

## Riadenie systému ASR

Girovský Peter · Elektrotechnika

29.08.2016



Tento článok sa zaoberá návrhom a realizáciou simulácie riadenia ASR systému vozidla. Pri simulácii boli uvažované rôzne prístupy k riadeniu ASR systému. Prvý prístup vychádzal z využitia regulátora brzd, druhý z využitia regulátora škrtiacej klapky a tretí z kombinácie prvých dvoch prístupov. Návrh a simulácia asistenčného systému ASR pre vozidlo bolo realizované za pomoci programov MATLAB/Simulink a CarSim. V závere príspevku je uvedená simulačná verifikácia správania sa vozidla bez systému ASR a so systémom ASR na kombinovanej vozovke.

### 1. Úvod

V dnešnej dobe je vozidlo neoddeliteľnou súčasťou každého života človeka, či už v práci alebo v súkromnom živote. Počty vozidiel na cestách sa každým rokom zvyšujú a so zvyšujúcim sa počtom vozidiel na cestách sa aj zvyšuje riziko nehôd. V moderných vozidlách sa riziko nehôd potláča zavádzaním rôznych bezpečnostných systémov či rôznych pomocných asistentov, ktorých úlohou je buď varovať vodiča pred blížiacim sa nebezpečenstvom, alebo pomáhať mu pri rôznych hraničných situáciách, pri brzdení vozidla alebo pri jeho rozbehu.

Bezpečné rozbehy vozidiel na cestách tvoria základ pre bezpečné vedenie vozidla v cestnej premávke. Mnohí vodiči majú problém sa rozbehnúť s vozidlom na vozovke za zhoršených adhézných podmienkach. Vďaka pomocným asistenčným systémom ako je napríklad ASR môžeme riziko problémov pri rozbehu eliminovať. Protišmykový systém ASR predstavuje systém regulácie prešmyku kolesa a prvýkrát bol použitý vo vozidle už v roku 1986. Úlohou tohto systému je zaistenie stability a ovládateľnosti vozidla pri jeho zrýchľovaní. Výhodou systému ASR, okrem toho, že zabraňuje poháňanému kolesu v prešmyku je aj nasledovné:

- zabezpečuje stabilné jazdné vlastnosti pri rozjazde, zrýchľovaní a prejazde áut na klzkých vozovkách,
- upozorňuje vodiča na klzké vlastnosti vozovky,
- znižuje opotrebovanie pneumatík na minimum,
- chráni pohonné ústrojenstvo vozidla,
- znižuje riziko nehody.

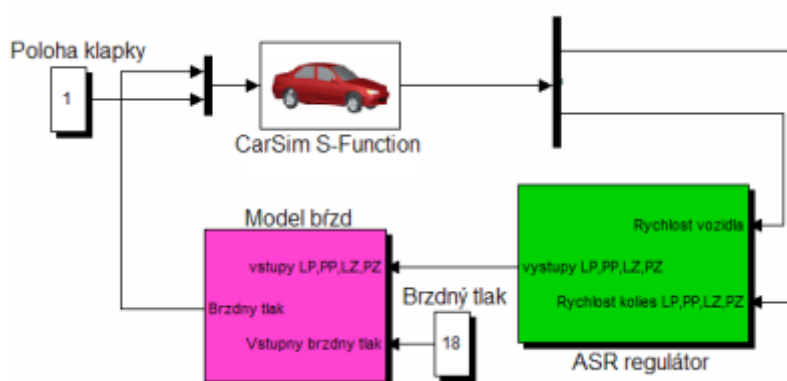
### 2. Návrh systému ASR

Pri návrhu ASR systému vozidla sme uvažovali s troma prístupmi pre obmedzenie hnacieho momentu a tým aj zamedzeniu prešmyku hnacieho kolesa pri akcelerácii vozidla:

1. regulácia ASR pomocou brzdného tlaku
2. regulácia ASR pomocou škrtiacej klapky
3. regulácia ASR pomocou brzdného tlaku a škrtiacej klapky

## 2.1 Regulácia ASR pomocou brzdného tlaku

Pri tomto spôsobe riadenia ASR systému celkovú reguláciu vykonáva brzdný systém vozidla a poloha škrtiacej klapky je nastavená na hodnotu 1, čo znamená, že výkon motora sa nereguluje. Schéma regulácie ASR systému pomocou brzdného tlaku je znázornená na obr.1.

