

АДАПТАЦІЯ МОЖЛИВОСТЕЙ MATLAB SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 0.4-150 КВ

О. В. Гай, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів та природокористування України

E-mail: gaalx@ukr.net

Р. О. Буйний, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет «Чернігівська Політехніка»

E-mail: buinyiroman@gmail.com

М. О. Веселов, студент магістратури

Національний університет «Чернігівська Політехніка»

E-mail: veselov.moyo@gmail.com

Анотація. Розглянуті можливості моделювання режимів роботи електричних мереж в програмному пакеті MATLAB Simulink та запропоновані методи вирішення основних задач при створенні моделей в MATLAB Simulink.

Моделювання є важливою частиною дослідження режимів роботи електричних мереж, яке дозволяє заздалегідь проаналізувати різні варіанти при розробці схеми та виборі обладнання електричної мережі.

Основним завданням цієї роботи є розробка моделей ПЛ, КЛ та трансформаторів з функціями вибору класу напруги, марки відповідного обладнання та інших функцій (схеми приєднання обмоток трансформатора, тип прокладання кабелю, тощо).

Серед існуючих програмних пакетів для моделювання електричних мереж можна виділити PowerFactory, PSS®E та MATLAB Simulink. Ці програмні пакети дозволяють проводити моделювання та розрахунки електричних систем різних розмірів та ступенів складності.

MATLAB Simulink надає багато можливостей для моделювання, але оскільки цей програмний пакет не є спеціалізованим для моделювання електричних мереж, а створений для більшого спектра задач, деякі функції, що могли б спростити створення моделей електричних мереж в ньому, відсутні. Для зменшення витрат часу на створення моделей електричних мереж введення даних в модель в MATLAB Simulink та зменшення зовнішніх розмірів моделей були створені відповідні блоки трансформаторів, кабельних та повітряних ліній електропередавання 0,4-150 кВ.

Отримані результати представлені в рамках спільної технічної наради провідних фахівців експлуатаційних підприємств, замовника і колективів кафедри електропостачання ім. В.М. Синькова НУБіП України та кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій Національний університет «Чернігівська Політехніка».

Ключові слова: *програмне забезпечення, математичні моделі, розрахункові блоки*

Актуальність. Питанням аналізу та розрахунку параметрів режимів систем електропостачання споживачів присвячено значну кількість наукових праць та практичних розробок. Більшість моделей елементів електричних мереж були створені давно та інтегровані у програмні пакети, зокрема MATLAB Simulink. Проте для їх використання необхідно попередньо виконувати розрахунки параметрів на базі загальноприйнятих формул. Тому одним із напрямків є така адаптація можливостей програмного пакету MATLAB Simulink, яка дозволить використовувати паспортні або каталожні параметри заводів-виробників.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед існуючих програмних пакетів для моделювання електричних мереж можна виділити PowerFactory, PSS®E та MATLAB Simulink. Ці програмні пакети дозволяють проводити моделювання та розрахунки електричних систем різних розмірів та ступенів складності.

PowerFactory – це програмне забезпечення для аналізу енергосистем, призначене для аналізу генерації, передавання, розподілу та промислових систем [1]. Базовий пакет PowerFactory включає модулі аналізу у поєднанні з широким спектром моделей силового обладнання, інтегрованими інструментами та функціями для основних програм PowerFactory, зокрема: 1) аналіз поточкорозподілу у нормальних та післяаварійних режимах роботи; 2) аналіз струмів короткого замикання; 3) моделювання силового обладнання; 4) управління мережевою моделлю та інше.

PSS®E (Power System Simulator for Engineering) – пакет, що складається з кількох вбудованих програм, призначених для дослідження систем передачі та генерації електроенергії у встановленому та динамічному режимах.

PSS®E дозволяє вирішувати такі завдання [2]: 1) розрахунок поточкорозподілу у нормальних та післяаварійних режимах роботи; 2) динамічне моделювання; 3) оптимізація потоків потужності; 4) аналіз наслідків аварійних режимів; 5) аналіз пропускної спроможності ліній; 6) розрахунок струмів та аналіз симетричних та несиметричних коротких замикань; 7) еквівалентування системи; 8) аналіз статичної

та динамічної стійкості (PV/QV Analysis); 9) експорт результатів розрахунку до Excel.

MATLAB – пакет прикладних програм для числового аналізу, а також мова програмування, що використовується в даному пакеті. MATLAB дозволяє маніпулювати матрицями, будувати графіки функцій і даних, реалізовувати алгоритми, створювати призначені для користувача інтерфейси і взаємодіяти з програмами, написаними на інших мовах [3]. Одним із основних модулів пакету MATLAB є Simulink – це середовище моделювання та проектування на основі моделей для динамічних і вбудованих систем. Simulink, а також розроблений MathWorks, є інструментом мови графічного програмування потоків даних для моделювання, моделювання і аналізу багатодомених динамічних систем. В основному це графічний інструмент для побудови блок-схем з налаштованим набором бібліотек блоків [3]. Блокова ієрархічна структура дозволяє включати алгоритми MATLAB у моделі, а також експортувати результати моделювання для подальшого аналізу.

