

MJERNA I REGULACIJSKA TEHNIKA

Uređuje: Nenad Bolf



N. Bolf*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za mjerenja i automatsko vođenje procesa
Savska cesta 16/5a, 10 000 Zagreb

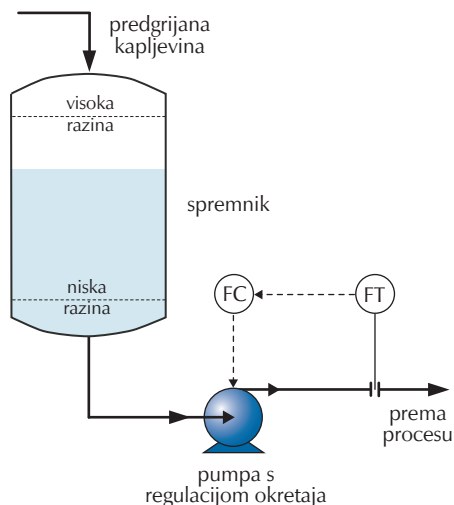
Regulacija nadjačavanjem

U ovom prilogu objašnjavamo kako djeluje sustav za vođenje u svrhu zaštite i sigurnosti rada da bi se spriječila pojava alarma i izvanrednih stanja, odnosno nestabilnosti i prekidi proizvodnje. Pažljivo projektiran i konfiguriran sustav za vođenje bitan je za nesmetan rad postrojenja.

Primjenom regulacije *nadjačavanjem* (engl. *override control*) procesne varijable održavaju se unutar zadanih granica, obično u svrhu zaštite i sigurnosti. Tim načinom vođenja proces se održava u stabilnom radu unutar sigurnih radnih uvjeta. Postoji i blokadna regulacija (engl. *interlock control*), koja predstavlja drugi način zaštite, no ona obično nastupa kod ozbiljnih narušavanja procesnih uvjeta i kvara opreme, a svrha joj je siguran prekid rada procesa.

Najčešće, riječ je o dva (ili više) regulacijska kruga s jednim izvršnim elementom. Jedan krug je u funkciji u normalnom radu, a drugi nastupa kad se pojave nenormalni uvjeti kako bi se održala stabilnost procesa. Regulacija nadjačavanjem naziva se ponekad prinudno vođenje ili vođenje s ograničenjem (engl. *constraint control*), a djelovanje ćemo objasniti na primjerima.

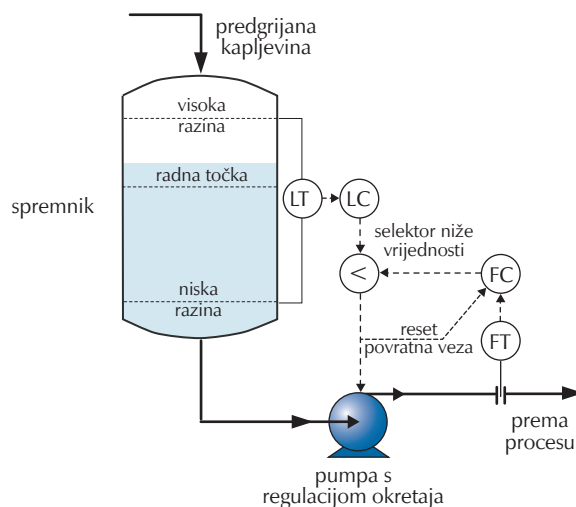
Pogledajmo jednostavan sustav prikazan na slici 1. Topla kapljovina ulazi u spremnik te se zatim odvodi u reaktor. Za regulaciju protoka primjenjuje se pumpa promjenjive brzine okretanja. Pri normalnom radu spremnik ima približno stalnu razinu, no ako razina padne prenisko, kapljovina neće imati dovoljan tlak na usisu (engl. *NPSH – net positive suction head*) i moguća je pojava kavitacije.



