

6ª SESIÓN

JUEVES 18, 12:10-13:10

**Sistemas de tracción híbrido-eléctricos
para vehículos de transporte y
servicios públicos**

Ponente:

- **D. Martín Sastre**
(Responsable accionamientos de
velocidad variable – aplicaciones especiales,
SIEMENS)

SIEMENS



ELFA® – the e•Drive from Siemens for City Buses

→ Flexibility³ → YOUR Hybrid Drive
→ Transporte urbano hacia la sostenibilidad.

Noviembre JAI' 2010

© Siemens AG 2010. All rights reserved.



Contenidos

Productos Hybrid Drives

Historia del sistema ELFA®

El sistema ELFA®

Referencias

Información técnica

SIEMENS



Productos Hybrid Drives

© Siemens AG 2010. All rights reserved.

LD T Productos = “Outdoor Equipment”*)

Propulsion equipment for:

Traction Drives



- Locomotives
- High Speed Trains
- EMUs / DMUs
- Metro Vehicles
- Light Rail Vehicles

Hybrid Drives



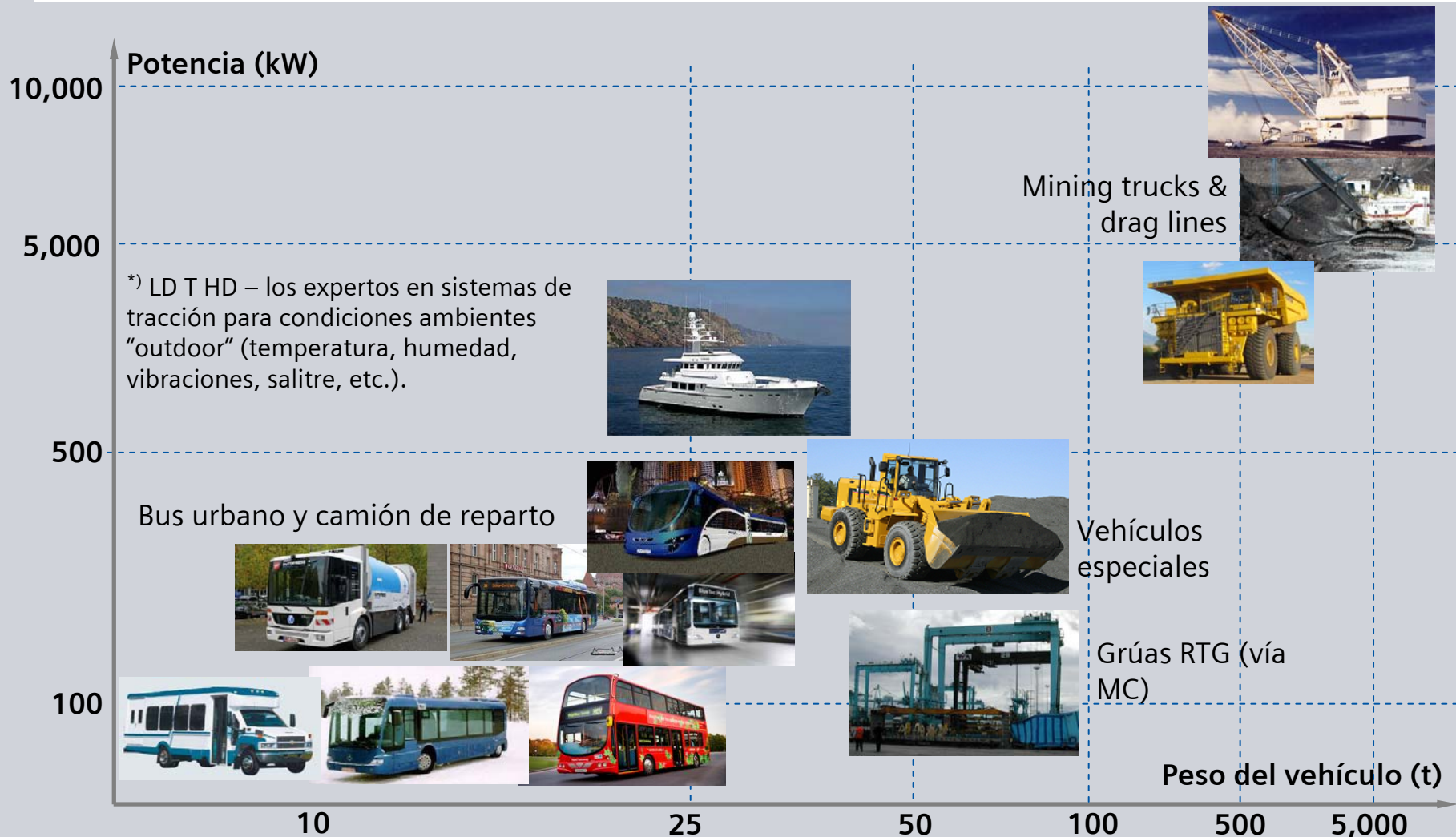
- City Vehicles
- Cranes
- Boats

Mining Drives



- Trucks
- Shovels
- Draglines

LD T HD Productos = “Outdoor Equipment”*)



SIEMENS



Historia del sistema ELFA®

© Siemens AG 2010. All rights reserved.

Historia del sistema ELFA® de Siemens

- Los primeros proyectos empezaron hace 12 años, inicialmente con MAN
- Antes de eso Siemens sólo estaba en proyectos de tracción para trolebuses basados en la tecnología de los tranvías
- El desarrollo del sistema ELFA se basaba en componentes del automóvil provenientes de coches eléctricos, adaptados para el uso en autobuses (horas de funcionamiento, condiciones ambientales) y apoyados por nuestra extensa experiencia en las tecnologías de los accionamientos.
- Comienzo de la producción en serie en 1999 con el Mercedes Cito Midibus (se hicieron más de 600 unidades) hasta 2003
- Primer contrato en Asia con Mitsubishi Fuso en 2000
- Inicio de la colaboración con ISE Corp. (San Diego) para el mercado de EEUU en 2002 (que se mantiene en la actualidad)
- Diversificación hacia las pilas de combustible, buses de baterías, ultracondensadores e híbridos batería, barcos, grúas portuarias (RTG), camiones de reparto y de recogida de residuos urbanos.



Historia del sistema ELFA® de Siemens – ¿Qué hemos aprendido?

- Se necesitó mucho paciencia – los sistemas de almacenamiento de energía llevaron más tiempo de lo que se esperaba.
- La pila de combustible no es una opción a corto plazo, aunque a medio plazo las pilas de combustible son una alternativa a los autobuses híbridos.
- Con el tiempo los sistemas de almacenamiento de energía mejoran, con lo que se consigue una **disminución el tamaño del motor de combustión**. Por lo que, el sistema de tracción tiene que ser capaz de asumir estos cambios sin cambiar el sistema de tracción en sí.
- Debido a la naturaleza de los ciclos de conducción en los centro urbanos con muchas paradas y arranques combinado con las bajas velocidades, es importante que los **sistemas auxiliares** (bomba de dirección, compresor de aire, aire acondicionado) del vehículo funcionen de manera independiente al funcionamiento del motor de combustión.
- Es importante que toda la **energía de frenado** pueda recuperarse por el sistema de tracción hasta la parada para conseguir ahorros de combustibles óptimos – aprox. 150 kW en un autobús de 12 m cargado.

Historia del sistema ELFA® de Siemens – Conclusiones

- El híbrido serie es la **configuración óptima** para los vehículos urbanos
 - Totalmente **flexible** respecto a la **fuerza de energía**
 - **Máxima recuperación posible** (alta potencia del motor de tracción en funcionamiento regenerativo)
 - **Sin cambios de los componentes ante futuros cambios de la fuerza de energía**, como una reducción en el tamaño del motor de combustión y una batería más grande, o cambio de un motor de combustión pequeño a un pila de combustible pequeña, o cambio a vehículos con sólo baterías
 - Alta **flexibilidad para el diseño** del vehículo
 - Es posible el funcionamiento con **bajo nivel de ruido**, las vueltas del motor de combustión no depende de la velocidad del vehículo
- El sistema de accionamiento híbrido debe tener un **diseño modular** para ser capaz de equipar a todos los tipos de vehículos urbanos comerciales.
 - Modularidad de los componentes hardware
 - Modularidad de la funcionalidad del software
- Los componentes del accionamiento híbrido han de tener un diseño que se pueda fabricar en una producción de gran volumen automatizada para poder garantizar la **calidad**.
- Sistema de **600V** para minimizar el tamaño de los cables.

SIEMENS



El sistema ELFA®

© Siemens AG 2010. All rights reserved.

Definición de autobús urbano



- Funcionamiento con muchos arranques y paradas
- Velocidad media baja
- Muchas horas de funcionamiento

Por qué usar una tracción híbrida en autobuses urbanos



- Aumento de las presiones globales y locales para la reducción de emisiones contaminantes como CO₂
- Aumento de las exigencias de reducción de ruido.
- Más suavidad y comodidad en la conducción
- Lograr ahorros significativos

¿Dónde se producen los ahorros?

