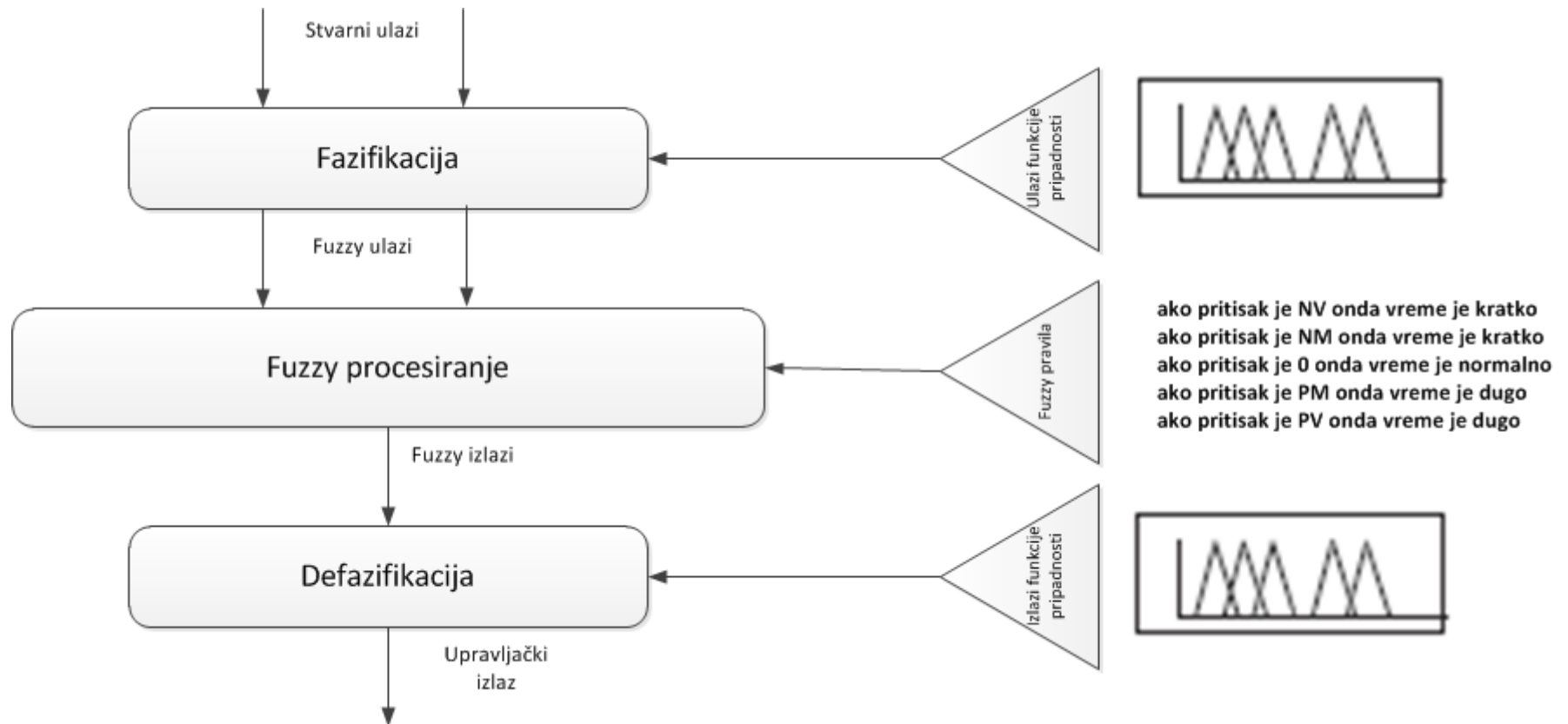
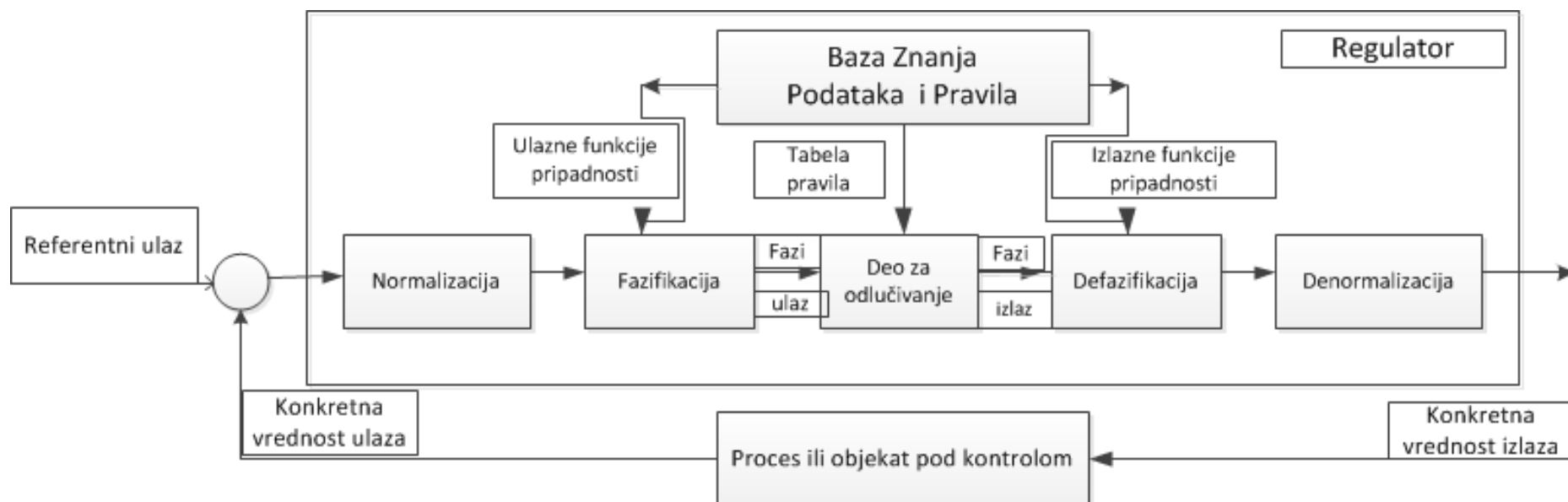


