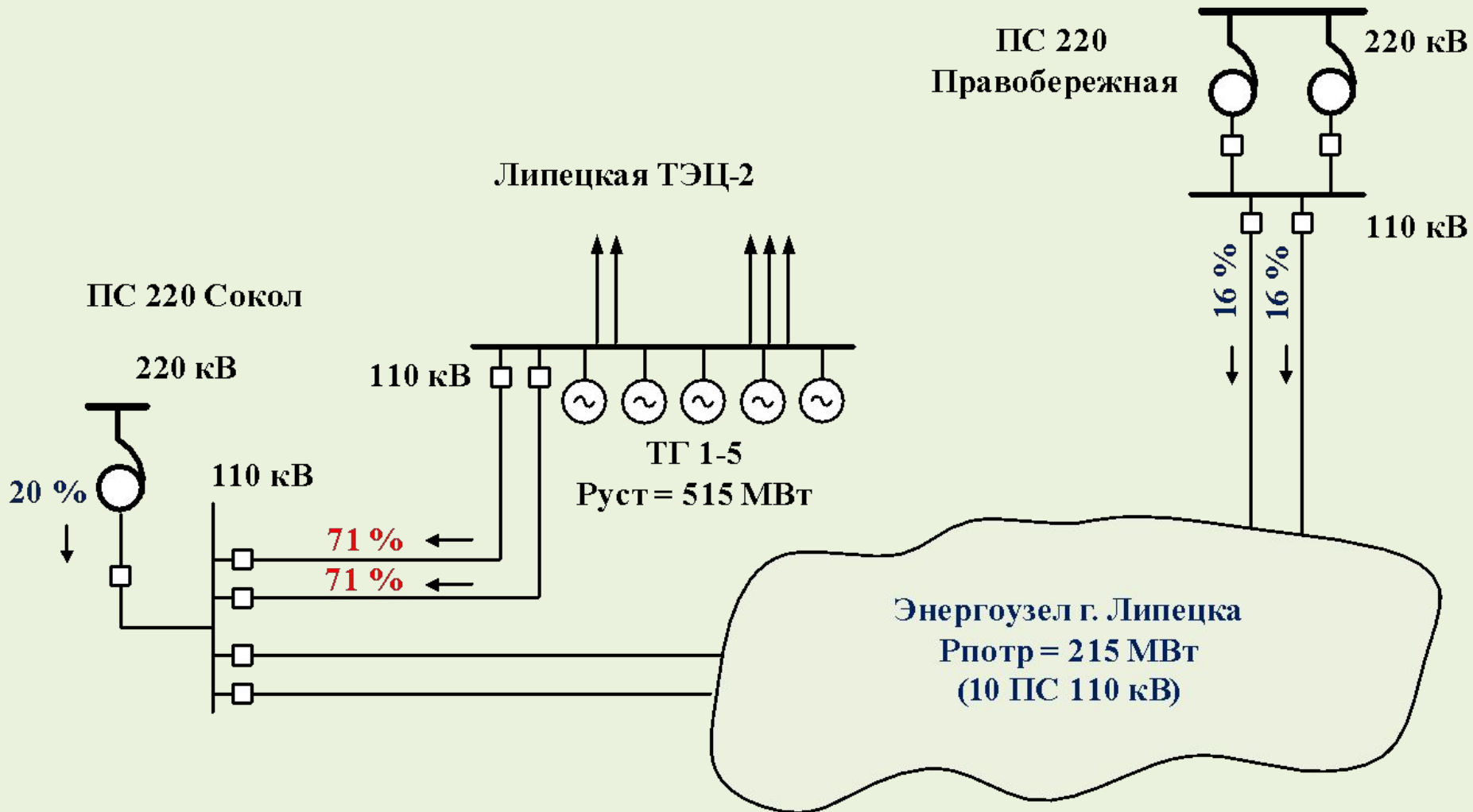


# **Комплексное управление потоками мощности в транзитной электрической сети**

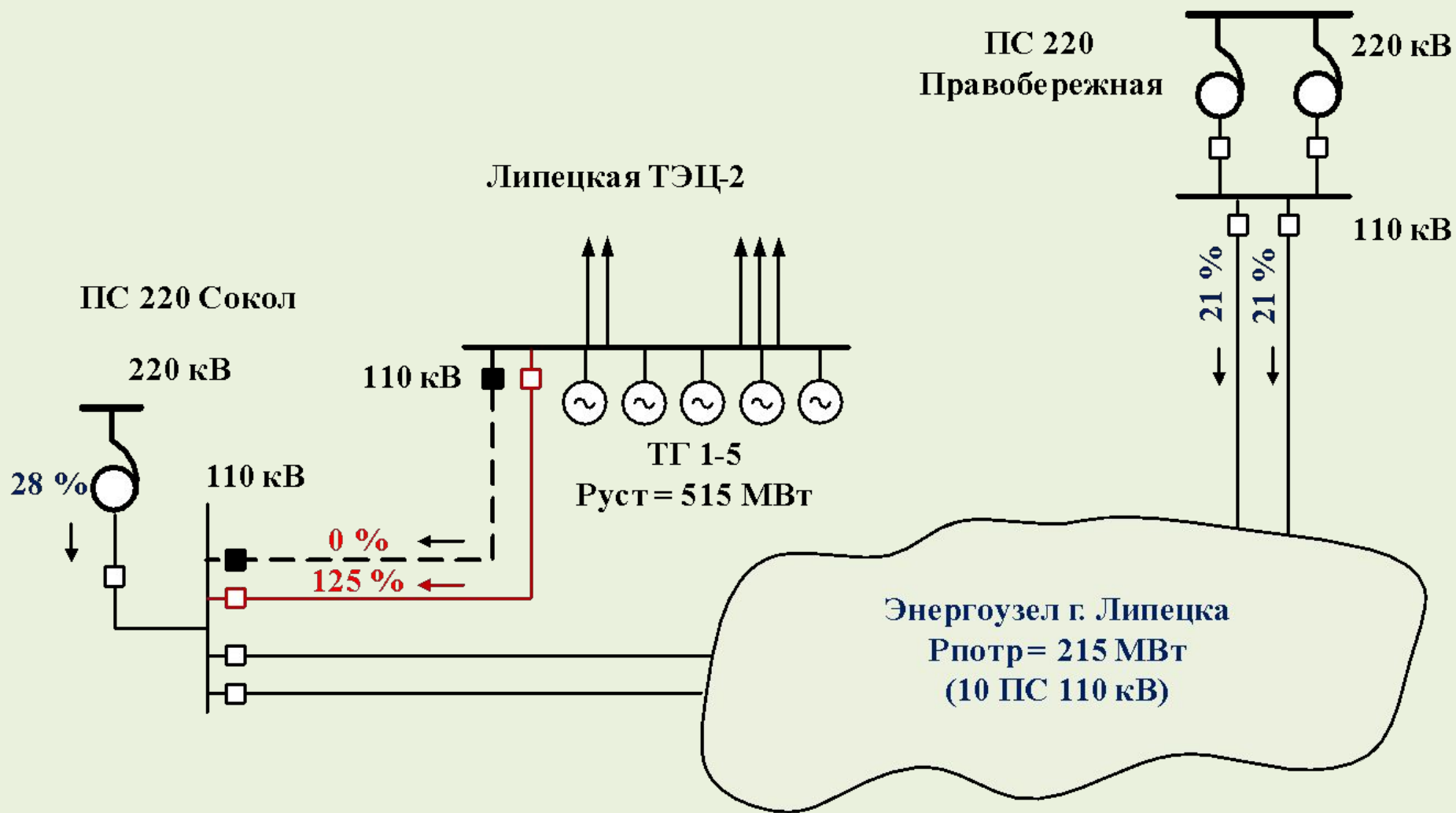
**Р.В. Батраков**

Международная молодежная научно-техническая конференция  
Самара, 2011

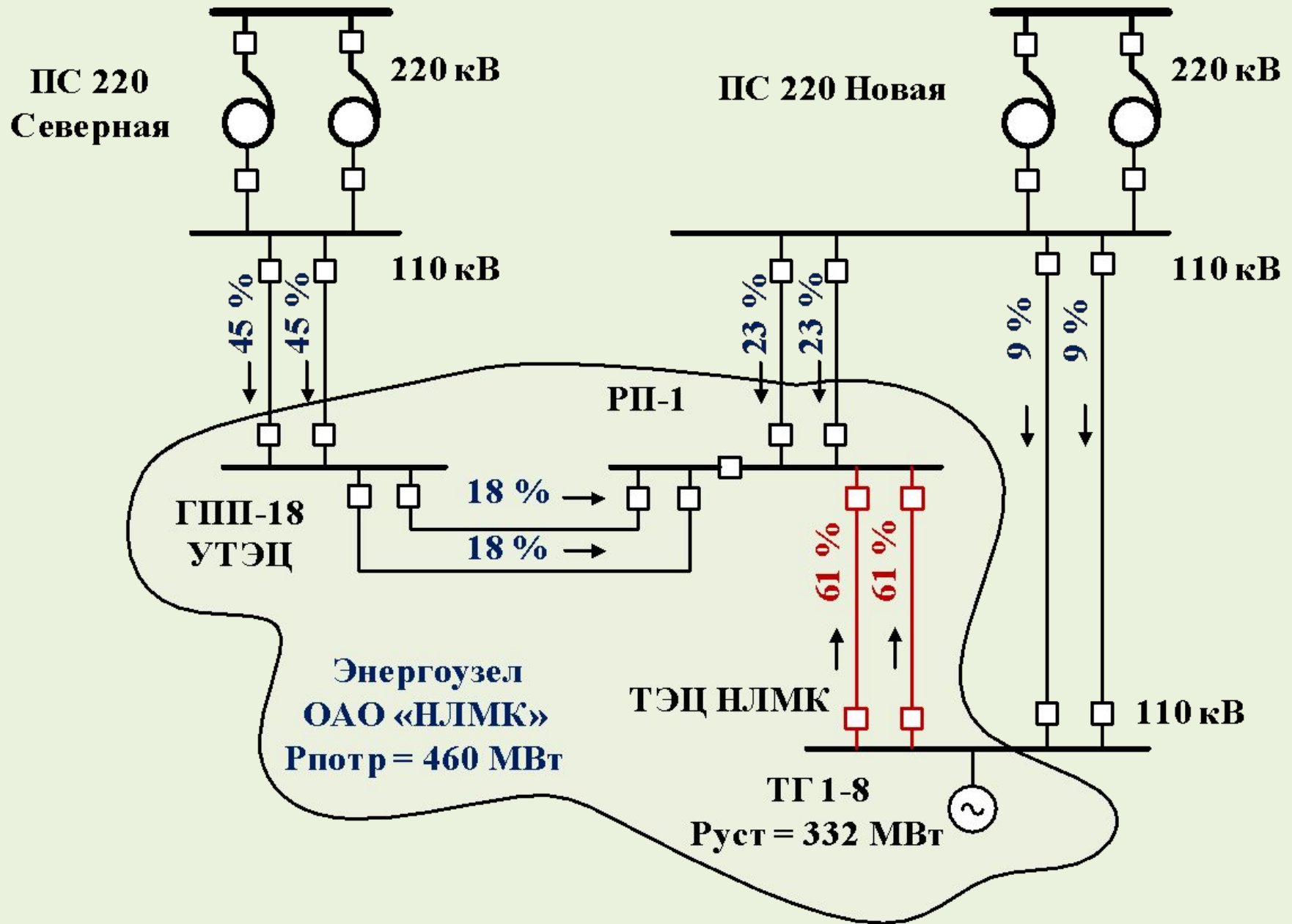
# Район Липецкой ТЭЦ-2 (Руст = 515МВт)