■ Recuperación de la energía de frenado

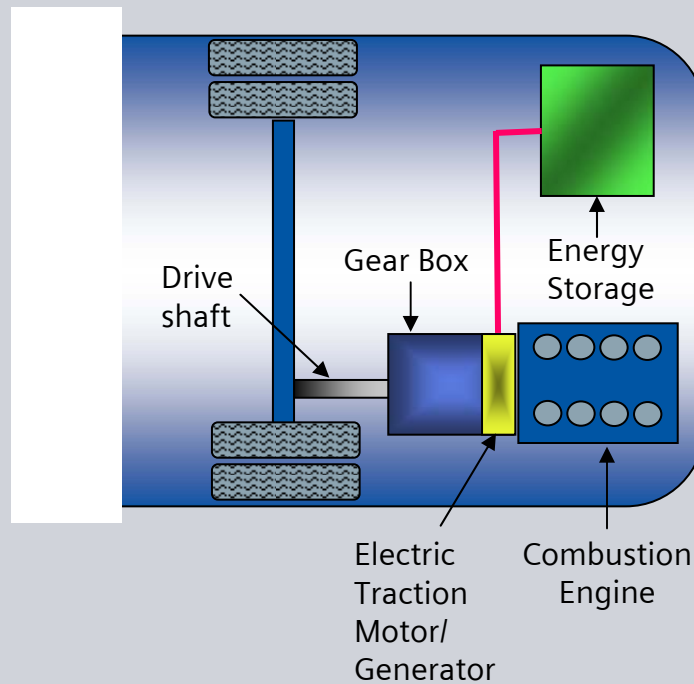


- Función start-stop para el motor de combustión
- Concepto de auxiliares optimizados
- Funcionamiento del motor de combustión en sus puntos óptimos, reducción de transitorios

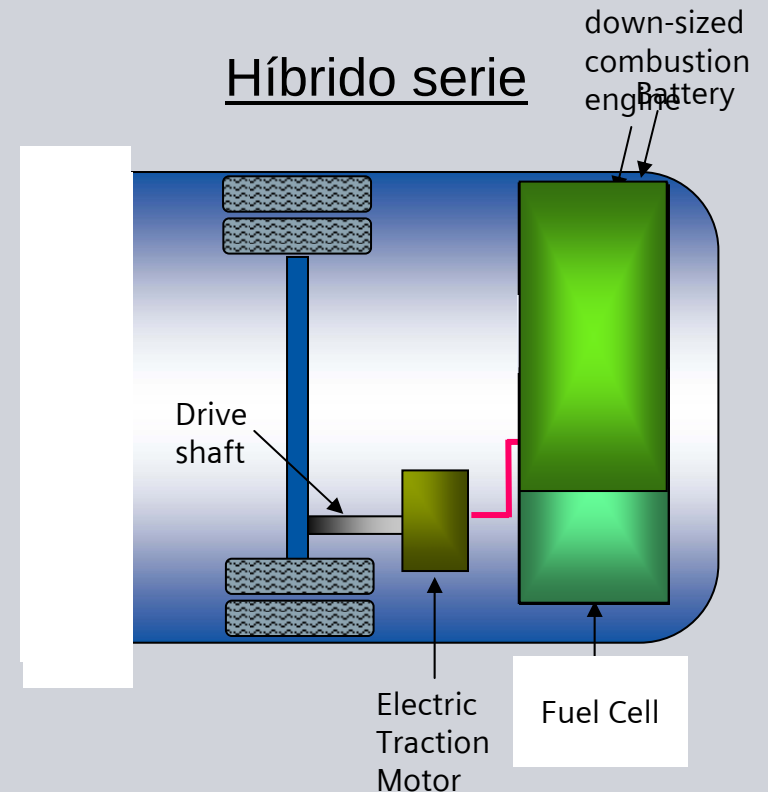
Conceptos sobre híbridos

Principalmente hay dos tipos de sistemas disponibles para autobuses urbanos:

Híbrido paralelo

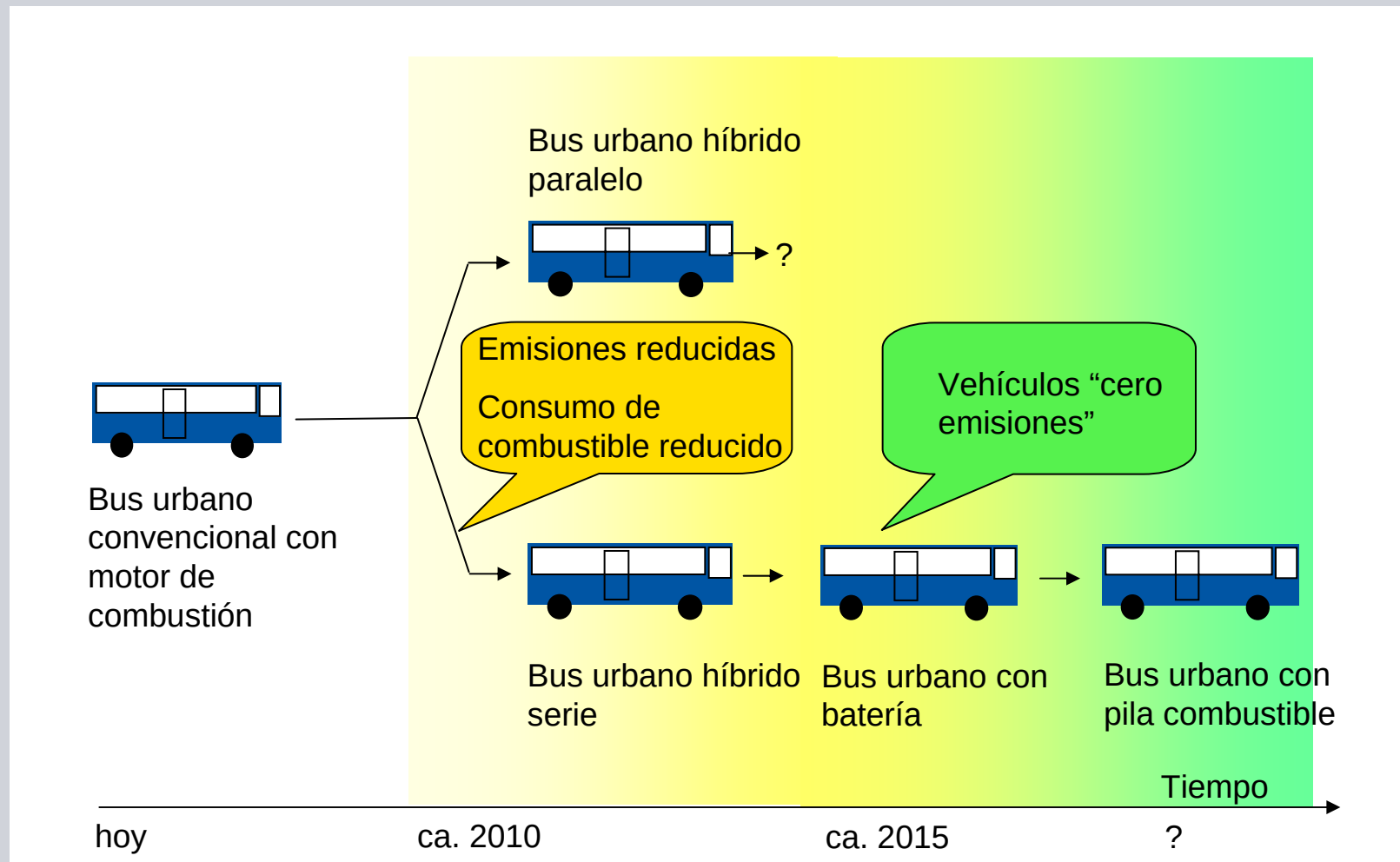


Híbrido serie



© Siemens AG 2010. All rights reserved.

