

Treball fi de màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol: Transformació d'un vehicle de combustió a vehicle elèctric

Document: Memòria i annexos

Alumne: Emili Roget i Garcia

Tutor: Dr. Andres El-Fakdi Sencianes

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria: Febrer 2022

Gràcies Sílvia, Emili, Guillem i Júlia
Sense vosaltres no hagués estat possible
Gràcies

ÍNDIX

ÍNDIX	i
ÍNDIX DE FIGURES	iv
ÍNDIX DE TAULES.....	viii
1. GLOSSARI.....	11
2. PROPOSTA	13
2.1. Origen del projecte	13
2.2. Motivació	14
2.3. Requeriments previs	15
2.3.1. Vehicle receptor	15
2.4. Objectius i abast de l'estudi	18
3. L'AUTOMÒBIL.....	19
3.1. L'evolució cronològica de Peugeot	19
3.2. Com funciona el motor de combustió	29
3.2.1. El cicle de quatre temps	31
3.3. Com funciona el motor híbrid.....	32
3.4. Com funciona un vehicle elèctric.....	33
3.4.1. El motor elèctric	33
3.4.2. Bateries de tracció	34
3.4.3. Corrent continua i corrent alterna.....	35
3.4.4. Tipologies de bateries.....	37
4. NORMATIVA EUROPEA EN MATÈRIA D'EMISSIONS.....	41
4.1. El nou cicle de conducció europeu NEDC	41
4.1.1. Assaig d'homologació	41
4.2. El nou procediment mundial d'homologació de vehicles lleugers WLTP	43
4.2.1. Assaig d'homologació	43
4.3. Resultats dels assajos d'homologació del NEDC respecte el WLTP	44
4.4. Normes de comportament en matèria d'emissions	46
4.4.1. Objectius.....	47

4.4.2.	Efectes positius	49
4.4.3.	Sancions per excés d'emissions	49
4.4.4.	Innovacions ecològiques.....	50
4.4.5.	Verificació de vehicles en circulació	50
4.5.	Zona de baixes emissions.....	51
4.5.1.	Models d'etiqueta	51
4.6.	Mitjana de consums i emissions per fabricant	53
4.6.1.	Grup PSA: Peugeot.....	54
5.	LA REVOLUCIÓ ELÈCTRICA.....	56
5.1.	La transició del petroli a la electricitat.....	56
5.2.	La influència de les bateries.....	58
5.3.	El consum i la demanda durant l'actual revolució elèctrica	60
6.	MANUAL DE REFORMES DE VEHICLES	62
6.1.	Estructura del manual.....	63
6.2.	Actes reglamentaris	64
6.2.1.	Unitat motriu	64
6.2.2.	Frens	67
6.2.3.	Carrosseria.....	68
7.	DESCRIPCIÓ DEL DISSENY ADOPTAT PER TRANSFORMAR EL VEHICLE	69
7.1.	Modificacions prèvies	69
7.1.1.	Substitució del motor de combustió interna	70
7.1.2.	Eliminació del sistema refrigerant	71
7.1.3.	Eliminació del sistema d'escapament.....	73
7.1.4.	Substitució del sistema d'emmagatzematge i alimentació de combustible.....	74
7.1.5.	Eliminació del sistema de generació de corrent	77
7.2.	Principi de funcionament.....	78
7.3.	Motor elèctric	79
7.4.	Controlador	81
7.5.	Convertor de corrent d'alta tensió	82
7.6.	Banc de bateries.....	83
7.7.	Tecnologia del mode de càrrega.....	84

7.7.1.	Toma de càrrega	84
7.7.2.	Carregador i tipus de càrrega existents	85
7.8.	Placa adaptadora	87
7.8.1.	Material	87
7.8.2.	Disseny.....	88
7.9.	Unió del motor amb la transmissió.....	90
7.9.1.	Caixa de transmissió	90
7.9.2.	Inconvenients	97
7.10.	Sistema de frenada	98
7.10.1.	Frens	98
7.10.2.	Bomba de buit	99
7.10.3.	Dipòsit de buit	100
7.10.4.	Sensor de nivell.....	100
8.	RESUM DEL PRESSUPOST	101
8.1.	Introducció.....	101
8.2.	Pressupost.....	101
8.3.	Comparativa de preus amb vehicles elèctrics nous.....	102
9.	CONCLUSIONS	107
10.	RELACIÓ DE DOCUMENTS	109
11.	REFERÈNCIES	110
	ANNEX A. FOTOGRAFIES IDENTIFICADORES DEL VEHICLE	114
	ANNEX B. FITXA TÈCNICA DEL VEHICLE	115
	ANNEX C. PRESSUPOST.....	116
	ANNEX D. PLÀNOL PLACA ADAPTADORA	120
	ANNEX E. FITXES TÈCNIQUES.....	121

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Croquis amb les dimensions generals en mm d'un Peugeot 205. Font: (8000vueltas.com)	17
Figura 2. Vista identificadora del vehicle receptor del motor elèctric i objecte de l'estudi de conversió.	17
Figura 3. Models emblemes que han marcat la història de Peugeot.	21
Figura 4. Disposició seccionada d'un motor de combustió i identificació dels elements interns més importants (elaboració pròpia).	29
Figura 5. Vista d'un motor de combustió i visualització dels elements externs més importants. Font. (3dexport.com)	30
Figura 6. Visualització del principi de funcionament d'un cicle de quatre temps d'un motor de combustió (elaboració pròpia).	31
Figura 7. Visualització i identificació dels elements més important d'un motor híbrid (elaboració pròpia).	32
Figura 8. Motor elèctric del Grup PSA. Font: (myrecarga.es)	33
Figura 9. Arquitectura bàsica dels components mecànics i elèctrics d'un vehicle elèctric Peugeot (elaboració pròpia).	36
<i>Figura 10. Esquema elèctric del principi de funcionament d'un vehicle elèctric Peugeot (elaboració pròpia).</i>	<i>36</i>
Figura 11. Gràfica de la velocitat en funció del temps de l'assaig d'homologació del NEDC.	42
Figura 12. Gràfica de la velocitat en funció del temps de l'assaig d'homologació del WLTP.	44
Figura 13. Comparació dels resultats dels assajos d'homologació del NEDC i WLTP, respectivament.	45
Figura 14. Característiques de les diferents etiquetes mediambientals de circulació de la DGT. Font: (sede.dgt.gob.es)	52
Figura 15. Identificació de tota la informació que apareix a la cara de l'etiqueta mediambiental de la DGT	53
Figura 16. Gràfica dels objectius anuals en termes d'emissions de CO2 i la situació del Grup PSA en els últims anys (elaboració pròpia).	54
Figura 17. Previsió del volum de vendes de vehicles elèctrics i el percentatge que representaran en l'actual i següent dècada. Font: (Bloomberg.com)	56

Figura 18. Gràfica dels tres escenaris previstos que poden ocasionar un conflicte d'excedència de barrils de petroli a causa de la taxa de creixement de les ventes de vehicles elèctrics. Font: (Bloomberg.com).....	57
Figura 19. Evolució prevista del cost de les bateries ió-liti per kilowatt hora, juntament amb la demanda anual de bateries pel sector de l'automoció. Font: (Bloomberg.com)	59
Figura 20. Gràfica de la demanda acumulada en GWh de bateries ió-liti utilitzades en el sector automobilístic i d'emmagatzematge d'energia. Font: (Bloomberg.com).....	60
Figura 21. Visualització dels elements principals del Peugeot 205 T16 de competició i la seva ubicació. Font: (Haynes.com)	69
Figura 22. Visualització de la substitució del motor de combustió original del model Peugeot 205 Plus Dièsel. Font: (servicebox.mpsa.com)	70
Figura 23. Desinstal·lació de la bomba d'aigua del sistema de refrigeració. Font: (servicebox.mpsa.com).....	71
Figura 24. Desinstal·lació dels deflectors i el conjunt ventilador i radiador del sistema de refrigeració. Font: (servicebox.mpsa.com)	71
Figura 25. Desinstal·lació dels tubs d'aigua del radiador del sistema de refrigeració. Font. (servicebox.mpsa.com).....	72
Figura 26. Desinstal·lació dels tubs de circulació d'aigua i vas d'expansió del sistema de refrigeració. Font: (servicebox.mpsa.com)	72
Figura 27. Desinstal·lació del motoventilador, el termocontacte i el radiador del sistema de refrigeració. Font. (servicebox.mpsa.com)	73
Figura 28. Desinstal·lació de l'escapament de la part davantera. Font. (servicebox.mpsa.com).....	73
Figura 29. Desinstal·lació de l'escapament de la part posterior. Font. (servicebox.mpsa.com).....	74
Figura 30. Desinstal·lació de la bomba d'injecció del sistema d'alimentació de combustible. Font. (servicebox.mpsa.com)	74
Figura 31. Desinstal·lació de la canalització de combustible del sistema d'alimentació. Font. (servicebox.mpsa.com).....	75
Figura 32. Desinstal·lació del col·lector d'admissió. Font. (servicebox.mpsa.com)	75
Figura 33. Desinstal·lació del filtre d'aire. Font. (servicebox.mpsa.com)	75
Figura 34. Visualització de la desinstal·lació del dipòsit de combustible original del Peugeot 205 Plus Dièsel. Font. (servicebox.mpsa.com)	76
Figura 35. Desinstal·lació del filtre de gasoil. Font. (servicebox.mpsa.com).....	76
Figura 36. Desinstal·lació dels tubs d'emplenat del dipòsit. Font. (servicebox.mpsa.com)	77

Figura 37. Desinstal·lació de l'alternador. Font. (servicebox.mpsa.com).....	77
Figura 38. Esquema del principi de funcionament del vehicle una vegada realitzada la conversió a elèctric.	78
Figura 39. Motor elèctric de corrent alterna de la marca Letrika Mahle. Font: (mahle.com)	79
Figura 40. Representació 3D mitjançant a escala del motor elèctric escollit per la conversió.	80
Figura 41. Controlador de la marca Curtis. Font: (directindustry.es)	81
Figura 42. Conversor de la marca Holdwell. Font: (amazon.es)	82
Figura 43. Bateria de gel de la marca Ultracell. Font: (amazon.es)	83
Figura 44. Toma de càrrega del vehicle, juntament amb els seus components i funcions (elaboració pròpia).	84
Figura 45. Tipus (modes) de sistema de càrrega de la bateria (elaboració pròpia).	85
Figura 46. Planxa prototip per la placa adaptadora d'1 mm de grossor.	89
Figura 47. Representació de la funció d'unió de la placa adaptadora amb la caixa de transmissió.	89
Figura 48. Vista de la caixa de canvis BE3 d'un Peugeot 205. Font. (servicebox.mpsa.com).....	91
Figura 49. Disposició original del volant d'inèrcia respecte la caixa de transmissió i comprovació del seu funcionament. Font. (servicebox.mpsa.com)	91
Figura 50. Conjunt format pel volant d'inèrcia rectificat i l'embragatge original del vehicle.	92
Figura 51. Útil de fixació tornejat per transmetre el moviment a partir de l'eix del motor elèctric i unir el conjunt motor i placa adaptador amb el volant d'inèrcia i la transmissió.	92
Figura 52. Vista explosionada de la unió de l'útil de fixació i el volant d'inèrcia.	93
Figura 53. Vista del conjunt format per l'útil de fixació i el volant d'inèrcia.	93
Figura 54. Vista explosionada de la unió de l'útil de fixació i el volant d'inèrcia, amb la placa adaptadora.	94
Figura 55. Vista del conjunt format per l'útil de fixació, el volant d'inèrcia i la placa adaptadora.	94
Figura 56. Vista explosionada de la unió de l'útil de fixació, el volant d'inèrcia, la placa adaptadora i el motor.	95
Figura 57. Vista del conjunt format per l'útil de fixació, el volant d'inèrcia, la placa adaptadora i el motor.	95
Figura 58. Vista seccionada del conjunt per mostrar el seu posicionament interior.	96

Figura 59. Representació visual de la unió del conjunt dissenyat a la caixa de transmissió original del vehicle.	96
Figura 60. Bomba de fre original del vehicle objecte de la transformació. Font. (servicebox.mpsa.com).....	98
Figura 61. Discs de fre davanters i tambors de fre posteriors originals del vehicle objecte de la transformació. Font. (servicebox.mpsa.com).....	98
Figura 62. Fre d'estacionament original del vehicle objecte de la transformació. Font.(servicebox.mpsa.com).....	99
Figura 63. Bomba de buit de la marca Hella utilitzada en el nou sistema de frenada. Font: (hella.com).....	99
Figura 64. Dipòsit de buit de la marca JEGS utilitzat en el nou sistema de frenada. Font: (amazon.com).....	100
Figura 65. Sensor de nivell de utilitzat com a complement en el nou sistema de frenada. Font: (amazon.com).....	100
Figura 66. Gràfic comparatiu dels preus de vehicles de combustió i elèctrics de diferents marques, juntament amb el cost de la transformació a elèctric.	102

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Configuració del model i característiques bàsiques del Peugeot 205 Plus Dièsel.	15
Taula 2. Característiques tècniques del model Peugeot 205 Plus Dièsel.	16
Taula 3. Característiques de la bateria de tracció del grup PSA.	35
Taula 4. Descripció de les característiques de les diferents tipologies de bateries i dels seus avantatges i inconvenients.	38
Taula 5. Comparativa dels paràmetres utilitzats en cada assaig d'homologació del cicle NEDC i WLTP.	45
Taula 6. Emissions mitges imposades al 2019 segons el cicle NEDC i al 2021 segons el WLTP.	47
Taula 7. Emissions mitges imposades a partir de 2025 segons el WLTP.	48
Taula 8. Mètode de càlcul de les emissions mitges per fabricant segons els vehicles comptabilitzables.	48
Taula 9. Paràmetres a complir per poder rebaixar l'objectiu d'emissions d'un fabricant.	49
Taula 10. Taula de consums dels models actuals Peugeot, juntament amb la diferència entre el valor obtingut als assajos i el valor especificat per la marca.	55
Taula 11. Actes reglamentaris de la modificació o substitució d'elements del sistema d'admissió.	64
Taula 12. Actes reglamentaris de la modificació o substitució del sistema d'alimentació de combustible.	65
Taula 13. Actes reglamentaris de la modificació o substitució de la unitat motriu.	65
Taula 14. Actes reglamentaris de la substitució i reducció del número de dipòsits de combustible.	66
Taula 15. Actes reglamentaris de la transformació a vehicle elèctric i les seves modificacions.	66
Taula 16. Actes reglamentaris de la addició del sistema d'acumulació d'energia recarregable en vehicles elèctrics.	67
Taula 17. Actes reglamentaris de la incorporació de sistemes auxiliars d'energia cinètica.	68
Taula 18. Actes reglamentaris de la instal·lació de convertidors de corrent continua a corrent alterna.	68
Taula 19. Actes reglamentaris de la instal·lació d'elements fixes que afecten l'estructura de l'espai destinat a càrrega del vehicle.	68

Taula 20. Dades tècniques del motor original del vehicle receptor.....	70
Taula 21. Dades tècniques i característiques del motor elèctric.....	80
Taula 22. Dades tècniques i característiques del controlador.	81
Taula 23. Dades tècniques i característiques del convertidor.....	82
Taula 24. Tipus (modes) de sistema de càrrega de la bateria (elaboració pròpia).	85
Taula 25. Estats del procés de càrrega i el significat a temps real de cada un.....	86
Taula 26. Avantatges i inconvenients entre la utilització de corrent alterna (AC) i corrent contínua (DC).	86
Taula 27. Propietats de l'acer al crom-molibdè 25CrMo4.....	87
Taula 28. Propietats de l'alumini 6061-T6.	88
Taula 29. Composició química de l'acer 25CrMo4. Font: Elaboració pròpia (shew-esteelpipe.com)	88
Taula 30. Dades tècniques i característiques de la caixa de transmissió.	91
Taula 31. Relació de les marxes del canvi.	91
Taula 32. Dades tècniques de la bomba de buit instal·lada.	99
Taula 33. Resum del pressupost	101

1. GLOSSARI

4x4

Taquigrafia per a quatre per quatre o tracció a les quatre rodes (FWD). Un vehicle de quatre rodes motores és el que té potència transmesa a cada roda.

ABS (Antilock Braking System)

Un sistema de frenada que impedeix el bloqueig de les rodes durant la frenada, de manera que el cotxe es pot allunyar del perill en cas d'emergència.

Acte reglamentari

Normes emeses per una autoritat administrativa sobre un reglament.

Alternador

Màquina capaç de transformar energia mecànica en elèctrica.

Bateria

Sistema elèctric recarregable d'emmagatzematge d'energia elèctrica.

Coefficient aerodinàmic

Expressió de la resistència que ofereix un cos al moure's dins d'un fluid o aire.

Cobra de càrrega

Representació gràfica del temps que triga a carregar-se el cotxe i a quina potència.

Certificat de conformitat

Document emès pel fabricant d'un vehicle sobre la seva informació i fabricació.

Camp magnètic

Fenomen provocat pel moviment dels electrons i el moment magnètic intrínsec de les partícules.

Cabriolet

Vehicle amb la carrosseria descapotable.

Contrasenya d'homologació

Codi d'identificació de cada model de vehicle comercialitzat a la UE.

Cuba

Recipient de xapa metàl·lica que conté líquids.

Corrosió

Deteriorament d'un material per un atac electroquímic del seu entorn.

Col·lector

Component mecànic que condueix els gasos d'escapament produïts en la combustió cap a l'exterior.

Daimler

Enginyer alemany i fabricant d'automòbils.

DGT

Administració de la Direcció General de Tràfic.

De Dion

Fabricant francès d'automòbils, camions i autobusos.

Electrocardiograma

Test on es registra la senyal elèctrica d'un component elèctric.

Ecoinnovació

Innovació que representa un important canvi al desenvolupament sostenible de producció en el medi ambient.

Émile Levasseur

Historiador, economista, estadístic i geògraf francès.

Ettore Bugatti

Fabricant italià i nacionalitzat francès d'automòbils de carreres i de luxe.

Estator

Part fixa d'una màquina elèctrica.

Eix

Peça transversal d'un vehicle que uneix dues rodes oposades.

Embragatge

Mecanisme que permet d'embragar i de desembragar d'un vehicle.

Fregament

Acció de fregar; l'efecte que es dona en tocar.

FAP (Filtre de partícules)

Sistema destinat a la reducció de les emissions de gasos contaminants dels vehicles dièsel.

Força centrífuga

Força dirigida a l'exterior aparent d'un marc de referència giratori.

Homologació

Procediment de certificació que un vehicle compleix la normativa després d'una reforma.

Híbrid

Format per elements i components de diferent tecnologia.

Històric

Vehicle de mínim trenta anys d'antiguitat a partir de la data de fabricació.

Interpolació

Procediment que, donats els valors d'una funció en uns certs punts, permet calcular aproximadament els valors de la funció en punts intermedis als donats.

Ió-liti

Electròlit de solució de sals de liti en un dissolvent orgànic.

ITV

Inspecció Tècnica de Vehicles per comprovar l'estat general i els elements de seguretat d'un vehicle.

Jean Andreau

Historiador francès i economista fundador de l'Escola francesa de Roma.

Motoreductor

Màquina compacta que combina un reductor de velocitat i un motor. Redueix la velocitat de forma automàtica.

Ondulador

Convertidor estàtic de corrent elèctric continu a corrent elèctric altern.

Palier

Semieix que incorporen els vehicles i altra maquinària.

Panhard

Marca francesa d'automòbils i inventor de la barra de suspensió Panhard.

Pininfarina

Firma de disseny d'automòbils i trens d'alta velocitat per el dissenyador "Pinin" Farina.

Polzades de mercuri

Unitat de pressió definida com la exercida per una columna de mercuri de 1 polzada d'altura en condicions de gravetat estàndard.

Ralenti

Número de revolucions per minut que té un motor d'un vehicle quan no està accelerat.

Rotor

Part giratòria d'un mecanisme, especialment d'una màquina elèctrica o d'una turbina.

SCRi

Sistema destinat a la reducció de les emissions de gasos contaminants dels vehicles dièsel.

Servofrè

Dispositiu de fre que actua mitjançant un servomecanisme.

Tara

Massa neta d'un vehicle sense equipatge ni acompanyants dins d'aquest.

Termòstat

Aparell per detectar la temperatura a l'interior d'un recinte i regular-la per mantenir-la a un nivell determinat.

Vas d'expansió

Dispositiu que absorbeix l'augment de pressió d'un circuit d'aigua.

Viscositat

Resistència que ofereix un fluid al moviment relatiu de les seves partícules.

2. PROPOSTA

2.1. Origen del projecte

Segons les recomanacions del Grup Assessor sobre les Normes d'Emissions de Vehicles (AGVES) i la normativa Euro 7, Europa es dirigeix cap a la prohibició dels cotxes de combustió en un futur proper. Així ho ha afirmat l'Associació Alemanya de la Indústria Automotriu (VDA), advertint que la normativa Euro 7 entrarà en vigor a partir del 2025 i dificultarà molt la venda de vehicles de combustió, ja que els seus motors no seran competitius si els límits d'emissions són excessivament baixos.

La posta en funcionament de la nova normativa d'emissions de la Unió Europea suposa pels fabricants d'automòbils, en cas de no complir-se, sancions extremadament quantioses. No obstant, durant el 2020 el 5% dels vehicles contaminants no s'han tingut en compte, com a mesura d'adaptació. Però a partir del 2021 s'ha tingut en compte el 100% i ha significat un canvi dràstic en l'electrificació dels seus models i un canvi en l'escenari comercial, dirigit cap a la venda d'elèctrics purs i híbrids endollables.

Així doncs, la tendència és clara, el canvi en l'electrificació de les gammes de vehicles s'està iniciant i es pretén que d'aquí uns anys tots els automòbils estiguin lliures d'emissions sigui quina sigui la situació de conducció. Però, és possible una transició de la mobilitat elèctrica a curt termini amb la tecnologia actual i la infraestructura de recàrrega disponible?

Paral·lelament, sorgeix també a partir de la última revisió del Manual de Reformes de Vehicles, la possibilitat de transformar vehicles de combustió a vehicles elèctrics o híbrids, i que sigui una reforma homologable. Per tant, és una alternativa per usuaris que volen seguir circulant amb cotxes que no poden complir la normativa d'emissions o bé, que no es poden permetre adquirir-ne un de nou en l'actual i futura tendència als elèctrics i híbrids.

Es tracta d'un conjunt de reformes noves que no s'han dut a terme fins ara i tampoc es sap l'abast ni el cost econòmic d'un projecte com aquest, ja que es tenen poques referències d'empreses o usuaris que hagin materialitzat una conversió d'aquesta magnitud.

2.2. Motivació

Davant la progressiva demanda de vehicles elèctrics i híbrids nous en els propers anys, un número molt elevat de cotxes de combustió quedaran obsolets i inutilitzables, ja que no compliran la normativa europea. Però no és tothom qui tindrà la capacitat econòmica per adquirir tots els automòbils que necessiti per a ús personal o per la seva activitat econòmica.

Per contra, són molts anys d'història de l'automòbil que es poden veure afectats a causa de les restriccions de la UE, en el sentit que estarà prohibida la circulació per a models emblemes de moltes marques i que han sigut tendència al llarg de moltes generacions. És cert que alguns podran continuar circulant en concepte de vehicle històric o clàssic, però el seu ús està regulat i no es poden utilitzar per a ús convencional. Els vehicles històrics són una petita part de tots els vehicles de combustió en circulació actualment i és una categoria que té restriccions a l'hora de registrar-s'hi.

Així doncs, tampoc és una opció possible per a molts automòbils que es desitja que continuïn circulant després d'implementar la nova normativa, però sí ho és modificar-los mitjançant reformes tipificades en el Manual de Reformes de Vehicles i homologar-les posteriorment. És a dir, fer una conversió de motor de combustió a motor elèctric i aconseguir un automòbil de zero emissions.

El conjunt de reformes consisteix en la substitució de la unitat motriu del vehicle, entre altres elements, i la incorporació d'un motor elèctric i els components auxiliars per fer possible el seu funcionament.

2.3. Requeriments previs

El vehicle receptor en el qual es realitzen les reformes de conversió és de la marca Peugeot i la seva denominació comercial és el model 205.

Peugeot és un fabricant d'automòbils francès referent a la Unió Europea. Els seus orígens es situen a l'any 1865 i és un dels actuals competidors en la producció de vehicles elèctrics purs i híbrids endollables.

Per afavorir a la comprensió del projecte de conversió i les reformes mecàniques i elèctriques que es realitzen, s'introdueix breument la història visual dels automòbils de la marca, juntament amb l'evolució dels seus models i la tecnologia que en forma part.

Per exemple, s'explica el funcionament de les diferents tipologies de motors principals i s'identifiquen els elements que en formen part, per ajudar al lector a la comprensió de l'estudi. No obstant, es requereixen coneixements bàsics sobre la mecànica i electricitat del món de l'automòbil.

2.3.1. Vehicle receptor

El cotxe objecte de la transformació a elèctric és un vehicle de la marca Peugeot, denominació comercial 205 PLUS DIÈSEL, fabricat a l'any 1992.

La seva classificació és d'un turisme de dimensions petites produït durant els anys 1983 i 1998. Hi ha diferents versions de tres i cinc portes, i també es va fer una versió *cabriolet* de dues portes i una versió furgoneta. El 205 va ser el segon Peugeot més fabricat, després del 206 arribant a una xifra de producció de 2.500 cotxes al dia, quan la demanda ho exigia.

Taula 1. Configuració del model i característiques bàsiques del Peugeot 205 Plus Dièsel.

Configuració de la versió					
Model	Carrosseria	Producció	Motor	Combustible	Transmissió
205 Plus dièsel	2 volums 3 portes	1992	4 cilindres 1.769 cc	Dièsel	Manual

Una característica que afavoreix a que sigui un model de cotxe ideal per realitzar una conversió d'aquesta magnitud és que incorpora poca electrònica i el seu funcionament és bàsicament mecànic. És a dir, la gran majoria d'elements que cal treure per fer efectiva la transformació a vehicle elèctric seran components mecànics. D'aquesta manera, es facilita molt més les operacions que s'han de realitzar.

D'altra banda, si el model de vehicle receptor és més actual, el volum de components electrònics que incorpora l'automòbil és major i podrien sorgir problemes greus que afectarien al funcionament d'aquest.

El model escollit com a receptor per la transformació és la versió de 3 portes i motor dièsel XUD7 de PSA, reutilitzat del Citroën BX. Aquest motor té una cilindrada de 1.769 cc i està molt ben relacionat amb els motors XU5 i XU9 que es van muntar més tard en el 205 GTi 1.6 i 1.9, entre altres models de la marca. Altrament, incorpora una caixa de transmissió BE3 que també es va utilitzar molt en models posteriors.

Taula 2. Característiques tècniques del model Peugeot 205 Plus Dièsel.

Peugeot 205 PLUS DIÈSEL	
Característiques	1.8 D
Marca	PEUGEOT
Tipo	PIR
Variant	VIII
Denominació comercial	205 PLUS DIESEL
Contrasenya d'homologació	B-0775
Tara	880 kg
PTMA/PMA	1.300 kg
PTMA/PMA 1.º Eix	750 kg
PTMA/PMA 2.º Eix	680 kg
PMR S/F . C/F	440 kg / 800 kg
Nº i dimensions pneumàtics	4 / 165/70R13
Nº de places	5
Velocitat màxima	155 km/h
Consum combinat (L/100 km)	5,6

A continuació, es mostra la tipologia del vehicle i quines són les seves dimensions de caràcter general (altura total, longitud total i amplada total).

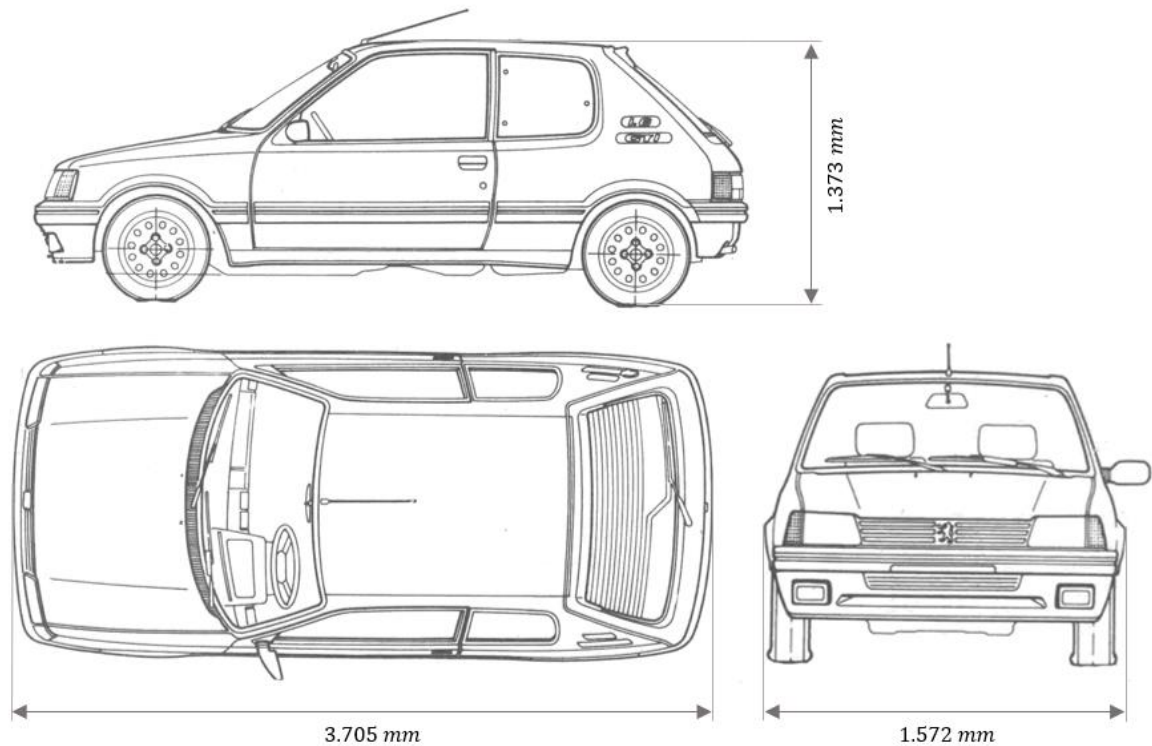


Figura 1. Croquis amb les dimensions generals en mm d'un Peugeot 205. Font: (8000vueltas.com)



Figura 2. Vista identificadora del vehicle receptor del motor elèctric i objecte de l'estudi de conversió.

2.4. Objectius i abast de l'estudi

El present estudi pretén dissenyar un sistema de conversió d'un vehicle amb motor de combustió a un vehicle propulsat per un motor elèctric i que generi zero emissions, igual que els cotxes elèctrics actuals, regint-se amb la normativa de l'última revisió del Manual de Reformes de Vehicles.

El resultat final vol aconseguir ser una solució apta pels usuaris que decideixin mantenir un cotxe que no podrà circular en un interval de temps molt proper, degut a les restriccions de la nova normativa europea en matèria d'emissions de diòxid de carboni en turismes i furgonetes.

L'objectiu principal és complir tots els actes reglamentaris del Manual de Reformes, segons cada una de les reformes tipificades que es realitzen en el vehicle receptor per fer possible la conversió. D'aquesta manera, s'assegura que el cotxe pugui continuar circulant i passar amb èxit totes les inspeccions tècniques, ja que les modificacions són homologables i consten a la fitxa tècnica del vehicle.

A més a més, es pretén certificar que es tracta d'un automòbil d'una certa antiguitat però que gràcies a la conversió està lliure d'emissions i que pot circular a les zones de baixes emissions, igual que els vehicles nous amb les etiquetes ambientals corresponents en cada cas.

El vehicle receptor és de la marca Peugeot, denominació comercial 205, i es pretén que altres vehicles de característiques similars del grup automobilístic que forma Peugeot (*Groupe PSA*), puguin també ser receptors de la mateixa conversió a vehicle elèctric. Tanmateix, es podrien utilitzar els mateixos components o adaptar-los, i que el sistema de conversió fos idèntic al que s'utilitza per aquest concret vehicle objecte de l'estudi.

L'estudi pretén identificar i elaborar els components més importants que cal substituir del vehicle de combustió, igual que les modificacions mecàniques i elèctriques principals que s'han de dur a terme per aconseguir la conversió a elèctric.

Finalment, s'analitza detalladament si és un projecte mecànic i elèctricament possible de fer, respecte la normativa del Manual de Reformes de Vehicles. I també, es determina si els resultats obtinguts ofereixen una solució competitiva amb els vehicles elèctrics i híbrids nous, aportant una nova solució al mercat valorable segons els interessos i situació econòmica de cada usuari.

3. L'AUTOMÒBIL

3.1. L'evolució cronològica de Peugeot

Armand Peugeot va néixer al 1849 a Hérimoncourt, a l'est de França. Al 1865 es va unir al negoci familiar en el sector del metall, on va fabricar un conjunt d'eines i béns domèstics. Armand va ser el principal responsable que va forçar l'entrada de l'empresa en la fabricació de bicicletes al 1882. Estava integrat per la perspectiva de desenvolupar un "carro sense cavalls", i al final de la dècada havia construït un lot de xassís amb rodes destinat a la propulsió amb vapor. Va abandonar el projecte després de conèixer Gottlieb Daimler i Émile Levassor, que els va convèncer per produir cotxes basats en el concepte de Daimler. Així van esdevenir els primers vehicles de Peugeot, propulsats per motors de combustió de gasolina fabricats per Panhard i Levassor amb llicència de Daimler.

Els cinc primers cotxes els van produir al 1881, tot i que tots eren molt diferents pel que fa al disseny. Va ser dos anys més tard, quan van començar a produir més seriosament i tenien 24 cotxes en construcció, simultàniament. Peugeot també va ser present en el naixement de l'esport de motor, participant com a pioner al Rally París-Rouen de 1894. Al 1895 Peugeot es va convertir en la primera marca en adoptar pneumàtics per les rodes, en lloc de goma massissa, juntament amb la transmissió d'engrenatges lliscants.

L'empresa es va separar amb Daimler al 1886 i va començar a dissenyar i construir els seus propis motors. En el mateix any, Armand Peugeot va alliberar els vincles familiars i va crear la seva pròpia empresa a Audincourt. Al 1900 la producció era de 500 cotxes a l'any, i tres anys més tard va ser la firma responsable de fabricar la meitat de tots els cotxes produïts a França.

Tot i que la firma i figura d'Armand Peugeot creixia amb els anys, la seva riquesa fa minvar. Al 1910 es va unir amb el seu cosí Eugène, que encara dirigia l'empresa familiar de la qual anteriorment es va desvincular. La fàbrica Audincourt es va modernitzar per afavorir a l'eficiència, i al 1913 la companyia va treure el model 6CV Type BP-1, dissenyat per Ettore Bugatti. La producció del popular *Bébé*, igual que el BP-1, va superar les 3.000 unitats fins la seva retirada al 1916. Bastant més gran que el *Bébé* era la versió de curses amb un motor de 7,6 litres de 1912, que va participar al Grand Prix de França i a l'any següent a les 500 milles d'Indianapolis.

Durant la Primera Guerra Mundial, la fabricació de Peugeot va créixer en gran mesura, ja que les instal·lacions s'utilitzaven per la producció d'armament i vehicles militars. La companyia va

sortir de les hostilitats amb les arques reforçades i va permetre que la marca s'expandís notablement durant la dècada de 1920, prenent el control de les marques Ballanger i De Dion al 1927. Un any més tard es va presentar el Peugeot 201, el cotxe convencional més barat a la venda a França. El 201 va ser el primer model de Peugeot que presentava un zero en la seva designació de model.

El fet de tenir una ràpida expansió, oferir una incoherent gamma de models i de tenir multituds de fàbriques ineficients, la dècada de 1930 va ser dura per Peugeot i va haver de lluitar durant la depressió per mantenir la marca. A la segona meitat de la dècada es van atrevir a adoptar el disseny amb contorns aerodinàmics de Jean Andraeu pels models 202, 302 i 402. El moviment era atrevit, però no ho va ser l'èxit comercial: el públic francès es va resistir als encants dels models i totes tres variacions es van vendre a un ritme lent.

Igual que la resta de marques franceses, les fàbriques de Peugeot van ser apropiades pels nazis després que França fos ocupada per les forces alemanyes al 1940. La fabricació de postguerra es va reiniciar al 1945 i tres anys després, la primera novetat va ser l'entrada a producció del model 203. El seu èxit va durar molts anys i es van fabricar 700.000 unitats fins al final de la producció al 1960.

Encara més exitós va ser el nivell de vendes del 403 berlina del 1955, dissenyat per la companyia de disseny italiana Pinin Farina (més tard anomenada Pininfarina).

Seguit pel model 404 al 1960, que utilitzava una versió de 1.618 cc del motor del 403 inclinat a 45 graus, va resultar prou resistent com per guanyar el Rally Safari de l'Àfrica Oriental a quatre de sis edicions entre 1963 i 1968. Pininfarina va continuar dissenyant molts models, inclosos el Peugeot 504 de 1968 que va ser un dels cotxes més distintius de la marca en aquella època.

Malgrat l'èxit dels seus models berlina, Peugeot perdia importància al mercat perquè no oferia un cotxe petit. La companyia ho va solucionar amb el 204, que es va presentar al 1965 després d'un llarg període de gestació. El 204 va ser el primer Peugeot amb tracció a davant, que aviat es convertiria amb una característica estàndard de la marca, i més de 1,5 milions de 204 es van fabricar del 1965 al 1976.

A finals dels anys seixanta i principis dels setanta, Peugeot es va aventurar en treballar conjuntament amb altres marques, com Volvo i Renault. Al 1974 l'empresa va adquirir una participació substancial del seu rival Citroën, convertint-se en un 90 per cent dos anys després.



Efectivament, això va duplicar la facturació i la capacitat de producció de Peugeot, però els seus objectius expansionistes encara no eren suficients, i al 1978 també va adquirir les filials de Chrysler. La nova empresa matriu, Peugeot Société Anonyme (PSA), tenia com a objectiu mantenir identitats separades per a Peugeot i Citroën, però compartint recursos. Posteriorment, mentre alguns models de Citroën van perdre la seva individualitat, la marca Peugeot es va mantenir forta.

Al 1983 Peugeot va obtenir un dels seus grans reconeixements amb el 205. Van utilitzar el model per restablir-se amb força en els ral·lis, aconseguint el títol del Campionat Mundial al 1985 i 1986, juntament amb el Campionat Mundial de Cotxes Esportius del 1992. Més recentment, la marca també ha tornat a competir a circuits, aconseguint el títol de 24 hores de Le Mans de 2009 amb el seu 908 HDi FAP de motor dièsel.

Els plans de futur de Peugeot inclouen el desenvolupament de vehicles de carretera híbrids i elèctrics i la seva expansió al mercat xinès i llatinoamericà. La família Peugeot encara conserva part del negoci, tot un èxit en aquesta indústria tant vulnerable. Tot i afrontar molts alts i baixos, Peugeot ha aconseguit mantenir la seva posició com una de les marques més destacades del món.

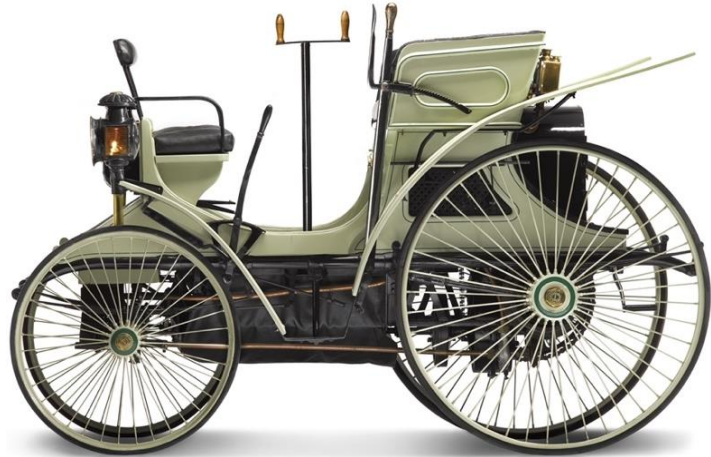


Figura 3. Models emblemes que han marcat la història de Peugeot.

► Peugeot Type 5 1894

Origen FrançaMotor 565 cc, V2Màx. velocitat 18 km/h (11 mph)

Model biplaça que va guanyar la primera carrera mundial d'automòbils al 1894, conduït per l'enginyer Luis Rigoulot, d'entre 21 competidors que es van seleccionar per la cursa final de 128 km. Se'n van fer només 14 unitats entre el 1894 i el 1896.



