

# **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для самостійної роботи з дисципліни  
**«Математичне моделювання електротехнічних систем»** для  
студентів спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка») усіх форм навчання

**ЗМІСТ**

Вступ.....	4
1 Перелік прикладів моделей SimPowerSystems Specialized Technology у Help MATLAB.....	5
2 Simple Models (Прості моделі) .....	7
3 Power Electronics Models (Моделі силової електроніки).....	9
4 Machine Models (Моделі електричних машин) .....	14
5 Power Utility AC/DC Network Models (Моделі електроенергетичних мереж змінного і постійного струмів)...	17
6 Measurement and Control Models (Моделі вимірювання і управління).....	19
7 Electric Drive Models (Моделі електроприводів).....	20
8 FACTS Models (Моделі гнучких систем передачі Змінного струму, FACTS – Flexible Alternating Current Transmission Systems).....	25
9 Renewable Energy (Відновлювальні джерела енергії).....	27
10 Перелік посилань.....	29

## ВСТУП

У методичних вказівках наведені дані для самостійної роботи студентів по вивченню можливостей MATLAB, Simulink і SimPowerSystems при моделюванні електротехнічних приладів, складних електромеханічних (електротехнічних) систем та комплексів напрямом знайомства з переліком демонстраційних моделей академічної версії MATLAB (R2018a). Також описана послідовність дій по знаходженню и запуску цих прикладів.

Матеріали, наведені у даних методичних вказівках, призначені для подальшого самостійного вивчення студентами практично необмежених можливостей MATLAB, Simulink і SimPowerSystems з точки зору моделювання електротехнічних пристроїв і складних електромеханічних систем.

Найкоротший шляхом для створення нової моделі може виявитися шлях, з'єднаний з пошуком демонстраційних моделей, які можуть стати основою моделі, спроектований студентом в ході проведення курсового або дипломного проектування. Також ці приклади можуть бути використані і в якості шаблонів, для створення моделей, які дозволяють провести наукові дослідження або підтвердити позитивний ефект в ході підготовки заявки на винахід.

У зв'язку з цим, у даних вказівках студентам пропонується ознайомитися з назвами існуючих демонстраційних моделей, які поставляються з програмними продуктами MATLAB, Simulink і SimPowerSystems, алгоритмом їх пошуку и завантаження.

Детальний опис цих прикладів виходять за рамки даних вказівок. Студентам пропонується обрати приклад що його цікавить, самостійно вивчити його опис, особливості роботи і результати, отримані в ході моделювання.

## 1 ПЕРЕЛІК ПРИКЛАДІВ МОДЕЛЕЙ SIMPOWERSYSTEMS SPECIALIZED TECHNOLOGY У HELP MATLAB

Для отримання переліку прикладів моделей **SimPowerSystems** необхідно запустити **MATLAB** і натиснути **F1**. У вікні що з'явилося натиснути (рис.1.1) **SimPowerSystems** → **SimPowerSystems Examples**, прокрутити праве вікно до появи надпису **Specialized Technology** (рис. 1.2).

Далі обираємо модель що нас зацікавила (наприклад, **Switching An Inductive Circuit Using a Breaker With No Snubber**) і переходимо у вікно його опису (рис. 1.3). За необхідністю завантажуюмо модель, натиснувши на **Open this Example**.

