

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОВРЕДИ И ДЕЙСТВИЕ НА РЕЛЕЙНИ ЗАЩИТИ И АВТОМАТИКА ЗА ПОВТОРНО ВКЛЮЧВАНЕ С ИЗПОЛЗВАНЕТО НА СИМУЛАЦИОННИ МОДЕЛИ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ

Медиха Мехмед-Хамза¹, Пламен Станчев²

¹Медицински университет-Варна, кат. „Медицинска апаратура, електронни и информационни технологии в здравеопазването“

²Технически университет-Варна, кат. „Електроенергетика“

FAULT INVESTIGATION AND OPERATION OF RELAY PROTECTIONS AND AUTORECLOSE WITH THE USE OF SIMULATION MODELS IN MEDIUM VOLTAGE ELECTRICAL GRIDS

Mediha Mehmed-Hamza¹, Plamen Stanchev²

¹ Medical University of Varna, Department of Medical Equipment, Electronic and Information Technologies in Health care, 9002 Varna, Bulgaria

mediha.hamza @mu-varna.bg

² Technical University of Varna, Department of Electric Power Engineering, 9010 Varna, Bulgaria, p.stanchev@tu-varna.bg

Abstract

This paper presents developed simulation models in MATLAB/Simulink of the most used relay protections in case of faults in medium voltage electrical grids. The models for different type of relay protections as: time overcurrent, instantaneous overcurrent, instantaneous overcurrent with time relay and earth protection are developed in compliance with the basic principles of operation of the protections. In the developed models special attention was paid to the input parameters for setting the relay protections and autoreclosers, to the light signaling for the operation of the relay protections and the state of the circuit breaker, to the visualization of the mode parameters in case of failures and autorecloses. Simulation models of relay protections in medium voltage electrical grids can be used to analyze and verify selected settings, as well as an interactive way to improve the quality of education.

Keywords: Time overcurrent protection, instantaneous overcurrent protection, earth protection, simulation models

ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването на изменението на режимните параметри и поведението на релейната защита при повреди е от съществено значение за правилната работа на защитите. Изпълняването на изискванията за селективност и чувствителност на релейните защиты зависят от правилно изчислените настройки на защитите [1, 2].

Целта на публикацията е създаване на симулационни модели за изследване изменението на режимните параметри и поведе-

нието на релейната защита и автоматичното повторно включване при повреди в електрически мрежи средно напрежение.

Симулационните модели са разработени в програмна среда MATLAB/Simulink. Моделите за най често използваните релейни защиты в електрически мрежи средно напрежение са съставени като са спазени основните принципи на работа на защитите. Симулационните модели на електрическа мрежа средно напрежение и релейни защиты са разработени като се използват стан-

дартни блокове на програмния продукт и натрупания опит от разработки. Елементите на мрежата – електропроводи, трансформатори са типични за нашата ЕЕС.

