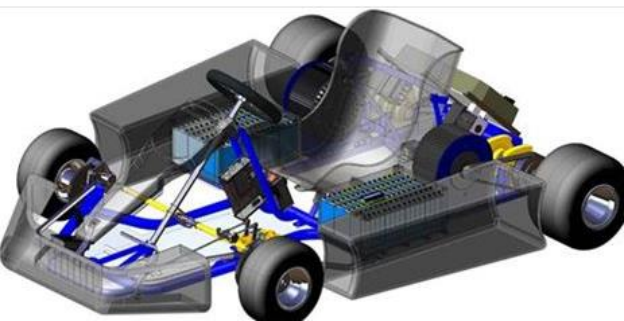




Perspektívy výučby, výskumu a aplikácií v e-mobilite



Štefan Kozák
Ústav automobilovej mechatroniky
Fakulta elektrotechniky a informatiky, STU Bratislava,
e-mail: stefan.kozak@stuba.sk

e-mobility

Obsah prezentácie

- Stav výučby v oblasti automobilovej mechatroniky – elektromobility v SR a vo svete
- Stav výskumu v oblasti elektromobility v SR a vo svete
- Aplikácie elektromobility v podmienkach SR
- Perspektívy výučby a výskumu v oblasti elektromobility

Energy and Propulsion Alternatives

Energy Resources

Oil

Coal

Natural Gas

Biomass

Other Renewable Energy
Hydro, Solar, Wind

Energy Carriers

Liquid
Fuels

Gas
Fuels

Electricity

Hydrogen

Propulsion Systems

Conventional ICE
Gasoline / Diesel

Gas ICE

ICE Hybrid

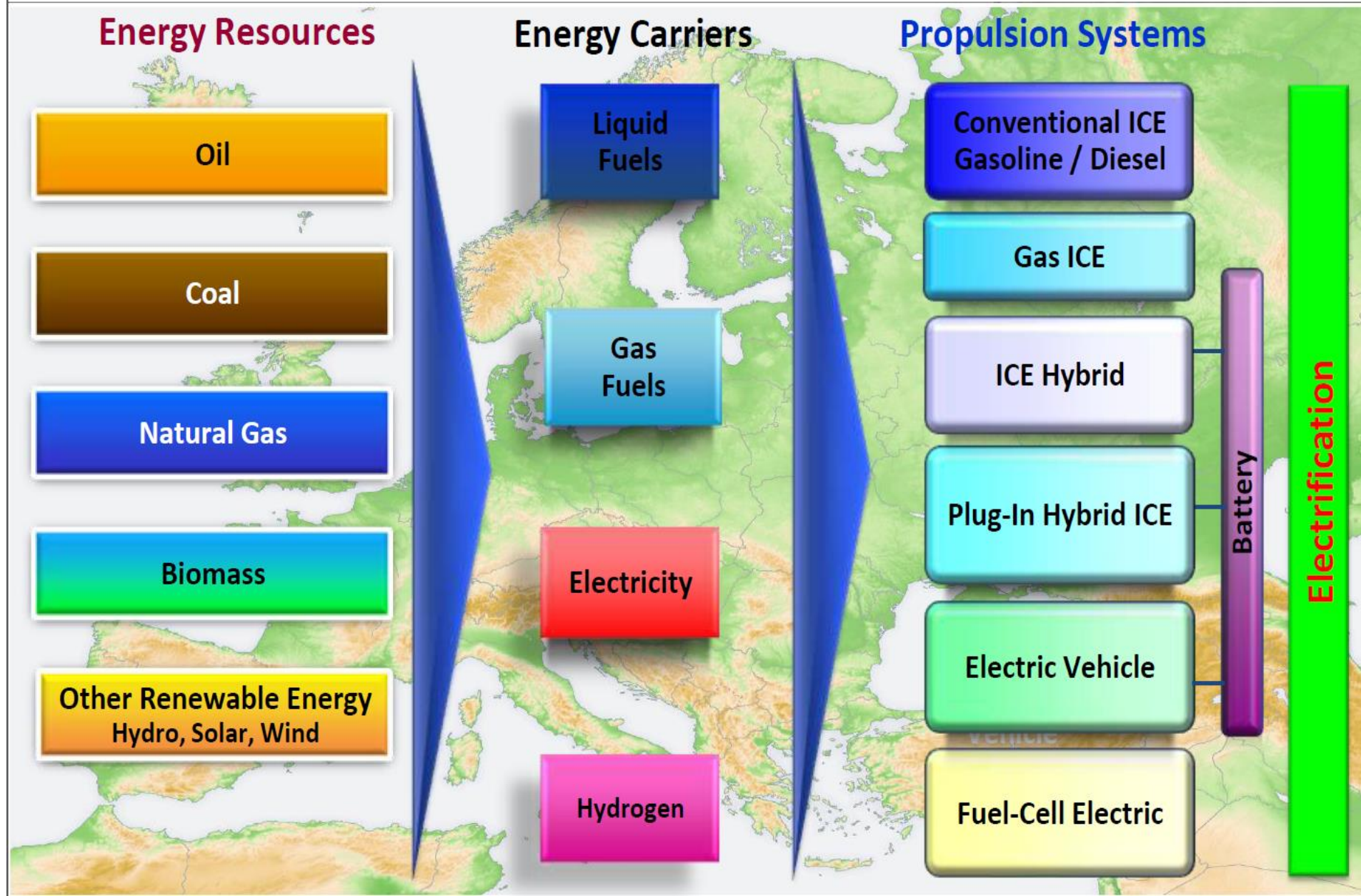
Plug-In Hybrid ICE

Electric Vehicle

Fuel-Cell Electric

Battery

Electrification



Niečo na úvod ...

