

Elektronické systémy zabezpečujúce kvalitu, komfort a bezpečnosť II.

CENTRÁLNE ZATVÁRANIE DVERÍ

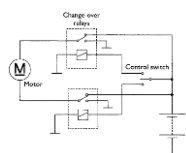
SYSTÉM ZATVÁRANIA OKIEN, DVERÍ ZABRAŇUJÚCI PRIVRETIETU

SLEDOVANIE TRAJEKTÓRIE

Podnadpis

Podstatnú časť výkonnej elektroniky áut možno charakterizovať slovami:

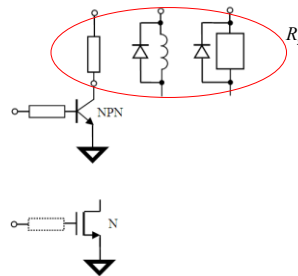
„ZAPNI / VYPNI“



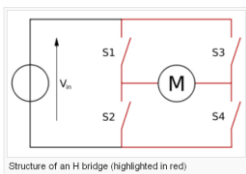
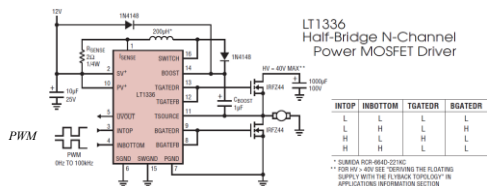
1

Elektronika súčasných áut predstavuje 20, 30, ... % ceny.
Elektronika zvyšujúca komfort musí byť **bezpečná**.

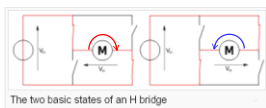
Spínanie ohmickej a indukčnej záťaže tvorí podstatnú časť elektroniky áut.



2



S1 a S4 zapnuté: motor sa točí v smere →
S3 a S2 zapnuté: motor sa točí v smere ←
S1 a S3 zapnuté: brzda.
S1 a S2 nemôžu byť súčasne zapnuté.
S3 a S4 nemôžu byť súčasne zapnuté.



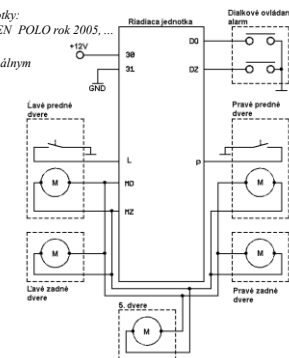
3

CENTRÁLNE ZATVÁRANIE DVERÍ

Schéma zapojenia analogovej riadiacej jednotky:
Např.: Skoda 197, ..., FABIA a VOLKSWAGEN POLO rok 2005, ...

Vlastnosti:

- centralizované - centrálné ovládanie s minimálnym počtom prídavných funkcií,
- nízke výrobné náklady,
- možné problémy pri prevádzke,
- komplikovaná kabeľáž,
- namiesto koncových vypínačov sú použité dorazy,
- poisťka je dimenzovaná na skratový prúd motorčekov,
- skratový prúd preteká pri každom otvorení, resp. zatvorení dverí,
- Prúd väčší ako 15A tečie obvodom len pri skrate vodičov.



4

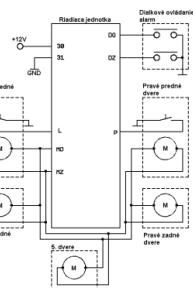
Základné funkcie analogovej riadiacej jednotky:

L, P - vstupy pre mikrosínače ľavých a pravých dverí,
DO, DZ - vstupy pre pripojenie diaľkového ovládania,
MO, MZ - ovládanie paralelne pripojených motorčekov.

