ
Selección e integración de baterías y motores
DOCENTE: José Francisco Villegas Alcaraz

Contenido



Introducción

Fundamentos técnicos

Criterios de selección

Integración físico-electrónico

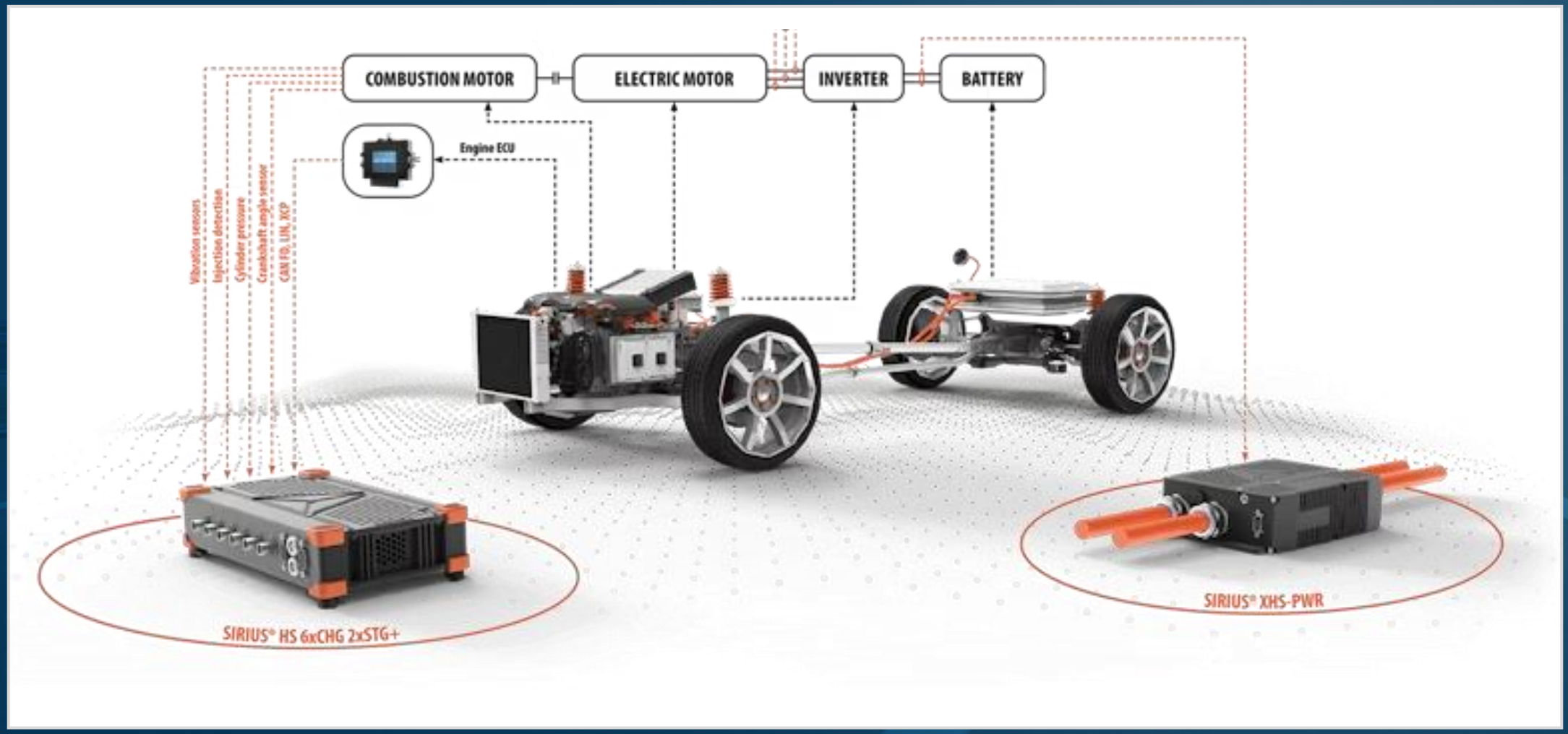
Ejercicios

Recursos complementarios



Introducción

Integración motor-batería



Fuente: https://dewesoft.com/es/aplicaciones/pruebas-de-vehiculos-electricos

Objetivos

Comprender los criterios técnicos y prácticos para seleccionar motores eléctricos y baterías en conversión vehículos de diferentes perfiles.

Analizar la compatibilidad eléctrica, mecánica y ambiental entre motor y batería.

Aplicar casos de estudio para dimensionar autonomía, potencia y capacidad de almacenamiento.

Identificar riesgos comunes y buenas prácticas de integración físico-electrónica (BMS, controlador, cableado, protección).

Alcance y limites

Motores eléctricos: clasificación, parámetros clave (torque, potencia, eficiencia, voltaje).

Baterías recargables: tecnologías principales (plomo-ácido, NiMH, Li-ion, LFP), ventajas y limitaciones.

Compatibilidad eléctrica: relación voltaje nominal, corriente pico y capacidad de descarga.

Perfil de uso: escenarios urbanos, industriales y de larga distancia.

Integración físico-electrónica: topologías de conexión, sistemas de gestión de baterías, interfaz con controlador, cableado y conectores.

Ejercicios: cálculo de energía requerida, autonomía vs peso, selección de banco de baterías.

Estructura del módulo

Fundamentos técnicos: parámetros clave de motores y baterías.

Criterios de selección: compatibilidad eléctrica, perfil de uso, autonomía vs peso vs costo.

Integración físico-electrónica : topologías de conexión, BMS, controlador, cableado y conectores.

Ejercicios : ejemplos aplicados.

Recursos complementarios: preguntas de reflexión.

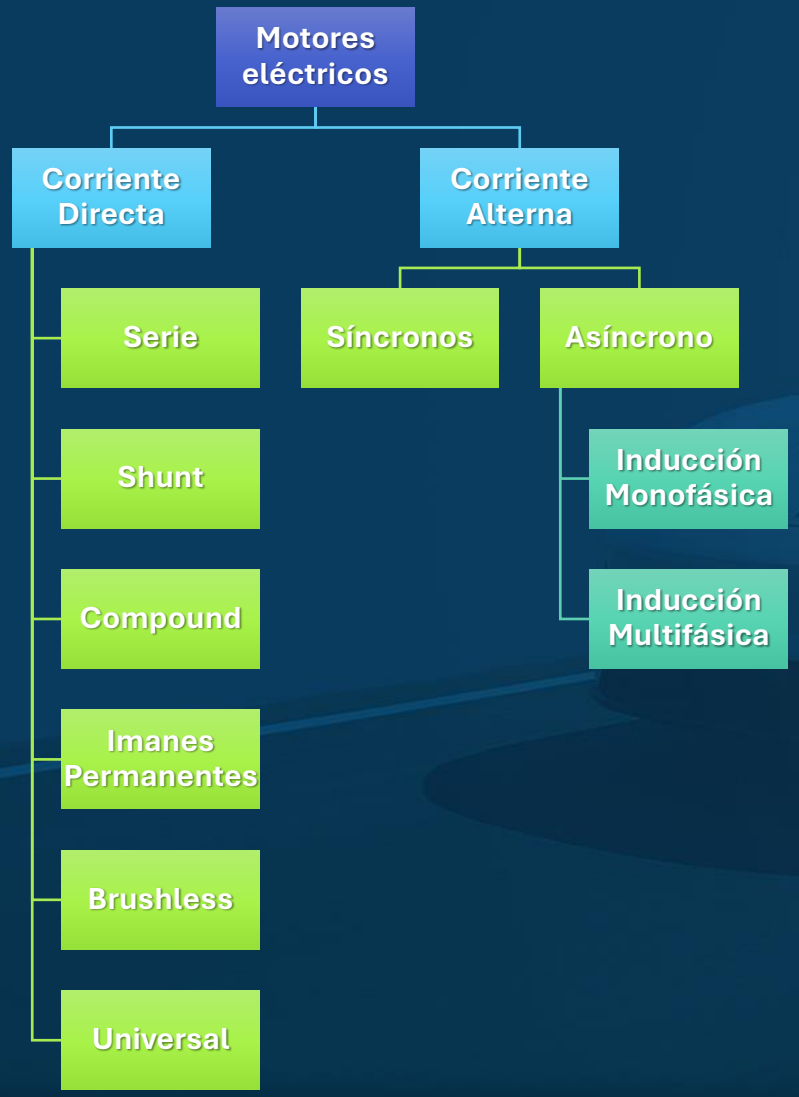


Fundamentos técnicos

¿Qué características tiene el vehículo?



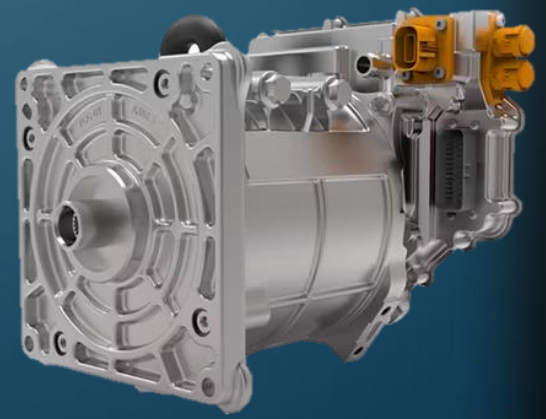
Motores eléctricos: clasificación general



Corriente directa (DC): alto torque inicial, control sencillo.
Adecuados para diversas aplicaciones gracias a su **facilidad de control**

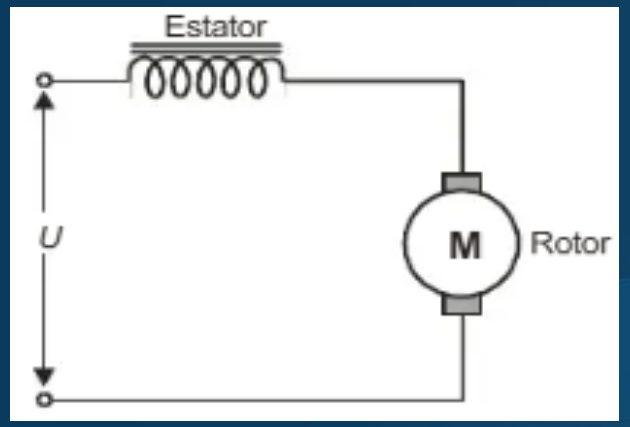
Corriente alterna (AC): velocidad estable, robustez, menor mantenimiento.

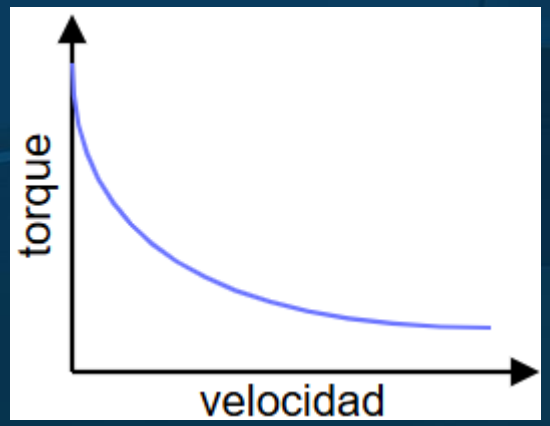
Su **eficiencia y flexibilidad**

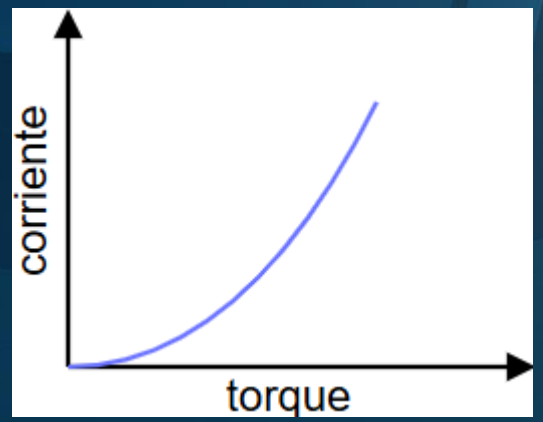


Fuente: https://image.made-in-china.com/202f0j00pjgbiQulqakV/Electric-Car-Motor-Kits-EV-Car-Conversion-Kit.webp

Motor CD Serie





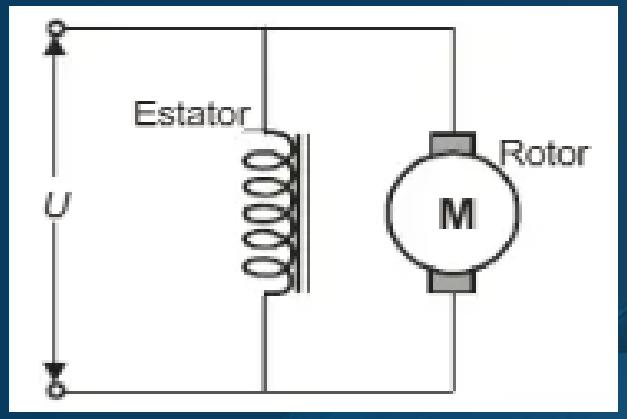


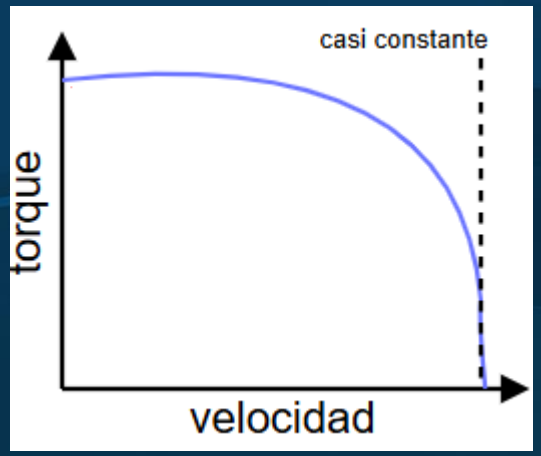
Ventajas:
- Gran torque inicial
- Simple

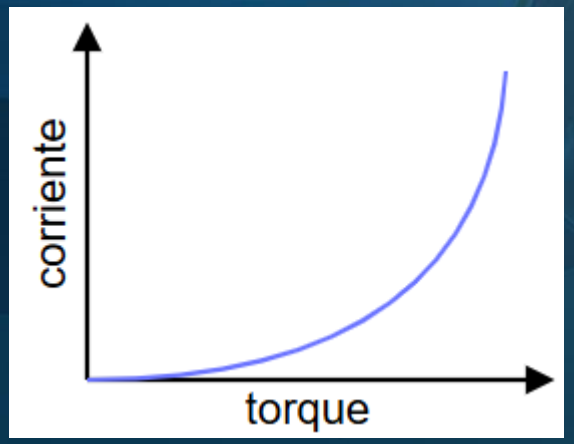
Desventajas:
- Velocidad variable
- Riesgo de sobregiro

Aplicaciones:
- Tranvías antiguos
- Arranques pesados

Motor CD Derivado (Shunt)





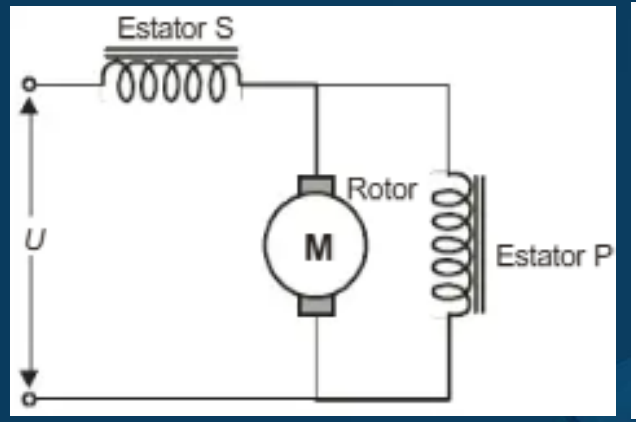


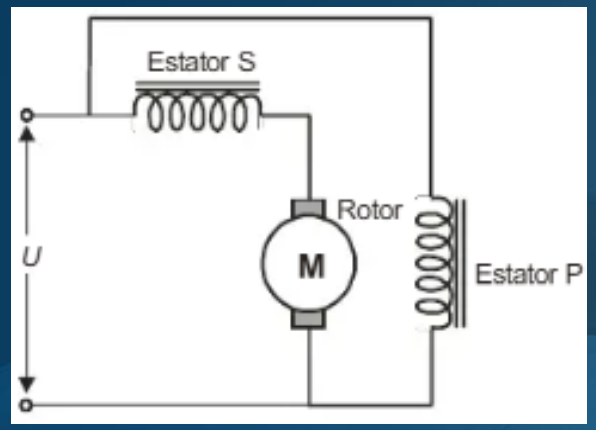
Ventajas:
- Velocidad estable
- Control sencillo

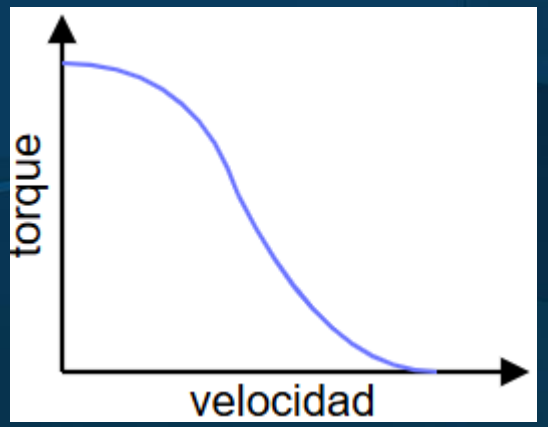
Desventajas:
- Menor torque inicial

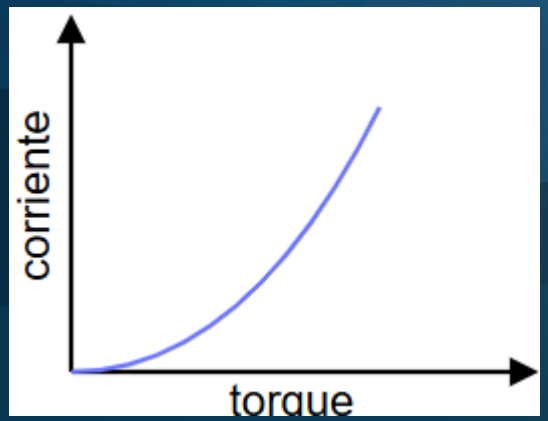
Aplicaciones:
- Ventiladores
- Bombas

Motor CD Compuesto (Compound)







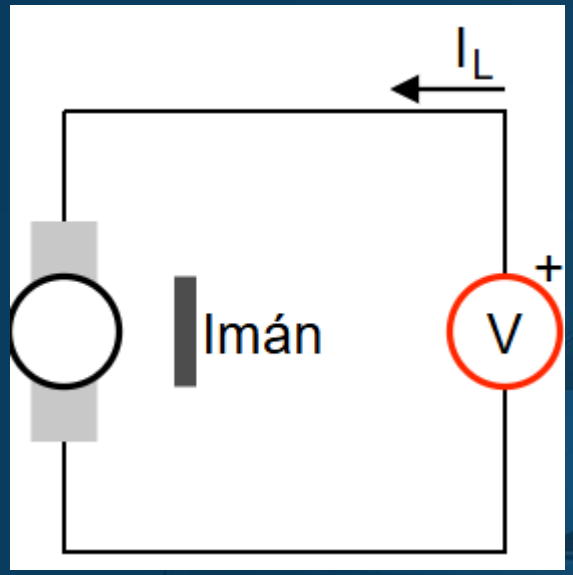


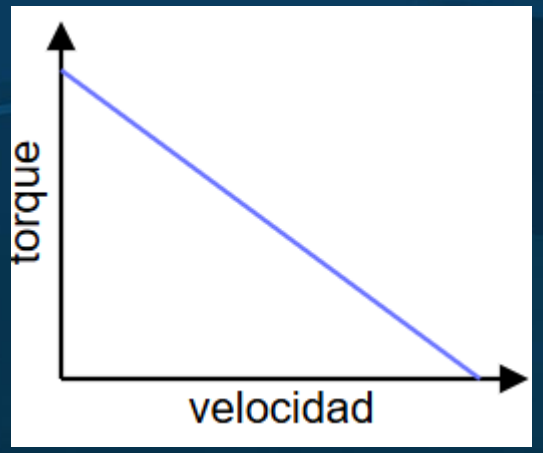
Ventajas:
- Torque intermedio
- Buena estabilidad

