

Jornada monogràfica:
Infraestructura de recàrrega de vehicles elèctrics

Aspectes normatius per la recàrrega de vehicles elèctrics

Roberto Villafàfila Robles

Cap d'àrea Enertrònica del CITCEA-UPC
Professor DEE-UPC
roberto.villafafila@citcea.upc.edu

Barcelona, 14 març 2018
Enginyers Industrials de Catalunya

Índex

- Estandarització càrrega vehicles elèctrics
- Modes de recàrrega (UNE-EN 61851)
- Connectors (UNE-EN 62196)
- Procés de càrrega
- REBT: ITC-BT-52

Estandarització càrrega vehicles elèctrics

Estandarització càrrega vehicles elèctrics

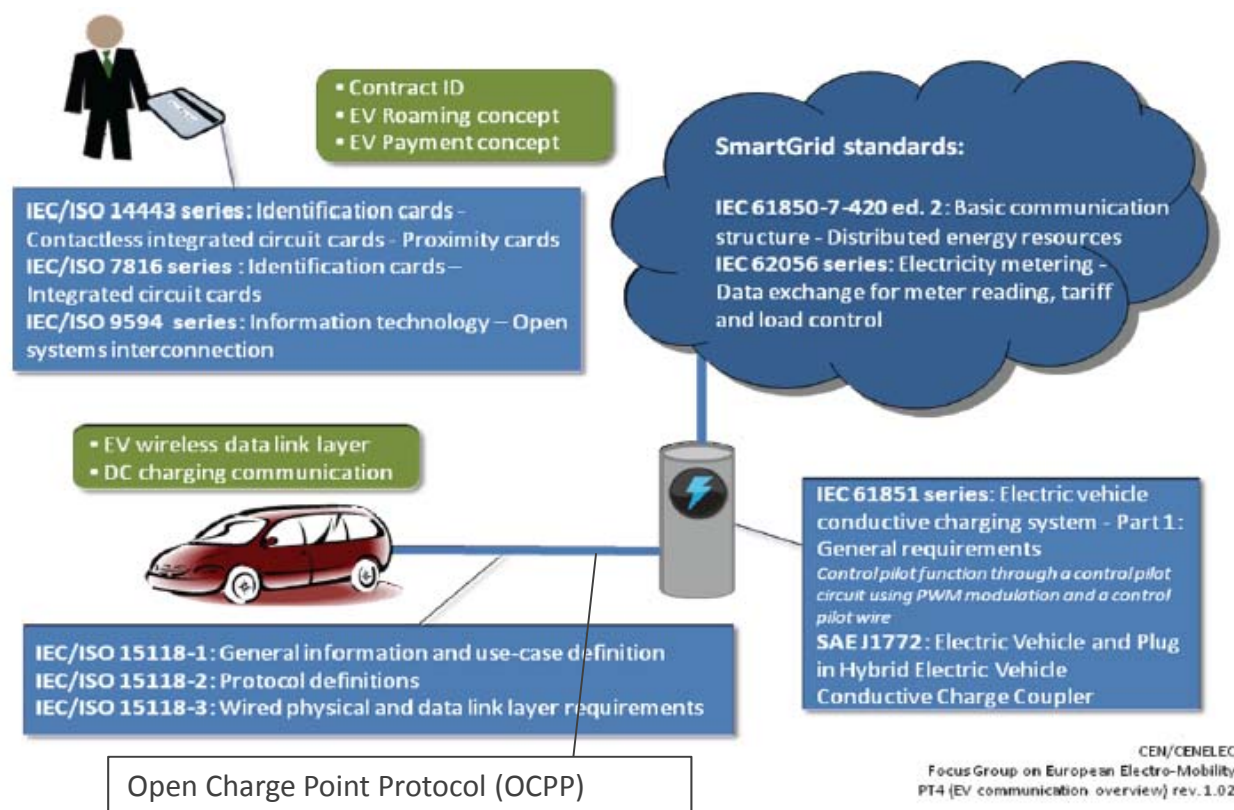
- Mandat M/468 (2010) sobre la càrrega de vehicles elèctrics de la Comissió Europea a les organitzacions europees d'estandarització:
 - Assegurar interoperabilitat entre el punt de càrrega i el carregador del vehicle
 - Assegurar interoperabilitat entre el carregador del vehicle (si no està al vehicle) i el vehicle
 - Considerar la gestió intel·ligent de la càrrega
 - Considerar la seguretat i la compatibilitat electromagnètica del carregador d'acord a les Directives europees

Estandarització càrrega vehicles elèctrics

	General	Electrotechnology	Communication
Global	ISO		ITU
Europe	CEN		ETSI

- USA
 - SAE: Society of Automotive Engineers
- Japan
 - JARI: Japanese Automotive Research Institute

Estandarització càrrega vehicles elèctrics



Estandarització càrrega vehicles elèctrics

- Connexió a la xarxa
 - Conductiva:
 - IEC 61851
 - SAE J1772
 - Inductiva:
 - IEC 61980
 - SAE J1773
- Canvi de la bateria
 - IEC 62840