Vlastnosti:

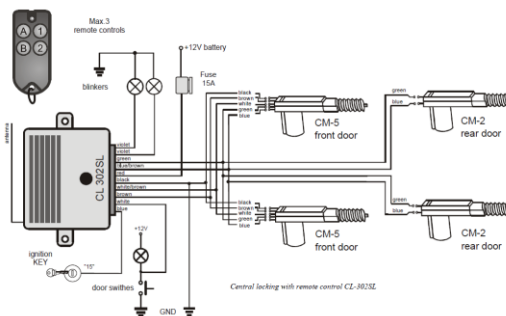
- Pri činnosti tečie prúd až 15 A.
- Trvanie signátu pre odomknutie/zamknutie je cca 0,6sek.
- Prúd tečúci motorčekmi možno rozdeliť na dve základné časti:
 - Motorček sa otáča. Pretekajúci prúd menší ako 0,5A.
 - V okamžiku keď sa motorček dostane na doraz, tečie ním skratový prúd cca 3A.
- Z tohto dôvodu je zrejme poisťka dimenzovaná na 15A. Päť dverí po tri ampére.
- Motorček sa dostane z jednej krajnej polohy do druhej za cca 0,2sek. Zvyšný čas je poplatok za jednoduchosť riešenia.

Takéto riešenie neumožňuje nastaviť len otvorenie niektorých vybraných dverí, napr. na strane vodiča.



5

Bloková schéma CL-302SL

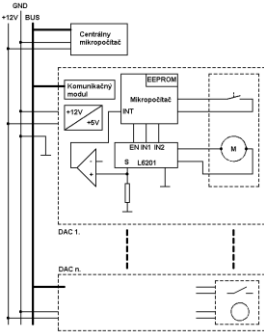
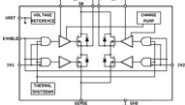


6

Schéma zapojenia decentralizovaného riadenia

Charakteristika decentralizovanej riadiacej jednotky :

- decentralizované - centrálné ovládanie,
- nízke výrobné náklady (pri veľkej výrobe),
- jednoduchá montáž,
- prídavné funkcie - zložitosť softwaru, konfigurácia zmenou parametrov v EEPROM,
- kabeláž riešená zbernicovo,
- koncové vypínače? (elektronika),
- cca 1A poisťka chráni obvod len pred prípadnou poruchou



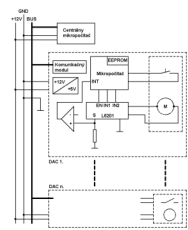
7

Schéma zapojenia decentralizovaného riadenia

Charakteristika decentralizovanej riadiacej jednotky

pokračovanie:

- Centrálna riadiaca jednotka, okrem iného, monitoruje stav dverí, spracováva požiadavky na otvorenie, resp. uzatvorenie, časovanie, a posielá príkazy pre jednotlivé ovládače zámkov dverí. Takéto riešenie umožní otvárať, zatvárať postupne v čase podľa zvoleného algoritmu. Zníži sa okamžitý prídový odber z batérie a zvýši sa komfort obsluhy. Namiesto koncových vypínačov pohybu motorčeka použijeme snímač prúdu. Pripojený je na pin S obvodu L6201, resp. podobného typu. Na základe tejto informácie odpája mikroočítač motorček od napätia. Motorčekom nepotečie skratový prúd. Pripomeňme, že obvod L6201 má zabudovaný aj tzv. tepelnú poisťku.



8

SYSTÉM ZATVÁRANIA OKIEN, DVERÍ ZABRAŇUJÚCI PRIVRETIETU

Predpisy

Automaticky sa otvárajúce/zavárajúce sa okná musia vyhovovať medzinárodným predpisom. V USA MVSS118 v USA a v Európe 74/60/ EHS.

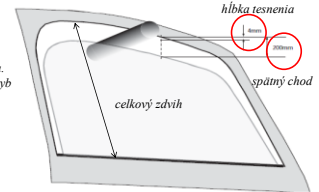
Dvere, resp. okná út automaticky sa zavárajúce môžu stlačiť, zachytiť a dokonca poraniť osobu obsluhujúcu auto.

