



Univerzitet u Beogradu
Elektrotehnički fakultet

PROJEKTOVANJE POMOĆU RAČUNARA U ELEKTROENERGETICI

Osnovne akademske studije

Dr Zlatan Stojković, redovni profesor
zstojkovic@etf.rs
<http://ees.etf.rs>

PRIMENA PROGRAMSKIH ALATA U ELEKTROENERGETSKIM PRORAČUNIMA

MATLAB/Simulink

UVOD



MATLAB – programski alat za rešavanje matematičkih problema, analizu podataka i vizuelizaciju:

- Numerička analiza
- Matrični račun
- Obrada podataka
- Grafički prikaz
- Jednostavno izražavanje matematičkih problema, na način kako se pišu u matematici

MATLAB – programski jezik koji omogućava jednostavnije rešavanje matematičkih problema, potisnuo je FORTRAN, BASIC i C.

MODULI MATLAB-a



Tabela 2.1 – Dodatni moduli programskog alata MATLAB

Modul	Naziv
1.	Simulink toolbox
2.	Control system toolbox
3.	Signal processing toolbox
4.	Optimization toolbox
5.	Neural network toolbox
6.	Spline toolbox
7.	Robust-control toolbox
8.	Analysis and synthesis toolbox
9.	Nonlinear control design toolbox
10.	Statistics toolbox
11.	Symbolic math toolbox
12.	Image processing toolbox

POWER SYSTEM BLOCKSET

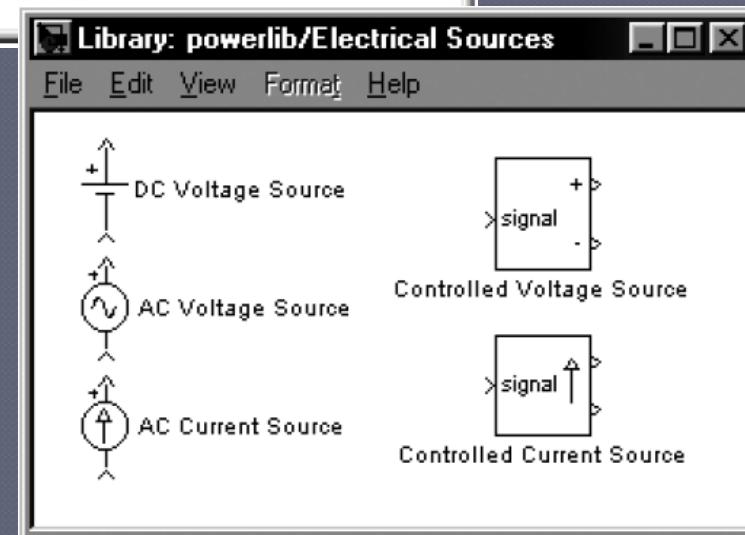
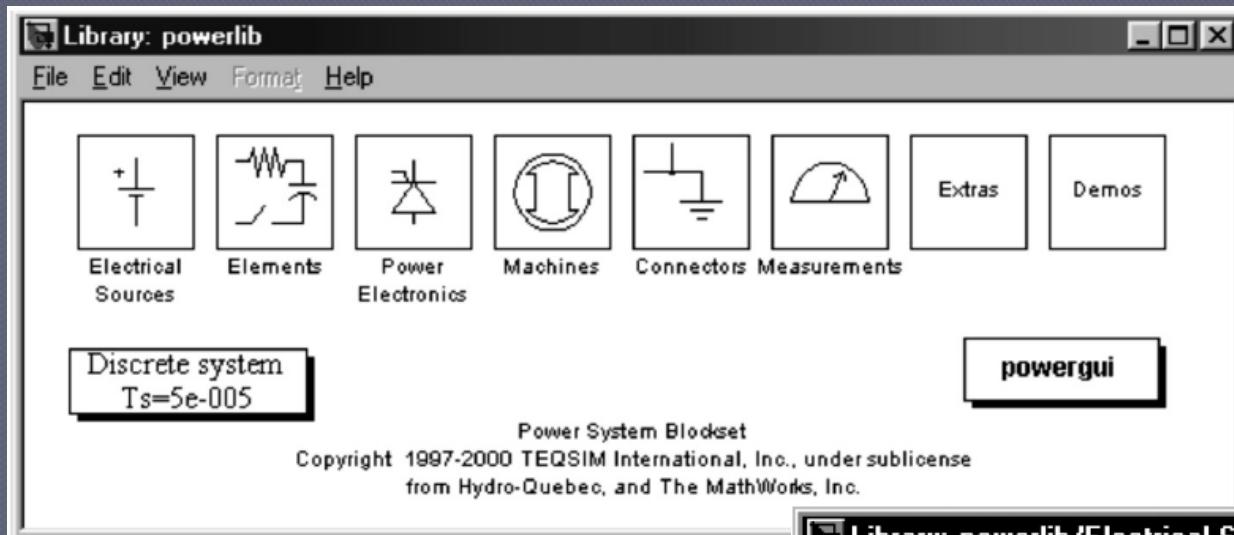


Oblasti primene ovog modula su:

