THE LEAP INSTITUTE PRESENTS

Electric Vehicle Maintenance

Training Workbook



Visit our site for more information:
www.theleapinstitute.org

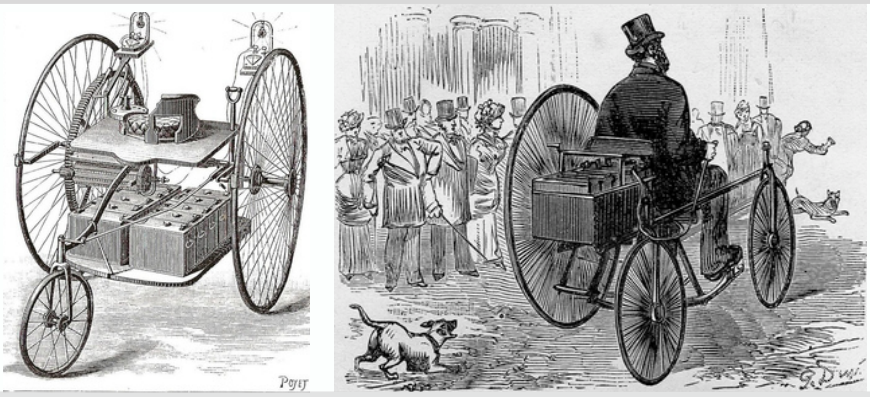
THE LEAP INSTITUTE

CHAPTER 2 / CAPÍTULO 2
TYPES OF EV SYSTEMS
TIPOS DE SISTEMAS VE

A Brief History / Una Breve Historia

Electric Vehicles (EVs) made their global debut all the way back in 1881 when French engineer Gustave Trouvé built and tested the first self-powered electric vehicle in Paris. This early EV was a tricycle fitted with a rechargeable bank of wet cell batteries.

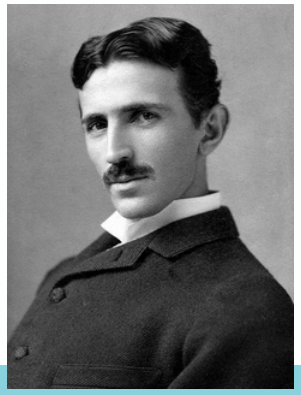
Los vehículos eléctricos (VE) debutaron a nivel mundial en 1881, cuando el ingeniero francés Gustave Trouvé construyó y probó el primer vehículo eléctrico autónomo en París. Este primer VE era un triciclo equipado con un banco de baterías recargables de celdas húmedas.



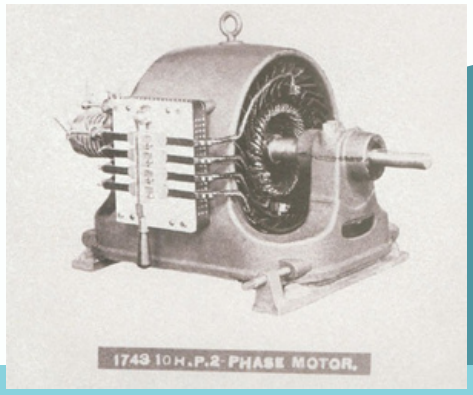
Drawing of Gustave Trouvé's Tricycle / Dibujo del triciclo de Gustave Trouvé

In 1882, Nikola Tesla invented the Alternating Current (AC) Traction Motor, an electric motor capable of performing real work. His innovations contributed to significant global advancements, making all-electric vehicles relatively common by 1900.

En 1882, Nikola Tesla inventó el motor de tracción de corriente alterna (CA), un motor eléctrico capaz de realizar trabajo real. Sus innovaciones contribuyeron a importantes avances globales, haciendo que los vehículos totalmente eléctricos fueran relativamente comunes para 1900.



Nikola Tesla



Tesla's Traction Motor / El motor de tracción de Tesla

By the early 1900s, electric trains and streetcars thrived in major cities like Paris, London, and New York, particularly when connected to the electrical grid.

A principios del siglo XX, los trenes y tranvías eléctricos prosperaron en grandes ciudades como París, Londres y Nueva York, especialmente cuando estaban conectados a la red eléctrica.



