

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra automatizační techniky a řízení

Propojení řídicí jednotky automobilu s modelem

Jan Skýpala

Obsah

1	Úvod	3
2	Komfortní elektronika vozu Škoda Fabia.....	3
2.1	Ovládání oken.....	4
3	Sestava, model jednotka	5
3.1	Model mechanismu okna	6
3.2	Model motorku	7
3.3	Měření otáček motorku.....	8
4	Model zařízení	9
4.1	Funkce modelu	10
5	Závěr.....	11
5.1	Další vývoj.....	12
6	Použitá literatura.....	12

1 Úvod

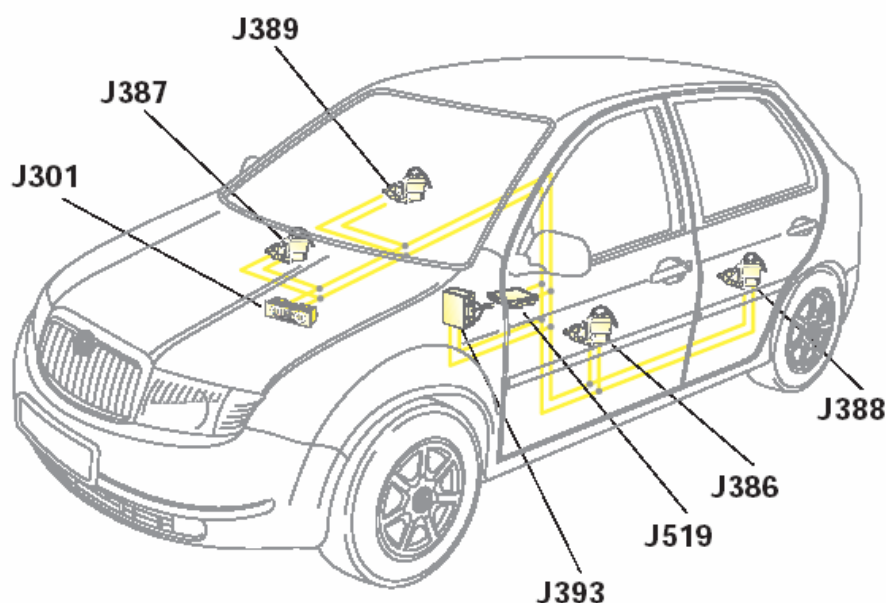
Pro snížení nákladů vývoje a testování komponent je modelování částí zařízení cesta jak toho dosáhnout. V dnešní době, se zvětšujícími se možnostmi nástrojů pro vytváření modelů, je simulace snadnější a její výsledky jsou o to cennější o co menší jsou náklady na její realizaci. Jeden s velmi silných nástrojů pro tvorbu modelů je program MATLAB. Díky vstupně výstupních karet lze pak vytvořený model propojit s testovaným zařízením.

Modelování má tu výhodu, že uživatel může změnit parametry jednotlivých komponent modelu a tím simulovat různé typy zařízení. Odpadá tak nutnost fyzicky vlastnit testovaná zařízení, jejichž cena nebývá mnohdy nízká. Koncepce řízení nemusí být mnohdy správná a při jeho testování by mohlo být zařízení poškozeno, nebo dokonce zničeno. Díky modelování toto nebezpečí nehrozí. Při vývoji modelu programátor nezná přesné hodnoty parametrů jednotlivých částí modelu. Jejich správná volba se pak stává žadáním know how programátora.

Tato práce se zabývá vytvořením modelu dveří automobilu. Konkrétně jsou to části mechanická a elektrická. Pod elektrickou část patří model motorku a snímače otáček. V modelu je použit nástroj pro animaci simulovaného děje a nástroj pro vysílání a přijímání dat z I/O karty. V práci je také popsána komfortní elektronika vozu Škoda Fabia.