Evolución en el futuro de los autobuses urbanos

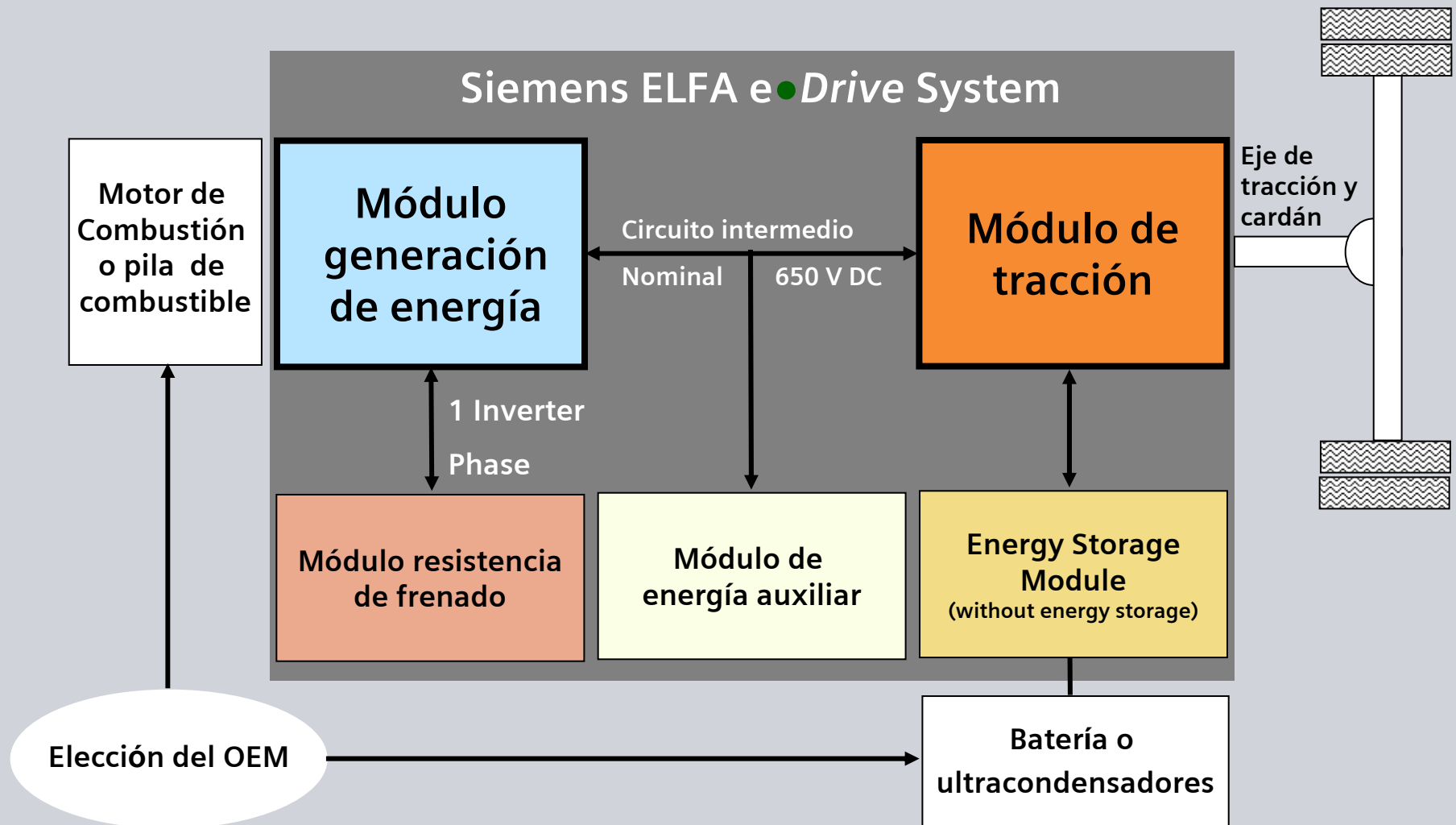


Clave del éxito

- El híbrido serie es la solución óptima y del futuro en los autobuses urbanos.
- Los componentes de un sistema de accionamiento para un vehículos híbrido ha de ser modular para poder equipar a los distintos tipos de vehículos → **volumen**
- Los componentes de un sistema de accionamiento para vehículos híbridos han de ser diseñados en una producción automatizada para poder garantizar la **calidad**.



Los módulos del sistema ELFA proporcionan **Flexibilidad³**



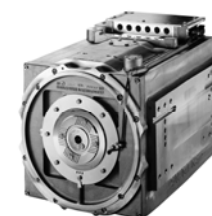
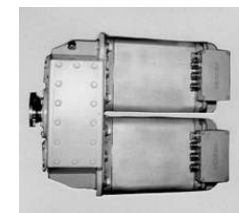
Módulo de generación de energía

Flexibilidad en el tamaño del bus y en integración mecánica

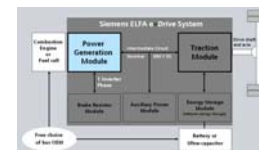
Módulo generación energía	Potencia motor combustión (kW)
P1	90
P2	125
P3	160
P4	160
P5	240
P6	200
P7	120 ^{*)}

^{*)}= Fuel Cell

Módulo de tracción	Tipo de bus (largo en m)
T1	12
T2	12, 15, (18*) * = flat topography
T3	12
T4	15, 18
T5	24
T6	12 ,18 (2 ejes)
T7	12,18 (2 ejes)



Módulo de generación de energía

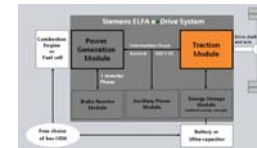


Flexibilidad en el tamaño del autobús

Módulo de generación de energía (PGM)			Potencia del motor de combustión (kW)
P1	1FV5135 + Damping Coupling	1 Mono Inverter	90
P2	1FV5139 + Damping Coupling	1 Mono Inverter	125
P3	1FV5139 + Damping Coupling + Step-up Gear	1 Mono Inverter	160
P4	1FV5168 + Damping Coupling	1 Mono Inverter	160
P5	1FV5168 + Damping Coupling + Step-up Gear	1 Mono Inverter	240
P6	1DB2007 + Damping Coupling	1 Mono Inverter	200
P7	2 Inductance Boxes	1 Mono Inverter	120 ^{*)}

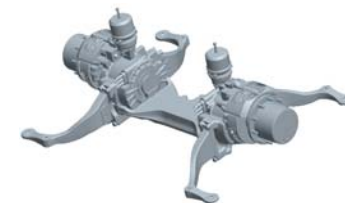
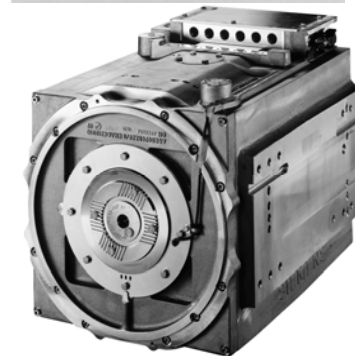
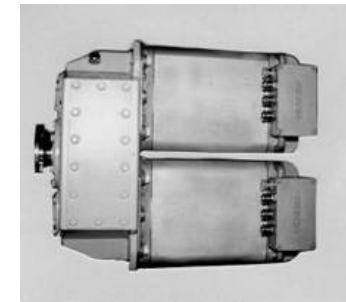
^{*)}= Fuel Cell

Módulo de tracción incl. DICO



Flexibilizada del tamaño del autobús

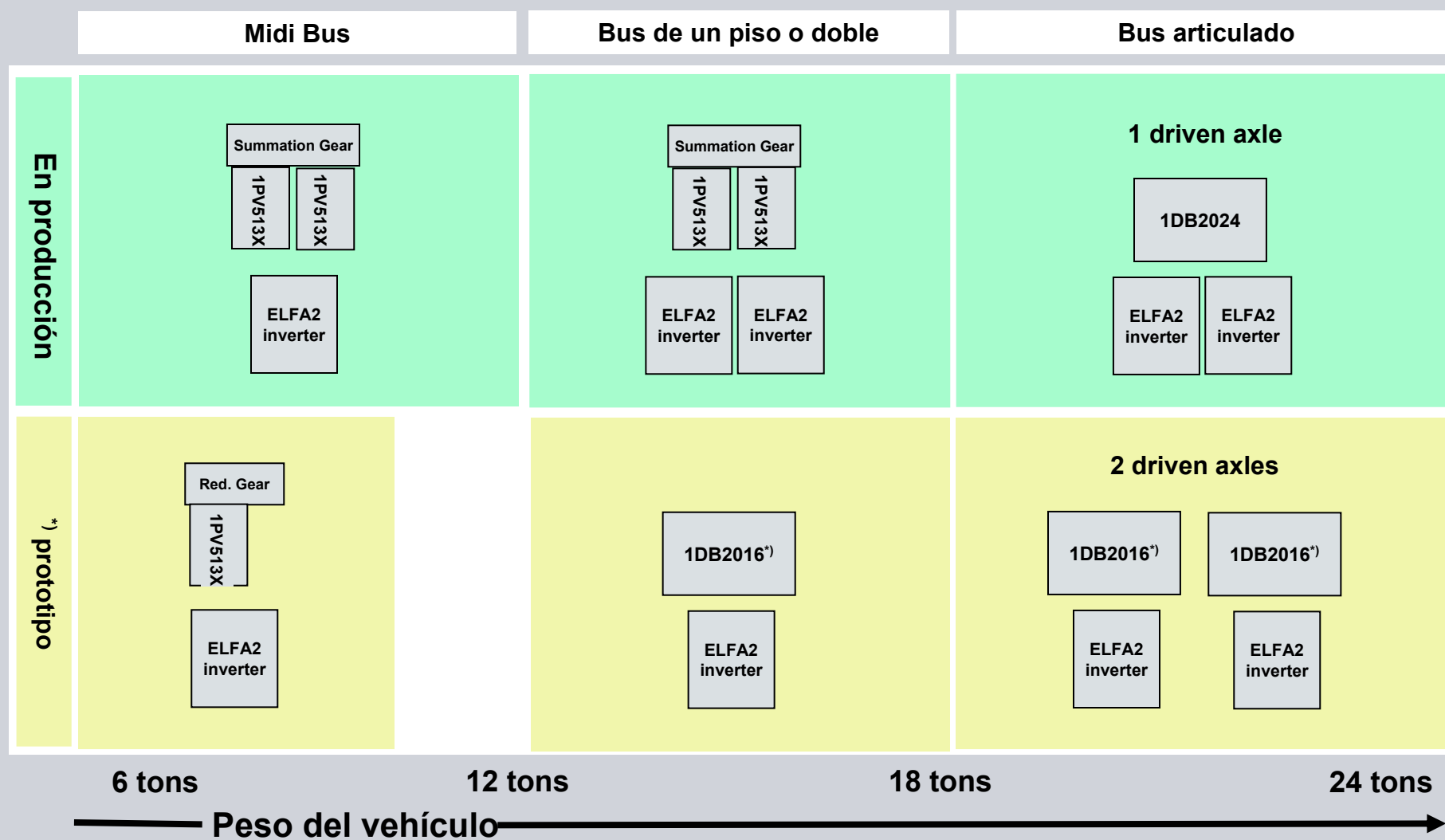
Módulo de tracción incl. DICO (TMD)			Tipo de bus (long. en m)
T1	2 x 1PV5135 + Summation Gear	2 Mono Inverter	12
T2	2 x 1PV5138 + Summation Gear	2 Mono Inverter	12, 15, (18*) * = flat topography
T3	1DB2016 + VPM	1 Mono Inverter	12
T4	1DB2016 + VPM (6 ph)	2 Mono Inverter	15, 18
T5	1DB2024 + VPM (6 ph)	2 Mono Inverter	24
T6	2 x 1PV5135 + ARM eje	2 Mono Inverter	12 ,18 (2 ejes)
T7	ZF eje inc. 2 motores	2 Mono Inverter	12,18 (2 ejes)