Also in the early 1900s, newer electric vehicles not only broke many speed records but also became extremely popular because / *También a principios del siglo XX, los vehículos eléctricos más nuevos no solo rompieron muchos récords de velocidad, sino que también se volvieron extremadamente populares porque*:

- Gas-powered internal combustion engines at that time released toxic gases hurting the lungs of the driver and anyone nearby. / *Los motores de combustión interna a gas de la época liberaban gases tóxicos que dañaban los pulmones del conductor y de cualquier persona cercana.*

- Electric motors at the time were almost silent. Gas-powered on the other hand, were extremely loud. / *Los motores eléctricos de la época eran casi silenciosos. Los motores de gasolina, por otro lado, eran extremadamente ruidosos.*

- Unlike gasoline cars that needed to be hand-cranked to start and often broke down, early electric vehicles were dependable and could be turned on instantly with a single switch. / *A diferencia de los automóviles de gasolina, que necesitaban ser accionados a mano para arrancar y a menudo se descomponían, los primeros vehículos eléctricos eran confiables y podían encenderse instantáneamente con un solo interruptor.*

- Early EV's had much simpler drive trains than their internal combustion engine counterparts with fewer parts, making them much cheaper to maintain. / *Los primeros vehículos eléctricos tenían sistemas de propulsión mucho más simples que sus homólogos con motor de combustión interna y con menos piezas, lo que hacía que su mantenimiento fuera mucho más económico.*



Camile Jenatzy driving an EV in 1899 at a record breaking 60 mph. / Camile Jenatzy conduciendo un vehículo eléctrico en 1899 a una velocidad récord de 60 mph

However, EVs for personal use struggled to gain widespread use once the government realized the scale of economic growth opportunities introduced by gasoline sales and free flowing transportation networks. At the time, even the best electric vehicles capped out at 70 miles per charge, which would have made the sprawling freeway networks we see in most major US cities today impossible.

Sin embargo, los vehículos eléctricos para uso personal tuvieron dificultades para generalizarse una vez que el gobierno se percató de la magnitud de las oportunidades de crecimiento económico que generaban las ventas de gasolina y la fluidez de las redes de transporte. En aquel entonces, incluso los mejores vehículos eléctricos tenían un límite de 112 kilómetros por carga, lo que habría imposibilitado la extensa red de autopistas que vemos hoy en día en la mayoría de las grandes ciudades estadounidenses.

With the expansion of highways and the development of quick refueling gas stations, gasoline-powered cars became the preferred choice for long-distance travel. As a result, electric vehicles fell out of favor until relatively recently.

Con la expansión de las autopistas y el desarrollo de gasolineras de repostaje rápido, los coches de gasolina se convirtieron en la opción preferida para viajes de larga distancia. Como resultado, los vehículos eléctricos cayeron en desuso hasta hace relativamente poco.

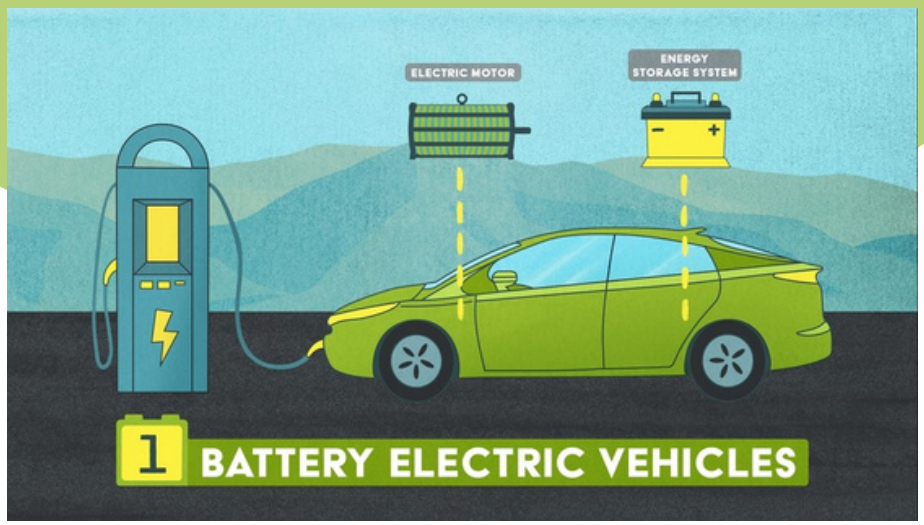
TERM: ENERGY DENSITY

In physics, energy density refers to how much energy can be stored in a certain amount of space. In electric vehicles (EVs), it describes how much electrical energy can be stored in the battery pack. If the vehicle runs only on its battery, the distance it can travel—known as its range—depends on how much energy the battery can store. This stored energy is usually measured in watt-hours (Wh), and larger units like kilowatt-hours (kWh) are often used to describe battery capacity.

