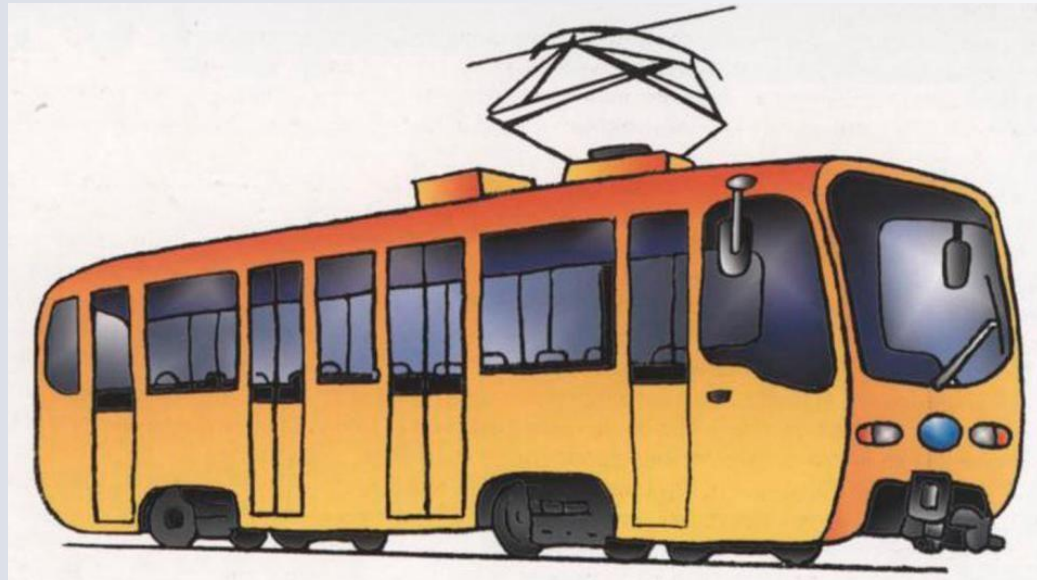


Дипломный проект студента Самусенко Д.С.

Тема:

**Разработка аппаратно-программного
комплекса имитации неустойчивости
напряжения в сетях постоянного тока**



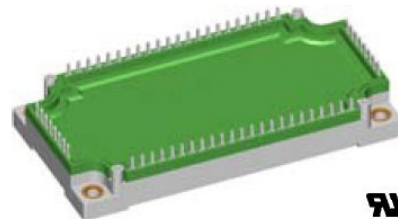
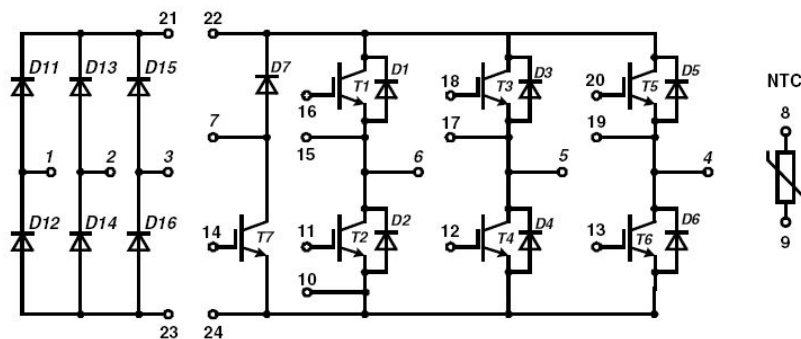
Целью дипломного проекта являлась разработка блока питания для имитации нестабильностей напряжения бортовой сети городского наземного электротранспорта

Входные параметры:
~380В, 50Гц или постоянный ток контактной сети –550В

Параметры на выходе:

- 1. Выходное стабилизированное напряжение 28В с возможностью регулирования в пределах 16 – 32В**
- 2. Формирование заданных отклонений для имитации нестабильности напряжения в бортовых сетях городского электротранспорта**

Силовая часть преобразователя



Pin configuration see outlines.

Single Phase Rectifier	Brake Chopper	Three Phase Inverter
$V_{RRM} = 1600 \text{ V}$	$V_{CES} = 1200 \text{ V}$	$V_{CES} = 1200 \text{ V}$
$I_{DAVM25} = 390 \text{ A}$	$I_{C25} = 60 \text{ A}$	$I_{C25} = 120 \text{ A}$
$I_{FSM} = 1100 \text{ A}$	$V_{CE(sat)} = 1.8 \text{ V}$	$V_{CE(sat)} = 1.8 \text{ V}$

Основные характеристики, схема и внешний вид IGBT-модуля MIXA80WB1200TEN.



Кольцевой ферритовый
магнитопровод.



R 102 × 65.8 × 15.0	B64290L0084
R 140 × 103 × 25.0	B64290A0705

■ Epoxy coating

R 102 × 65.8 × 15.0 (mm)
R 4.016 × 2.591 × 0.591 (inch)