Mechatronic **E**ngineering is the engineering discipline concerned with the research, design, implementation and maintenance of intelligent engineered products and processes enabled by the integration of mechanical, electronic, computer, and software engineering technologies.



Electro **m**obility (or **e-M**obility) represents the concept of using electric powertrain technologies, in-vehicle information, and communication technologies and connected infrastructures to enable the electric propulsion of vehicles and fleets. Powertrain technologies include full electric vehicles and plug-in hybrids, as well as hydrogen fuel cell vehicles that convert hydrogen into electricity. e-Mobility efforts are motivated by the need to address corporate fuel efficiency and emission requirements, as well as market demands for lower operational costs.

Motivácia – **v**ýučba a **v**ýskum v **e**lektromobilite ?

- Slovenská republika sa v súčasnosti zaraduje medzi vyspelé priemyselné krajiny sveta výrazne sa podieľajúcich sa na výrobe moderných automobilov.
- Táto skutočnosť ju predurčuje k tomu, aby v najbližších rokoch dominantne posilnila svoju výskumnú a vývojovú základňu a zaviedla do výučbových procesov také študijné programy, ktoré by zabezpečovali výchovu špecialistov a výskumníkov na vysokej odbornej úrovni. Jedným z týchto moderných smerov výrazne ovplyvňujúcich vývoj moderných pohonných systémov v automobiloch sú elektrické pohonné systémy.
- Elektromobilita predstavuje v súčasnosti moderný smer a evolučný trend využívania a optimalizácie nových efektívnych foriem využívania elektrickej energie v pohonných systémoch automobilov
- O potrebe výskumu, vývoja a vzdelávania v oblasti elektromobility svedčí aj v čoraz väčšej miere záujem popredných svetových výrobcov automobilovej, leteckej, lodnej techniky a robotiky využívať moderné elektrické pohonné systémy vo svojich systémoch a zariadeniach, ktoré dnes spolu s informačnými, komunikačnými a riadiacimi systémami tvoria integrovaný smart - elektromobilitný systém
- Elektromobilita predstavuje neoddeliteľnú súčasť nových postupov využívania heterogenných zdrojov energie s dominantným cieľom racionalizovať a optimálne ju zberať a využívať v širokom spektre aplikácií.

Stav výučby v oblasti automobilovej mechatroniky – elektromobility v SR a vo svete

- ✓ **SR - výskumom a výučbou v oblasti automobilovej mechatroniky sa zaobera viacero univerzitných pracovísk (TU Košice, ŽU Žilina a STU v Bratislave)**
- ✓ **FEI STU v Bratislave - významné pracoviska (výskumné, vývojové a aplikačné výsledky v automobilovej mechatronike a poskytovanie vzdelávania v oblasti elektrotechniky, elektroenergetiky, elektroniky a mechatroniky)**
- ✓ **Svet viac ako 160 výskumných pracovísk - elektromobilita**