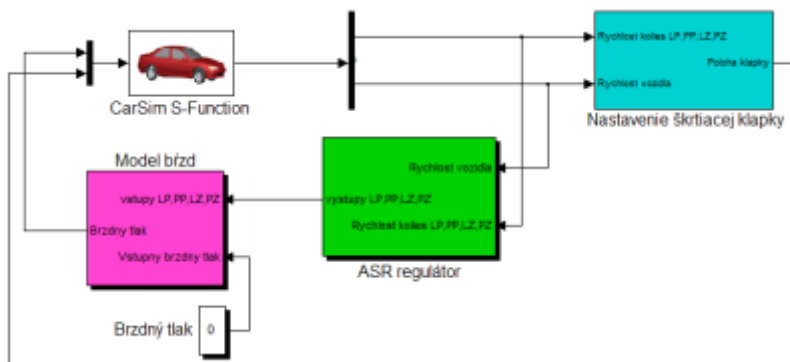


Obr. 1 Regulácia ASR systému pomocou brzdného tlaku.

Princíp tejto regulácie spočíva v identifikácii prešmyku kolesa, pri ktorom sa porovnáva rýchlosť vozidla s rýchlosťou jednotlivých kolies, pričom každé z kolies sa reguluje samostatne. Na výstupe z regulátora môžu byť nastavené dve hodnoty, 0 alebo 1. Na začiatku je nastavená hodnota výstupu 0, ktorá je nastavená pokiaľ prešmyk neprekročí 10%. V okamihu ak prešmyk dosiahne hodnotu 10%, sa na výstupe nastaví hodnota 1, čo znamená, že vozidlo začne pribrzdňovať potrebné koleso. Ak hodnota sklzu klesne pod úroveň 5% výstup opäť nadobudne hodnotu 0, vozidlo prestane pribrzdňovať a opäť akceleruje.

## 2.2 Regulácia ASR pomocou škrtiacej klapky

Pri tomto spôsobe riadenia ASR sa regulácia vykonáva iba riadením polohy škrtiacej klapky, ktorá obmedzuje prísun vzduchu do spalovacieho motora. Schéma regulácie ASR systému pomocou škrtiacej klapky je znázornená na obr.2.

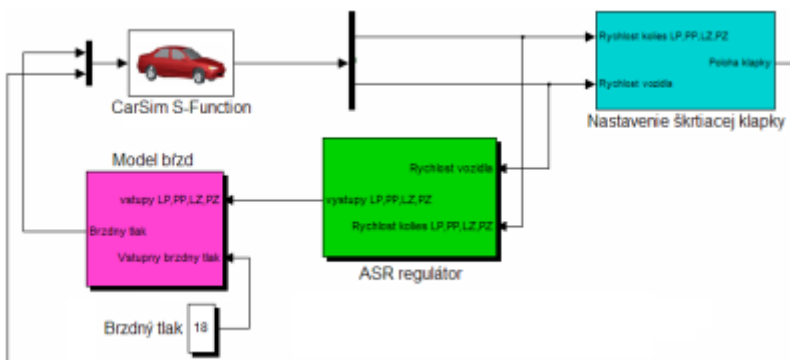


Obr. 2 Regulácia ASR systému pomocou škrtiacej klapky.

Princíp činnosti pri tomto type regulácie vychádza taktiež z výpočtu prešmyku ako v predchádzajúcom prípade. Vynechanie bŕzd je v tomto prípade simulované nastavením vstupného brzdneho tlaku na hodnotu 0. Výstup z nastavenia škrtiacej klapky nadobúda dve stavy 0, keď je škrtiaca klapka zatvorená a 1, keď je škrtiaca klapka otvorená. Na začiatku je škrtiaca klapka otvorená a ak sa ľubovoľné koleso hnacej nápravy dostane do prešmyku 10%, klapka sa zatvorí. Po poklese prešmyku na hodnotu 5% sa klapka opätovne otvorí a do motora je opäť dodávaný vzduch. Pre výpočet prešmyku sa berie do úvahy vždy najvyššia rýchlosť ľubovoľného kolesa.

