

# Platforma dSPACE pro E-mobilitu a testování systémů v reálném čase

# Motivace

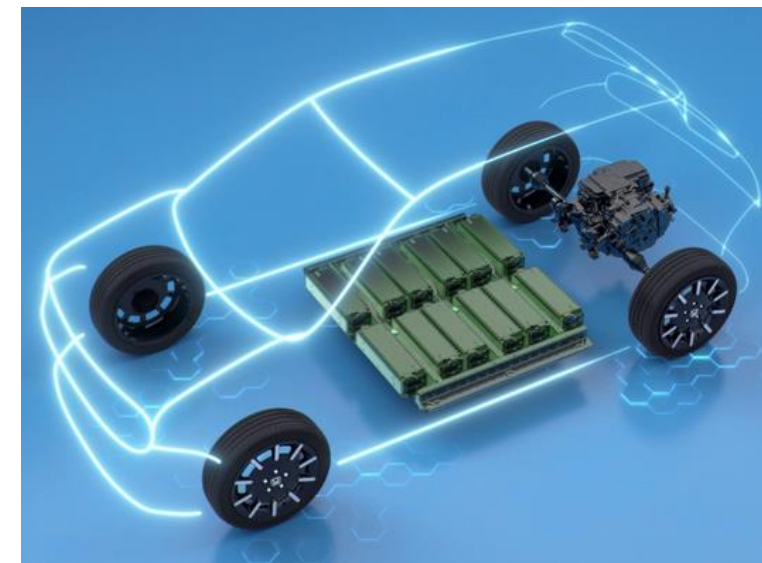
Koncepce elektrických vozidel jako trendem budoucí mobility



**Vozidla**



**Nabíjení**



**Baterie**

# Motivace

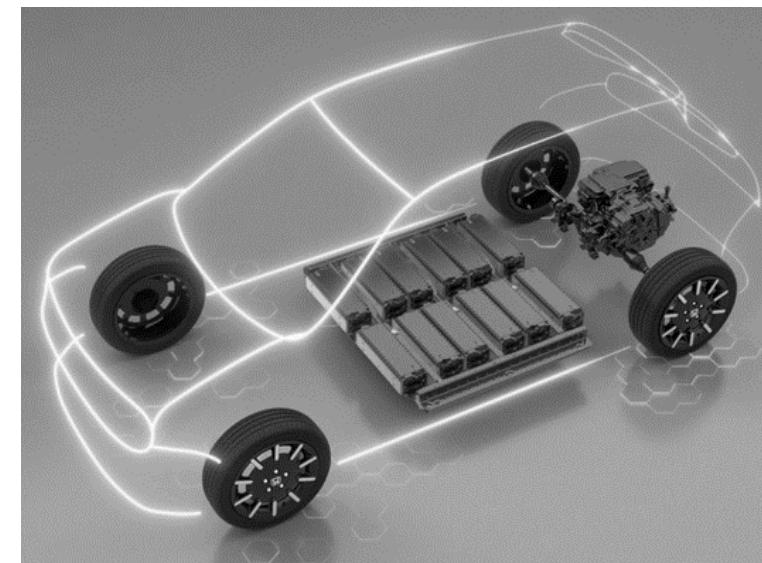
Koncepce elektrických vozidel jako trendem budoucí mobility



**Vozidla**



**Nabíjení**



**Baterie**

# Technické pozadí

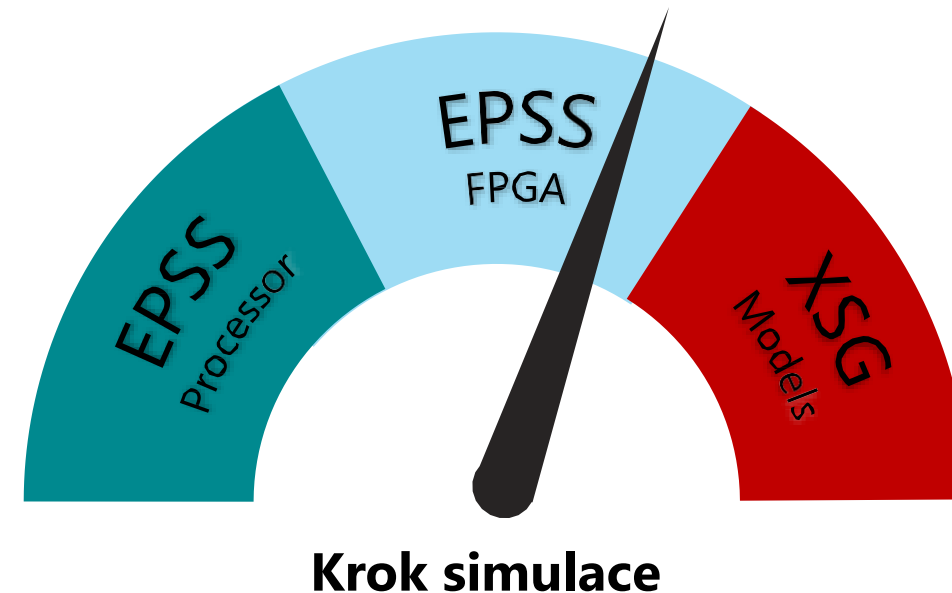
- Simulování výkonové elektroniky je náročný úkol
  - vysoké spínací frekvence
  - vysoká dynamika v porovnání s typickými mechanickými systémy
  - měnící se struktura obvodu díky polovodičovým součástkám
  - rozmanitost el. topologií (malá změna v topologii zapojení může vést k diametrálně jiným diferenciálním rovnicím)
  
- Požadované nároky na simulaci si odporují
  - Přesnější simulace >> vyšší nároky na výkon
  - Snížení výpočetní náročnosti >> obvykle vyšší nároky na paměť
  - Redukce výpočetní a paměťové náročnosti >> zjednodušení modelu na úkor přesnosti