Systém zatvárania musí zmeniť smer, ak sila vyvođená motorom prekročí nastavenú hodnotu. To sa dá dosiahnuť len neustálym monitorovaním:

- ...
- rýchlosti,
- prúdu,
- polohy.

Predpisy:

- Detekčná oblasť: 4 až 200 mm,
- Maximálna priľacná sila = 100N,
- Reverzný chod v prípade nebezpečia.
- Maximálny dovolený pomerný prírýchob predmetov : 5 N / mm až 20N / mm



Vyhodnotenie prekážky:

- Bezdotykové snímače: infračervené, ultrazvuk. Ideálny stav. Reaguje pred kontaktom s prekážkou.

Výhody: odolné voči vibráciám.

Nevýhody: zložitejšia elektronika.

• Taktitlné snímače.

- Priame meranie sily zabudované v ráme okna. Drahé riešenie.
- Nepriame meranie, napr.: prúd motora. Budeme analyzovať.

Algoritmus vyhodnotenia prívretia musí byť robustný (adaptívny):

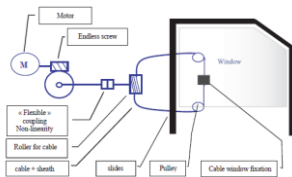
- Snímače a mechanizmus pohybu môžu meniť vlastnosti, v čase, od teploty, ...)
- Môžu sa výrazne meniť elektrické parametre
- Poruchy nesmie vyhodnotiť ako prívretie.
- Musí byť robustný proti výpadku napájania,...

9

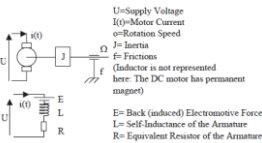
Mechanické prvky pohybu okna

Potrebné informácie získame meraním:

- prúdu
- polohy, resp.
- rýchlosti mechanizmu skla



Model jednosmerného motora:

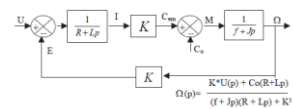


Rovnice:

$$\begin{aligned}
 u(t) &= R i(t) + E(t) + L \frac{di}{dt} & U(p) &= R I(p) + E(p) + L p I(p) \\
 E(t) &= E_0 \Omega(t) & E(p) &= E_0 \Omega(p) \\
 M(t) &= M_0 \Omega(t) & M(p) &= M_0 \Omega(p) \\
 J \frac{d\Omega}{dt} &= M(t) - J_0 \Omega(t) & J p \Omega(p) &= M(p) - J_0 \Omega(p)
 \end{aligned}$$

11

Model :

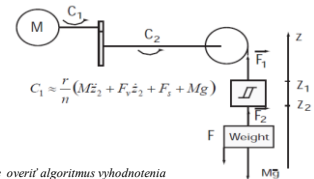


Motora 2. rád

- Akčná veličina: napájacie napätie motora U
- Model umožňuje meranie prúdu I
- rýchlosti, Ω
- Co - porucha, záťaž

Posuvný mechanizmus:

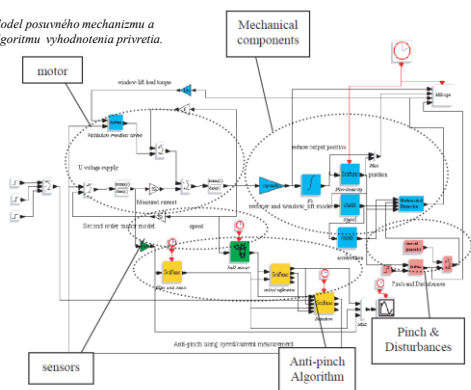
- Vstup moment motora.
- Model umožňuje meranie polohy
- rýchlosti
- zrýchlenia



Takto vytvorený model umožňuje overiť algoritmus vyhodnotenia prívretia.

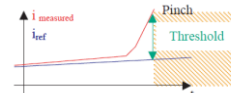
12

Model posuvného mechanizmu a algoritmu vyhodnotenia prívretia.