### 2.3 Regulácia ASR kombináciou bŕzd a škrtiacej klapky

Pri tomto spôsobe riadenia ASR sa regulácia vykonáva kombináciou regulácie výkonu motora pomocou škrtiacej klapky a príbrzdovaním kolies. Schéma tohto kombinovaného spôsobu regulácie ASR systému je znázornená na obr.3.



Obr. 3 Regulácia ASR systému kombináciou bŕzd a škrtiacej klapky.

Princíp činnosti pri tomto type regulácie vychádza taktiež z výpočtu prešmyku ako v predchádzajúcich dvoch prípadoch, pričom pri prešmyku hnacej nápravy dochádza k súčasnému zníženiu výkonu motora pomocou škrtiacej klapky, ako aj príbrzdovaniu jednotlivých kolies. Výsledky testu rozbehu na danej vozovke sú zobrazené na obr. 4 a v tab.1.

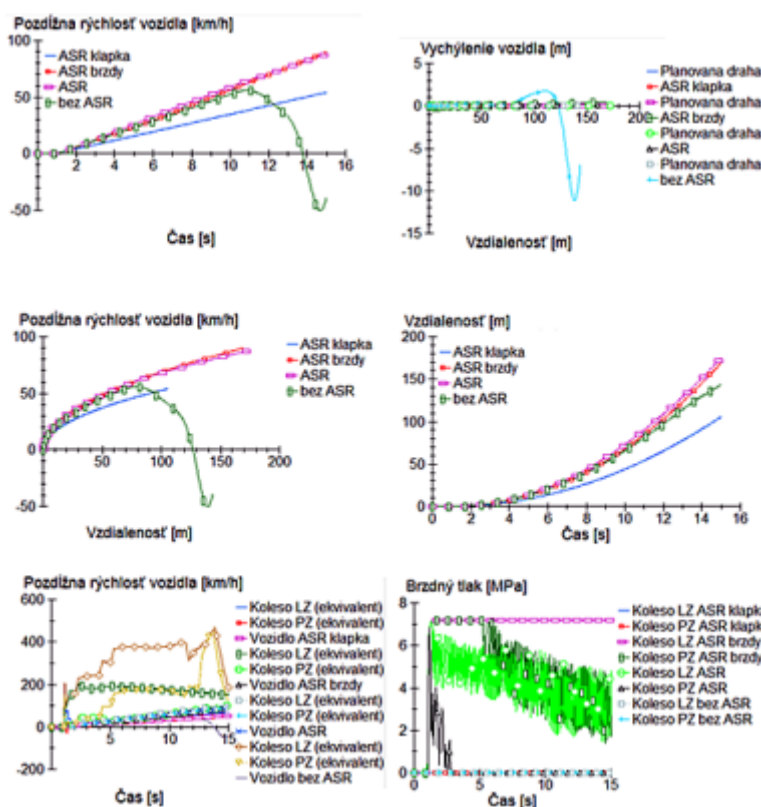
### 3. Testovanie asr regulátora

Simulačné testovanie navrhnutých systémov riadenia ASR bolo robené pomocou simulačných programov MATLAB/Simulink a CarSim. Test vozidla s jednotlivými systémami ASR a vozidla bez ASR bol vykonaný na rovnej ceste s kombinovaným povrchom, kde ľavý pruh vozovky mal priľnavosť 0,2 čo predstavovalo ľad na ceste a pravý pruh vozovky mal priľnavosť 0,5 čo predstavuje klasický asfalt. Testované

vozidlo bolo umiestnené v strede vozovky. Výsledky testu rozbehu na danej vozovke sú zobrazené v tab.1 a na obr. 4.

