

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт з дисципліни

**“ Електротехнічні комплекси промислових
підприємств ”**

для студентів спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»
всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни "Електротехнічні комплекси промислових підприємств" для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання / Укл.: Д.О. Кулагін – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016 – 21 с.

Укладач: Д.О. Кулагін, професор кафедри ЕПП, доц., к.т.н.

Рецензент: П.В. Махлін, доцент кафедри ЕПП, доц., к.т.н.

Відповідальний
за випуск: В.П. Метельський, професор кафедри ЕПП,
професор, к.т.н.

Затверджено
на засіданні НМК
«Електротехнічного
факультету»
Протокол №1 від 20.08.16

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електропостачання
промислових
підприємств”
Протокол № 1 від 19.08.16

ЗМІСТ

Практична робота № 1.....	4
Практична робота № 2.....	9
Практична робота № 3.....	12
Практична робота № 4.....	15
Практична робота № 5.....	18
Практична робота № 6.....	19
Перелік посилань.....	21

Практична робота № 1.

Тема: «Вивчення можливостей операційного середовища Simulink для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств»

Мета роботи: вивчення інтерфейсу і основних можливостей програмного модуля Simulink і знайомство з розділами бібліотеки SimPowerSystems, призначеними для моделювання електроенергетичних об'єктів.

Завдання на практичну роботу

Завдання 1.1: Змодельовати схему, наведену на рис. 1.1, встановивши для неї частоту коливань (в радіанах за секунду) і амплітуду, рівні номеру варіанта (див. алгоритм виконання у [1], с. 6).

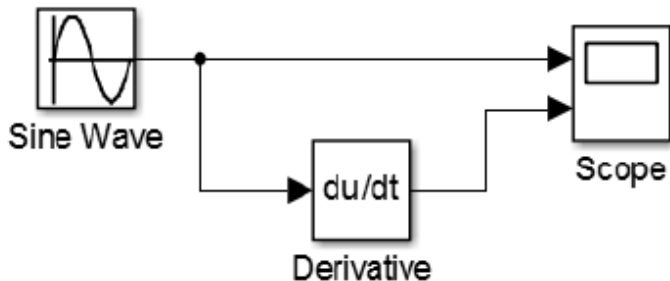


Рисунок 1.1 – Схема до завдання 1.1

Завдання 1.2: Змодельовати схему, наведену на рис. 1.2, встановивши для неї амплітуду і період прямокутних імпульсів (в секундах), рівні номеру варіанта (див. алгоритм виконання у [1], с. 17).

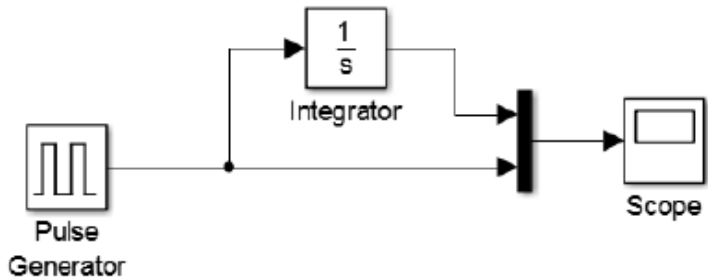


Рисунок 1.2 – Схема до завдання 1.2

Завдання 1.3: Змодельовати схему, наведену на рис. 1.3, встановивши для неї частоту коливань (в герцах) і амплітуду гармонічного сигналу, рівні номеру варіанта (див. алгоритм виконання у [1], с. 20).