◀ Peugeot Type 19 1894

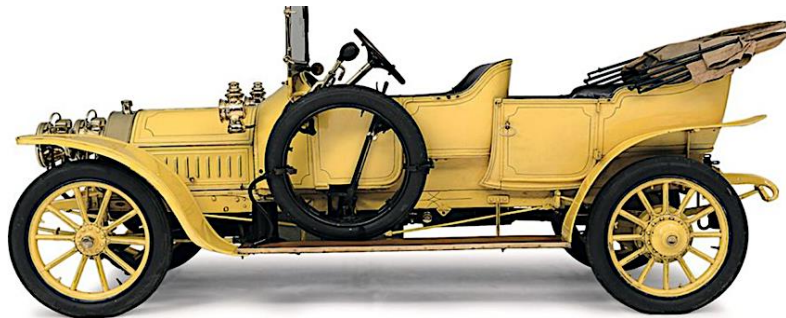
Origen FrançaMotor 1.282 cc, V2Màx. Velocitat 30 km/h (19 mph)

Equipat amb un motor V2 d'1,2 litres fabricat conjuntament amb Daimler, es va anunciar com el primer cotxe familiar tancat de la marca. Com la majoria de vehicles europeus d'aquest període, reflectia l'estil de disseny dels carruatges de cavalls.

► Peugeot Type 126

12/15HP Touring 1910Origen FrançaMotor 2.200 cc, 4 en líniaMàx. velocitat 72 km/h (45 mph)

Fundada com a empresa familiar en una ferreteria, Peugeot va tenir un gran èxit a principis del segle XX amb una àmplia gamma de motors de cotxes. Només es van vendre 350 unitats d'aquest model.



▼ Peugeot Type 161

Quadriette 1920Origen FrançaMotor 667 cc, 4 en líniaMàx. Velocitat 60 km/h (37 mph)

Donada la difícil situació financera de Peugeot al final de la Primera Guerra Mundial, la marca va decidir crear un model popular i econòmic. Va causar sensació al Saló de l'Automòbil de Brussel·les del 1920. Pesava menys de 350 quilos per beneficiar-se de la reducció tributària aplicable als vehicles de la categoria ciclo-vehicles.

▲ Peugeot Bébè 1913

Origen FrançaMotor 855 cc, 4 en líniaMàx. velocitat 60 km/h (37 mph)

Ettore Bugatti va dissenyar aquest cotxe per Wanderer, però va ser més conegut com a Peugeot; se'n van vendre 3.095 durant el 1913 i el 1916.





◀ Peugeot Type 153

Limousine 1921

Origen França

Motor 2.951 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 80 km/h (50 mph)

La carrosseria va ser fabricada fora les fàbriques de Peugeot, al taller de Henri Chapron a París. Model molt luxós amb dos compartiments, un per al conductor i un per als passatgers. Adquirit per gent rica que contractava xofer per conduir i mantenir el seu cotxe.

▶ Peugeot 201 Berlina 1929

Origen França

Motor 1.122 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 80 km/h (50 mph)

Hauria d'haver-se dit Peugeot 629, una abreviatura derivada del número de cavalls del model i de l'any: 6 cavalls al 1929. Es va dir com el projecte del que es tractava, el n° 201 que llançava la marca.



▶ Peugeot 201 Coupé 1929

Origen França

Motor 1.465 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 90 km/h (56 mph)



▶ Peugeot 201 Coupé

Cabriolet 1929

Origen França

Motor 1.307 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 90 km/h (56 mph)

Es va presentar al Saló de l'Automòbil de París, en plena crisi del '29, on hi havia una necessitat d'oferir una gama de productes encara més variada.



◀ Peugeot 301 1932

Origen França

Motor 1.465 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 100 km/h (62 mph)

El Peugeot 301 es va fabricar a Sochaux i va ser el primer model en incorporar suspensions independents a les rodes davanteres. Model familiar amb malater separat per l'equipatge.



► Peugeot 601 Roadster 1934

Origen FrançaMotor 2.148 cc, 6 en líniaMàx. velocitat 105 km/h (65 mph)

Les xifres de vendes es van veure afectades pel baix rendiment del motor. Tot i això, un total de 3.999 Peugeot 601 es van produir durant divuit mesos que era un volum de producció raonable per un cotxe de 6 cilindres.



◄ Peugeot 401 1934

Origen FrançaMotor 1.720 cc, 4 en líniaMàx. velocitat 109 km/h (68 mph)

Georges Paulin va patentar el tauler dur retràctil alimentat. Diversos Peugeots dels anys 30 el van utilitzar, inclosos 79 unitats del mateix 401. El sistema es va fer habitual 70 anys després.

► Peugeot 402 Limousine 1935

Origen FrançaMotor 1.991 cc, 4 en líniaMàx. velocitat 121 km/h (75 mph)

Molt més exitós que la majoria de cotxes dels anys trenta, principalment pel seu baix preu, se'n van vendre 75.000. Mantenir un xassís separat va permetre a Peugeot oferir 16 estils de carrosseria.



◄ Peugeot 402 Dar'Mat 1938

Origen FrançaMotor 1.991 cc, 4 en líniaMàx. velocitat 153 km/h (95 mph)

Una carrosseria exòtica i cara feta per Paulin, amb sostre retràctil, en va fer un dels Peugeots més desitjats. Un va arribar cinquè a Le Mans 1938.

► Peugeot VLV 1941

Origen FrançaAutonomia 80 kmMàx. velocitat 36 km/h (22 mph)

En plena Segona Guerra Mundial el Peugeot VLV va ser el primer cotxe elèctric de la marca, alimentat per bateries. Era una alternativa al desgast bèlic d'alguns fabricants i el problema que suposava no tenir garantitzat un subministrament de combustibles fòssils.





◀ **Peugeot 203 1948**

Origen França

Motor 1.290 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 114 km/h (71 mph)

Els Peugeots de la postguerra es van construir per ser resistents. El 203, en particular, tenia una carrosseria moderna i espaiosa, un motor potent per la seva mida i una transmissió resistents. Es va fabricar fins el 1960.

▶ **Peugeot 403 1955**

Origen França

Motor 1.468 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 122 km/h (76 mph)

El 403 és un model robust i ben dissenyat, que la seva última versió encara pot ser vista a Àfrica i Sud Amèrica. Se'n van vendre més d'un milió. El detectiu privat fictici Columbo conduïa un 403 descapotable.



◀ **Peugeot 404 1960**

Origen França

Motor 1.618 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 135 km/h (84 mph)

Gairebé es van construir tres milions d'aquests excel·lents cotxes familiars. Ben dissenyats i duraders, es van conduir arreu del món i en alguns llocs encara s'utilitzen.

▶ **Peugeot 204 1965**

Origen França

Motor 1.357 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 138 km/h (86 mph)

El motor del 204 estava muntat transversalment i incrementava l'espai disponible pels passatgers. Més tard, aquest format es convertiria en el més comú en cotxes petits i mitjans. El motor tenia les configuracions 1,1 litres i 1.130 cc o 1,4 litres i 1.357 cc.



◀ **Peugeot 304 1969**

Origen França

Motor 1.288 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 150 km/h (93 mph)

Successor del Peugeot 204, presentat en el Saló de l'Automòbil de París de 1969. Les diferències més notables entre ambdós models tot i compartir estructura, eren la calandra, el capó i faros.

► Peugeot 504 Cabriolet 1969**Origen** França/Itàlia**Motor** 2.664 cc, V6**Màx. velocitat** 177 km/h (110 mph)

Un elegant cotxe de quatre places de Pininfarina dissenyat i construït per Peugeot. També hi havia una versió coupé; ambdues van utilitzar peces mecàniques de les berlines 504 i 604.

**◄ Peugeot 104 1973****Origen** França**Motor** 954 cc, 4 en línia**Màx. velocitat** 135 km/h (84 mph)

Inusualment, el primer supermini de Peugeot es va llançar només com a model de 5 portes; poc després el va seguir el de 3 portes. El motor completament nou i suspensió independent el van fer un model molt atractiu.

► Peugeot 504 Coupé 1979**Origen** França**Motor** 1.971 cc, 4 en línia**Màx. velocitat** 156 km/h (97 mph)

Dissenyat per Pininfarina, el Peugeot 504 va ser elegit el Cotxe de l'Any a Europa, sent el primer model de la marca que guanyava aquest reconeixement. La seva producció a França va durar fins al 1987, tot i que a Argentina va continuar fins al 1999.

**◄ Talbot Samba 1982****Origen** França**Motor** 1.360 cc, 4 en línia**Màx. velocitat** 140 km/h (87 mph)

Peugeot es fa càrrec de la branca Europea de Chrysler al 1978, de manera que el Samba no era més que un Peugeot 104 disfressat. Això el definia com a un bon cotxe d'una marca referent, amb les configuracions de 954-1.360 cc.

► Peugeot 305 1982**Origen** França**Motor** 1.290 cc, 4 en línia**Màx. velocitat** 153 km/h (95 mph)

Les vendes del 305 van ser molt bones a França i en la majoria de països europeus, però ho haguessin pogut ser molt més de no ser del llançament del 309 al 1986, que li va treure el volum de vendes. La seva producció va ser des 1977 fins 1989.





◀ Peugeot 205 GTI 1984

Origen França

Motor 1.905 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 195 km/h (121 mph)

El brillant GTi va derivar de forma impressionant en 2.7 milions de vendes, i encara més quan va créixer a 1.905 cc, 130 bhp i 121 mph al 1986.



◀ Peugeot 205 T16

Evo 2 1985

Origen França

Motor 1.775 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 249 km/h (155 mph)

Amb un motor mitjà, un turbo enorme i tracció 4x4, Timo Salonen va guanyar el campionat de pilots del WRC al 1985 amb l'Evo 2 de 500bhp i també l'últim event del Group B a Europa.

▶ Peugeot 405 T16 GR 1986

Origen França

Motor 1.905 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 249 km/h (155 mph)

Després que el Group B es cancel·lés, Peugeot va tornar a la proesa en el desert en el Ral·li del París-Dakar: Ari Vatanen va guanyar al 1989 i al 1990 amb el 405 T16.



▶ Peugeot 405 1987

Origen França

Motor 1.905 cc, 4 en línia

Màx. velocitat 187 km/h (116 mph)

Construït fins al 1997 a Europa i encara fabricat a Iran, l'estilitzat 405 de Pininfarina va ser Cotxe Europeu de l'Any al 1988 i se'n van vendre 2.5 milions arreu del món. Té motors de 1.4-2.0 litres.



▼ **Peugeot 905 B Racing 1991**
Origen França
Motor 3.499 cc, V10
Màx. velocitat 380 km/h (236 mph)

Prototip dissenyat per Dessault i construït a la seu de Peugeot Talbot Sport a París, que va guanyar les 24 Hores de Le Mans al 1992 i el campionat de pilots i d'equips. El motor era un V10 d'aspiració natural similar als cotxes de Fòrmula 1 del seu temps.



◀ **Peugeot 306 Cabriolet 1993**
Origen França
Motor 1.905 cc, 4 en línia
Màx. velocitat 180 km/h (112 mph)

Produït entre els anys 1993 i 2001, va ser el successor del 309 i va ser substituït al 2011 pel Peugeot 307. Compartia nombrosos components mecànics amb altres models del Groupe PSA, com el Citroën Xsara o ZX, Fiat Brava i Opel Astra.

▶ **Peugeot 406 TD 2.1 1995**
Origen França
Motor 2.088 cc, 4 en línia
Màx. velocitat 190 km/h (118 mph)

Va ser un model de cotxe familiar molt popular. Tenia motors d'1,6 a 3,0 litres, i en forma de turbodiesel, va tenir una vida de producció de 10 anys fins que va ser substituït pel 407.



◀ **Peugeot 206 XR 1998**
Origen França
Motor 1.124 cc, 4 en línia
Màx. velocitat 158 km/h (98 mph)

Al final de la producció al 2010, se n'havien fabricat 6.8 milions, convertint-se en el best-seller de Peugeot. Els motors oscil·laven des del 1.0 litres fins al 2.0 litres GTI.

▶ **Peugeot 206 WRC 1999**
Origen França
Motor 3.395 cc, 4 en línia
Màx. velocitat 220 km/h (137 mph)

Construït pel Campionat Mundial de Rally, l'equip peugeot Sport va guanyar tres campionats de constructors i dos de pilots, tots dos amb Marcus Grönholm, entre 1999 i 2003.



3.2. Com funciona el motor de combustió

Avui dia gairebé tots els cotxes moderns funcionen amb un motor de combustió interna, igual que el primer cotxe fabricat per Karl Benz a Alemanya fa més d'un segle. Els motors actuals són més compactes, potents, més eficients i més nets que els seus precursors, però funcionen amb el mateix principi: cremen combustible (normalment una barreja de gasolina i aire o dièsel i aire) dins de diversos cilindres tancats i aprofiten l'energia alliberada per aquesta combustió per moure les rodes del vehicle.

El combustible i l'aire formen una barreja altament inflamable que es crema encara més fàcilment quan es comprimeix. A l'interior dels cilindres, la mescla vaporitzada s'extreu mitjançant pistons en forma de tambor i després s'encén. La mescla combustible / aire que s'estén, s'expandeix i força els pistons cap avall de manera que empenyen bieles pivotants que giren el cigonyal. La rotació de l'eix del cigonyal es transmet a través de l'engranatge a les rodes del cotxe.

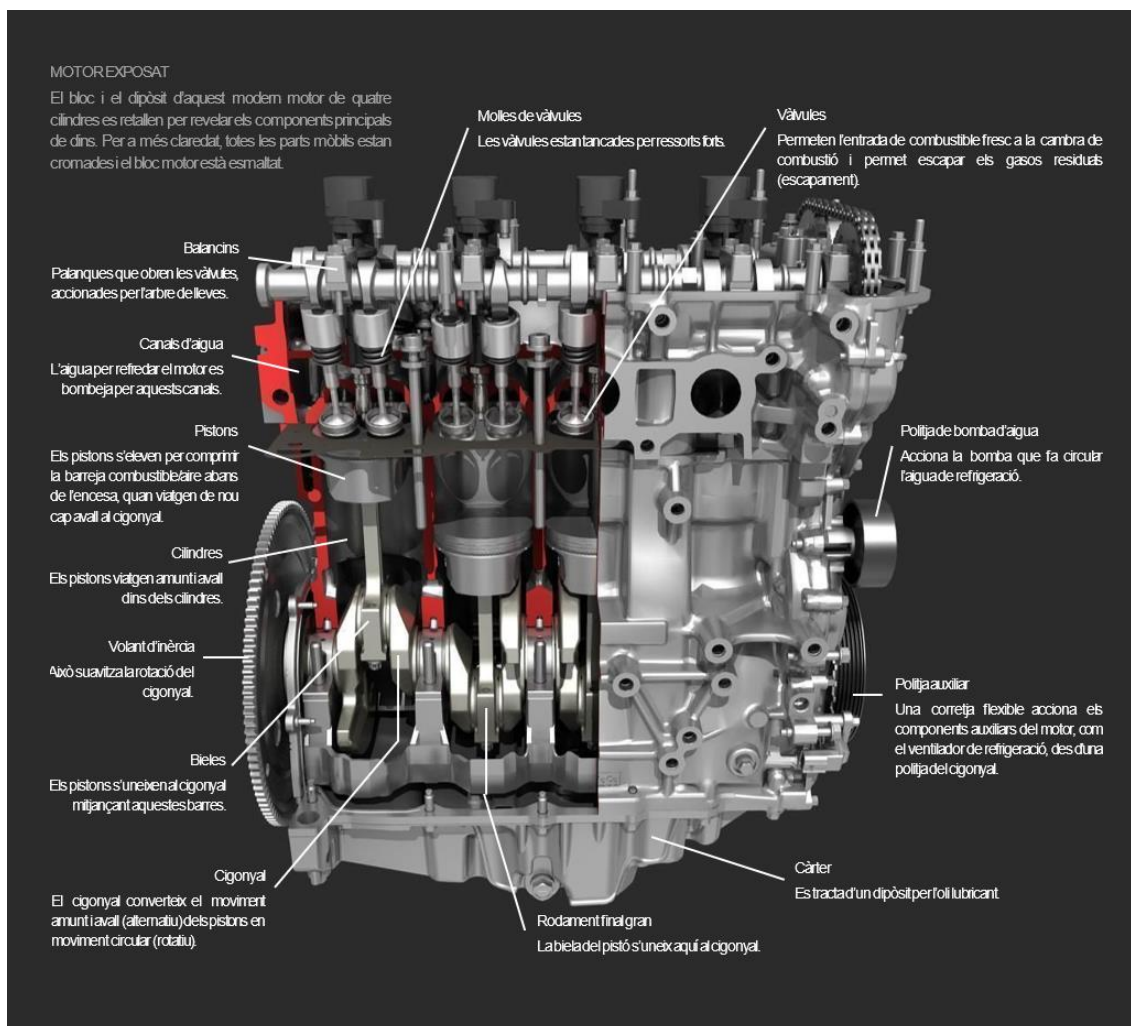


Figura 4. Disposició seccionada d'un motor de combustió i identificació dels elements interns més importants (elaboració pròpia).

La majoria dels motors de cotxes moderns tenen quatre o més cilindres establerts en un fila. Aquesta disposició (anomenada recta, o en línia) té l'avantatge de ser relativament fàcil i econòmica de fabricar. No obstant, aquest no és l'únic posicionament possible dels cilindres, o necessàriament el millor quan es tenen en compte factors com la potència de sortida, suavitat de la marxa, centre de gravetat de l'alçada i la facilitat amb que el motor encaixarà a l'espai assignat.

**QUATRE EN LÍNIA**

El disseny recte o en línia predomina en els motors de quatre cilindres actuals. Els motors en línia amb sis o més cilindres funcionen molt bé, però són llargs, cosa que fa que sigui difícil d'encaixar en un petit compartiment de motors.

**V6**

Els motors en línia de gran capacitat són massa llargs i alts per cabre en vehicles esportius baixos, i els seus llargs cigonyals es poden flexionar sota tensió. Molts cotxes esportius tenen motors compactes amb bancs de dos cilindres disposats en "V."

**QUATRE EN LÍNIA**

En aquest disseny, els cilindres es troben en dos bancs oposats horitzontalment. El resultat és un motor ampli amb un centre de gravetat baix. El moviment equilibrat dels pistons redueix les vibracions i proporciona un bon funcionament.

**ROTATIU (SECCIÓ)**

En lloc de desplaçar-se els pistons cap amunt i cap avall en cilindres, el motor rotatiu Wankel utilitza un o més rotors de tres cantonades que giren a l'interior d'una carcassa per generar un moviment rotatori directament i amb molta fluïdesa.

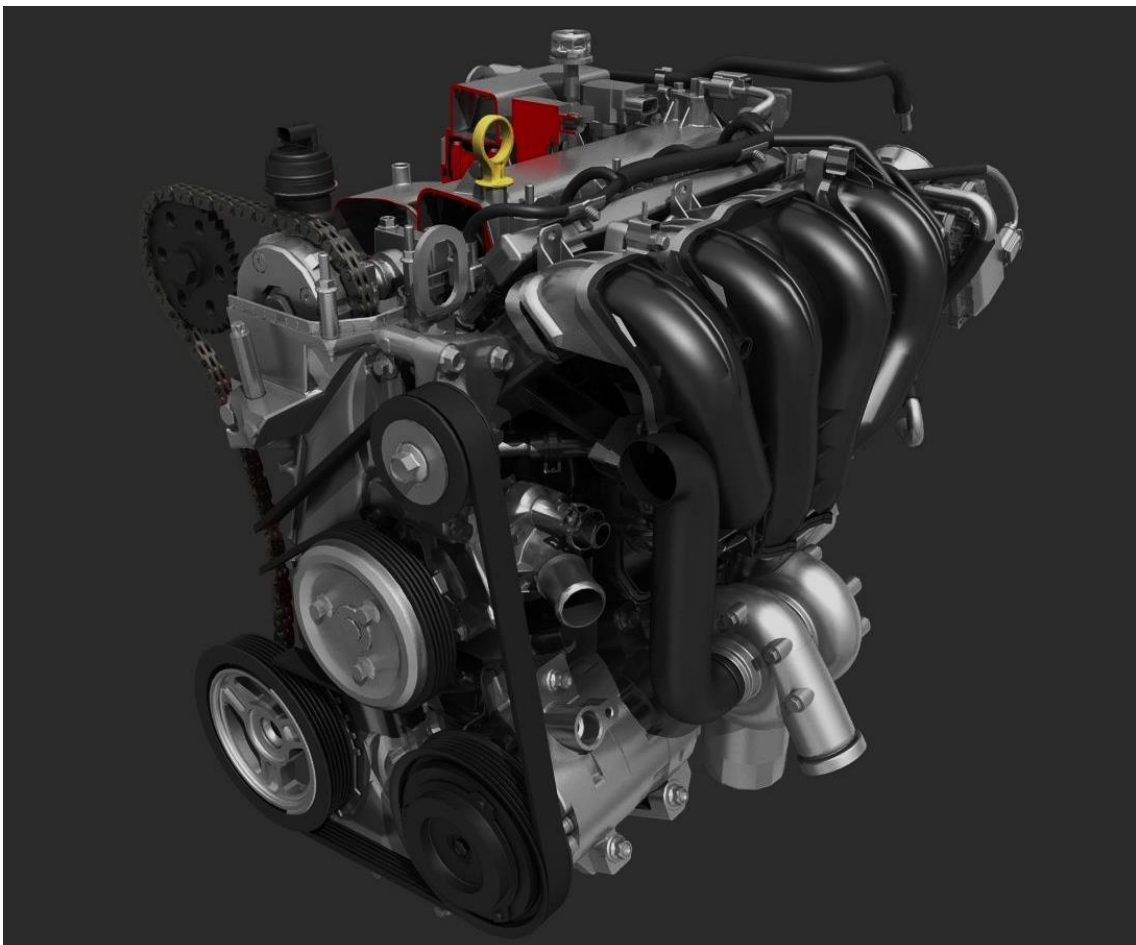


Figura 5. Vista d'un motor de combustió i visualització dels elements externs més importants. Font. (3dexport.com)

3.2.1. El cicle de quatre temps

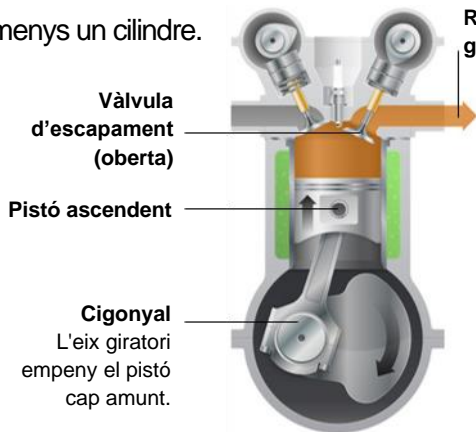
Mentre el motor funciona, cada cilindre passa per la mateixa sèrie d'esdeveniments desenes de vegades cada minut. Les quatre etapes són: admissió, compressió, combustió i escapament. Només el temps de combustió genera energia i en cada cilindre només es produeix una vegada per cada dos girs del cigonyal. En un motor de quatre cilindres, les bugies es disparen en seqüència, de manera que sempre hi ha una carrera de potència en almenys un cilindre.



Aire i combustible
Vàlvula d'entrada oberta
 L'aire i el combustible s'atrauen al cilindre mitjançant aquesta vàlvula.

Pistó descendent
 Girat pel cigonyal, el pistó baixa a la seva posició més baixa, anomenada "centre mort inferior" (BDC).

Admissió La vàlvula d'entrada s'obre i el pistó es mou cap avall, traient la barreja de combustible-aire al cilindre a través del sistema d'entrada i alimentació del motor.



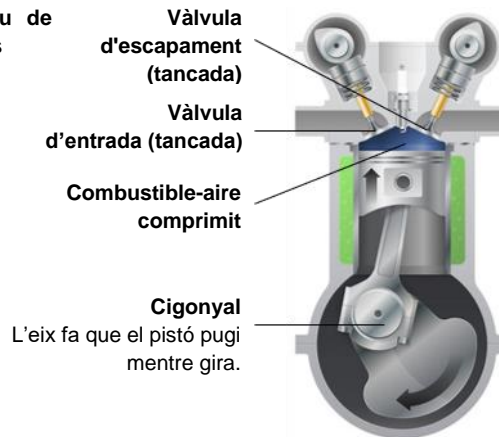
Residu de gasos

Vàlvula d'escapament (oberta)

Pistó ascendent

Cigonyal
 L'eix giratori empeny el pistó cap amunt.

Escapament Quan el pistó arriba al fons, s'obre la vàlvula d'escapament. A mesura que torna a pujar, el pistó força els gasos residuals cap a l'escapament.



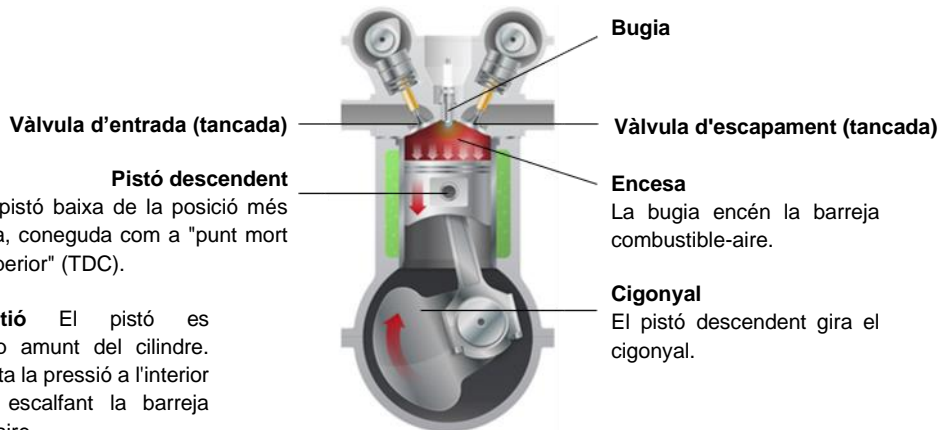
Vàlvula d'escapament (tancada)

Vàlvula d'entrada (tancada)

Combustible-aire comprimit

Cigonyal
 L'eix fa que el pistó pugi mentre gira.

Compressió El pistó es desplaça cap amunt del cilindre. Això augmenta la pressió a l'interior del cilindre, escalfant la barreja combustible-aire.



Vàlvula d'entrada (tancada)

Bugia

Vàlvula d'escapament (tancada)

Pistó descendent

El pistó baixa de la posició més alta, coneguda com a "punt mort superior" (TDC).

Encesa

La bugia encén la barreja combustible-aire.

Cigonyal

El pistó descendent gira el cigonyal.

Combustió El pistó es desplaça cap amunt del cilindre. Això augmenta la pressió a l'interior del cilindre, escalfant la barreja combustible-aire.

Figura 6. Visualització del principi de funcionament d'un cicle de quatre temps d'un motor de combustió (elaboració pròpia).

3.3. Com funciona el motor híbrid

L'opinió es divideix sobre si els cotxes híbrids, que combinen un motor de combustió interna amb motors de tracció elèctrica, són realment la millor manera de millorar l'estalvi de combustible i reduir les emissions d'escapament. El motor elèctric està format per bobines de coure i realitza tres funcions: arrenca el motor, augmenta el parell i proporciona una frenada regenerativa per recarregar la bateria.

Els híbrids es divideixen en dues categories: sèries i paral·leles. En una sèrie híbrida, el motor tèrmic (generalment un motor de pistó petit, però possiblement una turbina de gas) actua purament com a generador d'energia elèctrica per a la bateria i els motors elèctrics; no està connectat a les rodes impulsades. En un híbrid en paral·lel, el motor tèrmic i elèctric poden proporcionar força de tracció i milloren el rendiment i l'estalvi de combustible.

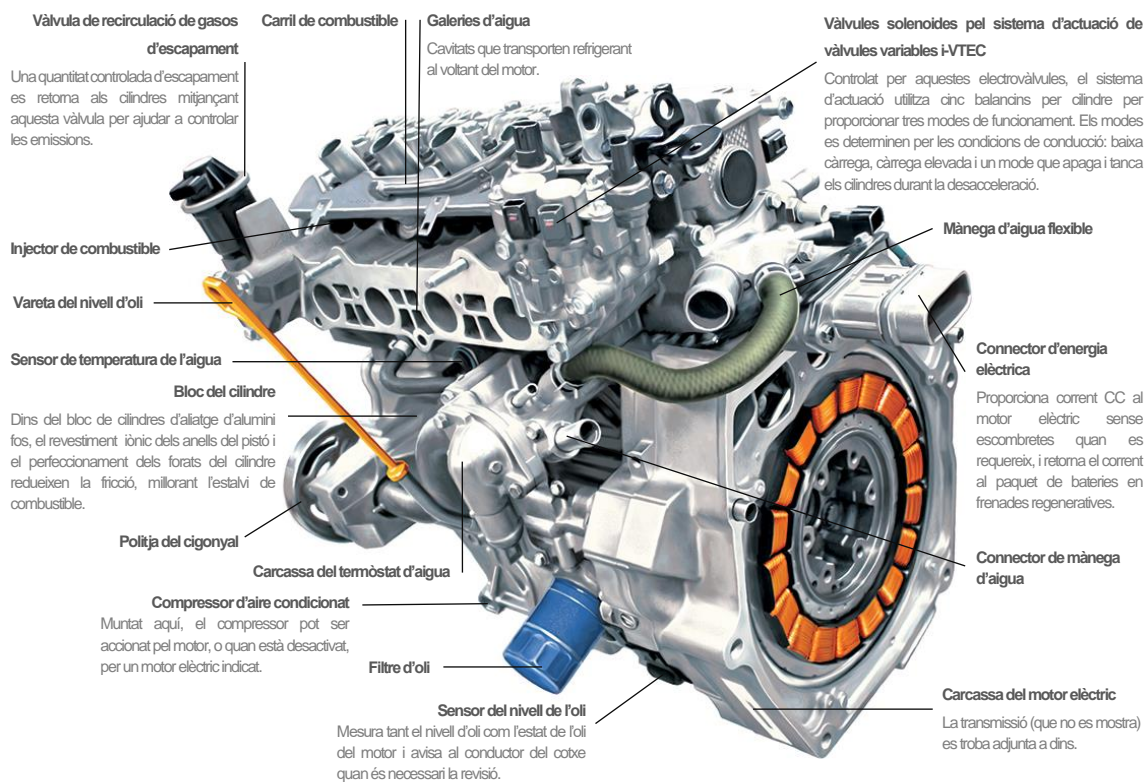


Figura 7. Visualització i identificació dels elements més importants d'un motor híbrid (elaboració pròpia).

3.4. Com funciona un vehicle elèctric

3.4.1. El motor elèctric

Es tracta d'un motor elèctric d'imants permanents i es distingeixen dues parts: una part fixa i una mòbil, l'estator i el rotor, respectivament. Tal i com és evident, no existeix la combustió ni el fregament entre moltes peces en si. Genera una suavitat de funcionament considerable gràcies a una simplicitat mecànica a l'interior.

A l'interior de l'estator, els enrotllaments creen un camp magnètic giratori gràcies al pas de la corrent elèctrica. En canvi, el rotor és la part mòbil que conté un camp magnètic fix.

El camp magnètic giratori de l'estator arrossega el fix del rotor, de manera que fent-lo girar, provoca que uns engranatges transmetin la força a les rodes del cotxe, iniciant així el moviment. És a dir, per transformar l'energia elèctrica en moviment, el motor indueix uns camps magnètics per impulsar el rotor, que és on es crea la potència motriu.

A més, el motor serveix de fre regeneratiu per invertir el seu funcionament i generar electricitat quan el vehicle es troba en fase de frenada o desacceleració, augmentant així la seva autonomia i l'eficiència energètica.



Figura 8. Motor elèctric del Grup PSA. Font: (myrecarga.es)

El motor elèctric està assistit per un inversor i un motoreductor:

- **Inversor:** transforma la corrent continua a corrent alterna.
- **Motoreductor:** adapta la velocitat de rotació del motor elèctric al rang de velocitat habitual del cotxe.

3.4.2. Bateries de tracció

Les bateries que incorpora un vehicle elèctric són d'alta tensió de ions-liti, majoritàriament de 400 V, i és el dispositiu d'emmagatzematge d'energia elèctrica integrat en el cotxe. Es troben instal·lades sota la zona de càrrega de la carrosseria del cotxe per preservar l'espai i volum del maleter. La capacitat de les bateries dels models actuals Peugeot tenen una capacitat de 50 kWh i una potència màxima de 100kW per una autonomia de fins a 340 km en el cas d'un e-208 i fins a 320 km per un e-2008 WLTP.

La regulació tèrmica aconseguida a través de la circulació de líquid i una bomba de calor, permet una càrrega ultraràpida, una autonomia optimitzada i una major vida útil.

Segons les dades estimades proporcionades i subjectes a l'aprovació del WLTP en curs, la bateria té una garantia de 160.000 km o 8 anys per el 70% de la seva capacitat de càrrega. Evidentment, el rang pot variar depenent de les condicions reals d'ús (condicions climàtiques o l'estil de conducció).

Les funcions principals de la bateria de tracció dissenyades pel grup PSA és alimentar:

- L'ondulador.
- El convertidor DC/DC.
- El compressor del climatitzador.
- La calefacció CTP d'aigua addicional.

El paquet de bateries de tracció està format per:

- Mòduls compostos per cel·les.
- Sensors de temperatura.
- Sensors de tensió.
- Relé de potència.
- Sistema de detecció de fugues de corrent.

- Fusible.
- Calculador de gestió que es comunica amb els components interns de la bateria i amb els calculadors del vehicle.

Les característiques de la bateria de tracció són:

Taula 3. Característiques de la bateria de tracció del grup PSA.

Bateria de tracció PSA	
Proveïdors del components	LG Chem
Tecnologia	Ions de liti
Capacitat	50 kWh
Número de mòduls	18
Número de cel·les per mòdul	12
Número de cel·les	216
Tensió de cel·la	3,7 V
Tensió nominal	400 V

La tensió de base de les cel·les de ions de liti pren un valor de 3,7 V i aquesta mateixa tensió de la cel·la, no ha de caure per sota de 3 V quan la bateria està descarregada. Si la tensió baixa per sota de 2,5 V, la cel·la pot quedar malmesa i no poder-se recarregar més.

El valor de la tensió final de la càrrega, la qual no s'ha de superar en cap cas, és de 4,2 V, i la diferència de tensió en les diferents cel·les de la bateria no han de superar els 0,05 V.

Per respectar i complir aquestes restriccions, les bateries de ions de liti utilitzen un calculador de gestió intern. S'anomena *Traction Battery Management Unit* (TBMU) i la seva funció és vigilar i controlar la bateria.

3.4.3. Corrent continua i corrent alterna

L'arquitectura bàsica del projecte innovador del fabricant, inclou els següents components:

- Toma de càrrega.
- Carregador/convertidor DC/DC incorporat.
- Bateria de tracció d'alta tensió.
- Motor elèctric de tracció (e-Motor).
- Ondulador.
- Reductor de transmissió.
- Plataforma E-CMP

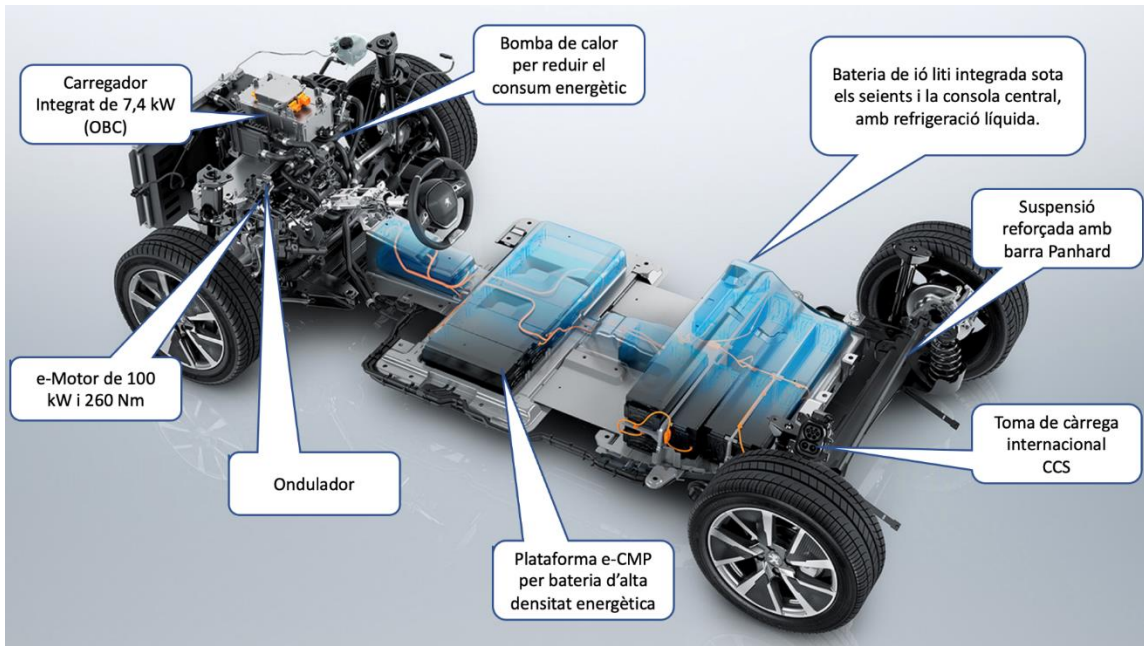


Figura 9. Arquitectura bàsica dels components mecànics i elèctrics d'un vehicle elèctric Peugeot (elaboració pròpia).

L'esquema del principi de funcionament és el següent:

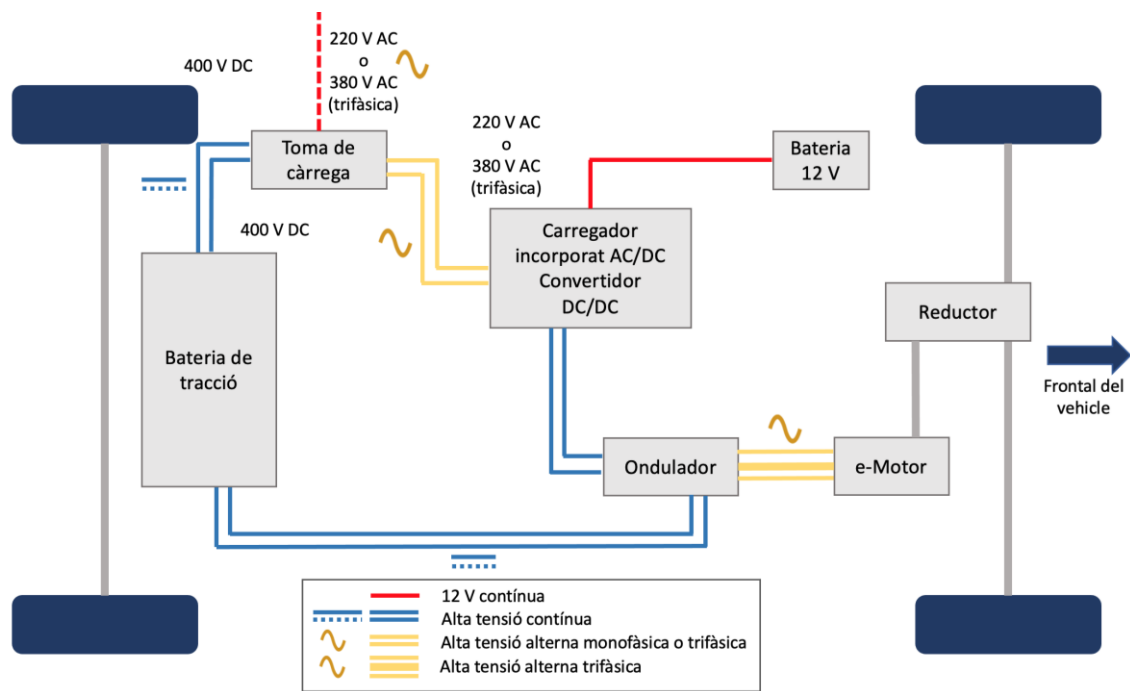


Figura 10. Esquema elèctric del principi de funcionament d'un vehicle elèctric Peugeot (elaboració pròpia).

3.4.4. Tipologies de bateries

De tots els components electrònics d'un vehicle elèctric, la bateries són el més important, les quals són relativament cares tot i el desenvolupament de les noves tecnologies. No s'ha definit un progrés en la implantació d'unes bateries amb un baix cost d'adquisició, amb estabilitat en el cotxe i sobretot, d'unes dimensions menors per l'emmagatzematge d'energia.

