

# ***Modeliranje hidravličnih sistemov in komponent***

**DSH**plus

**Marko Šimic**

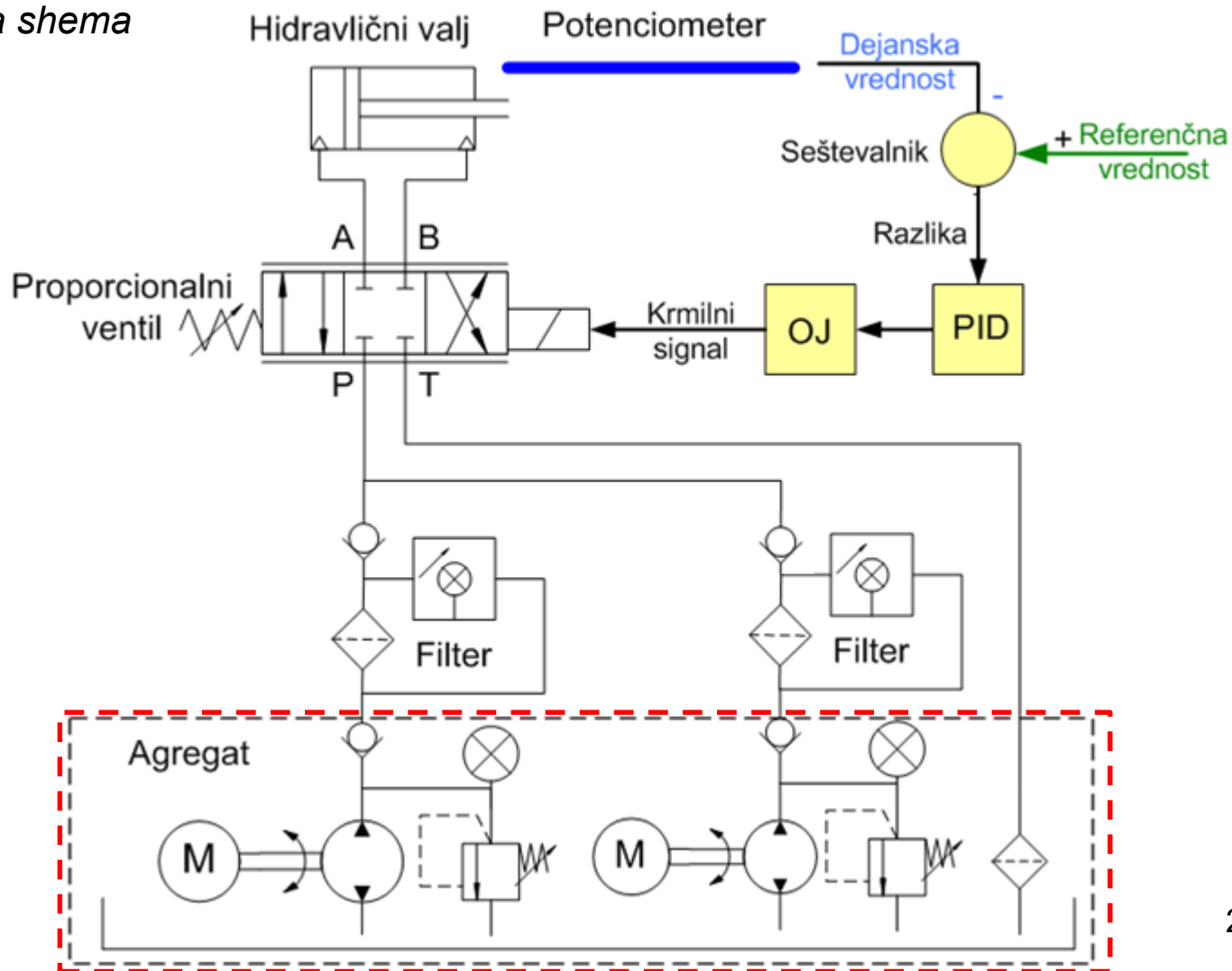
**Telefon: +386 1 4771 727**

**e-mail: [marko.simic@fs.uni-lj.si](mailto:marko.simic@fs.uni-lj.si)**

## NALOGA

S pomočjo simulacijskega orodja **DSH<sup>PLUS</sup>** izdelaj simulacijski model hidravličnega agregata sistema prikazanega na sliki.

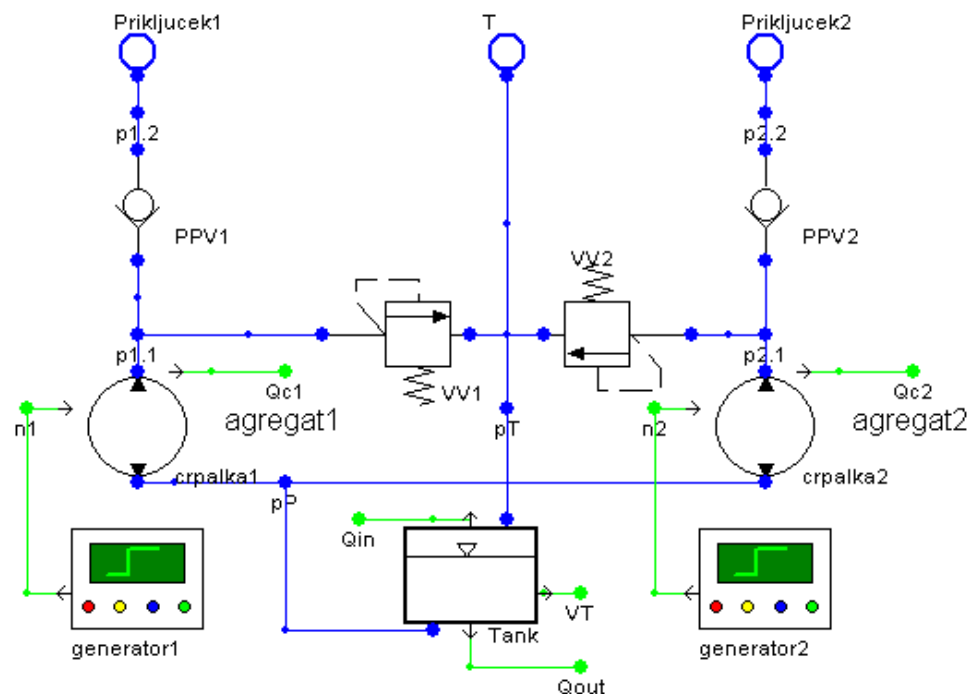
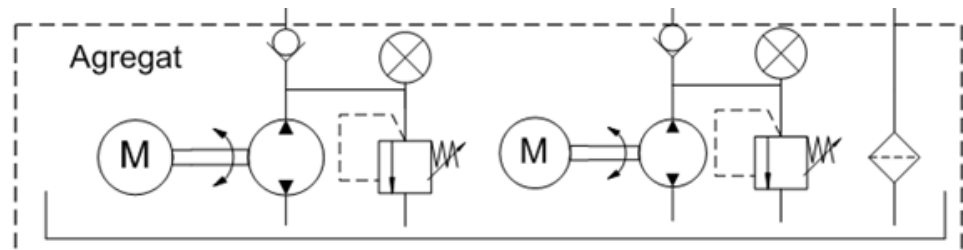
*Hidravlična krmilna shema*



