بسم الله الرحمن الرحیم

چالش‌های توسعه خودروی برقی برای کلان‌شهرهای ایران

بخش دوم: اتوبوس‌ها

مسعود مسیح طهرانی

استادیار، دانشکده مهندسی خودرو، دانشگاه علم و صنعت ایران

عناوین ارائه

- آلایندگی اتوبوس‌های شهری
- تجربیات بین‌المللی
- انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها
- اجزای اصلی قوای محرکه
- چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

عناوین ارائه

- توجیه اقتصادی؛ راه‌اندازی و بهره‌برداری
- تجربیات بومی در ایران
- امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه
- جمع‌بندی و پیشنهادات

آلایندگی اتوبوس‌های شهری

- نطق سید آرش حسینی میلانی (رئیس کمیته محیط زیست و خدمات شهری) در ۱۸۲مین جلسه صحن علنی شورای شهر تهران (۱۳۹۸/۰۹/۲۷)
- تهران دارای حدود ۶ هزار اتوبوس
- میزان ۵۴ درصد اتوبوس‌های تهران فرسوده
- میانگین عمر مفید اتوبوس‌ها ۸ سال
- میانگین عمر اتوبوس‌های تهران بیش از ۱۱ سال
- روزانه ۳۰۰ اتوبوس تهران به دلیل فرسودگی متوقف می‌شوند.
- با رویکرد کنونی، در سال ۱۴۰۲ تعداد اتوبوس‌های فرسوده تهران به ۵۲۶۷ دستگاه (۸۹ درصد کل ناوگان) می‌رسد!!!

آلایندگی اتوبوس‌های شهری

- سهم اتوبوس‌ها در حمل و نقل تهران حدود ۱۶٪
- افزایش این سهم در تهران در گرو ارتقاء ناوگان
- سهم تقریبی اتوبوس‌ها از کل انتشار گازهای آلاینده تهران ۲٪ و ذرات معلق ۳۰٪ (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران)
- اتوبوس‌های برقی استفاده از انرژی تولیدشده در نیروگاه
- منابع آلایندگی از مرکز شهر به خارج آن انتقال می‌یابد.
- بازده بالاتر نیروگاه‌ها، کاهش تلفات حرارتی
- ضرورت ورود اتوبوس برقی در کنار نوسازی ناوگان

آلایندگی اتوبوس‌های شهری

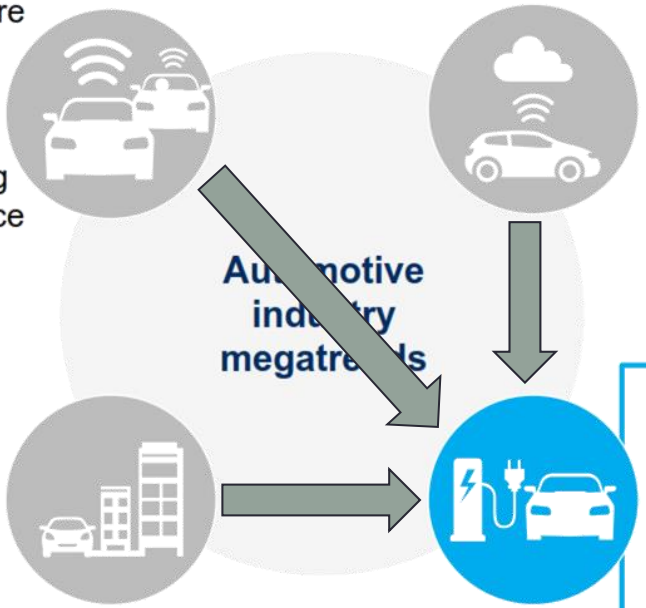
- چهار روند اصلی صنعت خودرو و اتوبوس‌ها
- تحقق سه روند دیگر هم در گرو الکتریکی‌سازی

Autonomous

- EV vehicle architecture has a central control unit to facilitate autonomy
- Autonomous charging could add convenience

Connected

- A connected EV ecosystem could increase the convenience of charging
- Connected car grid solutions could enable cost-effective load balancing



Shared

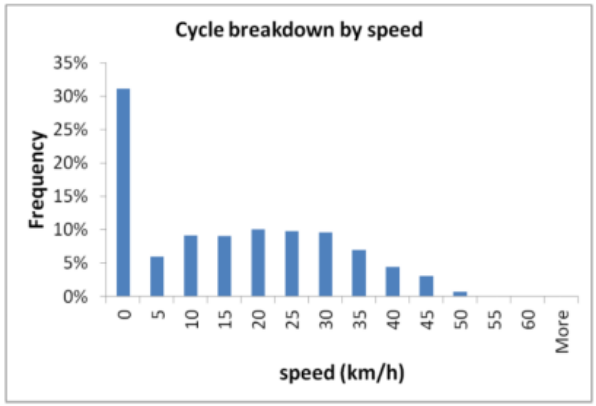
- Greater annual driving distances can offer a decisive TCO edge for EVs
- Some consumers may prefer access to multiple vehicle types over ownership (including EVs)

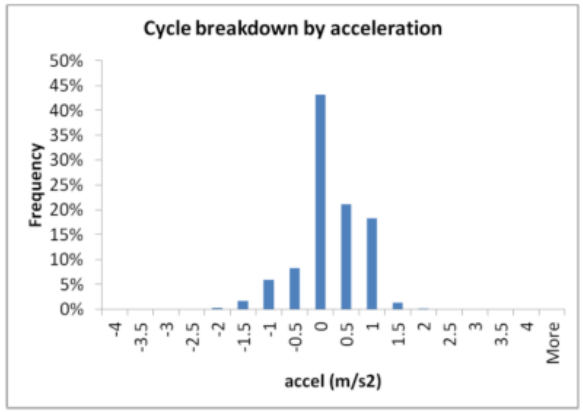
Electrified

- Tightening emissions efficiency rules make EVs necessary to meet standards
- Lower battery costs improve EV economics

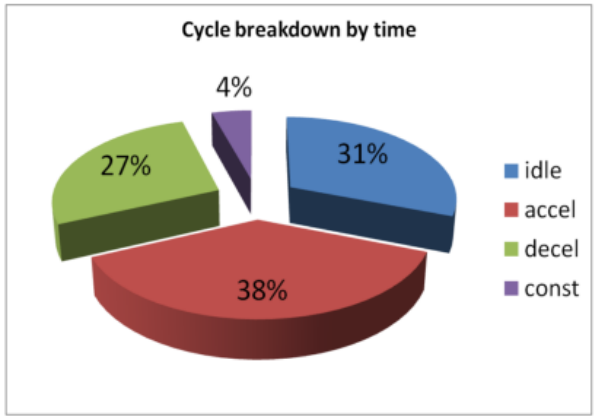
آلایندگی اتوبوس‌های شهری

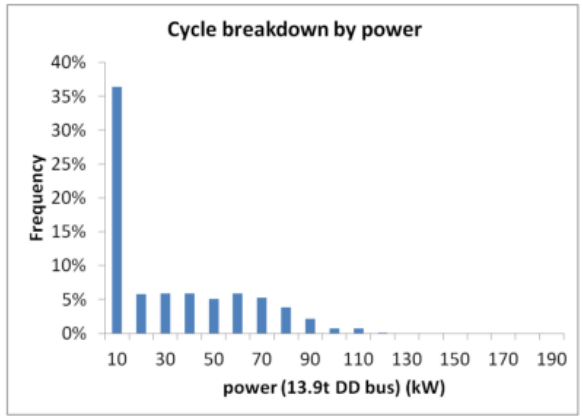
- شرایط کاری اتوبوس‌های شهری
- اغلب در سرعت، شتاب و توان پایین





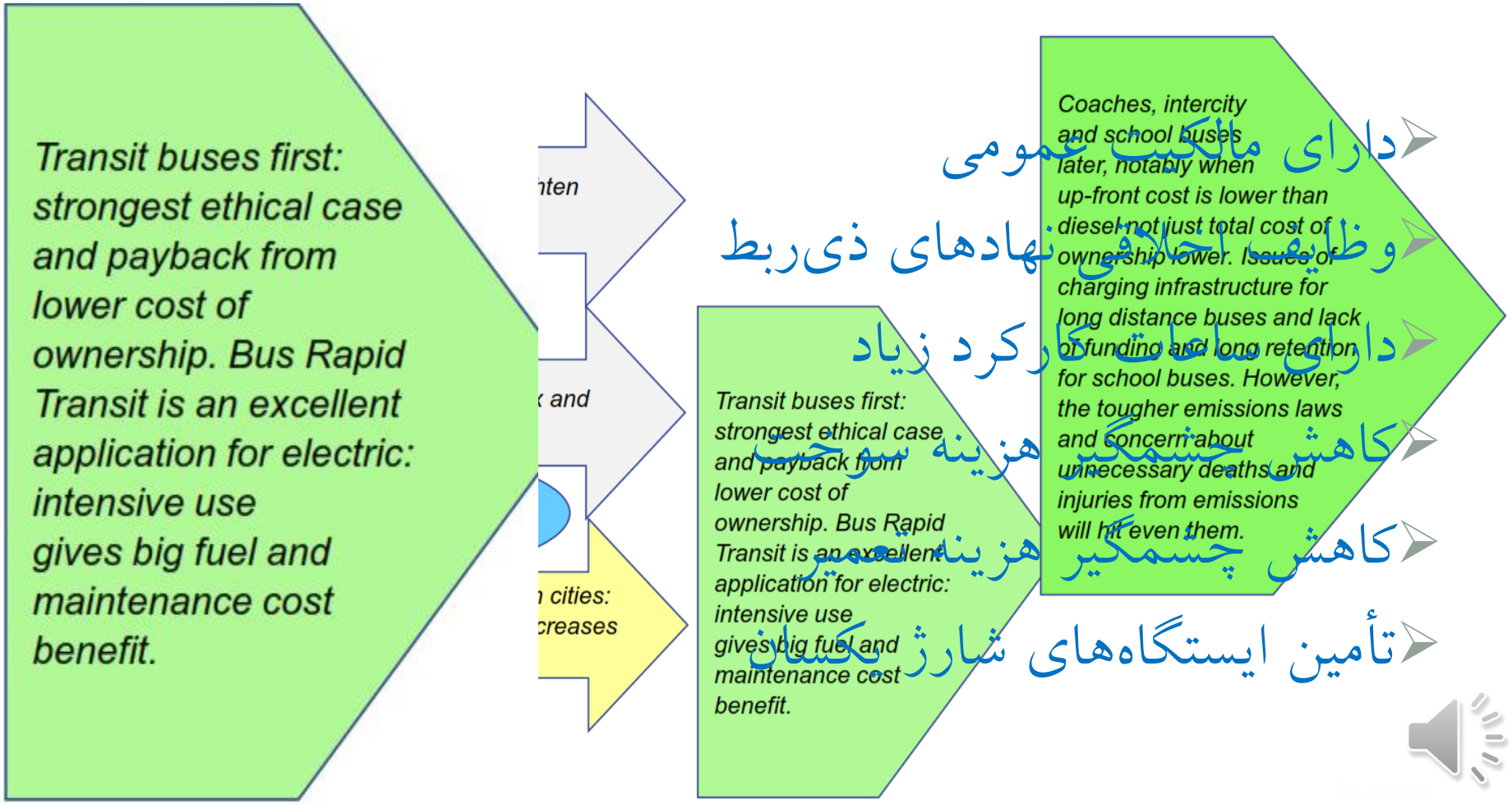
- آلایندگی و راندمان نامناسب موتور دیزل در این نقاط کاری





آلایندگی اتوبوس‌های شهری

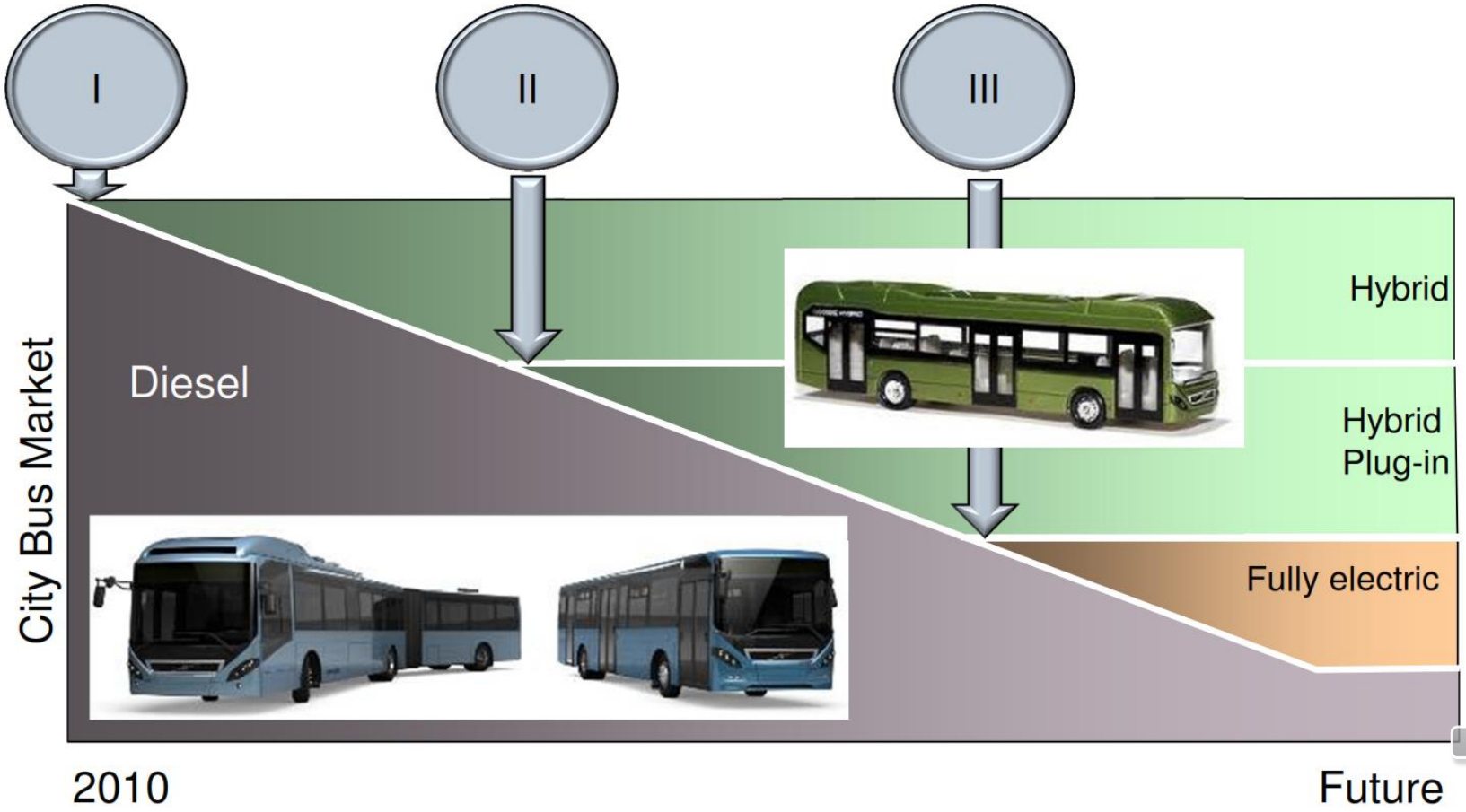
- برای شهر پاک، اولین اقدام اصلاح ناوگان اتوبوس شهری و سریع



- دارای مالکیت عمومی
- وظایف اجلاقی نهادهای ذی‌ربط
- دارای ساعات کارکرد زیاد
- کاهش چشمگیر هزینه سوخت
- کاهش چشمگیر هزینه تعمیر
- تأمین ایستگاه‌های شارژ یکسان

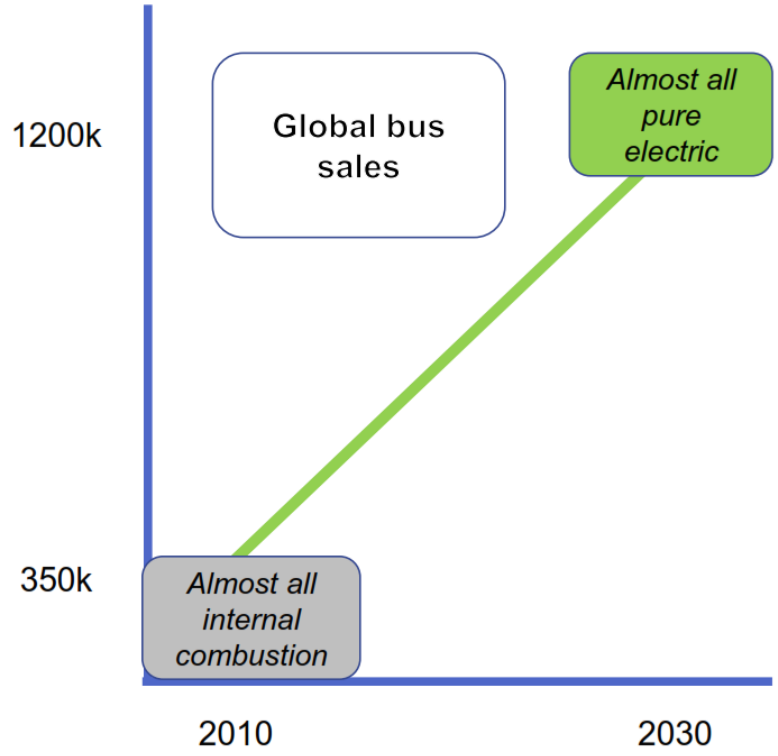
آلایندگی اتوبوس‌های شهری

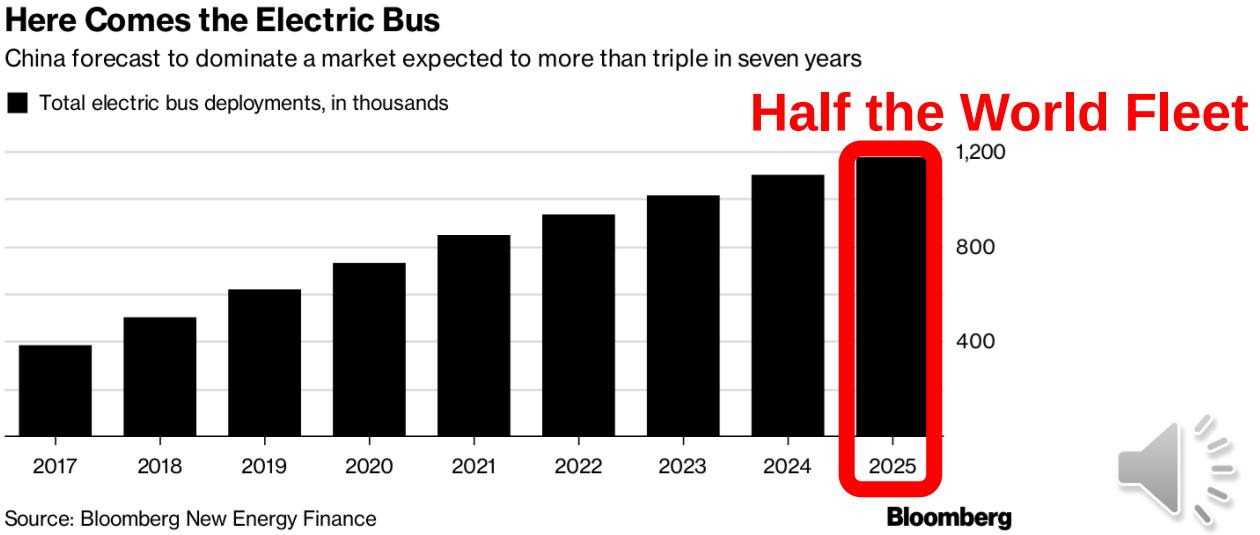
روند فناوری قوای محرکه اتوبوس‌های شهری



تجربیات بین‌المللی

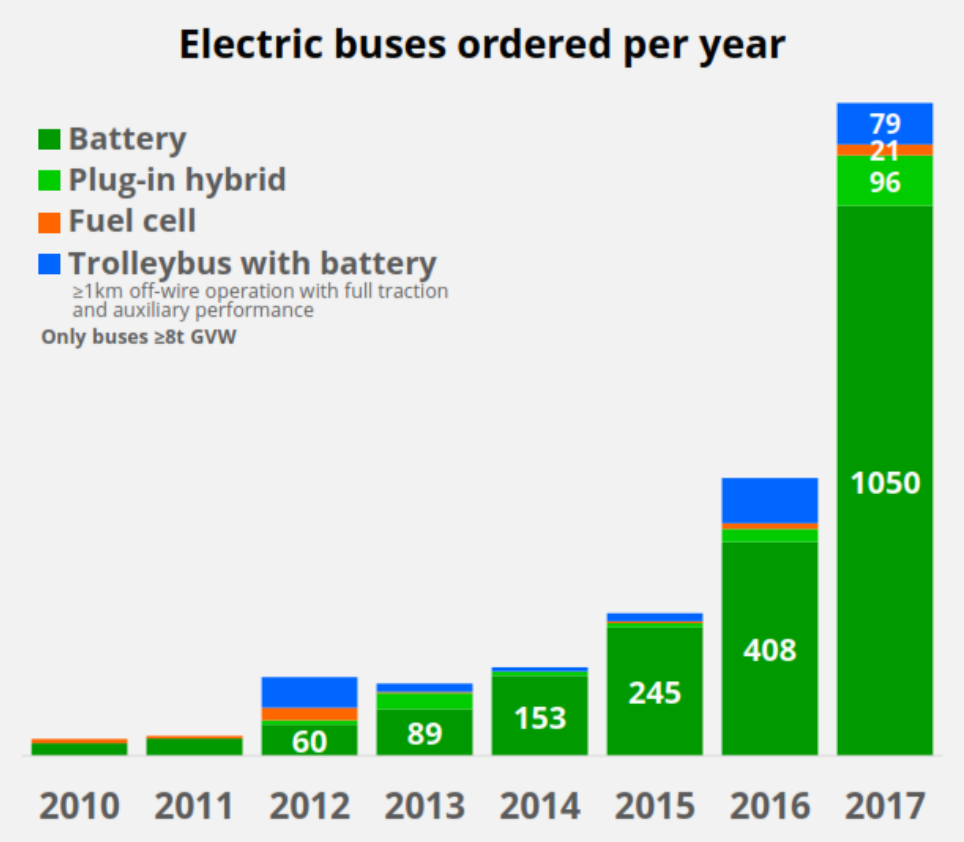
روند جهانی گسترش اتوبوس برقی

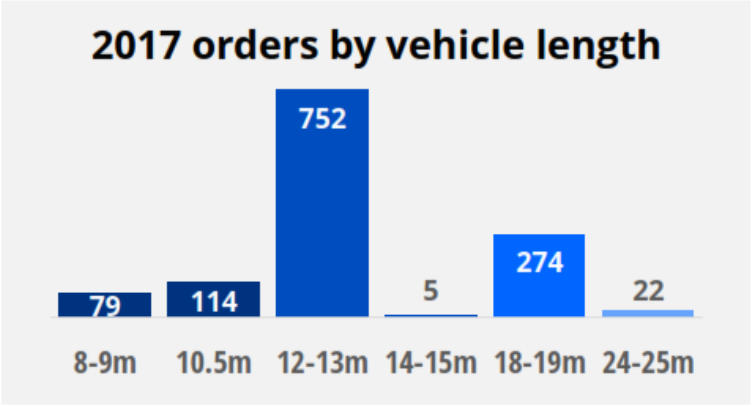


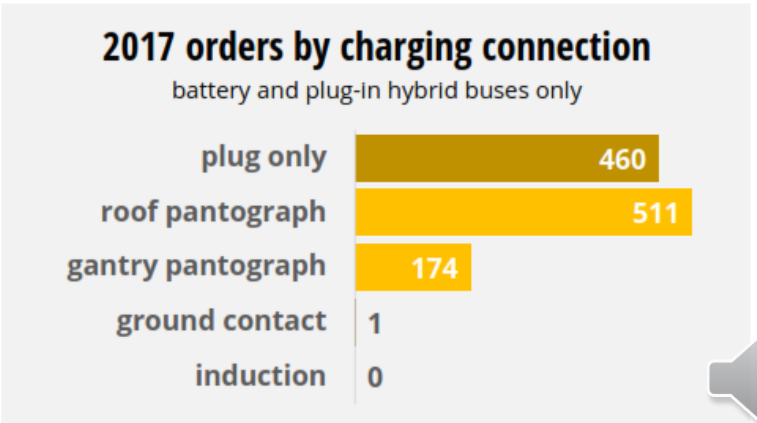


تجربیات بین‌المللی

اتوبوس‌های نسل جدید اروپا







All data from own research by Stefan Baguette (Alexander Dennis Limited). All rights reserved.

