

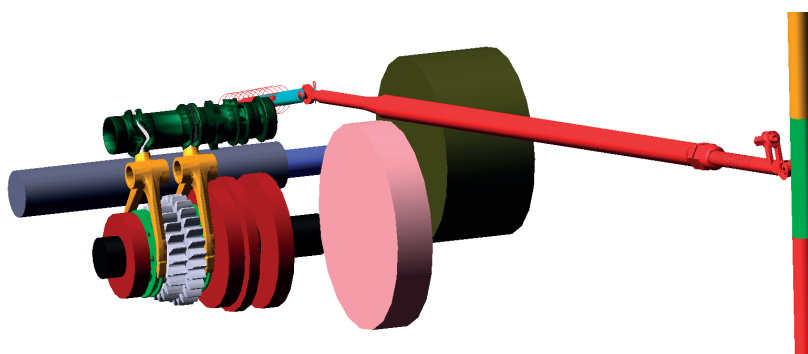
## Počítačový model sekvenční převodovky závodního automobilu

Radek Bulín<sup>1</sup>, Štěpán Dyk<sup>2</sup>, Michal Hajžman<sup>3</sup>, Miroslav Byrtus<sup>4</sup>

### 1 Úvod

Tento příspěvek se zabývá tvorbou počítačového modelu sekvenční převodovky závodního automobilu a jeho využitím při citlivostních analýzách a optimalizaci rychlosti řazení. Úspěch v závodu totiž není dán jen schopnostmi řidiče, ale také celkovou technickou připraveností vozu, kdy je nutné vyladit různé parametry vozu experimentálně nebo s využitím počítačových simulací. Sekvenční převodovka je nejčastěji využívaný typ převodovky u závodních motorových vozidel (například vozy rallye, F1 a další), neboť umožňuje rychlé řazení v řádu desítek milisekund. Během závodu pak řidič řadí tolikrát, že změna délky jednoho řazení o několik milisekund může vést k významnému snížení výsledného závodního času.

Řazení u tohoto typu převodovky (obrázek 1) probíhá bez použití spojky při plném plynu. Řidič zatažením za řadicí páku dá signál řídicí jednotce motoru pro krátkodobé snížení výkonu motoru tak, aby mohlo dojít k vytažení zubů mezi řadicím kroužkem a ozubeným kolem výchozího stupně řazení. Následuje rychlý přesun řadicího kroužku, zpětný náběh výkonu motoru a záběr řadicího kroužku s jiným stupněm řazení.



Obrázek 1: Vizualizace počítačového modelu.

### 2 Počítačový model

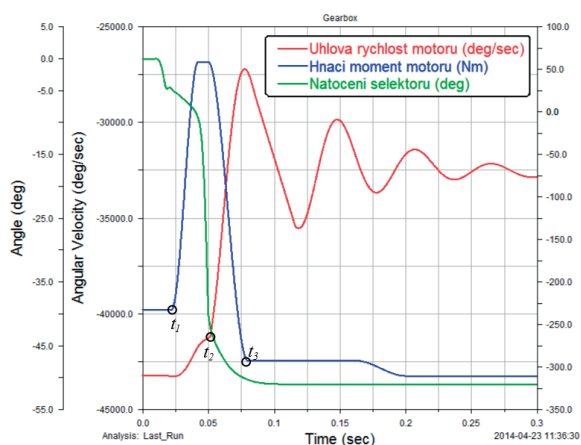
Pro zachycení reálného chování převodovky při řazení mezi třetím a čtvrtým stupněm je nutné do modelu zahrnout vlivy přilehlých součástí, více v Gillespie (1992). Ze strany vstupu do převodovky je to především vliv setrvačnosti motoru, hnacího momentu a poddajnosti hřídelů a spojky. Na straně výstupu z převodovky je pak zahrnut vliv rotační setrvačnosti kol, setrvačnosti vozidla a poddajnosti kardanových hřídelů.

<sup>1</sup> student DSP Aplikované vědy a informatika, obor Aplikovaná mechanika, e-mail: rbulin@students.zcu.cz

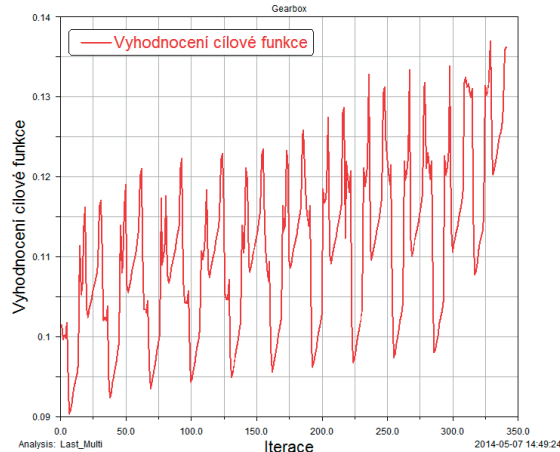
<sup>2</sup> student DSP Aplikované vědy a informatika, obor Aplikovaná mechanika, e-mail: stepan24@students.zcu.cz

<sup>3</sup> Katedra mechaniky, e-mail: mhajzman@kme.zcu.cz

<sup>4</sup> Katedra mechaniky, e-mail: mbyrtus@kme.zcu.cz



**Obrázek 2:** Průběh úhlové rychlosti motoru, hnacího momentu a natočení selektoru.



**Obrázek 3:** Citlivostní studie – vyčíslení cílové funkce pro různé kombinace parametrů.

Celý model byl vytvořen v programu MSC.ADAMS, který je vhodný pro simulace pohybu vázaných mechanických soustav (tzv. multibody systémů, více v Shabana (2005)). Skládá se z 31 tuhých těles, které jsou propojeny celkem 39 vazbami. Poddajnost hřídelů ze stran před a za převodovkou byla modelována pomocí torzních pružin, jejichž tuhost byla napočítána dle průřezových a materiálových charakteristik hřídelů. V modelu je zahrnuta rovněž poddajnost řadicí páky. Zubová vazba mezi ozubenými koly je popsána pomocí přenášeného momentu. Mezi řadicím kroužkem a ozubeným kolem třetího, případně čtvrtého stupně, dochází při vysokých otáčkách ke kontaktu. Jedním z parametrů, který je možný ladit, je vypnutí resp. zapnutí hnacího momentu. To je závislé na síle v řadicí páce resp. na natočení tzv. selektoru, který pohybuje řadicími kroužky a určuje zařazený stupeň.

### 3 Závěr

Vytvořený počítačový model sekvenční převodovky umožňuje provádět rozličné citlivostní analýzy a optimalizace za účelem zrychlení rychlosti řazení. Na obrázku 2 jsou zobrazeny časové průběhy úhlové rychlosti motoru, hnacího momentu a natočení selektoru pro hladké přerazení mezi třetím a čtvrtým stupněm. Při citlivostních studiích je sledována délka vypnutí hnacího momentu (dána časovými okamžiky  $t_1$  a  $t_3$  z obrázku) a okamžik zařazení (čas  $t_2$ ). Na obrázku 3 je průběh hodnot cílové funkce, která zohledňuje rychlost řazení a délku vypnutí hnacího momentu, pro různá nastavení vypínání a zapínání hnacího momentu. Minimální hodnota cílové funkce pak ukazuje optimální nastavení parametrů.

### Poděkování

Příspěvek byl podpořen grantovým projektem SGS-2013-036.

### Literatura

Gillespie, T.D., 1992. *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. Society of Automotive Engineers, Warrendale.

Shabana, A.A., 2005. *Dynamics of Multibody Systems*. Third Edition, Cambridge University Press, Cambridge.