2 Komfortní elektronika vozu Škoda Fabia

Dnešní provoz na cestách klade vysoké požadavky na pozornost a koncentraci řidiče. Moderní elektronika nabízí mnohostranné možnosti pro vytvoření optimálních podmínek řidiči tím mu umožnit vyšší koncentraci na jízdu a tedy vyšší bezpečnost provozu. Nabídka této skupiny se stále rozšiřuje. Nyní patří mezi tyto systémy také ABS, ASR, EPS. [Srna 2005]



Obr. 1 Zapojení jednotek komfortní elektroniky

J519 Centrální řídicí jednotka

- slouží jako klíčové místo v palubní síti
- je místem propojení obou datových vedení CAN-BUS, CAN – hnací ústrojí a CAN komfort
- jsou integrovány reléové funkce (přerušovač)
- sleduje určité součásti vozidla, které nejsou integrovány ani v jednom datovém vedení CAN-BUS (přepínač pod volantem a pojistky)
- sleduje napájení a spotřebu elektrických spotřebičů
- zpracovává informace, které přicházejí po CAN-BUS

J393 Centrální řídicí jednotka komfortní elektroniky

- ovládání vnitřního osvětlení, centrální zamýkání víka zavazadlového prostoru
- přijímání signálu radiového dálkového ovládání
- diagnostika (paměť závad a poruch v diagnostické svorkovnici)
- ovládání výsuvného a výklopného střešního okna
- sledování a vypínání napájení vnitřního osvětlení

J386 Řídicí jednotka dveří řidiče

- centrální zamýkání dveří
- elektrické nastavení vnějšího zrcátka s vyhříváním
- spínač pro nastavení zrcátek a přepínání mezi levým a pravým
- ovládání spouštěče oken
- ovládací panel

J387 Řídicí jednotka dveří spolujezdce

- ovládání spínače oken
- zamýkání dveří

J388 Řídicí jednotka zadních levých/pravých dveří

- ovládání spínače oken
- zamýkání dveří

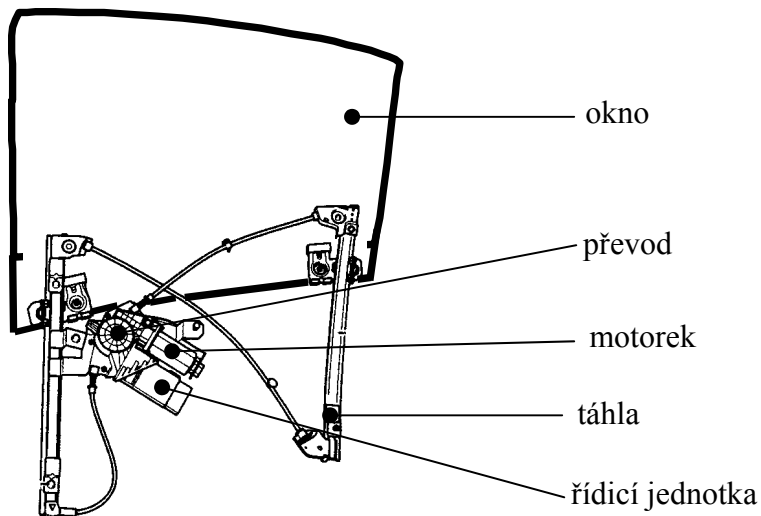
J301 Řídicí jednotka klimatizace

regulace teploty a vzduchu

2.1 Ovládání oken

K ovládání spouštěcích skel dveří nebo oken se používají převážně tři základní systémy. V práci je uveden příklad ovládání okna použitý u automobilu Škoda Octavia. Kritériem pro volbu systému případech s ovládáním elektromotorkem jsou využitelné nastavovací rozměry. [Kubát 2001]

- Mechanismus v automobilu Škoda Octavia

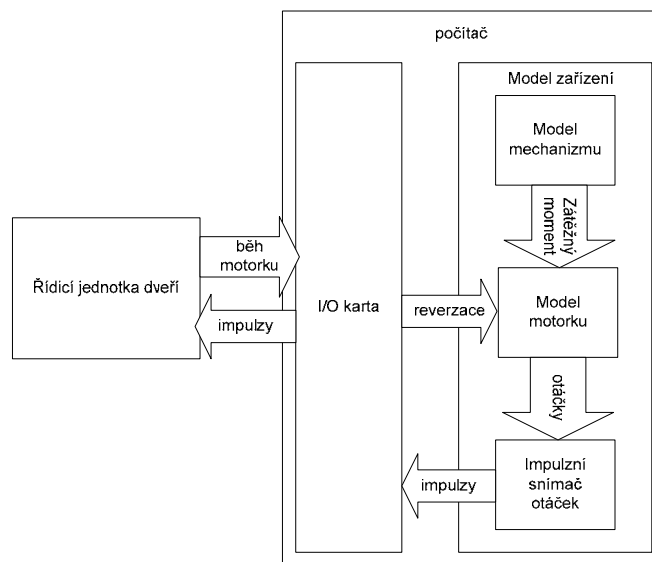


Obr. 2 Mechanismus okna

Mechanismus okna se skládá ze čtyř základních částí. Převod, motorek, táhla a řídicí jednotka. Převod je šnekový s poměrem 1:60, motorek je stejnosměrný dodávaný firmou Bosh. Řídicí jednotka se stará nejen o funkci okna, ale také o zámek a u předních dveří i o nastavení zrcátka. Jednotka je napojená na síť CAN.

