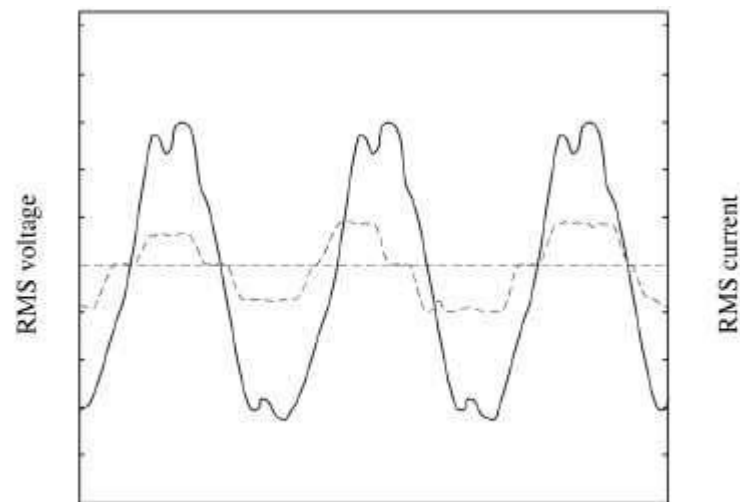
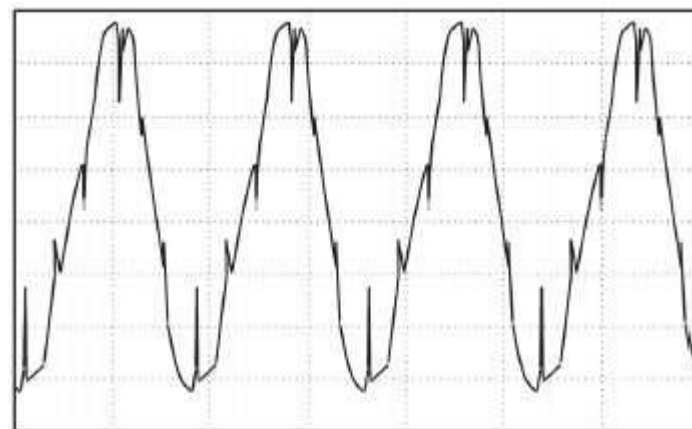
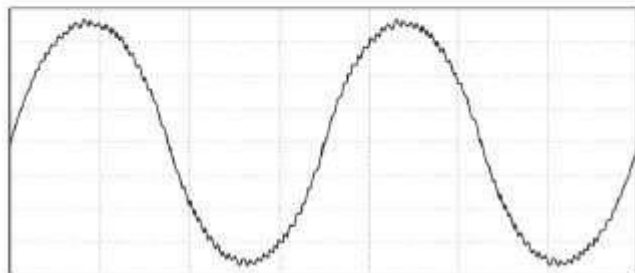
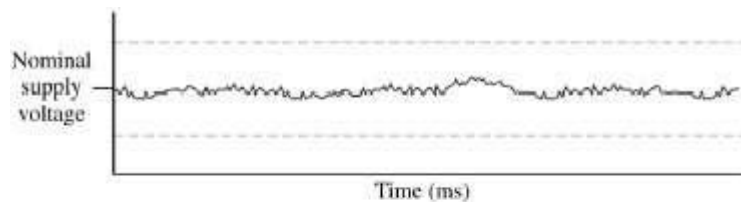


Termički šum, filtriranje signala, kontrola procesa

Različite vrste šumova



— Phase A-B voltage - - - Phase A current

* <https://www.eetimes.com/electrical-noise-and-mitigation-part-1-noise-definition-categories-and-measurement/>