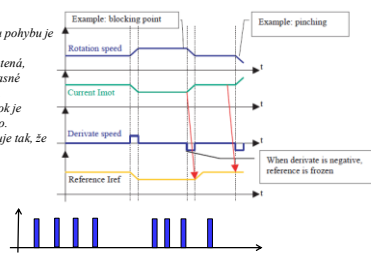


13

Výhodnotenie prívretia. Meria sa prúd motorom a vyhodnocuje sa rýchlosť pohybu.

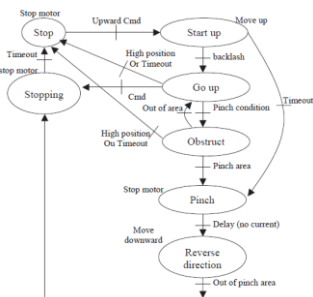


Referenčný prúd pre celú dráhu pohybu je uložený v pamäti. Podmienka prívretia je vyhodnotená, ak súčasne klesá rýchlosť a súčasne narastá krútiaci moment (prúd). Súčasný výskyt oboch podmienok je vyhodnotený ako nebezpečenstvo. Robustnosť algoritmu sa dosahuje tak, že sa prúd priemernuje.



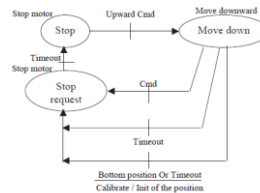
14

Vývojový diagram ovládania mechanizmu okna smerom nahor.



15

Vývojový diagram ovládania mechanizmu okna smerom nadol

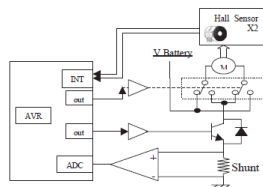


Ďalšie, tu neuvažované funkcie potrebné k správnej prevádzke zdvihacieho mechanizmu okna:

- meranie a filtrovanie prúdu
- Menčment ovládacích tlačidiel
- Odčapátanie kritických parametrov (poloha, smer pohybu, ...) pre prípad výpadku napájania

16

Bloková schéma: Prepojenie μ -počítača a elektrických prvkov mechanizmu ovládania okna.

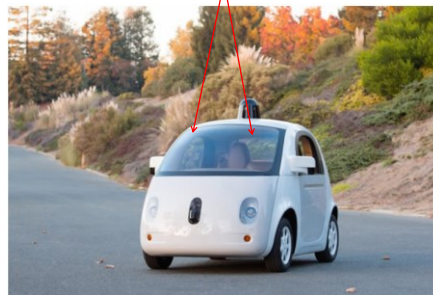


Riešenie vyššie popísaných úloh, je realizované softwarovo, resp. hardwarovo.

Feature	A to D Converter	Timer0 (8-bit)	Timer1 (16-bit)	PCINTs	EEPROM	IDLE (SLEEP)
Current Acquisition	X	X				
Position, Speed, direction			X	X		
Determine Current Reference			X	X		
Timeout			X			
Save Parameters			X		X	
Filter						X
Anti-Pinching						X
Operate Window Lift						X

17

SLEDOVANIE TRAJEKTÓRIE NÁS CIEL JE NIEČO TAKÉTO.

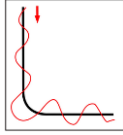


Riešenie: „per partes“.

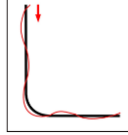
18

V „literatúre“ sa dočítate a na internete nájdete.

Napr.: „Bežný“ robot (auto) dokáže sledovať čiaru tak, ako je nakreslené na obr. (červená čiara – pohyb robota)



Robot riadený PID regulátorom Dokáže sledovať čiaru „lepšie“



Sledovanie trajektórie (sledovanie cieľa, vzdialenosť medzi dvoma pohybujúcimi sa vozidlami, ...):

Jestvuje niekoľko riešení úlohy „sledovania trajektórie“ pohybujúcim sa vozidlom.

