

1) Navedite prednosti i probleme koji se javljaju kod upravljanja preko zajedničke komunikacijske mreže.

Prednosti: modularnost, jednostavno proširivanje sustava i održavanje, velik broj uređaja raznih proizvođača koji koriste isti standard, jednostavnije otkrivanje i ispravljanje greški, jednostavnije puštanje u rad, razmjena većeg broja informacija (dijagnostički i upravljački), smanjenje troškova ožičenja, jednostavnije međusobno spajanje uređaja

Problemi: Niža pouzdanost prijenosa podataka, veće vrijeme prijenosa podataka zbog korištenja istog medija (serijski prijenos umjesto paralelnog), složeniji el. Sklopovi senzora i aktuatora

2) Koji su radni zahtjevi na RT mreže?

Kašnjenje (mora biti malo, predvidljivo i malo promjenjivo, ista poruka treba biti dostupna više stanica jer neke procesne veličine koriste više stanica (difuzija)).

Kompozabilnost (neovisnost rada glavnih procesora stanica i komunikacijskog sustava).

Fleksibilnost (podrška kod promjena konfiguracija mreže).

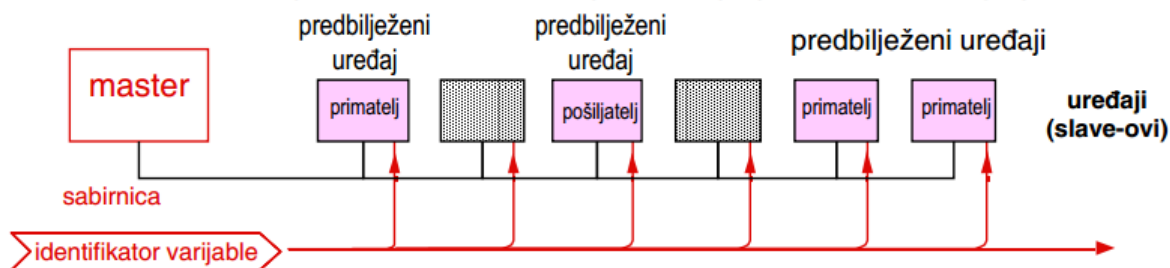
Otkrivanje i ispravljanje grešaka (ispravljanje ne smije dijelovati na kašnjenje).

Topologije (sabirnička i prstenasta).

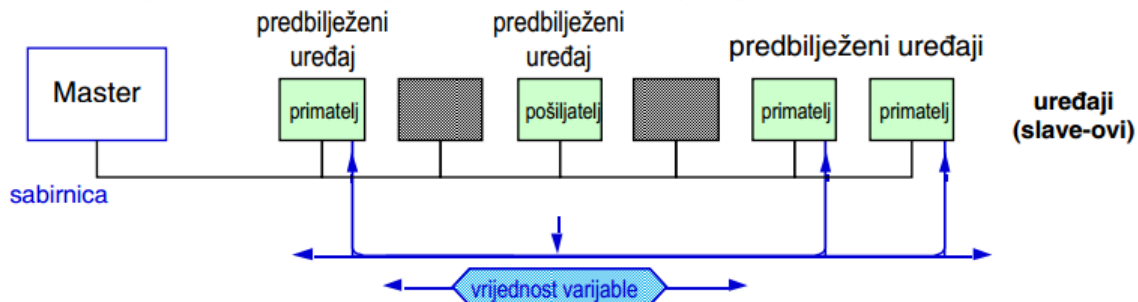
3) Opišite načelo cikličkog prijenosa podataka (TTC – time triggered communication).

Master poziva slavove (uređaje) prema rasporedu (lista pozivanja). Vrijeme prijenosa podataka je fiksno, prenose se kratke poruke (stanja varijabli procesa). Trajanje ciklusa određeno je brojem podataka koji se prenose i trajanjem svakog poziva.

Faza 1: Master šalje identifikator varijable koja je na redu za prijenos:



Faza 2: Uređaj koji šalje tu varijablu odgovara sa "slave" okvirom, koji sadrži vrijednost varijable, a svi predbilježeni primatelji primaju taj okvir.



4) Događajni (ET – event triggered) način prijenosa podataka? Prednosti i mane?

Do prijenosa dolazi samo kada dođe do promjena stanja neke varijable. Prosječno je opterećenje sabirnice malo ali u nekim situacijama se može dogoditi preopterećenje. Detekcija događaja je zasnovana na algoritmu koji odlučuje šta je događaj (nije svaka promjena stanja varijable događaj, već nekada je to promjena više varijabli).

