



## VÝSKUM A VÝVOJ POHONOV PRE ULTRALAHKÉ ELEKTROMOBILY NA FEI STU V BRATISLAVE

Martin Bugár, Viktor Ferencey



16. Október 2014



# VÝSKUM A VÝVOJ POHONOV PRE ULTRALAHKÉ ELEKTROMOBILY NA FEI, STU V BRATISLAVE



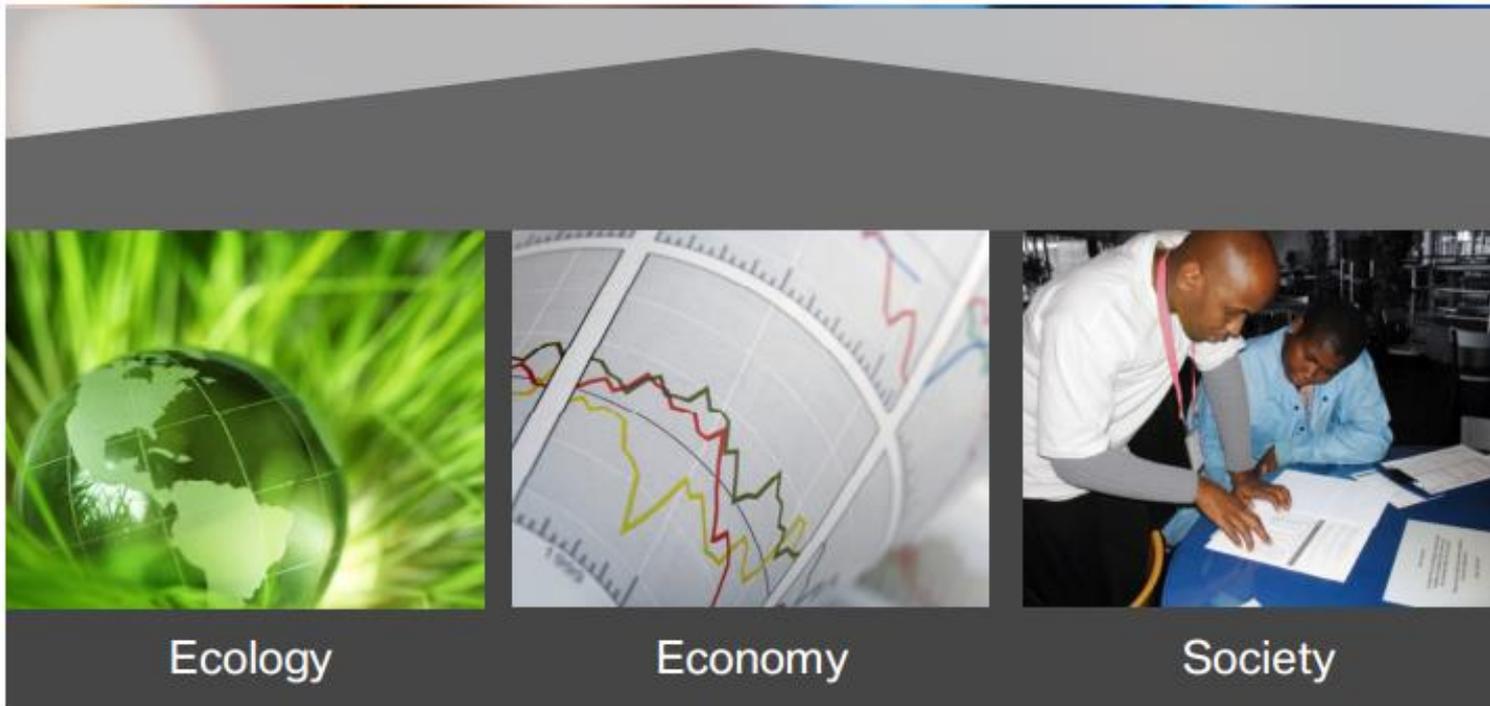
16. Október 2014





## AKÝ DÔVOD?

# 1. NEVYHNUTNÝ A NEZASTAVITEĽNÝ PROGRES VÝSKUMU A VÝVOJA V OBLASTI ELEKTROMOBILITY



Ecology

Economy

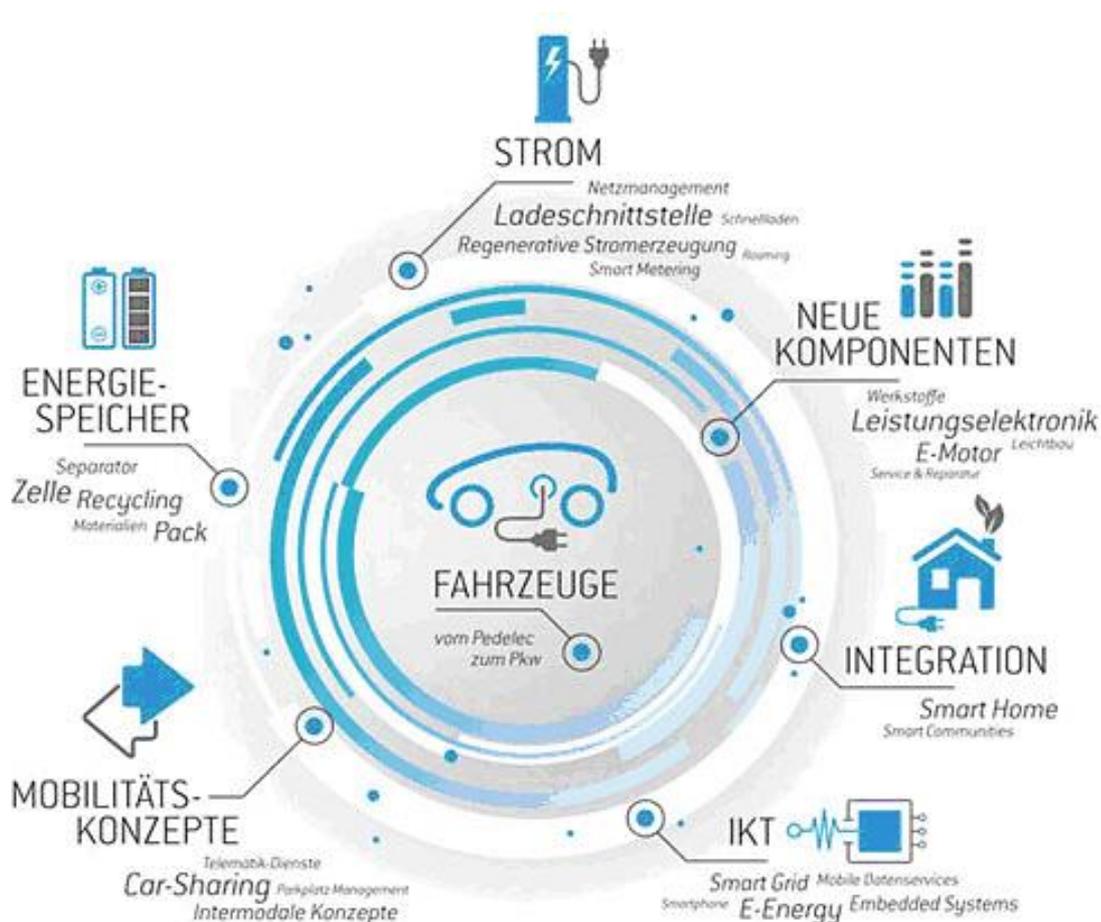
Society

[http://www.bmwgroup.com/e/0\\_0\\_www\\_bmwgroup\\_com/investor\\_relations/ir\\_services/\\_pdf/sri\\_capital\\_markets\\_day/04\\_The\\_Future\\_Of\\_Sustainable\\_Mobility\\_Sattig.pdf](http://www.bmwgroup.com/e/0_0_www_bmwgroup_com/investor_relations/ir_services/_pdf/sri_capital_markets_day/04_The_Future_Of_Sustainable_Mobility_Sattig.pdf)

