



Diagnostika a HiL testování elektronických systémů automobilů

Ing. Michal Kubík

12. 5. 2010 ZČU-FST-KKS Plzeň

Přednáška v rámci projektu CZ.1.07/2.3.00/09.0086
Podpora VaV a vzdělávání pro VaV v oblasti mechatroniky silničních vozidel

Tento projekt je spolufinancován
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Obsah přednášky

- Úvod
- Princip HiL testování
- Testovaný objekt - ŘJ
- Modelování spojitých a diskrétních systémů
- Emulované signály
- HW a SW prostředky pro HiL
- Průběh testování
- Možnosti automatizace
- Závěr

Úvod

- Druhy testování
 - Ověřovací – ověření návrhu
 - Funkční – ověření funkce
 - Testování parametrů
 - Zahořovací
 - Výrobní
- Testování distribuovaného systému
 - Ruční – jednotky včetně senzorů
 - Ruční – řízené pomocí počítače
 - Automatizované – pomocí počítače

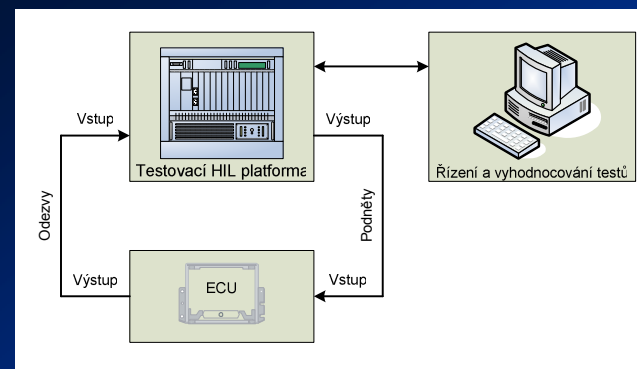
Úvod

- HiL – Hardware in the Loop – hardware ve smyčce
 - Používáno výrobcí elektronických řídicích jednotek v procesu rychlého vývoje – ladění řídicích algoritmů
 - Využíváno i zákazníky během vývoje vlastních složitějších systémů – ověření funkce a součinnosti řídicích jednotek

Princip HIL testování

- Základní princip testování
 - Nastavení podnětů pro vstupy jednotky
 - Zachycení výstupů
 - Vyhodnocení odezvy
- HIL testování
 - Vstupy a výstupy obsluhovány testovací platformou
 - Vyhodnocení pomocí počítače - PC

Princip HIL testování



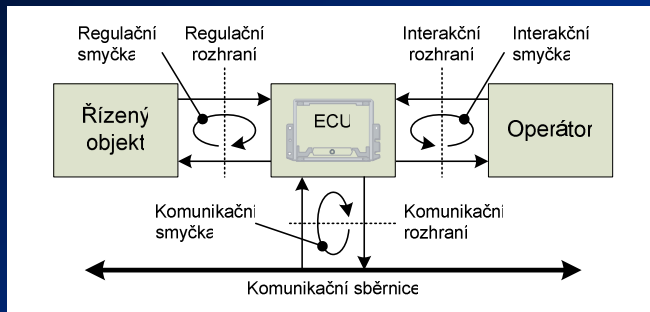
Rozhraní řídicí jednotky

- Regulační rozhraní
 - Interakce s regulovaným fyzikálním procesem
 - Analogové i digitální vstupní/výstupní signály
 - Tvoří regulační smyčku
 - HIL emuluje regulovaný proces
- Komunikační rozhraní
 - Komunikace s ostatními ŘJ
 - Výměna informací
 - Nutných pro regulaci procesu
 - Doplnujících pro zvýšení úrovně řídicího systému
 - Simulace virtuálních komunikujících RJ – tzv. *rest bus simulace*

Rozhraní řídicí jednotky

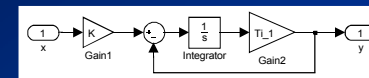
- Interakční rozhraní
 - Interakce s operátorem (řidičem)
 - Vstupy: tlačítka, rotační kodéry, potenciometry
 - Výstupy: displej, akustická signalizace
 - Pro uzavření interakční smyčky
 - Elektromechanické rozhraní pro stimulaci ovládacího panelu
 - Zařízení na zpracování obrazu pro analýzu zobrazovaných informací
 - Náročné na implementaci
 - Simuluje chování řidiče