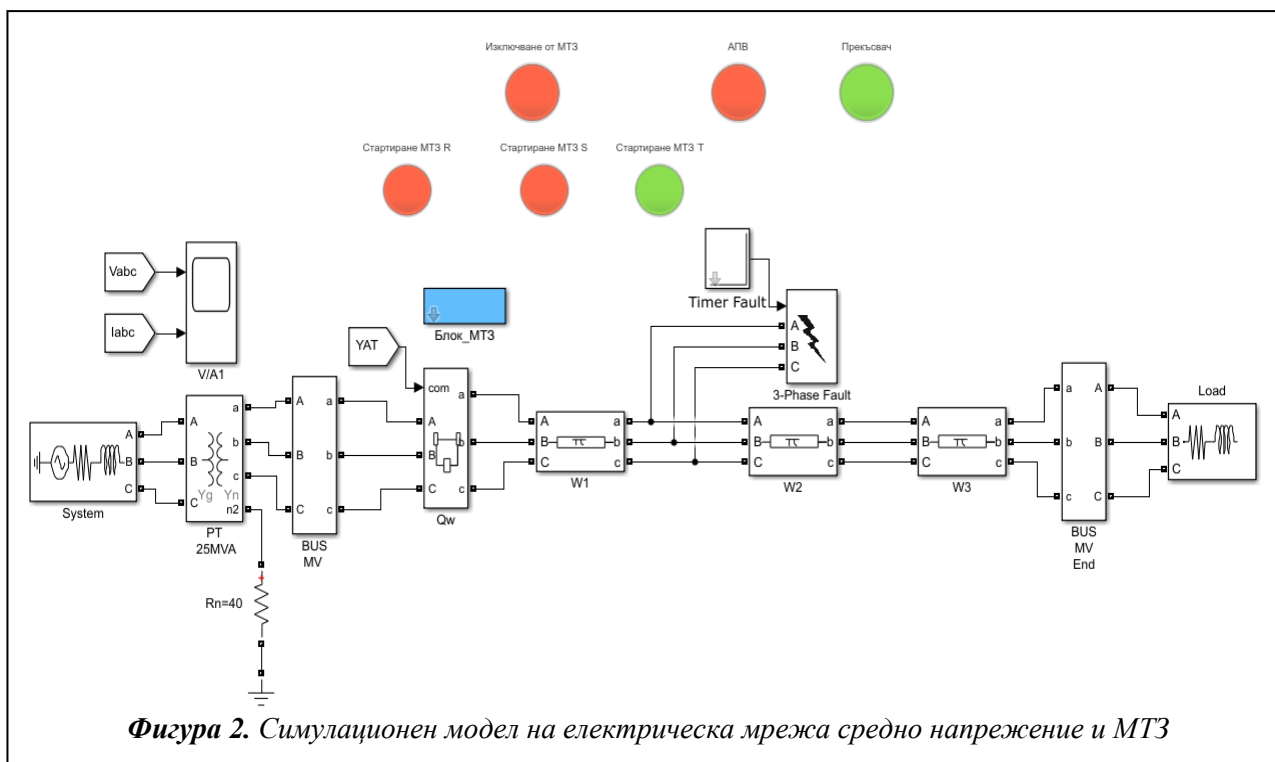
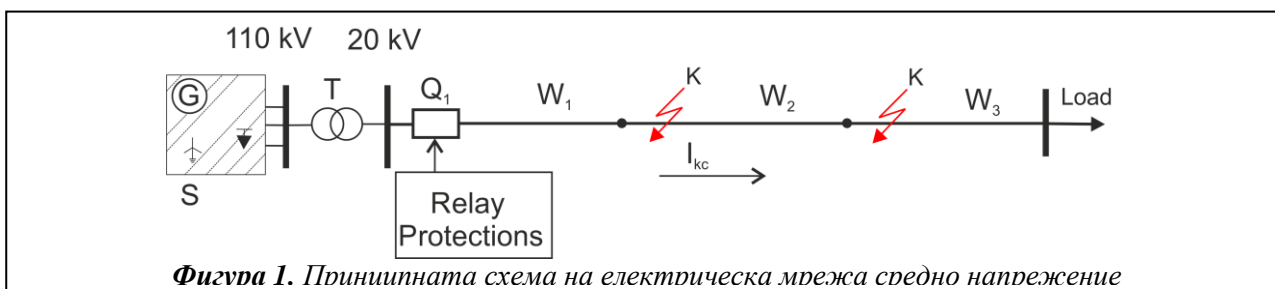
ИЗЛОЖЕНИЕ

Разработени са симулационни модели на най-често използваните защиты при повреди в електрически мрежи средно напрежение като максималнотокова защита, токова отсечка, токова отсечка с реле за време и тристъпална земна защита [1, 2].

(W1,W2,W3), изграден с проводници AC70, товар (Load), блок за моделиране на късо съединение (к.с.) (3-Phase Fault). Използвани са стандартни блокове на програмния продукт Matlab Simulink, като е отчетено използваните у нас трансформатори и електропроводи [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

1. Симулационен модел на максималнотокова защита

На фиг. 2 е представен модел на електрическата мрежа и максималнотоковата защита (MTЗ), обозначен с Блок_МТЗ.



На фиг. 1 е представена принципната схема на разглежданата електрическа мрежа средно напрежение. Симулационният модел на електрическа мрежа 20 kV е изграден от блокове за храняваща система 110 kV (System), силов трансформатор 110/20 kV (PT) със заземен звезден център на средно напрежение през активно съпротивление 40 Ω, модел на електропровод

На фиг. 3 е представен разработения блок за задаване на входните параметри за настройка на МТЗ и АПВ, а на фиг. 4 визуализацията за изменението на режимните параметри при двуфазно к.с. и действието на МТЗ с неуспешно АПВ. Разработеният симулационен модел дава възможност за:

- Въвеждане/извеждане на защитата;
- Въвеждане/извеждане на ускорение на

МТЗ;

- Ускорение на МТЗ преди или след АПВ;
- Задаване на брой цикли на АПВ.