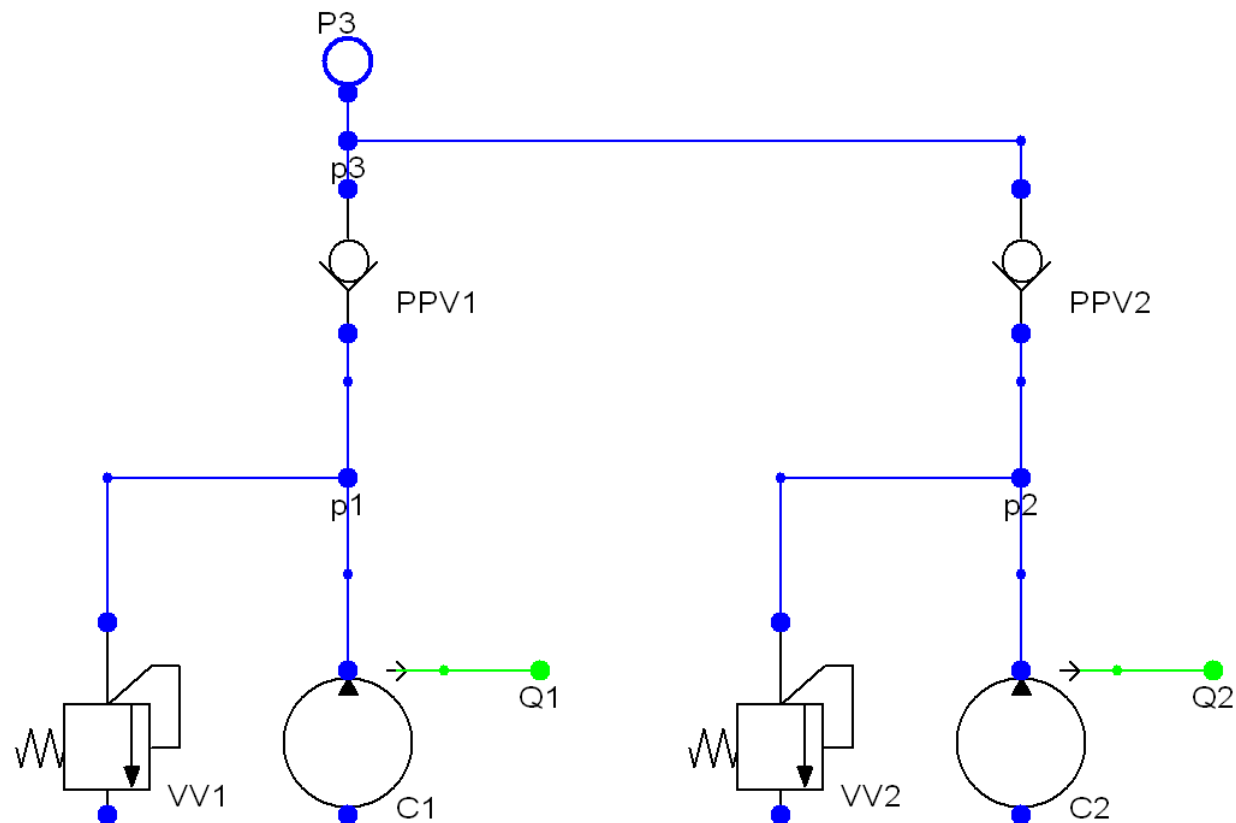
## Hidravlični agregat v celoti.

*Hidravlični agregat:*

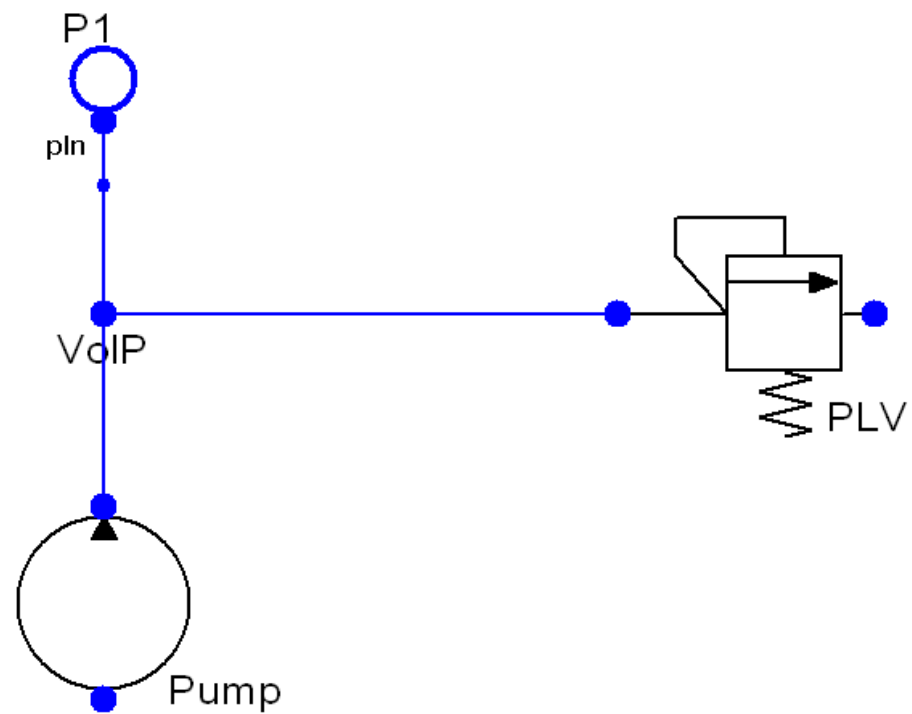
- Motorji (uporaba generatorja vrtljajev)
- Črpalke (*PumpRotationalSpeed*)
- Manometri (merjene veličine povezav)
- Varnostni ventil (pressure valve, *PLVstatic*)
- Protipovratni ventil (*CheckValve*)
- Rezervoar (*Tank, Reservoir*)
- Priključki (In/Out elements, *SubHyd*)
- Povratni filter ne uporabimo