Font: emobe

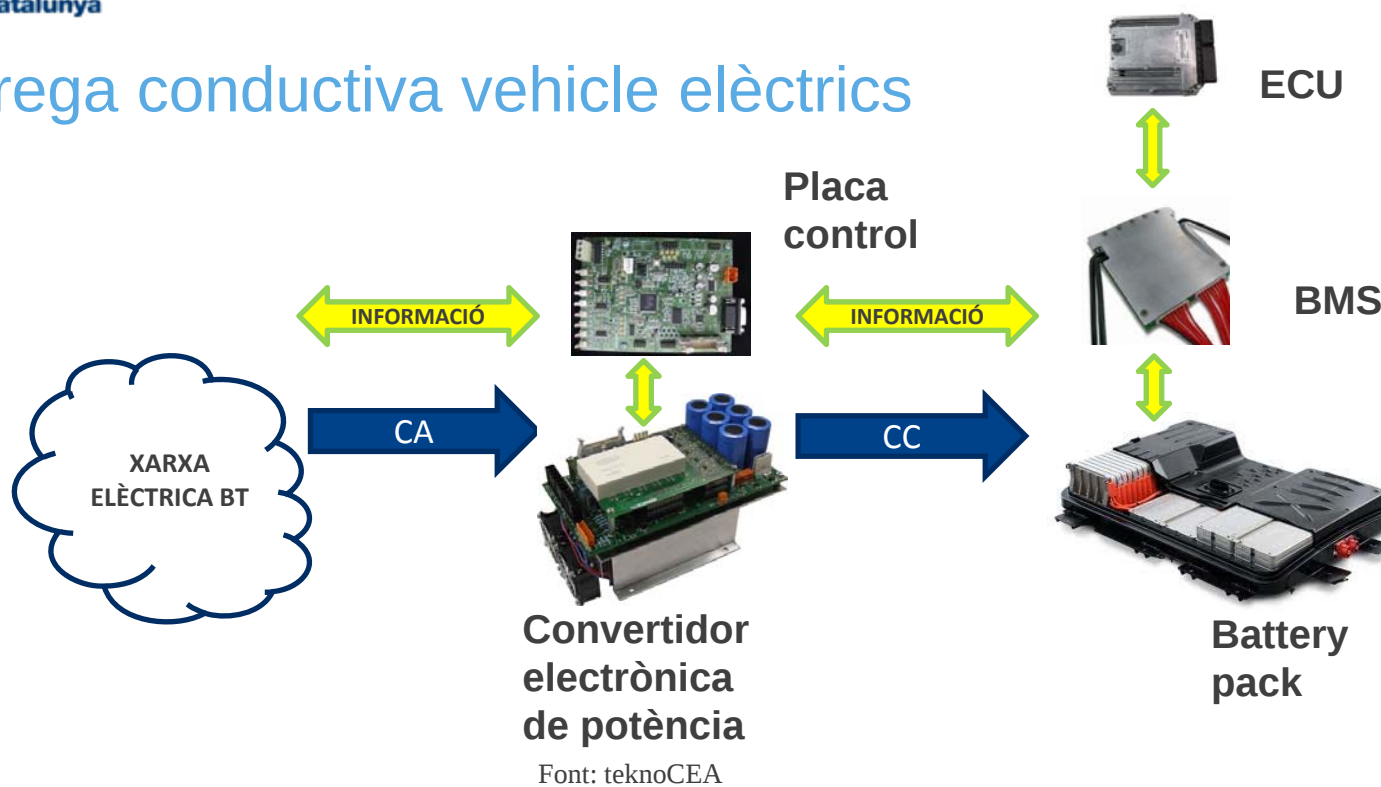


Font: Tokyo Motor Show
2011 (photo: NJo)