Dimensions

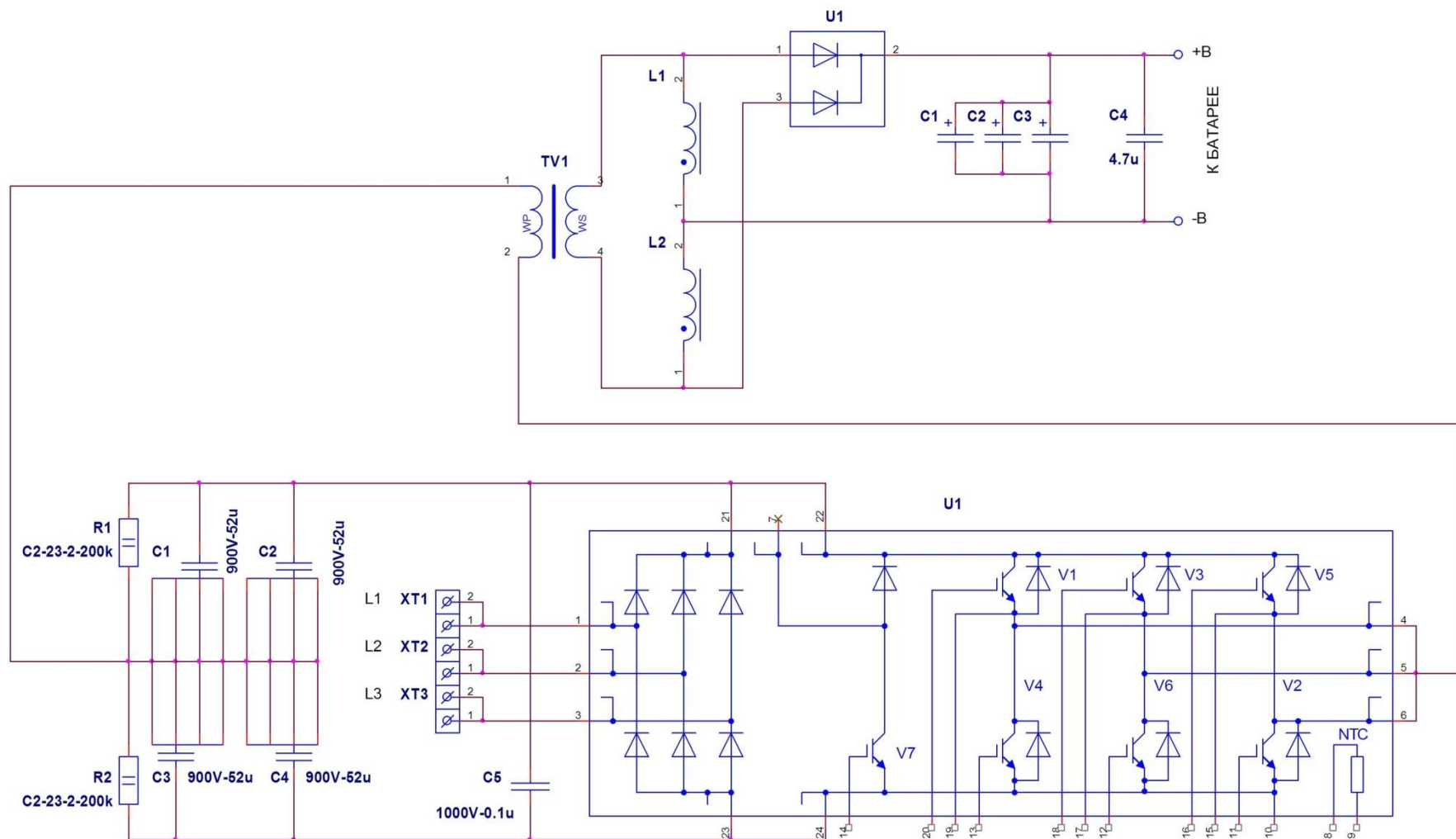
d_a (mm)	d_i (mm)	Height (mm)	d_a (inch)	d_i (inch)	Height (inch)	
102.0 ±2.0	65.8 ±1.3	15.0 ±0.5	4.016 ±0.079	2.591 ±0.051	0.591 ±0.020	uncoated ¹⁾
104.8 max.	63.7 min.	16.3 max.	4.126 max.	2.508 min.	0.642 max.	coated

Characteristics and ordering codes

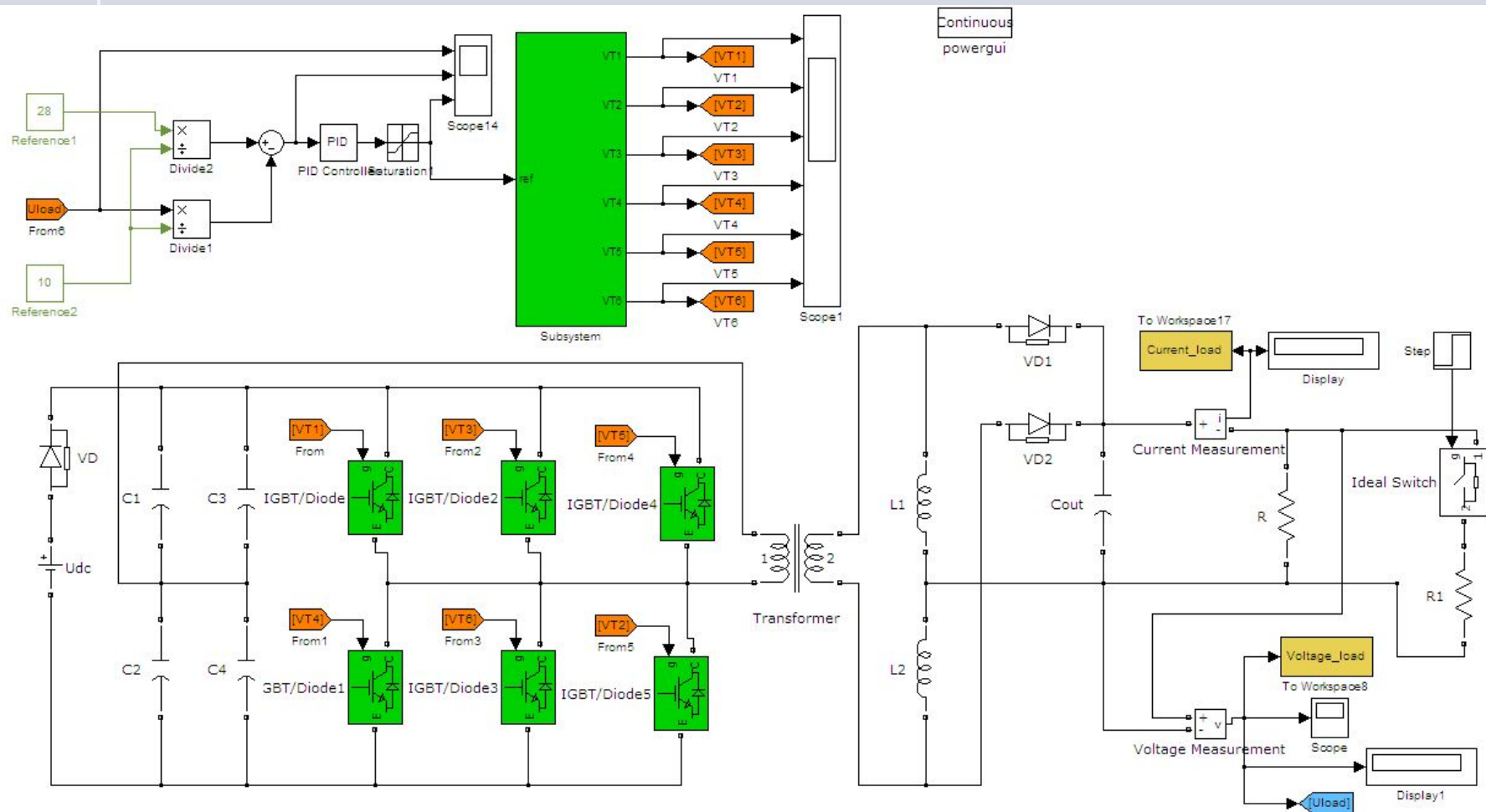
Material	A_L value nH	μ_i (approx.)	Ordering code	Magnetic characteristics				Approx. weight g
				$\Sigma I/A$ mm ⁻¹	l_e mm	A_e mm ²	V_e mm ³	
N87	2880 ±25%	2200	B64290L0084X087	0.96	255.3	267.2	68220	330
N30	5500 ±25%	4200	B64290L0084X830					
T65	6500 ±30%	5000	B64290L0084X065					