3 Sestava, model jednotka

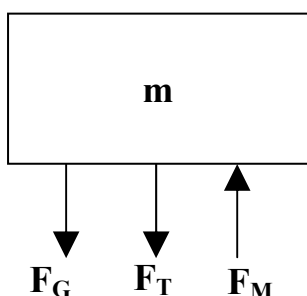
Pro vytvoření modelu zařízení jsem si zvolil program MATLAB Simulink. V Simulinku jsem vytvořil mechanickou část modelu, odvozeného do matematického popisu zařízení. Komunikace mezi PC a řídicí jednotkou dveří je realizována pomocí I/O karty AD612.



Obr. 3 Konceptce sestavy model, jednotka

3.1 Model mechanismu okna

Okno automobilu se pohybuje jen v jednom směru. Matematický popis tohoto děje je pohyb hmotného bodu s jedním stupněm volnosti.



Obr. 4 Mechanický model okna

Okno je popsáno jako hmotný bod, jehož váha je $m = 4 \text{ kg}$. Na model okna působí tři síly. Síla dodávaná motorkem je značena F_M . Pomocí této síly pohybujeme s oknem. Proti pohybu působí síly třecí a gravitační. Síla gravitační je přímo úměrná hmotnosti okna a je značena indexem G. Ze vzorečku pro výpočet síly [Lank, Vondra 1996]

$$F = m \cdot a$$

Je možné dopočítat velikost gravitační síly, při $a = g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

$$F_G = m \cdot g = 4 \cdot 9,81 = 39,24 \text{ N}$$

Okno se pohybuje v gumovém těsnicím vedení. Toto vedení vyvolává, při pohybu okna, třecí sílu, označena F_T . Při zavírání okna třecí síla roste. Třecí sílu lze vypočítat ze vzorce.

$$F_T = F_N \cdot f$$

Kde f je součinitel smykového tření a F_N je přítláčná síla. Velikost třecí síly je vzhledem k modelu zanedbatelná a dále není definována jako síla třecí, ale síla zátěže, F_Z . Zátěž je pro běh okna důležitá v okamžiku kdy vzroste nad bezpečnostní mez. Když zátěžná síla přeroste nad tuto mez nastane reverzace motorku a okno se začne zasouvat.

Pro sestavení pohybové rovnice je použit druhý Newtonův zákon [Noskievič 1999].

$$m \cdot a = \sum_i F_i$$

V tomto případě mínus znaménka před silou značí její působení proti směru síly dodané motorkem.

Velikost síly dodané motorkem

$$F_M' = \frac{M_M - M_Z}{r}$$

Síla F_M' je dále upravena převodovým mechanismem. Konkrétně šnekovým převodem 1/60 umístěného u motorku a převodem u navijáku 1/5. Výsledná síla má pak hodnotu.

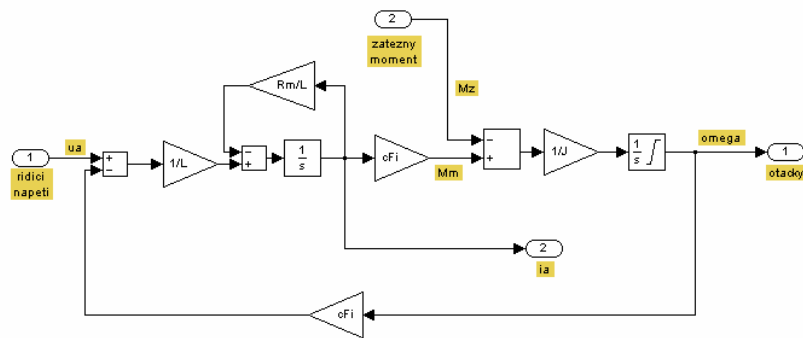
$$F_M = \frac{F_M'}{60 \cdot 5}$$

3.2 Model motorku

Motor je stejnosměrný s vnitřním buzením. Model je převzat z knihy Modelování a identifikace systémů [Noskievič 1999]. Parametry definující tento model jsou odpor vinutí R_m , indukčnost vinutí L_m , součinitel $c\phi$, moment setrvačnosti J . Rovnice popisující model jsou následující, kde druhá rovnice představuje pohybovou rovnici.