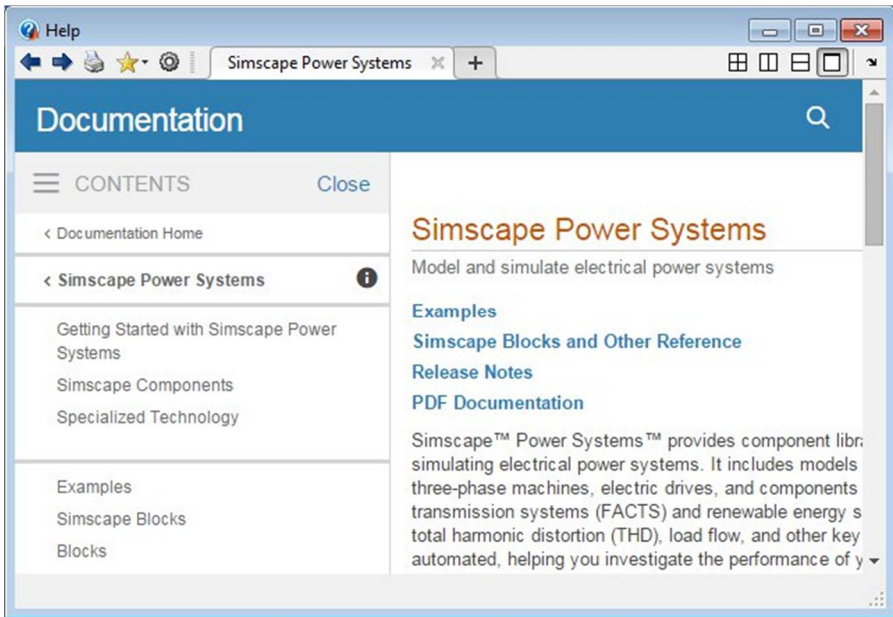


Рисунок 1.1 – Вікно SimPowerSystems

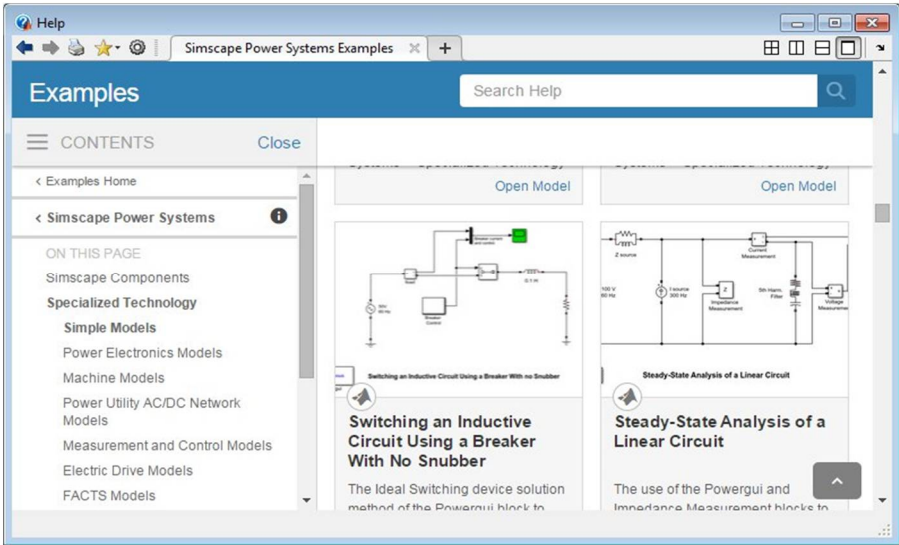


Рисунок 1.2 – Вікно SimPowerSystems Examples

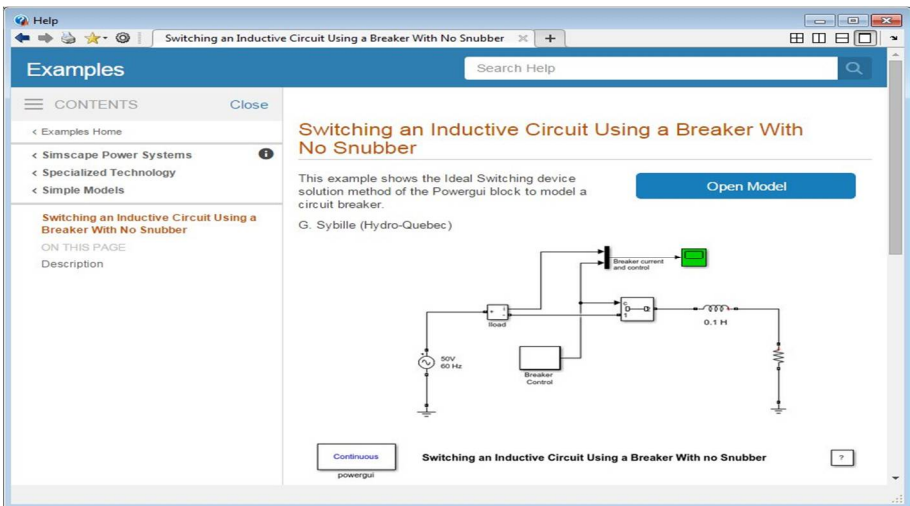


Рисунок 1.3 – Вікно Switching an Inductive Circuit Using a Breaker With No Snubber

## 2 SIMPLE MODELS (ПРОСТІ МОДЕЛІ)

Таблиця 2.1 – Simple Models (Прості моделі)