Tab.1 Výsledky testov vozidiel s jednotlivými systémami ASR a bez systému ASR na kombinovanej vozovke.

		Bez ASR	ASR (brzdy)	ASR (klapka)	ASR (klapka + brzdy)
Vzdialenosť	[m]	143,79	169,527	105,748	175,14
Maximálna rýchlosť	[km/h]	55,948	89,89	54,083	87,707
Maximálna rýchlosť E kolesa	[km/h]	470,79	201,34	172,763	138,49
Maximálna rýchlosť P kolesa	[km/h]	442,57	128,83	117,987	89,49
Konečná rýchlosť	[km/h]	-38,33	89,89	54,083	87,707
Počiatočná rýchlosť	[km/h]	0	0	0	0
Maximálne vychýlenie P	[m]	-11,11	-0,042	-0,0019	-0,009
Maximálne vychýlenie L	[m]	1,748	0,419	0,011	0,155
Konečná vychýlenie	[m]	-6,897	0,411	0,011	0,155



Obr. 4 Priebehy testov vozidiel s jednotlivými systémami ASR a bez systému ASR na kombinovanej vozovke.

Z testu vyplýva, že vozidlo s kombinovaným systémom ASR, kombinácia riadenia polohy škrtiacej klapky a pribrzdovania prešmykujúceho sa kolesa je najvhodnejší. Vozidlo s takýmto systémom prejde najväčšiu vzdialenosť 175,14 m a má malé vybočenie z plánovanej dráhy 15,5 cm. Vozidlo bez systému ASR je na kombinovanom povrchu nestabilné, vozidlo dostane šmyk vo vzdialenosti približne 74 metrov. Na konci testu sa toto vozidlo nachádza mimo vozovky. Využitie systému ASR s reguláciou polohy škrtiacej klapky je na vychýlenie od plánovanej dráhy najpresnejšie, kde výchylka je iba 1,1 cm, ale vozidlo má približne 62 % rýchlosť vozidla s kombinovaným

systemom ASR. Systém ASR s reguláciou brzd dokáže vyvinúť veľkú rýchlosť vozidla ale má pomerne veľké vychýlenie 41,1 cm.

#### 4. Záver

V tomto príspevku bol prezentovaný návrh systému ASR v programe MATLAB/Simulink a CarSim s tromi typmi regulácie, pomocou brzd, škrtiacej klapky a ich kombináciou. V následných testoch navrhnutého riadenia ASR systému sme sledovali vychýlenie vozidla, prejdená vzdialenosť, brzdný tlak pôsobiaci na kolesá a iné. Z výsledkov týchto testov na kombinovanej vozovke vyplýva, že vozidlo využívajúce systém ASR s kombináciou regulácie brzdneho tlaku a polohy škrtiacej klapky dosahovalo najlepšie výsledky a tento preto je tento systém najvhodnejší pre použitie vo vozidlách. Ďalšími úpravami by bolo možné dosiahnuť ešte lepšie výsledky pre jednotlivé spôsoby regulácie, prípadne pre riadenie ASR využiť systém založený na fuzzy logike, prípadne neurónových sieťach.

#### Literatúra

1. L. Miková, R. Baláž, M. Ádiová, Mechatronické subsystémy vozidiel pre zlepšenie jazdných vlastností a bezpečnosti cestných vozidiel. In: AT&P journal PLUS. 2009, č. 1, s. 13-17.
2. A. Mareš, AKTÍVNE A PASÍVNE PRVKY BEZPEČNOSTI AUTOMOBILOV. Archív: Transfer inovácií. [Online] 2003., ISBN 80 - 8075 - 075 - X.  
<http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/6-2003/pdf/193-194.pdf>
3. WABCO: Anti-Lock Braking System (ABS) and Anti-Slip Regulation (ASR) [Online]. 2011. 02.2011. Dostupné na internete:  
<http://inform.wabco-auto.com/intl/pdf/815/01/94/8150101943.pdf>

---

Spoluautorom článku je Ervín Bernát, Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita Košice, Slovenská republika

---