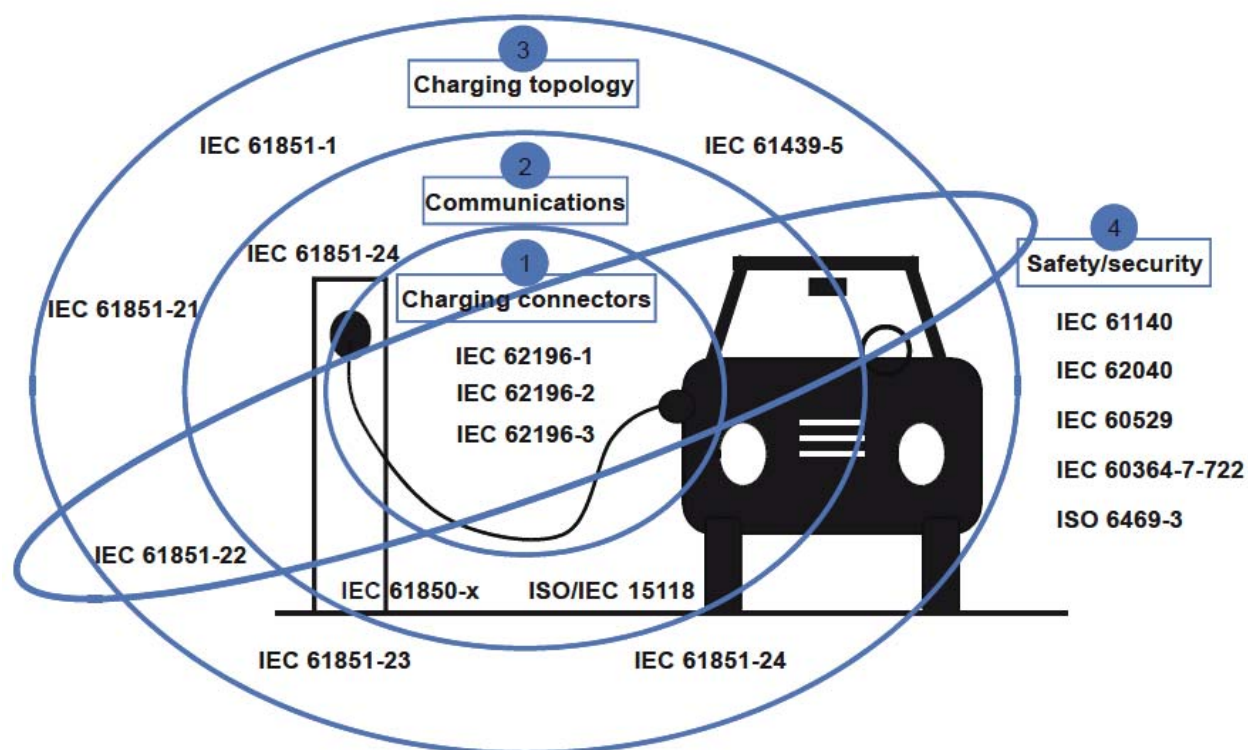


Font: Better Place

Càrrega conductiva vehicle elèctrics



Estandarització càrrega conductiva vehicle elèctrics



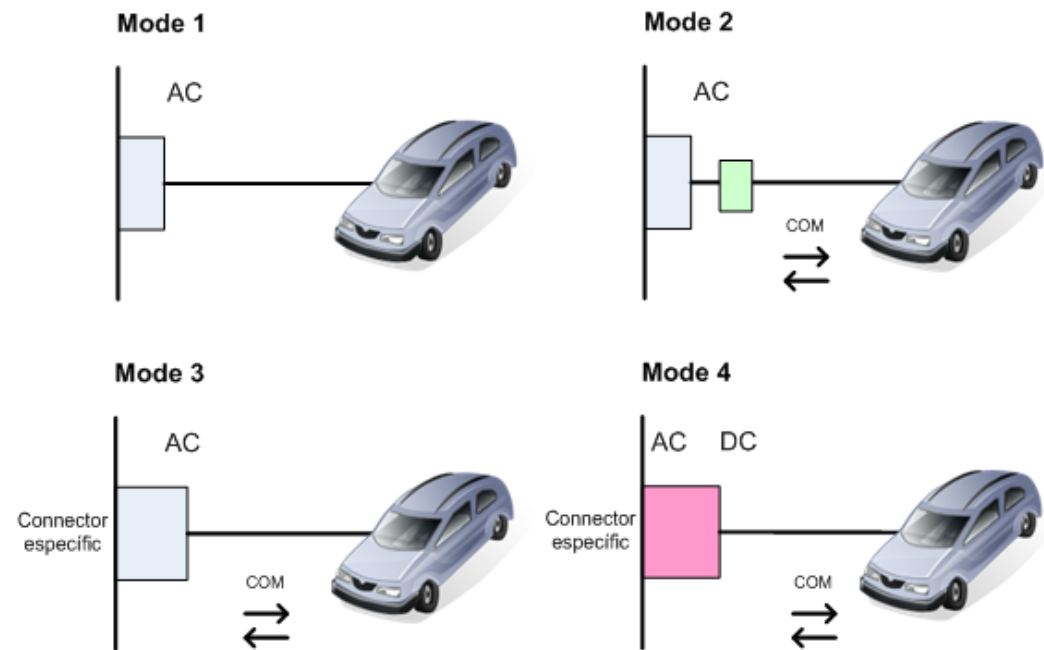
Modes de recàrrega

Càrrega conductiva

- UNE-EN 61851: Sistema conductiu de càrrega per a vehicles elèctrics
 - Part 1: Requisits generals
 - Part 21: Requisits del vehicle elèctric per a connexió conductora a xarxa red en c.a./c.c
 - Part 22: Estació de càrrega en c.a. per a vehicles elèctrics
 - Part 23: Estació de càrrega en c.c. per a vehicles elèctrics
 - Part 24: Comunicació digital entre una estació de càrrega en c.c. per a vehicles elèctrics i un vehicle elèctric, per al control de la càrrega en c.c.