Zvolí sa jedna z možných štruktúr PID (P, PI, PD, PID alebo úplne iná) regulátora a doladí sa parametre. Ktorá možnosť je správna?

Proces sledovania možno zjednodušené popísať ako integračnú sústavu:



P regulátor dokáže sledovať skokovú zmenu trajektórie s nulovou regulačnou odchýlkou a

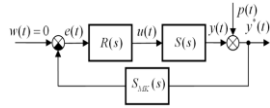
PI regulátor dokáže sledovať lineárne narastajúcu zmenu trajektórie s nulovou regulačnou odchýlkou.

Harmonický sa meniacu trajektóriu dokáže sledovať s nulovou regulačnou odchýlkou až nelineárny obvod využívajúci sklzový režim.

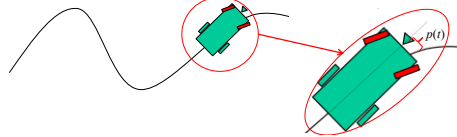
Sledovanie trajektórie (sledovanie cieľa, vzdialenosť medzi dvoma pohybujúcimi sa vozidlami, ...):

Uvedieme ako treba navrhovať vlastnosti akčného člena a regulátora vzhľadom na parametre sledovanej trajektórie.

- $w(t)$
- $R(s)$ je prenos regulátora a
- $S_M(s)$ je prenos meracieho kanála (snímača).
- $y(t)$ je predstavuje vzdialenosť referenčného bodu od stredu želanej trajektórie.



Poruchová veličina $p(t)$ predstavuje natočenie – posunutie sledovanej trajektórie voči referenčnému bodu vozidla (snímača).



Vlastnosti štruktúr regulátora:

P regulátor.

Predpokladáme ideálny snímač, merací kanál: $S_M(s) = 1$.

Uvažujeme skokovú zmenu poruchy $p(t) = A$

Požadujeme: $\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = 0$

Táto požiadavka odpovedá prenosu výstupnej poruchy: $\frac{A \cdot s}{s^2 + 2\zeta \omega_n s + \omega_n^2}$

z predstavuje dynamiku obvodu.

Štruktúra a parametre regulátora: $\frac{K_p}{s}$

To znamená, ak uvažujeme len skok polohy,

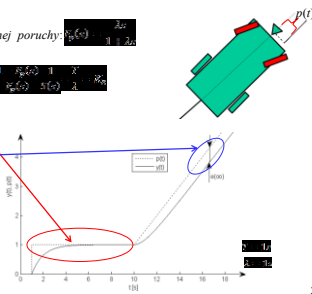
postupuje P regulátor.

Ak budeme predpokladať lineárne

narastajúci signál: $w(t) = A \cdot t$

vznikne trvalá reg. odchýlka veľkosti

$\frac{A}{K_p}$



Vlastnosti štruktúr regulátora:

PI regulátor.

Predpokladáme ideálny snímač, merací kanál: $S_M(s) = 1$.

Uvažujeme lineárne narastajúci poruchový signál $p(t) = A \cdot t$

Požiadavke „Sledovanie lin. narastajúceho signálu $w(t) = A \cdot t$ s nulovou regulačnou odchýlkou“ odpovedá

prenos poruchy $\frac{A \cdot s^2}{s^2 + 2\zeta \omega_n s + \omega_n^2}$

Tento prenos predstavuje druhú deriváciu realizovanú na stabilnom filtri (minimálne) druhého rádu.

