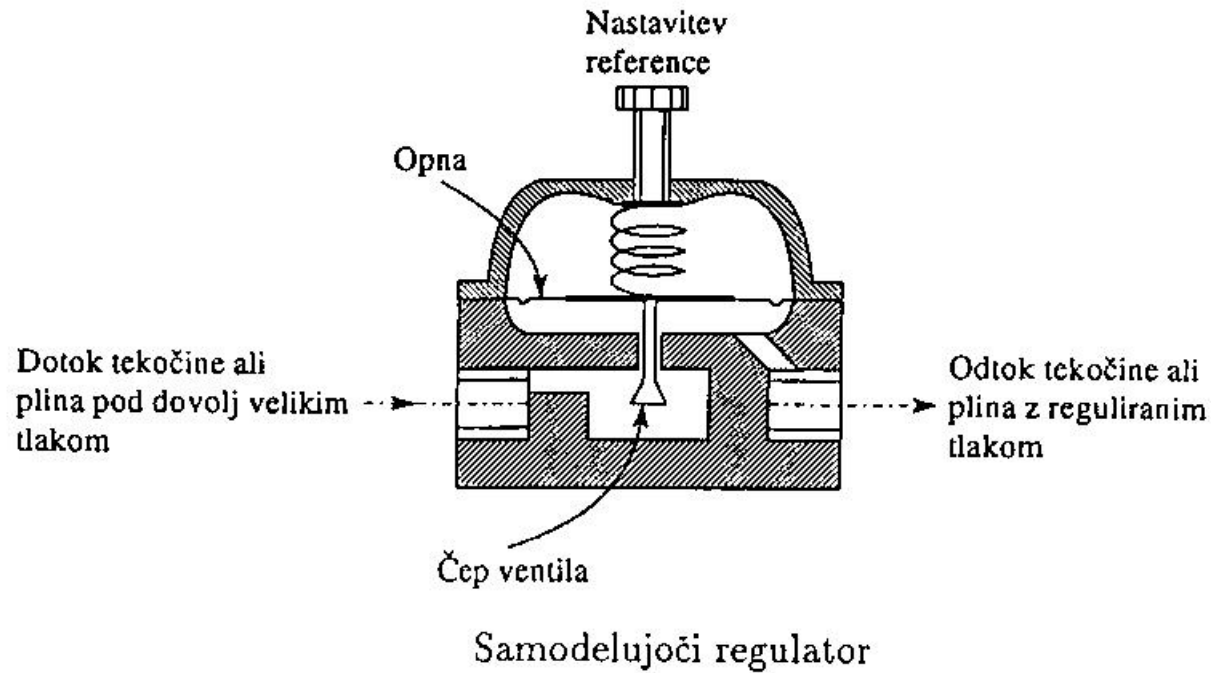


REGULATORJI



PID regulator

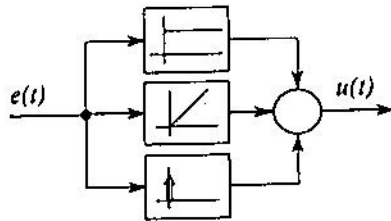
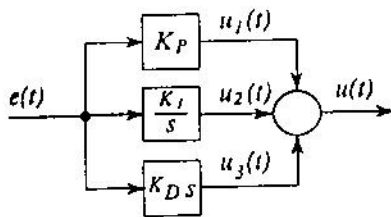
$$u(t) = K_P e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{de(t)}{dt} = K_P \left(e(t) + \frac{1}{T_I} \int e(t) dt + T_D \frac{de(t)}{dt} \right)$$

