

Optimalizace regulačního algoritmu MR tlumiče

Zbyněk Strecker

 ústav
konstruování

Institute of Machine and Industrial Design
Faculty of Mechanical Engineering
BUT

6.11.2013

Obsah

- Úvod
- Současný stav poznání
- Vymezení cílů
- Metodický přístup k řešení
- Analýza a interpretace
- Závěr

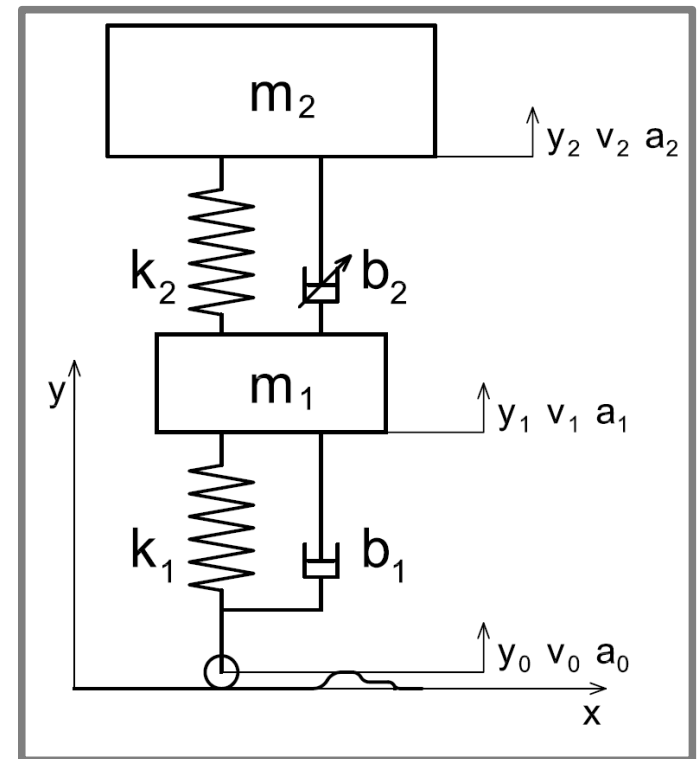


Úkoly odpružení automobilu:

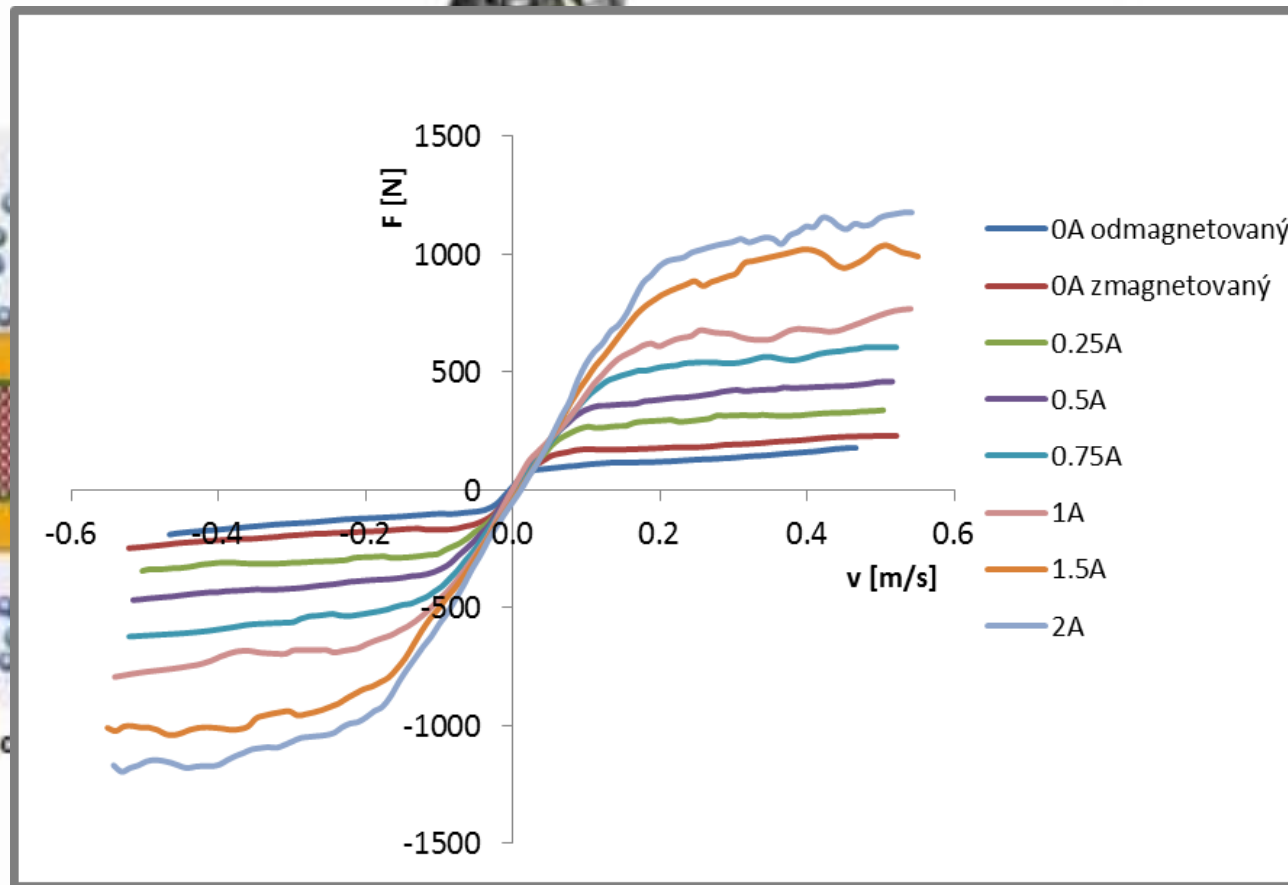
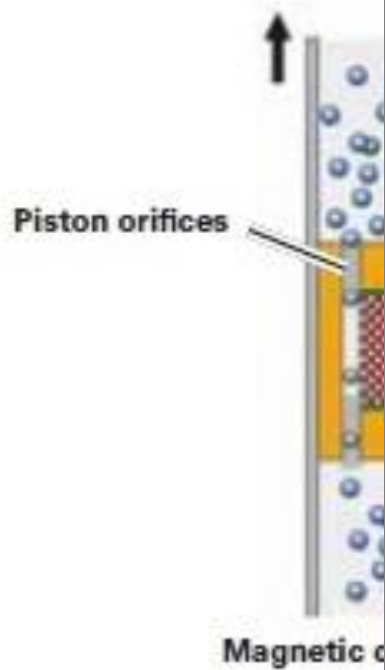
- Minimalizace a_2 (komfort)
- Maximalizace přítlaču kola na vozovku (bezpečnost)