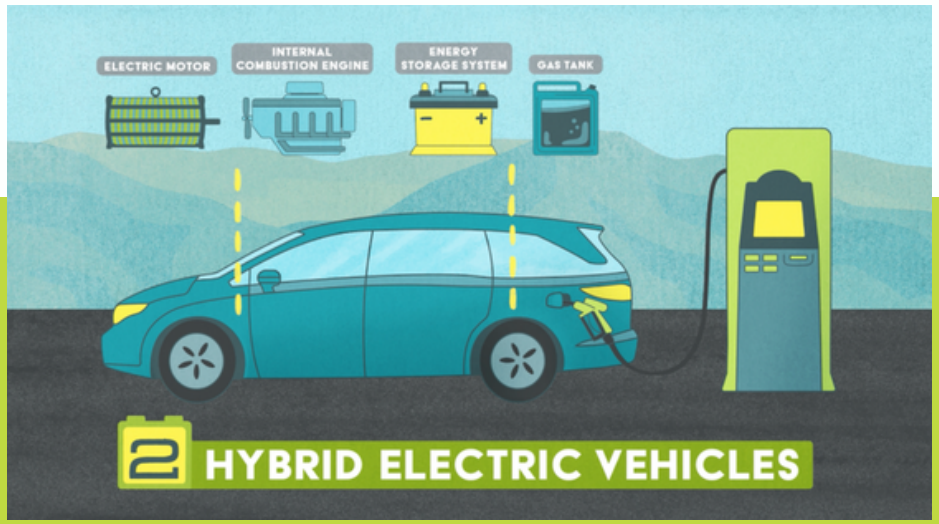
TYPES OF EV'S

Modern EVs can be categorized into four main types:

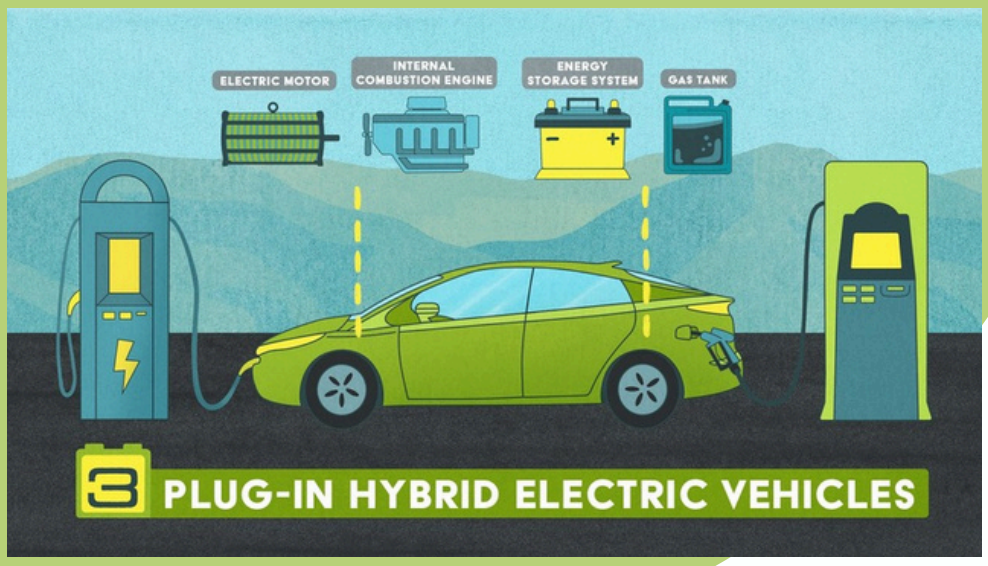
Battery Electric Vehicles (BEVs) – Fully electric and powered by grid-charged batteries. Some energy is recovered through regenerative braking.