## AKÝ DÔVOD?

# 2.

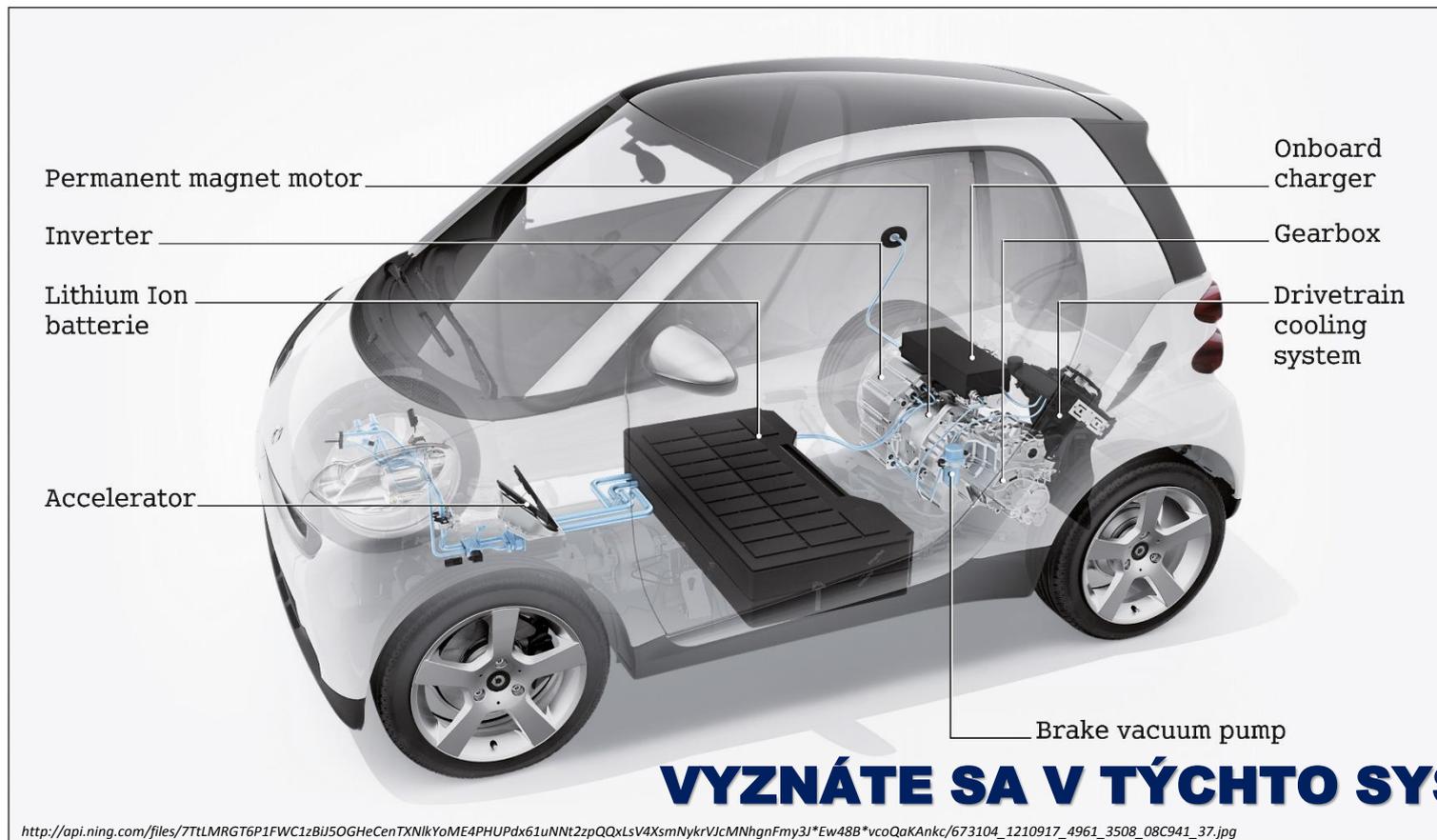
# NAPREDOVAŤ V TECHNOLOGIÁCH, KTORÉ ZNAMENAJÚ PERSPEKTÍVNU BUDÚCNOŠŤ



<http://www.emobilserver.de/elektro-magazin/emobil-standpunkt/standpunkt/frankfurter-iaa-2013-und-stuttgarter-world-of-energy-solutions-zukunft-der-elektromobilitaet-wird-konkreter-losungen-fuer-nachhaltige-mobilitaet-sichtbar.html>

## AKÝ DÔVOD?

# 3. POTREBA VYCHOVÁVAŤ VYSOKOKVALIFIKOVANÝCH ODBORNÍKOV V OBLASTI ELEKTROMOBILITY A MECHATRONIKY

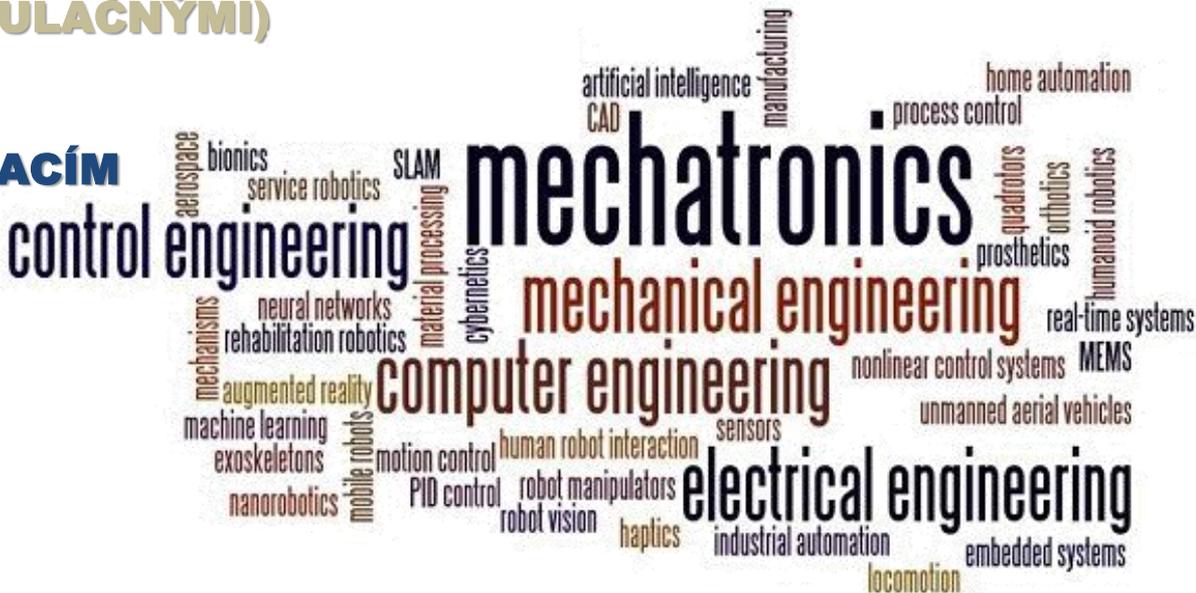


## PILOTNÝ PROJEKT VÝSKUMU A VÝVOJA POHONOV PRE ULTRALAHKÉ ELEKTROMOBILY NA FEI STU V BRATISLAVE

# DEFINOVANIE JEDNOTLIVÝCH OBLASTÍ VO VÝSKUME A VÝVOJI POHONU ELEKTROMOBILU

## POHON ELEKTROMOBILU JE TVORENÝ:

- ENERGETICKÝM SYSTÉMOM (NAPÁJANIE)
- VÝKONOVÝM TRAKČNÝM SYSTÉMOM TVORENÝ  
ELEKTROMOTOR/GENERÁTOROM (ELEKTROMOTOR/GENERÁTORMI)  
A ICH REGULAČNÝM (REGULAČNÝMI)  
ČLENOM (ČLENMI)
- RIADIACIM A MONITOROVACÍM  
SYSTÉMOM (BEZPEČNOSŤ  
A INFOTAINMENT)
- NABÍJACÍM SYSTÉMOM  
A PODPORNOU  
INFRAŠTRUKTÚROU