Simulink підтримує: 1) системний дизайн; 2) моделювання; 3) автоматичну генерацію коду; 4) тестування і перевірку вбудованих систем.

PowerFactory та PSS®E є спеціалізованими програмами для моделювання електричних мереж та роботи в галузі електроенергетики. У свою чергу MATLAB Simulink створений для більш широких математичних завдань дослідницького характеру, тому при моделюванні електричних мереж у ньому виникають проблеми, вирішення деяких з цих проблем буде запропоноване в цій роботі.

Мета дослідження – адаптація можливостей програмного пакету MATLAB Simulink та обґрунтування шляхів забезпечення цільових показників щодо зменшення витрат часу на створення моделей електричних мереж для моделювання режимів роботи електричних мереж у розрізі загальної проблеми «Мінімізації втрат в розподільних мережах енергопостачальних компаній в умовах стимулюючого регулювання».

Матеріали та методи дослідження. Simulink дозволяє створювати моделі електричних мереж за допомогою блоків, що моделюють окремі елементи мережі –

це дозволяє створювати моделі електричних мереж різної складності. Також Simulink дозволяє об'єднувати блоки в підсистеми, що дозволяє зменшити розміри зовнішнього вигляду моделі при великій кількості елементів. Основні блоки для моделювання електричних мереж у бібліотеці Simulink знаходяться в розділі Simscape/SimPowerSystems/Specialized Technology/Fundamental Blocks [3]. Основною проблемою при моделюванні електричної мережі у MATLAB Simulink є необхідність самостійно задавати параметри для кожного блока, оскільки в ньому немає заздалегідь створеної бази даних з моделями елементів. Також треба враховувати те, що для введення параметрів у деякі блоки паспортні дані елементів мережі необхідно вписати у спеціальні формули для розрахунку. У результаті на створення схем для моделювання може витратитись значний час, та при заміні якогось елемента схеми параметри для нього необхідно буде задати заново. Для вирішення цієї проблеми треба додати можливість швидкої зміни параметрів блоків та дати можливість задавати лише паспортні або каталожні дані у блоки. У цій роботі розглянуто створення власних блоків для моделювання трансформаторів, кабельних та повітряних ліній 0,4-150 кВ. У створених блоках є можливість вибору моделей трансформаторів, кабелів та проводів із заздалегідь створеного списку.

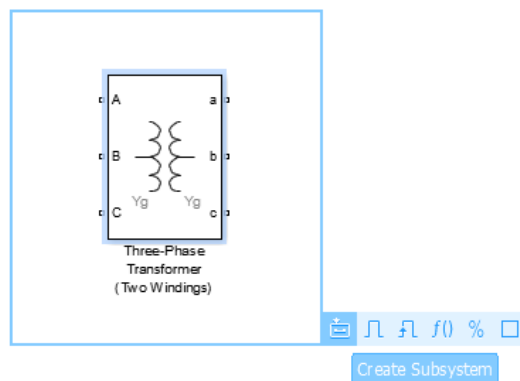


Рис. 1. Створення підсистеми з блоком *Three-phase Transformer (Two Windings)*

Складнощі при використанні стандартних блоків (модулів) можуть виникнути при моделюванні схем з великою кількістю елементів або при необхідності часто змінювати елементи мережі або їх параметри. Параметри задаються в блоки за допомогою формул або попередніх розрахунків, тому при виникненні помилок

моделювання пошук їх причин може зайняти значний час. Для створення моделі необхідно створити підсистему з блоком трансформатора всередині (рис.1).

У меню Parameters & Dialog створені поля для вводу параметрів та меню для вибору класу напруги, моделі трансформатора та з'єднання обмоток. Для цього будуть використані параметри Edit та PopUp. Edit є полем, в яке можна ввести відповідний параметр. PopUp дозволяє вибрати значення параметра зі списку заданих значень. Параметри у меню Parameters & Dialog мають назву, що відображається в меню створеної підсистеми (записується в колонку Prompt) та назву змінної, яка використовується для звертання до даного параметра в середині моделі (записується в колонку Name). Параметри маски моделі трансформатора наведено в таблиці 1.

1. Параметри маски моделі трансформатора

Назва параметра	Значення параметра
Voltage class	Поле з можливістю вибору класу навантаження (6-10 кВ, 35 кВ, 110 кВ)
Model	Поле з можливістю вибору моделі трансформатора для вибраного класу напруги з заданого переліку. Цей параметр є окремо для кожного класу напруги.
Winding 1 connection	Поле з можливістю вибору схеми з'єднання первинної обмотки.
Winding 2 connection	Поле з можливістю вибору схеми з'єднання вторинної обмотки.
Nominal power, кВА	Номінальна потужність трансформатора.
Winding 1 voltage, кВ	Напруга на первинній обмотці трансформатора (напруга ВН).
Winding 2 voltage, кВ	Напруга на вторинній обмотці трансформатора (напруга НН).
Short circuit losses, кВт	Втрати короткого замикання.
Short circuit voltage, %	Напруга короткого замикання.
No-load losses, кВт	Втрати холостого ходу.
Idle current, %	Струм холостого ходу.
Frequency	Частота.