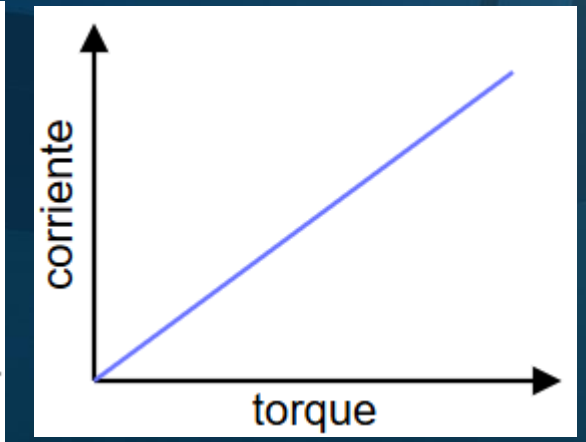
Desventajas:
- Complejo

Aplicaciones:
- Elevadores
- Grúas

Motor CD Imanes Permanentes





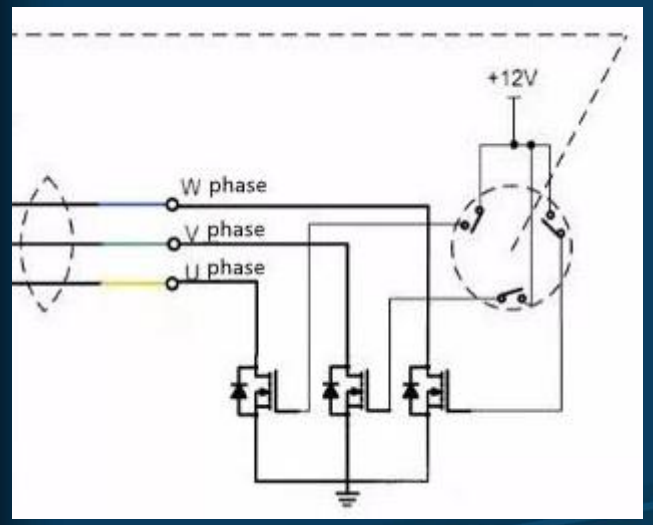


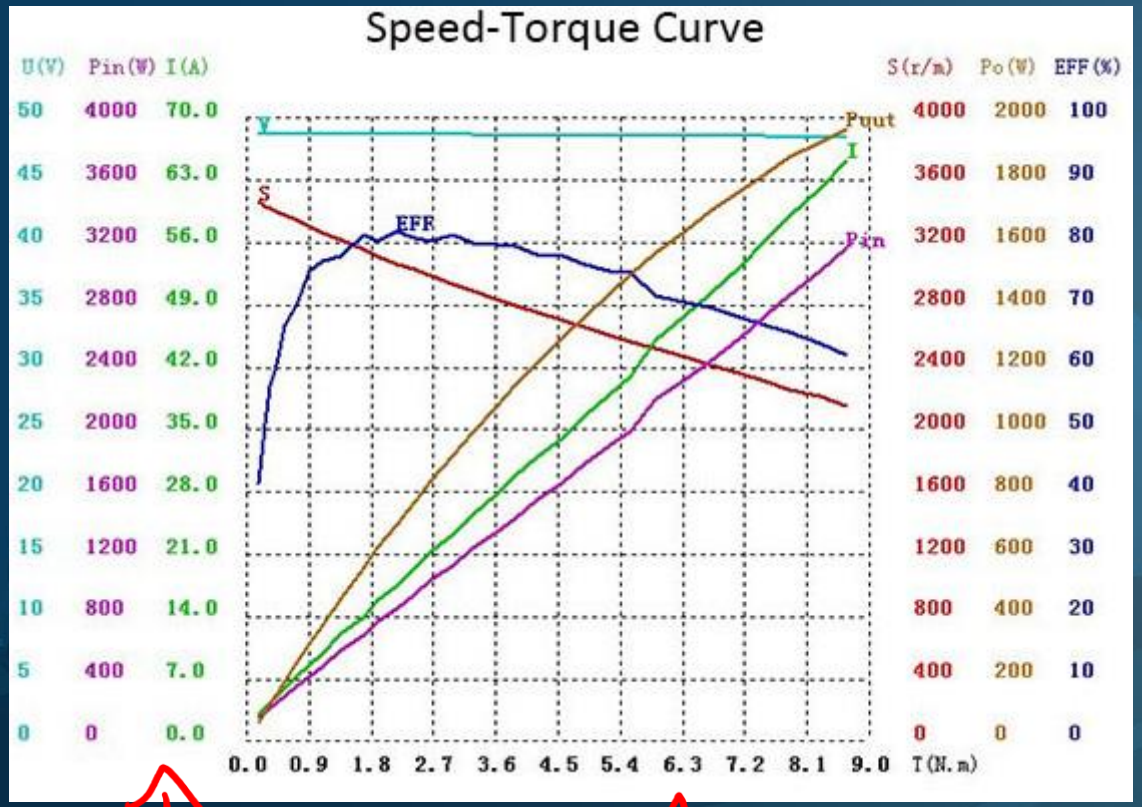
Ventajas:
- Compacto
- Eficiente

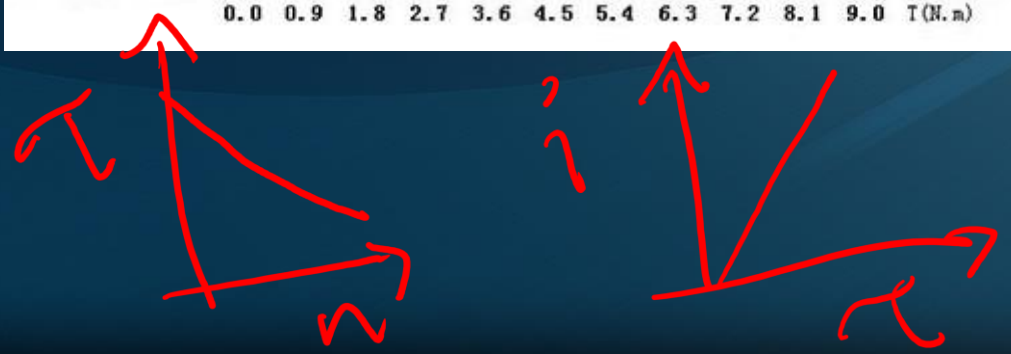
Desventajas:
- Limitado en potencia

Aplicaciones:
- Scooters
- Juguetes eléctricos

Motor CD Sin escobillas (Brushless)





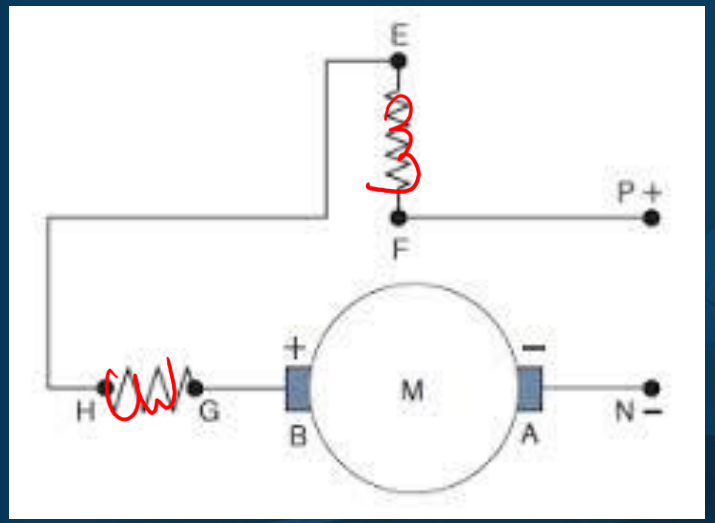


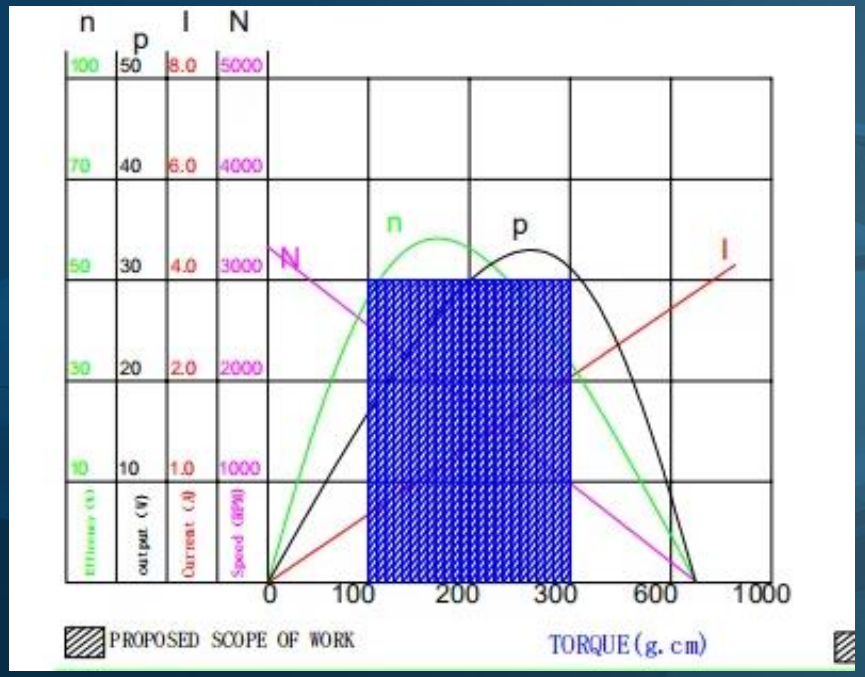
Ventajas:
- Alta eficiencia
- Bajo mantenimiento

Desventajas:
- Requiere control electrónico

Aplicaciones:
- Bicicletas eléctricas
- Drones

Motor CD Universal





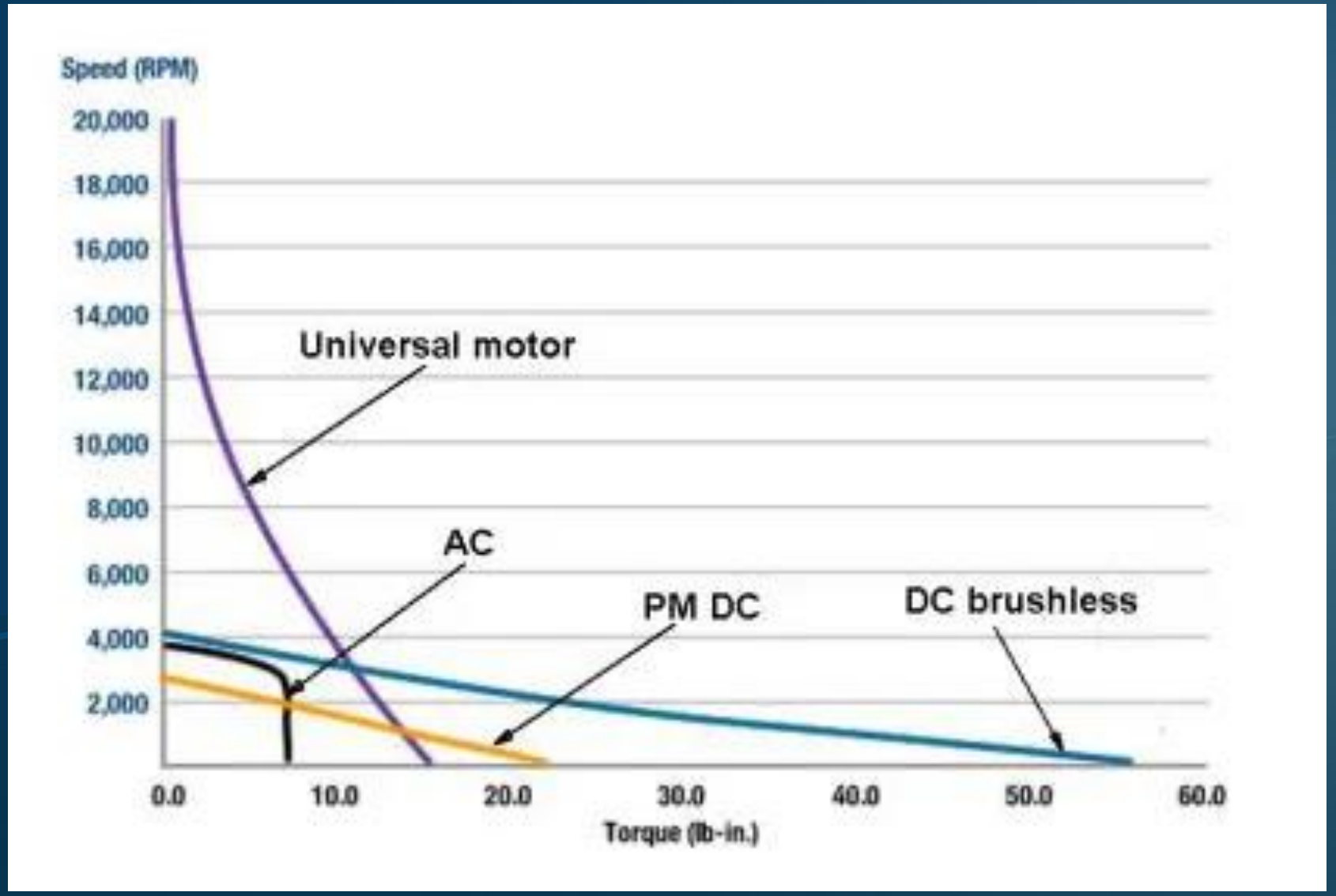
Ventajas:
- Opera con CD y CA

Desventajas:
- Alto desgaste
- Ruidoso

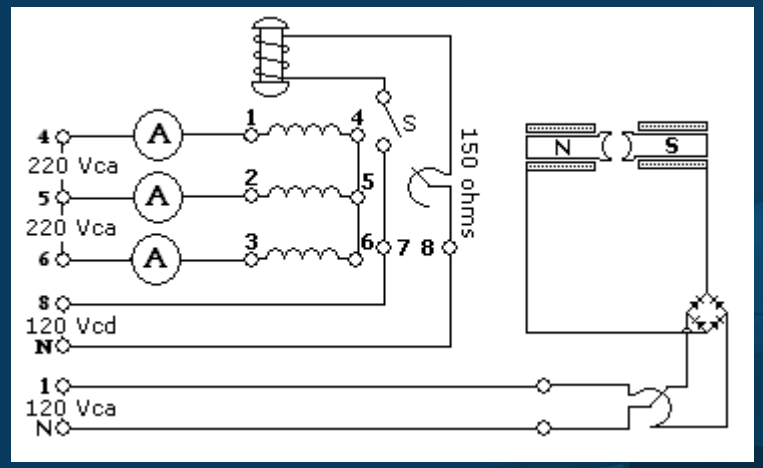
Aplicaciones:
- Electrodomésticos
- Herramientas



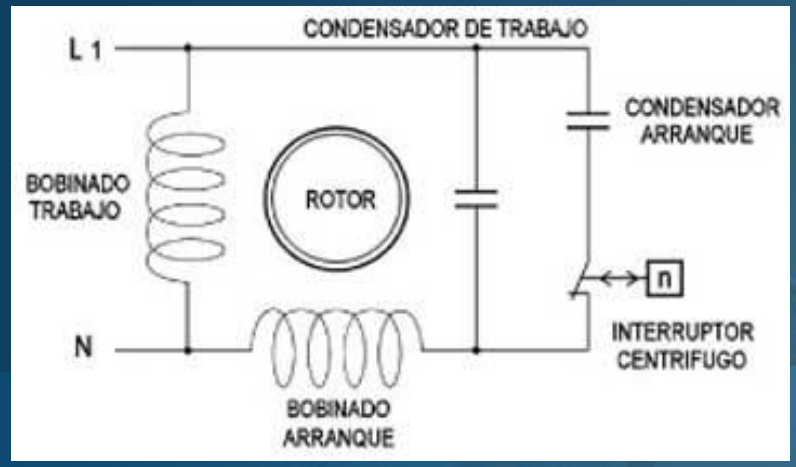
Comparativa de tecnologías en CD



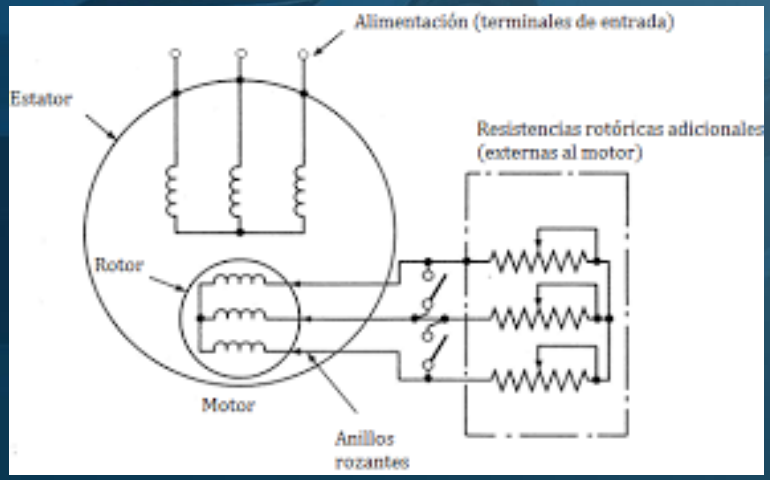
Tipos de motores de CA



Síncrono



Asíncrono

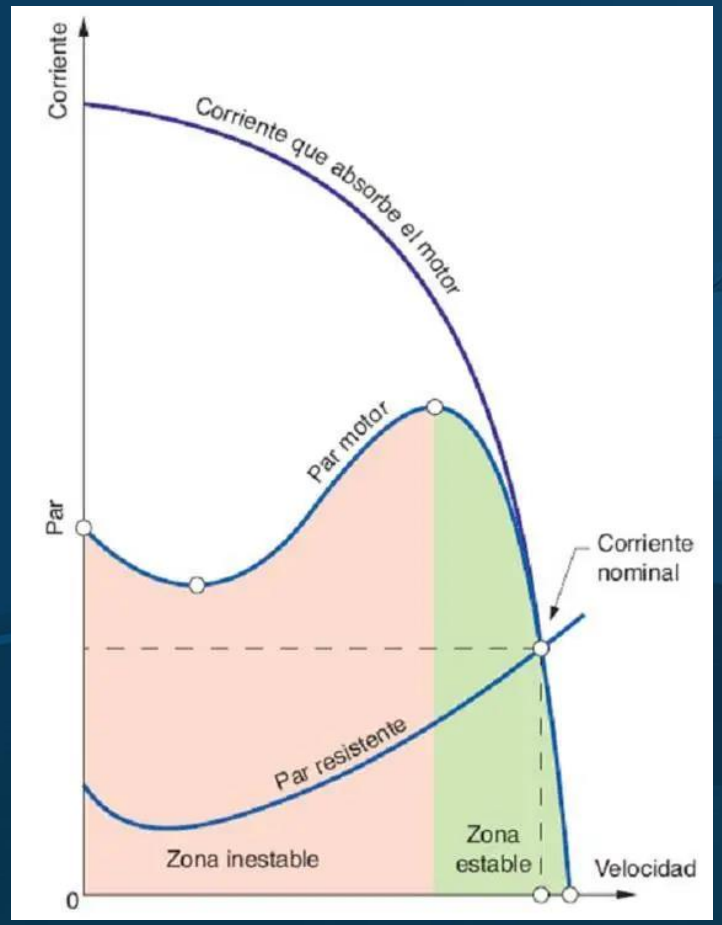


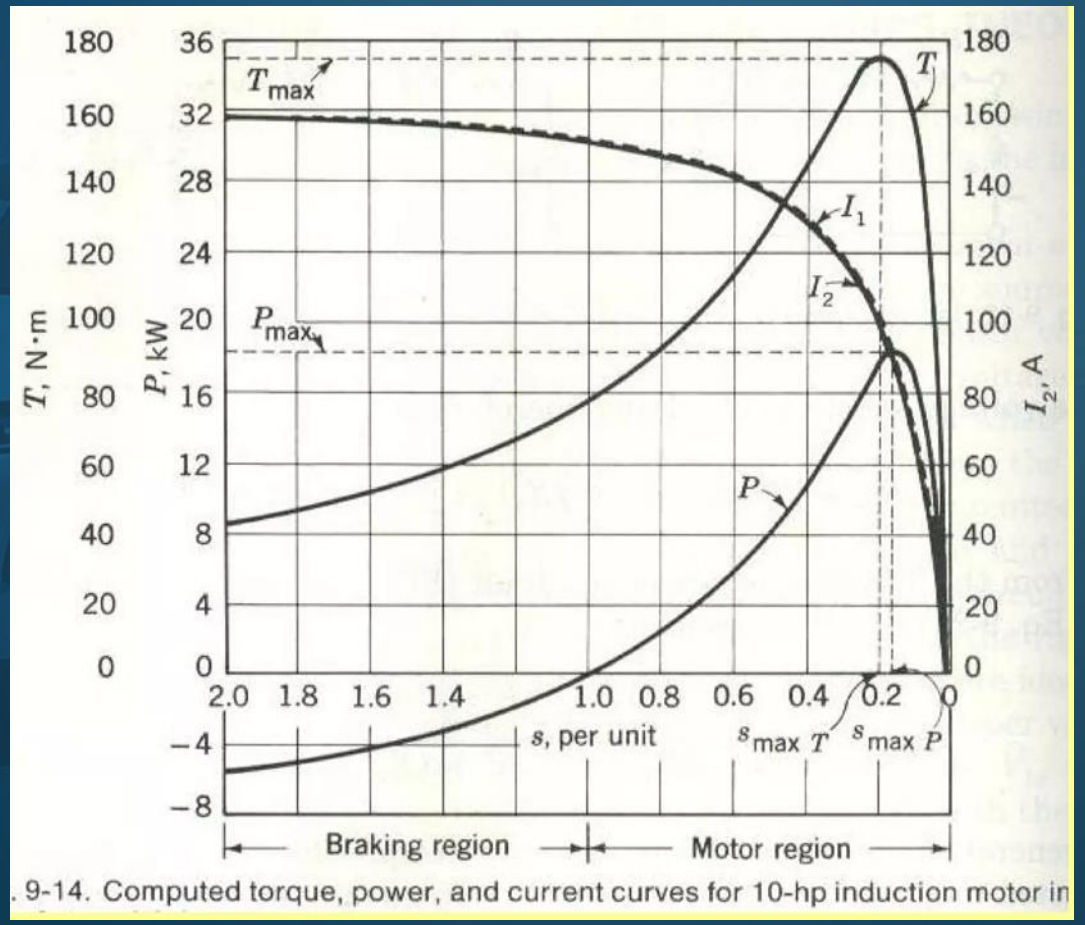
Ventajas:
- Robustos
- Económicos

Desventajas:
- Menor eficiencia que el PMSM

Aplicaciones:
- Autobuses eléctricos
- Industria

Curvas de motores Asíncronos CA





. 9-14. Computed torque, power, and current curves for 10-hp induction motor in

Resumen

Tipo de motor	Características técnicas	Aplicaciones comunes
Sin escobillas (Brushless DC BLDC)	1. Alta eficiencia (85 – 90 %) 2. Bajo mantenimiento 3. Control preciso o sencillo	Micro y mini vehículos Scooters Bicicletas Drones Motocicletas E-Rickshaw
Síncrono de imanes permanentes (Permanent Magnet Synchronous Motor PMSM)	1. Alto torque 2. Buena densidad de potencia 3. Respuesta rápida 4. Eficiente 5. Silencioso	Vehicular eléctricos de gama media y alta de alto rendimiento
Inducción (AC Induction Motor ACIM)	1. Robusto 2. Económico 3. Menos eficiente	Vehículos pesado, industrial Autobuses eléctricos
Con escobillas (DC shunt)	1. Simple 2. Bajo costo 3. Alto descaste	Vínculos antiguos Bajo presupuesto
Imanes internos permanente (Interior Permanent Magnet IPM)	1. Alta densidad de potencia 2. Buena respuesta 3. Costosos	Motocicletas de alto desempeño

Baterías: clasificación general



Primarias: de uno solo uso para aplicaciones.

Secundarias: recargables.



Fuente: https://tse4.mm.bing.net/th/id/OIP.mS4q-AHQistzCxknZ_FDxAHaEK?rs=1&pid=ImgDetMain&o=7&rm=3

Características de baterías primarias: Ventajas

Larga vida útil	Ideal para dispositivos con uso esporádico o largos periodos de almacenamiento.
Densidad de alta energía	Proporciona más energía en un tamaño más pequeño, beneficioso para dispositivos compactos.
Salida de voltaje estable	Garantiza un suministro de energía constante durante toda la vida útil de la batería, lo cual es crucial para la confiabilidad.
Diseño de peso ligero	Contribuye a la portabilidad de dispositivos como cámaras e implantes médicos.

Fuente: https://www.large-battery.com/es/blog/primary-vs-secondary-batteries/

Características de baterías primarias: Desventajas

Larga vida útil	Ideal para dispositivos con uso esporádico o largos periodos de almacenamiento.
Densidad de alta energía	Proporciona más energía en un tamaño más pequeño, beneficioso para dispositivos compactos.
Salida de voltaje estable	Garantiza un suministro de energía constante durante toda la vida útil de la batería, lo cual es crucial para la confiabilidad.
Diseño de peso ligero	Contribuye a la portabilidad de dispositivos como cámaras e implantes médicos.