Prednosti: može se obrađivati velik broj događaja ako nisu u isto vrijeme, velik broj stanica u mreži, sustav je većinom miran, bolje iskorištenje resursa,

Nedostaci: inteligentne stanica (odlučivanje kaj je događaj), raspodjeljeni pristup resursima, teško procijeniti vrijeme odziva, ograničenja kod zagušenja, potreban pozadinski ciklički rad da se provjerava budnost sustava.

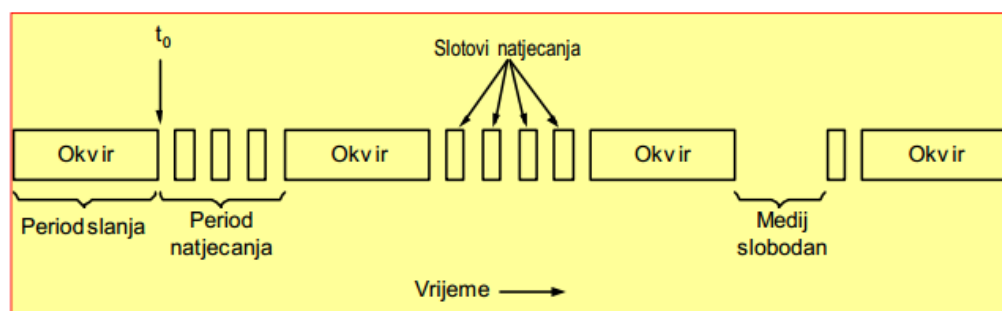
5) Napravite usporednu tablicu koja uspoređuje najvažnije značajke cikličkog i ET prijenosa podataka za RT sustave.

<u>Ciklički prijenos</u>	<u>ET prijenos</u>
<ul style="list-style-type: none">-prijenos podataka u određenim vremenskim razmacima bez obzira dali je došlo do promjena stanja u sustavu ili ne-determinističko i fiksno vrijeme poruka i ciklusa-nema najgoreg i najboljeg slučaja kašnjenja i zagušenja, sustav je predvidljiv-svi resursi unaprijed alocirani-periodički prijenos, prosljeđivanje žetona	<ul style="list-style-type: none">- prijenos podataka samo kad dođe do događaja ili na zahtjev- vrijeme prijenosa podataka promjenjivo- najbolje iskorištenje resursa- aperiodički prijenos- u normalnom stanju jako malo opterećenje sabirnice

6) Opišite način rada CSMA/CD protokola. U kojoj mreži se koristi? Što je period natjecanja i kako se određuje njegovo minimalno trajanje?

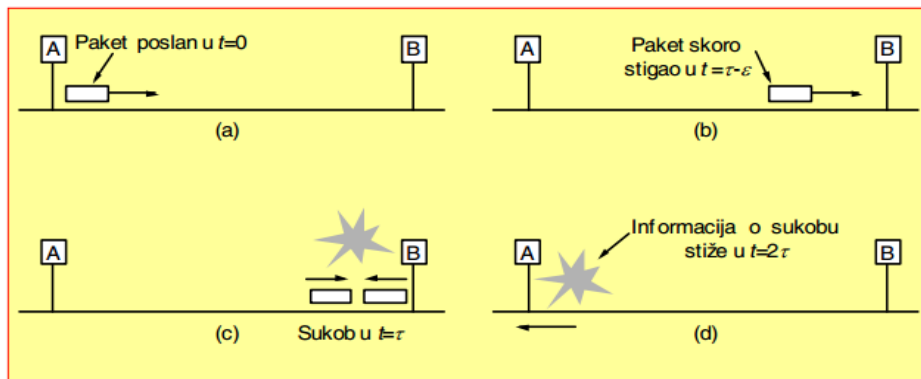
Koristi se kod LAN mreža (Ethernet). Dvije ili više stanica spoznaje da je kanal slobodan i čeka poruku. Usporedbom signala na mediju i poslanog signala mogu spoznat da je došlo do sukoba -> stanice prekidaju slanje poruke, čeka slučajno vrijeme i ponovo pokušava sa slanjem.

– Konceptualni model CSMA/CD protokola:



Period natjecanja – Minimalno vrijeme detekcije sukoba na mediju.

- τ – vrijeme propagacije između najudaljenijih stanica



- Stanica ne može biti sigurna da šalje bez sukoba dok ne istekne vrijeme $2\tau \Rightarrow$
- Period natjecanja višekratnik vremena 2τ .

7) Opišite CAN komunikacijsku mrežu (karakteristike, protokol, vrste, problemi primjene i rješenja).