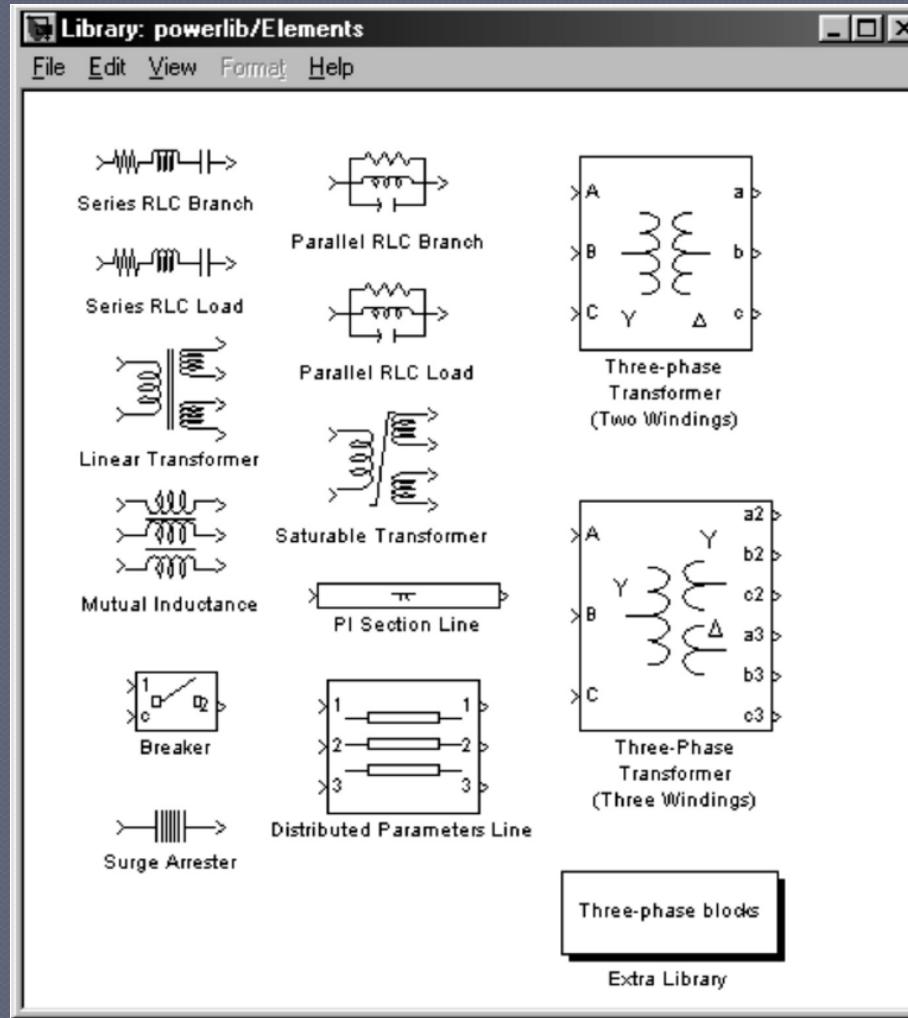
1. Analiza elektroenergetskih mreža
2. Proračun tokova snaga mreže
3. Analiza prelaznih procesa u mreži
4. Analiza mreža sa nelinearnim elementima (odvodnici prenapona)
5. Analiza statičke i dinamičke stabilnosti sinhronne mašine
6. Analiza kola za vektorsko upravljanje asinhronih pogona
7. Analiza rada jednosmernih mašina
8. Proračun pobudnih kola sinhronih generatora
9. Analiza i proračun parametara parnih i hidroturbina