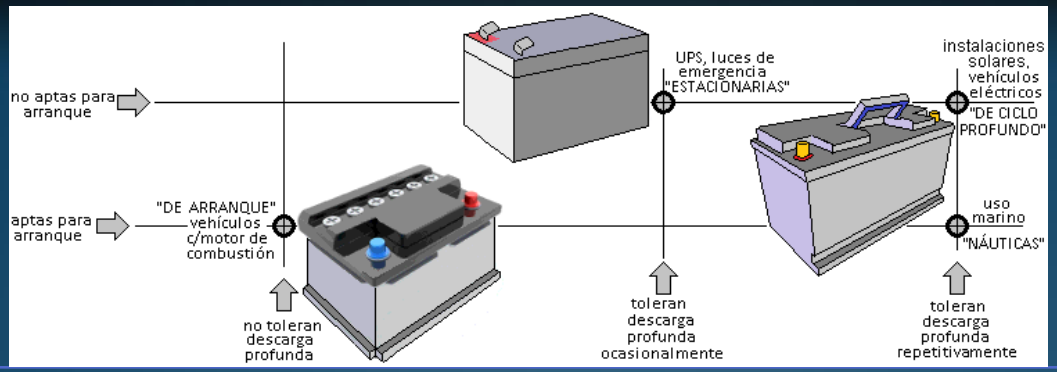
Fuente: https://www.large-battery.com/es/blog/primary-vs-secondary-batteries/

Características de baterías secundarías: Desventajas

Dependencia de materias primas críticas	Impactos ambientales asociados a la extracción de materiales como el litio y el cobalto.
Mala reciclabilidad	Los métodos de reciclaje actuales son inadecuados para respaldar una economía circular para las baterías de litio.
Inflamabilidad	Riesgo de incendios o explosiones debido a electrolitos inflamables y posibles cortocircuitos.
Baja densidad de energía	Las baterías de litio almacenan menos energía por unidad en comparación con los combustibles fósiles, lo que limita su eficiencia.
Ciclo de vida corto	Los ciclos de carga y descarga limitados reducen la vida útil de la batería y requieren reemplazos más frecuentes.
Impacto ambiental de la eliminación	Desafíos en la gestión del final de la vida útil y la eliminación de residuos de baterías de litio de primera generación.
Problemas de seguridad	Susceptibilidad a fugas térmicas y otros riesgos de seguridad durante el uso.
Alto costo	El costo de materiales como el litio y el cobalto dificulta la adopción generalizada de baterías de litio.

Fuente: https://www.large-battery.com/es/blog/primary-vs-secondary-batteries/

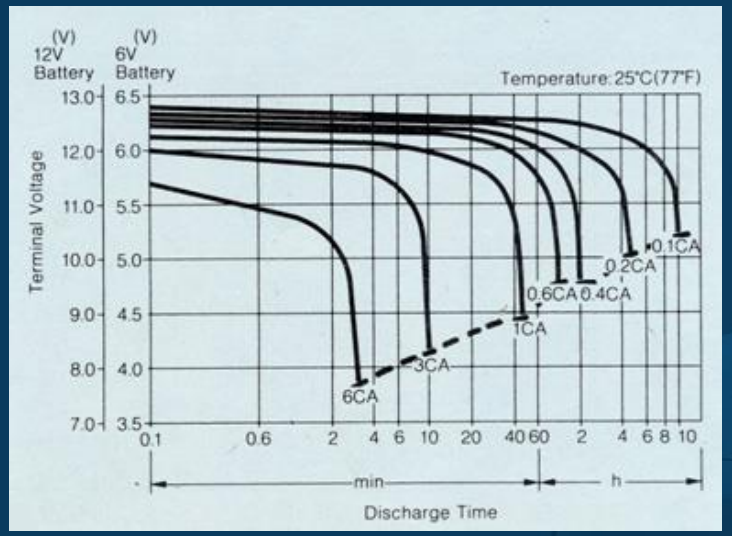
Ácido-plomo: Características

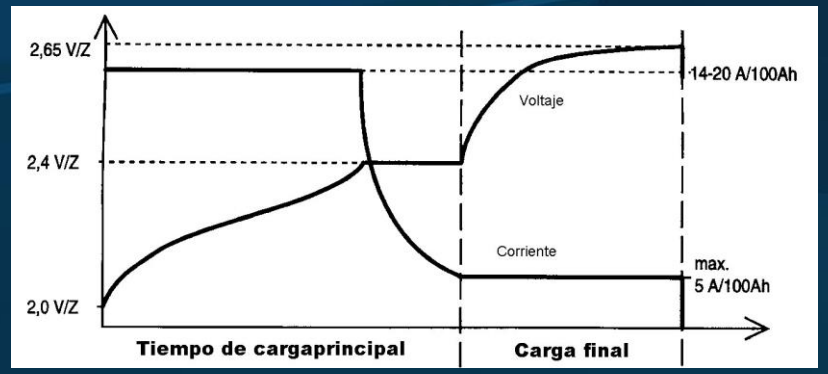


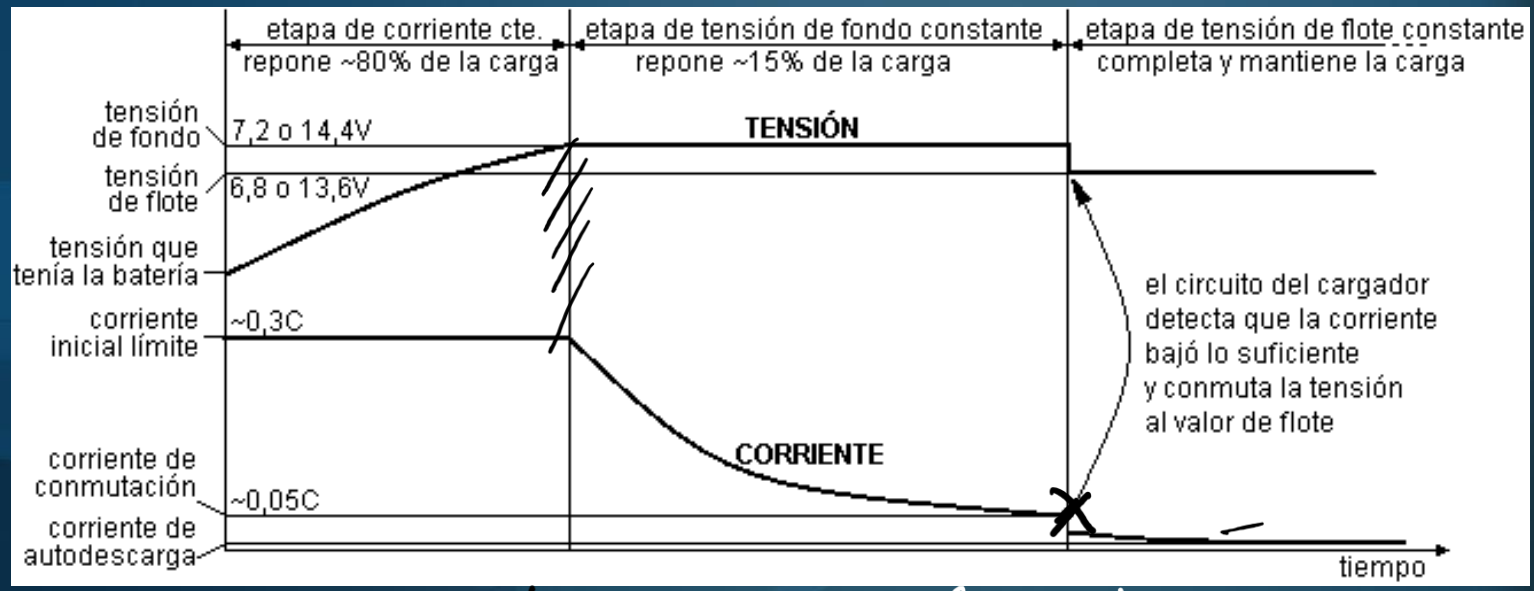
Tipo de batería	Características principales	Ventajas	Desventajas	Aplicaciones típicas
Abiertas (PzS)	Electrolito líquido, requieren relleno de agua	Bajo costo, tecnología madura	Necesitan mantenimiento frecuente, gaseo	Carretillas elevadoras, vehículos industriales
Abiertas con accesorios	Igual que PzS pero con sistemas de relleno automático	Menor mantenimiento, más seguras	Mayor costo inicial	Uso intensivo en logística, flotas
Cerradas (PzV)	Electrolito en gel o AGM, selladas	Sin mantenimiento, más seguras	Menor capacidad de descarga rápida, más caras	Aplicaciones estacionarias, respaldo
Características de carga	Curvas Wa, W0Wa, IUIa, Iula según tecnología	Flexibilidad de carga	Riesgo de sobrecarga si cargador mal dimensionado	Todas las variantes
Factores críticos	Voltaje nominal, capacidad, tiempo de carga ≤12 h	Permiten dimensionado preciso	Si se excede tiempo/descarga → degradación	Tracción eléctrica, sistemas industriales
Riesgos comunes	Sobrecalentamiento, gaseo excesivo, corrosión			

Fuente: https://energetika.com.ar/algunos-conceptos-tecnicos-de-las-baterias-de-plomo-acido/
https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEgCoxphjKcuBWulxyPqp8BfLHT7dyPubUc43w_Ymd7kcFHXh6zXMYnXsbVr2rheycsSjMsk45r752iZ-l3srmOQfJrE6nehU5tuT01gwGWXTa4yblJY7Cws47q3wnWyjV6LBCy_Rsxf5jg/s1600/graf4.BMP

Ácido-plomo Descarga-Carga







$$CC = 3600Ah \quad 300\,mA$$

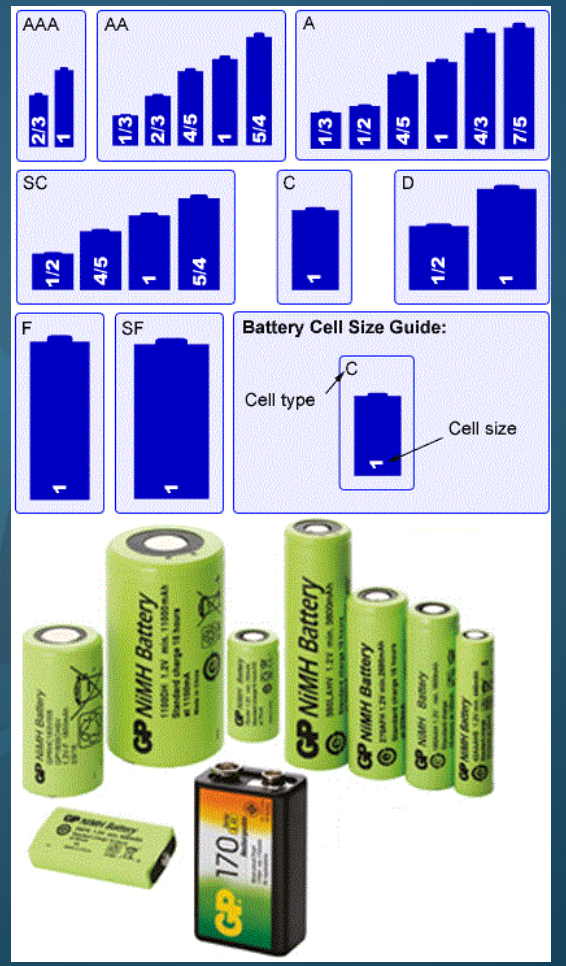
$$OSC: C = \frac{i \cdot t}{Cap.nom} = \frac{(300A)}{(600A)} = 2C$$

$$600Ah = 1C$$

Fuente: https://energetika.com.ar/algunos-conceptos-tecnicos-de-las-baterias-de-plomo-acido/

Níquel: Características

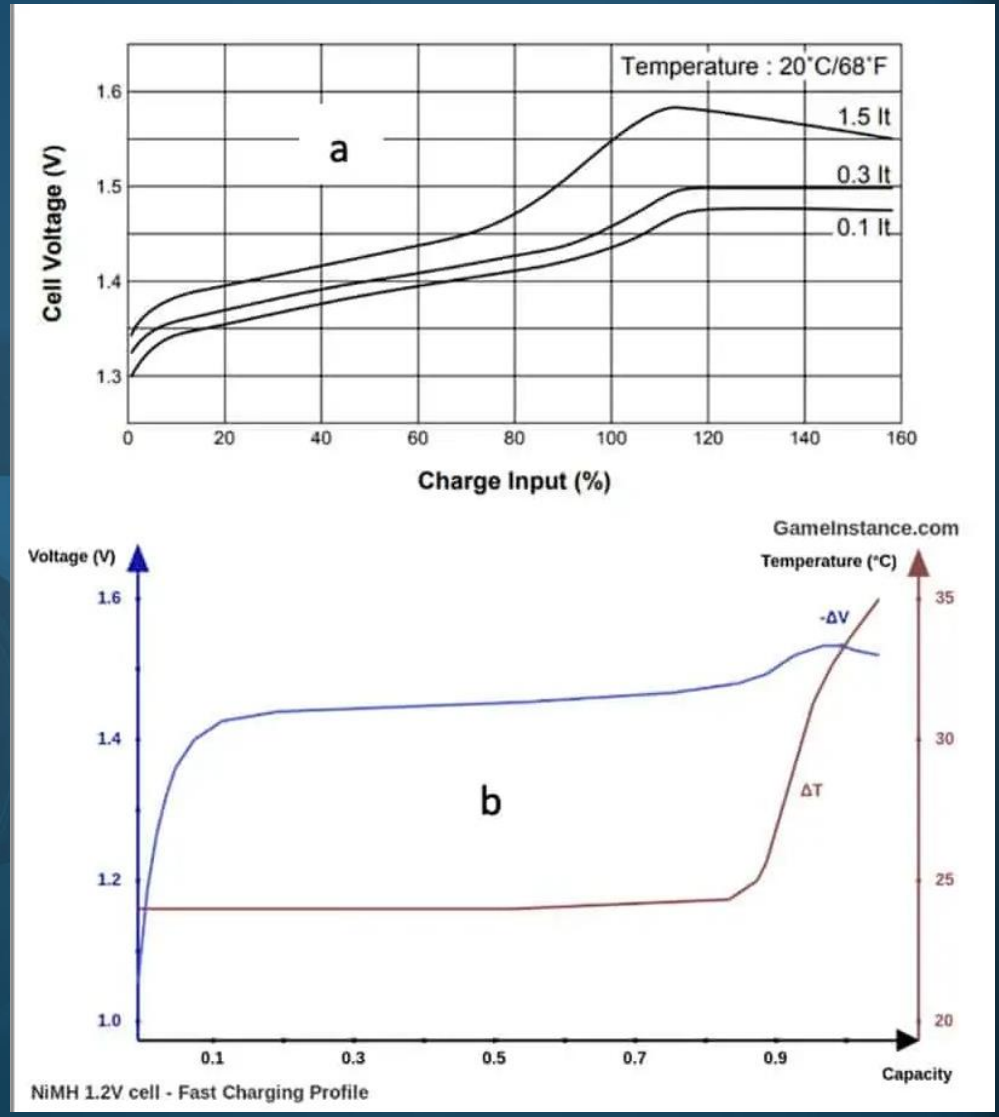
Tipo de batería	Definición / Composición	Ventajas	Desventajas	Aplicaciones típicas
Níquel-Cadmio (NiCd)	Electrodo positivo: hidróxido de níquel; negativo: cadmio	Alta potencia, voltaje estable, buen desempeño en bajas temperaturas	Efecto memoria, alta autodescarga (15–30%), contiene cadmio tóxico	Fuentes de arranque, emergencia, electrónicos portátiles, juguetes eléctricos
Níquel-Hidruro Metálico (NiMH)	Positivo: oxihidróxido de níquel; negativo: hidruro metálico	Mayor densidad energética que NiCd, menos efecto memoria, más ecológica	Autodescarga alta (25–35%), ciclos y tiempos de carga limitados	Electrónica de consumo, juguetes RC, vehículos híbridos y eléctricos, alumbrado de emergencia



Fuente: https://www.delongtop.com/es/types-of-rechargeable-battery/
https://www.bateriasdelitio.net/?p=1220

Níquel: Descarga-Carga

Método de carga de baterías de níquel-cadmio	Corriente constante lenta con temporizador sin control
	Corriente constante con corte dT/dT
	Corriente constante con corte -dV/dT



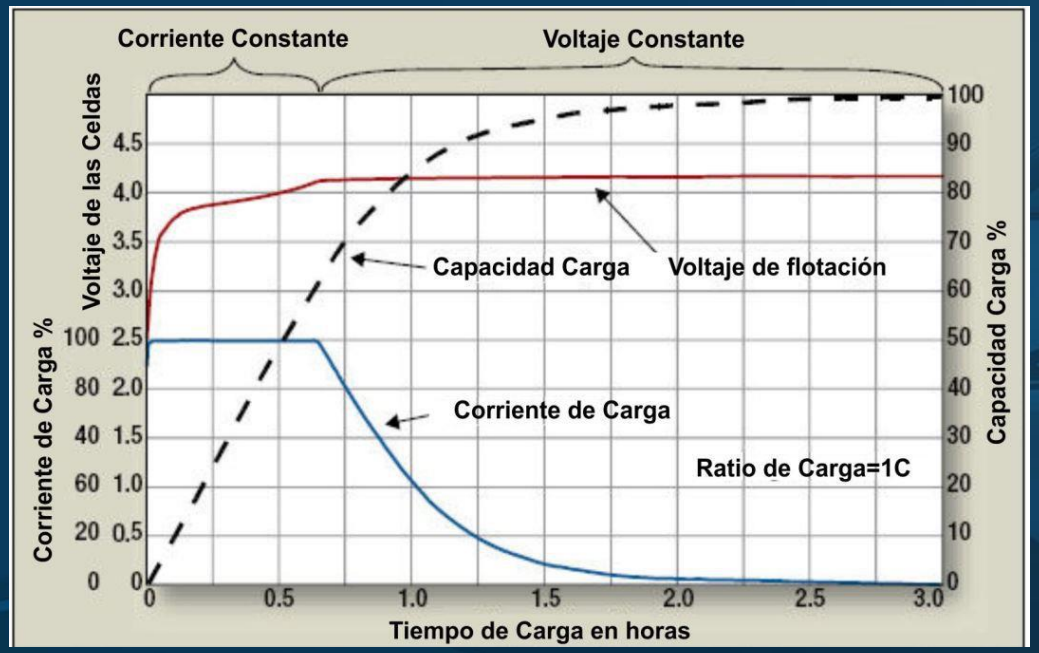
Fuente: https://microtexindia.com/es/carga-de-la-bateria/

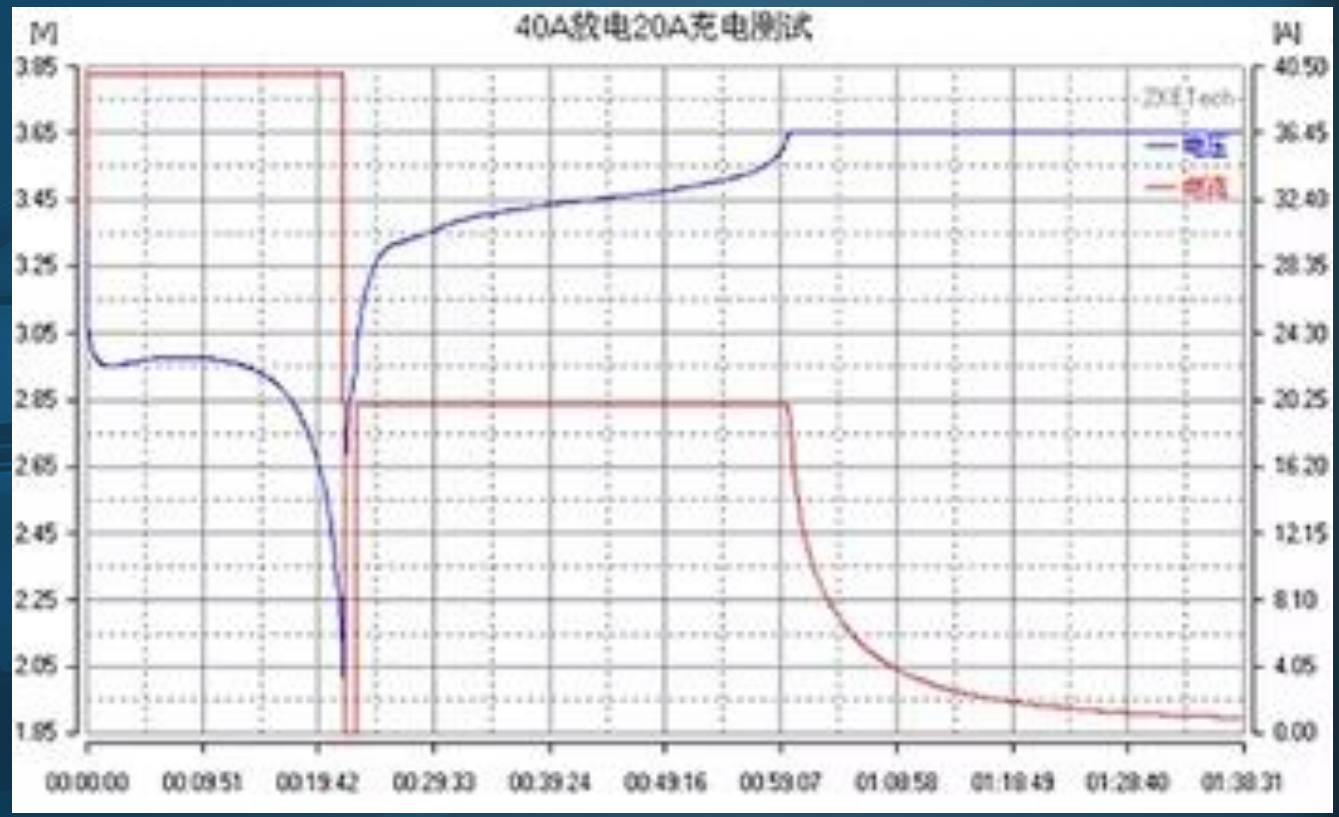
https://microtexindia.com/es/carga-de-la-bateria/

Ion-litio: Características

Tipo	Composición	Voltaje nominal	Densidad de energía	Ciclo de vida	Ventajas	Desventajas	Usos típicos
LCO (Litio-Cobalto, $LiCoO_2$)	Cátodo de óxido de litio-cobalto, ánodo de grafito	3.7 V	150–200 Wh/kg	300–500 ciclos (hasta 1000 con gestión óptima)	Alta densidad de energía, compacta	Ciclo de vida limitado, riesgo de fuga térmica	Electrónica portátil (smartphones, laptops, cámaras)
LMO (Litio-Manganeso, $LiMn_2O_4$)	Cátodo de óxido de litio-manganeso	3.7 V	100–150 Wh/kg	500–1000 ciclos	Buena estabilidad térmica, más segura	Menor densidad de energía, limitada descarga rápida	Herramientas eléctricas, bicicletas eléctricas, dispositivos médicos
LTO (Litio-Titanato, $Li_4Ti_5O_{12}$)	Ánodo de titanato de litio, cátodo LMO o LFP	2.4 V	80–120 Wh/kg	6000–10000 ciclos	Ciclo de vida excepcional, carga rápida, muy segura	Baja densidad de energía, alto costo	Autobuses eléctricos, almacenamiento estacionario, respaldo de red
NCA (Níquel-Cobalto-Aluminio)	Cátodo de óxido de Ni-Co-Al, ánodo de grafito	3.6–4.0 V	200–250 Wh/kg	500–1000 ciclos	Alta densidad de energía, buena potencia	Menor estabilidad térmica, dependencia de cobalto	Vehículos eléctricos ligeros, aeroespacial, electrónica de alto rendimiento
NMC (Níquel-Manganeso-Cobalto)	Cátodo de óxido de Ni-Mn-Co	3.6–3.8 V	150–200 Wh/kg	500–1000 ciclos	Buen balance entre energía, potencia y seguridad	Costoso, limitado por disponibilidad de cobalto	Vehículos eléctricos, almacenamiento de energía, electrónica portátil
LFP (Litio-Hierro-Fosfato, $LiFePO_4$)	Cátodo de fosfato de hierro-litio	3.2–3.3 V	90–160 Wh/kg	2000–5000 ciclos	Muy segura, excelente estabilidad térmica, larga vida	Menor densidad de energía, limitada potencia	Autobuses eléctricos, sistemas estacionarios, herramientas eléctricas

