

**FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA**

**Departman: Energetika i procesna tehnika**

**Predmet: MERENJE I REGULISANJE**

**Poglavlje 13:**

# **KONCEPT REGULACIJE PROCESA**

## **deo 2**

---

**Predmetni nastavnik:**

dr Miroslav Kljajić, Vanr. prof.

Prostorija 3, Blok F, SP

[kljajicm@uns.ac.rs](mailto:kljajicm@uns.ac.rs)

**Asistent:**

Vladimir Munćan, MSc

Prostorija 9, Blok F, SP

[vladimirmuncan@uns.ac.rs](mailto:vladimirmuncan@uns.ac.rs)

# ZNAČAJ POZNAVANJA PROCESA

---

Pre bilo kakve analize regulacionog procesa treba razmotriti sledeće:

- ▶ Koje promenljive je potrebno kontrolisati i koje su njihove maksimalne promene
- ▶ Koji nekontrolisani poremećaji postoje i koje su amplitude i frekvencije tih poremećaja
- ▶ Da li postoji vremensko kašnjenje između poremećaja i regulisane veličine
- ▶ Koliko će se regulisana veličine promeniti za tipičnu promenu poremećaja na ulazu
- ▶ Da li postoji druga i/ili treća promenljiva procesa koje mogu biti upotrebljene u regulacionom procesu radi eliminisanja kašnjenja odziva
- ▶ Budući da nije poželjno postojanje velikog raspona u merenju regulacione veličine, treba utvrditi koja je gornja i donja granica tih merenja.
- ▶ Koji je željeni opseg podesivosti manipulacione veličine i izvršnog organa
- ▶ Proceniti padove pritisaka svih regulacionih ventila pri minimalnim i maksimalnim očekivanim protocima.
- ▶ Koji se uslovi procesa moraju održati sa stanovišta sigurnosti, da bi pri startovanju, u toku normalnog rada i pri zaustavljanju ili ispadu procesa regulacioni sistem reagovao pouzdano?

# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

---

## 1. Merni uređaji

- ▶ Osnovni zahtev dobre regulacije je **tačno i pouzdano merenje**.

**ZAHTEVI:** neophodan je pravilan izbor mernog uređaja koji u potpunosti odgovara procesu (radnim uslovima), daje zadovoljavajuću tačnost, ima dobre statičke i dinamičke karakteristike i obezbeđuje pouzdan prenos signala.

Merni element može biti i sastavni deo regulacionog uređaja. U tom slučaju govorimo o autonomnom regulatoru.

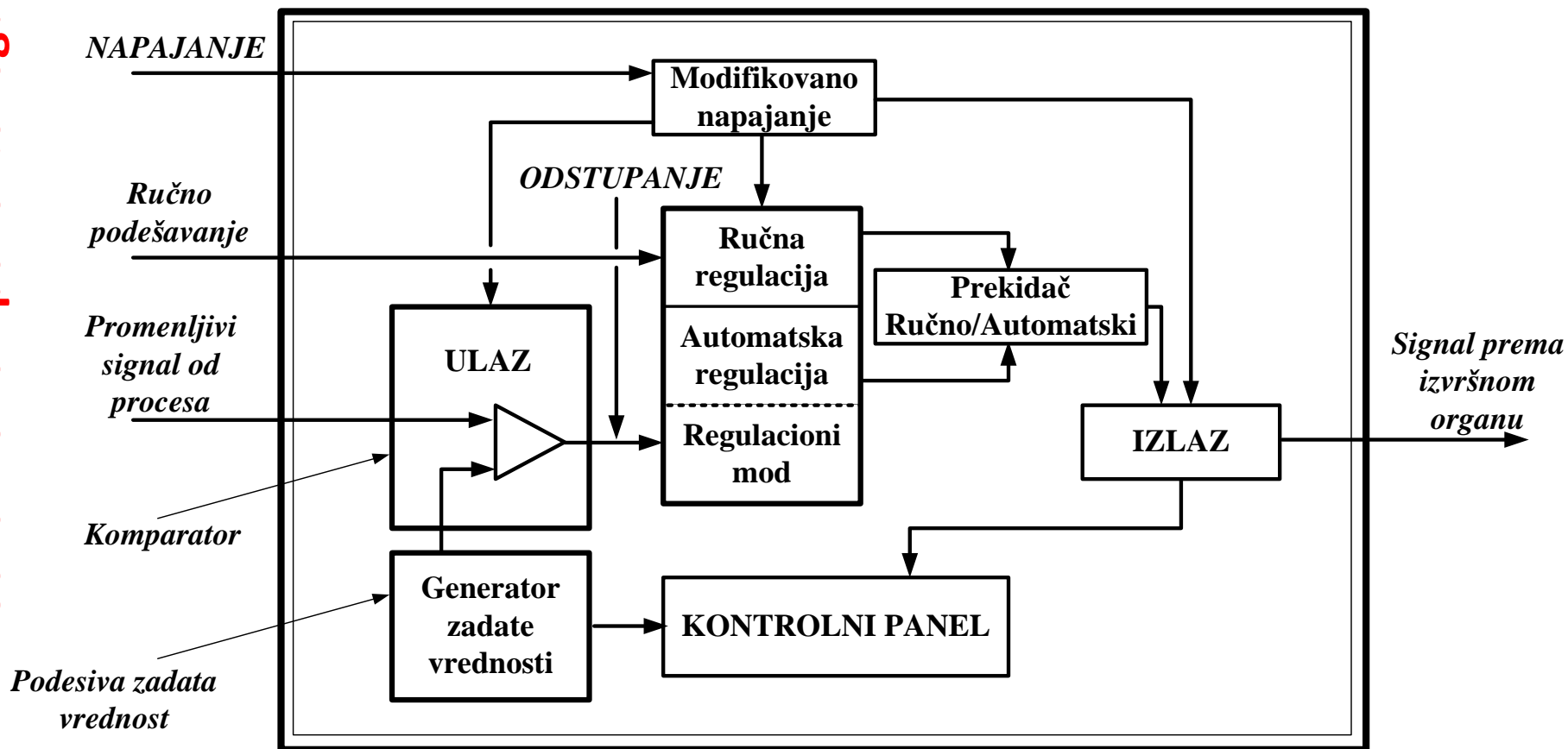
Međutim, većina automatskih regulacionih uređaja ne mere regulisanu veličinu direktno. U tim slučajevima se koristi nezavisni senzor i transponder, kojim se obezbeđuje adekvatan signal regulisane veličine za regulacioni uređaj.

# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## 2. Regulatori

Pod regulatorom se podrazumeva uređaj koji obezbeđuje promenljivi izlaz kojim može da se održava regulaciona veličina u zadatim granicama ili održava zadata promena ove veličine po već zatom zakonu u realnom vremenu.