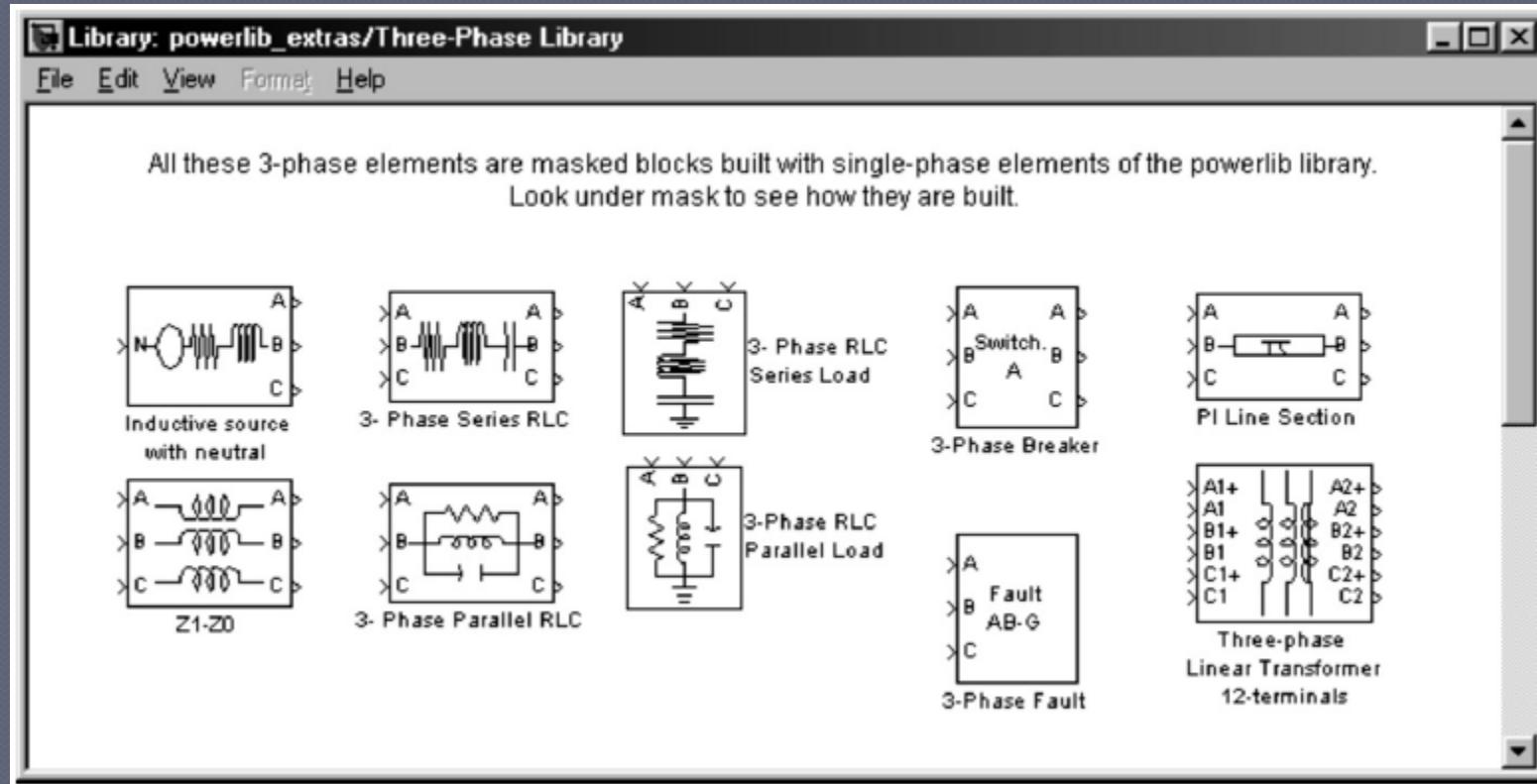
POWER SYSTEM BLOCKSET



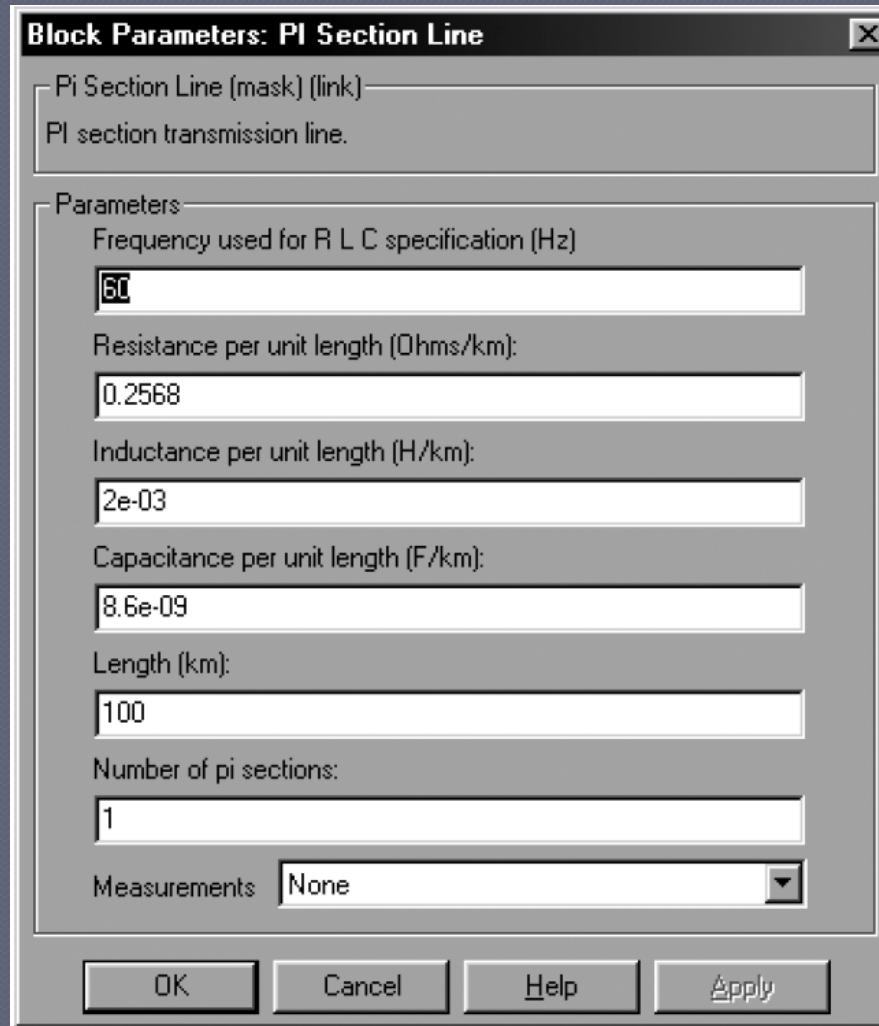
POWER SYSTEM BLOCKSET



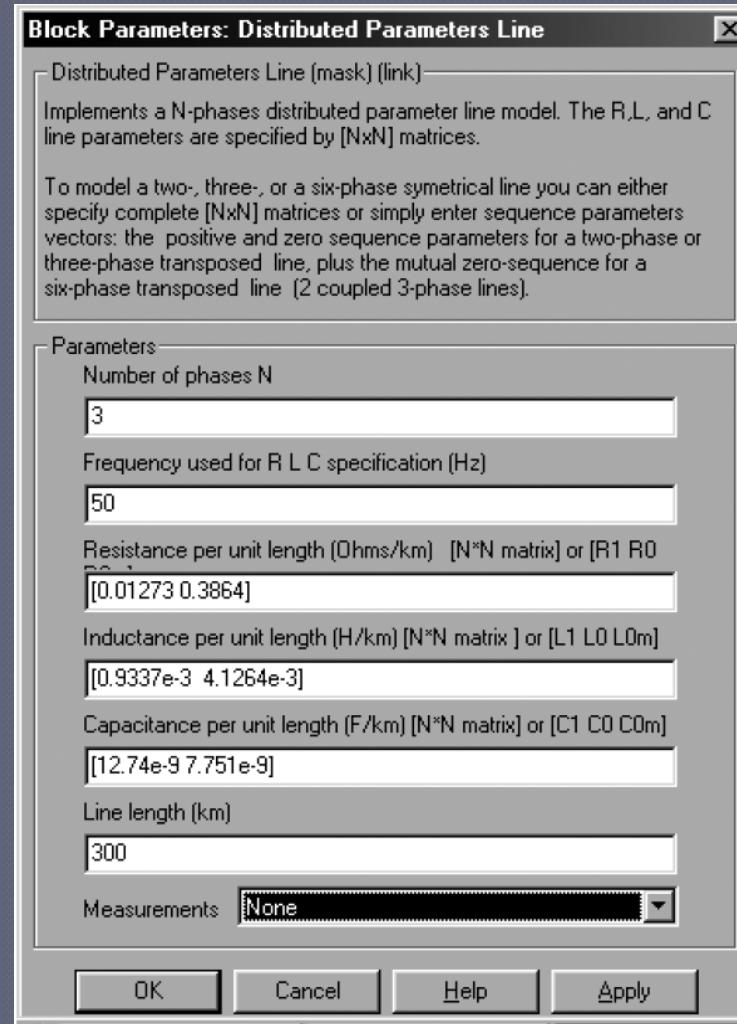
POWER SYSTEM BLOCKSET



POWER SYSTEM BLOCKSET

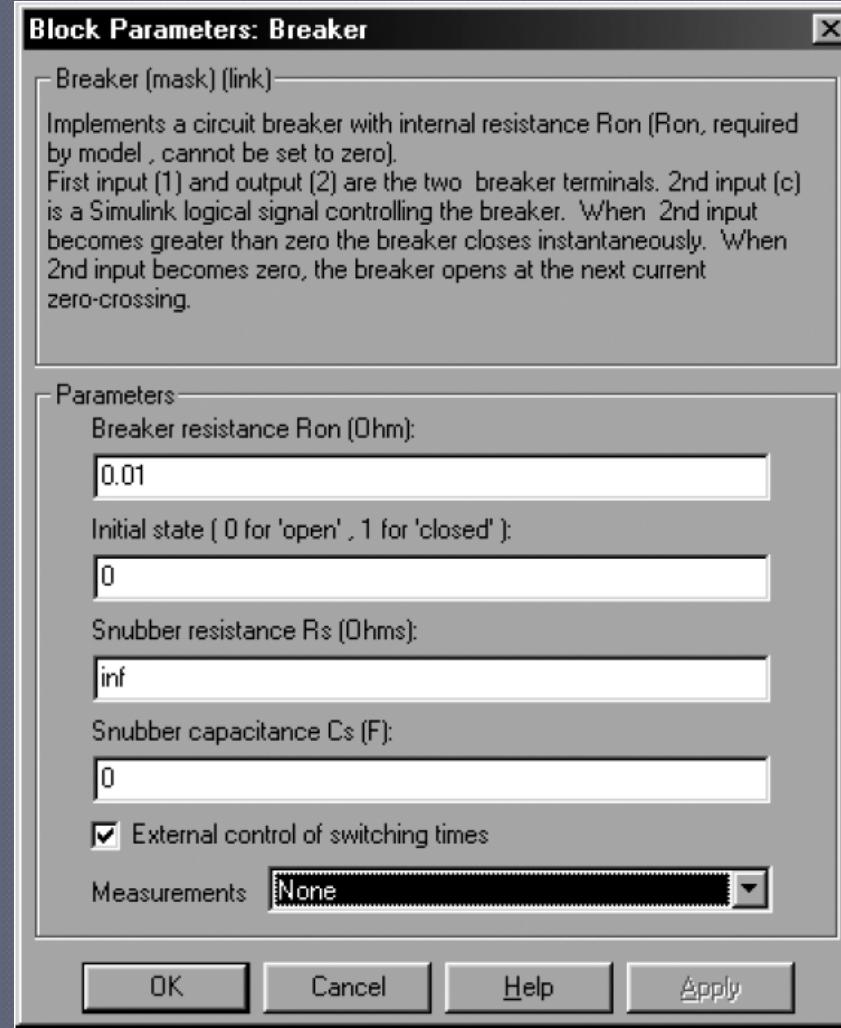


POWER SYSTEM BLOCKSET