Typy odpružení

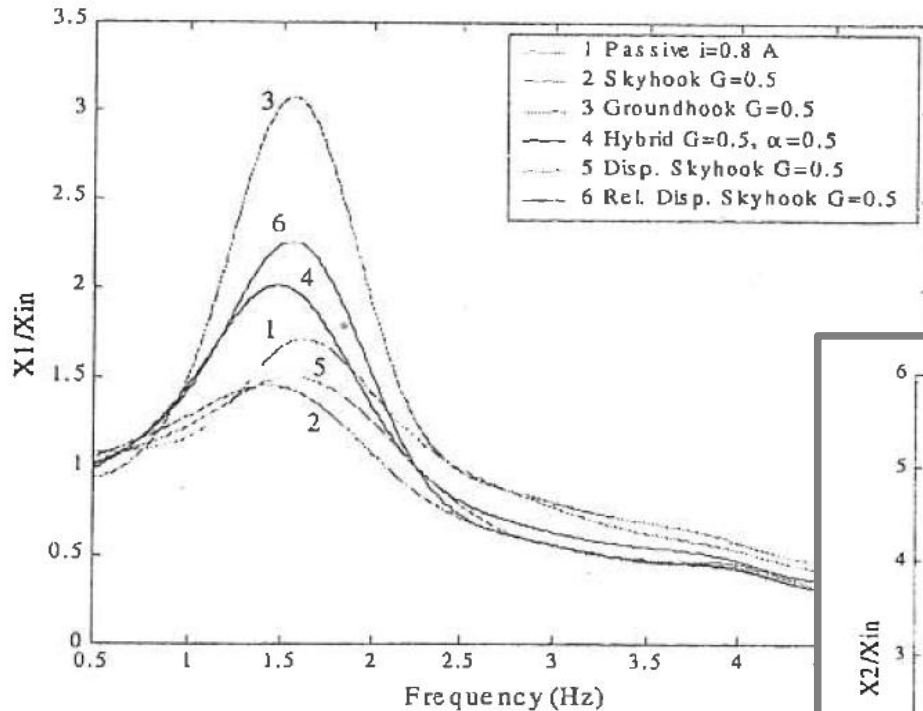
- Pasivní
- Semi-aktivní
- Aktivní



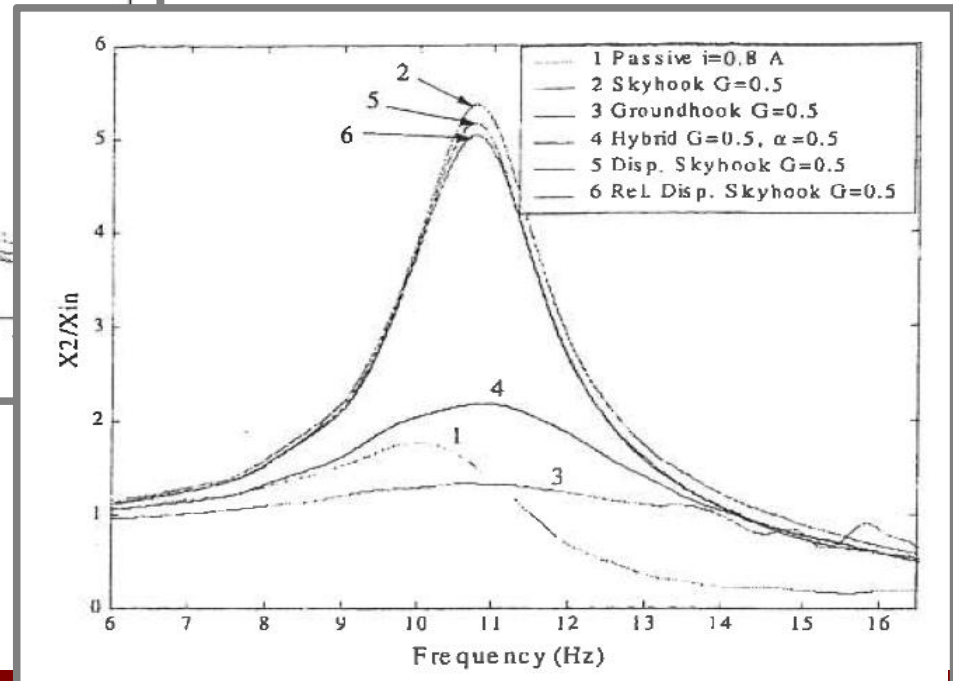
MR tlumič



Semiaktivní algoritmy řízení



- Algoritmy zlepšující komfort (Skyhook, acceleration driven control, balance control) (Karnopp, Ahmadian, atd.)
- Algoritmy zlepšující přítlak (Groundhook) (Ahmadian)



- Problem – neuvazuje se dynamika MR tlumiče
- $$\begin{cases} b\dot{x}, \dot{x}(x - x_0) > 0 \\ 0, \dot{x}(x - x_0) < 0 \end{cases}$$