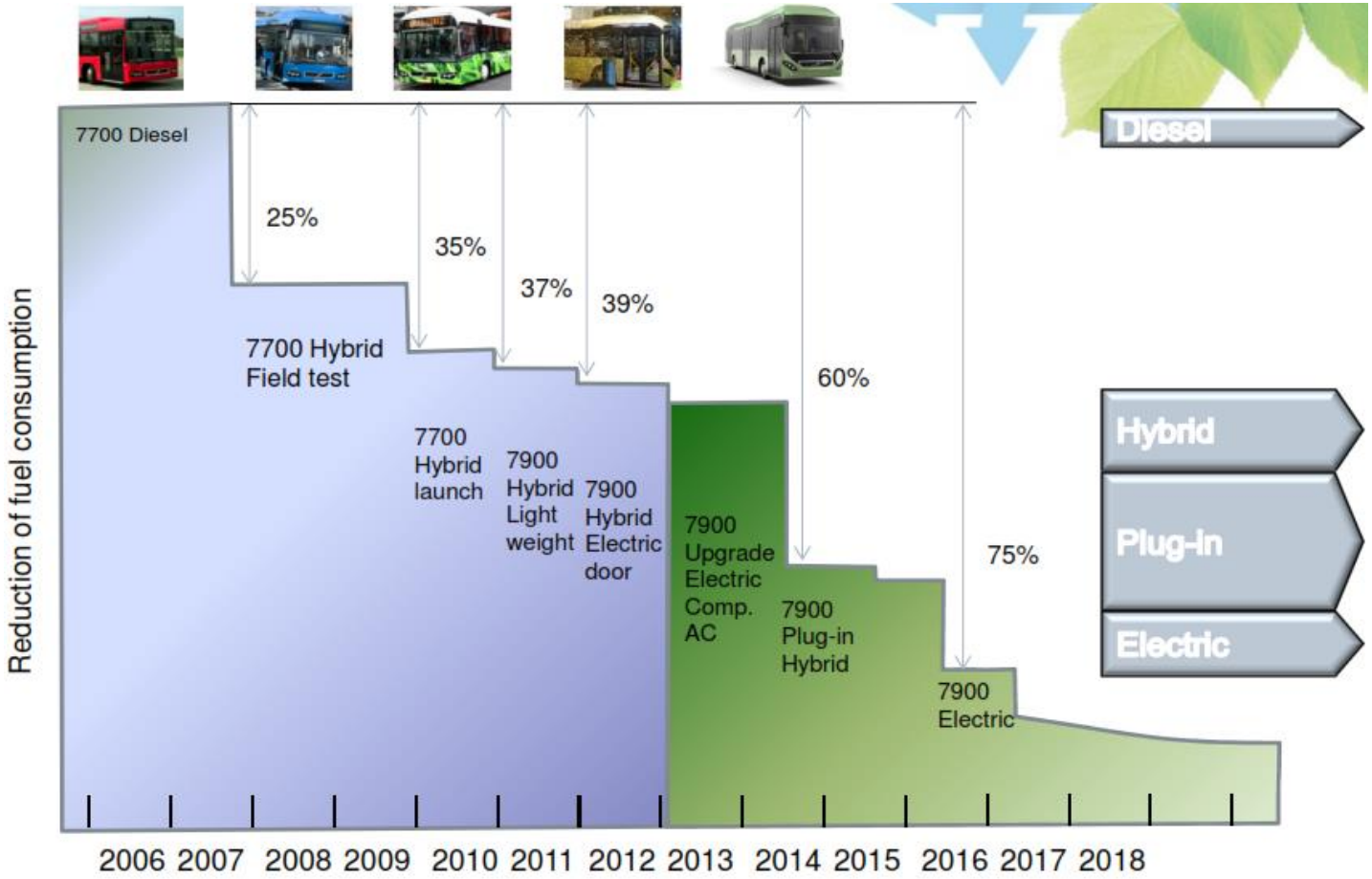
تجربیات بین‌المللی

برخی اتوبوس‌های برقی معروف اروپا

OEM	Name	Battery capacity/Range	Series production
Daimler	eCitaro	240 kWh	end 2018
Scania	CityWide Electric	150 kWh	now[xxxiii]
MAN	Lion's City 12 E	480 kWh/200-270 km	2019[xxxiv]
Volvo	Volvo 7900 Electric	150/200/250 kWh	now
Iveco / Heuliez	GX 337 ELEC	349 kWh/200-250 km	now

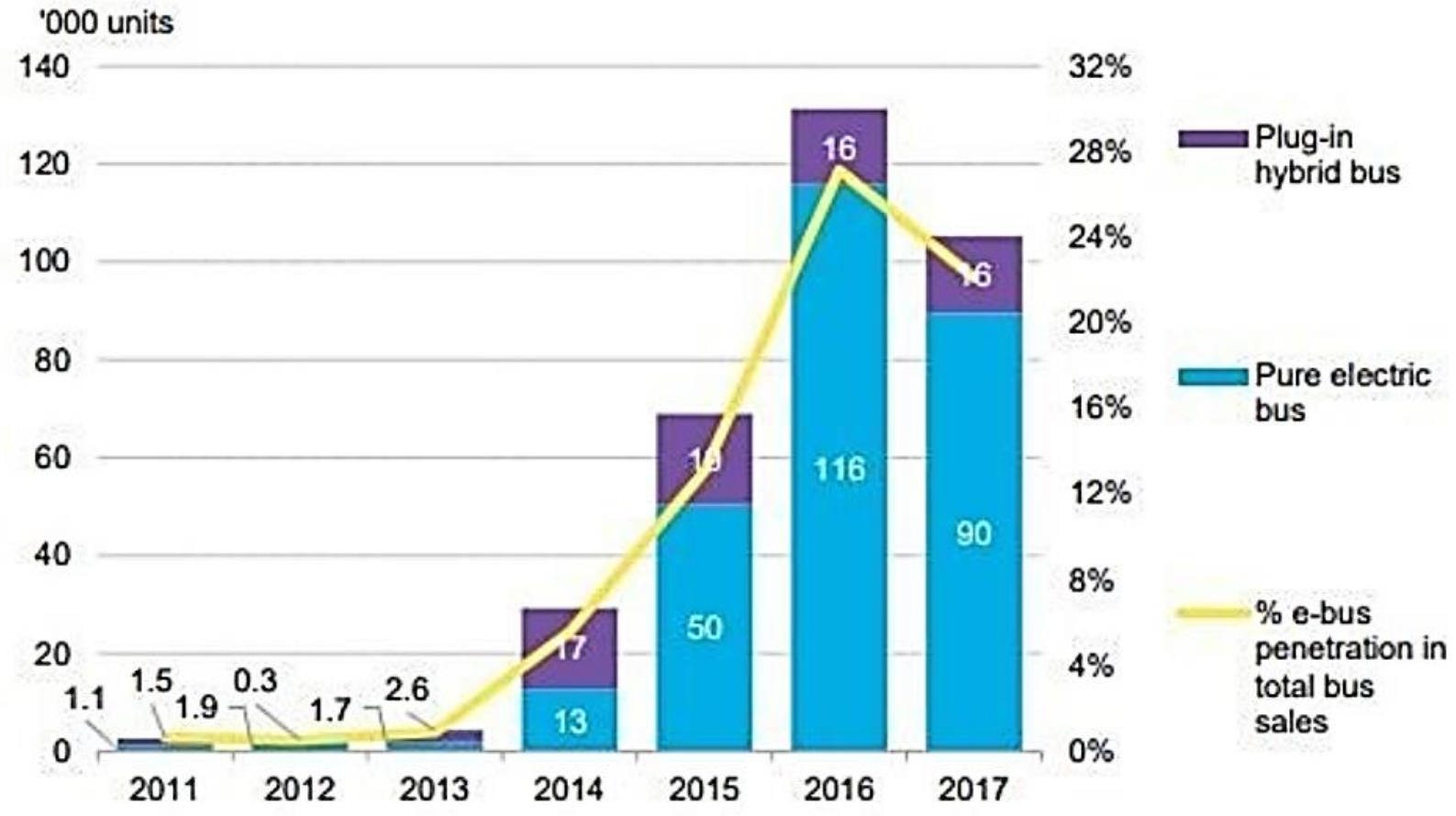
تجربیات بین‌المللی

برنامه کاهش مصرف سوخت شرکت اتوبوس‌سازی ولوو



تجربیات بین‌المللی

- تولید اتوبوس‌های نسل جدید در چین



تجربیات بین‌المللی

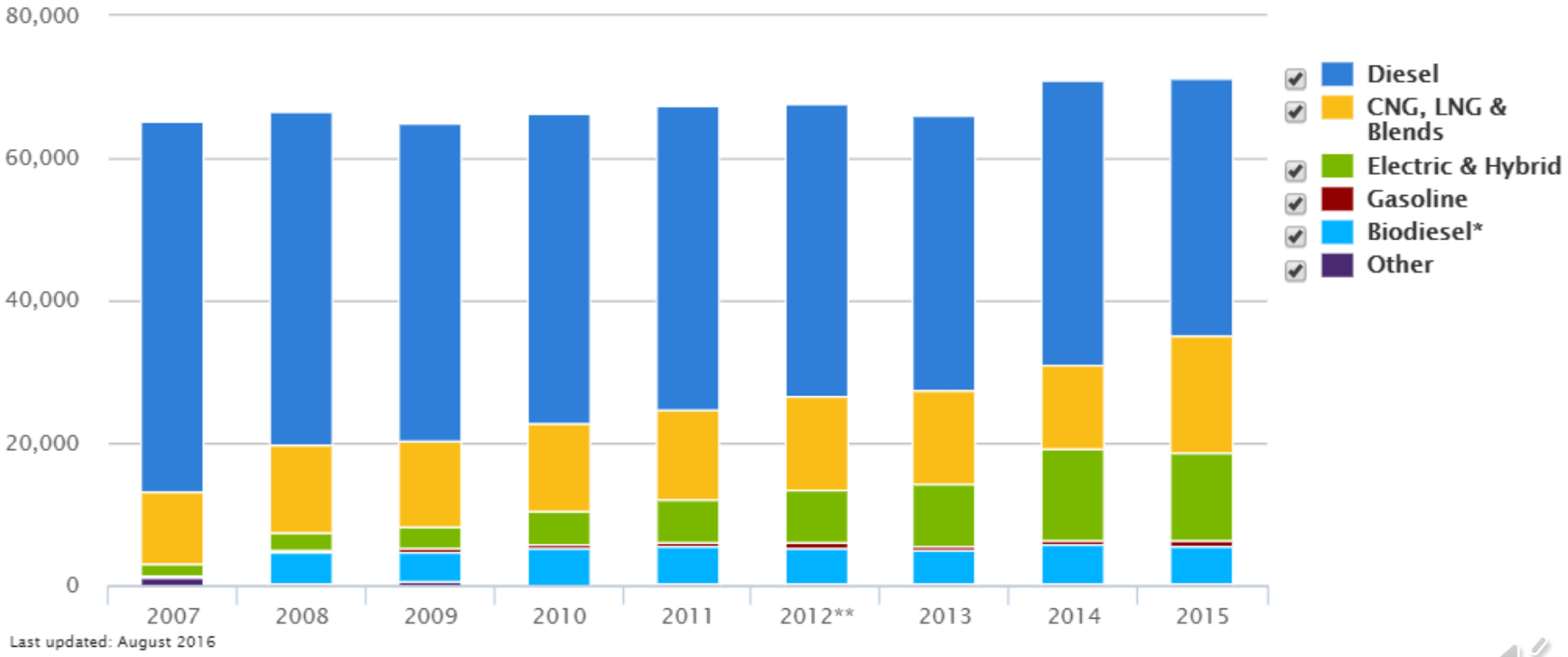
- شرکت‌های اصلی تولیدکننده اتوبوس‌های نسل جدید در چین

	2012	2013	2014	2015	2016
BEV	1904	1672	12760	94260	115700
PHEV	313	2637	16500	23051	19376
HEV	5825	6111	797		

PI	Brand	*2016*
1	Yutong	21.428
2	BYD	14.903
3	Nanjing	7.921
4	Zuhai e)	6.000
5	Hunan	3.410

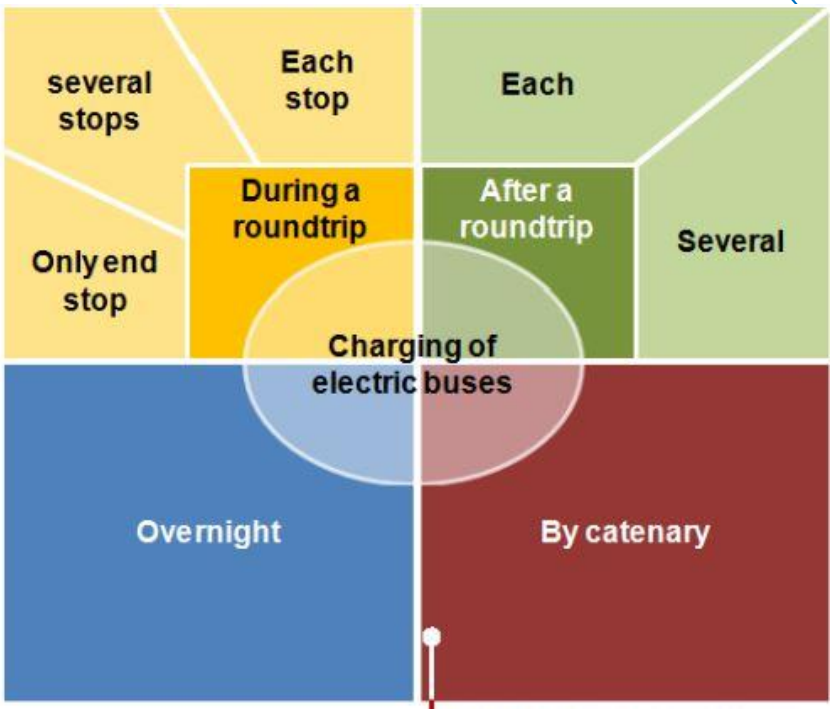
تجربیات بین‌المللی

اتوبوس‌های نسل جدید آمریکا



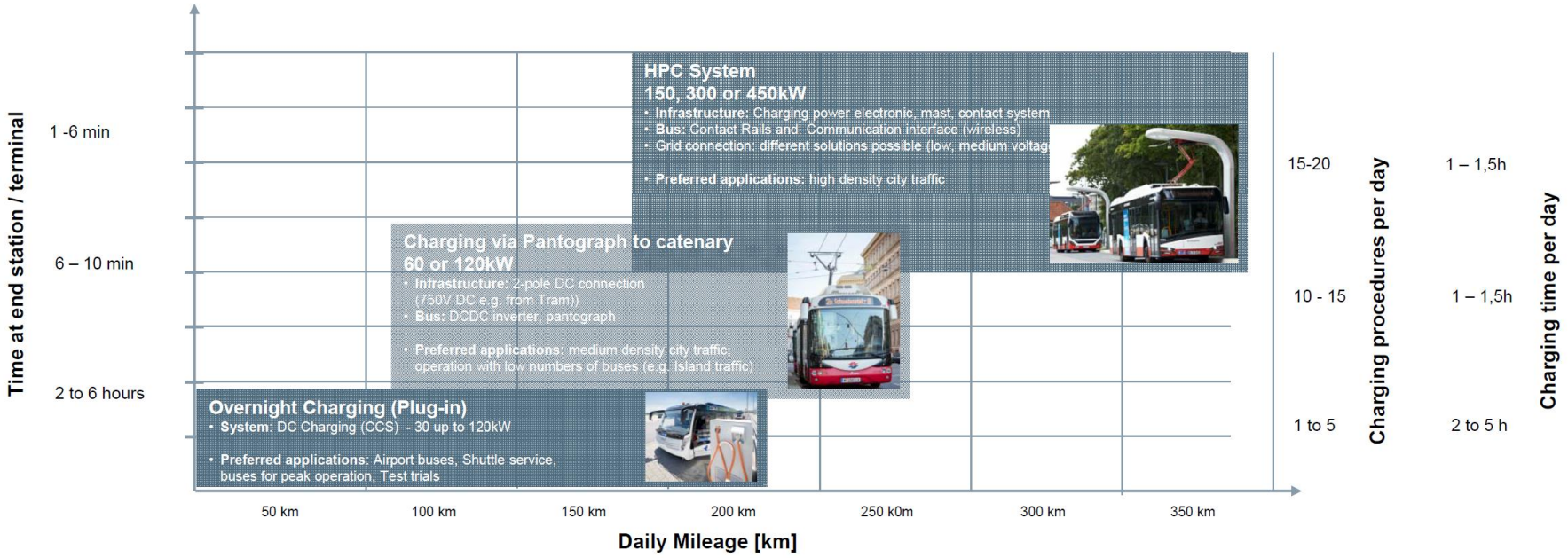
انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

- نحوه انجام شارژ اتوبوس‌های برقی
- اتصال مستقیم به شبکه برق در طول حرکت (By catenary)
- شارژ آهسته در طول شب (Overnight)
- بعد از پایان یک رفت و برگشت کامل (After a roundtrip)
- در خلال مسیر رفت و برگشت (During a roundtrip)