Osnovne komponente regulatora

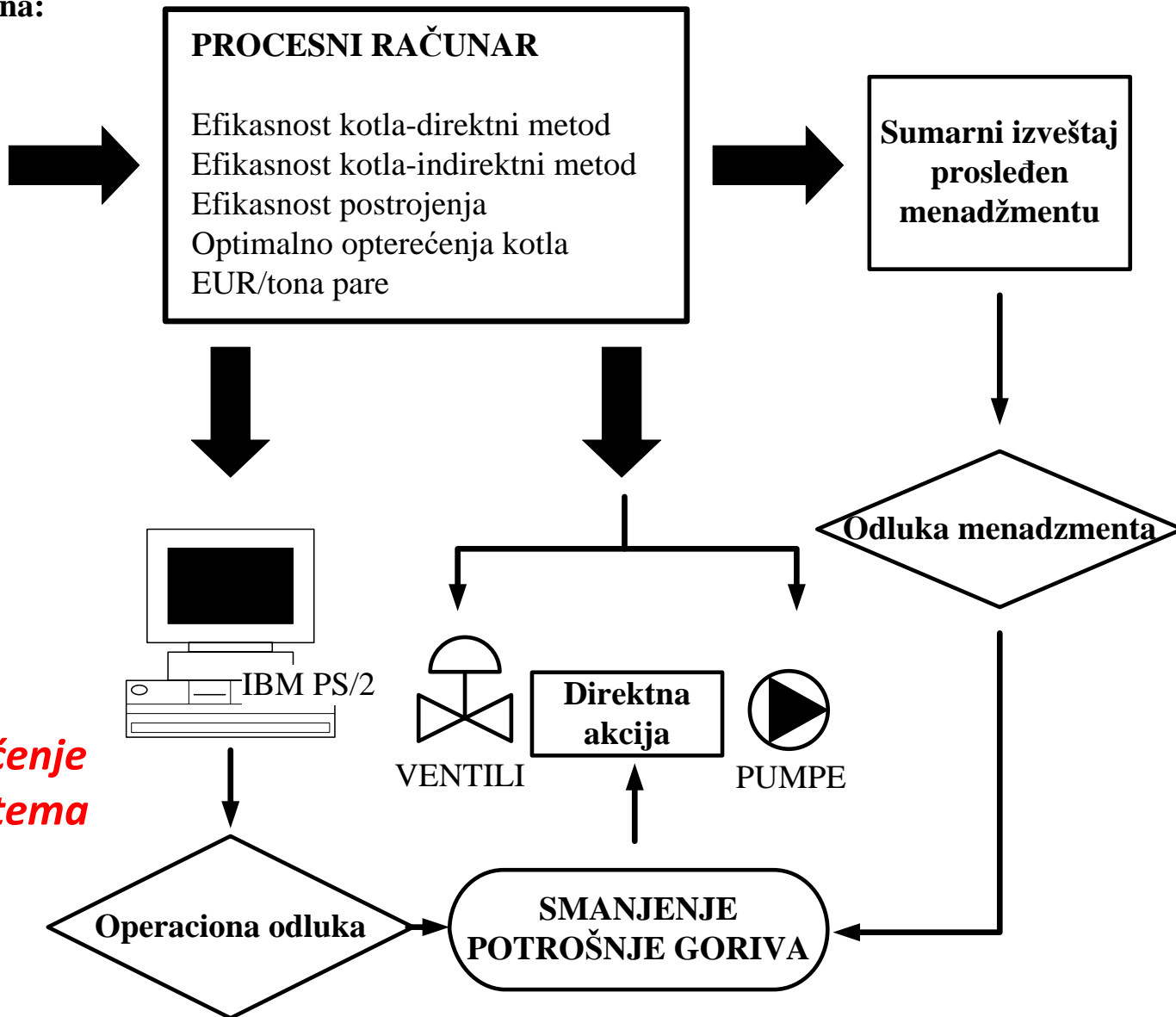




# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU: 3. Procesni računari

Merenja obavljena na:

- Gorioniku
- Kotlu
- Parnom kolektoru
- Dimnjaku
- Napojnoj vodi
- Gorivu
- Ekonomajzeru



*Sistem za upravljanje energijom za kotlarnicu i praćenje performansi sistema*

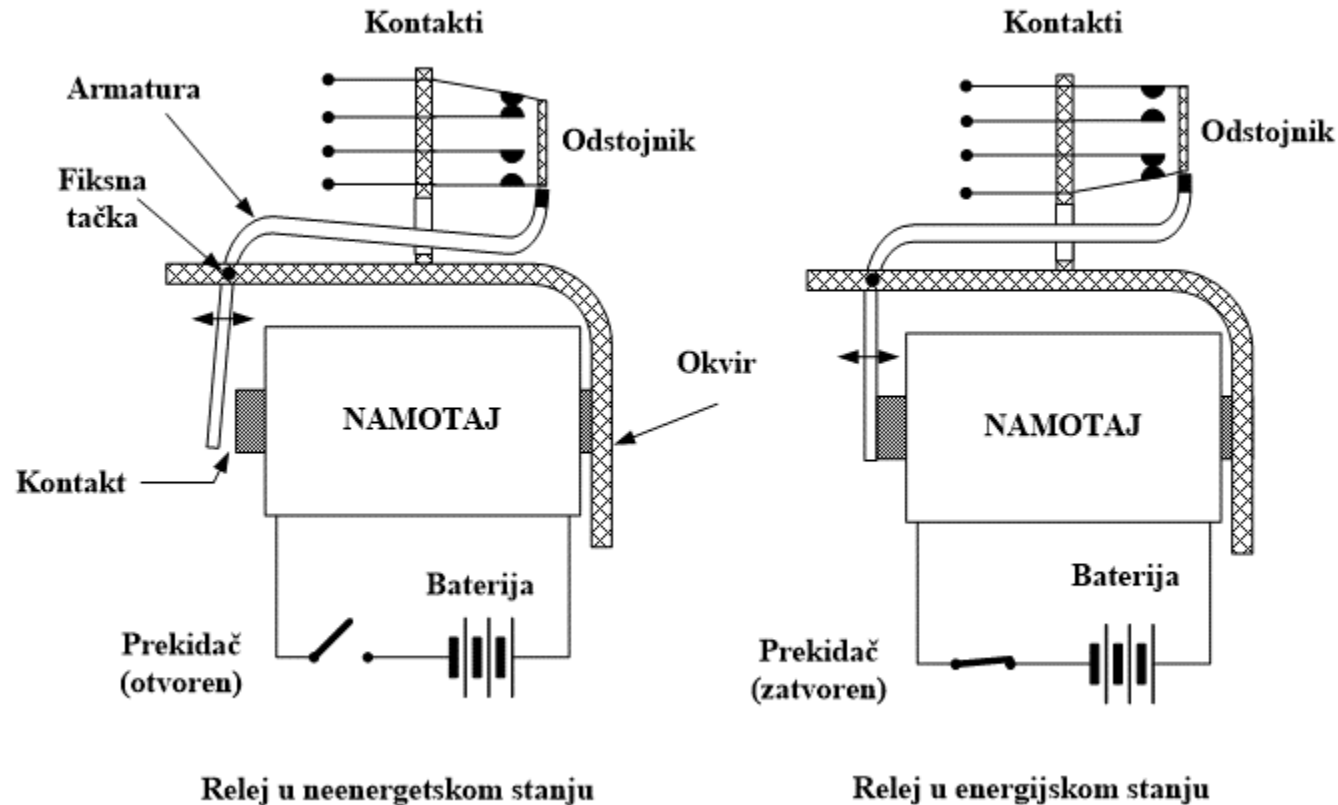
# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## 4. Logičke komponente

To su uređaji koji obavljaju funkciju prekidača. Komponente mogu biti električne ili pneumatske.

Zajedničko za njih jeste da oni otvaraju ili zatvaraju električne kontakte ili grupu ovih kontakata u određenim vremenskim trenucima.