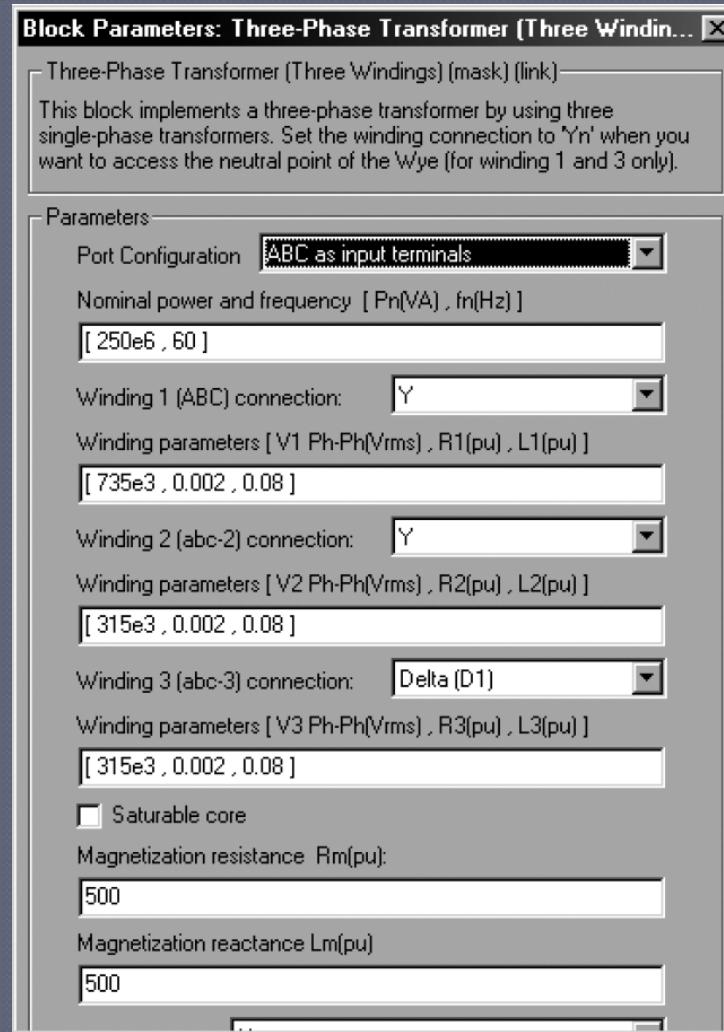




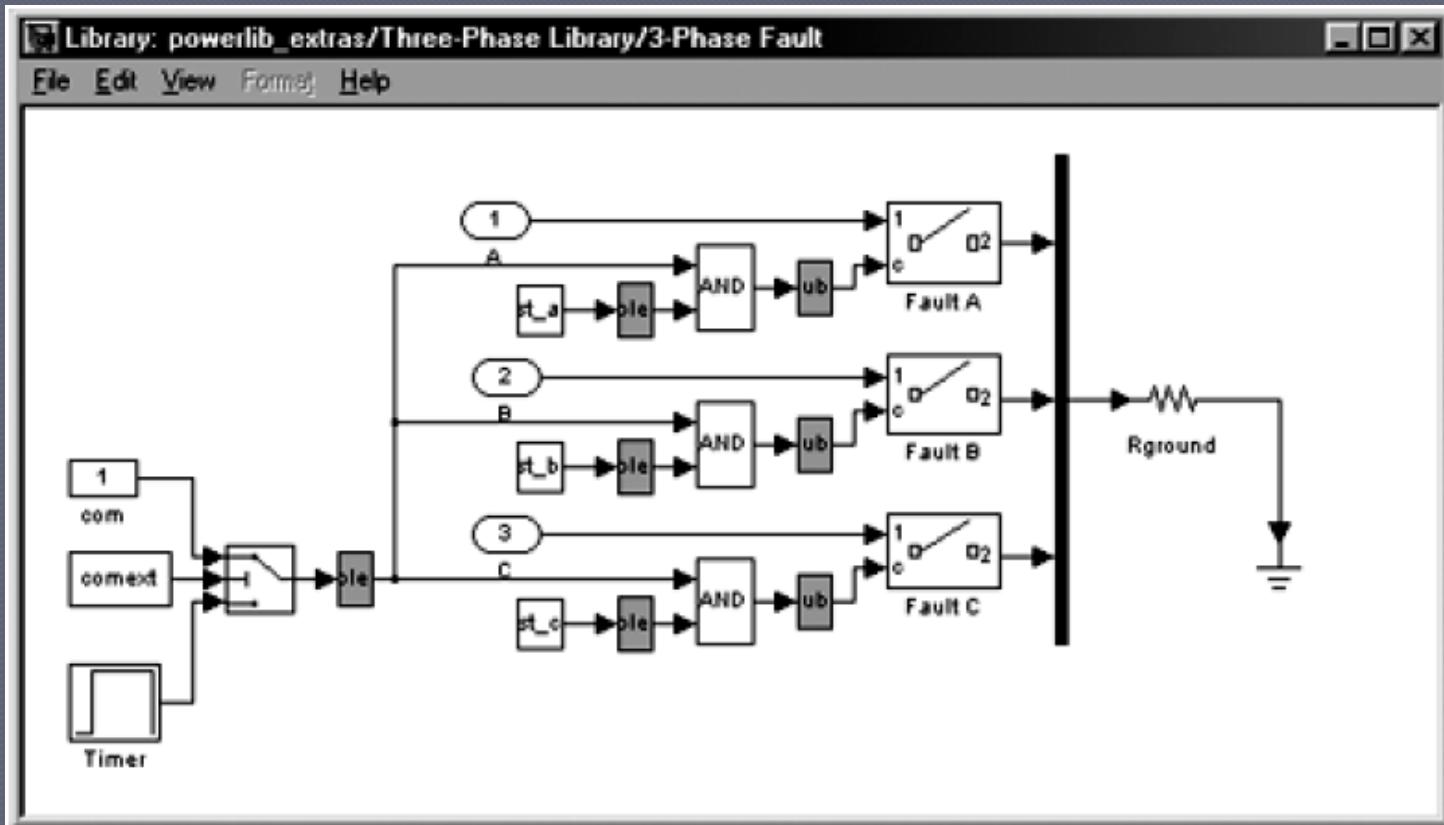
POWER SYSTEM BLOCKSET



POWER SYSTEM BLOCKSET



POWER SYSTEM BLOCKSET

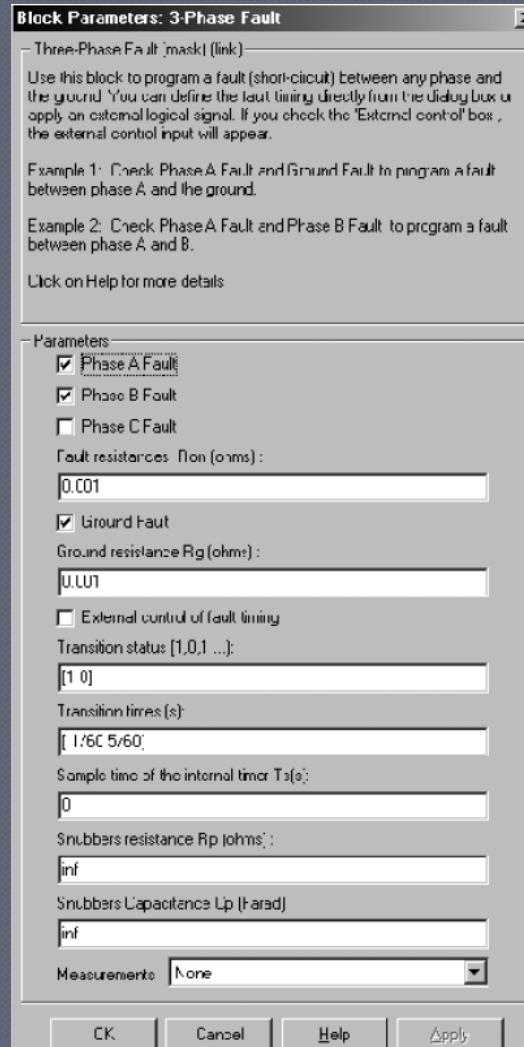


Pogled ispod maske

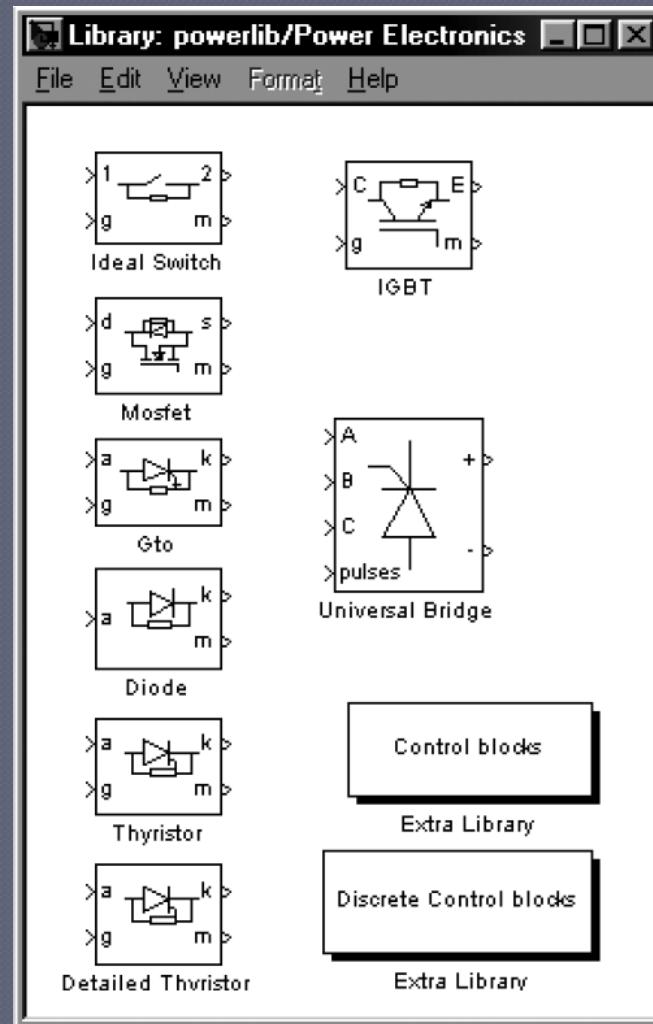




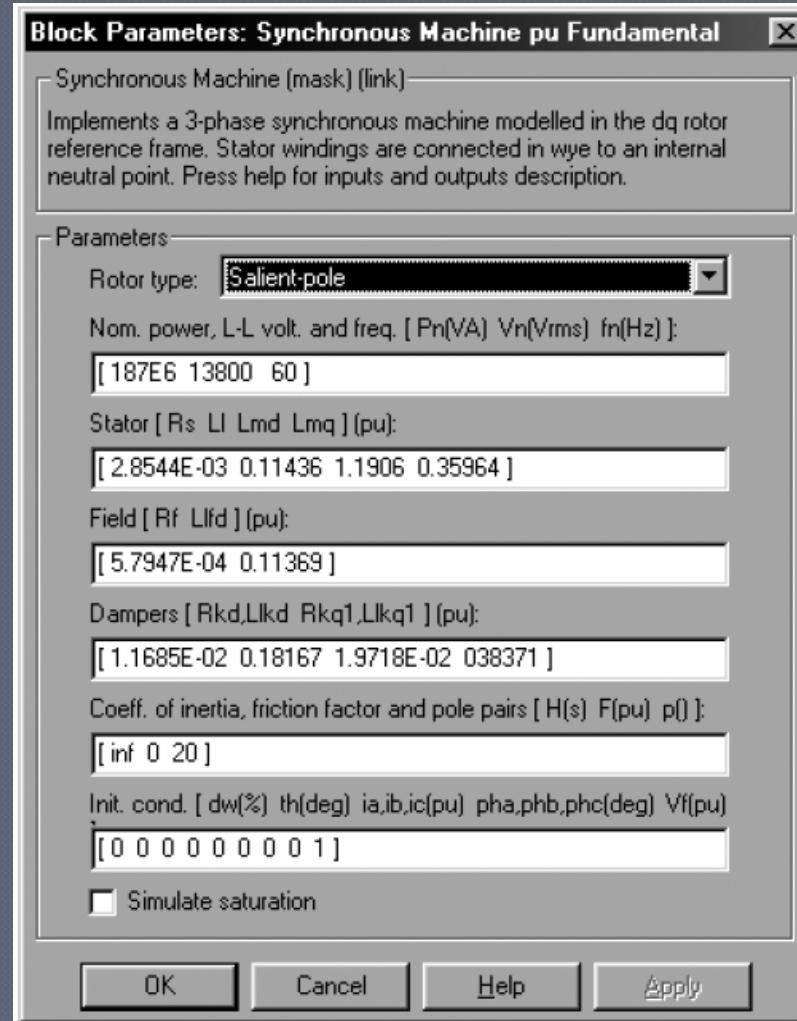