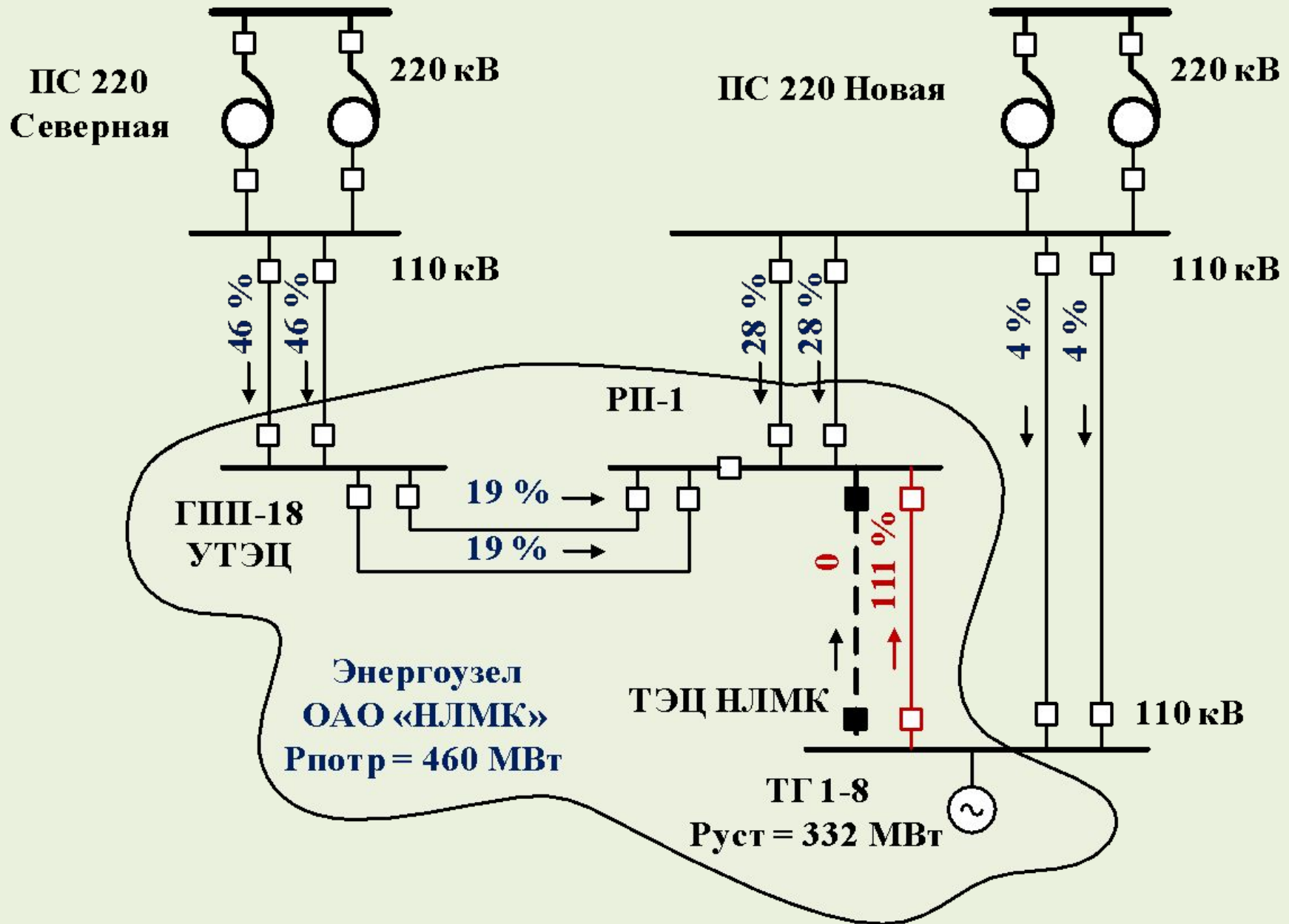
# Отключение ВЛ 110кВ ТЭЦ-2 - Сокол



# Район ОАО «НЛМК»



# Отключение ВЛ 110кВ ТЭЦ – РП-1



# Существующие устройства FACTS

<b>№</b>	<b>Наименование</b>	<b>Обозначение</b>
1	Статический тиристорный компенсатор	<b>СТК</b>
2	Синхронный статический компенсатор реактивной мощности на базе преобразователя напряжения	<b>СТАТКОМ</b>
3	Управляемый шунтирующий реактор с подмагничиванием	<b>УШР</b>
4	Реакторные группы, коммутируемые выключателями	<b>ВРГ</b>
5	Асинхронизированный синхронный компенсатор в том числе с маховиком	<b>АСК</b>
6	Неуправляемое устройство продольной компенсации	<b>УПК</b>
7	Управляемое устройство продольной компенсации	<b>УУПК</b>
8	Фазовращающийся трансформатор - вращающаяся машина с питанием статора и ротора от сетей с различной частотой с дополнительным двигателем на валу	<b>ФВТ</b>
9	Синхронный статический продольный компенсатор реактивной мощности на базе преобразователя напряжения	<b>ССПК</b>
10	Объединенный (параллельно-последовательный) регулятор потоков мощности	<b>ОРПМ</b>
11	Фазосдвигающий трансформатор	<b>ФПУ</b>
12	Асинхронизированный синхронный электромеханический преобразователь частоты	<b>АС ЭМПЧ</b>
13	Вставка постоянного тока на полностью управляемых приборах силовой электроники	<b>ВПТН</b>
14	Токоограничивающие устройства (Ограничители токов короткого замыкания)	<b>ТОУ</b>

# Предлагаемое устройство для решения проблем токовых перегрузок транзитных ЛЭП

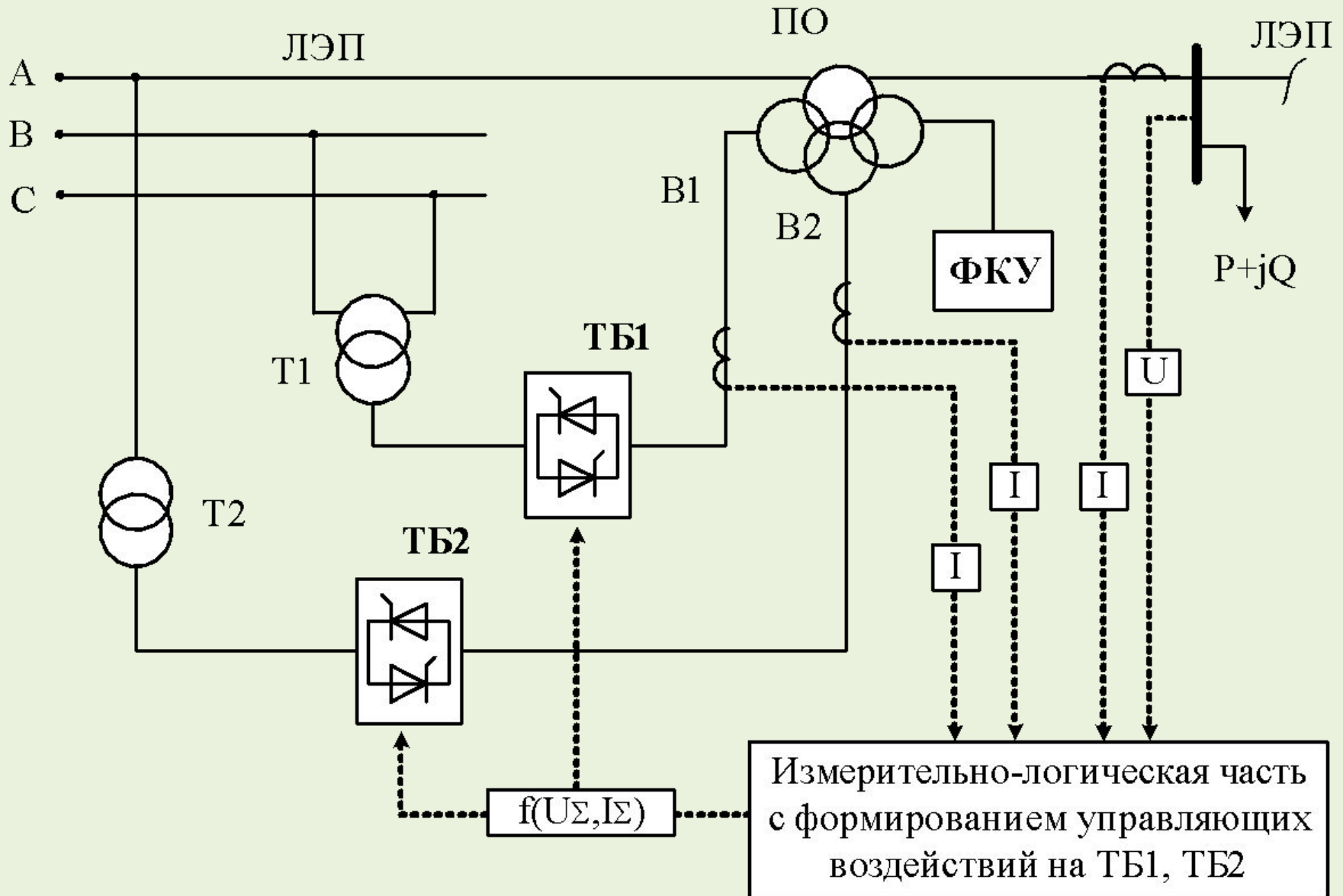
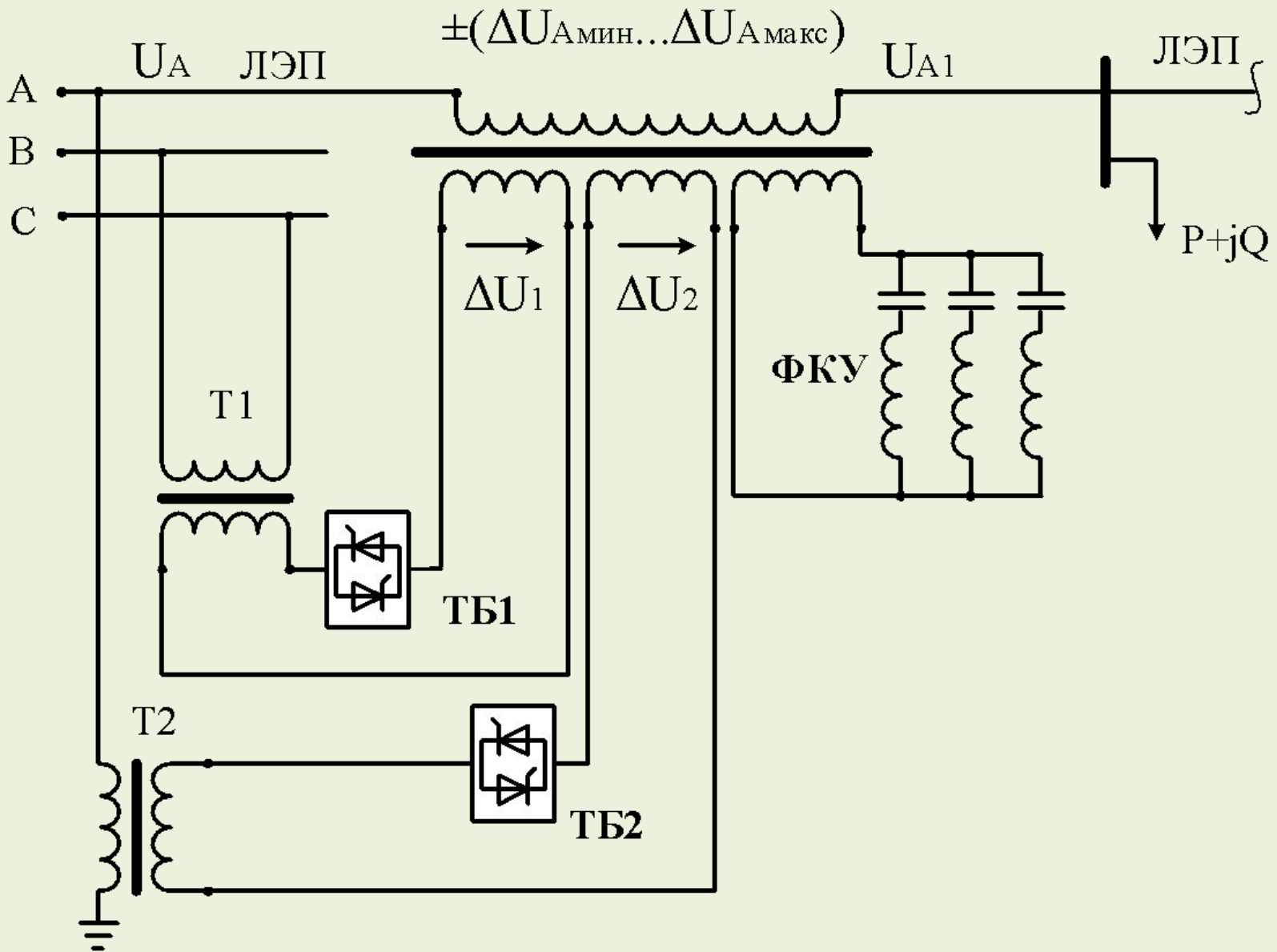


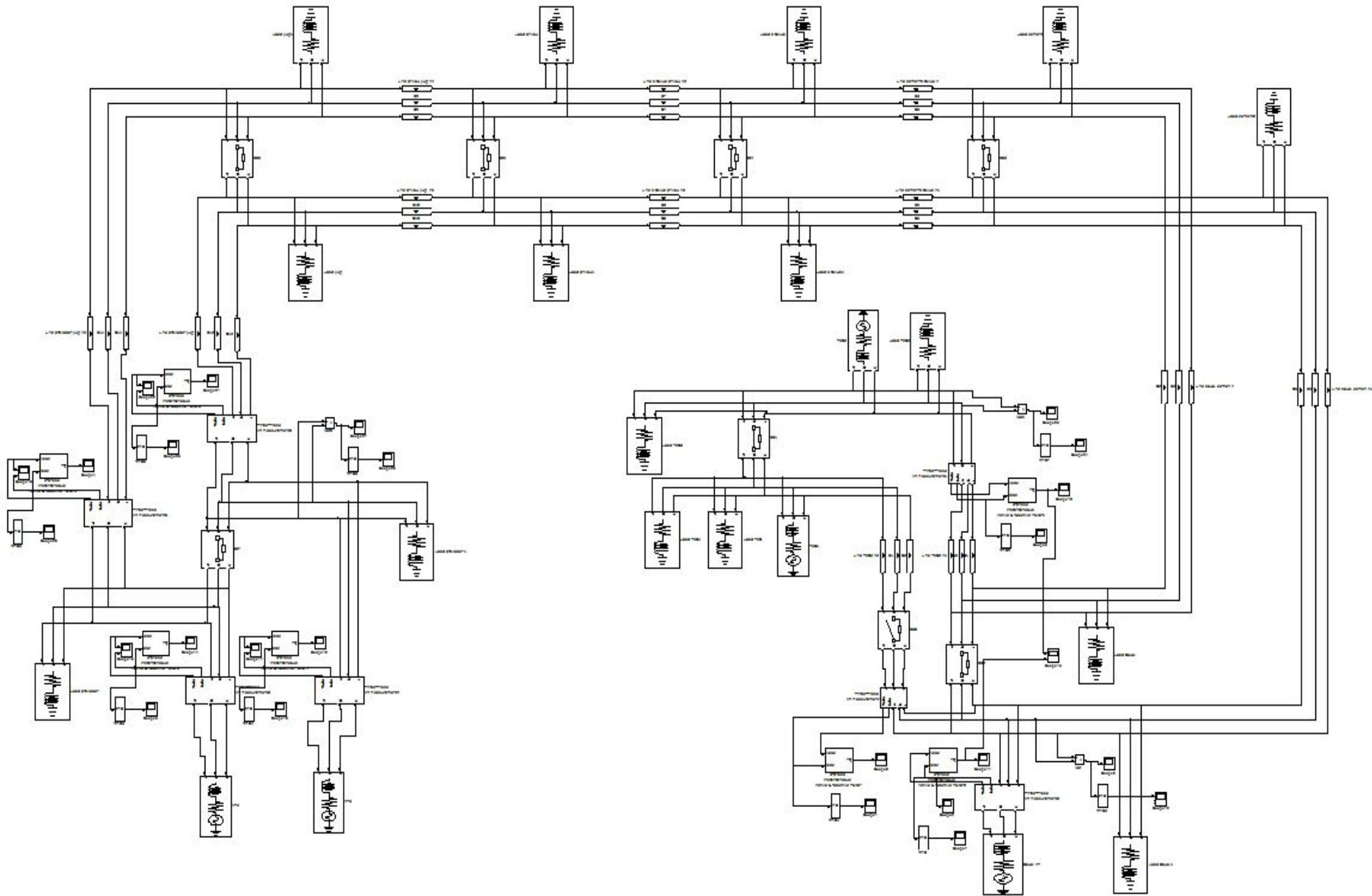
Схема управляемого трансформатора (УТ)