Ion-litio: Descarga-Carga



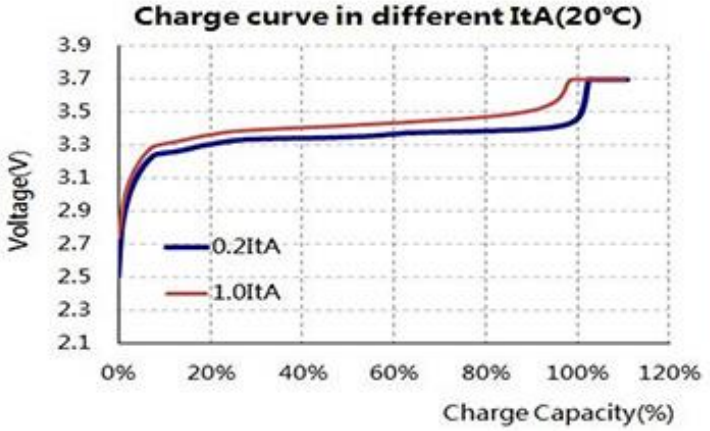


Fuente: https://www.facilelectro.es/wp-content/uploads/2018/11/Calculo-cargador-Pack-copia.jpg
https://sc04.alicdn.com/kf/H66a6771ccf3947b3ba150ae667e21932s.jpg_350x350.jpg

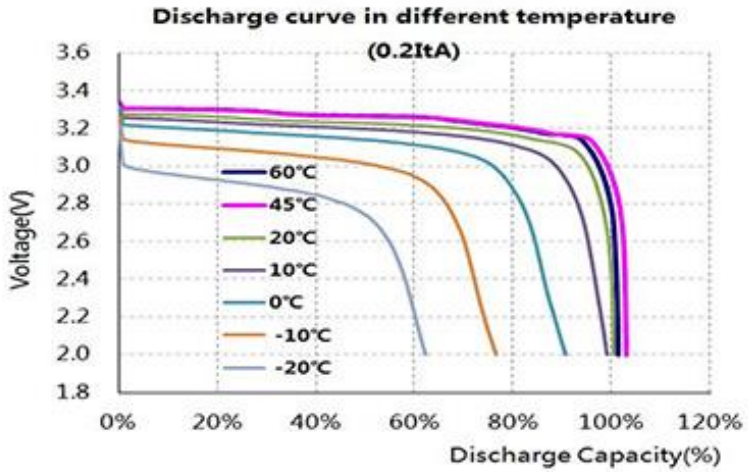
LFP: Descarga-Carga

PKCELL
Green energy, easy life

$LiFePO_4$ Battery Charge & Discharge Curve







Fuente: https://storage.scalenut.com/prod/user-upload-images/6152225d-3984-43ae-b486-e828935421cd.jpg

Resumen baterías

Tipo	Ventaja	Limitaciones	Aplicaciones
Li-ion (NMC, NCA)	Alta densidad energética Vida útil Buena	Sensible a temperatura Requiere de BMS	Autos eléctricos Autos híbridos
LFP	Seguras Estables térmicamente Vida útil larga	Menor densidad energética	Autobuses Vehículos urbanos
NiMH	Robustas Tolerante a abusos	Menor eficiencia Efecto de memoria	Vehículos híbridos Vehículos convencionales
Plomo-ácido	Bajo costo Fácil reciclaje	Pesos considerable Baja densidad energética	Vehículos de baja potencia Respaldo

Parámetros claves

Motores

1. Torque nominal y pico (Nm)
2. Potencia continua y máxima (kW)
3. Curva de eficiencia vs velocidad
4. Voltaje de operación
5. Corriente máxima

Almacenamiento

1. Capacidad (Ah)
2. Voltaje nominal (V)
3. C-rate (tasa de descarga)
4. Densidad energética (Wh/kg)
5. Ciclos de vida
6. Temperatura de operación



Criterios de selección

Compatibilidad eléctrica

1. Voltaje nominal de batería con rango de operación del motor.
2. Corriente máxima de descarga vs corriente pico del motor.
3. Importancia del BMS para limitar sobrecarga y sobre-descarga.

Perfil de uso

1. **Define escenarios:**
    1. microvehículo urbano,
    2. vehículo de carga ligera,
    3. autobús eléctrico.
2. **Para cada uno, indica requerimientos de torque, autonomía y ciclos de vida.**
3. **Usa tablas comparativas**

perfil → motor recomendado → batería recomendada.

Autonomía vs peso vs costo

más capacidad = más autonomía,
pero también más peso y costo

Ejemplo:

batería de 2 kWh → autonomía 40 km en scooter;

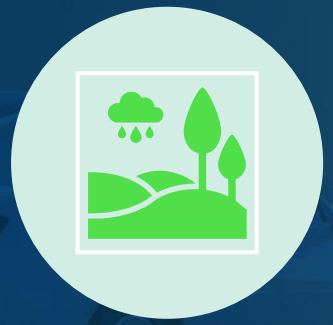
batería de 10 kWh → autonomía 200 km en microauto.

Gráfico sugerido: curva de autonomía vs peso.

Condiciones ambientales



TEMPERATURA DE OPERACIÓN: RANGO TÍPICO DE -20 °C A 55 °C.



HUMEDAD: RIESGO DE CONDENSACIÓN, NECESIDAD DE SELLADO IP.



ALTITUD: REDUCCIÓN DE CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO.



EJEMPLO APLICADO: AUTOBÚS URBANO EN CDMX VS CAMIÓN MINERO EN ALTITUD.

Normativas aplicables

IEC 62660:

pruebas de rendimiento de baterías Li-ion.

ISO 26262:

seguridad funcional en sistemas eléctricos de vehículos.

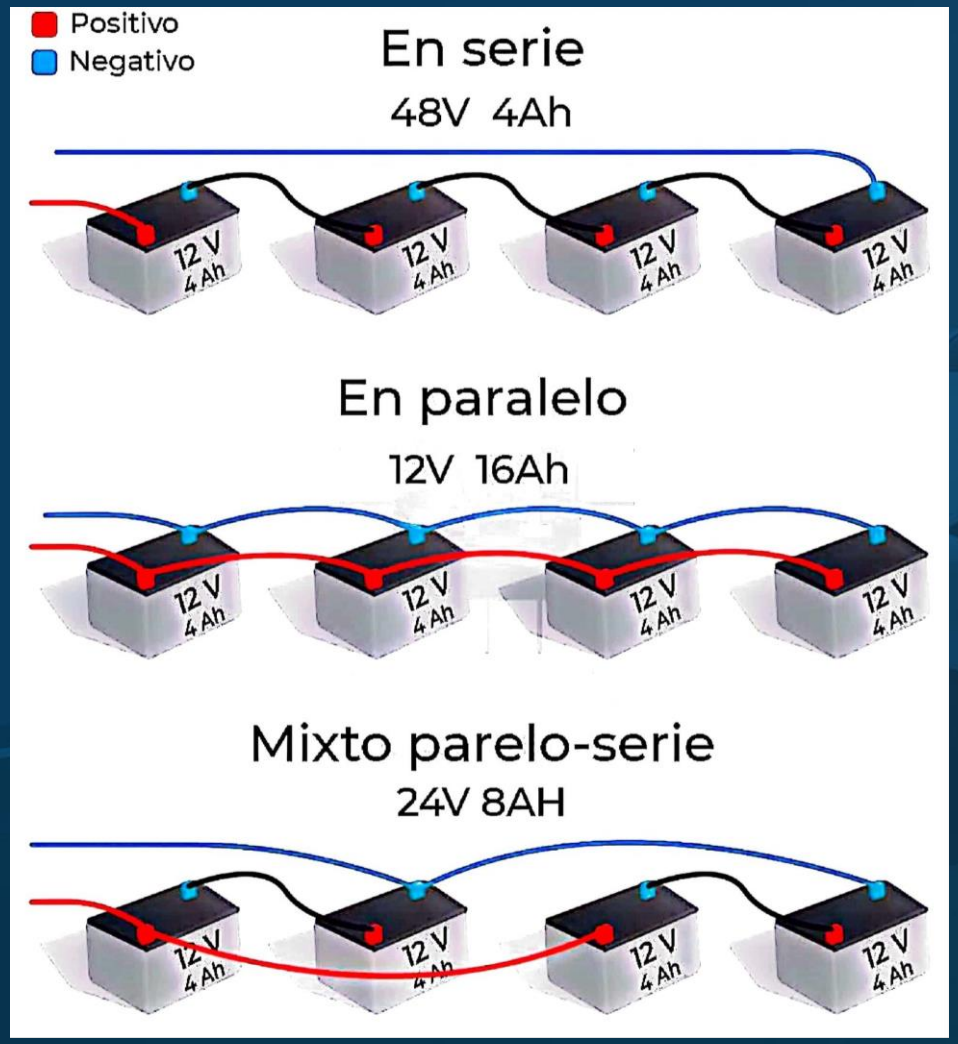
UNE-EN 61982:

ensayos de baterías para vehículos eléctricos.



Integración físico-electrónico

Topologías de conexión



Serie: aumenta voltaje.

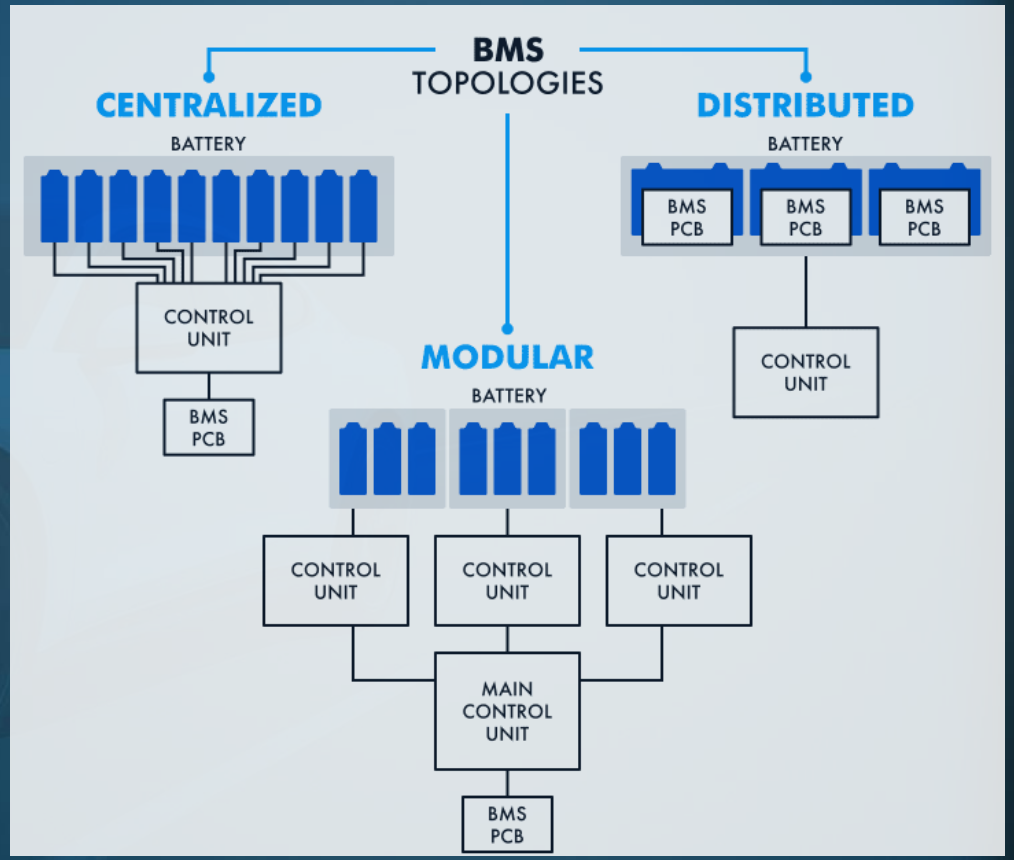
Paralelo: aumenta capacidad.

Serie-paralelo: balance entre voltaje y capacidad.

Sistemas de gestión de baterías

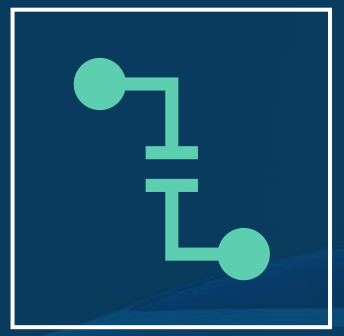
- Supervisa y gestiona las celdas dentro de un paquete de baterías.
- Controla voltaje, corriente y temperatura.
- Garantiza seguridad (evita sobrecarga, sobredescarga, fugas térmicas).
- Optimiza rendimiento y prolonga la vida útil de la batería.

Topología	Descripción	Ventajas	Limitaciones / Consideraciones	Aplicaciones típicas
Centralizada	Una sola unidad controla todas las celdas	Simplicidad, control unificado, menor costo	Menor escalabilidad, un fallo afecta todo	Bicicletas eléctricas, packs pequeños
Distribuida	Funciones de control repartidas en varias unidades	Escalable, redundante, más robusto	Mayor complejidad de comunicación	Vehículos eléctricos, packs medianos
Modular	Cada módulo de batería tiene su propio BMS	Flexibilidad, fácil mantenimiento, escalable	Coste mayor, integración más compleja	Camiones eléctricos, packs grandes adaptables



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

Interfaz con controlador de motor



Funciones principales:

Conversión de señales de batería → motor (voltaje, corriente).

Control de velocidad y torque mediante PWM o modulación vectorial.

Comunicación con el BMS para limitar corriente y proteger celdas.



Elementos clave:

Inversor de potencia (DC → AC).

Sensores de corriente y voltaje.

Protocolos de comunicación (CAN bus, LIN, RS485).

Cableado



Diseño:

Secciones adecuadas para corriente máxima (ej. >300 A en vehículos pesados).

Aislamiento reforzado para alta tensión (540–650 Vdc).



Buenas prácticas:

Minimizar longitud para reducir pérdidas.

Uso de blindaje contra interferencias electromagnéticas.



Normas:

IEC 60502, ISO 6722 (cables automotrices).

Protección

Elementos de seguridad:

- Fusibles de alta tensión.
- Interruptores automáticos.
- Relés de desconexión rápida.

Funciones:

- Evitar sobrecorriente y cortocircuitos.
- Aislar el sistema en caso de fallo.

Conectores

Características:

- Alta tensión (hasta 1000 V).
- Sellado IP67/IP69K contra polvo y agua.
- Diseño anti-error (polarización mecánica).

Tipos comunes:

- Conectores HVIL (High Voltage Interlock Loop).
- Conectores multipin para señal + potencia.



Ejemplos

Autobús



Camión	Valor
Masa de carga (kilos)	1215
Tamaño del vehículo (milímetros)	5160×1820×2250,2300
Masa total máxima (kilos)	4495
Peso en vacío del chasis (kilos)	3150
Voladizo delantero/trasero (milímetros)	1176/1184
Vía delantera/trasera (milímetros)	1460/1328
Distancia entre ejes (milímetros)	2800
Tamaño de neumáticos	185R14LT 8PR

Fuente: https://www.eletrictrucks.com/es/ev-truck/4-5t-pure-electric-self-loading-garbage-truck/

Fuente: https://www.leog-motors.net/products_detail/Truck-Motor.html

Aplicado a un autobús

Specification	4.5-7.5T light truck	8-12T midum truck	15-18T midum truck	25T heavy truck, mixer truck, light tractor truck	49Ttractor truck, 31T tipper truck, muck truck , mixer truck	>49T heavy duty truck, tractor truck, tipper truck, high climbing condition truck		
Rated voltage（Vdc）	540	540	600	600	600	610	650	650
Rated power（kW）	65	120	150	215	250	330	360	400
Peak power（kW）	130	185	280	350	400	450	550	600
Rated torque（Nm）	620	500	800	1000	1330	1370	1640	1910
Peak torque（Nm）	1200	1000	1600	2000	2800	2800	3000	3000
Rated speed（rpm）	1000	2300	1790	2050	1800	2300	2100	2000
Peak speed（rpm）	3500	4000	3000	3000	3500	3500	3200	3200

Fuente: https://www.leog-motors.net/products_detail/Truck-Motor.html

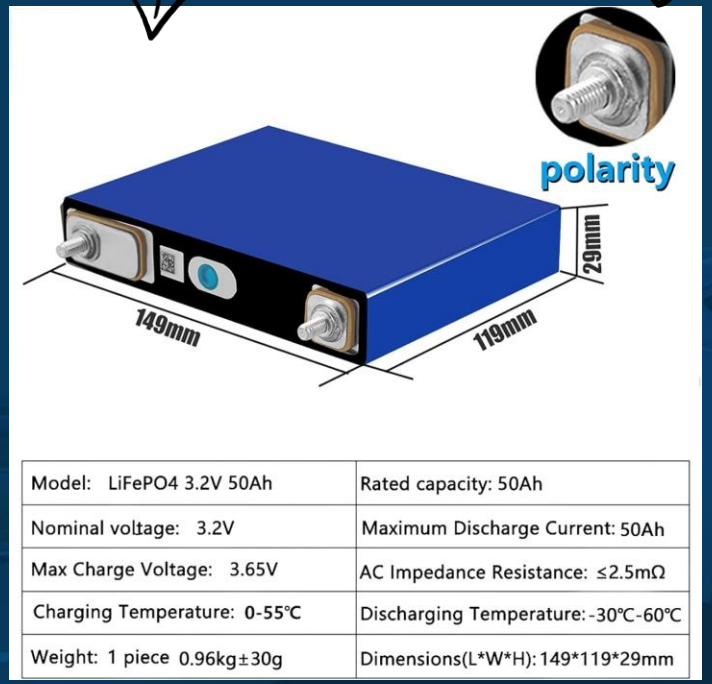
Energía requerida

$$Energía = Distancia \times Consumo_{promedio}$$

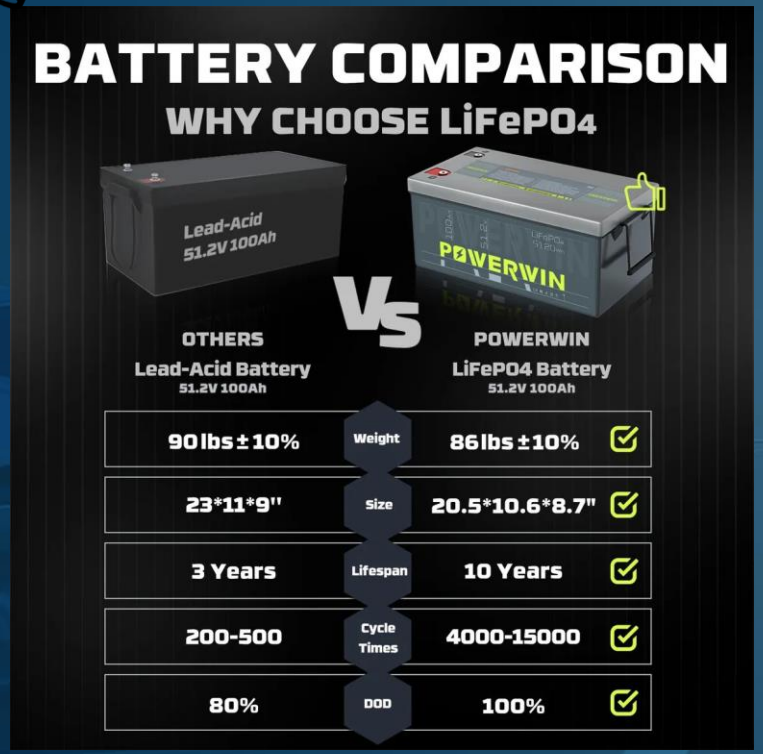
Energía (kWh)	Distancia (km)	Consumo (kWh/km)
10	40	0.25
15	60	0.25
20	80	0.25
25	100	0.25
37.5	150	0.25
50	200	0.25
75	300	0.25

Fuente: https://www.leog-motors.net/products_detail/Truck-Motor.html

Banco de baterías



Model: LiFePO4 3.2V 50Ah	Rated capacity: 50Ah
Nominal voltage: 3.2V	Maximum Discharge Current: 50Ah
Max Charge Voltage: 3.65V	AC Impedance Resistance: ≤2.5mΩ
Charging Temperature: 0-55℃	Discharging Temperature: -30℃-60℃
Weight: 1 piece 0.96kg±30g	Dimensions(L*W*H): 149*119*29mm



52V – 40AH



$8,085 18650

C/pack

160S1P ⟷ 11S1P 10S2P

$6600 M.N

6 - 160kg

$660000

$26000 M.N.

clu

484kg

$2600

$1160000

Recursos complementarios

Revisemos lo qué aprendimos

https://wayground.com/join?gc=492392&source=liveDashboard

Agradezco su atención

Presento

José Francisco Villegas Alcaraz

jvillegasa@ipn.mx

Jfrancisco.villegas@gmail.com

+52 477 160 7233

QUARTUX®

ENERGY STORAGE SOLUTIONS

REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES Y GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Greg Aarón Ocampo Urueta



SOBRE MÍ

Coordinador de Operaciones en Quartux

Estudiando Maestría en Ingeniería (Energía) en el Instituto de Energías Renovables, UNAM

Áreas de Interés: BESS, Microrredes, Energía Nuclear, Bioenergía



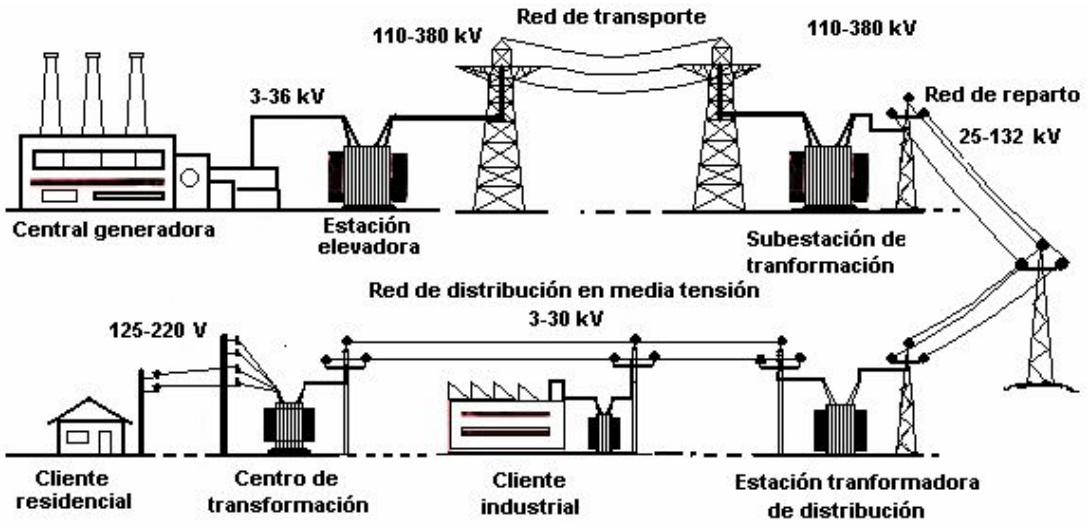
¿QUÉ TEMAS SE VAN A VER HOY?