# Fuzzy upravljanje

# Fuzzy regulator



# Fuzzy regulator – osnovna struktura



# Primer – fuzzy usisivač za prašinu



Problem:

projektovati regulator koji će podešavati jačinu usisavanja u zavisnosti od stepena zaprljanosti površine koja se čisti.

Pokušaćemo da napravimo tabelu pravila za fuzzy kontroler u usisivaču.

Ovaj kontroler treba da reguliše silu za uvlačenje sa površine koja se čisti.

Ova sila može biti opisana kao lingvistička promenljiva sa vrednostima: **vrlo jako, jako, normalno, slabo, jako slabo**.

Ulazi ovog kontrolera trebaju očigledno razmotriti količinu prašine na površini.

Površina može biti:

**vrlo prljava, prilično prljava, prljava, skoro čista, čista**.

Tabela fuzzy pravila

<b>AKO</b>	<b>površina</b>	<b>ONDA</b>	<b>sila</b>
AKO	vrlo prljava	ONDA	vrlo jaka
AKO	prilično prljava	ONDA	jaka
AKO	prljava	ONDA	normalna
AKO	skoro čista	ONDA	slaba
AKO	čista	ONDA	vrlo slaba

Kako će ovo raditi?

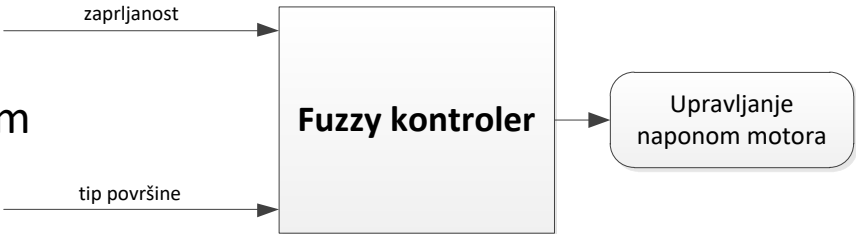
Šta je sa različitim površinama, npr. parket, laminat, itison, tepih?