$$T_I = \frac{K_P}{K_I} \quad T_D = \frac{K_D}{K_P}$$

oz. prenosna funkcija

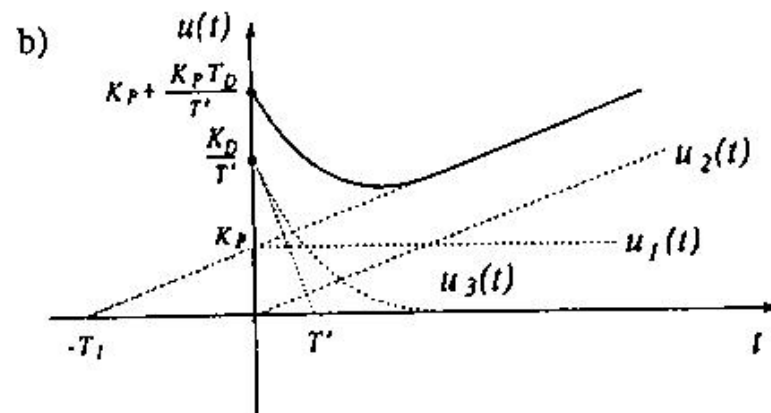
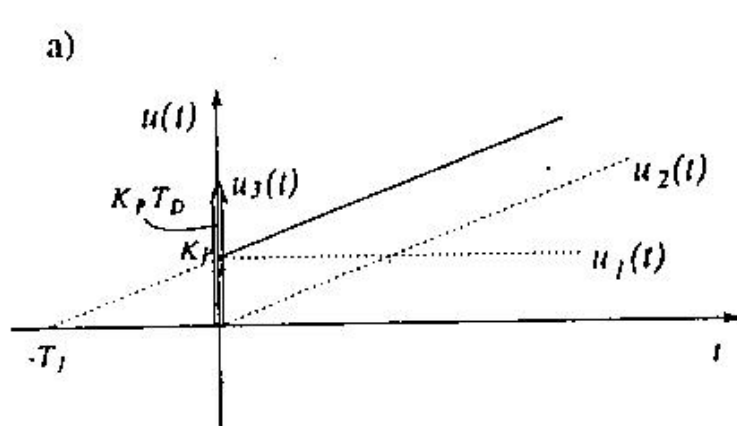
$$G_R(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$

K_P je ojačenje regulatorja, T_I je integrirni čas T_D pa diferencirni čas.



$$G_R(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s} + \frac{T_D s}{T_I s + 1} \right)$$

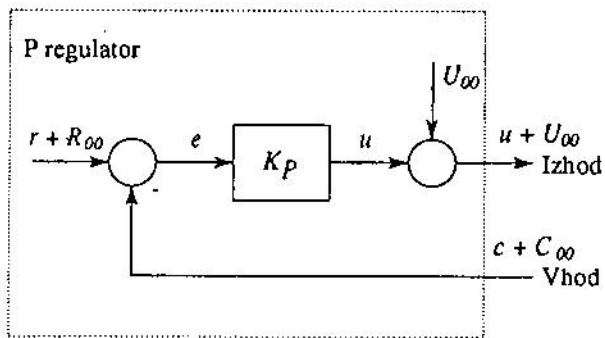
Možna bločna diagrama *PID* regulatorja



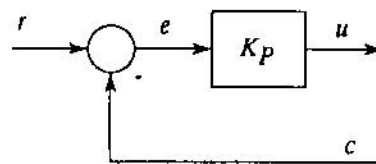
Odziv *PID* regulatorja na stopničasti signal pogreška:

- a) idealni primer
- b) realni primer

a)



b)