Un altre factor, no menys important, és l'autonomia del vehicle, que actualment és suficient com per fer els desplaçaments requerits i per tant, no suposa cap problema.

Evidentment, si la qualitat de les prestacions és més alta, el cost d'adquisició de la bateria serà major i conseqüentment, el preu del vehicle. Per tant, és molt important tenir en compte els tipus bateria per l'estudi de mercat.

Les principals característiques a tenir en compte pel disseny de les bateries són:

- **Densitat energètica:** identifica l'energia subministrada i emmagatzemada a la bateria. Si aquesta augmenta, augmenta l'autonomia. Es mesura en Wh/kg.
- **Capacitat de la bateria:** quantitat d'Ampers per hora que pot subministrar una bateria.
- **Potència:** capacitat de proporcionar potència en el procés de descàrrega de la bateria. Un augment de la potència implica un cost més elevat del vehicle.
- **Eficiència:** ús adequat de l'energia, amb l'objectiu de reduir la quantitat d'energia requerida per a proporcionar més rendiment. Major eficiència, indica més bona qualitat i per tant, més bones prestacions.
- **Cicle de vida:** cicles de càrrega i descàrrega que pot sustentar la bateria en la seva vida útil. Aquest és un dels principals inconvenients i que implica una millora constant d'aquest factor.

Actualment, les bateries disponibles al mercat per a la seva utilització en vehicles elèctrics són de: Plom, Níquel, Cadmi, Ferro, Zinc, Sodi, Liti i Vanadi.

A continuació, es descriuen les seves principals característiques, juntament amb els avantatges i inconvenients que comporten.

Taula 4. Descripció de les característiques de les diferents tipologies de bateries i dels seus avantatges i inconvenients.

Tipus	Descripció	Avantatges	Inconvenients	Característiques
Plom – Àcid	<ul style="list-style-type: none"> - La més antigament utilitzada en cotxes convencionals. - Funcionalitat adequada per arrancada de vehicles, il·luminació o suport elèctric. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baix cost d'adquisició. - Bon funcionament a temperatures baixes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pes elevat. - Toxicitat del plom. - Temps de recàrrega lent. 	<p><u>Cicle de vida:</u> entre 500 i 800 cicles. Baixa densitat energètica. Necessitat de manteniment constant.</p>
Níquel – Cadmi	<ul style="list-style-type: none"> - Utilitzades en la indústria automobilística. - No recomanable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Major fiabilitat respecte la bateria anterior. - Possible reciclatge. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alt cost adquisició. - Contaminant. 	<p><u>Cicle de vida:</u> entre 1.500 i 2.000 cicles. Manteniment específic però no constant.</p>
Níquel –hidrur metàl·lic	<ul style="list-style-type: none"> - Bateries utilitzades pels cotxes híbrids. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducció de l'efecte memòria. - Eliminació del Cadmi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca fiabilitat. - Menor resistència a altes temperatures. 	<p><u>Cicle de vida:</u> entre 300 i 500 cicles. Alt manteniment.</p>
Ió – Liti (LiCoO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> - Doble densitat energètica respecte d'anteriors. - Són més petites. - Actualment de les més fiables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta densitat energètica. - Alta eficiència. - Pes baix. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alt cost productiu. - Fràgils. - Emmagatzematge delicat. 	<p><u>Cicle de vida:</u> entre 400 i 1.200 cicles. No requereix manteniment.</p>
Ió – Liti (LiFePO ₄)	<ul style="list-style-type: none"> - No s'utilitza cobalt. - Més seguretat i major estabilitat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Seguretat. - Estabilitat. - Potència. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor densitat energètica. - Alt cost. 	<p><u>Cicle de vida:</u> 2000 cicles aproximadament. No requereix manteniment.</p>
Polímers de Liti	<ul style="list-style-type: none"> - Variació Ió-liti. - Elevada densitat energètica i potència. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lleugera. - Eficient. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alt cost. - Cicle de vida baix. 	<p><u>Cicle de vida:</u> Menys de 1.000 cicles. No requereix manteniment.</p>

3.4.4.1. Bateries de ions liti

Les bateries de ions liti són les més utilitzades pels fabricants de vehicles elèctrics. El rendiment de la bateria es veu afectat en gran mesura per la seva temperatura interna.

No obstant, sense funcionar i sense càrrega, es necessiten varies hores perquè els elements interns arribin a temperatura ambient. Un pas curt per un ambient extremadament càlid o fred no significa que els elements ja hagin adquirit aquesta temperatura.

Les prestacions de la bateria depenen principalment de:

- Estat de càrrega: *State Of Charge* (SOC en %)
- Temperatura
- Estat de salut: *State Of Health* (SOH en %)

Les pèrdues d'energia dins de la bateria depenen de:

- Resistència interna de la bateria (R en Ω)
- Corrent subministrada (I en A)

Les pèrdues d'energia fora de la bateria depenen de:

- Energia necessària per refrigerar la bateria

La bateria de ions de liti funciona en principi en un rang de -40°C a $+55^{\circ}\text{C}$. En canvi, el rang òptim de temperatura en les cel·les d'una bateria de les mateixes prestacions, en el que respecta a la vida útil i la potència, és considerablement més limitat. Es situa entre $+15^{\circ}\text{C}$ i $+40^{\circ}\text{C}$. En conseqüència, si la temperatura de la cel·la es troba contínuament fora d'aquest rang i les prestacions són cada vegada majors, la vida útil de la bateria es veu afectada negativament.

En la fase de càrrega i durant l'ús de la bateria, la temperatura de les cel·les augmenta significativament. Per això, és necessari la refrigeració d'aquesta.

Aquest tipus de bateries no són precisament innòcues pel nostre planeta. L'extracció del liti, escàs en el món, suposa un gran problema ecològic. Actualment s'està estudiant la manera de crear un sistema de reciclatge d'aquestes. El problema no són només les dimensions, el pes i el cicle de vida; sinó l'escassetat dels materials dels quals estan fabricades. Els residus d'aquests materials

són molt contaminants amb altes emissions de CO₂, emeses en el seu reciclatge, separació i tractament dels components de les bateries.

El procés de reciclatge corresponent a les bateries de liti és molt car i no es recupera més del 50% dels components utilitzats. En escassos casos, es pot recuperar fins a un 80%, però es queden molt per sota de l'èxit d'un reciclatge complet.

A causa de les problemàtiques del reciclatge, molts fabricants opten per a la reutilització d'aquestes per a altres finalitats, com per exemple il·luminació, estacions de càrrega, etc. Aquesta reutilització comença just quan el rendiment de les bateries de liti és relativament baix (i no arriben al final de la seva vida útil) i ja no són aptes per la seva reserva d'energia i transformar l'energia elèctrica en mecànica en el vehicle elèctric.

Una significativa caiguda en el cost d'adquisició de les bateries de ions liti, ha donat pas a una revolució en l'automoció elèctrica en aquests últims anys.

4. NORMATIVA EUROPEA EN MATÈRIA D'EMISSIONS

4.1. El nou cicle de conducció europeu NEDC

El NEDC (*New European Driving Cycle*) apareix l'any 1992 conseqüentment a la creació de la normativa de la Unió Europea i del Reglament (CE) 443/2009. Es defineix com el conjunt de procediments mitjançant els quals es determina el consum, emissions i eficiència d'un vehicle amb determinada motorització, canvi i transmissió. Per tant, es tracta d'una sèrie d'assajos que permeten obtenir els valors d'homologació d'un cotxe.

Prèviament a la realització dels assajos, es fa una prova de conducció en un circuit tancat, on s'accelera el vehicle objecte d'homologació fins arribar als 120 km/h, moment en el que es posa punt mort i es mesura el temps que triga en aturar-se en intervals de 20 km/h.

Com que es considera que la pista és horitzontal, les dades recollides permeten calcular el coeficient aerodinàmic del cotxe, les pèrdues mecàniques i per fregament, de manera que és possible l'obtenció d'una corba de càrrega en carretera.

4.1.1. Assaig d'homologació

L'assaig pròpiament dit, es realitza en un banc de rodets que ofereixen resistència en funció de la corba de càrrega obtinguda anteriorment. Durant la prova en el laboratori, es sotmet a un cicle urbà ECI-16 el qual es repeteix quatre vegades per finalitzar amb un cicle extraurbà EUDC. És a dir, es prova en un cicle equivalent a la ciutat i a l'autopista, respectivament.

Durant pràcticament 20 minuts es mesuren les emissions de CO, CO₂, NO_x, hidrocarburs i partícules sòlides. A partir d'un anàlisi de gasos en base seca realitzat normalment per un analista Orsat, es calcula el combustible consumit i no es determina de forma directa.

Concretament, aquesta prova simula la distància total de 11.007 metres recorreguts durant 1.180 segons (19 min i 40 s), suposant una velocitat mitja de 33,6 km/h amb una màxima de 120 km/h i un 25% del temps amb el motor al ralenti.

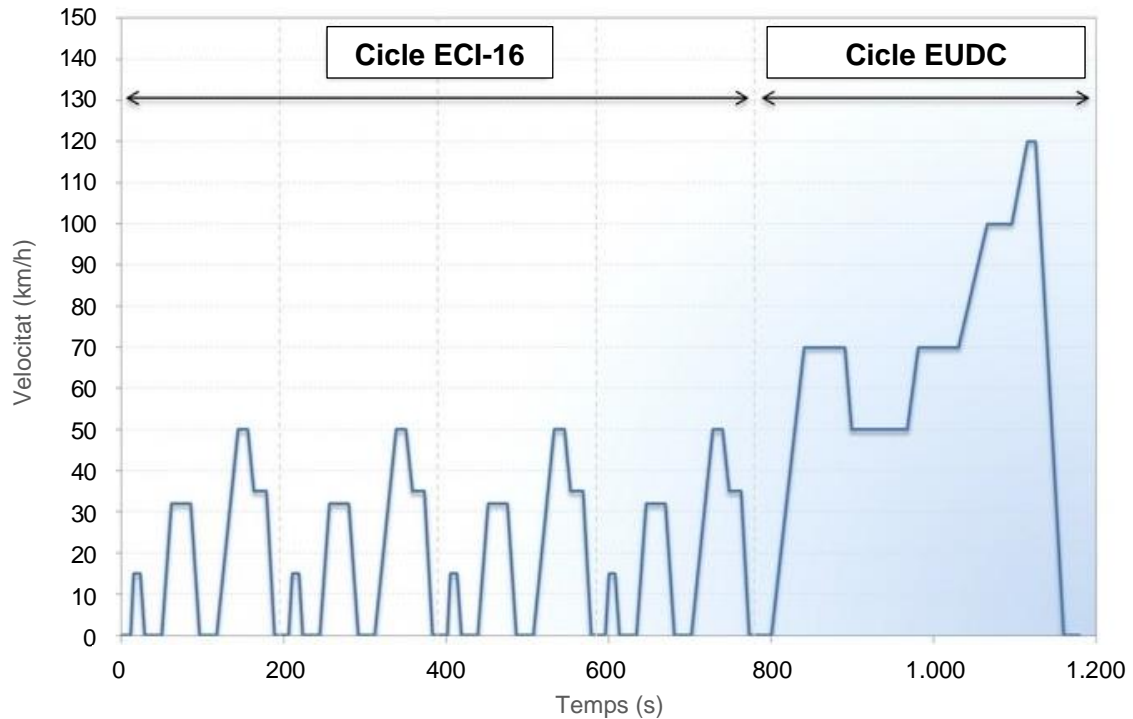


Figura 11. Gràfica de la velocitat en funció del temps de l'assaig d'homologació del NEDC.

A més a més, també s'han de complir altres paràmetres, com una temperatura ambient entre 20 °C i 30 °C, que l'aire condicionat estigui apagat, que el vehicle tingui el dipòsit al 90% i 100 kg addicionals, i una acceleració màxima de $1,04 \text{ m/s}^2$ (0,11g).

En la pràctica d'aquest assaig es va veure que va arribar un moment on els valors que s'obtenien no tenien res a veure amb la realitat, ja que el procés d'obtenció d'aquests i el procediment de l'assaig es van mantenir inalterats des del 1992. Mentrestant els cotxes guanyaven en tecnologia, pes i prestacions, el sistema es quedava obsolet.

Lògicament, molts fabricants van aprofitar certes carències legals en la norma, com per exemple, enviar unitats amb l'equipament bàsic i 200 kg més lleugeres, el qual redueix el coeficient de fregament; modificar lleugerament les pinces dels frens per assegurar que en cap moment fregaven amb els discs; utilitzar pneumàtics de baixa adherència; o utilitzar lubricants especials de baixa viscositat. Fins i tot, s'utilitzava el sistema *Start&Stop*, que assegurava un consum de zero emissions durant una quarta part de la prova.

Altres fabricants com Daimler (Mercedes-Benz) i el Grup Volkswagen van utilitzar altres mètodes pel que fa a dispositius anticontaminació, que ara han resultat ser il·legals i que en altres condicions suposen una pèrdua de prestacions.

4.2. El nou procediment mundial d'homologació de vehicles lleugers WLTP

L'any 2015, es va presentar la versió final del nou protocol d'homologació WLTP, a causa dels buits legislatius de la normativa NEDC i de la diferència entre consums homologats i reals.

El WLTP (*World Harmonized Light-duty Vehicle Test Procedure*) és un procediment que té com a principal objectiu obtenir unes homologacions més reals, a més d'establir uns estàndards per l'actual i propera onada de vehicles híbrids i elèctrics. Per reduir les emissions, tots els fabricants han anunciat importants inversions en l'electrificació de les seves gammes, amb models que arribaran entre 2020 i 2025.

4.2.1. Assaig d'homologació

Aquest assaig també es duu a terme en un banc de rodets, però a diferència de la normativa del cicle NEDC, només d'entrada les condicions en la determinació de la corba de càrrega ja són més restrictives.

Entre elles, es requereix un major control de la pressió i tipus de pneumàtics utilitzats, la consideració de la pendent de la pista si la tingués (que per norma no pot ser superior al 0,5%), a més d'utilitzar el pes exacte del vehicle pel càlcul del coeficient de fregament amb l'asfalt. Anteriorment, es classificava el pes en categories d'interval de 100 kg.

Mitjançant la determinació més exigent de la corba de càrrega, les simulacions sobre els rodets són molt més dinàmiques i canviants, en les que es donen majors acceleracions, velocitats més altes i menor temps al ralenti.

No obstant, també es restringeix en major mesura la temperatura de la sala de proves i del vehicle. Per no voler buscar la última dècima, s'acorda que la càrrega de la bateria al final de l'assaig ha de ser similar a la de l'inici, per evitar desconnectar l'alternador i alliberar el motor d'un perifèric.

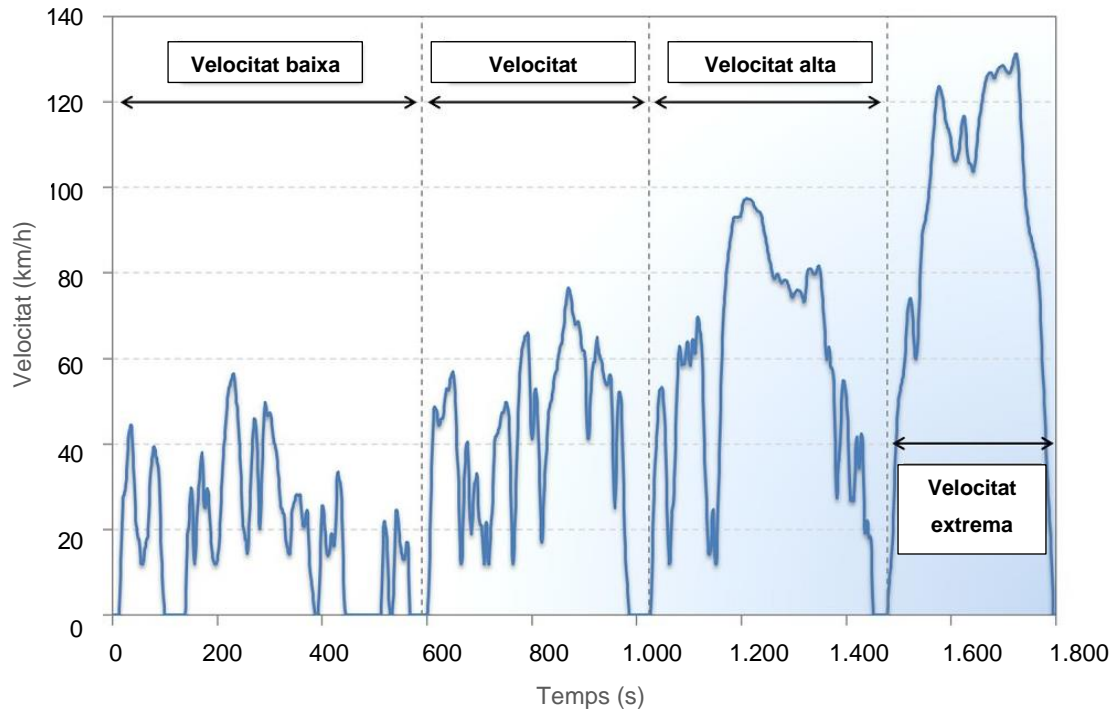


Figura 12. Gràfica de la velocitat en funció del temps de l'assaig d'homologació del WLTP.

Finalment, també s'han implementat noves formalitats burocràtiques. La primera i la més important, és que per a un conjunt motor-transmissió-tracció s'assagen dues unitats: la més bàsica de totes i la més equipada.

Així s'obtenen els valors extrems realitzant una interpolació lineal segons el pes pels diferents acabats. Expressat d'una altra forma, s'afegeix l'obligació per part del fabricant d'oferir un valor d'homologació amb menys marge d'error (màxim d'un 1% i no un 5% com era amb el NEDC).

4.3. Resultats dels assajos d'homologació del NEDC respecte el WLTP

Comparant la gràfica de la normativa anterior amb l'obtinguda actualment, es mostra com el patró escalonat passa a ser un format d'electrocardiograma. Concretament, aquesta prova simula una extensió fins als 1.800 segons i 23.266 metres, realitzada a una velocitat mitjana de 46,5 km/h amb només el 13,4% del temps de parades.

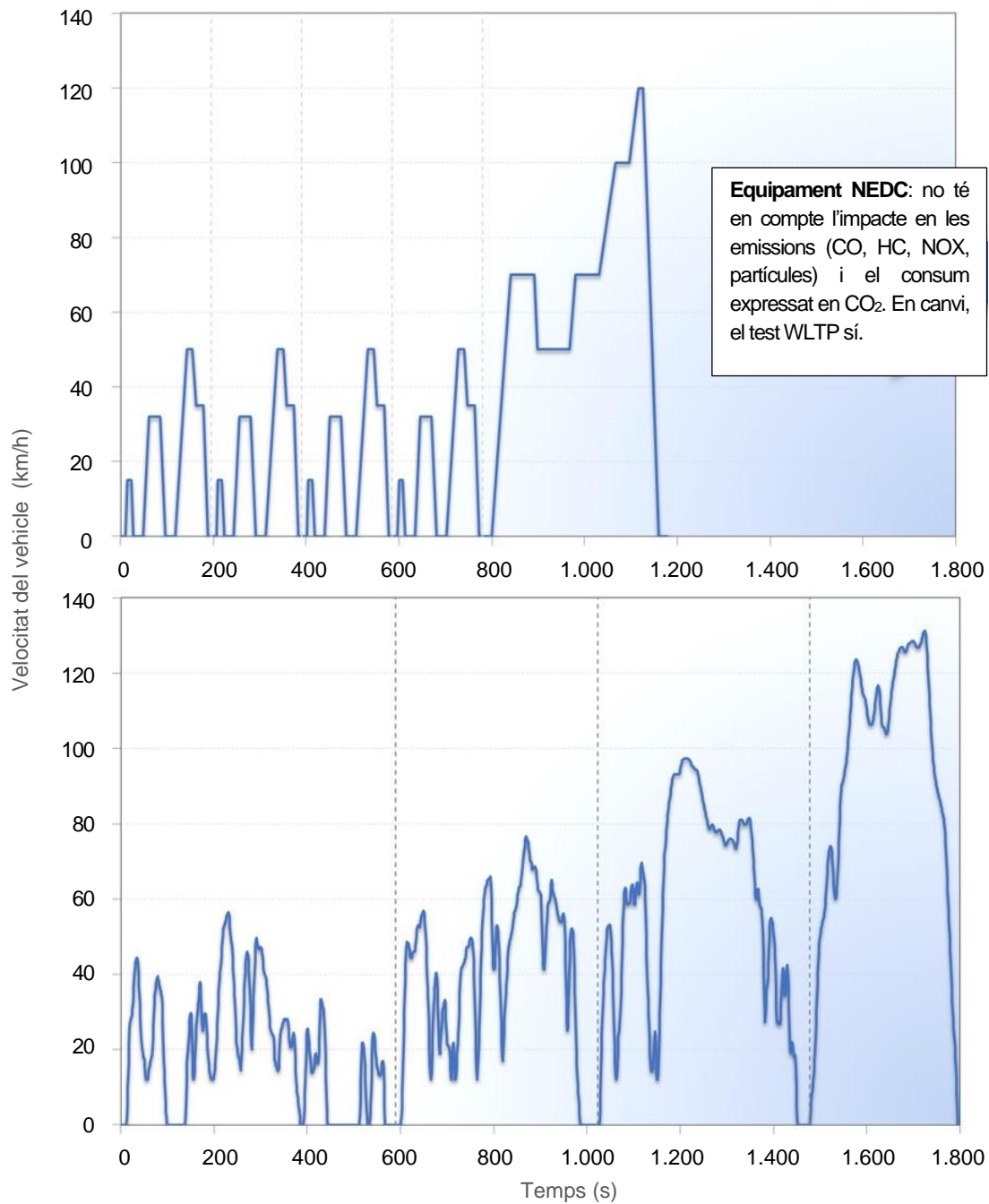


Figura 13. Comparació dels resultats dels assajos d'homologació del NEDC i WLTP, respectivament.

Taula 5. Comparativa dels paràmetres utilitzats en cada assaig d'homologació del cicle NEDC i WLTP.

Paràmetre	NEDC	WLTP
Temps del cicle	1.180 s	1.800 s
Resistència	267 s	242 s
Temps al ralenti	22,6 %	13,4 %
Distància	10.931 m	23.262 m
Velocitat màxima	120 km/h	131 km/h
Velocitat mitjana	33,35 km/h	46,50 km/h
Temperatura	23 °C	25+/-5 °C

4.4. Normes de comportament en matèria d'emissions

La implantació del WLTP és molt atractiva de cara al consumidor, ja que informa de manera més exacta sobre el consum real del cotxe que es pretén comprar i les seves emissions. Per ajudar als conductors a triar cotxes nous amb baix consum de combustible, els països de la UE han d'assegurar-se que s'ofereixi informació rellevant als consumidors, inclosa una etiqueta que mostri l'eficiència de combustible i les emissions de CO₂ d'un cotxe.

La "Directiva d'etiquetatge de vehicles" (Directiva 1999/94 / CE) té per objectiu ajudar als consumidors a comprar o llogar vehicles que consumeixen menys combustible i, si s'emet menys CO₂, s'anima als fabricants a reduir el consum de combustible dels cotxes nous.

Com a política de demanda, la directiva és una mesura complementària per ajudar als fabricants de vehicles a assolir els objectius específics d'emissions de CO₂ establerts pel Reglament (CE) 443/2009.

Els turismes i furgonetes (vehicles comercials lleugers) són respectivament responsables d'entre el 12% i el 2,5% del total d'emissions de la UE de diòxid de carboni (CO₂), principal causant de l'efecte hivernacle.

L'1 de gener de 2020 va entrar en vigor el Reglament (UE) 2019/631, que estableix normes de comportament en matèria d'emissions de CO₂ dels nous turismes i furgonetes. Aquest text substitueix i derroga els Reglaments (CE) 443/2009 per turismes i (UE) 510/2011 per furgonetes.

El Reglament estableix per tot el parc de vehicles de la UE una sèrie d'objectius d'emissions de diòxid de carboni aplicables a partir de 2020, 2025 i 2030. Aquest inclou un mecanisme per incentivar l'acceptació dels vehicles de zero i baixes emissions.

Per arribar a una UE climàticament neutra d'aquí a 2050 i aconseguir l'objectiu intermig de reduir en un mínim el 55% les emissions netes de gasos d'efecte hivernacle d'aquí a 2030, la Comissió està preparant una nova versió del Reglament que formaria part del paquet "Preparats pel 55%".

2023	2025	2030	2040	2050
Els municipis de més de 50.000 habitants hauran de tenir zones de baixes emissions	Les edificacions noves hauran d'ajustar-se als requisits de màxima qualificació energètica d'edificacions	Reducció de les emissions de gasos de l'efecte hivernacle un 20% menys respecte a 1990 El 70% de la generació elèctrica haurà de ser d'origen renovable	Prohibició de matriculació i venda de turismes i furgonetes amb emissions de CO ₂ Fi de les pròrrogues per activitats de <i>fracking</i> i extracció d'hidrocarburs	Objectiu d'evitar la circulació de turismes i furgonetes amb emissions de CO ₂ El 100% de la generació elèctrica haurà de ser d'origen renovable Reduir les emissions un 90% respecte a 1990

4.4.1. Objectius

Els objectius establerts pel període 2020-2024, segons el Reglament (UE) 2019/631, confirma els objectius d'emissions de CO₂ per tot el parc de vehicles de la UE fixats en els Reglaments (CE) n.º 443/2009 i (UE) n.º 510/2011.

Aquests objectius corresponen al procediment d'assaig d'emissions del NEDC. A partir de 2021, els objectius d'emissions pels fabricants es basaran en el nou procediment d'assaig d'emissions WLTP.

Taula 6. Emissions mitges imposades al 2019 segons el cicle NEDC i al 2021 segons el WLTP.

Categoria	Emissions mitges 2019 (NEDC)	Emissions mitges 2021 (WLTP)
Turismes	122,4 g de CO ₂ /km	95 g de CO ₂ /km
Furgonetes	158,4 g de CO ₂ /km	147 g de CO ₂ /km

Cada any es fixen objectius específics d'emissions per cada fabricant, basats en els objectius per tot el parc de la UE i establerts segons la massa mitja dels vehicles nous del fabricant matriculats en un any donat, pel que s'utilitza una corba de valors límit.

Això significa que els fabricants de turismes més pesats estan autoritzats a emetre per terme mig més emissions que els fabricants de turismes més lleugers. La corba, es fixa de manera que el conjunt del parc de la UE aconsegueixi els objectius d'emissions.

Pels fabricants de turismes, 2020 és un any d'introducció gradual: els objectius específics d'emissions només s'aplicaran al 95% dels turismes nous amb menys emissions del seu parc.

Els objectius a partir de 2025 i 2030, segons el Reglament (UE) 2019/631, estableixen per tot el parc de la UE objectius més estrictes d'emissions de CO₂, definits com una reducció percentual amb respecte als punts de partida de 2021.

Taula 7. Emissions mitges imposades a partir de 2025 segons el WLTP.

Categoria	Emissions mitges a partir de 2025	Emissions mitges a partir de 2030
Turismes	15% de reducció CO ₂ /km	37,5% de reducció CO ₂ /km
Furgonetes	15% de reducció CO ₂ /km	31% de reducció CO ₂ /km

Els objectius anuals específics d'emissions per cada fabricant es basen en aquests objectius per tot el parc de la UE, fixats segons la massa d'assaig mitja dels seus vehicles de nova matriculació.

4.4.1.1. Mecanisme d'incentius per vehicles de zero i baixes emissions (ZLEV)

Durant l'interval de 2020 a 2022 s'aplicarà un sistema de supercrèdits als turismes que emeten menys de 50 g de CO₂/km (NEDC), per les furgonetes però, no n'hi haurà. Aquests vehicles es comptabilitzen varies vegades per calcular les emissions mitges específiques d'un fabricant i es fixa un límit als supercrèdits de 7,5 g/km per fabricant.

Taula 8. Mètode de càlcul de les emissions mitges per fabricant segons els vehicles comptabilitzables.

Període	Vehicles comptabilitzables pel càlcul d'emissions mitges per fabricant
2020	Com 2 vehicles
2021	" 1,67 vehicles
2022	" 1,33 vehicles

A partir de 2025, s'introdueix un sistema de crèdits diferent tant per turismes com per furgonetes de zero i baixes emissions (ZLEV). Es permet relaxar l'objectiu específic d'emissions d'un fabricant si la seva quota de vehicles nous de zero emissions (emissions d'entre zero i 50 g de CO₂/km WLTP) matriculats en un any donat, supera els següents paràmetres de referència:

Taula 9. Paràmetres a complir per poder reduir l'objectiu d'emissions d'un fabricant.

Categoria	Vehicles matriculats a partir de 2025	Emissions mitges a partir de 2030
Turismes	15% de vehicles ZLEV	35% de vehicles ZLEV
Furgonetes	15% de vehicles ZLEV	30% de vehicles ZLEV

Sobrepasar en un punt percentual l'índex de referència dels ZLEV augmentarà en un 1% l'objectiu de emissions de CO₂ del fabricant (en g CO₂/km). Per garantir la integritat mediambiental del Reglament, la relaxació de l'objectiu es limita a un màxim del 5%.

Per calcular la quota de ZLEV en el parc d'un fabricant s'aplica la norma de comptabilitat que dona major pes als ZLEV que menys CO₂ emeten.

4.4.2. Efectes positius

L'aplicació del Reglament (UE) 2019/631, contribueix al compliment dels compromisos de la UE segons l'Acord de París. Entre altres conseqüències positives, les més importants són la reducció dels costos pels consumidors del consum de combustible i el reforç en la competitivitat de la indústria europea de l'automòbil, estimulant la creació de llocs de treball.

4.4.3. Sancions per excés d'emissions

Si les emissions de CO₂ del parc d'un fabricant superen el seu objectiu específic d'emissions en un any donat, el fabricant haurà de pagar, per cada vehicle matriculat per primera vegada aquell any, una prima per excés d'emissions de 95 euros per cada g/km que superi l'objectiu.

Els fabricants poden agrupar-se i actuar conjuntament per complir el seu objectiu d'emissions. Al constituir una agrupació, no han de respectar la normativa de competència. No obstant, no són possibles les agrupacions entre fabricants de turismes i furgonetes.

Contràriament, queden exempts de complir un objectiu específic d'emissions els fabricants responsables de menys de 1.000 turismes o menys de 1.000 furgonetes de nova matriculació en la UE a l'any.

Els fabricants poden sol·licitar una exempció al seu objectiu específic d'emissions sota les següents condicions:

- Els petits fabricants (responsables d'entre menys de 10.000 turismes o menys de 22.000 furgonetes de nova matriculació a l'any) poden proposar el seu propi objectiu excepcional segons els criteris establerts en el Reglament.
- Els fabricants especialitzats (responsables d'entre 10.000 i 300.000 turismes matriculats a l'any) poden sol·licitar una exempció pel període que compren fins el 2028. Entre 2020 i 2024, l'objectiu excepcional ha de correspondre a una reducció del 45% amb respecte a les seves emissions mitges en 2007. Entre 2025 i 2028, l'objectiu excepcional serà un 15% inferior al mateix objectiu en 2021.

4.4.4. Innovacions ecològiques

Per fomentar l'ecoinnovació per vehicles equipats amb tecnologies innovadores, els fabricants poden rebre crèdits d'emissions si no poden demostrar tots els seus efectes de reducció de CO₂ durant el procediment d'homologació de tipus.

El fabricant haurà de demostrar la reducció d'emissions mitjançant dades verificades de manera independent. El màxim de crèdits d'emissions per fabricant per aquestes ecoinnovacions és de 7 g de CO₂/km a l'any.

A partir de 2025, també podran considerar-se tecnologies d'ecoinnovació aquelles que millorin l'eficiència dels sistemes d'aire condicionat.

4.4.5. Verificació de vehicles en circulació

Els fabricants hauran de garantir la correspondència entre les emissions de CO₂ consignades en els certificats de conformitat dels seus vehicles i les emissions de CO₂ dels vehicles en circulació.

Les autoritats d'homologació verificaran aquesta correspondència en una selecció de vehicles i s'asseguraran de que no s'utilitzin estratagemes per millorar artificialment el rendiment del vehicle en els assajos d'homologació de tipus.

A partir de les seves conclusions, les autoritats d'homologació de tipus hauran de garantir que els certificats de conformitat siguin correctes, i podran prendre les mesures addicionals contemplades en el Reglament sobre l'homologació de tipus.

Les autoritats d'homologació de tipus notificaran qualsevol desviació a la Comissió, que ho tindrà en compte a efectes del càlcul de les emissions mitges específiques d'un fabricant. Actualment, s'estan elaborant les disposicions d'aplicació d'aquesta mesura.

4.4.5.1. Emissions en condicions reals

Per avaluar la representativitat real de les emissions de CO₂ i del consum de combustible o energia determinats en l'homologació de tipus, i també per evitar que augmenti la diferència entre les emissions verificades en el laboratori i en condicions reals, la Comissió recopilarà dades dels turismes i furgonetes en condicions reals començant per els vehicles comercialitzats en 2021.

Les dades es recolliran utilitzant els dispositius de control de consum de combustible a bord (OBFCM).

4.5. Zona de baixes emissions

Els elevats nivells de contaminació suposen un gravíssim problema de salut pública. En aquest context i en sintonia amb la resta de metròpolis europees, l'1 de gener del 2020 s'activen les zones de baixes emissions (ZBE).

S'implementa un sistema distintiu ambiental, en forma d'etiqueta adhesiva que identifica els vehicles més respectuosos amb el medi ambient, que facilita l'establiment i l'entrada en funcionament de les diferents zones de baixes emissions proposades per l'àrea metropolitana de cada municipi i serà útil en episodis d'alta contaminació.

4.5.1. Models d'etiqueta

Hi ha quatre models d'etiqueta diferents, en funció del tipus de motor, combustible i antiguitat del vehicle. Els vehicles més afectats per les mesures de restricció que no compleixen uns requisits ambientals considerats mínims, no rebran cap etiqueta de la DGT.

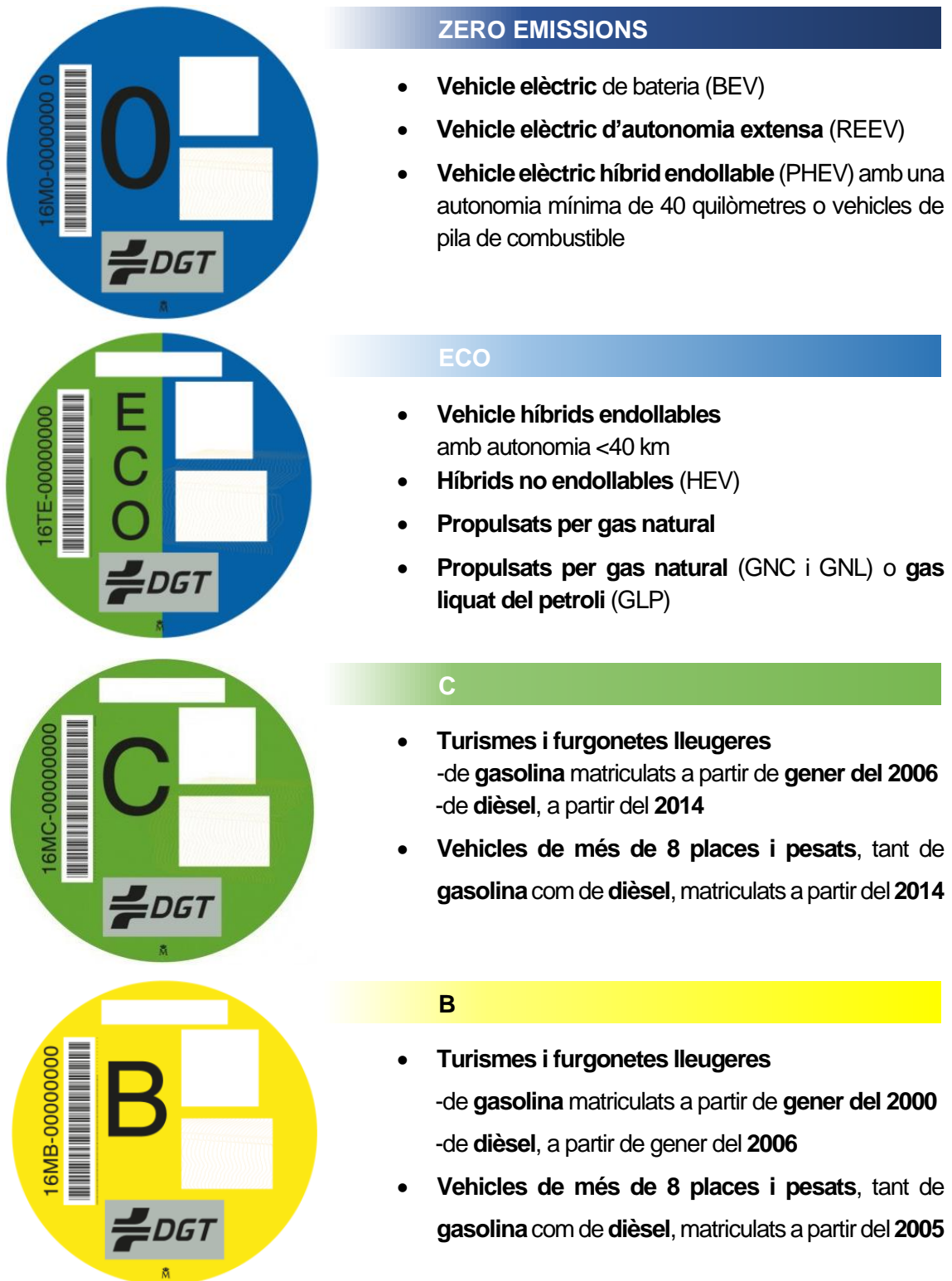


Figura 14. Característiques de les diferents etiquetes mediambientals de circulació de la DGT. Font: (sede.dgt.gob.es)

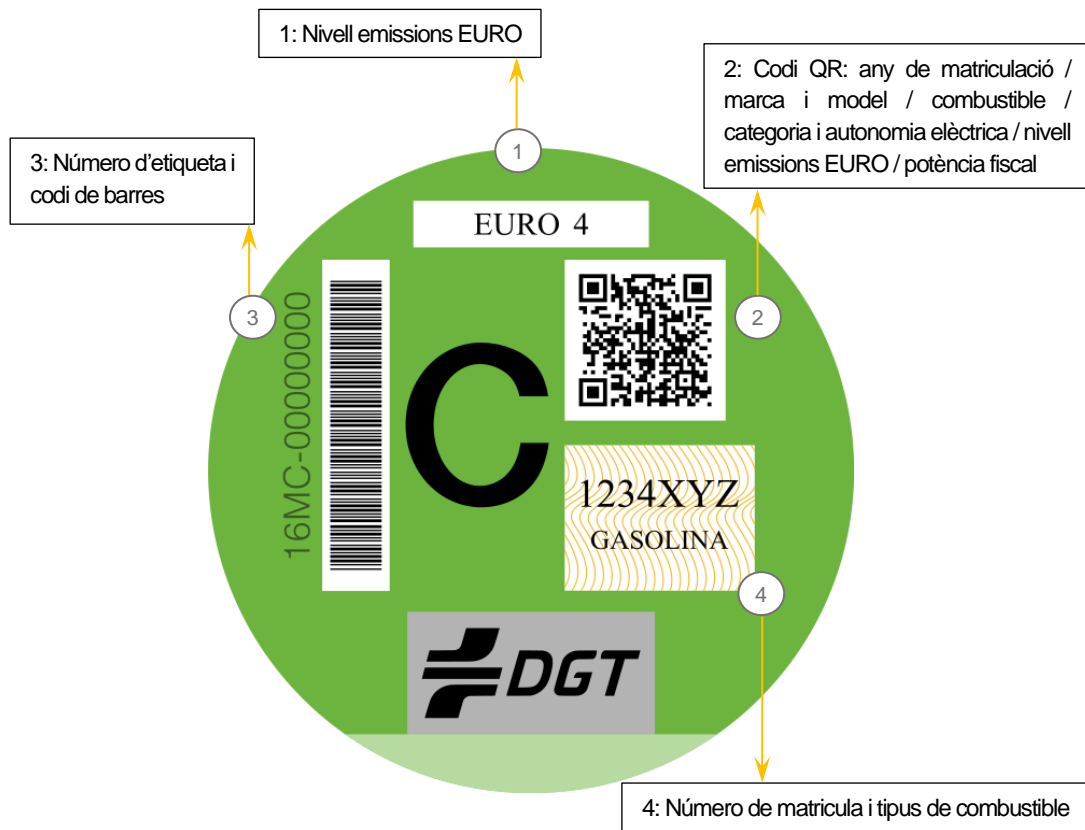


Figura 15. Identificació de tota la informació que apareix a la cara de l'etiqueta mediambiental de la DGT

4.6. Mitjana de consums i emissions per fabricant

La norma CAFE (*Corporate Average Fuel Economy*) exigeix una reducció mitja de les emissions de CO₂ de 130 a 95 g/km per vehicle en tots aquells que es matriculin a partir de 2020. A més, la UE imposarà sancions als fabricants que no compleixin la nova normativa.