2.1	Three-Phase Three-Limb (Core-Type) Two-Winding Transformer	Трифазний з трьома магнітопроводами (стрижневий) двообмотковий трансформатор
2.2	Three-Phase Five-Limb (Shell-Type) Three - Winding Transformer	Трифазний з п'ятьма магнітопроводами (броньовий) триобмотковий трансформатор
2.3	Switching an Inductive Circuit Using a Breaker With no Snubber	Комутація індуктивного кола з використанням вимикача без снєббера (RC-коло, що представляє перенапругу при вимкненні)
2.4	Steady-State Analysis of a Linear Circuit	Аналіз встановленого режиму лінійного кола
2.5	Transient Analysis of a Linear Circuit	Аналіз перехідних процесів
2.4	Three-Winding Distribution Transformer	Триобмотковий розподільний трансформатор
2.5	Three-Phase Saturable Transformer	Трифазний трансформатор з врахуванням насичення магнітного кола
2.6	Three-Phase Core-Type Transformer	Трифазний стрижневий трансформатор
2.7	Current Transformer Saturation	Насичення трансформатора струму
2.8	Use of Surge Arresters in Transmission System	Використання вентиляного розрядника в системах передачі
2.9	Single Phase Line – Time and Frequency Domain Testing	Однофазна лінійне – частотне-часове тестування

## Продовження таблиці 2.1.

2.10	Three-Phase Line (DPL and PI Section) – Single-Phase Energization (DPL – Distributed Parameter Line, PI Section – line section with lumped parameters, PI – $\pi$ , тобто П-образна)	Трифазна лінія (з розподіленими і зосередженими параметрами) – підключення однієї фази
2.11	Computation of R L and C Cable Parameters	Обчислення активного опору, індуктивності і ємності
2.12	Dynamic Load and Programmable Voltage Source	Динамічне навантаження і програмоване джерело напруги
2.13	Single Phase Dynamic Load Block	Блок однофазного динамічного навантаження
2.14	Saturable Transformer with Hysteresis	Насичений трансформатор з врахуванням гістерезису
2.15	Cassie and Mayr Arc Models for a Circuit Breaker	Модель електричної дуги Cassie і Mayr при розриві кола
2.16	Variable Inductance Modeling	Модель змінної індуктивності
2.17	Interfacing Simulink Models with SimPowerSystems	Встановлення зв'язку Simulink моделей з SimPowerSystems
2.18	Interfacing Simscape Models with SimPowerSystems	Встановлення зв'язку Simscape моделей з SimPowerSystems

### 3 POWER ELECTRONICS MODELS (МОДЕЛІ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ)

Таблиця 3.1 – Power Electronics Models (Моделі силової електроніки)

3.1	Loss Calculation in a Three-Phase 3-Level Inverter	Обчислення втрат у тривірневому трифазному інверторі
3.2	Comparing Three-Phase VSC Models (Detailed, Switching- Function and Average) (VSC – variable speed control, регулятор швидкості)	Порівняння трифазних моделей (дискретних) регуляторів швидкості (Детальна, на основі функції перемикання, за середніми значеннями)
3.3	Synchronous Buck Converter	Синхронний вольтододатковий перетворювач
3.4	Six-Pulse Cycloconverter	Шестиімпульсний понижуючий перетворювач частоти
3.5	Speed Control of a DC Motor Using BJT H-Bridge (BJT – Bipolar Junction Transistor)	Регулювання швидкості двигуна струму з використанням моста на транзисторах з біполярним переходом
3.6	Zener Diode Regulator	Регулятор на базі стабілітрона
3.7	Full-Wave Rectifier	Однофазний двонапівперіодний випрямляч із середньою точкою
3.8	Single-Phase Rectifier	Однофазний випрямляч
3.9	Three-Phase Rectifier	Трифазний випрямляч



Продовження таблиці 3.1.

3.10	Three-Phase Thyristor Converter	Трифазний тиристорний перетворювач
3.11	Inductive Current Chopping	Ідеальний вимикач – обмежувач амплітуди індуктивного струму
3.12	Single-Phase PWM Inverter (PWM – pulsewidth modulation, широтне-імпульсна модуляція)	Однофазний інвертор з широтне-імпульсною модуляцією.
3.13	DC/DC and DC/AC PWM Converters (DC – direct current, постійний струм, AC – alternating current, змінний струм)	Перетворювач з широтне-імпульсною модуляцією для перетворення постійного струму в постійний та постійного струму у змінний
3.14	Three-Phase Two-Level PWM Converters	Трифазні дворівневі перетворювачі з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ)
3.15	AC/DC Three-Level PWM Converters	Трирівневі ШІМ перетворювачі змінного струму у постійний
3.16	Three-Phase SV-PWM Converter (SV – space vector, просторовий вектор)	Трифазний векторний перетворювач (інвертор) з ШІМ.
3.17	Five-Cell Multi-Level Converter	П'яти елементний багаторівневий перетворювач
3.18	Multilevel Multiphase Space- Vector PWM Converter	Багаторівневий багатофазний векторний перетворювач з ШІМ

Продовження таблиці 3.1.