Modes de càrrega (IEC 61851)

- Mode 1: endoll no dedicat
- Mode 2 : endoll no dedicat amb protecció incorporada en el cable
- Mode 3: endoll dedicat
- Mode 4: connexió DC



Mode 1 (UNE-EN 61851)

- Connexió CA
- Utilització endoll estàndard
- Presa de terra i protecció diferencial essencials per seguretat

Mode 2 (UNE-EN 61851)

- Connexió CA
- Utilització endoll estàndard
- Caixa de protecció amb funció pilot integrada en el cable o en el endoll

Mode 3 (UNE-EN 61851)

- Connexió CA
- Protecció amb funció de pilot de control
 - Verificació de connexió correcta
 - Endoll sense tensió si no hi ha vehicle connectat
 - Continuitat del terra
 - Corrent nominal del carregador
 - Essencial per a la infraestructura pública
- Endoll dedicat pel vehicle elèctric
- Nivells de potència:
 - 16 A: càrrega “normal”
 - 32 A: càrrega “semi-ràpida”
 - Potència elevada – càrrega “ràpida”

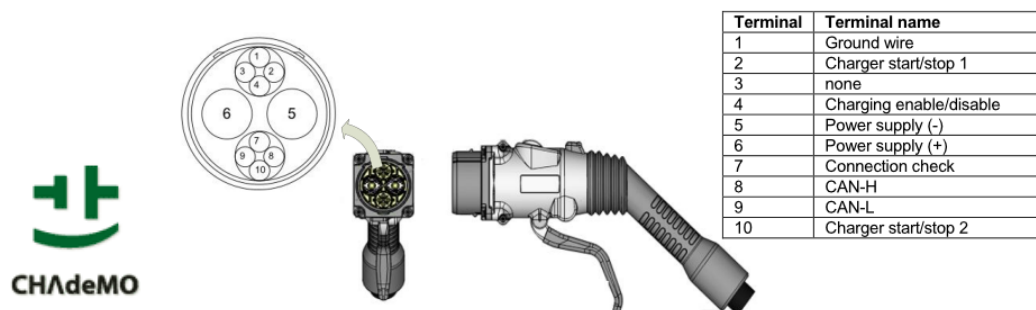
Mode 4 (UNE-EN 61851)

- Connexió CC
- Carregador estacionari (off-board)
- Infraestructura pesada i cara
- Definit en el estàndard UNE-EN 61851-23 Sistema conductiu de càrrega per a vehicles elèctrics. Part 23: Estació de càrrega en c.c. per a vehicles elèctrics
 - CHAdeMO
 - Combined Charging System (CCS)



Mode 4 (UNE-EN 61851)

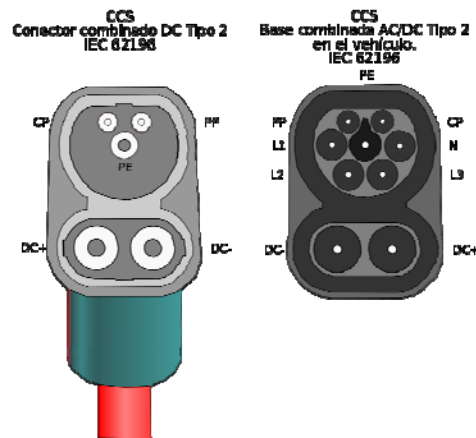
- CHAdeMO (www.chademo.com)
 - Estàndard japonès de càrrega ràpida que pretén garantir la seguretat i el correcte funcionament del procés en tot moment.
Ofereix fins a 60 kW (fins 500 V en CC i 120 A).
 - Càrrega fins el 80 % de la bateria en 30 minuts.
 - Utilitza un connector específic TEPCO/JARI que inclou comunicacions CAN.



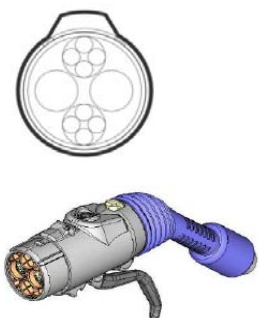
Font: CHAdeMO Association

Mode 4 (UNE-EN 61851)

- Combined Charging System (<http://ccs-map.eu/>)
 - Sistema de càrrega combinada CA i CC en un únic connector
 - Estàndard proposat per SAE i ACEA (European Association of Automotive Manufacturers)
 - Utilitza un connector específic que inclou comunicacions PLC i protocolo HomePlug Green PHY



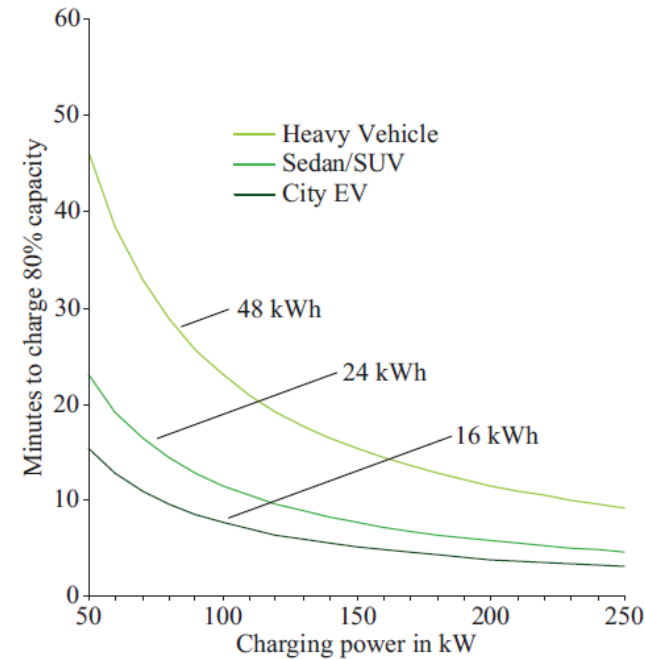
Mode 4 (UNE-EN 61851)

