



ЦЕНТР НТИ МЭИ

ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Применение RTDS для исследования функционирования РЗА ЦПС

Благоразумов Д.О

Инженер 1 категории отдела научных
исследований

WWW.NTI.MPEI.RU





Структура доклада

01

**ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ
RTDS**

**АНАЛИЗ РАБОТЫ
РЗА ЦПС**

06

15

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ
РЕШЕНИЯ**

**ТЕСТИРОВАНИЕ
НА RTDS**

22





1. ПРИМЕНЕНИЕ RTDS ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА РЗА



**RTDS Real-Time
Digital Simulator**



**NovaCor simulation
hardware for the RTDS
Simulator**



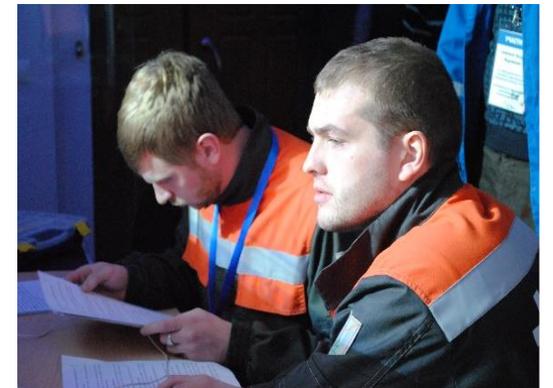
**PONOVO
4-Quadrant Amplifiers**



ЛУЧШИЙ ЦИФРОВОЙ РЕЛЕЙЩИК 2019



ЛУЧШИЙ ЭЛЕКТРОМОНТЕР





ОБУЧЕНИЕ РЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RTDS СПЕЦИАЛИСТОВ РАЗЛИЧНЫХ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ





2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РЗА

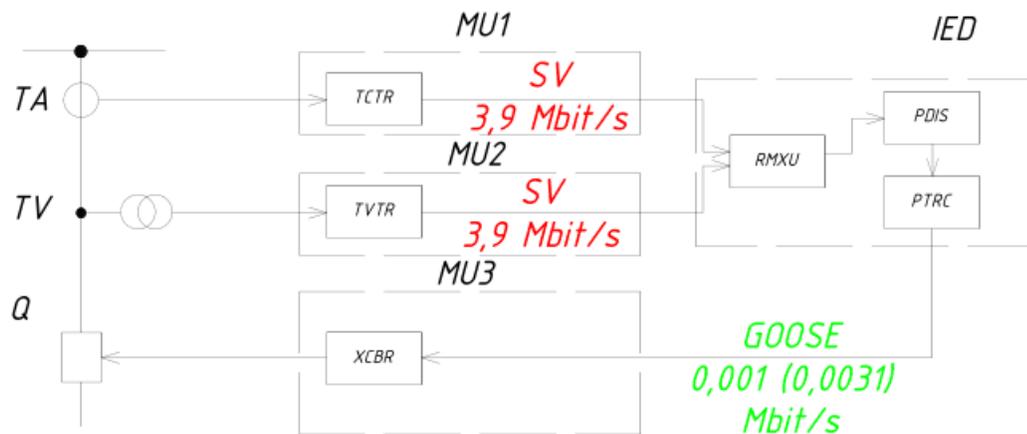


3. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЗА ЦПС

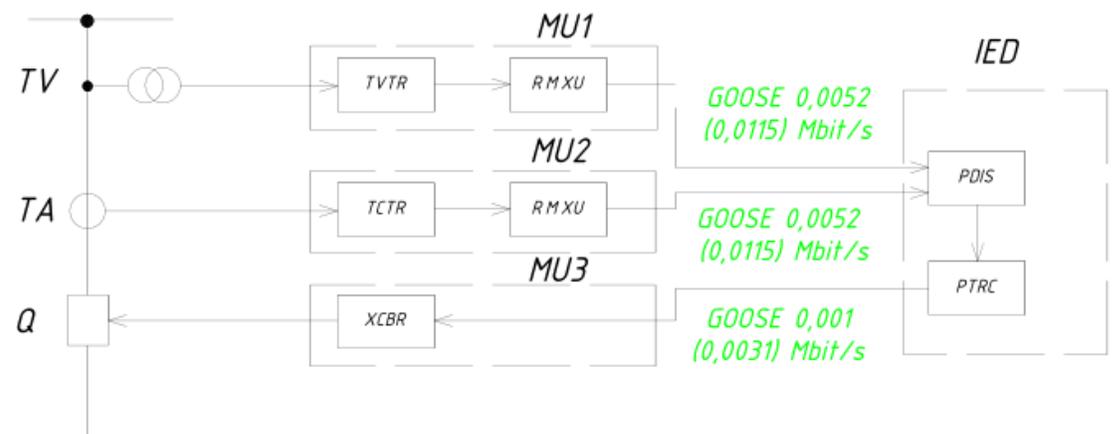




РАЗРАБОТКА СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ЛВС



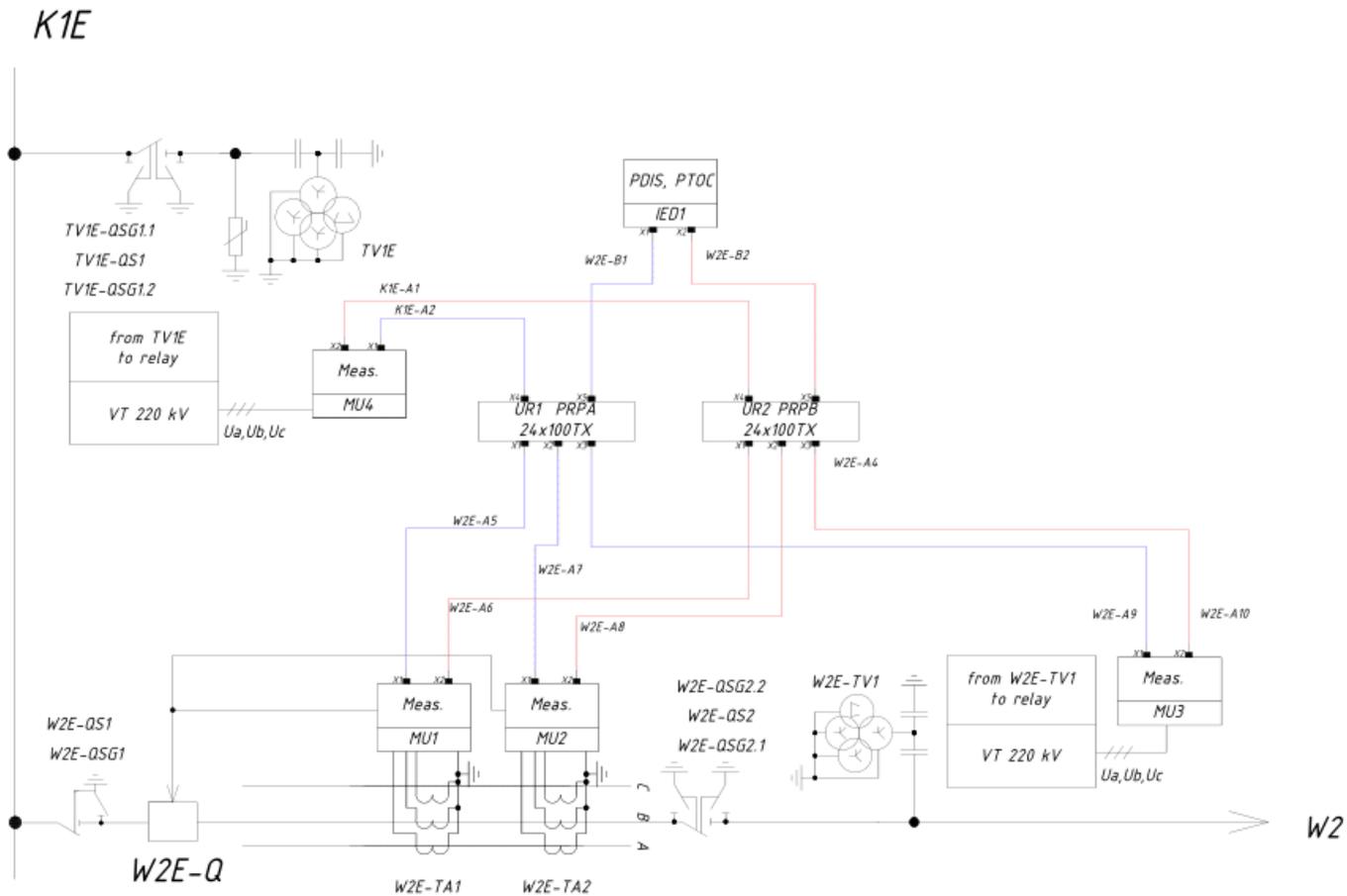
Упрощенная структура комплекса РЗА при передаче измерений по протоколу SV.



Упрощенная структура комплекса РЗА при передаче измерений с использованием GOOSE-сообщений.

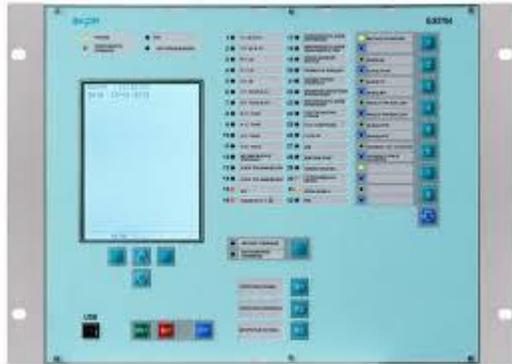


СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ КОМПЛЕКСА РЗА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ПРОТОКОЛУ GOOSE



ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНАЛОВ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

SV+GOOSE



Терминал защиты
серии БЭ 2704 021

SV+GOOSE



Промышленный
компьютер

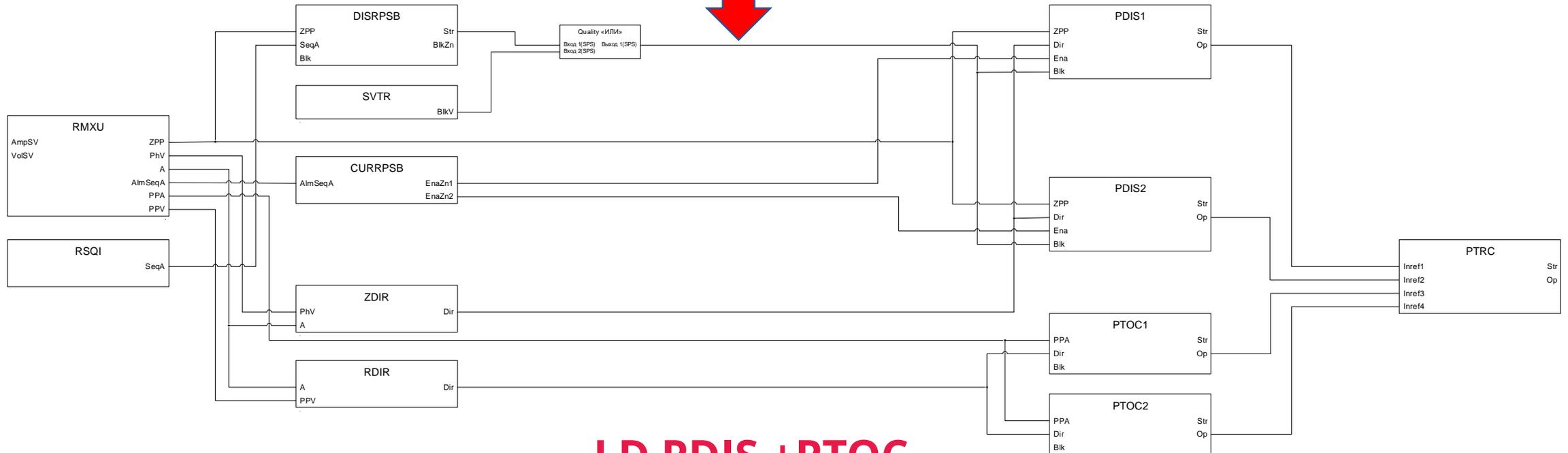
GOOSE+GOOSE (new method)