3.19	AC/DC Three-Level PWM Converter	Трифазний трирівневий перетворювач з ШІМ
3.20	Two-Level PWM Converter and Dead Time	Дворівневий перетворювач з ШІМ та час запізнювання
3.21	Neutral Point Clamp Inverter and Dead Time	Перетворювач із заземленою нейтральною точкою та час запізнювання
3.22	Three-Phase 48-Pulse GTO Converter	Трифазний 48-імпульсний перетворювач на замикаючих тиристорах
3.23	AC-DC-AC Converter	Перетворювач постійного струму у змінний та зворотньо у постійний з ШІМ
3.24	Three-Phase Matrix Converter	Трифазний матричний перетворювач
3.25	Chopper-Fed DC Motor Drive (Continuous)	Привід на основі двигуна постійного струму та переривника (Безперервна модель)
3.26	Chopper-Fed DC Motor Drive (Discrete)	Привід на основі двигуна постійного струму та переривника (Дискретна модель)
3.27	Vector Control of AC Motor Drive	Привід на основі двигуна змінного струму з векторним керуванням

Продовження таблиці 3.1.

3.28	Boost Converter	Підвищуючий перетворювач
3.29	Buck Converter	Компенсуючий перетворювач
3.30	Voltage-Controlled Buck Converter	Компенсуючий перетворювач, що керується напругою
3.31	Buck Boost Converter	Інверторний підвищуючий перетворювач
3.32	Cuk Converter	Перетворює джерела постійного струму з однієї напруги на іншу напругу
3.33	Forward Converter	Прямоходовий перетворювач
3.34	Flyback Converter with Transformer Leakage	Зворотногоходовий перетворювач з розсіюванням трансформатора
3.35	Resonant LLC Converter	Резонансний LLC перетворювач
3.36	Series Load Resonant (SLR) Converter	Послідовно-резонансний перетворювач під навантаженням
3.37	Two-Quadrant DC/DC Converter	Двоквадрантний перетворювач постійного струму
3.38	Regulated Resonant LLC Converter	Регулюючий резонансний LLC перетворювач
3.39	Watkins-Johnson Converter	Перетворювач Воткінса-Джонсона
3.40	Thyristor Rectifiers	Тиристорні випрямлячі

Продовження таблиці 3.1.

3.41	Current-Controlled Thyristor Rectifier	Тиристорні випрямлячі, що регулюються струмом
3.42	Two- and Three-Level Voltage Source Controllers	2 та 3-рівневий регулювач джерела напруги
3.43	Switching Function Converter Controlled by Averaged Firing Pulses	Функція переключення перетворювача, що контролюється усередненим значенням імпульса
3.44	Buck Converter – Increased Accuracy and Simulation Speed Using Interpolation	Компенсуючий перетворювач – збільшена точність та симуляція швидкості, використовуючи інтерполяцію
3.45	Modular Multi Level Converter (MMC)	Модульний багаторівневий перетворювач (МБП)
3.46	Power Converters Modeling Techniques	Методи моделювання силових перетворювачів
3.47	STATCOM (Detailed MMC Model with 22 Power Modules per Phase)	Статичний компенсатор (Детальний МБП з 22 модулями на фазу)
3.48	1.5-MVA Multicell Motor	1,5 МВА багатоелементний двигун

## 4 MACHINE MODELS (МОДЕЛІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИНИ)

Таблиця 4.1 – Machine Models (Моделі електричних машин).

4.1	Six-Phase Synchronous Machine with Post-Fault Operating Strategy	Шестифазна синхронна машина з після аварійною Стратегією керування
4.2	Stepper Motor Drive	Привід із шаговим двигуном Застосування: система управління
4.3	Simplified Synchronous Machine – Speed Regulation	Спрощена синхронна машина–регулювання швидкості
4.4	Synchronous Machine	Синхронні машини
4.5	Starting a Synchronous Motor	Пуск синхронного двигуна
4.6	Mechanical Coupling of Synchronous Generator with Exciter System Using the Simscape Mechanical Rotational Port	Механічне з'єднання синхронного генератора з системою збудження з блоку двигуна зовнішнього механічного обертання Simscape Mechanical
4.7	Mechanical Coupling of Synchronous Generator with Exciter System	Механічне з'єднання синхронного генератора з системою збудження з блоку двигуна внутрішнього згорання
4.8	Three-Phase Asynchronous Machine	Трифазна асинхронна машина
4.9	Saturation in Three-Phase Asynchronous Machine	Насичення трифазної асинхронної машини