Automobilová mechatronika -výučba

TU Košice

Katedra elektrotechniky a mechatroniky

Katedra aplikovanej mechaniky a mechatroniky

Katedra výrobnjej techniky a robotiky

Katedra automatizácie, riadenia a komunikačných rozhraní

ŽU Žilina

Katedra mechatroniky a elektroniky

MTF Trnava

Ústav výrobných systémov a aplikovanej mechaniky

Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a matematiky

SjF Bratislava

Ústav aplikovanej mechaniky a mechatroniky

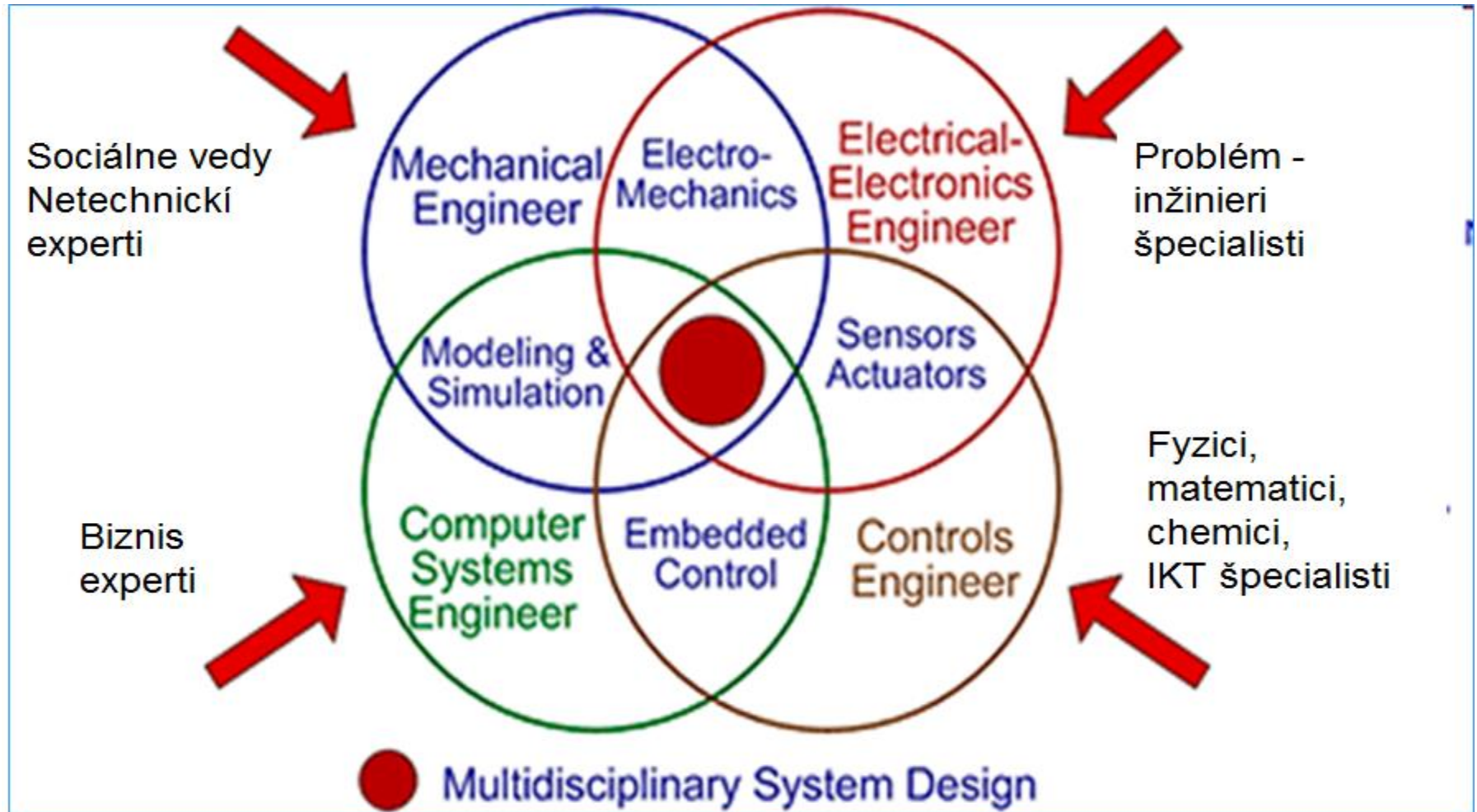
Ústav automatizácie, merania a aplikovanej informatiky

FEI STU Bratislava

Ústav automobilovej mechatroniky

Ústav robotiky a kybernetiky

Výchova absolventov pre automobilovu mechatroniku - - elektromobilitu



Oblasti výučby v elektromobilite

- rozšírenia tradičných predmetov z elektrotechniky
- smart prvky a systémy riadenia
- metódy výpočtovej inteligencie

.....

Aplikovaná matematika

Matematické modelovanie systémov elektromobilu

Optimalizácia systémov a procesov v elektromobiloch

Aplikovaná fyzika

Multifyzikálne procesy v energetických systémoch elektromobilu

Elektrochemické procesy v zdrojoch elektrickej energie

Senzorové a aktuátorové systémy elektromobilov

Elektronika elektromobilov

Diagnostika, bezpečnosť a EMC kompatibilita elektromobilov

Servis a údržba elektromobilov a ich systémov

Dobíjacie a čerpacie stanice pre elektromobily

Elektrické pohony a výkonová elektronika elektromobilov

Osvetľovacie systémy elektromobilov

Smart materiály a ich aplikácie v elektromobiloch

Technologické prvky bezpečnosti elektromobilov

Energetické zdroje elektromobilov

Výroba elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov

Stavba a dynamika elektromobilov

CAE pohonných systémov elektromobilov

Termomechanika energetických a trakčných systémov elektromobilov

Virtuálne prototypovanie systémov

Trakčné a transmisné systémy

Nekonvenčné pohonné systémy elektromobilov

Metódy číslicového riadenia

Modelovanie a simulácie systémov elektromobilov

Metódy optimálneho a intelig. riadenia

Automatizované systémy riadenia technologických procesov

Vývojové programovacie prostredia pre systémy elektromobilov

Distribuované vnorené počítačové systémy riadenia v elektromobiloch

Komunikačné a navigačné systémy
elektromobilov

Telemetria a distribuované merania
v elektromobiloch

Číslíkové spracovanie a filtrácia
signálov

Databázové a vizualizačné systémy
v elektromobiloch

Projektovanie komplexných
systémov elektromobilov

Modelovanie a simulácie hybridných
energetických systémov
elektromobilov

Modelovanie a simulácie systémov
hnacej sústavy elektromobilov

Navrhovanie smart-grid systémov

Trendy vo výučbe oblasti automobilovej mechatroniky a elektromobility I

Potreba pripravovať nových absolventov - špecialistov na troch úrovniach (bakalárska,, inžinierska a doktorandská forma štúdia).