Промышленный
компьютер

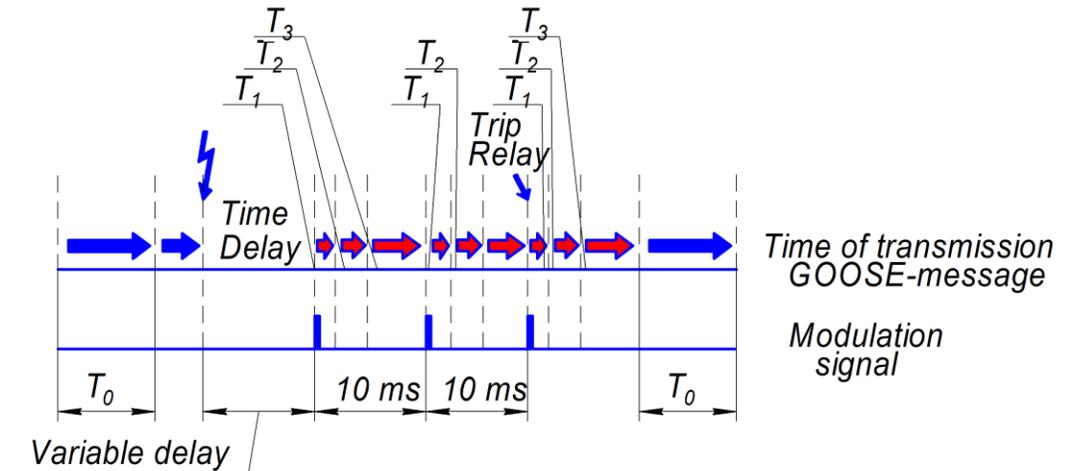
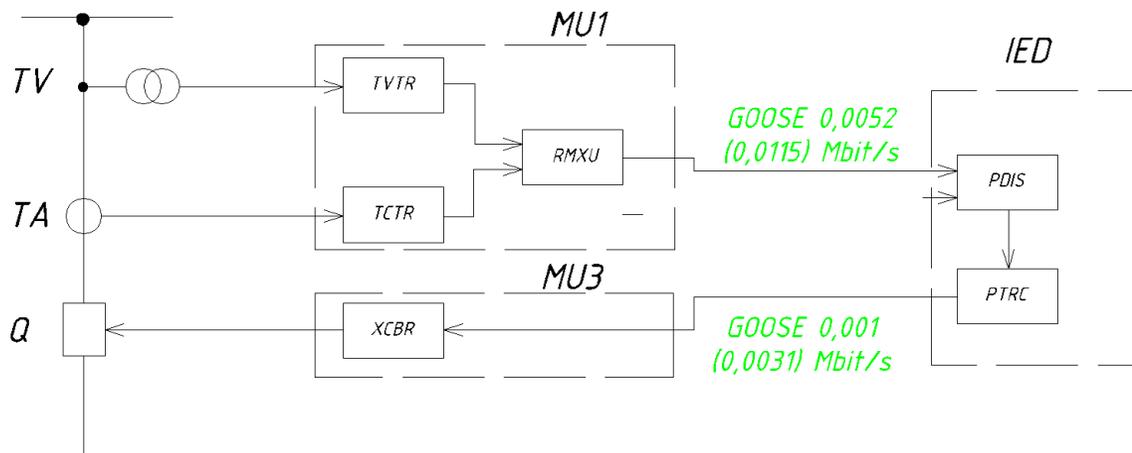


СХЕМА ЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОТОТИПА УСТРОЙСТВА РЗА



LD PDIS +PTOC

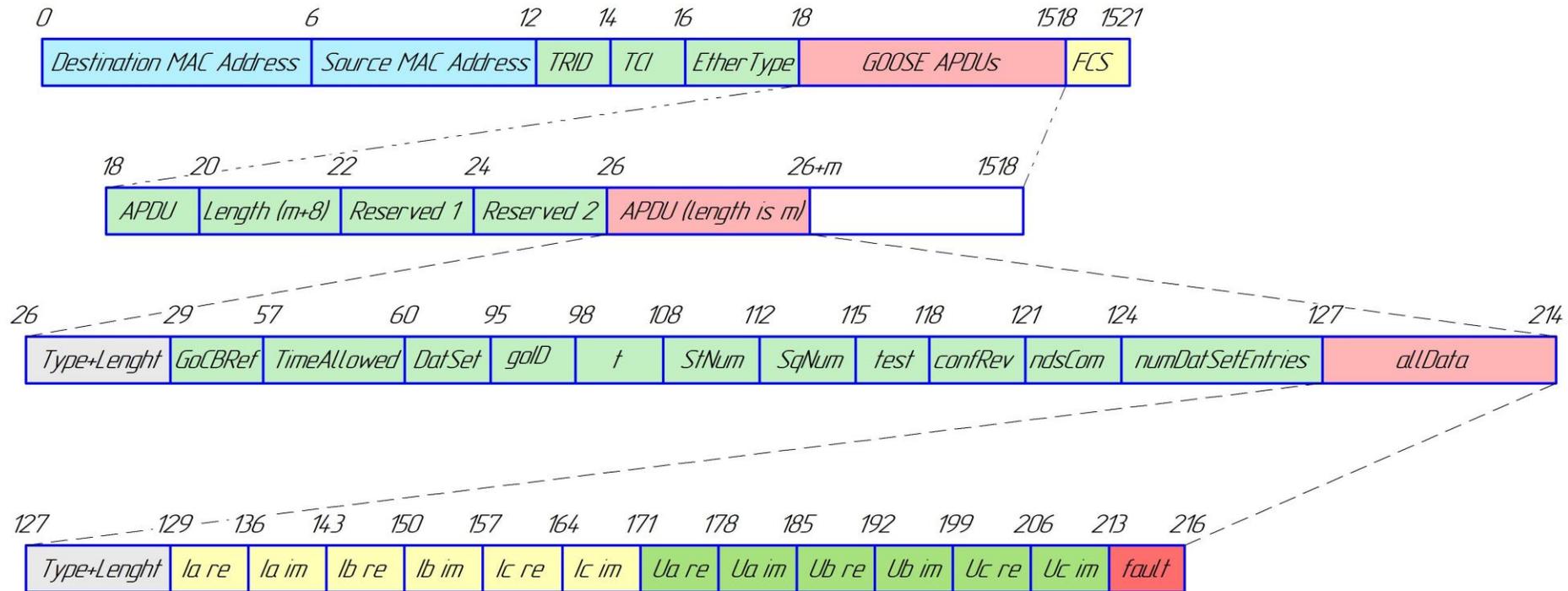
НОВЫЙ СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ



Структура комплекса РЗА при передаче измерений с использованием GOOSE-сообщений

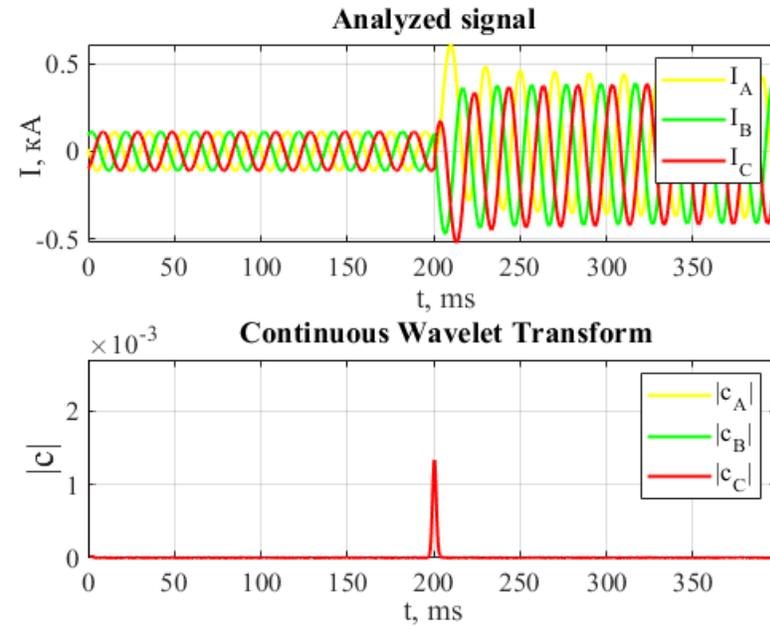
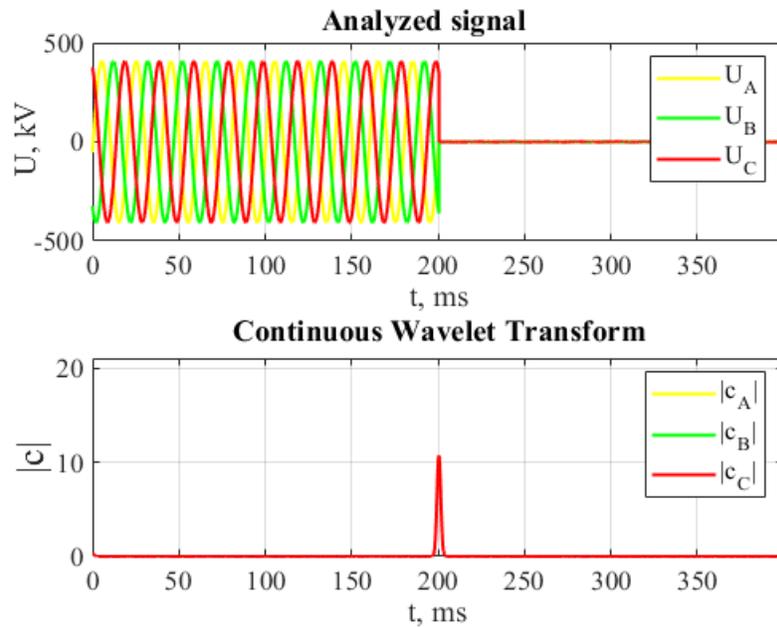
Алгоритм передачи GOOSE сообщений

НОВЫЙ СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ



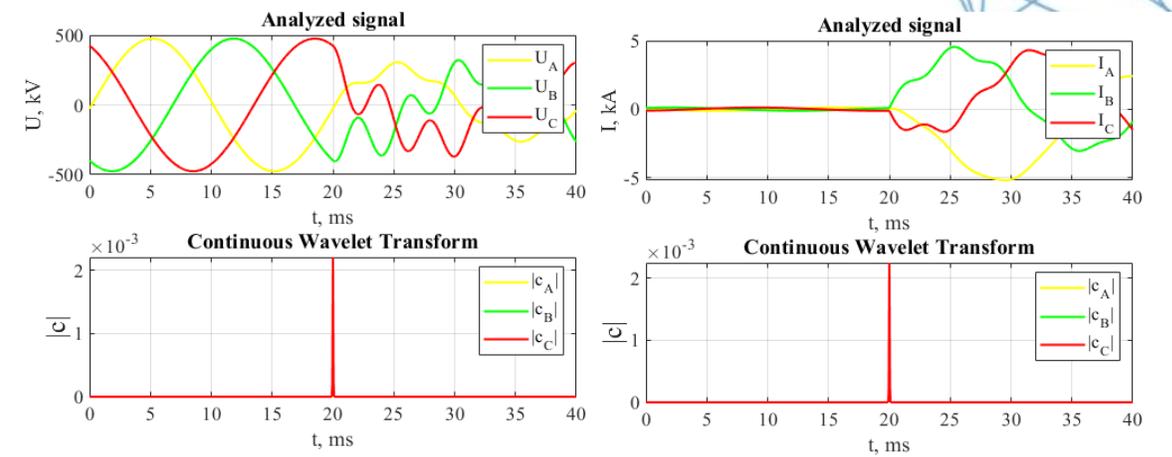
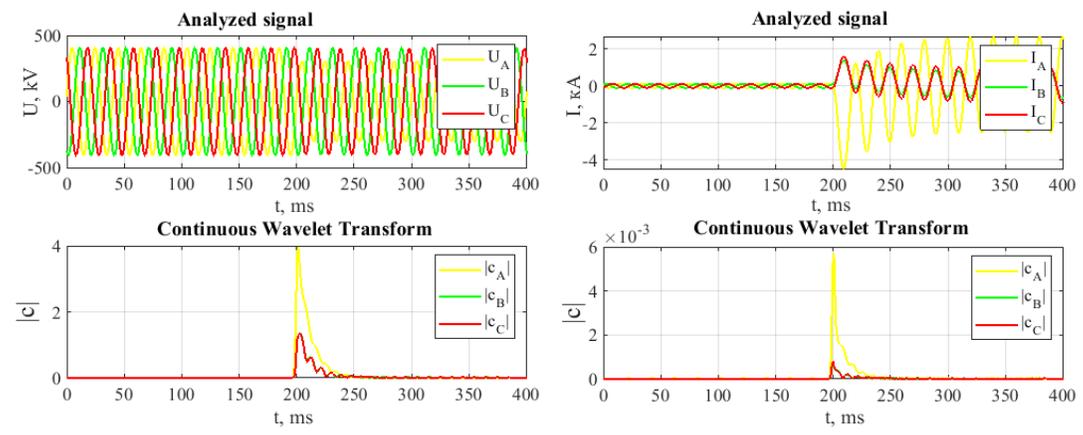
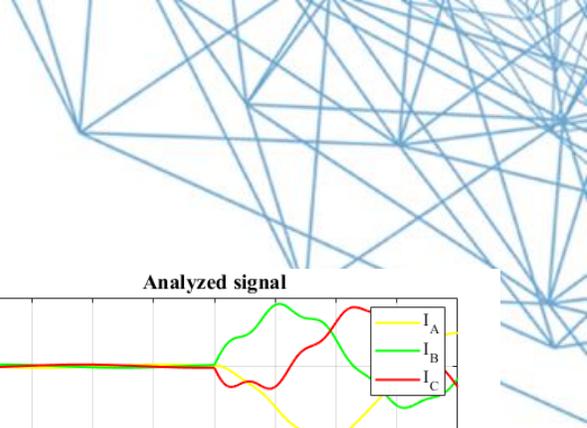
Структура GOOSE сообщения