## Продовження таблиці 4.1.

4.10	Single-Phase Asynchronous Machine	Однофазна асинхронна машина
4.11	Single-Phase Asynchronous Machine – Voltage Control of Auxiliary Winding	Однофазна асинхронна машина – управління напругою на додатковій обмотці
4.12	Single-Phase Asynchronous Machine – Vector Control of AC Drive	Однофазна асинхронна машина – векторне управління приводом змінного струму
4.13	Permanent Magnet Synchronous Machine	Синхронна машина з постійними магнітами
4.14	Five-Phase Permanent Magnet Synchronous Machine	П'ятифазна синхронна машина з постійними магнітами
4.15	Starting a DC Motor	Пуск двигуна постійного струму
4.16	Steam Turbine and Governor System – Subsynchronous Resonance	Парова турбіна і система регулювання – підсинхронний резонанс
4.17	Emergency Diesel Generator and Asynchronous Motor	Аварія дизель-генератора та асинхронного двигуна
4.18	Synchronous Machine and Regulator	Синхронна машина і регулятор

## Продовження таблиці 4.1.

4.19	Performance of Three PSS for Interarea Oscillations. Uses: Control System (PSS – Power System Stabilizer, стабілізатор енергетичної системи)	Поведінка трьох стабілізаторів енергетичної системи при міжрайонних коченнях. Застосування: система управління
4.20	Switched Reluctance Motor	Вентильний реактивний двигун
4.21	Brushless DC Motor Fed by Six- Step Inverter	Безконтактний двигун постійного струму, підключений до шести шагового інвертору

## 5 POWER UTILITY AC/DC NETWORK MODELS (МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕРЕЖ ЗМІННОГО І ПОСТІЙНОГО СТРУМІВ)

Таблиця 5.1 – Power Utility AC/DC Network Models (Моделі електроенергетичних мереж змінного і постійного струмів)

5.1	Performance of Frequency Measurement (Phasor)	Вимір частоти(Вектор)
5.2	PMU (PLL-based, Positive-Sequence) Kundur's Two-Area System	Двобонна система Кундюр
5.3	PMU (PLL-based, Positive-Sequence) Benchmark	Орієнтир
5.4	IEEE 13 Node Test Feeder	13 вузловий завантажувальний пристрій
5.5	Flickermeter Statistical Analysis Module	Статичний модуль аналізу флікера напруги
5.6	Power Flow Control and Line Deicing Using a Bundle-Controlled Line Impedance Modulator (LIM)	Силове керування даними и захист ЛЕП від замерзання використовуючи роздільно керуючий повно опірний модулятор
5.7	Initializing a 29-Bus, 7-Power Plant Network With the Load Flow Tool of Powergui	Ініціалізація мережі, яка складана з 7 електростанцій и 29 шин, засобами плаваючого навантаження блоку Powergui
5.8	Initializing a 5-Bus Network with the Load Flow Tool of Powergui	Ініціалізація 5-шинної мережі засобами плаваючого навантаження блоку Powergui
5.9	Flickermeter on a Distribution STATCOM. Uses: Control System (STATCOM – Static Compensator, статичний компенсатор)	Флікерметр у розподіленні статичним компенсатором. Застосування: система управління



Продовження таблиці 5.1.

5.10	Single-Phase Series Compensated Network -щц	Однофазна послідовно компенсуюча мережа
5.11	Three-Phase Series Compensated Network	Трифазна послідовна компенсуюча мережа
5.12	Simple 6-Pulse VDC Transmission System (HVDC – high-voltage direct current, лінія високої напруги на постійному струмі)	Проста 6-імпульсна високовольтна система електропередачі на постійному струмі
5.13	Three-Phase Harmonic Filters	Трифазні фільтри гармонік
5.14	Three-Phase Active Harmonic Filter	Трифазні активні фільтри гармонік
5.15	Three-Phase Line - Single-Pole Reclosing	Трифазні лінійні однополюсні перемикач

## 6 MEASUREMENT AND CONTROL MODELS (МОДЕЛІ ВИМІРЮВАННЯ І УПРАВЛІННЯ)

Таблиця 6.1 – Measurement and Control Models (Моделі вимірювання і управління)

6.1	Sequence and abc_to_dq0 Transformations	Порядок слідування і перетворення координат $abc$ у $dq0$
6.2	Three-Phase Programmable Source, V-I Measurement and Sequence Analyzer	Трифазний програмує джерело, вимірювання та аналіз послідовності струму і напруги
6.3	Three-Phase Programmable Source, PLL Voltage and Power Measurement (PLL – Phase Locked Loop, система фазової автоматичної підстроювання частоти)	Трифазний програмне джерело напруги і потужності з фазовим автоматичним підстроюванням частоти
6.4	FFT Analysis During Simulation (FFT – fast Fourier transform, швидке перетворення Фур'є)	Аналіз в ході моделювання за допомогою швидкого перетворення Фур'є

