

УДК 621.301

А.О. Мушаров

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТИПОВИХ СХЕМ ЗАМІЩЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗЕНІТНО-РАКЕТНОЇ СИСТЕМИ

*У статті розглянуті схеми заміщення системи електропостачання зенітно-ракетної системи.*

**Ключові слова:** зенітно-ракетна система, схема заміщення системи електропостачання, силовий деструктивний вплив.

### Вступ

**Постановка науково-технічної задачі.** Існуючі технічні засоби силового деструктивного впливу на системи електропостачання військових об'єктів здатні створювати імпульси напруги з амплітудою, тривалістю та енергією, достатніми для викликання збоїв в роботі або руйнування обладнання комплексів озброєння і військової техніки.

Особливу небезпеку при використанні електромагнітної зброї становить те, що вона може бути застосована невеликими диверсійними підрозділами або терористичними групами.

Для з'ясування можливих наслідків застосування терористами технічних засобів силового деструктивного впливу необхідно визначити найбільш вразливі ділянки систем електропостачання військових об'єктів.

**Аналіз літератури.** Питанням захисту систем електропостачання комплексів озброєння і військової техніки в умовах застосування силових деструктивних впливів за допомогою електромагнітної

зброї або технічних засобів впливу по провідним каналам в літературі присвячені роботи [1 – 5].

Для дослідження процесів, що протікають у системі електропостачання в умовах дії силових деструктивних впливів, доцільно використовувати схеми заміщення.

**Мета** даної статті полягає у визначенні параметрів типових схем заміщення існуючих систем електропостачання зенітно-ракетних дивізіонів для з'ясування можливостей їх захисту від силових деструктивних впливів.

### Основний матеріал

Засоби електропостачання зенітної ракетної системи поділяються на засоби зовнішнього електропостачання, що забезпечують живлення споживачів від державної мережі електропостачання, та засоби автономного електропостачання. До складу зенітно-ракетної системи входить до 7 виробів, кожний з яких має власні засоби електроживлення. Типова схема електропостачання такого виробу представлена на рис. 1.