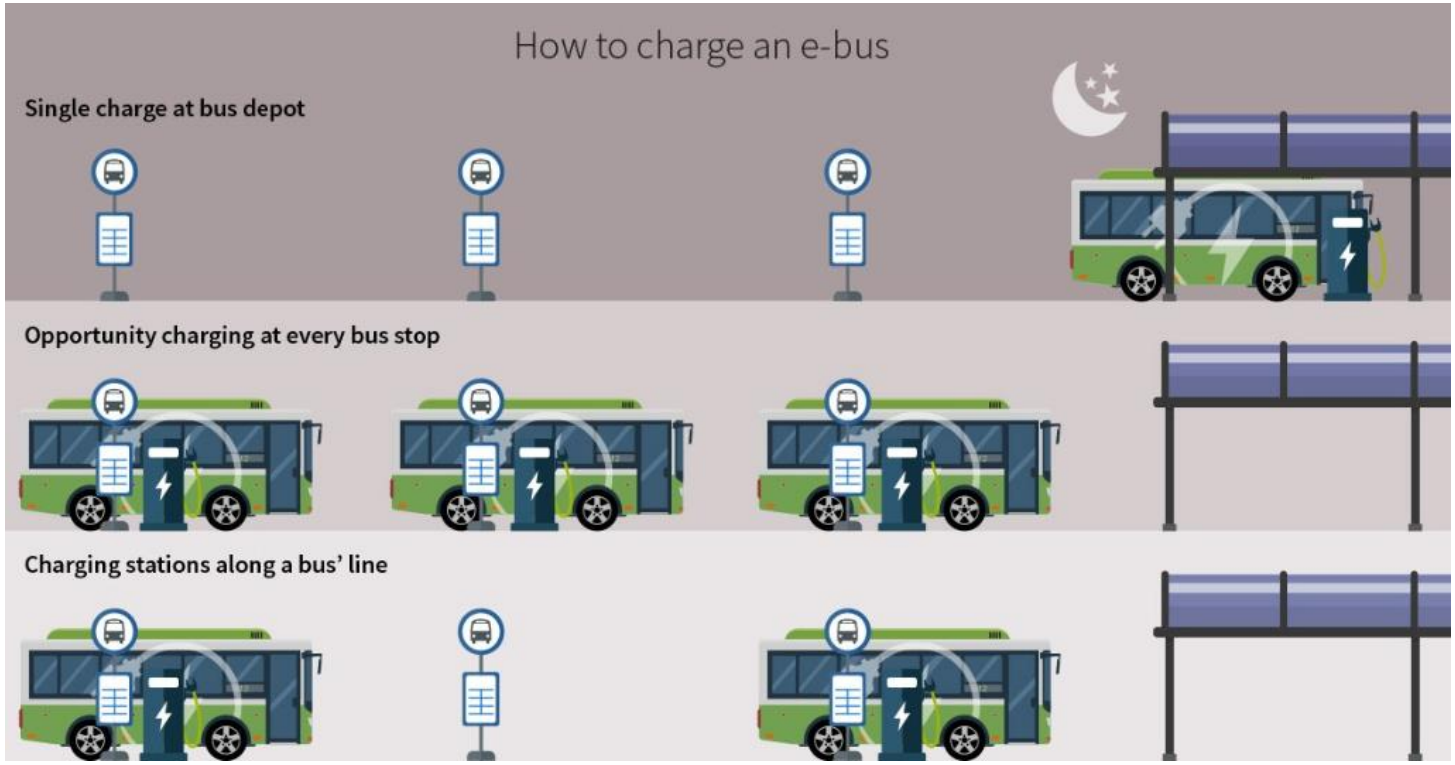
انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

ارتباط استراتژی شارژ اتوبوس برقی با مسافت روزانه



انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

- نحوه انجام شارژ اتوبوس‌های برقی



انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

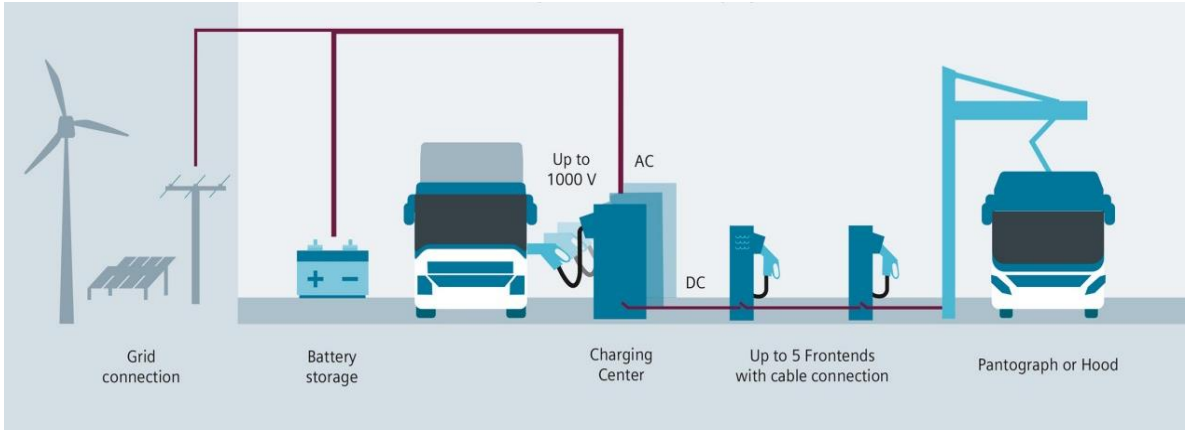
مقایسه دو نوع اتوبوس شارژ سریع و شب شارژ

- Electric range: ≥155 miles(≥250km) per charge
- Battery Type: Lithium Iron-Phosphate battery
- Battery Capacity: 324 kWh
- Charging Power & Time-80 kW (40 kWx2, 480 V, 3c, AC) 4 h; 200 kW (100 kWx2, 480 V, 3c, AC) 2-3 h

- Electric range: up to 30 - 40 miles (48-64 km) per charge
- Battery Type: Lithium Titanate (LTO) fast-charge
- Battery Capacity: 74kWh
- Charging: Overhead 500kW (0 to 95% SOC in 6 minutes)

انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

استراتژی‌های شارژ

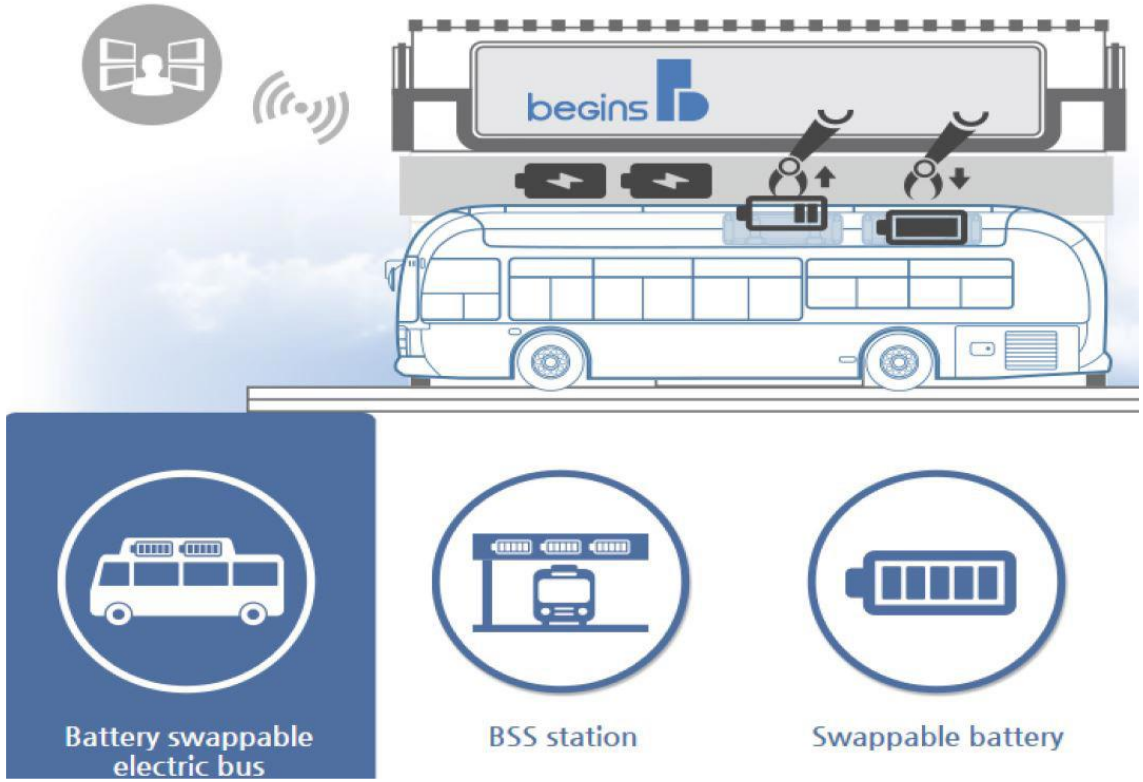


شارژ با شاخک

شارژ با کابل و پریز

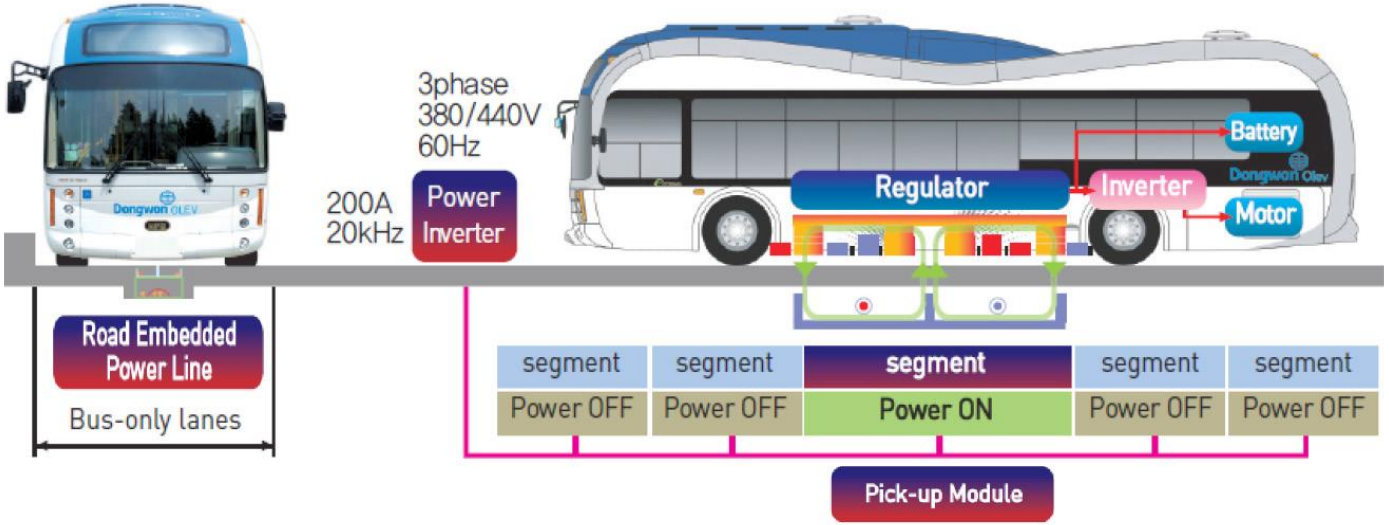
انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

- استراتژی تعویض باتری در ایستگاه یا ترمینال



انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

- شارژ باتری از کف
- شارژ بی‌سیم



انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

مطالعه اتوبوس‌های برقی ۱۲ متری روز دنیا

Model	Power (kW)	Motor Torque (Nm)	ESS Capacity (kWh)	Charging System	Charging Time	AER (km)
Volvo 7900	160	400	76	O	<6 mins	60
Volvo 7900 (2019)	160	400	150	P&O	UN***	200
Volvo 7900 (2019)	160	400	250	P	UN	200
MB Citaro	2×125	2×485	243	P	UN	150
ADL BYD	180	700	324	P	4 h	>250
Bluebus	160	2500	240	P	5 h	180
BYD K9	2×90/150	2×350/550	352	P	4.5 h	320
Caetanobus	160	1500	385	P	3 h | 6 h	300
Caetanobus	160	1500	100	O	3 h | 6 h	UN

انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

مطالعه اتوبوس‌های برقی ۱۲ متری روز دنیا

Model	Power (kW)	Motor Torque (Nm)	ESS Capacity (kWh)	Charging System	Charging Time	AER (km)
Skoda	160	1800	80	O	<10 min	60
Skoda	160	1800	230	P	4-6 h	160
VDL	160	2500	180, 216, 288	P&O	UN	UN
VDL	160	2500	85, 127	O	UN	UN
Proterra FC+	220, 380	UN	126	O	<1h / 2.4h	140
Proterra XR+	220, 270	UN	330	P	<2.5h / 2.4h	380
Proterra E2+	220, 380	550	550	P	< 3.5h/ 2.4h	590
MAN Lion E	270	2100	480	P	3h	270
Yutong E12	200	2400	295	P	1 / 3 / 5h	220
Heuliez 137L	160	2500	245	P	UN	UN

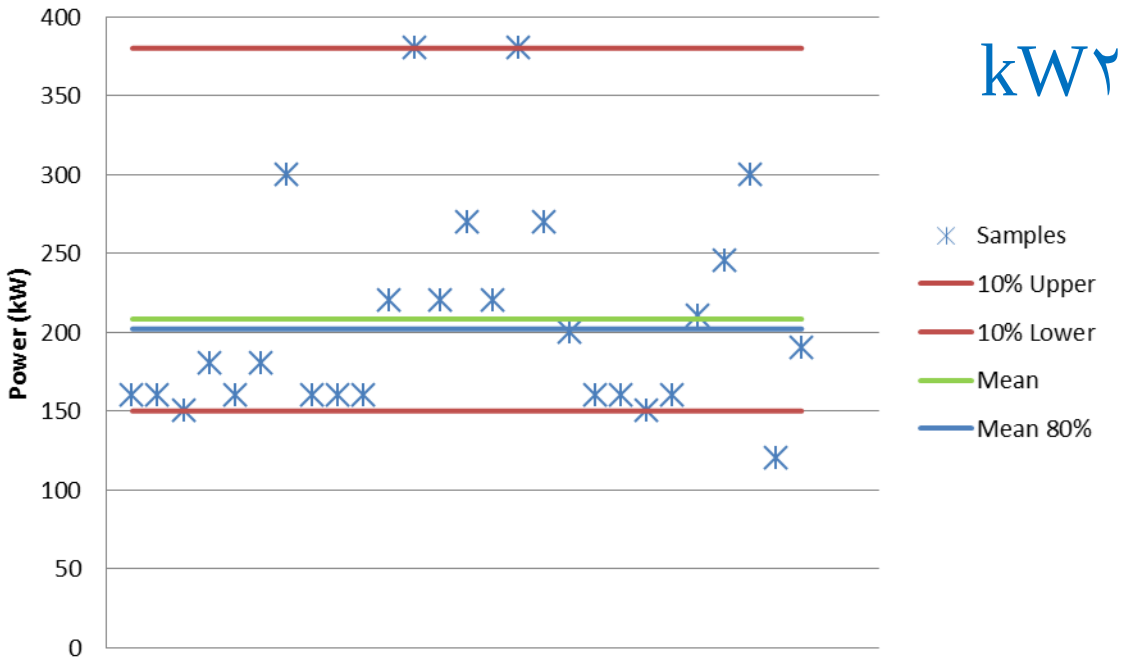
انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

مطالعه اتوبوس‌های برقی ۱۲ متری روز دنیا

Model	Power (kW)	Motor Torque (Nm)	ESS Capacity (kWh)	Charging System	Charging Time	AER (km)
Solaris Urbino 12	160	UN	240	P	UN	UN
Solaris Urbino 12	2×125	2×485	120	O	UN	UN
New Flyer Xcelsior	160, 210	1400, 2000	160, 213, 267	O	16-32 mins	UN
New Flyer Xcelsior	160, 210	1400, 2000	320	P&O	O: 16-32 P: 48-260 mins	UN
New Flyer Xcelsior	160, 210	1400, 2000	311, 388, 466	P	48-260 mins	UN
Foton Urban	245	3329	152	P&O	30 mins- 1hr	144
Scania- Citywide	300	2100	250	P&O	UN	UN
IVECO- E way	120, 190	1000, 2100	280, 315, 350, 385	P	UN	UN
IVECO- E way	120, 190	1000, 2100	72, 88	P&O	UN	UN

انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

- مطالعه اتوبوس‌های برقی ۱۲ متری روز دنیا
- توان موتور الکتریکی؛ نتیجه الگوبرداری بین ۱۲۰ تا ۳۸۰ kW
- میانگین توان موتور ۲۱۰ kW

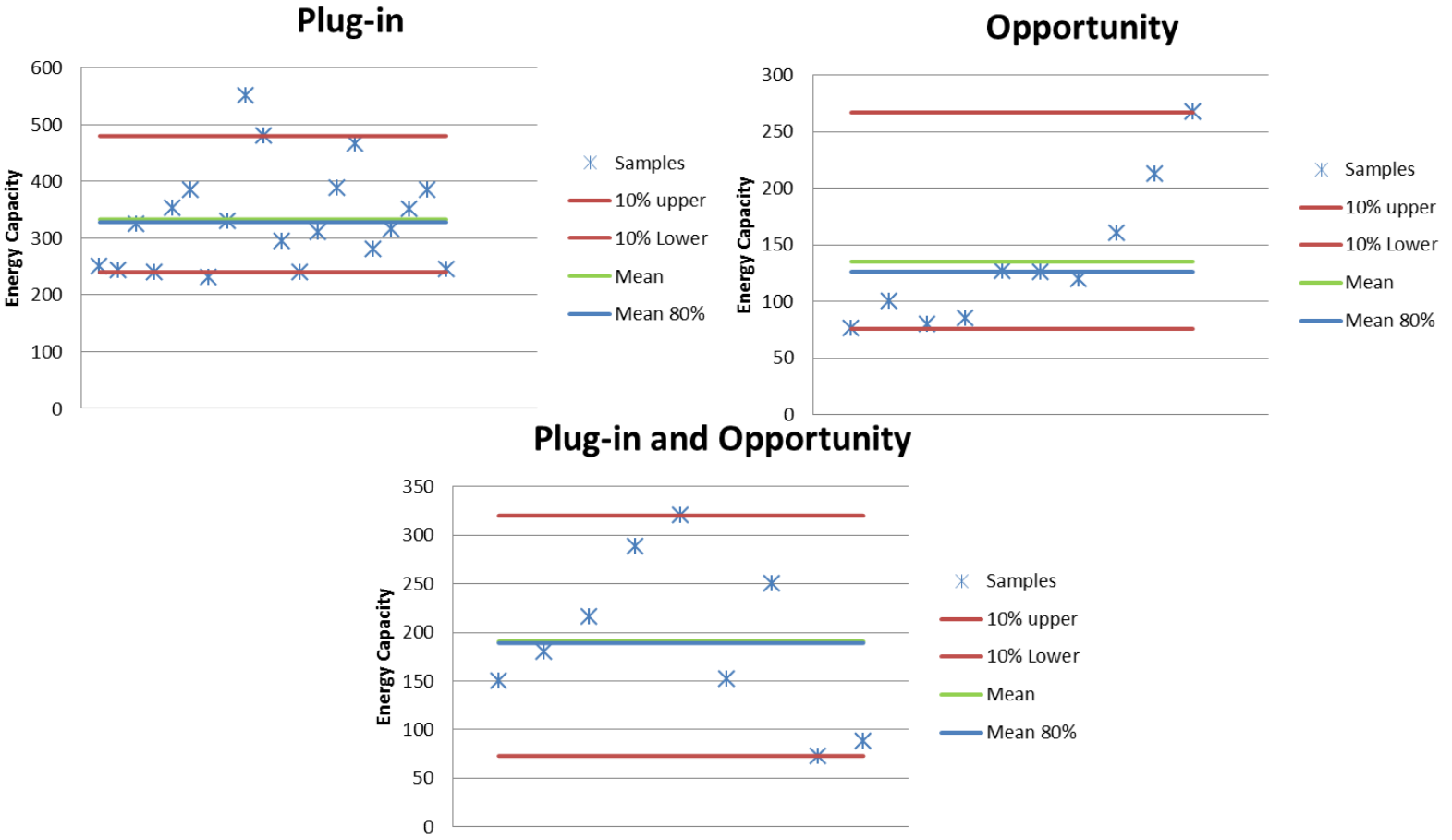


انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

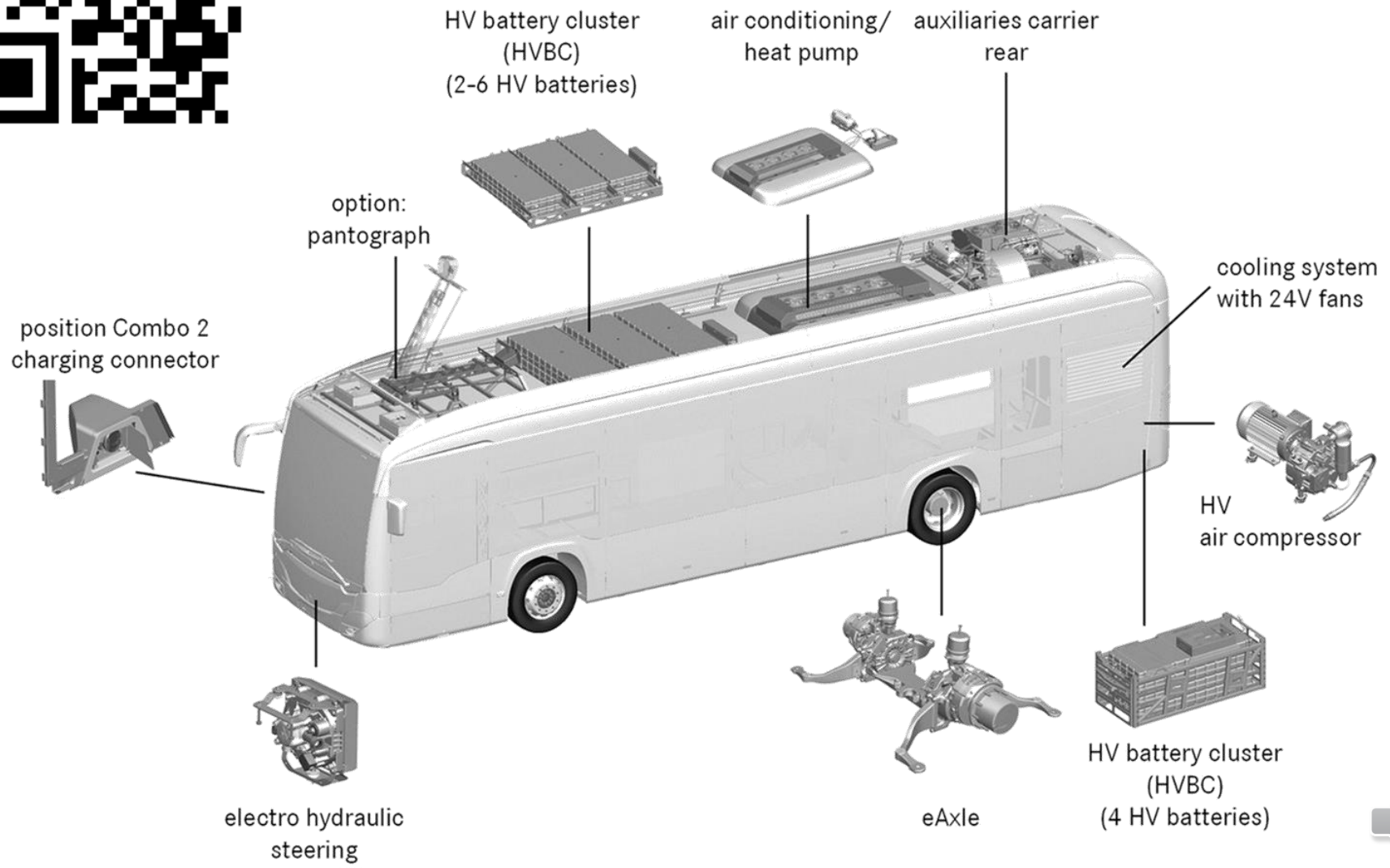
- مطالعه اتوبوس‌های برقی ۱۲ متری روز دنیا
- ظرفیت باتری؛ نتیجه الگوبرداری بین ۷۰ تا ۵۵۰ kWh
- ارتباط تنگاتنگ با نوع سیستم شارژ
- سیستم شارژ آهسته دوشاخه مربوط به اتوبوس شب‌شارژ
- سیستم شارژ سریع پانتوگراف
- تلفیق دو سیستم شارژ مذکور