Меню Parameters & Dialog з створеними параметрами трансформатора зображено на рис. 2. Числові значення параметрів трансформатора задані в окремих змінних (Param10, Param35, Param110 на рис. 2) для відповідних класів напруги. Параметри задані у вигляді матриць $[i; 8]$ де i – номер трансформатора у списку. Параметри для моделей трансформаторів наведені в [7].

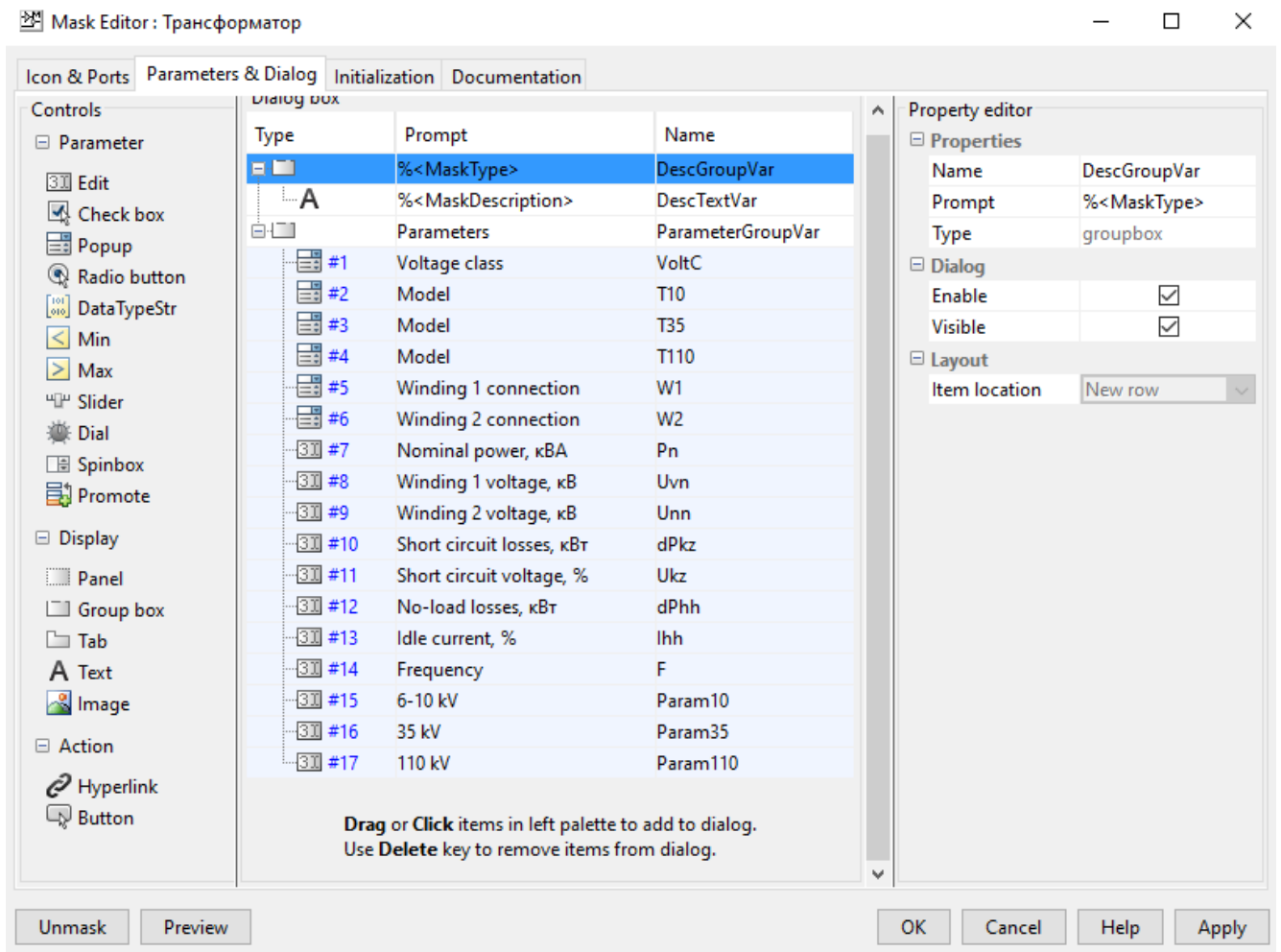


Рис. 2. Меню Parameters & Dialog зі створеними параметрами трансформатора

Для роботи моделі необхідно записати створені параметри в стандартний блок Three-phase Transformer (Two Windings) у середині підсистеми. Для цього в підменю Mask виbraється пункт Look Under Mask. Виходи підсистеми необхідно перейменувати відповідно до фаз трансформатора. Далі відкривається блок Three-phase Transformer (Two Windings) та заносяться створені в масці підсистеми параметри в відповідні поля. Зовнішній вигляд внутрішньої будови створеної підсистеми зображено на рис. 3. Меню блока Three-phase Transformer (Two Windings) з заданими параметрами зображено на рис. 4. Значення вписані в поля блоку трансформатора наведені в таблиці 2.

