



Alamys

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos

 **CAF**
Power &
Automation

CAF | GROUP

 **CAF**
Power &
Automation

GREENTECH
Energy optimisation

Tecnología Greentech para Desafíos de Electromovilidad





Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



CAF Power & Automation

CAF Power & Automation es líder en el diseño y fabricación de soluciones para el sector ferroviario

Desarrollamos sistemas de tracción, control, comunicación, **y sistemas de acumulación de energía**

La tecnología más avanzada y la mayor fiabilidad han hecho que CAF Power & Automation sea la principal referencia en el sector ferroviario mundial.

CAF Power & Automation forma parte del **Grupo CAF**



Contexto y principales motivaciones



Necesidad de sistemas limpios
y más eficientes.

Suprimir el impacto visual de la
catenaria en los centros
históricos.

Necesidad de contar con
energía de “backup” en caso de
fallos de catenaria

Breve resumen tecnológico

Más de 9 años de investigación para analizar, estudiar, integrar y ensayar los diferentes sistemas de acumulación de energía (Celdas de combustible, volantes de inercia, baterías y ultra-condensadores)

	Baterías Li-Ion	Ultra-condensadores
Densidad de energía	Alta	Media
Potencia	Media	Alta
Esperanza de vida (nº de ciclos)	Media	Alta

Densidad de energía

- Ultra-condensador: directamente relacionado con la autonomía
- Batería Li-Ion: alta capacidad de energía para paradas inesperadas y mayor autonomía sin catenaria

Potencia

- Ultra-condensador: alto rendimiento y proceso de recarga rápida: menos de 20 segundos
- Batería Li-Ion: potencia de carga media: solo necesita unos pocos minutos

Vida útil

- Ultra-condensador: ciclabilidad muy alta
- Batería Li-Ion: ciclabilidad alta

Familia de Productos de CAF Power & Automation

Solución que permite la circulación de vehículos sin catenaria



**SIN CATENARIA
+
RECUPERACIÓN
DE ENERGÍA
+
BACKUP**

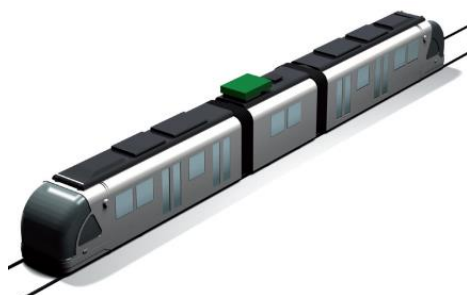


**RECUPERACIÓN DE
ENERGÍA
+
BACKUP**

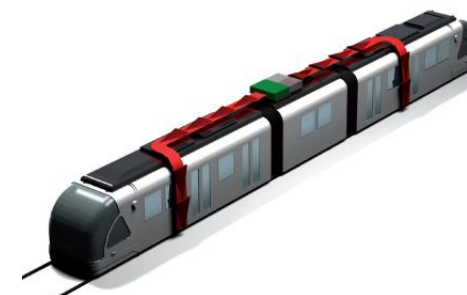
Solución FREEDRIVE de CAF Power & Automation

¿Cómo funciona?

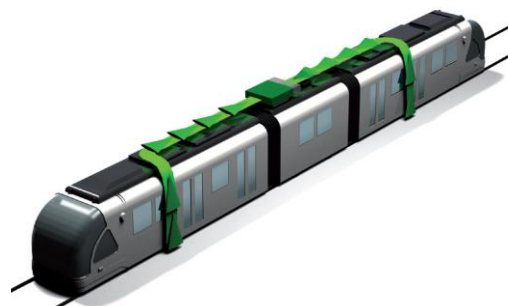
1. El vehículo empieza a circular con el sistema FREEDRIVE completamente cargado.



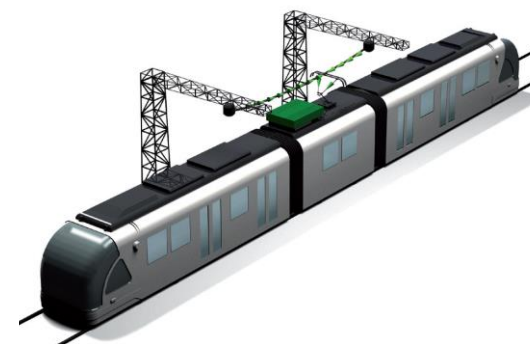
2. En los tramos sin catenaria, el sistema FREEDRIVE suministra energía al sistema de tracción.