El càlcul de la sanció es basa en la mitjana de les emissions dels vehicles venuts. L'emissió mitja de CO₂ no haurà de superar els 95 g/km. Per cada gram per quilòmetre addicional, es sanciona amb 95 euros multiplicats pel nombre de vehicles venuts.

Per tant, suposant que les emissions mitges de diòxid de carboni durant l'any en tots els vehicles venuts és de 96 g/km i que s'han venut 1 milió de vehicles, la sanció seria de 95 milions d'euros.

Així doncs, l'objectiu afecta a les emissions de CO₂ i per tant, les marques del sector de l'automòbil han de vendre vehicles elèctrics i híbrids per compensar les emissions dels vehicles de gasolina i dièsel.

En conseqüència, per reduir les emissions, tots els fabricants han anunciat importants inversions en l'electrificació de les seves gammes amb models que arribaran entre 2020 i 2025.

4.6.1. Grup PSA: Peugeot

El Grup PSA (*Groupe PSA*) és un fabricant d'automòbils francès i una de les majors empreses mundials en el sector de l'automoció. El grup està format per Peugeot, Citroën, DS Automobiles, Opel, Fiat i Vauxhall. Actualment és un dels principals competidors en la fabricació de cotxes elèctrics.

La seva producció de models gasolina i vehicles alternatius, conformen el 75% dels cotxes que surten de les plantes de PSA, i la resta són models dièsel. Dos anys enrere però, el 75% dels models eren de motor gasoil i el percentatge restant gasolina.

Amb les seves tres marques de renom mundial, Peugeot, Citroën i DS, el Grup PSA va vendre 3 milions de vehicles a tot el món el 2015. Es considera el segon fabricant de vehicles més gran d'Europa, registrant 54.000 milions d'euros en ingressos per vendes el mateix any. El grup va confirmar la seva posició com a líder europeu en termes d'emissions de CO₂, amb una mitjana de 104,4 grams de CO₂/km.

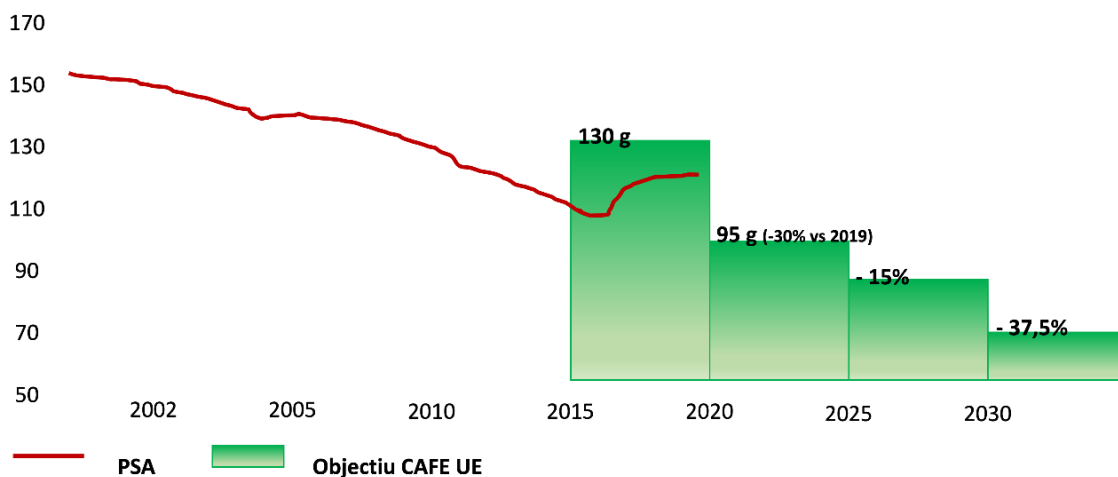


Figura 16. Gràfica dels objectius anuals en termes d'emissions de CO₂ i la situació del Grup PSA en els últims anys (elaboració pròpia).

S'observa que Peugeot, en matèria d'emissions de contaminants, els seus vehicles equipats amb motors Euro 6.2 ja complien els nivells d'emissions abans de ser obligatoris a partir del 2020. Des del 2018, la marca ja comptava amb l'homologació WLTP, anticipant-se a la normativa SRCi en dièsel i FAP en gasolina, gràcies a les opcions tecnològiques adoptades.

D'aquesta manera, també s'entra en una nova etapa on el cotxe elèctric és el protagonista. Els últims anys han estat marcats per l'arribada de noves tecnologies de bateries més eficients, que augmenten l'autonomia dels vehicles elèctrics.

Taula 10. Taula de consums dels models actuals Peugeot, juntament amb la diferència entre el valor obtingut als assajos i el valor especificat per la marca.

Consums dels últims models Peugeot			
Model	T&E l/100 km	Estàndard l/100 km	Diferència l/100 km
108 1.2l PureTech 82	6.1	4.3	1.8
208 1.6l BlueHDi 100	4.7	3.5	1.2
208 1.6l BlueHDi 120	4.7	3.0	1.7
2008 1.6l BlueHDi 100	5.1	3.7	1.4
2008 1.6l BlueHDi 120	5.2	3.7	1.5
2008 1.2l PureTech 82	6.4	4.9	1.5
2008 1.2l PureTech 110	7.1	4.8	2.3
308 1.6l BlueHDi 120	4.9	3.2	1.7
308 1.2l PureTech 130	6.6	4.6	2.0
308 1.2l PureTech 110	6.3	4.0	2.3
3008 1.6l BlueHDi 120	6.1	4.1	2.0
3008 1.2l PureTech 130	7.6	4.9	2.7
508 2.0l BlueHDi 180	6.3	4.0	2.3
PARTNER 1.6l BlueHDi	6.1	4.3	1.8

5. LA REVOLUCIÓ ELÈCTRICA

Actualment els cotxes elèctrics suposen un percentatge baix de les vendes mundials de vehicles, però tenen un ritme de creixement molt elevat cada any. Tot i això, la realitat és que avui en dia, no es pot prescindir encara del petroli. El sector energètic i del transport acaparen la major part de la producció de petroli mundial.

5.1. La transició del petroli a la electricitat

Segons un nou anàlisi per *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF) desvela que aquesta situació canviarà relativament amb un període de temps proper. La dècada de 2020 serà la massificació del vehicle elèctric i tindrà un impacte molt important en la demanda de combustibles derivats del petroli a nivell mundial.

La implementació del vehicle elèctric ha de venir necessàriament de la mà de la innovació tecnològica. Si es pensa en els mòbils, la televisió o el cotxe de combustió, amb tots aquests invents va haver-hi un moment en que van ser articles de luxe. Avui en dia la seva venda i utilització són completament generalitzades, però quan van aparèixer en el mercat, eren productes exclusius i cars d'adquirir. És l'avanç tecnològic el que permet rebaixar els costos de producció i millorar l'eficiència el que permet convertir-los en articles populars.

Així doncs, la dècada de 2020 suposarà el punt d'inflexió en la transició del petroli a la electricitat.



Figura 17. Previsió del volum de vendes de vehicles elèctrics i el percentatge que representaran en l'actual i següent dècada. Font: (Bloomberg.com)

L'estudi prediu que a partir del 2022 hi haurà una equivalència en els preus entre elèctrics i convencionals, el que accelerarà el seu ritme d'adopció fins arribar a ser el 35% de noves vendes al 2040. A partir d'aquest any, l'objectiu és no matricular ni vendre cap més vehicle nou amb emissions de CO₂.

En conseqüència, hi ha analistes que creuen que la demanda de petroli començarà a decréixer segons es vagi popularitzant la utilització de vehicles endollables (tant elèctrics purs com híbrids).

Es contempen tres possibles escenaris per una pròxima crisi del petroli, tot i que no seria tant dolenta com es podria arribar a pensar. Hi hauria un accés de petroli en el mercat i els preus haurien de continuar sent baixos durant anys.

Segons un anàlisi publicat també per la BloombergNEF, durant aquesta dècada els vehicles elèctrics aconseguiran obtenir un excedent de 2 milions de barrils de petroli al dia. Es preveu que pugui començar a passar entre el 2023 i el 2028, ocasionant un possible conflicte quan això prengués importància en funció de la velocitat de creixement de la venda de vehicles elèctrics.

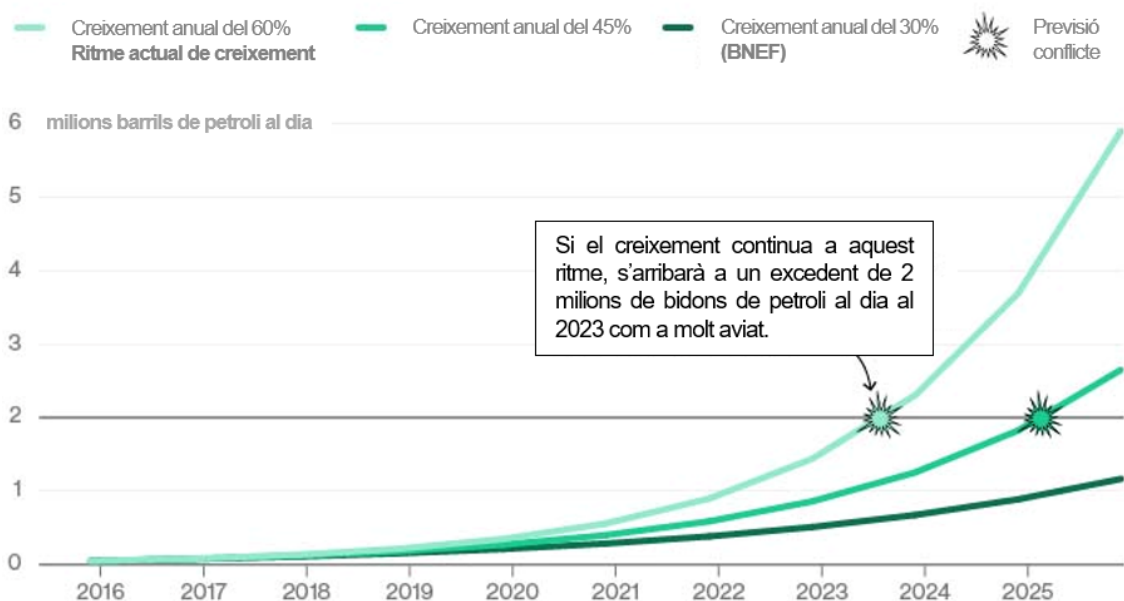


Figura 18. Gràfica dels tres escenaris previstos que poden ocasionar un conflicte d'excedència de barrils de petroli a causa de la taxa de creixement de les vendes de vehicles elèctrics. Font: (Bloomberg.com)

També és cert, que països menys desenvolupats fora de la UE podrien assumir aquest accés i donar-li sortida, ja que continuarien utilitzant vehicles de combustió perquè la seva infraestructura elèctrica o desenvolupament tecnològic no estaria preparat per l'electrificació dels seus medis de transport.

D'altra banda, un estudi de la OPEP, asseguren que en el 2040 els vehicles elèctrics encara seran minoritaris, deixant entre veure que no s'assolirà el compliment de la normativa Europea vigent aplicable a la pròxima dècada. Així doncs, no suposaria grans canvis en l'utilització dels combustibles fòssils.

5.2. La influència de les bateries

Durant el 2021, molts models elèctrics de diferents marques han estat a la venda al públic per un preu aproximat de 30.000 euros. Encara segueix sent un preu elevat per parlar de "massificació" del vehicle elèctric. Però si el preu es pot reduir a la meitat en menys d'una altra dècada, la situació és molt diferent. Després sí, començaria la revolució elèctrica a gran escala.

Si bé és cert que el cost del consum d'un vehicle elèctric per cada 100 km s'ha calculat que és menys d'un euro en diferents casos, segueixen sent cars respecte a vehicles equivalents de gasolina o gasoil.

Un terç del preu ve determinat per les bateries, de les quals el preu per unitat d'energia està reduint-se molt. Reduint el preu de les bateries amb una nova generació de bateries més econòmiques, sorgeixen dos efectes immediats: baixada en els preus del cotxes elèctrics, o augment de la seva autonomia, o ambdós circumstàncies.

Aquests dos efectes redueixen el dubte a l'adquisició del comprador generalista i ajuda a replantejar-se si un elèctric és el més convenient pel seu estil de vida. Doncs l'energia que consumeixen és més respectuosa amb el medi ambient.

Les previsions es basen en la reducció dels preus de les bateries de ió liti que, des del 2010, han caigut un 89%. Si al 2010 i 2015 s'adquirien per 1.000 i 350 dòlars per kWh, respectivament, l'estudi estima que en el 2025 el preu del kWh estarà per sota dels 120 dòlars i en el 2030 es trobaran per menys de 70 dòlars.

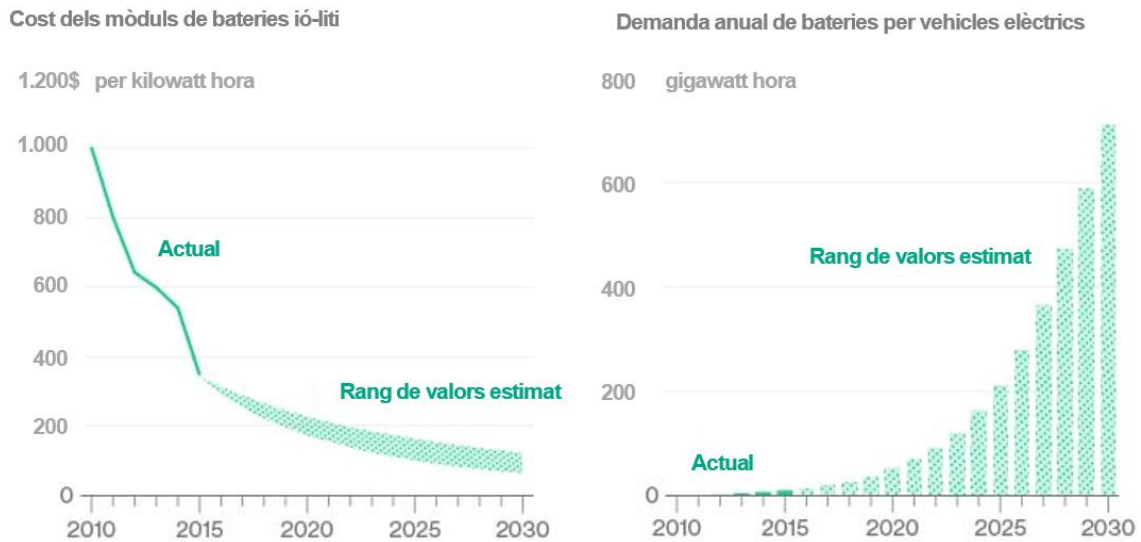


Figura 19. Evolució prevista del cost de les bateries ió-liti per kilowatt hora, juntament amb la demanda anual de bateries pel sector de l'automoció. Font: (Bloomberg.com)

Conseqüentment, aquest cost hauria de permetre als fabricants produir i vendre al mateix preu i amb el mateix marge de benefici que amb els models tèrmics. A més, les noves tecnologies químiques dels càtodes i la reducció de costos de fabricació, haurien de permetre una reducció important addicional a curt termini.

El cost de les matèries primeres que conformen els càtodes han caigut des del seu màxim del 2018, mantenint un preu estable durant el 2020. Els fabricants de bateries tenen actualment uns marges bruts de fins el 20%, mentre que les seves plantes productives tenen una taxa d'utilització superior al 85%. La utilització d'aquests recursos ajudarà a abaratir el conjunt de cel·les i mòduls que formen les bateries.

Fent referència especialment a la utilització de l'electròlit sòlid en aquesta indústria, pot permetre la reducció en un 40% el preu de les bateries respecte les tecnologies utilitzades actualment.

Si una quarta part dels vehicles que circulen pel món al 2040 són elèctrics, el consum de petroli es reduirà en 13 milions de barrils diaris. Això significarà un increment en el consum elèctric de 1.900 TWh, un 8% de la demanda elèctrica mundial de l'any passat.

5.3. El consum i la demanda durant l'actual revolució elèctrica

La demanda acumulada al 2010 només era de 0,5 GWh i es va preveure que al 2021 no arribaria a 100 GWh, però ha augmentat de tal manera que durant el 2020 ha superat els 525 GWh. A causa de la revolució elèctrica en l'actual dècada, es preveu que la demanda arribi a ser de 9.300 GWh al 2030.

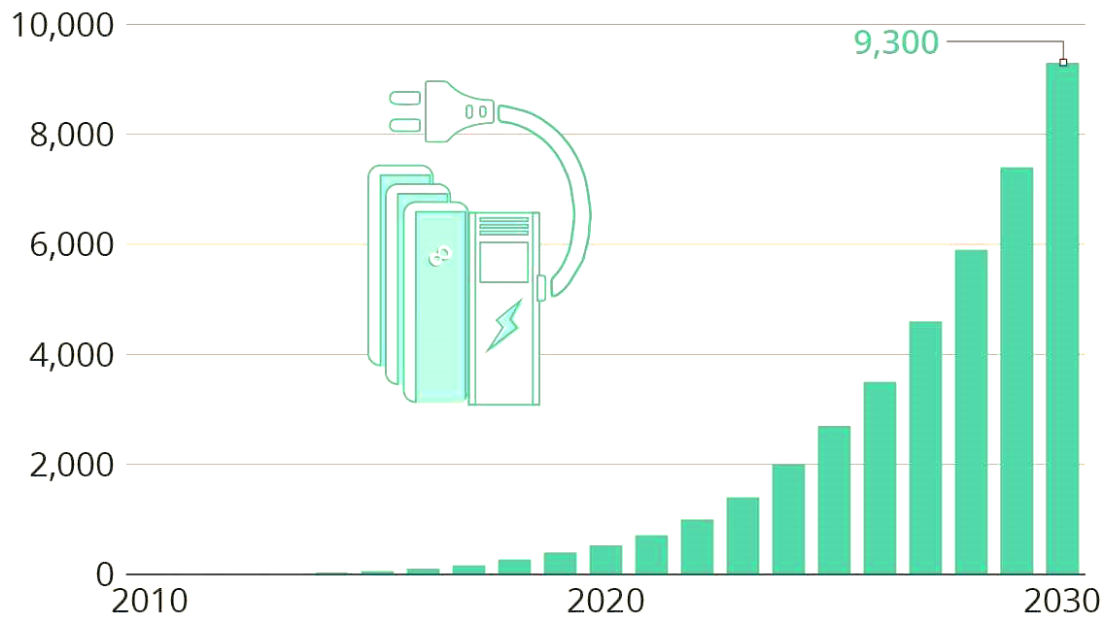


Figura 20. Gràfica de la demanda acumulada en GWh de bateries ió-liti utilitzades en el sector automobilístic i d'emmagatzematge d'energia. Font: (Bloomberg.com)

Pel 2040, també es preveu que el 35% dels vehicles de baixa potència seran elèctrics, amb unes xifres de venda aproximades de 41 milions d'automòbils a l'any. Això significa un increment de fins a 90 vegades la xifra del 2015, que va ser de 462.000 unitats o 550.000 amb els vehicles híbrids endollables inclosos.

Però d'altra banda, el gran beneficiat d'aquest descens en el preu, es creu que serà el sector d'emmagatzematge d'energia, que podrà crear una infraestructura d'emmagatzematge amb parcs cada vegada més grans i més econòmics, per aconseguir xarxes elèctriques més eficients i rentables pels operadors energètics.

S'ha de tenir en compte que aquest estudi no només té en compte les vendes de vehicles elèctrics nous, sinó que també té en compte la retirada de models de combustió interna que quedaran substituïts.

Per finalitzar, encara que l'estudi preveu que les vendes de vehicles elèctrics nous pujaran molt a partir de 2023, amb la gran varietat de models elèctrics que sortiran al mercat, es projecta que a l'any 2040 hi haurà un augment del 60% en el creixement del parc automobilístic global. Es preveuen unes vendes mundials d'elèctrics de 10 milions al 2025, 28 milions al 2030 i 56 milions al 2040, tot i ser una previsió molt optimista actualment.

Per l'any 2025 està previst que la producció de cel·les de bateries sigui de 1 TWh a l'any, suficient com per equipar els 10 milions de cotxes elèctrics amb bateries de 100 kWh de capacitat segons les vendes previstes per aquell any.

Un dels reptes més grans per assolir, serà proporcionar una infraestructura de càrrega apta per tot el volum de vehicles elèctrics que s'espera vendre durant la pròxima dècada.

6. MANUAL DE REFORMES DE VEHICLES

El 5 de setembre de 2007 va entrar en vigor la directiva 2007/46/CE del Parlament europeu, pel que es van crear unes directrius per a l'homologació dels vehicles de motor i dels seus sistemes, components i remolcs. Per ordenança de l'Ordre ITC/1620/2008, s'elaborà el manual de reformes d'importància per a vehicles, degut a l'aplicació de determinades directives de la CE, relatives a l'homologació de tipus de vehicles automòbils (agrícoles, remolcs, motocicletes i ciclomotors).

El Manual de reformes ha estat elaborat pel Ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat, juntament amb els òrgans competents en matèria de ITV de les Comunitats Autònomes. Actualment segueix en vigor la 6^a revisió establerta des del maig de 2020.

S'entén com a reforma d'importància, una modificació, substitució, actuació, incorporació o desinstal·lació efectuada en un vehicle que impliqui el canvi d'una o més característiques d'aquest (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018). El Manual de reformes estableix tota descripció d'una reforma tipificada, la seva codificació i documentació precisa per a la seva tramitació per l'homologació de la mateixa reforma.

L'objectiu de la seva aplicació manté el seu comportament pel que es refereix a les condicions de seguretat activa i passiva dels vehicles, com també la protecció del medi ambient. El real decret manté coherència entre la normativa europea d'homologació de vehicles i la nacional sobre les reformes de les mateixes, regulant d'aquesta manera, la tramitació de les reformes, tenint com a objecte la unificació de criteris de la legislació espanyola i l'emesa per la Unió Europea.

Així mateix, segons els requisits específics exigibles, també estableix la tramitació i documentació que s'ha de presentar davant dels òrgans de l'administració competent en matèria de la Inspecció Tècnica de Vehicles (ITV).

6.1. Estructura del manual

Aquest manual estableix els criteris, procediments i requisits que s'han de complir per la tramitació de les reformes de vehicles. Per aquest propòsit es divideix en quatre seccions:

- I. Vehicles de les categories M, N i O.
- II. Vehicles de categories L, Quads i UTV.
- III. Vehicles Agrícoles.
- IV. Vehicles d'Obres i/o Serveis

De conformitat amb l'annex I del Real Decret 866/2010, de 2 de juliol, de tipificació de les reformes de vehicles, cada una d'aquestes seccions està dividida en les següents funcions o grups:

- 1. Identificació
- 2. Unitat motriu
- 3. Transmissió
- 4. Eixos
- 5. Suspensió
- 6. Direcció
- 7. Frens
- 8. Carrosseria
- 9. Dispositius d'enllumenat i senyalització
- 10. Unions entre vehicles tractors i els seus remolcs o semiremolcs
- 11. Modificacions de les dades que apareixen a la targeta de ITV

Cada una d'aquestes funcions o grups estan dividits en codis de reforma (CR) que identifiquen les modificacions realitzades sobre un vehicle.



6.2. Actes reglamentaris

En aquest apartat s'inclou en diferents taules els actes reglamentaris (AR) aplicables per a cada codi de reforma (CR). Tenint en compte el seu camp d'aplicació i la categoria del vehicle objecte d'homologació al que es realitza la transformació, l'emissor de l'informe d'homologació analitzarà únicament els punts del AR que es vegin afectats per la reforma.

Els AR s'aplicaran segons la columna 3 o requisits alternatius de la columna 4 de l'Annex I del Real Decreto 2028/1986, de 5 de juny, tenint en compte els següents criteris d'aplicació:

- (1) L'AR s'aplica en la seva última actualització en vigor, a data de tramitació de la reforma.
- (2) L'AR s'aplica en l'actualització en vigor a la data de la primera matriculació del vehicle, si l'homologació del mateix exigeix l'AR inclòs a la taula. En cas que l'AR no sigui exigint per l'homologació del vehicle en la data de la seva primera matriculació, s'haurà d'aplicar al menys l'AR en la primera versió inclosa en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de juny, com obligatòria (A).
- (-) L'AR no és aplicable a la categoria del vehicle.
- (X) No és possible realitzar la reforma al vehicle, coincidint en aquest cas com un NO en el camp d'aplicació per aquella categoria.

6.2.1. Unitat motriu

Modificacions sobre la configuració de la unitat motriu del vehicle:

2.1. Modificació de les característiques o substitució dels elements del sistema d'admissió del comburent. (REV 4)

Taula 11. Actes reglamentaris de la modificació o substitució d'elements del sistema d'admissió.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 2.1		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Nivell sonor admissible	70/157/CEE	(2)
Emissions	70/220/CEE	(2)
Emissions (Euro 5 i 6), vehicles lleugers/accés a la informació	Reglament (CE) Nº 715/2007	(2)
Fums dièsel	72/306/CEE	(2)
Sortints exteriors	74/483/CEE	(2)
Camp de visualització davantera	77/649/CEE	(2)
Emissions dièsel	88/77/CEE	-

2.2. Modificació de les característiques o substitució dels elements del sistema d'alimentació de combustible. (REV 5)

Taula 12. Actes reglamentaris de la modificació o substitució del sistema d'alimentació de combustible.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 2.2		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Nivell sonor admissible	70/157/CEE	(2)
Emissions	70/220/CEE	(2)
Emissions (Euro 5 i 6), vehicles lleugers/accés a la informació	Reglament (CE) N ^o 715/2007	(2)
Dipòsits de combustible	70/221/CEE	(1)
Frenat	70/320/CEE	(2)
Paràsits radioelèctrics (compatibilitat electromagnètica)	72/245/CEE	(2)
Emissions dièsel	88/77/CEE	-
Masses i dimensions (automòbils)	92/21/CEE	(1)
Equips especials per GLP	Reglament CEPE/ONU 76R	(2)
Equips especials per GNC	Reglament CEPE/ONU 110R	(2)
Sistemes especials d'adaptació al GLP o GNC	Reglament CEPE/ONU 115R	(2)

2.3. Modificació o substitució de la unitat motriu per una de característiques diferents. (REV 6)

Taula 13. Actes reglamentaris de la modificació o substitució de la unitat motriu.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 2.3		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Nivell sonor admissible	70/157/CEE	(2)
Emissions	70/220/CEE	(2)
Emissions (Euro 5 i 6), vehicles lleugers/accés a la informació	Reglament (CE) N ^o 715/2007	(2)
Dipòsits de combustible	70/221/CEE	(1)
Frenat	70/320/CEE	(2)
Paràsits radioelèctrics (compatibilitat electromagnètica)	72/245/CEE	(2)
Emissions dièsel	88/77/CEE	-
Pneumàtics	92/23/CEE	(1)
Masses i dimensions (automòbils)	92/21/CEE	(1)
Equips especials per GLP	Reglament CEPE/ONU 76R	(2)
Equips especials per GNC	Reglament CEPE/ONU 110R	(2)
Sistemes especials d'adaptació al GLP o GNC	Reglament CEPE/ONU 115R	(2)
Sistemes per retro adaptació de motors a Combustible Dual	Reglament CEPE/ONU 143R	(1)

2.4. Modificació de la ubicació, substitució, addició o reducció del número de dipòsits de combustible. (REV 1)

Taula 14. Actes reglamentaris de la substitució i reducció del número de dipòsits de combustible.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 2.4		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Nivell sonor admissible	70/157/CEE	(2)
Emissions	70/220/CEE	(2)
Emissions (Euro 5 i 6), vehicles lleugers/accés a la informació	Reglament (CE) N ^o 715/2007	(2)
Dipòsits de combustible	70/221/CEE	(1)
Frenat	70/320/CEE	(2)
Paràsits radioelèctrics (compatibilitat electromagnètica)	72/245/CEE	(2)
Emissions dièsel	88/77/CEE	-
Masses i dimensions (automòbils)	92/21/CEE	(1)
Pneumàtics	92/23/CEE	(1)
Equips especials per GLP	Reglament CEPE/ONU 76R	(2)
Equips especials per GNC	Reglament CEPE/ONU 110R	(2)
Sistemes especials d'adaptació al GLP o GNC	Reglament CEPE/ONU 115R	(2)

2.11. Transformació a Vehicles elèctrics o híbrids i les seves modificacions. (REV 5)

Taula 15. Actes reglamentaris de la transformació a vehicle elèctric i les seves modificacions.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 2.11		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Nivell sonor admissible	70/157/CEE	(2)
Emissions	70/220/CEE	(2)
Emissions (Euro 5 i 6), vehicles lleugers/accés a la informació	Reglament (CE) N ^o 715/2007	(2)
Dipòsits de combustible	70/221/CEE	(1)
Frenat	70/320/CEE	(2)
Paràsits radioelèctrics (compatibilitat electromagnètica)	72/245/CEE	(2)
Emissions dièsel	88/77/CEE	-
Pneumàtics	92/23/CEE	(1)
Masses i dimensions (automòbils)	92/21/CEE	(1)
Seguretat elèctrica (*)	Reglament CEPE/ONU 100R	(2)
Equips especials per GLP	Reglament CEPE/ONU 76R	(2)
Equips especials per GNC	Reglament CEPE/ONU 110R	(2)

Sistemes especials d'adaptació al GLP o GNC	Reglament CEPE/ONU 115R	(2)
Anti-robo i immobilitzador	74/61/CEE	(2)
Identificació dels comandaments, llums de senyalització i indicadors	78/316/CEE	(1)
Mecanismes de direcció	70/311/CEE	(2)
Dispositius antigèl i antivaho	78/317/CEE	(2)
Dispositius limpiaparabris i netejaparabris	78/318/CEE	(2)
Sistemes de calefacció	2001/56/CE	(2)
Resistència mecànica a l'estructura	Reglament CEPE/ONU 66R	-

(*):

- Quan la transformació inclou modificació, addició o canvi de sistema d'acumulació d'energia recarregable, s'aplicarà el 100R02 o posteriors modificacions.
- Quan la transformació no inclou modificació, addició o canvi de sistema d'acumulació d'energia recarregable, s'aplicarà el 100R02 menys per aquells vehicles homologats de tipus de conformitat amb el 100R01 i/o vehicles matriculats abans del 15/07/2016 que s'aplicarà el 100R01.

2.12. Vehicles elèctrics o híbrids: modificació, substitució, addició o reubicació del sistema d'acumulació d'energia recarregable. (REV 5)

Taula 16. Actes reglamentaris de la addició del sistema d'acumulació d'energia recarregable en vehicles elèctrics.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 2.12		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Nivell sonor admissible	70/157/CEE	(2)
Frenat	70/320/CEE	(2)
Paràsits radioelèctrics (compatibilitat electromagnètica)	72/245/CEE	(2)
Masses i dimensions (automòbils)	92/21/CEE	(1)
Seguretat elèctrica (*)	Reglament CEPE/ONU 100R	(1)
Mecanismes de direcció	70/311/CEE	(2)
Resistència mecànica a l'estructura	Reglament CEPE/ONU 66R	-

(*):

- Aquesta transformació inclou sempre el compliment del 100R02 o posteriors modificacions.

6.2.2. Frens

Modificacions que afecten al sistema de frenada del vehicle:

7.2. Incorporació/desinstal·lació de sistemes auxiliars d'absorció d'energia cinètica. (REV 2)

Taula 17. Actes reglamentaris de la incorporació de sistemes auxiliars d'energia cinètica.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 7.2		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Frenat	71/320/CEE	(2)
Paràsits radioelèctrics (compatibilitat electromagnètica)	72/245/CEE	(2)

6.2.3. Carrosseria

Reformes que afecten al condicionament interior dels vehicles:

8.24. Instal·lació de convertidors de corrent continua a corrent alterna. (REV 6)

Taula 18. Actes reglamentaris de la instal·lació de convertidors de corrent continua a corrent alterna.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 8.24		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Homologació autobusos i autocars	Reglament CEPE/ONU 36R	x
Homologació autobusos i autocars	Reglament CEPE/ONU 52R	x
Autobusos i autocars	Reglament CEPE/ONU 52R	x
Paràsits radioelèctrics (compatibilitat electromagnètica)	72/245/CEE	x

8.31. Instal·lació o desinstal·lació d'elements fixes que afectin l'estructura de l'espai destinat a càrrega del vehicle. (REV 5)

Taula 19. Actes reglamentaris de la instal·lació d'elements fixes que afecten l'estructura de l'espai destinat a càrrega del vehicle.

ACTES REGLAMENTARIS de la Reforma 8.31		
Sistema afectat	Referència	Aplicable a M ₁
Masses i dimensions (resta vehicles)	97/27/CE	x
Autobusos i autocars	2001/85/CE	x
Homologació autobusos i autocars	Reglament CEPE/ONU 36R	x
Homologació autobusos i autocars	Reglament CEPE/ONU 52R	x
Autobusos i autocars	Reglament CEPE/ONU 52R	x
Sistemes de calefacció	2001/56/CE	x

7. DESCRIPCIÓ DEL DISSENY ADOPTAT PER TRANSFORMAR EL VEHICLE

7.1. Modificacions prèvies

La tipologia de canvis necessaris a realitzar perquè la conversió de vehicle amb motor de combustió a motor elèctric sigui factible, seran bàsicament mecànics pel que fa a les operacions de substitució o eliminació dels components que no serveixen una vegada feta la transformació.

Les principals modificacions prèvies del projecte que es realitzaran a l'inici del procés sobre el vehicle original i que es tindran en compte a l'hora de certificar la reforma, es diferencien en les següents:

- Substitució del motor de combustió interna
- Eliminació del sistema de refrigerant
- Eliminació del sistema d'escapament
- Substitució del sistema d'emmagatzematge i alimentació de combustible
- Eliminació del sistema de generació de corrent

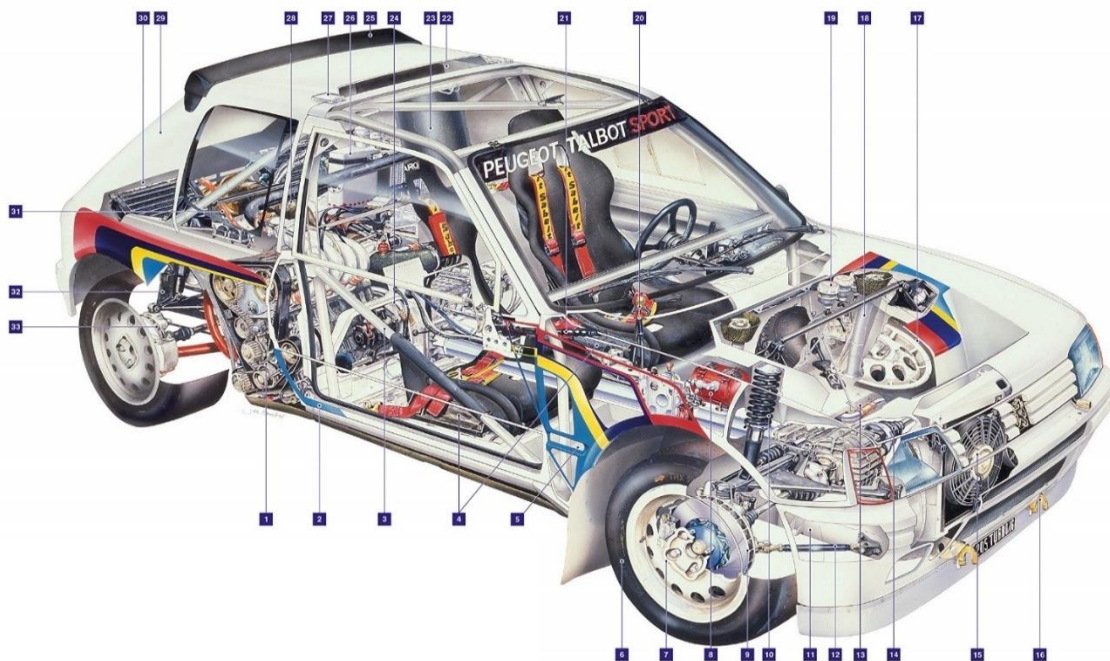


Figura 21. Visualització dels elements principals del Peugeot 205 T16 de competició i la seva ubicació.
Font: (Haynes.com)

7.1.1. Substitució del motor de combustió interna

Es substitueix el **conjunt motor** XUD7 de PSA del Peugeot 205 dièsel, que té la bomba de buit sobre l'arbre de lleves, juntament amb el seu bloc i la cargolera corresponent. A continuació es mostren les característiques del motor original del vehicle, de cilindrada 1.769 cc que serà reemplaçat per un nou motor elèctric.

Taula 20. Dades tècniques del motor original del vehicle receptor.

Peugeot 205 PLUS DIÈSEL	
Motorització	1.8 D
Període	1992-1996
Identificació del motor	XUD7 Z
Tipologia de motor	4 en línia 8v
Diàmetre x carrera	80.0 mm x 88.0 mm
Cilindrada	1.769 cm ³
Relació de compressió	23,0 : 1
Potència fiscal/real	12,93 CVF / 43,5 kW
Potència màxima	60 CV (44 kW) a 4.600 rpm
Parell màxim	110 Nm a 2.000 rpm
Tracció	Davantera
Transmissió	Manual, 5 velocitats
Acceleració 0-100 km/h	15,1 s
Velocitat màxima	155 km/h
Consum combinat (L/100 km)	5,6

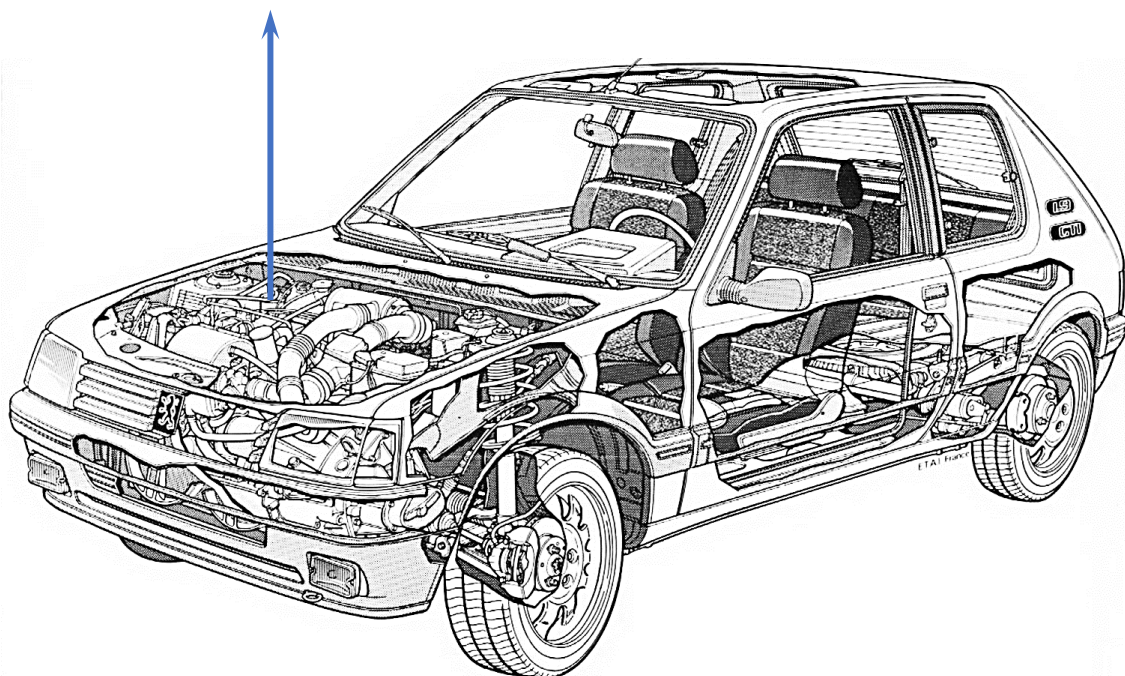
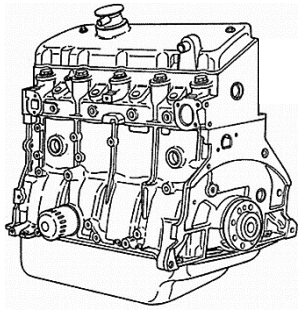


Figura 22. Visualització de la substitució del motor de combustió original del model Peugeot 205 Plus Dièsel. Font: (servicebox.mpsa.com)

7.1.2. Eliminació del sistema refrigerant

Es desinstal·la el conjunt del sistema refrigerant com a conseqüència de la substitució del motor de combustió, referenciat a l'apartat anterior. El conjunt que dona forma i compon el sistema de refrigeració que cal substituir, el formen els següents components:

► La **bomba d'aigua**, formada pel col·lector d'entrada d'aigua motor, la junta tòrica del bloc cilindre de fundició, la politja i la junta de la bomba d'aigua, entre altres elements de cargoleria.