Rozhraní řídicí jednotky



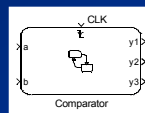
Modelování systémů

- Spojité dynamické systémy
 - Matematický popis
 - Diferenciální rovnice
 - Přenosová funkce
 - Modelování pomocí Matlab – Simulink



Modelování systémů

- Diskrétní systémy
 - Matematický popis
 - Diferenční rovnice – dynamické systémy
 - Booleho algebra, tabulky přechodů – číslicové systémy (kombinační, sekvenční)
 - Stavové diagramy – stavové automaty
 - Modelování Matlab – Simulink, program v C, Stateflow



Emulované signály

- Spojité
 - Napětí – AD/DA převodníky
 - Odpor – výstup s programovatelným odporem (teplotní čidla, odporově kódovaná tlačítka)
- Diskrétní
 - PWM – vstup i výstup, nastavitelná střída i frekvence (akční členy, inteligentní snímače)
 - Pulsní signály – určení polohy, rychlosti, otáček apod. (ABS, vačkový a klikový hřídel)
- Komunikace
 - Sběrnice CAN, LIN, sériová komunikace UART
 - Specifické komunikační protokoly (inteligentní senzory)

Implementace HIL testování

- Vývoj vlastního testovacího systému
 - Nižší náklady
 - Delší doba implementace
 - Omezená použitelnost
- Implementace profesionálního testovacího systému
 - Rychlejší implementace
 - Vysoké pořizovací náklady
 - Univerzální použití – programovatelnost

Profesionální testovací systémy

- National Instruments
 - + Cena
 - Rozhraní TTL (u některých produktů)
 - Kompatibilita sw vybavení
- dSPACE
 - + Rozhraní slučitelné s automobilovým průmyslem
 - + Výpočetní výkon
 - Cena
- ETAS
 - + Standard v automobilovém průmyslu
 - Dostupnost v ČR a cena

Otevřené nástroje

- Modelica
 - Otevřený modelovací objektově orientovaný jazyk
 - Popis algebroidními rovnicemi (DAE) vs. ODE v Simulinku
- SCILAB/SCICOS
 - Opensource náhrada Matlabu/Simulinku
 - Speciální blok pro model popsaný v Modelice
 - Speciální blok „automata“ – model stavového automatu s dynamickým chováním
 - Generování kódu z modelu
- Linux + RTAI + Comedi
 - RTAI – Realtime rozšíření jádra systému
 - Comedi – sada ovladačů pro I/O karty
 - Platforma pro běh modelů SCICOS v reálném čase

Testovací systém dSPACE

- Modulární hardware dSPACE
 - Procesorová karta s PowerPC 750 FX 800MHz
 - Periferní karty s analogovými a digitálními vstupy/výstupy, PWM, oporové výstupy, ad.
- Programování
 - Prostředí Matlab Simulink
 - Program v C/C++
- Řízení a vyhodnocování testů pomocí aplikace ControlDesk

Příklad konfigurace testovacího systému dSPACE

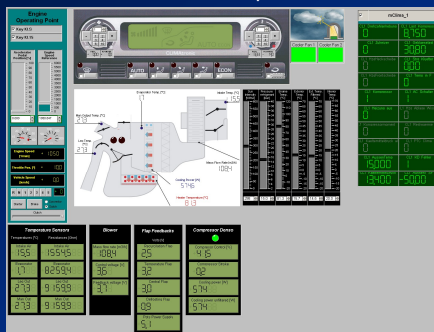
	HDIN	HDOUT	AIN	AOUT	PWMIN	PWMO	ROUT	CAN	WGEN	WCAPT	LIN	DIN	DOUT	Cena Kč bez DPH
Objekt celkem	46	1	18	9	12	12	31	2	5	5	1	12	56	
Směr (objekt ◀▶tester)	▼	▲	▼	▲	▼	▲	▲	▲	▼	▲	▲	▼	▲	
DS2211- HIL karta	16	16	16	20	8	9	10	2						377.100,-
DS2211- HIL karta	16	16	16	20	8	9	10	2						377.100,-
DS2211- HIL karta	16	16	16	20	8	9	10	2						377.100,-
DS4003 - 96 dig. I/O												24	72	30.500,-
DS4330 - max.16 LIN											4			129.500,-
DS1005 - Procesorová karta														259.000,-
DS4002 - I/O TTI a signálů								8				16	16	68.600,-
DS5001- Vstup signálů										16				85.700,-
Celkem	48	48	48	60	24	27	30	6	8	16	4	40	88	1.704.600,-
Rezerva	2	47	30	51	12	15	-1	4	3	11	3	28	32	