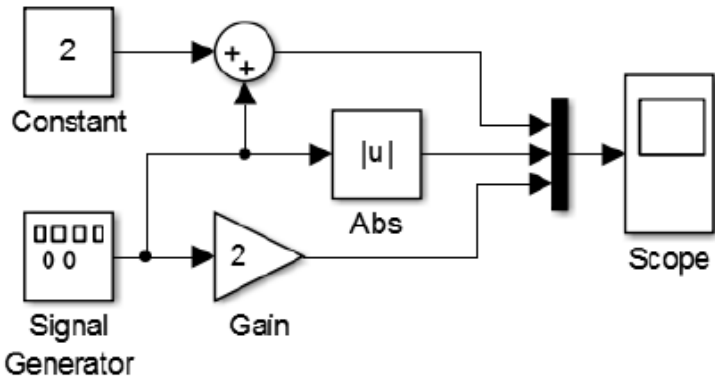


Рисунок 1.3 – Схема до завдання 1.3

Завдання 1.4: Змодельовати схему, наведену на рис. 1.4, встановивши в ній значення амплітуди і частоти коливань (в герцах)

для джерела синусоїдального напруги, рівні номеру варіанта (див. алгоритм виконання у [1], с. 23).

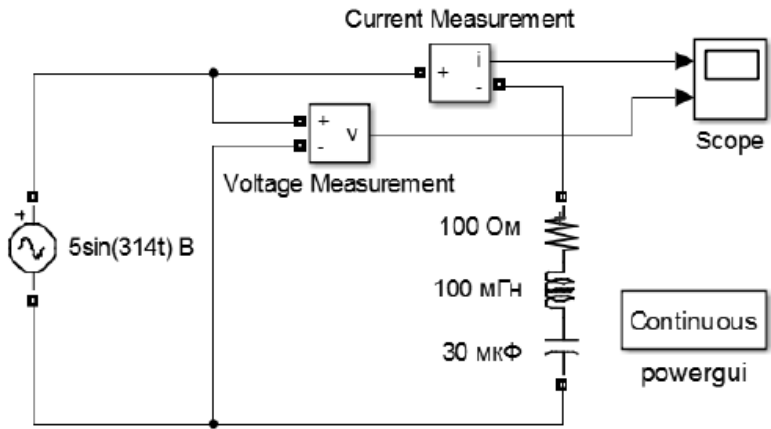


Рисунок 1.4 – Схема до завдання 1.4

Завдання 1.5: Змодельовати схему, наведену на рис. 1.5, встановивши в ній значення амплітуди і частоти коливань (в герцах), рівні номеру варіанта (див. алгоритм виконання у [1], с. 30).

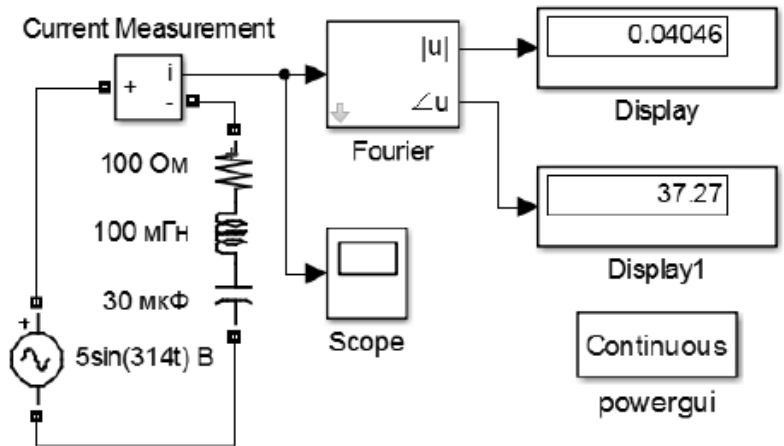


Рисунок 1.5 – Схема до завдання 1.5

Контрольні питання

1. Що таке Simulink Library Browser?
2. Яким чином будуються блок-схеми в програмному модулі Simulink?
3. Як в модель додати новий блок? Як скопіювати блок у вікні моделі?
4. Як з'єднати блоки між собою?
5. Як зробити, щоб один і той же сигнал надходив на декілька блоків?
6. Як видалити блок або зв'язок між блоками?
7. Яким чином можна повертати блоки?
8. Які налаштування є у оглядового вікна Scope і блоку Display?
9. Які налаштування є у блоків-джерел Constant, Sine Wave, Signal Generator і Pulse Generator?
10. Для чого призначені блоки Integrator, Derivative, Gain, Sum, Abs і Mux?