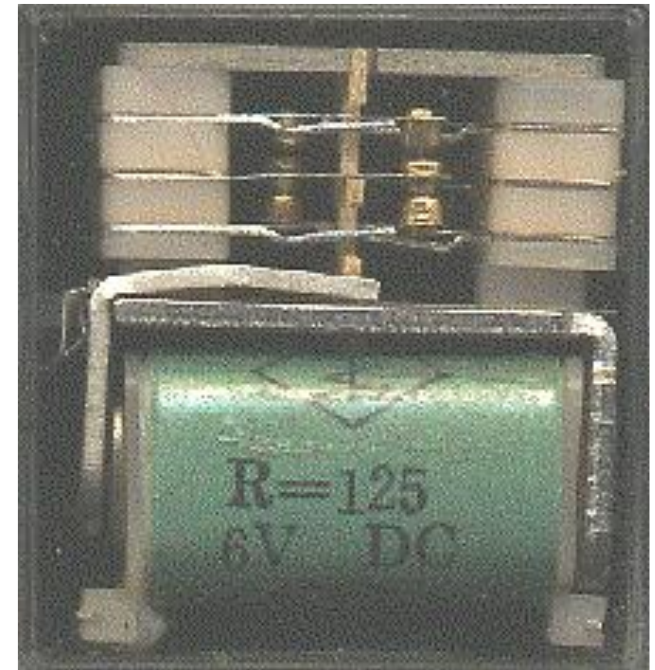
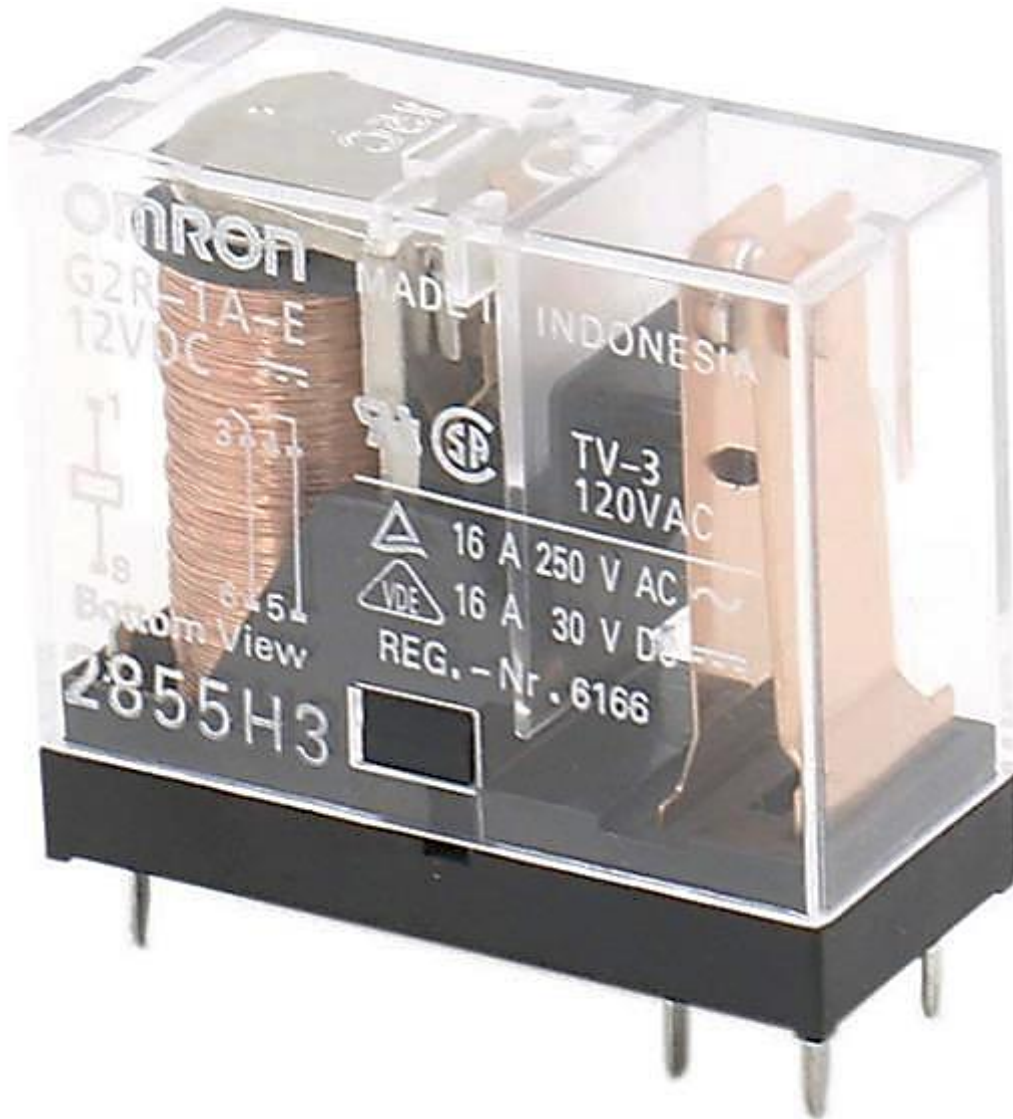
Ovi električni kontakti uključuju ili isključuju uređaje, kao što su pumpe, elektromotore nekih uređaja ili signalizaciju.



### *Elektro-mehanički relej*

# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## 4. Logičke komponente

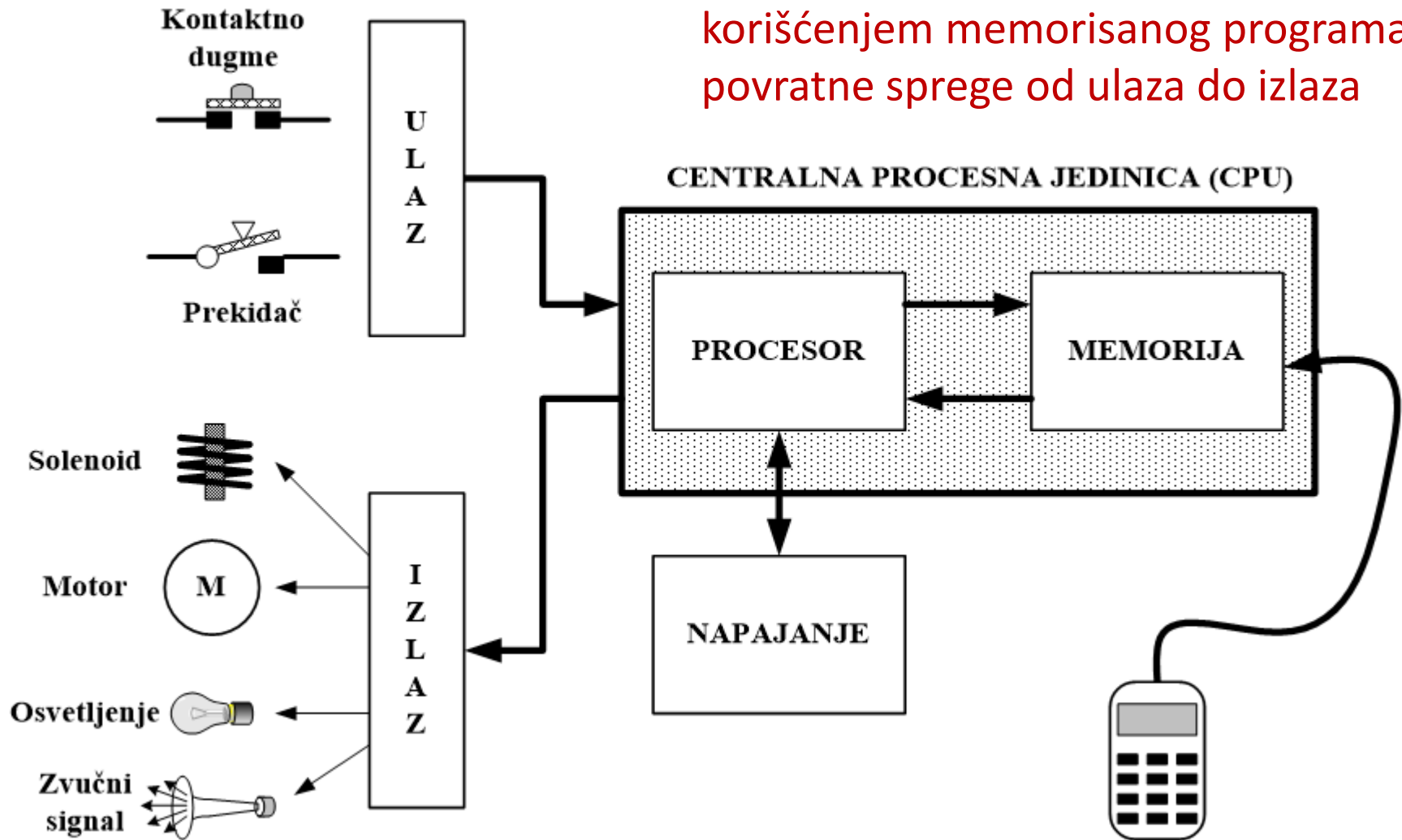




# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## 5. Programabilni regulatori