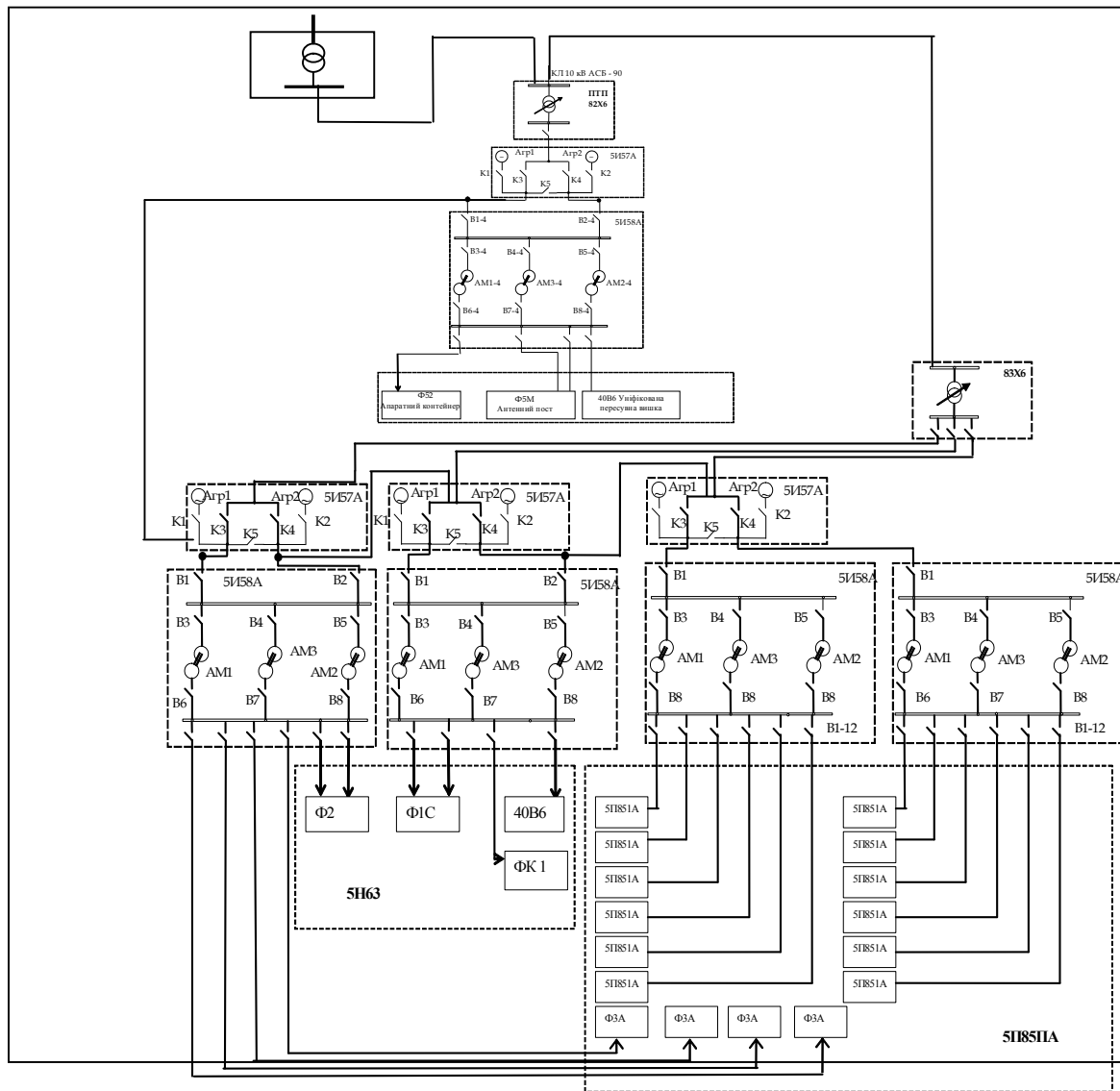


Рис. 1. Однолінійна схема системи електропостачання виробу

До системи електропостачання зенітного ракетного дивізіону, окрім системи автономного електропостачання виробу входить система зовнішнього електропостачання, яка є складовою частиною системи централізованого електропостачання енерго району зенітно-ракетної системи і включає в себе систему електропостачання адміністративно-господарської зони (штаб, казарма, їдальня, лазня, склади тощо) та систему електропостачання житлової зони.

Типова однолінійна схема централізованого електропостачання наведена на рис. 2.

На даній схемі опір  $Z_{E5}$  обумовлений споживачами електричної енергії господарчої території та військового містечка, а опори  $Z_{E1} - Z_{E4}$  навантаженими виробу.

Основними елементами даної схеми є силові трансформатори та лінії електропередач. Для отримання схеми заміщення даної системи електропостачання необхідно представити її у вигляді послідо-

вних та паралельних з'єднань кожного з елементів.

Для складання схеми заміщення системи електропостачання, представленої на рис. 2, крім визначення еквівалентних опорів для врахування навантаження, необхідно представити схеми заміщення трансформаторів та повітряних і кабельних ліній електропередач.

Схема заміщення трансформатора наведена на рис. 3.

Технічні дані силових трансформаторів системи електропостачання наведені у табл. 1.

Розрахунок параметрів трансформатору проведено для однієї фази, згідно методики, наведеної в [6, 7].

Результати розрахунків наведені в табл. 2.

Для визначення параметрів схеми заміщення ліній електропередач використана схема, що зображена на рис. 4. Результати розрахунків схеми заміщення ліній електропередач наведені у табл. 3.