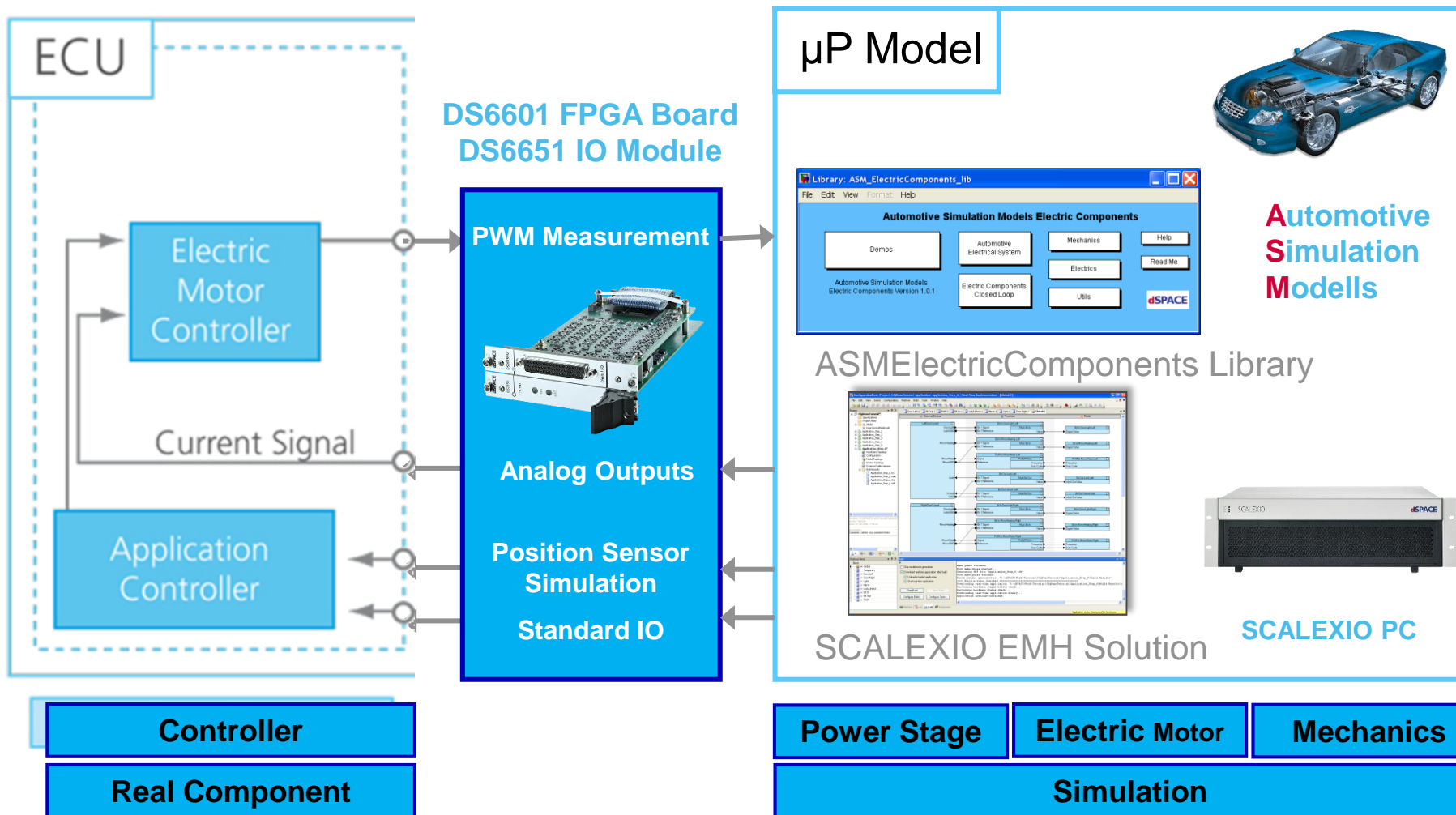
# Nabízená řešení

- Hotové modely
  - ASM Electric Components
  - XSG Electric Components
- Generické modely
  - EPSS Processor
  - EPSS FPGA
- Zákaznické modely
  - FPGA model vytvořený dle zadané specifikace

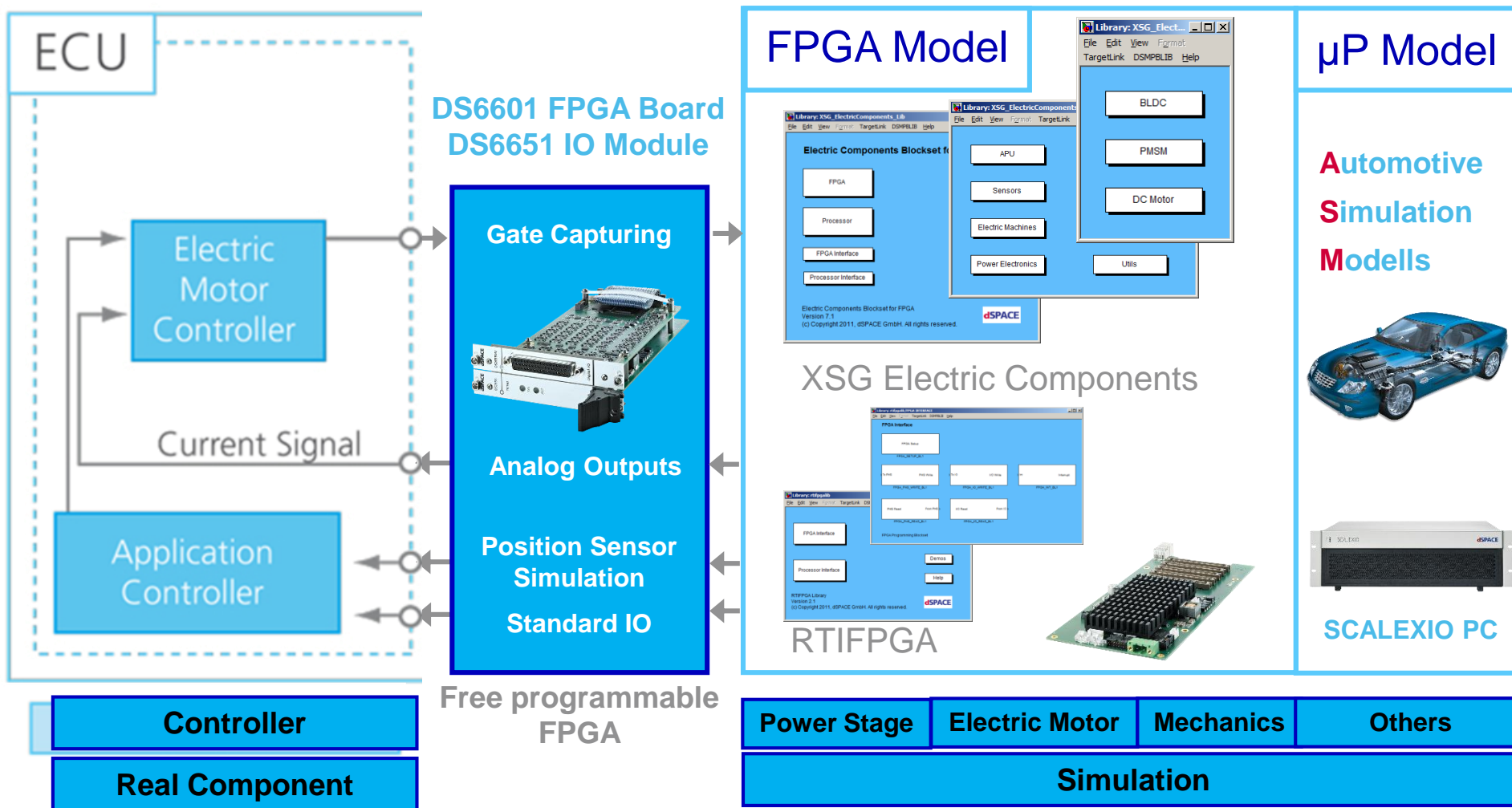
*Které řešení je to právě pro mě?  
To záleží...*