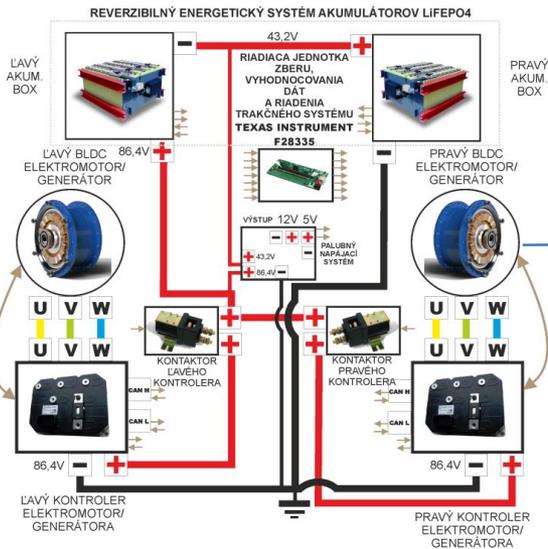


## PILOTNÝ PROJEKT VÝSKUMU A VÝVOJA POHONOV PRE ULTRALAHKÉ ELEKTROMOBILY NA FEI STU V BRATISLAVE

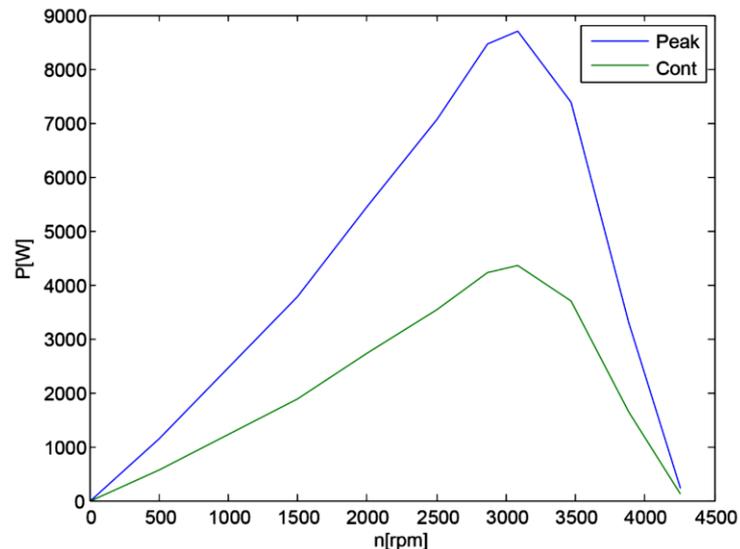
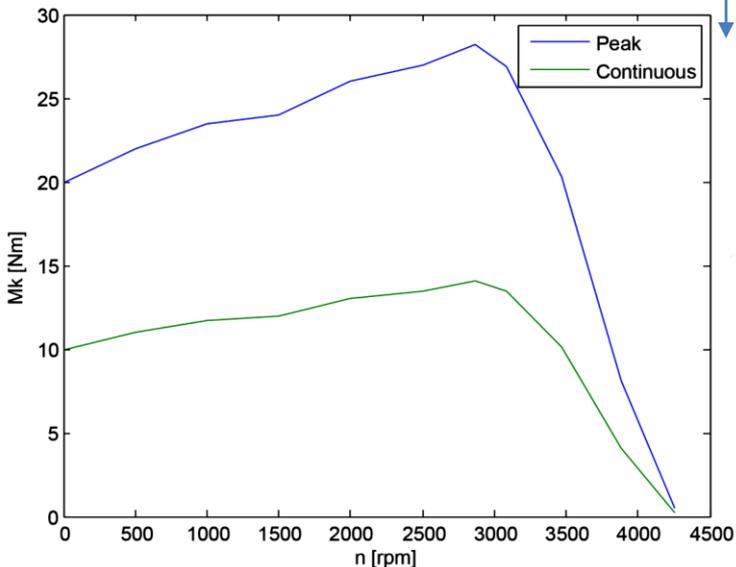
# STANOVÍŤ TAKÚ KONCEPCIU, KTORÁ BUDE DEFINOVAŤ MOŽNOSTI ROZVOJA A IMPLEMENTÁCIE INOVATÍVNYCH POZNATKOV V OBLASTI E-MOBILITY A MECHATRONIKY



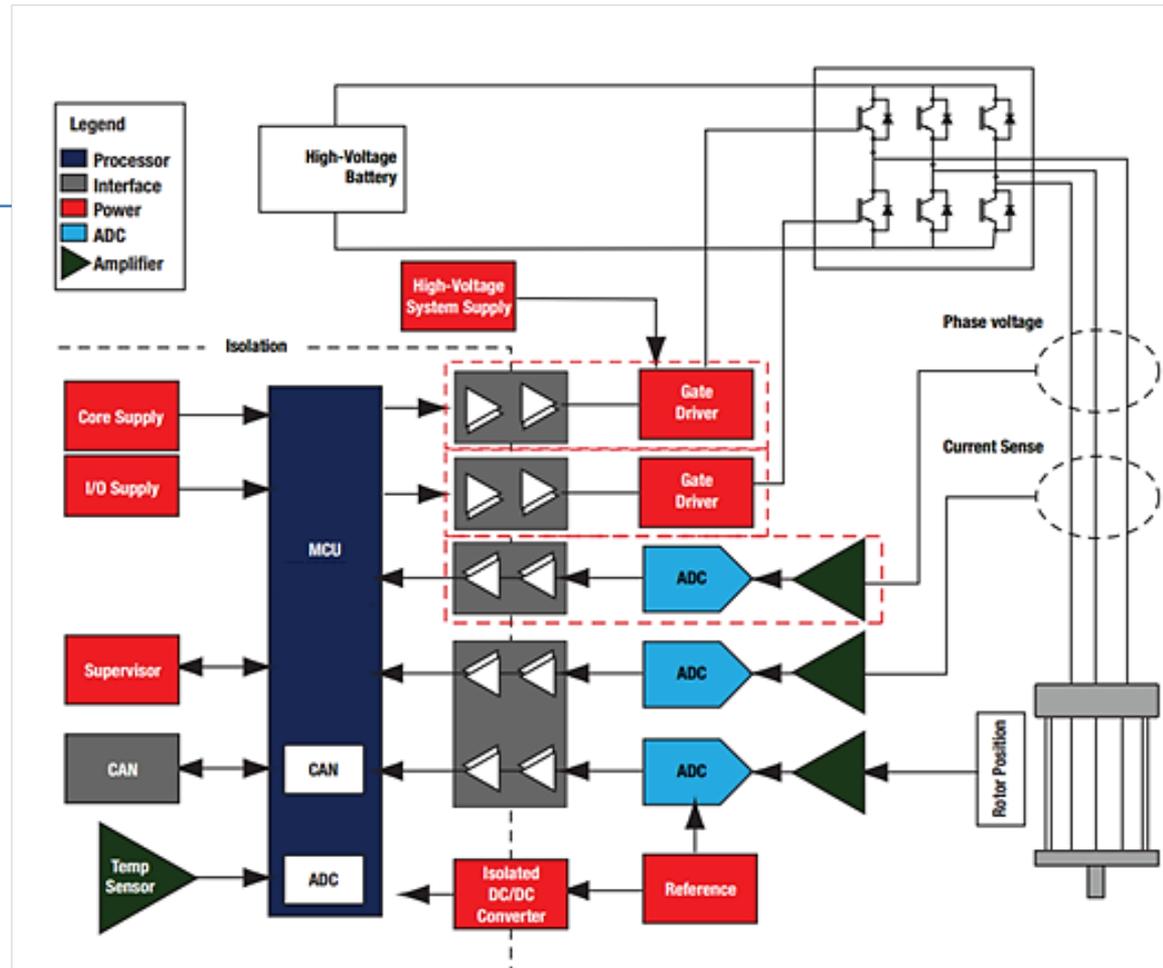
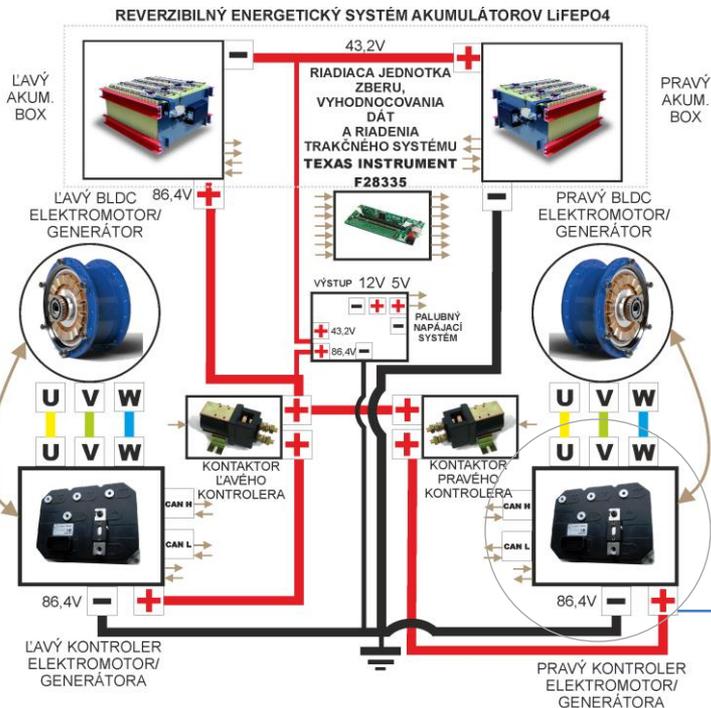
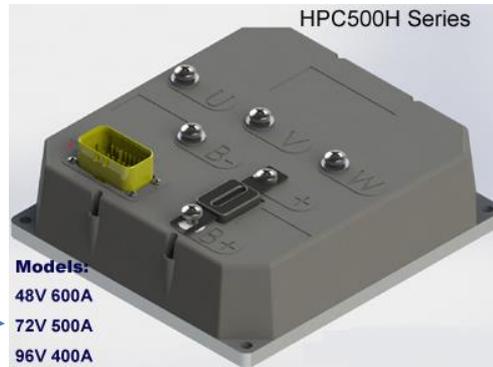
# NÁVRH JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMOV ELEKTRICKEJ MOTOKÁRY