- **Posilnenie všeobecného teoretického základu z matematiky, fyziky, mechaniky a elektro-techniky pre riešenie teoretických a praktických úloh vývoja komplexných mechatronických systémov s využitím mechanických a elektronických prvkov a systémov, snímačov, aktuátorov, mikropočítačových, mikroprocesorových a PLC riadiacich vnorených systémov, metód automatického riadenia, informačných a komunikačných technológií.**
- **Posilnenie výučby pre získanie praktických vedomostí tak z oblasti materiálov a technológií, ako aj z oblasti konštrukcie a prevádzky mechanických a elektronických prvkov automobilov a pohonných systémov**
- **Zavedenie predmetov pre výučbu komplexných systémov diagnostiky, zákazníckeho komfortu, merania, spracovania a vizualizácie údajov a konfigurovania a nastavovania rôznych funkcií funkcionalít jednotlivých mechanických a elektronických subsystémov automobilov.**
- **Priama praktická výučba v automobilových závodoch a prevádzkach a v iných podporných výrobných pri vývoji a prevádzke komplexných mechatronických systémov v rôznych oblastiach priemyslu a služieb v SR a vo svete.**

Trendy vo výučbe oblasti automobilovej mechatroniky a elektromobility II

Potreba pripravovať nových absolventov – nové formy výučby

- **Výučba – zdokonalenie znalosti z teoretickej elektrotechniky, mechaniky, konštrukcie automobilov, projektovania, riadiacich a komunikačných systémov, diagnostikovania a skúšania elektronických, elektrotechnických a mechatronických systémov elektromobilov a ich pohonov**
- **Výučba - zdokonalenie znalosti z modelovania, simulácie, projektovania, konštruovania, diagnostiky a testovania elektrotechnických, mechatronických, elektronických a riadiacich systémov elektromobilov,**
- **Schopnosť riešenia výskumných a vývojových úloh, nové technické riešenia s tvorivým využitím najnovších poznatkov elektrotechniky a mechatroniky a s využitím moderných metód riadenia a IKT**
- **Schopnosť pokračovania štúdia v doktorandskom štúdiu v odpovedajúcich študijných programoch so zameraním na elektrotechniku, elektroniku a mechatroniku v SR a v zahraničí**
- **Schopnosť projektovania, využívania moderných diagnostických systémov v oblasti servisovania a súžieb, posudzovania kvality výrob a skúšania elektromobilov.**



Projects and Products Portal
for Leonardo da Vinci

European Education for Electro-mobility

2013-1-NL1-LEO05-12228

<http://www.adam-europe.eu/adam/project/view.htm?prj=10737>

LdV Projekt "European Education for Electro-mobility" (EEE)

Am 4. und 5. Juni 2014 fand in Quinta do Anjo, Portugal bei [ATEC](#) das 3. Projektmeeting des LdV-TOI Projekts EEE, European Education for Electro-mobility statt.

Diesmal waren wieder alle Projektpartner vertreten und somit konnten die zwei Tage sehr effizient für die Arbeit im Projekt genutzt werden.

Neben der üblichen PM Aktivitäten richtete sich diesmal der Fokus auf die Punkte

- Students Training Package
- Train the Trainer Training Package
- Practical and Theoretical Assessment
- Dissemination and Exploitation

Weiters wurden tasks und to do's besprochen und gemäß Zeitplan terminisiert und zugeteilt. Das CPC Austria hat in diesem Projekt den Leitung des WP6, Dissemination sowie die Erstellung des Theoretischen Assessment zugeteilt bekommen. Dabei werden die guten Kenntnisse und Erfahrungen aus anderen Projekten von den Partnern sehr geschätzt.

Niektoré otvorené problémy výskumu v oblasti elektromobility na Slovensku :

1. Manažment a optimalizácia heterogenných zdrojov energie v elektromobiloch
2. Integrované, inteligentné a autonómne systémy riadenia podvozkov elektromobilov
3. Metódy optimalizácie pre transformáciu trakčného momentu v elektromobiloch
4. Prediktívne, vnorené, inteligentné riadiace a asistenčné systémy elektromobilov
5. Perspektívne ekologicky čisté pohony pre elektromobily
6. IKT a telematika v riadení elektromobilov

Manažment a optimalizácia hybridných energetických zdrojov v elektromobiloch

Cieľom výskumu je analýza a návrh metodiky a postupov pre optimalizáciu tokov elektrickej energie a dodávaných výkonov od zdrojov energie k transmisií elektromobilu na základe nových numerických optimalizačných metód a technických prístupov k riešeniu pozdĺžnej dynamiky jazdy elektromobilu.

1. Aplikácia heterogénnych zdrojov energie - akumulátorov, superkondenzátorov a palivových článkov, ako energetických zdrojov elektromobilov
2. Návrh matematických modelov a matematická analýza pozdĺžnej jazdnej dynamiky elektromobilu prostredníctvom kinematicko-dynamického modelu elektromobilu pre simuláciu jazdnej dynamiky
3. Co-simulačné modely integrujúce kinematicko-dynamický model elektromobilu, trakčný systém elektromobilu a hybridný energetický systém spolu so systémom riadenia energetických a výkonových tokov pre simulovanie energetickej bilancie jazdnej dynamiky elektromobilu
4. Experimentálna verifikácia zostavených matematických modelov jednotlivých energetických zdrojov s výsledkami experimentov

Integrované, inteligentné a autonómne systémy riadenia podvozku elektromobilov

Cieľom výskumu je analýza a syntéza metód semiautonómneho a autonómneho riadenia podvozkových systémov elektromobilov, regulácia fyzikálnych veličín vedenia, brzdenia a pruženia elektromobilov s nadväznou transformáciou získaných poznatkov do komplexnej hardwarovej architektúry systémov riadenia podvozkov v elektromobiloch

- 1. Analýza dynamických procesov mechaniky pohybu inteligentných mobilných prostriedkov – elektromobilov.**
- 2. Návrh metód riadenia podvozkových systémov elektromobilov v interakcii s vyspelými elektronickými subsystémami riadenia smeru jazdy „Steer-by-Wire“, regulácie fyzikálnych veličín vedenia vozidla, ako aj s vyspelými elektronickými systémami brzdenia „Brake-by-Wire“**
- 3. Analýza a syntéza funkcionality inteligentných systémov riadenia podvozkov v interakcii s ostatnými autonómnymi systémami v rámci integrovanej, hardwarovej architektúry elektromobilov.**