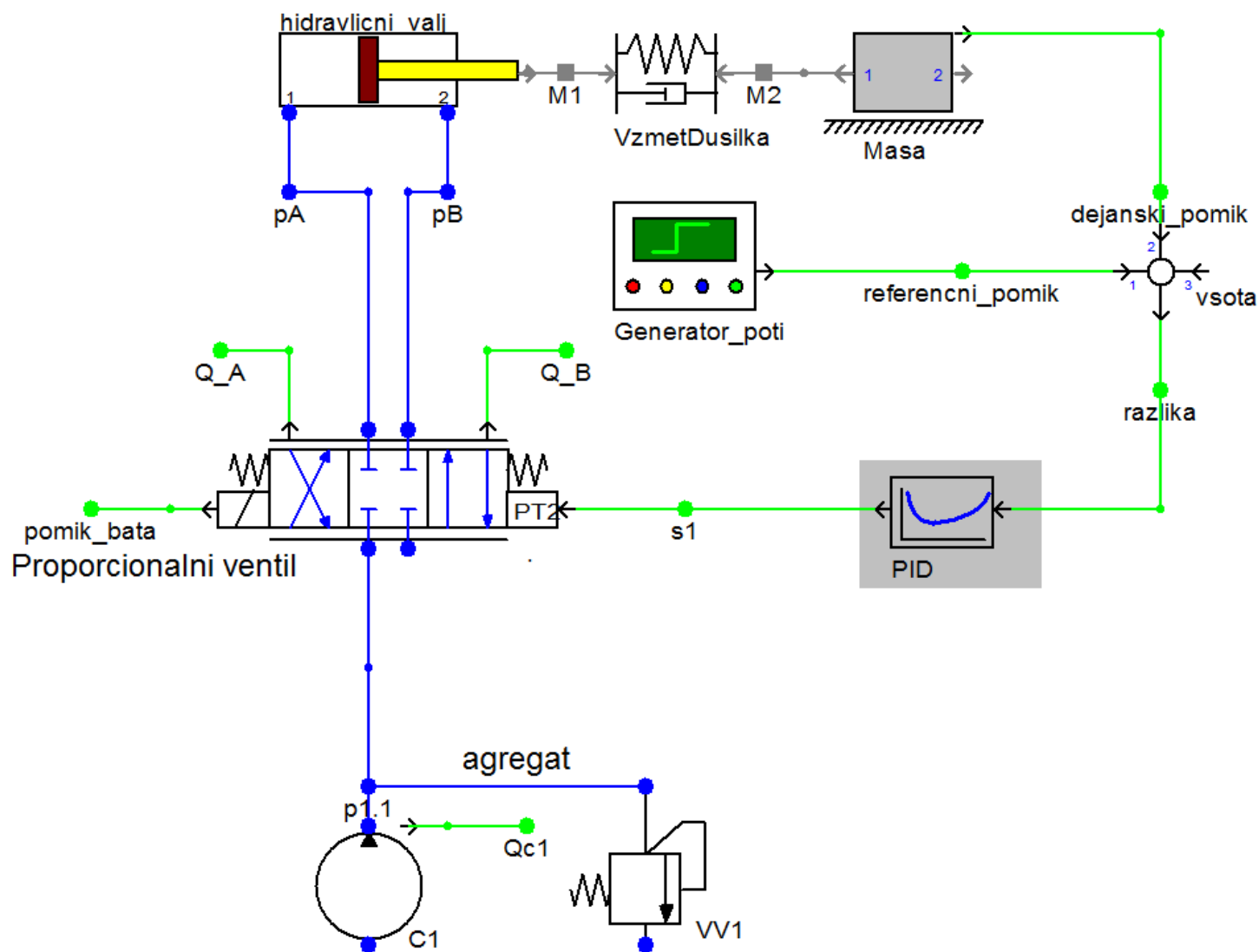
## Poenostavitev hidravličnega agregata



## Poenostavitev hidravličnega agregata



## Shema simulacijskega modela



## ***Hidravlične in mehanske komponente simulacijskega modela***

Za izdelavo sistema uporabite naslednje hidravlične in mehanske komponente:

- a) Črpalko (pump)
- b) Varnostni ventil oz. regulator tlaka (PLVstatic)
- c) Hidravlični cilinder (dvopoložajni, enobatnični)
- d) Servo ventil PT2 (ServoValvePT2)
- e) Ustrezne krmilne komponente regulacije valja (Funkc. generator, seštevalnik, PID)
- f) Obremenitev na valj izvedi z maso, ki je pripeta na valj preko vzmeti in dušilke. Uporabi SpringDamper in Mass komponento.
- g) Upoštevaj volumne:  $V1=V2=5,89\text{cm}^3$  in  $V3=23,56\text{cm}^3$ .

Podatke komponent dobite iz priloženih katalogov.

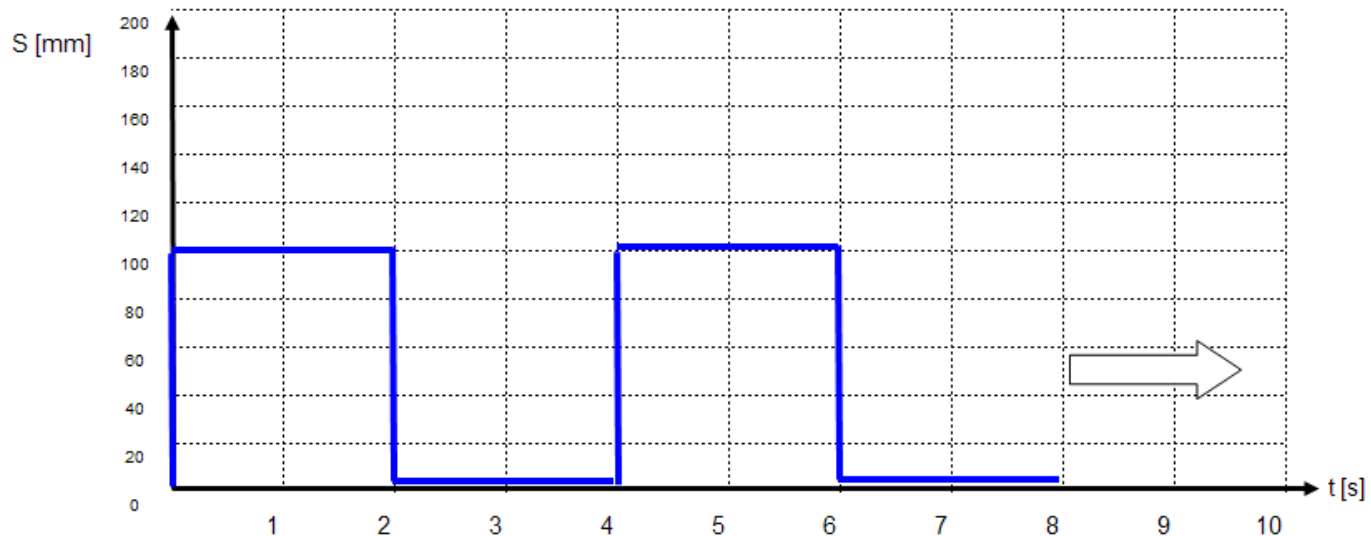
## ***Grafični prikaz rezultatov in nastavitev parametrov***

- g) Izdelajte grafe za analizo pomika bata servo ventila, obeh izhodnih tlakov servo ventila, volumski tok servo ventila na obeh izhodih, referenčni in merjeni signal.
- h) Izdelajte referenčne signale (za funkcije, ki jih ni v programu uporabite look-up tabelo). Funkcije signalov so predstavljene v nadaljevanju.
- i) Ustrezno nastavite simulacijske parametre.
- j) Izberite olje HLP32.