ПУСКОВОЙ ОРГАН ВЫЯВЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТИ



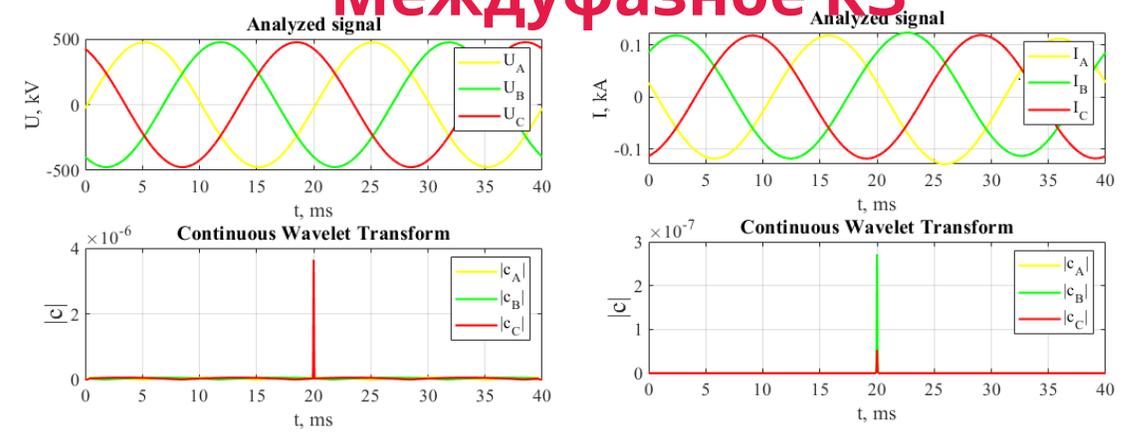
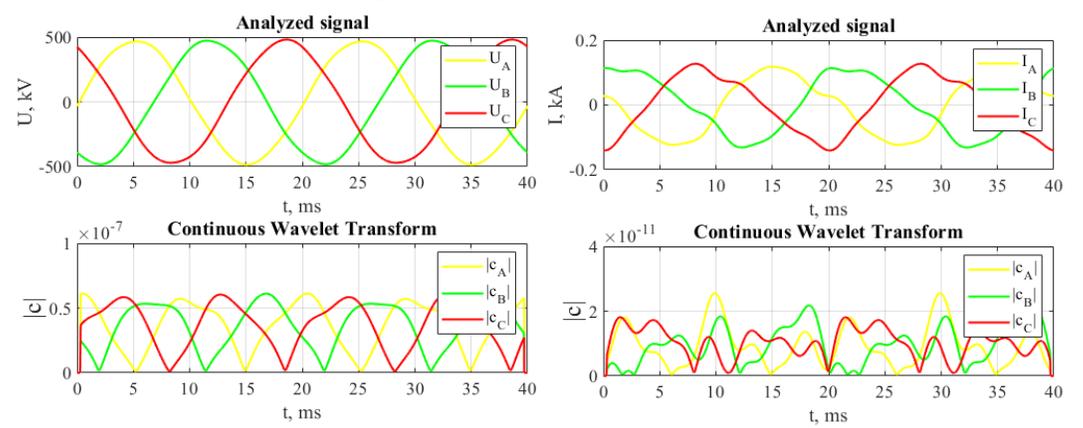
Момент возникновения аварийной ситуации сопровождается максимумом функции, полученной по вейвлет-преобразованию Морле.