# Simulace el. Motoru na Signálové úrovni - $\mu P$

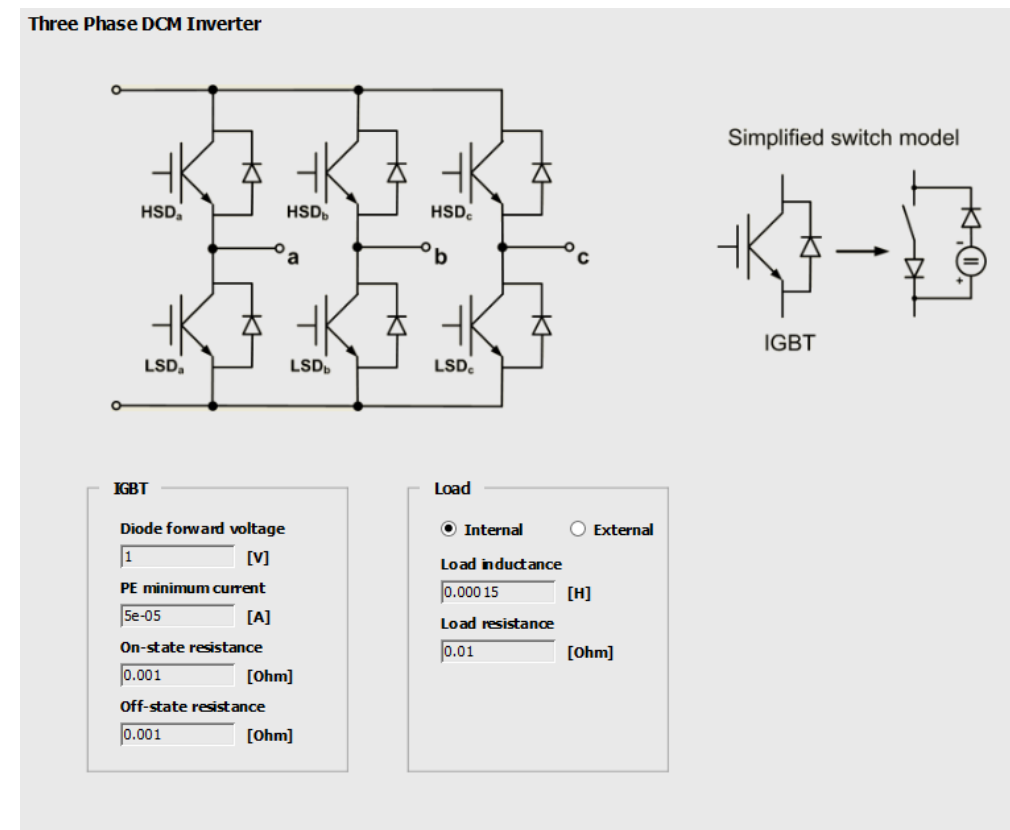


# Simulace el. Motoru na Signálové úrovni - FPGA



# ASM Electric Components

- Plně parametrizovatelné modely na procesor
  - BLDC (Brushless DC machine)
  - PMSM (Permanent magnet synchronous machine)
  - SCIM (Squirrel cage asynchronous machine)
  - Krok simulace ~ 40μs





