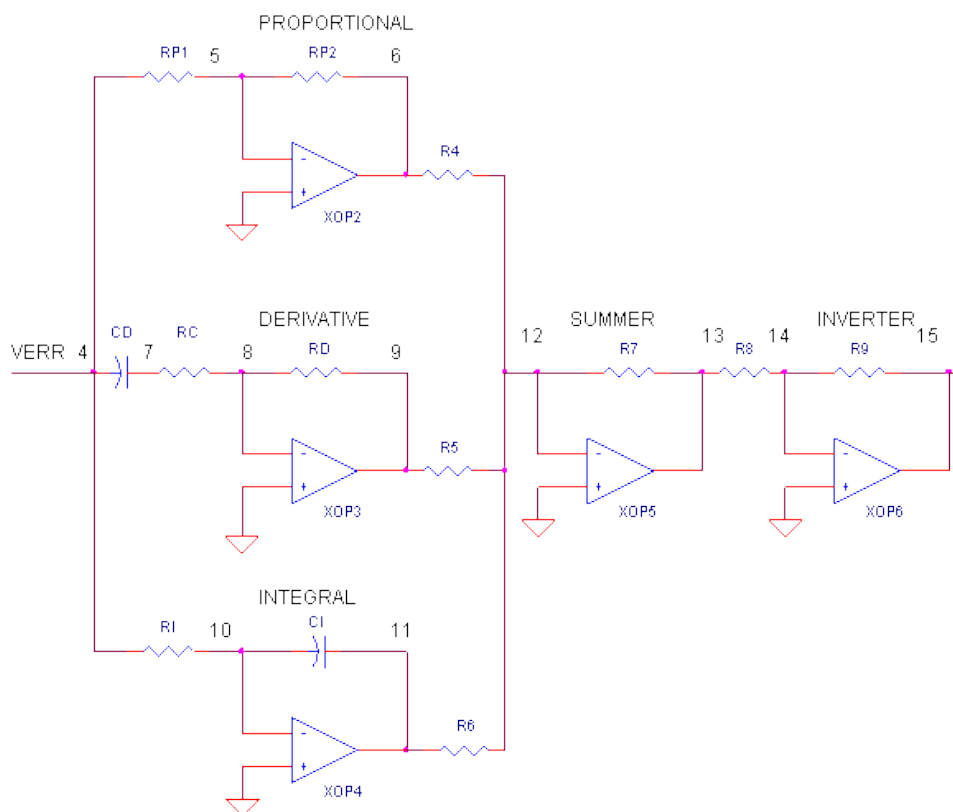


IZBOR I PODEŠAVANJE REGULATORA

PID KONTROLERI –REGULATORI

Svaki sistem automatskog upravljanja se odlikuje određenim zakonom ili zakonima upravljanja. Zakon upravljanja predstavlja matematičku zavisnost na osnovu koje upravljački uređaj obrađuje relevantne signale i generiše odgovarajuća upravljačka dejstva. Najčešća forma ovakvih upravljačkih uređaja se naziva regulator.

$$K_p e + K_d \frac{de}{dt} + K_i \int_0^t e(t) dt$$

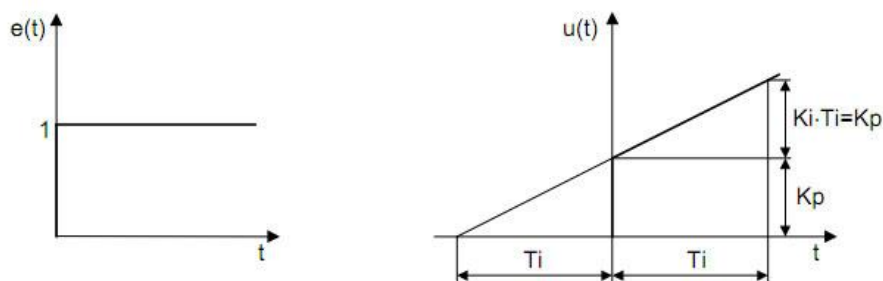


Osnovne funkcije regulatora

Osnova upravljanja u zatvorenim sistemima je stalno poređenje izlaza i zadatog ulaza, tako da njihovo dejstvo zavisi od signala greške, linearno, integrala greške ili prvog izvoda greške po vremenu. Na osnovu toga se regulatori mogu podijeliti na proporcionalni, integralni i diferencijalni. navedena tri osnovna dejstva se koriste za realizaciju složenijih oblike regulatora.