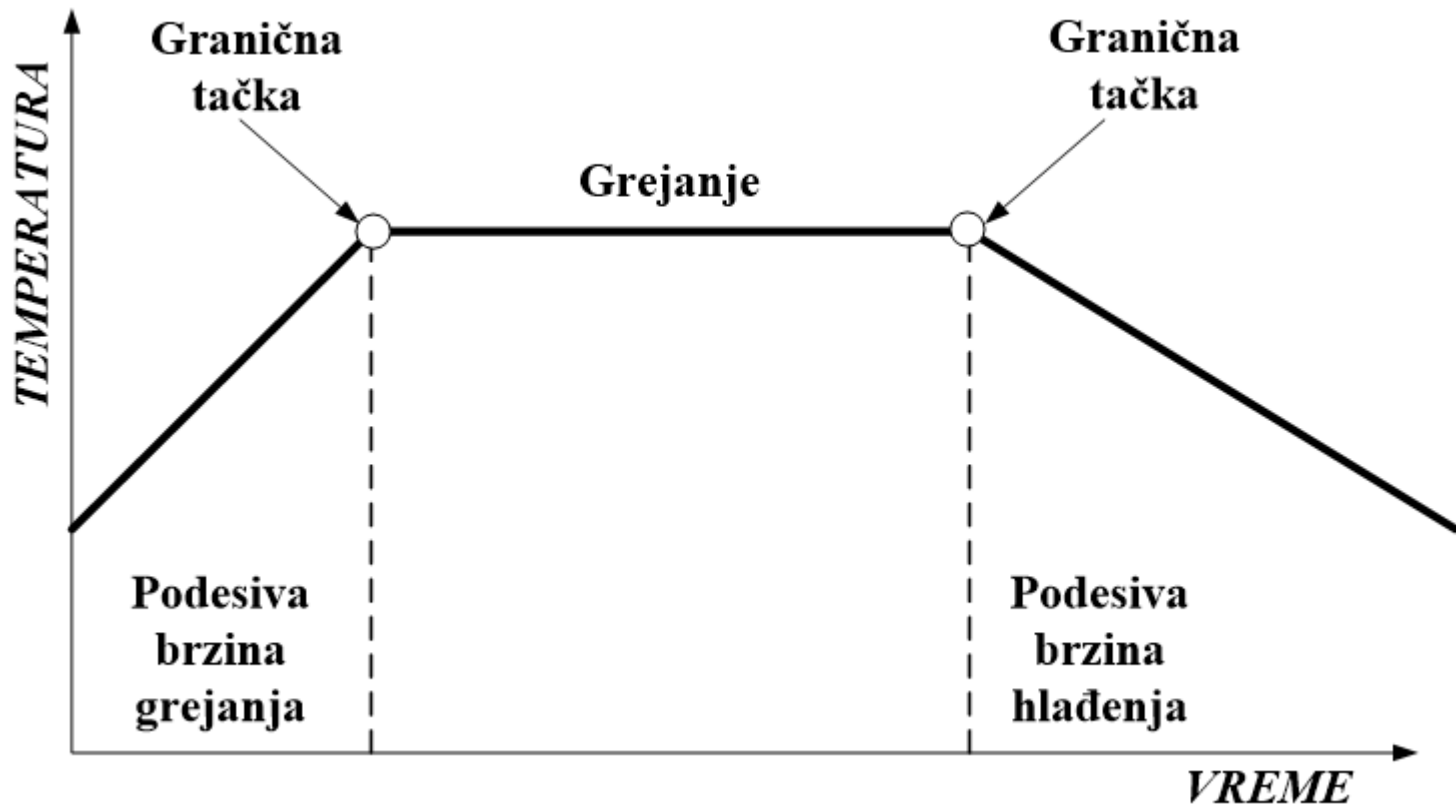
Programabilni regulatori su uređaji koji služe za regulaciju mašina ili procesa, korišćenjem memorisanog programa i povratne sprege od ulaza do izlaza



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## 6. Generatori funkcija i uređaji za računanje

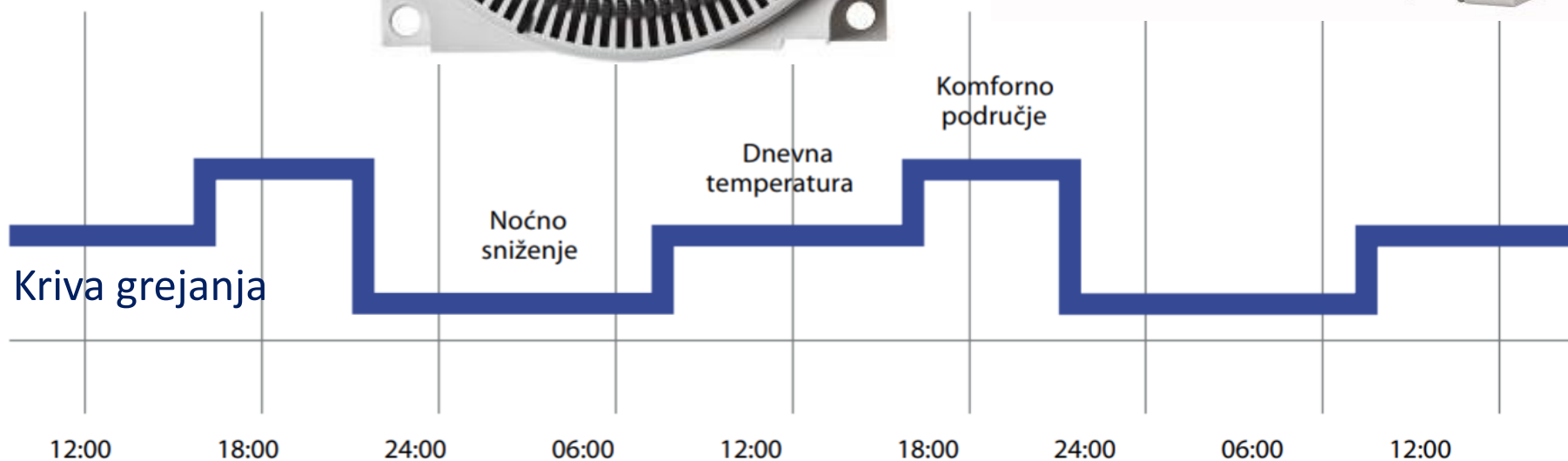
Najjednostavniji i najjeftiniji **analogni generator vremenske funkcije** je tip programatora s elektromotorom i rotacionom pločom, koja okrećući se menja zadatu vremensku vrednost regulatora.



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## 6. Generatori funkcija i uređaji za računanje

mehanički  
vremenski  
prekidač



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

---

## 7. Napajanje

Svi uređaji zahtevaju neki oblik energije za svoj rad.

Pneumatski uređaji zahtevaju čist, bez ulja i vode, vazduh odgovarajućeg pritiska, a električni uređaji pouzdano električno napajanje.

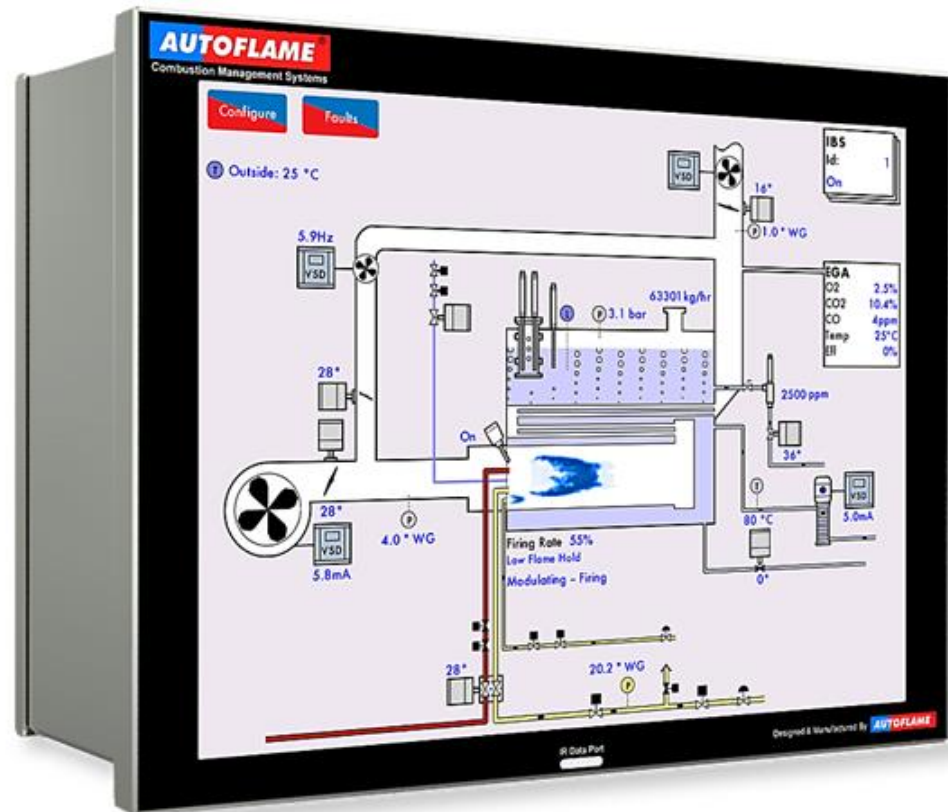
► *Električno napajanje instrumenata treba da bude uzeto iz pouzdanog izvora. Međutim, ukoliko postoji mogućnost otkaza sistema spoljnjeg napajanja, često se automatski regulacioni uređaji opremaju dodatnim autonomnim rezervnim napajanjem.*

# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## 8. Kontrolni panel

Na kontrolnom panelu su centralizovani podaci svih regulacionih uređaja, radi sigurnog i efikasnog rada.