Характеристики выбранного сердечника.

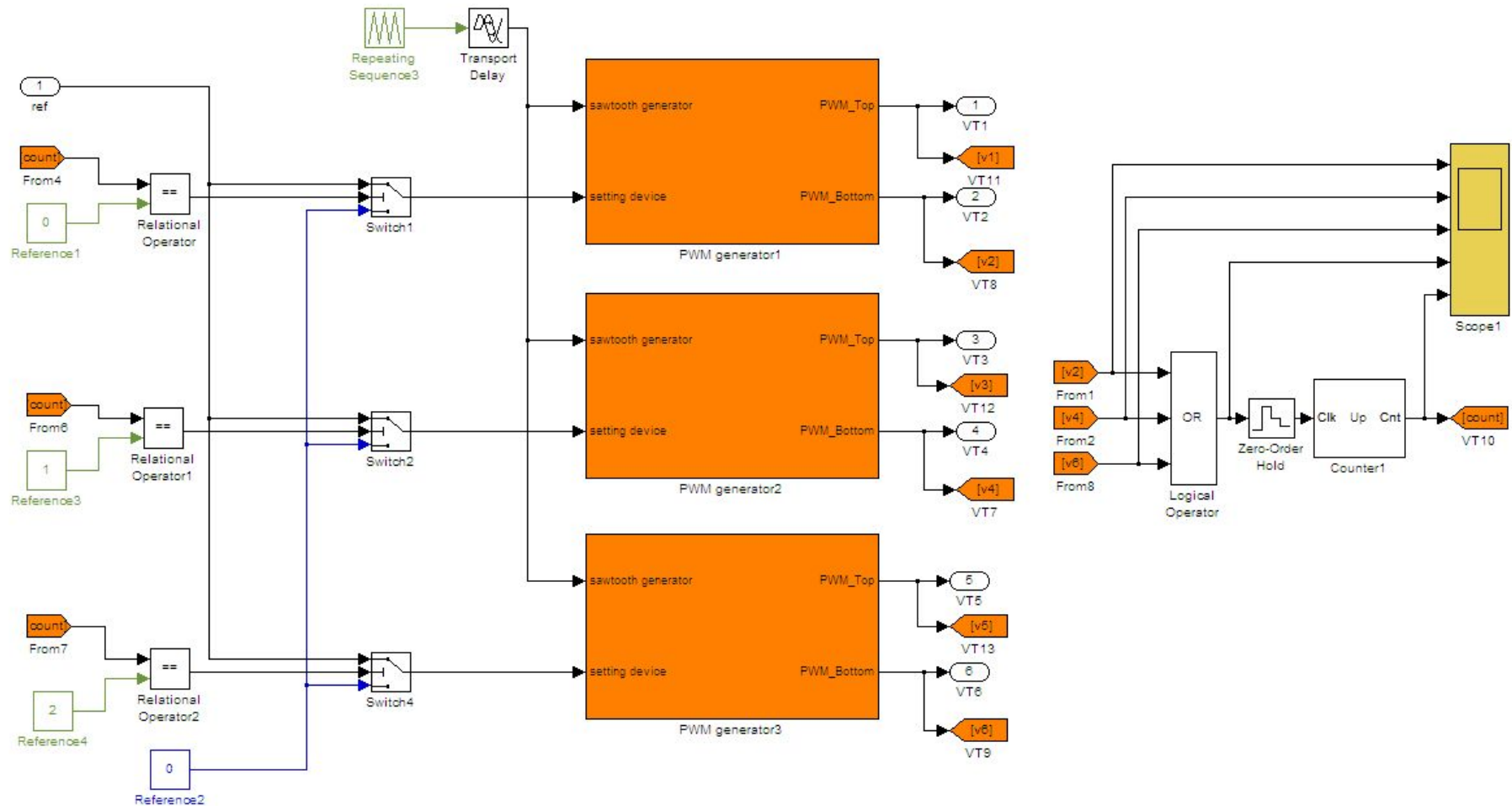
Схема силовой части преобразователя



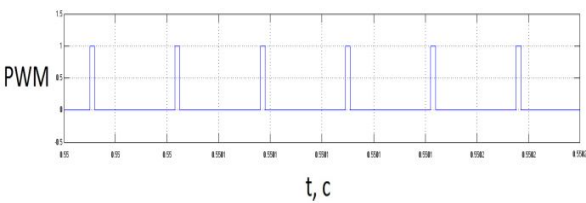
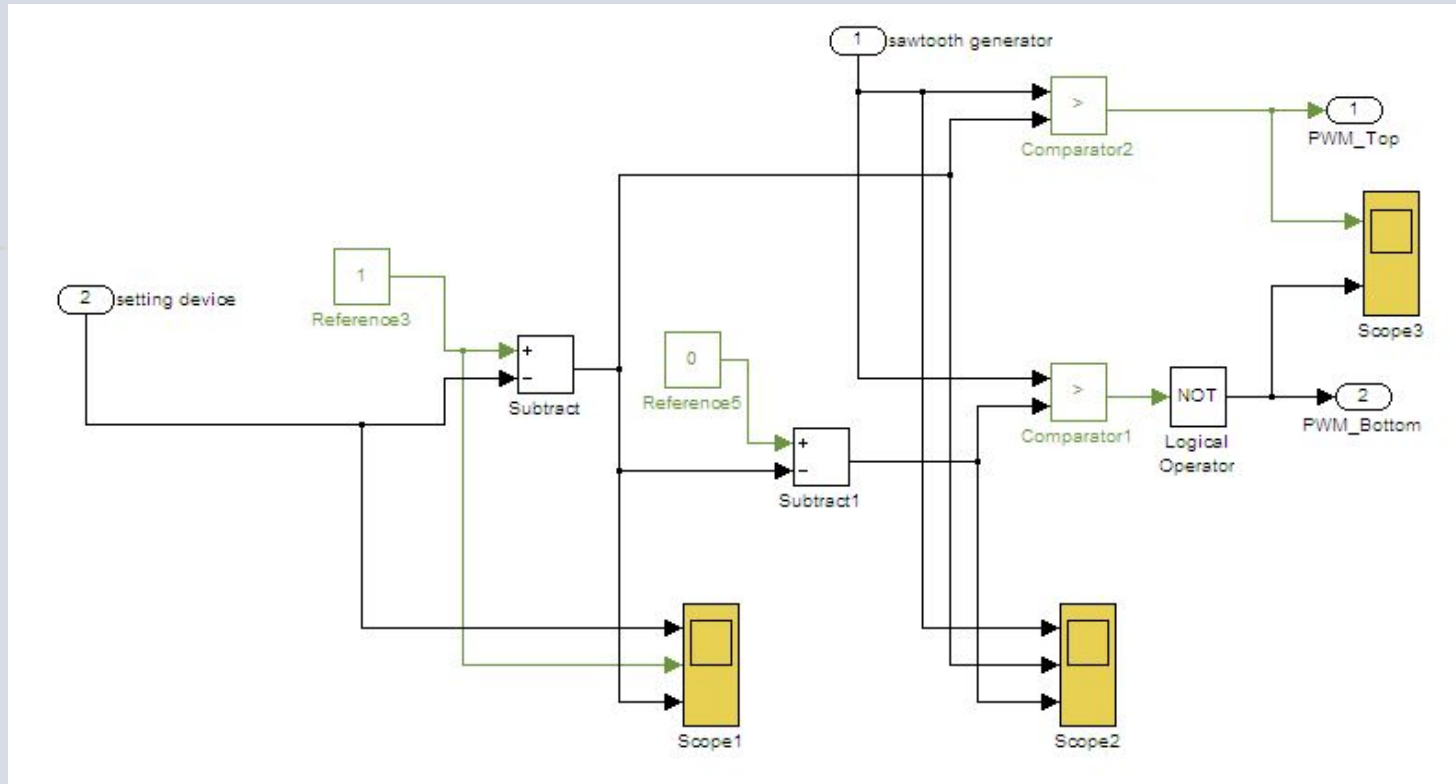
Компьютерная модель преобразователя