$$u_a(t) = c\phi\omega(t) + R_m i_a(t) + L_m \frac{di_a(t)}{dt}$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_M - M_Z$$



Obr. 5 Model motorku

Stanovení parametru motorku je pouze odhadem. Známe je vstupní napětí 12V. Moment setrvačnosti lze přibližně stanovit z hmotnosti a tvaru hřídele. Hřídel uvažuji jako váleček. Pro tento tvar je výpočet momentu setrvačnosti [Baruch 1998].

$$J = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \quad [kg \cdot m^2]$$

Pro model je hodnota momentu setrvačnosti stanoven $J = 3 \cdot 10^{-5} kg \cdot m^2$

Napětí motorku je stanoveno z napětí na auto baterii. $U_a = 12 V$.

Další hodnoty parametrů jsou odvozeny podle modelu viz. [Noskievič 1999]. Při ladění modelu byly hlavními požadavky, překonání zátěžného momentu a dojetí okna do koncové polohy přibližně v čase 3s. Hodnoty zbývajících parametrů modelu jsou následující.

$$R_m = 20\Omega$$

$$L = 1,4H$$

$$c \cdot Fi = 0,03V / rad / s$$

Hodnota zátěžného momentu motorku je vypočtena z gravitační síly okna působící na rameno. $M_Z = F_G \cdot r \quad [N \cdot m]$

Velikost ramene je $r = 0,03m$. Je to poloměr válce na kterém je navinuto vedení okna. Zátěžný moment působí přes šnekový převod 1/60 a přes převod umístěný u navijáku 1/5. Zátěžný moment je tedy vypočítán.

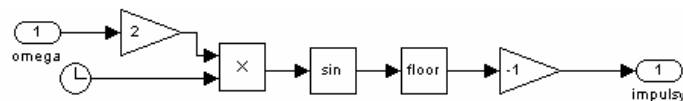
$$M_Z = \frac{F_G \cdot r}{60 \cdot 5} = \frac{39,4 \cdot 0,03}{60 \cdot 5} = 3,924 \cdot 10^{-3} kg \cdot m^2$$

3.3 Měření otáček motorku

Pro měření otáček motorku je použita Hallova sonda. Tento snímač využívá Hallova jevu, jehož princip spočívá v tom, že na stranách polovodičové destičky orientované kolmo ke směru stejnosměrného proudu, který destičkou protéká, vzniká napětí, působí-li na destičku magnetické pole. Tímto napětím lze řídit jednoduchý klopný obvod. Hallův generátor i s klopným obvodem je technologií výroby integrovaných obvodů vytvořen na jedné polovodičové destičce a zapouzdřen. Pokud na tento snímač začne působit magnetické pole určité velikosti, dojde ke změně stavu klopného obvodu a na výstupních svorkách snímače se objeví napětí téměř tak velké jako je napájecí napětí snímače. Vstupem modelu jsou otáčky [rad/s], výstupem pak jsou impulzy, jejichž frekvence je úměrná otáčkám motorku.

Model impulsního snímače otáček

Pro reálné měření otáček je použita Hallova sonda, je to tedy impulsní snímač otáček. Při jedné otáčce motorku jsou vygenerovány čtyři impulzy. Tyto impulzy jsou elektronicky upraveny tak, že výstupem jsou dvě periody impulsu. První impuls generuje vzestupnou hranu signálu, druhý impuls sestupnou hranu, pak se děj opakuje.



Obr. 6 Model snímače otáček

Model motorku má výstup ω s jednotkou rad/s.