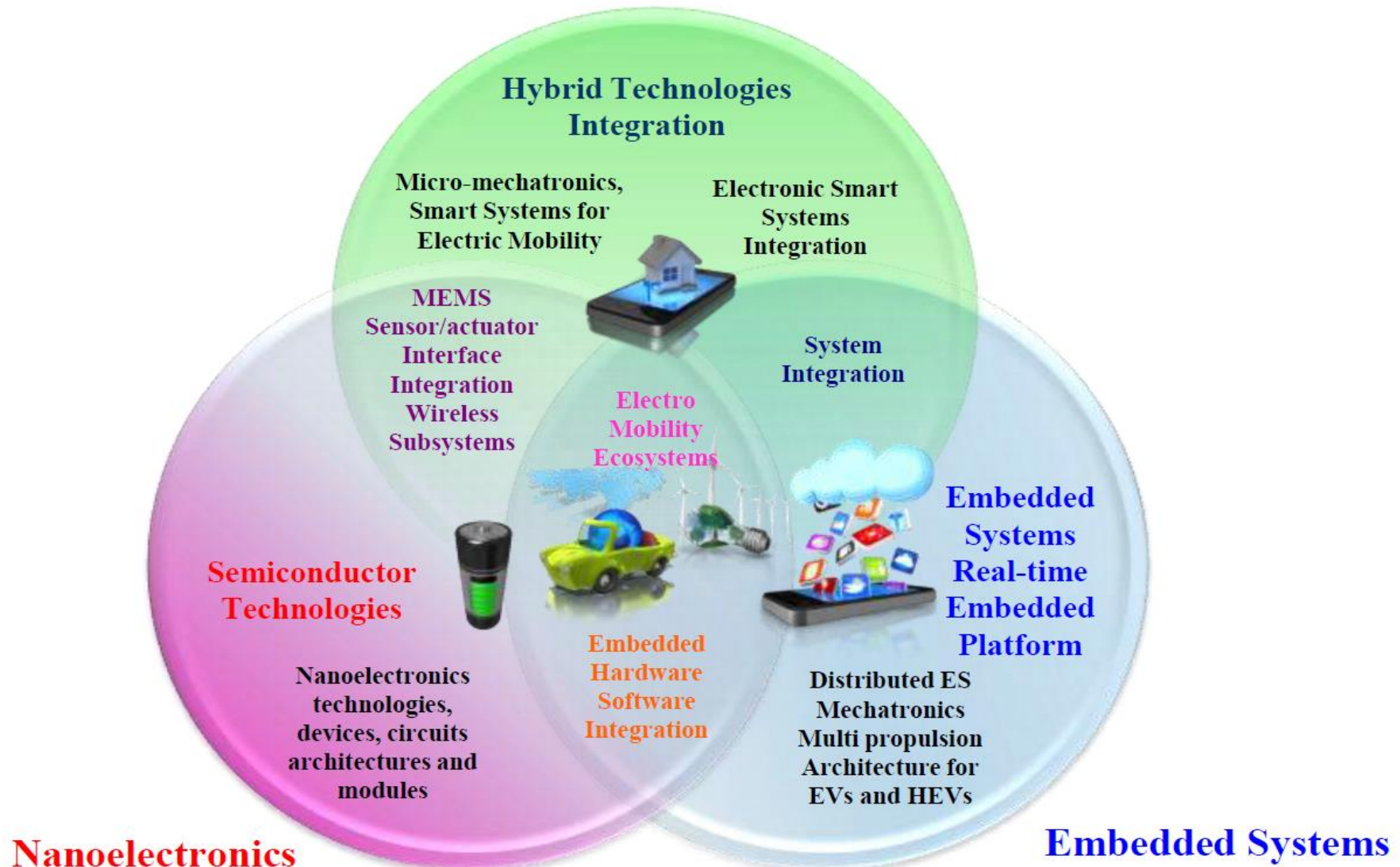
Metódy transformácie trakčného momentu v elektromobiloch

Cieľom výskumu je analýza a návrh moderných prevodových mechanizmov, aktívnych diferenciálnych prevodov a systémov ich riadenia pre aplikáciu v elektromobiloch (výskum a návrh komplexných autonómnych systémov)

1. Výskum je založený na súčasnom stave vývoja elektromobility vo svete, nových typov elektromobilov a požiadaviek s novými kritériami na ich prevádzku, (dostatočný výkon pre rozbeh vozidla a pre akceleráciu, schopnosť stúpania vozidla, zvládnutie jazdných cyklov a pod.)
2. Analýza transmisných systémov podľa rôznych kritérií a využitia aktívnych systémov riadenia elektronický riadeného diferenciálu a kombinovaných planétových súkolesí
3. Návrh rôznych koncepcii pohonov pri rešpektovaní obmedzení (zrýchlenie, stúpavosť elektromobilu a cestovná rýchlosť elektromobilu).
4. Výskum a vývoj elektronický riadeného aktívneho diferenciálu pre nasadenie v elektromobiloch
5. Nové systémy kombinácie planétových súkolesí s ich implementácia do trakčného systému elektromobilov.

