

Návrh řízení válcovací tratě metodou Model-Based Design

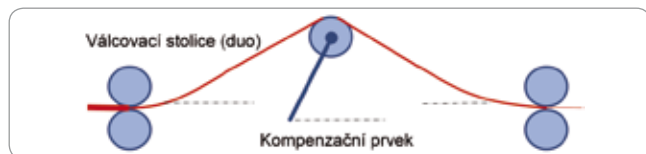
Programovatelné logické automaty (PLC) představují jeden z nejčastějších prostředků pro řízení průmyslových systémů a procesů. Nasazené aplikace počínají jednoduchými obvody a končí systémy s mnoha provazbenými řídicími smyčkami a složitou kontrolní logikou. Zde je zapotřebí určit hodnoty mnoha parametrů a zajistit, aby všechny části řídicího algoritmu fungovaly společně dle zadaných požadavků.

Řešením je návrh a verifikace komplexních strategií řízení pomocí simulačních modelů. Ze stejných modelů lze následně automaticky vygenerovat strukturovaný text dle normy IEC 61131 určený pro PLC. Metoda nazvaná Model-Based Design je postavena na nástrojích MATLAB® a Simulink® firmy MathWorks®.

MATLAB je interaktivní prostředí pro technické výpočty, vývoj algoritmů, analýzu dat a vizualizaci. Simulink je nadstavba MATLABu, která poskytuje grafické prostředí pro modelování a simulaci dynamických systémů. Článek demonstruje postup návrhu metodou Model-Based Design na příkladu průmyslové válcovací tratě pro výrobu ocelových plechů.

Systém válcovací tratě: cíle řízení

Výstupem válcovací tratě je ocelový plech konstantní tloušťky získaný ztenčením výchozího polotovaru. Typická trať sestává z několika válcovacích stolic, v nichž dochází k postupnému ztenčování ocelové tabule. Mezi válcovacími stolicemi jsou umístěny kompenzační prvky, které udržují konstantní napětí v materiálu (Obr. 1). Tloušťka plechu i napětí v materiálu jsou regulovány řídicím systémem, který musí dále obsahovat systém detekce poruch s následnou automatickou korekcí nebo bezpečným zastavením provozu.



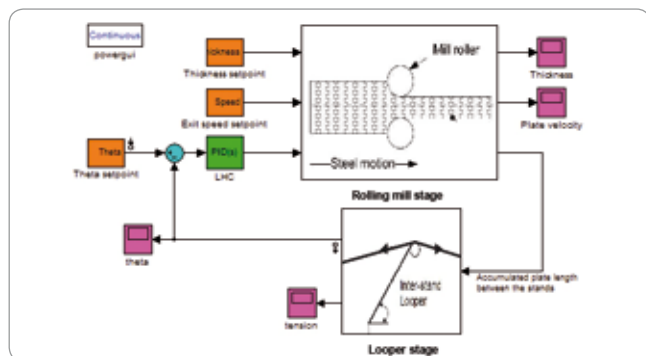
Obr. 1 Schéma válcovacího procesu

Model soustavy

Návrh systému započal tvorbou dynamického modelu fyzických částí soustavy. Model vytvořený v prostředí Simulinku sestává z válcovací stolice (duo) a kompenzačního prvku (Obr. 2). K modelování mechanických, elektrických a hydraulických prvků soustavy byly využity nadstavby Simulinku pro fyzikální modelování, které obsahují hotové modely základních fyzikálních komponent.

Nastavení řídicího systému

Nelineární model soustavy byl automaticky linearizován. Lineární aproximace modelu sloužila k nastavení PID regulátorů, které jsou klíčovou součástí navrženého řídicího systému. Konečné doladění parametrů regulace bylo provedeno s původním nelineárním modelem pomocí optimalizačních funkcí, takže systém vykazuje správné



Obr. 2 Model válcovací stolice v Simulinku

chování i za přítomnosti nelinearit. Kompletní návrh byl prověřen řadou simulací. Model soustavy tak sloužil ke dvěma účelům: linearizovaný model byl využit k nastavení regulátorů a plný nelineární model sloužil k verifikaci navrženého řízení.

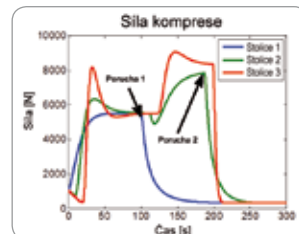
Modelování a simulace kompletního systému

Vytvořené subsystémy válcovací stolice a kompenzačního prvku s navrženou regulací byly sloučeny do modelu třístupňové válcovací tratě. Celkový model obsahuje kromě těchto prvků i doplňující subsystémy, které slouží k modelování dalších aspektů procesu, jako je zachování konstantního množství hmoty nebo dopravní zpoždění mezi jednotlivými stolicemi.

Návrh diagnostického systému

Kromě zpětnovazební regulace musel procesní řídicí systém obsahovat i diagnostickou logiku pro detekci poruch a zajištění plynulého provozu. Řídicí logika rozkládá celkové požadované ztenčení materiálu mezi jednotlivé válcovací stolice. Když dojde k selhání jedné ze stolic, přepočítají se požadované hodnoty ztenčení mezi zbývajícími stolicemi, čímž je dodržena požadovaná tloušťka výsledného plechu. Když není možné požadované ztenčení dosáhnout, dojde k bezpečnému zastavení provozu celé tratě.

Funkce systému byla simulačně testována pomocí uměle zanesených poruch. Při poruše první válcovací stolice jsou stanoveny nové požadavky na ztenčení materiálu ve zbývajících stolicích bez přerušení provozu. Při poruše další stolice již není kompenzace možná a dochází k zastavení.



Obr. 3 Reakce systému na vznik poruch (kompenzace/odstavení)

Implementace na PLC

Navržený řídicí systém byl automaticky přeložen do podoby strukturovaného textu, který může být importován do integrovaného vývojového prostředí daného PLC hardware. Generovaný text obsahuje množství komentářů, díky nimž lze snadno dohledat části modelu příslušné konkrétním řádkům.

Závěr

Metoda Model-Based Design nabízí přímočarý vývoj systémů od modelování fyzických komponent přes návrh řízení až po automatickou implementaci algoritmů na cílovou platformu. S modely soustav můžeme zkoušet řadu situací včetně reakcí na poruchové stavy, které bychom s reálnou soustavou nebyli schopni provést jak z finančních tak bezpečnostních důvodů.

Distributor produktů společnosti MathWorks v České republice a na Slovensku: HUMUSOFT s. r. o. (<http://www.humusoft.cz>)



HUMUSOFT s.r.o.

info@humusoft.cz, www.humusoft.cz