Входните параметри за настройка на МТЗ и АПВ са:

- Ток на заработване на МТЗ – задава се в диапазона $(0,2 \div 40)I_n$;
- Време на заработване на МТЗ– задава се в диапазона $0 \div 10$ s;
- Време на настройка на АПВ - задава се в s.

Блок за МТЗ и трифазно АПВ

Parameters

SampleTime

0.25

Номинален вторичен ток на токовия трансформатор, A

5

Номинален първичен ток на токовия трансформатор, A

200

Въведена/Изведена МТЗ

Ток на заработване на МТЗ (от 0.2 до 40). In

5

Време на заработване на МТЗ (от 0 до 10 s)

0.06

Ускорение на МТЗ

Преди АПВ

След АПВ

Въведено/Изведено АПВ

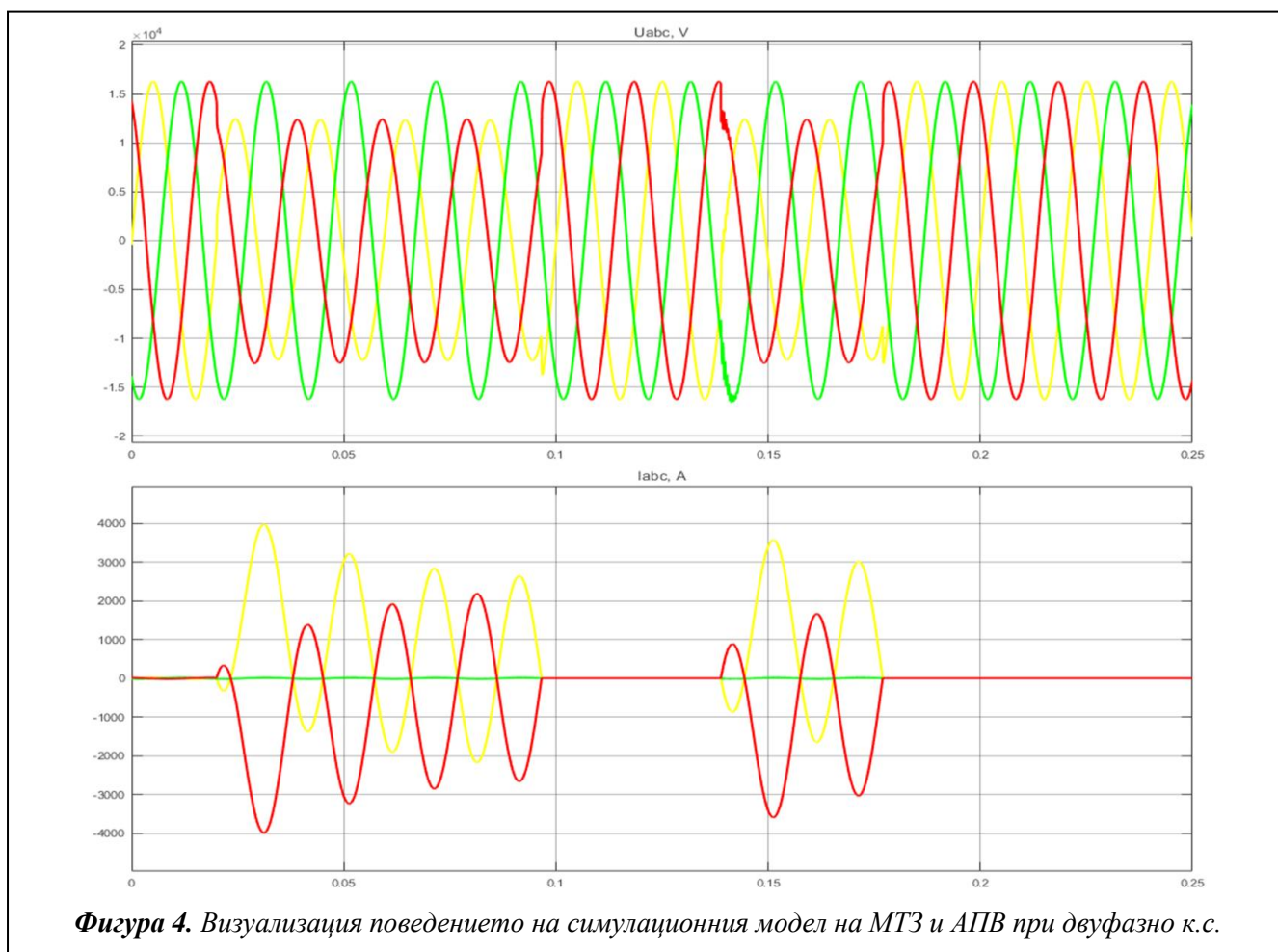
Време на настройка на АПВ, s

0.05

Брой цикли на АПВ

1

Фигура 3. Блок за въвеждане настройките на МТЗ и АПВ



Фигура 4. Визуализация поведението на симулационния модел на МТЗ и АПВ при двуфазно к.с.