Módulos de tracción ELFA

– en función del peso del vehículo

SIEMENS

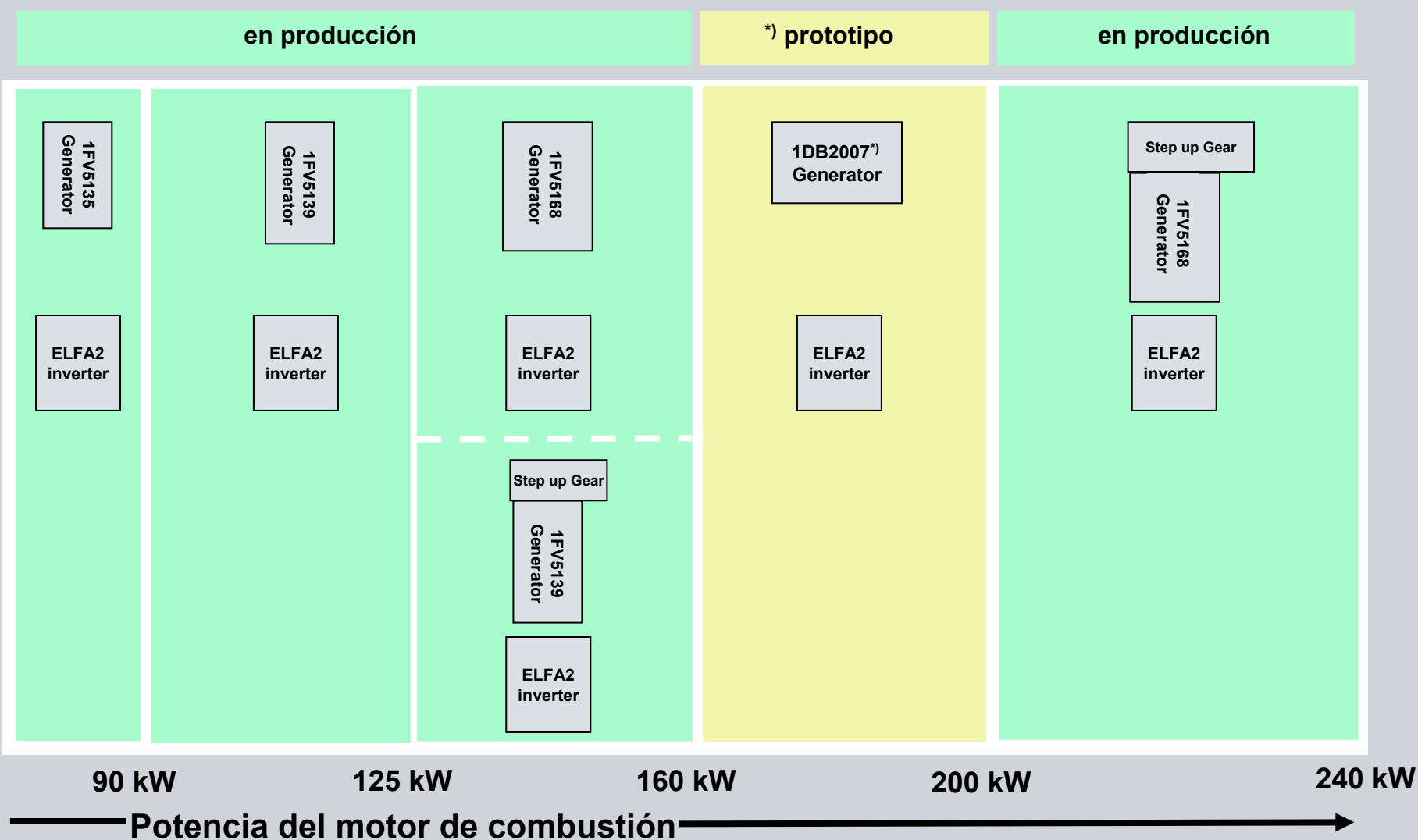


© Siemens AG 2010. All rights reserved.

Módulos de generación de energía ELFA

SIEMENS

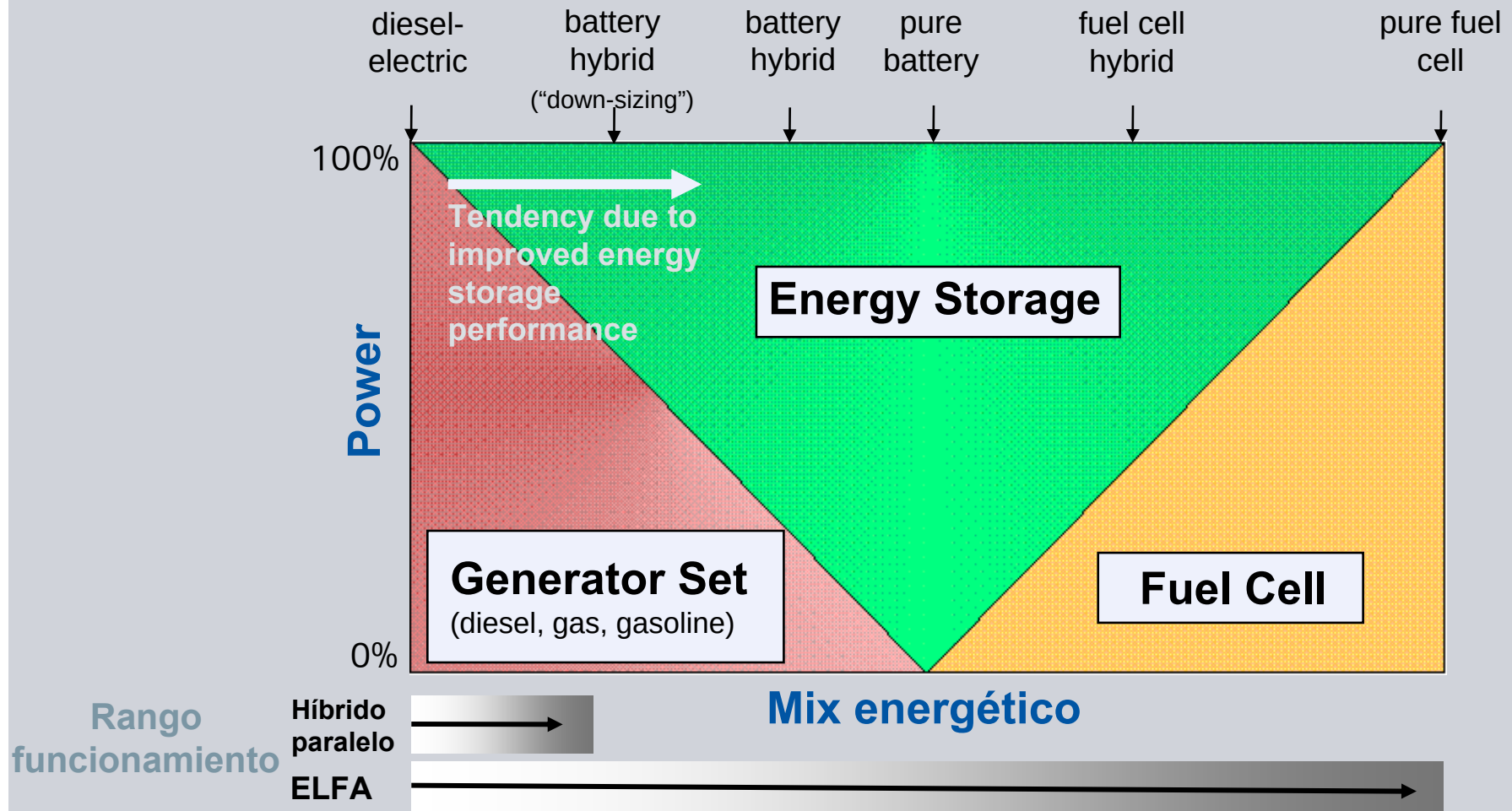
– en función de la potencia del motor de combustión interna



© Siemens AG 2010. All rights reserved.