Tabela fuzzy pravila sa tipom površine i stepenom zaprljanosti

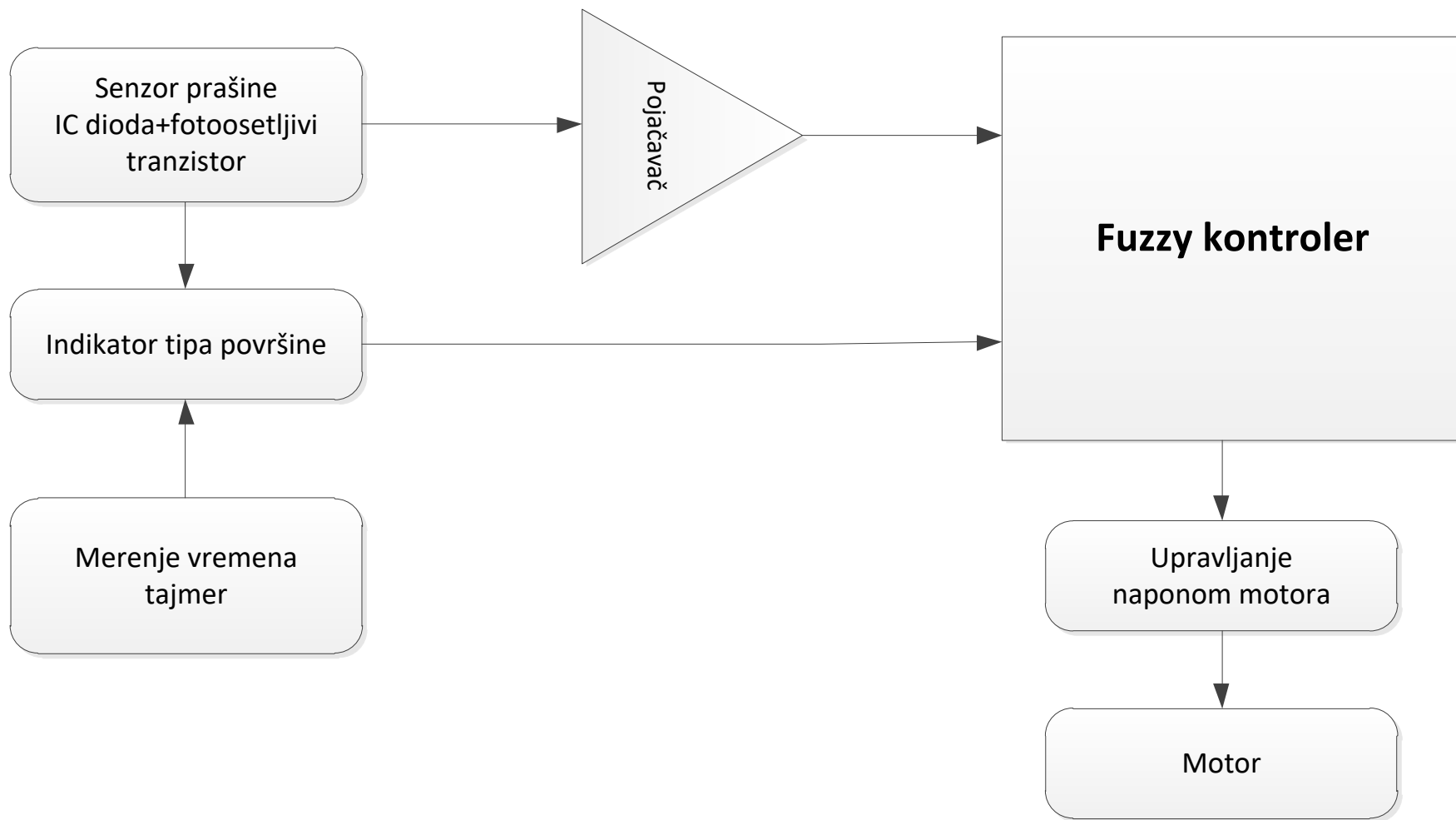
<div> <div>zaprljanost</div> <div>tip površine</div> </div>	čista	skoro čista	prljava	prilično prljava	vrlo prljava
parket laminat	vrlo slaba	vrlo slaba	slaba	normalna	jaka
itison	vrlo slaba	slaba	normalna	jaka	vrlo jaka
tepih	slaba	normalna	normalna	jaka	vrlo jaka

Da li i kako ovo radi?

Fuzzy regulator sa dva ulaza i jednim izlazom



## Fizička realizacija fuzzy regulatora za usisivač prašine



# Fuzzy regulator koji oponaša PID regulator „PID like Fuzzy“

Šta je lakše, podesiti parametre PIDa ili projektovati „PID like Fuzzy“ regulator?

Ulazne veličine u regulator:

- greška:  $e(t) = y_{sp} - y(t)$
- promena greške (izvod):  $\Delta e = e(t) - e(t-1)$
- suma grešaka iz prethodnog perioda (integral):  $\Sigma e$

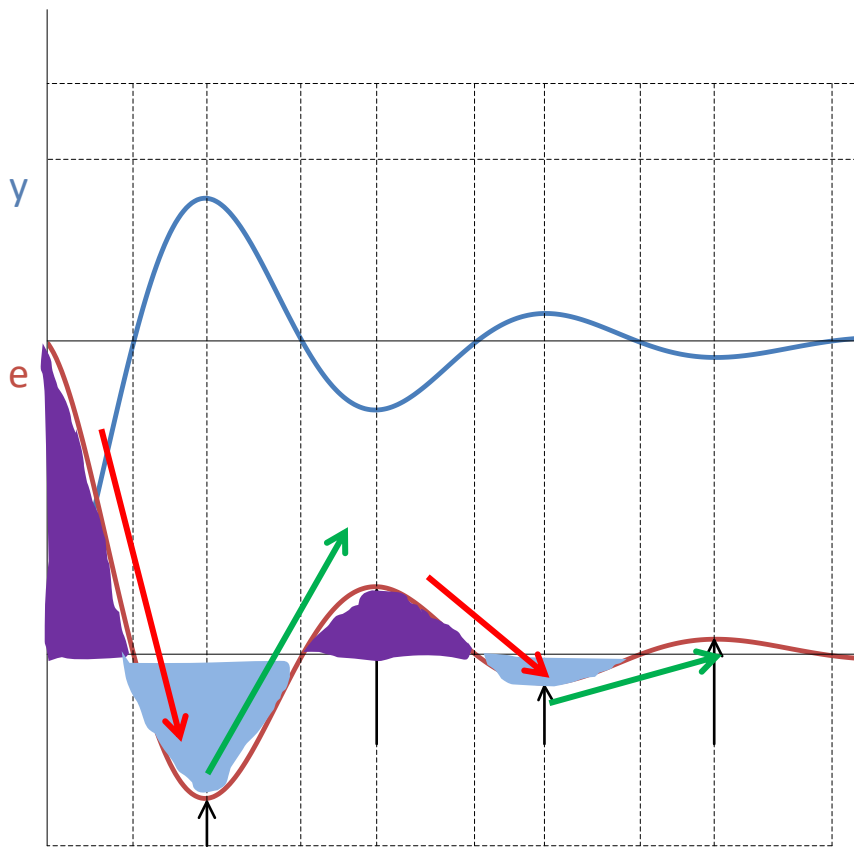
Izlazne veličine iz regulatora:

- upravljanje:  $u(t)$

*ili*

- promena upravljanja  $\Delta u(t) = u(t) - u(t-1)$





- greška:  $e(t) = y_{sp} - y(t)$

$$e(t) > 0 \Rightarrow y_{sp} > y(t)$$

$$e(t) = 0 \Rightarrow y_{sp} = y(t)$$

$$e(t) < 0 \Rightarrow y_{sp} < y(t)$$

- promena greške (izvod):  $\Delta e = e(t) - e(t-1)$

$$\Delta e = e(t) - e(t-1) = y_{sp} - y(t) - (y_{sp} - y(t-1))$$

$$\Delta e = -y(t) - (-y(t-1))$$

$$\Delta e = y(t-1) - y(t)$$

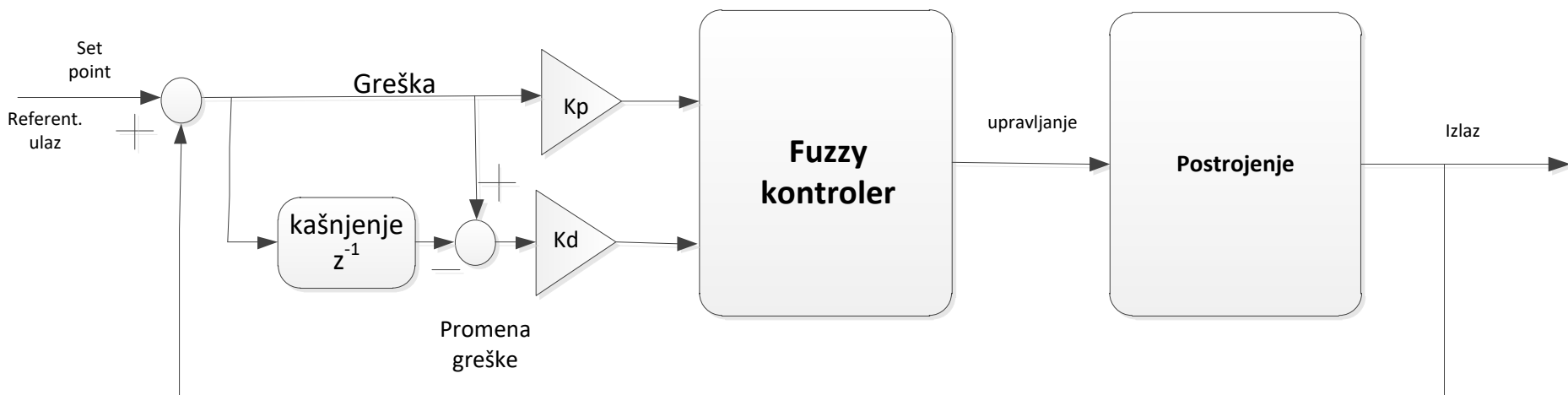
$$\Delta e(t) < 0 \Rightarrow e(t) < e(t-1) \Rightarrow y(t) > y(t-1)$$