Предимствата на разработения симулационен модел на МТЗ и АПВ в електрическа мрежа 20 kV са:

- дава възможност да се разглежда поведението на защитата и АПВ при симулация на различни повреди в електрическата мрежа;
- визуализация на изменението на режимните параметри при повреди;
- визуализация на заработването на МТЗ и АПВ;
- визуализация за състоянието на прекъсвача (включен/изключен).

2. Симулационен модел на токова отсечка

Симулационен модел на токова отсечка (ТО) и мрежа 20 kV е представен на фиг. 5, като модела на ТО е обозначен с Блок ТО.

Блокът за задаване на входните параметри за настройка на ТО позволява:

- Въвеждане/извеждане на защитата;

- Въвеждане/извеждане на АПВ;
- Задаване на брой цикли на АПВ.

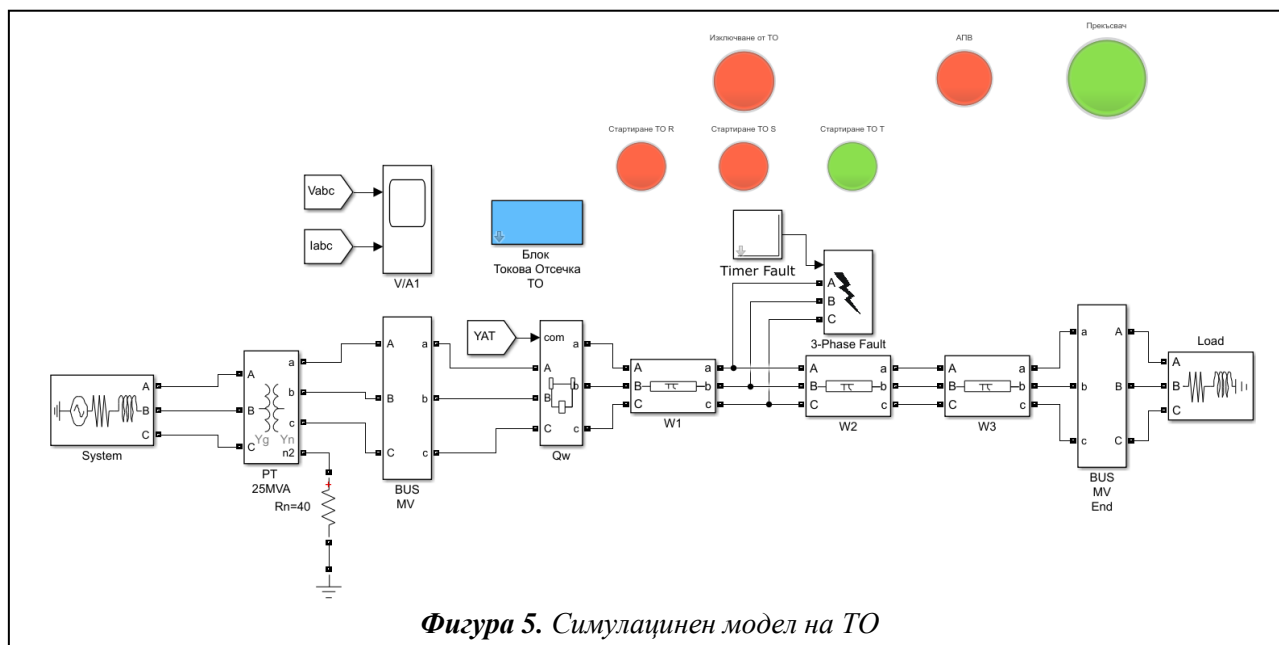
В модела на ТО е представена възможността за въвеждане и извеждане на АПВ независимо, че при експлоатацията ѝ често не се използва.

