

HIL SIMULACE JAKO PROSTŘEDEK PRO TESTOVÁNÍ ŘÍDÍCÍCH JEDNOTEK V AUTOMOBILU

Ing. Jaromír Krecl
ŠKODA AUTO a.s.

Abstrakt:

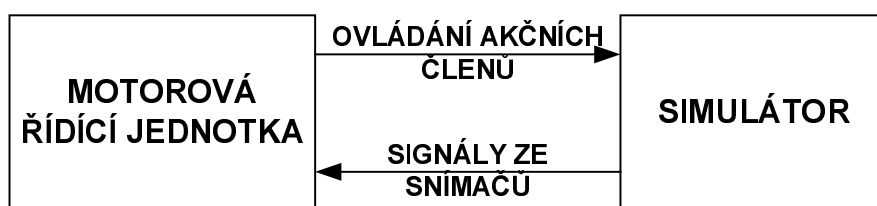
Příspěvek prezentuje možnosti využití Matlabu pro testování řídicích jednotek v automobilovém průmyslu metodou HIL simulace. Princip této metody spočívá v tom, že ke skutečné řídicí jednotce je připojen simulátor, který v reálném čase simuluje příslušné elektromechanické prostředí (motor, převodovka, podvozek, ...). Díky této metodě lze v laboratorních podmínkách otestovat chování a provozní vlastnosti zkoušených řídicích jednotek.

1. Úvod:

Posledních několik let v automobilovém průmyslu je charakterizováno prudkým nárůstem použití elektronických systémů v automobilech. Ani firma ŠKODA AUTO není v této oblasti výjimkou, čemuž nasvědčuje stále rostoucí počet a složitost elektronických řídicích jednotek ve vozidlech Škoda. Tento trend ovšem sebou přináší větší riziko vzniku závad, což klade enormní nároky na testování vozidel ve vývojových fázích. Jednou z metod, jak lze velice efektivně a účinně otestovat řídicí jednotky v laboratorních podmínkách a tím zvýšit jejich kvalitu a spolehlivost je tzv. HIL simulace.

2. Princip HIL simulace

Metoda HIL (Hardware–In–the–Loop) se obecně používá pro simulaci elektromechanických systémů, které jsou řízeny elektronickou řídicí jednotkou. Typickým příkladem takového systému v oblasti automobilů je motor, který je ovládán motorovou řídicí jednotkou (MŘJ). Proces, kdy ke skutečné MŘJ připojíme simulátor, který nahradí veškerá elektrická čidla a akční členy v motoru a který je schopen v reálném čase simulovat chování tohoto motoru, se nazývá HIL simulace.



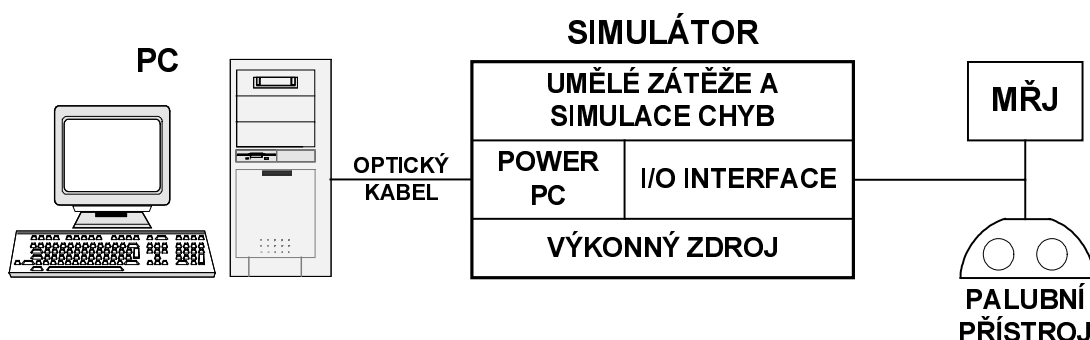
obr. 1 Princip HIL simulace

3. Zapojení simulátoru

Celý systém se skládá z několika zařízení. Nejdůležitější z nich je vlastní simulátor, ve kterém probíhá simulace daného procesu v reálném čase. Simulátor obsahuje výkonný napájecí zdroj, regulovatelný modelem, procesorovou kartu s modulem pro komunikaci s PC. Dále dle aplikace obsahuje jednu nebo více vstupně – výstupních karet, simulující elektrické signály pro řídicí jednotku. Důležitá část simulátoru je blok pro umělé zátěže, kde je možno k jednotlivým signálům od řídicí jednotky připojit umělou zátěž, simulující připojené čidlo či akční člen. Součástí tohoto bloku je jednotka simulace chyb, která umožňuje zkratovat vybrané signály k napájecímu napětí, zemi nebo tyto signály rozpojit.