3. En el sistema FREEDRIVE recupera la energía cinética generada durante las fases de frenado, iniciando el proceso de recarga.



4. En los tramos con catenaria el sistema FREEDRIVE se recarga por completo.



Solución Sin Catenaria de CAF Power & Automation

Sistemas de Acumulación de Energía Embarcado **MODULAR y CONFIGURABLE**



SISTEMAS HÍBRIDOS DE ACUMULACIÓN DE ENERGÍA

Ultra-condensadores y baterías de Litio-Ion

- ✓ Permite la circulación de los vehículos en tramos **sin catenaria**
- ✓ Autonomía superior a **20km sin catenaria** con baterías
- ✓ **Proceso de recarga ultra-rápida**
- ✓ **Reduce el impacto visual de la catenaria** así como la **inversión** en infraestructuras y su posterior mantenimiento
- ✓ Su configuración modular **optimiza el Coste Total de Propiedad**
- ✓ **Sistema no cautivo**, aplicable a cualquier fabricante e infraestructura nueva o ya existente
- ✓ **Equipo Plug-in**, con independencia del convertidor de tracción y que permite su incorporación en trenes existentes.

Solución Sin Catenaria de CAF Power & Automation

Productos modulares y configurables

Ejemplos:

Evodrive



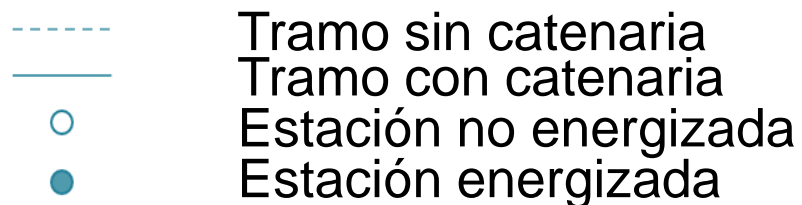
Low-Freedrive



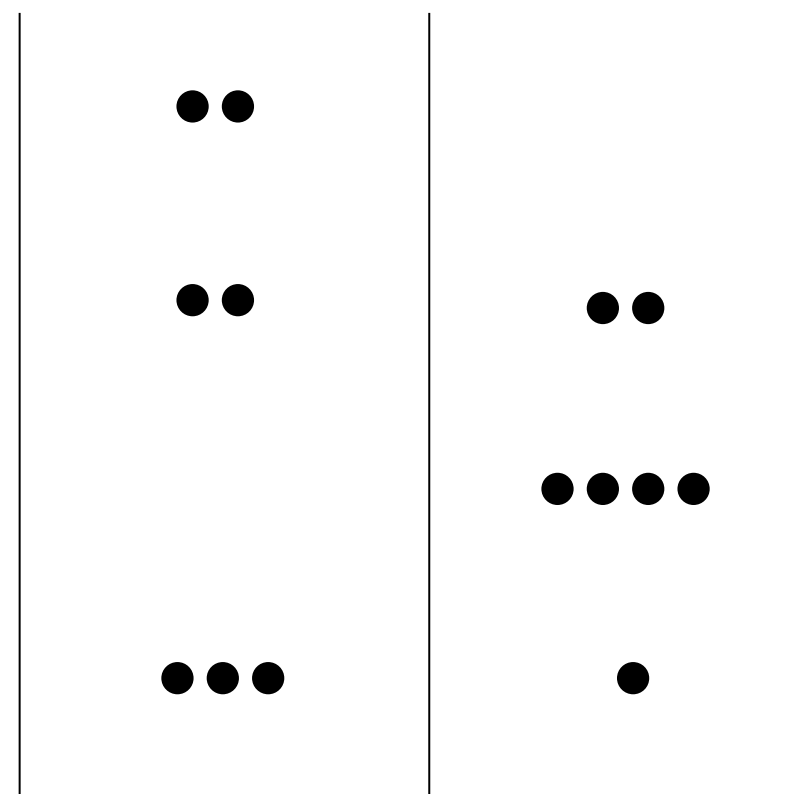
Medium-Freedrive



High-Freedrive



Ultra-condensadores Baterías



Integración del Sistema de Acumulación de Energía

INTEGRACIÓN DEL PRODUCTO

Sistema ESS (Energy Storage System) incluye convertidor DC/DC, ESU (Energy Storage Unit) y sistema de refrigeración

- Control completo de la cadena de integración
- Soluciones híbridas con gestión energética avanzada