## 7 ELECTRIC DRIVE MODELS (МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ)

Таблиця 7.1 – Electronic Drive Models (Моделі електроприводів)

7.1	12.8 V, 40 Ah, Lithium-Ion (LiFePO4) Battery Aging Model (1000 h Simulation)	Модель старіння (зношування) 12,8 В, 40 А/г Літій-іонний акумулятор (1000 годин)
7.2	Lithium-Ion Temperature Dependent Battery Model	Модель Літій-іонний акумулятора, що залежить від температури
7.3	Shaft Coupling (Simscape model)	Муфта валу
7.4	Gear Speed Reducer (Simscape model)	Редуктор
7.5	Energy Management Systems for a Hybrid Electric Source (Application for a More Electric Aircraft)	Система енергією для гібридного електричного джерела (Додаток для більшості електрообладнання літака)
7.6	Supercapacitor Model	Модель суперконденсатора
7.7	6 kW 45 Vdc Fuel Cell Stack	6-кіловатна 45-вольтна батарея паливних елементів
7.8	Ni-MH Battery Model	Модель нікель-металогібридної батареї
7.9	AC1 – Six-Step VSI Induction 3HP Motor Drive (AC – alternating current, змінний струм)	Асинхронний електропривід потужністю 3 кінські сили з шестишаговим інвертором напруги
7.10	AC2 – Space Vector PWM VSI Induction 3HP Motor Drive	Електропривод з векторним керуванням асинхронним двигуном потужністю 3 кінські сил на основі інвертору напруги з широтно-імпульсною модуляцією

Продовження таблиці 7.1

7.11	AC3 – Field-Oriented Control Induction 200 HP Motor Drive	Електропривод з поле-орієнтованим управлінням асинхронним двигуном потужністю 200 кінських сил
7.12	AC3 – Comparison Between Detailed and Simplified Models	Зрівняння розгорнутої і спрощеної моделей
7.13	AC3 – Sensorless Field Oriented Control Induction Motor Drive	Електропривод з безсенсорним, поле-орієнтованим управлінням асинхронним двигуном
7.14	AC 4 – DTC Induction 200 HP Motor Drive (DTC – direct torque control)	Електропривод з прямим управлінням обертаючим моментом асинхронного двигуна потужністю 200 кінських сил
7.15	AC4 – Space Vector PWM- DTC Induction 200 HP Motor Drive	Електропривод з прямим управлінням обертаючим моментом асинхронного двигуна потужністю 200 кінських сил на основі ШШМ з векторним управлінням
7.16	AC5 - Self-Controlled Synchronous 200 HP Motor Drive	Електропривод з прямим управлінням обертаючим моментом синхронного двигуна потужністю 200 кінських сил на самоуправлінням
7.17	AC5 – Comparison Between Detailed and Simplified Models	Зрівняння детальної і спрощеної моделей
7.18	AC6 – PM Synchronous 3HP Motor Drive	Електропривод на основі синхронного двигуна з постійною магнітною потужністю 3 кінські сили

## Продовження таблиці 7.1.

7.19	AC6 – Comparison Between Detailed and Simplified Models	Зрівняння детальної і спрощеної моделей
7.20	AC 6 – 100kW Interior Permanent Magnet Synchronous Motor Drive	Електропривод на основі синхронного двигуна з внутрішніми магнітами потужністю 100 кВт
7.21	AC7 – Brushless DC Motor Drive During Speed Regulation	Безконтактний електропривод з двигуном постійного струму при регулюванні швидкості
7.22	AC7 – Comparison Between Detailed and Simplified Models	Зрівняння детальної і спрощеної моделей
7.23	AC7 – Sensorless Brushless DC Motor Drive During Speed Regulation	Бездатчиковий, безконтактний електропривод з двигуном постійного струму при регулюванні швидкості
7.24	AC8 – PM Synchronous 3HP Motor Drive	Електропривод на основі синхронного двигуна потужністю 3 кінські сили
7.25	AC8 – PM Synchronous 3HP Motor Drive	Електропривод на основі синхронного двигуна потужністю 3 кінські сили
7.26	AC8 – Comparison Between Detailed and Simplified Models	Зрівняння детальної і спрощеної моделей
7.27	AC9 - Single-Phase Induction Motor Drive	Однофазний асинхронний двигун

