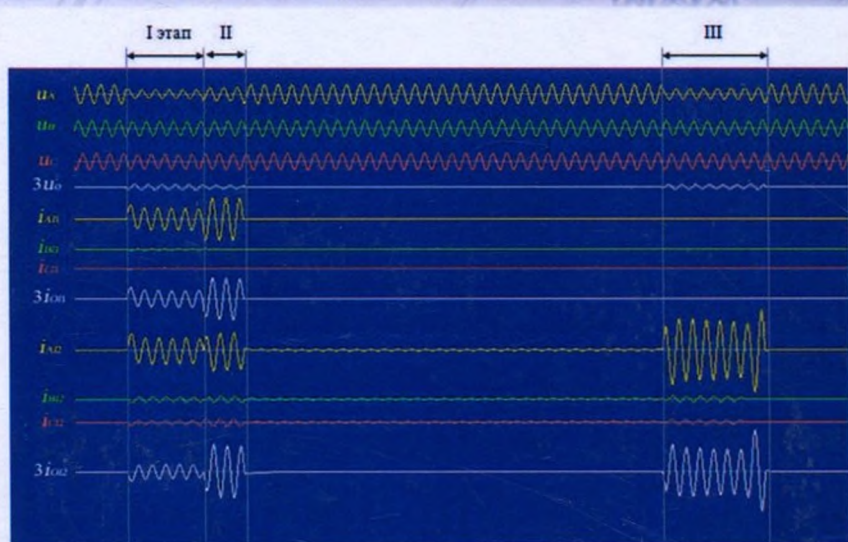


621.31
А 22

Автоматизація та кібербезпека енергосистем

АВТОМАТИКА ПРОТИАВАРІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ



Харків
2020

Автоматизація та кібербезпека енергосистем

**АВТОМАТИКА ПРОТИАВАРІЙНОГО
УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ
СИСТЕМ**

**Харків
2020**

Рецензенти:

М. Л. Лисиченко, д-р техн. наук, проф. (Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка);

В. Г. Ягуп, д-р техн. наук, проф. (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Затверджено до друку вченою радою Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» як підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(Протокол № 3 від 26.05.2020р.)

Автори:

Є. І. Сокол, Г. А. Сендерович, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець, О. В. Дяченко, І. О. Самойленко, В. В. Скопенко, І. Т. Карпалюк, С. В. Швець, М. В. Черкашенко, В. И. Старенький, Н. С. Захаренко, Н. В. Рудевич, Ю. Ф. Тесик, С. Ю. Пронзелева, Г. В. Фурсова

Сокол Є. І.

С 59 Автоматика протиаварійного управління електроенергетичних систем: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Є. І. Сокол, Г. А. Сендерович, О. Г. Гриб та ін. – Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. – 216 с.
ISBN 978-617-7912-24-7

У даному підручнику розглянуті фізичні основи функціонування, методи реалізації і побудова пристроїв автоматики протиаварійного управління електроенергетичних систем. Розглянуті питання, пов'язані з автоматикою повторного включення, резервування, частотного розвантаження. Знайшли відображення питання запобігання неприпустимих змін режимних параметрів, зокрема, автоматики запобігання порушення стійкості та автоматики ліквідації асинхронного режиму роботи. Підручник призначений для студентів вищих навчальних закладів спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, що спеціалізуються в області автоматизації електроенергетичних систем.

Іл.: 128 Табл.: 3. Бібліогр. наймен.: 26.

ISBN 978-617-7912-24-7

© Сокол Є. І., Сендерович Г. А., Гриб О. Г., Запорожець А. О., Дяченко О. В., Самойленко І. О., Скопенко В. В., Карпалюк І. Т., Швець С. В., Черкашенко М. В., Старенький В. П., Захаренко Н. С., Рудевич Н. В., Тесик Ю. Ф., Пронзелева С. Ю., Фурсова Г. В., 2020