Izdelajte referenčni signal s pomočjo look-up tabele in funkcijskega generatorja.

*Pot diagrami gibanja hidravličnega valja*



FUNCTION?

\_\_\_\_\_

TIME?

\_\_\_\_\_

R1= \_\_\_\_\_

R2= \_\_\_\_\_

R3= \_\_\_\_\_

R4= \_\_\_\_\_

W1= \_\_\_\_\_

W2= \_\_\_\_\_

W3= \_\_\_\_\_

W4= \_\_\_\_\_

W5= \_\_\_\_\_

W6= \_\_\_\_\_

W7= \_\_\_\_\_

W8= \_\_\_\_\_

## Nastavitev začetnih simulacijskih parametrov modela.

- a) Ustrezno nastavite začetne simulacijske parametre (fixed, ODE4 (RungeKuta)).

**Simulation parameter**

Simulation time

Start: 0 s

End: 10 s

Stored values: 8000

Sample Frequency: 1000 Hz

Graph factor: 1 ...

Frequency range: min = 0.2441 Hz, max = 499 Hz

Integrator options

Method

☐ variable ☒ fixed

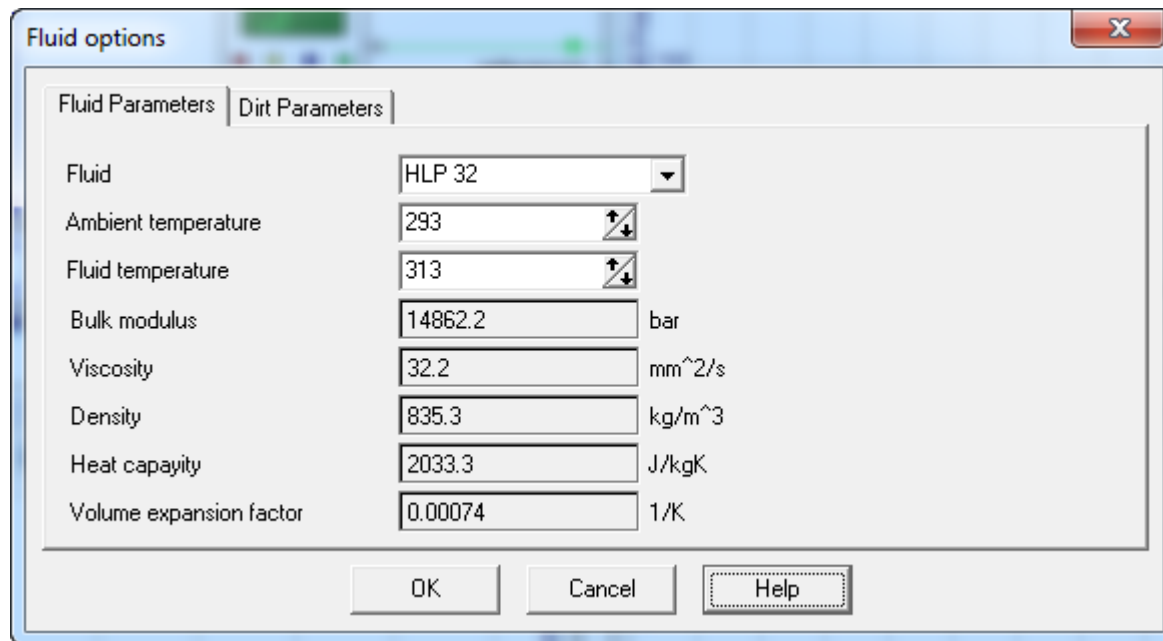
ODE4 (Runge-Kutta)

Initial step size: 1E-5 s

OK Cancel Options Help

## Nastavitev začetnih parametrov fluida.

b) Izberite olje HLP32.



The screenshot shows a software dialog box titled "Fluid options" with a close button (X) in the top right corner. It contains two tabs: "Fluid Parameters" (selected) and "Dirt Parameters". The "Fluid Parameters" tab lists several properties with their corresponding values and units:

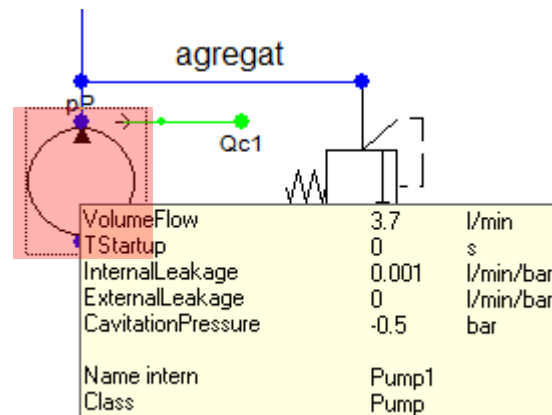
Parameter	Value	Unit
Fluid	HLP 32	
Ambient temperature	293	
Fluid temperature	313	
Bulk modulus	14862.2	bar
Viscosity	32.2	mm <sup>2</sup> /s
Density	835.3	kg/m <sup>3</sup>
Heat capacity	2033.3	J/kgK
Volume expansion factor	0.00074	1/K

At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

## Nastavitev začetnih parametrov posameznih komponent.

c) Nastavite začetne parametre:

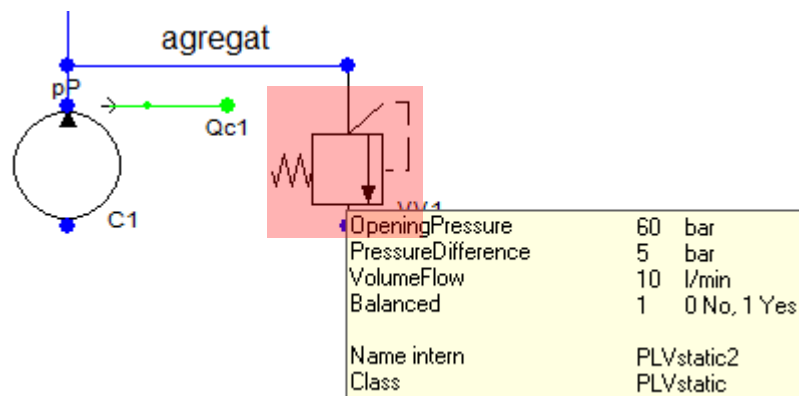
- Črpalka (volumski tok 3,7 l/min)