ELFA – Rango de funcionamiento de los híbridos serie

Flexibilidad en la combinación energética



SIEMENS

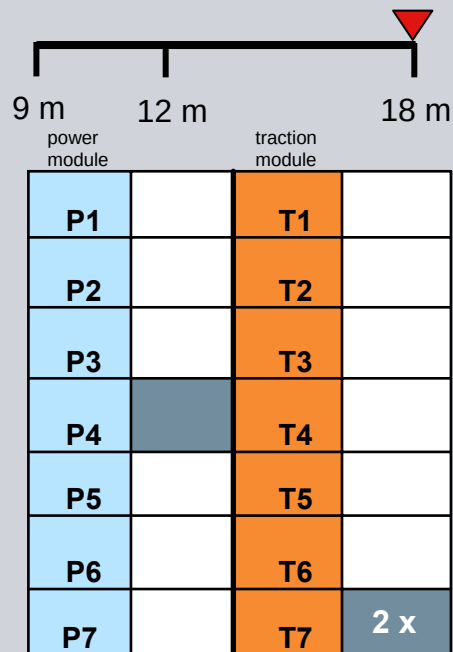
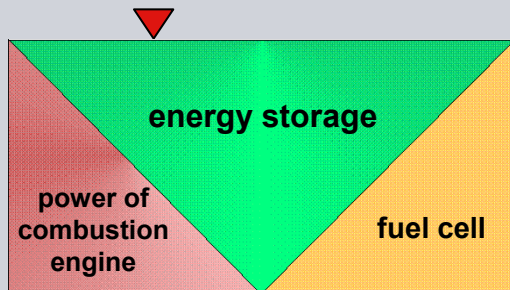
Referencias



© Siemens AG 2010. All rights reserved.

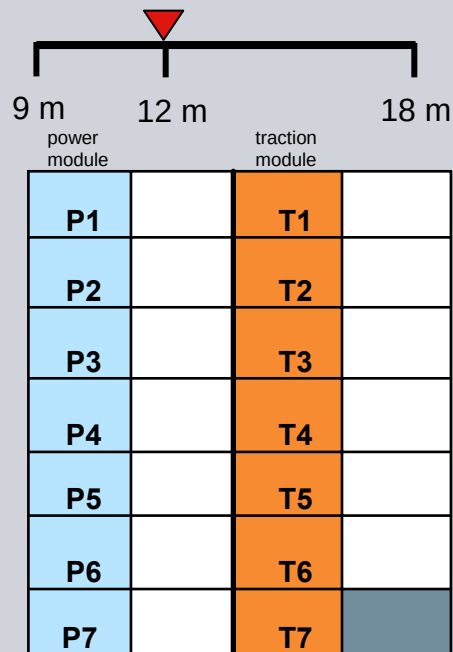
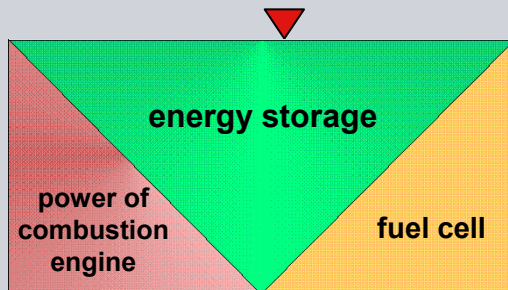
Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo – SIEMENS

Citaro de Mercedes híbrido con baterías (GER)



Pre-series 2009, serie comienza en 2010

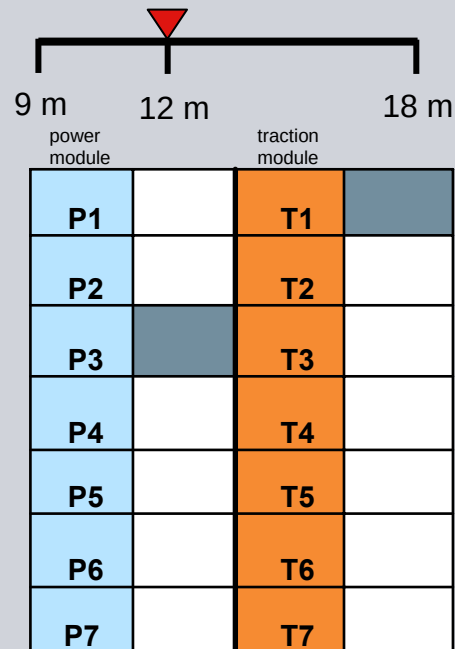
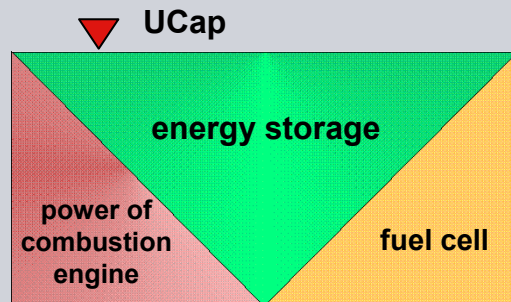
Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo— **SIEMENS** Autobús de pila de combustible y baterías de Mercedes Citaro (GER)



Pre-series 2009, prueba en flota 2010

Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo – SIEMENS

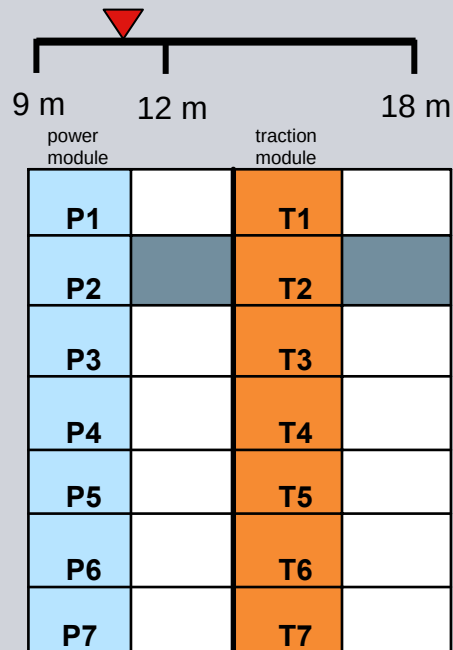
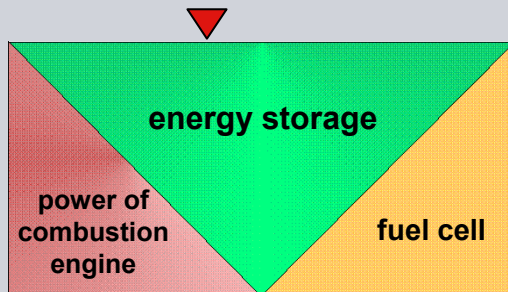
Autobús híbrido con UCap de MAN (GER)