$$\Delta e(t) = 0 \Rightarrow e(t) = e(t-1) \Rightarrow y(t) = y(t-1)$$

$$\Delta e(t) > 0 \Rightarrow e(t) > e(t-1) \Rightarrow y(t) < y(t-1)$$

# PD like Fuzzy regulator

$$u(k) = K_P \times e(t) + K_D \times \Delta e(t),$$



$\Delta e$

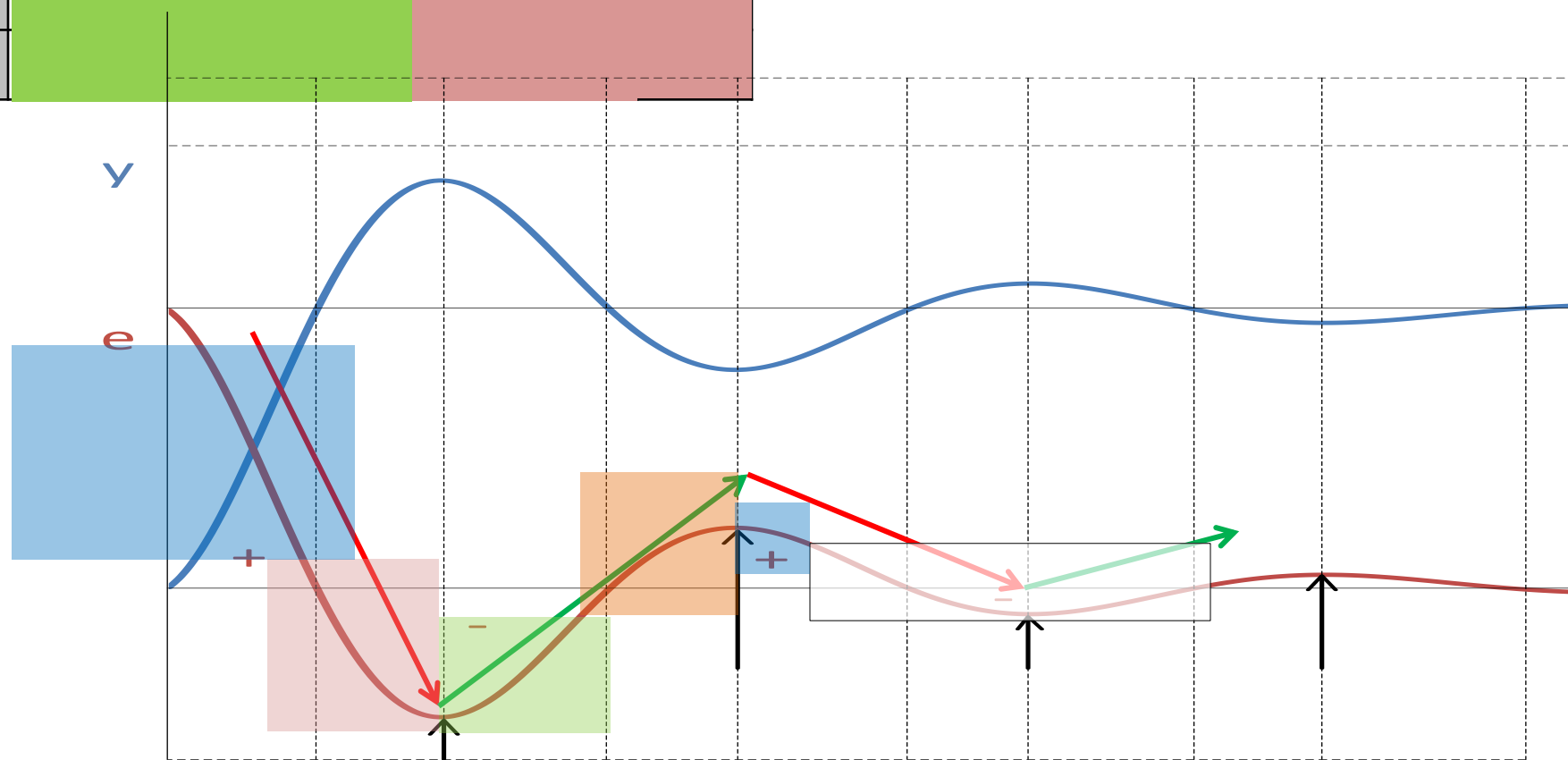
	PV	PS	PM	0	NM	NS	NV		
PV									
PS									
PM									
0									
NM									
NS									
NV									