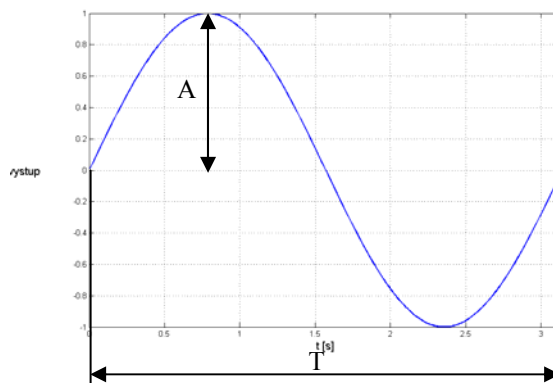
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

$$f = \frac{1}{T} [\text{Hz}] \quad T = \frac{1}{f} [\text{s}]$$

Kde T je doba periody a f je frekvence. Signál z modelu motorku je nejdříve zpracován podle vzorce.

$$y = A \cdot \sin(2\pi t + \varphi)$$

A je amplituda signálu, t je čas a φ je fázový posuv. V tomto případě je žádoucí, aby amplituda byla 1 a fázový posuv 0.

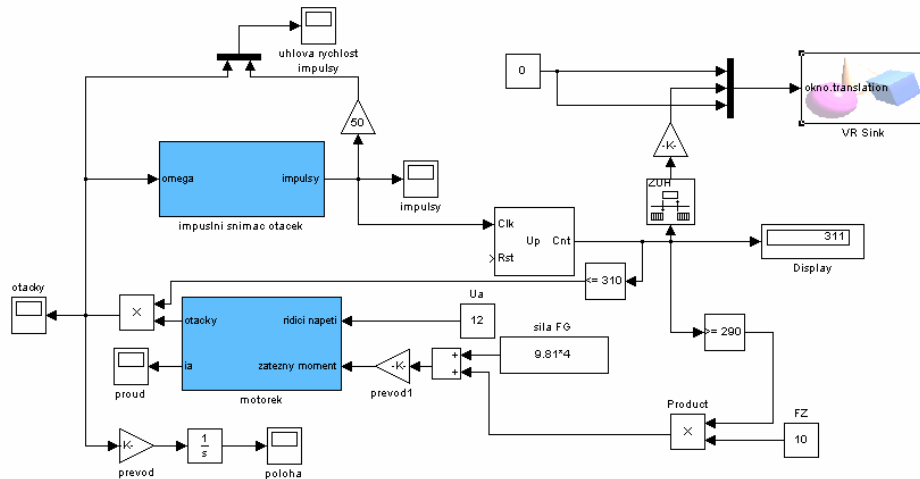


Obr. 7 Průběh výstupní veličiny

Dále je signál zpracován blokem “floor“. Nastavení tohoto bloku umožní zaokrouhlit vstupní signál na nejbližší celočíselnou hodnotu k minus nekonečnu. Z toho důvodu je ještě signál vynásoben hodnotou -1.

4 Model zařízení

Při sestavování modelu bylo nejdůležitější stanovení parametrů jednotlivých částí. Požadavkem je vygenerovat počet pulsů za dobu 3,15s. což je čas, za který se okno zavře při nulovém zatížení.



Obr. 8 Model zařízení

Nejdůležitější částí zařízení je model motorku a jeho vyhodnocování otáček. Do motorku vstupuje řídicí napětí a zátěžný moment. Ten je odvozen z hmotnosti okna, jak bylo popsáno výše. K zátěžné síle je připočítána síla způsobena dojezdem okna. Z měření motorku viz. kapitola Vlivy působící na řídicí jednotku. Působení této síly začne po třístém pulzu ze snímače otáček. Pro počítání pulsů je v modelu použit čítač.

Aby se zátěžný moment při dojezdu zvětšil, je nutno tuto polohu vyhodnotit. K tomu slouží blok porovnávání ke konstantě. Blok je nastaven tak, že zareaguje v okamžiku kdy čítač napočítá třístý puls. Na výstupu bloku pro porovnávání se v okamžiku, kdy se objeví tato hodnota na vstupu, objeví logická jednička. Potom se ke gravitační síle začne přičítat síla zátěžná. Výsledná síla je pak přepočtena na moment a přes převod přivedena na vstup motorku.

Výstupem modelu motoru je úhlová rychlost, která je dále zpracovávána pro znázornění polohy a pro její zpracování modelem impulsního snímače otáček. Pro zobrazení polohy okna jsou otáčky převedeny šnekovým převodem. Dále je úhlová rychlost přepočítána na tečnou rychlost podle vzorce.

$$v = \omega \cdot r \quad [m \cdot s^{-2}]$$

r ... poloměr navijáku

ω ... úhlová rychlost motorku

Pro poslední přepočítání rychlosti na polohu je použit vzorec z popisu rovnoměrného pohybu hmotného bodu.

$v = \frac{ds}{dt}$ je to tedy změna polohy v čase. Pro výpočet polohy je použita funkce integrace.