# Принципиальная схема подключения УТ



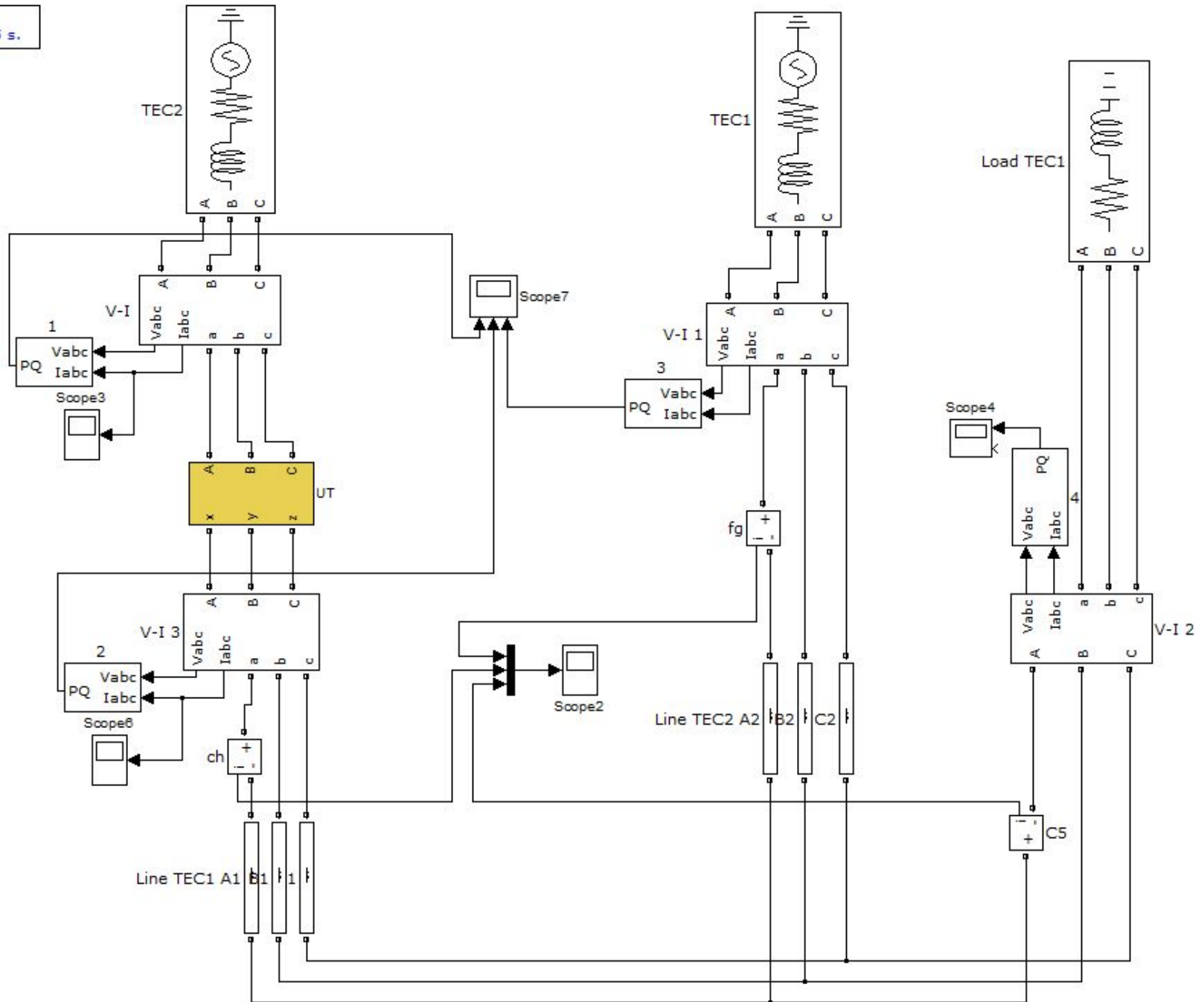


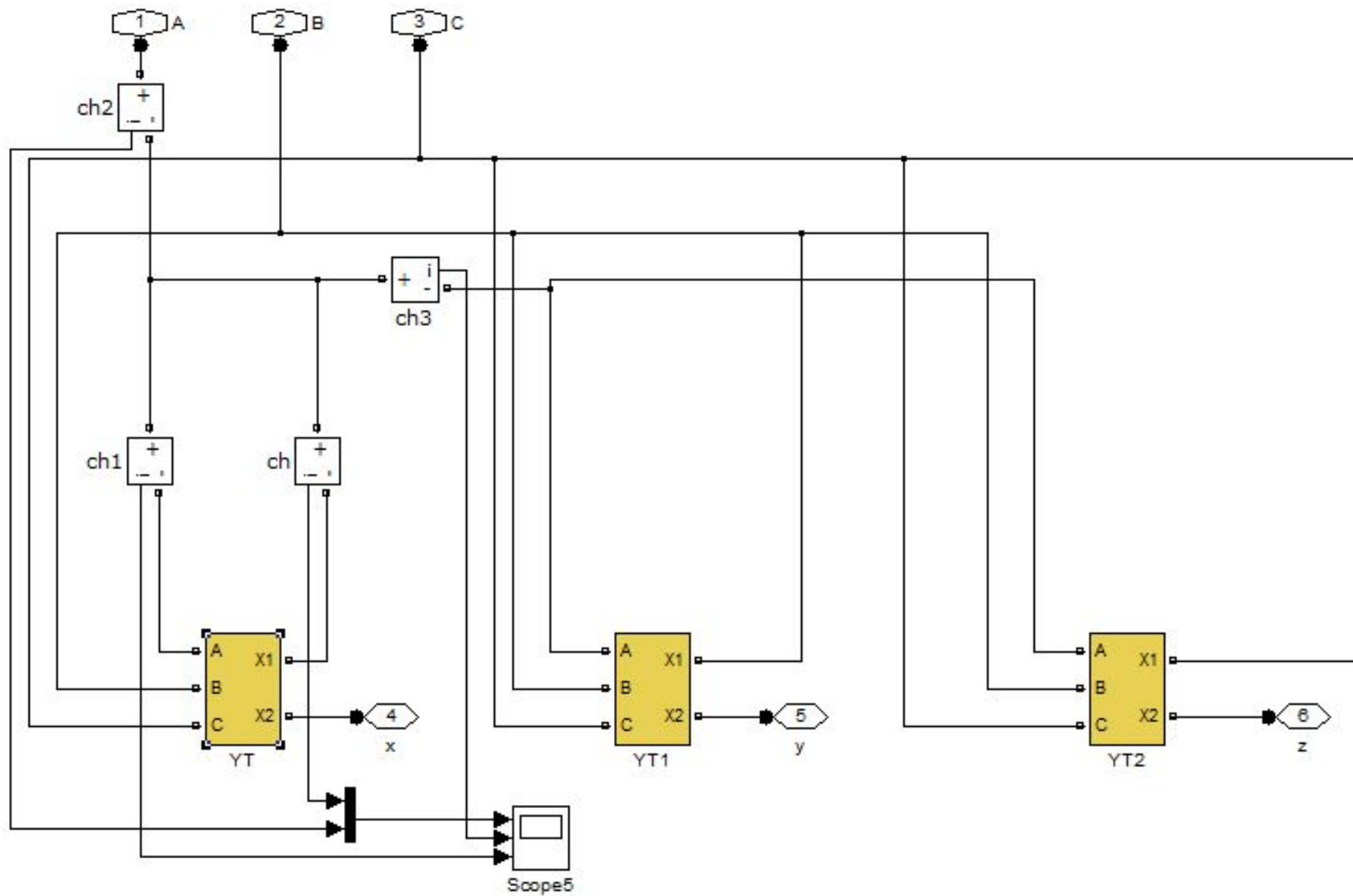
# Модель в MATLAB участка сети Липецкая ТЭЦ-2 – ПС 220 кВ Правобережная