11. Які налаштування необхідно задати у вікні Configuration Parameters перед запуском моделі?
12. З яких міркувань вибирається час моделювання?
13. Як вибирається значення кроку при виборі моделювання з фіксованим кроком?
14. Чому дорівнює максимальне значення кроку при виборі моделювання зі змінним кроком?
15. Чим відрізняються Р-моделі з розділу SimPowerSystems від звичайних S-моделей Simulink і яким чином здійснюється зв'язок між ними?
16. Як налаштовуються параметри блоків Series RLC Branch і AC Voltage Source і які значення вони можуть приймати?
17. Для чого призначені блоки з розділу Measurements?
18. Яке призначення блоку Powergui?
19. Які налаштування є у блоку Fourier?

Практична робота № 2.

Тема: «Вивчення блоків операційного середовища Simulink для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств»

Мета роботи: навчитися моделювати та досліджувати процеси в лінійних системах за допомогою S-моделей пакета Simulink.

Завдання на практичну роботу

Завдання 2.1: Вставте в звіт по роботі отриману структурну схему моделі досліджуваної системи керування об'єктом, зазначену на рисунку 2.1 (див. алгоритм виконання у [1], с. 36).

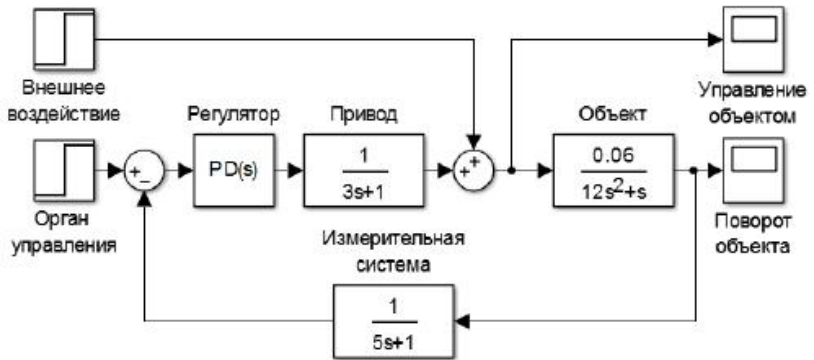


Рисунок 2.1 – Схема до завдання 2.1

Завдання 2.2: Скопіювати отриманий графік в формований звіт через буфер обміну (Edit => Copy Figure) або зберегти його як рисунок для подальшої вставки в звіт (File => Save as ..., розширення .jpg) (див. алгоритм виконання у [1], с. 39).

Завдання 2.3: Скопіювати через буфер обміну отриманий графік в звіт. Приклад графіка моделі з сімейством кривих наведено на рисунку 2.2 (див. алгоритм виконання у [1], с. 42).

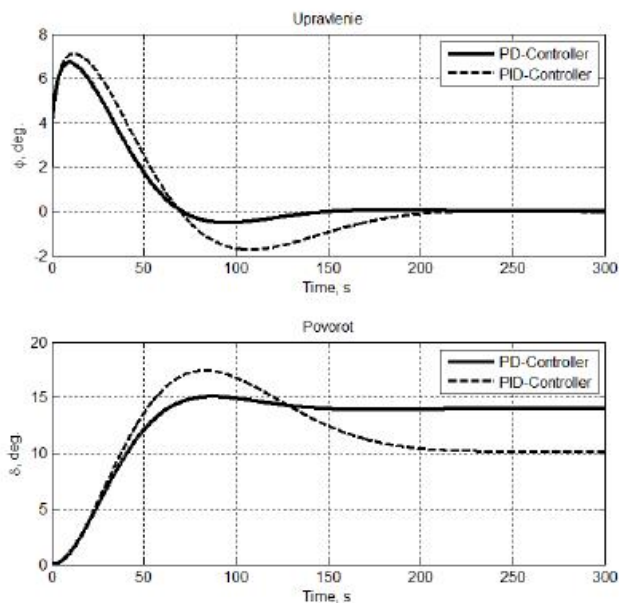


Рисунок 2.2 – Приклад графіка моделі з сімейством кривих

Контрольні питання

1. Назвіть основні етапи створення моделі.
2. Як користуватися Simulink Library Browser?
3. Для чого призначені блоки Transfer Fcn, PID Controller, Step, Sum, Scope?
4. Які настройки є у блоків Transfer Fcn, PID Controller, Step, Sum, Scope?
5. Як скопіювати зображення моделі в документ Microsoft Word?
6. Які настройки потрібно задати у вікні Configuration Parameters перед запуском моделі?
7. Як передати результати моделювання в робочу область Matlab? У якому вигляді вони передаються?
8. Які параметри приймає команда subplot?
9. Як записується команда plot?