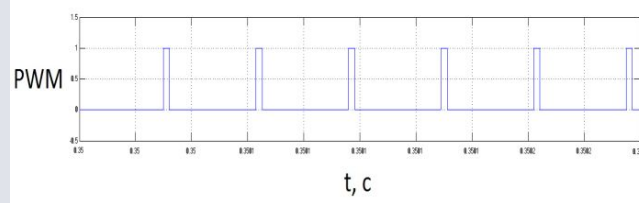
Система управления преобразователем



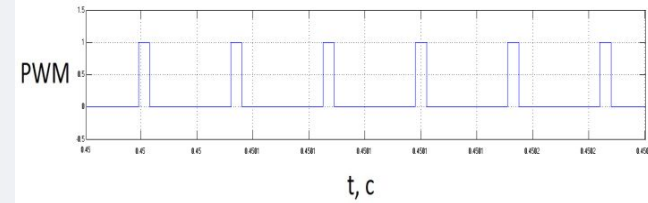
Подсистема PWM - генератор



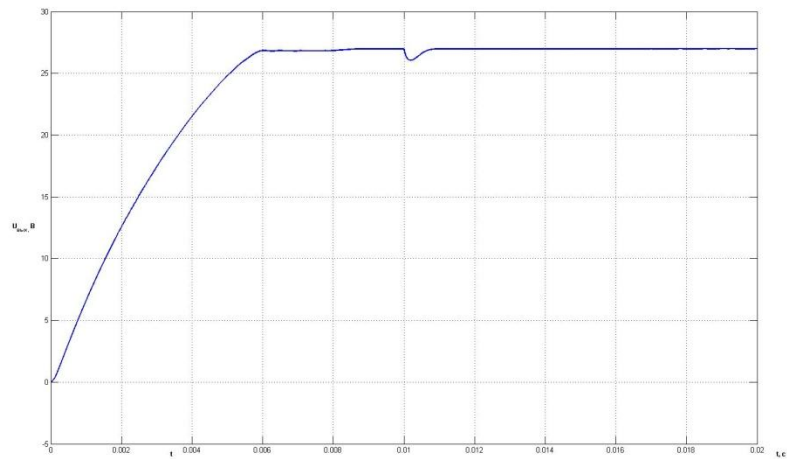
ШИМ управление транзисторами при высоком входном напряжении.