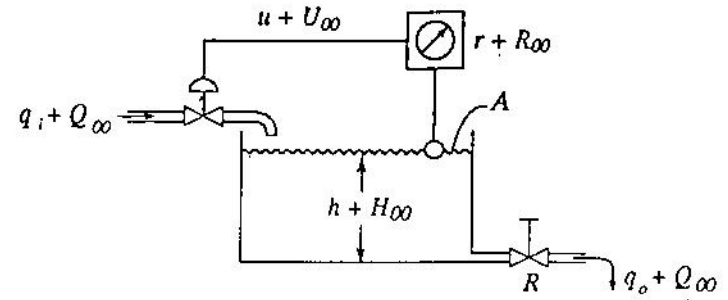


$$u(t) = K_P e(t)$$

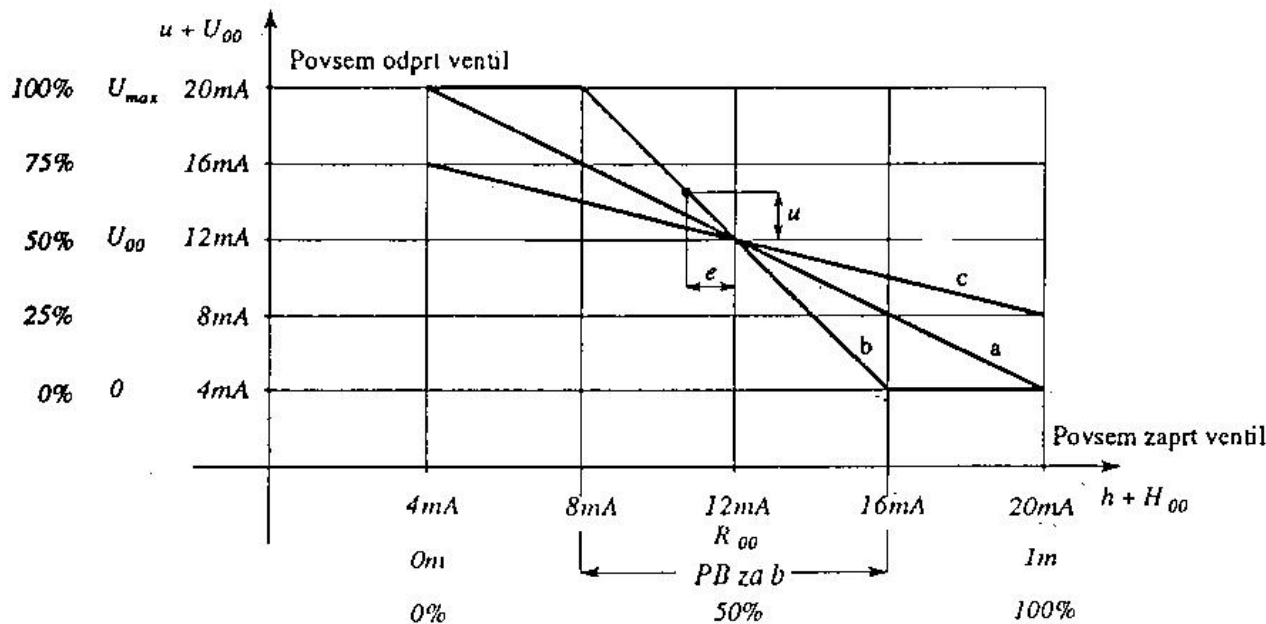
$$G_R(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_P$$

Slika 6: Industrijski P regulator: a) absolutne veličine
b) odstopanja od delovne točke