Elektromobilita – výzva k modernizácii a implementácii elektrických pohonov, elektronických a riadiacich systémov do vozidiel

Smart Systems Integration in Electromobility





Ďakujem za pozornosť

Energy and Propulsion Alternatives

Energy Resources

Oil

Coal

Natural Gas

Biomass

Other Renewable Energy
Hydro, Solar, Wind

Energy Carriers

Liquid
Fuels

Gas
Fuels

Electricity

Hydrogen

Propulsion Systems

Conventional ICE
Gasoline / Diesel

Gas ICE

ICE Hybrid

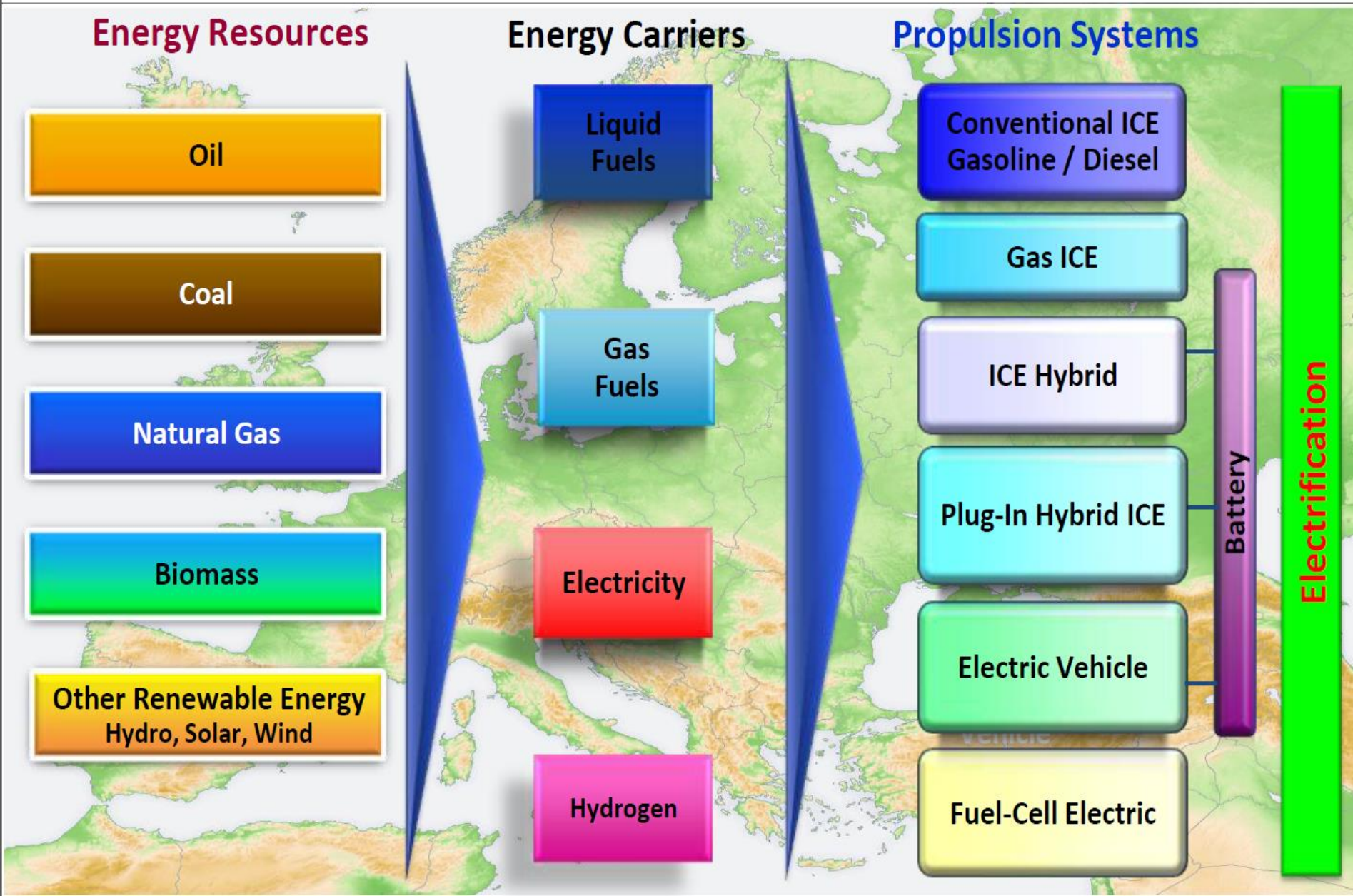
Plug-In Hybrid ICE

Electric Vehicle

Fuel-Cell Electric

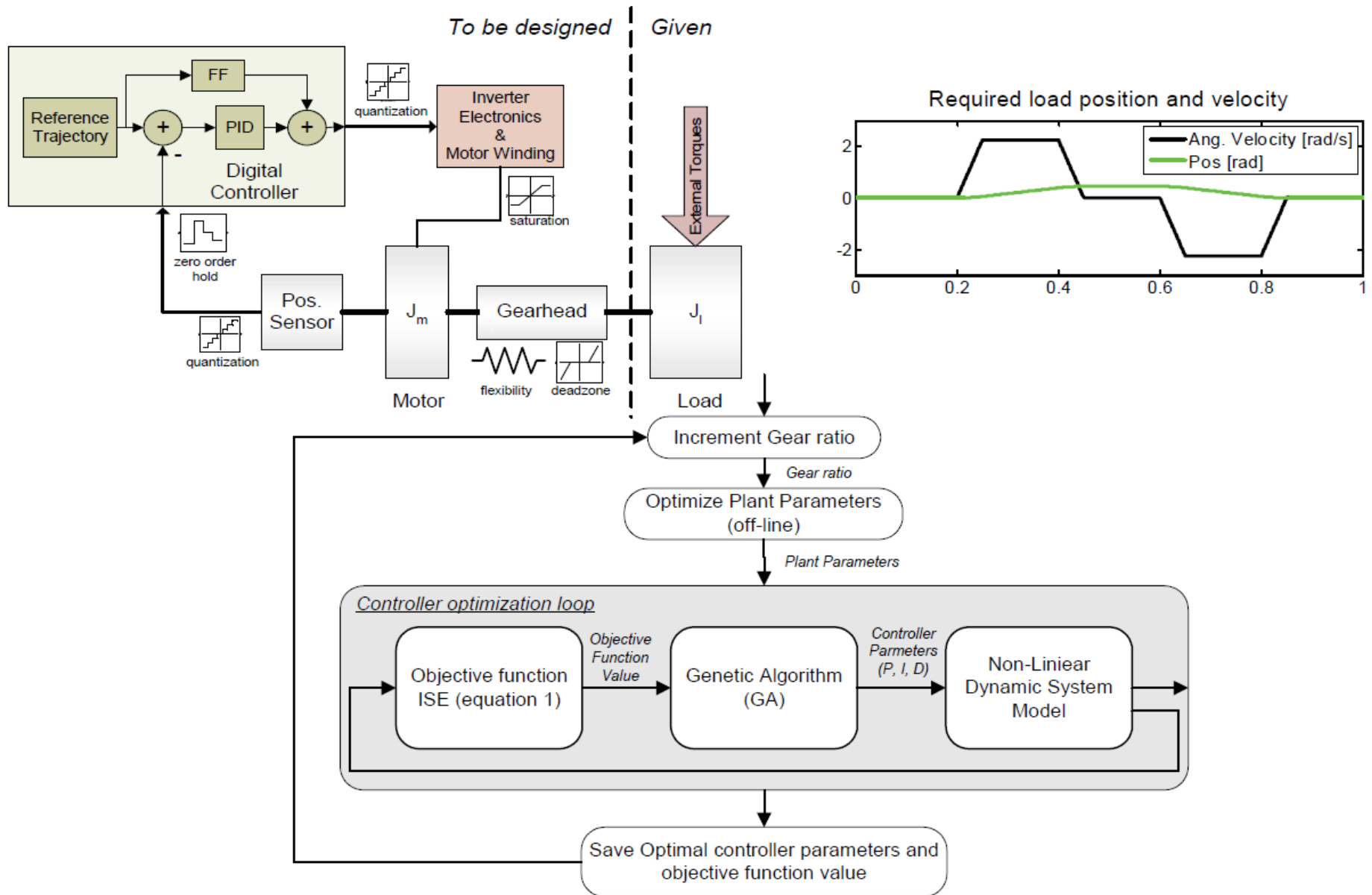
Battery

Electrification

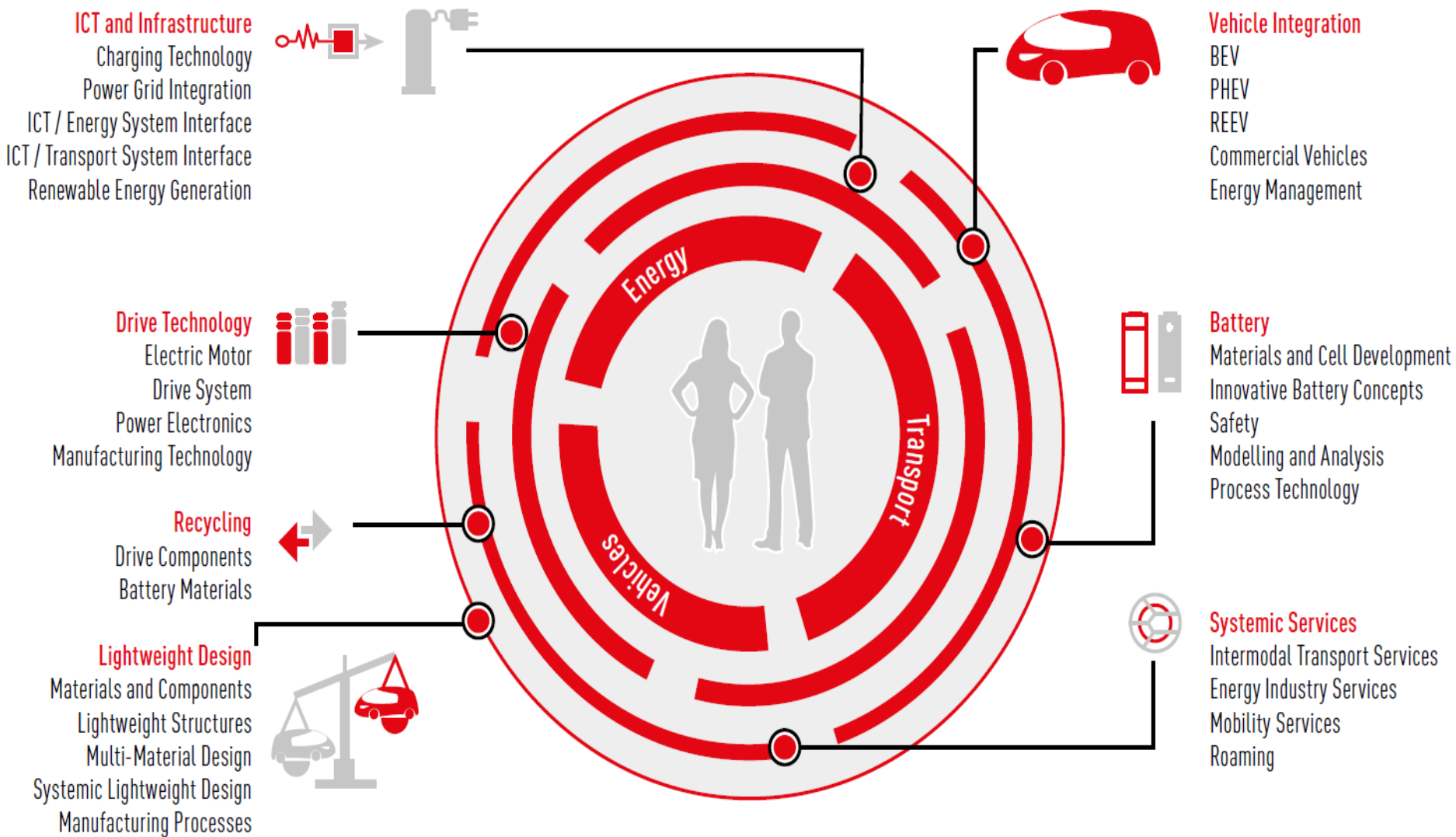


Doplnok

Controller Design/Optimization



OBLASTI VÝSKUMU A APLIKÁCIÍ V ELEKTROMOBILITE



Batteries Lead Technology Areas (selected examples)		
Thematic Area	Project	Content
Materials Development & Cell Technology	ALPHA-Lion Lithium Metall E-Lab KoMBat	Development of 3rd and 4th generation cells using high energy materials Test facility for the preparation of coated lithium metal powders designed for optimum processability Electrolyte laboratory , high-throughput synthesis (automatic electrolyte analyser) Carbon materials for next-generation lithium batteries. Lab-scale materials
Innovative Battery Designs	FutureBatt Lithium/Luft-Bat. KPPP	Research into next-generation battery systems (standard pouch cells) Development and production of a commercially viable lithium-air battery Cost-effective product, process and production development of lithium energy storage devices
Safety & Testing	SafeBatt BALSAC K-LIB	Passive/active measures for creating safe long-life battery systems Battery laboratories with test facilities for the development and production of energy storage devices Research into test procedures and standards for safety assessment