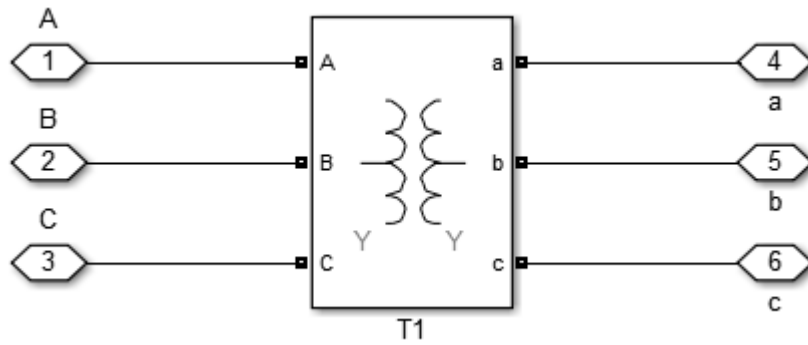


Рис. 3. Внутрішня будова створеної підсистеми

2. Параметри блоку Three-phase Transformer (Two Windings) у створеній підсистемі

Параметр	Записане значення
Nominal power and frequency	[Pn*1e3, F]
Winding 1 parameters	[Uvn*1e3, 0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3), sqrt((0.5*Ukz/100)^2-(0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3))^2)]
Winding 2 parameters	[Unn*1e3, 0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3), sqrt((0.5*Ukz/100)^2-(0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3))^2)]
Magnetization resistance	(Pn*1e3)/(dPhh*1e3)
Magnetization inductance	100/Ihh

Block Parameters: T1

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Click the Apply or the OK button after a change to the Units popup to confirm the conversion of parameters.

Configuration Parameters Advanced

Units pu

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)]

[Pn*1e3, F]

Winding 1 parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]

[Uvn*1e3, 0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3), sqrt((0.5*Ukz/100)^2-(0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3))^2)]

Winding 2 parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]

[Unn*1e3, 0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3), sqrt((0.5*Ukz/100)^2-(0.5*(dPpz*1e3)/(Pn*1e3))^2)]

Magnetization resistance Rm (pu)

(Pn*1e3)/(dPhh*1e3)

Magnetization inductance Lm (pu)

100/Ihh

OK Cancel Help Apply

Рис. 4. Меню блоку Three-phase Transformer (Two Windings) з заданими параметрами

Піктограма створеного блоку трифазного трансформатора зображена на рис. 5.

Меню створеного блоку зображено на рис. 6.

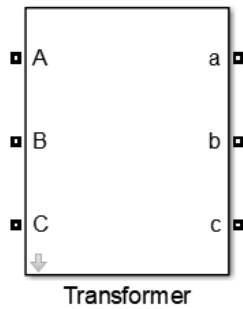


Рис. 5. Піктограма створеного блоку трифазного трансформатора

Block Parameters: Transformer

Parameters

Voltage class: 110 kV Model: TMH-2500

Winding 1 connection: Y

Winding 2 connection: Yg

Nominal power, kVA: 2500

Winding 1 voltage, kV: 110

Winding 2 voltage, kV: 11

Short circuit losses, кВт: 22

Short circuit voltage, %: 10.5

No-load losses, кВт: 5.5

Idle current, %: 1.5

Frequency: 50

OK Cancel Help Apply

Рис. 6. Меню створеного блоку трифазного трансформатора

Аналогічно створюються власні моделі ПЛ та КЛ (рис. 7-13).