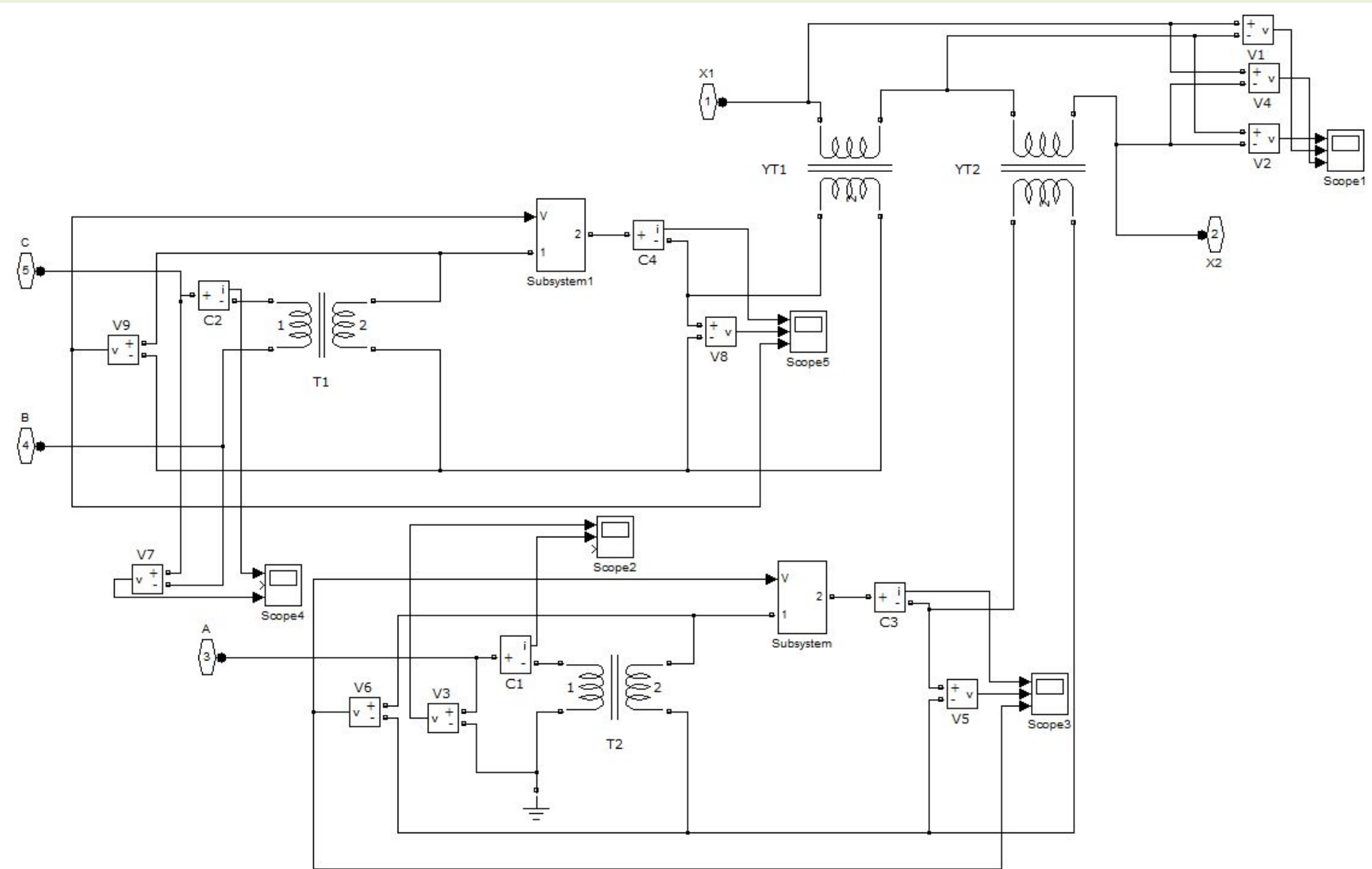


# Эквивалентная модель в MATLAB с УТ

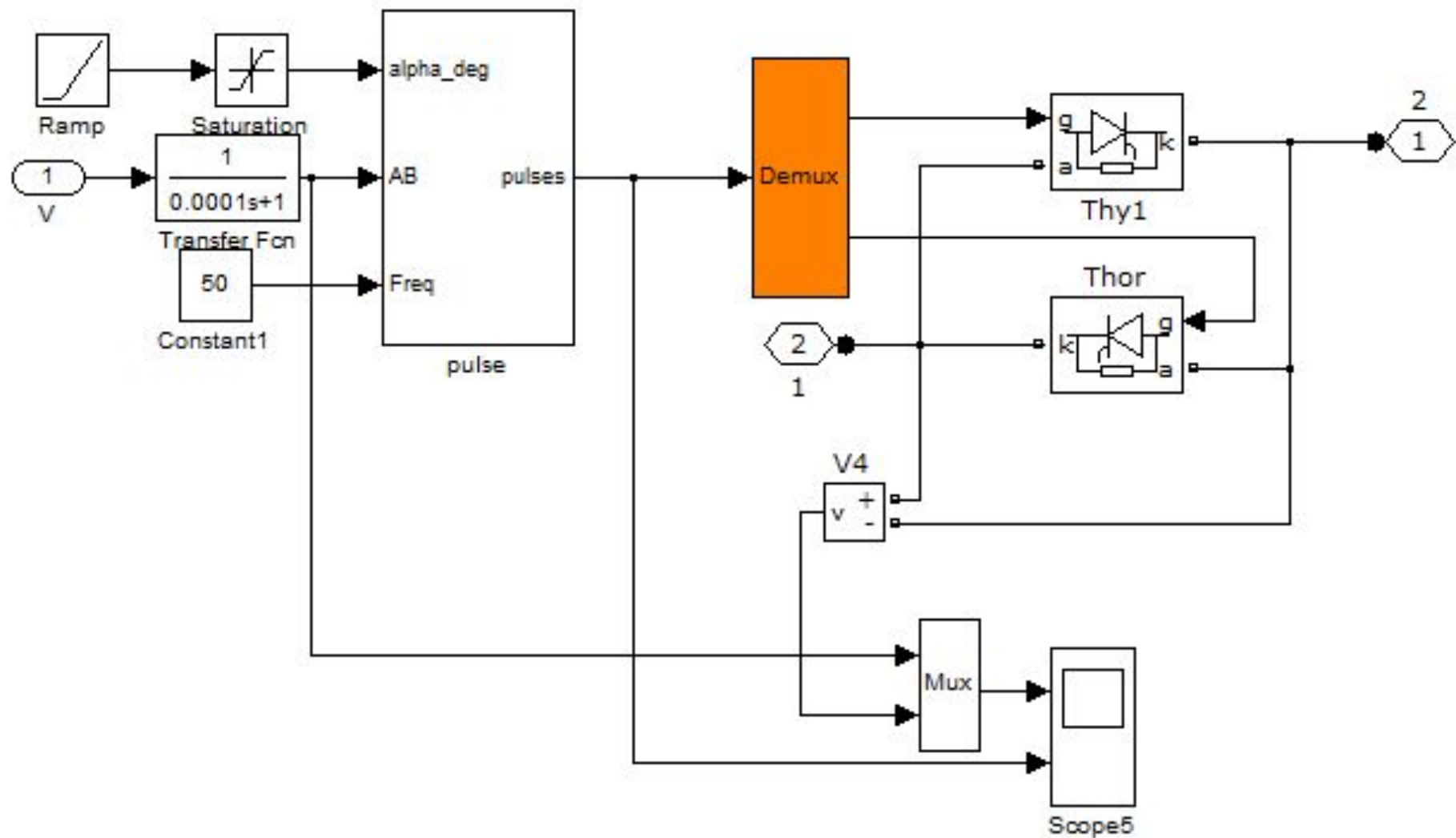
Discrete,  
 $T_s = 1e-005$  s.  
powergui



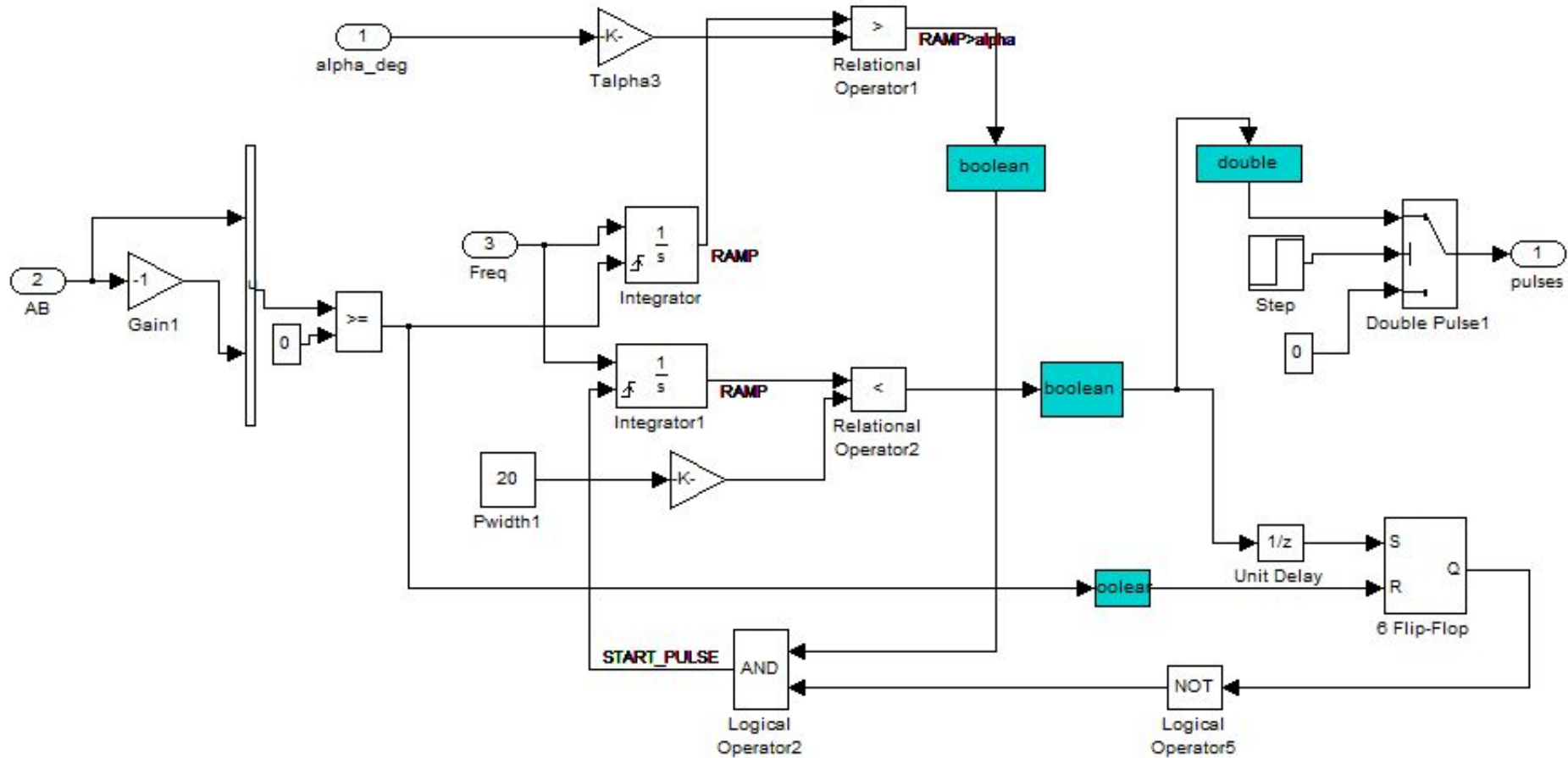




# Тиристорный блок (ТБ)



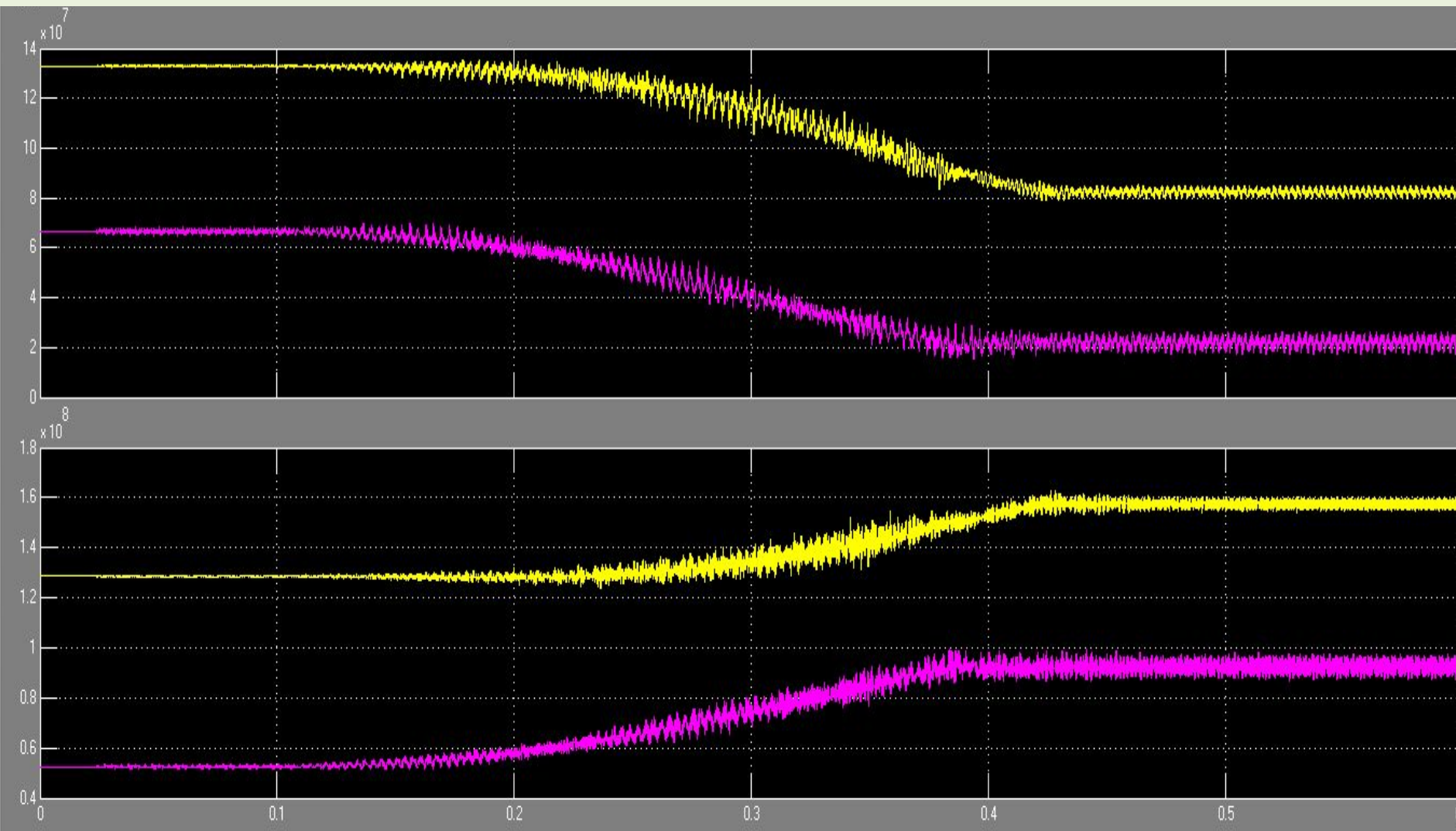
# Система управления ТБ



# Параметры Т1, Т2, УТ

Параметры трансформаторов	<b>УТ</b>	<b>Т1</b>	<b>Т2</b>
U1, кВ	<b>5</b>	<b>110</b>	<b>63,5</b>
U2, кВ	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
I1, А	3700	210	290
I2, А	530	660	530
S, МВА	32	40	32