Ak zvolíme $\omega_n = 2\zeta \omega_n$ a $\zeta = 0.707$

(stabilná prenosová funkcia, dvojnásobný koreň)

výsledkom bude PI regulátor so štruktúrou

$\frac{K_p}{s} \left(1 + \frac{1}{sT_i} \right)$

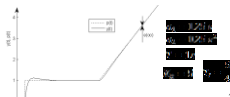
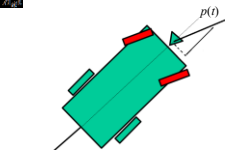
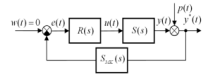
Priebeh prechodného procesu je daný hodnotami a_1 a a_2

To znamená, ak uvažujeme len skok polohy a rýchlosti,

postupuje PI regulátor.

PI regulátor nedokáže bez trvalej reg. odchýlky sledovať

signál $p(t) = A \cdot \sin \omega t$.



Vlastnosti štruktúr regulátora:

Predpokladáme ideálny snímač, merací kanál: $S_M(s) = 1$.

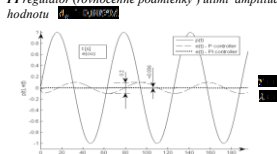
Uvažujeme harmonický poruchový signál $p(t) = A \cdot \sin \omega t$

Ustálená zložka amplitúdy regulačnej odchýlky $e(t)$ bude: $\frac{A \cdot \omega}{\sqrt{\omega_n^4 - 2\zeta \omega_n^2 \omega^2 + \omega^2}}$

Nastavme! dynamiku systému vzhľadom na poruchu: $\frac{K_p}{s} \left(1 + \frac{1}{sT_i} \right)$

Potom P regulátor $\frac{K_p}{s}$ utlmí amplitúdu kmitov na $\frac{A \cdot \omega}{\omega_n^2}$

PI regulátor (rovinné podmienky) utlmí amplitúdu kmitov na hodnotu $\frac{A \cdot \omega}{\omega_n^2}$



Vlastnosti štruktúr regulátora:

Predpokladáme ideálny snímač, merací kanál: $S_M(s) = 1$.

Uvažujeme harmonický poruchový signál $p(t) = A \cdot \sin \omega t$

Polohový regulátor:

Obvod podľa obr. neprenesie – utlmí poruchový signál $p(t) = A \cdot \sin \omega t$ ak platí: $\omega \ll \omega_n$

Tento vzťah predstavuje podmienku vzniku sklzového režimu.

$e(t)$ má nulovú amplitúdu a nekonečnú frekvenciu.

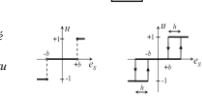
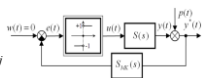
To znamená regulačný obvod bude eliminovať vplyv harmonickej poruchy na $y(t)$, ak bude platiť: $\omega \ll \omega_n$

Nekonečná frekvencia prepínania „relé“ môže zničiť mechanické časti obvodu.

Prax sa proti tomu bráni tak, že vytvorí necitlivosť okolo počiatku (trojpolohové relé s necitlivosťou).

Ak porucha lineárne narastá alebo klesá, môže sa z podobného dôvodu zničiť buď kontakt +b, resp. -b. Prax zavedie hysteréziu h okolo týchto kontaktov.

Takto upravený regulátor bude mať podobné vlastnosti ako P regulátor.

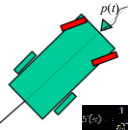
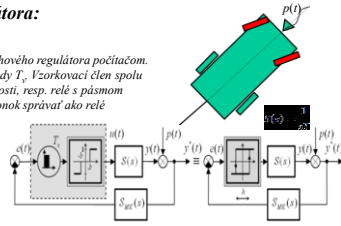


Vlastnosti štruktúr regulátora:

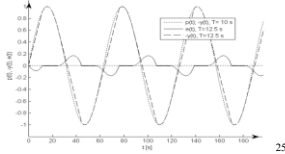
Pohľový regulátor:

Ďalšou komplikáciou je realizácia pohľového regulátora počítačom. Treba uvažovať vplyv vzorkovacej periódy T . Vzorkovací člen spozdil s ideálnym relé (relé s pásmom necitlivosti, resp. relé s pásmom necitlivosti a hysteréziou) sa bude navonok správať ako relé s hysteréziou.