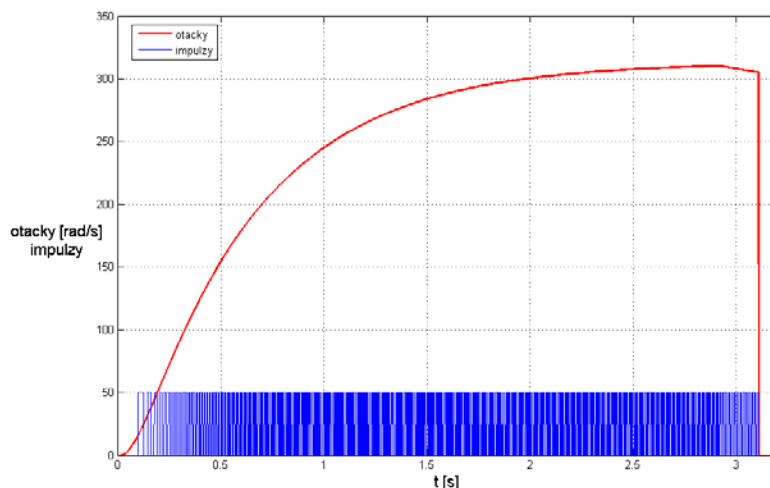
$$s = \int v dt .$$

Úhlová rychlost je použita pro generování impulsů z impulsního snímače otáček. Funkce tohoto bloku byla popsána výše.

Z měření vlastností motorku, viz. kapitola 3 Vlivy působící na jednotku, je znám počet impulsů (otáček) nutných pro zavření, popřípadě otevření okna. Tato hodnota je 311 pulsů. Pro vyhodnocení dojezdu je v modelu použit blok pro porovnávání s konstantou, připojený k výstupu čítače. Je nastaven tak, že při dosažení této hodnoty se na výstupu objeví nula, když je tato hodnota menší, je na výstupu jednička. Signál je následně přiveden do bloku násobení. Druhým signálem jsou otáčky motoru. Výsledná funkce je taková, že při napočítání 311. pulsu je okno zastaví.

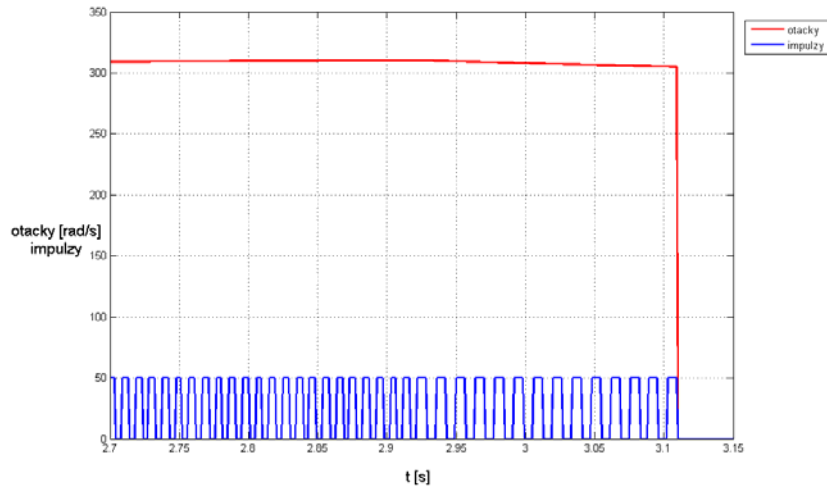
4.1 Funkce modelu

Parametry simulace jsou následující. Pevný krok výpočtu s velikostí 0,001s. Výpočetní metoda je ode4 (Runge-Kutta). Výsledek modelu je graf, ve kterém jsou zobrazeny otáčky motorku a impulsy, vzhledem k času. Pro přehlednost je znázorněn i graf dojezdu motorku viz. obr. 4.23. Dalším grafem je změna polohy okna v čase.



Obr. 9 Závislost frekvence impulsů na otáčkách

Doba trvání simulace je stanoven na 3,15s kdy snímač otáček vygeneruje 305 impulsů. Skutečná hodnota amplitudy impulsů je 1. Tato hodnota by byla v grafu nepatrná, proto je výstup impulsního snímače před jeho zobrazením vynásobena padesáti. Jelikož je počet pulsů velký, nejsou klíčové místa zřetelná. Při rozběhu je vidět, že se perioda impulsů zmenšuje. Při doběhu je zátěžná síla zvětšena. To je vidět na grafu, otáčky motorku lehce poklesnou. Při snížení otáček se zvětší perioda impulsů.