Omezující parametry MR tlumiče



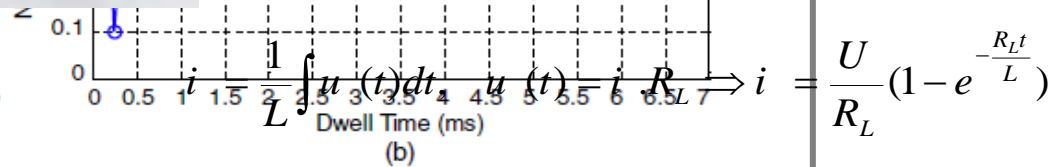
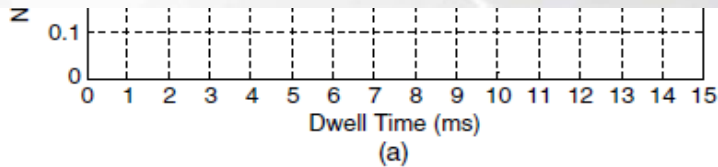
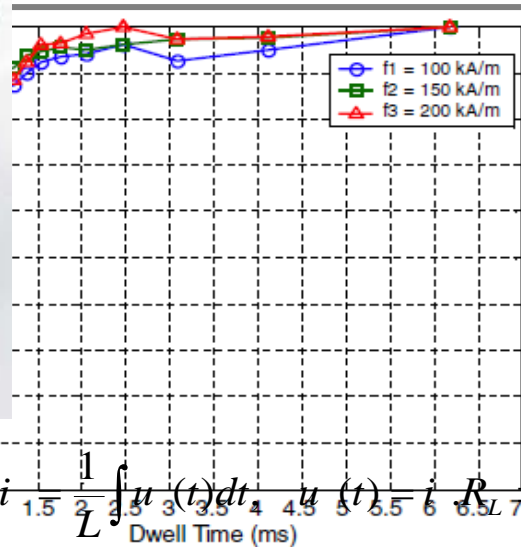
Regulační rozsah MR tlumiče

- Konstrukční řešení tlumiče (Carlson)
- Degradace kapaliny (Ulicny, Sunkara, Roupec)

Celková doba odezvy MR tlumiče (Koo)

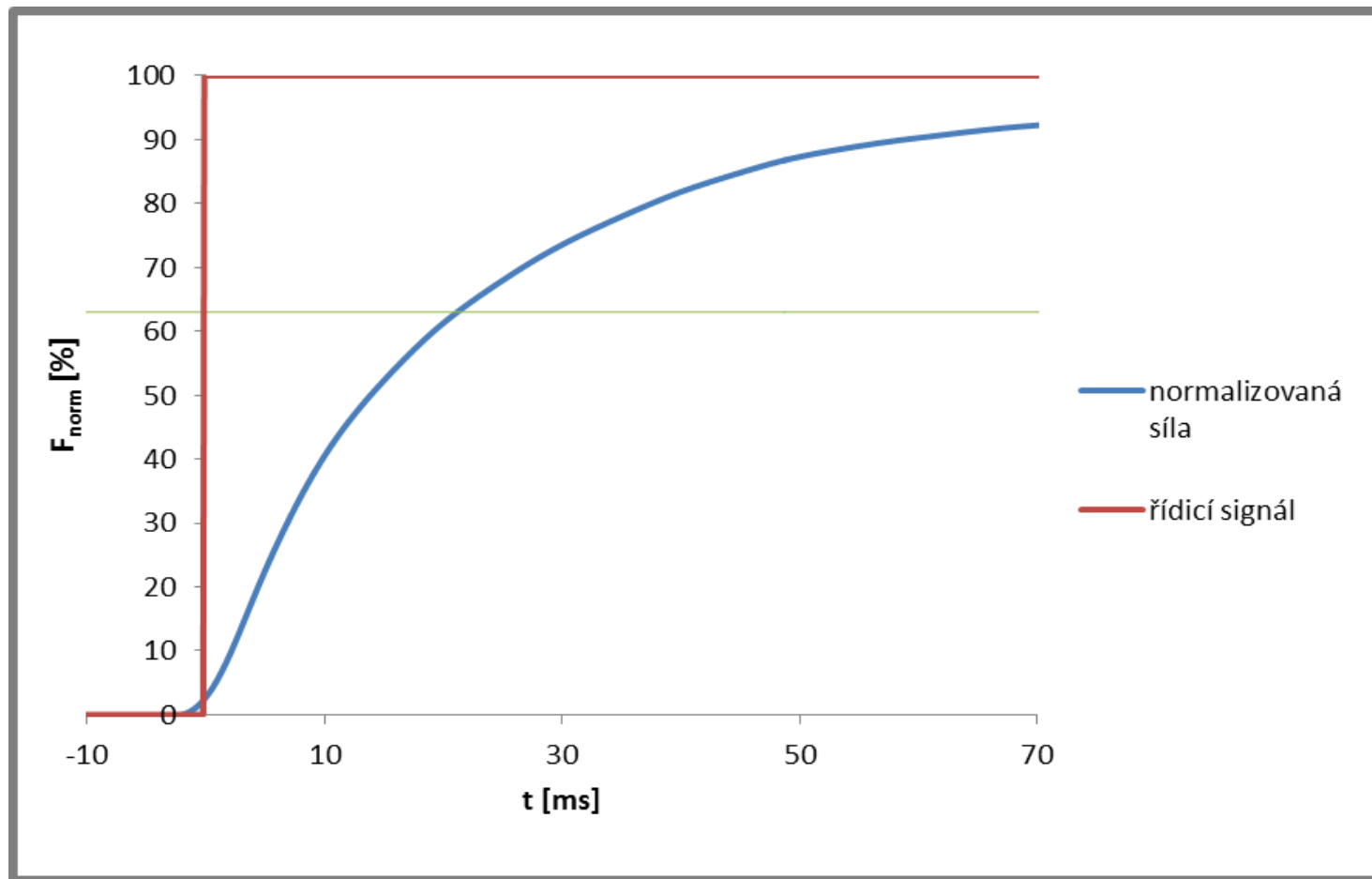
- Odezva MR kapaliny (Gonkalves)

řídící signál
 indukce na
 (with)