Base i connector		
	Model CHAdeMO	Model Combo
Tensió màxima	500 Vcc	850 Vcc 480 Vac
Corrent màxima	120 Acc	200 Acc 63 Aac

Mode 4 (UNE-EN 61851)

- Evolució de la càrrega en CC

D. Aggeler, et al., "Ultra-Fast DC-Charge Infrastructures for EV-Mobility and Future Smart Grids". *Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe)*, 2010 IEEE PES, pp.1-8, 11-13 Oct. 2010

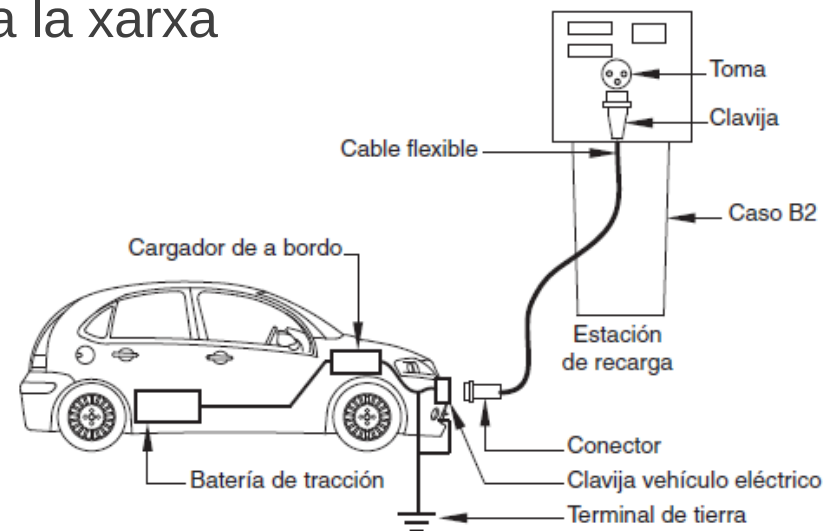


- IONITY: joint venture BMW, Mercedes, Ford y el Grupo VW per a fer xarxa de punts CCS de fins a 350 kW

Connectors

Parts de la connexió conductiva

- Punt de càrrega connectat a la xarxa
 - Endoll
 - Clavilla
- Cable flexible
 - Fixat al vehicle
 - Separat
 - Fixat al punt de càrrega
- Vehicle
 - Connector del vehicle
 - Clavilla del vehicle



Endolls i clavilles per a VE

- Mode 1 i 2: endolls i clavilles estàndards per a ús domèstic (UNE 20315) i industrial (UNE-EN 60309)
- Mode 3: UNE-EN 62196-1 i UNE-EN 62196-2. Bases, clavilles, connectors de vehicle i entrades de vehicle. Càrrega conductiva de vehicles elèctrics. Part 2: corrent alterna
- Mode 4: UNE-EN 62196-3. Bases, clavilles, connectors de vehicle i entrades de vehicle. Càrrega conductiva de vehicles elèctrics. Part 3: corrent continua i corrent alterna/continua

Connectors dedicats per a vehicle elèctric

Estandarització CA en IEC 62196-2 i SAE J1772™

Tipus 1

monofàsic



SAE J1772™

Tipus 2

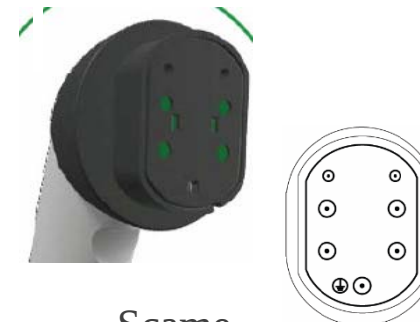
monofàsic
trifàsic



Mennekes

Tipus 3

monofàsic
trifàsic



Scame
(EV plug alliance)

www.evplugalliance.org/en/

Connectors dedicats per a vehicle elèctric



Connectors AC	Tensió màxima	Corrent màxima	Pins
SAE J1772	120 - 240 V monofàsic	32 A monofàsic fins 7,4 kW	5 pins (L1, L2/N, T, SC, SP)
UNE-EN 62196-2 Tipus 2	250 V monofàsic 500 V trifàsic	73 A monofàsic 63 A trifàsic fins 43 kW	7 pins (L1, L2, L3, N, T, SC, SP)
UNE-EN 62196-2 Tipus 3	250 V monofàsic 500 V trifàsic	16/32 A monofàsic 32 A trifàsic fins 22 kW	7 pins (L1, L2, L3, N, T, SC, SP)