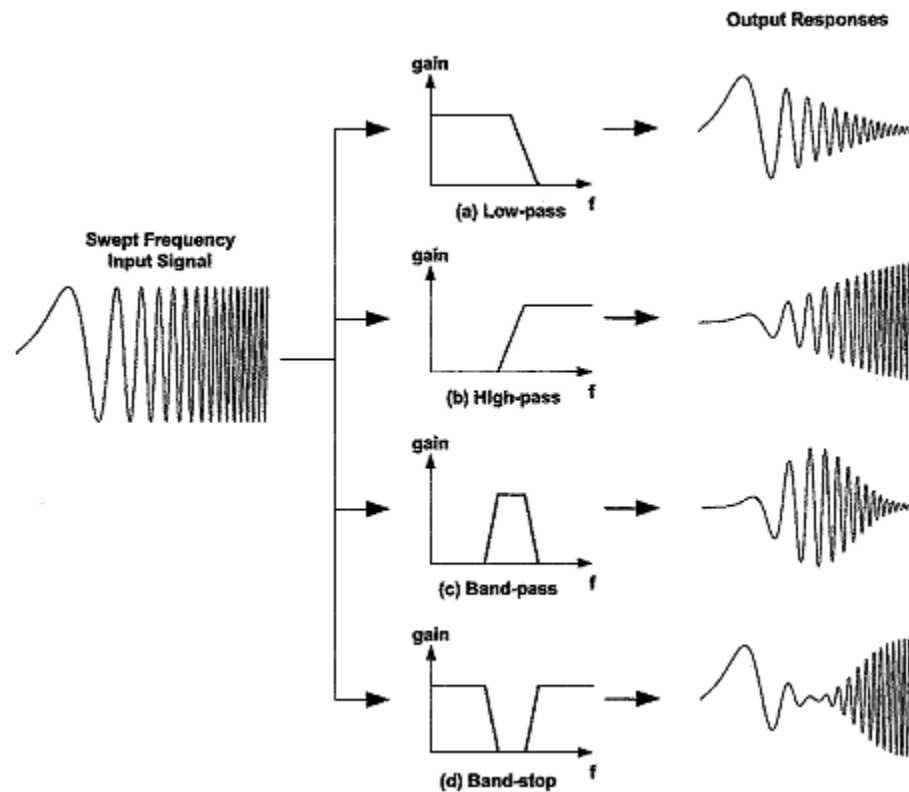
- Termički šum (Džonsonov ili Nikvistov šum) rezultat je termalnog haotičnog kretanja elektrona u električnim provodnicima.
- Prisutan je u svim elektronskim kolima, bez obzira na prisustvo pobude.
- Zbog njegove slučajne prirode, nemoguće je predvideti njegovo ponašanje, zbog čega je i nemoguće ukloniti njegov uticaj.
- Spektar termičkog šuma je uglavnom uniforman (iste snage na svim učestanostima) i neograničen – beli šum (*white noise*).
- U određenim sistemima javljaju se i drugi šumovi čiji je spektar obojen (npr. ljubičasti šum kod koga snaga opada sa porastom frekvencije) – npr. kod nekih poluprovodnika.

- Srednja vrednost šuma jednaka je nuli.
- Smanjenje uticaja šuma moguće je regulacijom propusnog opsega sistema, odnosno filtriranjem.
- Srednja kvadratna vrednosti šuma na provodniku otpornosti R koji se nalazi na temperaturi T u sistemu propusnog opsega Δf može se naći kao:

$$U_{\text{tš}} = \sqrt{4 \cdot k \cdot T \cdot R \cdot \Delta f}$$

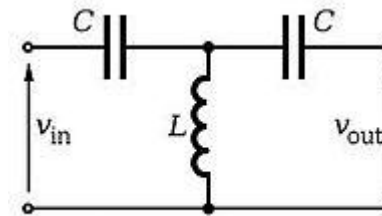
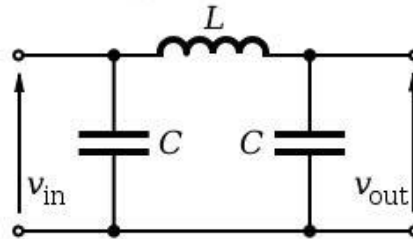
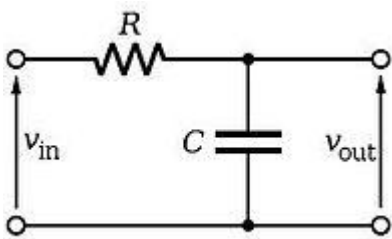
- za otpornik otpornosti $10\text{k}\Omega$, na sobnoj temperaturi, u propusnom opsegu od 10 kHz , ova vrednost iznosi oko $1,3\ \mu\text{V}$

- Filteri signala mogu biti niskofrekvencijski, visokofrekvencijski, pojasno propusni ili pojasne brane.