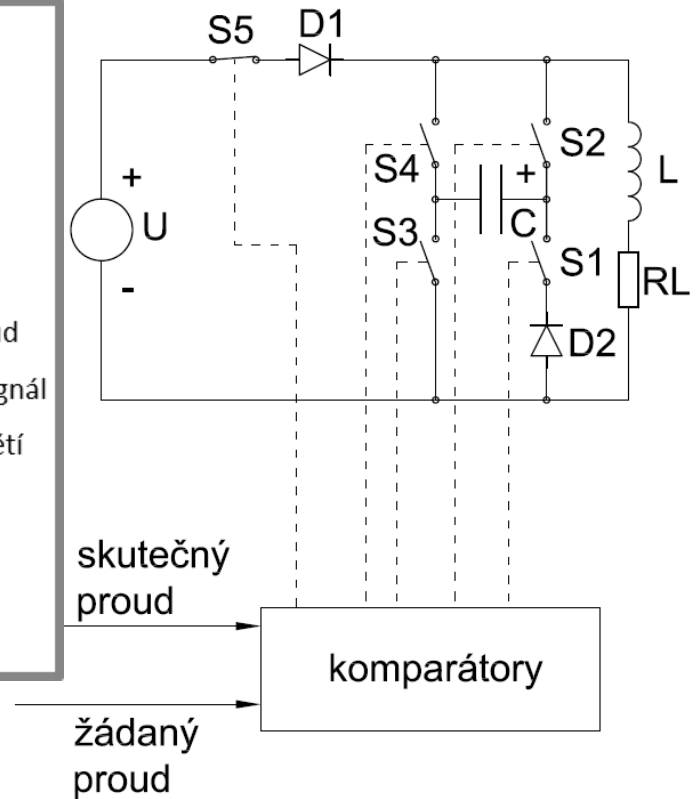
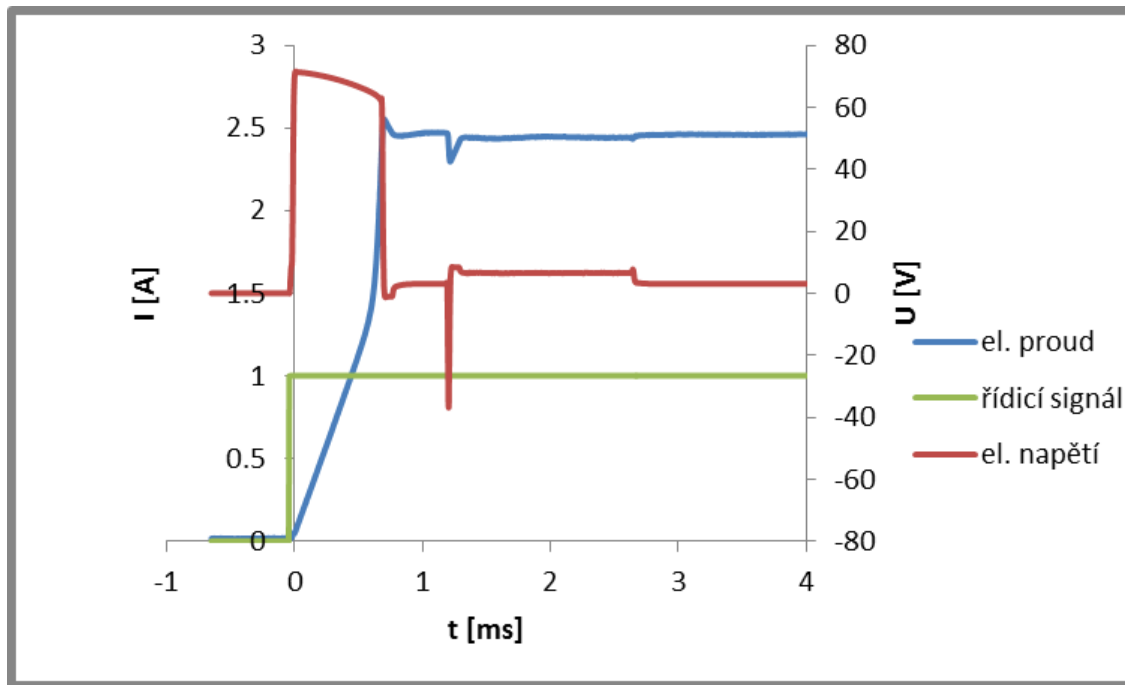
- **Redukce doby odezvy MR tlumiče**
- **Optimalizace regulačního algoritmu z hlediska časové odezvy MR tlumiče**
 - Analýza limitujících parametrů MR tlumiče
 - Návrh optimálního regulátoru proudu pro MR tlumič
 - Realizace fyzikálního modelu závěsu kola pro účely testování semiaktivních algoritmů
 - Sestavení virtuálního modelu automobilu pro účely posuzování efektivity semiaktivních algoritmů
 - Experimentální ověření efektivity semiaktivních algoritmů na fyzikálním modelu závěsu kola

■ Měření dynamických charakteristik MR tlumiče

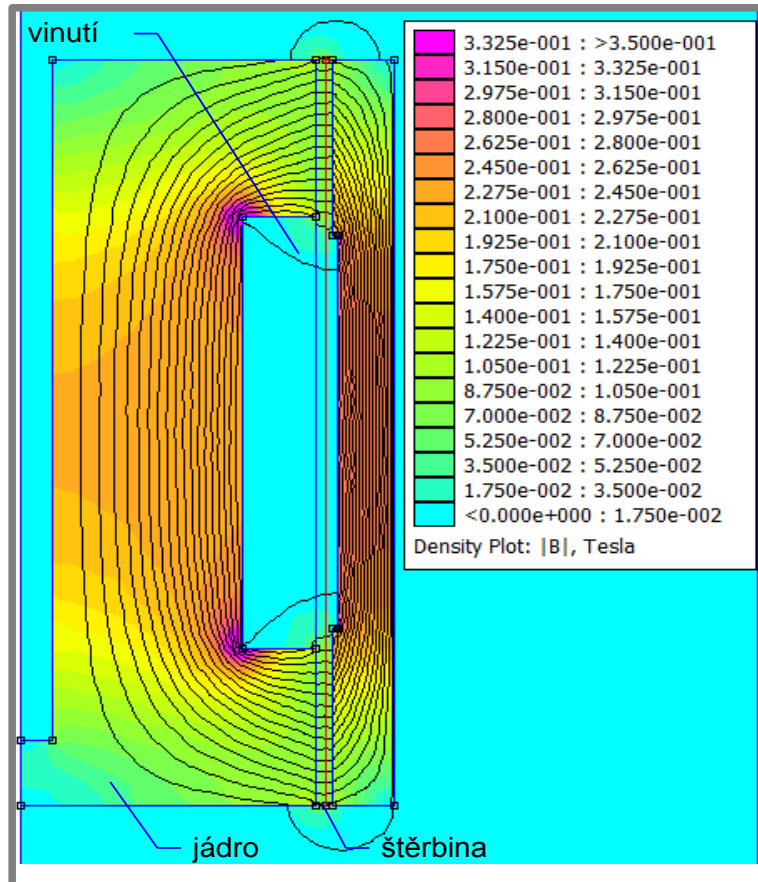


■ Patentované řešení PWM proudového regulátoru

$$i = \frac{1}{L} \int u(t) dt, \quad u(t) = i R_L \Rightarrow i = \frac{U}{R_L} (1 - e^{-\frac{R_L t}{L}})$$