Connectors dedicats per a vehicle elèctric

Estandarització CC en IEC 62196-3

IEC DC Charging Systems

	System A CHAdeMO (Japan)	System B GB/T (PRC)	System C	
			COMBO1 (US)	COMBO2 (DE)
Connector				
Vehicle Inlet				
Communication Protocol	CAN		PLC	

Connectors dedicats per a vehicle elèctric

				
	Typ 1	Typ 2	GB	
AC	 SAE J1772 / IEC 62196-2	 IEC 62196-2	 GB Part 2	 IEC 62196-2
DC	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 GB Part 3 / IEC 62196-3	 CHAdeMO / IEC 62196-3
COMBO	 SAE J1772 / IEC 62196-3	 IEC 62196-3	Directiva 2014/94/UE	

Connectors dedicats per a VE i potències de càrrega

CABLES DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS ENCHUFABLES			CARGA Modo 2		CARGA Modo 3 SERIE/OPCIONAL/ACCESORIO (1)			Carga acelerada	Carga rápida (SERIE/OPCIONAL)				Conector de lado del vehículo	
MARCA	MODELO	TECNOLOGÍA						Potencia > 3,7 kw						
			Schuko	Cetac		Tipo 3: Scame (2)	Tipo 2: Mennekes (2)		CHAdeMO	Mennekes Trifásica	Combo2	Mennekes modificado en CC	Tipo 1: J1772 (Yazaki)	Tipo 2: Mennekes
	A3 SPORTBACK e-tron	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ	SI	ACCESORIO		3,7 Kw							X
	Q7 e-tron	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ	¿?	¿?		7,2 kw							X
	i3	ELÉCTRICO	SÍ		ACCESORIO		X	3,7 Kw (7,3 kw OPCIONAL)			OPCIONAL			X
	i3 REX	AUTONOMÍA EXTENDIDA	SÍ		ACCESORIO		X	3,7 Kw (7,3 kw OPCIONAL)			OPCIONAL			X
	i8	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		ACCESORIO		X							X
	330e	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		ACCESORIO		X							
	X5 eDrive40e	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		ACCESORIO		X							X
	CITROËN C-Zero	ELÉCTRICO	SÍ						SERIE				X	
	CITROËN BERLINGO	ELÉCTRICO	SÍ						SERIE				X	
	FOCUS ELECTRIC	ELÉCTRICO	SÍ		ACCESORIO		X	6,6 kw					X	
	SOUL EV	ELÉCTRICO	SÍ		ACCESORIO		X	6,6 Kw	OPCIONAL				X	
	S500e	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		OPCIONAL		X							X
	C350e	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		OPCIONAL		X							X
	GLE 500 E4MATIC	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		OPCIONAL		X							X
	B ED	ELÉCTRICO	SÍ		SERIE		X	11 kw						X
	OUTLANDER PHEV 2016	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ						SERIE				X	
	i-MIEV	ELÉCTRICO	SÍ						SERIE				X	

Font: www.movilidadelctrica.com

CABLES DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS ENCHUFABLES			CARGA Modo 2		CARGA Modo 3 SERIE/OPCIONAL/ACCESORIO (1)			Carga acelerada	Carga rápida (SERIE/OPCIONAL)				Conector de lado del vehículo	
MARCA	MODELO	TECNOLOGÍA						Potencia > 3,7 kw						
			Schuko	Cetac		Tipo 3: Scame (2)	Tipo 2: Mennekes (2)							
	LEAF	ELÉCTRICO	SÍ		OPCIONAL	X	X	6,6 Kw (3)	SERIE				X	
	e-NV200	ELÉCTRICO	SÍ		OPCIONAL	X	X	6,6 Kw	SERIE				X	
	e-NV200 EVALIA	ELÉCTRICO	SÍ		OPCIONAL	X	X	6,6 Kw	SERIE				X	
	AMPERA	AUTONOMÍA EXTENDIDA	SÍ										X	
	PEUGEOT ION	ELÉCTRICO	SÍ						SERIE				X	
	PEUGEOT PARTNER	ELÉCTRICO	SÍ						SERIE				X	
	ZOE R240	ELÉCTRICO	ACCESORIO		SERIE	X	X	22 kW						X
	ZOE Q210	ELÉCTRICO	ACCESORIO		SERIE	X	X			SERIE (44 Kw)				X
	KANGOO ZE	ELÉCTRICO	ACCESORIO		SERIE	X	X							X
	TWIZY	ELÉCTRICO	SÍ											
	FORTWO	ELÉCTRICO	SÍ		OPCIONAL		X	22 kW						X
	MODEL S 70D	ELÉCTRICO	SÍ			X	X	11 kW (22 kW OPCIONAL con doble cargador)				SERIE (120kW)		X
	MODEL S 90	ELÉCTRICO	SÍ			X	X	11 kW (22 kW OPCIONAL con doble cargador)				SERIE (120kW)		X
	MODEL S90D	ELÉCTRICO	SÍ			X	X	11 kW (22 kW OPCIONAL con doble cargador)				SERIE (120kW)		X
	MODEL S P90D	ELÉCTRICO	SÍ			X	X	11 kW (22 kW OPCIONAL con doble cargador)				SERIE (120kW)		X
	MODEL X 70D	ELÉCTRICO	SÍ			X	X	11 kW (22 kW OPCIONAL con doble cargador)				SERIE (120kW)		X
	MODEL X 90D	ELÉCTRICO	SÍ			X	X	11 kW (22 kW OPCIONAL con doble cargador)				SERIE (120kW)		X
	MODEL X P90D	ELÉCTRICO	SÍ			X	X	11 kW (22 kW OPCIONAL con doble cargador)				SERIE (120kW)		X