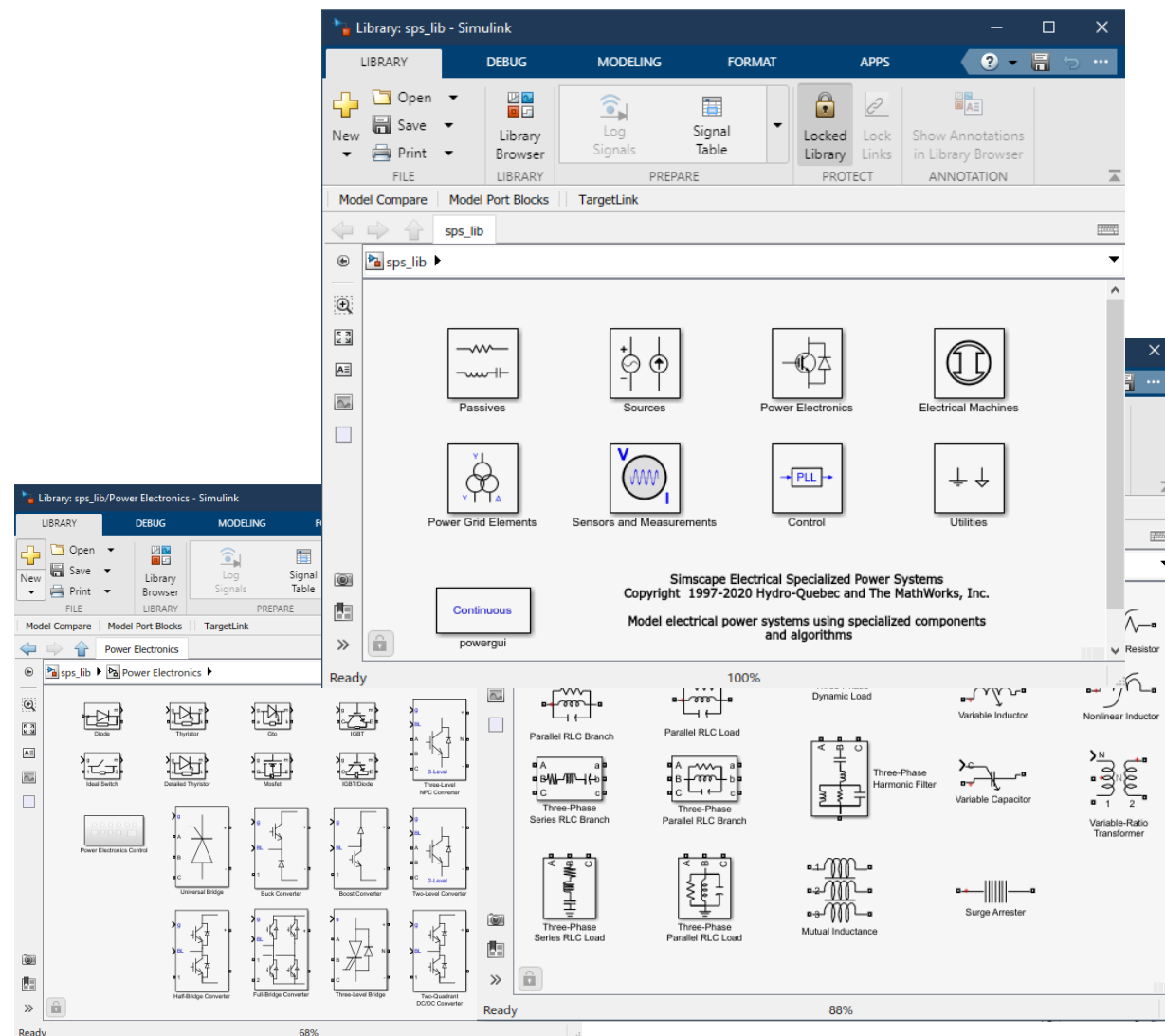


# Simscape Electrical Specialized Power Systems

- Topologicky orientované modelování
- Možnost generovat real-time kód

## Obecná omezení

- Limitované sledování parametrů během simulace
- Bez nelinearit



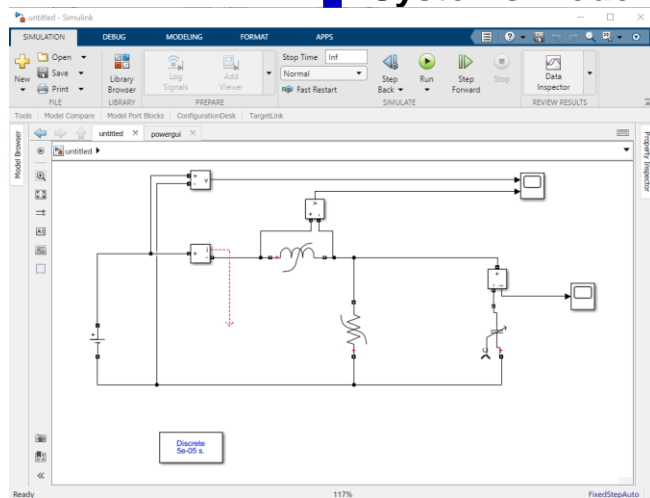
# Simscape Electrical Specialized Power Systems

## Nejedná se o hotová řešení pro Real-Time simulace

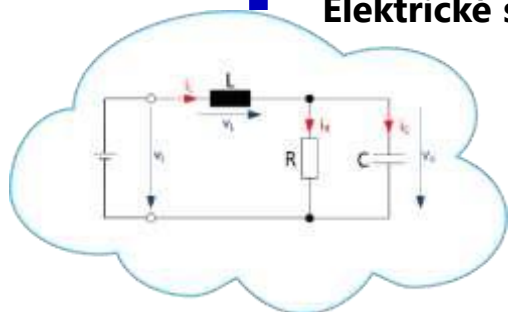
- Dobrých výsledků je dosaženo za použití variabilního kroku (nebo fixního s velmi malým krokem)
  - Spínací prvky Simscape Electrical Specialized Power System očekávají na vstupu Boolean
  - Změny v topologii je potřeba řešit v průběhu simulace
- **dSPACE Electrical Power Systems Simulation (EPSS) package, umožňuje real-time simulaci Simscape Electrical Specialized Power Systems**

# Electrical Power Systems Simulation (EPSS) Package

**Simscape Electrical  
Specialized Power  
Systems model**

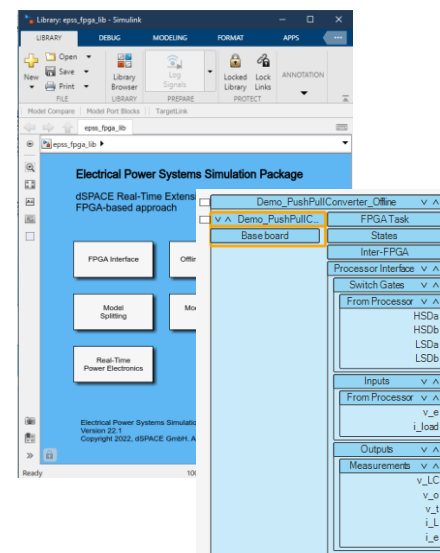
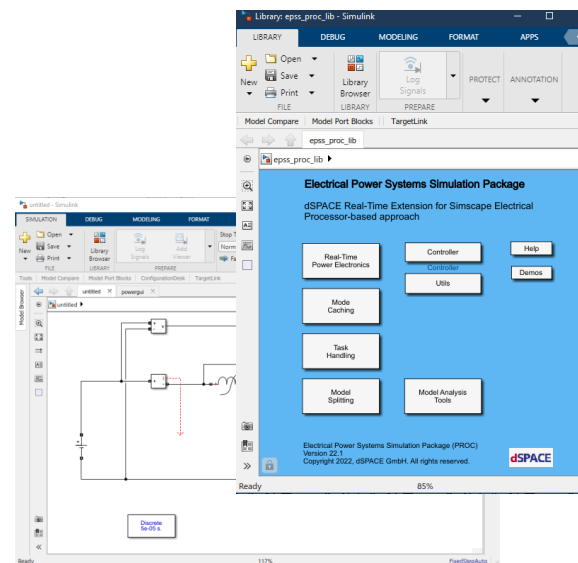