POWER SYSTEM BLOCKSET



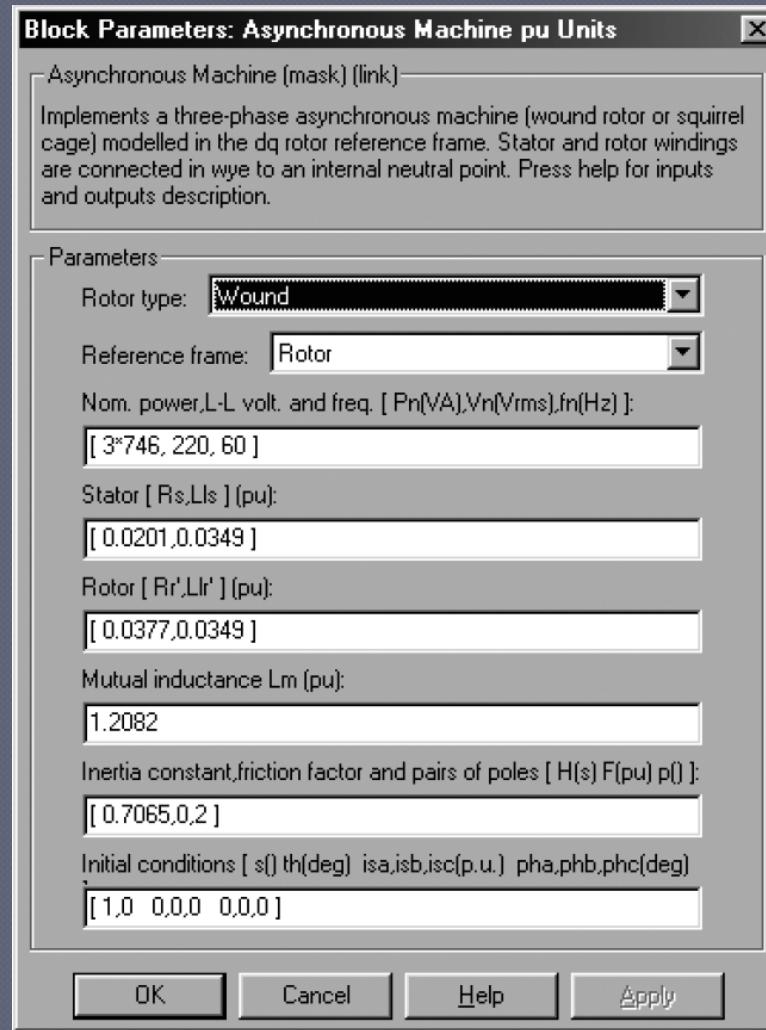
POWER SYSTEM BLOCKSET



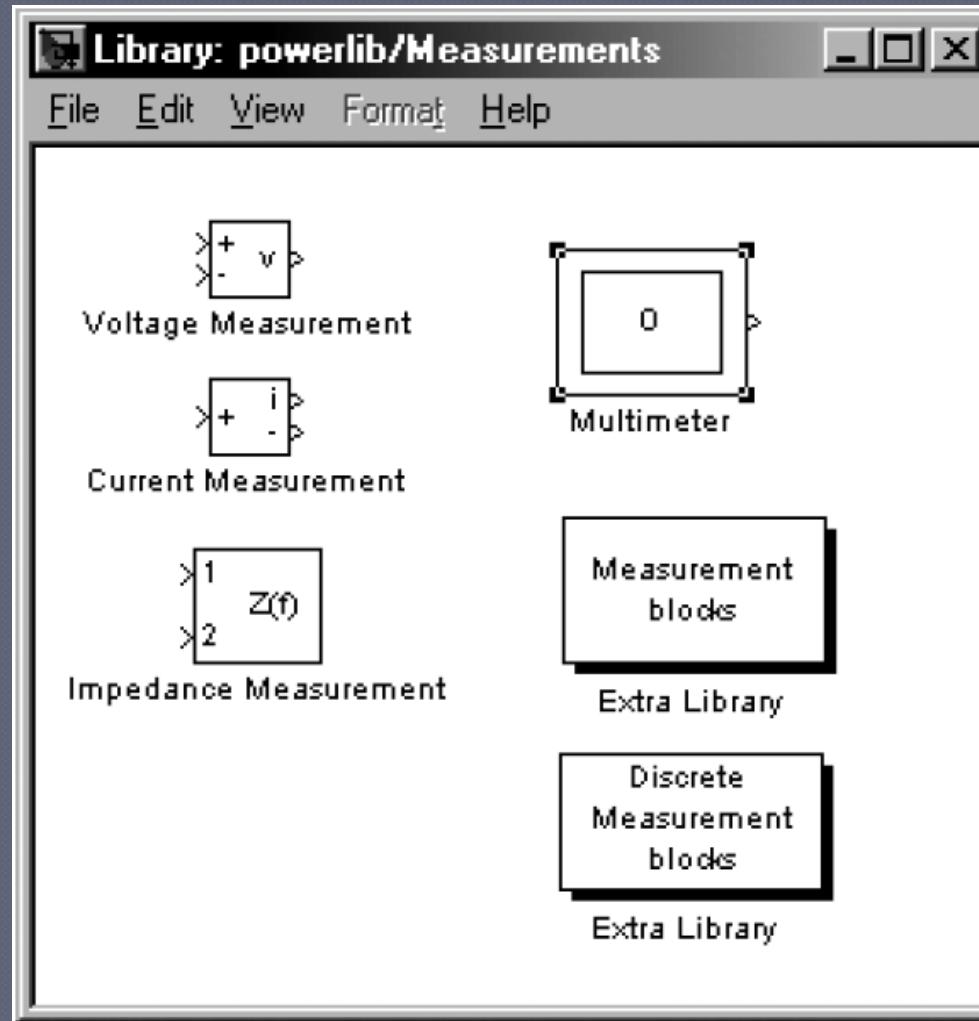
POWER SYSTEM BLOCKSET



POWER SYSTEM BLOCKSET



POWER SYSTEM BLOCKSET





PRIMENA MATLAB-a

Izbor
opreme

SPLCAD

Turbinski
regulator