انواع اتوبوس‌های برقی و دسته‌بندی آنها

مطالعه اتوبوس‌های برقی ۱۲ متری روز دنیا؛ ظرفیت باتری

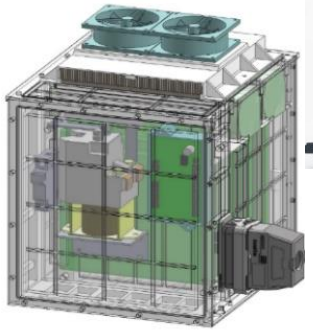


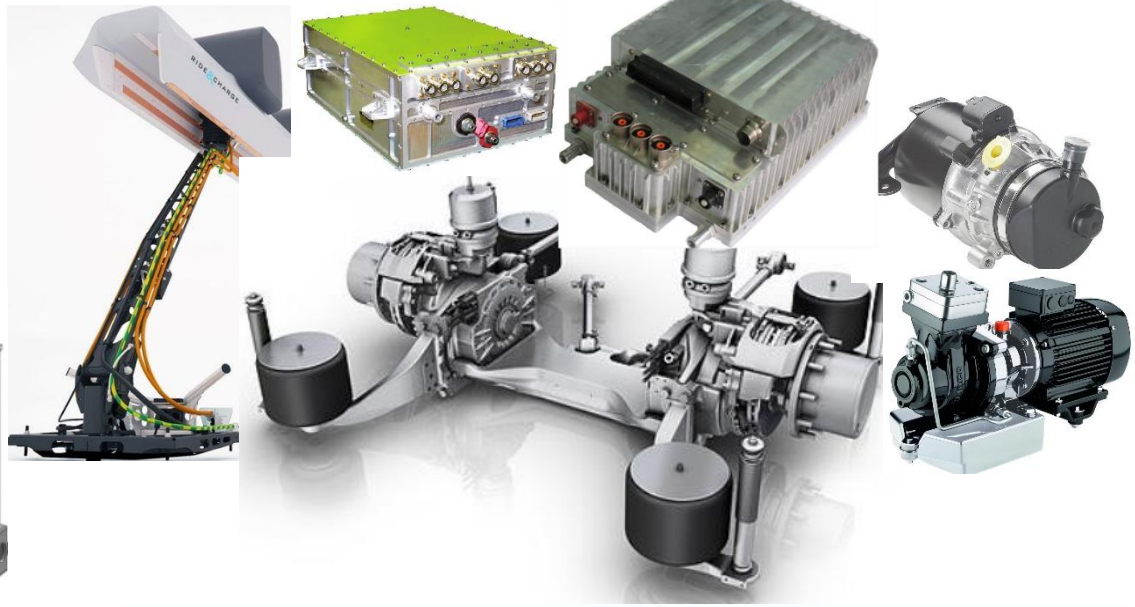
اجزای اصلی قوای محرکه



اجزای اصلی قوای محرکه

60 %

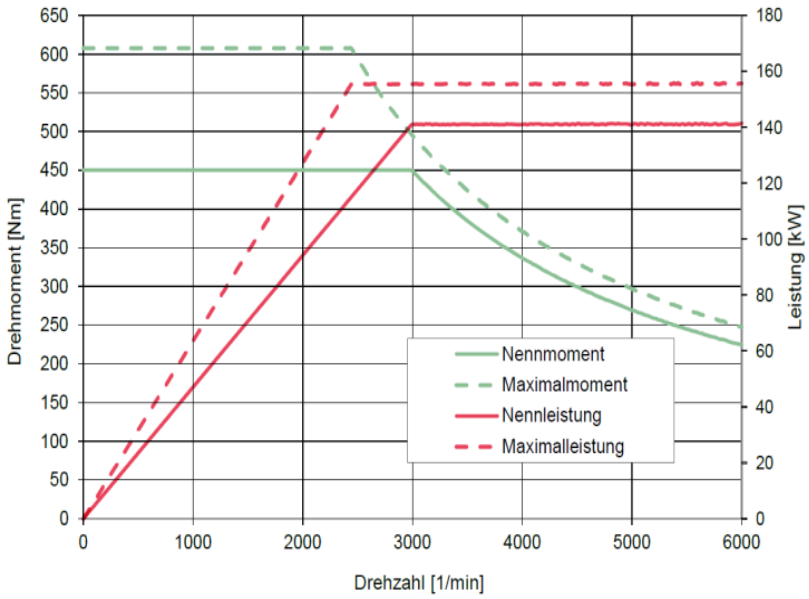


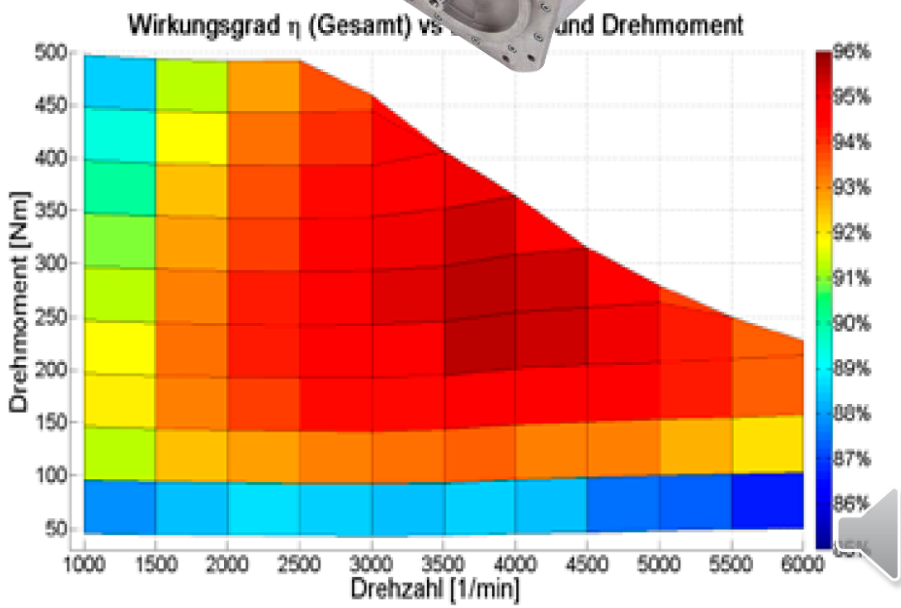


40%

اجزای اصلی قوای محرکه

سیستم کششی



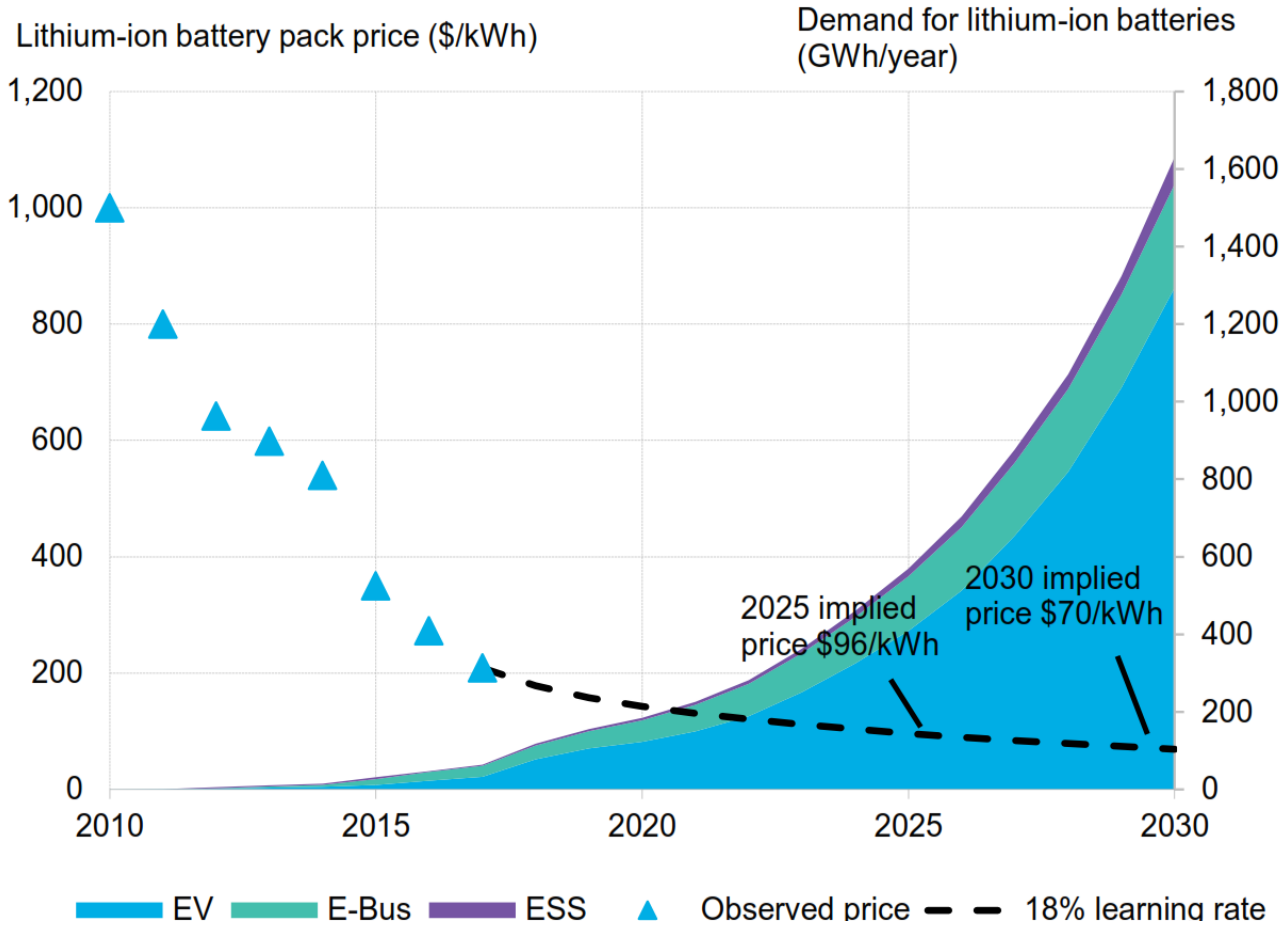


اجزای اصلی قوای محرکه

- سیستم تهویه مطبوع

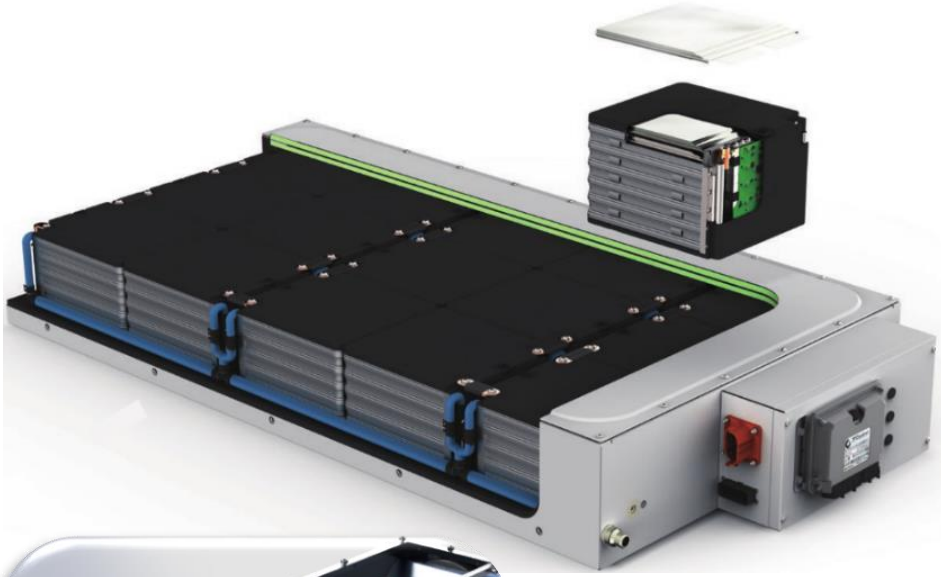
اجزای اصلی قوای محرکه

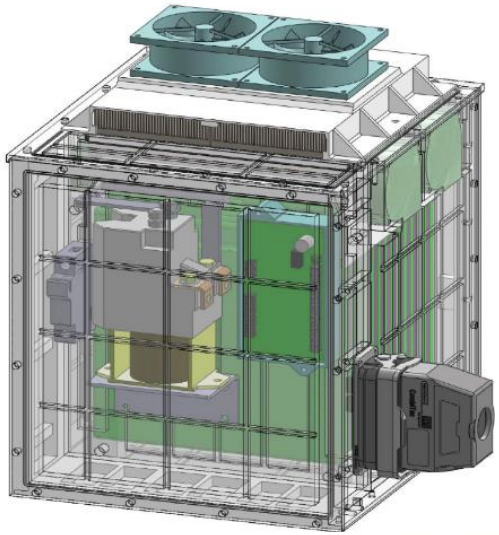
پیش‌بینی قیمت جعبه باتری لیتیوم



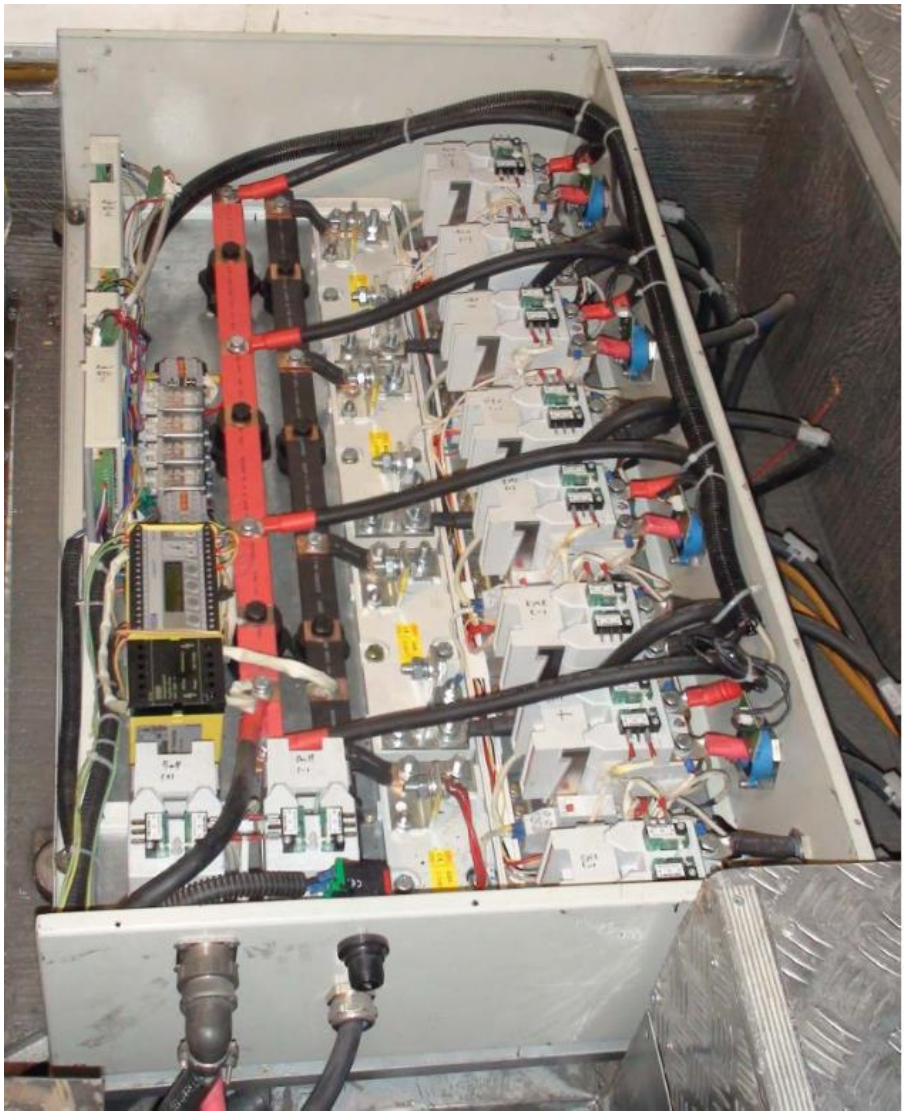
اجزای اصلی قوای محرکه

- سیستم ذخیره انرژی





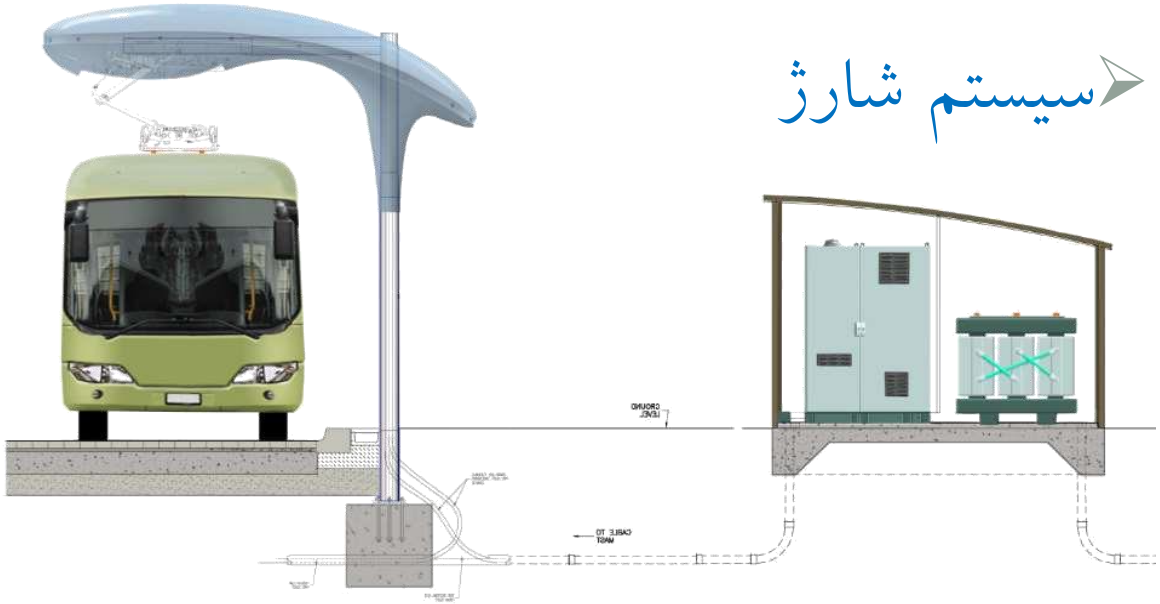
اجزای اصلی قوای محرکه



- سیستم توزیع توان
- سیستم حفاظت برق فشار قوی

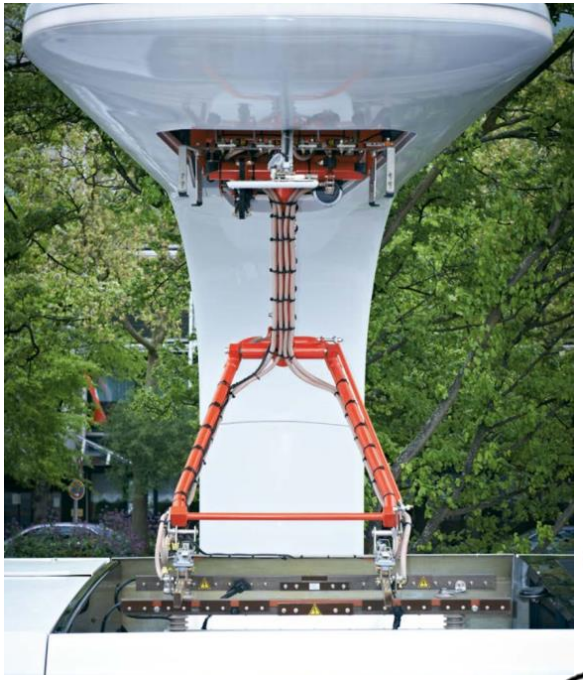
اجزای اصلی قوای محرکه

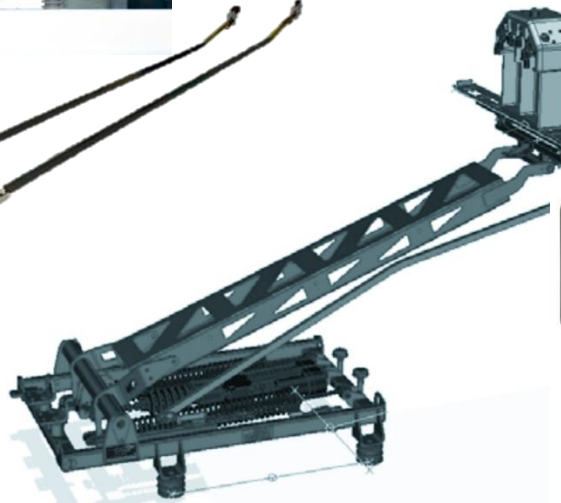
- سیستم شارژ



اجزای اصلی قوای محرکه

- سیستم شارژ





چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

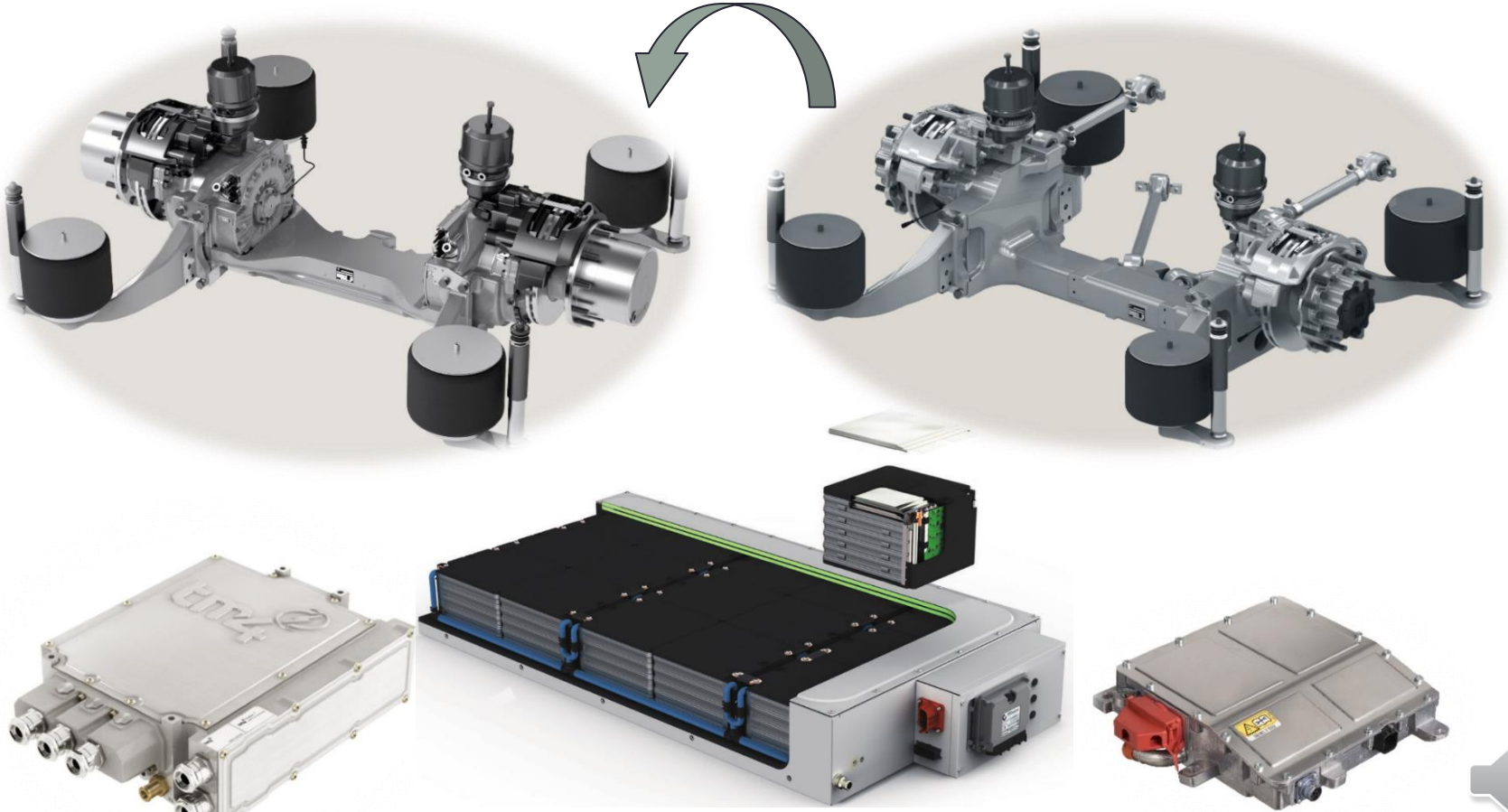
- معرفی طرح‌های مختلف پیشنهادی اتوبوس شهری
  - الف- اتوبوس هیبرید الکتریکی (۱۸ متری)
  - ب- اتوبوس هیبرید الکتریکی Plug-in (۱۸ متری)
  - پ- اتوبوس برقی ترولی (۱۸ متری)
  - ت- اتوبوس برقی تمام باتری (۱۲ متری)
  - ث- اتوبوس هیبرید الکتریکی سری (۱۲ متری)

چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

- پلتفرم اتوبوس پرکاربرد در ایران C1836 و C1230

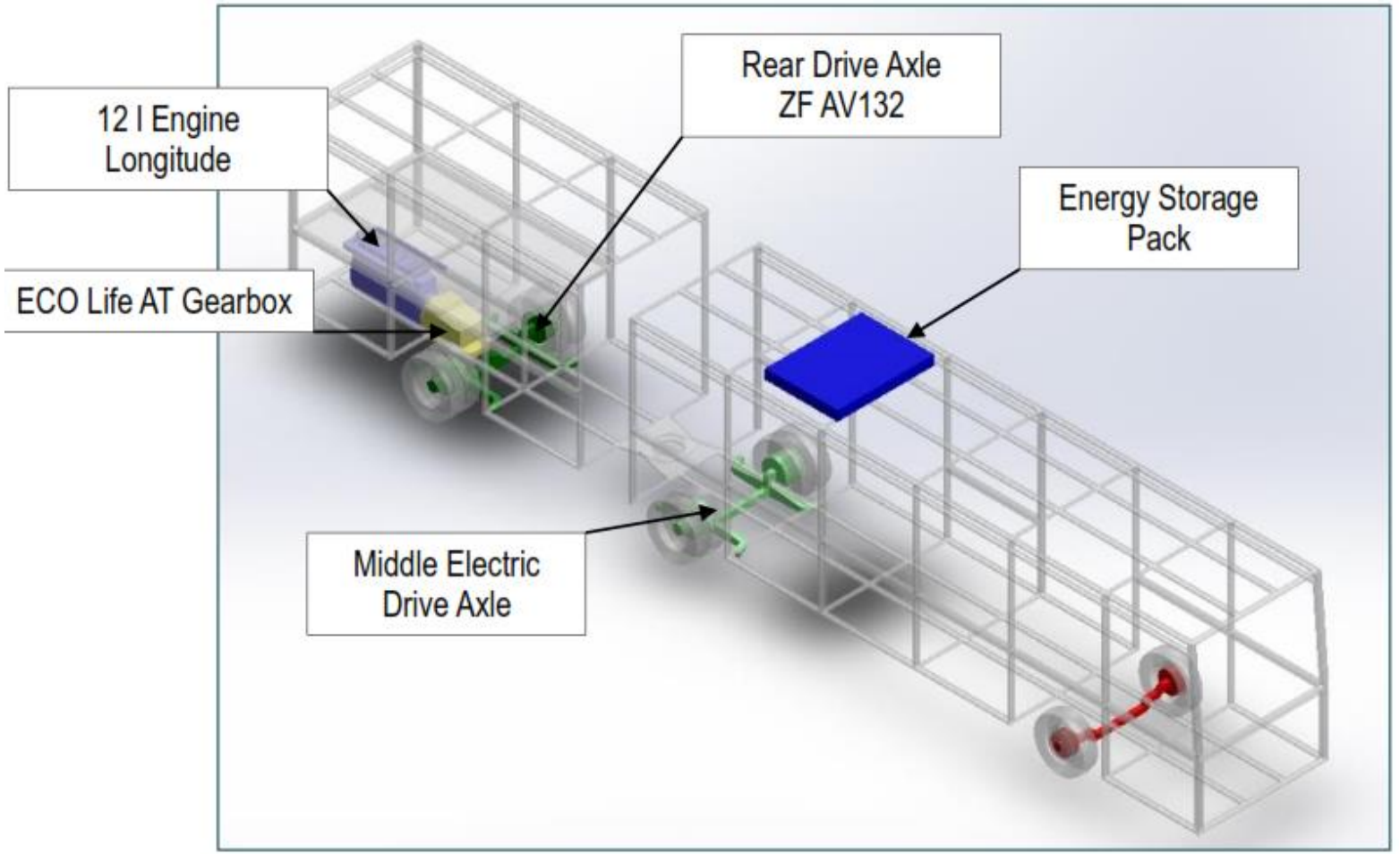
چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

- الف- اتوبوس هیبرید الکتریکی(۱۸ متری)



چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

الف- اتوبوس هیبرید الکتریکی(۱۸ متری)



چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

الف- اتوبوس هیبرید الکتریکی(۱۸ متری)

مزایا

- قابلیت اطمینان بالا
- عملکرد شیب‌پیمایی بالا
- قابلیت عملکرد تمام برقی
- حداقل تغییرات و زمان توسعه کم
- دو محور محرک
- قابلیت ارتقاء

معایب

- وزن و قیمت بالا
- کاهش کمتر مصرف سوخت و آلاینده‌ها
- شیب‌پیمایی ضعیف در حالت تمام برقی

چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

ب- اتوبوس هیبرید الکتریکی Plug-in (۱۸ متری)

چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

ب- اتوبوس هیبرید الکتریکی Plug-in (۱۸ متری)

مزایا

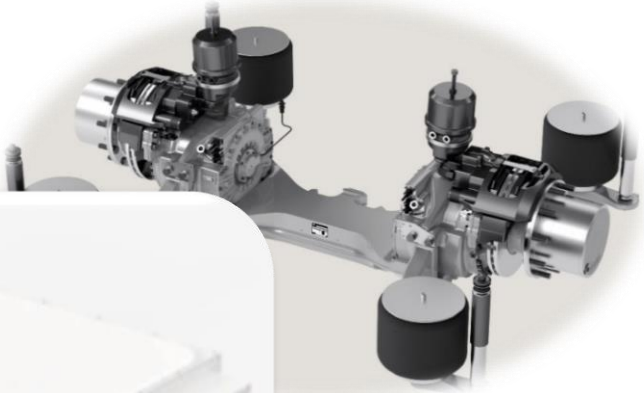
- قابلیت اطمینان مناسب
- عملکرد شیب‌پیمایی مناسب
- قابلیت عملکرد تمام برقی
- قابلیت شارژ باتری‌ها توسط شبکه برق
- عدم نیاز به زیرساخت گسترده
- دو محور محرک
- کاهش مصرف سوخت و آلایندگی مناسب

معایب

- قیمت و وزن بالا
- شیب‌پیمایی قابل قبول در حالت تمام برقی

چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

ث- اتوبوس هیبرید الکتریکی سری (۱۲ متری)



چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

ث- اتوبوس هیبرید الکتریکی سری (۱۲ متری)

مزایا

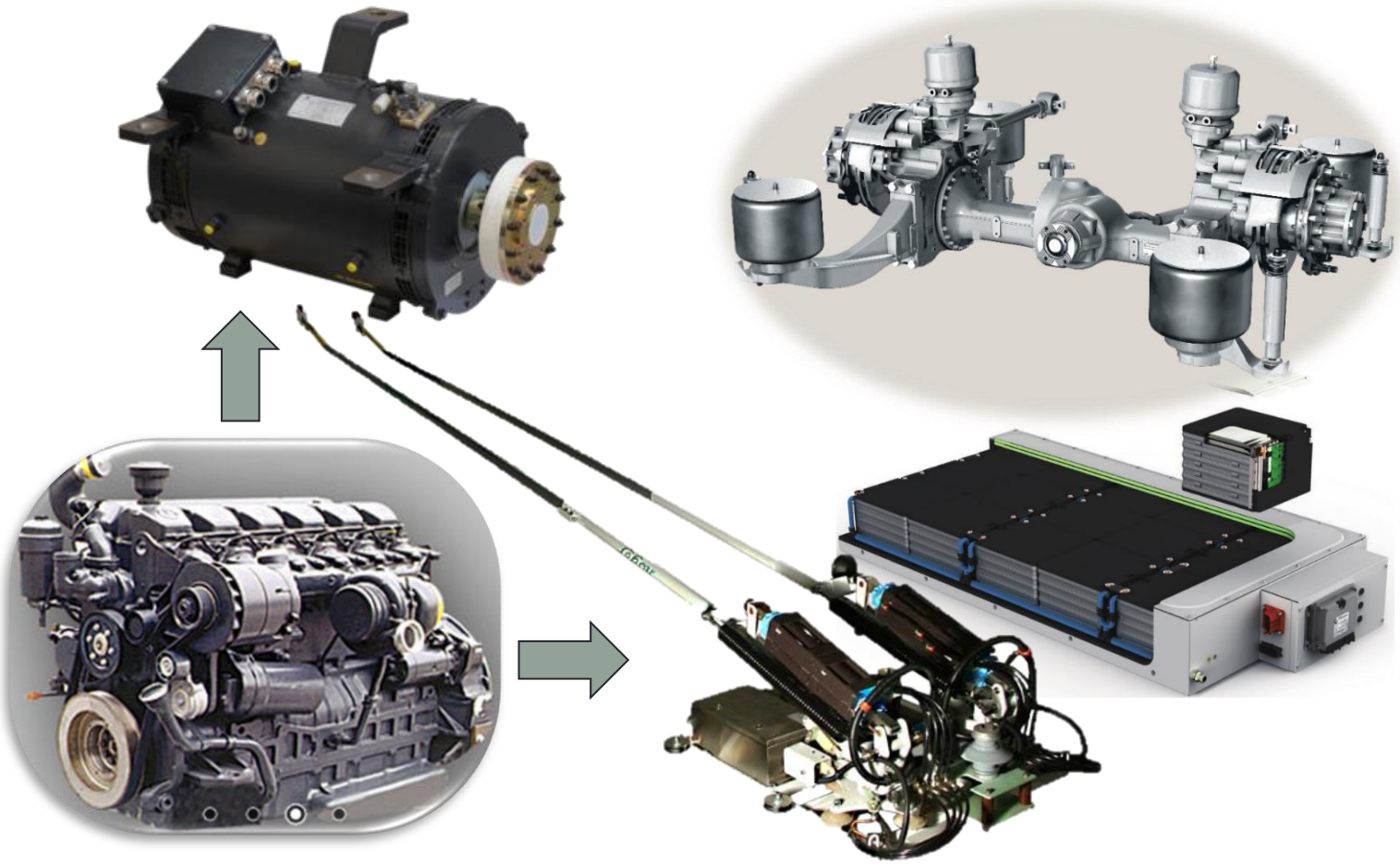
- کاهش حداقل ۳۰ درصدی مصرف سوخت و ۵۰ درصدی آلاینده‌ها
- شیب‌پیمایی مطلوب
- قابلیت عملکرد تمام برقی مطلوب
- قابلیت ارتقاء
- گارانتی باتری به مدت ۷ الی ۱۰ سال
- قیمت ارزان

معایب

- قابلیت اطمینان قابل قبول
- افزایش وزن

چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

- پ- اتوبوس برقی ترولی(۱۸ متری)



چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

پ- اتوبوس برقی ترولی(۱۸ متری)

مزایا

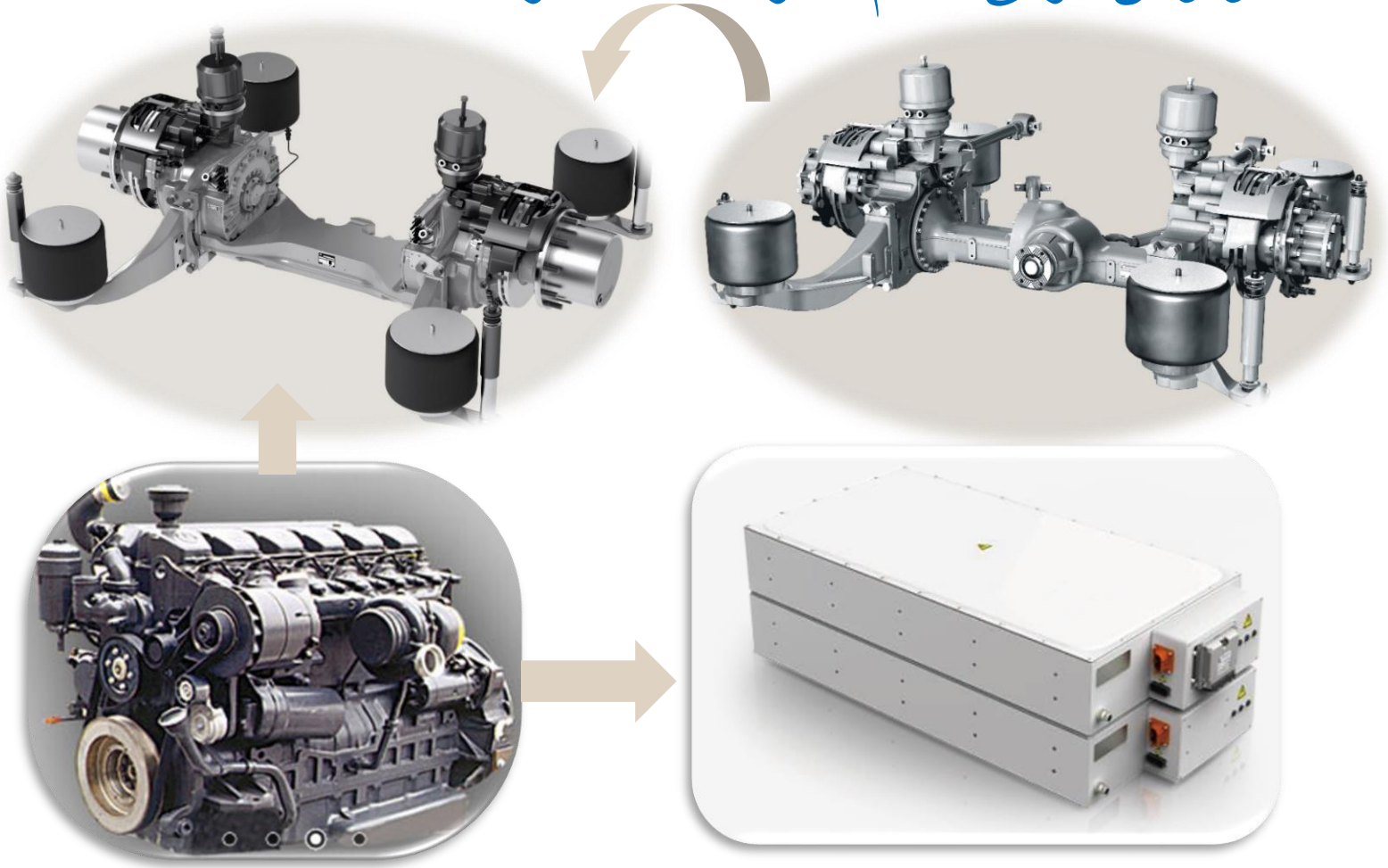
- قابلیت عملکرد مستقل از شبکه برق بالاسری
- قابلیت شارژ باتری‌ها از طریق شبکه برق بالاسری
- هزینه تعمیر و نگهداری پایین
- مصرف سوخت و آلایندگی صفر

معایب

- نیاز به زیرساخت شبکه برق
- عملکرد شیب‌پیمایی معمولی

چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

- ت- اتوبوس برقی تمام باتری (۱۲ متری)



چالش‌های توسعه اتوبوس برقی در ایران

ت- اتوبوس برقی تمام باتری (۱۲ متری)

مزایا

- مصرف سوخت فسیلی صفر
- بدون تولید آلاینده
- قابلیت شارژ باتری‌ها به صورت شارژ سریع یا شارژ شبانه
- هزینه تعمیر و نگهداری کمتر نسبت به هیبرید و دیزلی
- گارانتی باتری به مدت ۷ الی ۱۰ سال

معایب

- نیاز به زیرساخت محدود شبکه برق
- شیب‌پیمایی معمولی
- وزن بالا
- ظرفیت مسافر کمتر

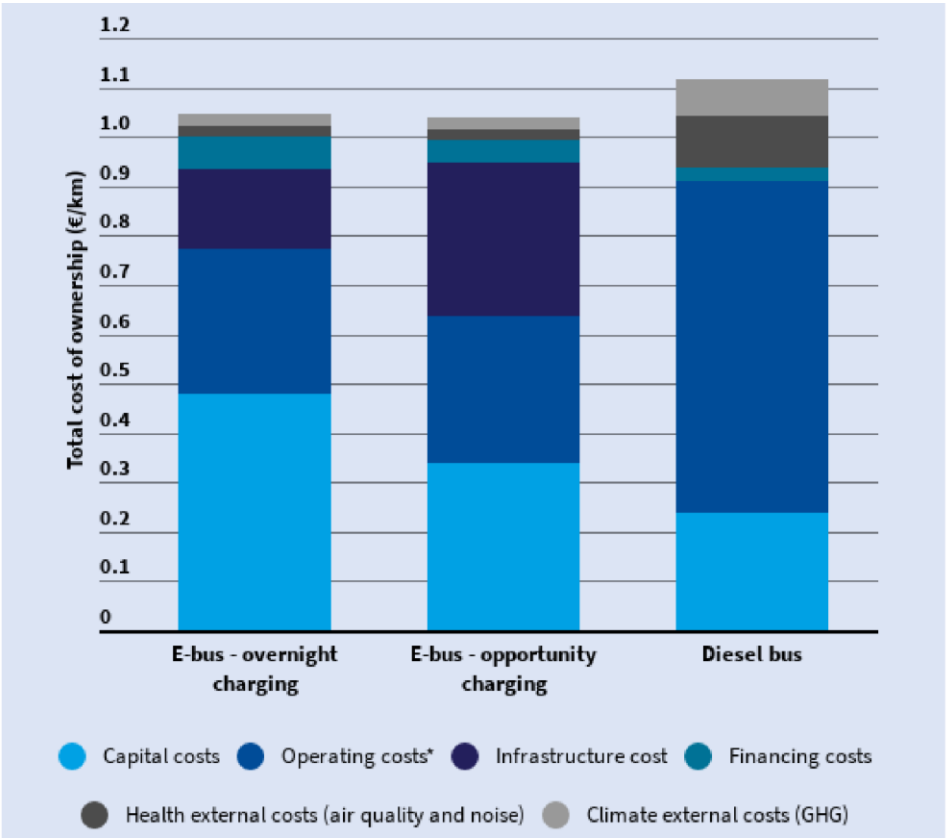
توجیه اقتصادی؛ راه‌اندازی و بهره‌برداری

- قیمت اتوبوس‌های برقی چین حدود ۴۰۰ هزار دلار
- قیمت اتوبوس‌های برقی اروپایی حدود ۵۰۰ تا ۵۵۰ هزار دلار
- اتوبوس مان با باتری ۴۸۰ kWh حدود ۸۰ هزار دلار بیشتر از مرسدس بنز با باتری ۲۴۳kWh است.