Battery Life Modelling & Analysis	Balanse E-DriveBattery Lastkollektive	Aging mechanisms in lithium-ion batteries Smart control and connection designs for modular EV battery systems Creation of an industry specifications document on the battery life of electric vehicles
Process Technologies for Mass Production	Competence E PEB SSLBa TT-Lion K-LIB NP-LIB CHaR-Li iFaaB	Integrated “ Research Factory ” for future electrical energy storage devices and drive systems Development centre for battery production technologies Core process development for cell production Processes and facilities for the production of thermodynamically stable thin film solid-state batteries High-performance manufacturing of lithium-ion cells Facility for research into and optimisation of lithium-ion cell manufacturing Test facility for high-performance battery materials Integrated manufacturing concept for advanced automotive batteries

Drive Technologies R&D Lighthouse Technology Road Map					
	2010	2012	2017/18	2020	
Electric Motors	Permanent Fe-based magnets and Cu/Al coils	- Electric motor designs optimized for automotive applications - Alternative magnet materials and recycling - Alternative electric motors	Alternative designs and materials	Innovative materials and manufacturing processes	Costs reduced by 2/3 5% more efficient Power density doubled 30% more reliable
Power Electronics	Parts and components from non—automotive applications	- Integrated circuit packaging (ICP) modules and components - Research into modularity and scalability - Increased integration (electronics, mechatronics)	Automotive standards achieved, standardized solutions available	Research into increasing functionality and reducing costs as market expands	