10. Як побудувати в одному вікні два різних графіки?
11. Як на одному графіку побудувати кілька кривих?
12. Що таке легенда? Як вивести легенду на графік?

Практична робота № 3.

Тема: «Вивчення засобів маскування підсистем при моделюванні електротехнічних комплексів промислових підприємств за допомогою операційного середовища Simulink»

Мета роботи: вивчення засобів маскування підсистем при моделюванні електротехнічних комплексів промислових підприємств за допомогою операційного середовища Simulink.

Завдання на практичну роботу

Скласти звіт по роботі, додавши в нього титульний лист, результати розрахунку в MATLAB, а також всі схеми для моделювання в Simulink, вікна властивостей для всіх використаних блоків, таблиці з результатами розрахунку і моделювання (див. алгоритм виконання у [1], с. 50, який виконати на основі даних з табл. 3.1-3.4).

Таблиця 3.1 – Значення параметрів

Номер варіанта	Елементи в фазі			R' , Ом	Значення ємності конденса тора C , мкФ	Обрив у фазі
	A	B	C			
1	$R\phi, R'$	$R\phi$	$R\phi$	30	20	A
2	$R\phi$	$R\phi, R'$	$R\phi$	40	15	B
3	$R\phi$	$R\phi$	$R\phi, R'$	50	10	C
4	$R\phi, C$	$R\phi$	$R\phi$	60	5	A
5	$R\phi$	$R\phi, C$	$R\phi$	70	20	B
6	$R\phi$	$R\phi$	$R\phi, C$	30	15	C
7	$R\phi, R'$	$R\phi, R'$	$R\phi$	40	10	A
8		$R\phi, R'$	$R\phi, R'$	50	5	B
9	$R\phi, R'$	$R\phi$	$R\phi, R'$	60	20	C
10	$R\phi, C$	$R\phi, C$	$R\phi$	70	15	A
11	$R\phi$	$R\phi, C$	$R\phi, C$	30	10	B
12	$R\phi, C$	$R\phi$	$R\phi, C$	40	5	C

13	$R\phi, R', C$	$R\phi, R', C$	$R\phi$	50	20	A
14	$R\phi$	$R\phi, R', C$	$R\phi, R', C$	60	15	B
15	$R\phi, R', C$	$R\phi$	$R\phi, R', C$	70	10	C
16	$R\phi, R'$	$R\phi, R', C$	$R\phi$	30	5	A
17	$R\phi$	$R\phi, C$	$R\phi, R', C$	40	20	B
18	$R\phi, R'$	$R\phi$	$R\phi, R', C$	50	15	C
19	$R\phi, R', C$	$R\phi, C$	$R\phi$	60	10	A
20	$R\phi$	$R\phi, R', C$	$R\phi, C$	70	5	B

Таблиця 3.2 – Симетричне навантаження

[illegible]

Таблиця 3.3 – Несиметичне навантаження

Спосіб визначення	U_L , В	U_a , В	U_b , В	U_c , В	U_{nN} , В	I_a , А	I_b , А	I_c , А	I_{nN} , А	P , Вт
$Y_{nN} = \infty$										
Розрахунок										
Моделювання										
$Y_{nN} = 0$										
Розрахунок										
Моделювання										

Таблиця 3.4 – Несиметричне навантаження без нейтрального провода і обрив у фазі

Спосіб визначення	U_a , В	U_b , В	U_c , В	I_a , А	I_b , А	I_c , А	P , Вт
Розрахунок							
Моделювання							