- Zjištění vlivu vířivých proudů na celkovou dobu odezvy
 - FEM simulace – SW FEMM
 - Měření mag. indukce



■ Čtvrtinový zmenšený model závěsu

- Modální parametry odpovídají zadnímu závěsu Škody Fabie
- Vytvořen odpovídající model v Matlabu

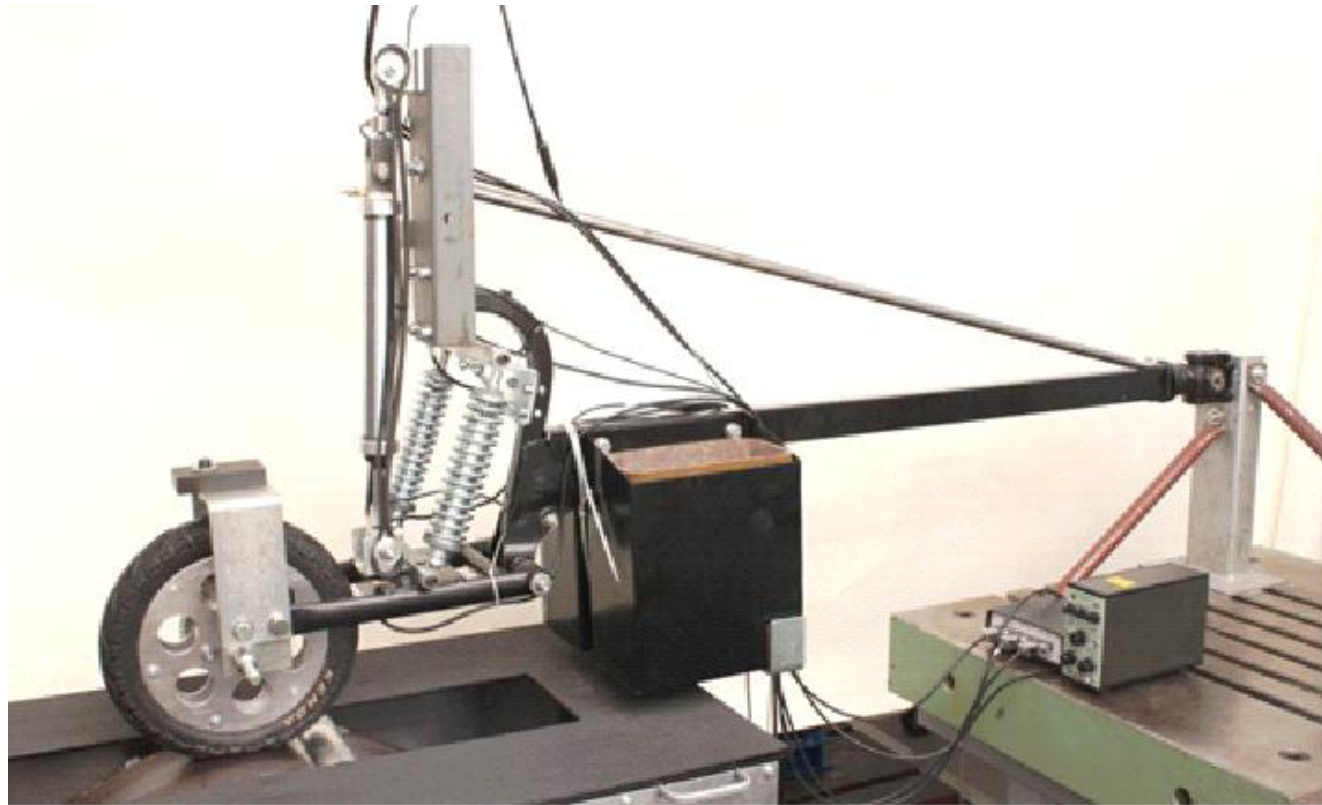
■ Kritéria kvality odpružení

- Komfort :