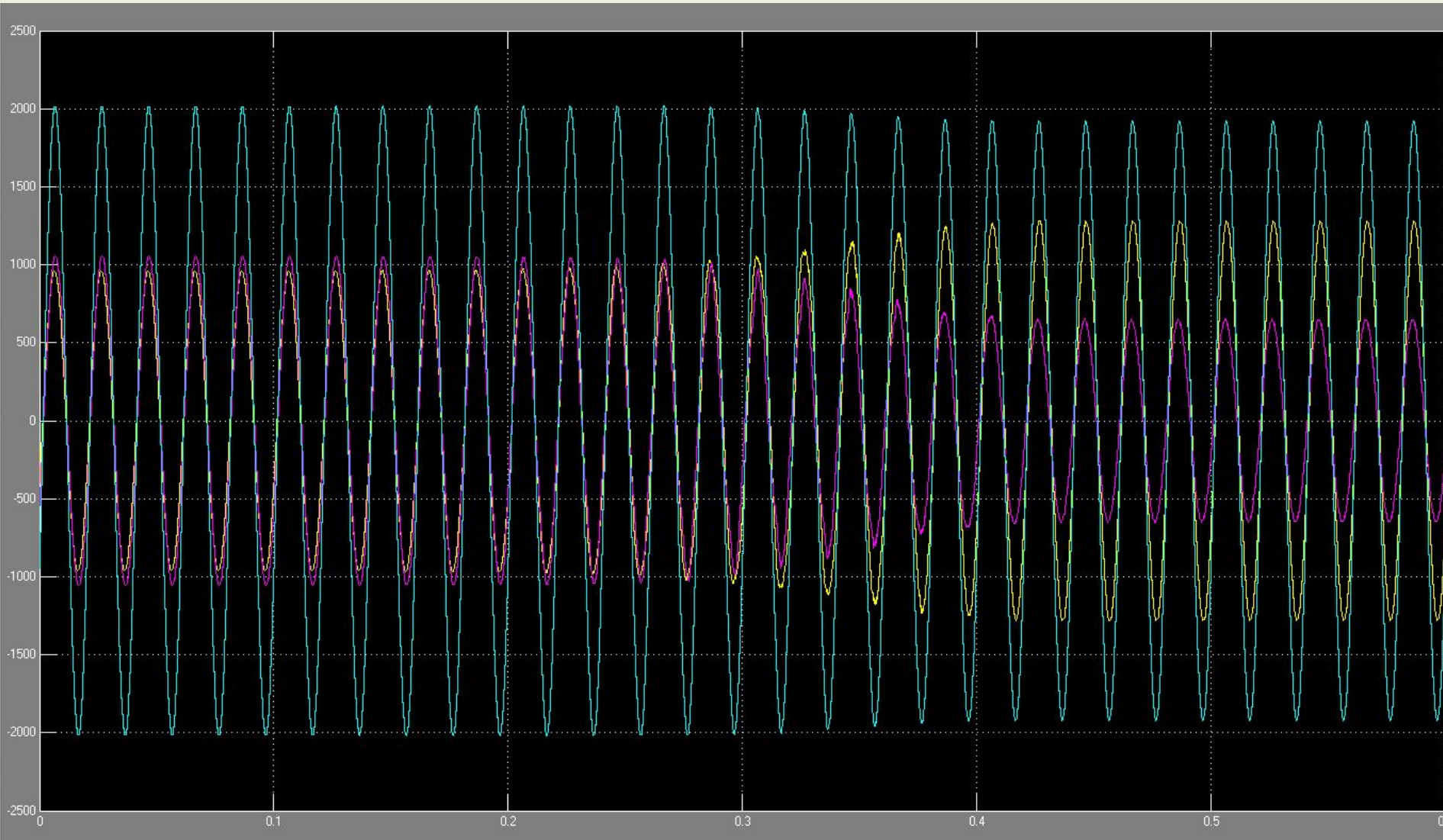
# Работа УТ при перегрузке ЛЭП



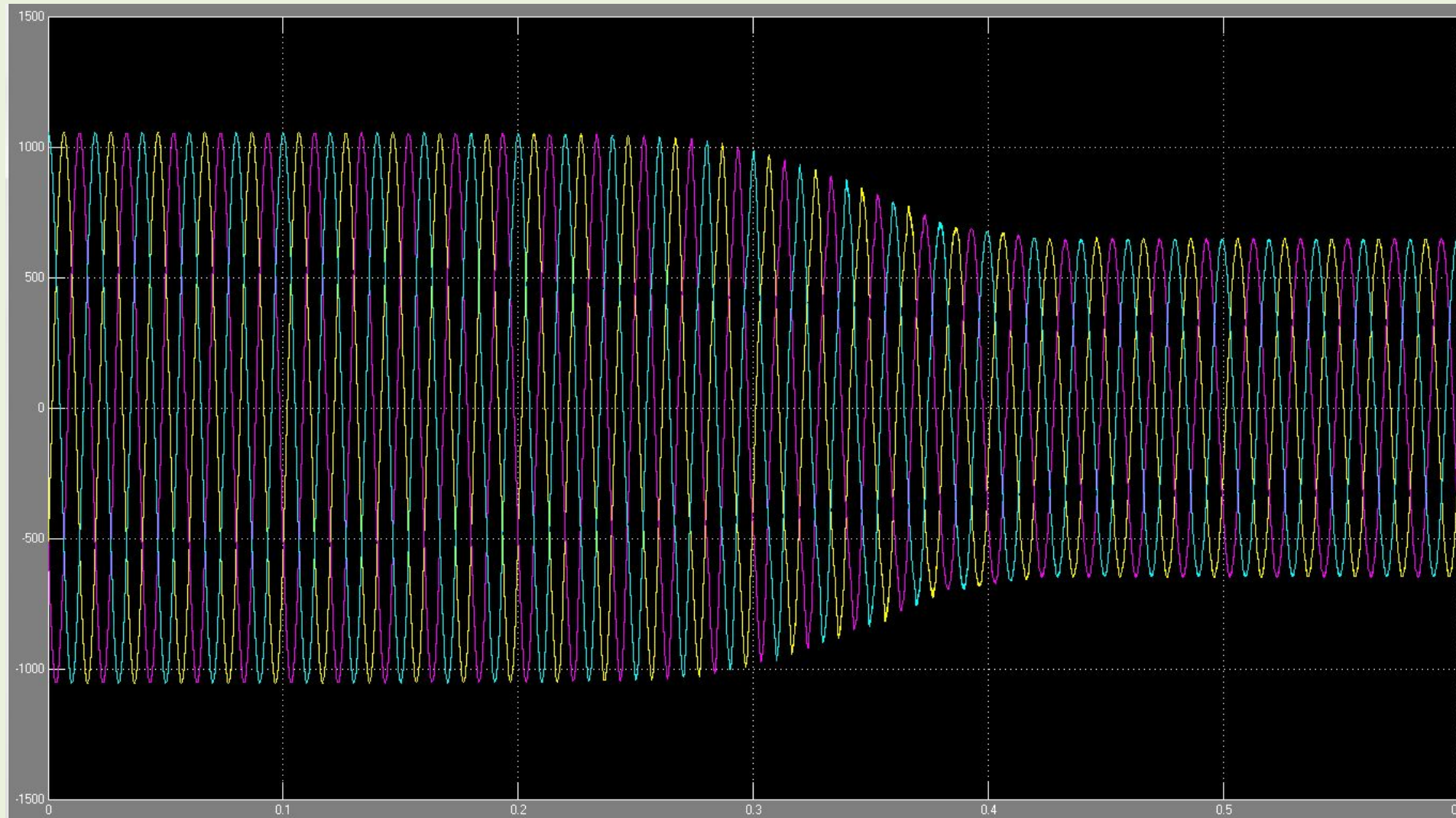
P, Q ЛЭП



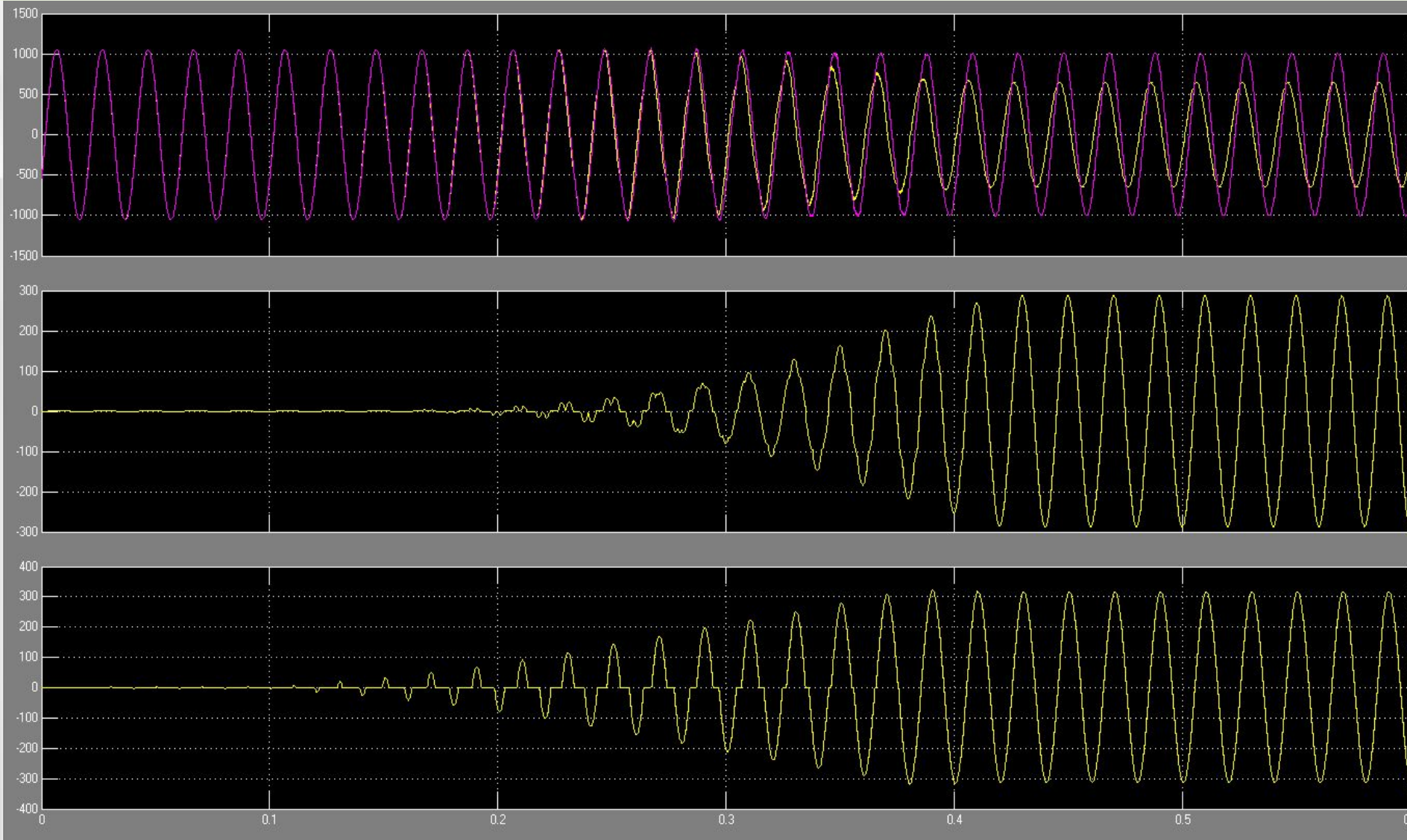
# І ЛЭП и І нагрузки при работе УТ



# Иа, Ив, Ис перегружаемой ЛЭП при работе УТ



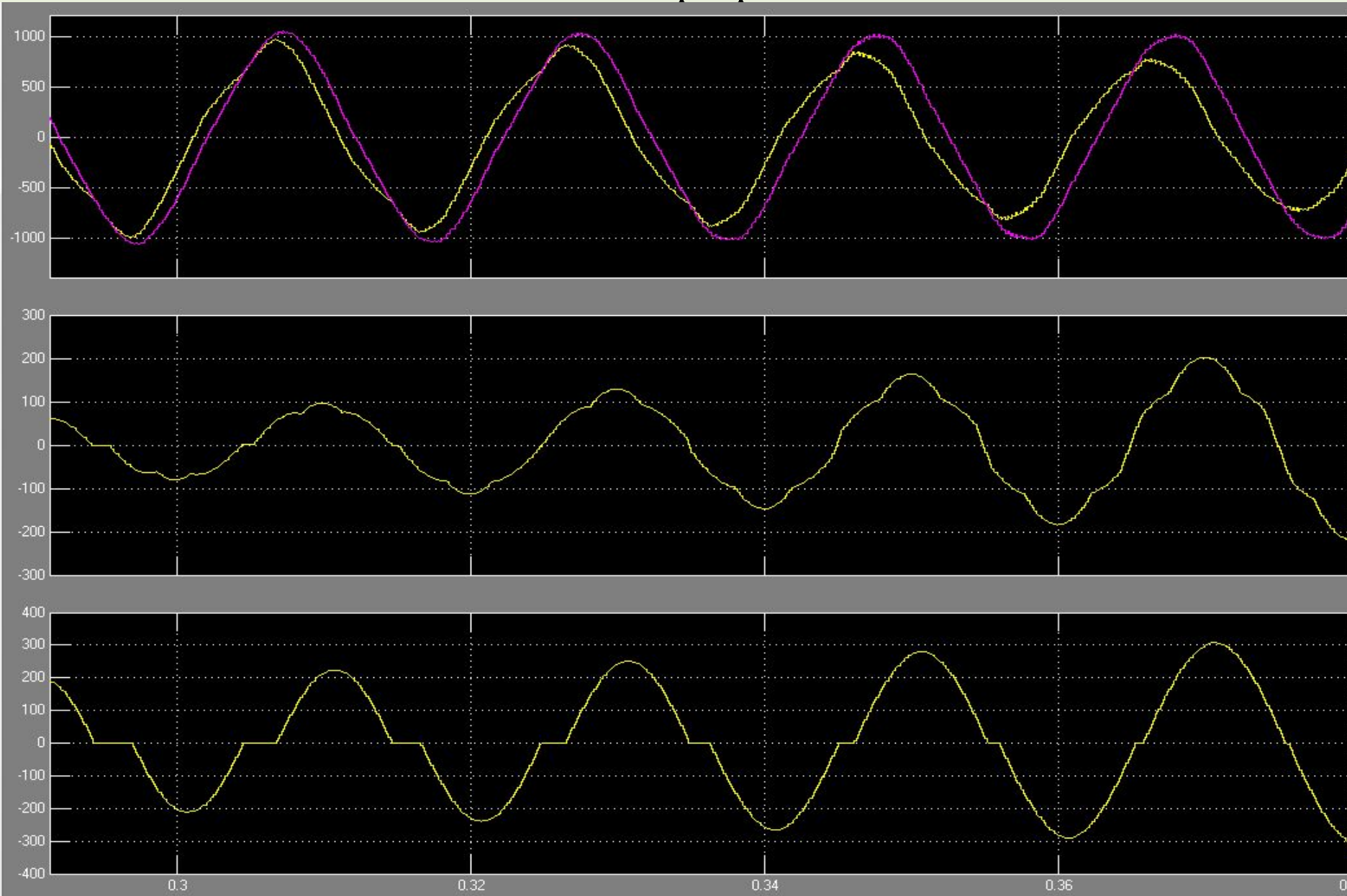
# И на Т1 и Т2 при работе УТ



1 - I до Т1,Т2 и после УТ;  
2 - I на Т1; 3 - I на Т2.