Serijska sabirnica za područsku sustavima za rad u stvarnom vremenu. Poruka se prenosi pomoću identifikatora. CSMA/CA protokol pristupa mediju. Istodobni zahtjevi za slanjem poruka se rješavaju se prijenosom poruka višeg prioriteta pomoću bitova identifikatora. Kašnjenje zbog odluke o prioritetu. Najveće kašnjenje imaju poruke najmanjeg prioriteta. Kod sukoba svaka stanica šalje svoj identifikacijski broj. Ona stanica koja ima najveći prioritet do vidi i nastavlja sa slanjem.

8) Usporedite TTP/C i FlexRay komunikacijske protokole.

TTP (Time Triggered Protocol) – komunikacijski protokol za rad u stvarnom vremenu otporan na kvarove. Zasniva se na TDMA (time division multiple access) pristupu mediju. Malo kašnjenje, mala promjenjivost, nema potrebe za ponavljanjem slanja neispravnih poruka.

FlexRay - komunikacijski protokol za rad u stvarnom vremenu otporan na kvarove. Statička (TDMA) i dinamička (ET) komunikacija. Optički i elektronički prijenosni mediji. Pouzdano otkrivanje greške.

9) Napišite i obrazložite uvjete koje treba zadovoljiti pri izboru vremena uzorkovanja više regulacijskih petlji zatvorenih preko komunikacijske mreže.

Treba spriječiti odbacivanje podataka i prazna uzorkovanja (svaki poslani podatak treba stići na odredište prije sljedećeg uzorkovanja). Ograničiti kašnjenje u regulacijskim petljama da budu manja od najvećeg dopuštenog te da nema preljeva niti na jednom čvoru, ot jest da nije čvor stigao poslati podatak.

10) Što je modificirano konstantno komunikacijsko kašnjenje i zašto se uvodi?