Proporcionalni člen statična karakteristika



Hidravlični regulacijski sistem

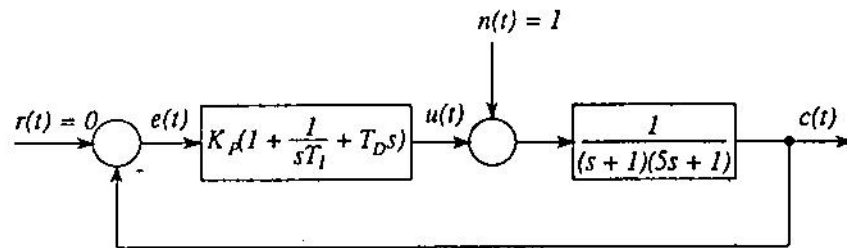


$$K_P = \frac{u}{e} = \frac{U_{max}}{PB}$$

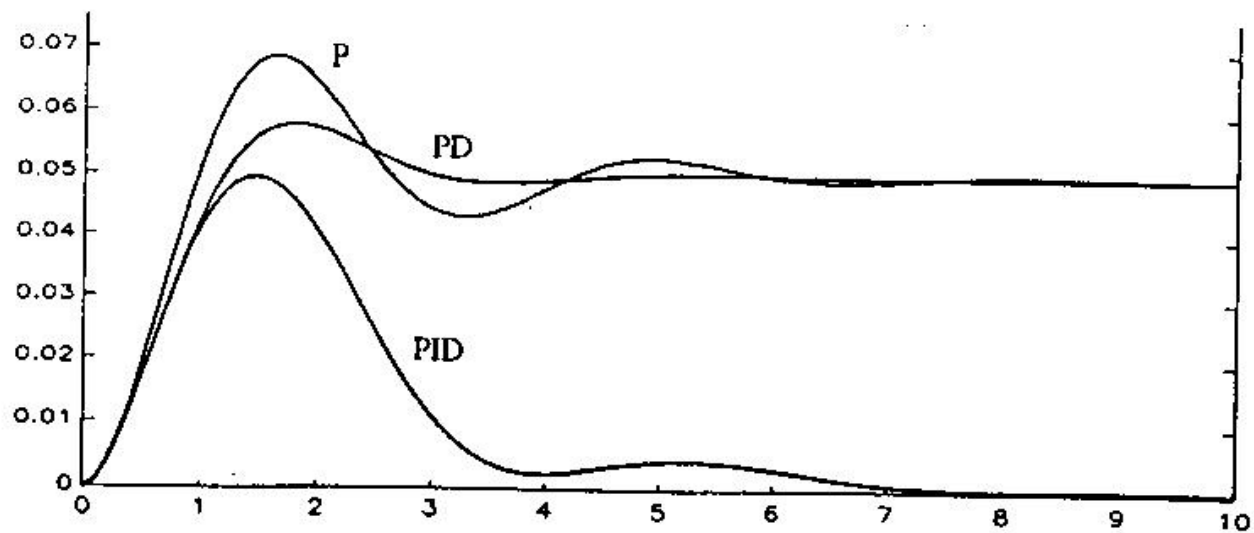
$$K_P = \frac{100\%}{PB[\%]}$$

- Statične karakteristike P regulatorja:
- a) prop. območje 100%
 - b) prop. območje 50%
 - c) prop. območje 200%

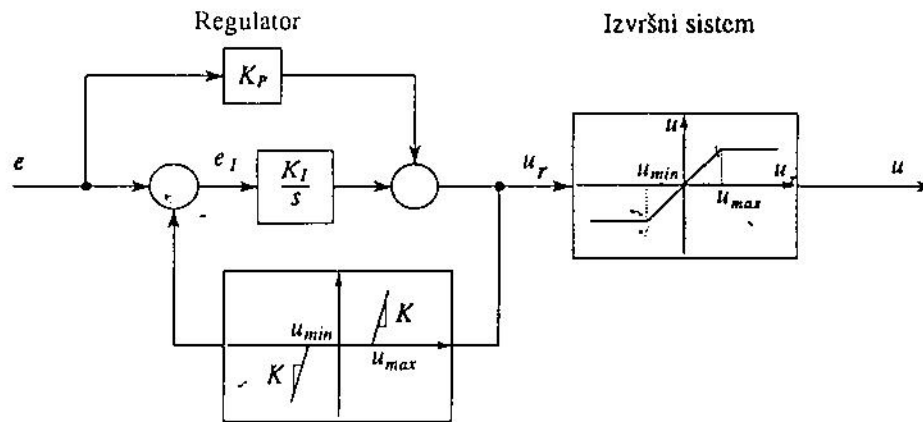
$$u(t) = \frac{100\%}{PB[\%]} e(t)$$



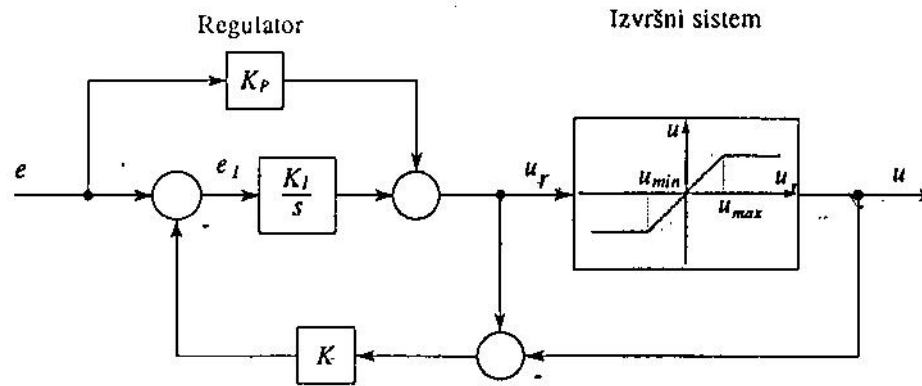
Slika 12: Bločna shema *PID* regulacijskega sistema



a)