Obr. 10 Dojezd okna

Tento obrázek ukazuje graf znázorňující dojezd motorku. Z grafu je vidět, nastavení okamžiku kdy se ke gravitační síle začne připočítávat síla zátěžná. Otáčky motorku se sníží a tím se také zvětší perioda pulzů. V okamžiku vygenerování 311. pulzu se motorek zastaví.

5 Závěr

Komfortní část elektroniky automobilu se nazývá CAN komfort. Obsahuje několik řídicích jednotek, které se starají o funkci zařízení. Jsou vzájemně propojeny pomocí sítě CAN. Řídicí jednotka dveří se stará o obsluhu zámku, okna a u předních dveří je to i nastavení zpětných zrcátek.

Popsal jsem mechanismus okna automobilu s vestavěným motorkem. Řídicí jednotka dveří monitoruje otáčky motorku. Pro snímání otáček motorku slouží Hallova sonda. Řídicí jednotka pak čítá impulzy a měří vzdálenost mezi nimi. ŘJ zadních dveří má naprogramovanou ochranu pasažérů to znamená, že pokud se při zavírání okna dostane překážka mezi okno a rám, nastane zastavení, popřípadě reverzace motorku. ŘJ to vyhodnotí podle zvětšení periody pulzů generovaných z impulsního snímače otáček.

Při návrhu modelu mechanismu jsem děj uvažoval jako pohyb hmotného bodu s jedním stupněm volnosti. Motorek musí překonávat tíhovou sílu okna. Tuhost zařízení a tření vodících lišt je zahrnuta v zátěžné síle. Pohyb okna vzhůru nebo dolů je odlišeno pouze směrem působení tíhové síly okna. Hlavními požadavky modelu bylo generovat daný počet pulzů za danou dobu. Tyto požadavky byly odvozeny z měření provedeného na naší katedře [Tůma, Kočí, Škuta 2002]. Pulzy mají periodu 0,01s, počet pulzů potřebných pro zavření okna je 311, doba děje je přibližně 3,15s. K vytvoření modelu jsem použil program MATLAB Simulink. Model stejnosměrného motorku byl převzat z knihy Modelování a identifikace [Noskiewič 1999]. Pro nastavení modelu bylo nutné najít parametry motorku. Tyto parametry jsou odvozeny od rovnic popisující stejnosměrný motor s vnitřním buzením. Pro vizualizaci děje je použit Virtual Reality toolbox.

5.1 Další vývoj

Model bude propojen s řídicí jednotkou pomocí vstupně výstupní karty AD 612. Pro komunikaci model zařízení slouží v MATLABU Real Time Toolbox. Výstupem modelu je signál z impulsního snímače otáček. Vstupem bude napětí přivedené na motorek.

6 Použitá literatura

NOSKIEVIČ P.: *Modelování a identifikace systémů*. MONTANEX a.s. Ostrava, 1999, 276s., ISBN 80-7225-030-2

FIREMNÍ LITERATURA ŠKODA AUTO a. s.

BOSH, 1991. *CAN Specification* [online]. CiA, 1991 Dostupné z www:<URL <http://www.can-cia.org>>

KUBÁT, J., JAN, Z., ŽDÁRSKÝ, B.: *Elektronika motorových vozidel 2*. Nakladatelství Avid s.r.o. Brno, 2001

SRNA, P.: *Ovládání CAN sběrnice*, Diplomová práce, FS VŠB-TU Ostrava, 2005

BARUCH, H.: *Analytical Dynamics*. McGraw-Hill Science/Engineering/Mach, 1998, 744p., ISBN 978-0073659770

KOČÍ, P., TŮMA, J., ŠKUTA, J.: *Nastavení řídicích jednotek dveří automobilu*. katedra 352, FS VŠB-TU Ostrava, duben 2002

HUMSOFR S.R.O. AND THE MATHWORKS.: *Virtual Reality Toolbox 4 User's Guide* [online]. , Dostupné z www:<URL http://www.mathwork.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/vr/vr.pdf>

ZATLOUKAL, J. 2003. *Ověření možností řídicí jednotky dveří automobilu*. Ostrava: VŠB – TUO, 2003. 44s Bakalářská práce, vedoucí P. Kočí