Unidad de acumulación de Energía (ESU)

- Optimiza la densidad de potencia/energía
- Diseño modular
- Refrigeración por aire y por agua

Módulo de acumulación de energía y potencia

- Evitar los proveedores únicos y la estandarización
- Control de la obsolescencia

Electrónica de protección y control

- UCMB (Electrónica de control de ultra-condensadores)
- BMS (Sistema de gestión de baterías)

Celdas de acumulación de energía

- Fiabilidad continua y validación del ciclo de vida
- Proceso de homologación de proveedores



Patentes de CAF Power & Automation

PATENTADO: Power storage module for railway vehicles

(12) **United States Patent**
Nieva Fatela et al.

(10) **Patent No.: US 8,810,994 B2**
(45) **Date of Patent: Aug. 19, 2014**

(54) **POWER STORAGE MODULE FOR RAILWAY VEHICLES**

(75) **Inventors:** Txomin Nieva Fatela, Irura (ES); Ion Onandia Jove, Irura (ES)

(73) **Assignee:** Caf Power & Automation, S.L.U., San Sebastian (Guipuzcoa) (ES)

(*) **Notice:** Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 88 days.

(21) **Appl. No.:** 13/808,212

(22) **PCT Filed:** Apr. 14, 2011

(86) **PCT No.:** PCT/ES2011/000119
§ 371 (c)(1), (2), (4) Date: Jan. 3, 2013

(87) **PCT Pub. No.:** WO2012/004429
PCT Pub. Date: Dec. 1, 2012

(65) **Prior Publication Data**
US 2013/0107423 A1 May 2, 2013

(30) **Foreign Application Priority Data**
Jul. 7, 2010 (ES) 201000874

(51) **Int. Cl.**
H01G 2/08 (2006.01)
H01G 9/00 (2006.01)
H01G 9/008 (2006.01)
H05K 3/00 (2006.01)
H01G 11/76 (2013.01)
H01G 11/30 (2013.01)
H01G 11/10 (2013.01)
H01G 9/26 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.**
CPC H01G 2/08 (2013.01); H01G 11/76

(10) **Patent No.:** US 8,810,994 B2
(45) **Date of Patent:** Aug. 19, 2014

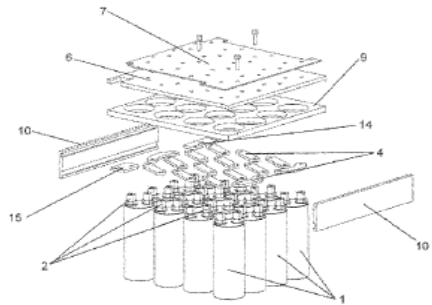
(35) **Abstract:** (2013.01); Y02T 10/7022 (2013.01); H01G 11/30 (2013.01); H01G 9/008 (2013.01); Y02E 60/13 (2013.01); H01G 11/10 (2013.01); H01G 9/26 (2013.01)

(58) **Field of Classification Search**
USPC 361/434; 361/690
CPC H01G 2/08
USPC 361/434, 690
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**
U.S. PATENT DOCUMENTS
5,872,711 A * 2/1999 Janko 363/144
6,714,391 B2 * 3/2004 Wilk et al. 361/15
7,764,496 B2 * 7/2010 Nguyen et al. 361/697
2005/0041370 A1 2/2005 Wilk et al.
2007/0086146 A1 * 4/2007 Timmerman et al. 361/434
FOREIGN PATENT DOCUMENTS
FR 2022378 A1 4/2009
JP 2009289943 A 12/2009
WO 2006048431 A1 5/2006
* cited by examiner
Primary Examiner — Scott Bauer
(74) **Attorney, Agent, or Firm** — Lucas & Mercanti, LLP

(57) **ABSTRACT**
Power storage module for railway vehicles, comprising multiple interconnected capacitors (1) with terminals (2) for establishing an electrical connection with a single connection plate (7) common to all the capacitors (1) and mechanical securing by means of a support plate (6) placed between the terminals (2) and the connection plate (7), the terminals (2) being oversized in such a way as to define a cooling channel between the support plate (6) and the capacitors (1), the connection plate (7) being insulated from said cooling channel by means of the support plate (6).