ШИМ управление транзисторами при номинальном входном напряжении.

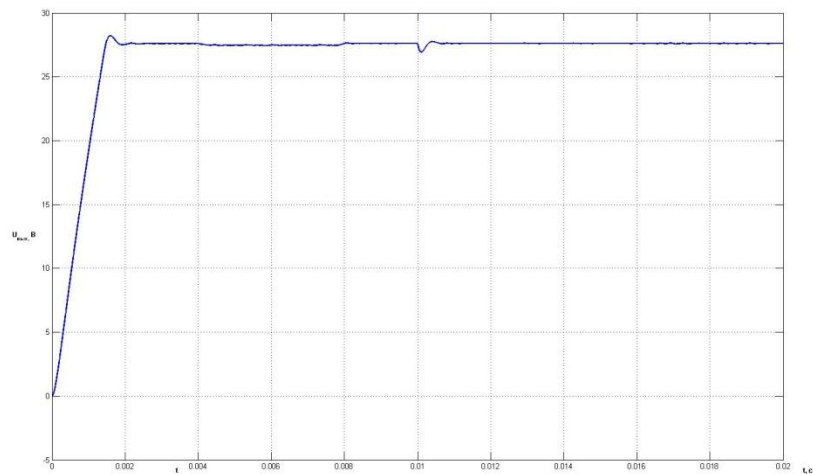
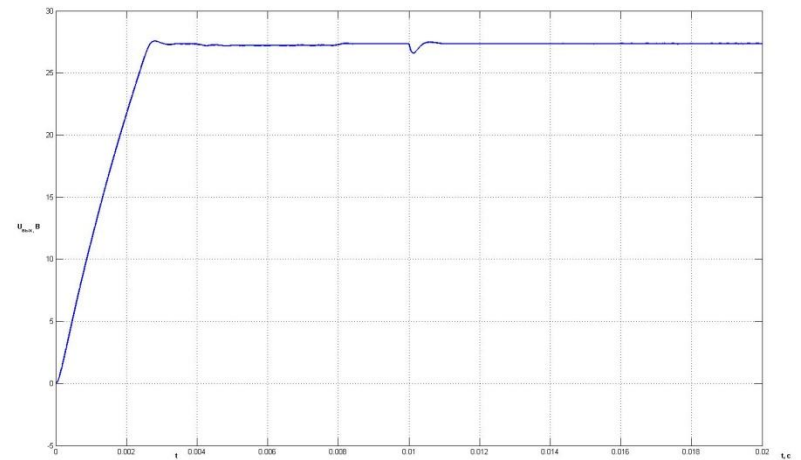


ШИМ управление транзисторами при пониженном входном напряжении.



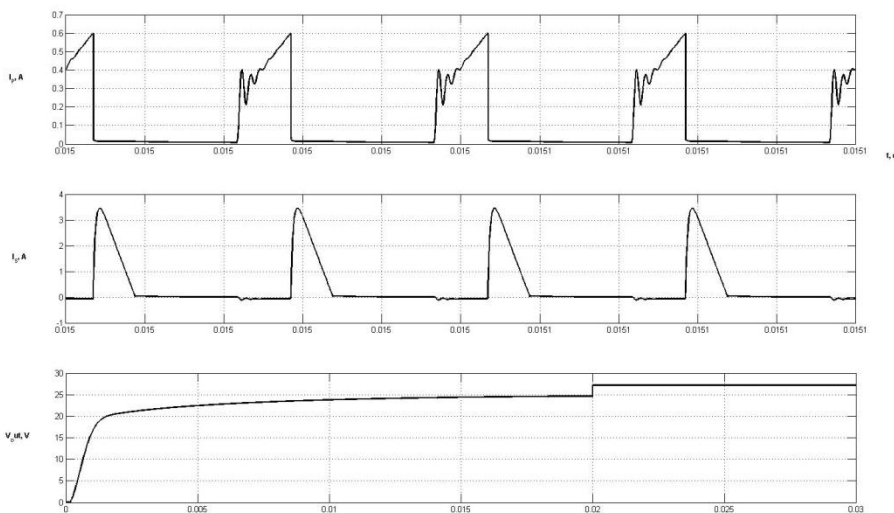
**Выходное напряжение при $U_{\text{вх}} = 350\text{В}$
и набросе нагрузки.**