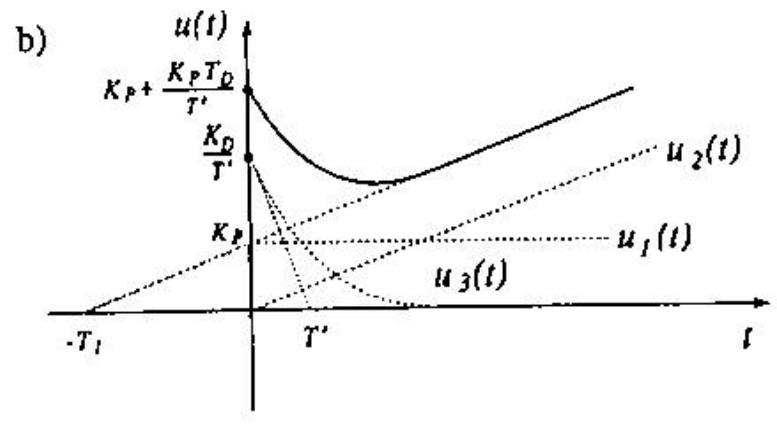
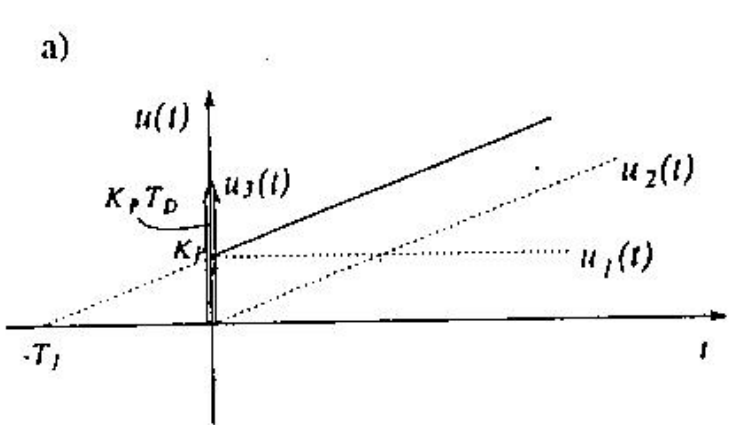
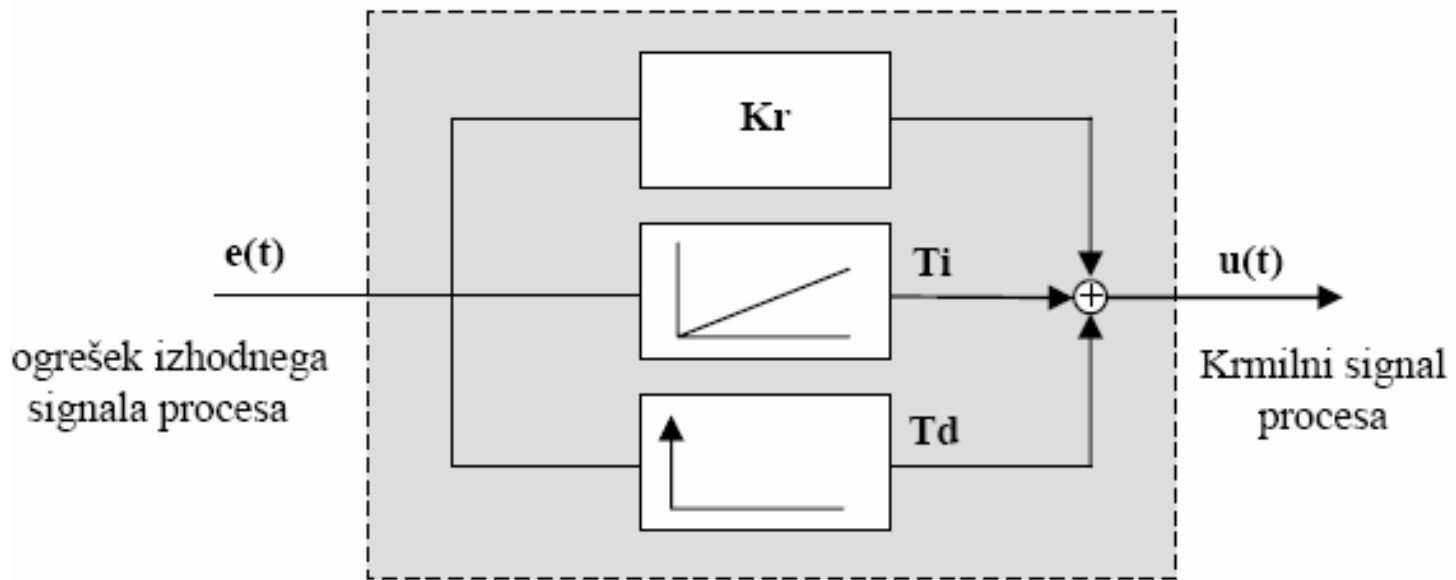
b)