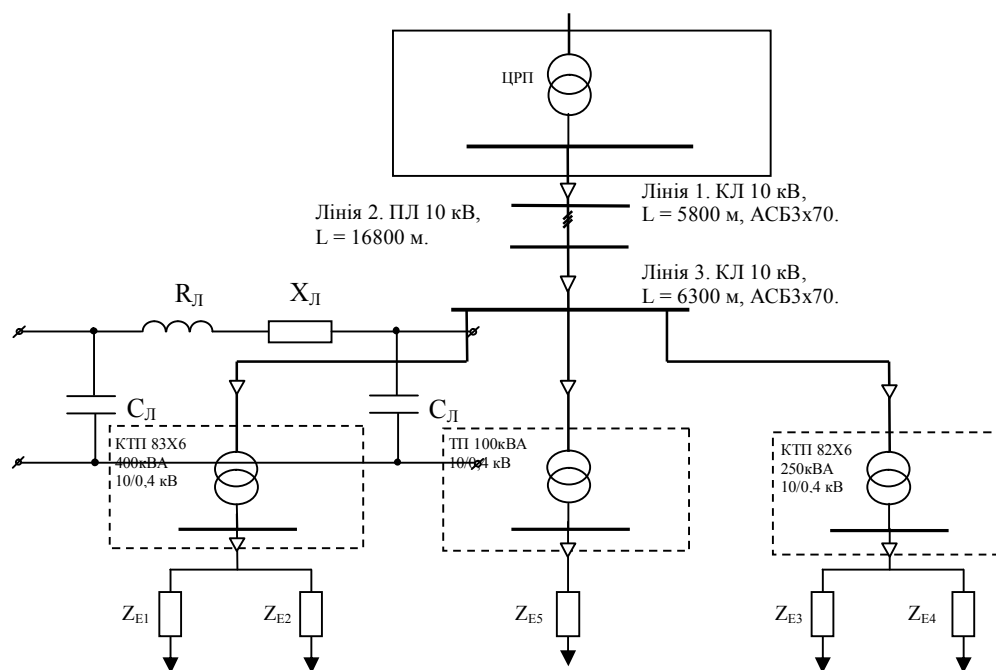


Рис. 2. Типова однолінійна схема системи електропостачання

Таблиця 1

Технічні дані силових трансформаторів

Найменування параметрів	Тип виробу		
	ТМ100 10/0,4	82X6	83X6
Номінальна потужність, кВ·А	100	250	400
Номінальна напруга ВН, кВ	6 или 10		
Номінальна напруга НН, кВ	0,4		
Номінальний струм ВН, А	5,8 або 3,3	24 або 14,4	38,5 або 23,1
Номінальний струм НН, А		361	578
Рід струму	Змінний трифазний		
Частота, Гц	50		
Напруга к.з. трансформатора, % $U_H$	5,5		4,5
Струм холостого ходу трансформатора, % $I_H$	7,5	4,0	3,5
Втрати холостого ходу трансформатора, Вт	730	660	920
Втрати короткого замикання трансформатора, Вт	2400	4200	6100
Сумарні втрати трансформатора, Вт	3130	4860	7020
Схема та група з'єднання обмоток трансформатора	$\Delta/Y - 11$ или $Y/Y - 0$		
Коефіцієнт трансформації	15 або 26		
Режим роботи	Тривалий		
Регулювання напруги	Автоматичне та дистанційно-ручне від ШАУ		
Точність підтримання напруги на стороні НН, %	$\pm(2\pm 0,5)$		

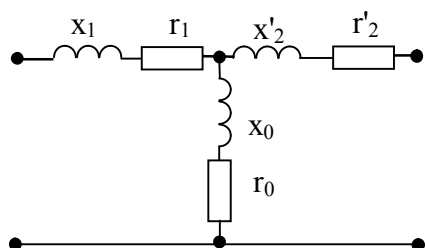


Рис. 3. Повна схема заміщення трансформатора

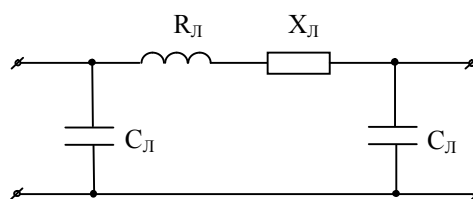


Рис. 4. Загальний вигляд схеми заміщення ліній електропередач

Таблиця 2

Параметри схем заміщення силових трансформаторів

Тип трансформатору	$r_1$ , Ом	$x_1$ , Гн	$r_0$ , Ом	$x_0$ , Гн	$x'_2$ , Гн	$r'_2$
ТМ100 10/0,4	11,9	$146,18 \cdot 10^{-3}$	1284	42,04	$146,18 \cdot 10^{-3}$	11,9
83Х6	1,9	$16,88 \cdot 10^{-3}$	478	22,91	$16,88 \cdot 10^{-3}$	1,9
82Х6	3,37	$48,57 \cdot 10^{-3}$	663	31,83	$48,57 \cdot 10^{-3}$	3,37