ТЕСТОВЫЕ СЛУЧАИ ДЛЯ ПО



Однофазное КЗ

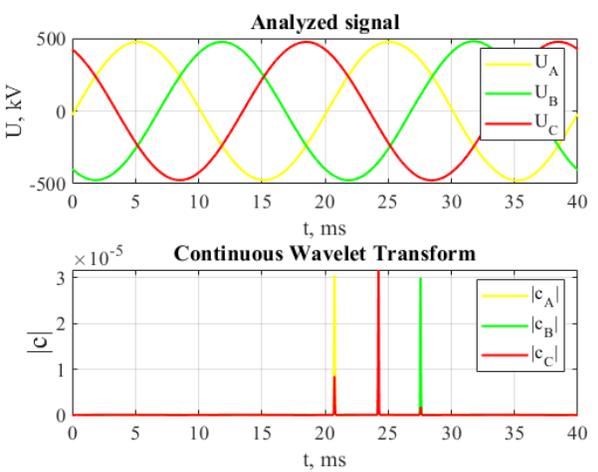
Междуфазное КЗ



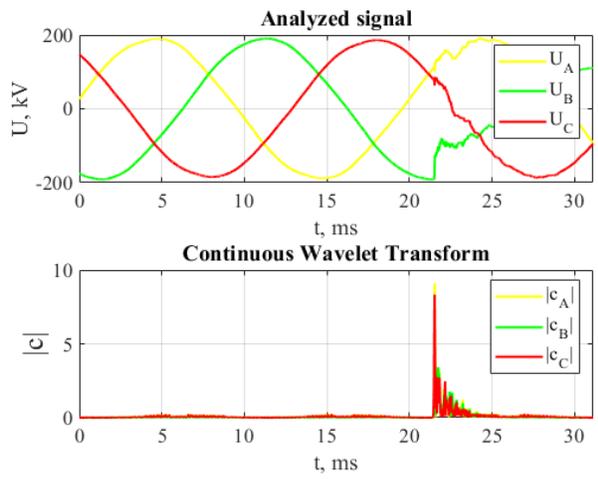
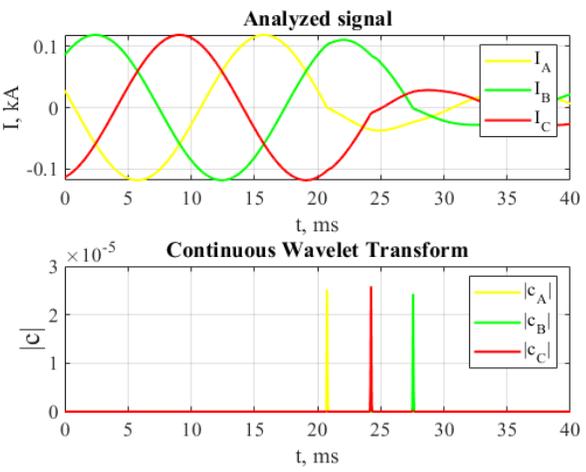
Несинусоидальный режим