$$\sigma(a_2) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_2^2}$$

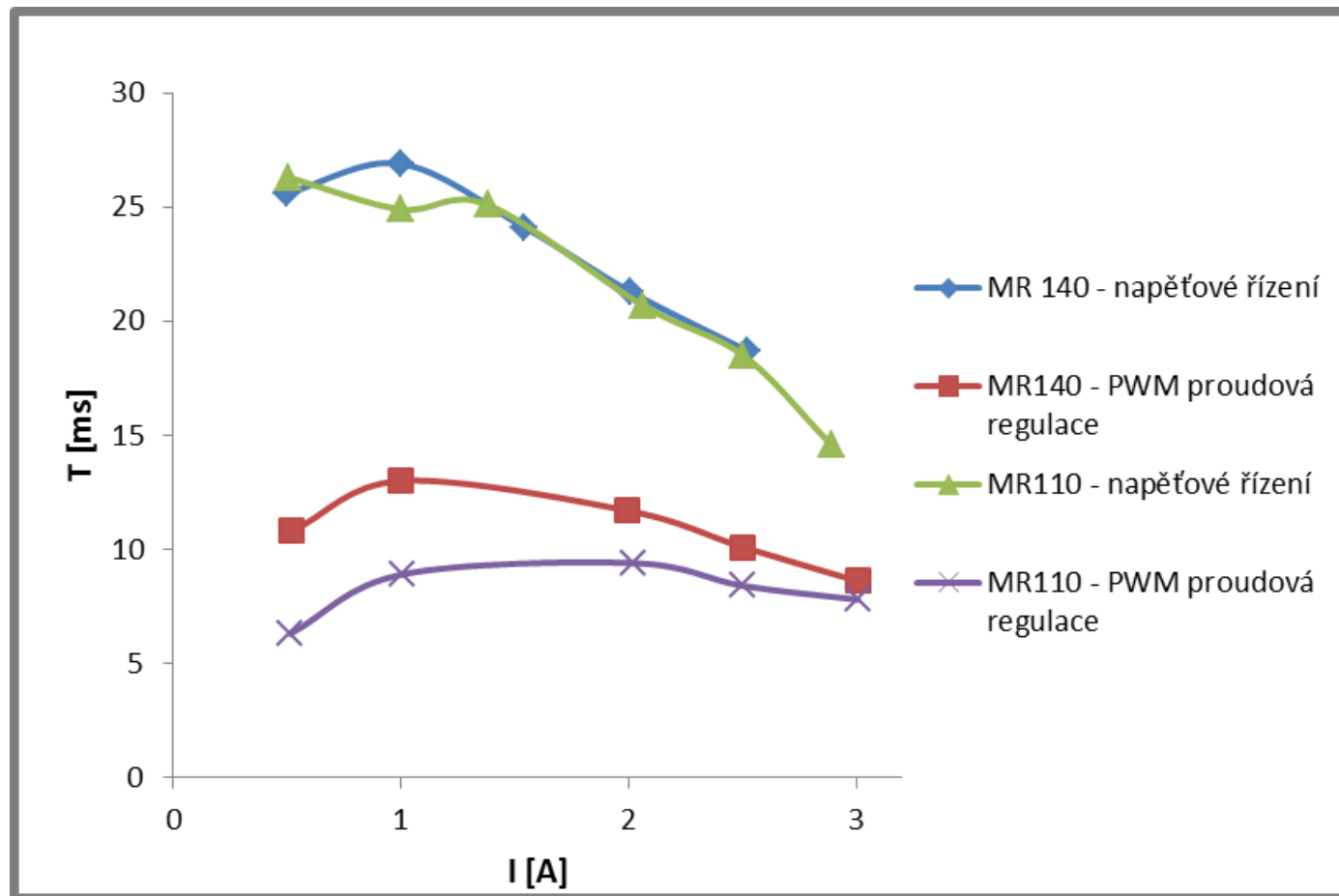
- Bezpečnost jízdy:

$$\sigma_F = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F - F_{stat})^2}$$