- **Typ elektromotora: BLDC,**
- **Výrobca: Golden Motor,**
- **Model: HPM5000B,**
- **Výkon: 2-7.5kW,**
- **Napätie: 72 V,**
- **Špičkový prúd: 200 A, možnosť softvérového obmedzenia,**
- **Účinnosť: 91 %,**
- **Rozsah otáčok: 2000-6000 rpm,**
- **Chladienie: samo-chladienie ventilátorom na hriadeli elektromotora,**
- **Hmotnosť: 11 kg,**
- **Rozmery: 126 x 206 mm (dĺžka x priemer).**

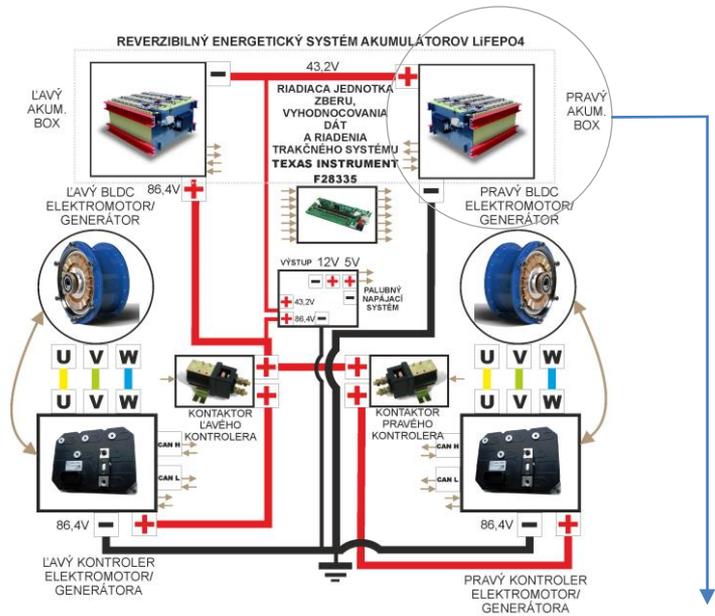


# NÁVRH JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMOV ELEKTRICKEJ MOTOKÁRY



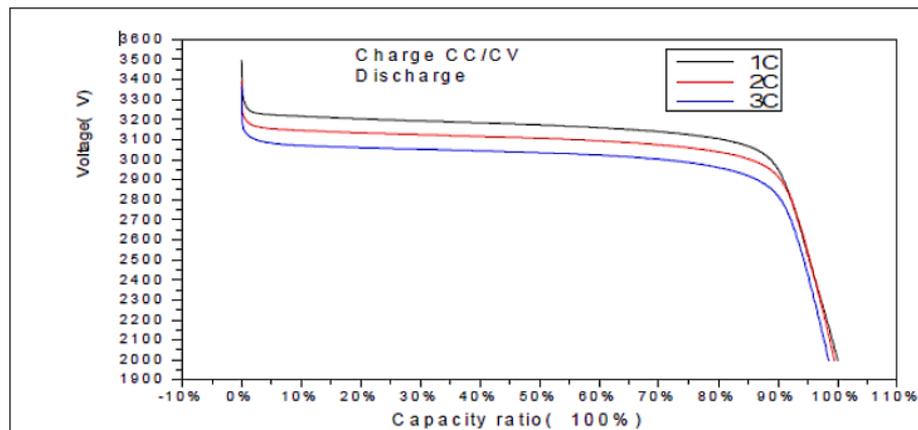
# NÁVRH JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMOV ELEKTRICKEJ MOTOKÁRY

## WN08AH cell specification

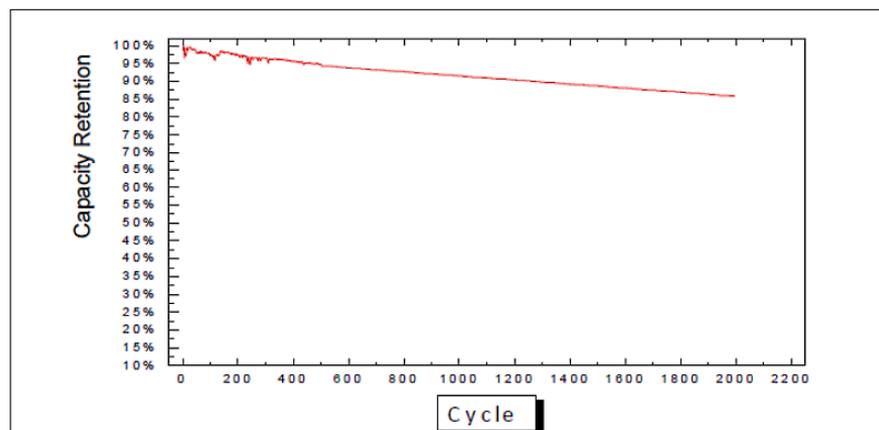


Model name	WN08AH	Alternative product marking IFP08Ah
Nominal voltage	3.2 V	Operating voltage under load is 3.0 V
Capacity	08 AH	+/- 5%
Internal Resistance	<13 mΩ	
Operating voltage	min 2.6V - max 3,65 V	At 80% DOD
Discharge Termination Voltage	2.5 V	The cells is damaged if voltage drops below this level
Charging Voltage Limit	3.7 V	The cells is damaged if voltage exceeds this level
Standard Charge Current	2,7 A	0,3C Constant Current
Standard Discharge Current	2,7 A	0,3C Constant Current
Life cycles	>2000	0.3C, 80% DDC
Maximum Continuous Discharge Current	16 A	2 C Constant Current
Maximum Instantaneous Discharge Current	24 A	3 C 15sec
2C Discharge Capacity	≥ 7.2 Ah	Nominal Capacity 90%
Working Temperature - charging	0°C ~ 45°C	The battery temperature should not increase this level
Working Temperature - discharging	-20°C ~ 60°C	The battery temperature should not increase this level
Storage thermal Ambient	-20°C ~ 45°C	The battery temperature should not increase this level
Atmospheric Pressure	86 ~ 106	KPa
Relative Humidity	25% ~ 85%	RH
Shell Material	AL / plastik	flame retardants
Size (LxWxH)	18x68x113 mm	millimeters (tolerance +/- 1 mm)
Weight	258g	grams (tolerance ±10g)