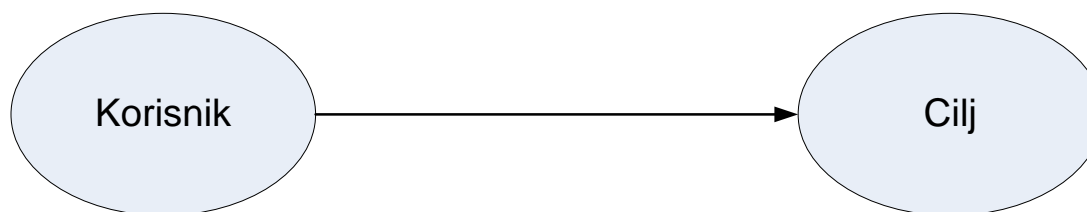
* <https://www.fierceelectronics.com/components/introduction-to-analog-filters>

- Filteri signala mogu se realizovati pomoću analognih komponenti (pasivni i aktivni), digitalno (računari ili specijalizovani procesori signala) ili drugim metodama.
- Primeri pasivnih analognih filtera:

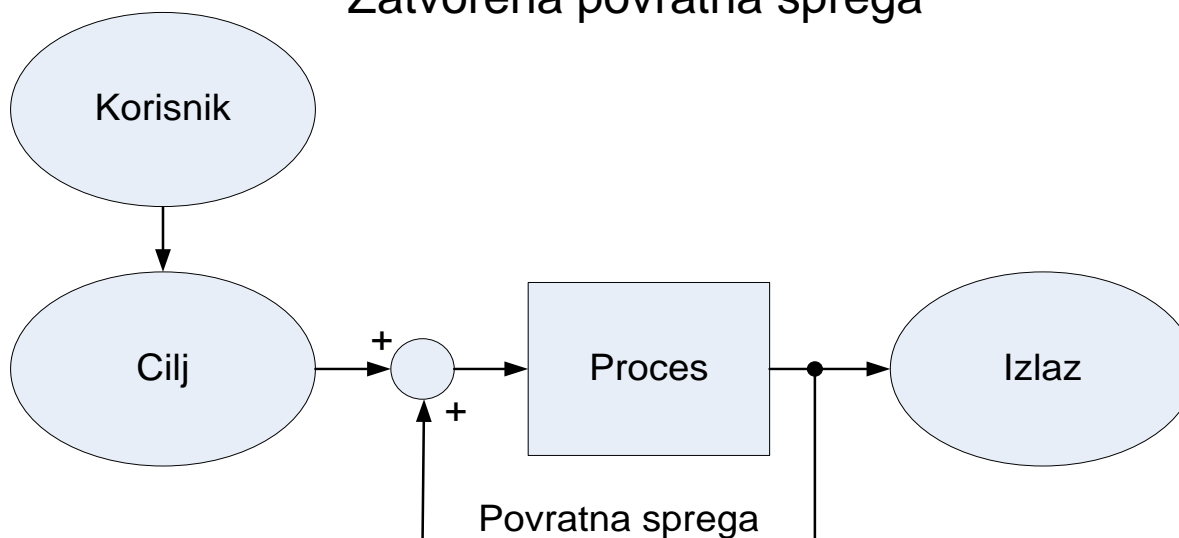


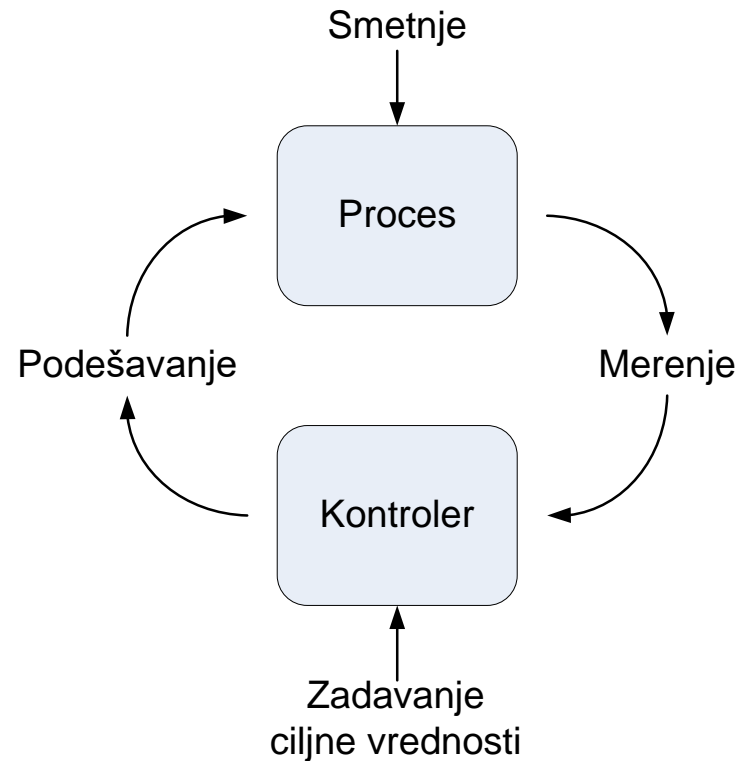
* https://sr.wikipedia.org/wiki/Elektronski_filtar

Otvorena povratna sprega



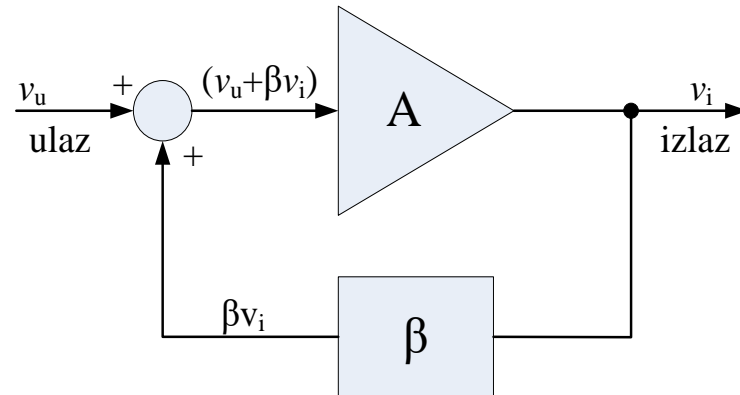
Zatvorena povratna sprega





- Sistem povratne sprege kontroliše proces tako da sistem uskladi izmerenu veličinu sa zatom vrednošću. Postoje dva razloga zbog kojih je moguće da sistem izađe iz ravnotežnog stanja:
 - spoljašnje smetnje koje utiču na proces
 - promena ciljne vrednosti

Blok šema sistema sa povratnom spregom



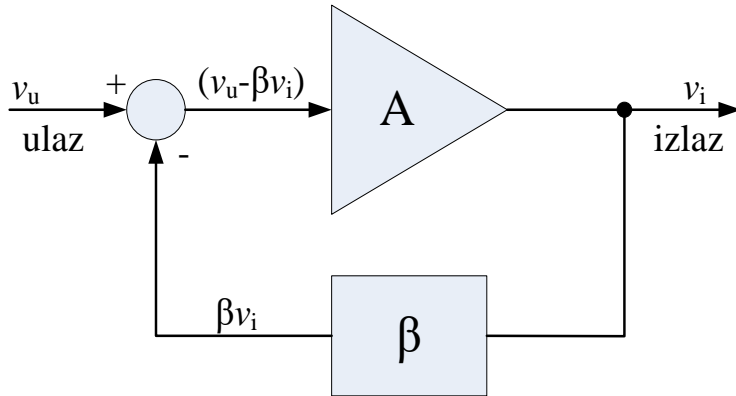
- Deo izlaznog signala se kombinuje sa ulaznim signalom.
- Povratna sprega može biti pozitivna i negativna:
 - sprega je pozitivna ukoliko se pod njenim dejstvom signal povećava
 - sprega je negativna ukoliko se pod njenim dejstvom signal smanjuje

- Pojačanje bez povratne sprege: $A = \frac{v_i}{v_u}$

- Sa povratnom spregom: $\frac{v_i}{A} = v_u + \beta \cdot v_i \Rightarrow A_r = \frac{A}{1 - \beta \cdot A}$

Negativna povratna sprega

- βA se naziva kružno pojačanje sistema sa reakcijom



U literaturi se može naći oblik povratne sprega u kojoj se signali oduzimaju. Tada je:

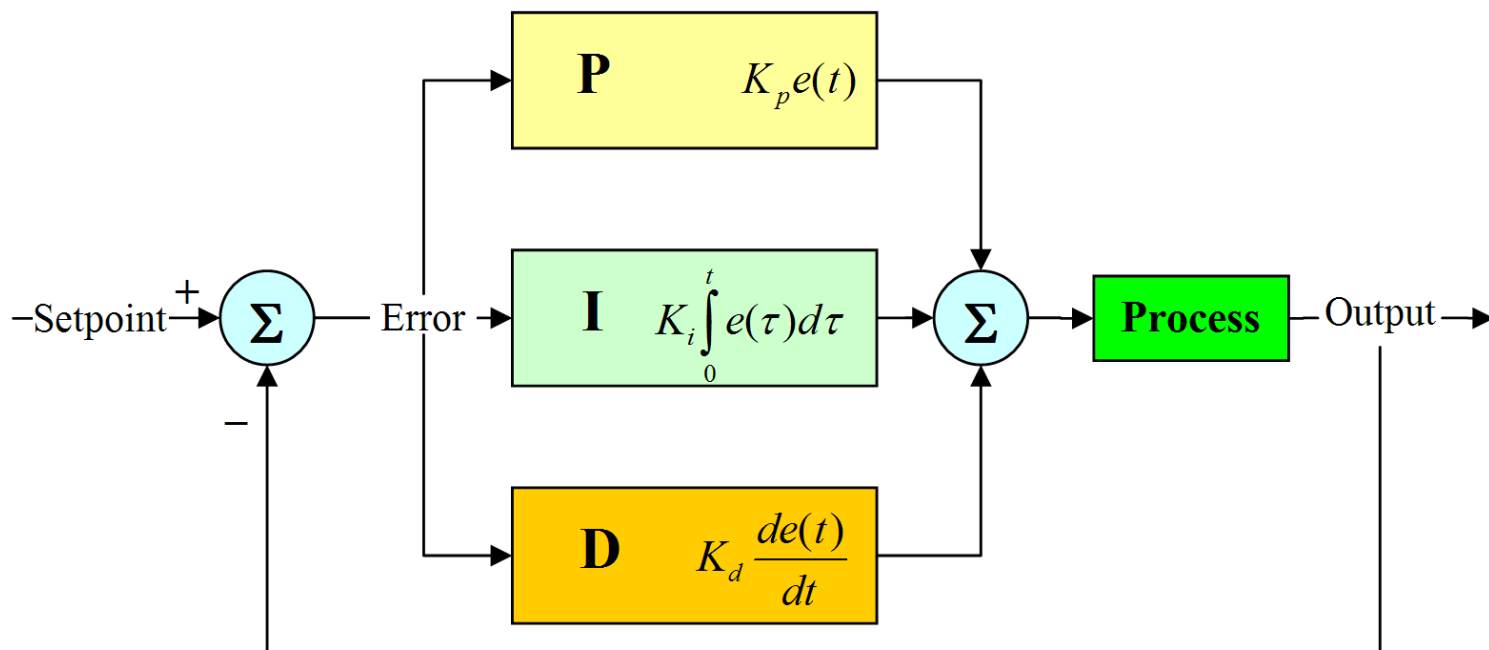
$$A_r = \frac{A}{1 + \beta \cdot A}$$

- U daljem razmatranju koristiće se oblik: $A_r = \frac{A}{1 - \beta \cdot A}$

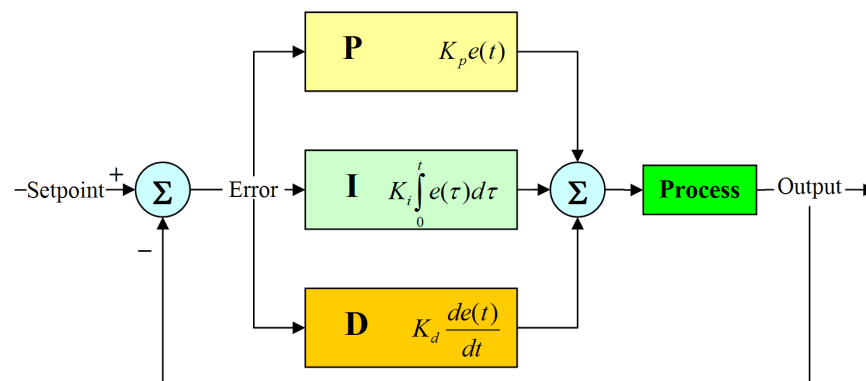
- Ukupna funkcija prenosa zavisi i od vrednosti pojačanja A i od funkcije povratne sprega β odnosno od izraza $1 - \beta \cdot A$