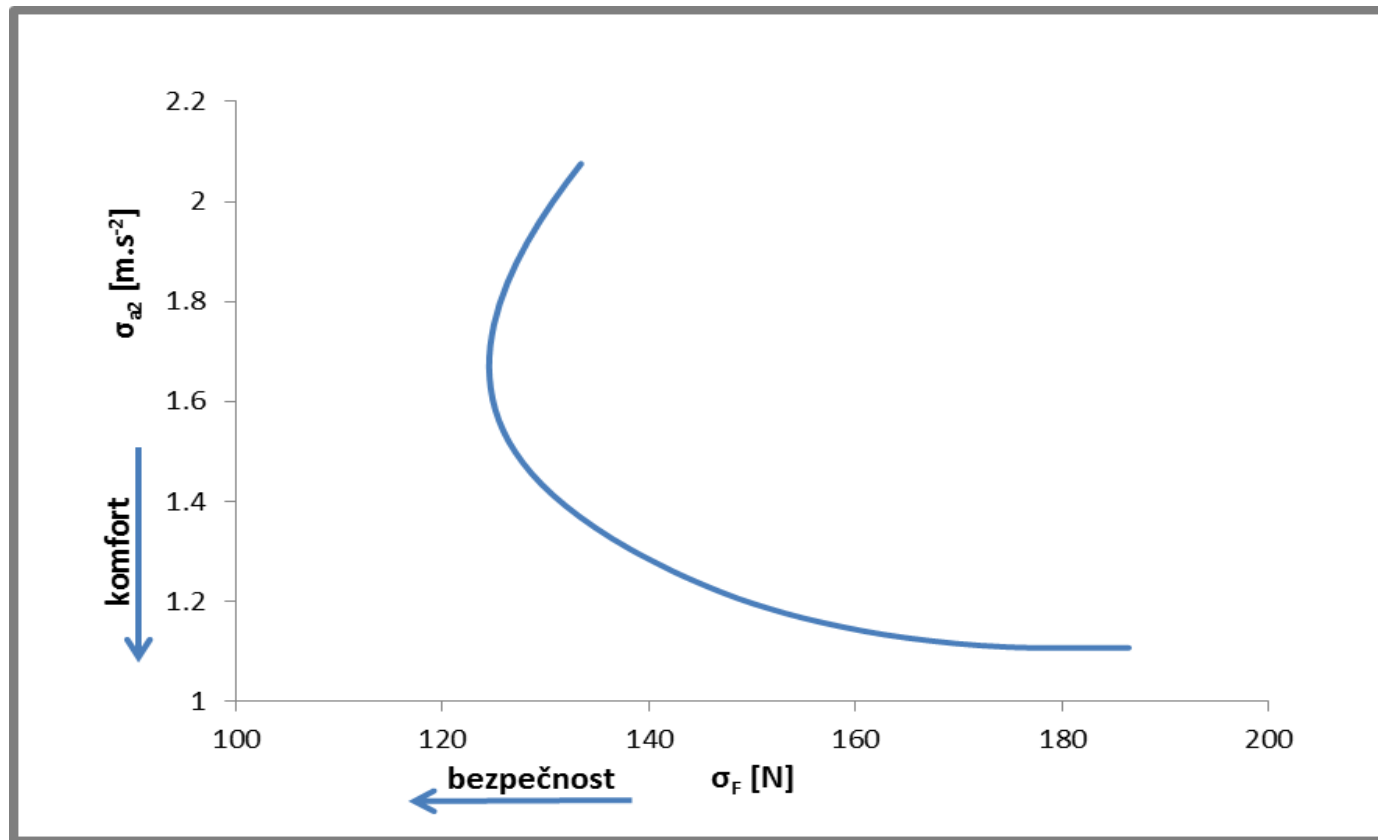
■ Doba odezvy MR tlumiče

■ Doba odezvy el. proudu v závislosti na použité regulaci



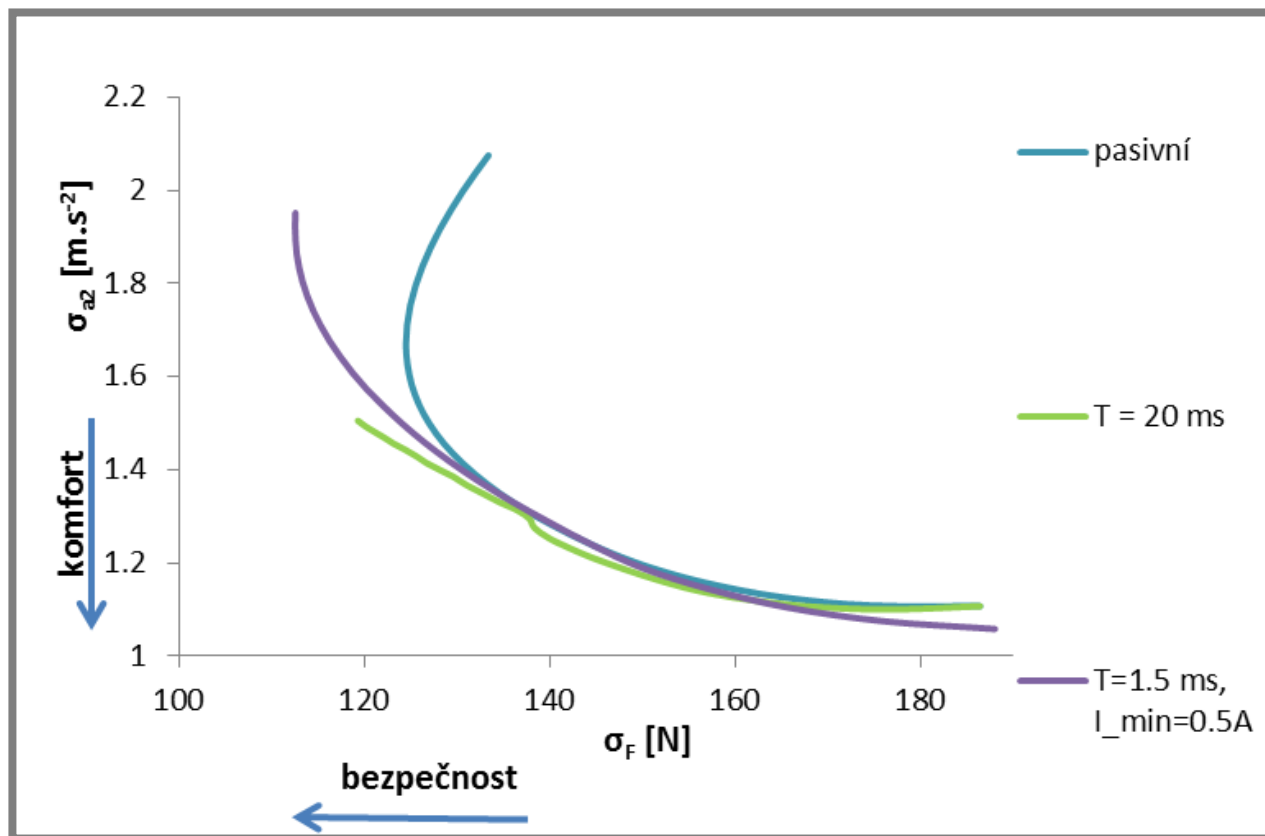
Porovnání kvality odpružení semiaktivních algoritmů

■ Pasivní nastavení



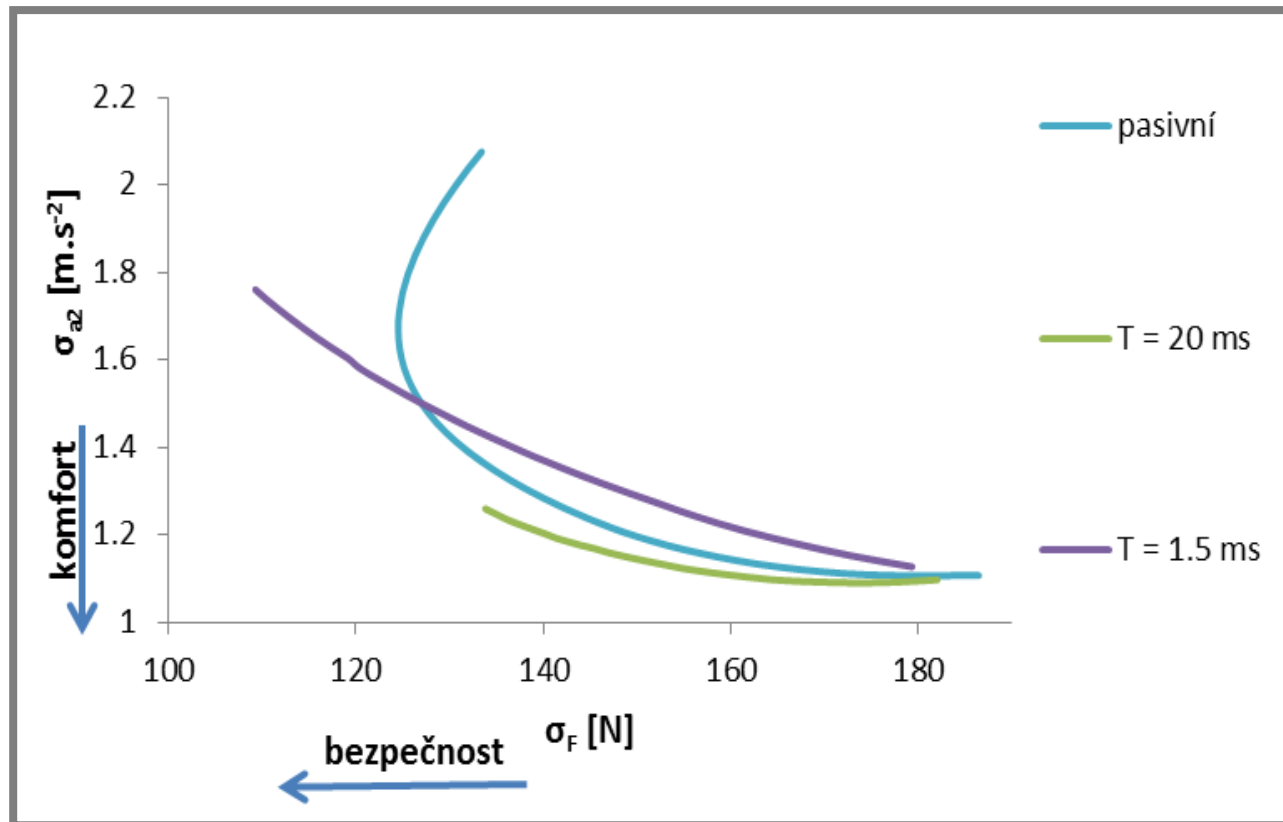
Porovnání kvality odpružení semiaktivních algoritmů