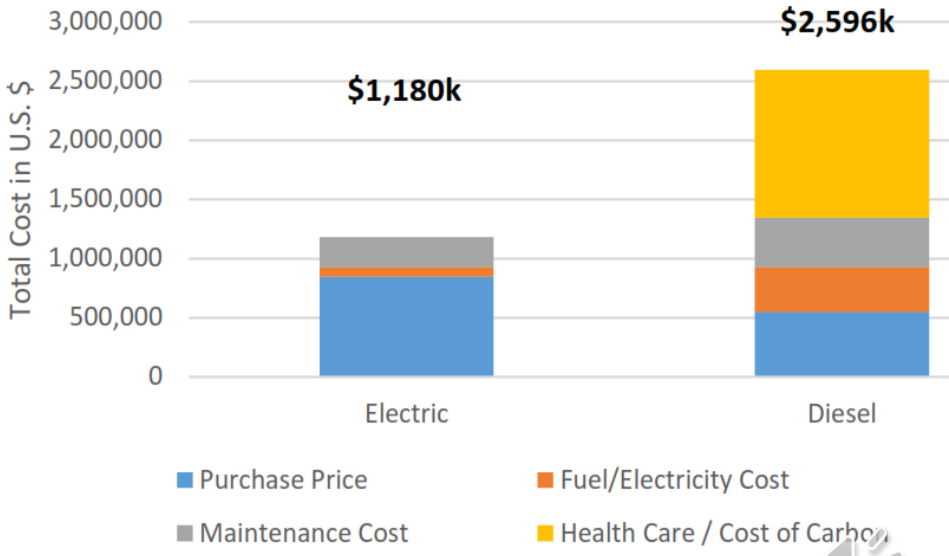
مدل	ظرفیت باتری (kWh)	قیمت (1000 $)
MAN- Lion E	۴۸۰	۶۳۵
Mercedes Benz- Citaro	۲۴۳	۵۵۸
Solaris- Urbino 12	۱۱۲	۵۵۰
Heuliez- 137L	۲۴۵	۵۰۰
Yutong- E12	۲۹۵	۴۰۰
BYD	۳۴۸	۴۰۰

توجیه اقتصادی؛ راه‌اندازی و بهره‌برداری

مقایسه مجموع هزینه‌های مالکیت و بهره‌برداری اتوبوس‌های برقی و دیزل



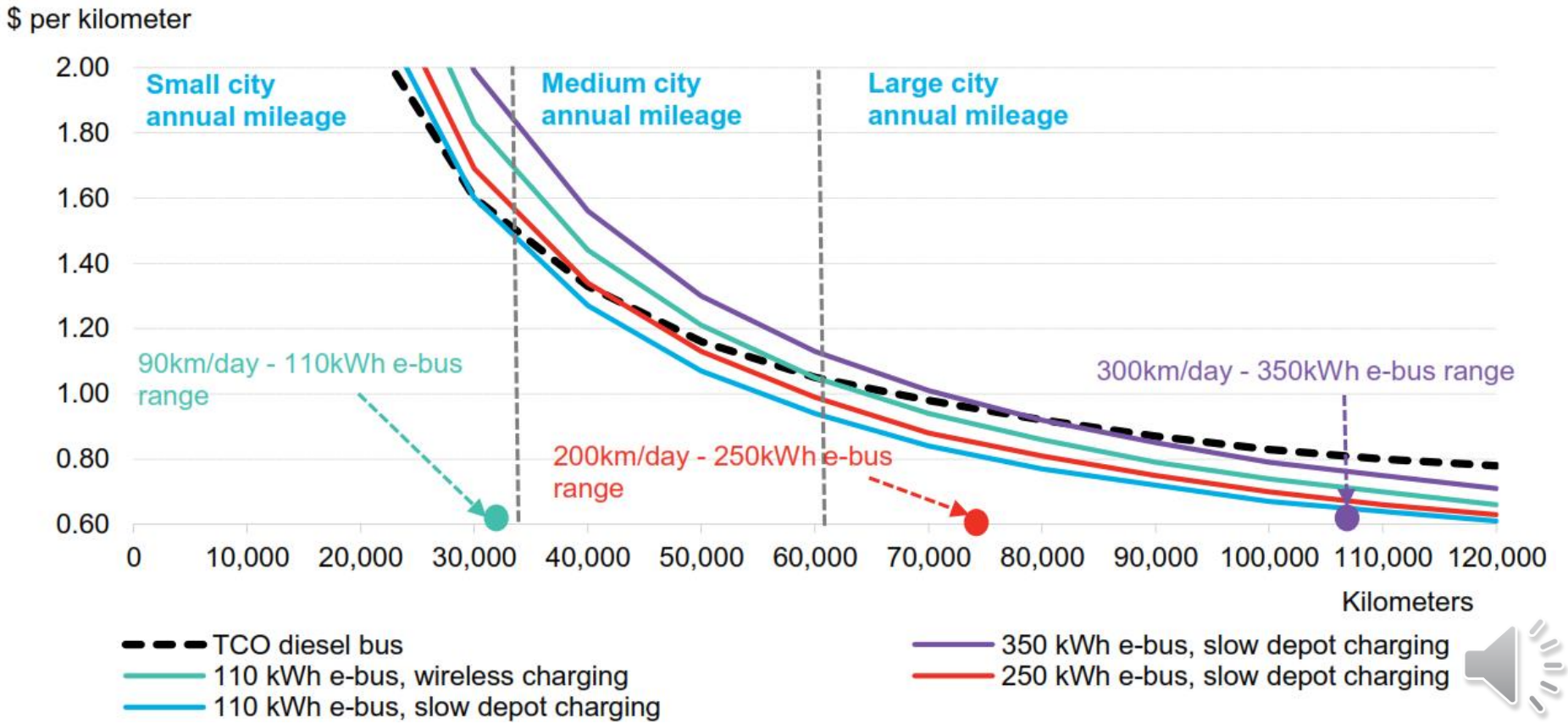
اروپا



آمریکا

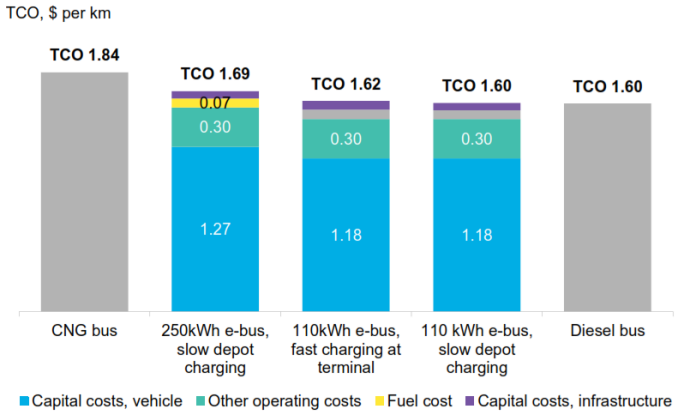
توجیه اقتصادی؛ راه‌اندازی و بهره‌برداری

- مقایسه مجموع هزینه‌های مالکیت و بهره‌برداری اتوبوس‌های برقی و دیزل (اروپا)؛ برحسب مسافت کارکرد

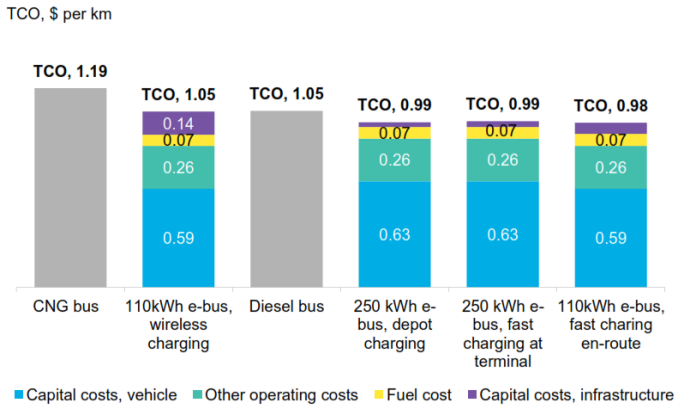


توجیه اقتصادی؛ راه‌اندازی و بهره‌برداری

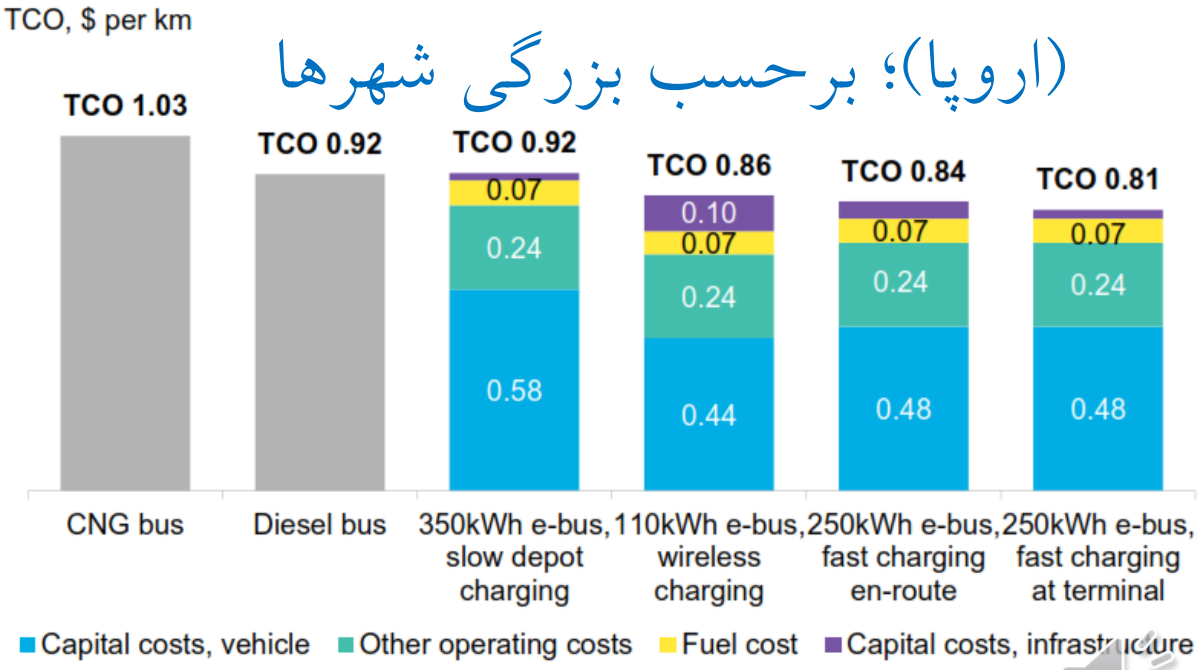
مقایسه مجموع هزینه‌های مالکیت و بهره‌برداری اتوبوس‌های برقی و دیزل (اروپا)؛ برحسب بزرگی شهرها



شهرهای کوچک



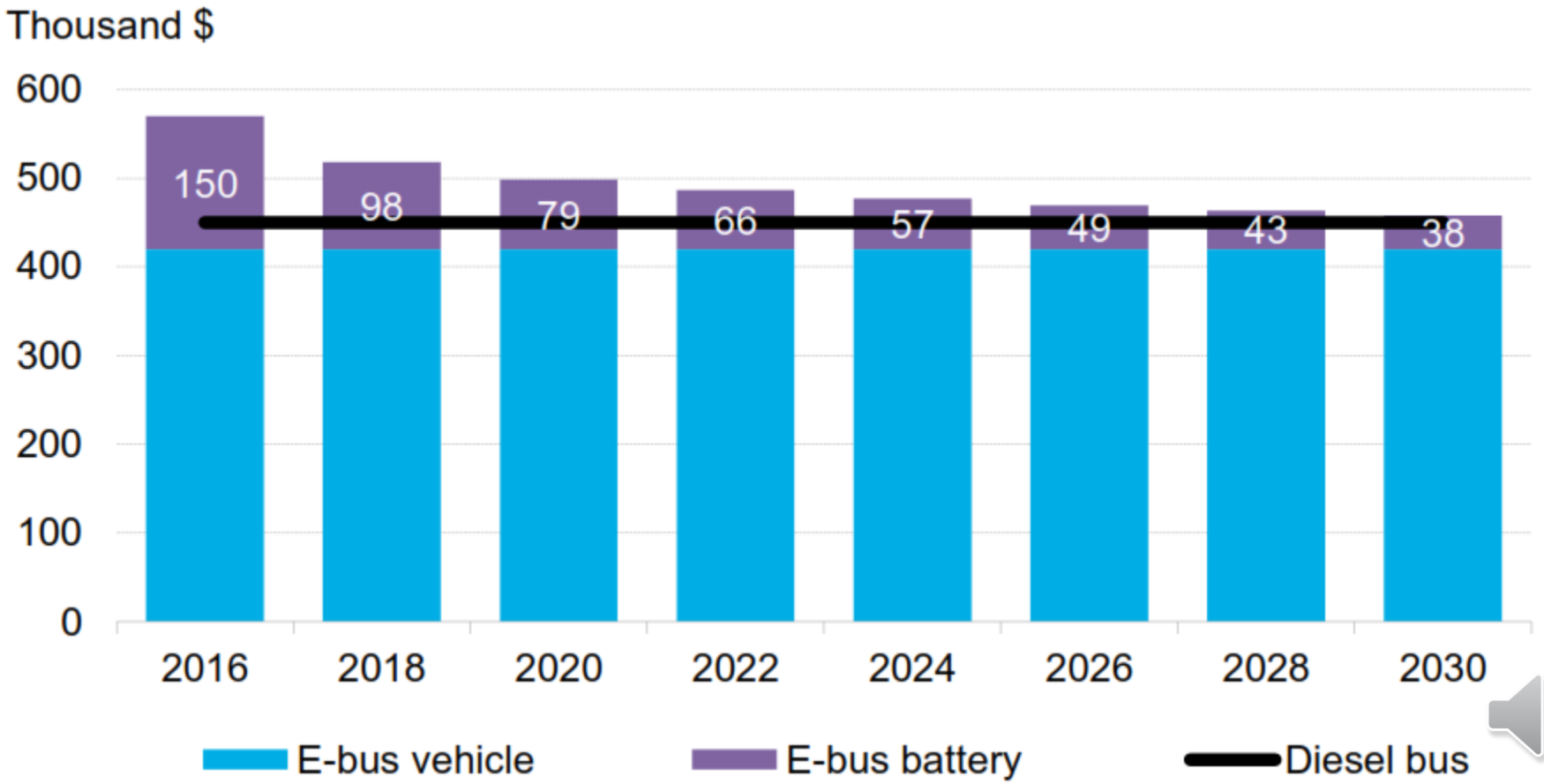
شهرهای متوسط



شهرهای بزرگ

توجیه اقتصادی؛ راه‌اندازی و بهره‌برداری

- پیش‌بینی قیمت اتوبوس برقی و دیزل



توجیه اقتصادی؛ راه‌اندازی و بهره‌برداری

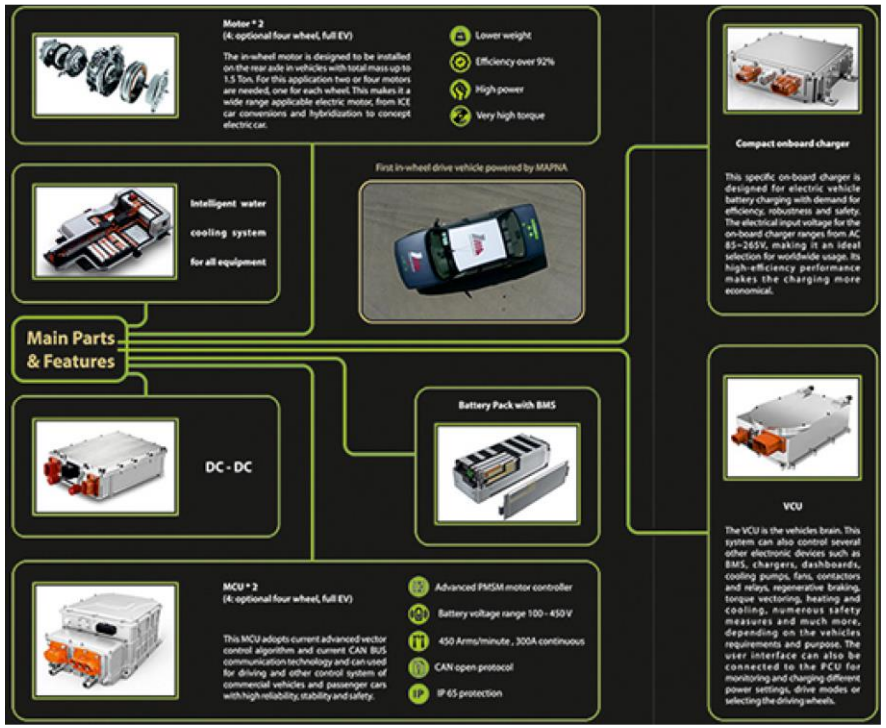
درآمدهای ناشی از کاهش مصرف سوخت نفت‌گاز

درآمدهای ناشی از کاهش مصرف نفت‌گاز

- رویکرد مستقیم
  - مابه التفاوت فروش نفت‌گاز صادراتی و داخلی
    ۱۹۳۰ میلیون ریال/ دستگاه/ سال
- رویکرد هزینه- فرصت
  - صادرات برق به عراق
    ۱۴۱۰ میلیون ریال/ دستگاه/ سال
  - صادرات گازطبیعی به ترکیه
    ۱۵۲۵ میلیون ریال/ دستگاه/ سال

تجربیات بومی در ایران

- قوای محرکه در چرخ؛ شرکت مپنا



تجربیات بومی در ایران

شارژر خودرو برقی؛ شرکت مپنا

تجربیات بومی در ایران

- قرارداد اتوبوس برقی با شرکت عقاب افشان؛ شرکت مپنا
- شهرداری مشهد و شرکت مهندسی و ساخت برق و کنترل مپنا