## Nastavitev začetnih parametrov posameznih komponent.

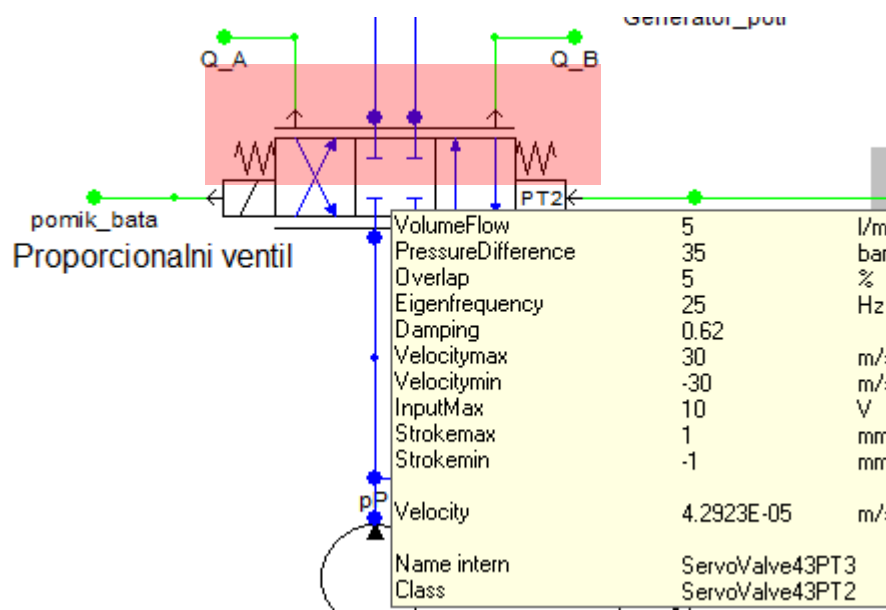
c) Nastavite začetne parametre:

- Varnostni ventil (sistemski tlak  $p=60$  bar, volumski tok 10 l/min pri  $\Delta p=5$  bar)



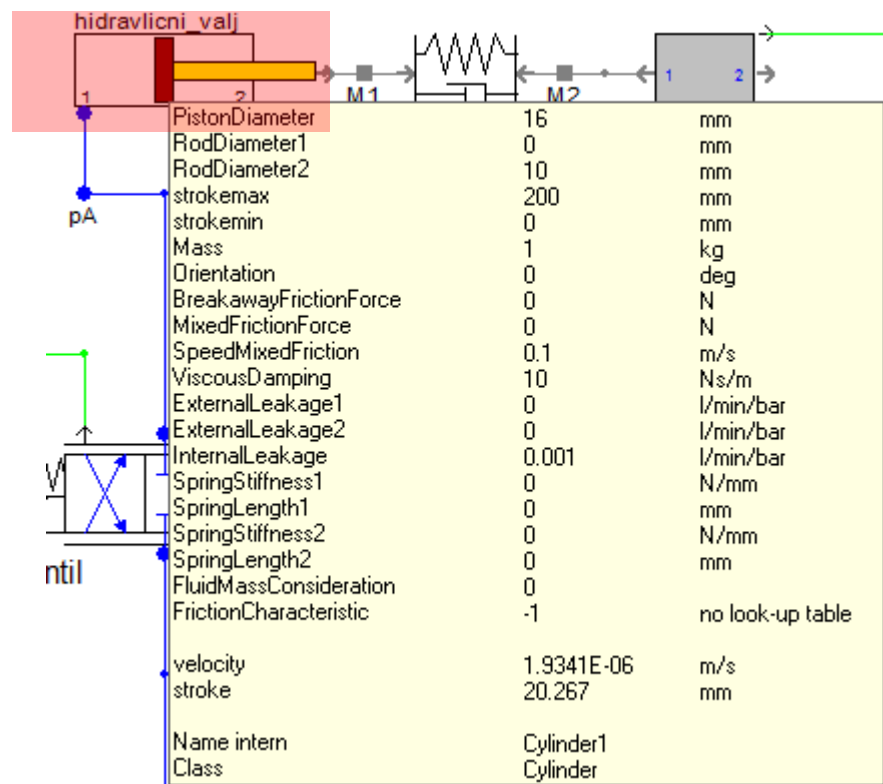
## c) Nastavite začetne parametre:

- Servo ventil (volumski tok 5 l/min pri  $\Delta p=35$  bar, 5% prekritja krmilnega roba, frekvenca 50 Hz, krmilni signal 10V, pomik bata  $\pm 1$  mm)



## c) Nastavite začetne parametre:

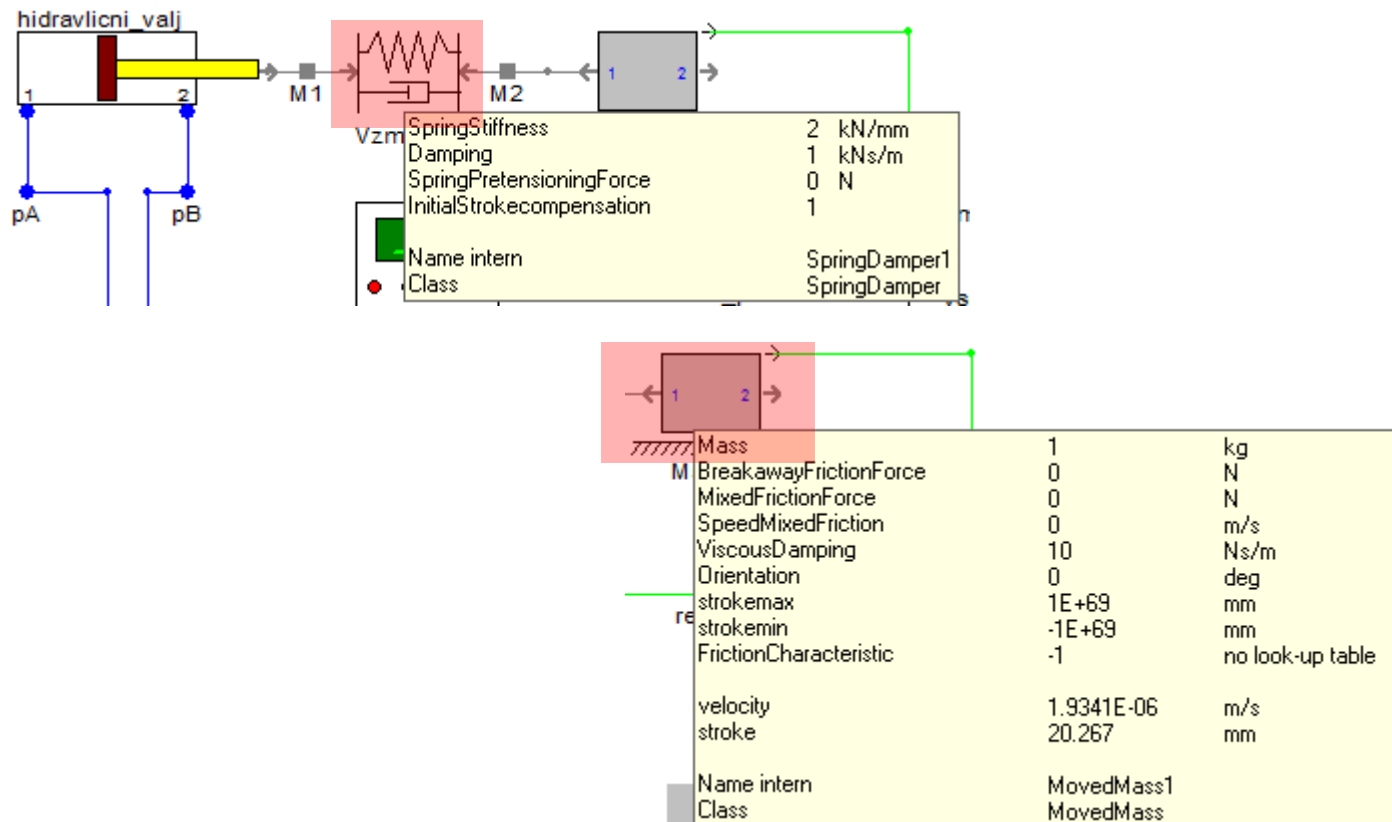
- Hidravlični valj (premer bata 16 mm, premer batnice 10 mm, maks. pomik batnice 200 mm, masa 1kg)