Таблиця 3

Параметри схем з аміщення ліній електропередач

№ лінії	$R_{Л}$ , Ом	$X_{Л}$ , Гн	$C_{Л}$ , Ф
1	0,083	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-6}$
2	6,45	$4 \cdot 10^{-3}$	$2535 \cdot 10^{-6}$
3	0,09	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$98 \cdot 10^{-6}$

Таким чином, схема заміщення системи електропостачання зенітно-ракетного дивізіону С-300ПТ буде мати вигляд, представлений на рис. 5.

Від схеми заміщення (рис. 5) переходимо до еквівалентної схеми (рис. 6) із параметрами, що наведені в табл. 4.

В еквівалентній схемі враховані параметри кабельних і повітряних ліній електропередач та параметри силових трансформаторів, кола намагнічування яких представлені, як котушки з феромагнітним осердям.

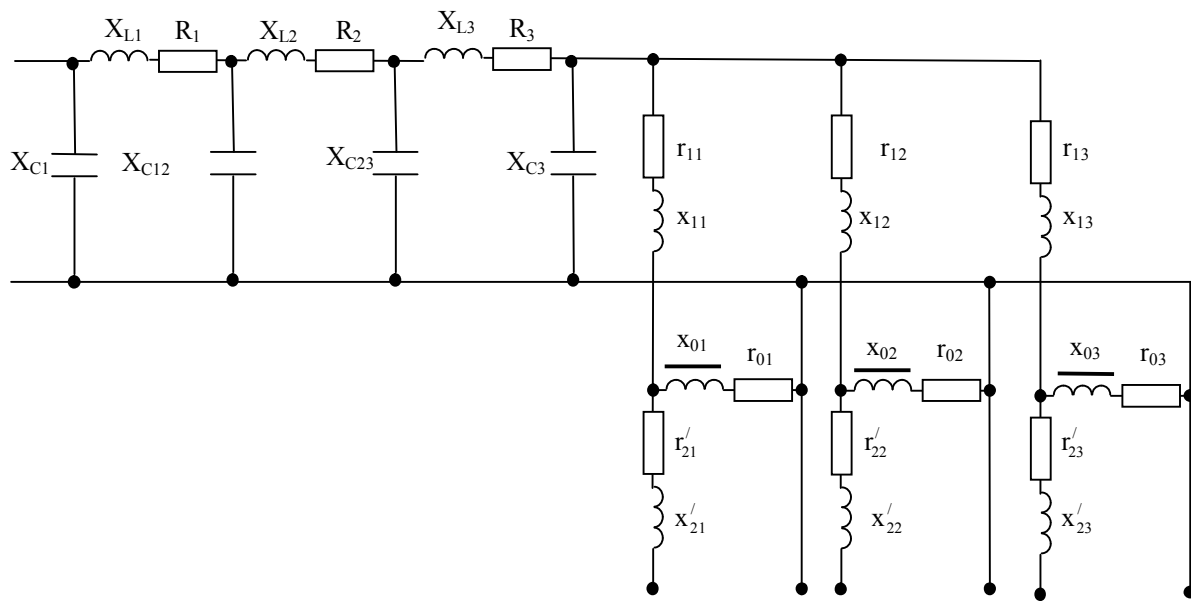


Рис. 5. Схема заміщення системи електропостачання

Таблиця 4

Параметри схеми заміщення

$R_{17}$ , Ом	$R_{19}$ , Ом	$R_{20}$ , Ом	$R_5$ , Ом	$R_6$ , Ом	$R_8$ , Ом	$R_9$ , Ом	$R_{11}$ , Ом	$R_{12}$ , Ом	$C_{19}$ , Ф	$C_{17}$ , Ф	$C_{20}$ , Ф	$L_5$ , Гн	$L_6$ , Гн	$L_8$ , Гн	$L_9$ , Гн	$L_{11}$ , Гн	$L_{12}$ , Гн
1,936	1,25	0,17	23,9	2580	6,748	1329,37	3,8	957,9	$52,2 \cdot 10^{-4}$	$148,1 \cdot 10^{-4}$	$251,4 \cdot 10^{-4}$	0,293	84,23	0,098	636,96	0,033	45,85