Font:
www.movilidadelectrica.com

Connectors dedicats per a VE i potències de càrrega

CABLES DE RECARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS ENCHUFABLES			CARGA Modo 2		CARGA Modo 3 SERIE/OPCIONAL/ACCESORIO (1)			Carga acelerada	Carga rápida (SERIE/OPCIONAL)				Conector de lado del vehículo	
MARCA	MODELO	TECNOLOGÍA						Potencia > 3,7 kw						
			Schuko	Cetac		Tipo 3: Scame (2)	Tipo 2: Mennekes (2)		CHAdeMO	Mennekes Trifásica	Combo2	Mennekes modificado en CC	Tipo 1: J1772 (Yazaki)	Tipo 2: Mennekes
	e-UP	ELÉCTRICO	SÍ		SERIE	X	3,7 Kw				X			X
	e-GOLF	ELÉCTRICO	SÍ		SERIE	X	3,7 Kw				X			X
	GOLF GTE	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		SERIE	X	3,7 Kw							X
	PASSAT GTE	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		SERIE	X	3,7 Kw							X
	V60 TWIN ENGINE	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		ACCESORIO		X							X
	XC90 T8 TWIN ENGINE	HÍBRIDO ENCHUFABLE	SÍ		ACCESORIO		X							X

- (1) SERIE: si el coche incluye el cargador a bordo y además se entrega con el cable de recarga
OPCIONAL: si el cargador puede o no ir incluido en el coche en función del equipamiento. En este caso el cable siempre es un accesorio que hay que adquirir
ACCESORIO: si el coche incluye el cargador y el cable es un accesorio que hay que adquirir.
(2) Conectores del lado de la infraestructura
Conector tipo 3 solo en Francia e Italia
(8) Según versión

Font: www.movilidadelctrica.com

Tesla

- Connectors CA i CC propis
 - Adaptadors per: SAE J1772, CHadeMO
- Carregador
 - AC (on-board): fins a 10 kW a 120-240 V (opcionalment ampliables a 80 A - 20 kW)
 - DC (Supercharger): fins a 120 kW
 - Battery swapping

Procés de càrrega

Procés de càrrega

	Tensió / Corrent / Potència / Clavilla	Duració aprox.	Mode de carga
 CARGA NORMAL	230 V Fins 16A Fins 3,7 kW <i>Schuko; UNE-EN 62196-2 Tipus 2 i 3</i>	6 - 8 hores	1, 2, 3
 CARGA RÁPIDA	230 – 400V Fins 32A Fins 22 kW <i>UNE-EN 62196-2 Tipus 2 i 3</i>	1 - 3 hores	3
 CARGA SUPER-RÁPIDA	Tensió: 500V Fins 120 A 40-80 kW <i>UNE-EN 62196-2 Tipus 2 ; UNE-EN 62196-3</i>	10 - 30 minuts	3, 4

Font: ICAEN

Procés de càrrega

Power nomination	Mains connection	Power in kW	Power in Amps	Recharge range/hour ³	Ús
Normal power ⁴	1-Phase AC connection	≤ 3.7kW	10-16 amps	<20 km	Vinculat
Medium power	1- or 3-phase AC connection	3.7 -22 kW	16-32 amps	20 – 110 km	
High power	3-phase AC connection	> 22 kW	> 32 amps	>110 km	Emergència
High power	DC connection	> 22 kW	> 32 amps ⁵	>110 km	

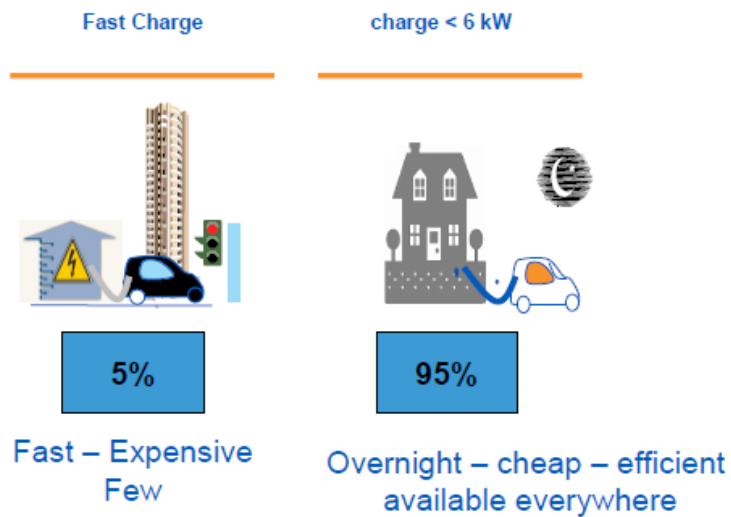
Font: Eurelectric

³ Assuming an average consumption of 20 kWh/100km.