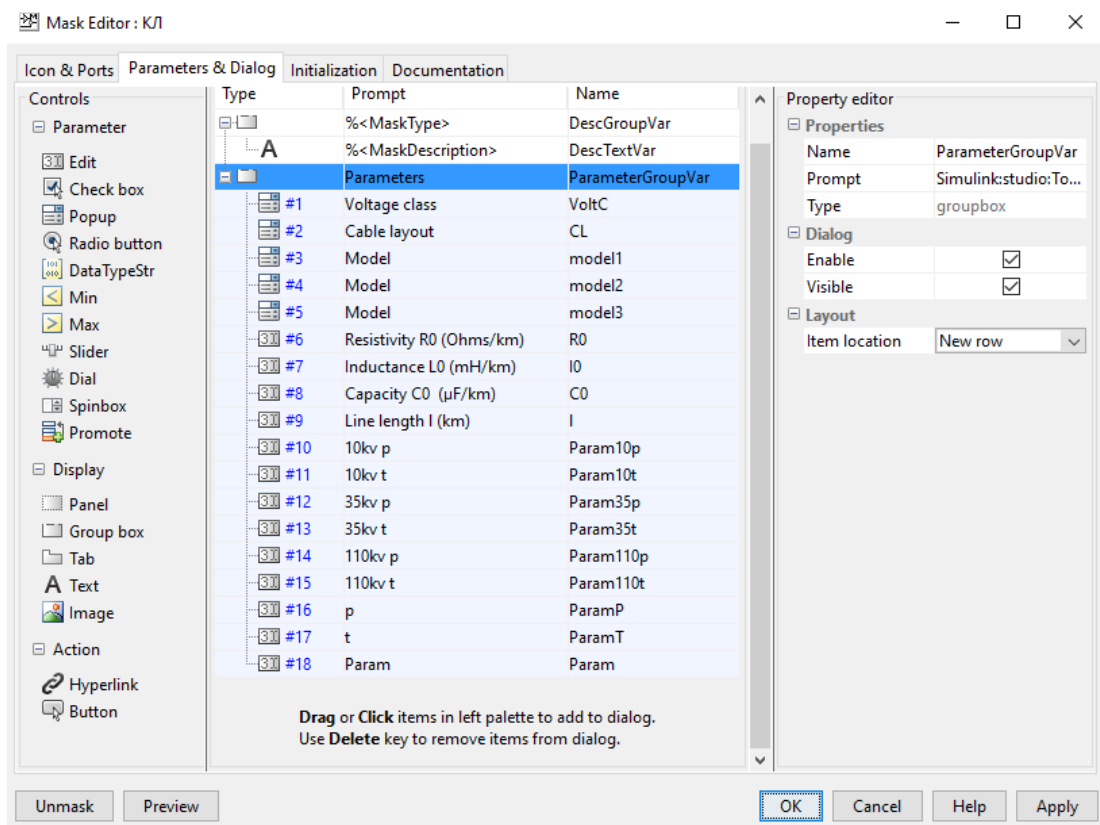


Рис. 7. Меню Parameters & Dialog з створеними параметрами КЛ

Піктограма створеного блоку ПЛ зображена на рис. 8. Меню створеного блоку зображено на рис. 9.

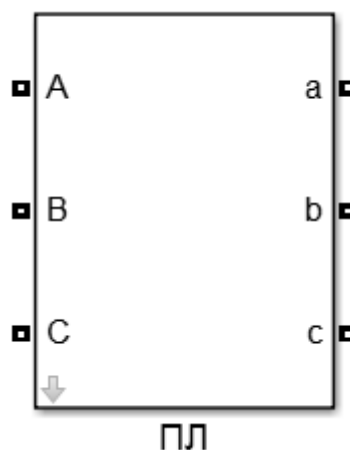
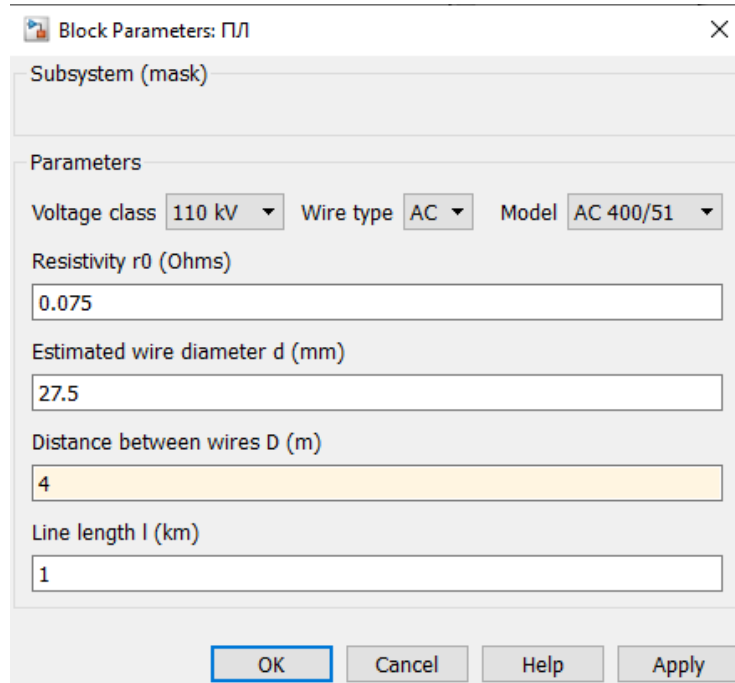


Рис. 8. Піктограма створеного блоку ПЛ

Параметри Param10p, Param10t, Param35p, Param35t, Param110p, Param110t, ParamP, ParamT, Param створені для зберігання матриць з параметрами кабелів. Параметри кабелів залежать від класу напруги та розташування кабелів. Питомі опори мідних кабелів різних перерізів наведено в [8].



Block Parameters: ПЛ

Subsystem (mask)

Parameters

Voltage class 110 kV Wire type AC Model AC 400/51

Resistivity r0 (Ohms)

0.075

Estimated wire diameter d (mm)

27.5

Distance between wires D (m)

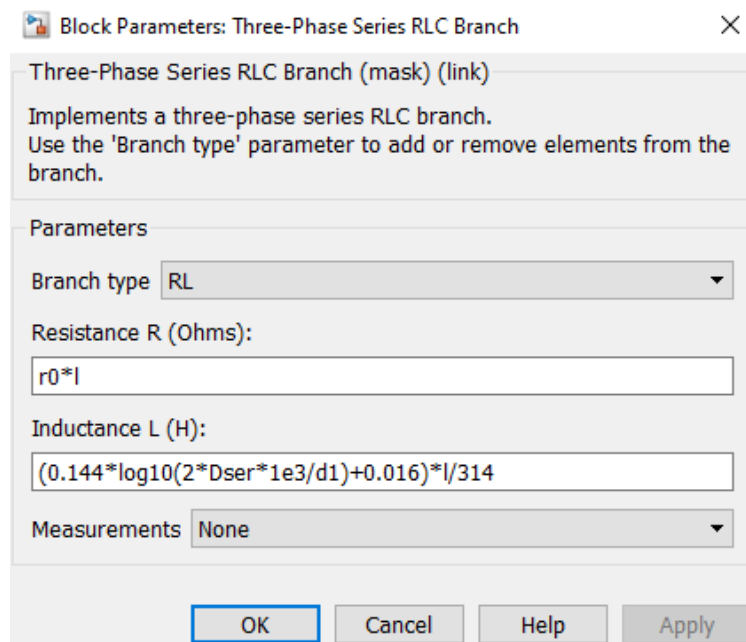
4

Line length l (km)