Входните параметри за настройка са:

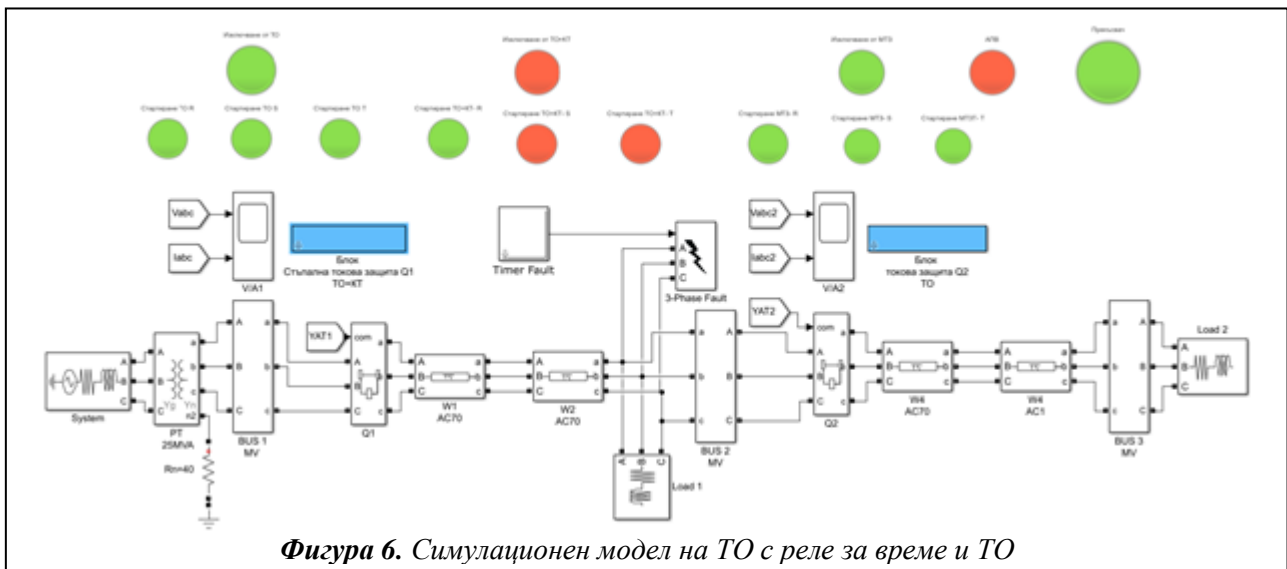
- Ток на заработване на ТО – задава се в диапазона $(0,2 \div 40)I_n$;
- Време на заработване на ТО – задава се в диапазона $0 \div 10$ s с цел въвеждане собственото време;
- Време на настройка на АПВ - задава се в s.

3. Симулационен модел на ТО с реле за време

Разработен е и симулационен модел на ТО с реле за време, като част от стъпална токова защита (фиг. 6) Блокът включва токова отсечка, токова отсечка с реле за време и МТЗ.



Фигура 5. Симулационен модел на ТО



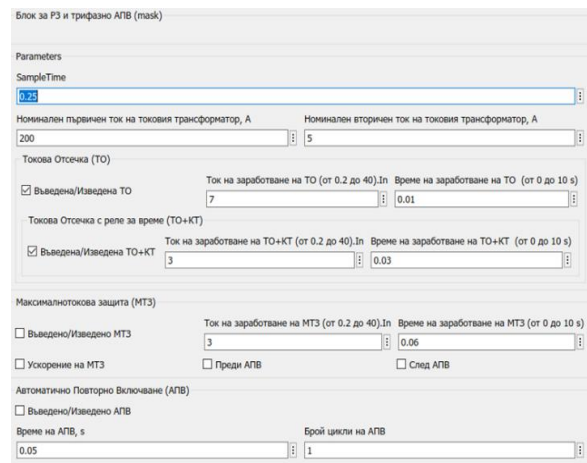
Фигура 6. Симулационен модел на ТО с реле за време и ТО

Входните параметри за настройка на ТО с реле за време са:

- Ток на заработване на ТО с реле за време – задава се в диапазона $(0,2 \div 40)I_n$;
- Време на заработване на ТО с реле за време – задава се в диапазона $0 \div 10$ s;
- Време на настройка на АПВ - задава се в s.

С използването на модела може да се разглежда и визуализира:

- поведението на защитата и изменението на режимните параметри при симулация на различни повреди в електрическата мрежа;
- заработването на защитата;
- състоянието на прекъсвача (включен/изключен).