Zaščita pred integralskim pobegom:

a) s povratno zanko pri integratorju

b) s povratno zanko iz izhoda izvršnega sistema



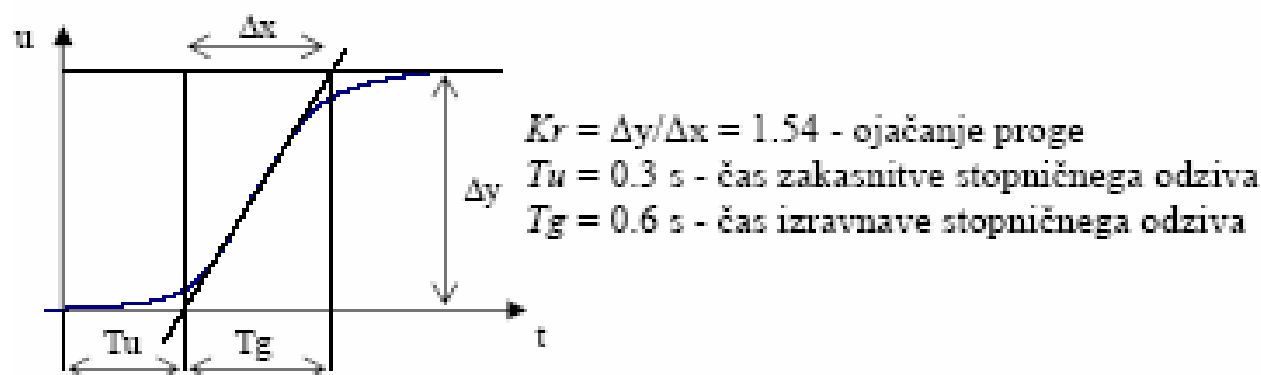
Odziv *PID* regulatorja na stopničasti signal pogreška:

- a) idealni primer
- b) realni primer

Določanje parametrov regulatorja

ODPRTA ZANKA

Za steze višjega reda, katerih časovni odziv proge je znan. Parametri se določajo na osnovi prenosne funkcije -stopničnega odziva odprte zanke, če je podoben členu I. reda. Tabela 3.1-2.

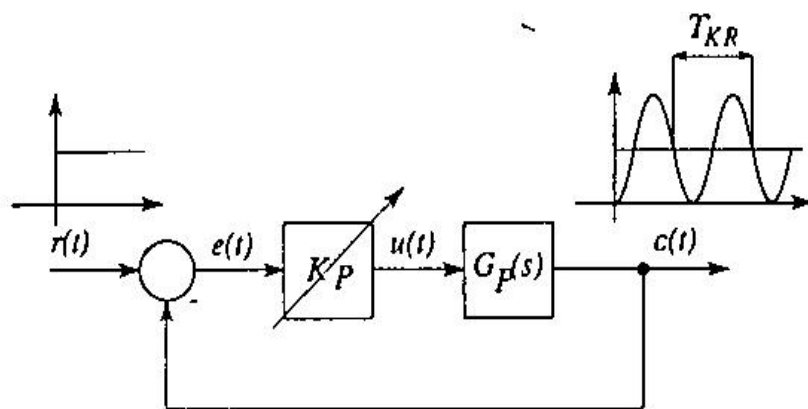


	P reg.	PI reg.	PID reg.
K_p	T_g/T_u	$0.9 \cdot T_g/T_u$	$1.2 \cdot T_g/T_u$
T_i	—	$3.3 \cdot T_u$	$2 \cdot T_u$
T_d	—	—	$0.5 \cdot T_u$

Tabela 3.1-2: Metoda Ziegler-Nichols (za stopnični odziv)

ZAPRTA ZANKA

Ta se uporablja za steze višjega reda, katerih časovni odziv proge ni znan. Zaprto zanko spravimo s kritičnim ojačanjem v mejno nihanje in opazujemo njeno dinamiko.