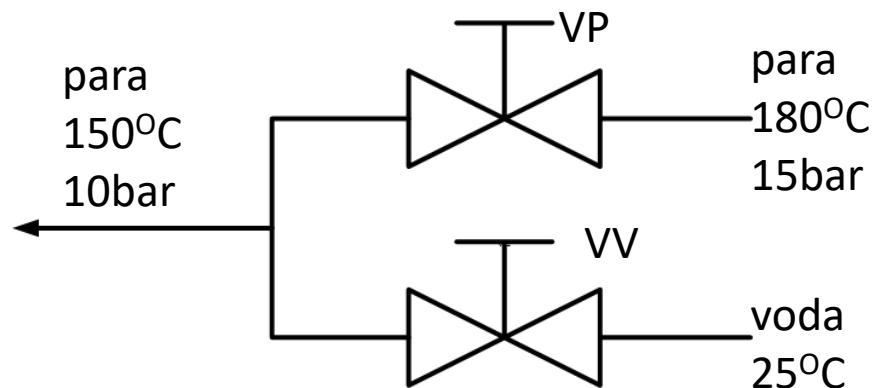
Popuniti tabelu

Ako je  $e$  \_\_\_\_ i ako je  $\Delta e$  \_\_\_\_ onda je  $u$  \_\_\_\_

$u \in \{PV, PS, PM, 0, NM, NS, NV\}$

$e$



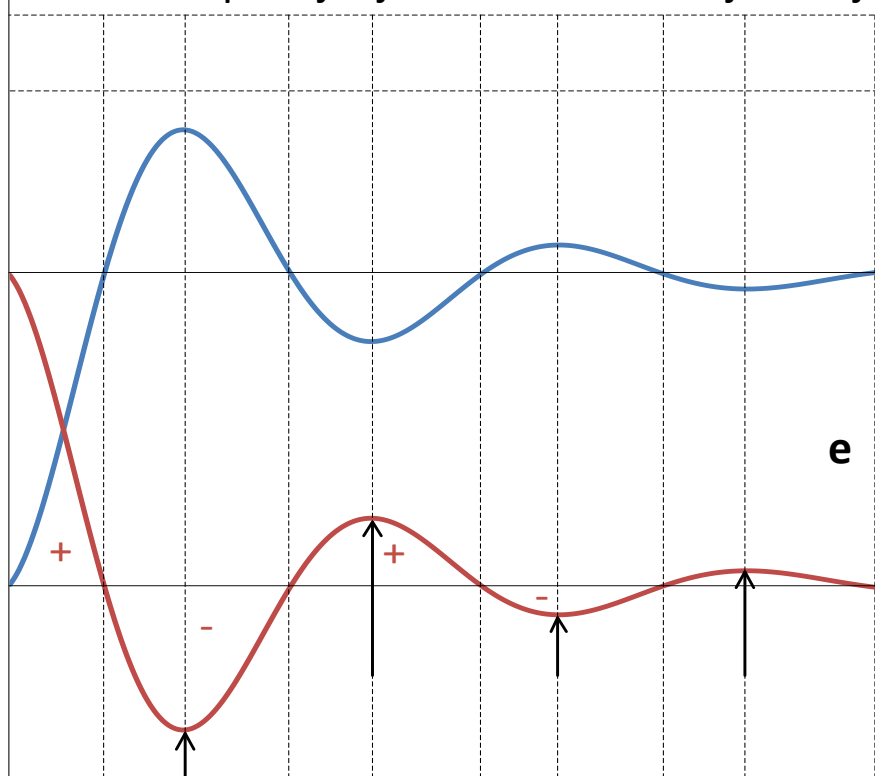


$u \in \{PV, PS, PM, 0, NM, NS, NV\}$

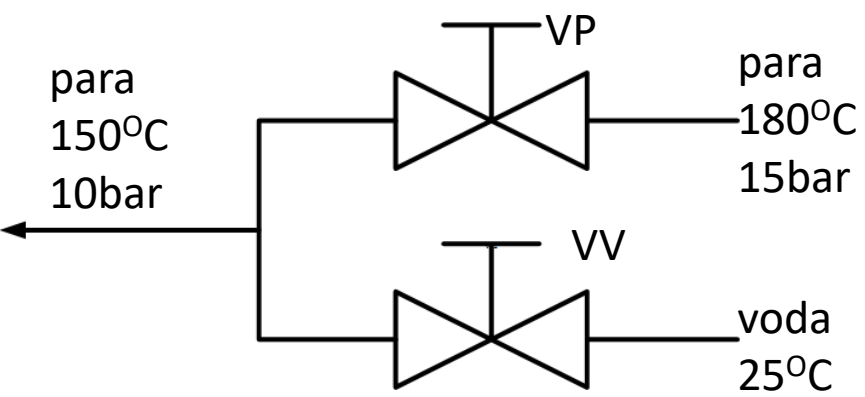
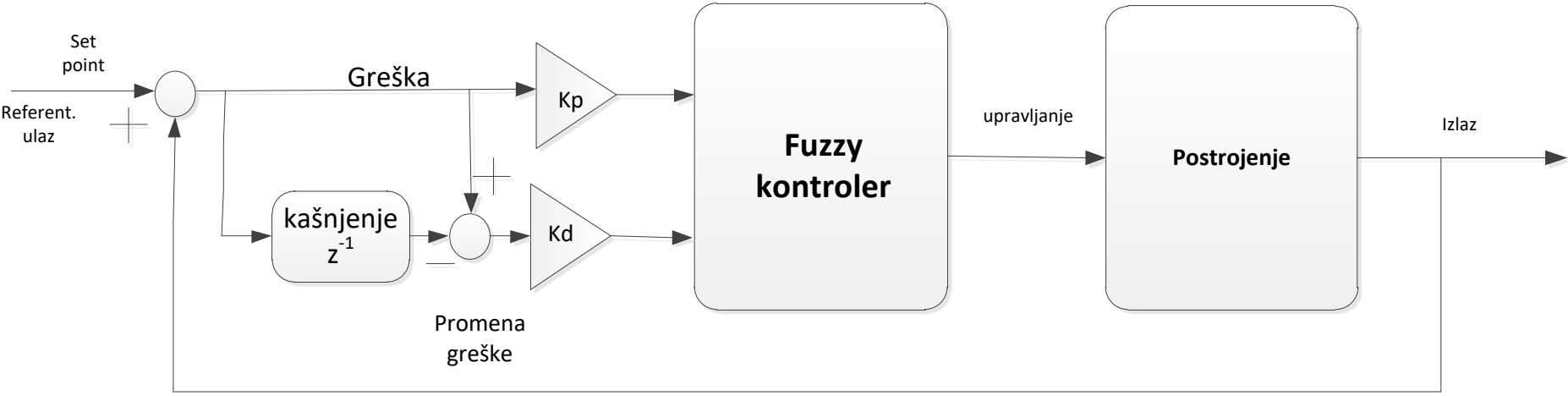
Negativno upravljanje – otvara VP – povečava se temperatura vodene pare na izlazu