$$\tau_i' = 2T_i + (\sup \tau_i^2 - \min \tau_i^2).$$

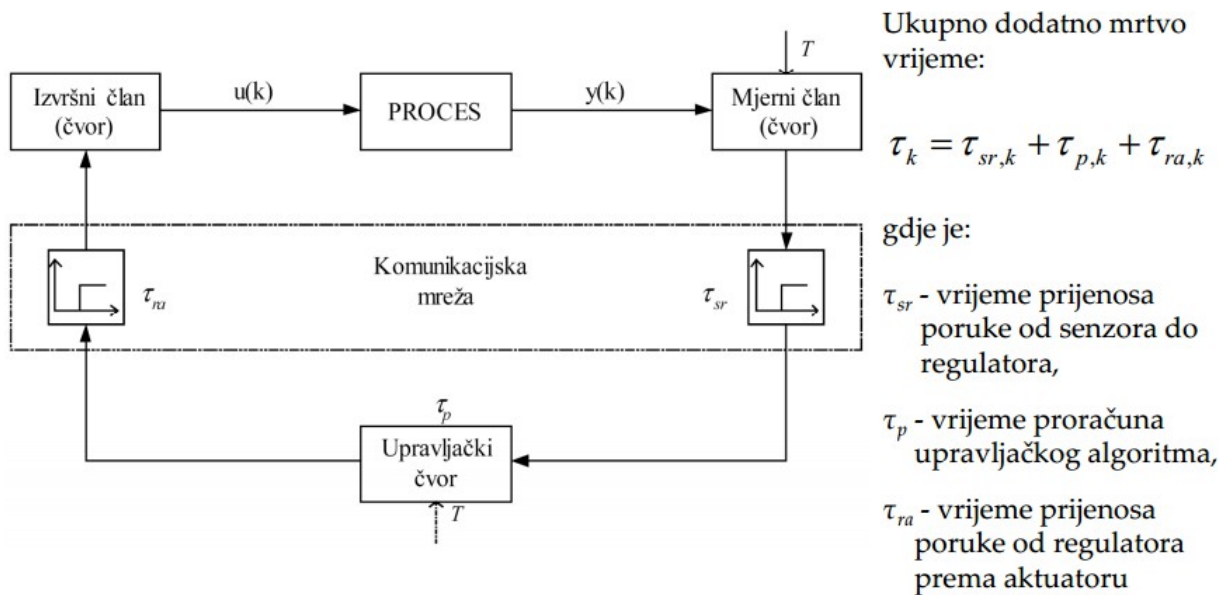
T_i – vrijeme uzorkovanja

τ_2 – kašnjenje između regulatora i aktuatora

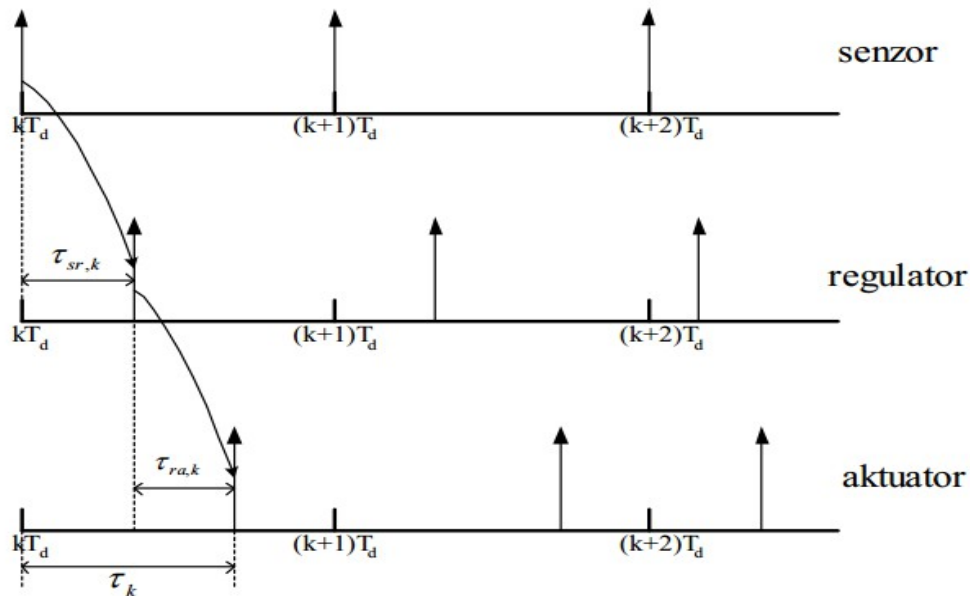
τ' – kašnjenje u petlji

Uvodi se zato da bismo znali najveće konstantno kašnjenje te da bismo zadovoljili zahtjeve na kakvoću vladanja sustava upravljanja s promjenjivi komunikacijskim kašnjenjem.

11) Od čega se sastoji ukupno dodatno mrtvo vrijeme uslijed upravljanja preko komunikacijske mreže?



- 12) Za zatvoreni sustav upravljanja preko komunikacijske mreže, uz regulator ED i aktuator ED, nacrtajte vremenski dijagram i napišite matematički model procesa u prostoru stanja. Kod kojih je protokola ova struktura upravljanja izvediva? (U dijagramu prikazite slučajeve praznog uzorkovanja, odbacivanja podatka i vremenskog posmaka).

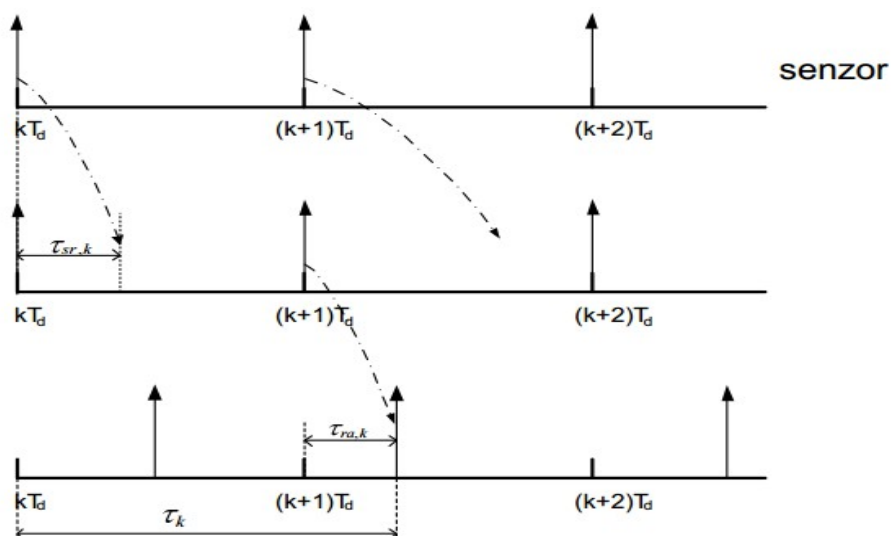


$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$$

$$y(t) = Cx(t)$$

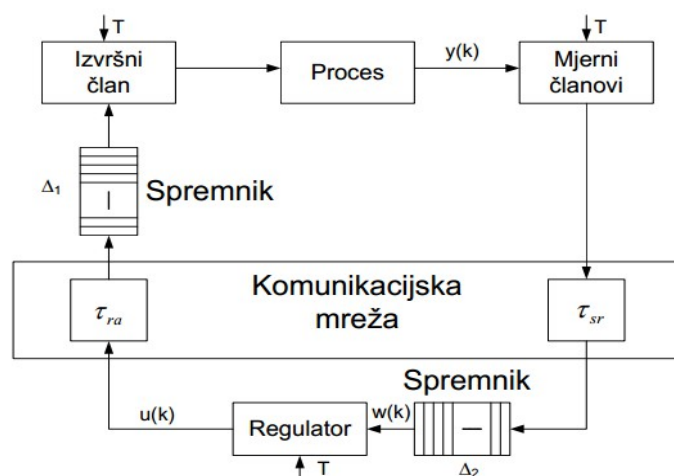
Koristi se kod CAN protokola. Najmanje vrijeme kašnjenja, ali je kašnjenje promjenjivo.