1. Sistemas eléctricos modernos (20 min)
2. Redes Eléctricas Inteligentes (30 min)
3. Las redes inteligentes y la generación Distribuida (40 min)
4. Las redes inteligentes y las microrredes (40 min)
5. Las redes inteligentes y la generación a gran escala (30 min)
6. Ejemplos de redes inteligentes alrededor del mundo (20 min)
7. Conclusiones


SISTEMAS ELÉCTRICOS
MODERNOS
QUARTUX

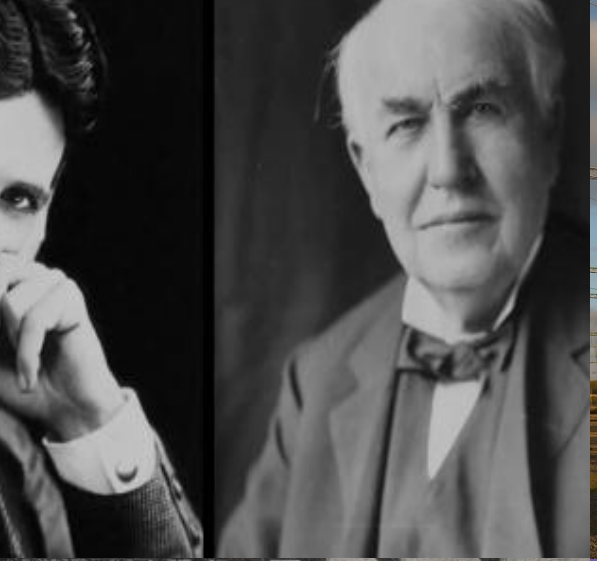
REDES ELÉCTRICAS TRADICIONALES

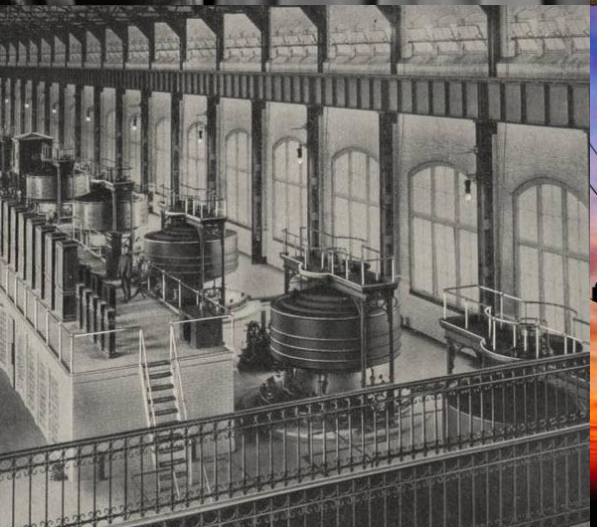
- Generación centralizada
- Flujo unidireccional
- Control central
- Inercia síncrona



RED ELÉCTRICA TRADICIONAL

Sistema de Suministro Eléctrico, Wikipedia

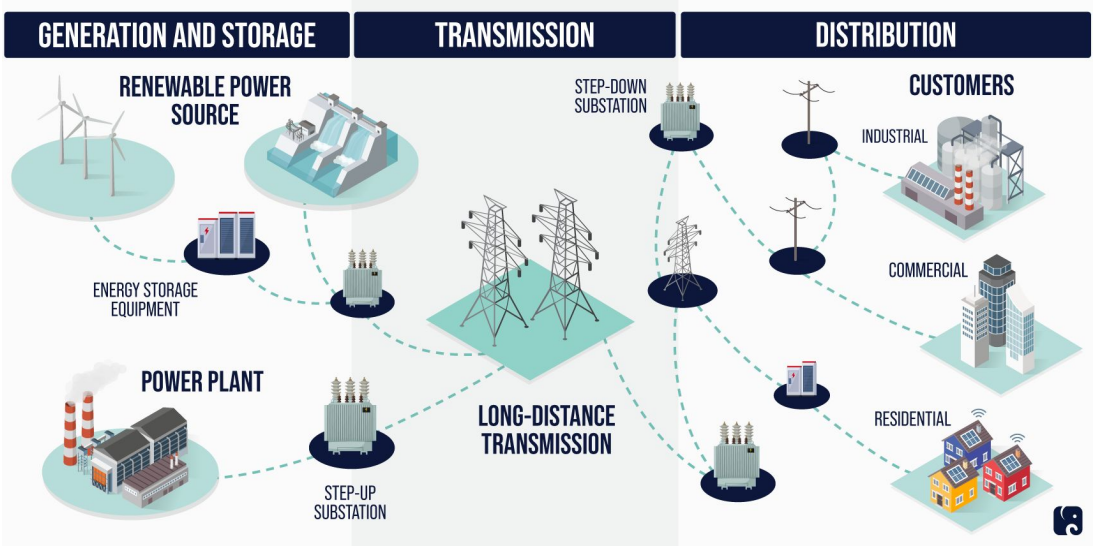




¿CÓMO SON AHORA LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS?

- Además de los generadores síncronos…
- Generación distribuida
- Renovables variables
- Electrónica de potencia
- Usuarios activos
- Almacenamiento de Energía



KEY ELECTRIC GRID COMPONENTS

Comité de Políticas Republicanas del Senado


PCS 03







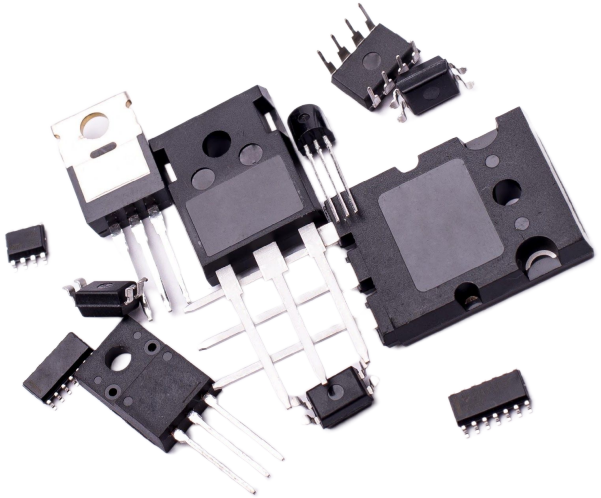


DISPOSITIVOS DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA

- Parte de la red actual se conecta a través de convertidores, no de máquinas síncronas.
- Los dispositivos de electrónica de potencia se encargan de transformar la magnitud y forma de las señales eléctricas.
- AC/DC y viceversa, elevar/reducir voltaje, etc.
- Existen dos tipos principales de operación: **Grid-Following y Grid-Forming.**









CONVERTIDORES BIDIRECCIONALES DE POTENCIA

Technical Specification

Items	BCS1250K-B-HUD	BCS1500K-B-HUD	BCS1725K-B-HUD
DC input			
Max. DC voltage	1500Vdc		
DC voltage range	1000-1500Vdc		
Max. DC current	1403A	1683A	1936A
Soft start	Yes		
AC output (On-grid)			
Rated AC output power	1250kW	1500kW	1725kW
Max. AC output power	1375kVA	1650kVA	1897.5kVA
Rated grid-tied voltage	690Vac 3P3W+PE		
Grid voltage range	-15%~10% (settable)		
Grid frequency range	50/60Hz		
Max. output current	1151A	1381A	1588A
Power factor	>0.99 (at rated power)		
Adjustable power factor	1 (leading)~1 (lagging)		
THDi	<3% (at rated power)		
AC output (Off-grid)			
Rated AC output voltage	690Vac		
Output voltage accuracy	1%		
Max. output current	1151A	1381A	1588A
THDu	<3% (linear load)		
Rated output frequency	50/60Hz		
Overload capability	110% overload		
PCS efficiency			
Max. efficiency	99%*		
General data			
Isolation mode	None		
IP rating	IP55		
Operation temperature	-35°C~60°C (>50°C derating)		
Relative humidity	0~100% (no-condensing)		
Cooling type	Intelligent air cooling		
Dimensions (W×H×D)	860×2270×1909mm		
Weight	1580kg		
Altitude	4000m (>2000m derating)		
Display	Touch screen		
Communication protocol	Modbus-RTU, Modbus-TCP, IEC61850, IEC104		
Communication interface	RS485, Ethernet		
Compliance	IEC EN 62477-1, EN IEC 61000-6-2/4, EN 50549-2/10,IEC 60068-2-1/2/14/30, EN 55011		

- * This efficiency value was measured in a laboratory environment.
- *Specification indexes may be subject to changes without further notice.

XIAMEN KEHUA DIGITAL ENERGY TECH CO.,LTD.

Add: Room 208 - 38, Hengye Building, No. 100 Xiangxing Road, Torch High-tech Zone (Xiang'an) Industrial Zone, Xiamen, China(361000)
Tel: +86-592-5160516 Fax: +86-592-5162166
Email: Intertrade@kehua.com Web: www.kehua.com



MODOS DE OPERACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS CONVERTIDORES

Grid-Following – Sistemas interconectados a la red eléctrica

Grid-Forming – Sistemas aislados de la red eléctrica

¿Pueden convivir? Sí, puede haber transferencia entre modos de operación.



DIFERENCIAS: GRID FORMING VS GRID FOLLOWING

Aspecto	Grid-Forming (GFM)	Grid-Following (GFL)
Función	Genera y mantiene el voltaje y la frecuencia de la red, actuando como “fuente”.	Sigue el voltaje y frecuencia de la red existente, no puede operar sin ella.
Dependencia de la red	No depende de la red: puede iniciar y sostener la red (modo isla /arranque en negro).	Depende totalmente de la red: deja de operar si esta falla o se cae.
Aplicación típica	Microrredes, sistemas aislados o de respaldo que requieren autonomía.	Grandes plantas conectadas a una red fuerte para inyectar potencia.







Carga Industrial

DIFERENCIAS: GRID FORMING VS GRID FOLLOWING

Aspecto	Grid-Forming (GFM)	Grid-Following (GFL)
Función	Genera y mantiene el voltaje y la frecuencia de la red, actuando como “fuente”.	Sigue el voltaje y frecuencia de la red existente, no puede operar sin ella.
Dependencia de la red	No depende de la red: puede iniciar y sostener la red (modo isla /arranque en negro).	Depende totalmente de la red: deja de operar si esta falla o se cae.
Aplicación típica	Microrredes, sistemas aislados o de respaldo que requieren autonomía.	Grandes plantas conectadas a una red fuerte para inyectar potencia.



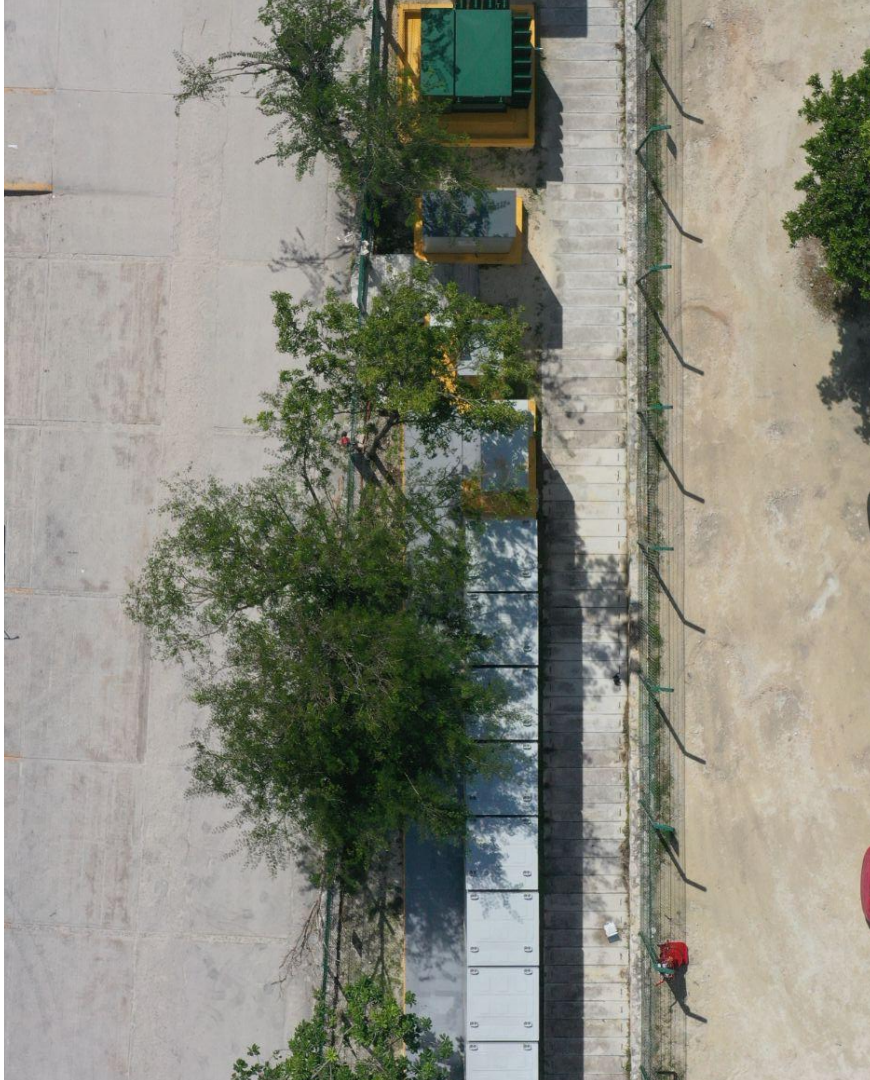




Carga Industrial

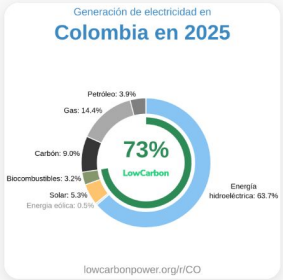
LOS PROBLEMAS TÉCNICOS ACTUALES DE LAS REDES MODERNAS

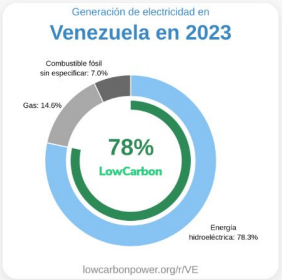
- Variabilidad
- Menor inercia
- Flujos bidireccionales
- Complejidad en el control



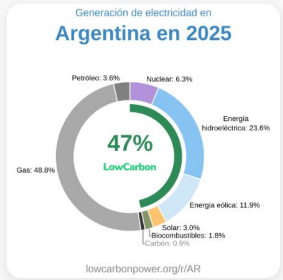
CONSUMO ENERGÉTICO LATAM Y POTENCIAS MUNDIALES



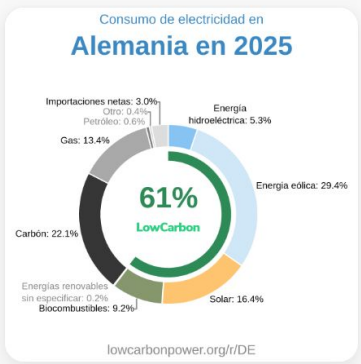


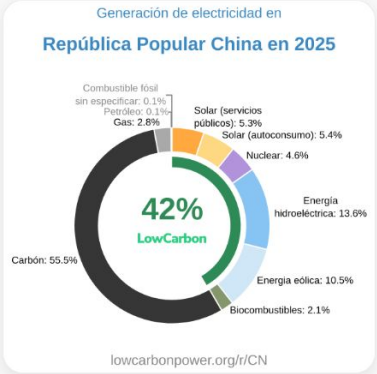




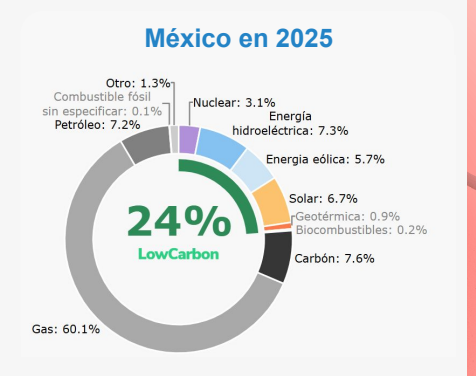














REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES

¿QUÉ HACE A UNA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE?

Una red eléctrica se vuelve inteligente cuando puede:

- Medir su estado eléctrico en tiempo real
- Comunicar la información entre sus dispositivos
- Procesar los datos para tomar decisiones
- Coordinar sus recursos energéticos
- Actuar automáticamente para mantener estabilidad



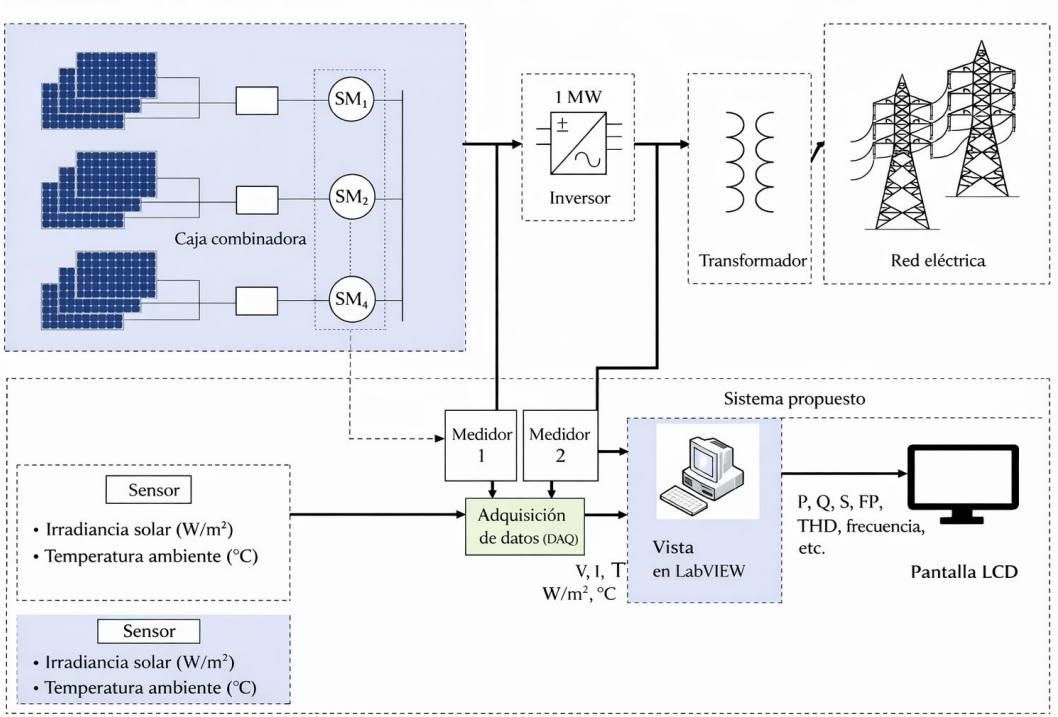
OBTENCIÓN DE DATOS / MEDICIÓN

- La Smart Grid comienza con dispositivos que miden el estado eléctrico:
- Medidores inteligentes (Smart Meters / AMI)
- IEDs (dispositivos eléctricos inteligentes)
- Sensores



MONITOREO

- La información medida se visualiza y supervisa mediante, por ejemplo:
  - Tarjetas de adquisición de datos, plataformas de monitoreo propias
  - SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
  - Interfaces HMI en centros de control
  - Alarmas y eventos en tiempo real



Ejemplo de estructura de monitoreo de una planta Solar FV (De Campos, 2018)

COMUNICACIONES

La comunicación en una Smart Grid ocurre a través de infraestructura física y protocolos:

- Dispositivos de red:
- Routers industriales
- Switches Ethernet
- Gateways de comunicación
- Computadoras / servidores SCADA
- RTU (unidades terminales remotas) / PLC (controladores lógicos programables) en campo

Protocolos utilizados:

- Modbus TCP / RTU → medidores, inversores, BESS, PLC
- DNP3 (para SCADA) → IED, RTU, subestaciones
- IEC 60870-5-104 → subestaciones ↔ centro de control
- IEC 61850 → comunicación entre IEDs y protecciones

Los datos se convierten en decisiones mediante:

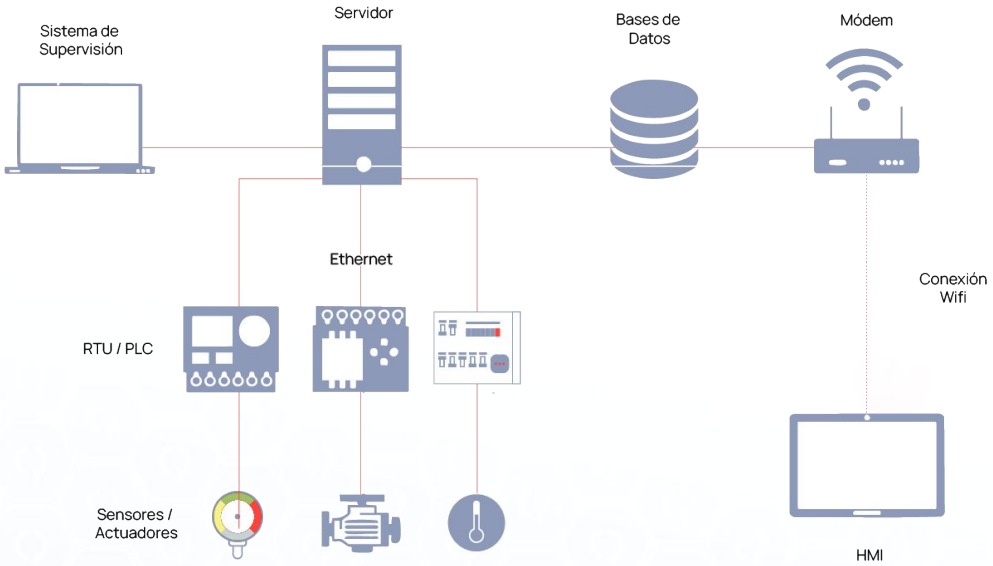
Servidores SCADA para adquisición de datos, monitoreo y comunicación con EMS

EMS (Energy Management System) para toma de decisiones

PLC / RTU en campo (control local)