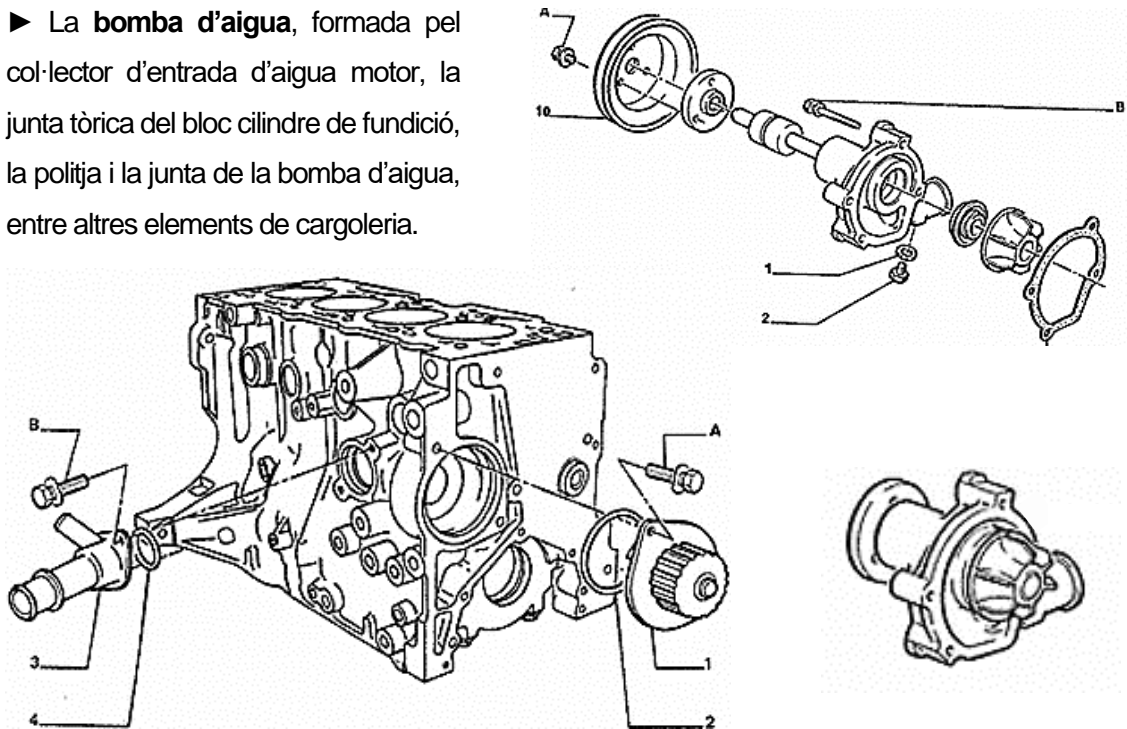
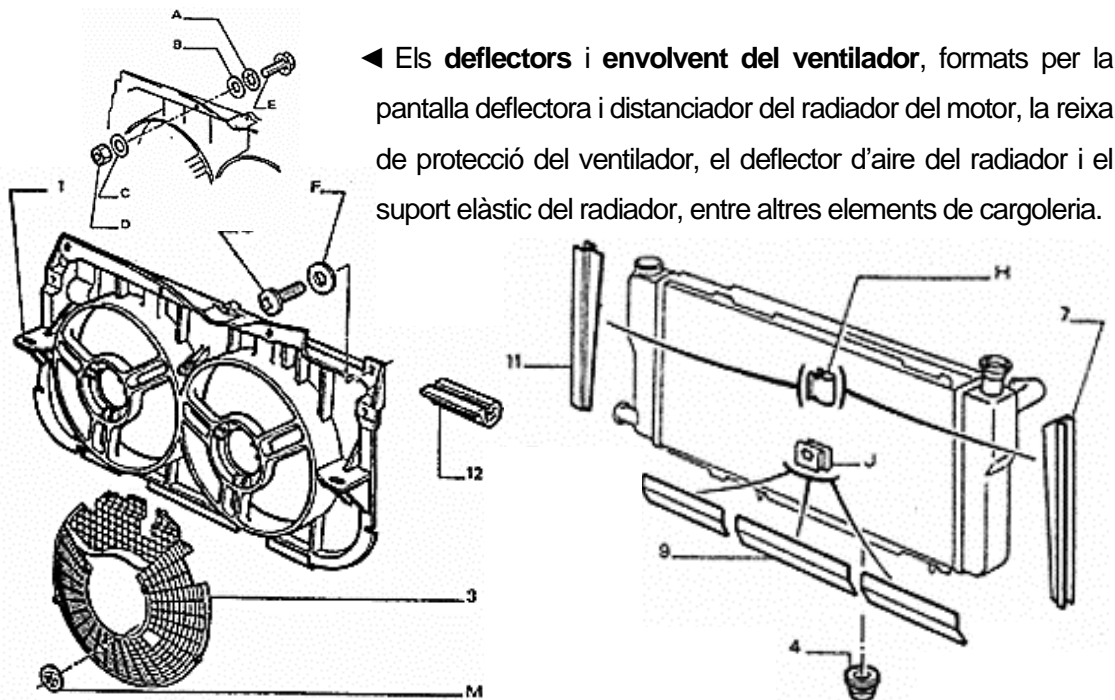


Figura 23. Desinstal·lació de la bomba d'aigua del sistema de refrigeració. Font: (servicebox.mpsa.com)



◀ Els **deflectors i envoltant del ventilador**, formats per la pantalla deflectora i distanciador del radiador del motor, la reixa de protecció del ventilador, el deflector d'aire del radiador i el suport elàstic del radiador, entre altres elements de cargoleria.

Figura 24. Desinstal·lació dels deflectors i el conjunt ventilador i radiador del sistema de refrigeració. Font: (servicebox.mpsa.com)

▼ Els **tubs d'aigua del radiador** i el conjunt que el constitueix, format per la caixa de sortida d'aigua motor i la seva tapa, el termocontacte d'aigua motor, el tub *by-pass* de la sortida d'aigua, el cargol de purga i el termòstat d'aigua motor, amb la junta del termòstat, el col·lector d'aigua motor i l'obturador, entre altres elements de racordatge i cargoleria

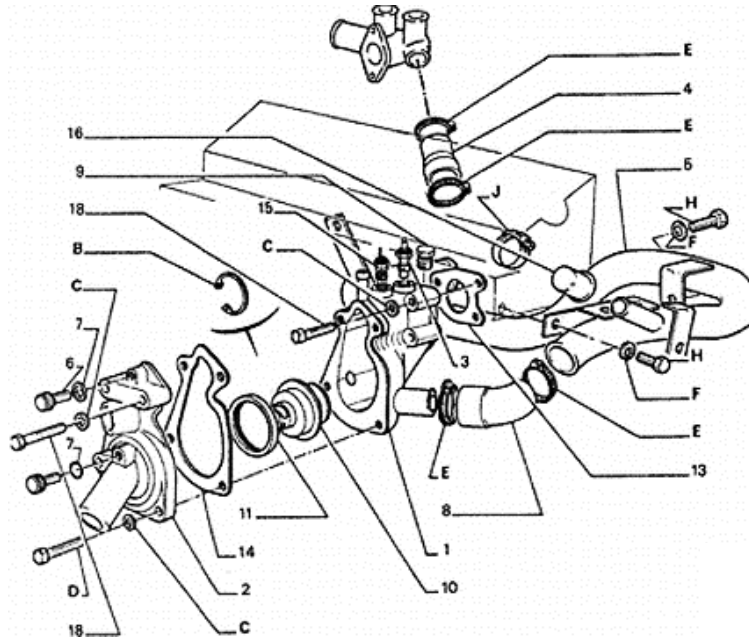
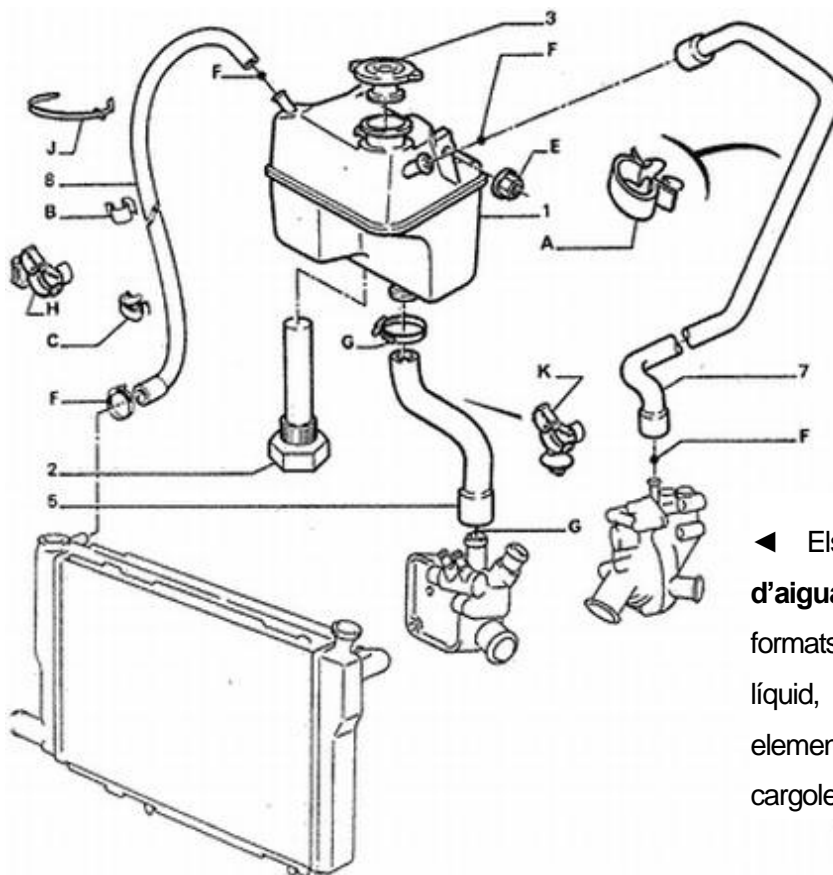


Figura 25. Desinstal·lació dels tubs d'aigua del radiador del sistema de refrigeració. Font: (servicebox.mpsa.com)



◀ Els **tubs de circulació d'aigua** i el **vas d'expansió**, formats pel captador de nivell de líquid, i vàlvules, entre altres elements de racordatge i cargoleria.

Figura 26. Desinstal·lació dels tubs de circulació d'aigua i vas d'expansió del sistema de refrigeració. Font: (servicebox.mpsa.com)

► El **motoventilador** i **termocontacte del motor**, juntament amb el **radiador**, formats per l'hèlice, el protector, la junta, i termocontacte del motoventilador, entre altres elements de cargoleria.

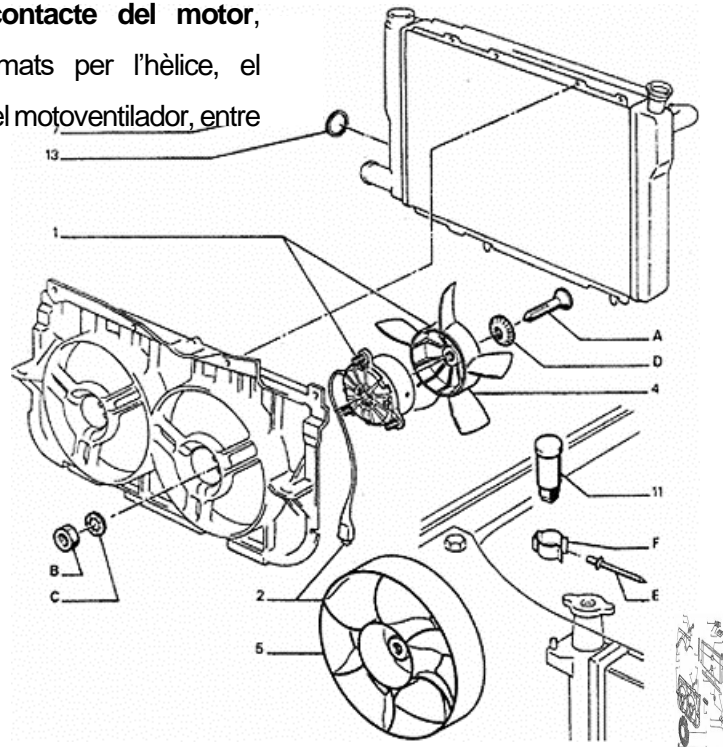


Figura 27. Desinstal·lació del motoventilador, el termocontacte i el radiador del sistema de refrigeració. Font. (servicebox.mpsa.com)

7.1.3. Eliminació del sistema d'escapament

Es substitueix el conjunt del sistema d'escapament, com a conseqüència de la substitució del motor de combustió. El conjunt del sistema d'escapament que cal substituir, el formen els següents components:

▼ L'**escapament** de la part **davantera** del vehicle, format pel tub davanter d'escapament, el ressonador de gasos d'escapament i la junta del silenciós d'escapament, entre altres elements de cargoleria.

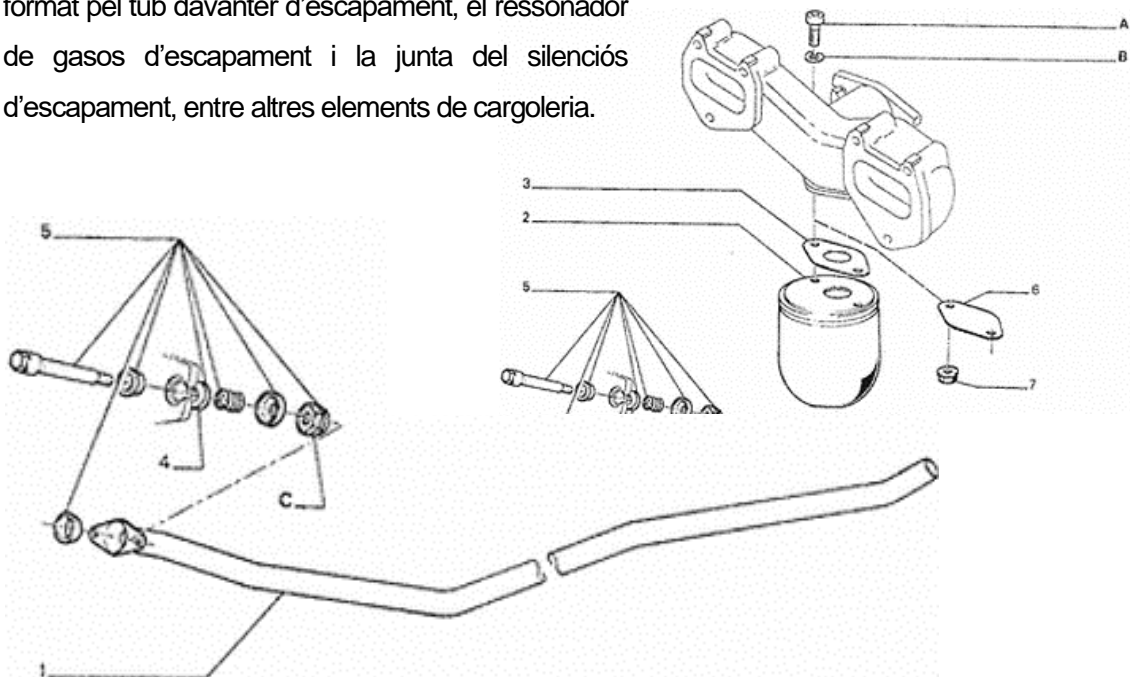
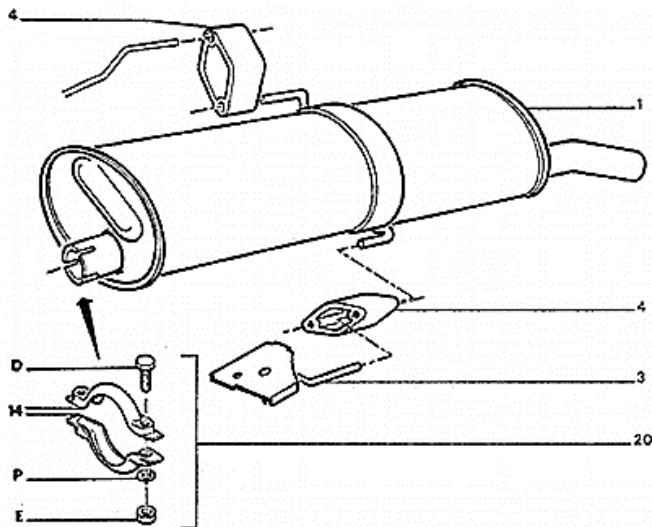


Figura 28. Desinstal·lació de l'escapament de la part davantera. Font. (servicebox.mpsa.com)



◀ L'escapament de la part posterior del vehicle, format pel silenciador d'escapament posterior i el suport de la línia d'escapament, entre altres elements de cargoleria.

Figura 29. Desinstal·lació de l'escapament de la part posterior. Font. (servicebox.mpsa.com)

7.1.4. Substitució del sistema d'emmagatzematge i alimentació de combustible

Es substitueix el conjunt del sistema d'emmagatzematge i alimentació de combustible, com a conseqüència de la substitució del motor de combustió. El conjunt del sistema descrit, el formen els següents components:

► La **bomba d'injecció**, formada pel pin de centratge, el suport de la bomba i el convertidor de depressió, entre altres elements de cargoleria.

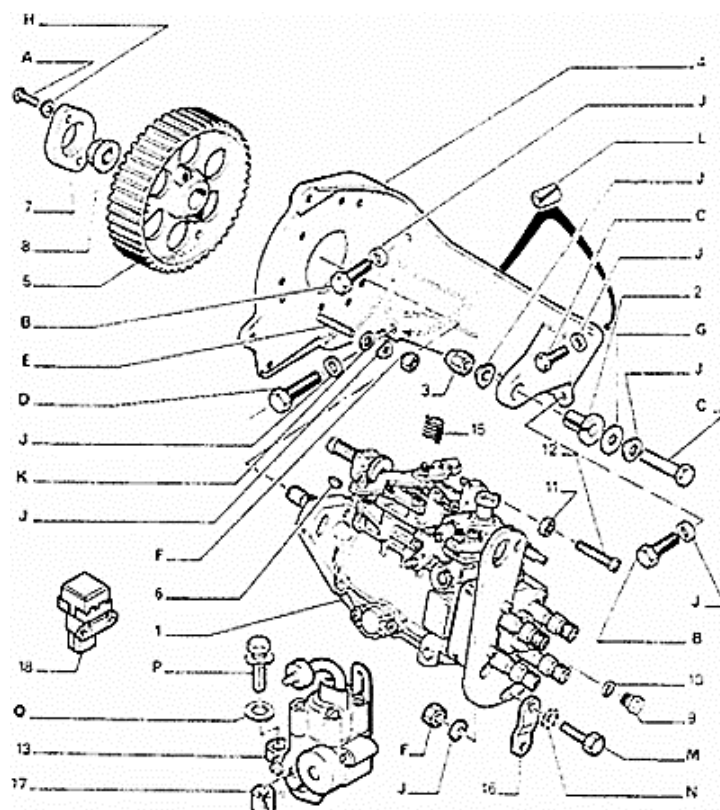
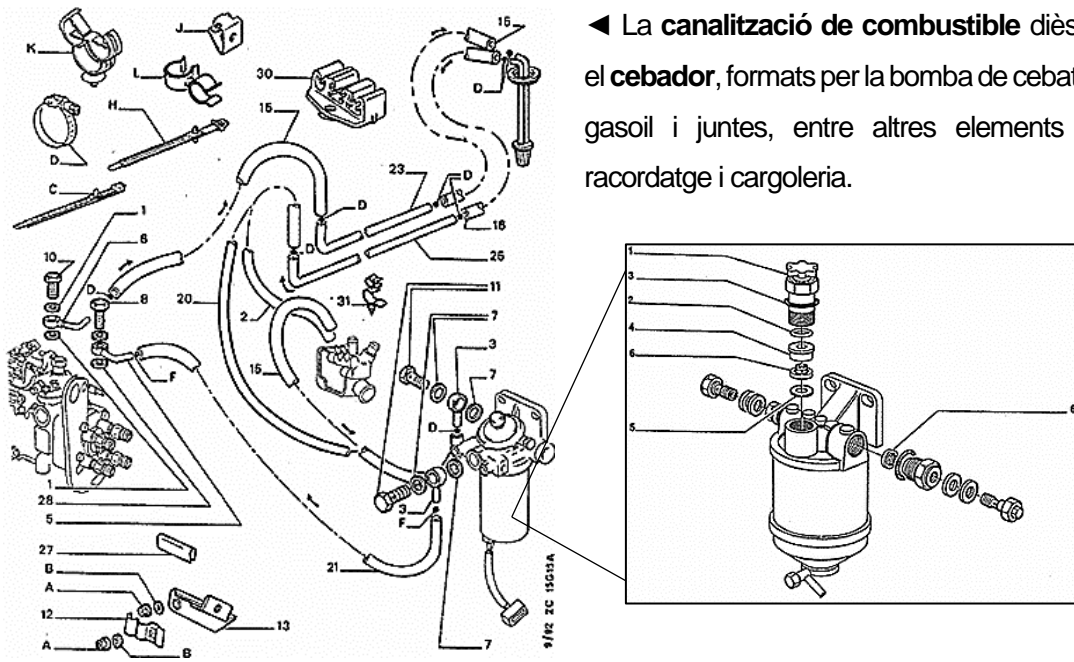


Figura 30. Desinstal·lació de la bomba d'injecció del sistema d'alimentació de combustible. Font. (servicebox.mpsa.com)



◀ La **canalització de combustible** dièsel i el **cebador**, formats per la bomba de cebat de gasoil i juntes, entre altres elements de recordatge i cargoleria.

Figura 31. Desinstal·lació de la canalització de combustible del sistema d'alimentació. Font. (servicebox.mpsa.com)

▶ El **col·lector d'admissió**, format per la junta del col·lector, entre altres elements de recordatge i cargoleria.

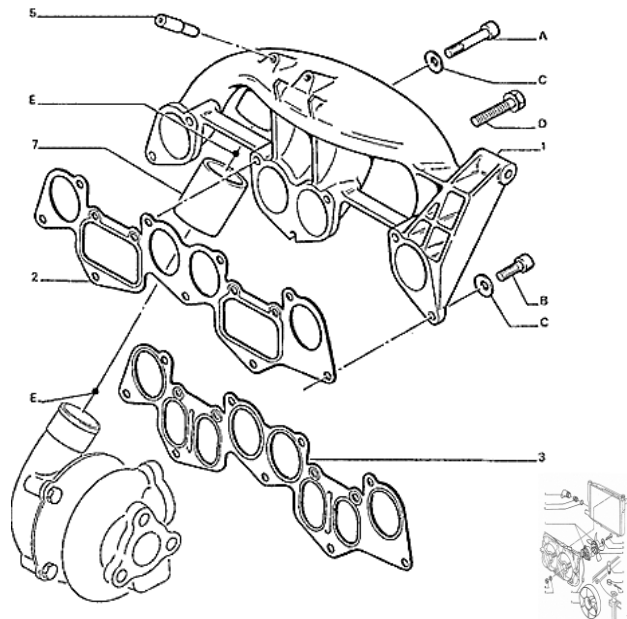
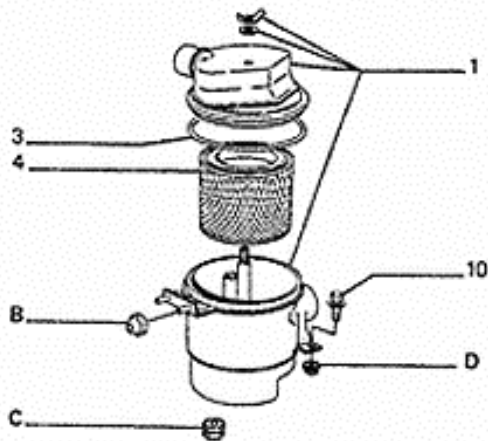
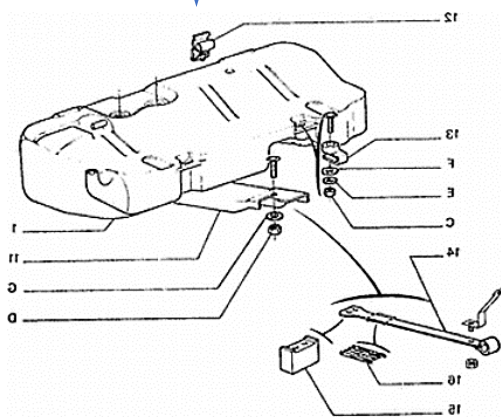
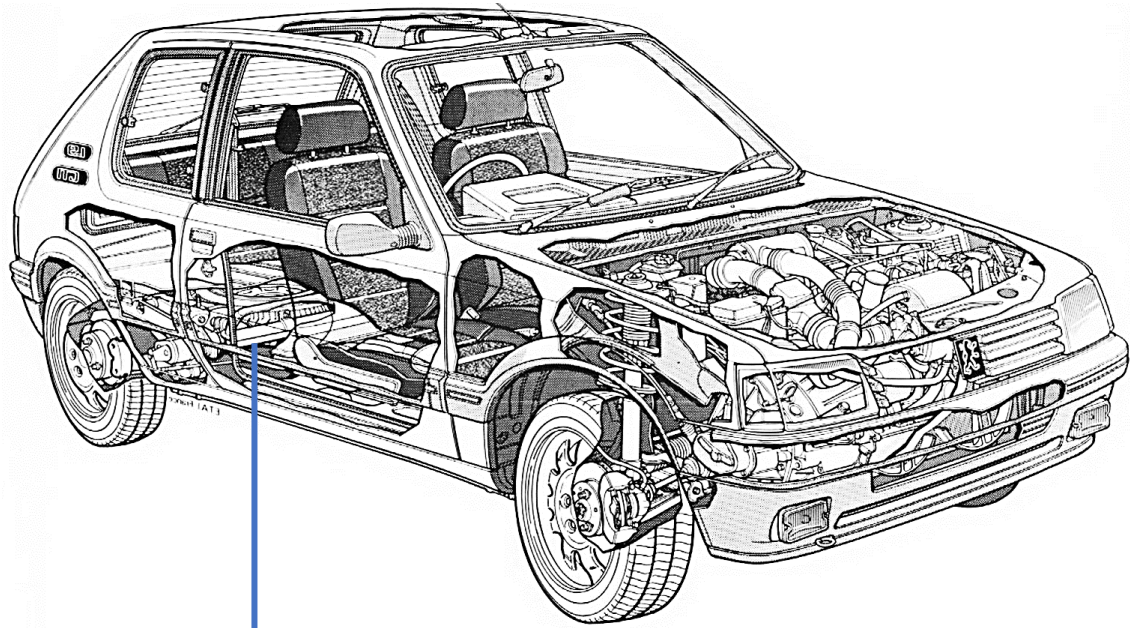


Figura 32. Desinstal·lació del col·lector d'admissió. Font. (servicebox.mpsa.com)



◀ El **filtre d'aire sec**, format per l'element filtrant d'aire del filtre i tubets, entre altres elements de cargoleria.

Figura 33. Desinstal·lació del filtre d'aire. Font. (servicebox.mpsa.com)



◀ El dipòsit de combustible dièsel, format per la pantalla tèrmica i el suport del dipòsit, entre altres elements de cargoeria.

Figura 34. Visualització de la desinstal·lació del dipòsit de combustible original del Peugeot 205 Plus Dièsel. Font. (servicebox.mpsa.com)

► El filtre de gasoil, format per la cuba del filtre i l'element filtrant dièsel, la tapa i el detector d'aigua, entre altres elements de cargoeria.

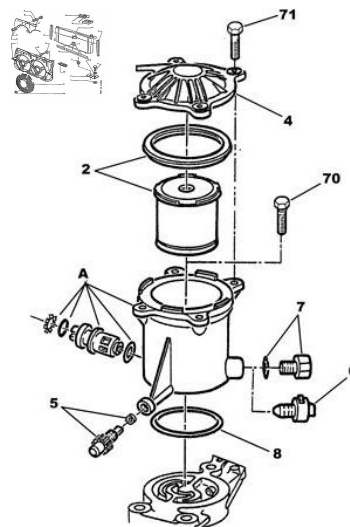


Figura 35. Desinstal·lació del filtre de gasoil. Font. (servicebox.mpsa.com)

► El **tub d'emplenat del dipòsit**, format per la vàlvula i altres tubs, i la trampilla del tap de combustible, entre altres elements de racordatge i cargoleria.

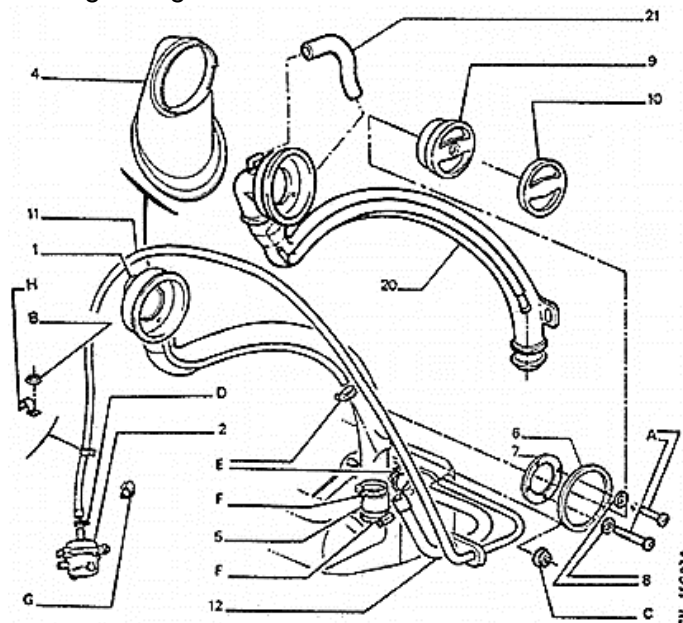


Figura 36. Desinstal·lació dels tubs d'emplenat del dipòsit. Font. (servicebox.mpsa.com)

7.1.5. Eliminació del sistema de generació de corrent

Es desinstal·la l'**alternador** que forma part del sistema de generació de corrent del vehicle original. Aquest està format pel rotor, l'estator, rodaments, el regulador i el condensador de l'alternador.

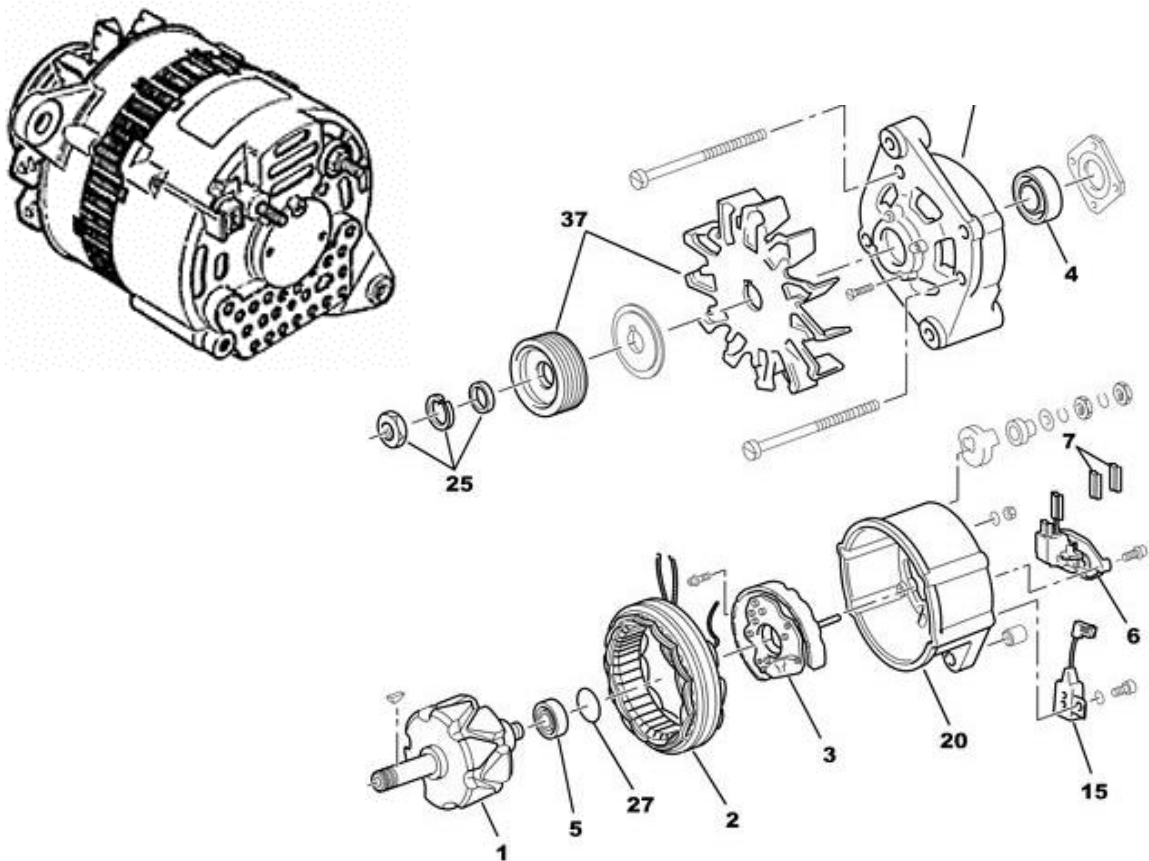


Figura 37. Desinstal·lació de l'alternador. Font. (servicebox.mpsa.com)

7.2. Principi de funcionament

El sistema de funcionament del vehicle una vegada realitzada la conversió amb un motor elèctric, pretén tenir el mateix principi que un vehicle elèctric nou de fàbrica.

Des de la toma de càrrega internacional situada a la tapa del dipòsit del vehicle, s'endolla el cable de subministrament on s'inclou una protecció de seguretat en el mateix.

La càrrega es controla en alta tensió alterna monofàsica (220 V) o trifàsica (400 V). Es pot carregar el vehicle des d'una toma de càrrega domèstica o una toma de càrrega accelerada.

Aquesta es dirigeix al carregador incorporat (OBC) que converteix la tensió alterna a tensió contínua per poder distribuir-la al bloc de bateries i poder-les carregar. De les bateries l'alta tensió contínua surt direcció al controlador, on converteix la tensió en alterna trifàsica per subministrar-la al motor elèctric de corrent alterna que està connectat a la transmissió del vehicle, i també regula la velocitat del mateix motor. D'aquesta manera, també exerceix com a inversor, convertint el corrent continu en altern pel motor.

D'altra banda, s'incorpora un convertidor de corrent continu perquè les bateries d'alta tensió carreguin la bateria auxiliar constantment, ja que es treu el motor de combustió i conseqüentment l'alternador. Aquesta bateria auxiliar de 12 V proporcionarà electricitat per les llums, puja-vidres, ràdio, entre altres elements del vehicle.

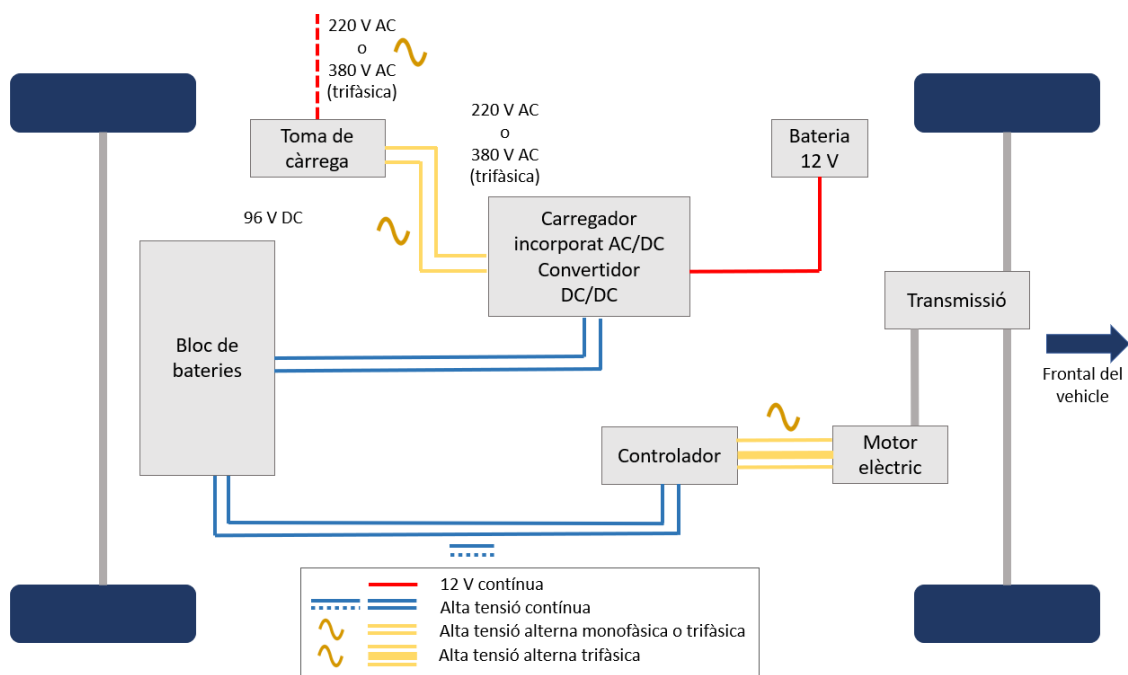


Figura 38. Esquema del principi de funcionament del vehicle una vegada realitzada la conversió a elèctric.

7.3. Motor elèctric

El motor del vehicle receptor es tracta d'un motor elèctric de corrent alterna trifàsica (CA) de 15 kW de potència i un parell de 70 Nm, de la marca Letrika Mahle. Les dimensions són adequades al compartiment motor del vehicle receptor i permet realitzar les modificacions necessàries per poder-lo unir amb el conjunt de la transmissió.



Figura 39. Motor elèctric de corrent alterna de la marca Letrika Mahle. Font: (mahle.com)

Les seves característiques i prestacions són molt millors que les dels motors de corrent continu (CC) ja que aquests, són molt econòmics, molt pesants i en conseqüència menys eficients. En canvi, els motors que funcionen amb corrent alterna tot i ser més cars, compten amb millors prestacions: major eficiència i més lleugers, entre altres.

Com que en aquest cas el receptor del motor és un vehicle, es necessita un motor el més lleuger possible per no sobrepassar la diferència de massa màxima autoritzada respecte el motor que es treu. També, un factor no menys important a tenir en compte és la seva eficiència. Per tant, si un motor elèctric de corrent alterna té aquestes prestacions, per aquesta raó sempre s'escollirà abans que un motor de corrent continu.

La potència màxima del motor escollit és de 15 kW a 2.200 revolucions per minut. Cal recordar que l'eficiència d'un motor elèctric és molt més alta que un motor de combustió. Així que no cal caure en l'error de creure que és una potència insuficient per un vehicle que la seva TARA i el seu pes màxim admissible és de 800 kg i 1.300 kg, respectivament.

La massa del motor és de 37 kg i s'ha tenir en compte per la distribució del pes en el vehicle i el repartiment de la massa en l'eix davanter i posterior, a causa de la desinstal·lació i instal·lació dels diferents components per dur a terme l'electrificació del cotxe.

La tensió nominal a la que treballa és de 20 V, arribant a suportar un tensió màxima de 25 V al règim de gir màxim de 5.000 revolucions per minut. I a una intensitat de treball de 400 A, s'obté un parell de 70 Nm, sempre que la temperatura ambient durant el funcionament es trobi entre -20 °C i +45 °C. Per tant, es pot assegurar un correcte funcionament del motor en la gran majoria de condicions climatològiques, exceptuant algunes zones amb climes extrems.

Taula 21. Dades tècniques i característiques del motor elèctric.