- 13) Za zatvoreni sustav upravljanja preko komunikacijske mreže, uz regulator TD i aktuator ED, nacrtajte vremenski dijagram i napišite matematički model procesa u prostoru stanja te usporedite ovu strukturu sa strukturom kod koje je i regulator ED.



Vrijeme kašnjenja se povećalo za vrijeme između dolaska poruke na regulator i proračunavanja upravljačkog algoritma.

14) Kako možemo sustav upravljanja preko mreže učiniti nepromjenljivim (tj. postići determinističko upravljanje)? Skicirajte shemu takvog sustava upravljanja.

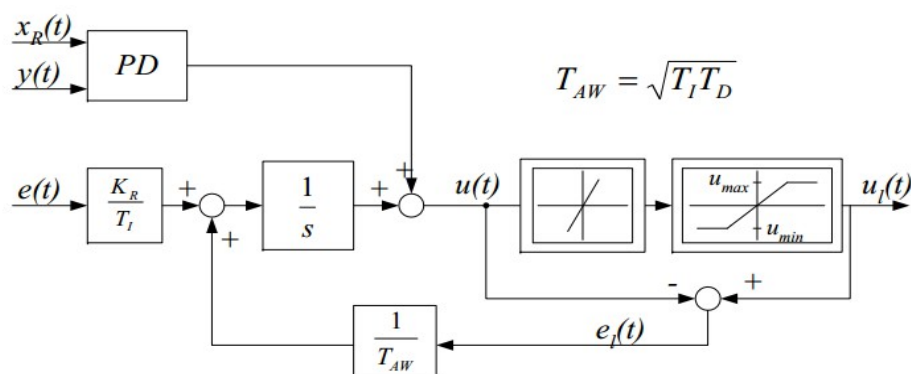


Krug upravljanja uz dodane spremnike na čvoru regulatora i aktuatora.

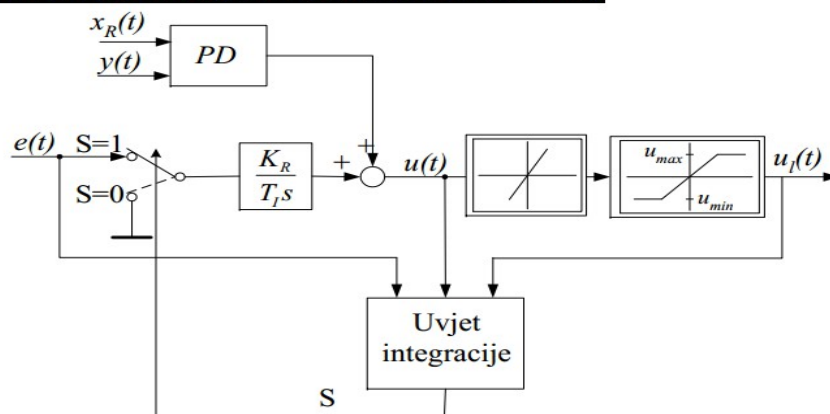
Čvorovi su periodički i sinkronizirani. U spremnik se spremaju poruke do preuzimanja od strane čvora. Spremnici su napravljeni tako da budu veći od najvećeg kašnjenja tako da u trenutku diskretizacije čvor uvijek može preuzeti podatak iz spremnika bez obzira na kašnjenje u mreži.

15) Blokova shema za sprječavanje efekta zaleta kod PID regulatora AW1 i AW2? Odabir Taw?

Postupak povratnog integriranja (postupak AW1):