**Elektrické schéma**

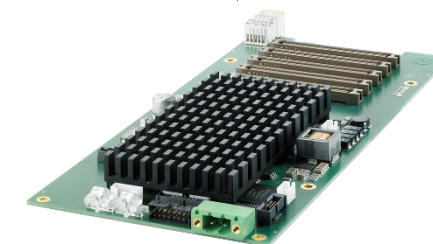


**Processor  
~25µs**

**FPGA  
~400ns ... ~2.5µs**



**IOCNET**



# Metody výpočtu

## Mode Caching

- Uložení všech možných konfigurací. Přepínám mezi konfiguracemi

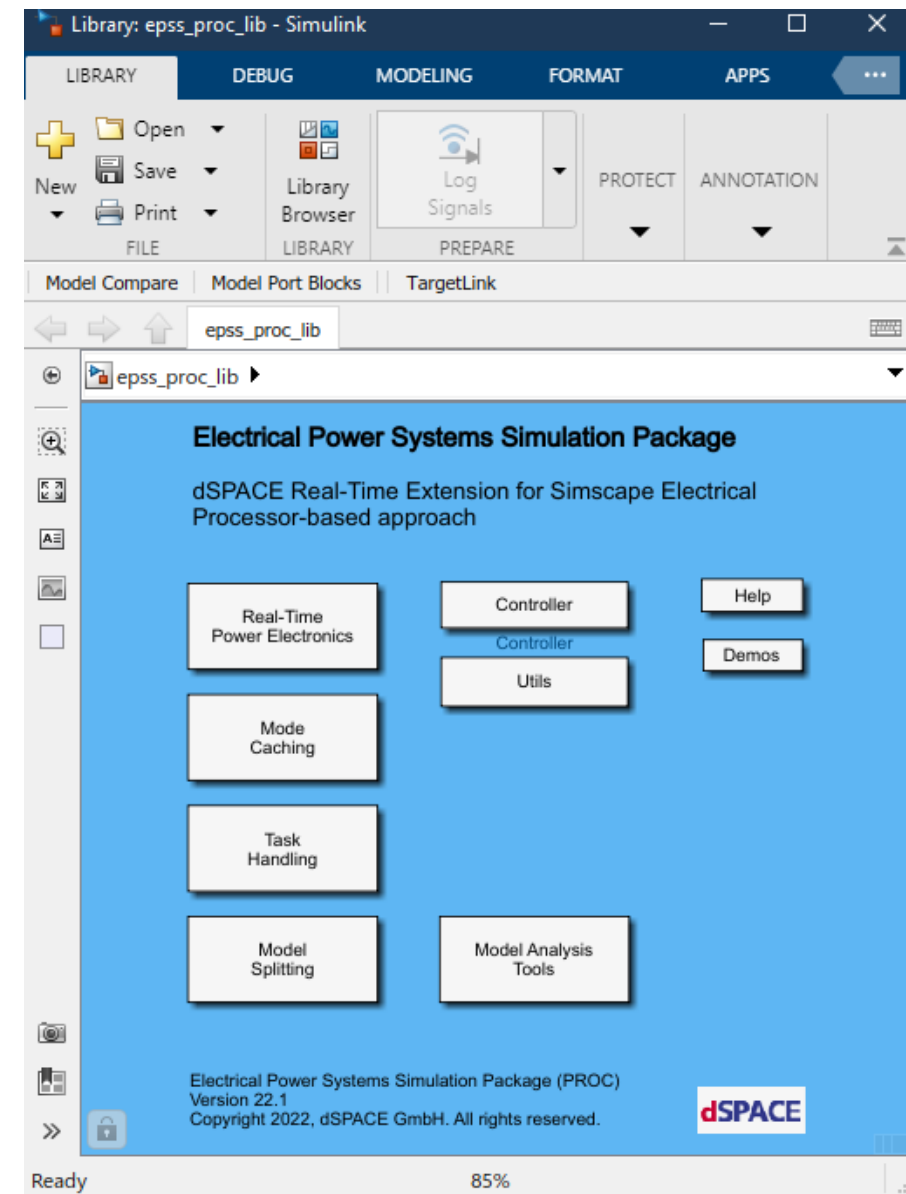
## Task-Handling

- Rozdělní na dílčí bloky, které volám samostatně

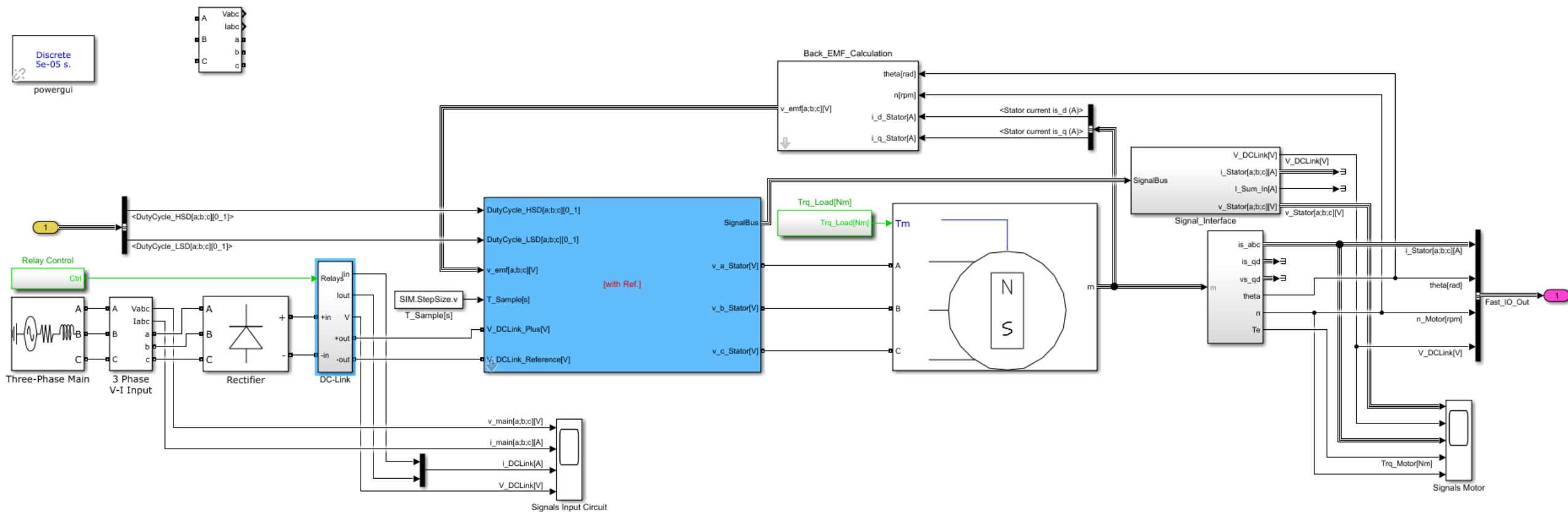