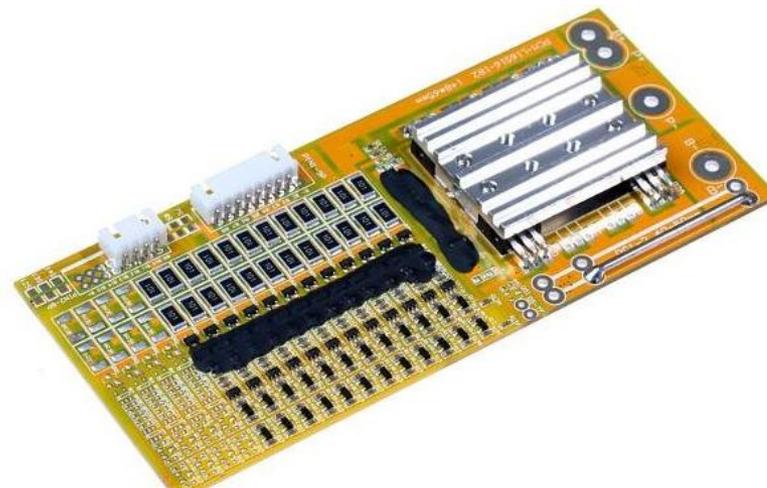
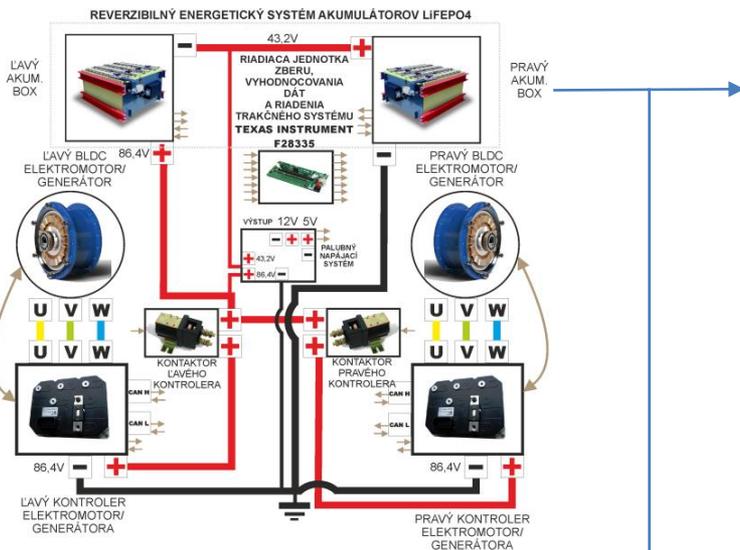
Rate Discharge Typical Curve:



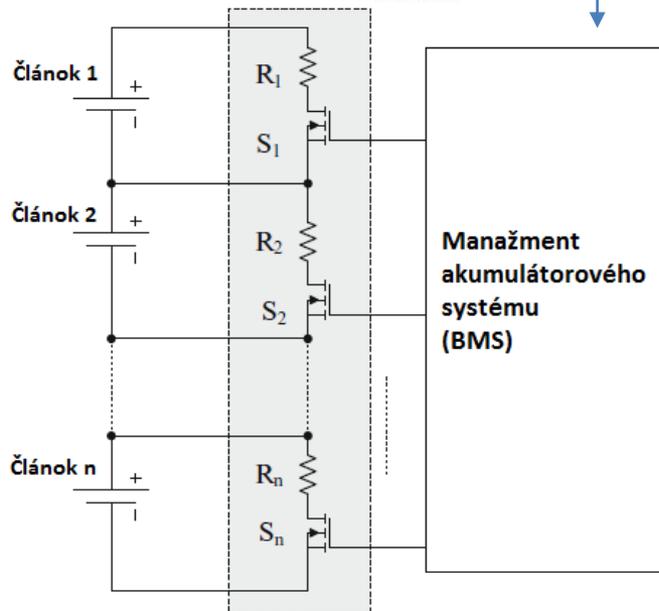
Circle Life Curve:



# NÁVRH JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMOV ELEKTRICKEJ MOTOKÁRY



SBM12/10 Board 12cells (36V/10A)



Model name	SBM12/10	GWL/Power Simple Battery Management Board 12 cells (36V/10A)
Voltage	Charging voltage	C:43,2V 3.6V/Cell
	Balance voltage for single cell	3.6V±0.025V
Current	Balance current for single cell	72±5mA
	Current consumption for single cell	≤20µA
	Max. continuous current	10A
Overcharge Protection	Over charge detection voltage	3.90V±0.025V
	Over charge detection delay time	0.96S~1.4S
	Over charge release voltage	3.80±0.025V
Over-discharge Protection	Over discharge detection voltage	2.0±0.05V
	Over discharge detection delay time	115~173ms
	Over discharge release voltage	2.3±0.05V
Over Current Protection	Over current detection voltage	0.62V
	Over current detection current	65±5A
	Detection delay time	7.2ms~11ms
	Release condition	Automatic Recovery
Short Protection	Detection condition	Exterior short circuit
	Detection delay time	200-500µs
	Release condition	Automatic Recovery
Resistance	Protection circuitry	≤20mΩ
Temperature	Operating temperature range	-40~85°C
	Storage temperature range	-40~125°C
Dimensions	L * W * T	148 * 65 * 9mm
Weight	100g	Grams (tolerance +/- 1g)

# UMIESTNENIE JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMOV ELEKTRICKEJ MOTOKÁRY

① Energetický reverzibilný systém (akumulátory LiFePO4) kapacita 5kWh  
Electric bidirectional energy system (LiFePO4 battery system) capacity 5kWh

② Systém riadenia nabíjania akumulátorového systému (BMS)  
Battery management system with voltage display

③ Elektronický akceleračný pedál  
Electric acceleration pedal

⑦ Systém elektrického napájania palubných prvkov  
(5V / 12V / 90V) (DC/DC menič)

DC/DC electric converter  
for the power supply  
onboard systems

④ Hlavný spínač  
riadiacej jednotky  
pohonu  
Main traction system on/off  
switch

⑤ Spínač aktivácie reverzného  
chodu  
Reverse on/off switch

⑥ Spínač aktivácie rekuperácie  
Recuperation on/off  
switch

⑧ Riadiaca jednotka trakčného  
systému pohonu  
Main electronic control unit  
of the traction system (ECU)

⑨ Spínač rekuperácie kinetickej energie  
Kinetic energy recuperation switch

⑩ Trakčný elektromotor/generátor  
Traction electric motor/generator

⑪ Spínacie relé kontrolera trakčného elektromotor/generátora  
Main contactor for inverter of the electric motor/generator

⑫ Kontroler (inverter) trakčného elektromotor/generátora  
Traction inverter for electric motor/generator