Kontrolni panel obično sadrži vizuelni prikaz, tastere za izbor moda rada uređaja, prolaz kroz meni, zatim pisače, indikatore, alarme, prekidače i dr.



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

---

## 9. Izvršni elementi regulacionog kruga

Izvršni element ili organ ili aktuator služi da promeni manipulacionu veličinu tako da bi regulisana veličina bila jednaka zadatoj vrednosti.

Regulacioni ventili su jedni od najčešćih delova izvršnih elemenata.

### A. Regulacioni ventili

**Princip rada** regulacionog ventila bazira se na promeni slobodnog preseka za protok tečnosti, gasova ili para.

*Da bi ventilom regulisali protok, deo energije mora biti apsorbovan, zbog pada pritiska u ventilu. Praktično je regulacioni ventil energetski disipator. Što je veći udeo ventila u smanjenju protoka, to je veći energetski gubitak.*

**Pravilan izbor** regulacionog ventila zahteva potpuno znanje mnogih faktora, uključujući i proces, konstrukciona ograničenja i cenu.

# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

---

## A. Regulacioni ventili – osnovni pojmovi

- ▶ Regulacioni ventil je ventil konstruisan za kontrolu protoka, tako da pozicija pečurke ventila (stepen njegove otvorenosti) zavisi od nekog spoljnog signala. Pomeranje pečurke ventila obavlja se **aktuatorom** (uređajem sa posebnim napajanjem koji ostvaruje potrebno kretanje pečurke ventila). *Pečurka ventila samo je jedan način promene preseka strujanja fluida. Kada se u ovom tekstu pomene promena položaja pečurke ventila, misli se na bilo koji od načina promene slobodnog preseka strujanja fluida (zasun, lopta, leptir itd.).*
- ▶ Autonomni regulacioni ventil je uređaj koji sadrži integralni mehanizam za generisanje regulacionog signala i snage za pokretanje pečurke ventila.
- ▶ Ručni regulacioni ventil ostvaruje pomeranje pečurke ventila ručnim pokretanjem točka ili poluge vratila ventila na čijem je kraju pečurka ventila.

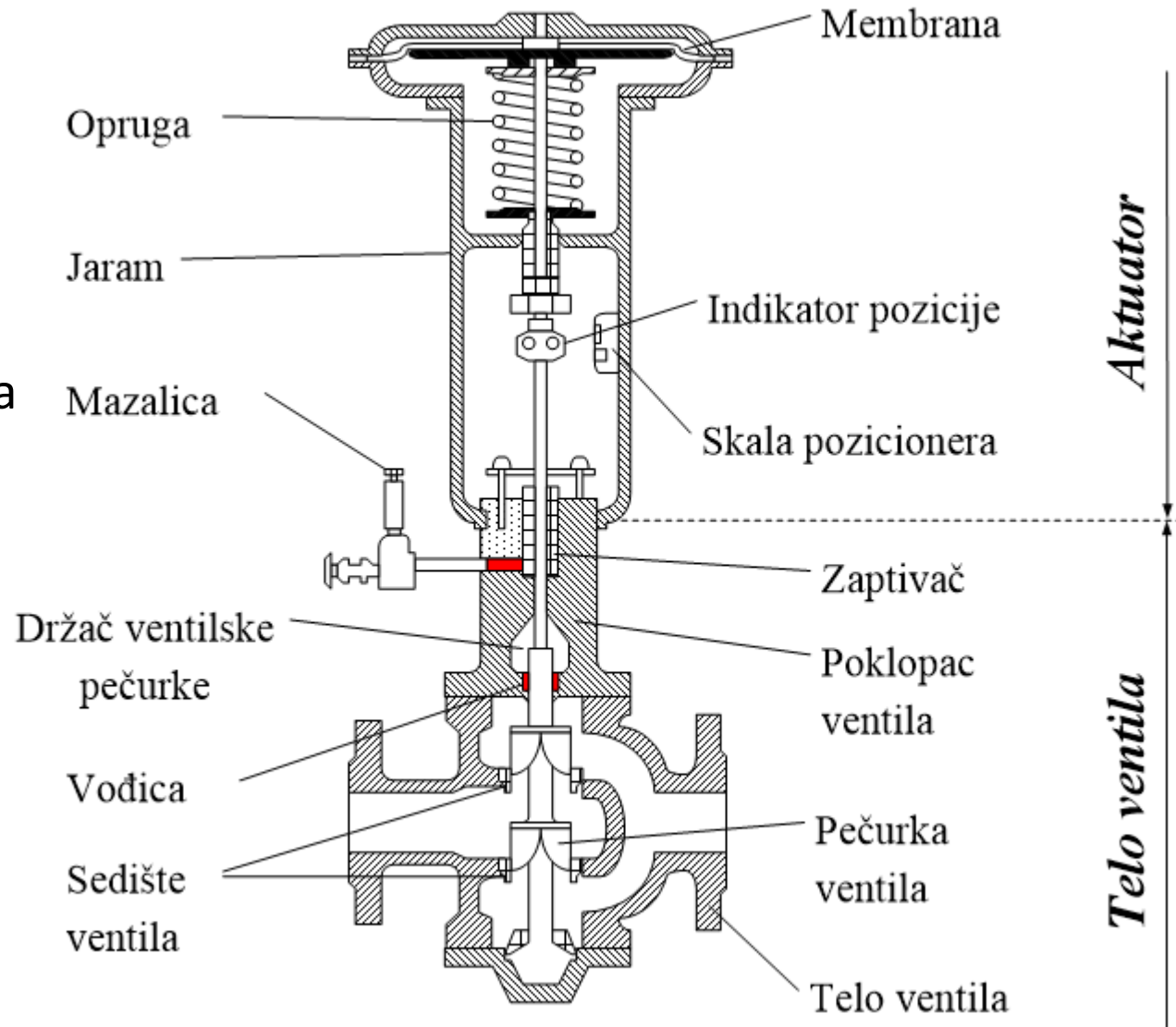
# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## A. Regulatorni ventili