Pre-series 2009, comienzo serie 2010

Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo – SIEMENS

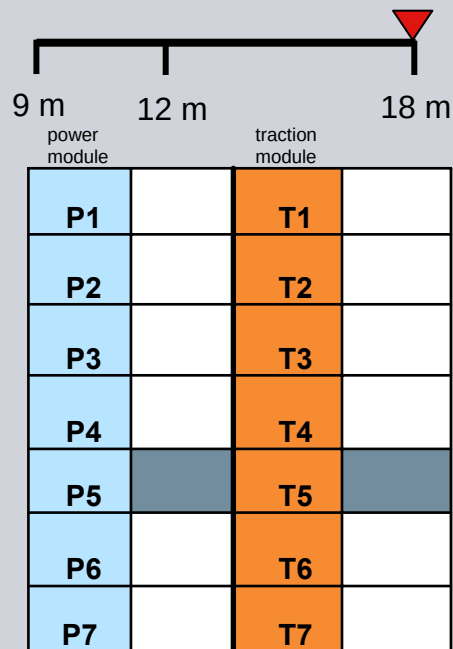
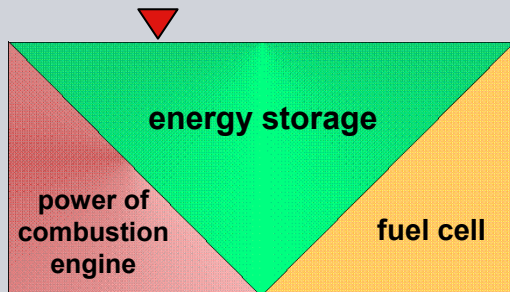
Autobús de doble piso de Wrightbus (UK)



aprox. 20 vehículos suministrados

Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo – SIEMENS

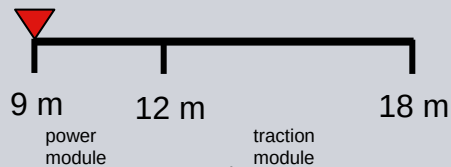
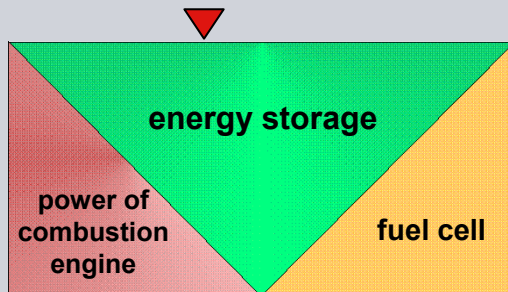
Autobús articulado de Wrightbus (UK)



50 sistemas suministrados (120 opción...)

Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo – SIEMENS

Castrosua (ES) Diesel y GNC



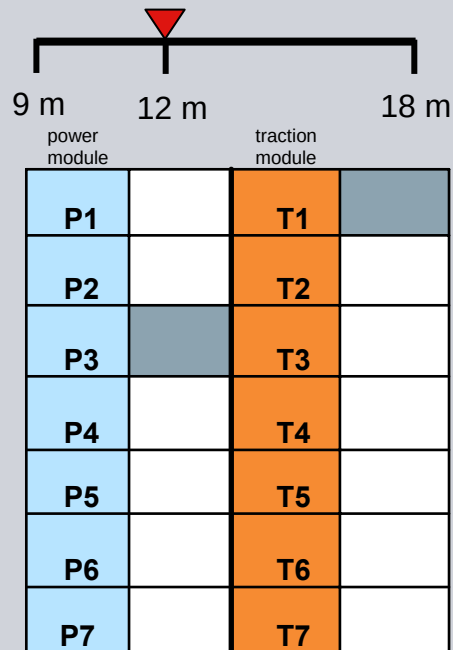
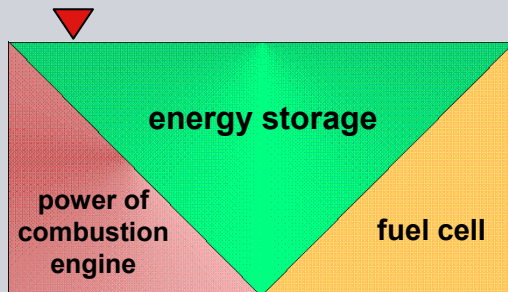
power module		traction module	
P1		T1	
P2		T2	
P3		T3	
P4		T4	
P5		T5	
P6		T6	
P7		T7	



Producción iniciada en 2010, 36 unidades

Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo – SIEMENS

Retrofit para TMB / EMT de autobús híbrido con UCaps (ES)

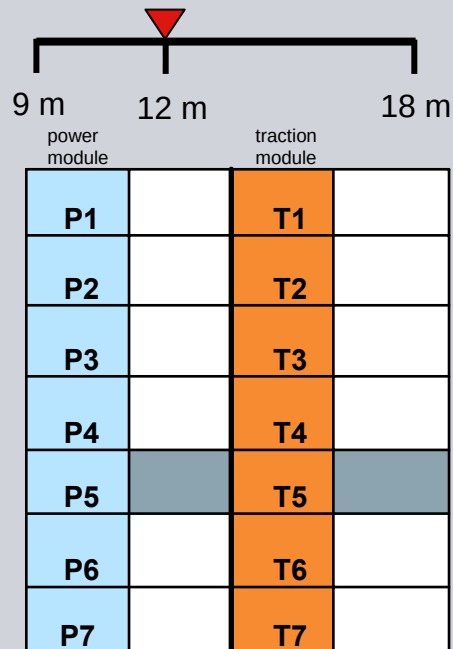
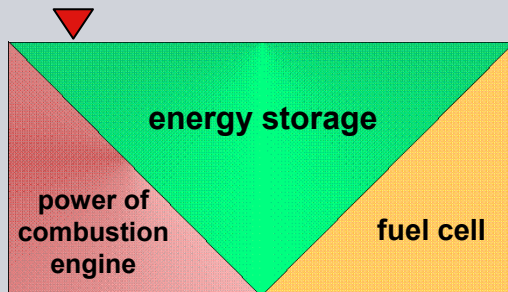


Prototipo, hasta 100

Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo

AYATS – Bus turístico de doble piso con UCaps (ES)

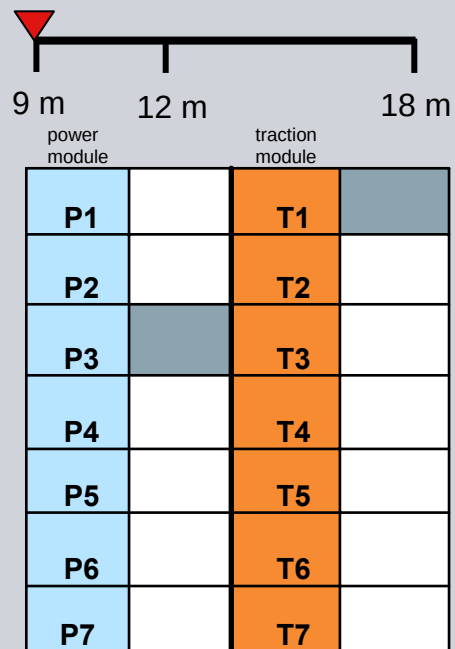
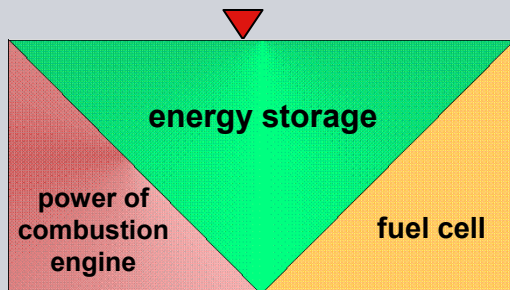
SIEMENS



El primer prototipo presentado en FIAA 2010

not real picture

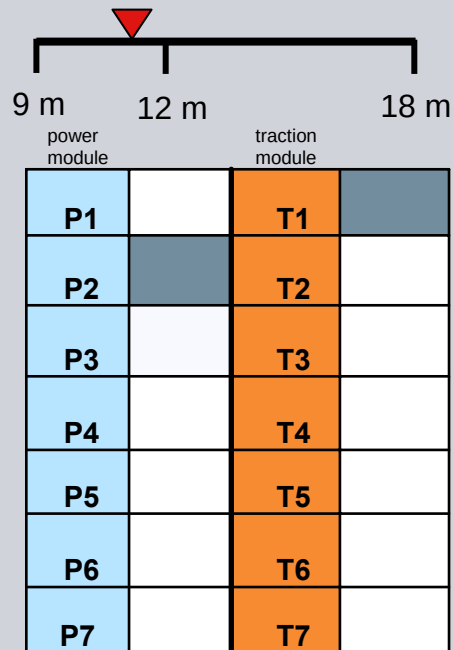
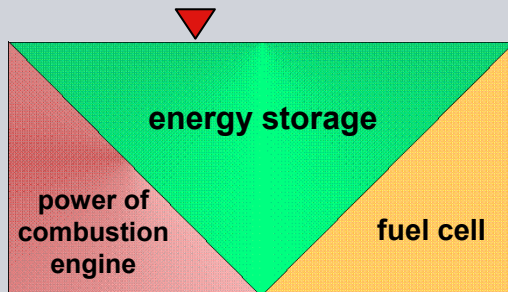
FCC Camiones de recogida de residuos urbanos (ES) **SIEMENS**



32 unidades en servicio

Proyectos de autobuses híbridos en todo el mundo – SIEMENS

Tata HISPANO (India)



Prototipo. Presentado en FIAA 2010

Proyectos híbridos adicionales – Rubbish Truck



Alemania,
Prototipo +
20 planeados
para 2010
FAUN

Auxiliares
optimizados,
reducción de
ruidos
y emisiones

Proyectos híbridos adicionales – otros



Producción
serie a nivel
mundial

(>100 sistemas
entregados)

Funcionamiento
Optimizado,
Ahorros de
combustible
hasta un 70%



USA,
prototipos

Funcionamiento
optimizado de
auxiliares,
reducción de
ruido, mayor
rango de
servicio