# TECHNICKÉ A PREVÁDZKOVÉ PARAMETRE ELEKTRICKEJ MOTOKÁRY

88

Napätie akumulátorového  
systému (V)  
Battery System Voltage (V)

BLDC

Typ elektromotor/  
generátora  
Type of the electric motor/  
generator

30

Nominálny točivý  
moment (Nm)  
Nominal Torque (Nm)

50

Maximálny točivý moment  
(Nm)  
Peak Torque (Nm)

10

Nominálny výkon (kW)  
Nominal Power (kW)

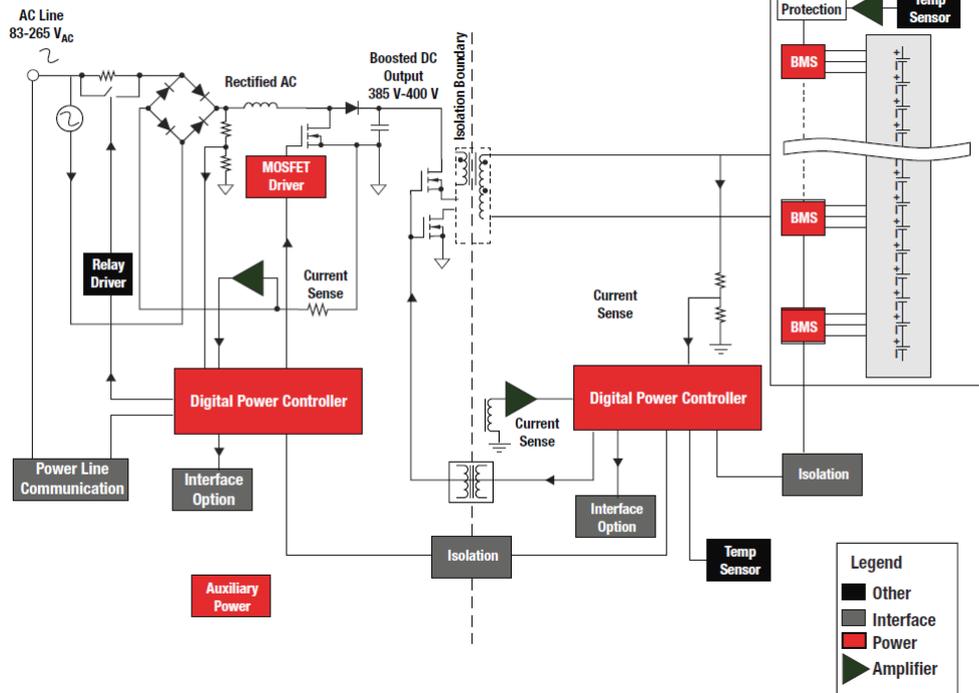
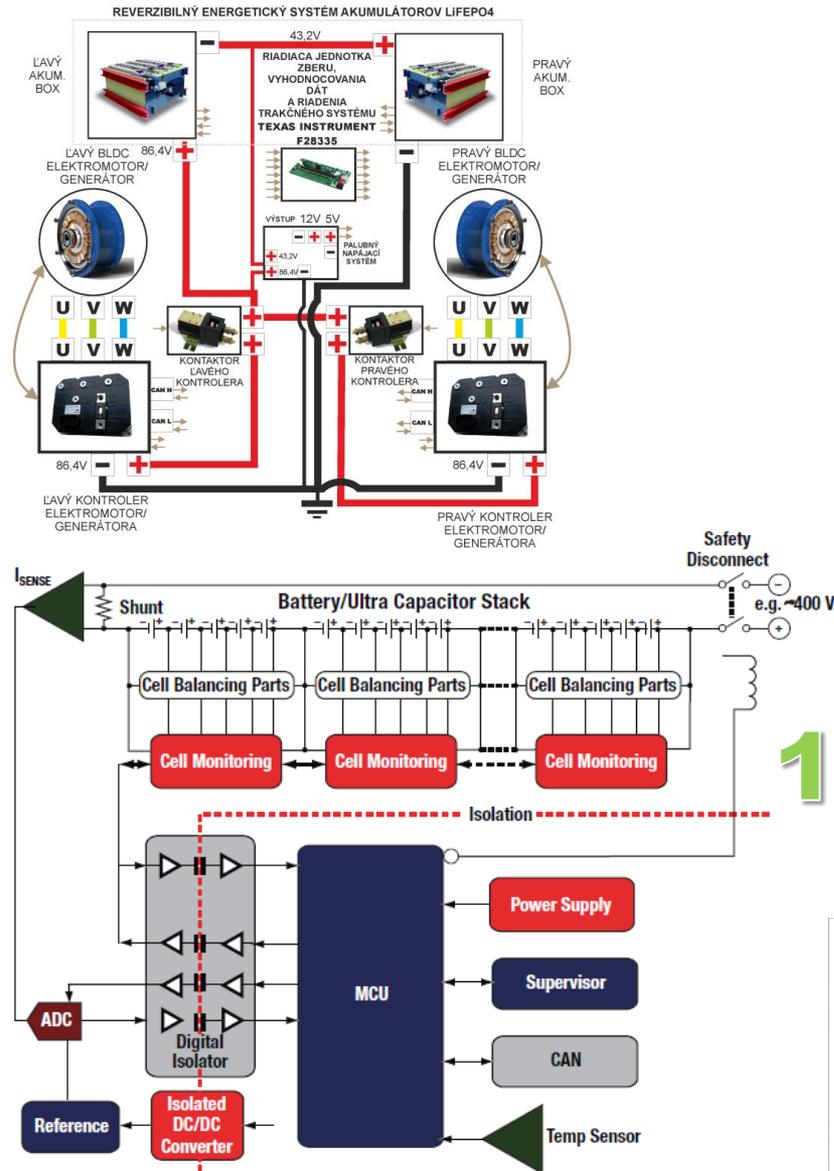
Elektronicky riadený diferenciál  
Electric control differential

20

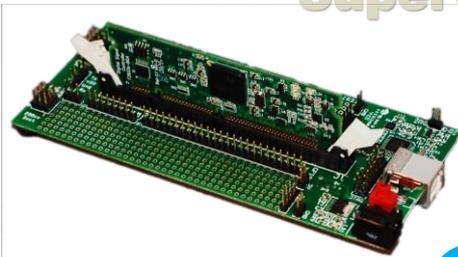
Maximálny výkon (kW)  
Maximal Power (kW)