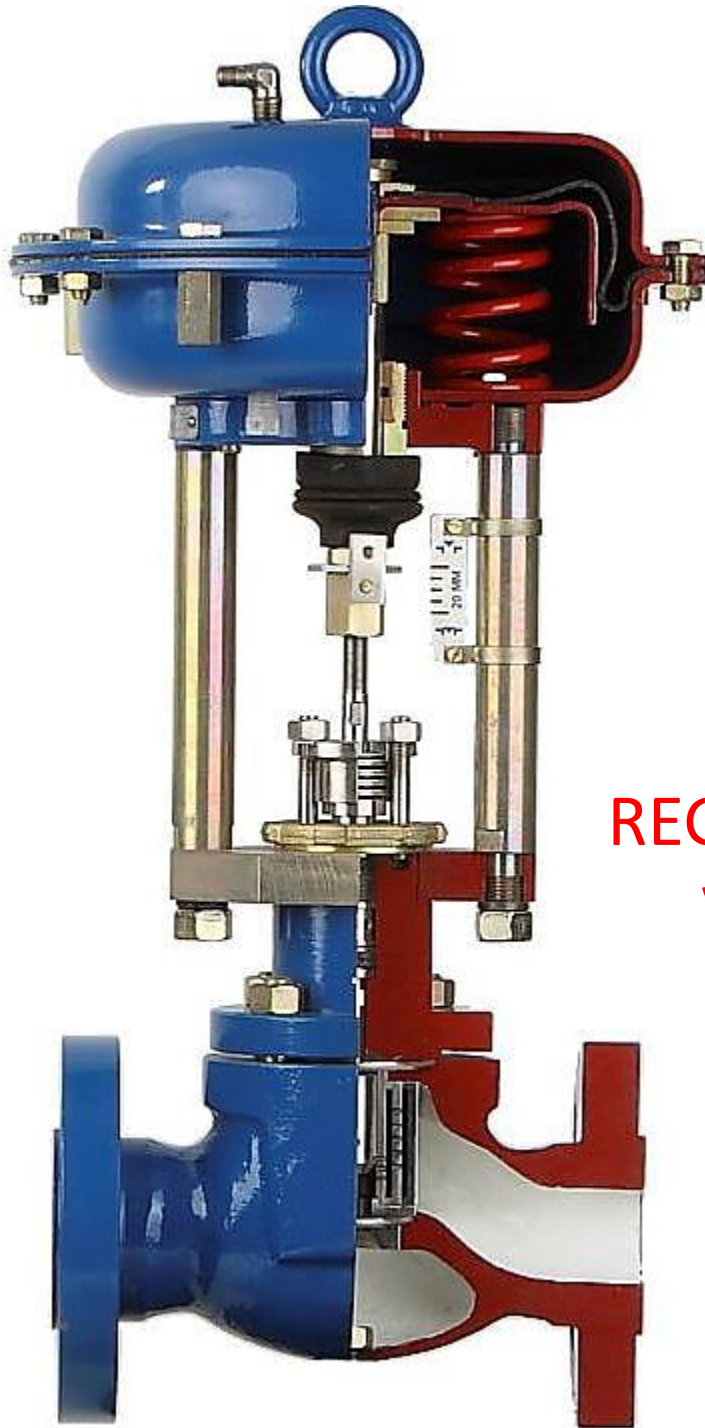
**Aktuator** je uređaj montiran na telo ventila i služi za:

1. pokretanje i
2. pozicioniranje  
pečurke ventila

a prema daljinski generisanom signalu.







REGULACIONI  
VENTILI



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

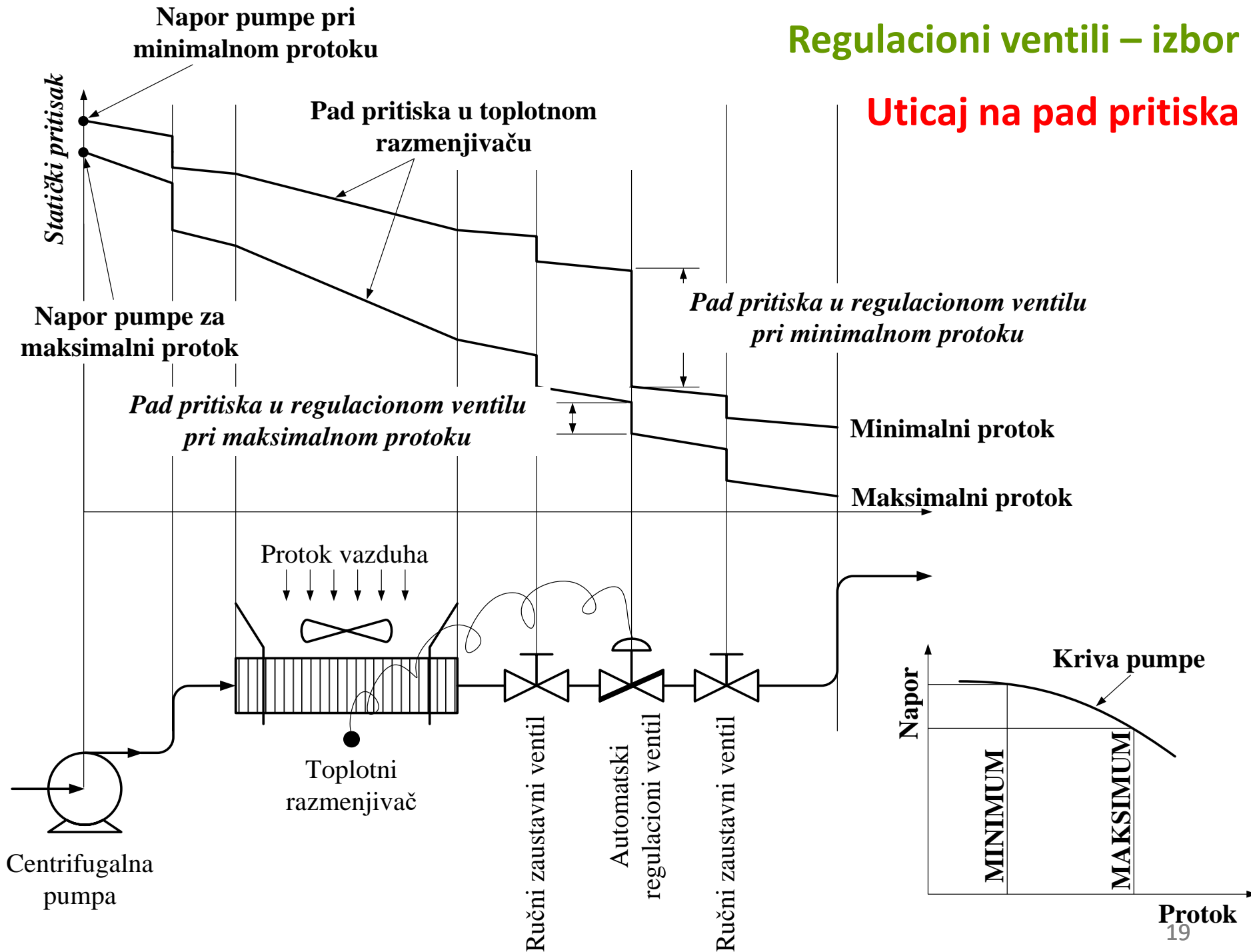
---

## A. Regulacioni ventili – izbor

- ▶ Veoma veliki broj tipova ventila zahteva pažljivi izbor, a on zavisi od prečnika, pritiska, temperature, vrste fluida, potreba regulacije, itd.
- ▶ Pravilan izbor regulacionog ventila je neophodan u fazi optimizacije rada sistema, smanjenja investicionih troškova i dr. ali uz zadovoljenje uslova kvalitetne regulacije.
- ▶ **IZBOR je uslovljen i padom pritiska.** Vrlo je očigledno da se menja pad pritiska u sistemu, prouzrokovan promenom pada pritiska na regulacionom ventilu. Za minimalni protok fluida biće maksimalan pad pritiska i obrnuto. **Pad pritiska je čist energetski gubitak pumpe.**