## Model Splitting

- Rozdělní modelu na více částí, kdy každá část může běžet na jiném jádru

## FPGA

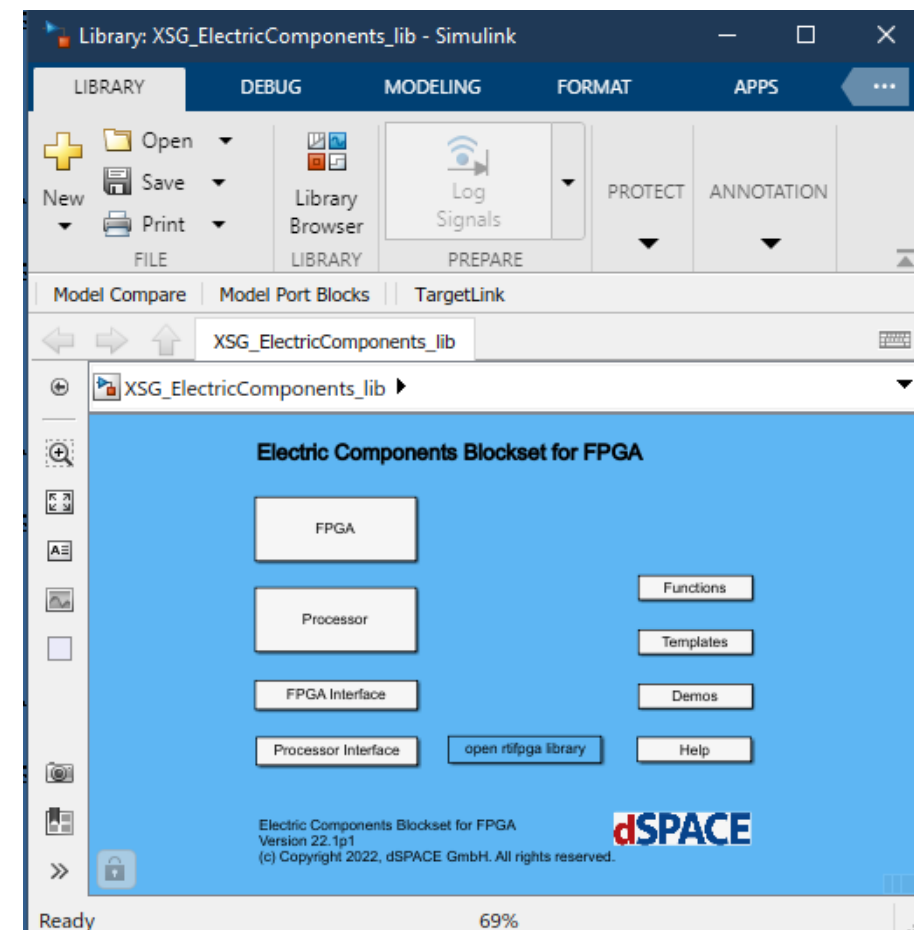


# Demo ukázka



# XSG-Electric Components

- Samostatný FPGA blockset
- Založeno na Xilinx Vitis Model Composeru\*
- Hotové modely pro simulaci 3-fázových motorů
- Není třeba expertní znalost FPGA technologie
- Krok simulace >8ns