## Продовження таблиці 7.1.

7.28	DC1 – Two-Quadrant Single- Phase Rectifier 5 HP DC Drive (DC – direct current, постійний струм)	Двоквадрантний електропривод на основі однофазного випрямляча і двигуна постійного струму потужністю 5 кінських сил
7.29	DC1 – Two-Quadrant Single- Phase Rectifier 5 HP DC Drive with Regenerative Braking System	Двоквадрантний електропривод на основі однофазного випрямляча, двигуна постійного струму потужністю 5 кінських сил та системи рекуперативного гальмування
7.30	DC2 – Four-Quadrant Single- Phase Rectifier 5 HP DC Drive	Чотириквадрантний електропривод на основі однофазного випрямляча і двигуна постійного струму потужністю 5 кінських сил
7.31	DC3 – Two-Quadrant Three- Phase Rectifier 200 HP DC Drive	Двоквадрантний електропривод на основі трифазного випрямляча і двигуна постійного струму потужністю 200 кінських сил
7.32	DC4 – Four-Quadrant Three- Phase Rectifier 200 HP DC Drive	Чотириквадрантний електропривод на основі трифазного випрямляча і двигуна постійного струму потужністю 200 кінських сил
7.33	DC4 – Four-Quadrant Three- Phase Rectifier 200 HP DC Drive with no Circulating Current	Чотириквадрантний електропривод без циркуляції струму на основі трифазного випрямляча і двигуна постійного струму потужністю 200 кінських сил
7.34	DC5 – One-Quadrant Chopper 5 HP DC Drive	Одноквадрантний електропривод постійного струму потужністю 5 кінських сил на основі понижуючого перетворювача

## Продовження таблиці 7.1.

7.35	DC5 – One-Quadrant Chopper 5 HP DC Drive with Hysteresis Current Control	ОдноквADRантний електропривод постійного струму потужністю 5 кінських сил на основі понижуючого перетворювача з гістерезисним контролюванням струму
7.36	DC6 – Two-Quadrant Chopper 200 HP DC Drive	ДвоквADRантний електропривод постійного струму потужністю 200 кінських сил на основі понижуючого перетворювача
7.37	DC7 – Four-Quadrant Chopper 200 HP DC Drive	ЧотириквADRантний електропривод постійного струму потужністю 200 кінських сил на основі понижуючого перетворювача
7.38	Mechanical Shaft	Механічний вал
7.39	Speed Reducer	Редуктор
7.40	Mechanical Coupling of Two Motor Drives I	Механічне з'єднання двох електроприводів I
7.41	Mechanical Coupling of Two Motor Drives II	Механічне з'єднання двох електроприводів II
7.42	Winding Machine	Барабанна лебідка ліфта
7.43	Robot Axis Control Using Brushless DC Motor Drives	Управління степеню рухомості робота за допомогою електропривода з безщитковим двигуном постійного струму
7.44	Aircraft Electrical Power Generation and Distribution	Генерування и розподілення електричної потужності літака

## 8 FACTS MODELS (МОДЕЛІ ГНУЧКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ЗМІННОГО СТРУМУ, FACTS – FLEXIBLE ALTERNATING CURRENT TRANSMISSION SYSTEMS)

Таблиця 8.1 – FACTS Models (Моделі гнучких систем передачі змінного струму)

8.1	Thyristor-Based HVDC Transmission System (Detailed Model) (HVDC – high-voltage direct current, лінія високої напруги на постійному струмі)	Високовольтна система (лінія) електропередачі на постійному струмі, заснована на тиристорах (деталізована модель)
8.2	Thyristor-Based HVDC Transmission System (Average Model)	Високовольтна система (лінія) електропередачі на постійному струмі, заснована на тиристорах (Звичайна модель)
8.3	VSC-Based HVDC Transmission System (Detailed Model) (VSC – voltage source converter, перетворювач напруги)	Високовольтна система (лінія) електропередачі на постійному струмі, заснована на перетворювачі напруги (Деталізована модель)
8.4	STATCOM (Phasor Model) (STATCOM – Static Compensator)	Статичний компенсатор (Векторна модель)
8.5	STATCOM (Detailed Model)	Статичний компенсатор (Деталізована модель)
8.6	D-STATCOM (Detailed Model) (D – distribution)	Розподілений статичний компенсатор (Деталізована модель)
8.7	D-STATCOM (Average Model)	Розподілений статичний синхронний компенсатор (Звичайна модель)