1

OK Cancel Help Apply

Рис. 9. Меню створеного блоку ПЛ



Block Parameters: Three-Phase Series RLC Branch

Three-Phase Series RLC Branch (mask) (link)

Implements a three-phase series RLC branch.
Use the 'Branch type' parameter to add or remove elements from the branch.

Parameters

Branch type RL

Resistance R (Ohms):

$r0 \cdot l$

Inductance L (H):

$(0.144 \cdot \log_{10}(2 \cdot D_{ser} \cdot 1e3 / d1) + 0.016) \cdot l / 314$

Measurements None

OK Cancel Help Apply

Рис. 10. Меню блока Three-Phase Series RLC Branch з заданими параметрами для ПЛ

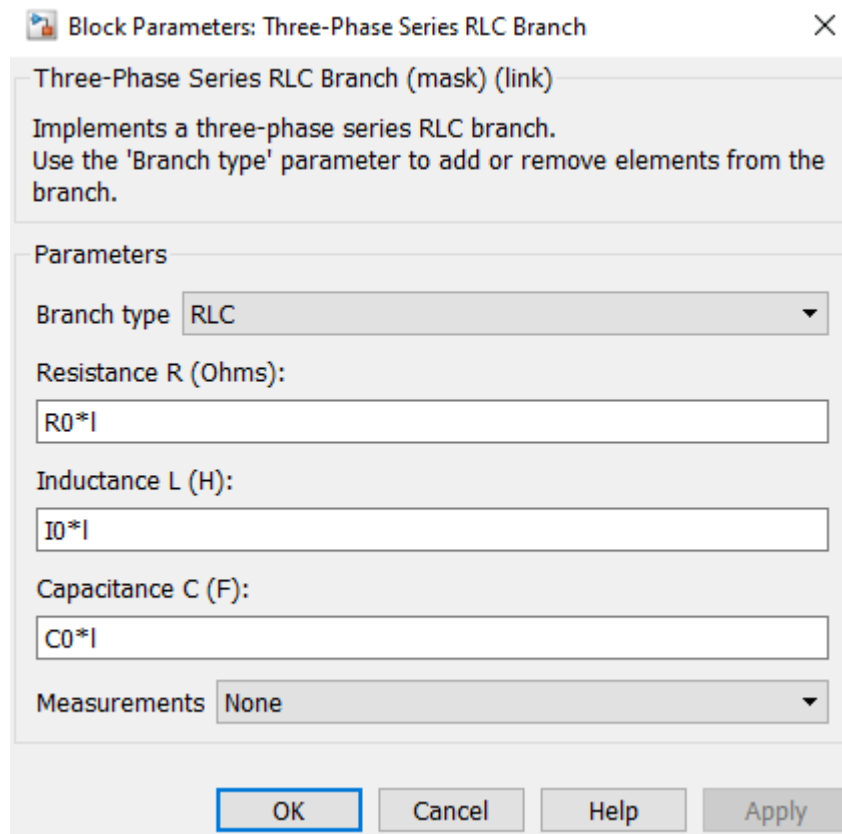


Рис. 11. Меню блока Three-Phase Series RLC Branch з заданими параметрами для КЛ

Піктограма створеного блоку КЛ зображена на рис. 12. Меню створеного блоку зображено на рис. 13.