\* dříve Xilinx System Generator

# Demo

## XSG Electric Components Library Electric Drive PMSM Demo for DS2655

B1 ID1

B1 ID1

XSG Electric Components Library

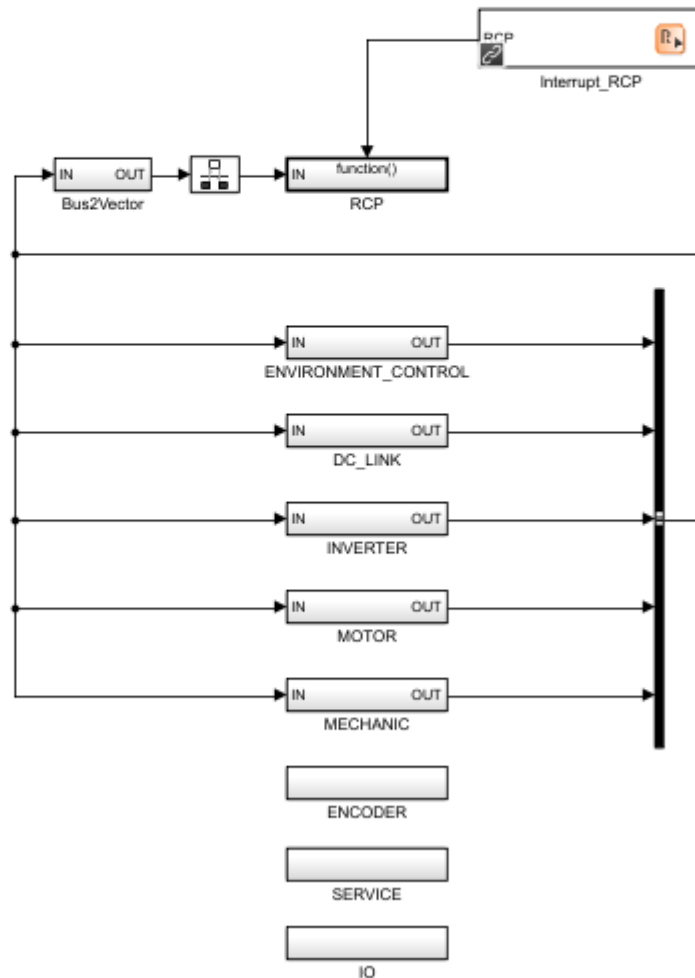
HELP DEMO

copyright 2022 by:  
dSPACE GmbH




FPGA

OFFLINE SIMULATION  
 RTI Offline Sim - active  
 Utilis Offline Sim - inactive  
 OffSim: CTRL+ALT+F9  
 ProcBuild: CTRL+ALT+F10



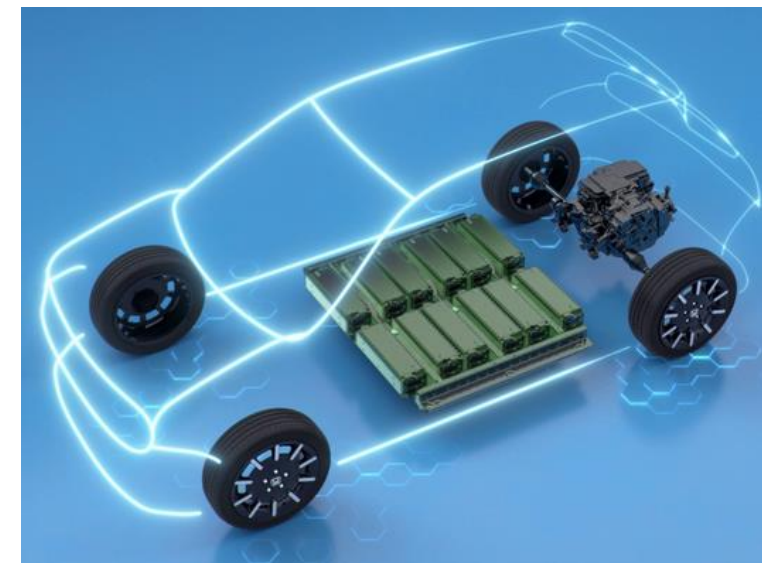




Vozidla



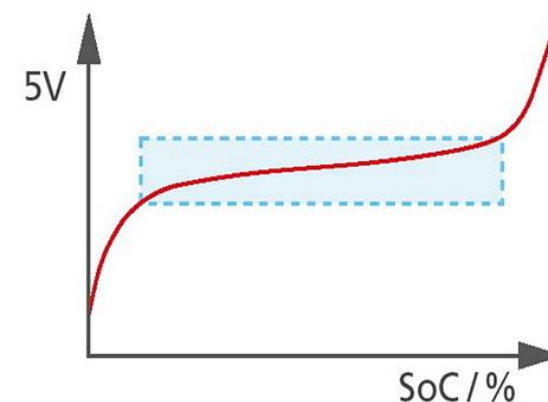
Nabíjení



Baterie

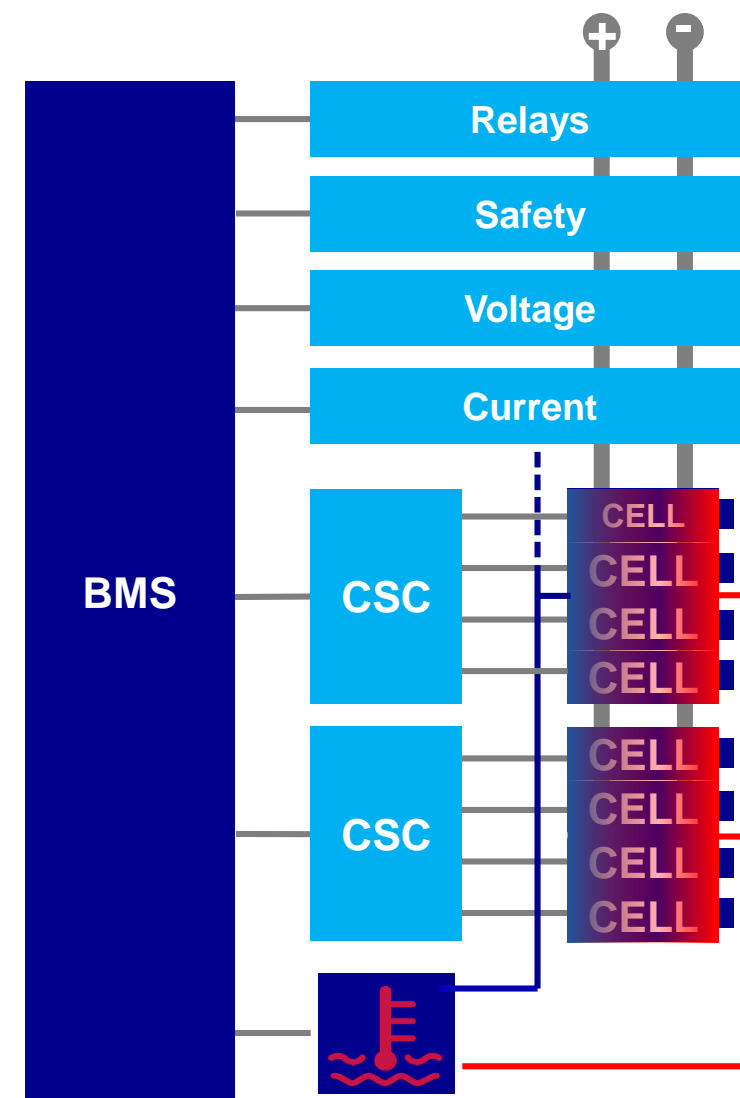
# Baterie

- Nejdražší část elektrického auta
- Optimálně udržovat baterii mezi 20-90% kapacity
- Plně integrované do šasi vozidla
- Rozdílné konfigurace baterii
- Životnost 10+ let a 7000+ nabíjecích/vybíjecích cyklů