# Regulacioni ventili – izbor

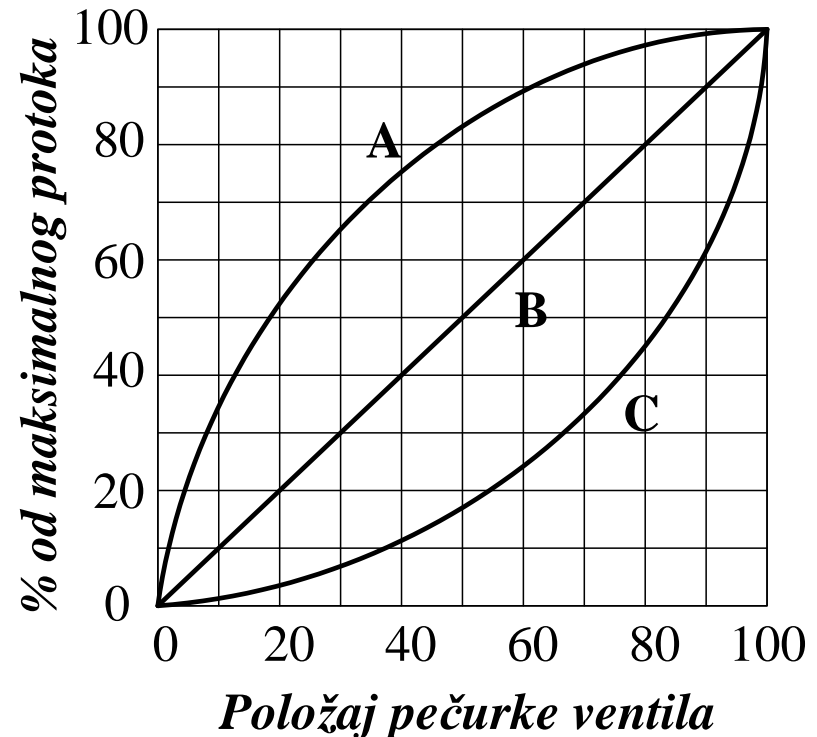
## Uticaj na pad pritiska



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## Regulacioni ventili – Karakteristike

- ▶ Linearna karakteristika (B) obezbeđuje linearnu zavisnost protoka od pomeranja pečurke ventila. Ovakav ventil je posebno pogodan za slučajeve kada je pad pritiska u ventilu približno konstantan.
- ▶ Brzootvarajuća karakteristika (C) obično se koristi kod autonomnih regulacionih ventila, kada je potreban brz odziv brz.
- ▶ Najčešća je karakteristika (A), jer obezbeđuje izvestan protok, pri skoro zatvorenom ventilu. Time se izbegava stanje u mnogim procesima da je pad pritiska u ventilu velik pri gotovo zatvorenom ventilu, i mali pri ventilu otvorenom preko 50%.



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

---

## B. Pokretači

Klapne vazdušnih sistema, prigušni uređaji ventilatora, polugom pokretani ventili kao što su leptir ventili i zasuni, uređaji za promenu broja obrtaja itd., pokreću se posebnim uređajima, koje uslovno možemo da nazovemo **pokretačima**.

Pokretači mogu da se koriste za dvopozicionu regulaciju ili potpunu modulacionu regulaciju.

Ulazni signali i energetska izvor izvršne jedinice mogu imati sledeće oblike:

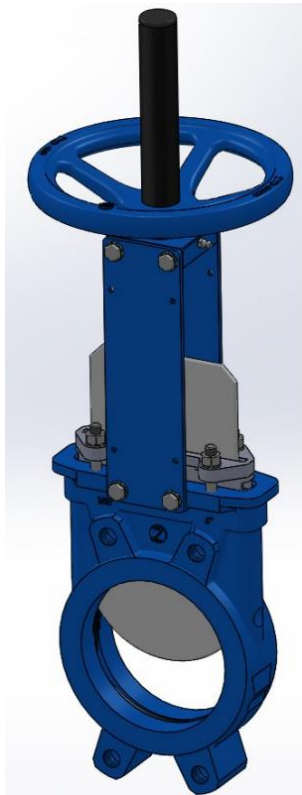
- ▶ pneumatski signal i vazdušni pokretač (*klipni ili membranski aktuator*)
- ▶ električni signal i vazdušni pokretač
- ▶ električni signal i motorni pogon pokretača
- ▶ dvopozicioni električni ili vazdušni signal sa vazdušnim pogonom
- ▶ dvopozicioni električni signal i motorni pogon pokretača

# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## B. Pokretači



Nožasti zasun sa  
pneumatskim  
aktuatorom



Leptir ventil sa  
električnim  
aktuatorom





# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

---

## B. Pokretači Klapne vazdušnih sistema



## C. Elementi za promenu broja obrtaja

Mnogi uređaji koriste neki od mogućih načina promene broja obrtaja radnog dela uređaja (npr. Električni motor), čime se postižu optimalni uslovi za rad.

Promena broja obrtaja motora, koji pokreće radnu mašinu, moguće je postići na jedan od sledećih načina:

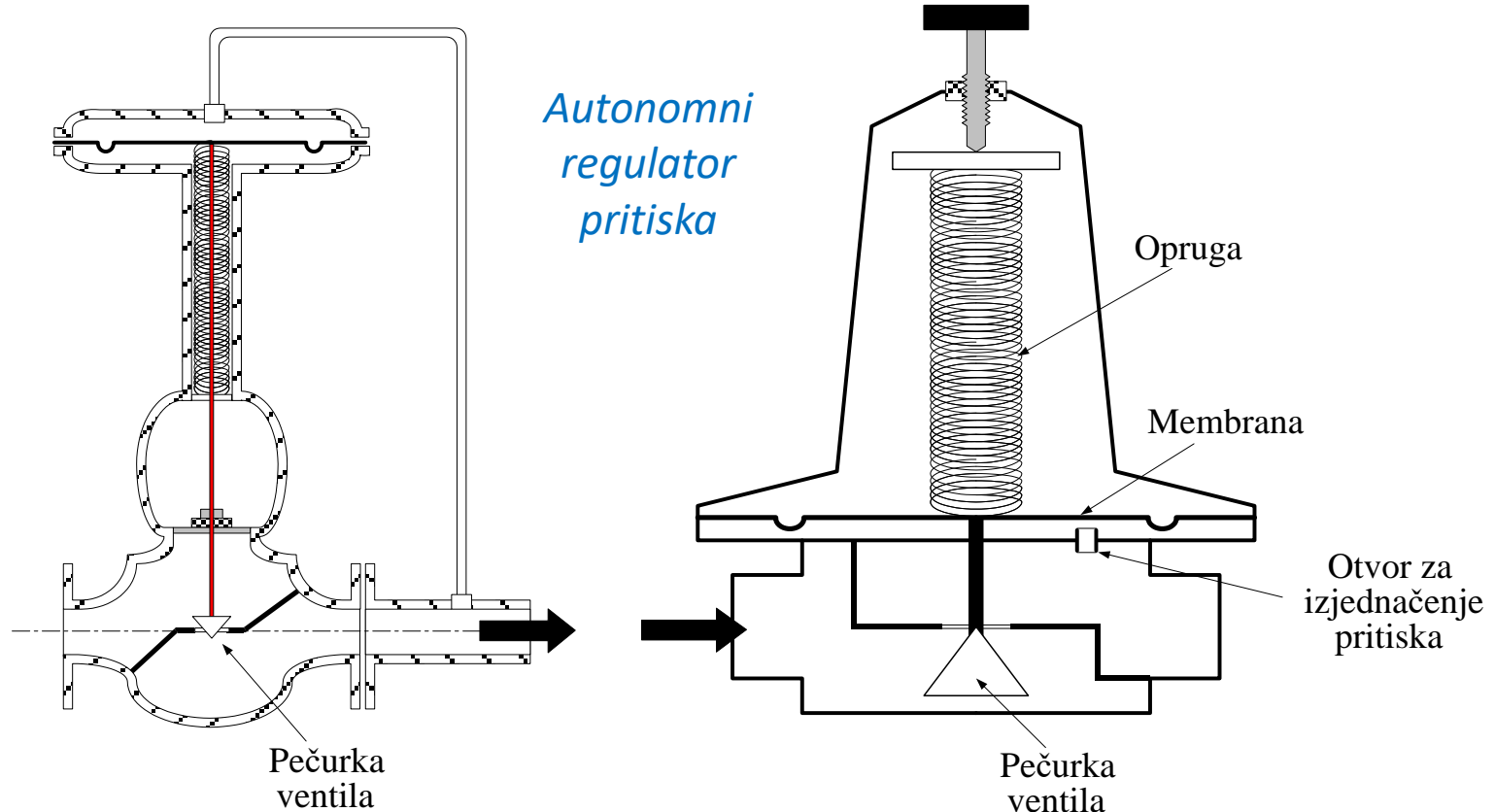
- ▶ promenom napona ili frekvencije naizmenične struje ili napona istosmerne struje, zavisno od tipa elektromotora, koji pokreće radnu mašinu.
- ▶ promenom protoka ulja ili vazduha za pogon turbinskog motora kojim se menja njegov broj obrtaja i broj obrtaja radne mašine.
- ▶ promena broja obrtaja korišćenjem nekog prenosnika ili menjača.