Slika 1 – Spremnik s regulacijom protoka

U ovom primjeru regulacija nadjačavanjem osigurava zaštitu kako je to prikazano na slici 2. Regulator protoka djeluje reverzno (izlaz regulatora raste s opadanjem ulaza), a regulator razine djeluje direktno (izlaz regulatora raste s porastom ulaza). Izlazi oba regulatora ulaze u selektor nižeg signala (engl. *low selector*), a izlaz iz selektora upravlja pumpom.

Pri normalnim radnim uvjetima razina je nešto iznad radne točke regulatora razine, a regulator razine pokušava ubrzati pumpu. Istodobno, izlaz regulatora protoka bit će manji, a selektor će odabrati da brzinom pumpe upravlja izlaz regulatora protoka. Ako se dotok kapljevine u spremnik smanji, a razina počinje opadati ispod zadane radne točke, regulator razine će pokušati usporiti pumpu smanjivanjem svojeg izlaza. Kad izlaz regulatora razine postane manji od izlaza regulatora protoka, selektor će odabrati da izlaz regulatora razine upravlja pumpom. Prema tome, sada regulator razine "nadjačava" regulator protoka. Time smo spriječili pražnjenje spremnika i probleme s pumpom koji bi uslijedili.



Slika 2 – Regulacija nadjačavanjem kod spremnika kapljevine

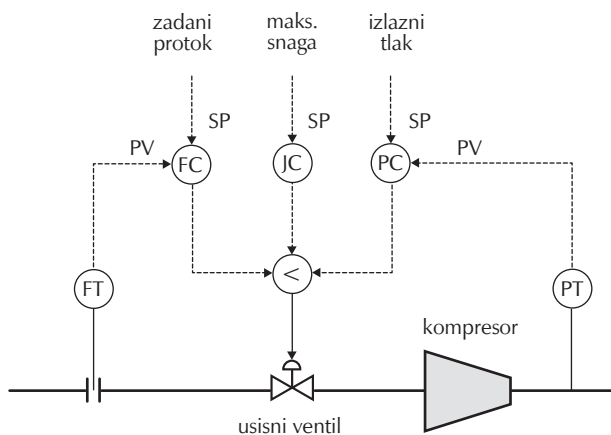
Kod takve regulacije važno je da svaki regulator koji ima integracijsko djelovanje (PI regulator) ima i tzv. *anti-windup* zaštitu. Na slici 2 prikazana je takva zaštita za regulator protoka. Radi se o signalu koji "resetira" izlazni signal regulatora i tako sprječava zasićenje regulatora (engl. *windup*) koji trenutačno nije u funkciji

* Prof. dr. sc. Nenad Bolf
e-pošta: bolf@fkit.hr

i nije u stanju postići radnu točku. Bez takve zaštite, regulator bi djelovao s kašnjenjem, a zaštita nadjačavanjem bi nastupila prekasno.