Motor elèctric	
Marca	MAHLE Letrika
Model	IM7043
Nº de pols	4 (2 parells)
Tensió nominal AC	20 V
Tensió màxima AC	25 V
Potència màxima	15 kW a 2.200 rpm
Velocitat màxima	5.000 rpm
Parell màxim	70 Nm a 400 A
Pes	37 kg
Moment d'inèrcia	0,0226 kgm ²
Tipus protecció	IP55
Temperatura funcionament	-20 °C a +45 °C

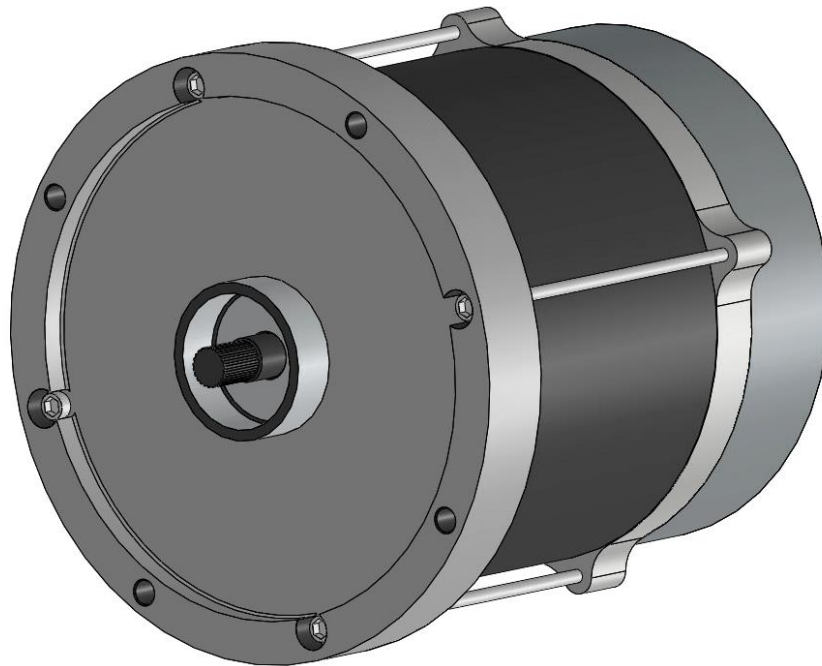


Figura 40. Representació 3D mitjançant a escala del motor elèctric escollit per la conversió.

7.4. Controlador

S'instal·la un controlador programable de la marca Curtis de gamma mitja, que incorpora d'origen el motor Mahle Letrika escollit. Una vegada instal·lat s'estudien les característiques i paràmetres de programació del mateix controlador programable.

La implementació i instal·lació d'un controlador en un motor elèctric i components adjunts, consisteix en exercir com a variador i regular la velocitat del motor. En aquest cas, el motor treballa a diferents velocitats amb intervals molt curts de temps, a diferència d'alguns motors d'aplicació industrial que varien molt poc sovint la seva velocitat. Per tant, el controlador és també un dels components principals de la transformació a elèctric, juntament amb el motor.

A més a més, la seva funció principal és ser la centraleta que assegura el correcte funcionament del sistema elèctric del vehicle, convertint l'electricitat de les bateries instal·lades, a la tensió de funcionament necessària que requereix el motor.

Altrament dit, connecta el motor a una font d'alimentació i permet assegurar el correcte funcionament i gestió en les diferents operacions del motor subministrant la potència necessària en cada moment.

La tensió nominal permet que sigui qualsevol valor entre 24 V i 80 V sempre amb tensió alterna, ja que la tipologia del controlador escollit és AC.

Taula 22. Dades tècniques i característiques del controlador.

Controlador	
Marca	CURTIS
Model	1236 SE
Tipologia de motor	AC
Tensió nominal	24 – 80 V
Corrent màxim [2 min]	450 A
Corrent màxim [60 min]	185 A



Figura 41. Controlador de la marca Curtis. Font: (directindustry.es)

7.5. Conversor de corrent d'alta tensió

Un problema que apareix després de treure el motor de combustió, és que també s'ha de treure l'alternador. D'aquesta manera, no hi ha cap sistema que carregui la bateria del cotxe constantment.

Així doncs, el sistema que s'utilitza per carregar la bateria auxiliar per poder subministrar l'electricitat necessària per les llums, puja-vidres, radio, entre altres, és mitjançant un conversor de corrent continua (DC-DC). En aquest cas, es necessita convertir la tensió que provenen de les bateries fins a 12 V de la bateria auxiliar.

S'instal·la un conversor de la marca Holdwell que permet una tensió d'entrada d'entre 54 V i 100 V, convertint-los en una tensió de sortida de 12 V en corrent continu de 30 A, amb una màxima eficiència superior al 90%.



Figura 42. Conversor de la marca Holdwell. Font: (amazon.es)

Una altra funció del conversor és la protecció contra curtcircuits i són molt recomanats per aplicacions d'emmagatzematge en bateries. En definitiva, mitjançant la implementació d'aquest sistema, el bloc de bateries d'alta tensió carregaran la bateria auxiliar constantment.

Taula 23. Dades tècniques i característiques del conversor.

Conversor de corrent d'alta tensió	
Marca	HOLDWELL
Model	HW72V12V30A
Voltatge entrada	54 V a 100 V
Voltatge sortida	12 V CC $\pm 2\%$
Corrent sortida	30 A (màx.)
Màxima eficiència	$\geq 93\%$

7.6. Banc de bateries

S'instal·la un bloc de bateries a la part posterior de l'habitacle del vehicle. Aquest conjunt està format per un total de vuit bateries de gel de 12 V cada una i 100 Ah, connectades en sèrie. D'aquesta manera, s'aconsegueix obtenir una tensió de sortida de 96 V en corrent contínua.

La instal·lació del conjunt de bateries significa una reducció de l'espai interior a la zona d'equipatge del cotxe i una modificació en l'estructura d'aquest, ja que els elements que s'hi incorporen poden afectar a la seguretat dels ocupants del vehicle.

Per tant, les bateries s'uneixen entre elles amb una corretja regulable al seu voltant, i es fixen al terra del maleter amb unes platines i cargols.

Les bateries del tipus ió-liti són les que presenten millors característiques, sobretot d'autonomia, per instal·lar a un vehicle. Però el seu cost elevat i la seva geometria complexa i difícil per instal·lar-les dins la zona d'equipatge, fa que no sigui una opció viable per realitzar en la conversió objecte de l'estudi.



Figura 43. Bateria de gel de la marca Ultracell. Font: (amazon.es)

7.7. Tecnologia del mode de càrrega

El temps de càrrega de la bateria del vehicle depèn principalment de tres factors importants; el model i estat de la bateria del cotxe; el cable i el punt de càrrega; i el carregador del vehicle.

7.7.1. Toma de càrrega

S'instal·la una toma de càrrega internacional que està agrupada en un conjunt denominat BEPR (*Boitier Extérieur de Prise de Recharge*). Al treure el dipòsit de combustible, al mateix espai que sobra dins la tapa per repostar, es pot adaptar i instal·lar-hi la toma. Aquesta, té les següents funcions:

- Toma amb connexió de potència i comunicació.
- Detecció de connexió i desconexió.
- Sistema de bloqueig de la connexió.
- Interfície IHM (interruptor, indicador, llum).

S'observa el funcionament i la disposició del conjunt d'una toma de càrrega internacional d'un vehicle nou, però el funcionament és el mateix.

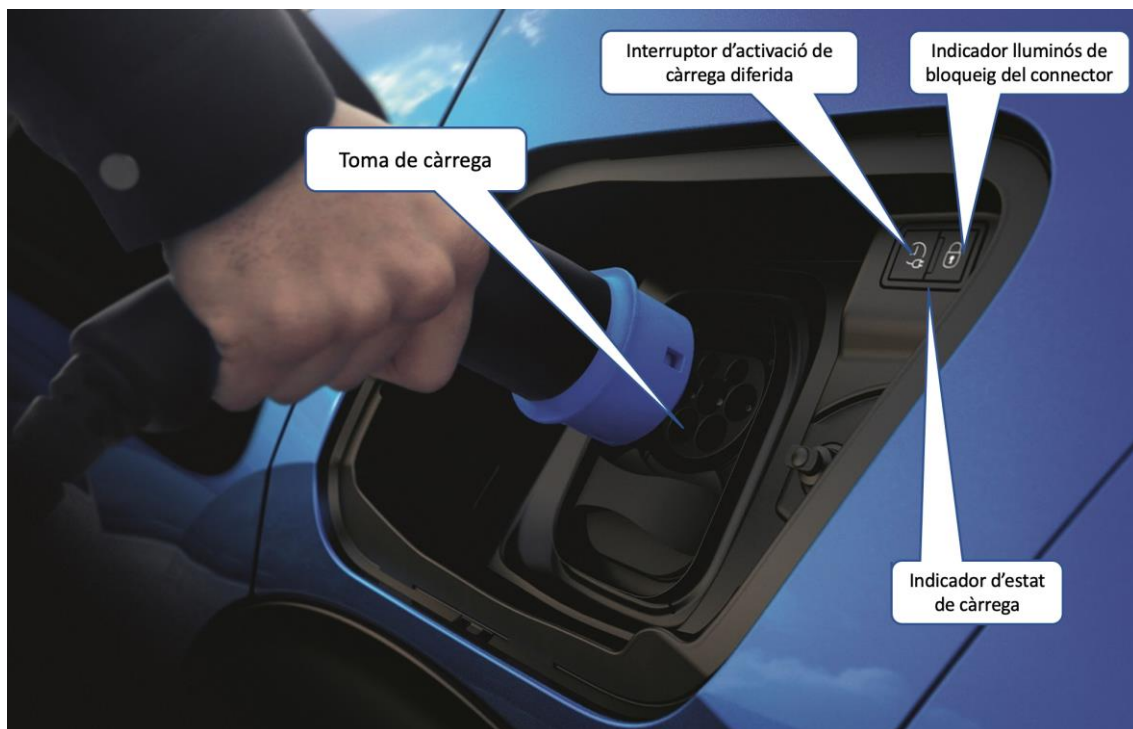


Figura 44. Toma de càrrega del vehicle, juntament amb els seus components i funcions (elaboració pròpia).

7.7.2. Carregador i tipus de càrrega existents

S'instal·la un carregador de la marca Peugeot, concretament del model e-208, compatible amb el vehicle objecte de l'estudi i la seva estructura elèctrica. Segons el carregador instal·lat, es consideren tres tipus de càrrega de bateria existents (Mode 2, 3 i 4).

Taula 24. Tipus (modes) de sistema de càrrega de la bateria (elaboració pròpia).

Tipus de càrrega de cable i de mode			
Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
Sense control de càrrega	Control de càrrega en el cable	Control i gestió de la càrrega en el punt de càrrega	Càrrega de corrent continu

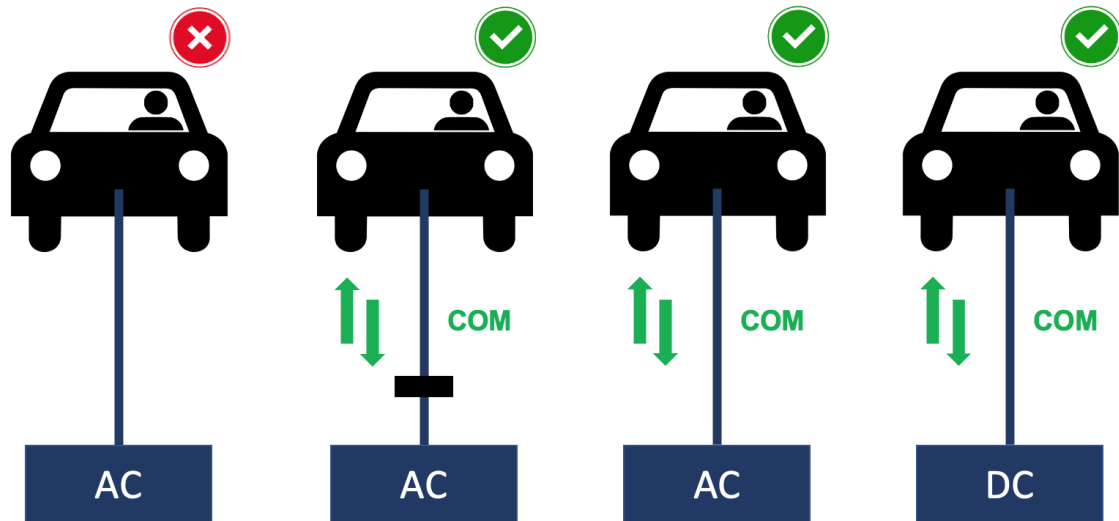


Figura 45. Tipus (modes) de sistema de càrrega de la bateria (elaboració pròpia).

Cal destacar, que el Mode 1 de càrrega no es contempla ja que no es té un control de l'estat de la càrrega en corrent altern (AC).

Pel que fa als altres respectius modes, les seves característiques són:

- **Mode 2:** es controla la càrrega en AC en el cable que es subministra juntament amb la compra de qualsevol vehicle elèctric nou i s'inclou en el mateix cable una protecció de seguretat. El cable d'aquest mode, s'ha de connectar a una toma elèctrica estàndard o una toma específica de tipus "Green Up". L'endoll té la forma estàndard de la UE. Existeix un cable de Mode 2 de 8 A i un altre de 14 A (adaptable a la toma "Green Up").

Taula 25. Estats del procés de càrrega i el significat a temps real de cada un.

Estat	Significat
POWER <i>verd fix</i>	Cable connectat i connexió elèctrica establerta
CHARGE <i>verd intermitent</i>	Càrrega en curs o condicionament tèrmic de l'habitacle programat en curs
CHARGE <i>verd continu</i>	Càrrega completada / toma de càrrega connectada
FAULT <i>vermell fix</i>	Anomalia, càrrega no autoritzada, parada immediata, comprovació de les connexions i de la instal·lació elèctrica

- **Mode 3:** es controla i gestiona la càrrega en AC en el punt de càrrega en un circuit específic. El cable es subministra juntament amb la compra del vehicle o es troba disponible com a accessori en depèn de quins models. Existeix un cable de Mode 3 monofàsic i un de trifàsic. El temps de càrrega amb el cable monofàsic podrà ser major en funció del punt de càrrega en comparació amb el cable trifàsic.
- **Mode 4:** càrrega de corrent contínua procedent del punt de càrrega DC corresponent a un punt de càrrega públic, el qual té el seu propi cable que subministra corrent continua d'alta tensió. La seva potència de càrrega oscil·la entre 50 i 100 kW i la majoria de punts de càrrega estan equipats amb tres estàndards per ser compatibles amb tots els vehicles elèctrics.

S'entén com a càrrega ràpida, un temps de càrrega des del 0 al 80% de la capacitat de la bateria.

D'altra banda, els diferents tipus de càrregues es diferencien a partir de les avantatges i inconvenients que presenten, entre una càrrega de corrent alterna (AC) i una càrrega de corrent contínua (DC).

Taula 26. Avantatges i inconvenients entre la utilització de corrent alterna (AC) i corrent contínua (DC).

Tipus de càrrega	Avantatges	Inconvenients
Corrent alterna AC	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilitat de recàrrega en qualsevol lloc. - Procés de recàrrega gestionat pel vehicle. - No es necessita una estació de càrrega específica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es necessita tenir un carregador incorporat (OBC). - Cost addicional en la fabricació del vehicle. - Impossible aconseguir una potència alta de càrrega.
Corrent continu DC	<ul style="list-style-type: none"> - Carregador i cable en el mateix punt de càrrega. - Càrrega ràpida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estació de càrrega de gran mida amb infraestructura d'alimentació. - Estació de càrrega costosa.

7.8. Placa adaptadora

Conseqüentment a la substitució del motor de combustió i al mantenir la caixa de transmissió, el nou motor elèctric no s'hi ajusta. La geometria del motor donant és totalment diferent al que incorporava. Així doncs, s'enginya un sistema per unir la caixa de transmissió amb el motor.

Es dissenya una placa adaptadora per unir ambdós elements, donant peu a una de les operacions més importants de la conversió, ja que requereix d'una alta precisió. Per contra, la geometria i funcionament de la transmissió poden perillar si hi ha errors de mesura, disseny i fabricació.

Hi ha fabricants que disposen de plaques testejades en diferents models de cotxe, però no és el cas d'un Peugeot 205. Encara no s'ha fet mai una conversió amb aquest model i per tant, es dissenya i es fabrica una placa única pel vehicle objecte de l'estudi, que també resulta ser la opció més econòmica.

7.8.1. Material

La placa adaptadora ha de ser d'un material dur, lleuger i econòmic. El material que reuneix totes aquestes característiques és l'alumini o també l'acer. L'acer al crom-molibdè (aliatge d'acer utilitzat per a les estructures de seguretat en cotxes de competició) presenta una alta resistència a la tracció i una alta ductilitat, però és menys lleuger que l'alumini.

Taula 27. Propietats de l'acer al crom-molibdè 25CrMo4.

Propietats de l'acer 25CrMo4		
Propietat	Valor	Unitat
Densitat	7.850	Kg m ⁻³
Mòdul de Young	2,05E+05	MPa
Coefficient de Poisson	0,29	-
Resistència a la tracció	655	MPa
Límit elàstic	900	MPa

En canvi l'alumini 6061-T6 (AISI / ASTM) és un aliatge dúctil i lleuger, amb gran resistència (semblant a la de l'acer) que es considera ideal per l'elaboració de peces mecanitzades d'alta qualitat i amb bon acabat superficial. A més, també presenta una alta resistència a la corrosió i és de fàcil mecanització tot i portar un tractament d'envelliment artificial (T6).

Per tant, la placa es fabrica d'alumini, igual que la majoria de plaques adaptadores que es troben al mercat sense tenir en compte condicions especials. A continuació, es mostren les seves propietats.

Taula 28. Propietats de l'alumini 6061-T6.

Propietats de l'alumini 6061-T6		
Propietat	Valor	Unitat
Densitat	2.700	Kg m ⁻³
Mòdul de Young	2,65E+05	MPa
Coefficient de Poisson	0,33	-
Resistència a la tracció	290	MPa
Límit elàstic	241	MPa

Taula 29. Composició química de l'acer 25CrMo4. Font: Elaboració pròpia (shew-esteelpipe.com)

Composició química de l'alumini 6061-T6 (% en massa)						
Si	Fe	Cu	Mg	Cr	Zn	Ti
0,40-0,80	≤0,70	0,15-0,40	0,80-1,20	0,04-0,35	≤0,25	≤0,015

Els avantatges addicionals a les seves característiques naturals, és que l'alumini 6061-T6 ofereix una resistència superior a la dels aliatges 6063. S'elabora mitjançant un tractament tèrmic i posteriorment un envelliment artificial, també presenta una òptima conformació amb el fred i és ideal per la soldadura.

El gruix de la placa depèn del parell i la potència proporcionats pel motor elèctric. Per a un motor de 15 kW de potència i un parell de 70 Nm, l'espessor recomanat és de mínim 17 mm. No obstant, s'utilitza una xapa de 20 mm de gruix i fàcil d'adquirir, ja que la mida anterior podria suposar dificultats per trobar-la al mercat.

Aquest increment no suposa una gran variació del pes i també millora la resistència a la força que exerceix la connexió entre la caixa de carvis i el motor elèctric.

7.8.2. Disseny

Es prenen les mides de la cara plana de la caixa de transmissió del vehicle receptor amb el mètode més precís possible, assegurant la mesura correcta de totes les cotes que formen la superfície i de la posició dels diferents forats en aquesta, per posar-hi els cargols. Es recomana revisar el procediment totes les vegades necessàries perquè l'error sigui mínim.

Durant el procés de disseny, s'imprimeix una còpia en paper a escala 1:1 per comprovar que tots els forats de la caixa de transmissió coincideixen a la perfecció. Si les dimensions són les adequades i els cargols es poden apuntar sense forçar-los, es repeteix el procediment amb una planxa d'1 mm d'espessor.

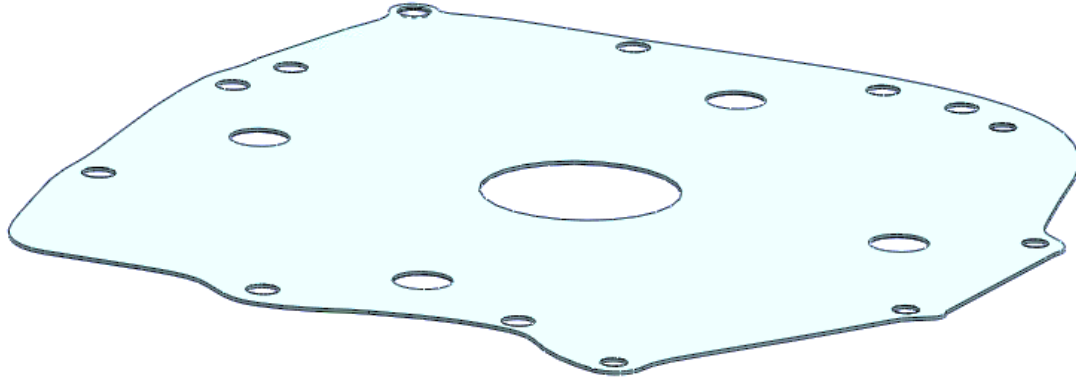


Figura 46. Planxa prototip per la placa adaptadora d'1 mm de grossor.

Aquestes dues operacions anteriors permeten modificar les cotes totes les vegades que es siguin necessàries sense haver de fabricar la placa final de 20 mm d'espessor. S'accepta una tolerància de 0,5 mm com a màxim tant en la planxa prèvia de 1 mm d'espessor com en la placa final de 20 mm d'alumini.

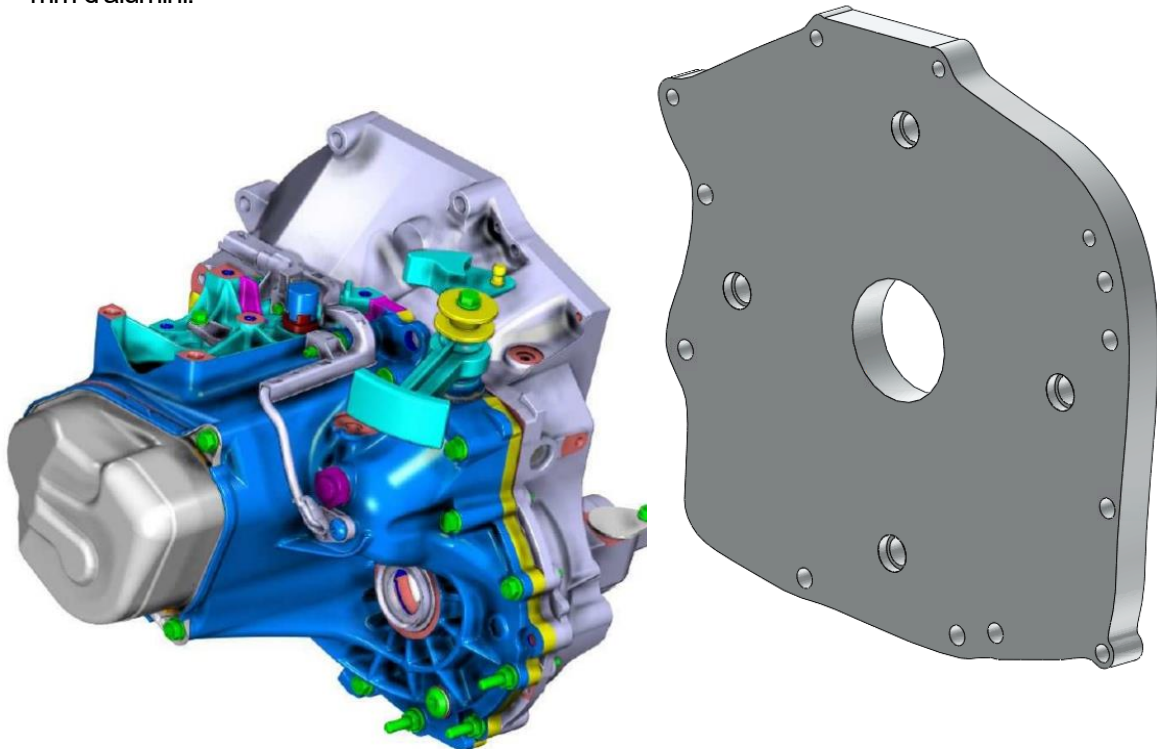


Figura 47. Representació de la funció d'unió de la placa adaptadora amb la caixa de transmissió.

S'observa que la geometria de la placa té forats mecanitzats en ambdues cares d'aquesta. S'uneix amb el motor elèctric per una cara amb cargols M12, i amb la caixa de canvis per l'altra cara amb cargols M8 i M10. També es mecanitza el forat del centre perquè pugui passar-hi bé l'eix del motor.

7.9. Unió del motor amb la transmissió

Acoblar el motor elèctric a la transmissió original del vehicle és una de les manipulacions mecàniques més importants que s'han de fer per aconseguir amb èxit la conversió d'un vehicle de combustió a vehicle elèctric.

Una possible solució és unir ambdós eixos amb un dispositiu d'acoblament. Normalment, els eixos tenen diàmetres diferents, diferent estriat o són cilindres plans amb una marca. Per tant, s'utilitzarien dos acoblaments de diàmetres diferents, un per l'eix del motor elèctric i un altre per l'eix de la caixa de transmissió, respectivament.

Alternativament, existeix una solució mitjançant la utilització del mateix embragatge del canvi de marxes original de l'automòbil receptor de la transformació. Mantenir la caixa de transmissió i no treure-la, permet que el cotxe mantingui el sistema de conducció mitjançant les marxes disponibles anteriorment a la conversió amb el motor de combustió.

D'aquesta manera, tot i que la resposta que ofereix un motor elèctric ja és molt bona, s'aconsegueix mantenir l'eficiència en diferents situacions de conducció tals com la sortida, o en les marxes curtes, mitges i llargues.

Mecànicament, mantenir la caixa de transmissió original muntada, també permet realitzar menys operacions prèvies de substitució de components i peces mecàniques relacionades amb el sistema de transmissió.

Finalment, un altre avantatge d'utilitzar aquest sistema és que proporciona la satisfacció al conductor de tenir la mateixa sensació de conducció a la que estava acostumat abans d'iniciar la conversió a vehicle elèctric.

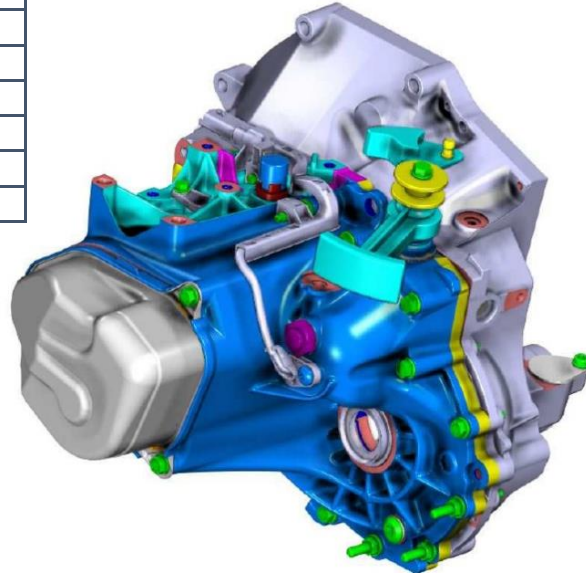
Així doncs, encara que la operació d'assemblar el motor amb la caixa de transmissió sigui complicada, adaptar el disc d'inèrcia del canvi a l'eix del motor elèctric és el sistema escollit per implementar la unió d'aquests dos elements.

7.9.1. Caixa de transmissió

Es manté la caixa de canvis original del Peugeot 205 objecte de l'estudi que pertany a la tipologia BE3 de PSA, utilitzada també en altres models posteriors de la marca per la seva fàcil adaptació a motors de les mateixes característiques del Grup.

Taula 30. Dades tècniques i característiques de la caixa de transmissió.

Peugeot 205 PLUS DIÈSEL	
Caixa de transmissió	1.8 D
Identificació	BE3
Motor PSA	XUD7 Z
Tipologia	Transversal
Transmissió	Manual, 5 velocitats
Màxim parell	110 Nm a 2.000 rpm
Distància al centre	170 mm
Màxim pes (amb oli)	33,8 kg
Quantitat d'oli	1,9 L



Taula 31. Relació de les marxes del canvi.

Relació de les marxes	
1a velocitat (:1)	3.306
2a velocitat	1.882
3a velocitat	1.280
4a velocitat	0.969
5a velocitat	0.757
Marxa enrere	3.471

Figura 48. Vista de la caixa de canvis BE3 d'un Peugeot 205. Font. (servicebox.mpsa.com)

Primerament, és molt important mantenir la posició exacta del volant d'inèrcia en relació al canvi de marxes i evitar així modificacions innecessàries o problemes en el funcionament. És necessari mesurar i verificar que tots els components que van dins la caixa de canvis, inclòs l'embragatge, ajustin perfectament.

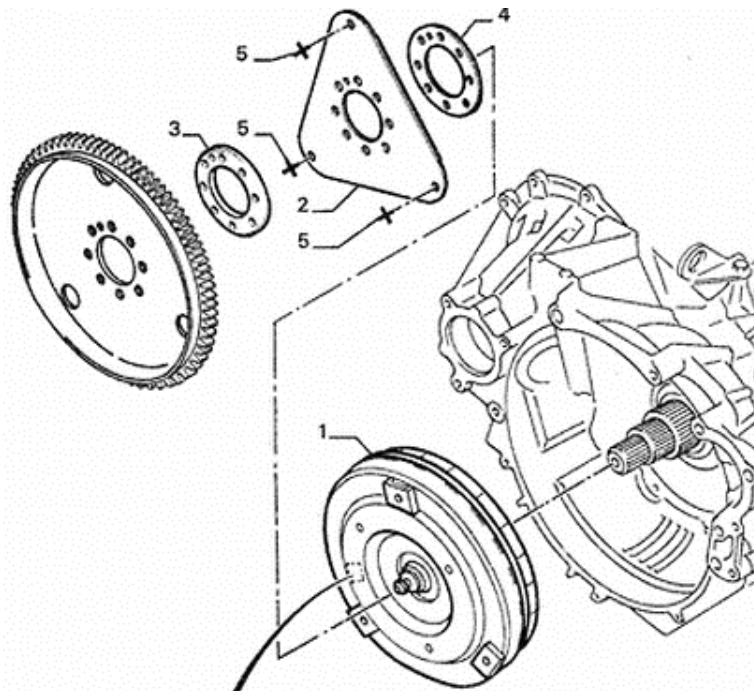


Figura 49. Disposició original del volant d'inèrcia respecte la caixa de transmissió i comprovació del seu funcionament. Font. (servicebox.mpsa.com)

Prèviament, per assegurar que el volant d'inèrcia gira perfectament centrat i pla respecte l'eix, es rectificava per corregir una possible diferència de gir i es reduïa el diàmetre del mateix. D'aquesta manera, també es reduïa la massa del volant i s'evita que pugui tocar lleugerament en alguna aresta de dins la caixa de canvis.

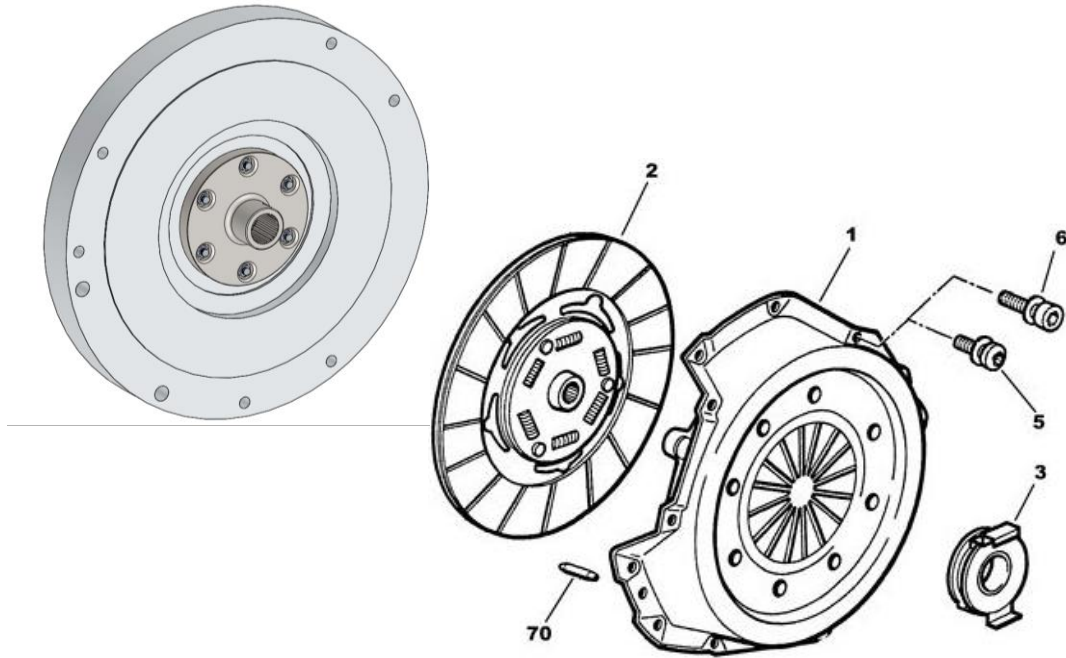


Figura 50. Conjunt format pel volant d'inèrcia rectificat i l'embregatge original del vehicle.

Una vegada realitzada la comprovació, s'uneix el volant d'inèrcia al motor mitjançant un útil de fixació, tornejat perfectament per l'eix del motor elèctric i que encaixi en el forat de la placa adaptadora.

Al substituir el motor de combustió, també es treu el cigonyal que precisament s'uneix al volant d'inèrcia, transmeten d'aquesta manera tot el moviment. Per tant, la instal·lació d'aquest útil soluciona el transmetre el moviment del motor al conjunt de la transmissió.

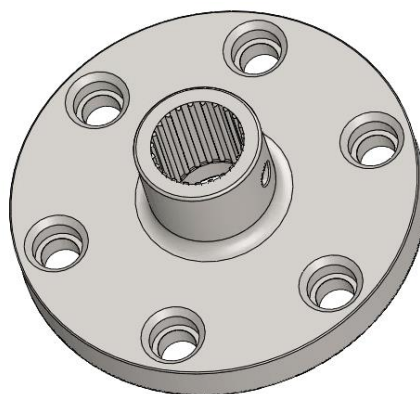


Figura 51. Útil de fixació tornejat per transmetre el moviment a partir de l'eix del motor elèctric i unir el conjunt motor i placa adaptador amb el volant d'inèrcia i la transmissió.

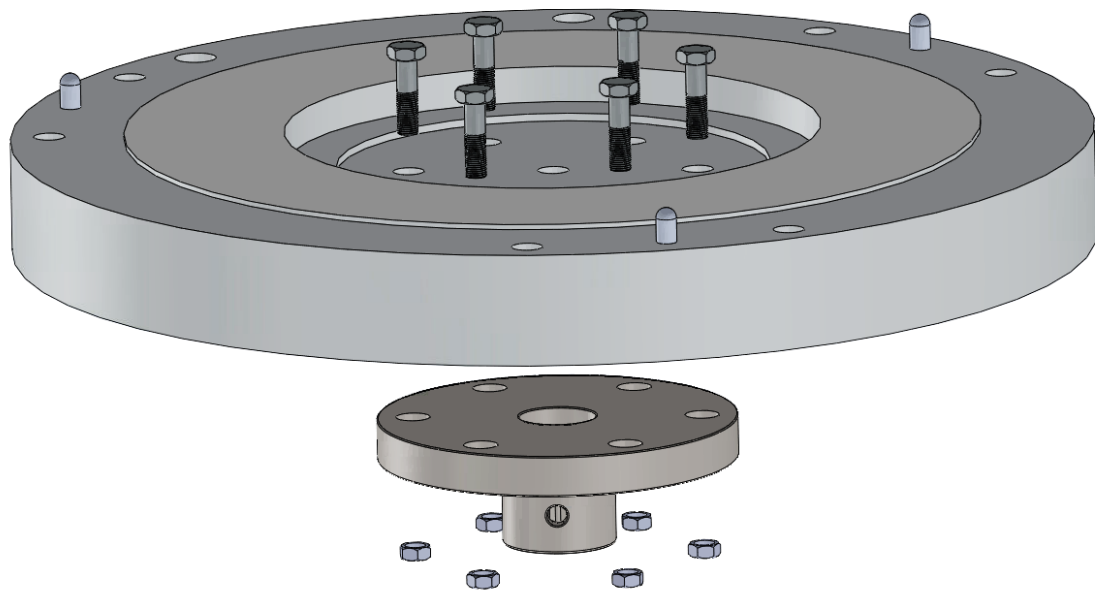


Figura 52. Vista explosionada de la unió de l'útil de fixació i el volant d'inèrcia.

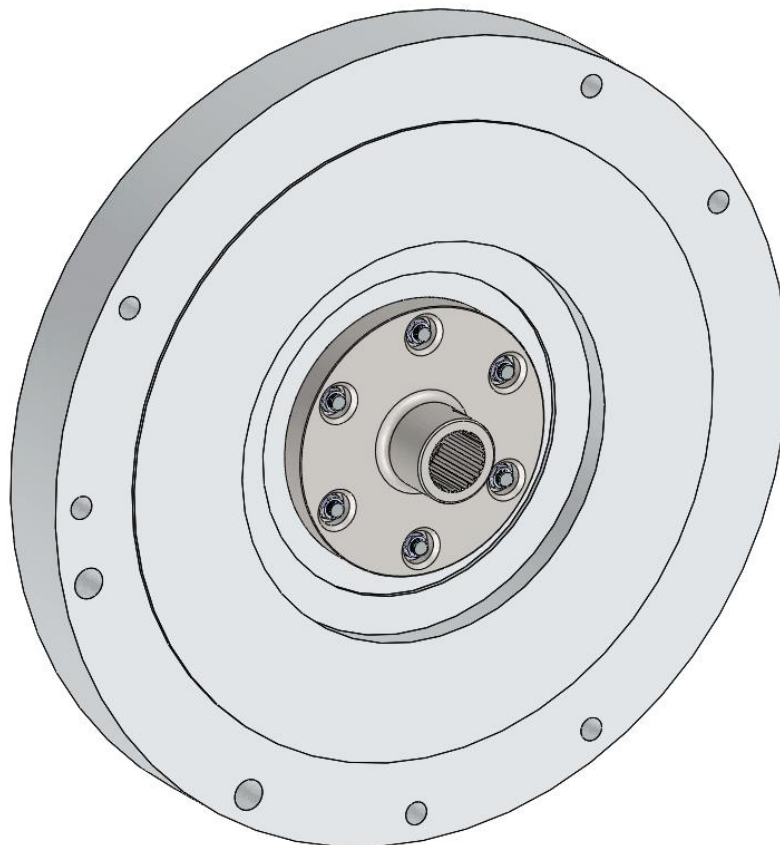


Figura 53. Vista del conjunt format per l'útil de fixació i el volant d'inèrcia.

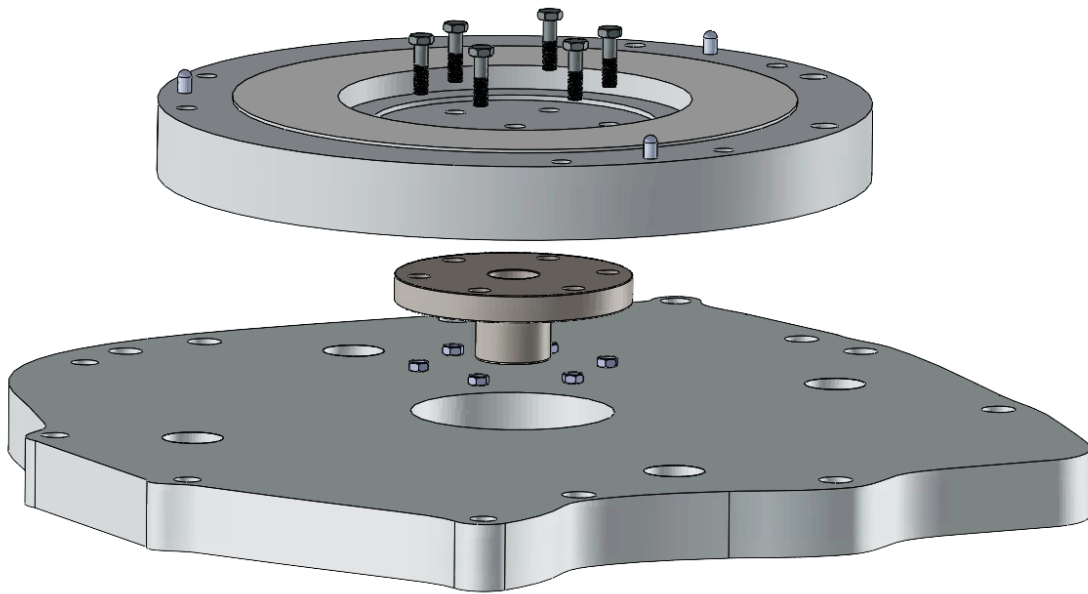


Figura 54. Vista explosionada de la unió de l'útil de fixació i el volant d'inèrcia, amb la placa adaptadora.