Proyectos híbridos adicionales – Coches con baterías



Proyectos híbridos adicionales – Coches con baterías



Proyectos híbridos adicionales – Vehículos con baterías

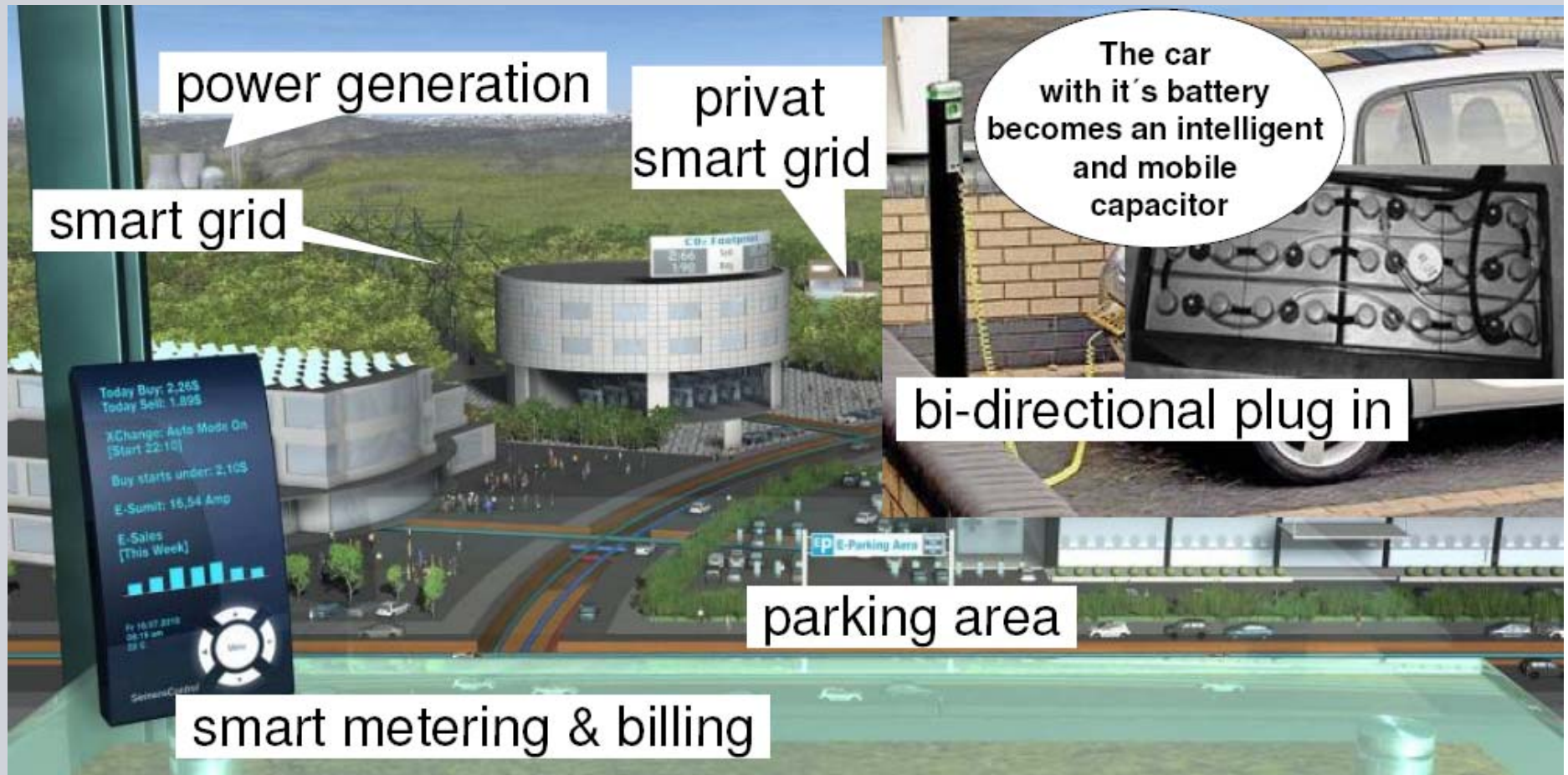


Llegará una generación de coches ...
con una “arquitectura” diferente



© Siemens AG 2010. All rights reserved.

... y Siemens estará presente



SIEMENS

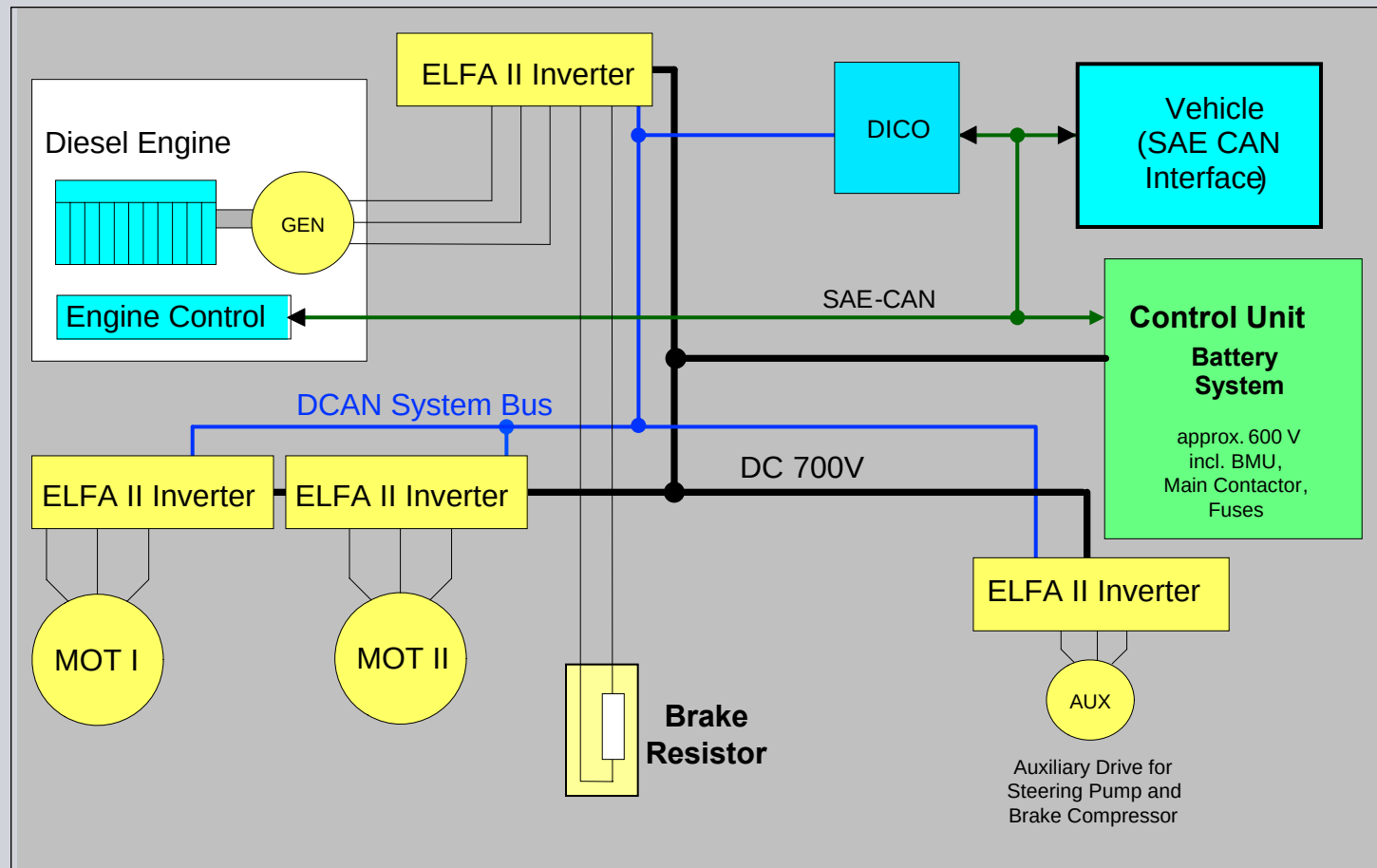
Información técnica



© Siemens AG 2010. All rights reserved.