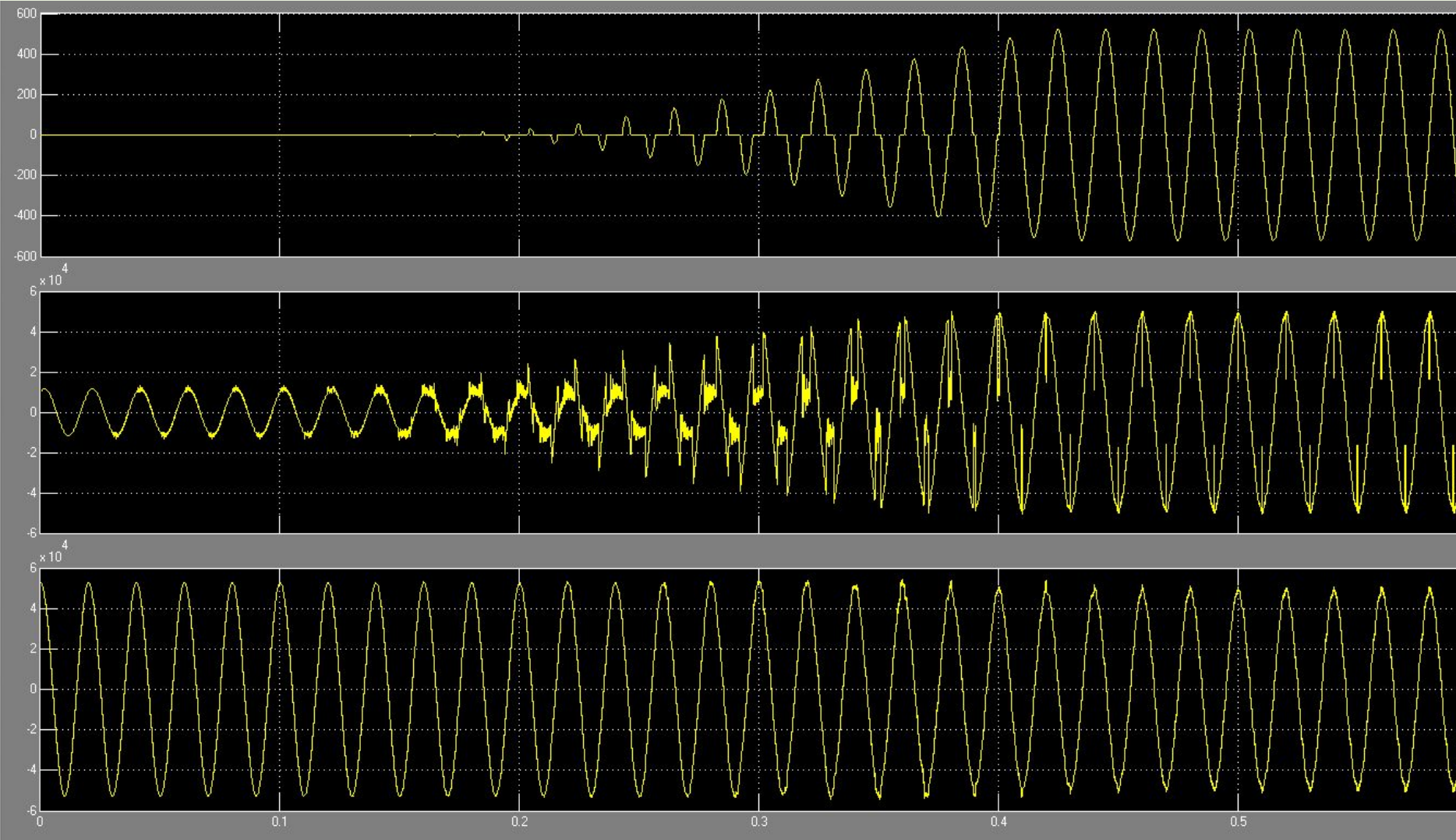


# І на Т1 и Т2 при работе УТ



1 -  $I$  до Т1,Т2 и после УТ;  
2 -  $I$  на Т1; 3 -  $I$  на Т2.

# Контур Т1-В1

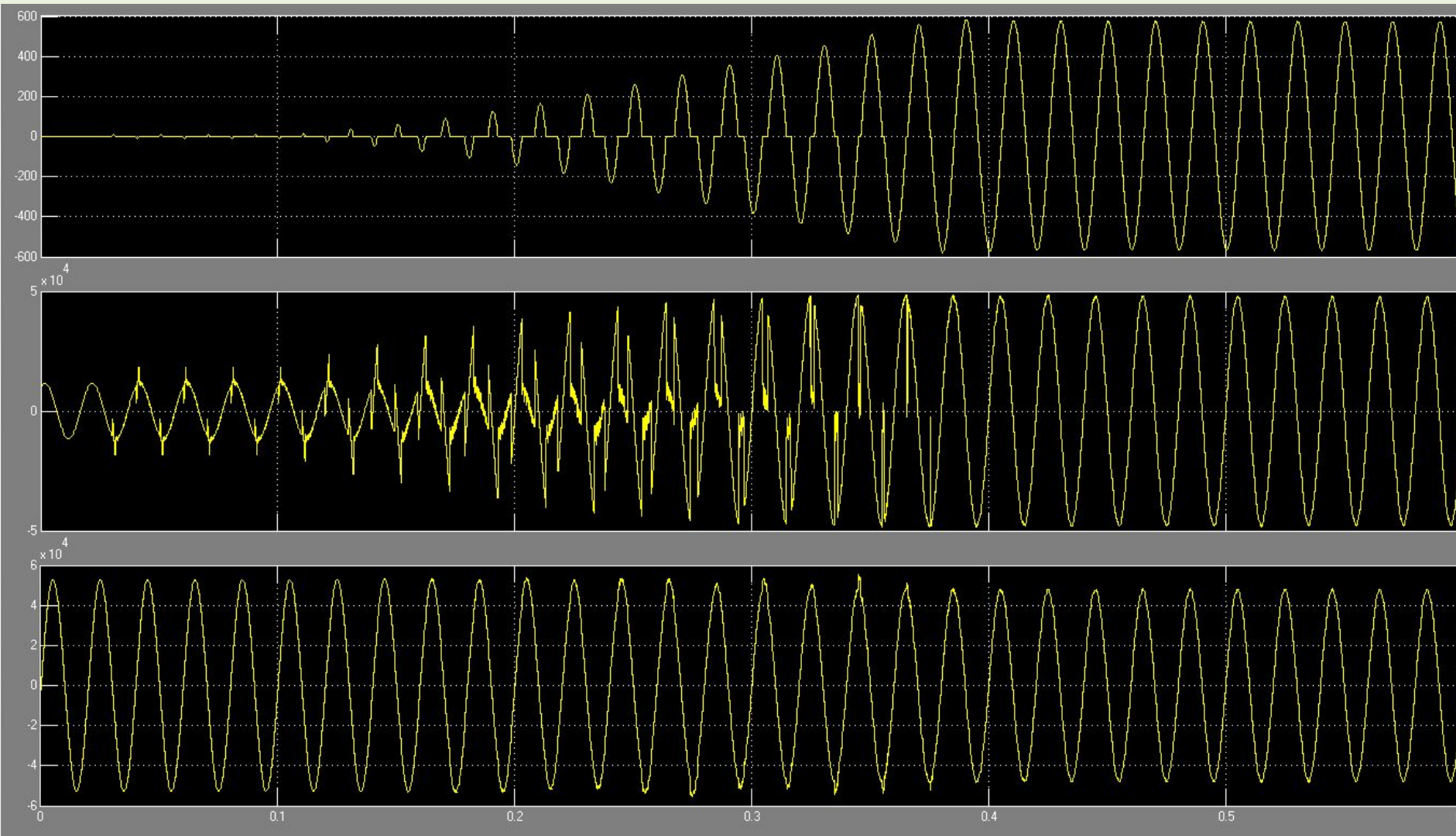


1 -  $I$  в контуре Т1-В1;

2 -  $U_{B1}$ ;

3 -  $U_{T1}$ .

# Контур Т2-В2



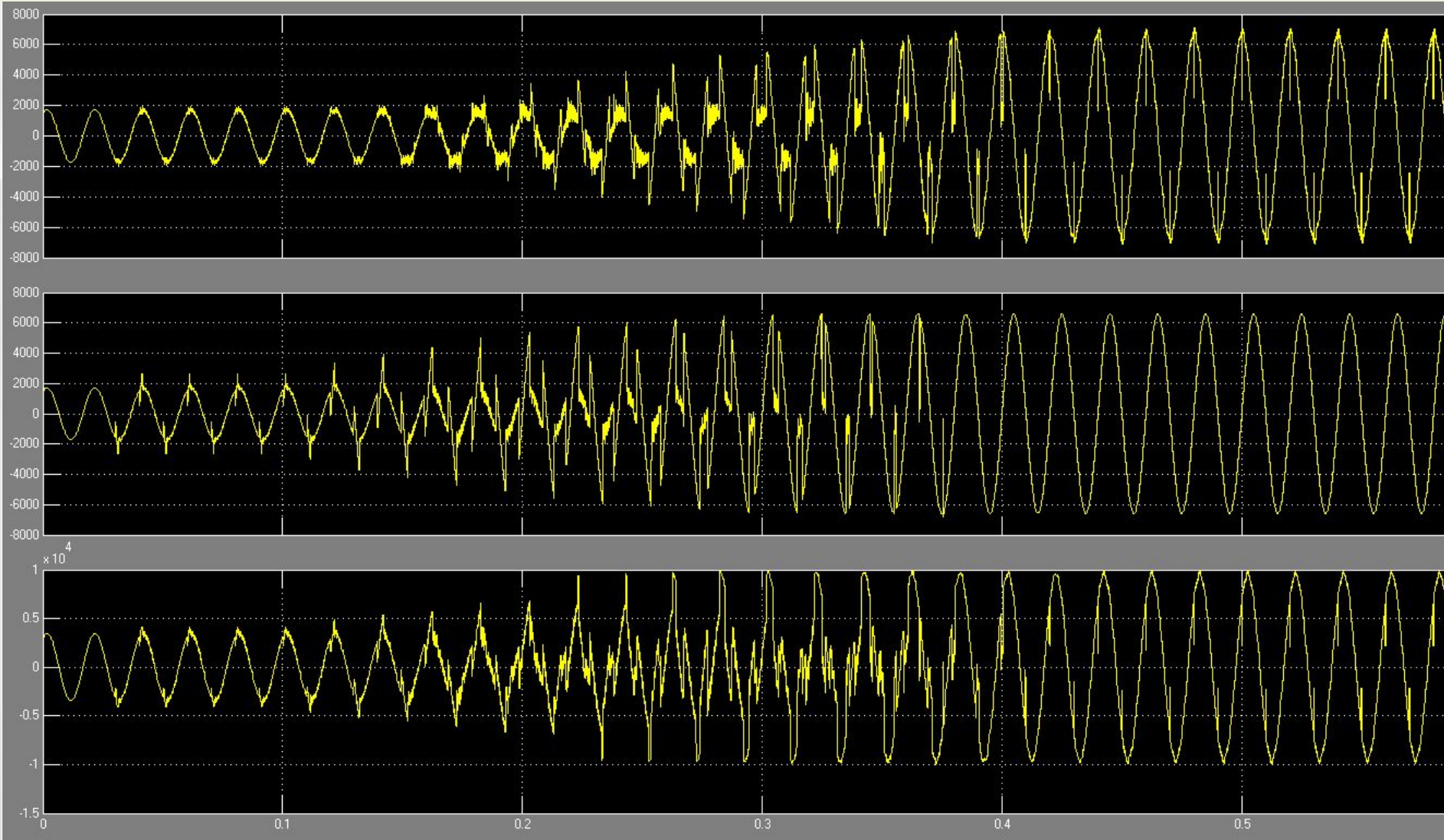
1 -  $I$  в контуре Т2-В2;

2 -  $U_{B2}$ ;

3 -  $U_{T2}$ .

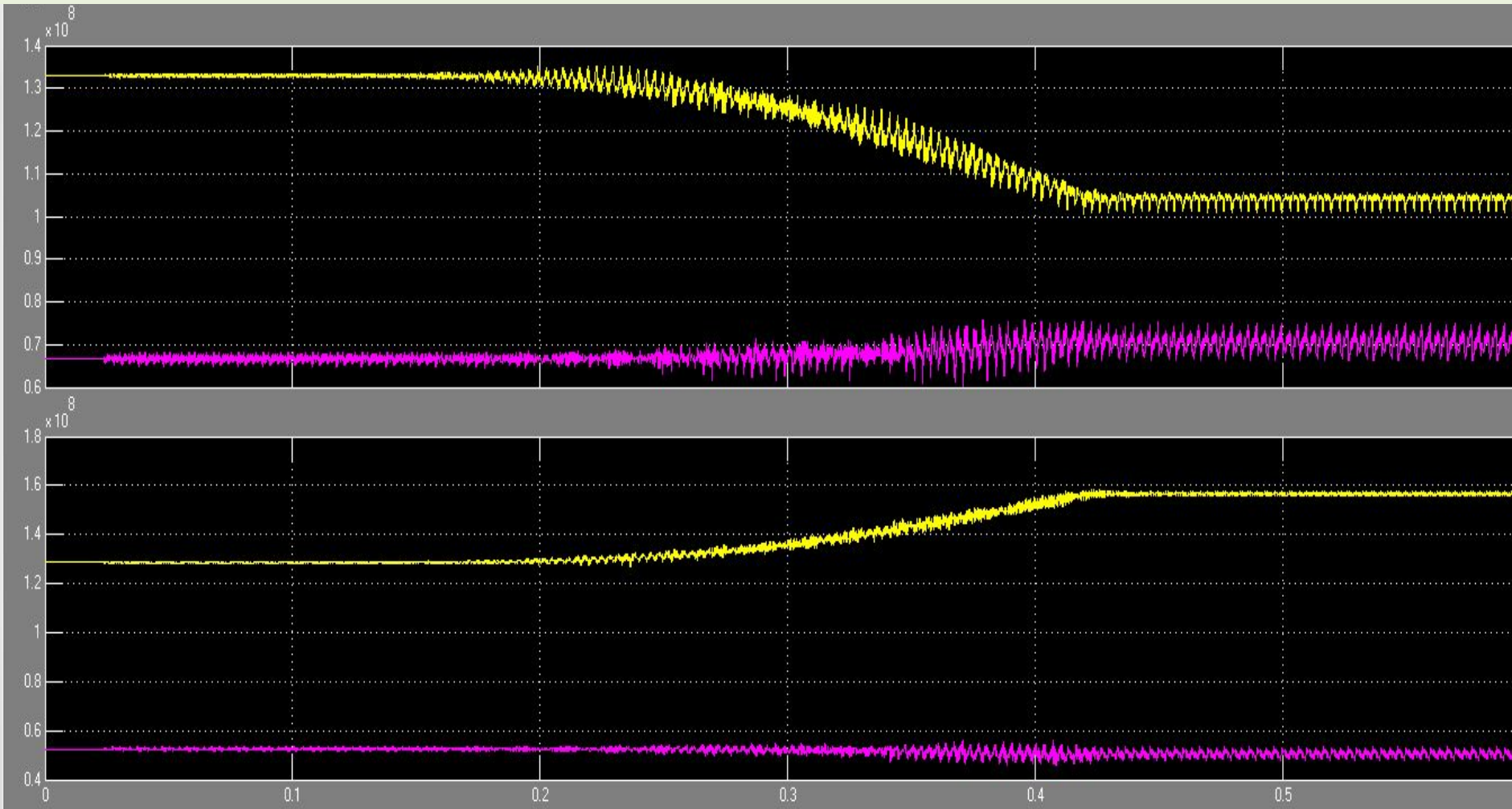


# $\Delta U \text{ } \Upsilon T$



- 1 -  $\Delta U \text{ } T1$ ;
- 2 -  $\Delta U \text{ } T2$ ;
- 3 -  $\Delta U \text{ } \Upsilon T$ .