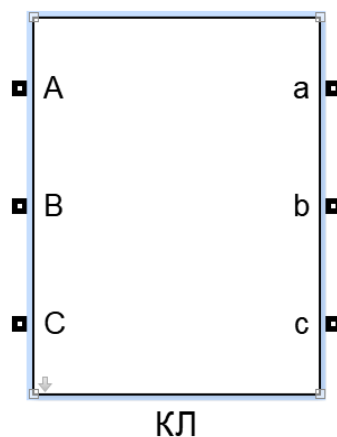


Рис. 12. Піктограма створеного блоку КЛ

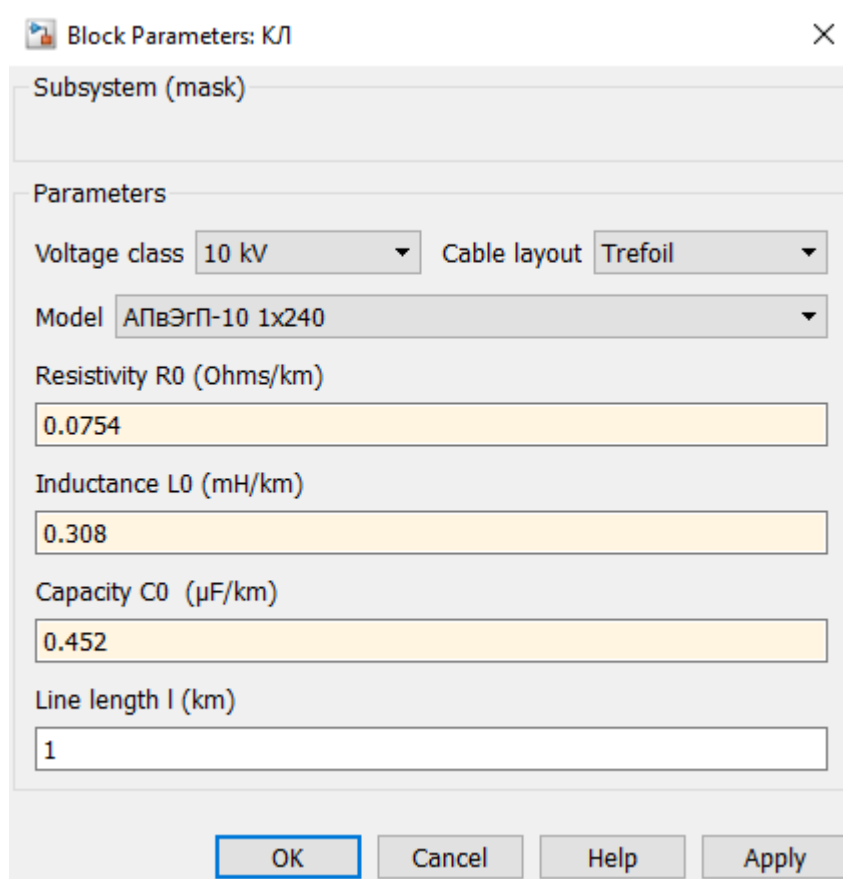


Рис. 13. Меню створеного блоку КЛ

Результати досліджень та їх обговорення. Розглянуто створення моделей трифазного двообмоткового трансформатора, повітряної та кабельної ліній. Для їх створення були використані стандартні бібліотечні блоки Three-Phase Series RLC Branch та Three-phase Transformer (Two Windings). Власні підсистеми з цими блоками створені та за допомогою функції маскування, в моделі було записано необхідні для моделювання паспортні параметри елементів електричних мереж. Ці моделі дозволяють вибирати клас напруги, марки трансформаторів, проводів та кабелів зі списку. Модель трансформатора також дозволяє вибирати схеми з'єднання обмоток. Модель КЛ дозволяє вибирати схеми прокладання кабелів у траншеї.

Висновки і перспективи. Створені моделі дозволяють швидко виконувати процес моделювання електричних мереж з метою виявлення в них вузьких місць щодо технологічних витрат електричної енергії на транспортування. Особливо таке

моделювання є актуальним для мереж операторів систем розподілу в умовах запроваджених RAB-тарифів.

В зв'язку з цим треба провести ревізію стану і топології проблемних мереж, визначити служби супроводу в енергокомпанії; пройти навчання на програмному забезпеченні як інструменту проектування; створити стандарти компанії (групи компаній), з урахуванням досвіду колег Молдови, РБ, Балтії, далекого зарубіжжя.

Отримані результати щодо використання програмного пакету MATLAB Simulink для моделювання режимів роботи електричних мереж 0.4 - 150 кВ представлені в рамках спільного технічної наради провідних фахівців експлуатаційних підприємств, замовника і колективів кафедр електропостачання ім. В.М. Синькова НУБіП України та кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій Національний університет «Чернігівська Політехніка».

Список використаних джерел

1. Features – Dlgilent. URL: <https://www.digilent.de/en/features.html> (Дата звернення 28.09.2021).
2. Программный комплекс PSS^{TME} | АБС ВНИИР URL: <https://www.vniir.ru/simcenter/psse/> (Дата звернення 29.09.2021).
3. Documentation Home – MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com/help/index.html> (Дата звернення 23.09.2021).
4. Буйний Р. О., Бодунов В. М., Горбань Т. В. Електричні системи і мережі: Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт для студентів за напрямом підготовки 6.050701 “Електротехніка та електротехнології”. Чернігів: ЧДТУ, 2009. 92 с.
5. Зорін В. В., Штогрин Є. А., Буйний Р. О. Електричні мережі та системи (окремі розділи). Ніжин : ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2011. 248 с.
6. Trunova I., Miroshnyk O, Moroz O, Savchenko O, Pazyi V, Sereda A., Halko S., Buinyi R. The Substantiation of Reconstruction of Power Distribution Networks Objects. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week) – Proceedings, Kharkiv, Ukraine, 2021. P. 126-131. doi: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570107.
7. Справочник по проектированию электрических сетей. Под ред. Д.Л. Файбисовича. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2012. 376 с.
8. Силовые кабели среднего и высокого напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена. URL: <https://optochip.org/docum/store/f/d/376/1499164596-17-12265.pdf>. (Дата звернення 28.09.2021).