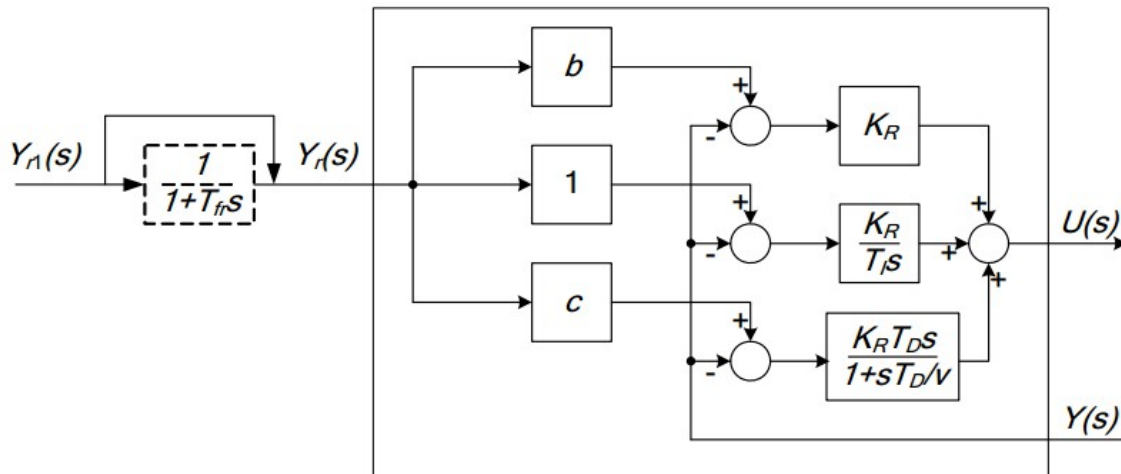


Postupak uvjetnog integriranja (postupak AW2):



$T_{aw} = \sqrt{T_d \cdot T_i}$

16) PID regulator sa 2 stupnja slobode i podešavanje parametara.



1. Parametri regulatora (K_R , T_b , T_D) podese se za dobru kompenzaciju poremećaja;
2. Podešavaju se koeficijenti b ($0 \leq b \leq 1$) i c ($0 \leq c \leq 1$) dok se ne postigne željeno vladanje s obzirom na referentnu veličinu.

17) Kompenzacijski član sa faznim prethodjenjem i kašnjenjem?

Fazno prethodjenje ($\alpha < 1$) – podiže freq. karakteristiku, povećaje brzinu odziva sustava, time pojačava pojačanje sustava na visokim freq. (problematično zbog šuma)

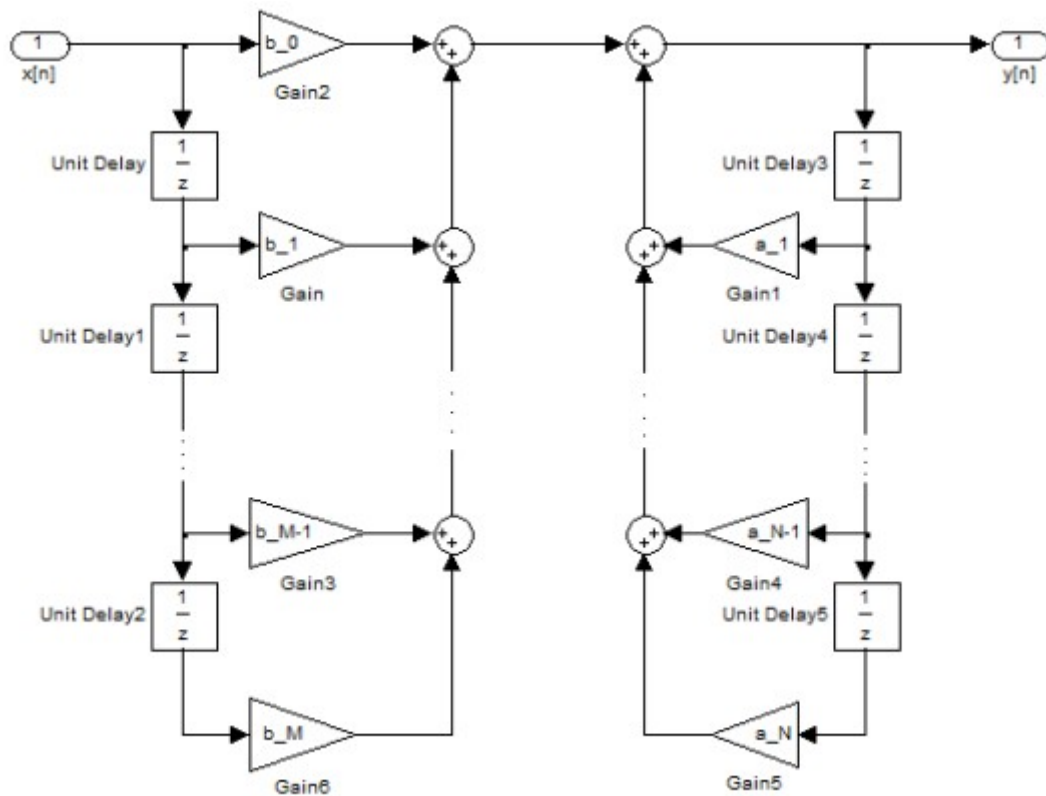
Fazno kašnjenje – pojačanje sustava na niskim freq., usporava odziv

Kombinacija - omogućuje istodobno povećanje brzine odziva (brža prijelazna pojava) i povećanje pojačanja na niskim frekvencijama (bolja točnost u ustaljenom stanju) ili povećanje brzine odziva bez pojačavanja visokih frekvencija

18) Prednosti i nedostaci implementacije regulatora u DO I, DO II, serijskom i paralelnom obliku?