**Выходное напряжение при $U_{\text{вх}} = 600\text{В}$
и набросе нагрузки.**

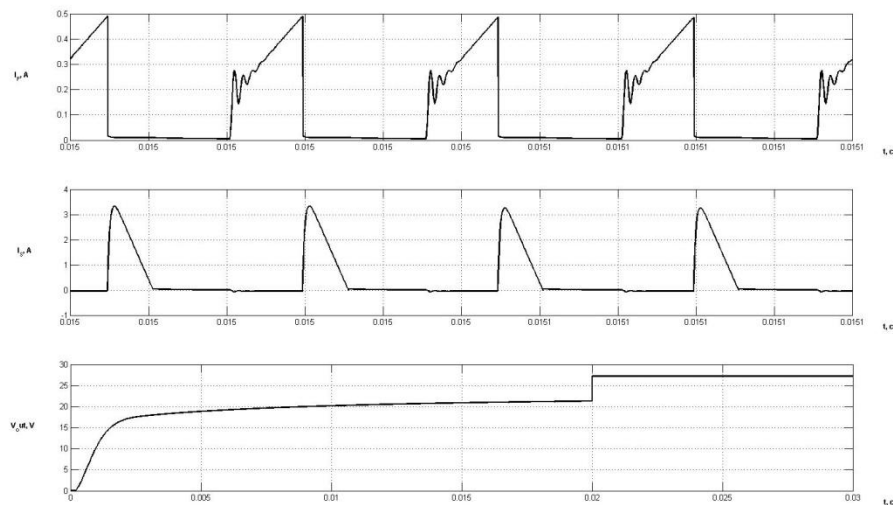


**Выходное напряжение при
 $U_{\text{вх}} = 1000\text{В}$ и набросе нагрузки.**

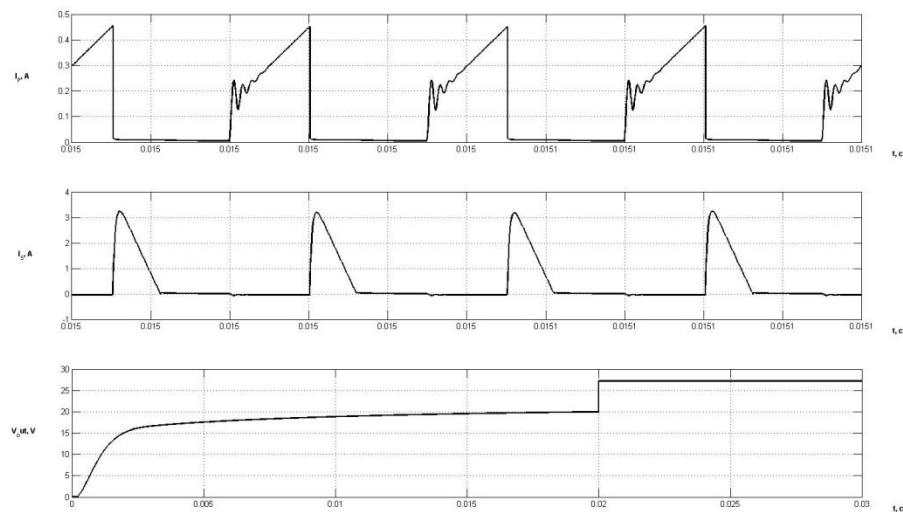
Графики токов первичной и вторичной обмоток трансформатора и выходное напряжение с источника питания при:



повышенном напряжении



номинальном напряжении

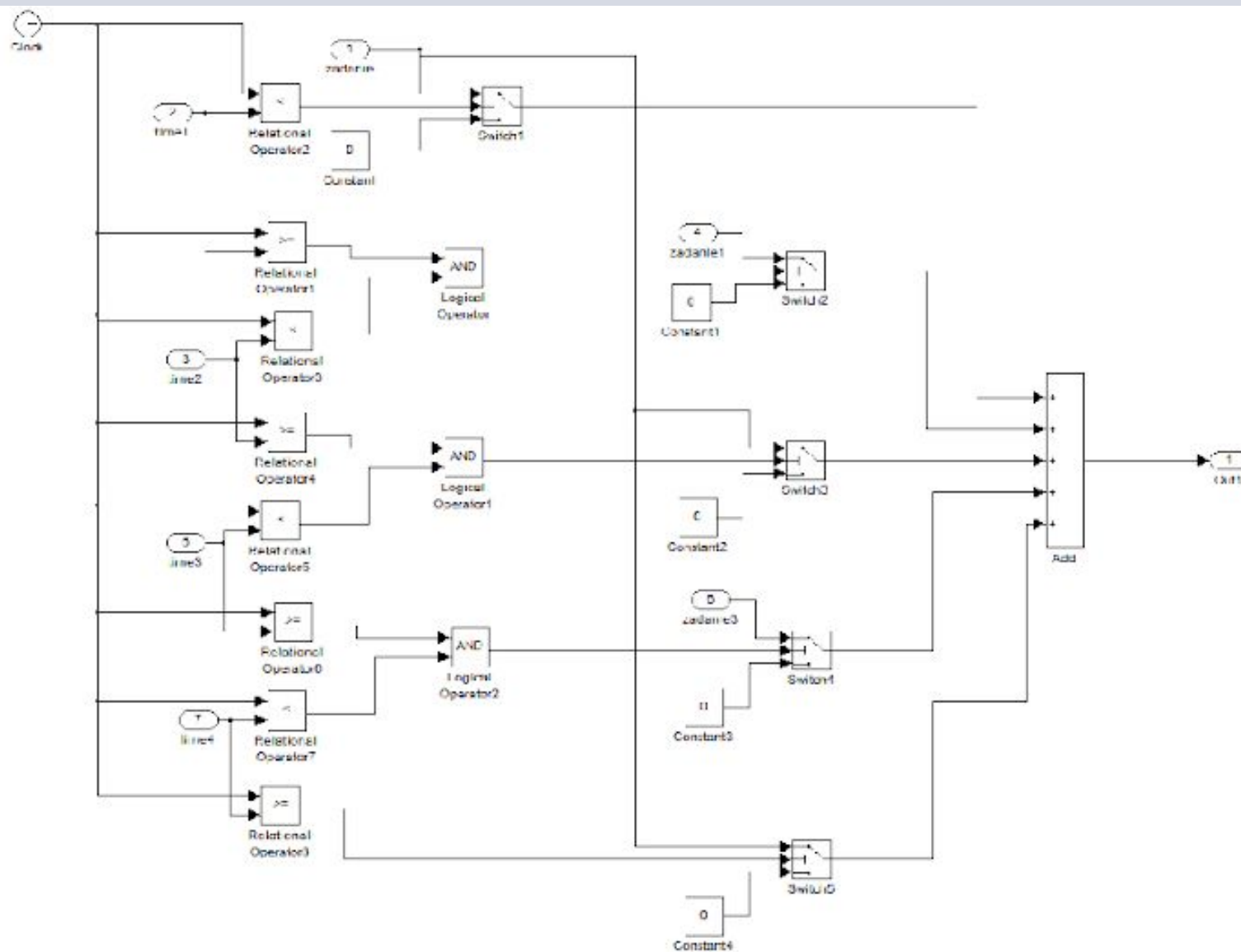


пониженном напряжении

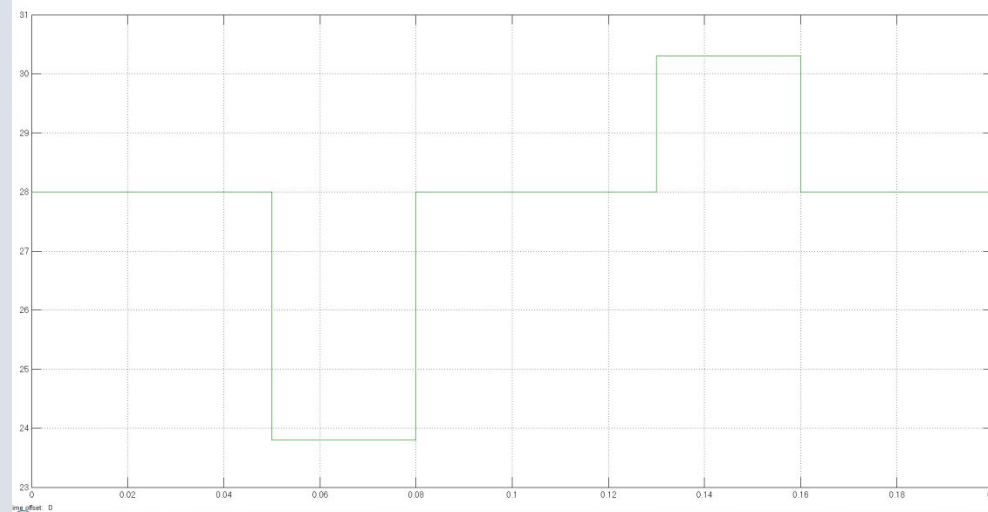
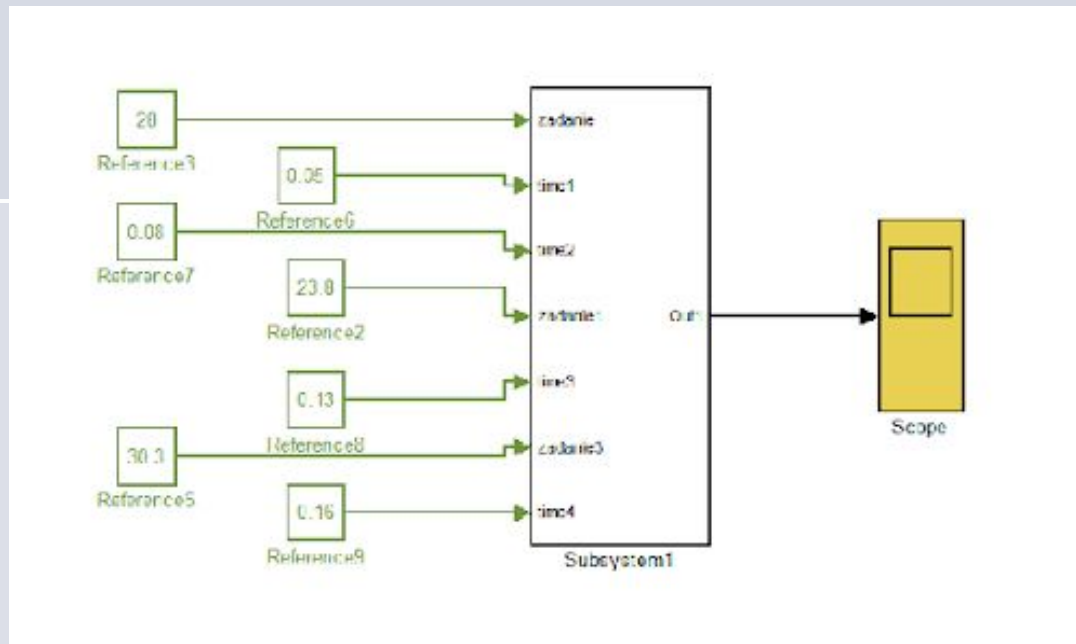
Виды отклонений при проверке оборудования

Режим	Вид отклонения	Величина отклонения	Установленное напряжение			
			16	24	28	32
			Напряжение при отклонении, В			
1	Установившиеся отклонения	-10%	16	21,6	25,2	28,8
2		+5%	16,8	25,2	29,4	32
3	Переходные повторно-кратковременные отклонения	-15% ... Ууст ... -15% ... 3с ... 5с ... 3с ...	16	20,4	23,8	27,2
4		+10% ... Ууст ... +10% ... 3с ... 5с ... 3с ...	17,6	26,4	30,8	32
5		-15% ... Ууст ... +10% ... 3с ... 5с ... 3с ...	16/17,6	20,4/26,4	23,8/30,8	27,2/32
6	Переходные однократные отклонения	-25% 3 с. однократно	16	18	21	24
7		-100% 0,1 с. однократно	0	0	0	0
8		до 38В 0,1 с. однократно	38	38	38	38
9		до 60В 0,01 с. однократно	60	60	60	60