1:3

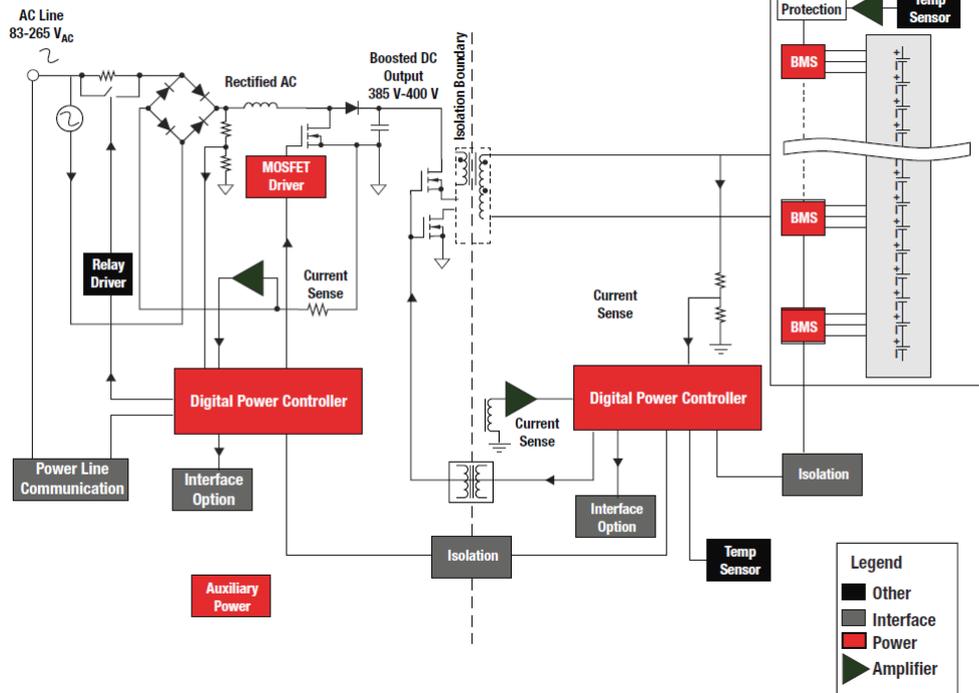
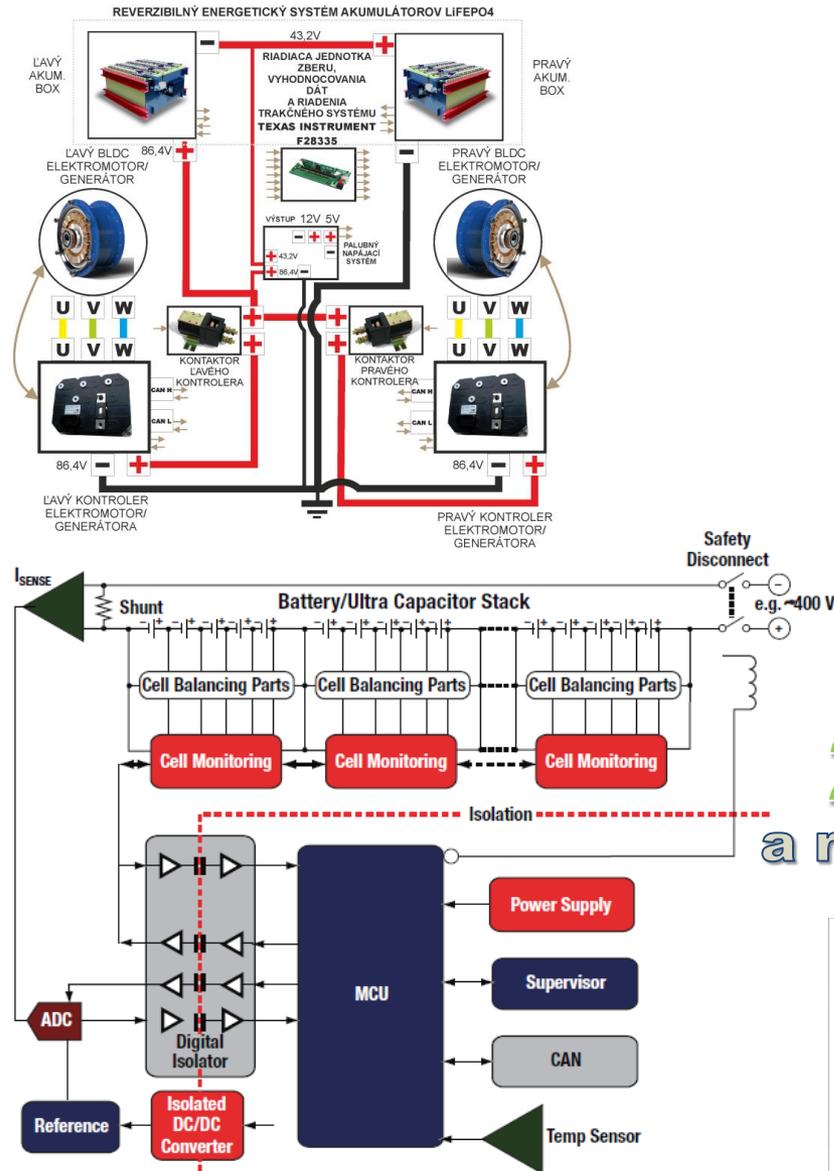
Stály prevod (-)  
Gear ratio (-)



**1** Riadené balancovanie počas vybíjania a nabíjania energetického systému  
Supervisor Control System

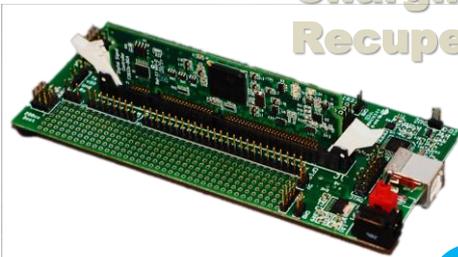


**Vlastné riešenie**

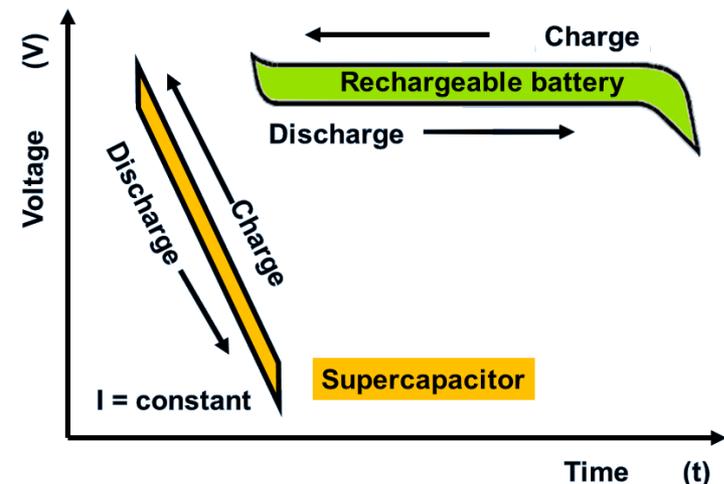
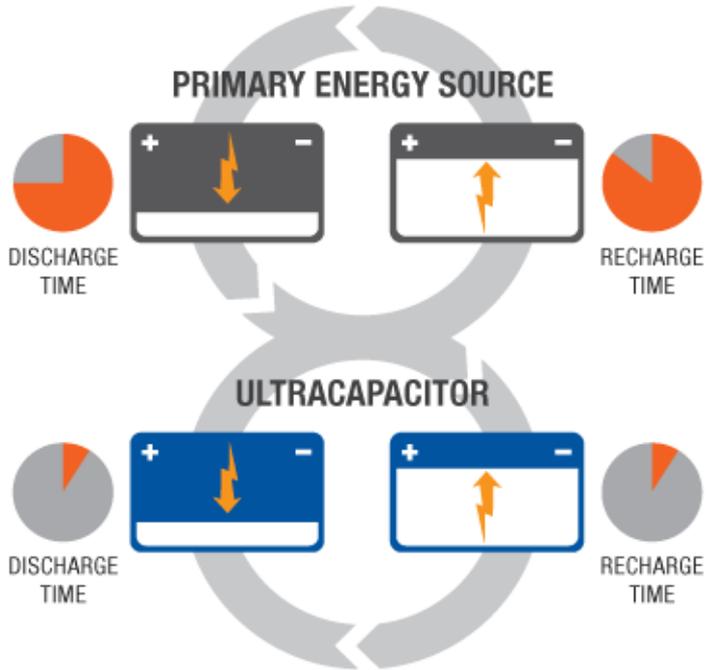