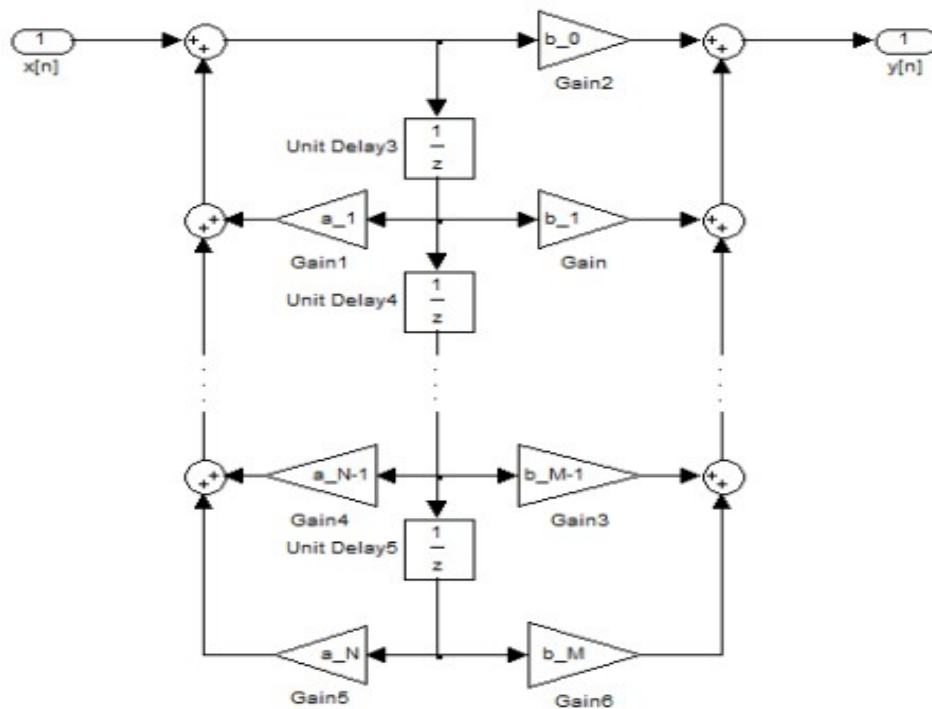
DO I

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k z^{-k}}{1 - \sum_{k=1}^N a_k z^{-k}} .$$



- dvostruko veće kašnjenje nego što je potrebno zbog nekanoničke strukture
- polovi i nule osjetljivi na zaokruživanje koeficijenata
- osjetljivost na zaokruživanje izražena ako su korijeni blizu u kompleksnoj ravнини

DO II



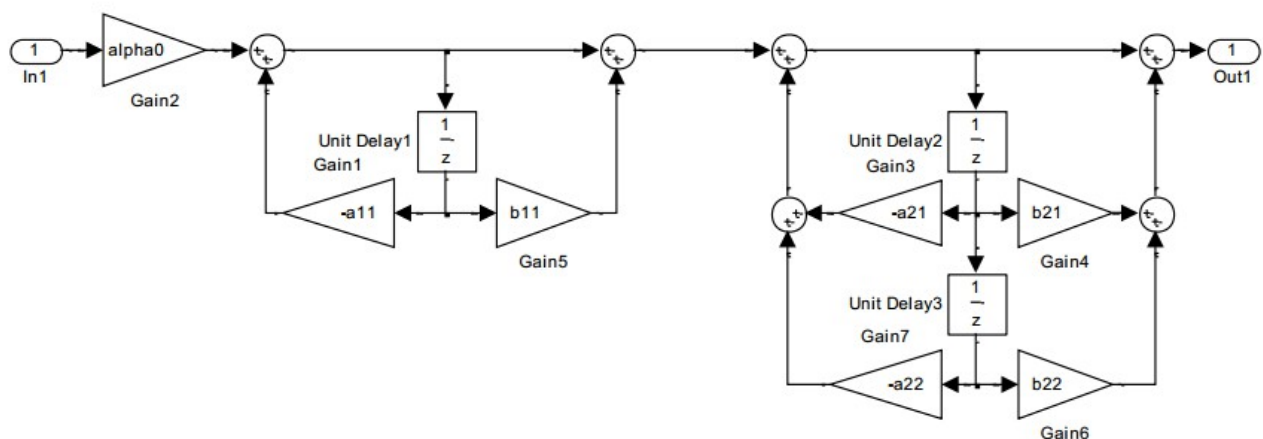
- kanonička forma zbog djeljenja elemenata za kašnjenje
- sekcija nula prati sekciju polova
- moguća pojava internog preljeva na ulaznom dijelu linije za kašnjenje
- osjetljivost na zaokruživanje koeficijenata