Sistema standard – Autobús urbano de 12 m 600 V Battery Hybrid with summation gear box

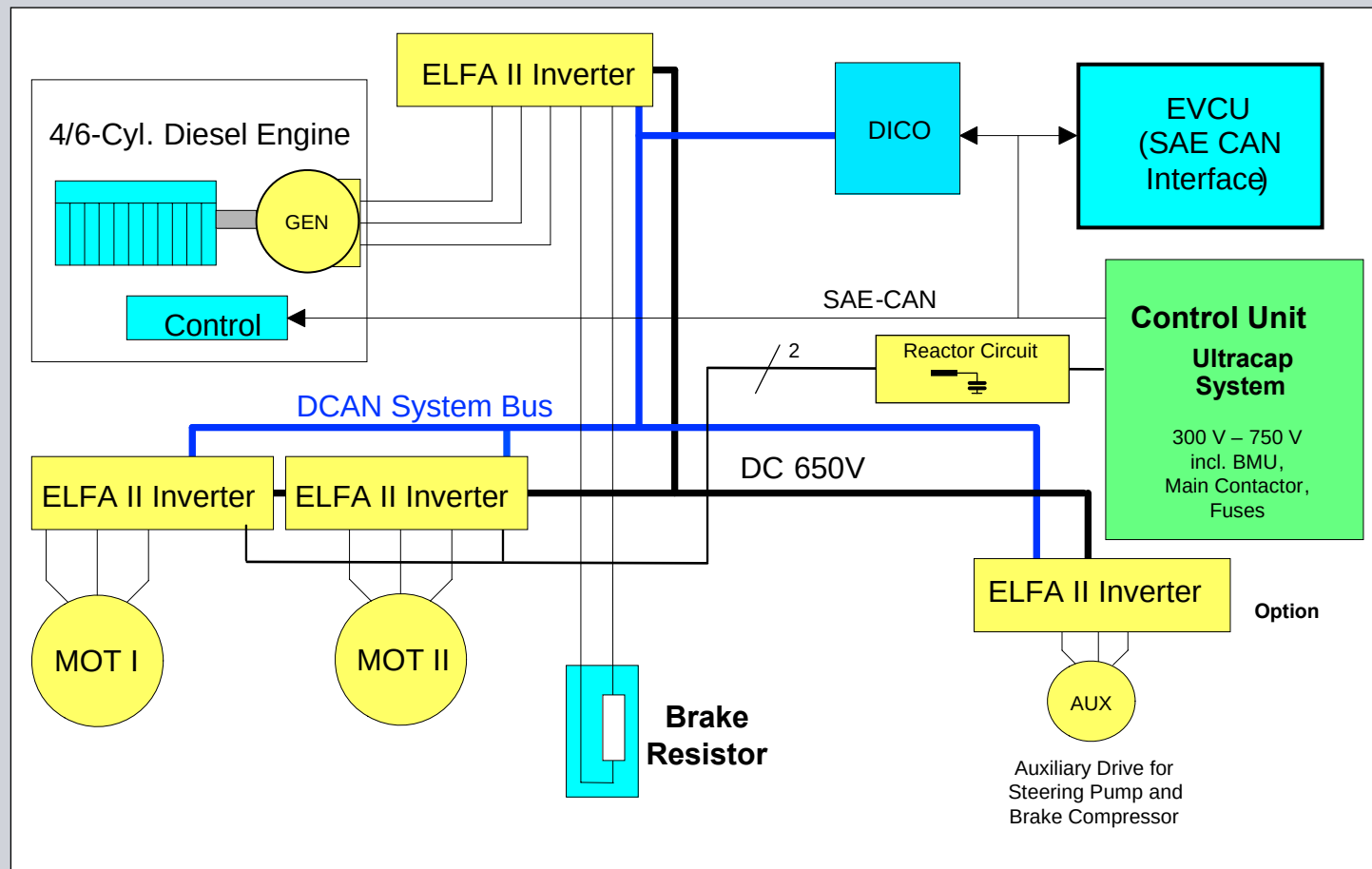
SIEMENS



© Siemens AG 2010. All rights reserved.

ELFA[®] Hybrid Drive System for 12m City Bus with Ultracapacitor

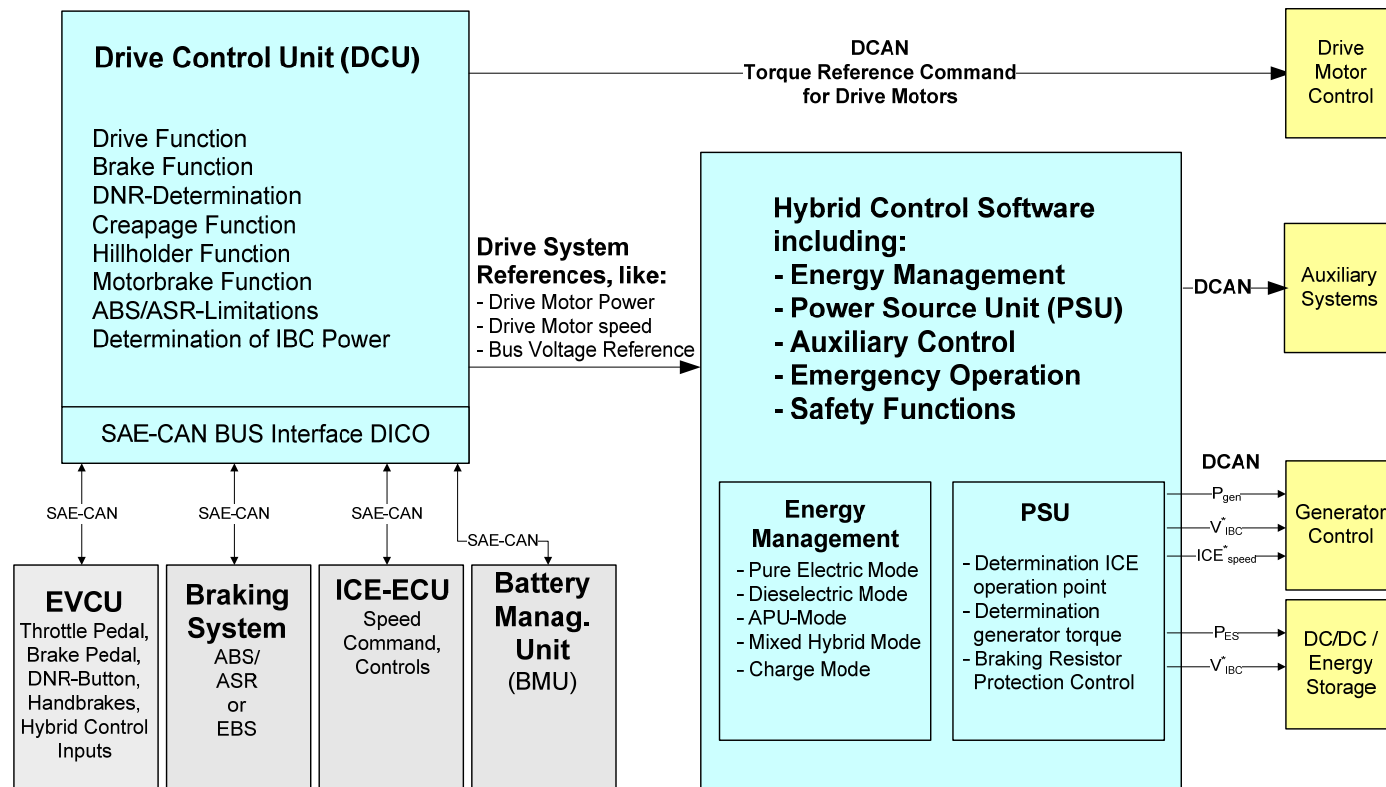
SIEMENS



© Siemens AG 2010. All rights reserved.

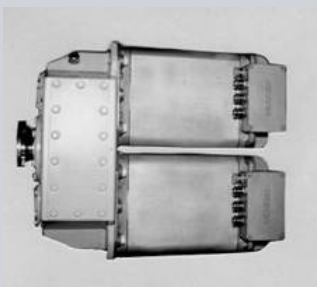
Funciones ELFA[®] de control híbrido

Flexibilidad del software



Componentes ELFA® necesarios para un bus urbano de 12m

2 motores ELFA en una reductora Flender



ELFA Gateway Unit – drive control, hybrid control, safety control and communication with the CAN-bus system of the vehicle



1 generador ELFA con reductora StepUp



2 inversers ELFA para los motores de tracción



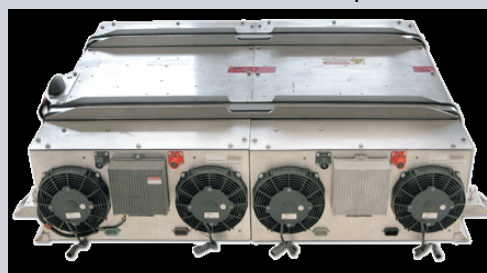
2 cajas de inductancia ELFA



1 invreter ELFA MONO para el generador



Sistema Ultra-cap

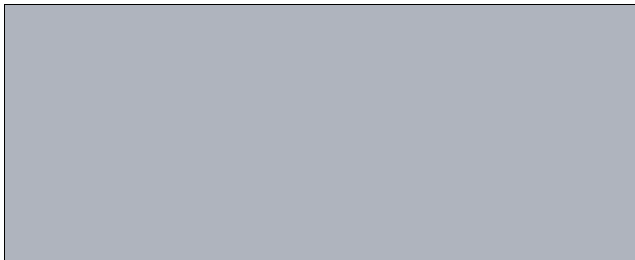


Resistencia de frenado ELFA



Adicional: cables de potencia y señal, sistema de refrigeración para los componentes ELFA (ca. 50 °C)





Gracias!

Manfred Schmidt

Martín Sastre