تجربیات بومی در ایران

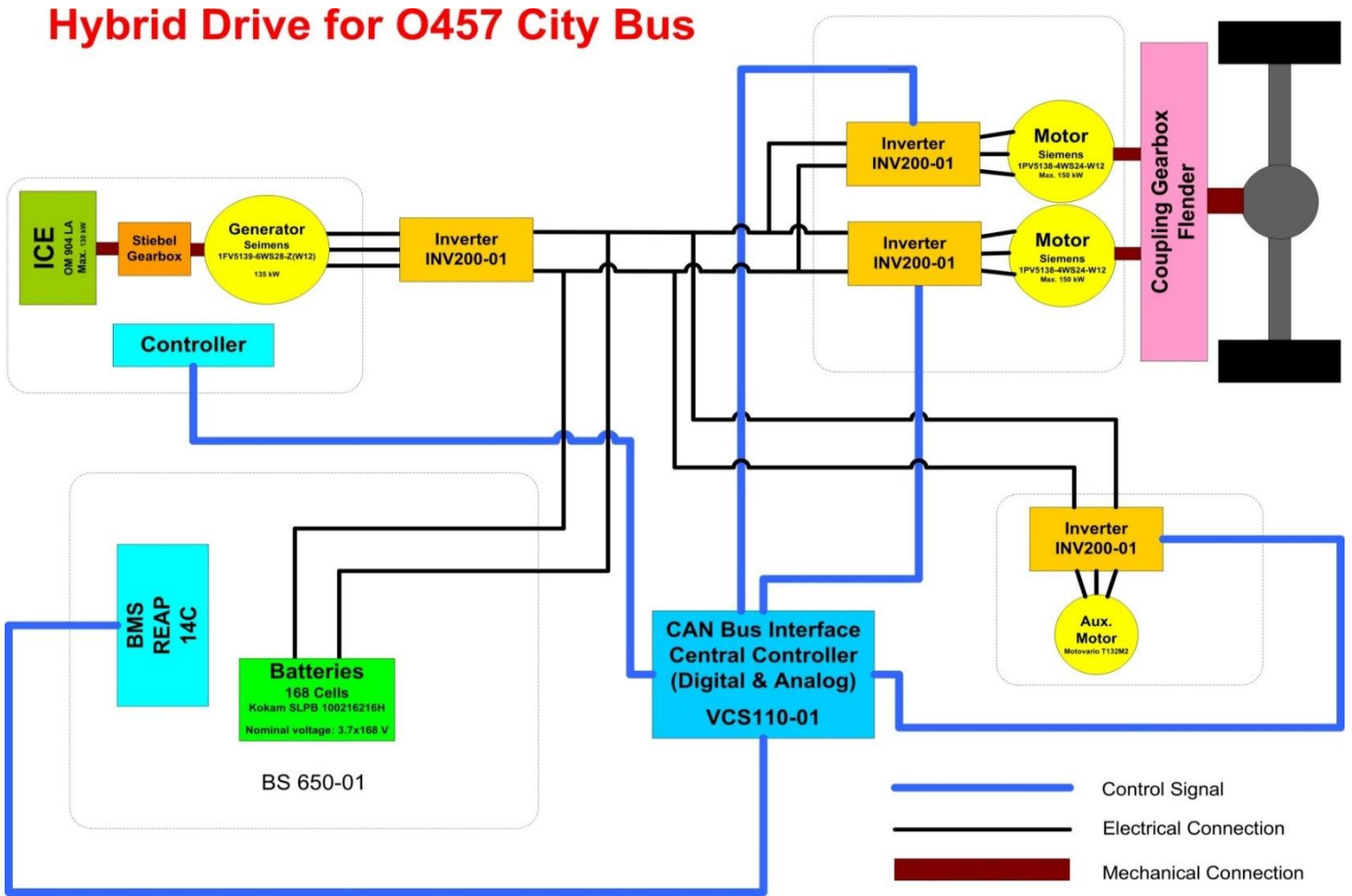
طراحی و ساخت نمونه اتوبوس هیبرید الکتریکی

مرکز تحقیقات خودرو، سوخت و محیط زیست دانشگاه تهران

حامیان و همکاران طرح
گروه صنعتی ایران خودرو
ایران خودرو دیزل
توسعه خودروکار
ایدم
شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت
طرح خودرو وزارت صنایع
صبا باتری
گیتا باتری
سوپرپایپ
...فته همکاری های فناوری ریاست جمهوری

تجربیات بومی در ایران

- طراحی و ساخت نمونه اتوبوس هیبرید الکتریکی

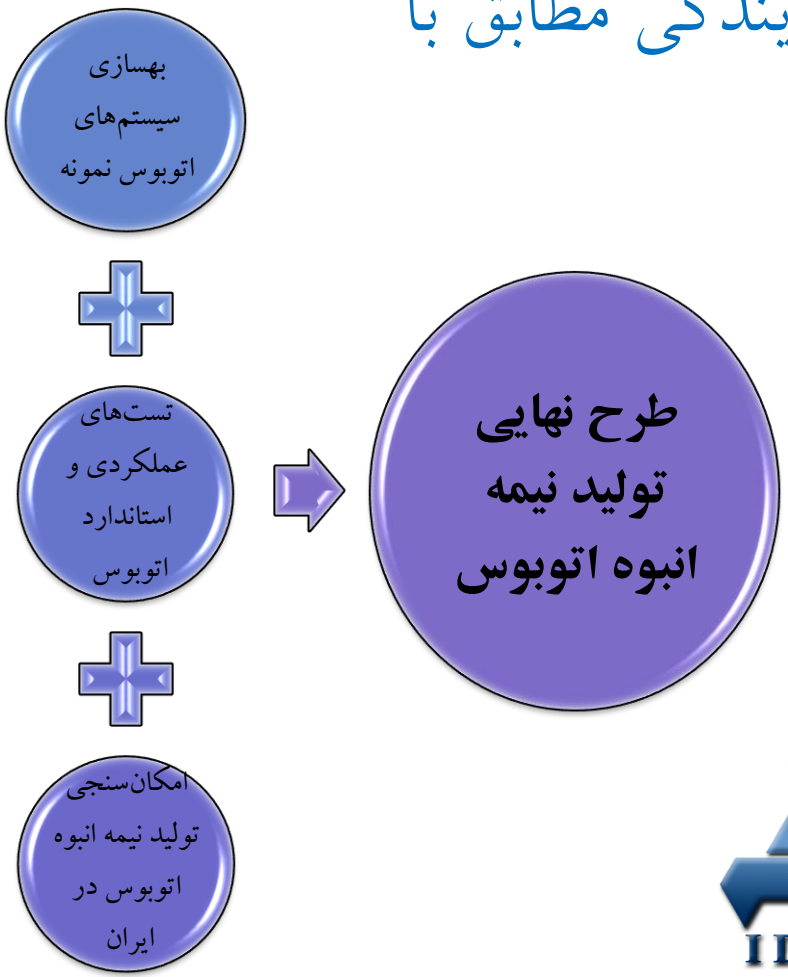


تجربیات بومی در ایران

- راه اندازی اولین اتوبوس هیبرید الکتریکی کشورهای اسلامی

تجربیات بومی در ایران

- طراحی و ساخت نمونه دوم اتوبوس هیبرید الکتریکی و انجام تست‌های عملکردی، کیفیت و آلایندگی مطابق با استانداردهای تجاری‌سازی

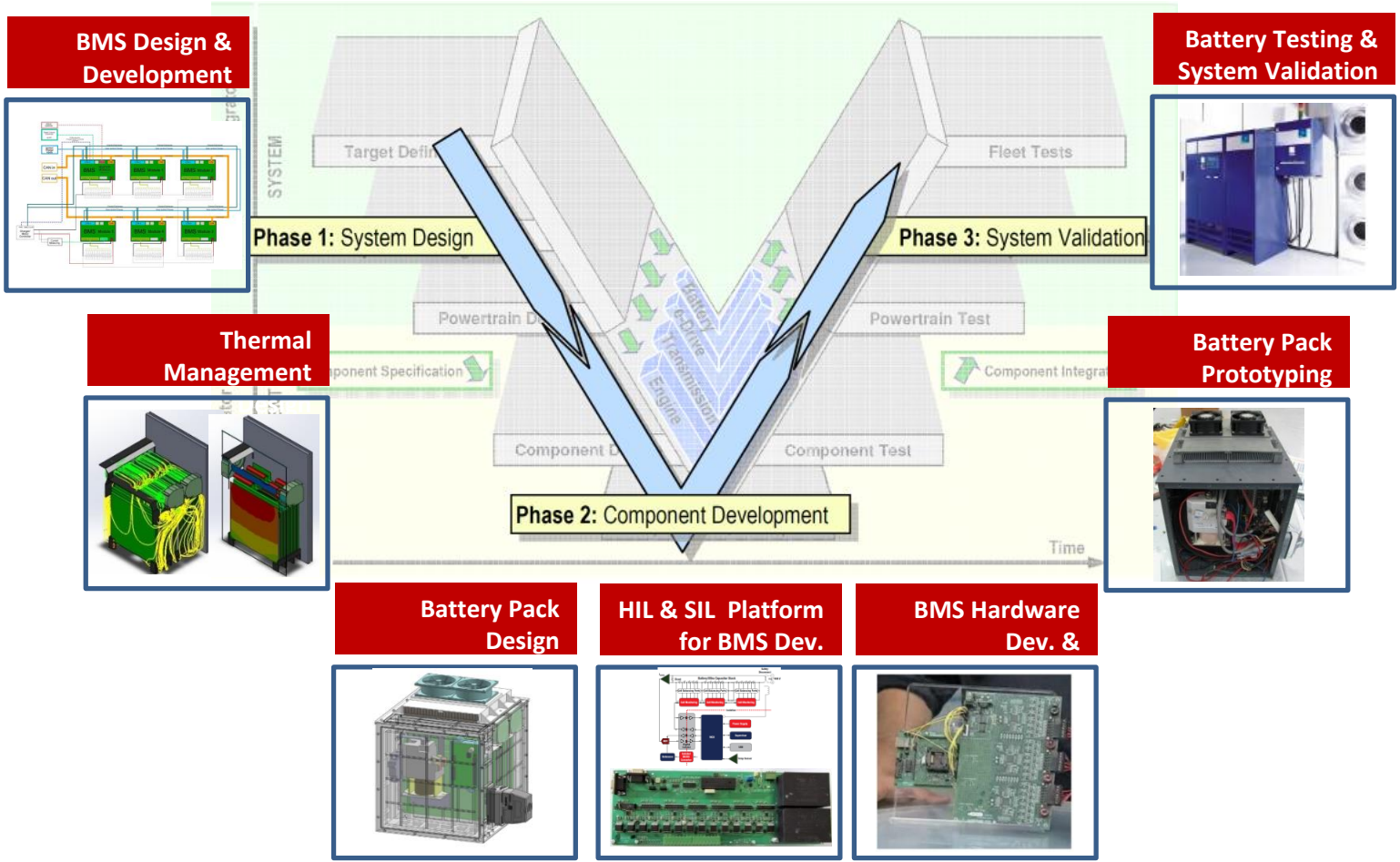


امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

- شارژر خودرو برقی؛ شرکت مپنا

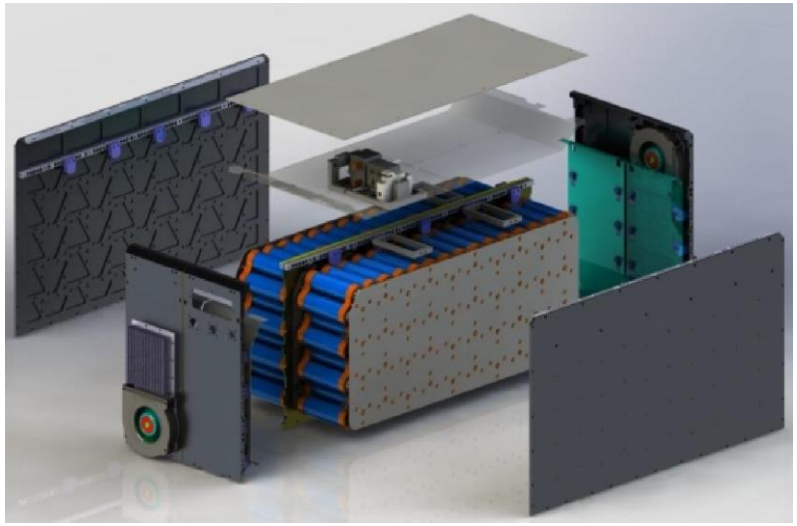
امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

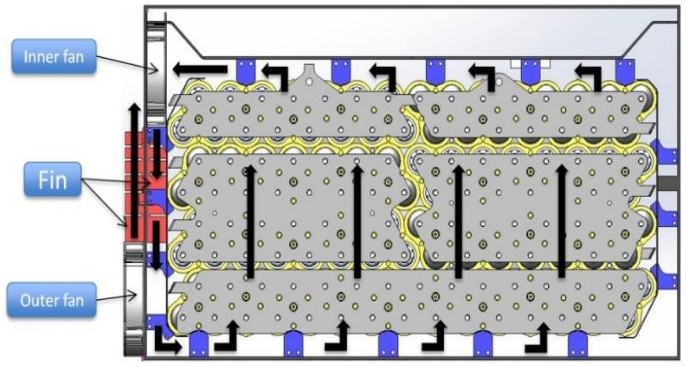
- دانش فنی چرخه کامل توسعه سیستم‌های ذخیره انرژی پیشرفته



امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

- جعبه باتری لیتیومی هوشمند

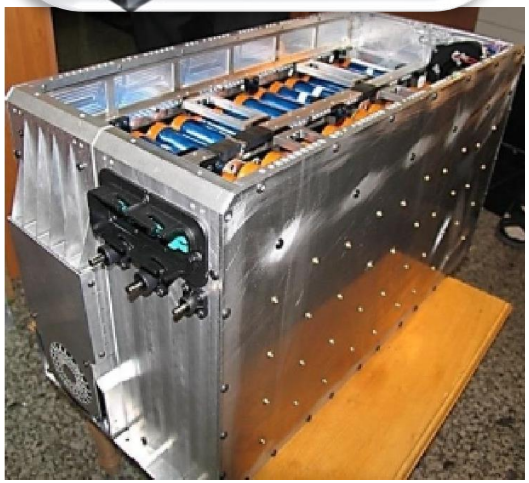




امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

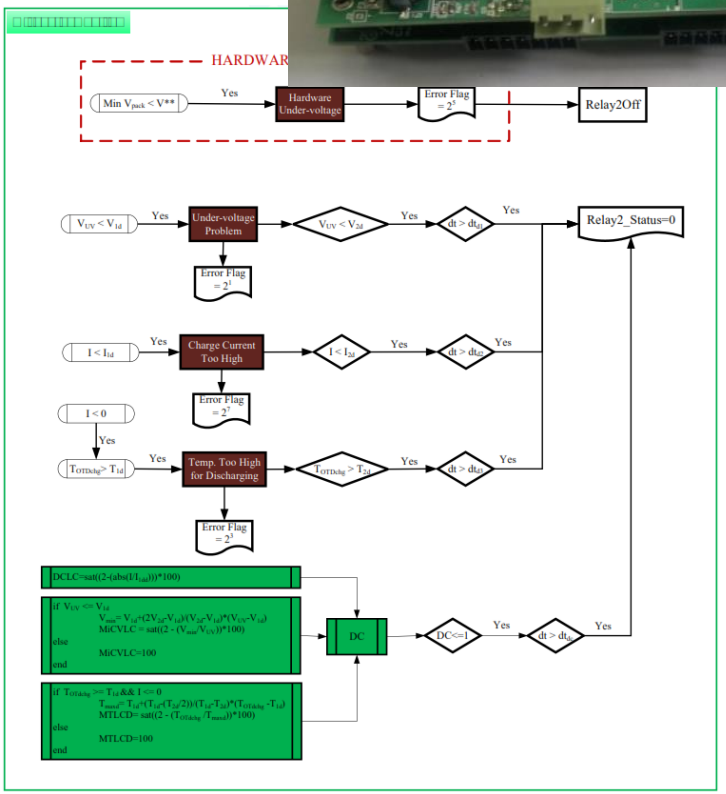
جعبه باتری لیتیومی هوشمند

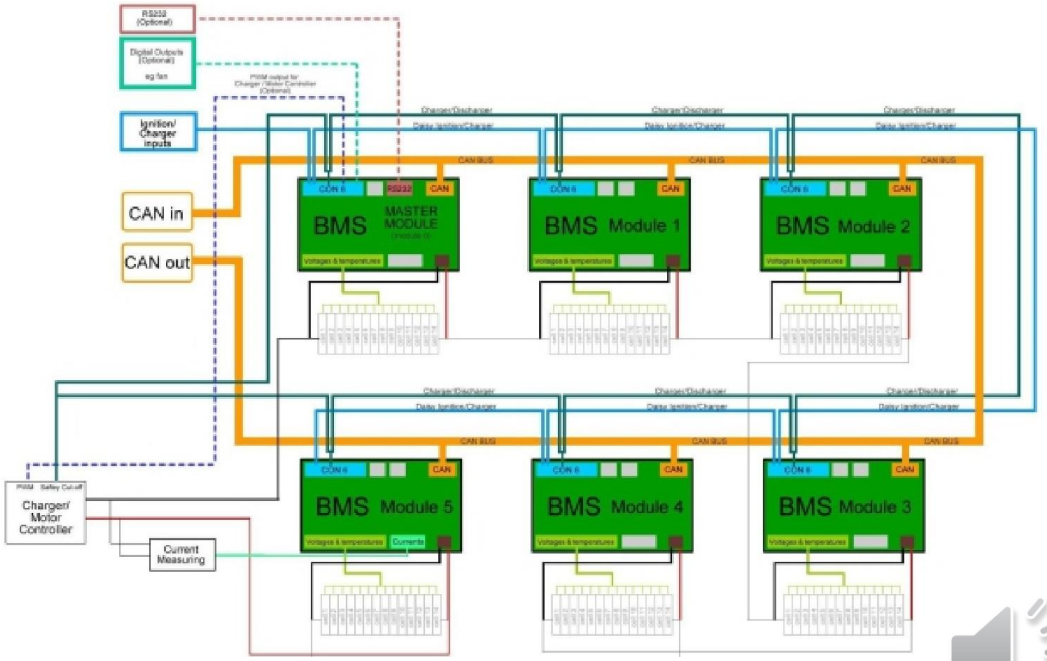
VFE-BP-38140-1615			
Battery Pack Specifications	Pack Configuration	16S15P	
	Cell Type	LFP	
	Cell Shape	Cylindrical	
	Cell Size	38120	
	Cell Capacity	10	Ah
	Cell Nominal Voltage	3.2	V
	Cell Maximum Voltage	3.65	V
	Cell Cut off Voltage	2.2	V
	Cell Calendar Life	10	year
	Cell Cycle Life	1500 (100% DOD)	Cycle
	Pack Nominal Voltage	51.2	
	Pack Maximum Charge Voltage	58.4	
	Battery Management System	Intelligent Digital	
	Battery Balancing	Passive	
	Safety Function	Contactor & Fuse	
	Thermal Management	Close loop Air Cooled	
	Operating Temperature	-10 to 50	Deg. C
	Impact Protection	IK09	
	Environment Protection	IP65	
	Dimension	70x40x40	cm
	Weight	115	kg
	Vibration Standard	According to SAE J2380	
	Isolation Standard	According to SAE J1766	



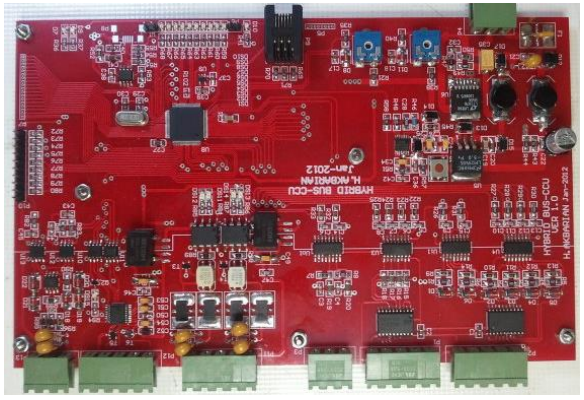
امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

سیستم مدیریت باتری

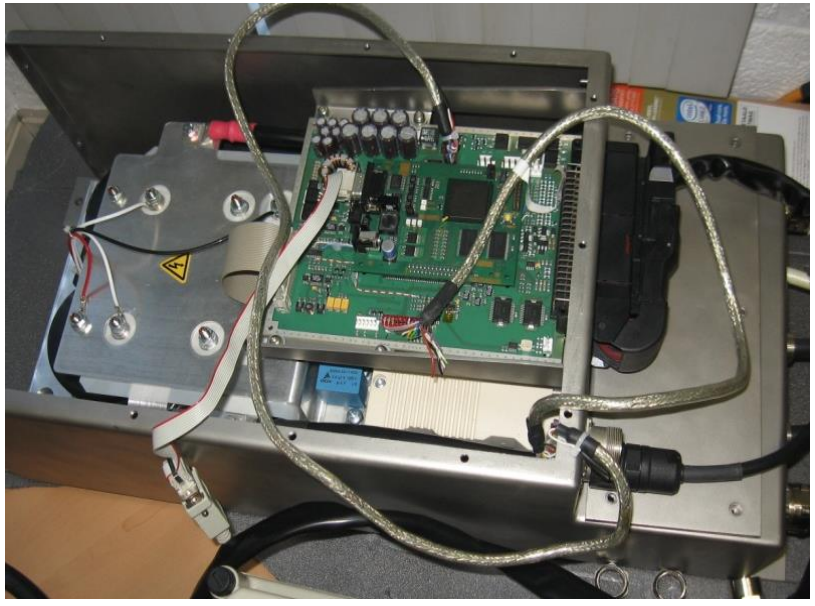


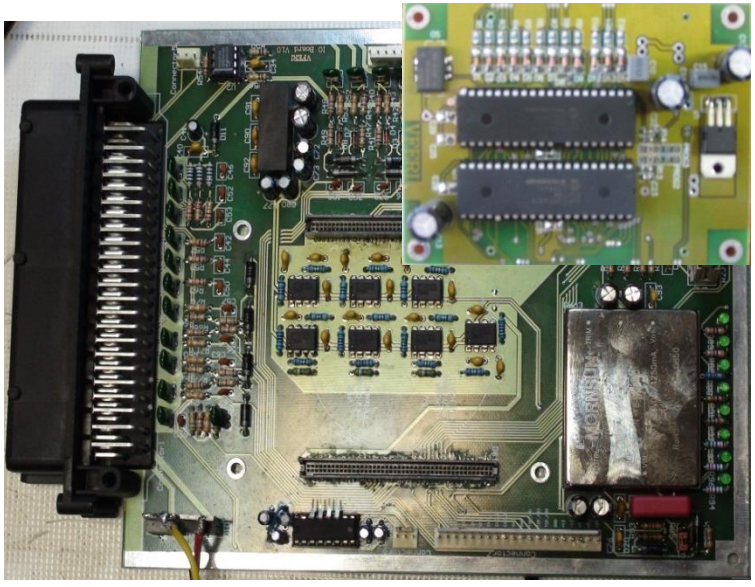


امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

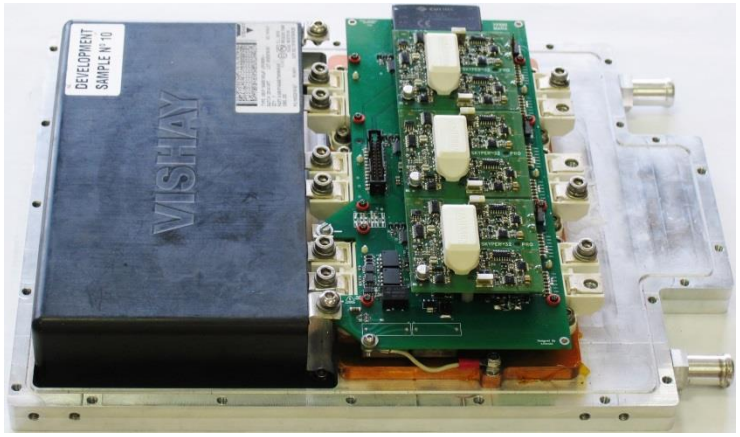


- سیستم کنترل درایو (DCS)
- سیستم کنترل خودرو (VCS)
- طراحی و پیاده‌سازی سیستم تشخیص و اعلام خطا (OBD)





امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

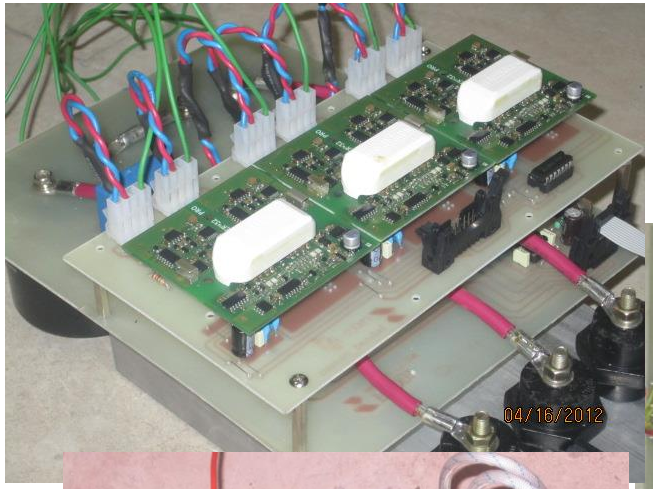


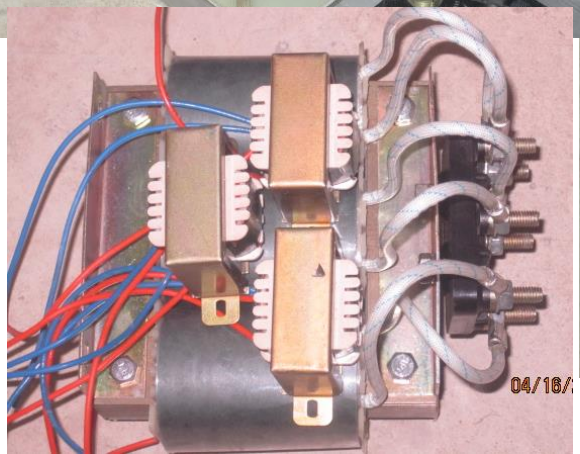
درایو موتور کششی

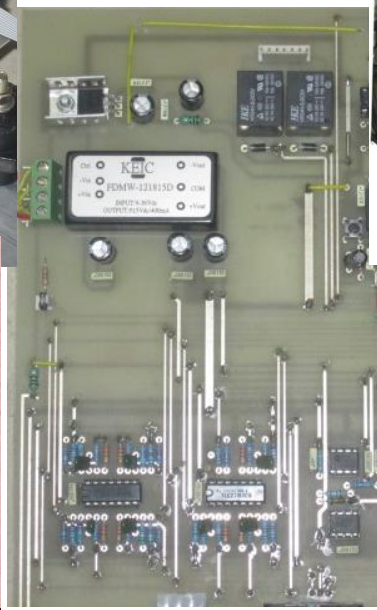
Technical Specification	
Operating voltage DC (V)	100-800
Voltage limit (V)	900
Rated Output power (kW)	160
peak Output power (kW)	185
Continuous output current @ 700 V DC	300
Max output current (Arms)	320
Switching frequency (kHz)	2-10
Max output frequency (Hz)	450
Motor control algorithm	FOC, SVM
Communication	CAN
Power supply control board (V)	20-36
application	HEV, EV
Motor type	IM, PM
Weight (kg)	12
Degree of protection	IP67
Ambient Temperature (°C)	-10-70

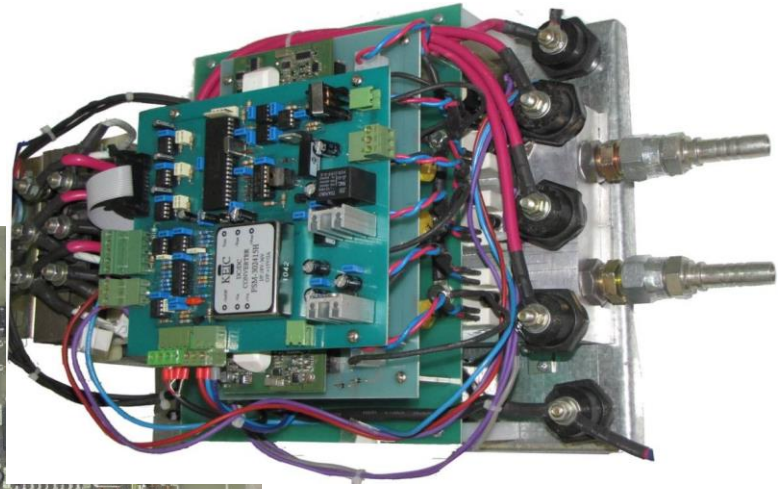
امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

- اینورتر سه فاز



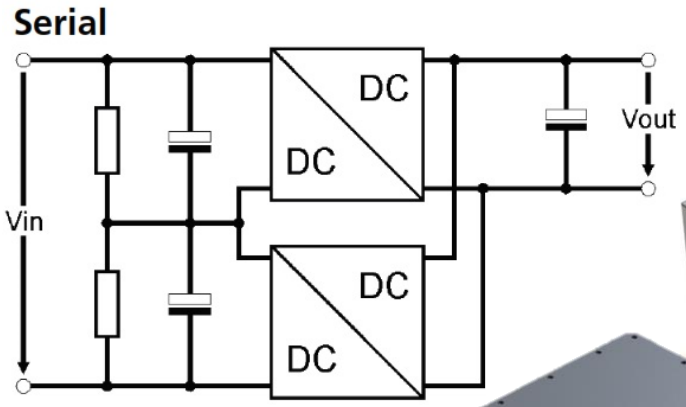


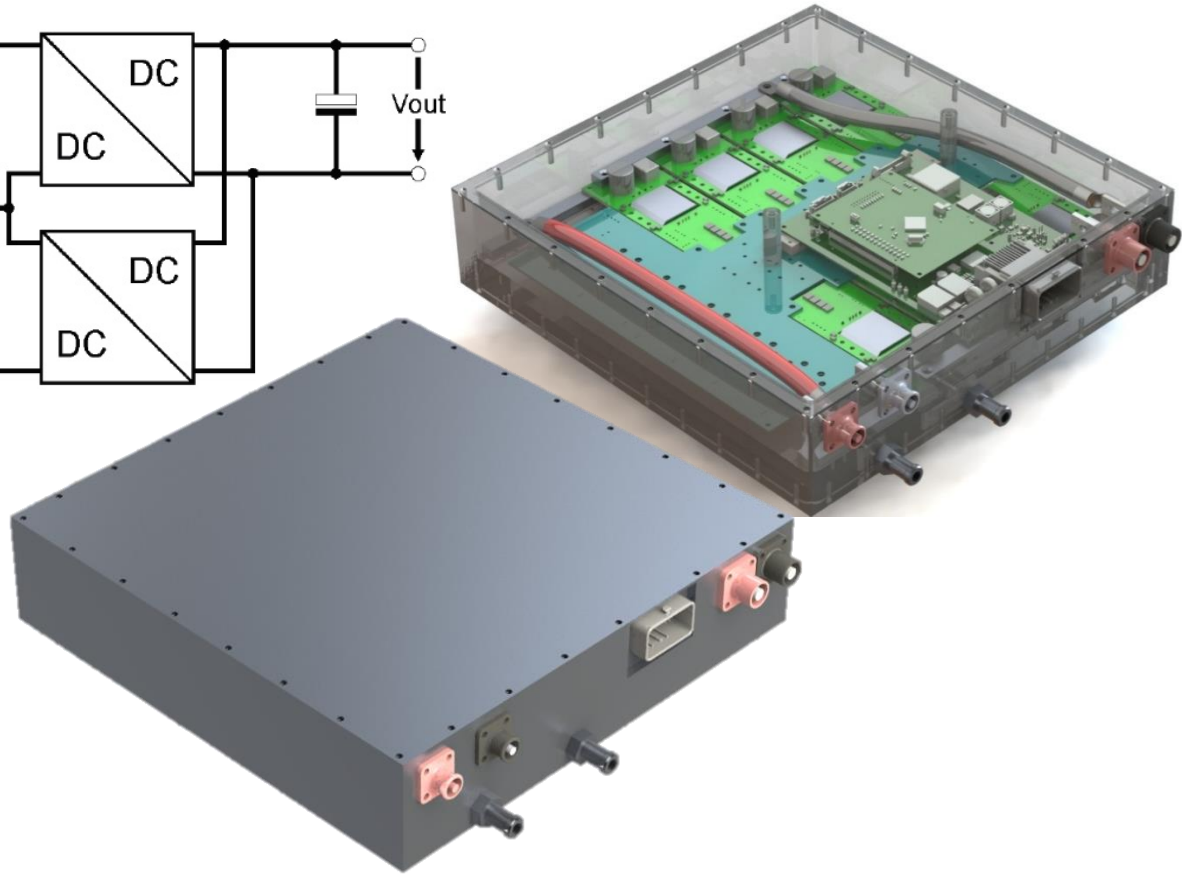




امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

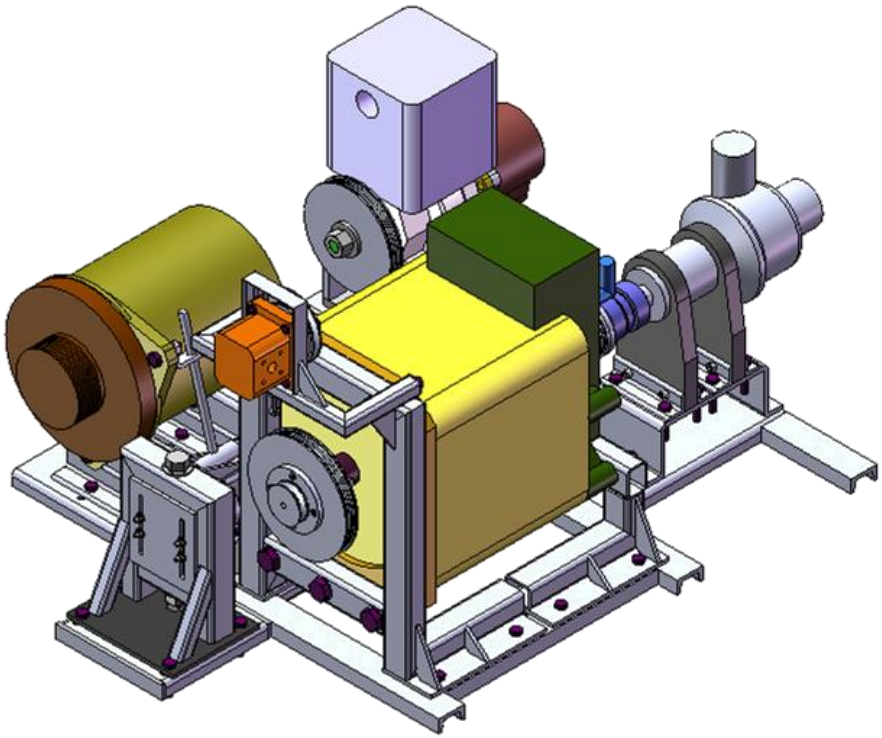
- مبدل DC/DC

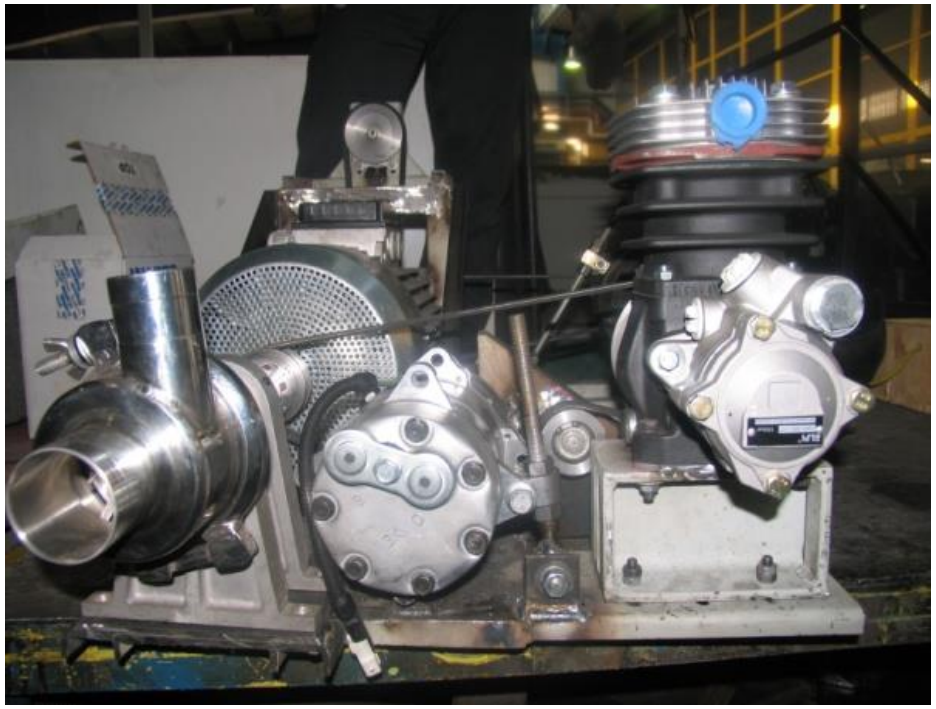




امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

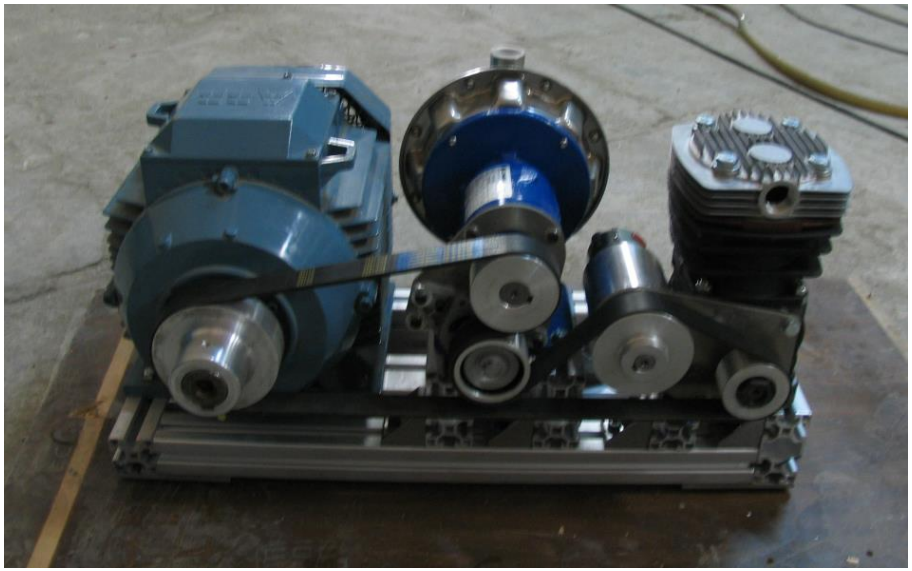
- سیستم بارهای کمکی و تهویه مطبوع





امکان تأمین بومی قطعات اصلی قوای محرکه

- سیستم بارهای کمکی و تهویه مطبوع



جمع‌بندی و پیشنهادات

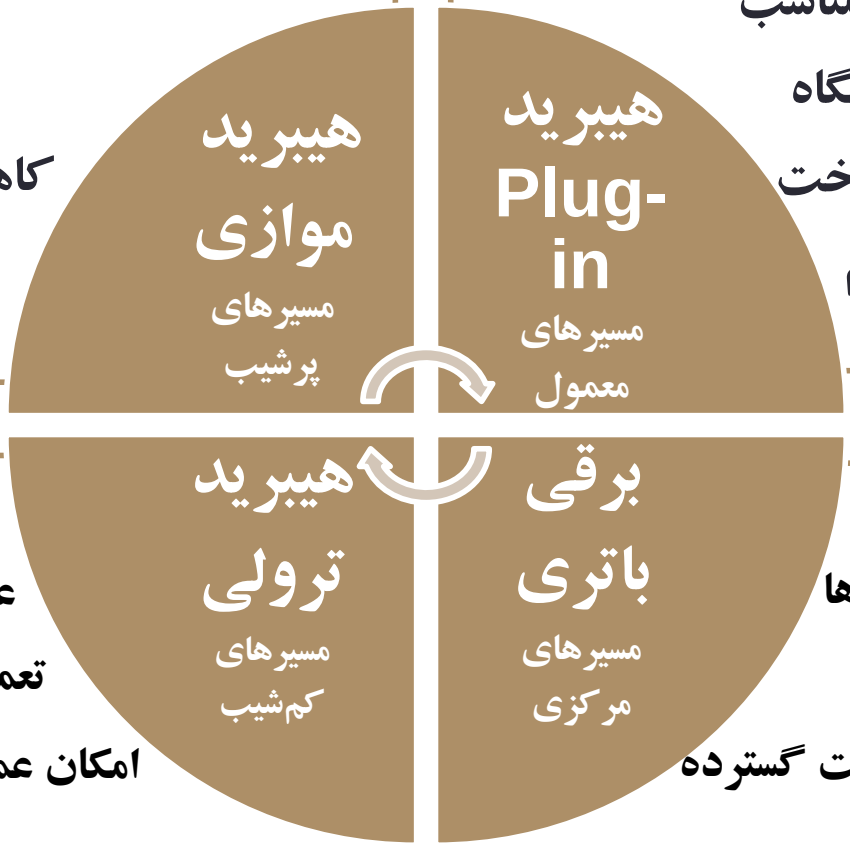
- گزارش: رالف پوتز «امکان سنجی استفاده از اتوبوس برقی در ناوگان اتوبوسرانی سریع تهران،» دفتر محیط زیست معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، ۱۳۹۳.
- خط ۷ اتوبوسرانی سریع (BRT) در مسیر راه‌آهن- تجریش
- شیب متوسط ۵/۴٪ و بیشینه مسیر ۷/۵٪
- پیمایش روزانه ۷ چرخه معادل حدود ۱۲۰km
- پیمایش روزانه هر دستگاه اتوبوس کمتر از ۲۰۰ km

جمع‌بندی و پیشنهادات

سند: اتحادیه اتوبوسرانی‌های شهری کشور، «مشخصات فنی اتوبوس‌های برقی برای حمل و نقل مسافر درون‌شهری»، ۹۶

مشخصه	مقدار
توان موتور کششی	۱۸۰ کیلووات
گشتاور سر چرخ‌ها	۱۰،۰۰۰ نیوتن متر
ظرفیت انرژی باتری	حدود ۳۰۰ کیلووات ساعت
چگالی انرژی باتری	حدود ۱۱۰ وات ساعت بر کیلوگرم
پیمایش الکتریکی	۲۵۰ کیلومتر شهری
شیب‌پیمایی	۱۸ درصد
حداکثر سرعت	۸۰ کیلومتر در ساعت
ارتباط و سیگنالینگ	شبکه CAN

جمع‌بندی و پیشنهادات



- عملکرد تمام‌برقی مناسب
- امکان شارژ در ایستگاه
- حداقل مصرف سوخت
- آلایندگی بسیار کم

- عملکرد فوق‌العاده
- قابلیت اطمینان بالا
- کاهش مصرف سوخت
- کاهش آلایندگی
- Retrofit

- مصرف سوخت صفر
- عدم انتشار آلاینده ها
- عمر بالای باتری ها
- عدم نیاز به زیرساخت گسترده

- مصرف سوخت صفر
- عدم انتشار آلاینده ها
- تعمیر و نگهداری ارزان
- امکان عملکرد مستقل از شبکه

جمع‌بندی و پیشنهادات

- امکان بومی‌سازی اجزای اصلی قوای محرکه اتوبوس برقی

Item		Power/Energy (kW/kWh)	Supplier
Traction System	Traction Motor	170-300	External
	Traction Drive	300	Domestic
	Gearbox	300	External
	Cooling System	50	Domestic
	Central Controller	-	Domestic
Energy Storage System	Battery Pack	200	Domestic
	Power Distribution System	500	Domestic
	Cooling System	5	Domestic
Auxiliary System	Auxiliary Power Unit	11	Domestic
	DC/DC Converter	4	Domestic
	Inverter	25	Domestic
HVAC		30	External
Charger System	Slow	40	Domestic
	Fast	200	Domestic

پژوهشکده خودرو، سوخت و محیط‌زیست
VFE Research Institute
Vehicle, Fuel & Environment Research Institute

آزمایشگاه تحقیقاتی سیستم‌های دینامیکی خودرو

ISAE
Iranian Society of Automotive Engineers

دانشگاه علم و صنعت ایران

با تشکر از توجه شما