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## D. Autonomni regulatori

Autonomni regulatori ili regulatori koji rade bez dodatnog energetskog izvora mogu da izmere regulisanu veličinu, obave njeno poređenje sa zadatom vrednošću i proslede signal na izvršni organ, koji takođe pripada regulatoru. Potrebnu energiju za obavljanje ovih radnji regulator dobija od radnog fluida.

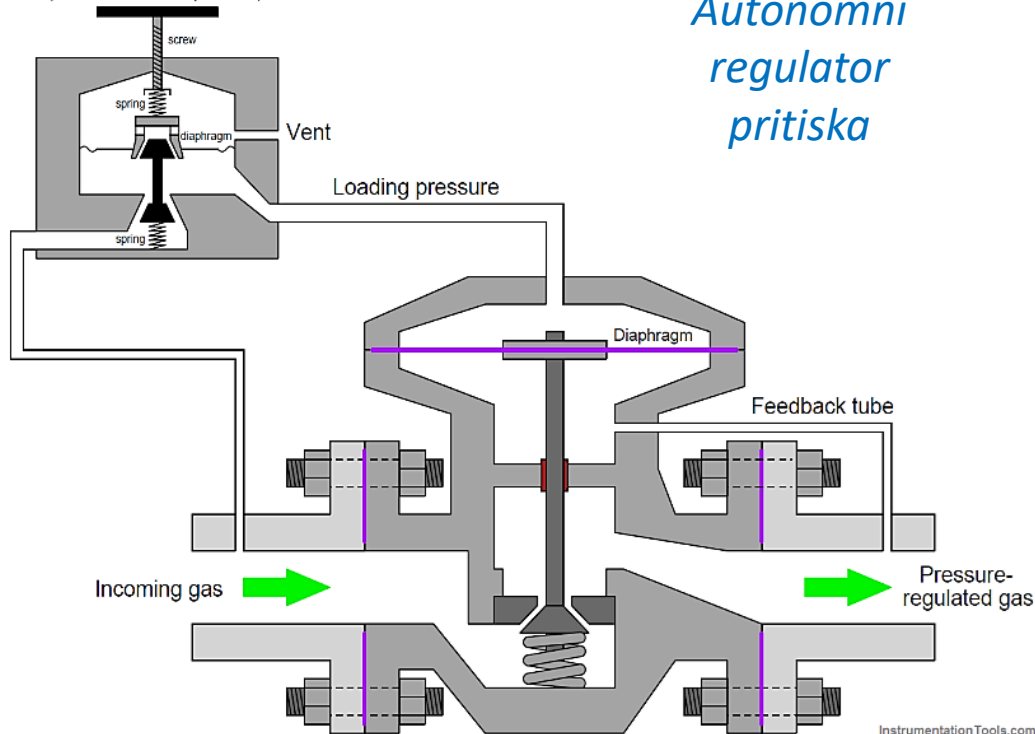


# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## D. Autonomni regulatori

Membrana je "mozak" regulatora koja dozvoljava da se zadana vrednost, reprezentovana silom opruge, upoređuje sa pritiskom koji se reguliše. Rezultujuća sila menja položaj pečurke ventila, menjajući time i pritisak fluida.

Manual-set pressure regulator  
(turn down for more pressure)



## D. Autonomni regulatori

**Osnovne prednosti** ovih regulatora u odnosu na uređaje s odvojenim merenjem regulisane veličine, regulacionim uređajem, izvršnim organom i sistemom prenosa signala su:

- ▶ niža cena
- ▶ manje dimenzije
- ▶ niži troškovi instalacije
- ▶ moguća je i ugradnja indikatora merene veličine

**Nedostaci su:**

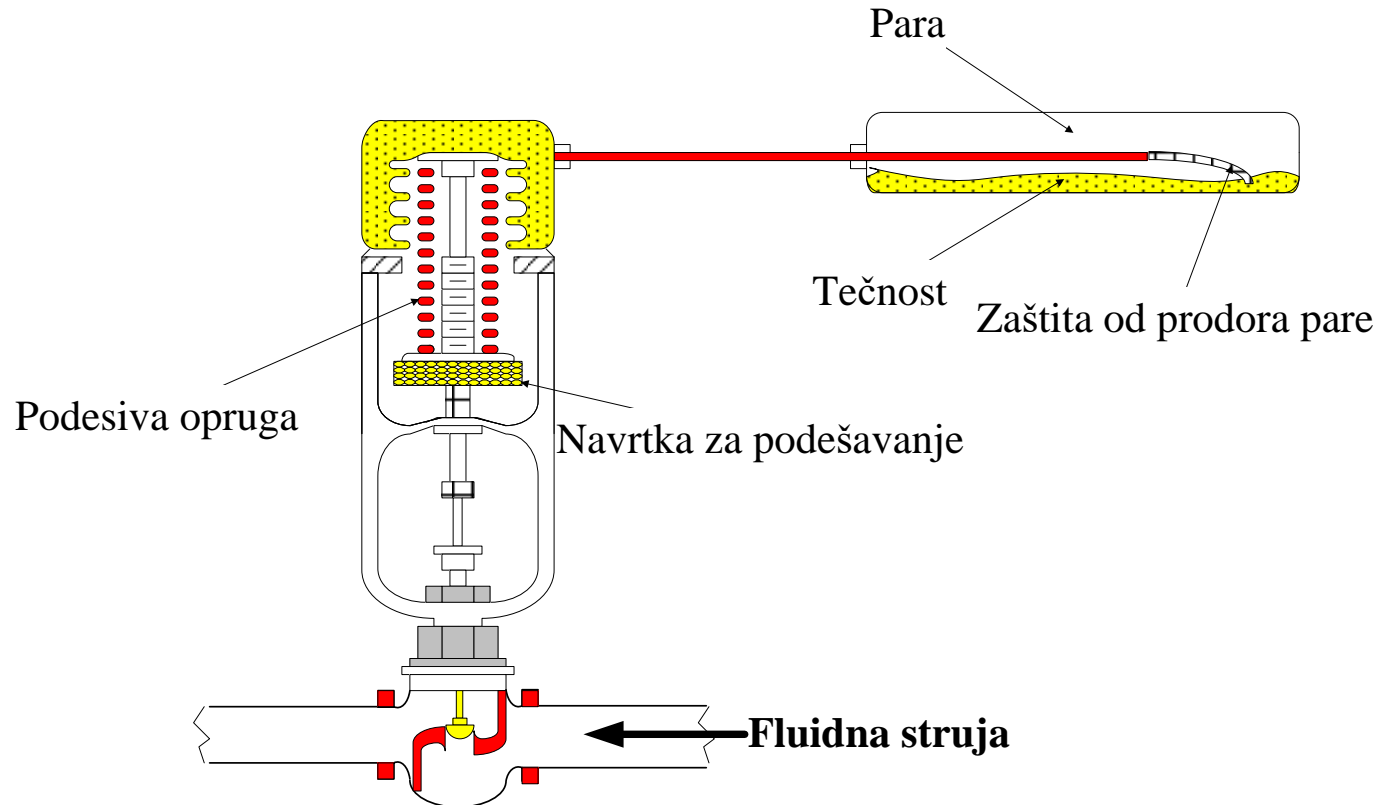
- ▶ nije moguća daljinska kontrola
- ▶ zadata vrednost mora da se podesi na samom regulatoru
- ▶ materijali za njihovu izradu su ograničeni

# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## D. Autonomni regulatori - Temperaturni regulator

Senzor temperature sadrži isparljivu tečnost, koja stvara pritisak u zatvorenom sistemu kojeg čine čaura senzora, kapilara i harmonikasta membrana. Senzor se postavlja u sredinu, čija temperatura se meri i reguliše. Porastom temperature raste i pritisak u prostoru oko membrane, čime se povećava i sila na osovini ventila.

### *Autonomni regulator temperature*



# UREĐAJI U REGULACIONOM KRUGU

## D. Autonomni regulatori - Temperaturni regulator

### *Autonomni regulator temperature*