Pozitivno upravljanje – zatvara VP – smanjuje se temperatura vodene pare na izlazu

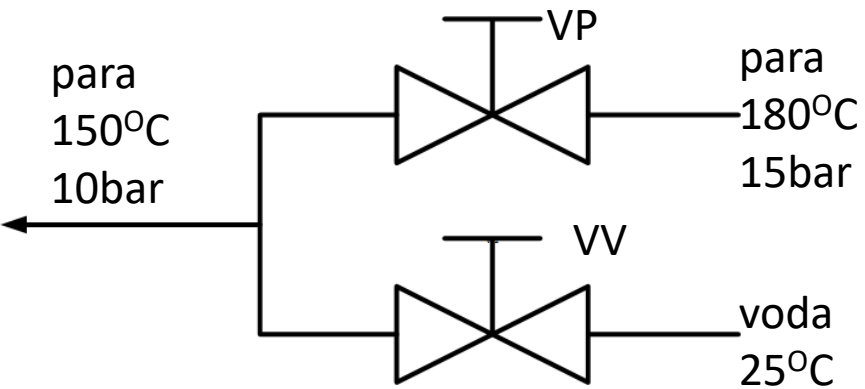
Nulto upravljanje – ventil ne menja stanje



	$\Delta e$						
	PV	PS	PM	0	NM	NS	NV
PV							0
PS		N				0	
PM					0		
0				0		P	
NM			0				
NS		0					
NV	0						



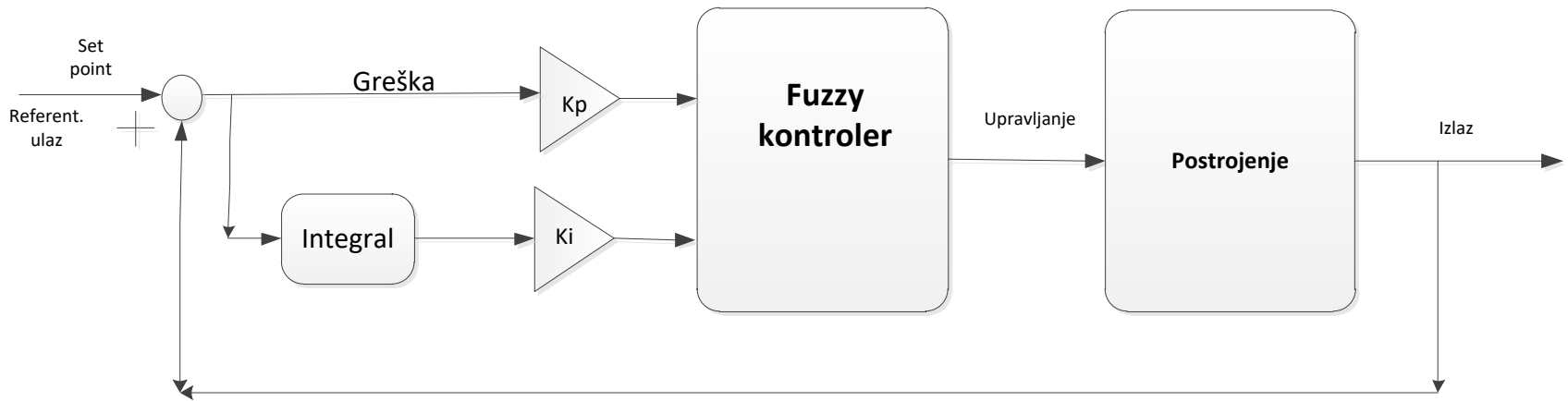
$e \Delta e$	PV	PS	PM	0	NM	NS	NV
PV	NV	NV	NV	NV	NS	NM	0
PS	NV	NV	NV	NS	NM	0	PM
PM	NV	NV	NS	NM	0	PM	PS
0	NV	NS	NM	0	PM	PS	PV
NM	NS	NM	0	PM	PS	PV	PV
NS	NM	0	PM	PS	PV	PV	PV
NV	0	PM	PS	PV	PV	PV	PV



$e \Delta e$	PV	PS	PM	0	NM	NS	NV
PV	NV	NV	NV	NV	NS	NM	0
PS	NV	NV	NV	NS	NM	0	PM
PM	NV	NV	NS	NM	0	PM	PS
0	NV	NS	NM	0	PM	PS	PV
NM	NS	NM	0	PM	PS	PV	PV
NS	NM	0	PM	PS	PV	PV	PV
NV	0	PM	PS	PV	PV	PV	PV