Serijski oblik

$$H(z) = \alpha_0 H_1(z) H_2(z) \cdots H_n(z).$$

$$H_i(z) = \frac{1 + b_{i1}z^{-1}}{1 + a_{i1}z^{-1}}$$

$$H_j(z) = \frac{1 + b_{j1}z^{-1} + b_{j2}z^{-2}}{1 + a_{j1}z^{-1} + a_{j2}z^{-2}}.$$

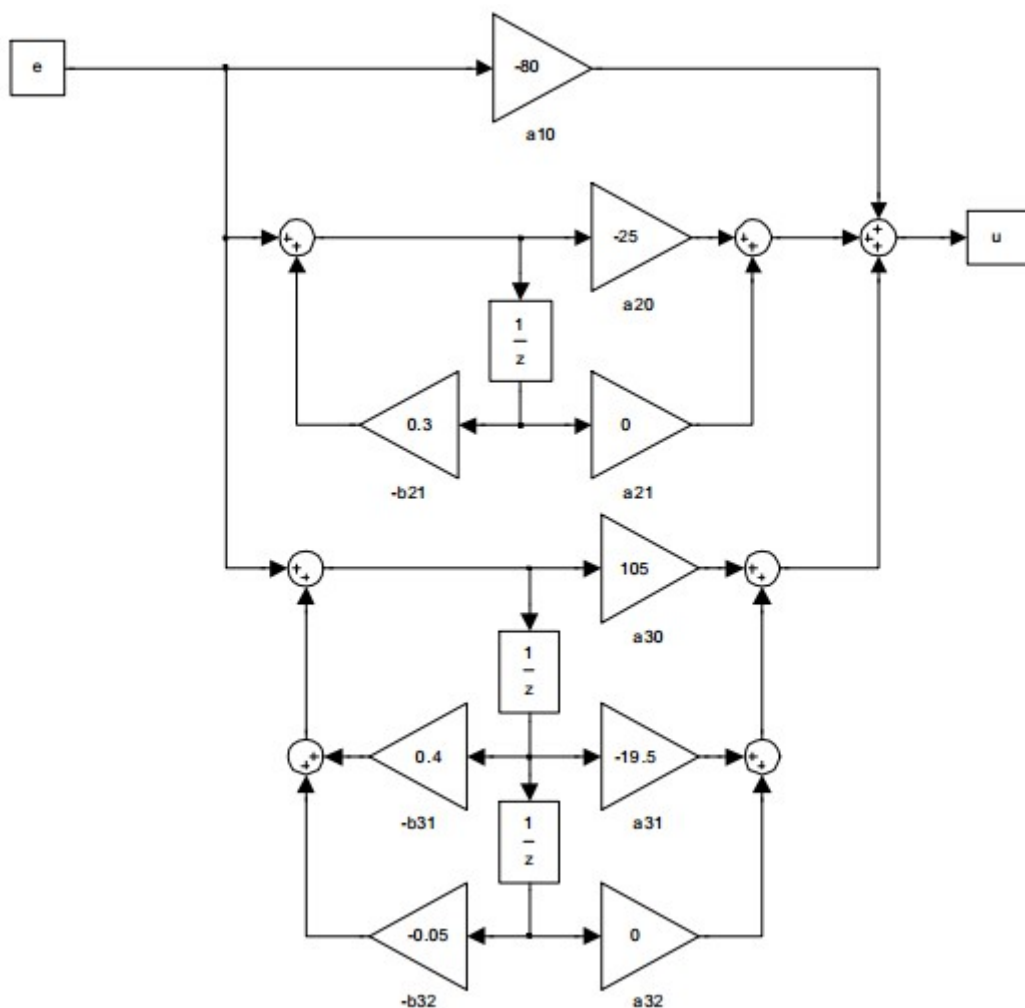


Paralela

$$H(z) = a_0 + H_1(z) + H_2(z) + \cdots + H_n(z).$$

$$H_i(z) = \frac{b_{i0}z^{-1}}{1 + a_{i1}z^{-1}}$$

$$H_i(z) = \frac{b_{i0}z^{-1} + b_{i1}z^{-2}}{1 + a_{i1}z^{-1} + a_{i2}z^{-2}}$$



19) Relejni član sa histerezom.

Uvodimo zbog mjernog šuma da relej nema promjene stanja koje nisu uzrokovane dinamikom sustava.

20) Smithov prediktor.