11 Claims, 7 Drawing Sheets



(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
9 de abril de 2015 (09.04.2015)

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2015/049407 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
H01G 2/02 (2006.01) H01G 2/10 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2014/070754

(22) Fecha de presentación internacional:
3 de octubre de 2014 (03.10.2014)

(25) Idioma de presentación:
español

(26) Idioma de publicación:
español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P201331452 3 de octubre de 2013 (03.10.2013) ES

(71) Solicitante: CAF POWER & AUTOMATION, S.L.U. [ES/ES], Paseo Mikeletegi, 58 - 2º, Parque Tecnológico de San Sebastián, E-20009 San Sebastián (Guipuzcoa) (ES).

(72) Inventores: NIEVA FATELA, Txomin; Paseo Mikeletegi, 58 - 2º, Parque Tecnológico de San Sebastián, E-20009 San Sebastián (Guipuzcoa) (ES). ONANDIA JOVE, Ion; Paseo Mikeletegi, 58 - 2º, Parque Tecnológico de San Sebastián, E-20009 San Sebastián (Guipuzcoa) (ES).

(74) Mandatario: VEIGA SERRANO, Mikel; Balmes, 180-4º-2ª, E-08006 Barcelona (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: ENERGY ACCUMULATION BASKET
(54) Título: CESTA DE ACUMULACIÓN DE ENERGÍA

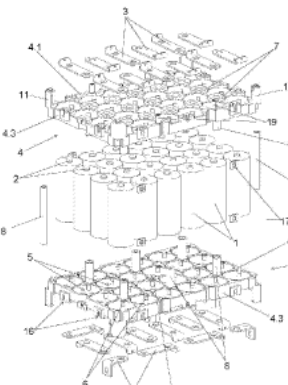


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to an energy accumulation basket, consisting of mountings (4) provided with multiple cavities (5) in which capacitors (1) are arranged which are secured by their ends between the mountings (4), the inner walls of the cavities (5) having recesses in which respective additional resilient protrusions (6) are received, by means of which the capacitors (1) arranged in the cavities (5) are secured peripherally, and in which each mounting (4) defines on the outer surface (4.1) thereof shapes (7) that protrude toward the inside of the cavities (5) in order to support the end of the corresponding capacitor (1), the shapes (7) of the mountings (4) establishing an axial retention of the capacitors (1) in the respective cavities (5).

(57) **Resumen:** Cesta de acumulación de energía, formada por unos soportes (4) provistos con múltiples alojamientos (5) en donde se disponen condensadores (1) que se sujetan por sus extremos entre los soportes (4), presentando las paredes interiores de los alojamientos (5) unos recesos en donde se alojan unas respectivas prominencias elásticas (6) accesorias mediante las que se establece un ajuste perimetral de los condensadores (1) que se disponen en los alojamientos (5), y en donde cada soporte (4) determina en su cara exterior (4.1) unas conformaciones (7) que asoman hacia el interior de los alojamientos (5) para apoyo del extremo del correspondiente condensador (1), estableciéndose mediante las conformaciones (7) de los soportes (4) una retención axial de los condensadores (1) en los respectivos alojamientos (5).

Cumplimiento de las Normas Ferroviarias

Nivel de celda

Safety Standard for Lithium batteries	UL1652
Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport	IEC 62281
Onboard Lithium Ion traction batteries	IEC 62928 (FDIS)
Standard for Ultracapacitors	UL810
Capacitors for power electronics, Electric Double-Layer capacitors.	IEC 61881-3

Nivel del sistema de acumulación de energía

Fire and Smoke	EN 45545
Shock and vibration	IEC 61373
IP protection	IEC 60529
Power Supply with Onboard Energy Storage Systems, Series hybrid systems	IEC 62864-1
Acoustic noise test	IEC 60076-10
Electromagnetic Compatibility	EN 50121-2
Railway applications- electronic used on rolling stock	EN 50155
Combined testing of inverter-fed alternating current motors and their control system	IEC 61377-1
Power converters installed on board rolling stock	IEC 61287-1

Líderes del Sector Ferroviario en Sistemas de Acumulación de Energía



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – SEVILLA (ESPAÑA)

- 5 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 10
- En servicio desde: 2010



CAF Power & Automation
GREENTECH
EVODRIVE
Energy efficiency

750 VCC – CUIABA (BRASIL)

- 42 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 42
- Entrará en servicio en



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – ZARAGOZA (ESPAÑA)

- 21 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 42
- En servicio desde 2011



CAF Power & Automation
GREENTECH
EVODRIVE
Energy efficiency

750 VCC – TALLINN (ESTONIA)

- 21 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 21
- Entrará en servicio en



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – GRANADA (ESPAÑA)

- 13 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 26
- Entrará en servicio en 2017

Líderes del Sector Ferroviario en Sistemas de Acumulación de Energía



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – KAOHSIUNG (TAIWAN)

- 9 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 18
- Entrará en servicio en 2015

**Primer sistema de tranvía
totalmente libre de catenaria del
mundo**



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – LUXEMBURGO

- 21 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 63
- Entrará en servicio en 2017



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – BIRMINGHAM (R.U.)