K simulátoru, resp. jeho I/O vodičům je připojena testovaná řídicí jednotka, případně další nezbytné komponenty, jako jsou palubní přístroj, škrtková klapka, atd. Tyto přídatné díly se připojují v případě, že jejich simulace je velice náročná a je jednodušší použít skutečné prvky.

Simulátor je ovládán z PC, jež je připojeno optickým kabelem. Model simulovaného procesu je vytvořen v ovládacím PC v programu MATLAB – SIMULINK. Jakmile je model funkční, je přeložen do kódu, umožňující běh aplikace v reálném čase v procesoru simulátoru. Pro tyto úkony je nutné použít toolbox Real-Time-Workshop plus příslušné překladače. Vygenerovaný kód se po optickém kabelu nahraje do simulátoru, kde již může běžet zcela autonomně bez zásahu ovládacího PC. V praxi je ovšem žádoucí, aby obsluha mohla zasahovat do procesu simulace, nebo se alespoň informovat o právě probíhajících procesech. K tomuto účelu je možné spustit na PC program Controldesk, pomocí kterého lze provádět on-line zásahy do simulace, běžící v reálném čase



Obr. 2 zapojení simulátoru

4. Popis modelu

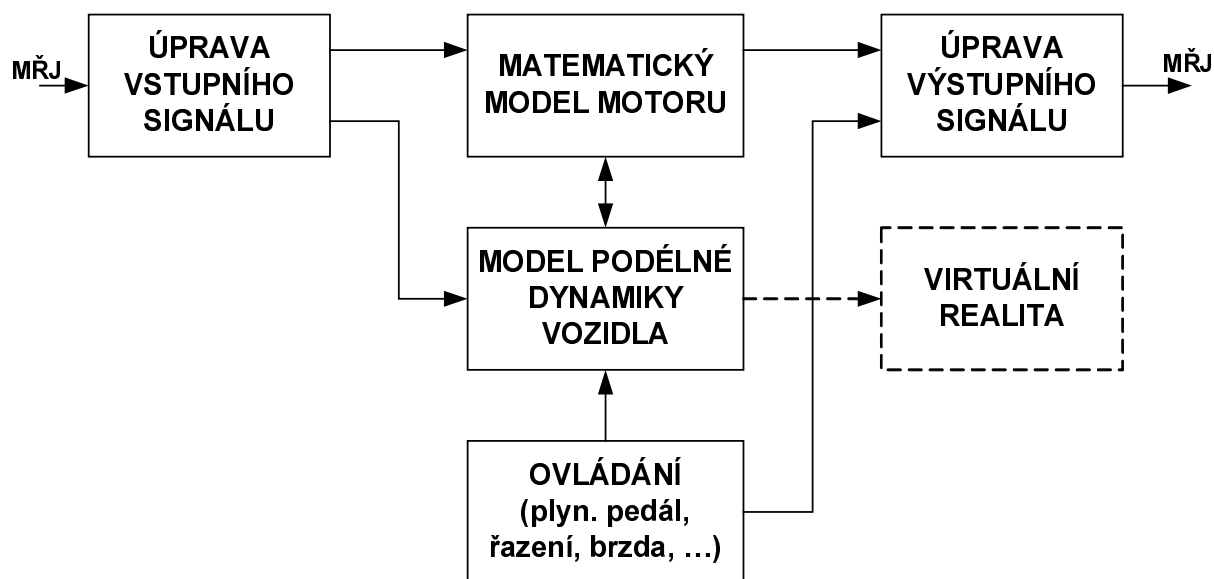
Na obr. 3 je znázorněna základní struktura modelu HIL simulátoru motoru. Elektrický signál z řídicí jednotky je nejprve upraven a převeden na matematické číslo, reprezentující např. dobu vstříku, úhel zapálení či úhel otevření škrtkové klapky. Tyto údaje jsou vstupní veličinou bloku „MATEMATICKÝ MODEL MOTORU“. V tomto bloku je namodelován fyzikální proces simulovaného spalovacího motoru, jehož chování je ovládáno vstupními údaji. Výstupní veličiny modelu (např. otáčky, teploty, tlak v sacím potrubí, lambda, ...) jsou převedeny zpět na elektrické veličiny (elektrický odpor, analogové napětí, PWM signál, ...) a jsou vedeny do řídicí jednotky namísto skutečných čidel.