PistonDiameter	16	mm
RodDiameter1	0	mm
RodDiameter2	10	mm
strokeMax	200	mm
strokeMin	0	mm
Mass	1	kg
Orientation	0	deg
BreakawayFrictionForce	0	N
MixedFrictionForce	0	N
SpeedMixedFriction	0.1	m/s
ViscousDamping	10	Ns/m
ExternalLeakage1	0	l/min/bar
ExternalLeakage2	0	l/min/bar
InternalLeakage	0.001	l/min/bar
SpringStiffness1	0	N/mm
SpringLength1	0	mm
SpringStiffness2	0	N/mm
SpringLength2	0	mm
FluidMassConsideration	0	
FrictionCharacteristic	-1	no look-up table
velocity	1.9341E-06	m/s
stroke	20.267	mm
Name intern	Cylinder1	
Class	Cylinder	

c) Nastavite začetne parametre:

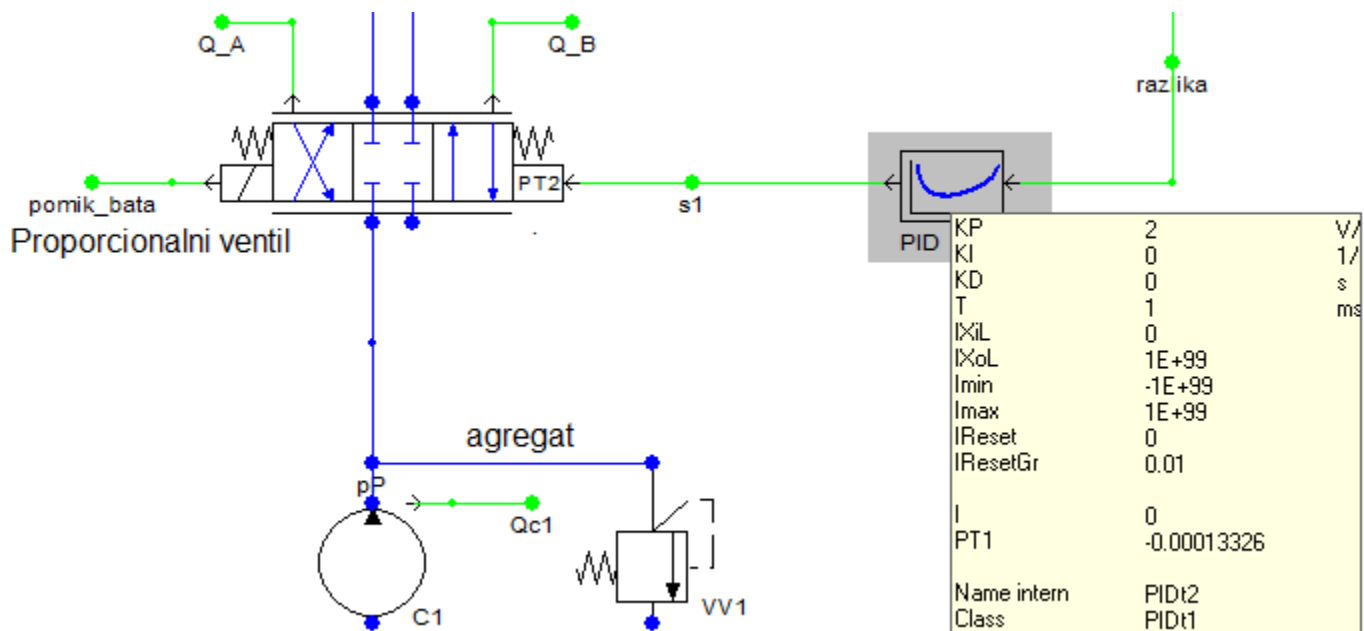
- Vzmet, dušilka in masa (togost vzmeti 2kN/mm, dušenje 1kNs/m, masa bremena 1kg)





c) Nastavite začetne parametre:

- PID krmilnik ( $P=1$ ,  $I=0$ ,  $D=0$ )



c) Nastavite začetne parametre:

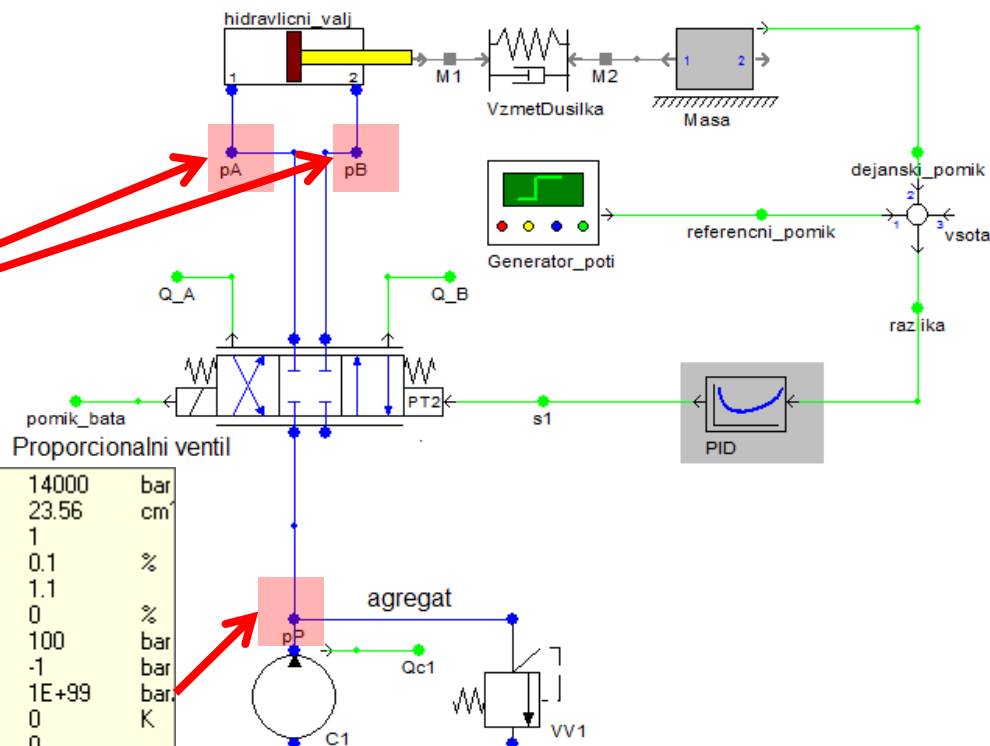
- Volumne cevovodov ( $p_P=23.56$ ,  $p_A=p_B=5.89 \text{ cm}^3$ )