Контрольні питання

1. Яким чином можна вивести необхідні результати розрахунку в Command Window в системі MATLAB?
2. Яким чином можна побудувати векторну діаграму в системі MATLAB?
3. Чим відрізняються R-моделі з розділу SimPowerSystems від S-моделей Simulink, і як здійснюється зв'язок між ними?
4. Які настройки потрібно задати у вікні Configuration Parameters перед запуском моделі?
5. Які параметри можна задати для блоку Series RLC Branch?
6. Які настройки можна задати для блоку Three-Phase Source?
7. Яку інформацію можна отримати за допомогою блоку Multimeter і які настройки у нього є?
8. Яким чином можна використовувати графічний інтерфейс користувача (GUI) для розрахунку електричних ланцюгів в встановленому режимі?

Практична робота № 4.

Тема: «Вивчення загальних можливостей пакету MatLab для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств»

Мета роботи: вивчення загальних можливостей пакету MatLab для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств.

Завдання на практичну роботу

Скласти звіт по лабораторній роботі, включивши в нього титульний лист, результати розрахунку в MATLAB, а також всі схеми для моделювання в Simulink, вікна властивостей для всіх використаних блоків, таблиці з результатів розрахунку і моделювання (див. алгоритм виконання у [1], с. 64, який виконати на основі даних з табл. 4.1-4.3).

Таблиця 4.1 – Значення параметрів

Номер варіанта	Елементи в фазі			R' , Ом	Емність конденсатора C , мкФ	Обрив лінійного провода	Холостий хід в фазі
	ab	ba	ca				
1	$R\phi$, R'	$R\phi$	$R\phi$	30	20	aA	
2	$R\phi$	$R\phi$, R'	$R\phi$	40	15		ab
3	$R\phi$	$R\phi$	$R\phi$, R'	50	10	bB	
4	$R\phi$, C	$R\phi$	$R\phi$	60	5		ba
5	$R\phi$	$R\phi$, C	$R\phi$	70	20	cC	
6	$R\phi$	$R\phi$	$R\phi$, C	30	15		ca
7	$R\phi$, R'	$R\phi$, R'	$R\phi$	40	10	aA	
8	$R\phi$	$R\phi$, R'	$R\phi$, R'	50	5		ab

9	$R\phi, R'$	$R\phi$	$R\phi, R'$	60	20	bB	
10	$R\phi, C$	$R\phi, R'$	$R\phi$	70	15		ba
11	$R\phi, C$	$R\phi$	$R\phi, R'$	30	10	cC	
12	$R\phi, R'$	$R\phi, C$	$R\phi$	40	5		ca
13	$R\phi$	$R\phi, C$	$R\phi, R'$	50	20	aA	
14	$R\phi, R'$	$R\phi$	$R\phi, C$	60	15		ab
15	$R\phi$	$R\phi, R'$	$R\phi, C$	70	10	bB	
16	$R\phi, C$	$R\phi, C$	$R\phi$	30	5		ba
17	$R\phi$	$R\phi, C$	$R\phi, C$	40	20	cC	
18	$R\phi, C$	$R\phi$	$R\phi, C$	50	15		ca
19	$R\phi, R'$	$R\phi$	$R\phi, C$	60	10	aA	
20	$R\phi, C$	$R\phi, R'$	$R\phi$	70	5		ab

Таблиця 4.2 – Симетричне навантаження

[illegible]

Таблиця 4.3 – Несиметричне навантаження

[illegible]

Контрольні питання

1. Яким чином можна вивести необхідні результати розрахунку в Command Window в системі MATLAB?
2. Яким чином можна побудувати векторну діаграму в системі MATLAB?
3. Чим відрізняються Р-моделі з розділу SimPowerSystems від звичайних S-моделей Simulink і як здійснюється зв'язок між ними?
4. Які налаштування потрібно задати у вікні Configuration Parameters перед запуском моделі?
5. Які параметри можна задати для блоку Series RLC Branch?
6. Які настройки можна задати для блоку Three-Phase Source?
7. Яким чином можна використовувати графічний інтерфейс користувача (GUI) для розрахунку електричних ланцюгів в установленому режимі?

Практична робота № 5.