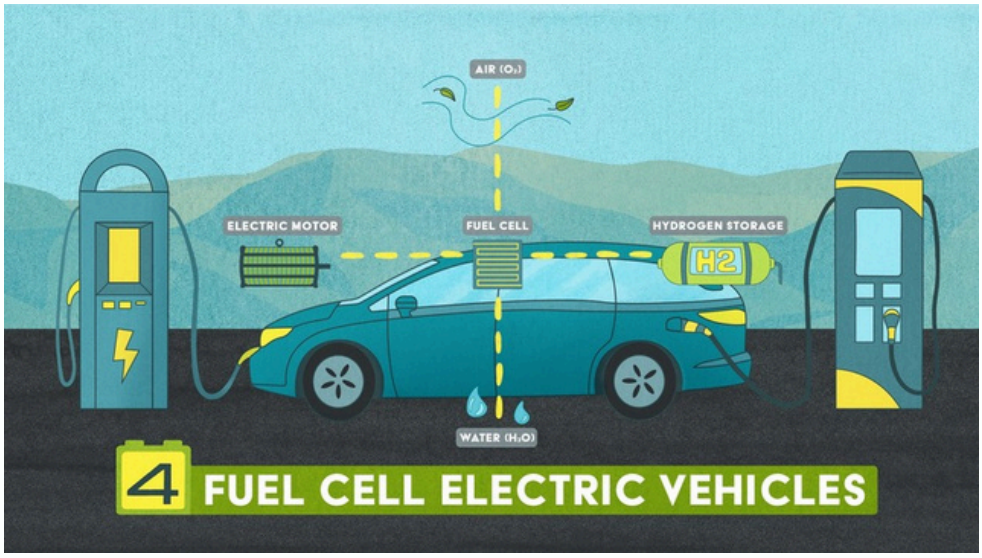
Hybrid Electric Vehicles (HEVs) – Combines an internal combustion engine with an electrical energy storage system, either working separately or together.



Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs) – Operate similarly to HEVs but with greater battery storage and the ability to run longer on electric power alone.



Fuel Cell Electric Vehicles (FCEVs) – Use hydrogen fuel cells to generate electricity, powering a high-voltage powertrain similar to BEVs.



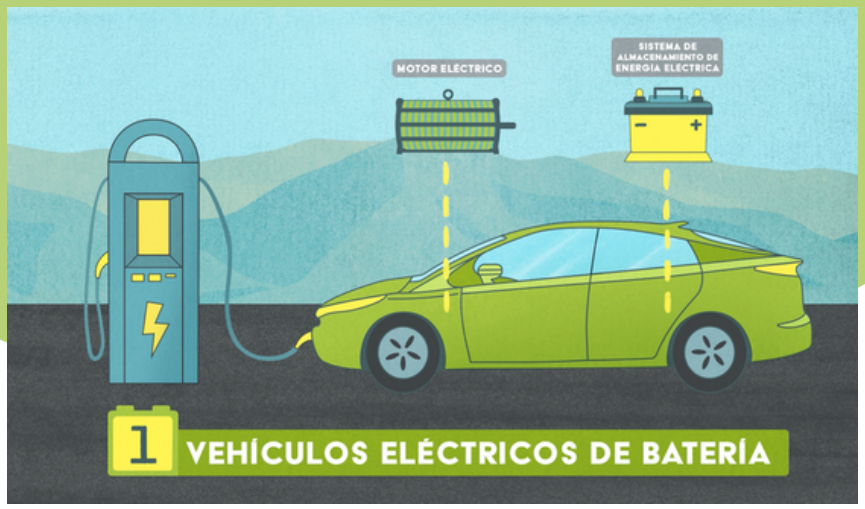
TÉRMINO: DENSIDAD DE ENERGÍA

En física, la densidad energética se refiere a la cantidad de energía que se puede almacenar en un espacio determinado. En los vehículos eléctricos (VE), describe la cantidad de energía eléctrica que se puede almacenar en la batería. Si el vehículo funciona solo con la batería, la distancia que puede recorrer (conocida como autonomía) depende de la cantidad de energía que pueda almacenar la batería. Esta energía almacenada se mide generalmente en vatios-hora (Wh), y unidades mayores como los kilovatios-hora (kWh) se utilizan a menudo para describir la capacidad de la batería.

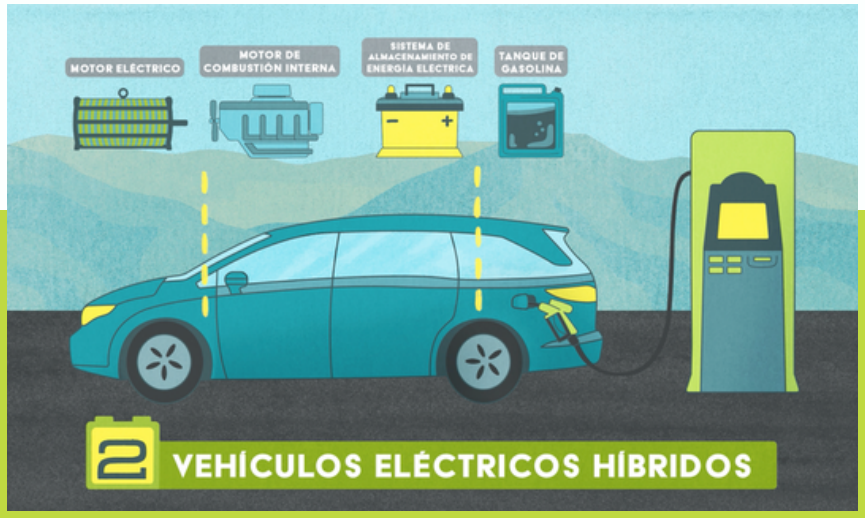
TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Los vehículos eléctricos modernos se pueden clasificar en cuatro tipos principales:

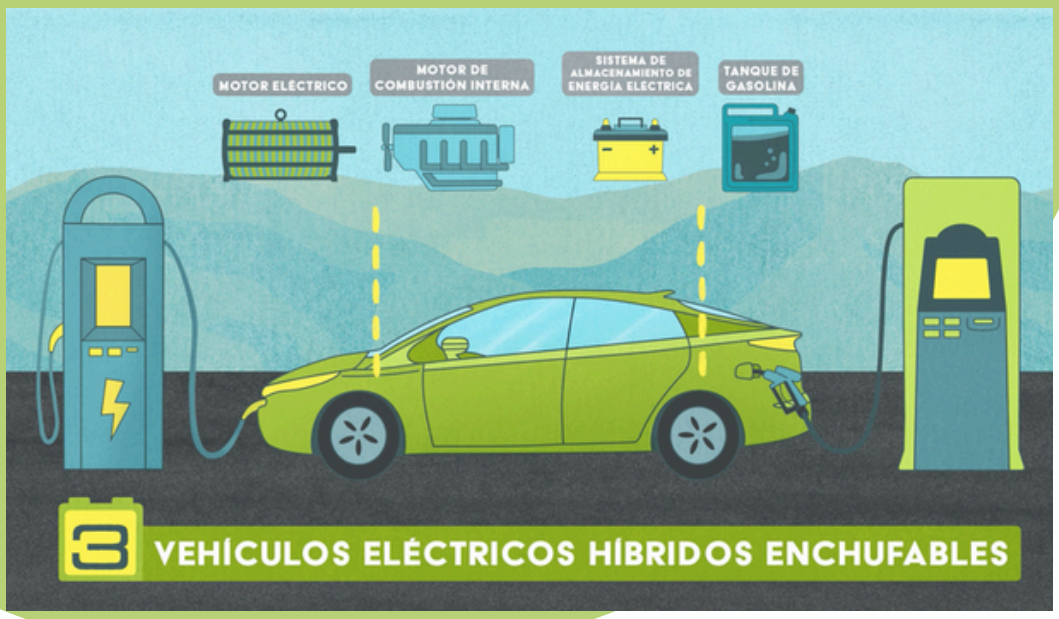
Vehículos Eléctricos de Batería (VEB): Son totalmente eléctricos y se alimentan de baterías cargadas por la red eléctrica. Parte de la energía se recupera mediante frenado regenerativo.



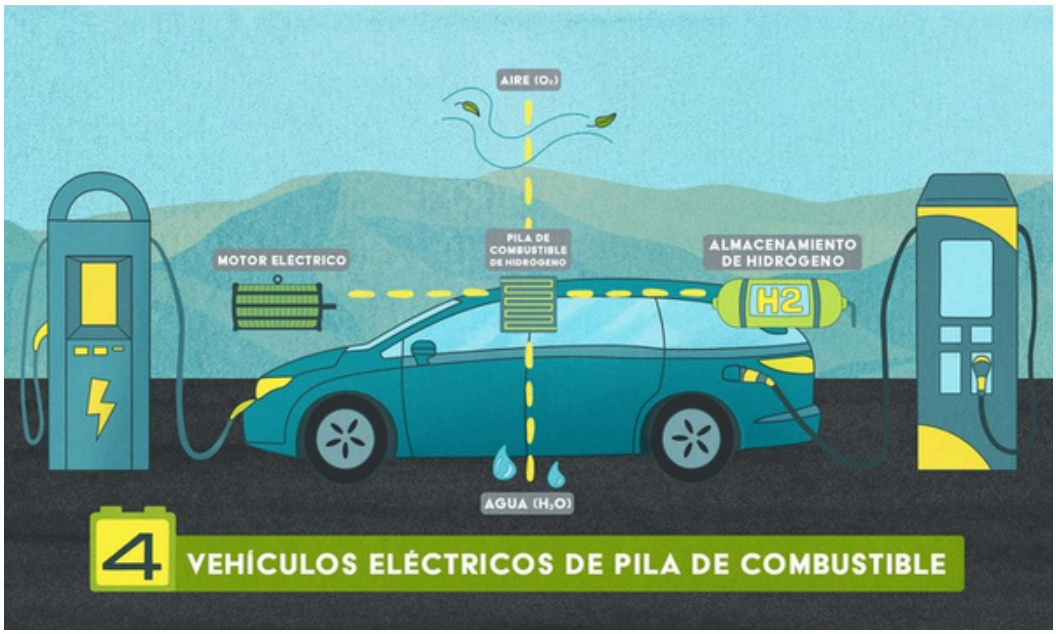
Vehículos eléctricos híbridos, (HEV): utilizan un motor de combustión interna y un sistema de almacenamiento de energía eléctrica, ya sea de forma individual o en combinación entre sí, para alimentar su motor.



Vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV): funcionan de manera similar a los HEV, pero con mayor capacidad de almacenamiento de batería y la capacidad de funcionar durante más tiempo solo con energía eléctrica.



Vehículos eléctricos de célula de combustible (FCEV): utilizan pilas de combustible de hidrógeno para generar electricidad, alimentando un tren motriz de alto voltaje similar a los BEV.



EV Power Sources / Fuentes De Energía Para Vehículos Eléctricos

Electric vehicles draw power from onboard generation, grid-sourced electricity, or both. The actual carbon footprint of an EV depends on the energy source used for charging:

Los vehículos eléctricos se alimentan de la generación a bordo, de la red eléctrica o de ambas. La huella de carbono real de un VE depende de la fuente de energía utilizada para la carga:

- Onboard Generation: Includes internal combustion engines (for hybrids) and hydrogen fuel cells (for FCEVs). / *Generación a bordo: incluye motores de combustión interna (para híbridos) y células de combustible de hidrógeno (para FCEV).*

- Grid-Sourced Electricity: Can be generated from renewable (solar, wind, hydro, tidal) or non-renewable (coal, petroleum) sources. / *Electricidad de fuente de red: puede generarse a partir de fuentes renovables (solar, eólica, hidroeléctrica, mareomotriz) o no renovables (carbón, petróleo).*

- Regenerative Braking: A unique EV mechanism that recovers and stores kinetic energy as electricity. / *Frenado regenerativo: un mecanismo único de EV que recupera y almacena energía cinética como electricidad.*

Even when powered by non-renewable energy sources, BEVs remain more efficient than gas-powered cars, commonly achieving over 100 miles per gallon equivalent.

Incluso alimentados por fuentes de energía no renovables, los vehículos eléctricos (VE) siguen siendo más eficientes que los de gasolina, alcanzando comúnmente más de 160 kilómetros por litro (100 millas por galón).

Additionally, as the electrical grid becomes cleaner, so does the fuel source for EVs.

Además, a medida que la red eléctrica se vuelve más limpia, también lo hace la fuente de combustible para los VE.