E_Oil	14000	bar
Volume	5.89	cm <sup>3</sup>
Correction	1	
ProportionUndissAir	0.001	
PolytropicExponent	1.1	
VolumeChange	0	
PressureRegion	100	bar
CavitationLimit	-1	bar
PressureGradientMax	1E+99	bar
TDifference	0	K
Correction1	0	
EOilApproach	0	

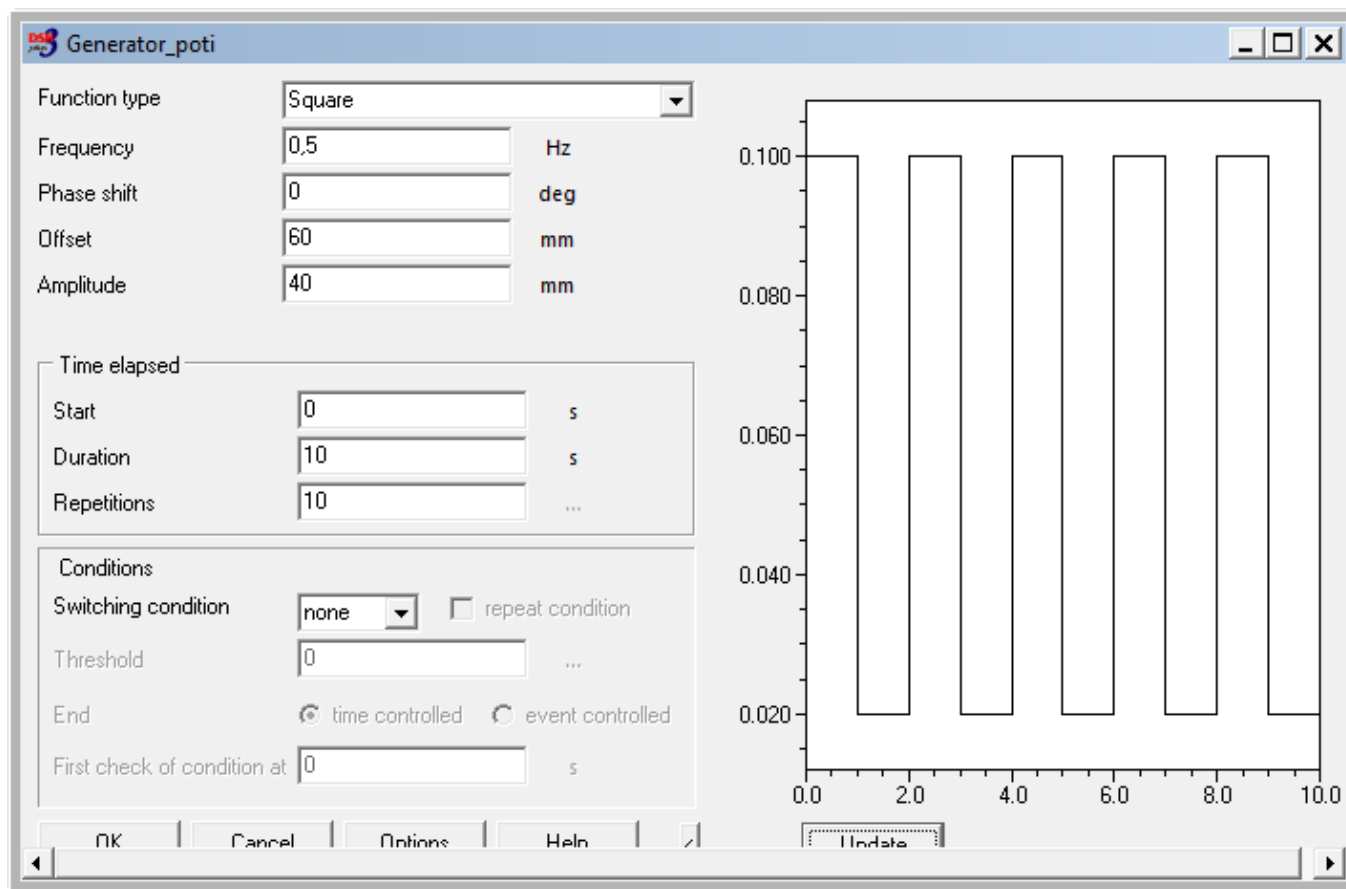
Pressure	21.977	bar
Name intern	Volume1	
Class	HydroNode	

E_Oil	14000	bar
Volume	23.56	cm <sup>3</sup>
Correction	1	
ProportionUndissAir	0.1	%
PolytropicExponent	1.1	
VolumeChange	0	%
PressureRegion	100	bar
CavitationLimit	-1	bar
PressureGradientMax	1E+99	bar
TDifference	0	K
Correction1	0	
EOilApproach	0	