Osnovni zahtevi i zadaci regulacije su: stabilnost, tačnost i brzina odziva.

Ako se posmatra odskočni odziv PI regulatora (odziv na step), proporcionalni član će trenutno postaviti izlaz $u(t)$ na vrednost $K_p \cdot e(t)$, a uticajem integralnog člana će $u(t)$ nastaviti da raste linearno i nakon vremena T_i , će vrednost izlaza $u(t)$ biti jednaka $2 K_p \cdot e(t)$. (T_i je vremenska konstanta integratora). Dolazi se do zaključka da je $K_i \cdot T_i = K_p$ na osnovu jednačine PI djelovanja. Vrijeme integracije je vrijeme potrebno da se $u(t)$ jednako promijeni kao i skokovita promjena proporcionalnog člana, kao što je prikazano na slici.



Odskočni odziv PI regulatora.

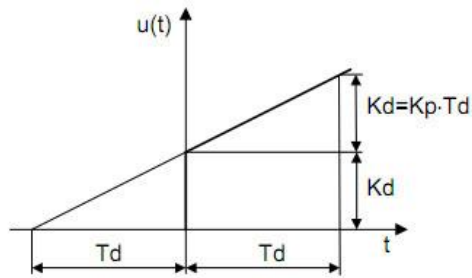
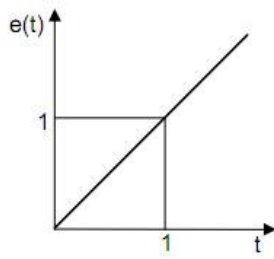
Da bi se izvršilo podešavanje regulatora, potrebno je odrediti parametre K_p i T_i , to jest pojačanje i vremensku konstantu T_i integralnog dejstva. U slučaju velikog proporcionalnog dejstva na izlazu se pojavljuju spore oscilacije sa velikim amplitudama, a to je posledica smanjene brzine reagovanja integralnog dejstva.

PD regulator

PD regulator se opisuje navedenom jednačinom.

$$u(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt},$$

m:



Delovanje PD regulatora

Kod PD regulatora se posmatra odziv na signal rampe ($k \cdot t$), jer je izvod step funkcije u trenutku promjene beskonačan. Zbog toga D dejstvo ubrzava odziv i proširuje frekventni opseg.

$$u(t) = K_p \cdot E(t + T_d)$$

Iz jednačine se vidi da za grešku datu u trenutku t_0 , $e(t_0) = E \cdot t_0$ izlazni signal regulatora ili upravljačka promjenjiva je proporcionalna sa $E \cdot (t + T_d)$. (t + Td). Može se reći da postoji efekat pomeranja upravljačkog signala unapred u vremenu za iznos T_d , tako da se konstanta T_d se definiše kao vremenski interval za koji diferencijalno dejstvo prednjači u vremenu, u odnosu na proporcionalno dejstvo, uz linearnu promenu greške.

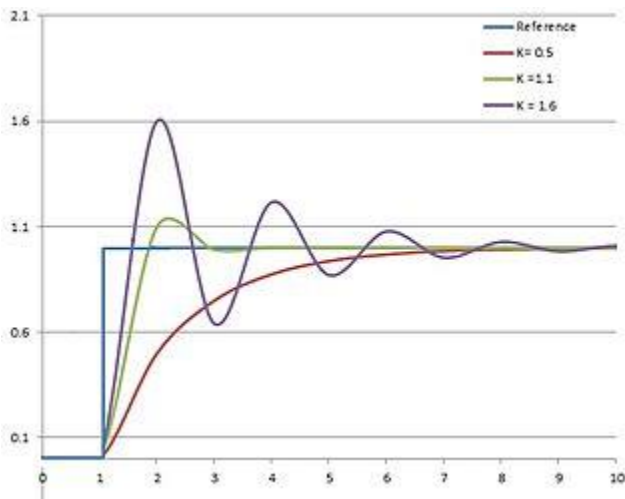
PID regulator

PID regulator ima tri podesiva parametra: pojačanje K_p , integralnu vremensku konstantu T_i i konstantu diferenciranja T_d . Na osnovu analize pojedinačnih dejstava, dobija se odejstvo PID algoritma. tako da sa ovim algoritmom se postiže stabilnost, brzina reagovanja, tačnost rada i vreme trajanja prelaznog procesa. J jednačina koja opisuje PID regulator,

$$u(t) = K_p + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right).$$

Da bi se izvršio izbor i podeđavanje parametara PID regulatora u upravljanju procesima, razvijene su jednostavne metode koje se temelje na teorijskim analizama i praktičnim ispitivanjima.