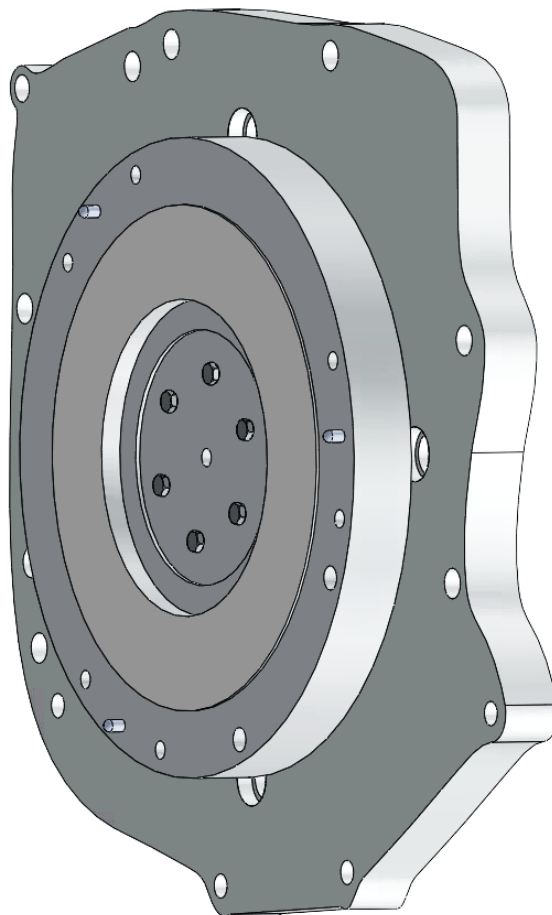


Figura 55. Vista del conjunt format per l'útil de fixació, el volant d'inèrcia i la placa adaptadora.

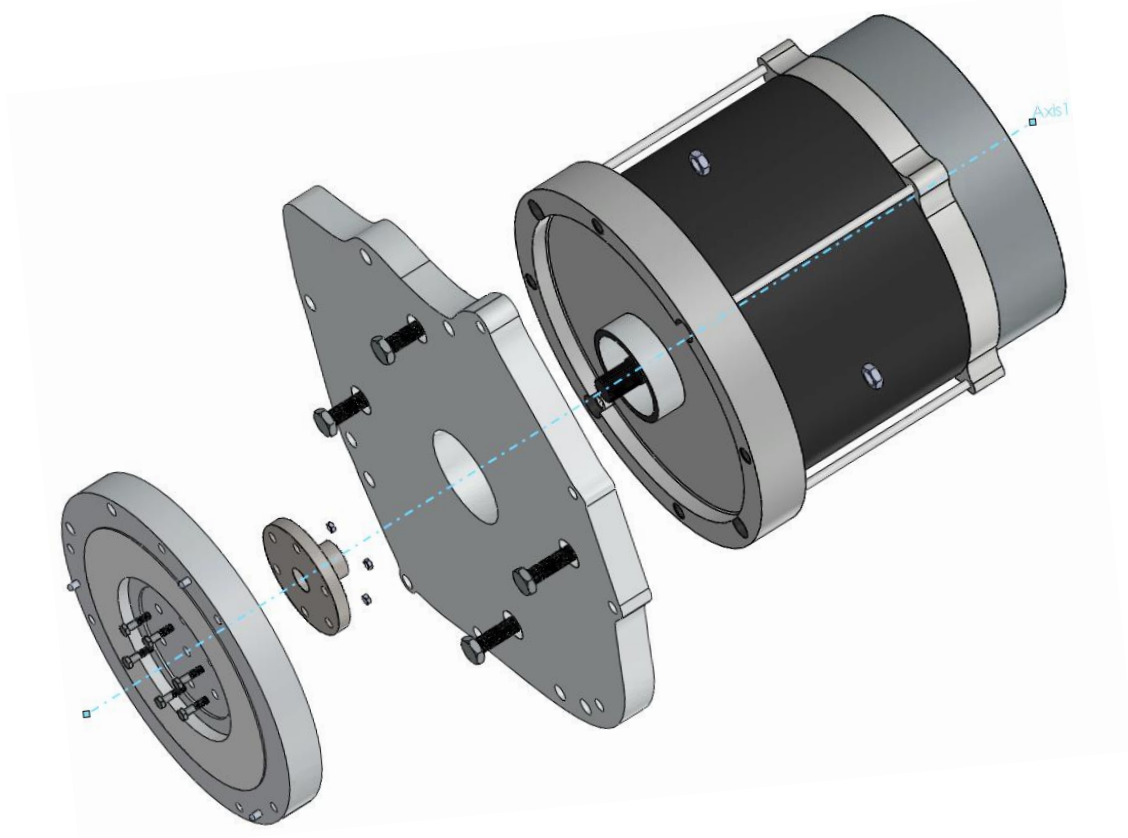


Figura 56. Vista explosionada de la unió de l'útil de fixació, el volant d'inèrcia, la placa adaptadora i el motor.

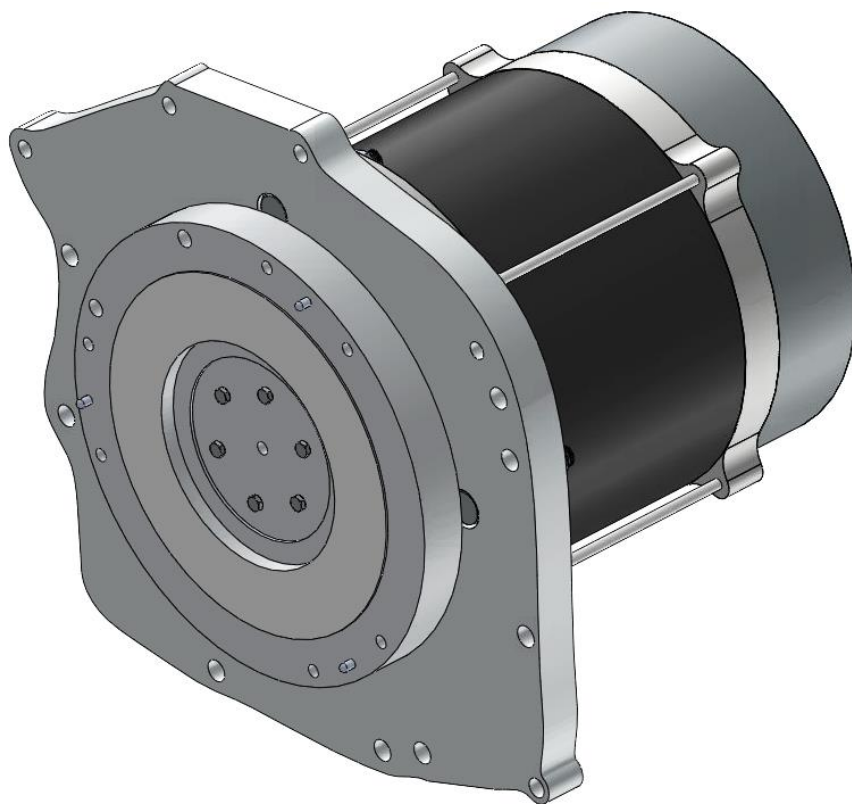


Figura 57. Vista del conjunt format per l'útil de fixació, el volant d'inèrcia, la placa adaptadora i el motor.

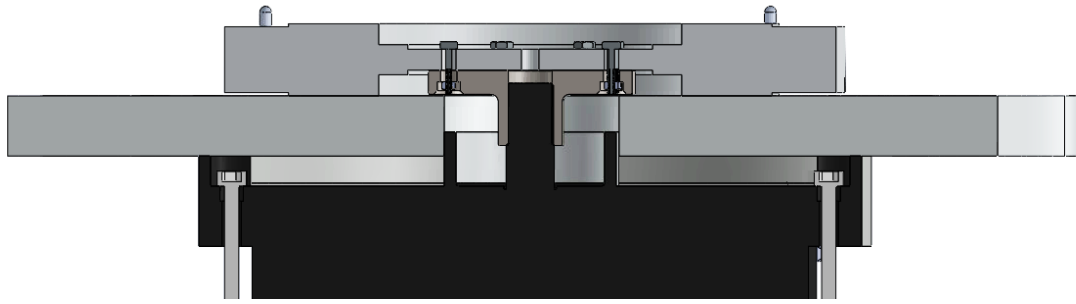


Figura 58. Vista seccionada del conjunt per mostrar el seu posicionament interior.

Seguidament, s'uneix l'embragatge al volant d'inèrcia. I posteriorment, les operacions són les corresponents a la instal·lació bàsica d'una caixa de transmissió d'un turisme amb motor de combustió.

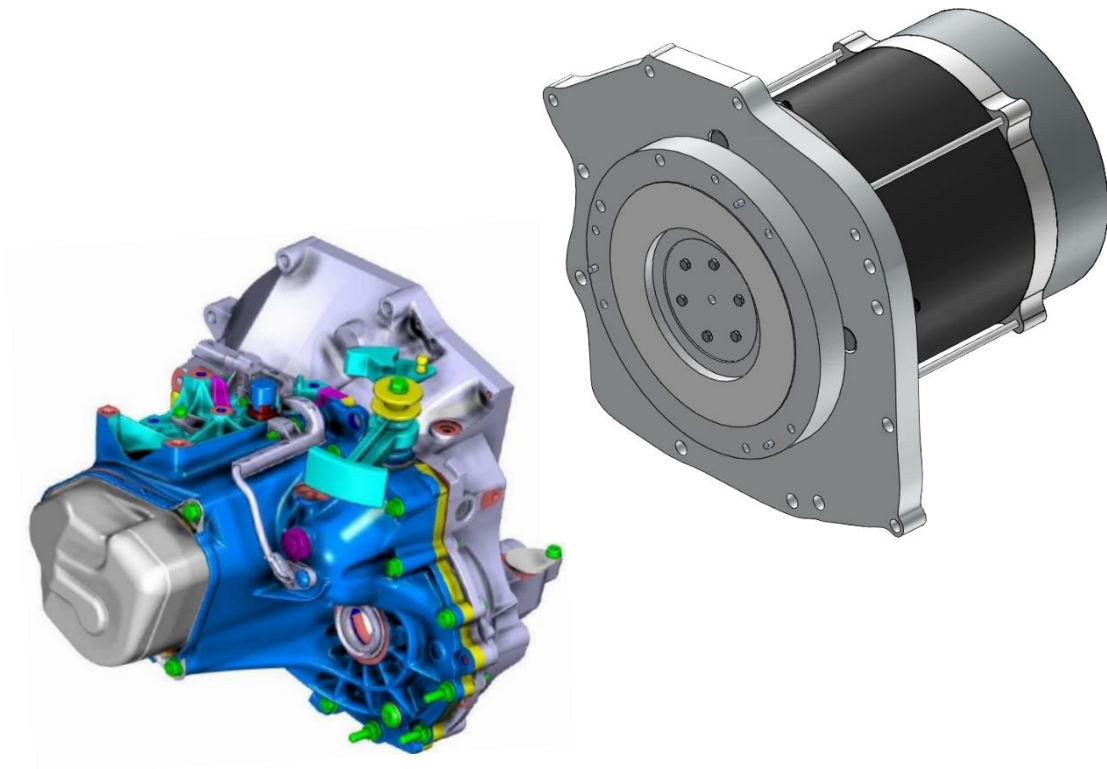


Figura 59. Representació visual de la unió del conjunt dissenyat a la caixa de transmissió original del vehicle.

7.9.2. Inconvenients

Sorgeixen a l'hora del muntatge i les posteriors comprovacions, possibles inconvenients o problemes a resoldre per garantir el correcte funcionament de la conversió de vehicle amb motor de combustió a elèctric. Aquests es mostren a continuació, juntament amb la solució aportada per corregir cada un d'ells.

- Fregament del volant d'inèrcia dins la caixa de transmissió: ve donat d'un soroll periòdic dins la mateixa caixa. Encara que anteriorment s'hagi rectificat el volant d'inèrcia i el diàmetre hagi disminuït, es pot rebaixar uns quants mil·límetres els laterals i arestes de les zones on el volant frega dins de la caixa de canvis.
- Moviment del volant d'inèrcia respecte l'eix del motor elèctric: encara que la instal·lació s'efectuï correctament podria no quedar fixa. D'aquesta manera, la força centrífuga pot causar que el disc es pugui moure endavant tocant l'eix de la caixa de transmissió. La solució proposada és soldar l'útil d'acoblament muntat anteriorment en el centre del volant que connecta amb l'eix del nou motor. A més a més, es pot fer un forat per poder fixar amb un cargol el volant d'inèrcia a l'eix del motor.
- Modificació del palier de la caixa de canvis: la modificació anterior pot provocar que el bloc volant d'inèrcia-embragatge es pugui desplaçar uns mil·límetres endavant. Es pot disminuir la llargada del palier, sempre i quan no sigui evitable.

Després de realitzar totes les comprovacions i les modificacions corresponents a les consideracions, el volant d'inèrcia ha de girar pla i centrat amb el disc d'embragatge, ajustat a l'eix del motor elèctric. També, es testeja el motor a altes revolucions per comprovar que no es senten vibracions.

El diàmetre del volant és menor que l'original, així que no ha de tocar absolutament amb res. Addicionalment, després del procés de rectificació la massa també disminueix i per tant, té menys inèrcia i millora el rendiment.

7.10. Sistema de frenada

7.10.1. Frens

Actualment, tots els cotxes utilitzen un sistema de frenada amb un servofrè pneumàtic que funciona utilitzant el buit generat en el col·lector d'admissió del motor del cotxe. Al convertir el vehicle en un elèctric i augmentar el pes d'aquest a causa de la instal·lació de les bateries, s'ha de mantenir o incrementar la potència en la frenada mitjançant algun sistema.

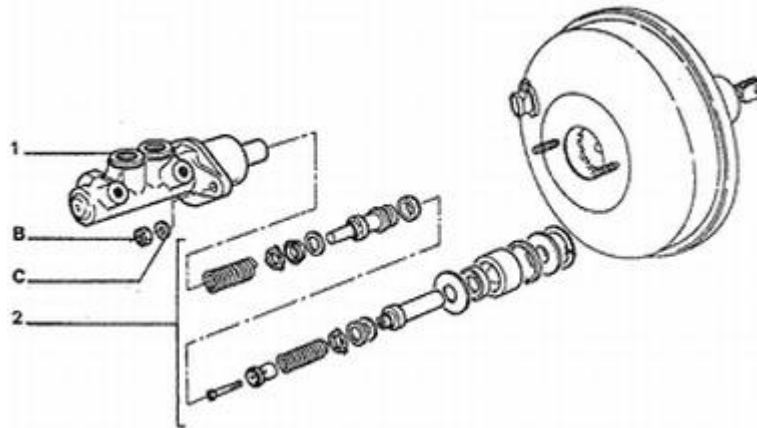


Figura 60. Bomba de fre original del vehicle objecte de la transformació. Font. (servicebox.mpsa.com)

El fre motor que s'utilitza en pendent descendent, en un vehicle elèctric no funciona. O almenys no tant com en un motor gasolina, ja que el motor elèctric està dissenyat per utilitzar la frenada regenerativa. Si el cotxe resulta ser massa pesat després de la conversió, inclús s'haurien d'instal·lar frens de disc més grans i de major diàmetre.

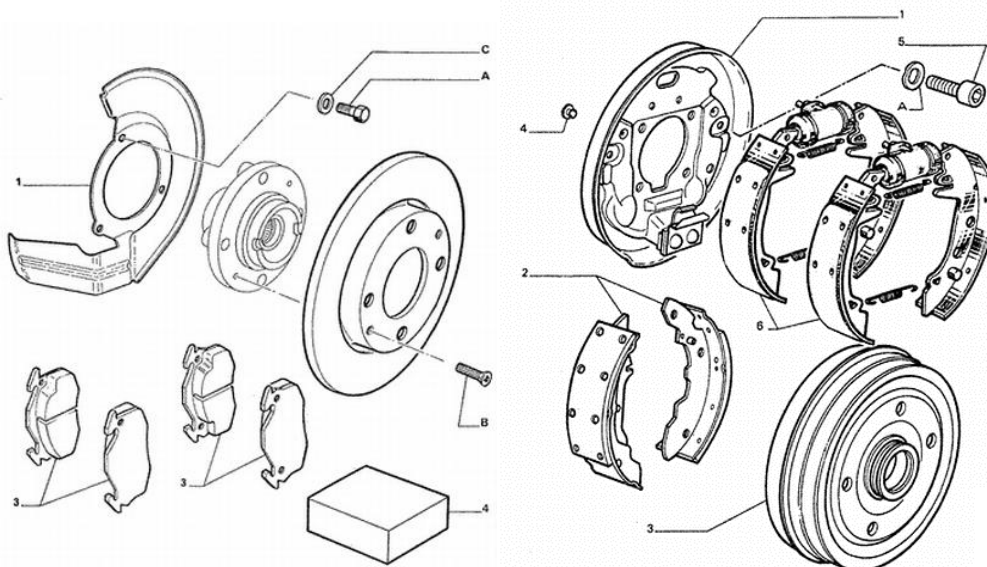


Figura 61. Discs de fre davanters i tambors de fre posteriors originals del vehicle objecte de la transformació. Font. (servicebox.mpsa.com)

El fre de mà o d'estacionament no obstant, ha de continuar funcionant al marge de la conversió en el sistema de frens així com el fre regeneratiu si el motor que s'instal·la l'admet.

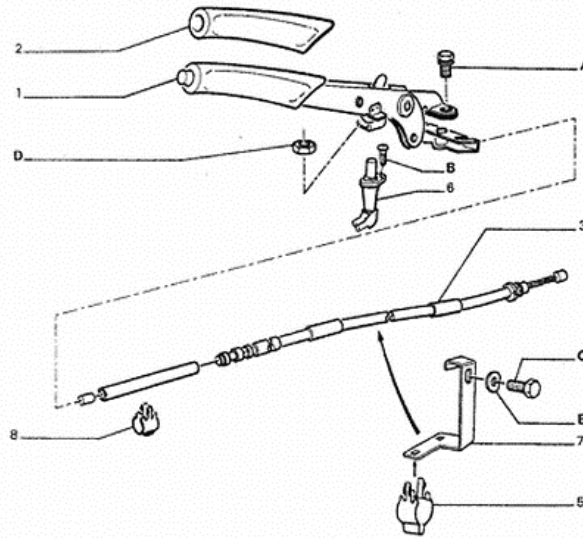


Figura 62. Fre d'estacionament original del vehicle objecte de la transformació. Font: (servicebox.mpsa.com)

7.10.2. Bomba de buit

La diferència en el sistema de frens d'un cotxe elèctric, no és el sistema de frenada en si, sinó el sistema amb el que s'aconsegueix el buit al reforçador del fre. Aquest fenomen s'aconsegueix mitjançant una bomba al buit.

S'instal·la una bomba de buit, que es considera similar a un compressor, però amb les vàlvules invertides per absorbir l'aire i no expulsar-lo. El nivell de pressió de buit en un vehicle convencional ha d'estar entre 15" i 18" Hg (polzades de mercuri), equivalent a 54.000 Pa o N/m². Per tant, la bomba de buit que s'instal·la ha de tenir aquest nivell de pressió en funcionament.

Taula 32. Dades tècniques de la bomba de buit instal·lada.

Bomba de buit	
Marca	HELLA
Màxima pressió buit	22" Hg
Font d'alimentació	12 V DC
Corrent	< 15A a 12 V
Màxima nivell	≥ 90%
Volum pneumàtic	5 L
Temperatura treball	-40 °C a +120 °C
Nivell acústic	< 73 db (A)
Màxim pes (amb oli)	33,8 kg
Quantitat d'oli	1,9 L



Figura 63. Bomba de buit de la marca Hella utilitzada en el nou sistema de frenada. Font: (hella.com)

7.10.3. Dipòsit de buit

Cal tenir en compte que en certes circumstàncies, una frenada llarga pot absorbir tota la pressió induïda en el circuit i abans que la bomba pot tornar a entrar tota la pressió, transcorren uns segons.

Per evitar aquesta situació, s'instal·la un dipòsit de buit entre el reforçador de frenada i la bomba, per mantenir una quantitat addicional de pressió de buit. Si el dipòsit és més gran, major és la capacitat de frenada. És a dir, es té la capacitat de frenar durant més segons sense que la bomba generi més buit.



Figura 64. Dipòsit de buit de la marca JEES utilitzat en el nou sistema de frenada. Font: (amazon.com)

7.10.4. Sensor de nivell

S'incorpora també en el nou sistema de frenada, un sensor que manté el nivell de pressió de buit per sobre d'un valor consigna i assegura el correcte funcionament del sistema de dipòsit. Concretament, la consigna és de 15" Hg, corresponent al valor mínim normalitzat de pressió de buit en la majoria de turismes.

El sensor utilitzat té associada una vàlvula que obra i tanca el circuit perquè la bomba pugui continuar mantenint el nivell de pressió.



Figura 65. Sensor de nivell de utilitzat com a complement en el nou sistema de frenada. Font: (amazon.com)

8. RESUM DEL PRESSUPOST

8.1. Introducció

Es mostra breument el pressupost obtingut per realitzar la conversió de vehicle amb motor de combustió a motor elèctric. Per veure detalladament el preu que tindrà cada element utilitzat per realitzar la conversió a vehicle elèctric del cotxe objecte de l'estudi, cal veure l'Annex C proposat en aquest mateix document de Memòria i Annexos.

8.2. Pressupost

Taula 33. Resum del pressupost

1. Cost dels components mecànics i elèctrics per a la conversió a vehicle elèctric

Descripció		Import
Components mecànics		1.005,30 €
Components elèctrics		6.285,30 €
Total (sense IVA)		7.290,60 €

2. Cost de la mà d'obra

Descripció		Nombre d'hores		Preu total
Tècnics especialistes en mecànica i electricitat		53 h		2.380,00 €
Total mà d'obra (sense IVA)				2.380,00 €

3. Pressupost d'Execució del Material (PEM)

Descripció		Import
Cost total peces mecanitzat		587,35 €
Cost total comercialitzats		6.703,25 €
Cost total mà d'obra		2.380,00 €
Total (sense IVA)		9.670,60 €

Pressupost General

Descripció		Import
Pressupost d'Execució del Material		9.670,60 €
13% Despeses Generals		1.257,18 €
6% Benefici Industrial		580,24 €
Total (sense IVA)		11.508,02 €

8.3. Comparativa de preus amb vehicles elèctrics nous

A continuació, es compara gràficament mitjançant un diagrama de barres, una mitjana dels preus de vehicles nous de combustió i vehicles nous elèctrics de diferents marques. D'aquesta manera, es determina un rang de preus aproximat i es compara amb el cost de realitzar l'electrificació del vehicle objecte de l'estudi.

Els preus escollits per realitzar la comparativa fan referència al preu de models de característiques similars al vehicle objecte de l'estudi, Peugeot 205. Efectivament la diferència d'edat és constatable, però els models escollits equivalen a aquest model quan va sortir al mercat fa 30 anys.

S'observa que el cost de dur a terme una conversió d'aquestes característiques és menor que comprar qualsevol vehicle d'ambdues característiques.

A més, també es pot constatar que actualment i amb els preus en vigor dels vehicles d'aquest últim any, realitzar una reforma d'electrificació en un vehicle té un cost igual a pràcticament la meitat del preu d'un cotxe elèctric nou.

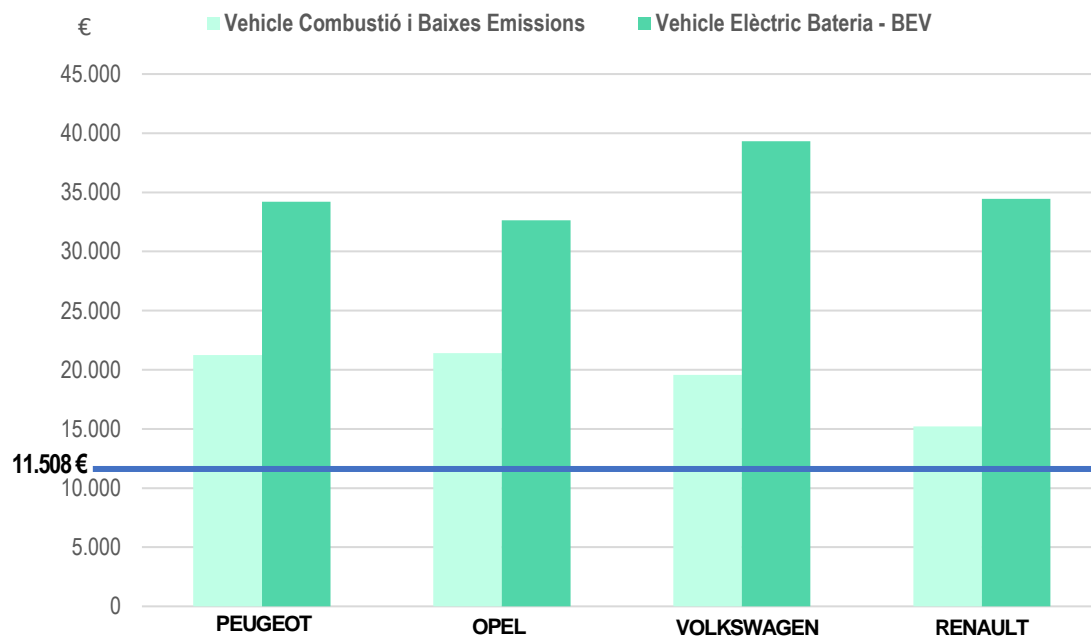


Figura 66. Gràfic comparatiu dels preus de vehicles de combustió i elèctrics de diferents marques, juntament amb el cost de la transformació a elèctric.

PEUGEOT 208



PEUGEOT 208

Model || Potència || Acabats || Combustible || Consum WLTP || Emissions CO₂ WLTP || Preu

208 PureTech 55 kW (75 CV) Like	<u>Gasolina</u>	5.3 l/100 km	119 g/km	16.150 €
208 PureTech 55 kW (75 CV) Active	<u>Gasolina</u>	5.3 l/100 km	119 g/km	17.100 €
208 BlueHDi 75 kW (100 CV) Active	<u>Dièsel</u>	4.0 l/100 km	106 g/km	20.300 €
208 PureTech 74 kW (100 CV) Allure	<u>Gasolina</u>	5.1 l/100 km	115 g/km	20.150 €
208 BlueHDi 75 kW (100 CV) Allure	<u>Dièsel</u>	4.1 l/100 km	107 g/km	22.150 €
208 PureTech 74 kW (100 CV) GT	<u>Gasolina</u>	5.2 l/100 km	117 g/km	22.650 €
208 BlueHDi 75 kW (100 CV) GT	<u>Dièsel</u>	4.1 l/100 km	108 g/km	24.650 €
208 PureTech 96 kW (130 CV) GT Pack	<u>Gasolina</u>	5.4 l/100 km	122 g/km	26.900 €

PEUGEOT e-208



PEUGEOT e-208

Model || Potència || Acabats || Combustible || Autonomia || Consum || Preu

e-208 57 kW (136 CV) Active	<u>Elèctric</u>	362 kms	154 Wh/100 km	32.550 €
e-208 57 kW (136 CV) Allure	<u>Elèctric</u>	362 kms	155 Wh/100 km	33.950 €
e-208 57 kW (136 CV) GT	<u>Elèctric</u>	352 kms	155 Wh/100 km	36.150 €

OPEL CORSA



OPEL CORSA

Model || Potència || Acabats || Combustible || Consum WLTP || Emissions CO₂ WLTP || Preu

Corsa 1.2 XEL 55 kW (75 CV) Edition	<u>Gasolina</u> 5.3 l/100 km	118 g/km	17.150 €
Corsa 1.5D DT 75 kW (100 CV) Edition	<u>Dièsel</u> 4.1 l/100 km	106 g/km	20.450 €
Corsa 1.2T XHL 74 kW (100 CV) Elegance	<u>Gasolina</u> 5.1 l/100 km	116 g/km	19.900 €
Corsa 1.5D DT 75 kW (100 CV) Elegance	<u>Dièsel</u> 4.1 l/100 km	107 g/km	21.800 €
Corsa 1.2T XHL 74 kW (100 CV) GS Line	<u>Gasolina</u> 5.1 l/100 km	115 g/km	20.200 €
Corsa 1.5D DT 74 kW (100 CV) GS Line	<u>Dièsel</u> 4.1 l/100 km	107 g/km	22.100 €
Corsa 1.2T XHL 74 kW (100 CV) Ultimate	<u>Gasolina</u> 5.2 l/100 km	116 g/km	23.450 €
Corsa 1.2 XHL 96 kW (130 CV) Ultimate	<u>Gasolina</u> 5.4 l/100 km	122 g/km	26.250 €

OPEL CORSA-e

Model || Potència || Acabats || Combustible || Autonomia || Consum || Preu

Corsa-e 57 kW (136 CV) Edition	<u>Elèctric</u> 351 kms	159 Wh/100 km	30.350 €
Corsa-e 57 kW (136 CV) Elegance	<u>Elèctric</u> 345 kms	162 Wh/100 km	32.250 €
Corsa-e 57 kW (136 CV) GS Line+	<u>Elèctric</u> 345 kms	162 Wh/100 km	32.550 €
Corsa-e 57 kW (136 CV) Ultimate	<u>Elèctric</u> 345 kms	159 Wh/100 km	35.450 €



VOLKSWAGEN POLO

Model || Potència || Acabats || Combustible || Consum WLTP || Emissions CO₂ WLTP || Preu

Polo 1.0 EVO 59 kW (80 CV) Edition	<u>Gasolina</u>	5.6 l/100 km	127 g/km	17.260 €
Polo 1.0 EVO 59 kW (80 CV) Advance	<u>Gasolina</u>	5.5 l/100 km	124 g/km	18.075 €
Polo 1.0 TSI 70 kW (95 CV) Advance	<u>Gasolina</u>	5.3 l/100 km	120 g/km	19.095 €
Polo 1.0 TSI 70 kW (95 CV) United	<u>Gasolina</u>	5.3 l/100 km	120 g/km	19.815 €
Polo 1.0 TSI 81 kW (110 CV) United	<u>Gasolina</u>	5.2 l/100 km	118 g/km	20.380 €
Polo 1.0 TSI 70 kW (95 CV) R-Line	<u>Gasolina</u>	5.6 l/100 km	127 g/km	20.920 €
Polo 1.0 TSI 81 kW (110 CV) R-Line	<u>Gasolina</u>	5.6 l/100 km	127 g/km	21.485 €



VOLKSWAGEN ID.3

Model || Potència || Acabats || Combustible || Autonomia || Consum || Preu

ID.3 107 kW (145 CV) Pro	<u>Elèctric</u>	416 kms	15,6 kWh/100 km	38.525 €
ID.3 150 kW (204 CV) Pro Performance	<u>Elèctric</u>	416 kms	15,6 kWh/100 km	40.100 €

RENAULT CLIO



RENAULT CLIO

Model || Potència || Acabats || Combustible || Consum WLTP || Emissions CO₂ WLTP || Preu

Clio 49 kW (65 CV) Life Gasolina	116 g/km	10.377 €
Clio TCe 67 kW (90 CV) Intens Gasolina	116 g/km	13.167 €
Clio Blue dCi 74 kW (100 CV) Intens Dièsel	109 g/km	14.573 €
Clio TCe 74 kW (100 CV) Intens GLP	107 g/km	14.097 €
Clio TCe 67 kW (90 CV) Limited Gasolina	116 g/km	13.725 €
Clio TCe 67 kW (90 CV) Zen Gasolina	116 g/km	14.702 €
Clio Blue dCi 74 kW (100 CV) Zoe Dièsel	109 g/km	16.106 €
Clio TCe 74 kW (100 CV) Zoe GLP	107 g/km	15.632 €
Clio TCe 103 kW (140 CV) RS Line Gasolina	121 g/km	17.952 €
Clio E-TECH 103 kW (140 CV) Intens Híbrid	96 g/km	18.143 €
Clio E-TECH 103 kW (140 CV) Zen Híbrid	96 g/km	19.231 €

RENAULT ZOE

Model || Potència || Acabats || Combustible || Autonomia || Consum || Preu

ZOE 80 kW (108 CV) Life Elèctric	313 kms	32.051 €
ZOE 80 kW (108 CV) Business Elèctric	386 kms	33.800 €
ZOE 80 kW (108 CV) Intens Elèctric	386 kms	34.800 €
ZOE 100 kW (135 CV) Intens Elèctric	386 kms	35.301 €
ZOE 100 kW (135 CV) Zen Elèctric	386 kms	36.350 €

9. CONCLUSIONS

Les reformes tipificades de l'estudi realitzat de l'electrificació d'un vehicle amb motor de combustió, que consisteixen en la substitució de la unitat motriu de l'automòbil, entre altres elements, i la incorporació d'un motor elèctric juntament amb els components mecànics i elèctrics que possibiliten el seu correcte funcionament, compleixen tots els actes reglamentaris aplicables del Manual de reformes de vehicles.

D'aquesta manera, les modificacions que s'han dut a terme es consideren totes homologables tant per dur a terme el projecte d'homologació, com també per poder obtenir el certificat de conformitat d'un laboratori especialitzat. Una vegada s'obté aquest certificat, és possible passar la inspecció tècnica del vehicle en una estació ITV i fer constar totes les reformes a la fitxa tècnica del vehicle.

Gràcies a les reformes realitzades en el Peugeot 205, es converteix en un vehicle de zero emissions i que compleix la normativa Euro 7 aplicable a partir del 2025. La seva classificació nova és la d'un vehicle elèctric de bateria BEV i lliure d'emissions de CO₂ amb una etiqueta ambiental de zero emissions corresponent al distintiu 0 de color blau de la DGT. Aquesta classificació permet que el vehicle pugui circular en qualsevol zona de baixes emissions.

Altrament, tot i que el vehicle objecte de l'estudi compleix la normativa europea actual, a partir del moment que prohibeixin la circulació dels vehicles amb motors de combustió, aquest serà apte per fer-ho, competint en certa manera amb molts models nous d'altres marques després del canvi a l'electrificació de totes les seves gammes.

Es tracta d'una solució sostenible i involucrada amb el medi ambient afectat per la contaminació i les emissions que emeten els vehicles amb la utilització de combustibles fòssils. També es converteix en una via econòmicament assequible per molts usuaris que no es puguin permetre la compra de vehicles elèctrics totalment nous i que vulguin continuar utilitzant el seu cotxe actual. O bé perquè els agrada molt l'estètica del model o perquè fa relativament poc que el van adquirir i no es poden permetre una altra inversió d'aquestes característiques.

Per una banda, es reduiria el número de vehicles per donar de baixa ja que estaria prohibida la seva circulació quan es donés el moment que els únics vehicles que circulessin fossin els de zero emissions. Es fonamenta un reaprofitament de moltíssim material mecànic amb la implementació

de nous components elèctrics per realitzar les reformes esmentades a l'estudi, juntament amb la utilització de tot el xassís i estructura dels vehicles ja que a nivell estructural no cal modificar res.

D'altra banda, a part de generar una segona vida a molts vehicles, també es dona la possibilitat d'adaptació de molts usuaris durant l'anomenada revolució elèctrica, permetent una pròrroga per decidir si comprar un vehicle elèctric nou o no. No seria necessària la compra obligatòria d'un vehicle de zero emissions si l'usuari necessita un vehicle pel dia a dia, sinó que una conversió del seu actual vehicle permetria utilitzar-lo igualment després del canvi en les restriccions de circulació en vehicles lleugers.

Havent realitzat aquest estudi, es conclou que per a vehicles antics de mitjana edat, on la majoria de components són mecànics i no predomina l'electrònica, aquesta conversió és més fàcil de dur a terme. En canvi, és menys assequible en vehicles més nous que molts sistemes són electrònics i més complexes. D'aquesta manera, el cost del projecte incrementaria ja que es necessitarien forces més components i moltes més hores de mà d'obra per aconseguir realitzar la reforma.

Per concloure, les reformes tipificades que s'han realitzat en el vehicle en aquest estudi, és una solució amb una vida hipotèticament curta. S'ha comprovat que el cost d'aquest projecte és inferior al preu d'un vehicle elèctric nou. Però segons les previsions actuals, durant la dècada actual els preus disminuiran molt fins al punt d'igualar als vehicles de combustió. Així doncs, en el moment que sorgeixi, els usuaris segurament prefereixin gastar una quantitat lleugerament més elevada i comprar un vehicle nou totalment elèctric.

10. RELACIÓ DE DOCUMENTS

L'estudi està format per un únic volum, que en formen part la Memòria i els Annexos a la memòria.

Referent al contingut de la memòria, s'hi troba la proposta de l'estudi, l'estat de l'art per realitzar una breu introducció, el contingut principal de l'estudi, un resum del pressupost i les conclusions que s'han obtingut.

Dins els annexos, s'hi troben les fotografies identificadores el vehicle objecte de l'estudi, les seva fitxa tècnica, el pressupost complet i desglossat de l'estudi, juntament amb els plànols i les fitxes tècniques.