V obvode vzniknú trvalé kmity, čo nie je želaný stav.



Příklad: $b = 0$, $p(t) = 1 \sin(0.1 t)$.
Ak $T = 10$ s, potom $y(t)$ sleduje trajektóriu ideálne.
Ak $T = 12.5$ s, potom $y(t)$ nenasleduje trajektóriu počas celej periódy kmitov ideálne.



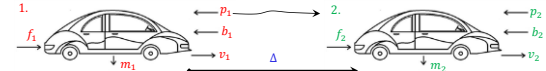
25

Adaptívny tempomat:

1. udržiava nastavenú rýchlosť vozidla.
2. udržiava vzdialenosť vozidla za vozidlom idúcim vpredu.

Základné parametre auta:

- m – hmotnosť,
- $v(t)$ – rýchlosť,
- b – odpor prostredia (trenie),
- $u(t) - F$ je sila motora.
- $p(t) - F_d$ – porucha (sklon cesty, ...).



Rovnice popisujúce pohyb auta:

2. Newtonov pohyb. zákon: $m \frac{dv(t)}{dt} + bv(t) = u(t) + p(t)$

L. transf.: $M(s)sV(s) + bV(s) = U(s) + P(s) \Rightarrow$

$$\frac{V(s)}{U(s)} = \frac{1}{ms + b} = \frac{K}{Ts + 1}$$

Poznáte metódu syntézy vhodnú pre túto úlohu?

26

Tempomat: Požiadavky kladené na regulačný obvod.

- Nulová trvalá regulačná odchýlka pre:
 - skok riadenia,
 - poruchovú veličinu.

Dynamické vlastnosti regulovaného systému $S(s) = \frac{1}{ms+b} = \frac{K}{Ts+1}$

nám vyhovujú, t.j.: $M(s) = S_{iden}(s)$.

Parametre systému: $m = 1000$ [kg] a $b = 50$ [Nsm⁻¹], t.j. $K = \frac{1}{b} = 0.02$ [m(Ns)⁻¹]; $T = \frac{m}{b} = 20$ [s]

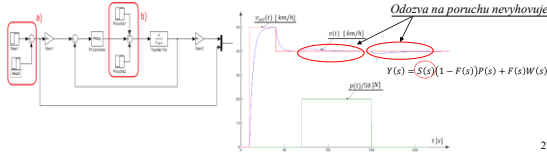
Nech doba regulácie je < 20 sekúnd (pásmo 1%): Tojto požiadavke odpovedá prenos riadenia v tvare:

$$F(s) = \frac{1}{\lambda s + 1}; \lambda = 4$$

Regulátor tempomatu má štruktúru a parametre:

$$R(s) = U(s) = R_0(s)E(s) - V(s)Y(s) = \frac{F(s)}{1 - F(s)M(s)} E(s) - V(s)Y(s)$$

$$R(s) = \frac{F(s)}{1 - F(s)S_{iden}(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_{rk}} \right) = 250 \left(1 + \frac{1}{20s} \right); K_p = 250$$
 [Nsm⁻¹] a $T_r = 20$ [s]



27

Tempomat: Požiadavky kladené na regulačný obvod.

- Nulová trvalá regulačná odchýlka pre:
 - skok riadenia,
 - poruchovú veličinu.