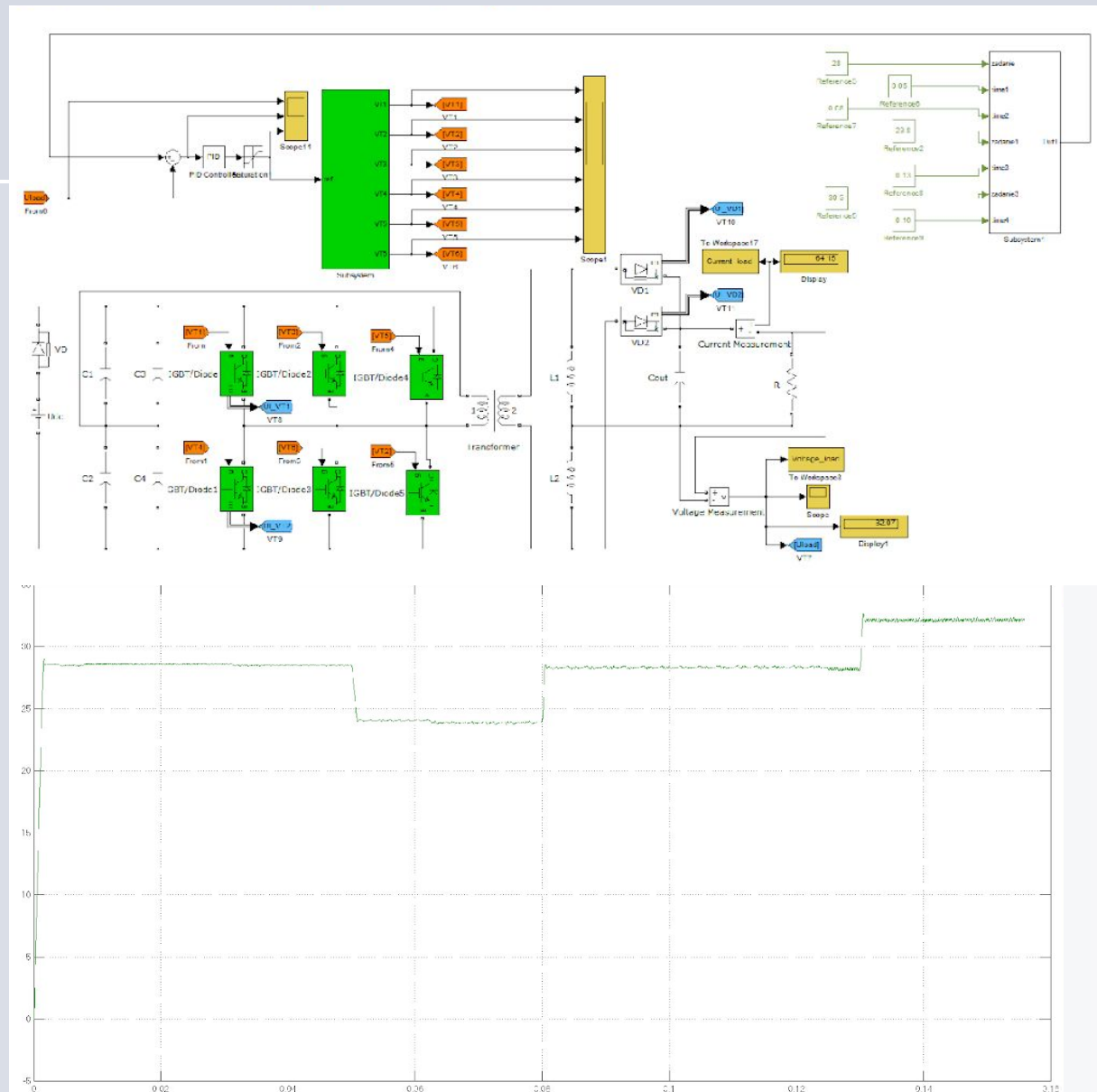
Подсистема задания отклонений



Подсистема задания отклонений с параметрами и выходная характеристика



Подсистема задания в исходной модели и выходное напряжение



ЗАТРАТЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
1	2	3
1.1. Заработная плата основная и дополнительная работников, непосредственно выполняющих исследовательские работы	руб.	56168
1.2. Отчисления на социальные нужды	руб.	14603
1.3. Стоимость используемых предметов и материалов для испытаний	руб.	4158
1.4. Стоимость энергоресурсов для проведения испытаний	руб.	-
1.5. Итого технологическая себестоимость	руб.	74929
1.6. Норматив отнесения общепроизводственных затрат на технологическую себестоимость	-	0,7
1.7. Общепроизводственные затраты, относимые на технологическую себестоимость	руб.	52450
1.8. Производственная себестоимость исследовательских работ	руб.	127379
1.9. Норматив отнесения общехозяйственных затрат на производственную себестоимость	-	0,5
1.10. Общехозяйственные затраты, относимые на производственную себестоимость	руб.	63689
1.11. Общехозяйственная себестоимость исследовательских работ	руб.	191068
1.12. Стоимость лабораторного и испытательного оборудования	руб.	-
1.13. Итого затрат на выполнение исследовательских работ	руб.	191068
1.14. Минимальная договорная цена на научно-исследовательскую работу	руб.	219728

ВЫВОДЫ

- Рассмотрены различные типы импульсных регуляторов постоянного напряжения, освещен вопрос средств и методик управления ими.
- Выбрана структура импульсного регулятора постоянного напряжения – полумостовая схема с емкостным делителем входного напряжения и «удвоителем тока» на выходе.
- Произведен расчет емкостного делителя напряжения на входе преобразователя, который в том числе является и входным фильтром, рассчитан трансформатор и дроссели «удвоителя» выходного тока.
- Разработана имитационная модель преобразователя.
- Произведено имитационное моделирование преобразователя в пакете MATLAB Simulink, которое показало принципиальную работоспособность предложенных алгоритмов работы системы управления.
- Разработана система отклонений выходного напряжения.
- Предложены методики проверки электрооборудования городского электрического транспорта.
- Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности.
- Рассмотрены вопросы организационно-экономической части. Сметная стоимость разработки составляет 219728 рублей 60 копеек.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!