## Продовження таблиці 8.1.

8.8	SSSC (Phasor Model) Uses: Control System (SSSC – Static Synchronous Series Compensator)	Послідовний статичний синхронний компенсатор (Векторна модель) Застосування: система управління
8.9	SVC (Phasor Model) (SVC – Static Var Compensator)	Статичний компенсатор реактивної потужності (Векторна модель)
8.10	SVC (Detailed Model)	Статичний компенсатор реактивної потужності (Деталізована модель)
8.11	TCSC (Phasor Model) (TCSC – Thyristor Controlled Series Capacitor)	Додаткова ємність з тиристорним управлінням (Векторна модель)
8.12	TCSC (Detailed Model)	Додаткова ємність з тиристорним управлінням (Деталізована модель)
8.13	SVC and PSS (Phasor Model) (SVC – Static Var Compensator, PSS – Power System Stabilizers)	Статичний компенсатор реактивної потужності і стабілізатор енергосистеми (Векторна модель)
8.14	UPFC (Phasor Model) Uses: Control System (UPFC – Unified Power Flow Controller)	Об'єднаний регулятор потоку потужності (Векторна модель) Застосування: система управління
8.15	UPFC (Detailed Model)	Об'єднаний регулятор потоку потужності (Деталізована модель)
8.16	OLTC Phase Shifting Transformer (Phasor Model) (OLTC – On-load tap changer)	Фазозсувний трансформатор з регулюванням під навантаженням (Векторна модель)
8.17	OLTC Regulating Transformer (Phasor Model)	Трансформатор з регулюванням напруги під навантаженням (Векторна модель)

## 9 RENEWABLE ENERGY (ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ)

Таблиця 9.1 – Renewable Energy (Відновлювальні джерела енергії)

9.1	Home Energy Management System	Домашня система управління енергією
9.2	Simplified Model of a Small Scale Micro-Grid	Спрощена модель маломасштабної мікросітки
9.3	Single-Phase, 240 Vrms, 3500 W Transformerless Grid-Connected PV Array	Однофазна, 240 В, 3500 Вт без трансформаторна фотоелектрична батарея, підключена до мережі
9.4	250-kW Grid-Connected PV Array	250 кВт фотоелектрична батарея, підключена до мережі
9.5	400-kW Grid-Connected PV Farm (Average Model)	Звичайна модель 400 кВт фотоелектричної батареїної електростанції
9.6	Partial Shading of a PV Module	Частково затемнена фотоелектрична батарея
9.7	24-hour Simulation of a Vehicle-to-Grid (V2G) System	24 годинна симуляція роботи системи
9.8	Detailed Model of a 100-kW Grid-Connected PV Array (PV – Photovoltaic)	Деталізована модель 100 кВт фотоелектричної батареї, підключеної до мережі
9.9	Average Model of a 100-kW Grid-Connected PV Array	Звичайна модель 100 кВт фотоелектричної батареї, підключеної до мережі
9.10	Wind Farm (IG) (IG – induction generator or asynchronous generator)	Вітрянаелектростанція (Асинхронний генератор)

Продовження таблиці 9.1.

9.11	Wind-Turbine Asynchronous Generator in isolated Network	Асинхронний генератор з вітряною турбіною в ізольованій мережі
9.12	Wind Farm (DFIG Phasor Model)	Вітряна електростанція (Векторна модель генератора подвійного живлення)
9.13	Wind Farm – DFIG Detailed Model	Вітряна електростанція – деталізована модель генератора подвійного живлення
9.14	Wind Farm – DFIG Average Model	Вітряна електростанція – звичайна модель генератора подвійного живлення
9.15	Wind Farm – Synchronous Generator and Full Scale Converter (Type 4) Detailed Model	Вітряна електростанція – деталізована модель синхронного генератора и повномасштабного перетворювача
9.16	Wind Farm – Synchronous Generator and Full Scale Converter (Type 4) Average Model	Вітряна електростанція – звичайна модель синхронного генератора та повномасштабного перетворювача
9.17	Solid-Oxide Fuel Cell Connected to Three-Phase Electrical Power System	Твердооксидний паливний елемент, зв'язаний з трифазовою електричною системою

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

### ОСНОВНА

1. Офіційний сайт MatLab,  
<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
2. MATLAB User Guide. – The MathWorks, Inc., 2014.
3. SimPowerSystems User's Guide. / Hydro-Quebec and The MathWorks, Inc., 2009. – 402 p..
4. SimPowerSystems. MATLAB.Exponenta. [В інтернеті]  
[Цитовано: 15 лютий 2014]  
<http://matlab.exponenta.ru/simpower/book1/index.php>.
5. Власенко Р. В. Аналіз енергетичних процесів в трифазному силовому активному фільтрі з використанням спектрального моделювання / Р. В. Власенко, О. В. Бялобржеський // Електротехніка та електроенергетика. - 2014. - № 1. - С. 12-18.