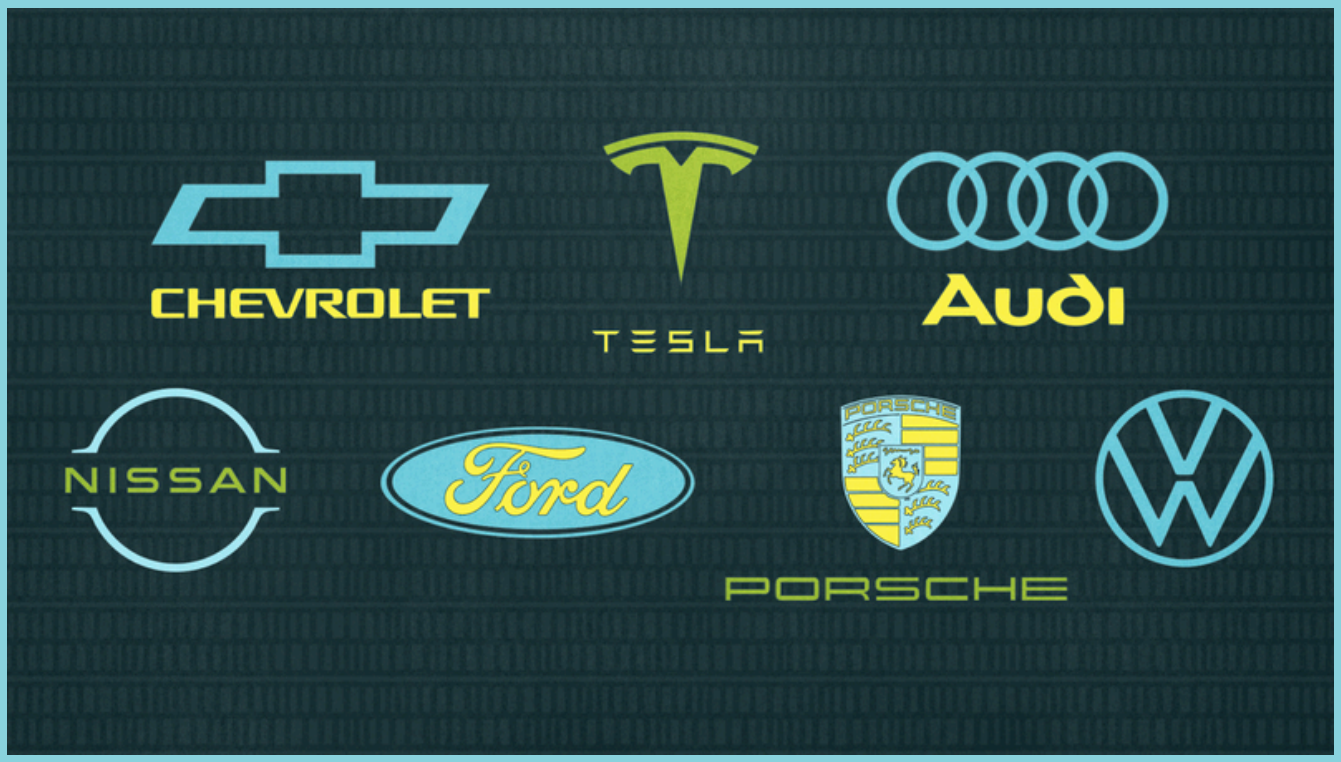
A Brief History / Una Breve Historia

Today, every major automobile manufacturer is producing or experimenting with electric vehicles. Brands like Tesla, Volkswagen, Chevrolet, Ford, Audi, Nissan, and Porsche are rolling out new models, while commercial fleets are following suit with electric buses and trucks from companies like Daimler, Navistar and Volvo.

Hoy en día, todos los grandes fabricantes de automóviles producen o experimentan con vehículos eléctricos. Marcas como Tesla, Volkswagen, Chevrolet, Ford, Audi, Nissan y Porsche están lanzando nuevos modelos, mientras que las flotas comerciales siguen el ejemplo con autobuses y camiones eléctricos de empresas como Daimler, Navistar y Volvo.

As EV technology continues to evolve, consumers can expect increased driving ranges, faster charging times, and more sustainable production methods.

A medida que la tecnología de vehículos eléctricos continúa evolucionando, los consumidores pueden esperar mayores autonomías de conducción, tiempos de carga más rápidos y métodos de producción más sostenibles.



QUIZ / PRUEBA

1. **Who built and tested the first self-powered electric vehicle in 1881? / *¿Quién construyó y probó el primer vehículo eléctrico autónomo en 1881?***

a) Thomas Edison

b) Henry Ford

c) Gustave Trouvé

d) Nikola Tesla

2. **What invention by Nikola Tesla made electric vehicles relatively common by 1900? / *¿Qué invento de Nikola Tesla hizo que los vehículos eléctricos fueran relativamente comunes en 1900?***

a) Rechargeable lithium-ion battery / *Batería recargable de iones de litio*

b) Internal combustion engine / *motor de combustión interna*

c) Alternating Current (AC) Traction Motor / *Motor de tracción de corriente alterna (CA)*

d) Solar panel / *Panel solar*

3. **Why did early electric vehicles decline in popularity? / *¿Por qué los primeros vehículos eléctricos perdieron popularidad?***

a) Gasoline was more profitable / *La gasolina era más lucrativo*

b) They had limited driving range and slow recharging times / *Tenían una autonomía limitada y tiempos de recarga lentos.*

c) Governments banned electric cars / Los gobiernos prohibieron los coches eléctricos

d) A&B / A y B

QUIZ / PRUEBA

4. **Which of the following is not one of the four main types of modern electric vehicles? / *¿Cuál de los siguientes no es uno de los cuatro tipos principales de vehículos eléctricos modernos?***

a) Battery Electric Vehicle (BEV) / *Vehículo eléctrico de batería (VEB)*

b) Hybrid Electric Vehicle (HEV) / *Vehículo eléctrico híbrido (VEH)*

c) Diesel Electric Vehicle (DEV) / *Vehículo eléctrico diésel (VED)*

d) Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) / *Vehículo eléctrico de pila de combustible (VEFC)*