MONITOREO + COMUNICACIÓN + CONTROL: SCADA

¿Qué es SCADA?: Control de Supervisión y Adquisición de Datos



EJEMPLO DE ARQUITECTURA SCADA EN QUARTUX







Monitoreo
Alertas
Control



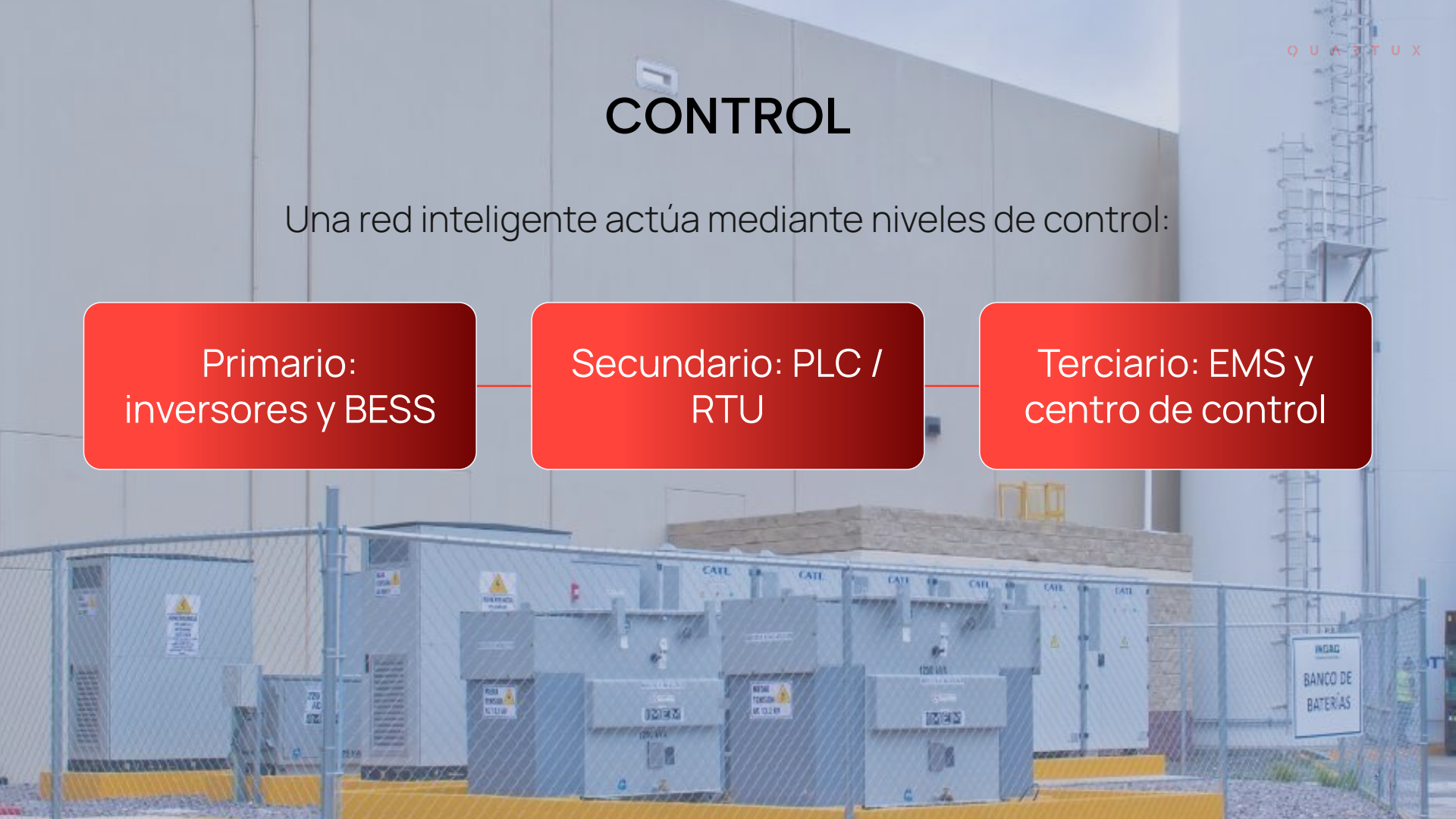




CONTROL

Una red inteligente actúa mediante niveles de control:

- Primario: inversores y BESS
- Secundario: PLC / RTU
- Terciario: EMS y centro de control



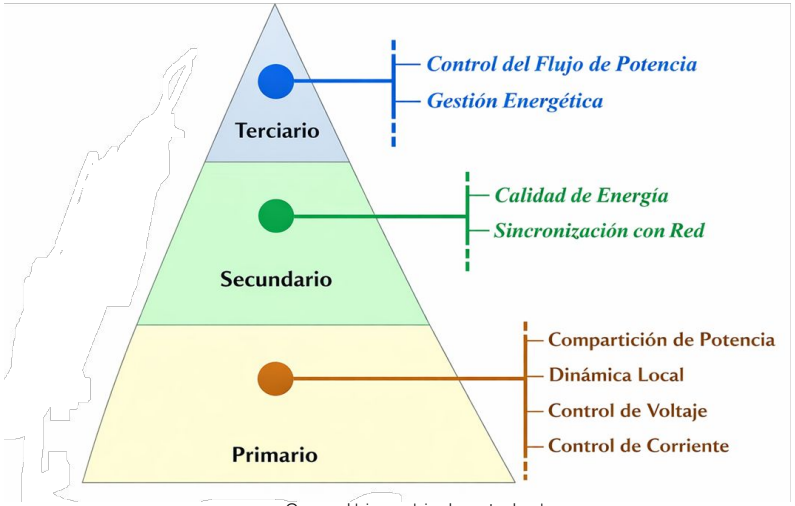
JERARQUÍAS DE CONTROL

El control en una Red Inteligente se organiza en niveles jerárquicos según la velocidad y el tipo de decisión:

Control primario → respuesta inmediata local (ms)

Control secundario → coordinación y corrección (segundos, minutos)

Control terciario → optimización y programación (minutos, horas, días)



General hierarchical control scheme
(Meng, 2015)

TOMA DE DECISIONES

Cada nivel de control toma “decisiones” diferentes:

Primario:
Estabilizar voltaje y frecuencia inmediatamente

Secundario:
Coordinar recursos y corregir desviaciones

Terciario :
Decidir cuándo y cómo operar los recursos energéticos

EJEMPLO: PARA UN CONVERTIDOR GRID FORMING EN UN BESS…

Primario:

Control Droop (f y V reaccionan a variación de P y Q, respectivamente).

- Entrada: P y Q (en forma de demanda, P y Q medido).
- Control: Ajustar f y V para entregar potencia P y Q).
- Salida: V y f con error.

Secundario:

Control de Voltaje AC y control de frecuencia (ajustar cada uno para acercarse al nominal).

- Entrada: V y f con error.
- Salida: V y f restablecidos pero con la referencia de potencia deseada.

Terciario:

Perfil de operación de la batería (Cuando descarga, cuando carga, alguna otra función del EMS, Switcheo de modos, etc.

ROBUSTEZ, ESTABILIDAD, RESILIENCIA

Una Red inteligente bien diseñada permite que el sistema eléctrico sea:

Robusto:
Soporta perturbaciones sin colapsar

Estable:
Mantiene voltaje y frecuencia dentro de límites

Resiliente:
Se recupera rápidamente ante fallas

GENERACIÓN DISTRIBUIDA

QUARTUX®

¿QUÉ ES LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA?

- Como su nombre lo dice, es la generación no de entidades centrales, sino de pequeños generadores.
- Creación del rol del **Prosumidor.**
- Integrada a cargas específicas (domésticas, comerciales, industriales, generalmente a escala pequeña)
- Normalmente, depende de la red pública



¿ESCALAS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA?

De acuerdo con la definición de la Ley de la Industria Eléctrica, la generación distribuida abarca desde pequeña generación hasta los 700 KW.

Esto incluye sistemas residenciales grandes, comercios e industrias pequeñas y medianas.

La distribuida no distingue fuentes, sino más bien la potencia y el punto de interconexión.

ELEMENTOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Una GD moderna integra:

- Energía renovable
- Sistema de almacenamiento (generalmente BESS)
- Cargas
- Sistema de monitoreo y control local



¿ESCALAS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA?

Una GD se vuelve “inteligente” cuando integra 4 capas:

01 Medición: medidores, sensores (P, Q, V, I, f, SOC)

02 Comunicación: switches/routers + protocolos

03 Control local: PLC/RTU + control de inversores (respuesta en ms–s)

04 EMS: estrategia energética (cargar/descargar, picos, tarifas, resiliencia)

GENERACIÓN DISTRIBUIDA

BENEFICIOS DE UNA RED INTELIGENTE A ESCALA DISTRIBUIDA	EL ROL DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA
Continuidad operativa (menos interrupciones)	Respuesta rápida a variaciones (ms–s)
Mejor calidad de energía (V, f, THD dentro de límites)	Soporte de voltaje (inyección/absorción de Q)
Equilibrio entre generación-demanda-almacenamiento	Soporte de frecuencia (P rápida)
Mayor aprovechamiento de renovables	Gestión de energía (cargar/descargar por estrategia)
Ahorros por control y optimización (tarifas / demanda)	Respaldo y operación en isla (grid-forming)

¿QUÉ ROL TIENE LA ELECTROMOVILIDAD EN LA GD Y LAS REDES INTELIGENTES?

- EV son cargas pero a su vez son almacenamiento.
- Hay esquemas como V2G, V2B, V2H, donde el EV funciona como un BESS de respaldo.
- Si se complementa con recursos renovables, extiende la generación limpia hacia la electromovilidad.


MICRORREDES
ELÉCTRICAS
QUARTUX



¿QUÉ ES UNA MICRORRED?

Es un conjunto de recursos energéticos distribuidos (generación, almacenamiento y cargas) que funciona como una entidad independiente frente a la red principal.

Puede operar:

- En modo interconectado (on-grid).
- En modo aislado (off-grid).

Surgen como respuesta a:

- Vulnerabilidad ante desastres (huracanes, terremotos).
- Necesidad de respaldo en hospitales, bases militares, campus, etc. (cargas críticas).



IMPORTANCIA DE LAS MICRORREDES

Tamaño adaptable:

- Desde decenas de kW hasta pocos MW.
- Aplica en comunidades rurales, instalaciones industriales e incluso ciudades.

Gestión energética avanzada:

- Opera en CA y CD.
- Usa convertidores inteligentes para ajustar voltaje, corriente y calidad de energía.



IMPORTANCIA DE LAS MICRORREDES

Elementos clave para operación:

- Sistema de monitoreo y control en tiempo real.
- Capacidad para balancear generación y demanda.
- Integración eficiente de almacenamiento (ESS) para absorber excedentes y aportar resiliencia.

Factores que determinan el diseño:

- Recursos locales disponibles (solar, eólico, hídrico, geotérmico).
- Condiciones geográficas y acceso o no a red principal.
- Consideraciones económicas, técnicas, ambientales y sociales.



FACTORES CLAVE EN LAS MICRORREDES

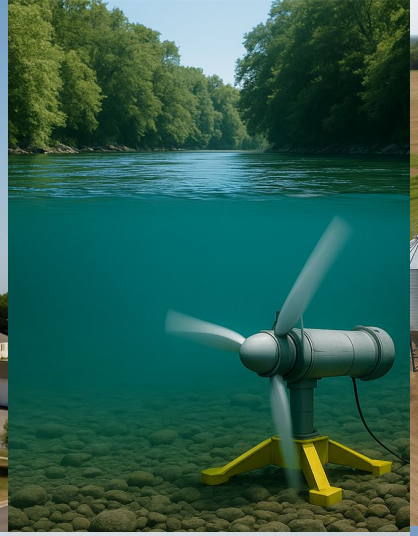
Microrredes deben ser sinónimo de flexibilidad.

- Tamaño, diseño y propósito varían según:
  → Características de carga.
  → Presupuesto.
  → Objetivos del proyecto.

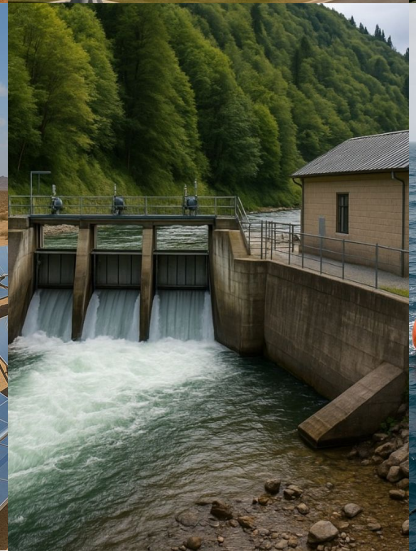
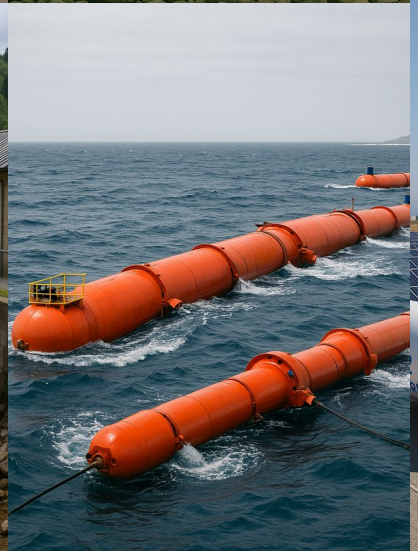
Recurso disponible = Decisión clave para elegir tecnología de generación:

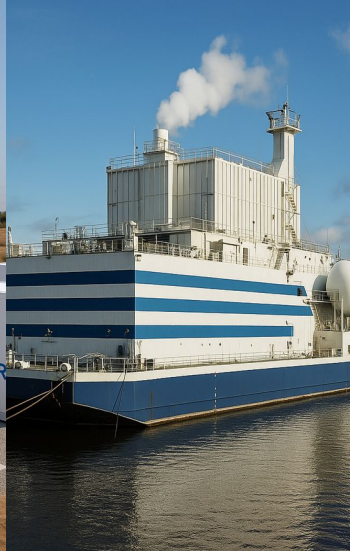
- Sol abundante (HSP) → Solar fotovoltaico, Solar térmico
- Buen viento → Aerogeneradores.
- Zona volcánica → Geotermia.
- Ríos/embalses → Minihidráulica.
- Costas → Oleaje (undimotriz), mareas (mareomotriz).







PEM
ELECTROLYZER
H2
H2




FACTORES CLAVE EN LAS MICRORREDES

Contexto operativo es importante:

- Aisladas → renovables + respaldo (diésel, biomasa).
- Conectadas a red → menos fósiles, más renovables.
- La confiabilidad técnica es esencial:
- Generadores síncronos o convertidores → inercia, robustez, para redes con muchos elementos en DC.

Los componentes complementarios también son relevantes:

- Almacenamiento energético (ESS).
- Convertidores CA–CD y viceversa.
- Sistemas de control en tiempo real.

Un diseño sistémico = éxito

- Selección cuidadosa de cada elemento.
- Respuesta a desafíos energéticos, ambientales y económicos.

EL ROL DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN MICRORREDES

En una microrred, el BESS es el elemento que permite:

01 Formar el voltaje y la frecuencia (grid-forming)

02 Permitir la operación en modo isla

03 Absorber excedentes y compensar variabilidad de renovables

04 Coordinar generación y demanda

05 Mantener estabilidad ante perturbaciones



MICRORREDES VIRTUALES

Una microrred virtual coordina múltiples recursos energéticos ubicados en distintos sitios como si fueran una sola microrred.

01 No requiere conexión eléctrica directa entre ellos

02 Se coordinan mediante comunicación y control

03 Permite operar muchos sistemas pequeños como uno grande

04 Escalable a ciudades o regiones



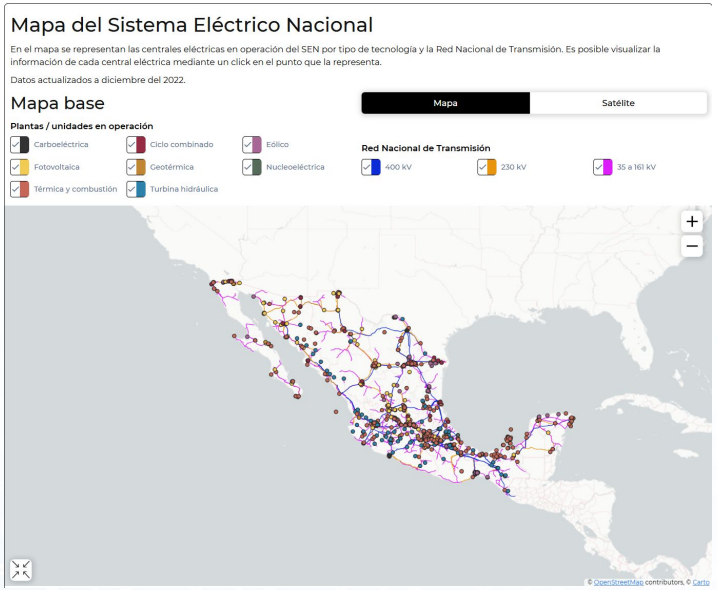
GENERACIÓN A GRAN ESCALA



¿QUÉ ES LA GENERACIÓN DE GRAN ESCALA?

Las redes a gran escala corresponden a sistemas de generación y transmisión que interconectan regiones completas del país.

- Aquí se gobierna la estabilidad del sistema eléctrico nacional.
- Líneas de **115 / 230 / 400 kV**
- Subestaciones de transmisión
- Interconexión de grandes centrales generadoras
- Sincronismo entre regiones del sistema

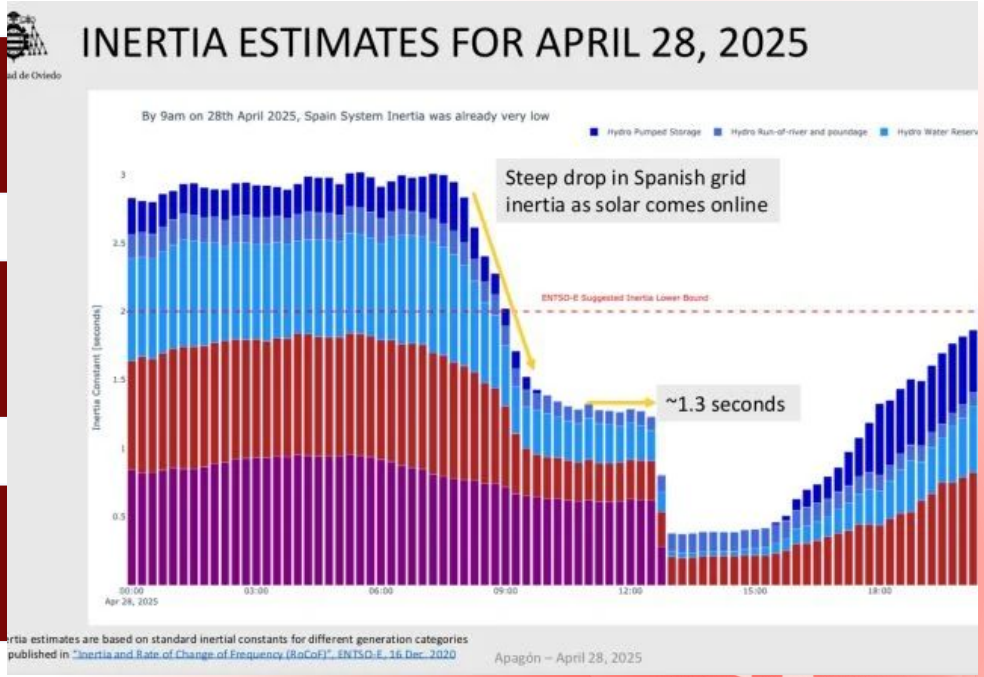


¿QUÉ PUEDE PASAR SI QUEREMOS IMPLEMENTAR RENOVABLES A GRAN ESCALA SIN RED INTELIGENTE?

01 Menor inercia global del sistema

02 Inequidad entre oferta y demanda (en ambos sentidos)

03 La variabilidad puede jugar en contra

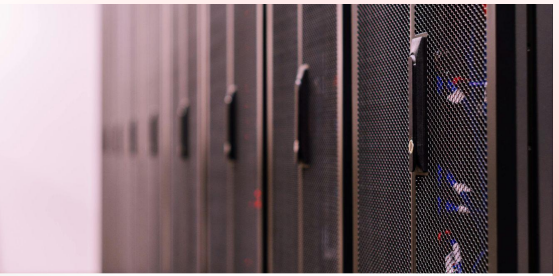


¿CUÁL ES EL CAMINO HACIA LA TRANSICIÓN RENOVABLE Y LIMPIA A GRAN ESCALA?

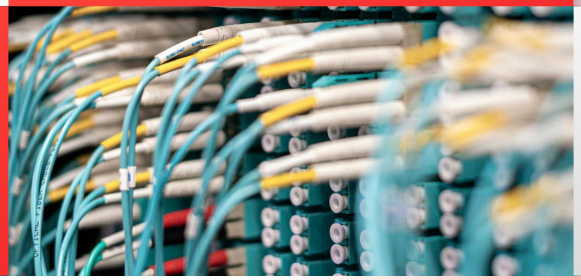
Redes inteligentes (sensores, monitoreo, toma de decisiones)

Nivel Distribuido A Gran Escala

Modernización de líneas de transmisión y distribución



Utilización de sistemas de almacenamiento de energía



Mayor porcentaje de generación nuclear

¿CÓMO PODEMOS INTEGRAR RENOVABLES DE MANERA MASIVA?

Para integrar renovables a gran escala sin perder estabilidad, la red debe combinar Grid-Following y Grid-Forming:

Renovables (FV/eólica) normalmente operan Grid-Following: siguen la frecuencia y voltaje del sistema

Se requiere capacidad Grid-Forming para "**sostener**" la red: formar voltaje/frecuencia y aportar respuesta rápida

¿Quién aporta Grid-Forming? principalmente BESS (y en algunos casos inversores avanzados)



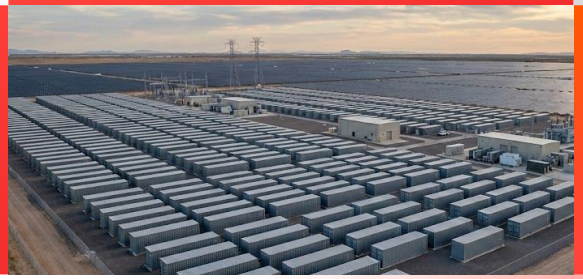
¿CUÁL ES EL ROL DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN LAS REDES ELÉCTRICAS A GRAN ESCALA?

Formar y sostener voltaje y frecuencia (Grid-Forming)

Aportar respuesta rápida de potencia activa (soporte de frecuencia)

Absorber la variabilidad de renovables conectadas a transmisión

Inyectar/absorber potencia reactiva (soporte de voltaje)



Amortiguar oscilaciones entre regiones del sistema

GEMELOS DIGITALES DE RED

Un gemelo digital es un modelo virtual del sistema eléctrico real que replica su comportamiento en tiempo real. Este permite:

Simular fallas y perturbaciones antes de que ocurran

Analizar la integración de nuevas renovables y BESS



Evaluar estrategias de control sin riesgo operativo



Predecir el comportamiento dinámico del sistema

BENEFICIOS DE LAS REDES INTELIGENTES EN GRAN ESCALA

Hacer inteligente la red de transmisión, permite:

01
Mayor estabilidad sistémica de frecuencia y voltaje

02
Integración masiva de renovables sin comprometer la red

03
Respuesta automática y rápida ante perturbaciones

04
Reducción del riesgo de apagones en cascada

05
Operación más segura y predecible del sistema eléctrico



EJEMPLOS:
APLICACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES EN EL MUNDO

MODERNIZACIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

2021
año

URUGUAY
ubicación

680 km
líneas de transmisión

Proyecto de 680 km de modernización de líneas de transmisión, facilitando el transporte de energía renovable.

Tecnologías Implementadas:

- Monitoreo en tiempo real del porcentaje de energía renovable transmitida.
- Implementación de Tecnologías de Mejora de Redes (GET) para monitorear variables climáticas y eléctricas.



SOLUCIONES DIGITALES PARA LA RED ENERGÉTICA

2021
año

SINGAPUR
ubicación

DERMS
plataforma digital

Desarrollo del primer Gemelo Digital de Red y del Sistema de Gestión de Recursos Energéticos Distribuidos (DERMS) en Singapur.

Tecnologías Implementadas:

- Gemelo Digital de Red: Simulación en tiempo real de la red eléctrica para predecir fallas y probar la integración de nuevas tecnologías (como vehículos eléctricos).
- DERMS (Distributed Energy Resources Management System): Plataforma piloto para supervisión y control de recursos distribuidos (FV, autos eléctricos, almacenamiento energético).

Impacto:

- Mejora la resiliencia de la red y facilita la integración de energías renovables.