11. REFERÈNCIES

- [1] Jesús Martín. 2021. *Retrofit: el fascinante arte de convertir un coche gasolina o diésel en eléctrico*. (Juny de 2021). Recuperat de: <https://www.motorpasion.com/coches-electricos/retrofit-como-transformar-coche-gasolina-diesel-electrico-precio-quien-hace-espana-ri>
- [2] Carlos Noya. 2012. *Foro coches eléctricos: desarrollan un kit de motores en rueda pensado para convertir cualquier coche en enchufable* (Juny de 2021). Recuperat de: <https://forococheselectricos.com/2012/07/desarrollan-un-kit-de-motores-en-rueda.html>
- [3] Carlos Noya. 2014. *Foro coches eléctricos: Siemens desarrolla un sistema que combina motor eléctrico e inversor en una misma pieza* (Juny de 2021). Recuperat de: <https://forococheselectricos.com/2014/10/siemens-sivetec-msa-3300-motor-inversor.html>
- [4] Carlos Noya. 2020. *Foro coches eléctricos: se dispara la demanda de baterías de litio, lo que ayudará a seguir bajando los precios* (Novembre de 2021). Recuperat de: <https://forococheselectricos.com/2020/12/se-dispara-la-demanda-de-baterias-de-litio-lo-que-ayudara-a-seguir-bajando-los-precios.html>
- [5] Carlos Noya. 2020. *Foro coches eléctricos: convierte tu coche de combustión en eléctrico*. (Juny de 2021). Recuperat de: <https://forococheselectricos.com/2020/10/convierte-tu-coche-de-combustion-en-electrico-en-4-horas.html>
- [6] Alber Callejo. 2020. *Foro coches eléctricos: BMW Serie 8 con motor Tesla*. (Juny de 2021). Recuperat de: <https://forococheselectricos.com/2020/08/bmw-serie-8-motor-tesla.html>
- [7] Alber Callejo. 2020. *Foro coches eléctricos: Un nuevo estudio señala que el precio promedio de las baterías caerá en 2023* (Novembre de 2021). Recuperat de: <https://forococheselectricos.com/2020/12/un-nuevo-estudio-senala-que-el-precio-medio-de-las-baterias-caera-a-101-dolares-kwh-en-2023.html>

- [8] Javier Lacort. 2021. *Xataka*. (Juny de 2021). Recuperat de: <https://www.xataka.com/automovil/este-hombre-convierte-coches-combustion-electricos-ciertos-conocimientos-electricidad-puede-hacerlo-2>
- [9] Daniel Murias. 2019. *Motorpasión: los motores son también clave en el desarrollo del coche eléctrico*. (Maig 2021). Recuperat de: <https://www.motorpasion.com/tecnologia/los-motores-son-tambien-clave-en-el-desarrollo-del-coche-electrico-no-todo-es-cuestion-de-baterias>
- [10] Emilio Fernández. 2020. *Pásate a lo eléctrico*. (Juny de 2021). Recuperat de: <https://pasatealoelectrico.es/2020/05/24/un-kit-universal-podria-hacer-viable-las-conversiones/>
- [11] Technology about PSA Gearbox. 2010. (Abril 2021). Recuperat de: <http://www.205gti.com/techgearboxUK.htm>
- [12] Manuel Vilaseró. 2018. *El Periodico: España prohibirá la matriculación de coches diésel, gasolina e híbridos a partir del 2040*. (Març 2021). Recuperat de: <https://www.elperiodico.com/es/medio-ambiente/20181113/espana-prohibira-matriculacion-coches-diesel-gasolina-hibridos-desde-2040-7143700>
- [13] Comisión Europea. 2021. *Energía, Cambio Climático y Medio Ambiente: transportes*. (Juny 2021). Recuperat de: <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>
- [14] Comisión Europea. 2021. *Energía, Cambio Climático, Medio Ambiente: Normas de comportamiento en materia de emisiones de CO2 de turismes y furgonetas*. (Juny 2021). Recuperat de: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_es#tab-0-0
- [15] Àrea Metropolitana de Barcelona. 2021. *Zonas bajas emisiones*. (Abril 2021). Recuperat de: <https://www.zbe.barcelona/es/zones-baixas-emissions/la-zbe.html>
- [16] European Union Law. 2021. *Comimission implementation regulation*. (Maig 2021). Recuperat de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0392&qid=1615303797159>

- [17] Daimler. 2018. *WLTP and NEDC. Part II: Comparing the measurements*. (Abril 2021). Recuperat de: <https://www.daimler.com/sustainability/climate/wltp/wltp-part-2.html>
- [18] Guillaume Darding. 2013. *Emissions de CO2 en 2020: méthode de calcul*. (Maig 2021). Recuperat de: <https://www.guillaumedarding.fr/emissions-de-co2-en-2020-methode-de-calcul-4640666.html>
- [19] Transport & Environment. 2016. *PSA et T&E rendent publiques les consommations de carburant en conditions réelles d'utilisation pour 30 modèles du groupe*. (Juliol 2021). Recuperat de: <https://www.transportenvironment.org/press/real-world-fuel-consumption-data-30-peugeot-citro%3%ABn-and-ds-cars-published>
- [20] Carmanía. 2020. *Protocolos de homologación NEDC y WLTP explicados por PEUGEOT*. (Abril 2021). Recuperat de: <https://carmania.mx/2020/08/24/protocolos-de-homologacion-nedc-y-wlpt-explicados-por-peugeot/>
- [21] Groupe PSA. 2016. *PSA Powertrain, the Engineering and Marketing arm of Groupe PSA*. (Juny 2021). Recuperat de: <https://site.groupe-psa.com/powertrain/en/>
- [22] Arsus Energía. 2021. *Retrofit de vehículos o cómo convertir tu coche a eléctrico*. (Maig 2021). Recuperat de: <https://arsusenergia.es/retrofit-de-vehiculos-o-como-convertir-tu-coche-a-electrico/>
- [23] Carlos Sánchez. 2016. *Movilidad eléctrica: Revolución eléctrica y crisis del Petróleo*. (Desembre 2021). Recuperat de: <https://movilidadelectrica.com/revolucion-electrica-tesis-del-petroleo/>
- [24] Carlos Sánchez. 2016. *Movilidad eléctrica: En 2025 el precio de los eléctricos igualará a los de combustión*. (Desembre 2021). Recuperat de: <https://movilidadelectrica.com/en-2025-el-precio-de-los-electricos-igualara-a-los-de-combustion/>
- [25] Javier Costas. 2016. *La adopción masiva de coches eléctricos mantendrá bajo el petróleo en 2020-2030*. (Novembre 2021). Recuperat de: <https://www.motor.es/noticias/adopcion-masiva-electricos-petroleo-201626222.html>

[26] Bloomberg. 2018. *Vehículos eléctricos representaran el 35% de las ventas globales de Automóviles en 2040.* (Desembre 2021). Recuperat de: <https://www.bloomberg.com/latam/blog/vehiculos-electricos-representaran-el-35-de-las-ventas-globales-de-automoviles-en-2040/>

[27] Bloomberg. 2020. *Las ventas de vehículos eléctricos caerán un 18% en 2020, però la perspectiva a largo plazo permanece intacta.* (Desembre 2021). Recuperat de: <https://www.bloomberg.com/latam/blog/las-ventas-de-vehiculos-electricos-caeran-un-18-en-2020-pero-la-perspectiva-a-largo-plazo-permanece-intacta/>

[28] Maria Fernández. 2021. *Arriba el "retorfit": convertir un vehicle de gasolina en un d'elèctric.* (Desembre 2021). Recuperat de: <https://www.ccma.cat/324/arriba-el-retrofit-convertir-un-vehicle-de-gasolina-en-un-delectric/noticia/3110429/>

[29] Ministerio de Indústria y Energía. 2021. *Manual de Reformas de Vehículos (Revisión 6ª):* (Març 2021). Recuperat de: <https://www.aeca-itv.com/wp-content/uploads/2021/01/ManualReformasVehiculosRev6Corr1.pdf>

ANNEX A. FOTOGRAFIES IDENTIFICADORES DEL VEHICLE



ANNEX B. FITXA TÈCNICA DEL VEHICLE

08373 EMPRESA PEUGEOT TALBOT N.º SERIE 9271059 B		MATRICULA GE-5190-AS	
Peugeot Talbot España, S. A. Ctra. de Madrid a Getafe por Villaverde, Km. 7.500 - 28021-Madrid		DESTINO	
Número de identificación: VSC20CA9224945532		N.º CERTIFICADO 24945532	
Clasificación del vehículo: 1 0 0 0 TURISMO			
Marca: PEUGEOT Tipo: PIR Variante: VIII Denominación comercial: 205 PLUS DIESEL Tara (kgf): 880 PTMA/PMA (kgf): 1300 PTMA/PMA 1.º E (kgf): 750 PTMA/PMA 2.º E (kgf): 680 PTMA/PMA 3.º E (kgf): PTMA/PMA 4.º E (kgf): PMR S F, C/F (kgf): 440/ 800 N.º y dim. neumáticos: 4/165/70R13 N.º de asientos: 5 Volumen de bodegas:		Clase según R. 36: Altura total (mm): 1373 Anchura total (mm): 1572 Via anterior/posterior (mm): 1364/1318 Longitud total (mm): 3705 Voladizo posterior (mm): 605 Distancia eje 1.º/2.º (mm): 2420 Distancia eje 2.º/3.º (mm): Distancia eje 3.º/4.º (mm): Distancia 5.º rda./ult. (mm): Motor: Marca PT-C Tipo D 161A N.º Cilindros/Cilindrada (cm): 4/1769 Potencia fiscal/real (C.V.F./kW): 12,93/ 43,5	
Opciones incluidas en la homologación de tipo:			
Observaciones: Por las piezas de origen extranjero incorporadas a este vehículo se han satisfecho los correspondientes derechos de Aduanas. El abajo firmante, legalmente autorizado por PEUGEOT TALBOT ESPAÑA, S. A. , certifica que el vehículo carrozado cuyas características se reseñan es completamente conforme con el tipo homologado con la contraseña B-0775 así como con las opciones arriba incluidas. MADRID, 21 de ABRIL de 1992 Firma del Fabricante Nacional/Importador:			
Sociedad inscrita en el Registro Mercantil de la Provincia de Madrid, el día 25 de Agosto de 1955, Hoja n.º 3.360 de la Sección 3.ª del Libro de Sociedades. PEUGEOT TALBOT ESPAÑA, S. A.			
Reformas autorizadas SIBLA MATRICULA: G I RD 587/85		Les llums rotatives que porta instal·lades aquest vehicle compleixen amb l'artícle 147 VI del Codi de la Circulació. // Las luces rotativas que lleva instaladas este vehículo cumplen con el artículo 147 del Código de la Circulación.	
Generalitat de Catalunya Departament d'Indústria i Energia Carrer Teòfilo a Ghana		(VER DORSO)	

ANNEX C. PRESSUPOST

C.1. Introducció al pressupost

L'objectiu d'aquest document és determinar detalladament el preu que tindrà cada element utilitzat per realitzar la conversió a vehicle elèctric del cotxe amb motor de combustió objecte de l'estudi, proposat en aquest mateix document de Memòria i Annexos.

A continuació es mostra el pressupost, diferenciant tots les elements mecànics i elèctrics incorporats durant el procés d'electrificació del vehicle.

C.2. Cost de la conversió de vehicle amb motor de combustió a motor elèctric

Totes les referències comercials mencionades en aquest document són orientatives i podrien ser substituïdes per elements de característiques similars, en defecte de les esmentades.

Components mecànics i elèctrics per a la conversió a vehicle elèctric

Element	Quantitat	Unitats	Preu unitari	Preu total
Placa Alumini 6061-T6 20 mm 600x600 mm	0,6x0,6	m ²	1.481,48 €/m ²	533,33 €
Placa Alumini 6061-T6 10 mm 600x600 mm	0,6x0,6	m ²	1.481,48 €/m ²	26,67 €
Acoblament eix rígid , acer Ø30 mm Fabricant: SKF Referència: OKF 30	1	u	27,35 €/u	27,35 €
Suport motor acer, esquerra Fabricant: PEUGEOT Referència: 9676771080	1	u	167,54 €/u	167,54 €
Bomba de buit 12VDC 22" Hg Fabricant: HELLA Referència: UP 28	1	u	178,43 €/u	178,43 €
Dipòsit de buit 2.25 L, acer, color negre Fabricant: JEGS Referència: 63010	1	u	44,99 €/u	44,99 €
Sensor de nivell 12V Fabricant: SEMCTO Referència: 28146SW	1	u	26,99 €/u	26,99 €
Motor elèctric AC IM7043 20V 15 kW Fabricant: MAHLE LETRIKA Referència: 11.217.136 AMV7122	1	u	2.400,00 €/u	2.400,00 €
Carregador bateria tracció Fabricant: PEUGEOT Referència: 1675859280	1	u	1.857,85 €/u	1.857,85 €
Unitat de control AC 80V 450A Fabricant: CURTIS Referència: 1236 SE	1	u	645,00 €/u	645,00 €
Conversor corrent 90V IP55 Fabricant: HOLDWELL Referència: HW72V12V30A	1	u	72,45 €/u	72,45 €
Bateries de gel 12V 100Ah Fabricant: ULTRACELL Referència: UCG-100-12	6	u	160,00 €/u	960,00 €
Kit material elèctric vari Potenciòmetre accelerador, contactors d'alta tensió, relés d'alta tensió, fusibles, cables aïllants d'alta tensió, etc.	1	u	350,00 €/u	350,00 €
Total (sense IVA)				7.290,60 €

C.3. Cost de mà d'obra

La desinstal·lació dels components mecànics innecessaris, juntament amb la instal·lació dels nous components, la realitza un Tècnic d'Alta Gamma (TAG) en automoció.

La mecanització de les peces del conjunt de la transmissió que necessiten ser rectificades, la realitza un tècnic qualificat en l'àmbit de rectificació de components mecànics d'automoció.

La instal·lació elèctrica i connexió de tots els components per aconseguir el correcte funcionament del vehicle, ho realitza un tècnic elèctric especialitzat en automoció.

Mà d'obra

Descripció	Nombre d'hores	Preu unitari		Preu total
Tècnic d'alta gamma (TAG)	35 h	48 €/h		1.680,00 €
Tècnic especialista en rectificació	4 h	42 €/h		168,00 €
Tècnic elèctric en automoció	14 h	38 €/h		532,00 €
Total mà d'obra (sense IVA)				2.380,00 €

C.4. Pressupost d'execució del material

S'expressa resumidament, el cost total del pressupost a partir dels imports desglossats en el material segons si és mecanitzat o comercial, i segons la mà d'obra.

Pressupost d'Execució del Material (PEM)

Descripció		Import
Cost total peces mecanitzat		587,35 €
Cost total comercialitzats		6.703,25 €
Cost total mà d'obra		2.380,00 €
Total (sense IVA)		9.670,60 €

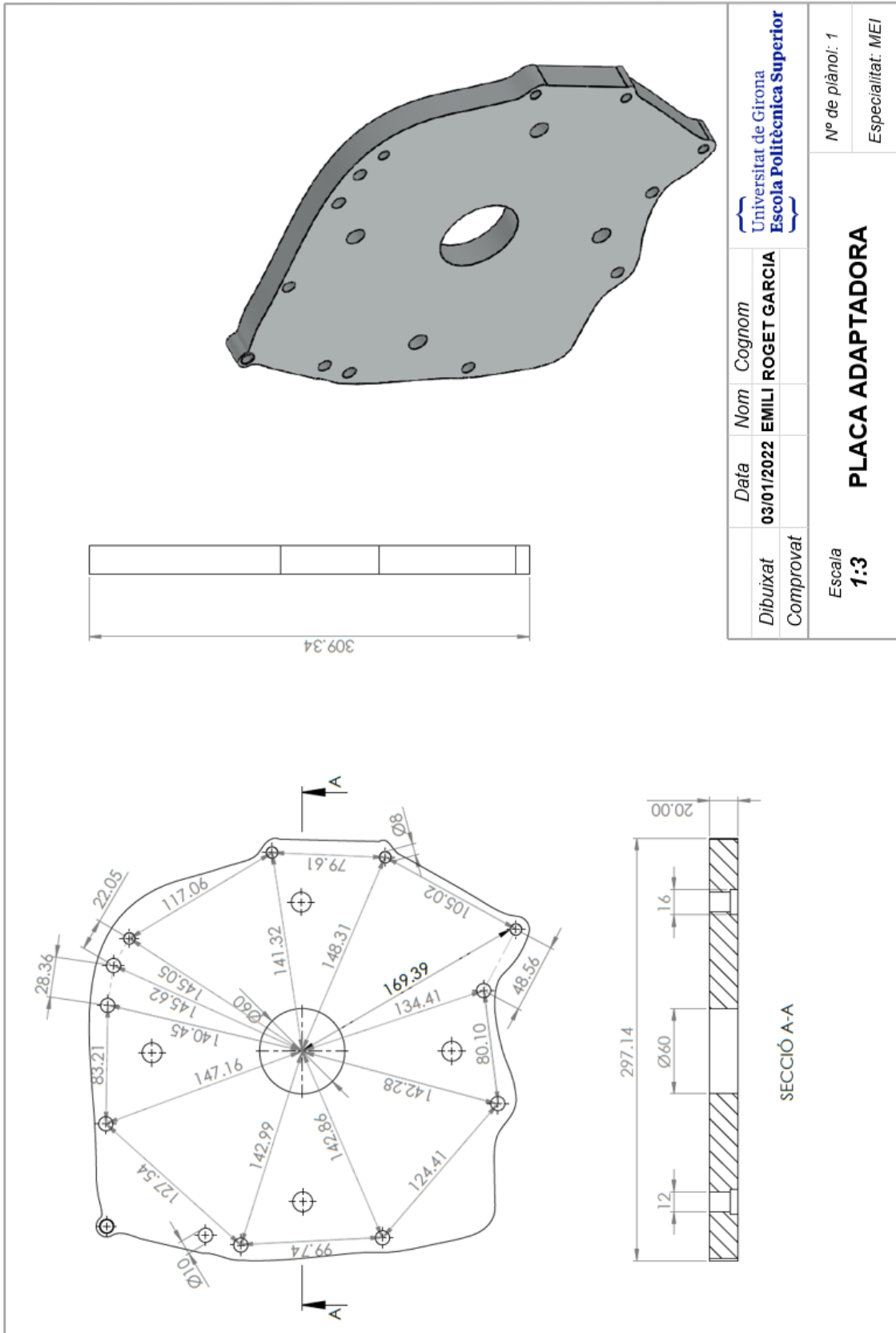
C.5. Pressupost general

A continuació, es mostra el pressupost que es defineix com a Pressupost d'Execució per Contracte (sense IVA). Altrament dit, el PEC s'obté afegint el PEM, les despeses generals (13%) i el benefici industrial (6%).

Pressupost General

Descripció		Import
Pressupost d'Execució del Material		9.670,60 €
13% Despeses Generals		1.257,18 €
6% Benefici Industrial		580,24 €
Total (sense IVA)		11.508,02 €

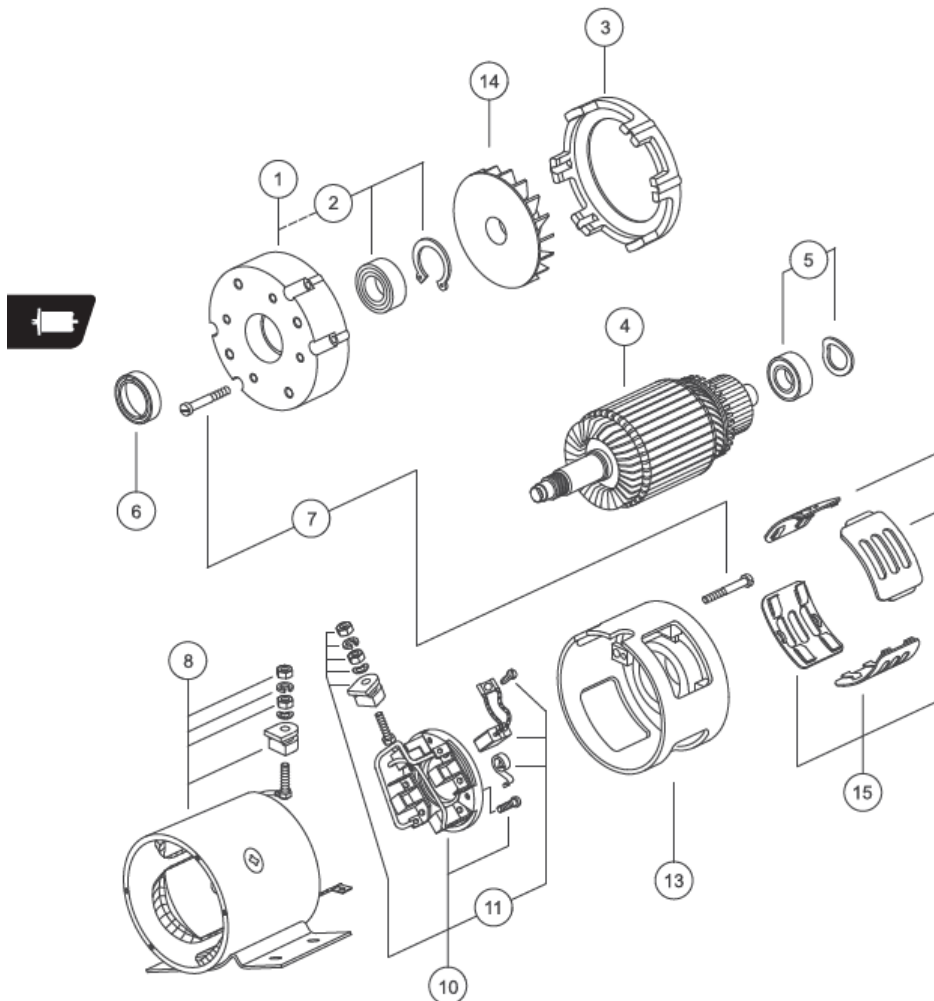
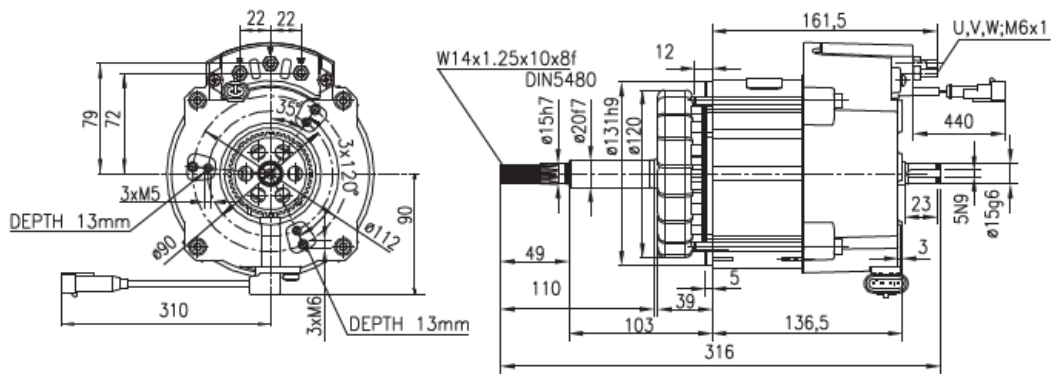
ANNEX D. PLÀNOL PLACA ADAPTADORA



ANNEX E. FITXES TÈCNiques

E.1. Fitxa tècnica del motor elèctric

Letrika / 135									
TY	V	kW	RPM	OP	RO	IP	F	NOTES	
IM7043	AC	35	15,0	S2=1min	↔	IP55	Customer design	TP/IG/T	



E.2. Fitxa tècnica del controlador



CURTIS

Controladores de motores



**Controladores de motores de inducción de C.A.
y sincrónicos de imán permanente (PMAC).**

SE SERIES



www.curtisinstruments.com

SE SERIES



Modelos 1232SE / 1234SE / 1236SE / 1238SE

Una gama de controladores (inversores) para el control de par de torsión y velocidad de motores de CA trifásicos. Diseñado para uso como controladores de motor de bomba hidráulica o tracción eléctrica para aplicaciones portátiles en vehículos que utilizan un suministro de batería nominal de 24 a 96 VCC.

La ventaja de "SE"

Los controladores de CA "SE" de Curtis utilizan la tecnología más reciente para maximizar la corriente máxima nominal para cada tamaño de controlador. En el caso de una corriente nominal dada, los modelos SE son más pequeños y de costo más bajo que los controladores de CA de Curtis anteriores, beneficios que representan una gran ventaja para todos los tipos de aplicaciones.

Sólo los controladores de corriente alterna de Curtis pueden ofrecer:

Lenguaje de control de vehículos VCL™ de Curtis: Un lenguaje de programación fácil de usar que permite a los desarrolladores de vehículos redactar funciones lógicas potentes y crear un "controlador de sistema virtual". Curtis ofrece a sus clientes herramientas y capacitación en desarrollo de VCL. Curtis además brinda un servicio VCL donde los ingenieros de Curtis trabajarán con los fabricantes de equipos originales (OEM, por sus siglas en inglés) para crear cualquier código VCL personalizado requerido.

Los algoritmos de control vectorial de orientación indirecta del campo (IFO, por sus siglas en inglés) generan la máxima torsión y eficiencia posibles en toda la gama de velocidades. El control de avanzada de Curtis brinda una "sensación" de conducción soberbia, una mejor regulación de la velocidad y mayor capacidad de superación de pendientes.

Motores—Configuración fácil para su funcionamiento con cualquier motor asíncrono o síncrono de imán permanente. Configuración de autocaracterización del motor mejorada que permite el emparejamiento sencillo en la carretilla con diferentes tipos de motores de inducción.

Además, una amplia biblioteca de tipos de motores asíncronos y de imán permanente de CA está almacenada convenientemente en la memoria del controlador.

La funcionalidad de doble transmisión es estándar, lo que permite un control correcto de aplicaciones que presentan motores de tracción gemelos. Esta función garantiza una operación segura y sin problemas, un desgaste mínimo de los neumáticos y un reparto de carga correcto entre los motores de tracción en todo momento.

La conexión CANbus configurable permite la comunicación con otros dispositivos compatibles con CANbus. Son compatibles con CANopen y proporcionan 24 "buzones" CAN configurables con VCL, 10 más que los controladores de CA de Curtis anteriores.

Controlador integrado del sistema: Es más que sólo un controlador de motores, también es un potente controlador de sistemas. Presentan una asignación integral de pines de entrada/salida (E/S) multifunción para usarse como entradas analógicas, entradas digitales, excitadores de bobina de contactor y excitadores de válvula proporcional. Además de esta E/S local, estos controladores pueden usar VCL para asignar y configurar la E/S remota disponible en otros dispositivos CANbus, enviar mensajes a pantallas CAN y, así, controlar y monitorear todo el sistema.



Modelo 1232SE



Modelo 1234SE



Modelo 1236SE



Modelo 1238SE



SE SERIES

Modelos 1232SE / 1234SE / 1236SE / 1238SE

**CARACTERÍSTICAS****Mayor rendimiento, funcionalidad mejorada**

- ▶ Una corriente máxima nominal más alta permite el uso de un controlador físicamente más pequeño para una carga determinada, para una instalación más sencilla en cualquier vehículo.
- ▶ Con marca CE como dispositivo de seguridad programable bajo la EN ISO 13849-1.
- ▶ Modelos disponibles para una salida de 250 a 1000 A, a voltajes del sistema de 24 a 96 V. Estas son verdaderas corrientes nominales efectivas RMS en un período de dos minutos, no corrientes nominales "reforzadas" de corta duración.
- ▶ El microprocesador mejorado de 64 MHz y la memoria FLASH adicional duplican el espacio de código VCL disponible y brindan más del doble de la velocidad de ejecución de VCL.
- ▶ Los "buzones" CAN configurables con VCL proporcionan funcionalidades de CAN maestro altamente flexibles.
- ▶ Las técnicas de modulación por duración de impulso de avanzada producen bajos armónicos en el motor, baja ondulación de par y minimizan las pérdidas de calor, lo que resulta en una alta eficiencia.

Flexibilidad sin Igual

- ▶ Programables para aplicaciones de tracción o bombeo.
- ▶ El software puede actualizarse en campo.
- ▶ Algoritmo de estado de carga de la batería y cuentahoras integrados.
- ▶ En los modelos 1232SE y 1234SE de 24 V se incluye un software genérico con todas las funciones y VCL para aplicaciones típicas en carretillas de almacén.
- ▶ Las opciones integrales de programación y VCL permiten la compatibilidad con otras aplicaciones.
- ▶ Las herramientas de programación de Curtis portátiles o para PC Windows brindan una programación sencilla y potentes herramientas de diagnóstico del sistema.
- ▶ El LED de estado integrado ofrece indicaciones de diagnóstico instantáneas.

Seguridad y confiabilidad robustas

- ▶ La arquitectura de microprocesador doble realiza verificaciones cruzadas de las funciones de software, lógica y circuitos críticos para asegurar que se alcance el nivel de rendimiento de seguridad funcional más alto posible.
- ▶ La base de alimentación de sustrato metálico aislado brinda una transferencia superior del calor para una mayor fiabilidad.
- ▶ Diseño de componentes eléctricos a prueba de daño por falla.
- ▶ Protección contra polaridad inversa en conexiones de batería.
- ▶ Protección contra cortocircuitos en todos los excitadores de salida.
- ▶ La reducción térmica, las advertencias y el apagado automático brindan protección al motor y al controlador.
- ▶ La carcasa y los conectores resistentes y sellados cumplen con los estándares de sellado ambiental IP65 para usarse en entornos hostiles.

Cumple con las regulaciones estadounidenses e Internacionales pertinentes

- ▶ Compatibilidad electromagnética: Diseñado según los requisitos de EN 12895-2015.
- ▶ Seguridad: Diseñado para cumplir con los requisitos de: EN1175-1:1998+A1:2010 EN (ISO) 13849-1 2015
- ▶ Clasificación IP65 según IEC 60529.
- ▶ Reconocido por UL según UL583.
- ▶ 1238SE-69xx / 79xx UL583 en trámite.
- ▶ El cumplimiento del sistema completo del vehículo, con el controlador instalado, con las regulaciones pertinentes es total y exclusiva responsabilidad del fabricante de equipos originales del vehículo.

SE SERIES

Modelos 1232SE / 1234SE / 1236SE / 1238SE

DATOS DE SEGURIDAD FUNCIONAL

Función de seguridad	Arquitectura designada	MTTFd	C.C.	CCF	PL
Movimiento impulsado sin mando	Categoría 2	>40 años	>90%	Aprobado	d
Par motor de frenado del motor	Categoría 2	>16 años	>90%	Aprobado	c

TABLA DE MODELOS

Modelo	Tipo de motor	Voltaje nominal de la batería (V)	Corriente máxima [S2-2 minutos]	Corriente máxima [S2-60 minutos]
1232SE-247X	Inducción/CA imán permanente	24	375 A efectivos	185 A efectivos
1232SE-537X	Inducción/CA imán permanente	36-48	350 A efectivos	175 A efectivos
1232SE-637X	Inducción/CA imán permanente	48-80	250 A efectivos	145 A efectivos
1234SE-457X	Inducción/CA imán permanente	24-36	500 A efectivos	235 A efectivos
1234SE-547X	Inducción/CA imán permanente	36-48	450 A efectivos	215 A efectivos
1234SE-637X	Inducción/CA imán permanente	48-80	350 A efectivos	150 A efectivos
1236SE-467X	Inducción/CA imán permanente	24-36	650 A efectivos	285 A efectivos
1236SE-567X	Inducción/CA imán permanente	36-48	600 A efectivos	260 A efectivos
1236SE-657X	Inducción/CA imán permanente	48-80	450 A efectivos	185 A efectivos
1238SE-4971	Inducción/CA imán permanente	24-36	1000 A efectivos	425 A efectivos
1238SE-5971	Inducción/CA imán permanente	36-48	900 A efectivos	395 A efectivos
1238SE-6971	Inducción/CA imán permanente	48-80	900 A efectivos	305 A efectivos
1238SE-7971	Inducción/CA imán permanente	72-96	900 A efectivos	305 A efectivos



SE SERIES



Modelos 1232SE / 1234SE / 1236SE / 1238SE

ACCESORIOS DEL SISTEMA



El modelo 1222 de Curtis es un controlador para motor de inducción de CA para sistemas de servodirección eléctrica con accionamiento asistido y es el complemento ideal para los controladores "SE" en vehículos tales como carretillas retráctiles, carretillas para recoger pedidos, apiladoras y otros vehículos industriales similares.



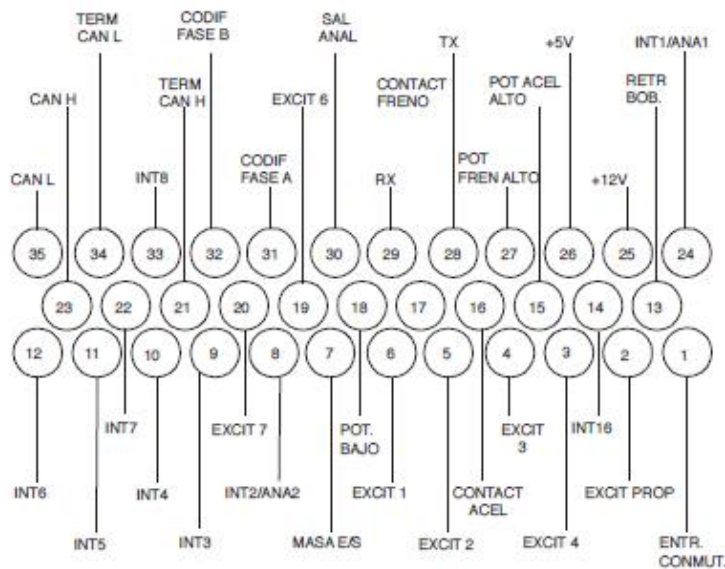
El módulo de expansión de E/S CANbus del modelo 1352 de Curtis presenta 9 pines de E/S, lo que incluye 6 amplificadores de válvula proporcional. Este módulo puede usarse para expandir la capacidad de E/S de los controladores de motores de corriente alterna de Curtis que utilizan VCL.



El programador portátil de Curtis modelo 1313 es ideal para configurar parámetros y realizar funciones de diagnóstico.

Comuníquese con Curtis para obtener las herramientas de compilación y desarrollo del lenguaje de control de vehículos VCL.

CABLEADO DE LOS CONECTORES

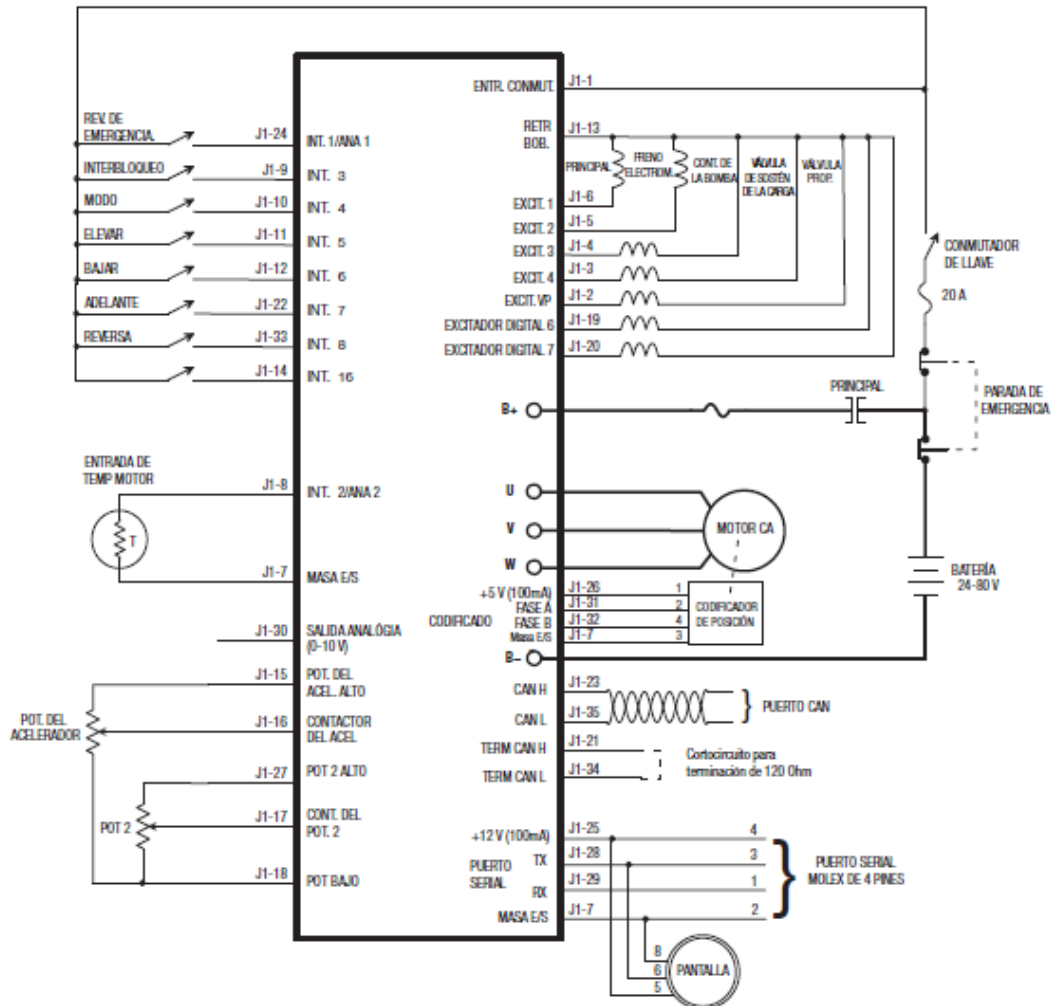


SE SERIES



Modelos 1232SE / 1234SE / 1236SE / 1238SE

CABLEADO TÍPICO



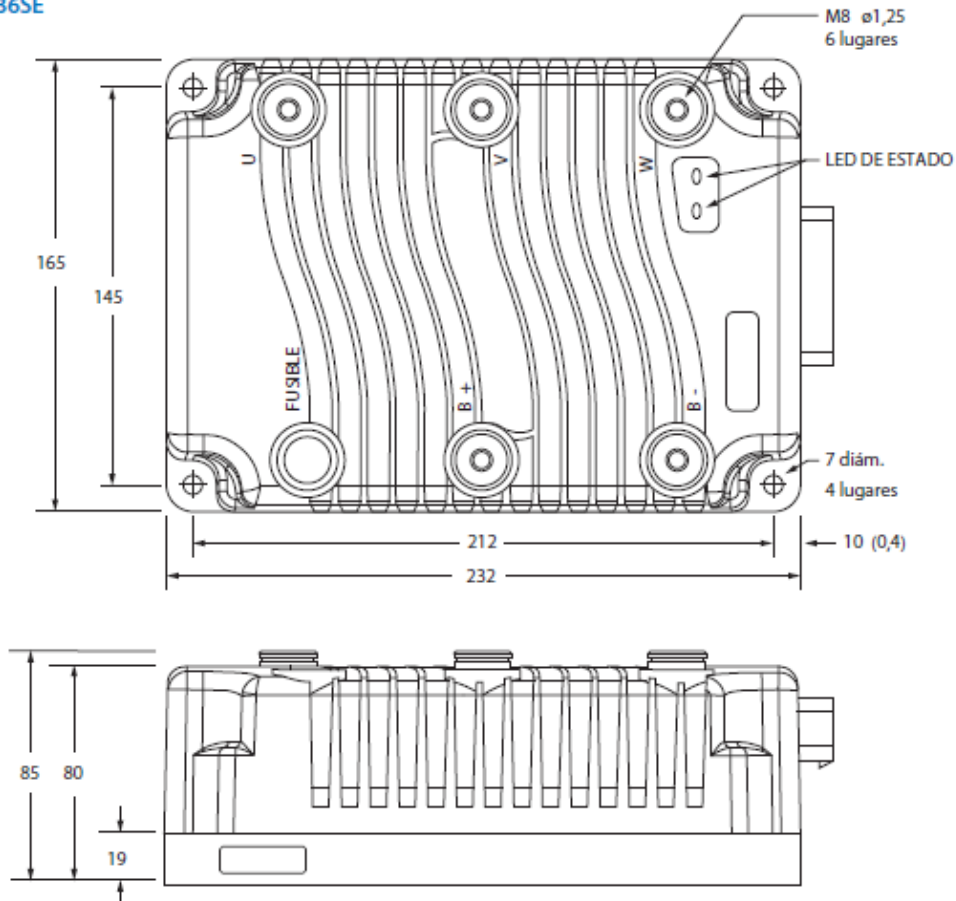
SE SERIES



Modelos 1232SE / 1234SE / 1236SE / 1238SE

DIMENSIONES mm (típicas)

1236SE



E.3. Manual d'instal·lació del motor elèctric

Installation guide

Installation guide

1. Checking the electrical system:

Please check the following points before deciding to replace the electric motor:

- Is the power supply/battery charged and in good condition?
- Are the power supply cables/battery leads correctly connected and not damaged?
- Are all electrical connections tightly fitted and free of corrosion?
- Is the wire harness in proper working order and not damaged?

2. Disconnecting the vehicle battery—warning!

- Disconnecting the vehicle battery may result in the loss of codes in certain vehicle systems. In this case the systems must be reprogrammed or the codes re-entered.
- Before disconnecting the battery, follow the vehicle manufacturer's recommended guidelines.

3. Installation steps:

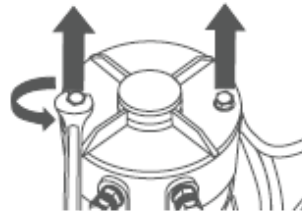
- 3.1** Make sure that all power-transmitting components and connections (electric, pneumatic, and hydraulic) are shut off according to the vehicle manufacturer's instructions and cannot readily be switched back on. Remove main fuse for the machine or system if possible. Disconnect the negative battery lead to prevent an earth fault.



- 3.2** Remove the electrical connecting cables from the currently installed electric motor. Carefully mark the connecting cables according to the associated output terminals on the electric motor.

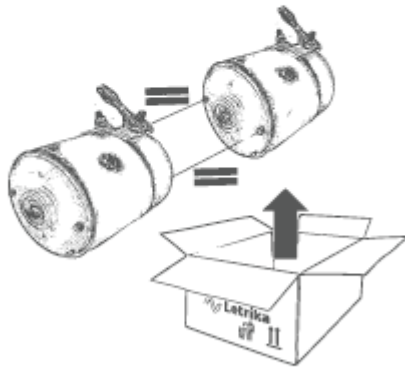


- 3.3** The electric motor can be used as a pump or traction motor, depending on the application. In either case, undo the fixing bolts and remove the electric motor from the pump or transmission. Follow the machine or system manufacturer's instructions.



| Installation guide

3.4 Make sure that the motor you are about to install matches the motor you just removed. Using the catalogue, check the electrical part number, the direction of rotation, the rated voltage, the rated current, the fitting dimensions, the electrical connections, etc.

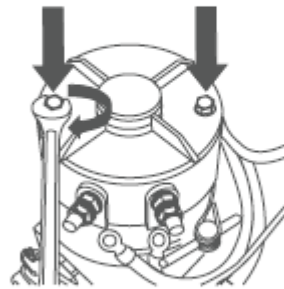


3.5 Also check the following points:

- Make sure that the motor cannot be switched on.
- Remove the protective cover and plastic plug using a suitable tool.
- The sealing surfaces must not be damaged.
- When working with hydraulic fluids, adhere strictly to the hydraulic fluid manufacturer's instructions.
- Also follow the machine or system manufacturer's instructions.

3.6 Tighten the fixing bolts on the electric motor evenly and to the correct tightening torque. An incorrect tightening torque may result in malfunctions, leaks, or increased wear.

3.7 Secure the motor in the installation position. Information about the required tools and the tightening torque for the bolts can be obtained from the machine or system manufacturer if necessary.



3.8 Connect the electrical cables to the electric motor. Take care to route the cables properly, making sure that the cables do not come into contact with hot or abrasive surfaces.



3.9 Connect the power supply/negative battery lead to the battery. Before starting the system, make sure that the battery is fully charged. Check that the entire electrical system is working properly according to the machine or system manufacturer's instructions.



Emili Roget Garcia, 10 de gener de 2022, Llagostera