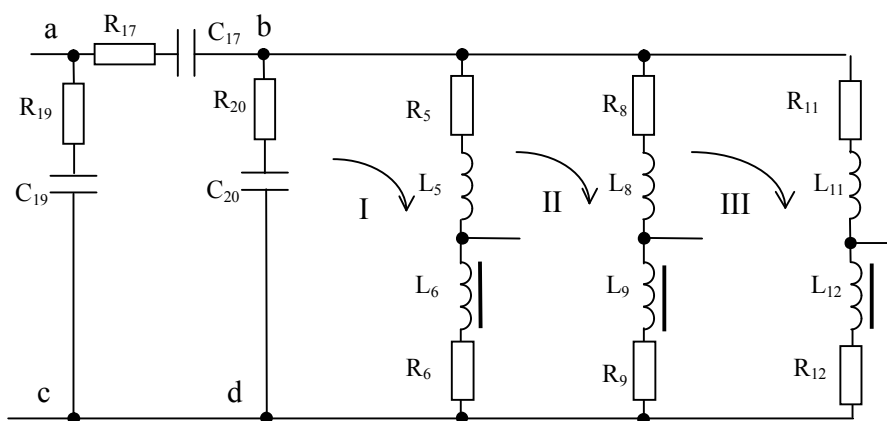


Рис. 6. Еквівалентна схема заміщення системи системи електропостачання

## Висновки

1. Отримана еквівалентна схема дозволяє визначити в системі електропостачання найбільш вразливі ділянки її ураження.

2. Суттєвий вплив на параметри резонансних контурів даної схеми може мати величина і характер навантаження силових трансформаторів системи електропостачання дивізіону, також наявність або відсутність пристроїв компенсації реактивної енергії та місця встановлення захисту від перенапруг.

## Список літератури

1. Барсуков В.С. Безопасность: технологии, средства, услуги / В.С. Барсуков. – М. КУДИУ – Образ, 2001. – 500 с.
2. Мушаров А.О. Аналіз засобів функціонального ураження електротехнічних засобів комплексів озброєння і військової техніки / А.О. Мушаров // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2011. – Вип. 3 (29). – С. 186-189.
3. Кравченко В.И. Электромагнитное оружие / В.И. Кравченко. – Х., 2008. – 186 с.
4. Кононов Б.Т. Защита систем электроснабжения от электромагнитного оружия / Б.Т. Кононов, А.А. Мушаров // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2012. – Вип. 3(9). – С. 143-145.

5. Кононов Б.Т. Феррорезонанс в электрических сетях с поперечной и продольной компенсацией потерь напряжения / Б.Т. Кононов, Е.А. Кононова, А.А. Мушаров // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип. 1(30). – С. 144-146.

6. Кононов Б.Т. Феррорезонанс в электрических цепях с различными схемами соединения активного сопротивления, емкости и катушки с ферромагнитным сердечником / Б.Т. Кононов, А.А. Мушаров // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип. 2 (31). – С. 111-113.

7. Кононов Б.Т. Феррорезонанс напруг в дисипативній системі / Б.Т. Кононов, А.А. Мушаров // Системи озброєння і військова техніка. – 2012. – № 4(32). – С. 118-120.

8. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.

9. Барыбин Ю.Г. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / Ю.Г. Барыбин. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 464 с.

Надійшла до редколегії 19.10.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Б.Т. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТИПОВЫХ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗЕНИТНО-РАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Мушаров

*В статье рассмотрены схемы замещения системы электроснабжения зенитно-ракетной системы С300-ПТ.*

**Ключевые слова:** зенитно-ракетная система, схема замещения системы электроснабжения, силовое деструктивное воздействие.

## DEFINITION OF TYPE PARAMETERS OF EQUIVALENT CIRCUITS POWER SYSTEMS ANTI-MISSILE SYSTEM

A.A. Musharov

*In the article the equivalent circuit of the power supply system air defense missile system.*

**Keywords:** anti-aircraft missile system, the equivalent circuit of power supply system, power destructive impact.