- Regulacija procesa podrazumeva postizanje i održavanje ciljne vrednosti procesa u sistemu sa povratnom spregom.
- Postoje različiti sistemi regulacije procesa:
 - *on/off* kontrola,
 - PID kontrola,
 - drugi sistemi – npr. nelinearni, prediktivni, itd.
- Najjednostavniji sistem kontrole je *on/off* kontrola:
 - nema akcije ukoliko je merena vrednost u granicama nekog opsega u odnosu na ciljnu vrednost,
 - nema sofisticiranosti kontrole,
 - velika varijabilnost izlazne vrednosti,
 - problemi sa premašivanjem ciljne vrednosti.

- PID kontroler je uređaj koji se često koristi u industriji za regulaciju temperature, protoka, pritiska, brzine i drugih procesa. Predstavlja posebnu klasu sistema sa negativnom povratnom spregom.



* <https://i2.wp.com/upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/40/Pid-feedback-nct-int-correct.png>

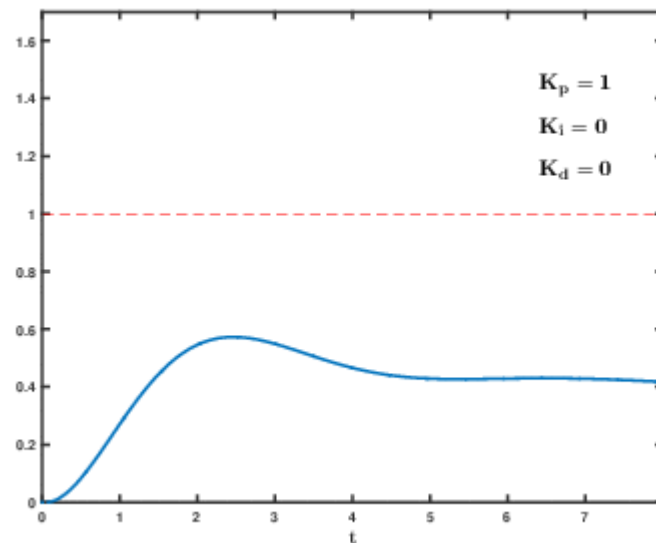
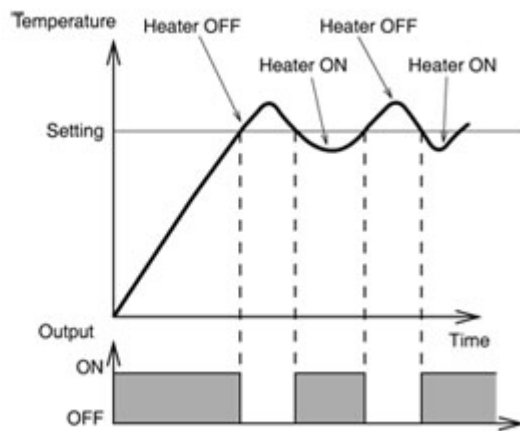


- Komponente PID kontrolera:

- proporcionalna (P) – izlaz se podešava proporcionalno greški, cilj se nikad ne dostiže, jer što smo mu bliže, to je manja korekcija – može da bude relativno brz, po cenu prekoračenja ciljne vrednosti;
- integralna (I) – sumira grešku tokom vremena – omogućava dostizanje ciljne vrednosti ali je reakcija sporija;
- diferencijalna (D) – ako izlaz raste naglo, diferencijalna komponenta usporava taj rast i smanjuje šansu da dođe do velikog prekoračenja ciljne vrednosti;

- Podešavanje parametara PID kontrolera – brzo postizanje ciljne vrednosti i izbegavanje nestabilnosti.

ON/OFF Control



- https://www.coulton.com/What_is_On_Off_Control.html
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/PID_Compensation_Animated.gif