Dynamické vlastnosti regulovaného systému $S(s) = \frac{1}{ms+b} = \frac{K}{Ts+1}$

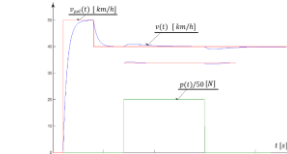
sa menia, t.j.: $M(s) = \frac{1}{\beta s + 1}$, Vnútrohá SV: $V(s) = a_1 s + a_0 = \left(\frac{T_r}{K} s + \frac{1}{K} \right); \beta = 200$ a $a_0 = 150$ [Nsm⁻¹]

Prenos riadenia v tvare: $F(s) = \frac{1}{\lambda s + 1}; \lambda = 4$ [s]

Regulátor tempomatu má štruktúru a parametre:

$$R(s) = U(s) = R_0(s)E(s) - V(s)Y(s) = \frac{F(s)}{1 - F(s)M(s)} E(s) - V(s)Y(s)$$

$$R_0(s) = \frac{F(s)}{1 - F(s)M(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_{rk}} \right) = 250 \left(1 + \frac{1}{5s} \right); K_p = 250$$
 [Nsm⁻¹] a $T_r = 5$ [s]



28

Tempomat: Požiadavky kladené na regulačný obvod.

- Nulová trvalá regulačná odchýlka pre:
 - skok riadenia,
 - poruchovú veličinu.

Dynamické vlastnosti regulovaného systému $S(s) = \frac{1}{ms+b} = \frac{K}{Ts+1}$

sa menia, t.j.: $M(s) = \frac{1}{\beta s + 1}$, Vnútrohá SV: $V(s) = a_1 s + a_0 = \left(\frac{T_r}{K} s + \frac{1}{K} \right); \beta = 200$ a $a_0 = 150$ [Nsm⁻¹]

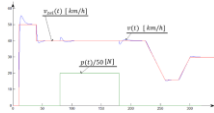
Sledovanie lineárnych zmien riadiaceho a poruchového signálu:

$$\text{Prenos riadenia v tvare: } F(s) = \frac{a_1 s + 1}{a_2 s^2 + a_1 s + 1} = \frac{\lambda s + 1}{(1 + \lambda s)(1 + \frac{\lambda s}{2})} = \frac{\lambda s + 1}{\frac{3}{2} \lambda^2 s^2 + \frac{3}{2} \lambda s + 1}; \lambda = 4$$
 [s]

Regulátor tempomatu má štruktúru a parametre:

$$R(s) = U(s) = R_0(s)E(s) - V(s)Y(s)$$

$$R_0(s) = \frac{F(s)}{1 - F(s)M(s)} = \frac{1}{1 - \frac{1}{\beta s + 1} \frac{1}{ms + b}} = \frac{4}{\lambda s + 1} \frac{1}{\beta s + 1} \frac{1}{ms + b} = \frac{4}{\lambda s + 1} \frac{1}{\beta s + 1} \frac{1}{\frac{3}{2} \lambda^2 s^2 + \frac{3}{2} \lambda s + 1} + 1$$



29

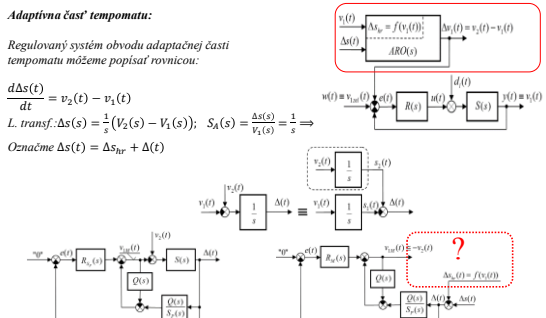
Adaptívna časť tempomatu:

Regulovaný systém obvodu adaptívnej časti tempomatu môžeme popísať rovnicou:

$$\frac{d\Delta s(t)}{dt} = v_2(t) - v_1(t)$$

$$L. transf.: \Delta s(s) = \frac{1}{s} (V_2(s) - V_1(s)); S_A(s) = \frac{\Delta s(s)}{V_2(s)} = \frac{1}{s} \Rightarrow$$

$$\text{Označme } \Delta s(t) = \Delta s_{hr} + \Delta(t)$$



Meranie poruchovej veličiny $v_2(t)$. Pozorovať poruchy.

Obvod generujúci adaptívnu rýchlosť 1. vozidla.

30