

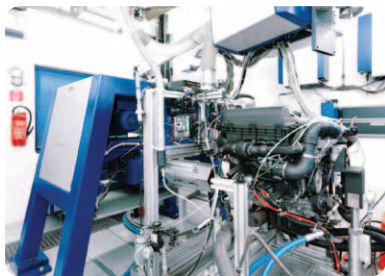
Návrh systému řízení teploty vzduchu při testování pohonů

Teplota spalovacího motoru výrazně ovlivňuje množství emisí. K překročení povolených hodnot emisí může dojít již při změně o několik stupňů celsia oproti optimálnímu nastavení. Pohony musí navíc splnit odlišné standardy v různých zemích po celém světě. K přesnému návrhu a kalibraci řídicích systémů pohonu je nezbytné věrně simulovat teplotní podmínky při provozu. S využitím testovacích stolic je možné vyhodnotit strategie řízení pomocí opakovatelných experimentů a zpřístupnit tak chování motoru napříč celým rozsahem okolních teplot a jízdních podmínek.

Společnost AVL se zabývá vývojem nových řešení v oblasti pohonů a testovacích systémů. Mezi uskutečněné projekty patří i návrhy testovacích stolic pro závodní vozy Formule 1 a NASCAR. Novým úkolem bylo navrhnout systém dynamického řízení teploty vzduchu určený pro testování pohonů osobních automobilů. Systém je součástí testovací stolice, která emuluje pracovní prostředí motoru (obr.1).

Hlavním požadavkem na nový termoregulační systém bylo udržení teploty okolí motoru s maximální odchylkou jednoho stupně Celsia od požadované hodnoty, a to v celém rozsahu teplot od -20 do 110 °C. K dispozici bylo stávající řešení pro regulaci teploty v ustáleném stavu, které v ustálených podmínkách předepsanou toleranci splnilo. Problémem byla odchylka při dynamických změnách, které činila až 5 °C.

Při vývoji nového systému bylo nejprve nutné zvolit mezi úpravou stávajícího řešení, které bylo naprogramováno v jazyce C, a novým kompletním návrhem s využitím pokročilejších vývojových prostředků. Nakonec byla vybrána druhá varianta.



Obr. 1.: Testovací stolice pro pohony osobních automobilů

Na dodání celého projektu bylo vymezeno pouze šest týdnů. Proto bylo nezbytné nalézt takové vývojové prostředí, které umožnilo nejen rychle nastavit a odzkoušet novou strategii řízení, ale také snadno implementovat prototyp systému pro testování v reálném provozu. Oba požadavky splňovalo vývojové a vý-

početní prostředí MATLAB & Simulink firmy MathWorks. Simulink je grafické prostředí založené na symbolice blokových schémat určené pro matematické modelování a simulace dynamických systémů. Obsahuje také prvky pro návrh algoritmů automatického řízení a zpracování signálů. Simulace tak poskytují návrhářům pohled na dynamickou i algoritmickou stránku systému.

Vývoj nového systému

Společnost AVL využila nástroje Simulink, Stateflow a Real-Time Workshop k modelování řídicích algoritmů, simulaci modelů a automatické implementaci výsledného řešení na provozní programovatelný automat – PLC (obr. 2).

První model řídicího systému obsahoval stavový automat a čtyři PI regulátory a byl dokončen během jednoho týdne. Model umožnil simulace řízení v otevřené smyčce a prověření funkčnosti základní řídicí strategie. Po naprogramování nadřazené řídicí logiky byla simulována funkčnost systému s ohledem na bezpečnost, kde se zjišťovalo, zda vnitřní tlaky a teploty nepřesáhnou bezpečné úrovně.

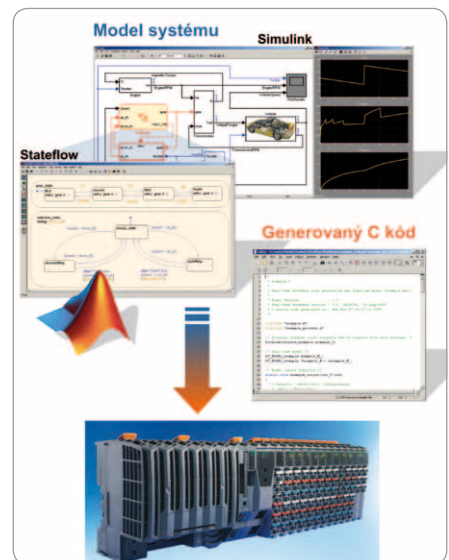
Následovala implementace navržených algoritmů na HW platformu. Modely řídicího systému byly doplněny o bloky vstupů a výstupů z knihovny B&R Automation Studio Target for Simulink. Modely byly automaticky přeloženy do jazyka C a výsledný kód nasazen na programovatelný logický automat B&R X20.

Testování prototypového algoritmu na PLC odhalilo, že nový návrh pracuje lépe než původní systém založený na regulaci ustálených stavů, ale stále nebylo dosaženo předepsané tolerance 1 °C při dynamických změnách teploty.

Úprava systému

Z technických důvodů bylo nutné upravit testovací zařízení, do kterého byly dodány nové ventily. Změny v soustavě byly zapracovány do modelů v Simulinku a Stateflow a také byl vylepšen stavový automat, který ve finální podobě obsahoval 10 hlavních stavů, z nichž některé se dále dělily až na 80 dílčích podstavů. Následovalo opětovné generování C kódu a nové testy, které již splňovaly vytyčené cíle.

Po ověření, že návrh splňuje všechny požadavky, byly v Simulinku implementovány bezpečnostní funkce a přidáno rozhraní pro komunikační sběrnici CAN. Nakonec byl vygenerován finální kód a proběhli komplexní testy termoregulačního systému na plné testovací stolici před tím, než byl výsledný systém doručen zákazníkovi.



Obr. 2.: Model-Based Design – od simulačního modelu k hotové aplikaci

Dosažené výsledky

Zkrácení doby vývoje

Kompletní řídicí systém byl doručen za 6 týdnů, což představovalo značnou časovou úsporu oproti odhadovaným 12-15 týdnům v případě ručního programování v jazyce C.

Snadné změny návrhu

Když byly do soustavy doplněny nové ventily, bylo nutné změnit v modelech některé stavy a přidat PI regulátory. Pak už stačili jen další dvě kliknutí myši pro získání nového testovacího prototypu. Celá úprava byla hotova během pár hodin.



HUMUSOFT s. r. o.

www.humusoft.cz