# Battery Management System

- Měření **napětí**
- Měření **teploty**
- Výpočet **state of charge (SoC)**
- Výpočet **state of health (SoH)**
- Chlazení baterie
- Měření **proudu**
- **Online** diagnostické funkce

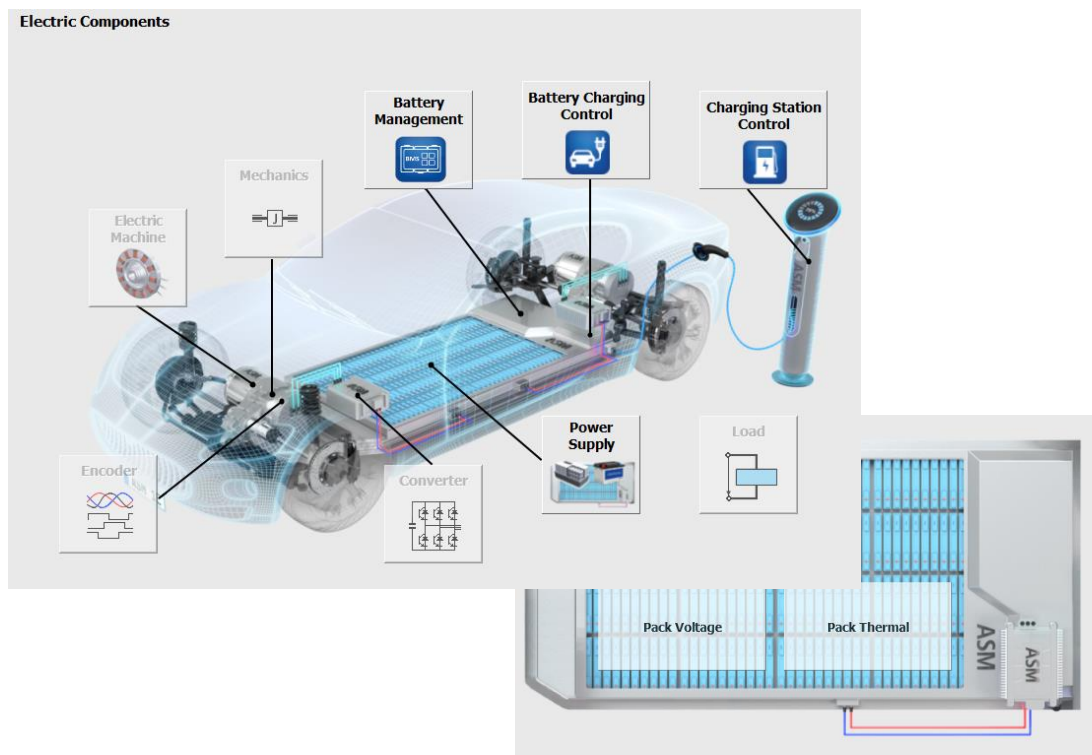


CSC cell supervision circuit

# Simulace baterie

Signálová úroveň  
ASM Battery

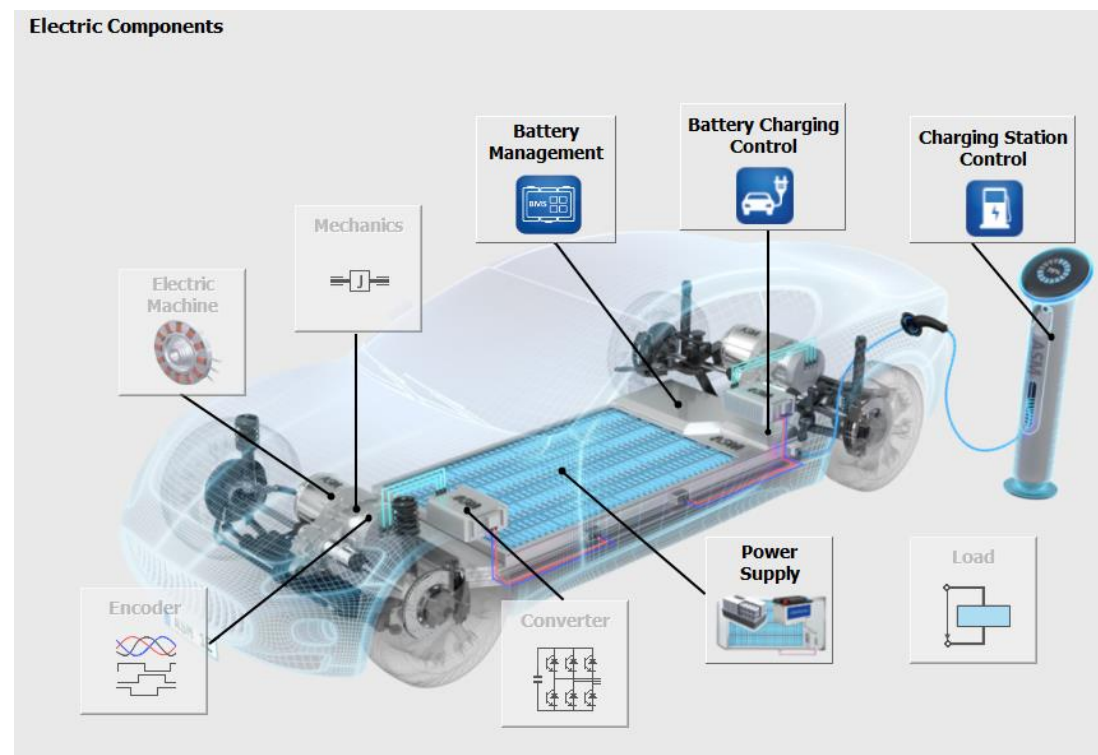
Napěťová úroveň  
Battery HIL



# Signálová úroveň - $\mu$ P

## ASM Battery

- Plně parametrizovatelné modely baterií
- Topologie baterie
- Teplotní model
- Konfigurace nabíjecí stanice
- Hotové demo modely



# Diskuze

Děkuji za pozornost