References

1. Features – Dlgilent. Available at: <https://www.digilent.de/en/features.html>.

2. Software package PSSTME. Available at: <https://www.vniir.ru/simcenter/psse/>.
3. Documentation Home – MathWorks. Available at: <https://www.mathworks.com/help/index.html>.
4. Buyniy, R. O., Bodunov, V. M., Gorban, T. V. (2009). Elektrychni systemy i merezhi: Metodychni vказivky z vykonannia laboratornykh robіt dlia studentiv za napriamom pidhotovky 6.050701 “Elektrotekhnika ta elektrotekhnolohii” [Electrical systems and measures. Methodical presentations on laboratory work for students for direct training 6.050701 “Electrical engineering and electrical technologies”]. Chernigiv: ChDTU, 92.
5. Zorin, V. V., Shtogrin, E. A., Buyniy, R. O. (2011). Elektrychni merezhi ta systemy (okremi rozdil) [Electrical systems and systems] Nizhin: TOV “Vidavniststvo “Aspect-Polygraph”, 248.
6. Trunova, I., Miroshnyk, O, Moroz, O, Savchenko, O, Pazyi, V, Sereda, A., Halko, S., Buyniy, R. (2021). The Substantiation of Reconstruction of Power Distribution Networks Objects. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week)]. Proceedings, Kharkiv, Ukraine, 126-131. doi: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570107.
7. Faibisovich, D. L. (2012). Spravochnik po proyektirovaniyu elektricheskikh setey [Handbook on the design of electrical networks. 4th ed., revised. and additional]. Moscow: ENAS, 376.
8. Silovyye kabeli srednego i vysokogo napryazheniya s izolyatsiyey iz sshitogo polietilena [Medium and high voltage power cables with XLPE insulation]. Available at: <https://optochip.org/docum/store/f/d/376/1499164596-17-12265.pdf>.

АДАПТАЦИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ MATLAB SIMULINK ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0.4-150 КВ

А. В. Гай, Р. А. Буйный, М. О. Веселов

Аннотация. *Рассмотрены возможности моделирования режимов работы электрических сетей в программном пакете MATLAB Simulink и предложены методы решения основных задач при создании моделей в MATLAB Simulink.*

Моделирование является важной частью исследования режимов работы электрических сетей, которое позволяет заранее проанализировать разные варианты при разработке схемы и выборе оборудования электрической сети.

Основной задачей данной работы является разработка моделей ВЛ, КЛ и трансформаторов с функциями выбора класса напряжения, марки соответствующего оборудования и других функций (схемы подсоединения обмоток трансформатора, тип прокладки кабеля и т.п.).

Среди существующих программных пакетов для моделирования электрических сетей можно выделить PowerFactory, PSS[®]E и MATLAB Simulink. Эти программные пакеты позволяют производить моделирование и расчеты электрических систем разных размеров и степеней сложности.

MATLAB Simulink предоставляет много возможностей для моделирования, но поскольку данный программный пакет не является специализированным для моделирования электрических сетей, а создан для большего спектра задач, некоторые функции, которые могли бы упростить создание моделей электрических

сетей, отсутствуют. Для уменьшения затрат времени на создание моделей электрических сетей, ввода данных в модель в MATLAB Simulink и уменьшения размеров моделей были созданы соответствующие блоки трансформаторов, кабельных и воздушных линий электропередачи 0,4-150 кВ.

Полученные результаты представлены в рамках совместного технического совещания ведущих специалистов эксплуатационных предприятий, заказчика и коллективов кафедры электроснабжения им. В.М. Синькова НУБіП Украины и кафедры электрической инженерии и информационно-измерительных технологий Национальный университет «Черниговская политехника».

Ключевые слова: *программное обеспечение, математические модели, расчетные блоки*

ADAPTATION OF MATLAB SIMULINK CAPABILITIES FOR SIMULATION OF OPERATING MODES OF 0.4-150 KV ELECTRIC NETWORK

O. Gai, R. Buiny, M. Veselov

Abstract. *The possibilities of modeling the operating modes of electrical networks in the MATLAB Simulink software package are considered and methods for solving the main problems when creating models in MATLAB Simulink are proposed.*

Modeling is an important part of the study of the operating modes of electrical networks, it allows you to analyze in advance different options when developing a scheme and choosing equipment for an electrical network.

The main objective of this work is the development of models of overhead lines, cable lines and transformers with the functions of choosing a voltage class, brand of the corresponding equipment and other functions (connection diagrams for transformer windings, type of cable laying, etc.).

PowerFactory, PSS®E, and MATLAB Simulink are among the existing software packages for modeling electrical networks. These software packages allow you to model and calculate electrical systems of various sizes and degrees of complexity.

MATLAB Simulink provides many possibilities for simulation, but since this software package is not specialized for modeling electrical networks, but is created for a wider range of tasks, some functions that could simplify the creation of electrical network models are missing. To reduce the time spent on creating models of electrical networks, enter data into the model in MATLAB Simulink and reduce the size of the models, the corresponding blocks of transformers, cable and overhead power lines 0.4-150 kV were created.

The results obtained are presented within the framework of a joint technical meeting of leading specialists of operating enterprises, the customer and the staff of the Department of Power Supply named after. V.M. Sinkov NUBiP of Ukraine and the Department of Electrical Engineering and Information and Measurement Technologies National University "Chernihiv Polytechnic".

Key words: *software, mathematical models, calculation blocks*