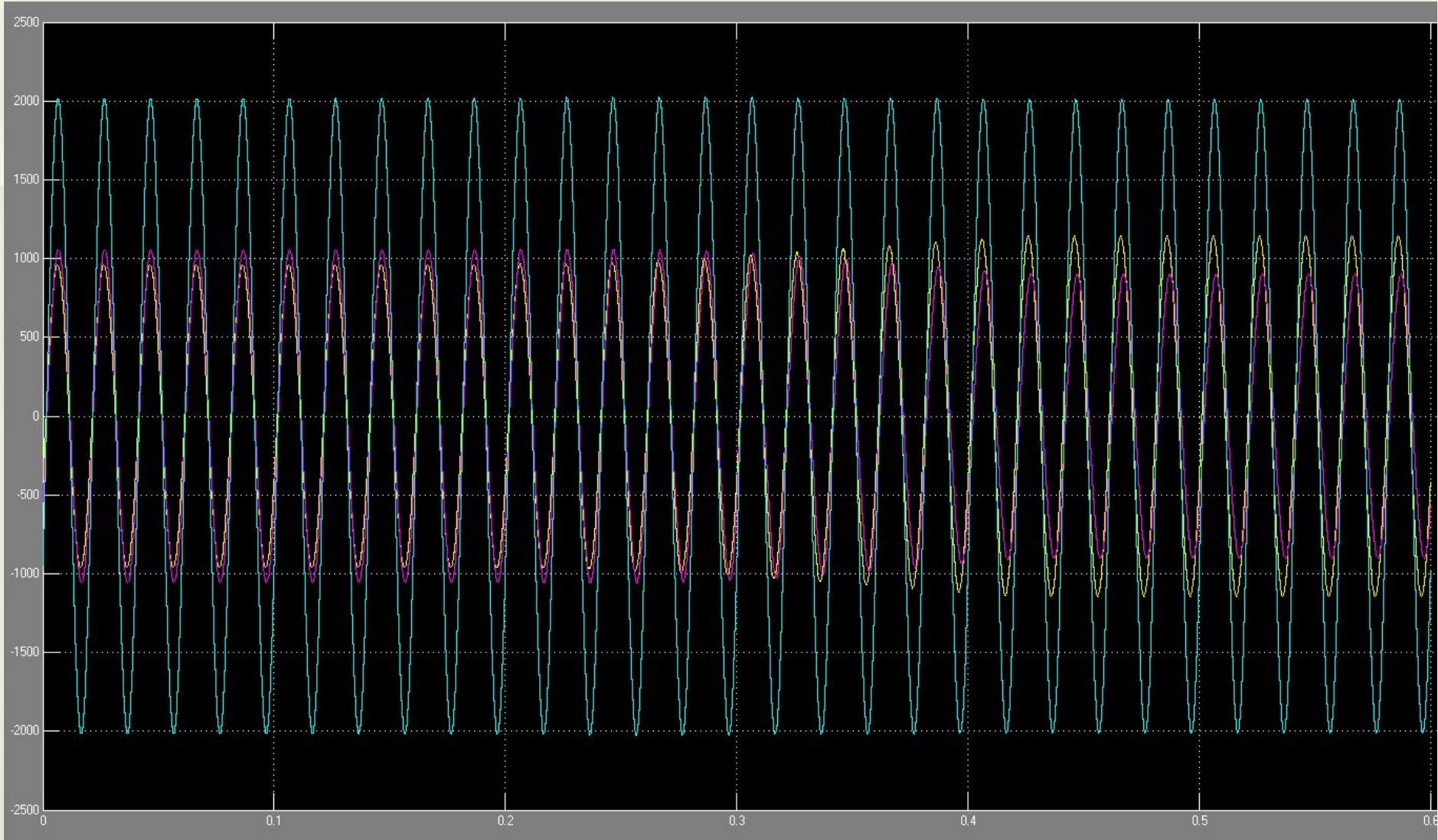
# Работа ТБ1 контура Т1-В1



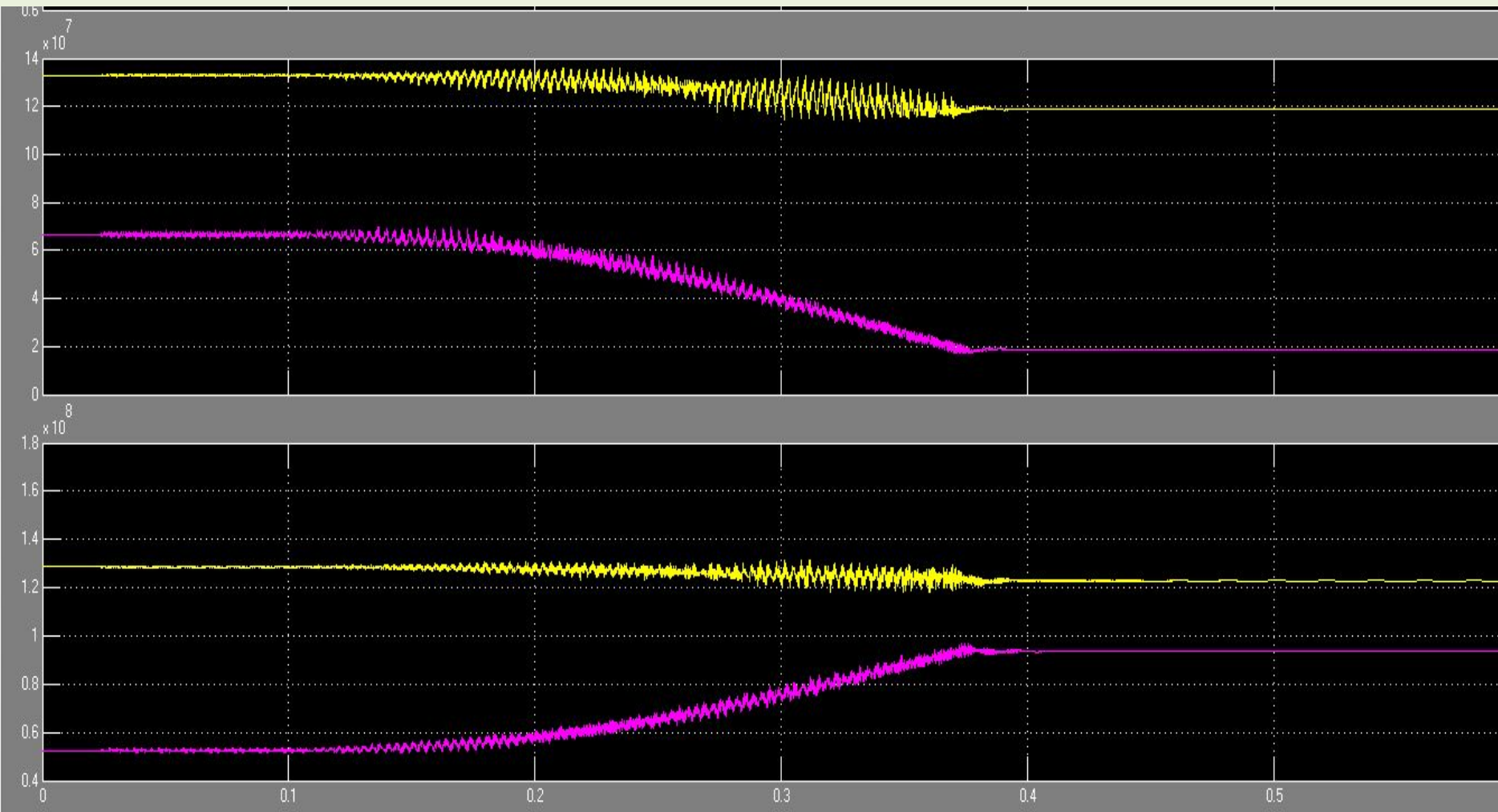
P, Q ЛЭП



# Работа ТБ1 контура Т1-В1

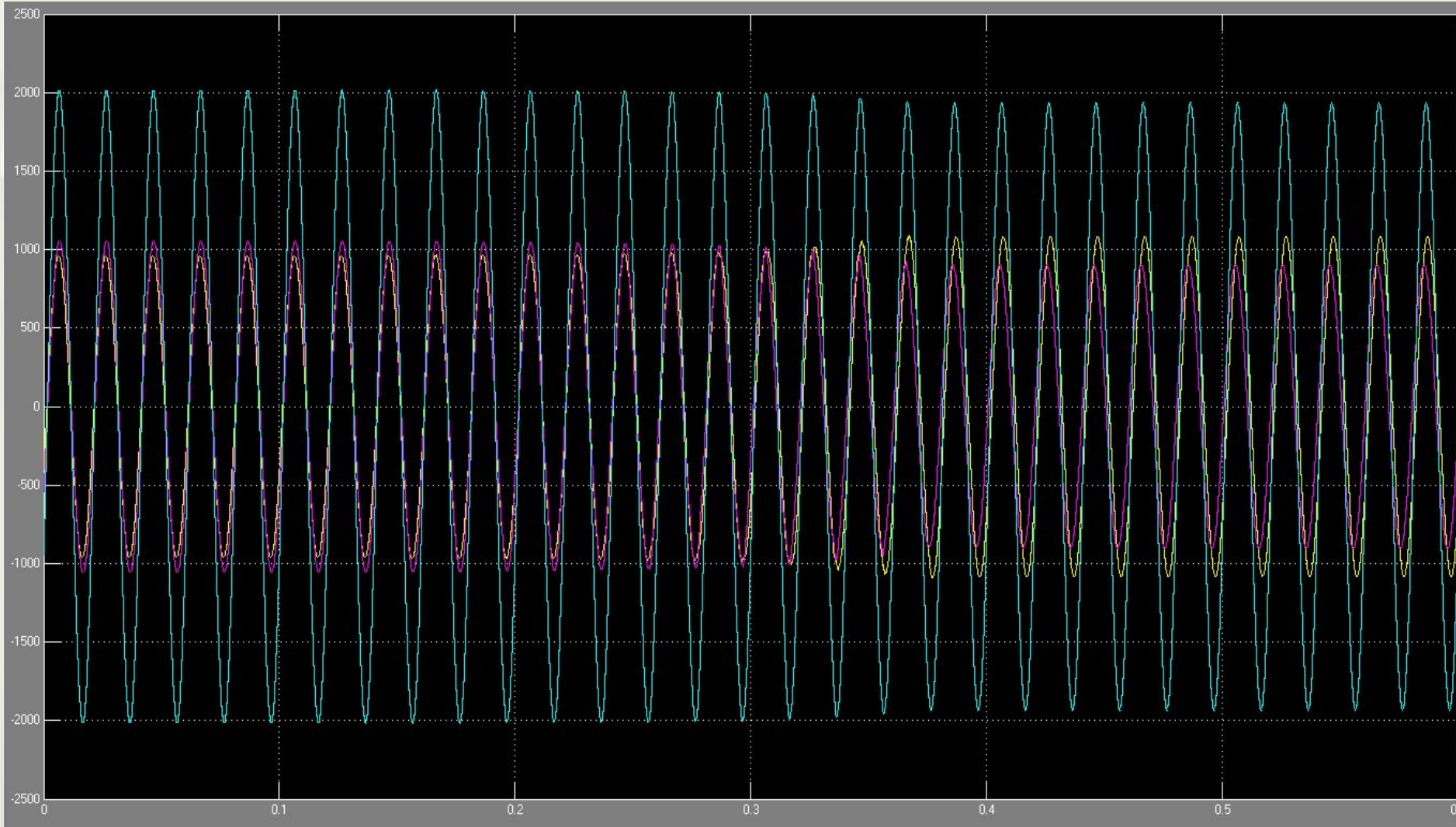


# Работа ТБ2 контура Т2-В2

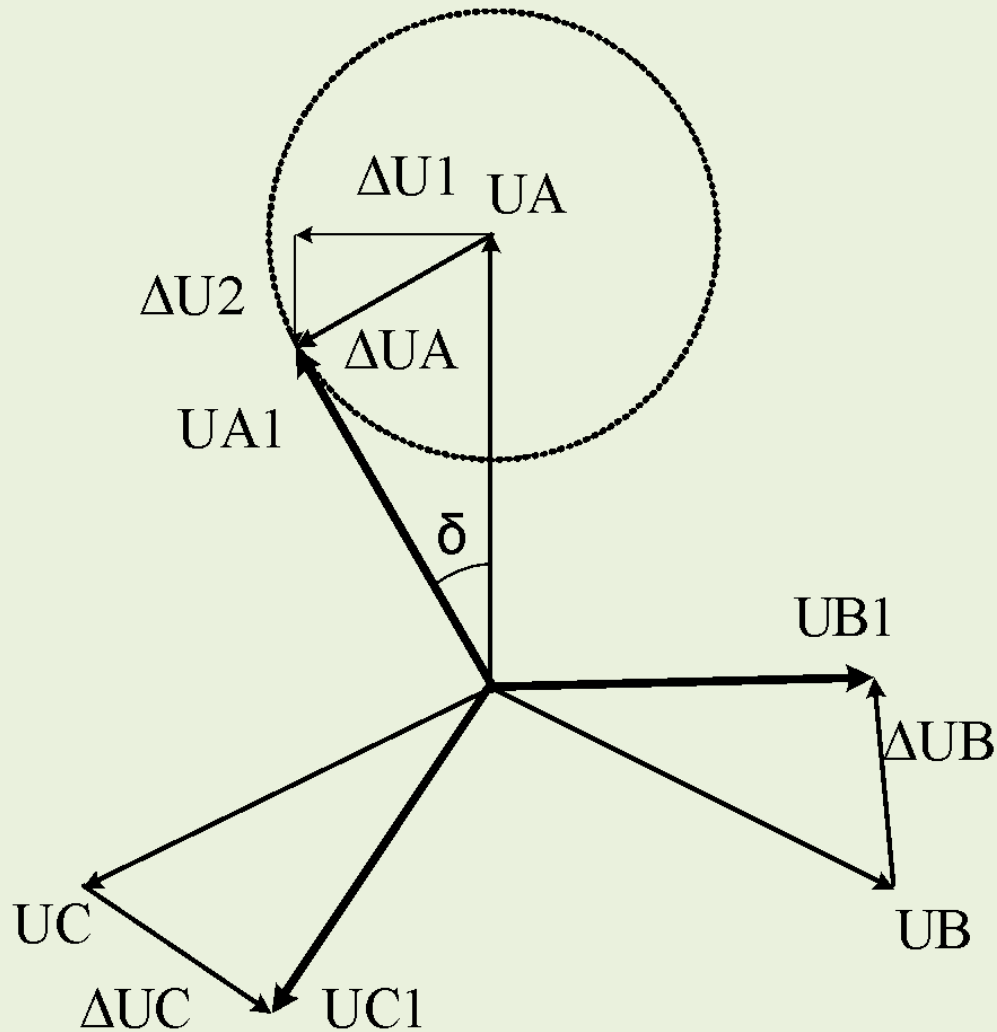


P, Q ЛЭП

# Работа ТБ2 контура Т2-В2



# Векторная диаграмма управляемого трансформатора



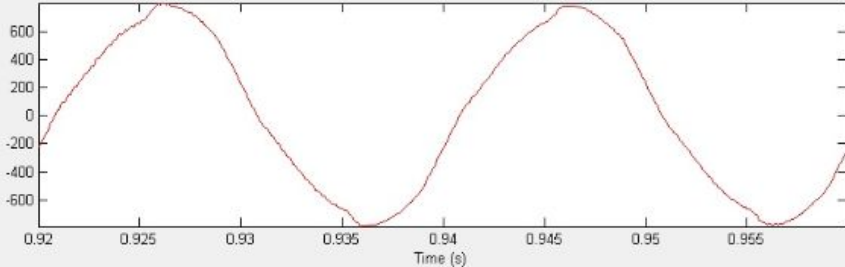
# ФКУ (3, 5 и 7 гармоника)

Powergui FFT Analysis Tool

File Edit View Insert Tools Desktop Window Help

Signal to analyze

Display selected signal  Display FFT window



Available signals

Structure: IA

Input: inut 1

Signal number: 2

FFT window

Start time (s): 0.92

Number of cycles: 2

Fundamental frequency (Hz): 50

FFT settings

Display style: List (relative to fundamental)

Base value: 1.0

Frequency axis: Harmonic order

Max Frequency (Hz): 1000

Display Close

FFT analysis

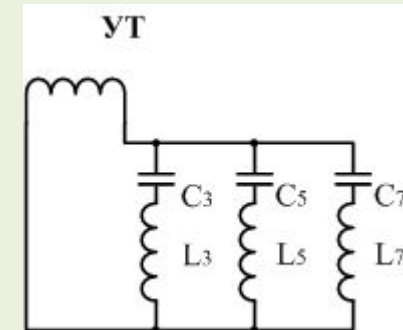
```

Sampling time = 0.0001 s
Samples per cycle = 200
DC component = 1.22
Fundamental = 761.4 peak (538.4 rms)

Total Harmonic Distortion (THD) = 6.82%

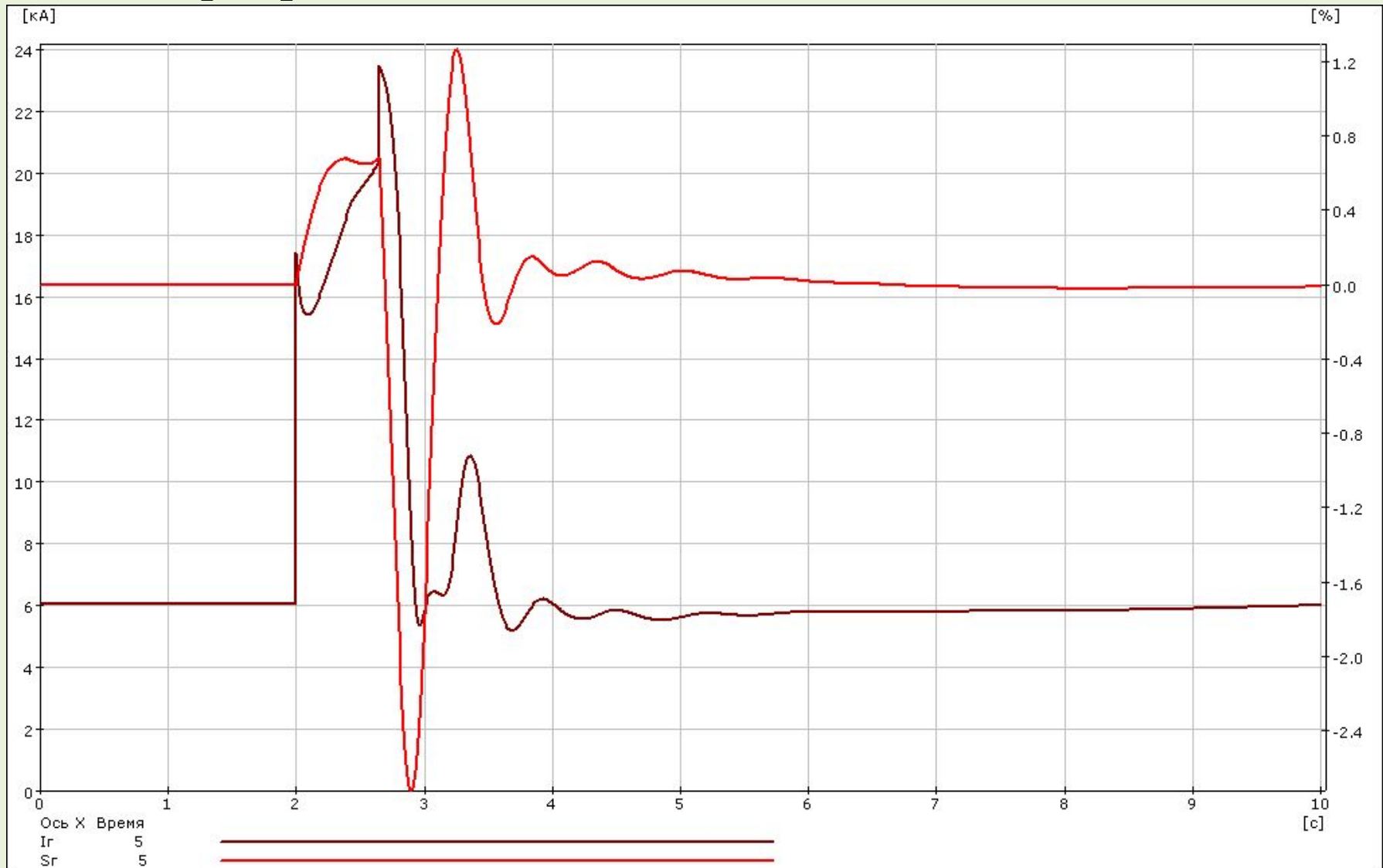
Maximum harmonic frequency
used for THD calculation = 4950.00 Hz (99th harmonic)
    