Primjer kompresora

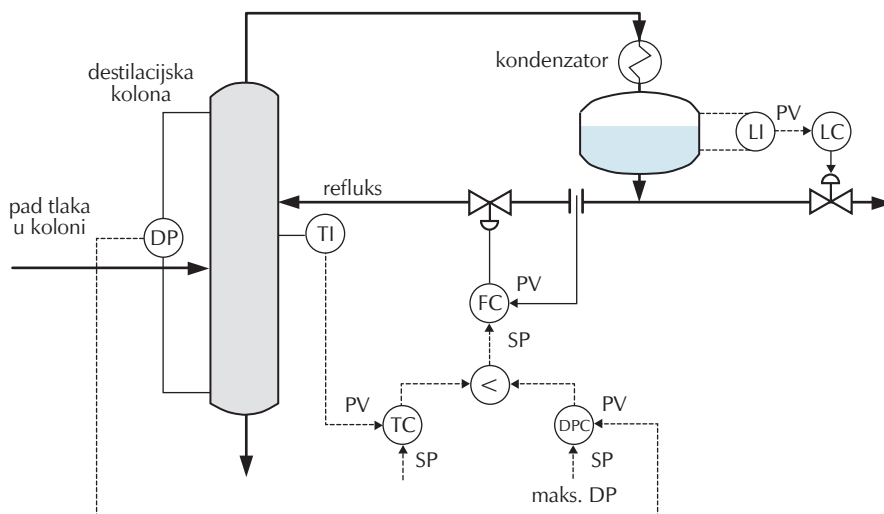
Regulacija nadjačavanjem uobičajeno se primjenjuje za kompresore, slika 3. Regulatoru protoka FC operator zadaje željeni protok, odnosno opterećenje kompresora. Ako je radna točka FC-a postavljena previsoko, kompresor se može preopteretiti. Zato postoji regulator snage motora, JC. Ako signal mjerača snage (PV) prijeđe zadanu radnu točku, JC će smanjivati izlaz. Selektor nižeg signala će propustiti upravo taj signal koji će, pak, pritrvoriti usisni ventil i na taj način rasteretiti ulaz u kompresor. U ovom sustavu instaliran je još jedan regulator – to je regulator tlaka, PC, koji štiti sustav od velikog izlaznog tlaka kompresora. Velik tlak može dovesti kompresor do granice stabilnosti (engl. surge) ili aktivirati sigurnosni ventil, što nije poželjno. Ako tlak na izlazu raste, regulator tlaka PC smanjuje izlaz koji nadjačava izlaz FC-a i tako rasteretuje kompresor.



Slika 3 – Regulacija nadjačavanjem kod kompresora

Primjer destilacijske kolone

U destilacijskoj se koloni protokom refluksa regulira temperatura u koloni, slika 4. Ako na mjernom mjestu poraste temperatura,



Slika 4 – Regulacija nadjačavanjem u destilacijskoj koloni

regulator temperature TC povećava izlaz koji u normalnom radu prolazi kroz selektor nižeg signala. Povećanjem protoka refluksa hladi se kolona. Razlika tlaka (DP – *diferential pressure*) duž kolone indicira opterećenje kolone. Ako je razlika tlaka prevelika, kolona se može poplaviti, što se svakako mora izbjeći.

Prema tome, DPC regulator štiti kolonu od preopterećenja. Ako DP raste, izlaz DPC-a počinje opadati i konačno postaje manji od izlaza TC-a. Smanjeni izlaz DPC-a nadjačava izlazni signal TC-a i smanjuje protok refluksa. Na taj način kolona je zaštićena od preopterećenja uz žrtvu, u ovom slučaju, čistoće produkta.

Destilacijske kolone obično imaju više krugova u regulaciji nadjačavanjem. Cilj je zaštititi kolonu od preopterećenja i plavljenja. Sustav za vođenje kolone ima i druge mogućnosti (koje na slici nismo prikazali zbog nedostatka prostora), kao što je smanjenje ulaznog toka sirovine u kolonu i/ili dužnosti rebojlera kako bi se održala čistoća produkta.

Zaključak

Regulacija nadjačavanjem standardno se primjenjuje za:

1. zaštitu od prijelaza granica radnih uvjeta procesa (npr. temperature, tlaka, razine),
2. zaštitu opreme (kompresora, motora i sl.),
3. održavanje stabilnosti i kapaciteta proizvodnje.

Pri projektiranju se na temelju karakteristika procesa, postrojenja i njihovih ograničenja razmatra prikladan način vođenja. Projektanti i inženjери pri tome surađuju s inženjerima i operatorima te kreiraju listu ograničenja prije definiranja strategije vođenja. Na taj način se ostvaruje:

- Veća automatiziranost procesa, što predstavlja olakšanje u radu operatorima i inženjerima;
- Fokusiranje operatora na druge aspekte procesa umjesto praćenja ograničenja i povremenih ili učestalih intervencija;
- Veća stabilnost procesa i postrojenja budući da se zbivaju male promjene umjesto velikih i naglih promjena pri intervenciji operatora;
- Održavanje i povećanje kapaciteta proizvodnje.