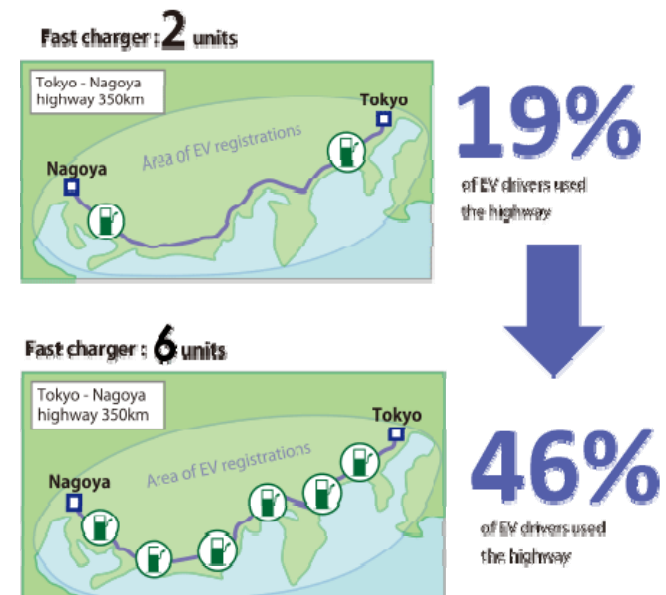
⁴ This single phase connection corresponds to the typical domestic plug connection dependent on country specific characteristics.

⁵ With a DC connection the power to the vehicle is fed at the vehicle battery DC voltage, which normally ranges from 150-350 volts, so the amperage is related to the DC power and voltage.

Procés de càrrega



Font: MERGE



Font: CHAdeMO

Localització dels punts de càrrega

- Àrea privada d'accés privat
 - Flotes
 - Aparcament individual
 - **Aparcament multipropietat**
- Àrea privada d'accés públic
 - Estació de càrrega
 - Lloc de treball
 - **Aparcament públic**
- Àrea pública d'accés públic
 - Carrer

*Les opcions ressaltades
presentaven barreres legislatives*

Aparcament multipropietat

Problemàtiques

- La comunitat de l'aparcament podia denegar l'accés del subministrament existent per a la comunitat.
- Complexitat en la repercussió dels consums que podia implicar canvi de tarifa per ampliació de potència.
- Necessitat de gestionar els consums i repartir els costos entre els diferents VE.
- Es limitava la llibertat d'elecció d'oferta i companya comercialitzadora.
- No permetia la implantació de tarifes específiques adequades per a VE.
- Incompliment REBT per doble subministrament en un mateix local o instal·lació.
- Limitació d'espai per a la centralització dels comptadors.
- No es considerava el cas d'aparcament ubicat en un edifici diferent al de l'habitatge.
- La instal·lació pot resultar inviable en casos amb comptador en habitatge i la dificultat de fer el cablejat fins l'aparcament.

Aparcament multipropietat Solució

- Dret a instal·lar punt de càrrega comunicant-lo prèviament
 - Ley Propiedad Horizontal espanyola, artículo 17 punto 5 (Ley 8/2013, de 26 de junio)
 - Codi Civil de Catalunya, article 553-36 (Llei 5/2015, del 13 de maig)
- REBT – ITC – 52: Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.
 - Aprovada pel Consejo de Ministros el 12/12/2014 i publicat el 21/12/2014.

Aparcament públic

Problemàtica

- El RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Artículo 79. Condiciones generales.
“[...]”
3. El contrato de suministro es personal, y su titular deberá ser el efectivo usuario de la energía, que no podrá utilizarla en lugar distinto para el que fue contratada, **ni cederla, ni venderla a terceros.**
[...]”.

Aparcament públic

Solució

- El Real Decreto-ley 6/2010, de 9 de abril que reforma la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
 - Nou agent: Gestor de càrregues
 - Real Decreto 647/2011, de 9 de mayo, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética. (BOE del 23 de mayo 2011)
 - S'introdueix una nova discriminació horària DHS aplicable als peatges 2.0 i 2.1:
 - P1: punta (10h/dia)
 - P2: vall (8h/dia)
 - P3: supervall (6h/dia)

Invierno y Verano		
P1	P2	P3
13-23	0-1 7-13 23-24	1-7

Gràcies per la seva atenció!

Roberto Villafáfila Robles

roberto.villafafila@citcea.upc.edu

Cap d'àrea Enertrònica CITCEA-UPC

Professor DEE-UPC

www.citcea.upc.edu