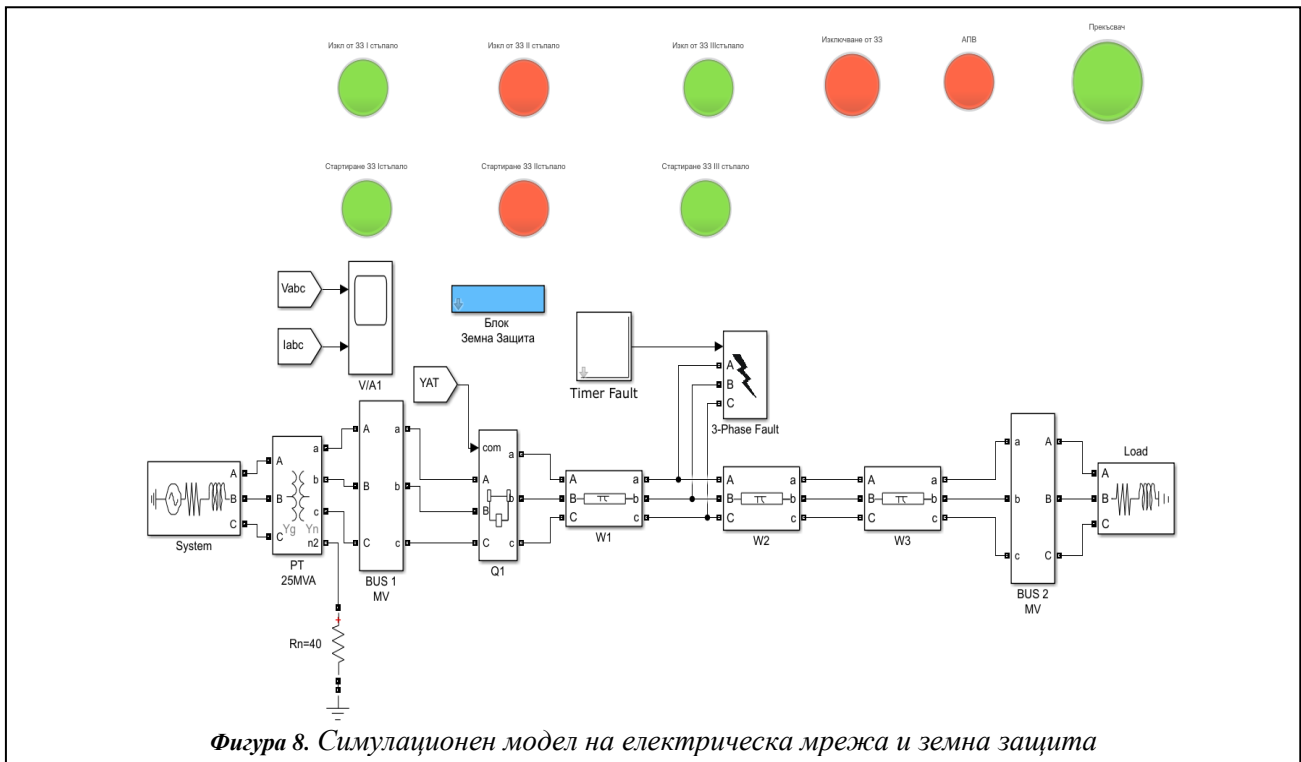


Фигура 7. Блок за въвеждане настройките на ТО с реле за време

На фиг. 7 е представен блока за задаване на входните параметри.

Входните параметри за настройка на ТО с реле за време са:

- Ток на заработване на ТО с реле за време – задава се в диапазона $(0,2 \div 40)I_n$;
- Време на заработване на ТО с реле за време – задава се в диапазона $0 \div 10$ s;
- Време на настройка на АПВ - задава се в s.



4. Симулационен модел на земна защита

В електрически мрежи средно напрежение земните съединения са най-често срещаните повреди. Разработеният симулационен модел за защита от земни съединения е на тристъпална земна защита, като в моделната схема на електрическа мрежа 20 kV е обозначен с Блок Земна защита. На фиг. 8 е показана моделната схема. На фиг. 9 е представен блокът за задаване на входните параметри за настройка на тристъпална земна защита. Симулационният модел на 33 дава възможност за:

- Въвеждане/извеждане на защитата;
- Въвеждане/извеждане на отделните

стъпала на защитата;

- Въвеждане/извеждане на АПВ;
- Задаване на брой цикли на АПВ.