Nihajni preizkus

Vrsta regulatorja	K_P	T_I	T_D
P	$0.5K_{KR}$	∞	0
PI	$0.45K_{KR}$	$0.83T_{KR}$	0
PID	$0.6K_{KR}$	$0.5T_{KR}$	$0.125T_{KR}$

regulator namestimo kot čisti P regulator ($T_i \rightarrow \infty$ in $T_d = 0$),

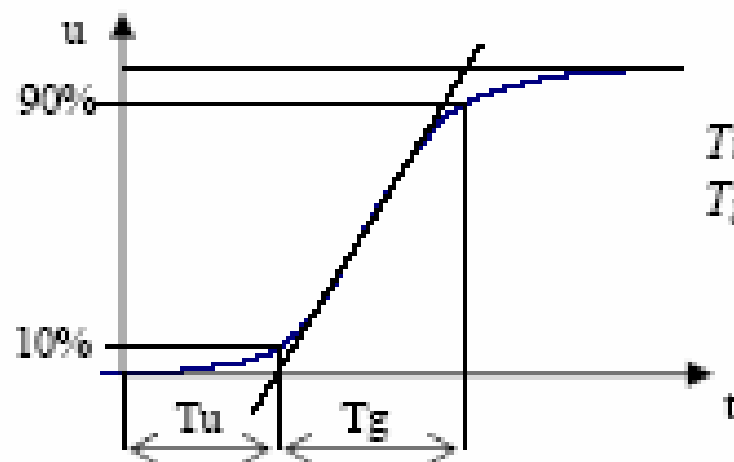
povečujemo ojačanje K_r , dokler se ne pojavijo oscilacije in na meji stabilnosti odčitamo kritično ojačanje K_{rk} ter periodo nihanja T_{rk} ,

na osnovi teh vrednosti, s pomočjo tabele 3.1-1 in v odvisnosti od željenega regulatorja, namestimo ojačanje K_p , T_i , T_d .

Chien-Hrones-Reswickova metoda (odprta zanka)

Za steze višjega reda, pri katerih procesa ne moremo ali ne smemo spraviti v mejno nihanje, poznamo pa stopnični odziv odprte zanke.

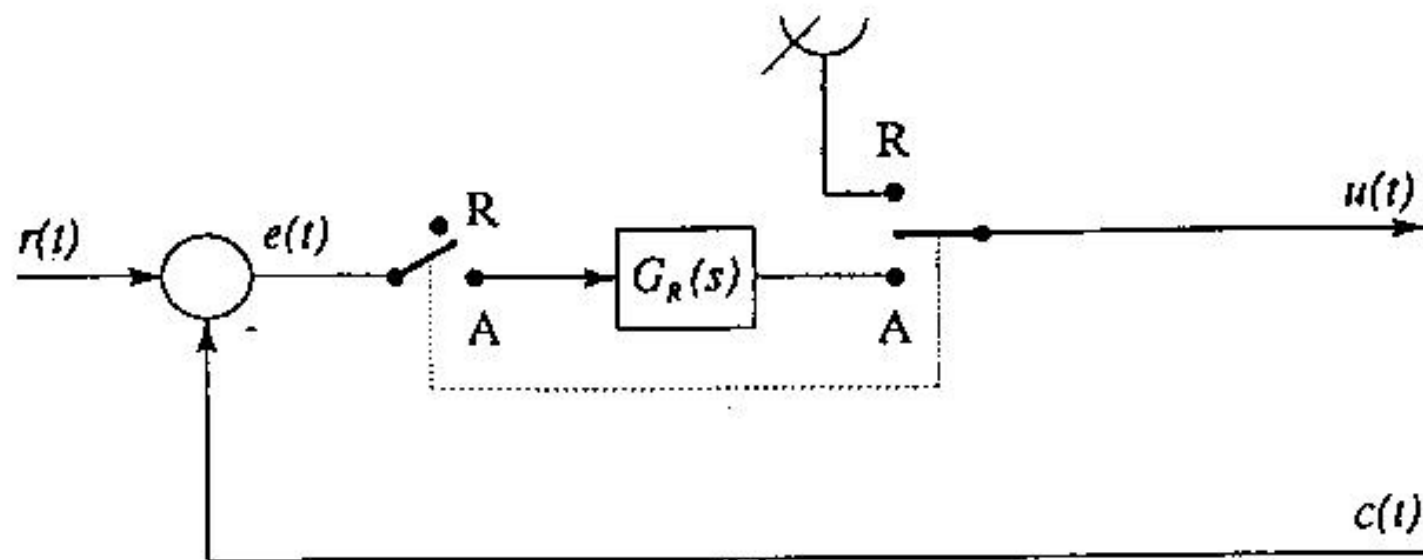
iz časovnega odziva preberemo mrtvi čas T_M in čas vzpostavitve T_g na temelju le-teh, s pomočjo tabele 3.1-3, izračunamo K_p , T_i , T_d .