- Groundhook
- Nutná znalost relativní rychlosti neodpružené hmoty vzhledem k vozovce



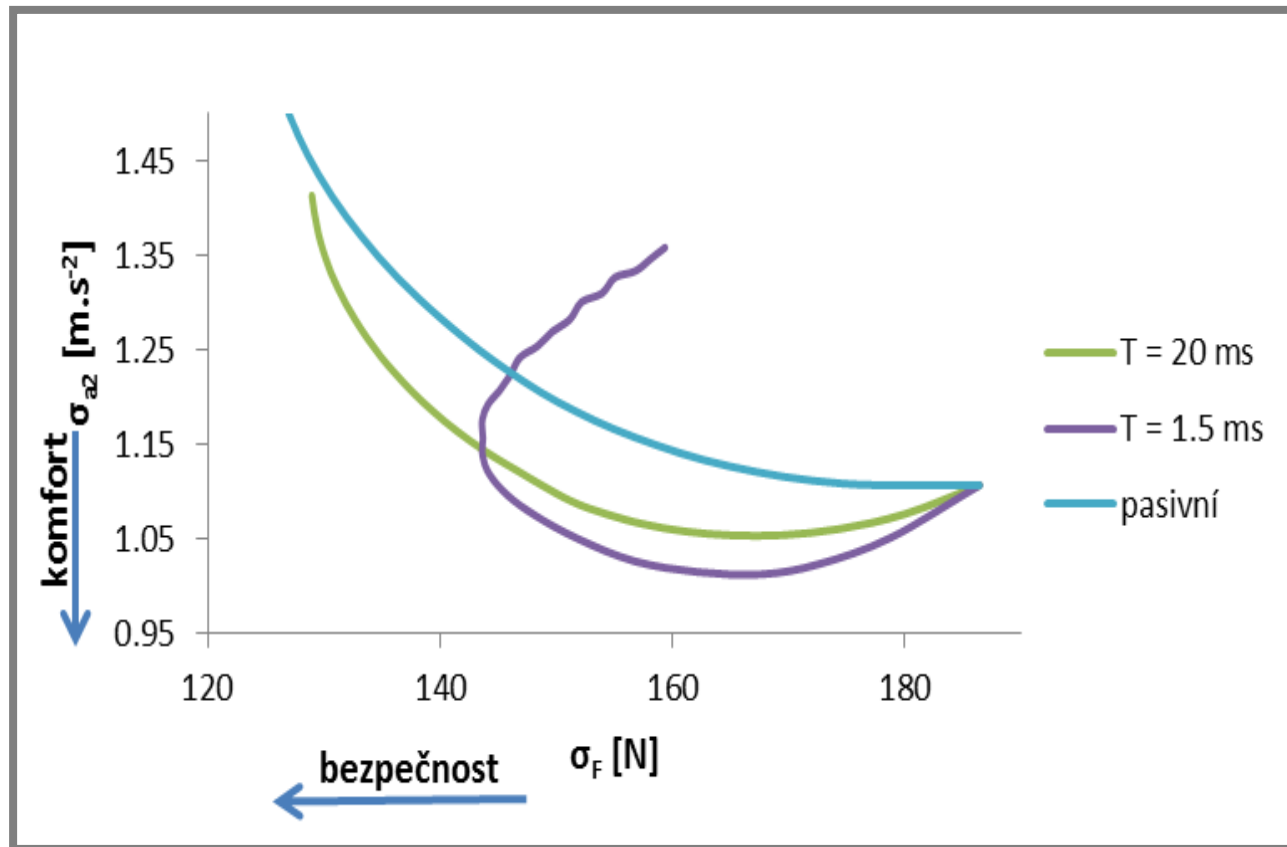
Porovnání kvality odpružení semiaktivních algoritmů

- Modifikovaný groundhook
- Jednodušší implementace, velmi dobré výsledky



Porovnání kvality odpružení semiaktivních algoritmů

■ Skyhook



- Byl analyzován zásadní vliv časové odezvy MR tlumiče na efektivitu semiaktivních algoritmů řízení MR tlumiče.
- Byl navržen originální PWM proudový regulátor, který značně urychluje dobu odezvy MR tlumiče
- Byla navržena nová konstrukce MR tlumiče, která snižuje dobu odezvy

Publikace:

- STRECKER, Z.; RŮŽIČKA, B. The Application of MR Dampers in the Field of Semiactive Vehicle Suspension. In *Mechatronics*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. 2011. p. 149 - 154.
- MAZŮREK, I.; ROUPEC, J.; KLAPKA, M.; STRECKER, Z. Load and rheometric unit for the test of magnetorheological fluid. *MECCANICA*. 2013. 48(3). p. 631 - 641.
- DLUGOŠ, J.; ROUPEC, J.; STRECKER, Z.; MAZŮREK, I. Problems of FEM Simulation of Magnetorheological Clutch's Magnetic Circuit. In *Engineering Mechanics 2013*. 19th international Conference. Praha, IT ASCR. 2013. p. 29 - 30.
- ROUPEC, J.; MAZŮREK, I.; STRECKER, Z.; KLAPKA, M. The Behavior of the MR Fluid During Durability Test. *Journal of Physics: Conference Series*. 2012. 412(1). p. 1 - 8.

Patent:

- PV-2013 15 Ovládací obvod magnetoreologického tlumiče

Z. Strecker

 Institute of Machine
and Industrial Design