Abychom mohli celý proces simulace řídit podobně jako ve skutečném vozidle, obsahuje model blok „OVLÁDÁNÍ“. V něm jsou simulovány signály z ovládacích prvků (plynový pedál, brzda, spojka, řazení, ...). Část ovládacích signálů, jež jsou vyžadovány řídicí jednotkou jsou vedeny do bloku „ÚPRAVA VÝSTUPNÍHO SIGNÁLU“ a poté do řídicí jednotky.

Samotný model motoru většinou nestačí k vyzkoušení všech provozních stavů. Stejně jako ve skutečnosti je potřeba motor umístit do konkrétního vozidla, což je zde reprezentováno blokem „MODEL PODÉLNÉ DYNAMIKY VOZIDLA“. V něm je obsažen model spojky, převodovky, rozvodovky, podvozku, atd. V tomto bloku jsou také zohledněny parametry, mající vliv na zatížení motoru (aerodynamický koeficient, součinitel tření, hmotnost vozidla, setrvačnost, ...). V případě HIL simulátoru motoru je v tomto bloku simulován pouze zjednodušený pohyb vozidla dopředu a dozadu (podélná dynamika), protože na funkci motoru nemá příčný pohyb vozidla vliv.

O možnostech zobrazení průběhu simulace již bylo zmíněno v předchozím odstavci (využití programu Controldesk). Další možnost on-line vizualizace procesu

simulace je použití virtuální reality, pomocí které můžeme sledovat skutečné chování vozidla. V našem případě je virtuální realita naprogramována také v Matlabu s využitím Virtual Reality Toolboxu.



Obr. 3 Struktura modelu

5. Využití HIL Simulace

Hlavním využitím HIL simulátorů je testování řídicích jednotek a to nejenom jednotek přímo připojených k simulátoru, ale i ostatních jednotek propojených komunikační sběrnici. Zásadní výhodou této metody testování je její reprodukovatelnost. HIL simulace umožňuje provádět opakované testy při zachování identických počátečních podmínek, což velice usnadňuje vyhledávání případných závad. Dalším neméně důležitým kladem je možnost zkoušení řídicích jednotek v laboratorních podmínkách ještě před stavbou prototypu vozidla, čímž se výrazně sníží čas a náklady na vývoj elektroniky automobilu. Mezi výhody lze dále zařadit snadnou možnost automatizace celého procesu testování, schopnost zkoušení jednotek za hranicí běžných provozních podmínek, které lze ve skutečném vozidle jen těžko docílit.

6. Závěr

Firma ŠKODA AUTO v současné době provozuje několik HIL simulátorů, včetně simulátoru ESP (elektronický stabilizační program). Dosavadní výsledky ukazují na výhodnost této investice, která se projevuje ve zrychlení a hlavně ve zkvalitnění procesu vývoje automobilu.

7. Seznam literatury

- [1] Vlček, F.: Vozidlové spalovací motory, nakladatelství VLK, Brno, 2003.
- [2] Vlček, F.: Dynamika motorových vozidel, nakladatelství VLK, Brno, 2000.

8. Kontaktní adresa

Ing. Jaromír Krecl,
oddělení vývoje elektřiny a elektroniky vozidla
ŠKODA AUTO a.s., Mladá Boleslav,
tel: +420 326 8 18269,
email: jaromir.krecl@skoda-auto.cz