# PI like Fuzzy

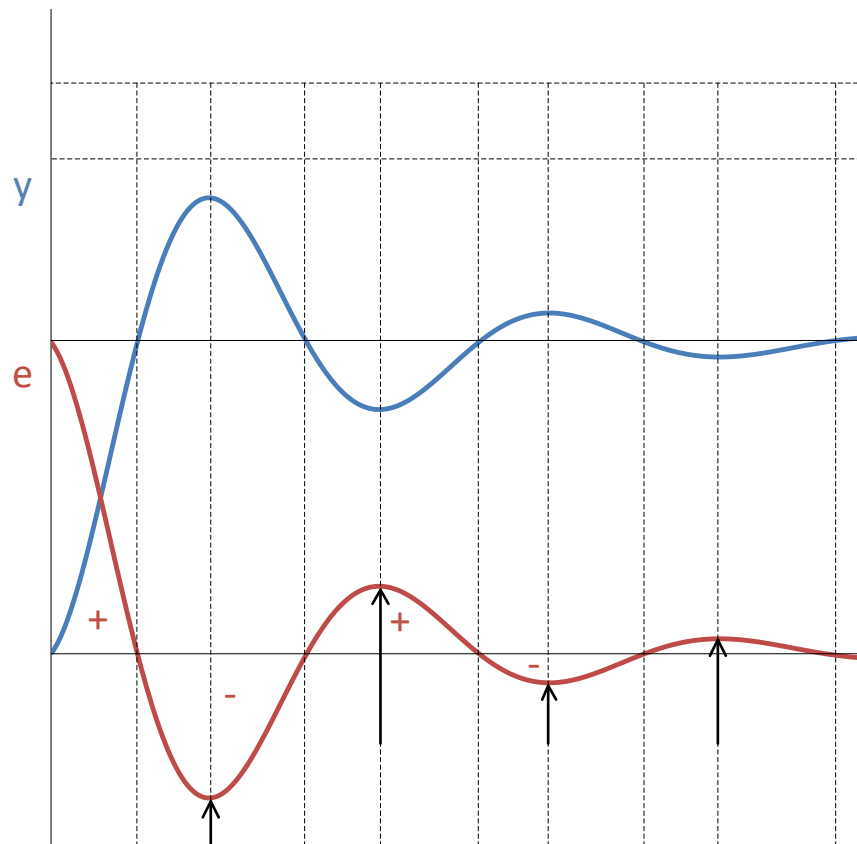
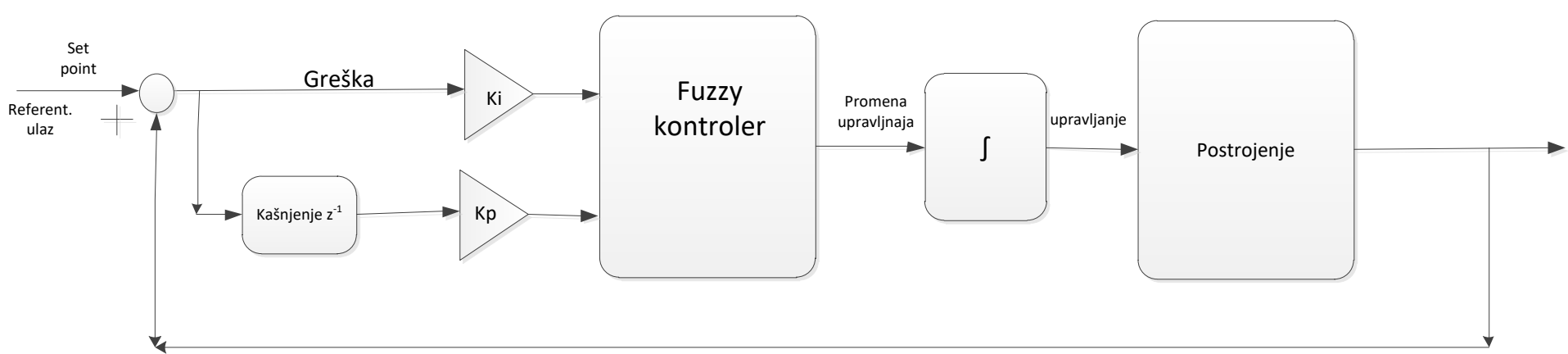
$$u(t) = K_P \times e(t) + K_I \times \int e(t) dt,$$



Problem integraljenja greške.

$$\frac{du(t)}{dt} = K_P \times \frac{de(t)}{dt} + K_I \times e(t)$$

$$\Delta u(t) = K_P \times \Delta e(t) + K_I \times e(t)$$



$e \Delta e$	PV	PS	PM	0	NM	NS	NV
PV	NV	NV	NV	NV	NS	NM	0
PS	NV	NV	NV	NS	NM	0	PM
PM	NV	NV	NS	NM	0	PM	PS
0	NV	NS	NM	0	PM	PS	PV
NM	NS	NM	0	PM	PS	PV	PV
NS	NM	0	PM	PS	PV	PV	PV
NV	0	PM	PS	PV	PV	PV	PV