Наброс мощности

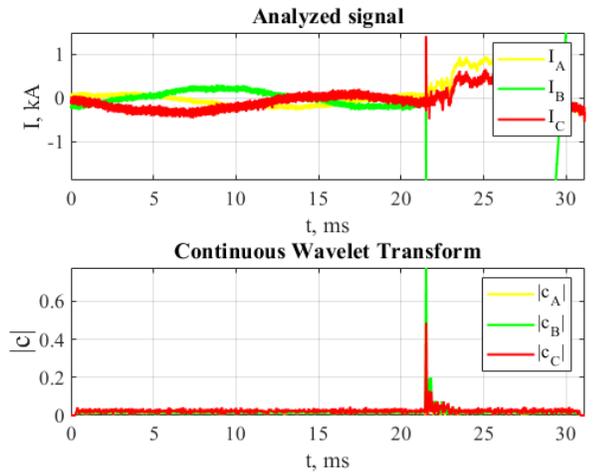
ТЕСТОВЫЕ СЛУЧАИ ДЛЯ ПО

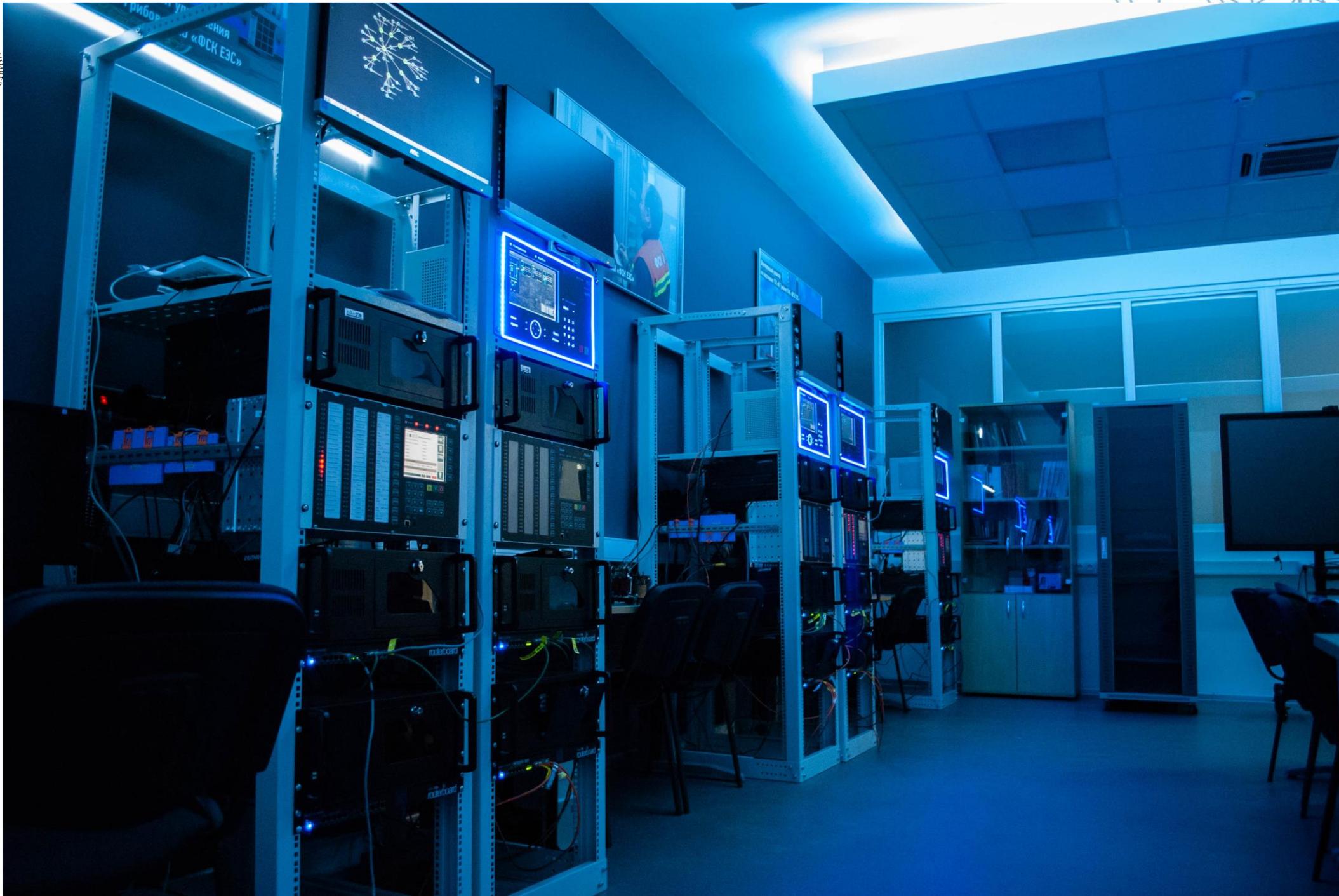


Отключение ВЛ



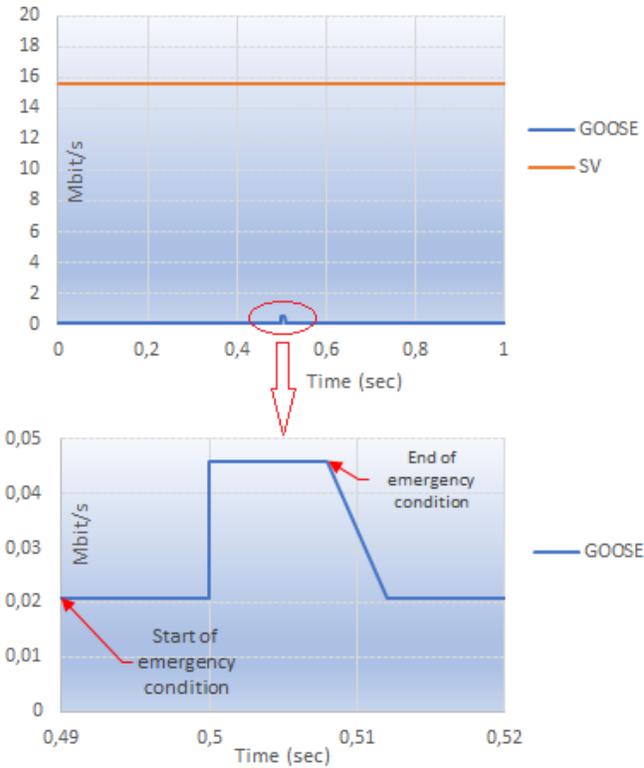
Реальный случай КЗ







ОЦЕНКА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИЙ РЗА И ЗАГРУЖЕННОСТИ КАНАЛОВ СВЯЗИ



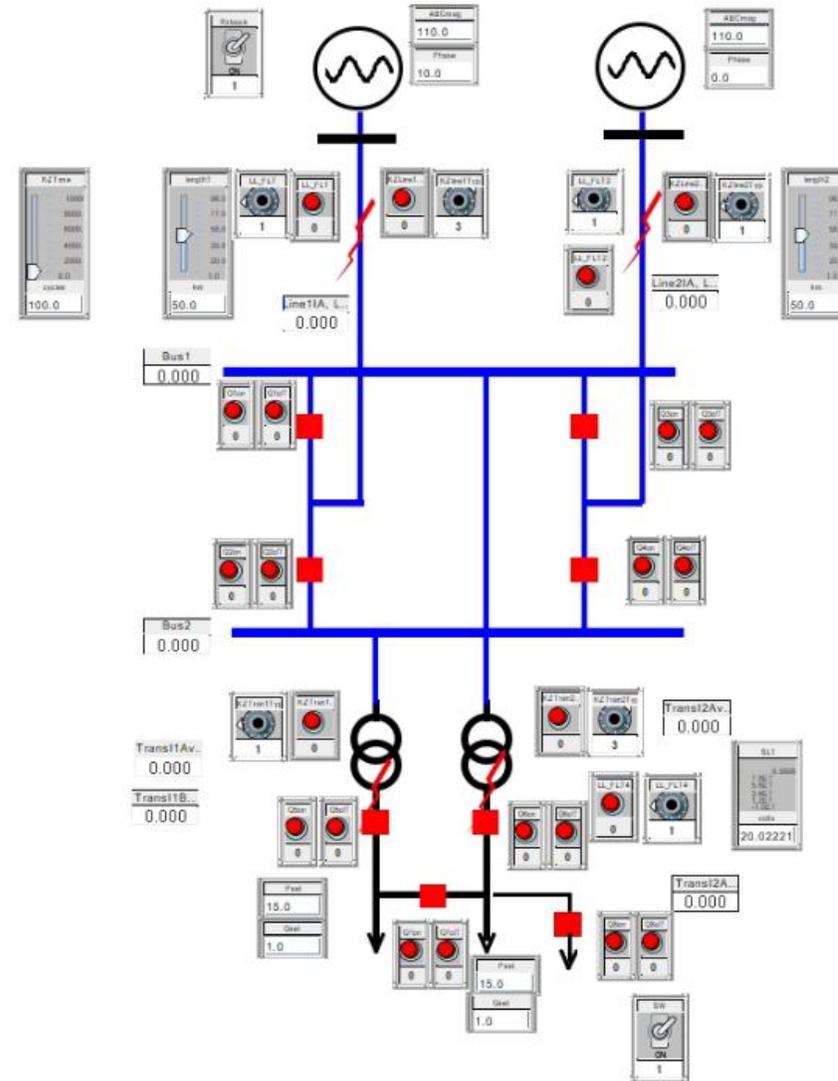
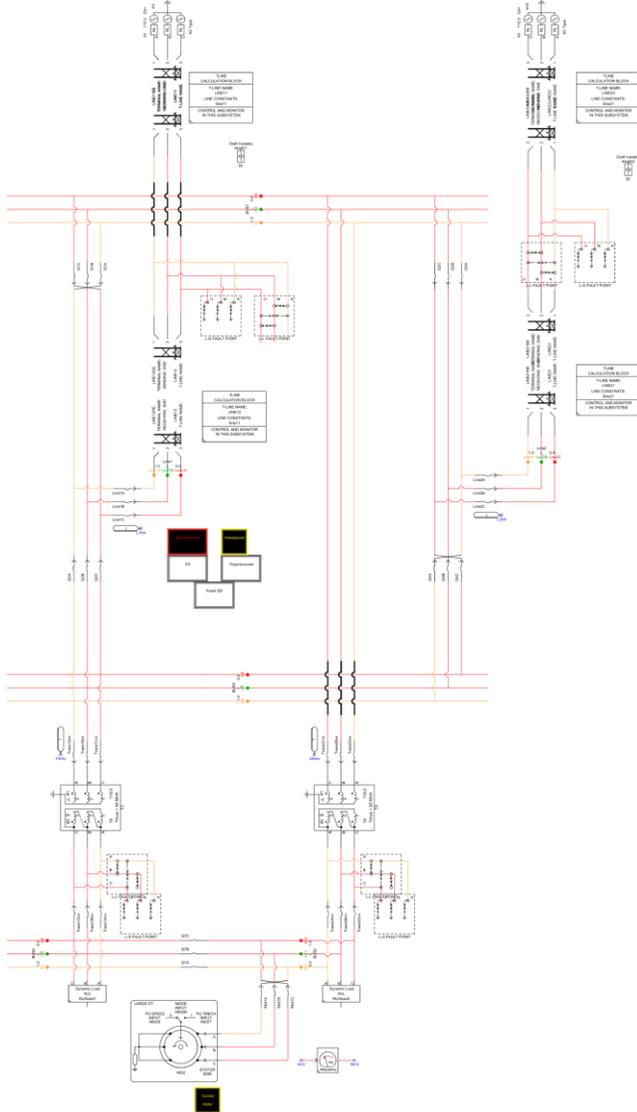
Загруженность канала связи ЛВС при передаче SV потока и GOOSE-сообщений