Drive Systems	Low level of integration	- New topologies and highly-integrated approaches - Energy and thermal management - Charging technologies and power grid integration	New system designs	Modular electric powertrain kits optimized for different requirements and suitable for large-scale production	
Production Technology	Low production volumes	- Automated production facilities for inverters and electric motors - Concepts for moving from small to large-scale manufacturing	Automated manufacturing solutions capable of flexible output levels	Development & optimization for large-scale production (process engineering and complete chain)	

Drive Technologies and Vehicle Integration R&D Lighthouse Project Examples

Thematic Area	Project	Content
Electric Motors	E-Lime SpHin(x)	Alternative electric motor designs Highly-integrated, scalable EV drive systems
Power Electronics	EMiLE STIEV SPICE ZuSiEL	Integration of electronics with/in electric motors Standard inverters for electric vehicles and plug-in hybrid vehicles Automated testing of silver sintering processes in mass production Safe and reliable electronics systems for electric vehicles
Drive Systems	Elektrofonie	Integrated drive modules for electric vehicles
Production Technology	HeP-E SerTest SinTest	Highly flexible production systems for enhanced-efficiency electric traction drive systems Production technology and testing techniques for power electronics production processes Automated testing of silver sintering processes in mass production
Vehicle Integration/ Systemic Approach	BEREIT INEES EM ELY	Family vehicle with range extender and/or plug-in hybrid Energy industry system services Framework regulations on electromagnetic compatibility for electric and hybrid vehicles