- 21 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 42
- Entrará en servicio en 2018



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – NEWCASTLE (AUSTRALIA)

- 6 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 12
- Entrará en servicio en 2019



CAF Power & Automation
GREENTECH
FREEDRIVE

750 VCC – SEATTLE (EE.UU.)

- 10 tranvías
- Número de Sistemas de Acumulación de Energía: 10
- Entrará en servicio en 2019

10 PROJECTS
169 VEHICLES
286 ESS



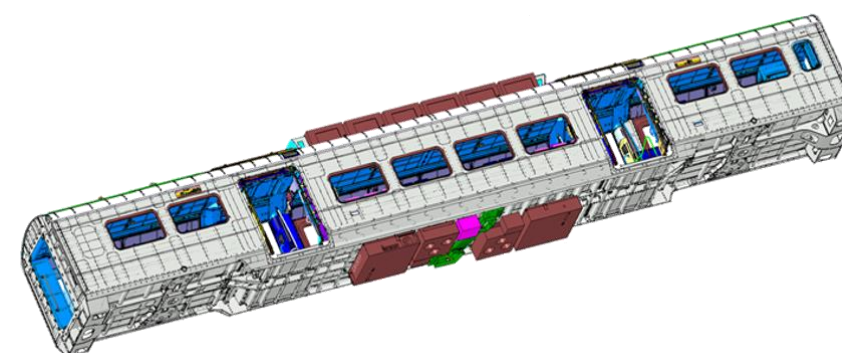
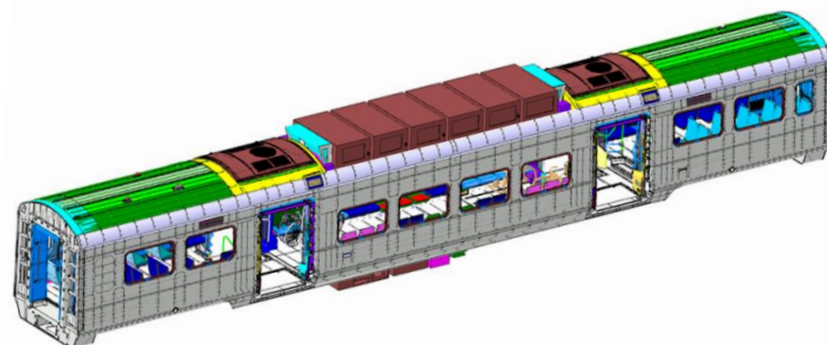
Plataforma Civity EMU de CAF

Identificación de aplicaciones y requisitos del sistema de acumulación de energía embarcado

	Catenaria	Genset	OESS
Híbrido eléctrico	X		X
Híbrido bimodo	X	X	X
Híbrido diésel-eléctrico		X	X



Desarrollos de sistemas de acumulación de energía embarcados, modulares y configurables, basado en subsistemas estandarizados



Conclusiones

- ✓ **Solución integral para la demanda real del mercado:** funcionamiento sin catenaria, ahorro energético y “backup”
- ✓ **Optimización de TCO:** minimización de los costes de infraestructura
- ✓ **Solución abierta para operadores de trenes:** opcional, fácil de ampliar, equipo no cautivo
- ✓ **Personalizable según los requisitos del proyecto:** potencia, energía, infraestructura de carga
- ✓ **Tecnología del futuro:** impulso del sector de la automoción
- ✓ **Seguro y fiable:** comprobado en servicio comercial desde el año 2010