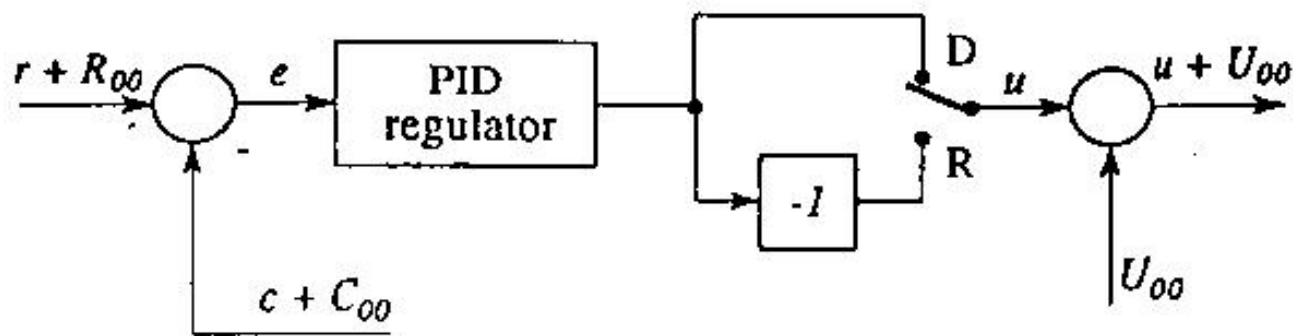
$T_M = 0.3$ s - čas zakasnitve stopničnega odziva
 $T_g = 0.6$ s - čas izravnave stopničnega odziva

	Aperiodični potek najkrajšega trajanja			20% prenehaja z najkrajšo periodo oscilacij				
		P	PI	PID		P	PI	PID
Čvrsta regulacija	Kp	$0,3T_g/T_u$	$0,6T_g/T_u$	$0,95T_g/T_u$	Kp	$0,7T_g/T_u$	$0,7T_g/T_u$	$1,2T_g/T_u$
	Ti	—	$4T_u$	$2,4T_u$	Ti	—	$2,3T_u$	$2T_u$
	Td	—	—	$0,42T_u$	Td	—	—	$0,42T_u$
Sledilna regulacija	Kp	$0,3T_g/T_u$	$0,35T_g/T_u$	$0,6T_g/T_u$	Kp	$0,7T_g/T_u$	$0,6T_g/T_u$	$0,95T_g/T_u$
	Ti	—	$1,2T_g$	T_g	Ti	—	T_g	$1,35T_g$
	Td	—	—	$0,5T_u$	Td	—	—	$0,47T_u$

Tabela 3.1-3: Chien-Hrones-Reswickova metoda



Preklop med ročnim in avtomatskim delovanjem
(R - ročno, A - avtomatsko)



Preklop med direktnim (D) in reverznim (R) delovanjem