Postup programování dSPACE

- Vytvoření modelu emulovaného systému
 - Matlab – Simulink
 - Grafický návrh modelu
 - Podprogramy v C – s-funkce – blok v grafickém návrhu
- Přeložení modelu
 - Vygenerování zdrojových souborů v jazyce C (Realtime Workshop, Realtime Embedded Coder)
 - Přeložení zdrojových souborů pro platformu PowerPC
- Nahrání binárního kódu do HIL platformy (simulátoru)

Průběh testování

- Aplikace ControlDesk
 - Panely s ovládacími a vizualizačními prvky
 - Ruční testování s možností skriptování



Průběh testování

- Testování normální funkce
 - Ověření bezchybné funkce
 - Parametrické testování při různém napájení
 - Reakce na rušení v napájení – pokles napětí při startování
- Testování chybových a limitních stavů
 - Prověření vlastní diagnostiky ŘJ (DTC)
 - Navození poruch typu zkrat, rozpojení, apod.
 - Nutná jednotka pro vkládání chyb – FIU (Failure Insertion Unit)

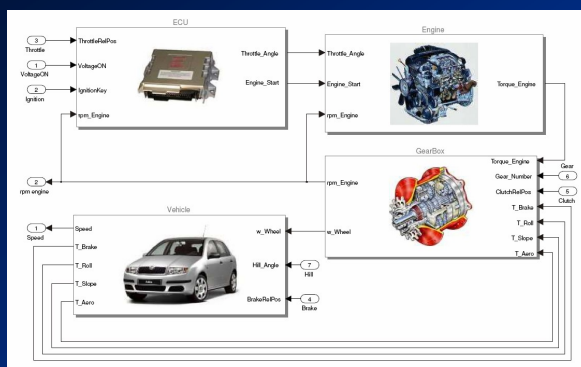
Automatizace testování

- Generování testů
 - Na základě specifikace či modelu testovaného systému
- Průběh testování
 - Provedení posloupnosti kroků definovaných testem
- Vyhodnocení testu
 - Výstupní veličiny jsou/nejsou v definovaných intervalech
 - Správnost funkce systému
- Generování reportů
 - návaznost na informační systémy

Automatizace testování

- Řešení dSPACE
 - Skripty v aplikaci ControlDesk
 - Aplikace AutomationDesk
- Řešení MBtech
 - Systém PROVEtech:TA – Workspace, Testmanager, Diagnostic, Fault simulation
 - Zadávání testů jako program v jazyce Visual Basic
 - Dávkové vykonávání testu
 - Automatické vyhodnocování testu a generování reportů ve formátu HTML

Ukázka testování Model in the Loop



Závěr

- HIL testování
 - Jednoduchá metoda testování
 - Využíváno výrobcí řídicích jednotek
 - Významné i pro zákazníky
- Implementace
 - Vývoj vlastního testovacího systému
 - Pořízení profesionálního systému

Zdroje a odkazy

- VÍT, M. Automatizované testování elektronických řídicích jednotek automobilu: disertační práce. Plzeň: ZČU, Plzeň, 2007. 88 s.
- KUBÍK, M. Testování elektronických systémů automobilu: práce k SDZ. Plzeň: ZČU, Plzeň, 2006. 41 s.
- Bucher, R.; Mannori, S.; Netter, T. RTAI-Lab tutorial: Scilab, Comedi, and real-time control. Dostupné online: <https://www.rtai.org/RTAILAB/RTAI-Lab-tutorial.pdf>
- WWW stránky společnosti dSPACE: <http://www.dspace.com>
- WWW stránky produktu Matlab – Simulink: <http://www.mathworks.com/products/simulink/>

Děkuji za pozornost

Ing. Michal Kubík
mickub@kae.zcu.cz, +420-37-763-4260



Poděkování

Tento projekt je spolufinancován
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

v rámci projektu č. CZ.1.07/2.3.00/09.0086

Podpora VaV a vzdělávání pro VaV
v oblasti mechatroniky silničních vozidel