## 2. Systém nabíjania a rekuperácie energetického systému

### Charging Control System and Recuperation Control System



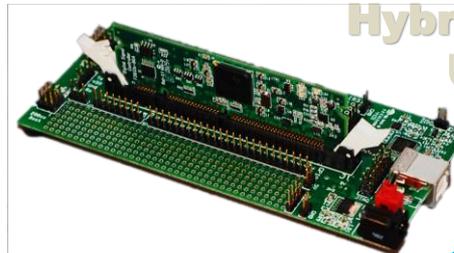
**Vlastné riešenie**

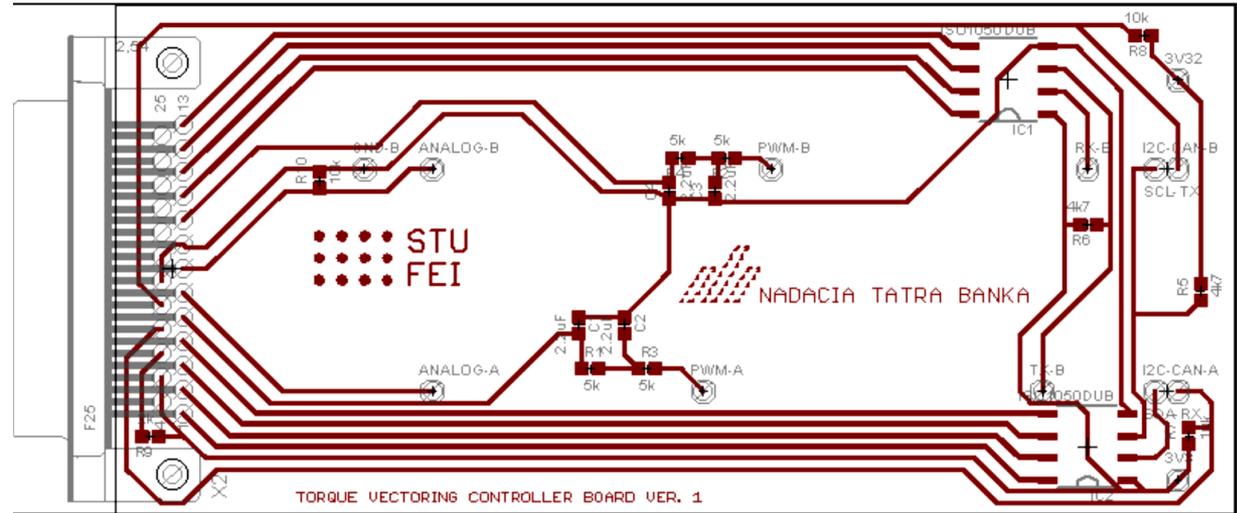
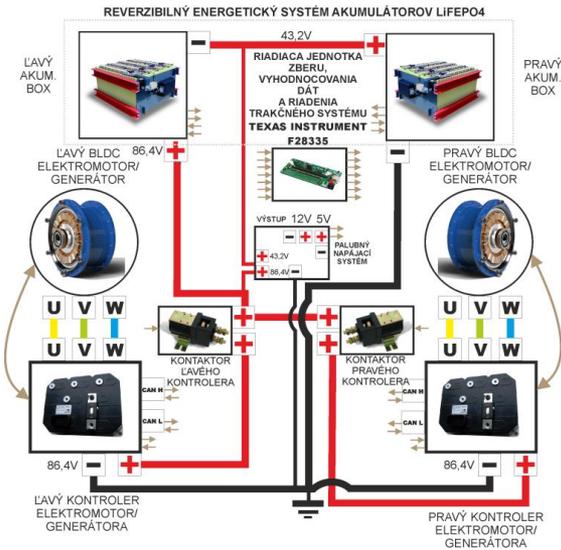


## 3. Potreba implementácie hybridného zdrojového systému s monitorovaním procesov

Hybridization (Battery System + Ultracapacitor System)

**Vlastné riešenie**





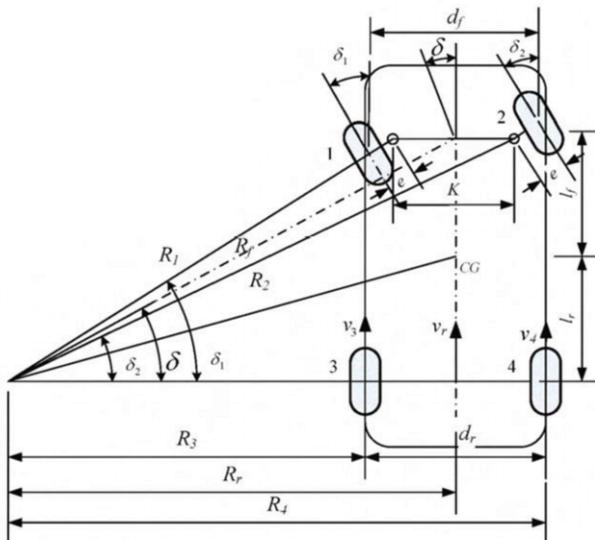
4. Riadenie elektronického nápravového diferenciálu

5. Riadenie elektronického nápravového diferenciálu na základe aktívneho rozdeľovania krútiaceho momentu na kolesá zadnej nápravy

Torque Vectoring Control System



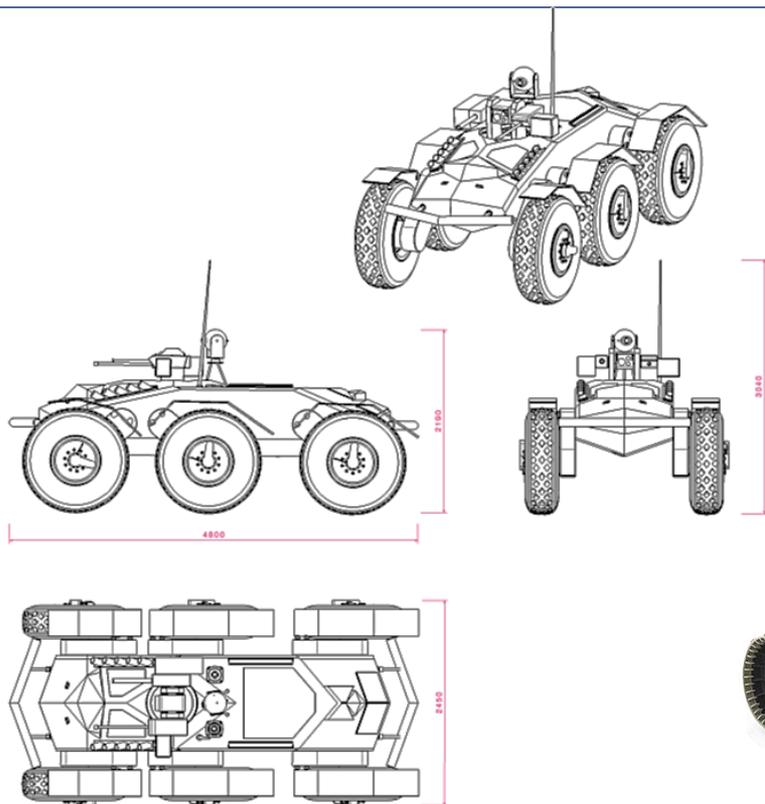
Vlastné riešenie



# ZÁVER

## RIEŠENIE TAKÝCH VÝSKUMNÝCH ÚLOH, KTORÉ BUDÚ VYUŽITELNÉ PRE ĎALŠÍ VÝSKUM A PRE TECHNICKÚ PRAX

VYTVORENIE MOŽNOSTÍ SKVALITNENIA PEDAGOGICKÉHO PROCESU  
NA UNIVERZITE  
A PRÍPRAVA KVALIFIKOVANÝCH ODBORNÍKOV



VÝSLEDKY VÝSKUMU A PRODUKTY  
VÝVOJA, KTORÉ BUDÚ  
VYTVÁRAŤ PROJEKTY  
SPOLUPRÁCE  
NA NÁRODNEJ  
A NA MEDZINÁRODNEJ ÚROVNI



# ĎAKUJEM VÁM ZA POZORNOSŤ



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ  
UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A INFORMATIKY

Martin Bugár

0 0 1 0  
0 1 1 0  
0 0 0 1  
0 1 1 0



Ústav automobilovej mechatroniky  
Institute of Automotive Mechatronics

Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava  
[martin.bugar@stuba.sk](mailto:martin.bugar@stuba.sk)