Najpoznatije su Ziegler-Nichols-ova, Chien-Hrones-Reswick-ova i metoda simetričnog i modulnog optimuma. Ziegler-Nichols metoda podešavanja



Na slici su prikazani različiti oblici odziva na step u zavisnosti od odabranih vrijednosti konstanti.

Kada model objekta upravljanja nije poznat, tada se podešavanje parametara regulatora vrši eksperimentalno. Tokom eksperimenta se dolazi do zaključka kakve su karakteristike sistema. Ako je sistem već realizovan sa povratnom spregom, bez obzira da li je primjenjen P, PI ili PID algoritam, prvo se dejstvo regulatora svede samo na proporcionalno (K_p), a povratna sprega se ne raskida. Tada se podrazumjeva da su vremenske konstante postavljene $T_d=0$, $T_i \rightarrow \infty$. Pri tome se K_p postavlja na neku manju vrednost, tako da regulaciona kontura bude stabilna. Sistem se pobuđuje odskočnim signalom, i K_p se postepeno povećava u malim iznosima. Na osciloskopu ili rgistrujućem uređaju se posmatra izlazni signal. U jednom momentu će povećanje vrednosti K_p dovesti sistem na granicu stabilnosti, što se detektuje pojavom prostoperiodičnih neprigušenih oscilacija u odzivu sistema. Time se eksperiment (“kritični eksperiment”) završava, i pri tome se pamte vrednosti pojačanja za koju je sistem prooscilovao (K_p) $_{kr}$ i perioda oscilacija T_{kr} . Ziegler i Nichols su ponudili tabelu pomoću koje se određuju vrednosti parametara regulatora na osnovu poznatih (K_p) $_{kr}$ i T_{kr} datih u tabeli.

Tip regulatora	K_p	T_i	T_d
P	$0.55(K_p)_{kr}$	-	-
PI	$0.35(K_p)_{kr}$	$1.25T_{kr}$	-
PID	$0.60(K_p)_{kr}$	$0.80T_{kr}$	$0.2T_{kr}$

Tabela za određivanja parametara regulatora na osnovu rezultata kritičnog eksperimenta

Nedostatak ove metode je dovođenje sistema do granice stabilnosti , što ponekad nije dozvoljeno, ali se dobijaju zadovoljavajući rezultati. Pri postavljanju parametara, bez pažljivog praćenja i analize rezultata može doći do pojave suviše jakih oscilacija .

Ziegler i Nichols su svoja pravila razvili za slučaj linearnog sistema sa transportnim kašnjenjem i polom u koordinatnom početku. Zahtev koji su sebi postavili pri projektovanju je bio da pri skokovitoj promeni reference ili ulaznog poremećaja svaki sledeći maksimum signala greške bude 25% prethodnog. Prema tome, drugi preskok signala greške će biti četiri puta manji od prvog što predstavlja kompromis između brzog odziva i malog preskoka. Primena ovog metoda na sisteme čije je transportno kašnjenje znatno veće od dominantne vremenske konstante ne daje dobre rezultate. Generalno, navedena procedura često ne daje zadovoljavajuće rezultate ali se dobijeni parametri ne razlikuju mnogo od parametara idealno podešenog PID-a za dati proces.

Ziegler i Nichols su predložili i drugu metodu za podešavanje parametara PID (odnosno P ili PI) regulatora, pri čemu se parametri određuju na osnovu odskočnog odziva sistema u otvorenoj povratnoj sprezi. Ova metoda se može primeniti kod sistema kod kojih se oscilacije u sistemu sa zatvorenim povratnom spregom ne mogu tolerisati.

Slična procedura je Kappa-Tau podešavanje parametara koja se zasniva na bezdimenzionim parametrima: relativnom pojačanju κ i relativnom mrtvom vremenu procesa τ .

Na primjeru prenosne funkcije $G(s)=e^{-s\tau} K/(Ts+1)$, kojom se može predstaviti realni proces na objektu upravljanja , kao redna veza integralnog elementa $K/(Ts+1)$ i elementa sa transportnim kašnjenjem $e^{-s\tau}$.

UPROŠĆEN METOD ZA IZBOR KONTROLERA pročitati iz udžbenika ,

OSNOVE AUTOMATIZACIJE; DUŠICA Hadži-Pešić, strana 222 do 225