Alamys

Asociación Latinoamericana de
Metros y Subterráneos



vectia

GROUP

CAF

Soluciones para un transporte
urbano más sostenible



Vehículos de Transporte Urbano

Colectivo

AUTOBUSES
SUBURBANO



AUTOBUSE
S URBANOS



AUTOBUSES
URBANOS



eBRT/eB



TREN
INTERCITY



TRANVÍA

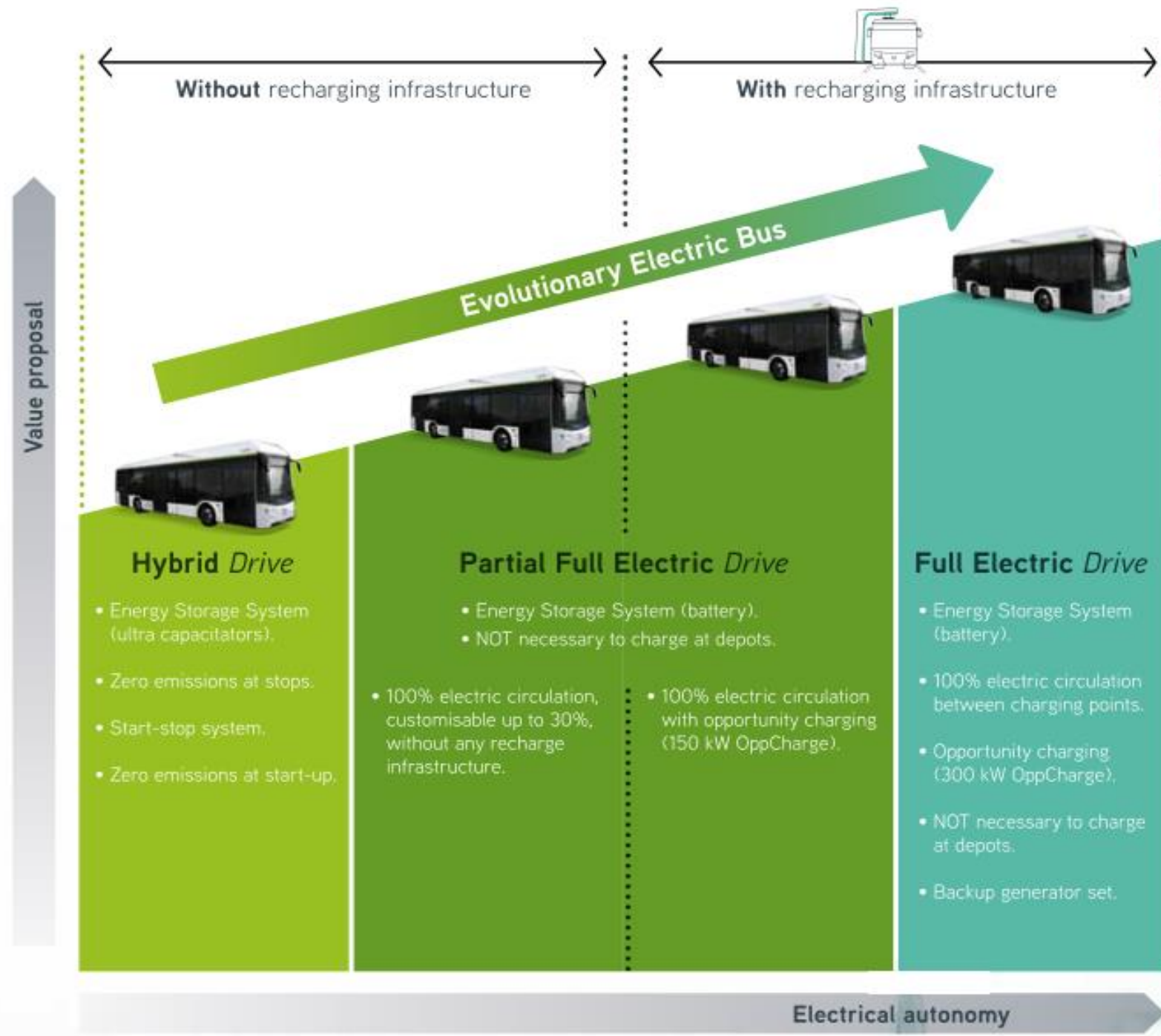


METRO



Capacidad de pasajeros por vehículo

Evolución del Autobús eléctrico



CAF Power & Automation

Dr. Jean-François REYNAUD

jfreynaud@cafpower.com



Oficina central:

Parque Tecnológico de San Sebastián
Pso. Mikeletegi, 58 - 2º
20009 San Sebastián • España
Tel.: 943309251 •

Instalaciones:

Polígono Katategi
Parcela 3 bis, Pabellón nº 1
20271 Irura • España
Tel.: 943690870

Oficina en Madrid:

Calle del Haya, 4
Planta 3, Oficina 4
28044 Madrid • España
Tel.: 916809322

Para más información, visite nuestra página web:

www.cafpower.com