5. **What is a key benefit of regenerative braking in electric vehicles? / *¿Cuál es un beneficio clave del frenado regenerativo en los vehículos eléctricos?***

a) It increases fuel consumption / Aumenta el consumo de combustible.

b) It converts kinetic energy into stored electricity / Convierte la energía cinética en electricidad almacenada.

c) It reduces battery life / Reduce la vida útil de la batería.

d) It prevents EVs from overheating / Evita que los vehículos eléctricos se sobrecalientan

6**. What type of fuel do Fuel Cell Electric Vehicles (FCEVs) use to generate electricity? / *¿Qué tipo de combustible utilizan los vehículos eléctricos de celulas de combustible (FCEV) para generar electricidad?***

a) Diesel

b) Hydrogen / *Hidrógeno*

c) Natural gas / *Gas natural*

d) Ethanol / *Etanol*

QUIZ / PRUEBA

7. **What major factor is making electric vehicle fuel sources cleaner over time? /**
¿Cuál es el factor principal que hace que las fuentes de combustible de los vehículos eléctricos sean más limpias a lo largo del tiempo?

a) More people are switching to hybrid cars / *Cada vez más personas se pasan a los coches híbridos*

b) More gas stations are adding EV chargers / *Más gasolineras están añadiendo cargadores para vehículos eléctricos*

c) The electric grid is using more renewable energy sources / *La red eléctrica está utilizando más fuentes de energía renovables*

d) Governments are banning gasoline cars altogether / *Los gobiernos están prohibiendo por completo los coches de gasolina*

True or False / Verdadero o Falso

Tesla is the only car manufacturer producing electric vehicles now. / Tesla es el único fabricante de automóviles que produce vehículos eléctricos actualmente.

(True/False) (Verdadero/Falso)

QUIZ / PRUEBA

Short Answer / Respuesta corta

Name two reasons why early electric vehicles were historically more common in cities than rural areas. / *Nombra dos razones por las que los primeros vehículos eléctricos fueron históricamente más comunes en las ciudades que en las zonas rurales.*

Response / Respuesta:

BIBLIOGRAPHY

Bennett, S. (2024). Electric Vehicles: A Systems Approach [Online textbook]. Tinley Park, IL: The Goodheart-Willcox Company, Inc. Retrieved from https://www.g-w.com

Forbes Advisor. (n.d.). Car ownership statistics. Forbes. Retrieved August 18, 2025, from https://www.forbes.com/advisor/car-insurance/car-ownership-statistics/

McKibben, B. (2022, June 9). Wrong turn: America's car culture and the road not taken. Yale Environment 360. Retrieved from https://e360.yale.edu/features/wrong-turn-americas-car-culture-and-the-road-not-taken

Tiseo, I. (2024, September 16). Global transportation sector GHG emissions 2023, by country. Statista. Retrieved August 18, 2025, from https://www.statista.com/statistics/1084166/ghg-emissions-transportation-sector-globally-by-country/

Wood, E., Borlaug, B., Moniot, M., Lee, D.-Y., Ge, Y., Yang, F., & Liu, Z. (2023). The 2030 National Charging Network: Estimating U.S. Light-Duty Demand for Electric Vehicle Charging Infrastructure (NREL Report No. OSTI-85654). National Renewable Energy Laboratory. Retrieved from https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/85654.pdf

California Air Resources Board. (2025). Advanced Clean Cars II. Retrieved August 18, 2025, from https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/advanced-clean-cars-program/advanced-clean-cars-ii

Dlouhy, J. (2024, March 21). Jennifer Dlouhy on new tailpipe mandate and its impact on middle American voters [Video]. Bloomberg Radio, via YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=N98CtwsWrr8

Wood, E., Borlaug, B., Moniot, M., Lee, D.-Y., Ge, Y., Yang, F., & Liu, Z. (2023, June). The 2030 National Charging Network: Estimating U.S. Light-Duty Demand for Electric Vehicle Charging Infrastructure (NREL Report No. TP-5400-85654). National Renewable Energy Laboratory. https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/85654.pdf

THE LEAP INSTITUTE

Visit our site for more information:
www.theleapinstitute.org