REDES DE ULTRA ALTA TENSIÓN

2021
año

CHINA
ubicación

1.000 kV
UHV

Red de transmisión de **Ultra Alta Tensión (UHV)** en **AC (1.000 kV)** y **DC (±800 kV y ±1.100 kV)** para transportar **grandes volúmenes de energía renovable** desde el oeste hasta los principales centros urbanos del este y sur.

Tecnologías Implementadas:

- **Líneas de transmisión UHV** de hasta **3,300 km** y **12 GW de capacidad**.
- **Automatización y monitoreo en tiempo real** con SCADA.
- **Integración de energías renovables**, principalmente solar y eólica.

Impacto:

- Reducción de pérdidas eléctricas y mejora en la eficiencia energética.
- Mayor estabilidad de la red para facilitar el crecimiento del consumo eléctrico.
- Impulso a la electrificación industrial y urbana con energía limpia.





CONCLUSIONES

REFERENCIAS

- Ogata, K. (2010). *Modern control engineering* (5th ed.). Prentice Hall.
- Åström, K. J., & Hägglund, T. (2006). *Advanced PID control*. ISA—The Instrumentation, Systems, and Automation Society.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025, 18 de marzo). *Ley del Sector Eléctrico*. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSE.pdf
- Kampezidou, S., Vasios, O., & Meliopoulos, S. (2019). Multi-Microgrid architecture: Optimal operation and control. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- 2. Saeed, M. H., Fangzong, W., Kalwar, B. A., & Iqbal, S. (2021). A review on microgrids' challenges perspectives. *IEEE Access*. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3135083
- 3. Chidzonga, R., Nleya, B., & Khumalo, P. (2022). Power demand and supply optimization in islanded microgrids with distributed generation. In *Proceedings - 30th Southern African Universities Power Engineering Conference, SAUPEC 2022*. IEEE. https://doi.org/10.1109/SAUPEC55179.2022.9730694
- Banco Interamericano de Desarrollo. (n.d.). *Conexiones inteligentes para la transición energética en América Latina y el Caribe*. Recuperado el 16 de febrero de 2025, de https://blogs.iadb.org/energia/es/conexiones-inteligentes-para-la-transicion-energetica-en-america-latina-y-el-caribe/
- Reporte Asia. (2023, 24 de octubre). *Soluciones digitales para mejorar la red energética en Singapur*. Recuperado el 16 de febrero de 2025, de https://reporteasia.com/energia-infraestructura/2023/10/24/soluciones-digitales-mejorar-red-energetica-singapur/
- BBC Future. (2024, 13 de noviembre). *Will China's ultra-high voltage grid pay off for renewable power?* Recuperado el 16 de febrero de 2025, de https://www.bbc.com/future/article/20241113-will-chinas-ultra-high-voltage-grid-pay-off-for-renewable-power

REFERENCIAS

- TECPA. (2025, April 29). *Cómo entender el apagón eléctrico de España: cronología, causas y aspectos técnicos*. TECPA. https://www.tecpa.es/como-entender-el-apagon-electrico-de-espana/
- Republican Policy Committee. (2021, July 16). *Infrastructure Cybersecurity: The U.S. Electric Grid*. https://www.rpc.senate.gov/policy-papers/infrastructure-cybersecurity-the-us-electric-grid
- Nunsys. (n.d.). *¿Qué es un SCADA? Control de Supervisión y Adquisición de Datos*. https://www.nunsys.com/scada/
- WEG. (n.d.). *Medidores Inteligentes de Energía Eléctrica — Línea SMW*. https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Generaci%C3%B3n%2CTransmisi%C3%B3n-y-Distribuci%C3%B3n/Medidores-Inteligentes-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica/L%C3%ADnea-SMW/Medidores-Inteligentes-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica--L%C3%ADnea-SMW/p/MKT_WTD_SMART_METERS_SMW
- ScienceDirect. (n.d.). *Control hierarchy — Engineering*. https://www-sciencedirect-com.translate.goog/topics/engineering/control-hierarchy?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- Mikkelsen, P. S., & Stoustrup, J. (2015). *Flexible system integration and advanced hierarchical control architectures in the microgrid research laboratory of Aalborg University*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/285547355_Flexible_System_Integration_and_Advanced_Hierarchical_Control_Architectures_in_the_Microgrid_Research_Laboratory_of_Aalborg_University
- CONACYT. (n.d.). *Sistema Eléctrico Nacional*. https://energia.conacyt.mx/planeas/electricidad/sistema-electrico-nacional
- Kehua Digital Energy. (n.d.). *Kehua Digital Energy — Product Downloads: Energy Storage BCS1250K–1725K*. https://digitalenergy.kehua.com/download.html?type1=Product%20Material&type2=Energy%20Storage&type3=BCS1250K~1725K-B-HUD
- Low-Carbon Power. (n.d.). *Matriz energética de México 2025*. Low-Carbon Power. https://lowcarbonpower.org/es/region/M%C3%A9xico

QUARTUX®

ENERGY STORAGE SOLUTIONS

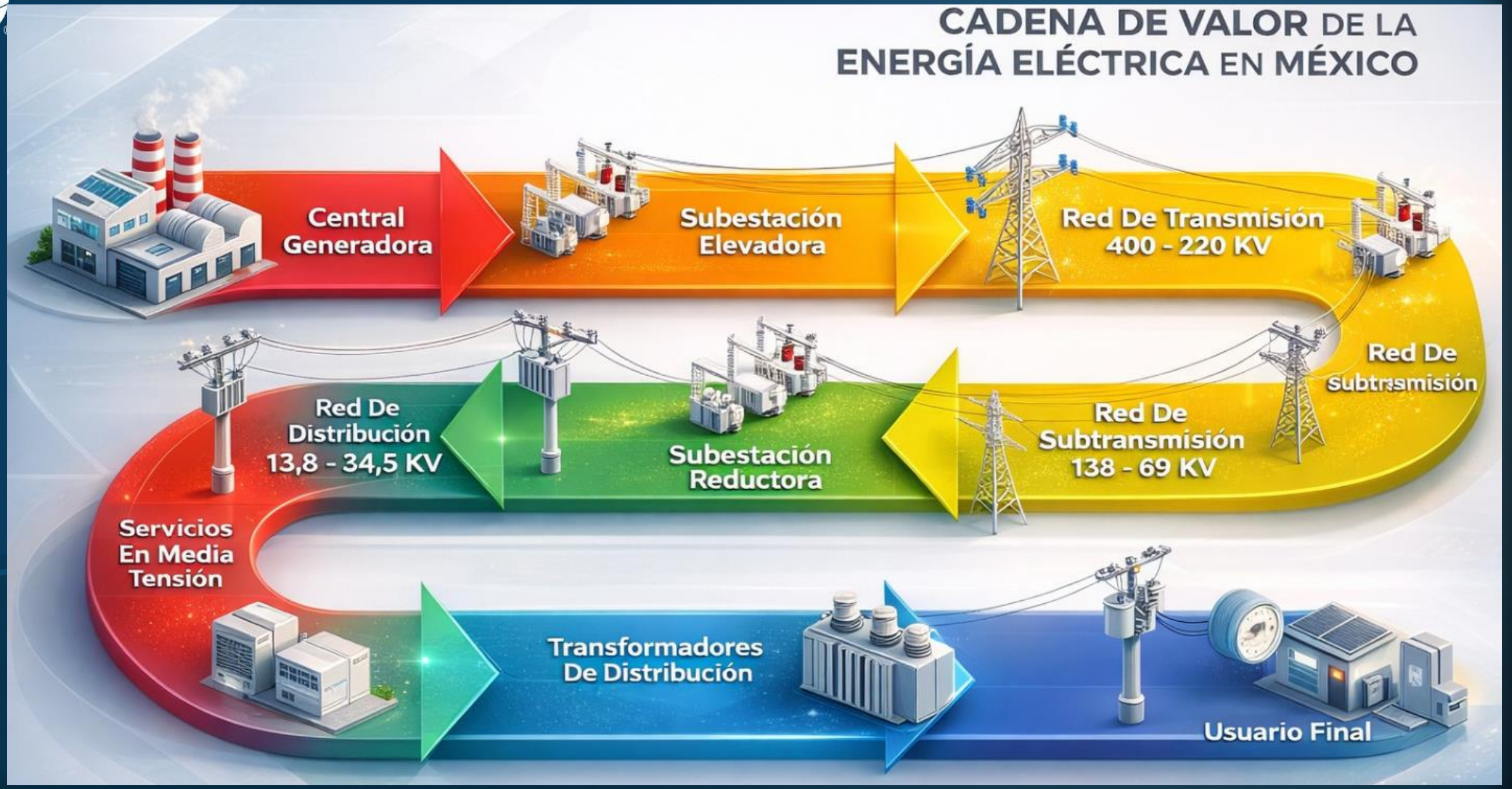
¡GRACIAS!

Greg Aarón Ocampo Urueta
Coordinador de Operaciones
greg.ocampo@quartux.com

Contacto técnico:

55 5254 5126
ventas@quartux.com


DIPLOMADO:
ELECTRÓMOVILIDAD, ELECTROLINERAS Y SISTEMAS DE INTERCONEXIÓN EN ENERGÍA AUTOMOTRÍZ
DOCENTE: Luis Izquierdo
Legislación mexicana en electromovilidad


CADENA DE VALOR DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO
Central Generadora
Subestación Elevadora
Red De Transmisión 400 - 220 KV
Red De Subtransmisión
Red De Subtransmisión 138 - 69 KV
Subestación Reductora
Red De Distribución 13,8 - 34,5 KV
Servicios En Media Tensión
Transformadores De Distribución
Usuario Final

CONTENIDO

I. ELECTROMOVILIDAD.

A). CONCEPTO.
B). INFRAESTRUCTURA DE CARGA.
C). SUMINISTRO ELECTRICO.
D). AUTORIDADES.

II. REGULACION.

A). LEY DEL SECTOR ELECTRICO.
B). REGLAMENTO.
C). DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS SUMINISTRO ELECTRICO.
D). DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS CONEXIÓN CENTROS DE CARGA.
E). CODIGO DE RED.
F). CERTIFICACIONES

III. DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS ELECTROMOVILIDAD.

A). ANTECEDENTES.
B). OBJETIVO.
C). DEFINICIONES.
D). SOLICITUD DE SERVICIO.
E). EVOLUCION Y MONITOREO DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA.
F). RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES.

LA ELECTROMOVILIDAD EN MEXICOREGULACION

1. Ley del sector eléctrico (“LSE”) (dof, 18 de marzo de 2025).
2. Titulo sexto.
3. De las demás actividades del sector eléctrico.
4. Capitulo IV.
5. De la infraestructura y el suministro de electricidad
6. En materia de electromovilidad.

Fuentes: https://motor.elpais.com/wp-content/uploads/2023/10/Gasolina-Vs-Electrico.jpg
https://www.rentingcolombia.com/hs-fs/hubfs/(RC)%20Renting%20Corporativo/Blog/Blog%202020/info-vehiculos-electricos-V3.png?width=700&name=info-vehiculos-electricos-V3.png
https://electromovilidad.wordpress.com/comparativa-coche-electrico-vs-coche-combustion/

1. Articulo 3.- Para los efectos de esta ley, se entiende por:

2. 2. Vi. “Centro de carga”: instalaciones y equipos que, en un sitio determinado, permiten que una “usuaria final”, reciba el “suministro eléctrico”. Los “centros de carga” se determinan en el punto de conexión de la energía suministrada.

3. 3. Lx. “Suministro eléctrico”: conjunto de productos y servicios para satisfacer la demanda y el consumo de energía eléctrica de las “usuarias finales”, regulado cuando corresponde ala “CNE” y que comprende:

4. a). Representación de las “usuarias finales” en el “MEM”;

5. B). Adquisición de la energía eléctrica y “productos asociados”, así como la celebración de “contratos de cobertura eléctrica”, para satisfacer la demanda y el consumo;

6. C) Enajenación de la energía eléctrica, para su entrega en los “centros de carga” de las “usuarias finales”, y

7. D) Facturación, cobranza y atención a las “usuarias finales”.

8. Lxvi. “Usuaria final”: persona física o moral, que adquiere, para su propio consumo o para el consumo dentro de sus instalaciones, el “suministro eléctrico” en sus “centros de carga”, como “participante del mercado” o a través de un suministrador

9. Articulo 61.- Para prestar el servicio de “suministro eléctrico” o representar a las “generadoras exentas”, se requiere permiso de la “CNE” en modalidad de “suministradora”.

10. Sin perjuicio de que se sujeten a los requerimientos técnicos y de medición, establecidos en las condiciones generales para la prestación del servicio publico de transmisión y distribución de energía eléctrica o en las “reglas de mercado”, las siguientes actividades no se consideran comercialización, por lo que no requieren permiso o registro de “suministradora”:

11. .

I. La venta de energía eléctrica de una “usuaria final”, a un tercero, siempre y cuando la energía eléctrica se utilice dentro de una “red particular”, y

Ii. La venta de energía eléctrica de un tercero a una “usuaria final”, siempre y cuando la energía eléctrica se genere a partir de “generación distribuida” dentro de las instalaciones o “red particular” de la “usuaria final”, y dichas instalaciones estén ubicadas en un mismo predio

1. Articulo 86.-

2. La “secretaria”, a través del reglamento y de DACGS, puede regular sobre la infraestructura y el suministro de electricidad, necesaria para la “electromovilidad”

3. Para efectos del presente apartado, se entiende por “electromovilidad”, los sistemas de transporte terrestre, basados en vehículos ligeros y pesados con un sistema de tracción eléctrica o sistema hibrido, que toman energía de un sistema de “suministro eléctrico” y que se utilizan para transportar personas o bienes materiales.

1. Articulo 87.-

2. La “CNE”, en el ámbito de sus atribuciones, puede establecer criterios para la interconexión de la infraestructura, la contraprestación para el suministro de energía, y los términos y condiciones de uso para la “electromovilidad”, entre otros.

3. Reglamento de la ley del sector eléctrico (“RLSE”) (dof, 3 de octubre de 2025).

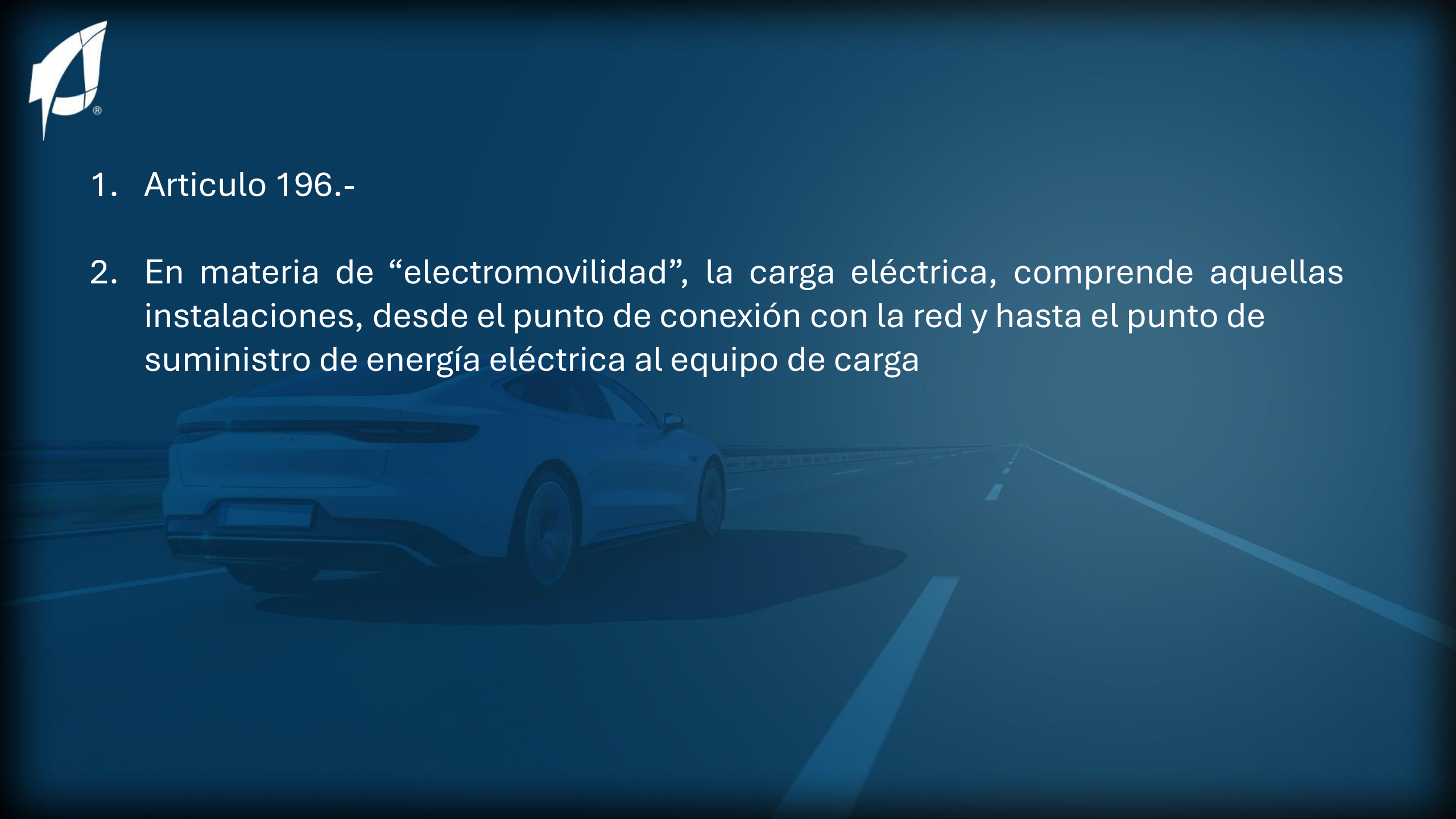
4. Titulo quinto. De las demás actividades del suministro eléctrico.

5. Capitulo VII.

6. De la infraestructura y el suministro de electricidad en materia de electromovilidad.

1. Articulo 196.-

2. En materia de “electromovilidad”, la carga eléctrica, comprende aquellas instalaciones, desde el punto de conexión con la red y hasta el punto de suministro de energía eléctrica al equipo de carga



1. Articulo 199.-

2. La “secretaria” puede establecer, en el ámbito de sus atribuciones, mecanismos de fomento, provisión y planeación de la infraestructura de carga eléctrica, para vehículos eléctricos, en los que se priorice aquella destinada al transporte publico masivo, así como mecanismos de coordinación interinstitucional que promuevan el uso de “energías limpias” y tecnologías de bajas emisiones en el transporte.

1. Articulo 200.-

2. El despliegue de infraestructura de carga, debe alinearse con los instrumentos de planeación vinculante establecidos en la ley, la ley de planeación y transición energética y su reglamento, así como considerar las zonas prioritarias, los nodos estratégicos y los criterios técnicos definidos por la “secretaria”, en coordinación con el “cenace”. Asimismo, la “secretaria” debe promover, en coordinación con los distintos niveles de gobierno, la planificación y el despliegue ordenado de redes de infraestructura de carga publica que considere criterios de eficiencia energética, sostenibilidad y justicia energética.

NOM-001-SEDE-2012.

I. Objetivo general: el principal objetivo de esta norma oficial mexicana, es establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas, en diferentes tensiones, para proteger a las personas, sus propiedades y garantizar la continuidad del “suministro eléctrico”, previniendo riesgos como descargas eléctricas, efectos termicos, sobre corrientes y sobretensiones.

II. Infraestructura de carga para vehículos eléctricos: el articulo 625, de la nom-001-sede-2012, se refiere a los requisitos para los equipos de carga de vehículos eléctricos (ve), estableciendo normas para su instalación segura, incluyendo la selección de materiales, protecciones contra corriente y fallas, y la necesidad de accesibilidad para mantenimiento, siendo una sección clave dentro del titulo sexto, “instalaciones especiales”.

III. Esta norma busca proteger contra riesgos eléctricos, y el articulo 625, detalla como manejar la infraestructura, para cargar ve (estaciones de carga)

NOM-001-SEDE-2012.

IV. I. Ámbito de aplicación: aplica a las instalaciones para la carga de vehículos eléctricos.

V. II. Protección contra sobrecarga y falla: debe haber dispositivos adecuados para proteger los circuitos de carga.

VI. III. Conexiones y conductores: consideraciones sobre tamaño y tipo de conductores para la capacidad de corriente requerida por los ve.

VII.IV. Accesibilidad y mantenimiento: los equipos deben estar instalados de forma que se pueda acceder fácilmente para operación, inspección y mantenimiento

VIII.V. Condiciones ambientales: los equipos deben ser aptos para las condiciones ambientales del lugar de instalacion (temperatura, humedad, etc.).

IX. Unidad de verificacion de instalaciones electricas (uvie).

CONEXIÓN DEL “CENTRO DE CARGA” AL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL.

1. “Centros de carga”, en alta tension, requieren realizar su tramite de conexión, conforme al “manual para la interconexion de centrales electricas y conexión de centros de carga” (publicado por la secretaria de energia, en el dof, el 9 de febrero de 2018).

2. “Centros de carga, en media tension, con una demanda contratada mayor a 1 mw, requieren tramitar su conexión, conforme al “manual de interconexion de centrales electricas y conexión de centros de carga”.

CONEXIÓN DEL “CENTRO DE CARGA” AL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL.

3. “Centros de carga”, en media tension, con una demanda contratada menor a 1 mw, requieren tramitar su conexión, conforme a lo siguiente:

I. Realizar el tramite ante cfe, distribucion.

A). Presentar solicitud, debidamente requisitada.

B). Croquis de ubicación.

C). Lista de equipos a conectar.

D). Dictamen uvie (nom-001-sede-2012).

E). Documento de alineacion (certificado oficial que indica la alineacion del predio).

F). Cfe realiza estudio de factibilidad.

CÓDIGO DE RED

Resolucion numero res/550/2021, de la comision reguladora de energia por la que se expiden las disposiciones administrativas de carácter general que contienen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del sistema electrico nacional: código de red

1.Publicado en el dof., El 31 de diciembre 2021.

2.Capitulo 4. Disposiciones generales de conexión de centros de carga (CONE).

CÓDIGO DE RED

3.4.1 objetivo:

4.El objetivo de estas disposiciones generales es definir los criterios técnicos requeridos a los “centros de carga” conectados en media y alta tensión para lograr la conexión al “SEN”, y que permitan asegurar la eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad, y sustentabilidad del “suministro eléctrico” en el “SEN”.

5.Manual regulatorio de requerimientos técnicos para la conexión de “centros de carga” al sistema eléctrico nacional (“SEN”).
6.Establece requisitos de calidad de energía, cortocircuito, factor de potencia, tensión y frecuencia, que deben cumplir los grandes consumidores de energía eléctrica (media y alta tensión) para garantizar la estabilidad del “SEN”.

CÓDIGO DE RED

1. Publicado en el dof, el 9 de febrero, de 2018.

2. Capitulo 2.

3. Obligaciones y responsabilidades.

4. 2.3 del solicitante.

5.2.3.1 el solicitante tiene las siguientes obligaciones y responsabilidades para llevar a cabo la interconexión de “centrales eléctricas” y “conexión de “centros de carga” a la “rnt” y/o a las “rgd”.

CÓDIGO DE RED

6.L. Suscribir con el transportista, contratista o distribuidor el contrato de conexión, respectivo.

7.0. Requerir a una persona física o moral especializada en realizar pruebas a la "central eléctrica" o "centros de carga", la certificación del cumplimiento de las pruebas, en sitio, a que se refiere el numeral 12.5.1, para la validación de los requerimientos técnicos de "centrales eléctricas" y "centros de carga".

