

УДК 621.316.925:621.375.4(075.8)  
Г 525

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент *Б.О. Григоркин*  
канд. техн. наук *А.В. Белоглазов*

Работа подготовлена кафедрой электрических станций  
для магистрантов энергетического факультета  
по направлению «Электроэнергетика и электротехника»

**Глазырин В.Е.**

Г 525    Функциональные устройства РЗА на операционных усилителях: учебное пособие / В.Е. Глазырин, А.А. Осинцев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 83 с.

ISBN 978-5-7782-3784-1

Рассмотрены основные принципы построения функциональных элементов аналоговой части устройств релейной защиты и автоматики, выполненных на базе операционных усилителей. Для анализа работы операционных схем использовано понятие идеального операционного усилителя, что позволило в достаточно простой форме представить работу изучаемых устройств.

УДК 621.316.925:621.375.4(075.8)

ISBN 978-5-7782-3784-1

© Глазырин В.Е., Осинцев А.А., 2018  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2018

## Оглавление

Введение .....	5
<b>Идеальный операционный усилитель .....</b>	<b>6</b>
<b>Классификация операционных схем .....</b>	<b>8</b>
Тип обратной связи .....	8
Линейность .....	10
Частотный диапазон работы.....	10
Предполагаемое применение .....	10
<b>Параллельные операционные схемы .....</b>	<b>11</b>
Преобразователь ток–напряжение.....	11
Усилитель тока .....	14
Инвертирующий усилитель напряжения .....	15
Суммирующий усилитель .....	17
Обобщенный инвертор .....	18
Интегратор.....	22
Интегралсумматор .....	24
Инерционное звено .....	25
Дифференциатор .....	26
Диодный ограничитель.....	27
Аналоговый ключ.....	28
<b>Последовательные операционные схемы.....</b>	<b>29</b>
Усилитель напряжения .....	29
Повторитель напряжения .....	31
Преобразователь напряжение–ток.....	32
<b>Комбинированные операционные схемы.....</b>	<b>33</b>
Разностный усилитель .....	33
Симметричный преобразователь ток–напряжение .....	34
Модулятор.....	35
Фазовращатель .....	36
Активные частотные фильтры .....	38
Обобщенный фильтр Рауха .....	38
Фильтр низших частот Рауха.....	40
Фильтр высших частот Рауха .....	42

Полосовой фильтр Рауха.....	43
Комбинированная положительная и отрицательная обратная связь.....	45
Инвертор тока .....	46
Отрицательное сопротивление.....	47
Неинвертирующий интегратор.....	48
Источник опорного напряжения .....	49
Мультивибратор .....	50
Операционные схемы с несколькими усилителями.....	52
Измерительный усилитель с двумя ОУ .....	52
Схема выделения модуля.....	53
<b>Операционные схемы, используемые в УРЗА.....</b>	<b>55</b>
Активные фильтры симметричных составляющих.....	55
Инвертирующий усилитель-ограничитель .....	60
Компараторы напряжения .....	61
Компаратор для сравнения напряжений одного знака.....	62
Нуль-индикатор .....	62
Компаратор для сравнения двух напряжений, различающихся по знаку .....	63
Триггер Шмитта .....	64
Элемент с областью нечувствительности .....	66
Макси- и мини-селекторы .....	68
Функциональные преобразователи.....	69
Амплитудный детектор .....	71
Генератор треугольных колебаний.....	72
Схема совпадения.....	74
Схема сравнения средних значений двух электрических величин.....	76
Схема сравнения двух электрических величин по фазе .....	77
Времяимпульсные схемы сравнения длительности.....	79
Элементы задержки срабатывания .....	81
Библиографический список .....	82