Входните параметри за настройка на 33 и АПВ са:

- Ток на заработване на всяко стъпало от 33 – задава се в диапазона $(0,02 \div 20)I_n$;
- Време на настройка на 33 - задава се в s.
- Време на настройка на АПВ - задава се в s.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработени са симулационни модели на най-често използваните релейни защиты в електрически мрежи средно напрежение,

Блок за РЗ и трифазно АПВ (mask)

Parameters

SampleTime: 0.25

Номинален първичен ток на токовия трансформатор, A: 100

Номинален вторичен ток на токовия трансформатор, A: 5

Земна Защита (33)

Въведена/Изведена 33

33 I стъпало	33 II стъпало	33 III стъпало
<input checked="" type="checkbox"/> Въведено/Изведено I стъпало 33	<input checked="" type="checkbox"/> Въведено/Изведено II стъпало 33	<input type="checkbox"/> Въведено/Изведено III стъпало 33
Ток на заработване на 33 I стъпало (от 0.02 до 20).I _{0n} : 2.25	Ток на заработване на 33 II стъпало (от 0.02 до 20).I _{0n} : 1.250	Ток на заработване на 33 III стъпало (от 0.02 до 20).I _{0n} : 10
Време на заработване на 33 I стъпало (от 0 до 10 s): 0.1	Време на заработване на 33 II стъпало (от 0 до 10 s): 0.15	Време на заработване на 33 III стъпало (от 0 до 10 s): 3.6

Автоматично Повторно Включване (АПВ)

Въведено/Изведено АПВ

Време на АПВ, s: 0.05

Брой цикли на АПВ: 1

Фигура 9. Блок за въвеждане настройките на тристъпална земна защита

като е отделено специално внимание на:

- въвеждането на параметрите за настройка на релейните защиты и АПВ чрез създаденият блок за въвеждане на входните данни;

- светлинната сигнализация за заработването на релейните защиты и АПВ

- състоянието на прекъсвача на защитаваното съоръжение –включен или изключен, чрез светлинна сигнализация;

- визуализацията за изменението на режимните параметри при повреди и действието на релейна защита и АПВ;

- задаването на въвеждане/ извеждане на АПВ и на брой цикли чрез блока за въвеждане;

Разработените симулационни модели на релейните защиты в електрически мрежи средно напрежение могат да бъдат използвани за:

- анализ и проверка на избраните настройки на релейните защиты

- като интерактивен начин за повишаване качеството на обучение.

REFERENCE

- [1] Andreev St. Relay protection. TU-Varna, Varna. 2005.
- [2] Anderson P. M. Power system protection. IEEE Press, New York, NJ, USA: IEEE Press, 1998.
- [3] Kezunovic M., Ren J., Lotfifard S. Design, Modeling and Evaluation of Protective Relays

for Power Systems. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. 2016

- [4] Idris H., Hardi S., Hasan Z., Hasan S., Nisja I., Baharudin H. Modelling and simulation of transmission line auto-reclose scheme using matlab/Simulink, International Conference on Power, Energy and Communication Systems - IPECS 2015 in Perlis, Malaysia.
- [5] Mehmed-Hamza M., Vasileva M., Stanchev P. Increasing the Education Quality by Means of Computer-Aided Visualization of the Processes in Electric Power Systems. PITI 2017 Varna, Bulgaria.
- [6] Vasileva M., Velikova N., Stanchev D., "Model study of lightning protection 110/20kV substation", ICEST 28-30 June 2016, Ohrid, Macedonia.
- [7] Yordanova M., Vasileva M., Dimitrova R. and Ivanova M., "A methodology for determining the maximum touch voltage in the grounding grids considering the impulse resistance," 19th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA'2016, 2016, DOI: 10.1109/SIELA.2016.7543067
- [8] Mehmed-Hamza M. and Stanchev P. "Relay protection simulation model of single-phase faults in electrical power lines high voltage," International scientific conference, 17-18 November 2017, Gabrovo, pp. 121-125, ISSN 1313-230X.
- [9] P. Stanchev and M. Mehmed-Hamza, "Simulation Training Models for an Automatic Transfer Switch and Relay Protection," 2020 21st International Symposium on Electrical Apparatus & Technologies (SIELA), Bourgas, Bulgaria, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/SIELA49118.2020.9167151.