```

0 Hz (DC):	0.16%	90.0°
25 Hz	0.38%	64.6°
50 Hz (Fnd):	100.00%	-19.8°
75 Hz	0.23%	220.3°
100 Hz (h2):	0.15%	202.0°
125 Hz	0.14%	176.2°
150 Hz (h3):	6.39%	32.3°
175 Hz	0.12%	-52.3°
200 Hz (h4):	0.09%	-74.9°
225 Hz	0.08%	-88.4°
250 Hz (h5):	1.04%	-2.2°
275 Hz	0.04%	155.0°
300 Hz (h6):	0.03%	218.4°
325 Hz	0.10%	236.0°
350 Hz (h7):	1.83%	14.0°
375 Hz	0.02%	60.0°
400 Hz (h8):	0.06%	-78.3°
425 Hz	0.11%	253.8°
450 Hz (h9):	0.48%	179.6°
475 Hz	0.12%	127.8°
500 Hz (h10):	0.07%	115.8°
525 Hz	0.19%	74.6°
550 Hz (h11):	0.35%	-37.0°
575 Hz	0.06%	213.5°
600 Hz (h12):	0.05%	144.8°
625 Hz	0.06%	169.7°

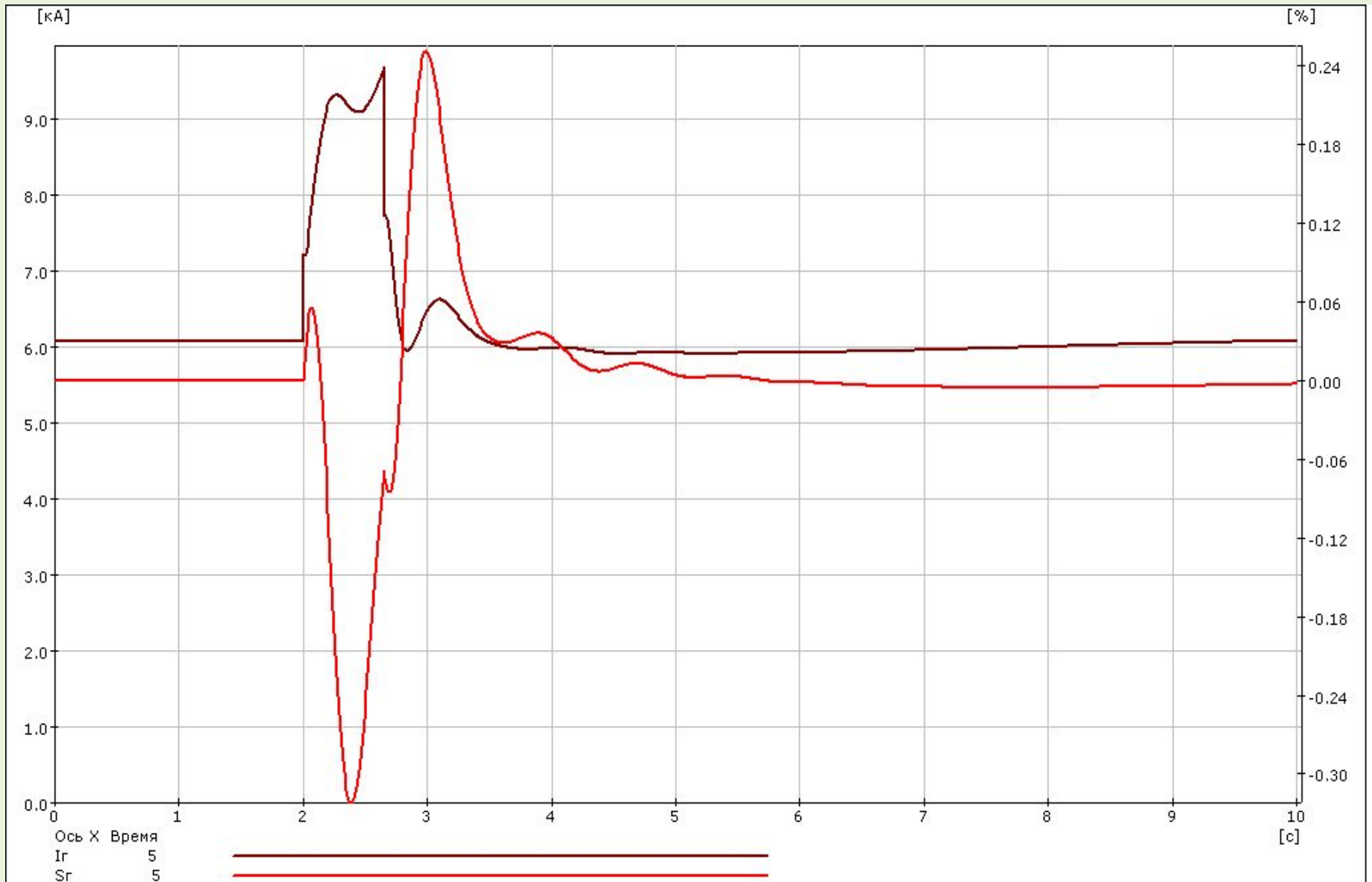




# Ток статора генератора и скольжение генератора при трехфазном КЗ в сети 110 кВ вблизи ТЭЦ без УТ



# Ток статора генератора и скольжение генератора при трехфазном КЗ в сети 110 кВ вблизи ТЭЦ с учетом работы УТ



# ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

1. Математическое моделирование проводилось в **MATLAB 7.11**
2. Расчет установившихся режимов проводился с использованием ПО **RASTR**
3. Расчет переходных процессов при КЗ в ПО **Мустанг**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ,

ДОКЛАД ОКОНЧЕН