ЗМІСТ

Передмова.....	5
Вступ.....	7
Питання для самопідготовки.....	15
1 Автоматичне повторне включення.....	16
1.1 Призначення АПВ.....	16
1.2 Класифікація АПВ. Основні вимоги до схем АПВ.....	17
1.3 Електричне АПВ однократної дії.....	20
1.4 Особливості виконання АПВ на телемеханізованих ИС.....	22
1.5 Особливості виконання АПВ на повітряних вимикачах.....	26
1.6 Вибір уставок одноразових АПВ для ліній з одностороннім живленням.....	29
1.7 Прискорення дії релейного захисту при АПВ.....	30
1.8 Виконання АПВ на змінному оперативному струмі.....	35
1.9 Двократне АПВ.....	38
ІЛО Трифазне АПВ на лініях з двостороннім живленням.....	39
1.10.1 Загальні відомості.....	39
1.10.2 Несинхронні АПВ.....	41
1.10.3 Швидкодіючі АПВ.....	43
1.10.4 АПВ з очікуванням синхронізму.....	45
1.11 Однофазне АПВ.....	56
1.12 АПВ шин.....	58
1.13 АПВ на мікроелементній базі.....	59
1.14 Мікросхемний комплекс автоматичних пристроїв повторного включення.....	65
Питання для самопідготовки до розділу 1.....	69
2 Автоматичне включення резервного живлення та обладнання.....	72
2.1 Призначення АВР.....	72
2.2 Основні вимоги до схем АВР.....	74
2.3 Принцип дії АВР.....	75
2.4 Автоматичне включення резервних трансформаторів.....	77
2.5 Мережеві АВР.....	81
2.6 Розрахунок уставок АВР.....	83
2.7 Сучасні підходи до виконання пристрою АВР.....	84
2.7.1 АВР трансформатора власних потреб теплової електростанції.....	85
2.7.2 Швидкодіючі автоматичні пристрої резервного включення.....	87
Питання для самопідготовки до розділу 2.....	91
3 Автоматичне частотне розвантаження.....	92
3.1 Призначення і основні принципи виконання АЧР.....	92
3.2 Реле частоти.....	97
3.3 Запобігання помилкових відключень споживачів при короткочасних зниженнях частоти в енергосистемі.....	102
3.3.1 Зниження частоти при короткочасному відключенні підстанції в циклі АПВ або АВР.....	102
3.3.2 Зниження частоти внаслідок накиду потужності при КЗ.....	104

3.3.3 Зниження частоти при асинхронному ході.....	104
3.4 Автоматичне повторне включення після АЧР.....	105
3.5 Схеми АЧР і ЧАПВ.....	105
Питання для самопідготовки до розділу 3.....	109
4 Протиаварійна автоматика запобігання недопустимих змін режимних параметрів.....	111
4.1 Призначення і класифікація пристроїв протиаварійної автоматики запобігання неприпустимих змін режимних параметрів.....	111
4.2 Поняття про стійкість паралельної роботи енергосистем.....	114
4.2.1 Статична стійкість.....	114
4.2.2 Динамічна стійкість.....	115
4.3 Засоби підвищення статичної та динамічної стійкості.....	118
4.3.1 Засоби підвищення статичної стійкості.....	118
4.3.2 Засоби підвищення динамічної стійкості.....	119
4.4 Пристрої ПА для запобігання порушенню стійкості.....	121
4.4.1 Структура пристроїв.....	121
4.4.2 Схема пускових органів пристроїв ПА.....	123
4.4.3 Пристрій автоматичного дозування управляючих впливів.....	126
4.4.4 Виконавчі пристрої ПА.....	128
4.5 Пристрій телепередачі аварійних сигналів автоматики.....	131
4.6 Асинхронний режим і пристрої автоматичної ліквідації асинхронного режиму.....	133
4.6.1 Загальні положення.....	133
4.6.2 Принципи виконання пристроїв автоматичної ліквідації асинхронного режиму.....	135
4.7 Автоматичне обмеження підвищення напруги.....	141
4.7.1 Пристрій автоматичного обмеження підвищення напруги на лінії.....	144
4.7.2 Автоматика шунтуючого реактора з іскровим проміжком.....	147
Питання для самопідготовки до розділу 4.....	149
5 Мікропроцесорна автоматика ліквідації асинхронного режиму.....	150
5.1 Призначення і види автоматичних пристроїв.....	150
5.2 Електричні ознаки асинхронного режиму.....	151
5.3 Варіанти мікропроцесорної автоматики ліквідації асинхронного режиму.....	155
Питання для самопідготовки до розділу 5.....	167
6 Практикум з вирішення професійних задач.....	169
6.1 Проектувальні задачі з протиаварійної автоматики.....	169
6.1.1 Типові проектувальні задачі.....	169
6.1.2 Розроблення проекту на пристрій ліквідації асинхронного режиму.....	172
6.2 Експлуатаційні задачі з протиаварійної автоматики.....	183
6.2.1 Типові експлуатаційні задачі.....	183
6.2.2 Технічна перевірка пристрою ліквідації асинхронного режиму.....	187
6.3 Науково-дослідні задачі з протиаварійної автоматики.....	201

6.3.1 Типові науково-дослідні задачі.....	201
6.3.2 Проведення пошукових науково-дослідних робіт щодо пристрою ліквідації асинхронного режиму.....	203
Питання для самопідготовки до розділу 6.....	211
Перелік умовних скорочень.....	212
Список літератури.....	213