8.P. Requerir a la unidad de inspección la certificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas y las características especificas de la infraestructura requerida y las obras de interconexión o conexión y obras de refuerzo para que el proyecto pueda entrar en operación

CERTIFICACION EC 1641.

1.La comisión federal de electricidad (“CFE”), pide la certificación “EC 1641” (estándar de competencia ec1641: “instalación de estaciones de carga, nivel 2 y 3, para vehículos con fuentes eléctricas”).

2.Es un requisito para autorizar la instalación y el tramite de puntos de carga para autos eléctricos, asegurando que la instalación sea segura y profesional.

CERTIFICACION EC 1641.

Implicaciones:

Es un requisito oficial:
5. La “CFE” lo exige para la conexión y el tramite de medidores exclusivos para cargadores ve.

Para quien es:
6.Esta dirigido a técnicos y profesionales que desean realizar instalaciones de cargadores de nivel 2 y nivel 3 (carga semirapida y rápida).

Que certifica:
7.Demuestra competencias en evaluación, presupuesto e instalación de estos equipos.

Como obtenerla:
8.Tomar un curso de alineación y presentar un examen técnico-practico.

Organizaciones:
9. Amproceer y energy knowlegde consulting.

ACUERDO NUMERO A/108/2024 POR EL QUE LA COMISION REGULADORA DE ENERGIA EXPIDE LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL EN MATERIA DE ELECTROMOVILIDAD PARA LA INTEGRACION DE INFRAESTRUCTURA DE CARGA DE VEHICULOS ELECTRICOS Y VEHICULOS ELECTRICOS HIBRIDOS CONECTABLES, AL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL, COMO PARTE DE UNA RED ELECTRICA INTELIGENTE.
PUBLICADO EN EL DOF., EL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2024.

Considerandos.

Cuarto. Que el articulo "625, de la nom-001-sede-2021", define los requisitos técnicos que se deben observar para la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con la carga de vehículos eléctricos, donde se incluye a los vehículos eléctricos híbridos enchufables y se excluye a los vehículos eléctricos automotores que no transiten en las carreteras, como camiones industriales, grúas, cargadores frontales, transportes, carros de golf, equipo de soporte terrestre de aviones, lanchas y similares.

Asimismo, este articulo dispone que lo referido en este, cubre a los conductores y equipos eléctricos externos, a un vehículo eléctrico, y que sirven para conectar el vehículo, a un suministro de electricidad, por un medio conductivo o inductivo, y a la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con la carga de vehículos eléctricos.

ACUERDO NUMERO A/108/2024 POR EL QUE LA COMISION REGULADORA DE ENERGIA EXPIDE LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL EN MATERIA DE ELECTROMOVILIDAD PARA LA INTEGRACION DE INFRAESTRUCTURA DE CARGA DE VEHICULOS ELECTRICOS Y VEHICULOS ELECTRICOS HIBRIDOS CONECTABLES, AL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL, COMO PARTE DE UNA RED ELECTRICA INTELIGENTE.
PUBLICADO EN EL DOF., EL 10 DE SEPTIEMBRE DE 2024.

Decimo. … En este sentido, la actividad de venta de energía eléctrica, mediante la infraestructura de carga de vehículos eléctricos y vehículos eléctricos híbridos conectables, es un mercado nuevo, por lo que, se considera necesaria la participación de la comisión federal de competencia económica, para que, de forma coordinada con esta comisión, y de conformidad con el ámbito de su competencia, se lleve a cabo la vigilancia de dicho mercado.

Decimo tercero. - … El "código de red" es observable, para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos a los "centros de carga" de vehículos eléctricos y vehículos eléctricos híbridos conectables al "sen" como parte de una red eléctrica inteligente.

Decimo cuarto. Que el "prodesen 2022-2036", donde se establece que las redes eléctricas inteligentes proporcionan mayor precisión y flexibilidad en la gestión de la demanda y consumo de energía eléctrica y modifican el concepto actual de la red eléctrica unidireccional a nivel distribución.

Decimo quinto. – Que la agencia internacional de energia (“aie”), publico el reporte “grid integration of electric vehicles a manual for policy makers”, en el que menciona que la interacción de los vehículos eléctricos con la red eléctrica en un punto de conexión causa desafíos operativos considerando la demanda de energía eléctrica y la ubicación, debido a los perfiles de otras cargas conectadas y las capacidades típicas de la red eléctrica. En este sentido, la “AIE” clasifica los impactos de la integración de cargadores eléctricos como aquellos que afectan:

Los limites de capacidad de los diferentes componentes de la red. Por ejemplo, el cargador de carga rápida, y ultrarrápida del vehículo eléctrico de baterías, es una carga no lineal, que produce armónicos de voltaje y de corriente. Niveles excesivos de distorsión armónica en la forma de onda de la Corriente, puede causar problemas en el sistema eléctrico de potencia, tales como sobrecalentamiento de transformadores, motores y capacitores. Lo anterior, requeriría de altos costos de inversión por parte del distribuidor, para la sustitución de los equipos.

La calidad de la energía eléctrica suministrada a los usuarios finales. Por ejemplo, una disminución en la calidad de la energía puede provocar daños eventuales a otros aparatos eléctricos cercanos y, por lo tanto, los indicadores del servicio de distribución se ven afectados, y

A todo el sistema eléctrico. Es decir, que la carga de los vehículos eléctricos durante las horas pico puede incrementar considerablemente el pico de demanda y por consiguiente la necesidad de aumentar la capacidad de generación.

Asimismo, la "AIE" considera necesario analizar las redes de distribución considerando las variaciones posibles y que para elaborar estos análisis se requieren de manera inicial el contar con información detallada sobre los perfiles de consumo, preferencias de carga, entre otras. La AIE señala que el análisis a nivel del sistema eléctrico puede proporcionar información de impactos estatal y nacional de la carga agregada y flexibilidad o los posibles desafíos de la demanda máxima que deben considerarse para la planificación de la capacidad de generación del sistema eléctrico.

Decimo séptimo. … En el que, entre diversas acciones, se recomienda monitorear los perfiles de demanda, el crecimiento de la variabilidad e incertidumbre en los patrones de demanda en las redes de distribución, la afectación en la estabilidad de la red debido al comportamiento de la electrónica de potencia de los equipos de carga de vehículos eléctricos ya que estos pueden causar apagones en cascada.

Decimo noveno. …Se estima que para el 2037, se tendrán alrededor de 17,780 estaciones de carga, lo que representa el 3.1% del consumo bruto del "sen" …

Vigésimo. Que la “actualización de la estrategia de transición (DOF, 23 de enero de 2024), para promover el uso de tecnologías y combustibles mas limpios”, establece como una línea de acción el desarrollar el marco regulatorio y normativo para la incorporación de infraestructura de carga, de vehículos eléctricos, al “sen”, con la finalidad de facilitar la integración de esta en las diversas modalidades de transporte.

Vigésimo cuarto. Que con la emisión de estas disposiciones se establecen las bases para que en un futuro los “usuarios finales” puedan convertirse en prosumidores teniendo el control de su demanda (“demanda controlable”) y tener una red eléctrica inteligente en la que el “usuario final” pueda tener una mayor interacción con el “distribuidor” y con el “CENACE”.

1.2.1 objetivo.
Las presentes disposiciones tienen como objetivo general de regular, la conexión, ordenada, de infraestructura de carga para ve y vehc, y de manera segura, al “SEN”, y desarrollar una plataforma digital que permita conocer la evolucion de la infraestructura de carga, en mexico.

Capitulo 3. Definiciones.

4.3.1 acoplador del ve o vehc. Medios para permitir la conexión de un cable flexible, a un ve o vehc.
5.3.3 cable del ve o vehc. Cable que se destina para conectar el ve o vehc, a un cargador o cive, o conectados a la red de “suministro eléctrico”.

6.3.5 cargador de ve o vehc (cargador). Equipo que proporciona carga a un ve o vehc, a través de un receptáculo de servicio eléctrico en ca. Este cargador es únicamente para uso domestico.

7.3.6 cargador inteligente de ve o vehc. Cargador en ca o cc, diseñado con medios de comunicación con protocolo abierto de comunicación (ocpp y ocpi) en su versión actualizada, hacia otros dispositivos locales o remotos para la gestión y administración de la energía del ve o vehc, ya sea a través del usuario o el
Operador de las “RGD”.

3.10 conector del ve o vehc. Dispositivo que permite establecer una conexión, mediante la inserción hacia una clavija con brida del ve y vehc, con el propósito de permitir la transferencia de energía e intercambio de información. Este dispositivo es parte del “acoplador del ve o vehc”.

1.3.13 conexión tipo a. Conexión de un ve o un vehc, mediante un cable y clavija a un receptáculo que provee de energía eléctrica, desde la red de “suministro eléctrico” o bien desde un cargador o “CIVE”.

2.El conjunto de cable y clavija, se encuentran conectados permanentemente al vehículo.

3.3.14 conexión tipo b. Conexión de un ve o un vehc, mediante un cable y clavija a un receptáculo que provee de energía eléctrica desde la red de “suministro eléctrico” o bien desde un cargador “CIVE”.

4.El conjunto de cable y clavija, son desmontables desde el vehículo por medio de un acoplador y a través de un conector.

5.3.15 conexión tipo c. Conexión de un ve o vehc a un cargador o “CIVE”.

6.El conjunto de cable y conector, se encuentran conectados permanentemente al cargador o “CIVE”.

7.3.17 electrolinera. Estación de servicio, que cuenta con infraestructura de carga, para ve y vehc, instalada dentro de un predio o espacios destinados exclusivamente a la carga eléctrica de estos vehículos, y donde se realiza un cobro por este servicio.

8.3.19. Electroterminales. Instalaciones y equipos para la carga de ve y vehc, destinados para el servicio de transporte publico de pasajeros o carga y de servicio privado o particular.

9.3.20 estación de carga gratuita. Estación de servicio, que cuenta con infraestructura de carga, para ve y vehc, que se encuentran ubicados en vía publica y son de uso gratuito.

10.3.21 infraestructura de carga de ve y vehc. Conjunto de equipos y dispositivos instalados, dedicados a proveer energía eléctrica, desde una instalación fija o una red de suministro, para la carga de ve y vehc. Estos incluyen el sistema de alimentación del ve y vehc, los cargadores, sistema de control, instalación
Eléctrica (canalizaciones, protecciones y tableros).

1.3.23 modos de carga. Método para la conexión de un ve y un la red de suministro eléctrico, para proporcionar energía a dichos vehículos.

2.3.23.1 modo de carga 1. En este modo de carga el ve o un vehc, se conecta directamente a un receptáculo normalizado de la red de suministro eléctrico en C.A.

En la conexión se utiliza un cable y una clavija, los cuales no se equipan con ningún piloto adicional o contactos auxiliares. Este modo de carga se recomienda para la carga de bicicletas eléctricas y scooters.

El cargador, que se diseña para el modo de carga 1, debe proporcionar un conductor de puesta tierra de protección, desde la clavija normalizada hasta el conector del ve o vehc.

5.3.23.2 modo de carga 2. En este modo de carga el ve o un vehc, se conecta directamente a un receptáculo normalizado, de la red de suministro eléctrico en C.A., Que utiliza un “CIVE”, para ve o vehc, con un cable y una clavija, con una función de control piloto y un sistema de protección contra descargas eléctricas colocadas entre
La clavija normalizada y el ve o vehc.

6.Las funciones de piloto control obligatorias que se debe proporcionar en el modo 2, son las siguientes:

7.A) comprobación de continuidad constante del conductor de puesta a tierra de protección o conductor de protección.

8.B) la comprobación de que el ve o vehc se conecta correctamente al receptáculo normalizado.

9.C) la energización de la fuente de alimentación.

10.D) la desenergizacion de la fuente de alimentación.

11.E) el valor máximo de corriente que se puede consumir.

12.3.23.3. Modo de carga 3. En este modo de carga el ve o un vehc se conecta a un “CIVE” que tiene conexión permanente a una red de suministro eléctrico en C.A., Con una función piloto de control que se extiende desde el “CIVE” hasta el ve o vehc.

1.Las funciones de piloto control obligatorias que debe proporcionar el “CIVE” en modo 3, son las siguientes:

2.A) la comprobación constante de la continuidad del conductor de puesta a tierra de protección o conductor de protección.

3.B) la comprobación de que el ve o vehc se conecta correctamente al “CIVE”.

4.C) la energización de la fuente de alimentación.

5.D) la desenergizacion de la fuente de alimentación.

6.E) el valor máximo de corriente que se puede consumir.

7.3.23.4 modo de carga 4 o dcfc. En este modo la carga se realiza mediante la conexión del ve y vehc, a una red de suministro eléctrico en CA o CC, utilizando un equipo de suministro en cc, con funcion piloto de control que se extiende desde el equipo de suministro en CC, hasta el ve o vehc.

El "CIVE" en modo 4, puede conectarse permanentemente o conectarse mediante un cable y una clavija a la red de suministro eléctrico.

El equipo de alimentación del ve que se diseña para la carga en modo 4, debe proporcionar un conductor de puesta a tierra de protección o un conductor de protección al conector del vehículo.

10.A) la comprobación constante de la continuidad del conductor de puesta a tierra de protección o conductor de protección.

11.B) la comprobación de que el ve o vehc se conecta correctamente al “CIVE”.

12.C) la energización de la fuente de alimentación.

13.E) el valor máximo de corriente que se puede consumir.

Capitulo 4. De la solicitud del servicio de suministro eléctrico y de la conexión de infraestructura de carga de ve y vehc.

Los “usuarios finales”, que deseen instalar infraestructura de carga de ve y vehc, deberán solicitar un nuevo contrato de servicio de “suministro eléctrico”, de forma independiente a la del servicio de “suministro eléctrico” que en su caso ya reciban o del servicio de “suministro eléctrico”, que se pretenda contratar.

En este sentido, los “usuarios finales” que deseen conectar infraestructura dedicados a la carga de ve y vehc (“centros de carga” nuevos) a una tensión eléctrica mayor o igual a 69 kv, deben presentar su solicitud de conexión ante el “CENACE”; y en el supuesto de que sea a una tensión menor a 69 kv, las solicitudes de conexión seran atendidas por el “distribuidor”, a través del “suministrador”, es decir, que los “usuarios finales” deben presentar su solicitud ante su “suministrador”. En ambos casos, se deberán observar los procedimientos y requisitos establecidos en el marco regulatorio vigente dependiendo del nivel de tensión y tipo de “centro de carga” y que para pronta referencia y de manera enunciativa mas no limitativa se citan a continuación.

4.1. Los numerales 11, 12, 13, 14, 26, 29 y 30 de las “DACG” que establecen las “condiciones generales para la prestación del suministro eléctrico” (dof, 18 febrero de 20216).

5.2. Los capítulos 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 5, 6, 8.1, 8.4, 8.6, 8.7, 9, 10, 12 13 y 14, del “manual para la interconexión de centrales eléctricas y conexión de centros de carga”.

Capitulo 4, y “manual regulatorio de requerimientos técnicos para la conexión de centros de carga al sen” (código de red).

Para el caso de cumplimiento del dictamen de verificación en baja tensión, el “acuerdo que determina los lugares de concentración publica para la verificación de las instalaciones eléctricas”.

Las “electrolineras”, “electroterminales” y “estaciones de carga gratuita”, podrán instalar “centrales eléctricas” de generación limpia distribuida como fuente de energía para la carga de los ve y vehc, adicionalmente al servicio de “suministro eléctrico”, y deberán observar el marco regulatorio vigente conformado por el “manual de interconexión de centrales de generación con capacidad menor a 0.5 mw”, y las “DACG”, los modelos de contrato, la metodología de calculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a “centrales eléctricas” de generación distribuida (res/142/2017) vigentes.

Capitulo 6. De las electrolineras, electroterminales y estaciones de carga gratuitas.

Los “CIVE” que se instalen en las “electrolineras”, que se encuentren en carreteras o autopistas, deben ser del tipo estación de carga, tener al menos el modo de carga 3 o 4 (dcfc), que permita a los usuarios de ve o vehc realizar la carga de sus vehículos en tiempos cortos. Asimismo, podrán tener “CIVE” que permitan la carga de ve y vehc, de transporte de carga y de distribución.

Por otra parte, la infraestructura de carga que se instale en “electrolineras” que no se encuentren en carreteras o autopistas, asi como, las “electroterminales”, y “estaciones de carga gratuita”, pueden tener cualquiera de los modos de carga definidos en el capitulo 3.

En este sentido, las “electrolineras”, “electroterminales” y “estaciones de carga gratuita”, deben tener a la vista información de los tipos de conectores compatibles, tipo de cargador, el modo de carga e indicaciones de uso por cada “CIVE”.

El “CENACE” o el “distribuidor” podrán solicitar habilitar las funciones avanzadas de interoperabilidad de los “CIVE”, con el “SEN”, cuando así lo determine en los estudios de conexión o por temas de confiabilidad del “SEN”. Asimismo, la “comisión” emitirá la normativa especifica en materia de “demanda controlable”, permitiendo con ello que, los “usuarios finales” puedan ofrecer reducir su demanda de energía eléctrica.

Las “electrolineras” deben contar con infraestructura de carga compatible con cualquiera de los tipos de “conectores” que se comercializan en el territorio nacional .

Los “usuarios finales” propietarios de una “electrolinera” deberán dar cumplimiento a los ordenamientos y disposiciones legales federales, estatales y municipales en materia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, para la conservación del patrimonio cultural y demas que resulten aplicables.

De igual forma, los “usuarios finales” que realicen la actividad de venta de energía, en “electrolineras”, deberán sujetarse a lo establecido en el acuerdo numero a/039/2018, por el cual se emite el criterio del articulo 46, fracción I, de la ley de la industria eléctrica, en materia de venta de energía eléctrica de un “usuario final” a un tercero (a/039/2018), y presentar un aviso de la venta de energía dentro de los 6 meses siguientes a que reciban el servicio de “suministro eléctrico”.

Asimismo, deben tener visible en la plataforma de electromovilidad, el modo de pago y los precios de la energía eléctrica destinada a la carga de ve y vehc, conforme a alguna de las opciones aplicables:

9.A. Estar en pesos, por kwh.

10.B. Estar en pesos, por tiempo.

11.C. Estar en pesos, por periodo.

Las “electrolineras” y “estaciones de carga gratuita”, que se encuentren en via publica, deberán contar con la señalización informativa que indique la existencia de una electrolinera, conforme a la nom-034-sct/sedatu-2022, “señalización y dispositivos viales para calles y carreteras”.

Los “usuarios finales” propietarios de una “electrolinera” deberán dar cumplimiento a los ordenamientos y disposiciones legales federales, estatales y municipales en materia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, para la conservación del patrimonio cultural y demás que resulten aplicables.

De igual forma, los “usuarios finales” que realicen la actividad de venta de energía, en “electrolineras”, deberán sujetarse a lo establecido en el acuerdo numero a/039/2018, por el cual se emite el criterio del articulo 46, fracción I, de la ley de la industria eléctrica, en materia de venta de energía eléctrica de un “usuario final” a un tercero (a/039/2018), y presentar un aviso de la venta de energía dentro de los 6 meses siguientes a que reciban el servicio de “suministro eléctrico”.

Capitulo 7. Estaciones de intercambio de baterías.

Capitulo 8. De la evolución y monitoreo de la infraestructura de carga de ve y vehc.

3.A) los “usuarios finales” con infraestructura de carga de ve o vehc, deberán proporcionar a la “comisión”, mediante la plataforma de electromovilidad, por cada servicio de “suministro eléctrico” que se contrate, dentro de los 3 meses siguientes a que se reciba el “suministro Eléctrico”, la información descrita en las fracciones I a VI siguientes.

4.En tanto no entre en operación la plataforma de electromovilidad, los “usuarios finales” deberán entregar la información antes referida al “suministrador”, al momento de realizar su solicitud de “suministro eléctrico”.

5.I. Escrito libre bajo protesta de decir verdad que los documentos presentados son verídicos.

6.II. Información del representante legal.

7.III. Certificado de producto, en el que se identifique que los cargadores y “CIVE”, incluyendo los receptáculos y conectores, están certificados bajos las normas oficiales mexicanas o conforme los estándares y normas internacionales vigentes que correspondan, con alcance en Seguridad eléctrica, compatibilidad electromagnética, protocolos de comunicación y ciberseguridad.

8.IV. Evidencia documental de que la instalación eléctrica, desde el cargador o “cive” hasta el punto de conexión con las “RGD”, es realizada por personal calificado que al menos se encuentre certificado bajo el estándar de competencia ec0118, “realización de instalaciones eléctricas en edificación de vivienda”, o el estándar de competencia EC 1023, “realización y mantenimiento de instalaciones y sistemas eléctricos, o aquellas
Que la modifiquen o sustituyan. Para ello, el “usuario final”, deberá presentar copia simple de la constancia de certificación emitida por el consejo de normalización y certificación de competencias laborales (“conocer”), del personal que realiza la instalación eléctrica.

9.V. Ficha técnica de que los “CIVE”, tienen funciones avanzadas de comunicación, control y gestión de la energía eléctrica.

10.Vi. Apéndice 1, de las presentes disposiciones.

11.Adicionalmente, los “usuarios finales” de una “electrolinera” deberán presentar y actualizar ante la “comisión” el apéndice 2, de las presentes disposiciones.

Capitulo 9. De la vigilancia.

Capitulo 10. Responsabilidades y obligaciones.

Del “usuario final”.

4.I. Presentar ante el “suministrador”, la solicitud del servicio de “suministro eléctrico”, anexando los requerimientos documentales indicados en las presentes disposiciones.

5.Ii. Instalar, conservar, operar y mantener su “centro de carga”, dedicado a la carga de ve y vehc, las instalaciones y los equipos que se encuentran en el “punto de conexión”, para garantizar que se cumpla con los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, Seguridad y sustentabilidad, requeridos para el optimo funcionamiento del “sen”.

6.Iii. Entregar al “suministrador”, el certificado de cumplimiento emitido por la ui o el dictamen de verificación emitido por una “UVIE”, según corresponda, conforme a las características de demanda y nivel de tensión, para la formalización del contrato de conexión a las “rgd”, para
“Centros de carga”, dedicados a la carga de ve y vehc.

7.Iv. Celebrar el contrato de conexión del “centro de carga”, dedicado exclusivamente a la carga de ve y vehc, con el “distribuidor” o con el “CENACE”, según corresponda.

8.V. Contratar personal calificado para que realice la instalación del “centro de carga”, dedicado a la carga de ve y vehc.

9.Vi. Cumplir con las características de visibilidad de información, como son de manera enunciativa mas no limitativa los precios, modos de pago, tipo de conectores, a los que hace referencia el capitulo 6, de las presentes disposiciones., Según corresponda (“electrolineras”, Electroterminales”, “estaciones de carga gratuita”).

10.Vii. En el caso de “electrolineras”, actualizar mediante la plataforma de electromovilidad que desarrolle la “comisión”, el precio de la energía.

11.Viii. En el caso de “electrolineras”, actualizar mediante la plataforma de electromovilidad, el estatus de funcionamiento de los “CIVE”.

GRACIAS

Cel.: (+1) 619-712-8133

luis.izquierdo@asesoriaenderechoelectrico.com.mx

luisizquierdo@amxenergia.com