Tropolni kratak spoj na sabirnicama C.

Prekidači 1, 3', 3'', 4', 4'', 5 i 6 su uključeni.

Kvarovi na 220 kV strani se isključuju za 0,2 s.

Efikasno uzemljeno zvezdište.

Klasičan proračun:

$$I_k = \frac{k \cdot U_{nC}}{\sqrt{3} \cdot X_e}$$

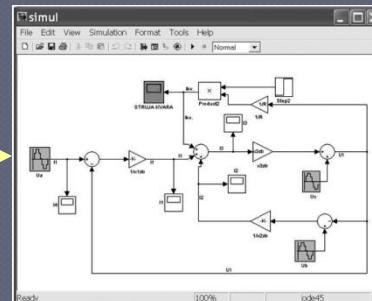
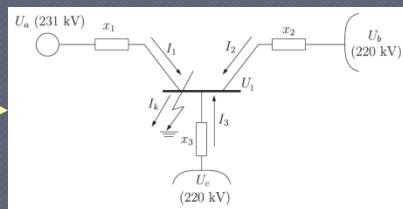
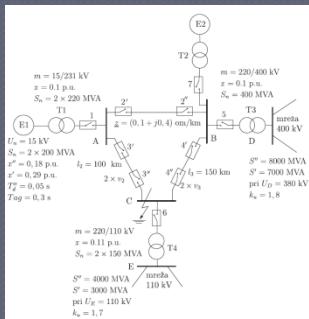
Efektivna vrednost struje kvara: $k=1,15$ – tranzijentni period

$k=1,20$ – ustaljeni period

$$i_{udC} = \sqrt{2} \cdot k_{ud} \cdot I_k'' = \sqrt{2} \cdot \left(1 + e^{-\frac{0,01}{T_{ae}}} \right) \cdot I_k''$$