Тема: «Вивчення відладчика пакету MatLab для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств»

Мета роботи: навчитися моделювати та досліджувати перехідні процеси в лінійних електричних колах за допомогою SPS-моделей пакета Simulink.

Завдання на практичну роботу

Завдання 5.1: Вставити в звіт по лабораторній роботі отриману схему моделі, а також відповідні вікна параметрів для всіх блоків моделі (див. алгоритм виконання у [1], с. 76).

Завдання 5.2: Вставити в звіт результати моделювання для свого варіанту. За отриманими результатами зробити висновки (див. алгоритм виконання у [1], с. 78).

Завдання 5.3: Вставити в звіт результати моделювання з пп. 2.8-2.11 [1] для свого варіанту. Проведіть аналіз. Зробіть висновки (див. алгоритм виконання у [1], с. 78).

Завдання 5.4: Вставити в звіт отриману схему моделі, а також відповідні вікна параметрів для всіх блоків моделі (див. алгоритм виконання у [1], с. 82).

Контрольні питання

1. Від чого залежить перехідний процес в електричному ланцюзі?
2. Як пов'язана постійна часу ланцюга з тривалістю перехідного процесу?
3. Від яких факторів залежить значення постійної часу?
4. Як правильно вибрати (розрахувати) час моделювання?
5. Які блоки пакету Simulink можуть бути використані для моделювання перехідного процесу в електричних ланцюгах?

Практична робота № 6.

Тема: «Вивчення можливостей s-моделей для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств»

Мета роботи: вивчення можливостей s-моделей для моделювання електротехнічних комплексів промислових підприємств.

Завдання на практичну роботу

Завдання 6.1: Вставити в звіт результати моделювання з пп. 3.7-3.10 [1] для свого варіанту. Проведіть аналіз. Зробіть висновки (див. алгоритм виконання у [1], с. 85).

Завдання 6.2: Вставити в звіт отриману схему моделі і відповідні вікна параметрів для всіх її блоків (див. алгоритм виконання у [1], с. 88).

Завдання 6.3: Вставити в звіт лістинг програми і сімейство графіків, отриманих у вікні Figure. Зробіть висновки про характер перехідних процесів при $R > R_K$, $R = R_K$ і $R < R_K$. Проаналізувати, як залежить частота вільних коливань і амплітуда для коливального перехідного процесу від опору R (див. алгоритм виконання у [1], с. 89).

Завдання 6.4: Вставити в звіт отриману схему моделі і відповідні вікна параметрів для всіх її блоків (див. алгоритм виконання у [1], с. 91).

Завдання 6.5: Вставити в звіт результати моделювання по пп. 5.1-5.9 [1] для свого варіанту. Проаналізувати отриману залежність. Зробити висновки (див. алгоритм виконання у [1], с. 93).

Контрольні питання

1. Для чого призначений вказаний блок (DC Voltage Source, Series RLC Branch, Current Measurement, Voltage Measurement, Ideal Switch, Step, Scope, Sum, Multimeter, Powergui), які налаштування у нього є?

2. Які налаштування потрібно задати у вікні Model Configuration Parameters перед запуском моделі?

3. У яких блоках можуть бути представлені результати моделювання перехідних процесів?

4. Як передати результати моделювання в робочу область MATLAB?
5. Як визначити координати точок, вибраних на графіці?
6. Як змодельовати перехідні процеси в заданому розгалуженні електричного кола?

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Герасимов А. И. Моделирование в среде MATLAB-Simulink : метод. указания к лабораторным работам / А. И. Герасимов, В. В. Регеда, О. Н. Регеда. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – 104 с.
2. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. – М. : ДМК Пресс, 2007. – 288 с.
3. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учеб. / С. Г. Герман-Галкин. – СПб. : Лань, 2013. – 448 с.
4. Ашанин В. Н. Трехфазные цепи : учеб. пособие / В. Н. Ашанин, О. Н. Регеда. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – 52 с.
5. Регеда О. Н. Расчет и моделирование электрических цепей : учеб. пособие / О. Н. Регеда. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2013. – 170 с.