Pressure	61.812	bar
Name intern	Volume5	
Class	HydroNode	

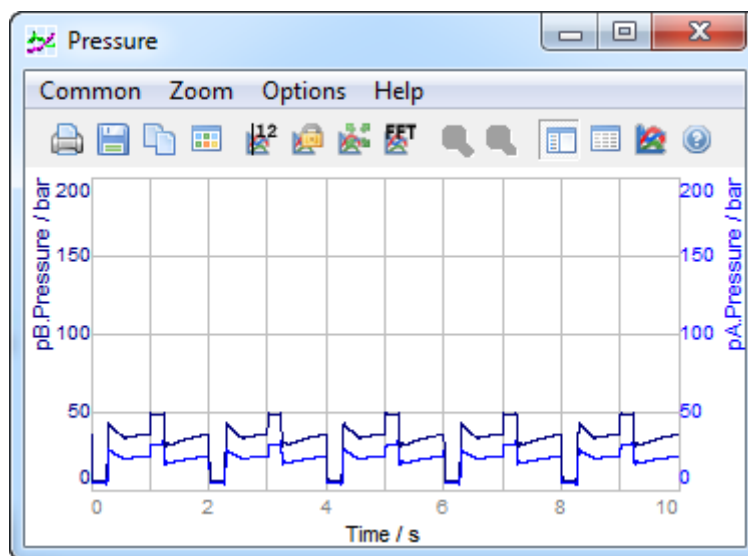


## Izdelava referenčnega signala s pomočjo funkcijskega generatorja.



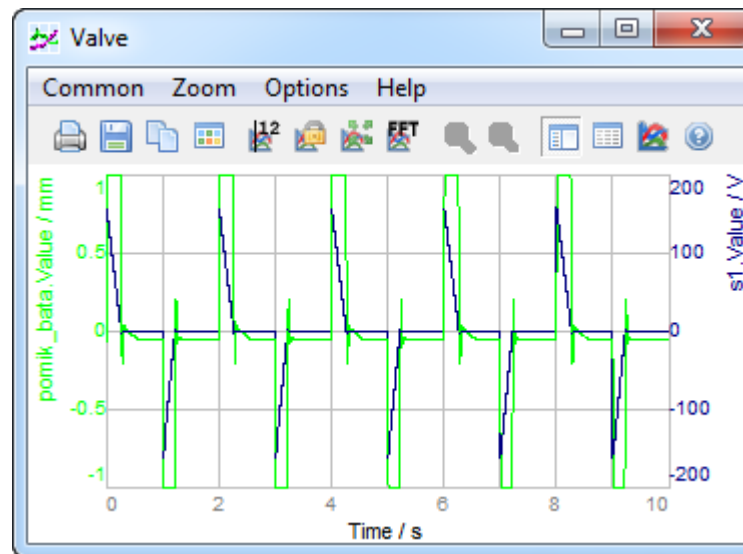
Za analizo sistema izdelajte graf za:

- tlak v komorah valja (pA in pB) → 2. graf



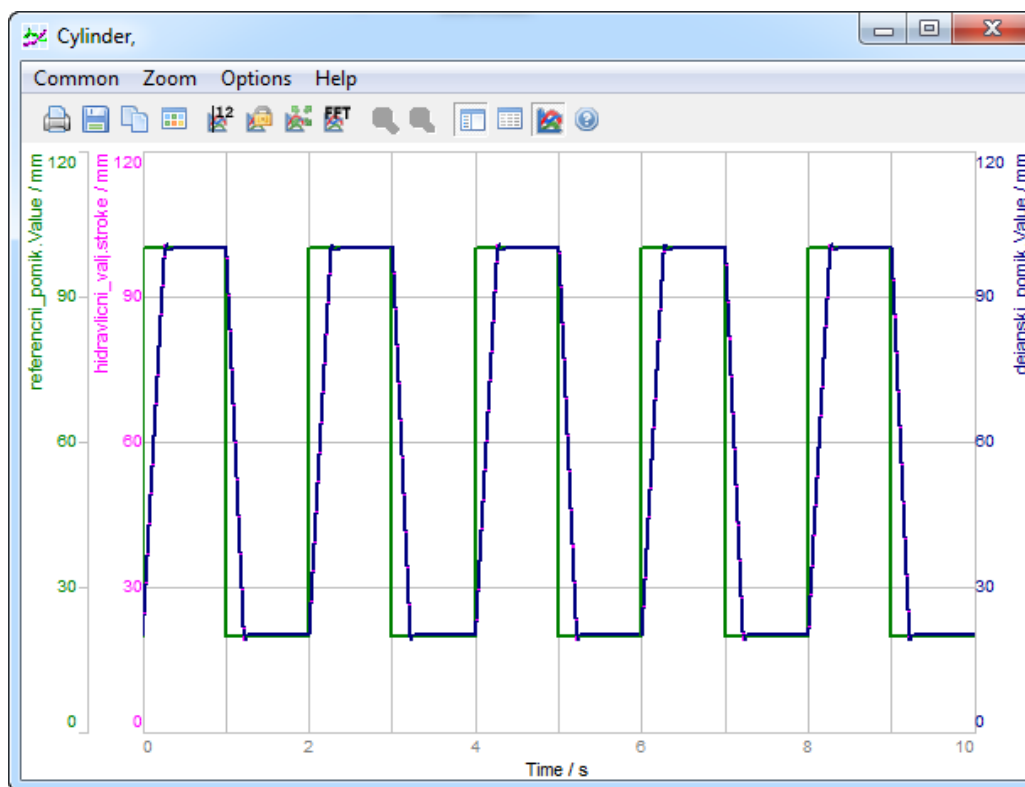
Za analizo sistema izdelajte graf za:

- pomik bata ventila → 3. graf



Za analizo sistema izdelajte graf za:

- referenčni pomik → 4. graf
- pomik hidravličnega valja → 4. graf
- pomik mase pripete na hidravlični valj → 4. graf



**Analizirajte vpliv posameznih parametrov komponent na krmiljenje hidravličnega valja.**

- Analizirajte vpliv velikosti volumnskega toka črpalke. Uporabite  $Q_1=3,7$  l/min in  $Q_2=7,4$  l/min.
- Analizirajte vpliv velikosti systemskega tlaka. Uporabite tlake:  $p_1=60$  bar,  $p_2=100$  bar in  $p_3=200$  bar.
- Analizirajte vpliv velikosti volumnskega toka servo ventila. Uporabite volumnske tokove:  $Q_1=3$  l/min,  $Q_2=5$  l/min,  $Q_3=7,4$  l/min in  $Q_4=10$  l/min.
- Analizirajte vpliv hitrosti odziva servo ventila. Uporabite 5, 10, 25 in 50 Hz.
- Analizirajte stopnjo prekritja krmilnega roba servo ventila. Uporabite prekritja: -5, 0, 10 in 20 %.
- Analizirajte vpliv velikost volumnov cevi med servo ventilom in hidravličnim valjem. Uporabite volumni: 5, 10, 50 in 100 cm<sup>3</sup>.
- Analizirajte velikost hidravličnega valja. Uporabite premer bata 16, 18 in 20 mm ter batnice 10, 12 in 14 mm. Primerjajte enobatnični valj z dvobatničnim.

**Analizirajte vpliv posameznih parametrov komponent na krmiljenje hidravličnega valja.**

- Analizirajte vpliv povečanja/zmanjšanja togosti vzmeti v modelu za krmiljenje hidravličnega valja. Uporabite togosti: 0,1; 0,5; 1 in 2 kN/mm.
- Analizirajte vpliv mase bremena pripetega na hidravlični valj na dinamični odziv valja. Uporabite mase: 1, 10, 50 in 100 kg.
- Analizirajte vpliv velikosti proporcionalnega faktorja, integralnega in diferencialnega člena na krmiljenje hidravličnega valja. Faktorje določite samostojno.
- Izvedite variation of parameters za proporcionalni faktor PID krmilnika.
- Izvedite batch simulation. Najprej shranite parametre sistema pod Par1 in Par2.
- Shranite rezultate simulacij v obliki Excelove datoteke.
- Shranite grafične rezultate kot prikaz rezultatov kot grafe.
- Izvedite frekvenčno analizo hidravličnega valja (Bodejev diagram). Uporabite referenčni in merjeni signal.



Hvala za pozornost