Približna vrednost udarne komponente struje kratkog spoja na sabirnicama C

Primena Simulink-a:



Rešenje:

Primer primene	$I''_{KC} (\text{kA})$	$i_{udC} (\text{kA})$
Klasičan postupak	10,0	25,7
Simulink	10,2	26,0



PRIMENA MATLAB-a

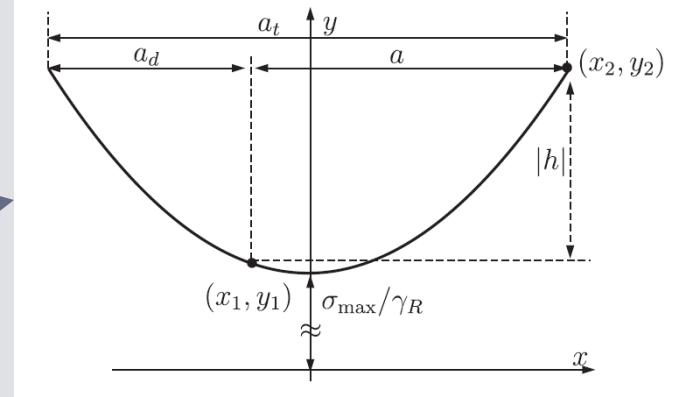
Izbor
opreme

Turbinski
regulator

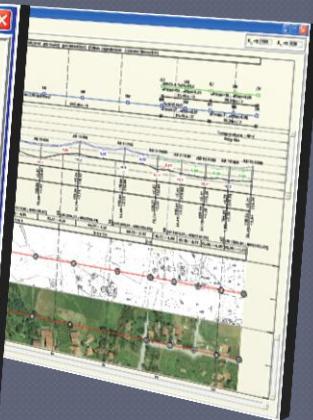
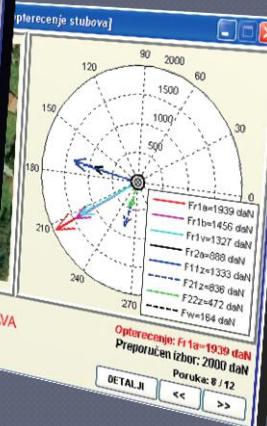
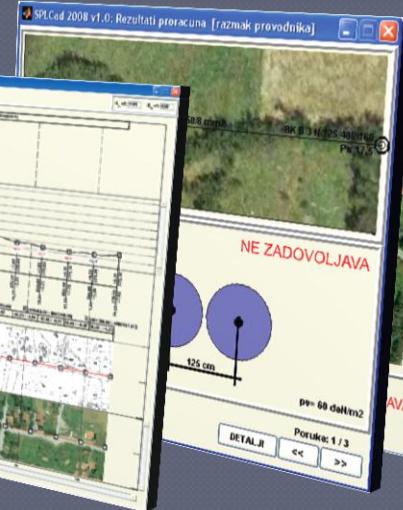
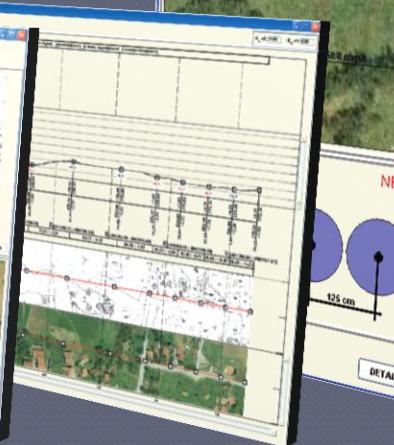
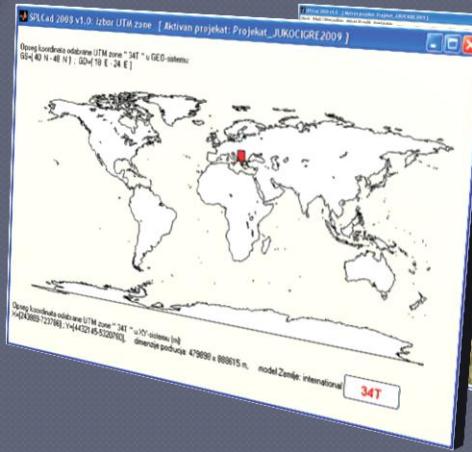
SPLCAD

SPLCAD – softver za projektovanje srednjenačonskih nadzemnih vodova (MATLAB, MO Acess, MO Excel):

- Georeferencirane podloge
- 3D model terena
- Učitavanje i obrada podataka iz GPS uređaja
- Baza podataka
- Mehanički proračun:
 - Horizontalno naprezanje provodnika
 - Izbor referentnih uslova
 - Proračun promene stanja provodnika
 - Ugibi i vertikalne udaljenosti
 - Asinhrono njihanje usled veta
 - Mehaničko naprezanje



Primer





PRIMENA MATLAB-a

Izbor
opreme

SPLCAD

Turbinski
regulator

Turbinski regulator hidroelektrane „Kokin Brod“.

Tehničke karakteristike hidroelektrane:

1. Podaci o hidroelektrani (HE)	
Snaga elektrane	22.5 MW
Ukupan instalisan protok	37.4 m ³ /s
Tip elektrane	Pribranska
Datum prve sinhronizacije	23.03.1962.
2. Turbina	
Proizvođač	Litostroj
Tip turbine	Francis 1.45/230
Instalisana snaga	11.25 MW
Broj obrtaja	375 min ⁻¹
Maksimalan pad	72 m
Minimalan pad	36 m
3. Generator	
Proizvođač	Rade Končar
Prividna snaga	12.5 MVA
Aktivna snaga	11.25 MW
Faktor snage	0.9
4. Blok transformator	
Proizvođač	Rade Končar
Naznačena snaga	12.5 MVA
Prenosni odnos	121/6.3 kV
Ukupna zapremina akumulacije	$250 \cdot 10^6$ m ³
Maksimalan energetski sadržaj	202 GWh

Primer