Вариант передачи измерений	Устройство РЗА
Передача измерений токов и напряжений по протоколу SV и передача команды на отключение выключателя по протоколу GOOSE	Терминал защиты серии БЭ 2704 021 производства ООО НПП "ЭКРА". Промышленный компьютер с разработанным программным обеспечением (ПО), реализующим функции РЗА и протоколы передачи данных
Передача измерений токов и напряжений и передача команд на отключение по протоколу GOOSE.	Промышленный компьютер с разработанным (ПО), реализующим функции РЗА и протоколы передачи данных

marker A: 611 ms marker B: 629 ms Difference of markers: 18 ms

Сравнение быстродействия функций РЗА

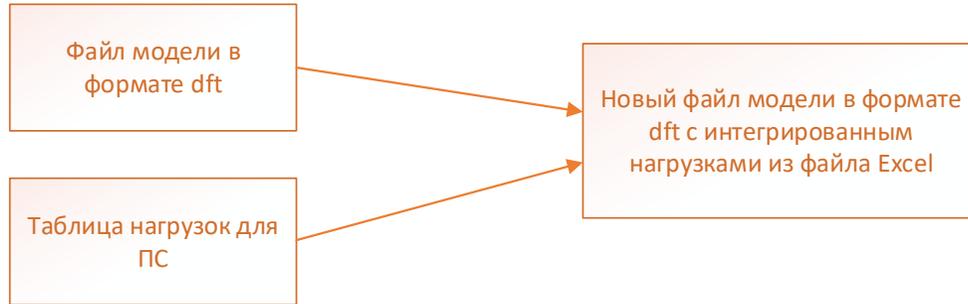
ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ НА RTDS



Фрагмент схемы в Draft

Фрагмент схемы в Runtime

ЗАДАНИЕ СУТОЧНЫХ ГРАФИКОВ НАГРУЗОЧНОГО РЕЖИМА

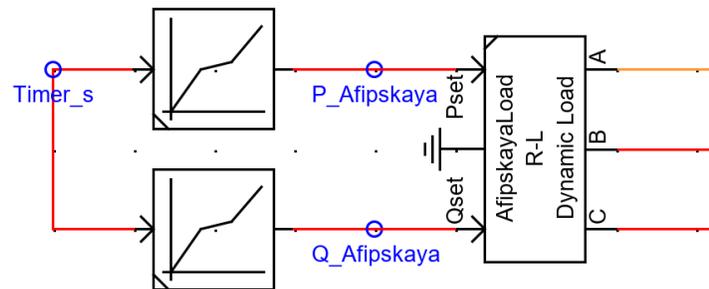
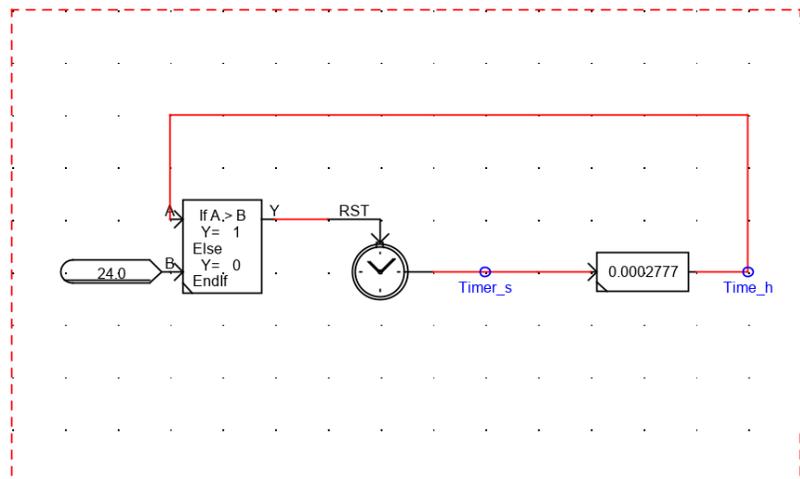


Код JAVA

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        ExcelWorker ex = new ExcelWorker();
        Map<String, List<Double>> data = ex.parsefile("\\RTDS\\src\\main\\resources\\nagr.xls");
        DraftMaker dft = new DraftMaker();
        dft.addLoads(data, "\\RTDS\\src\\main\\resources\\today2.dft");
    }
}
```

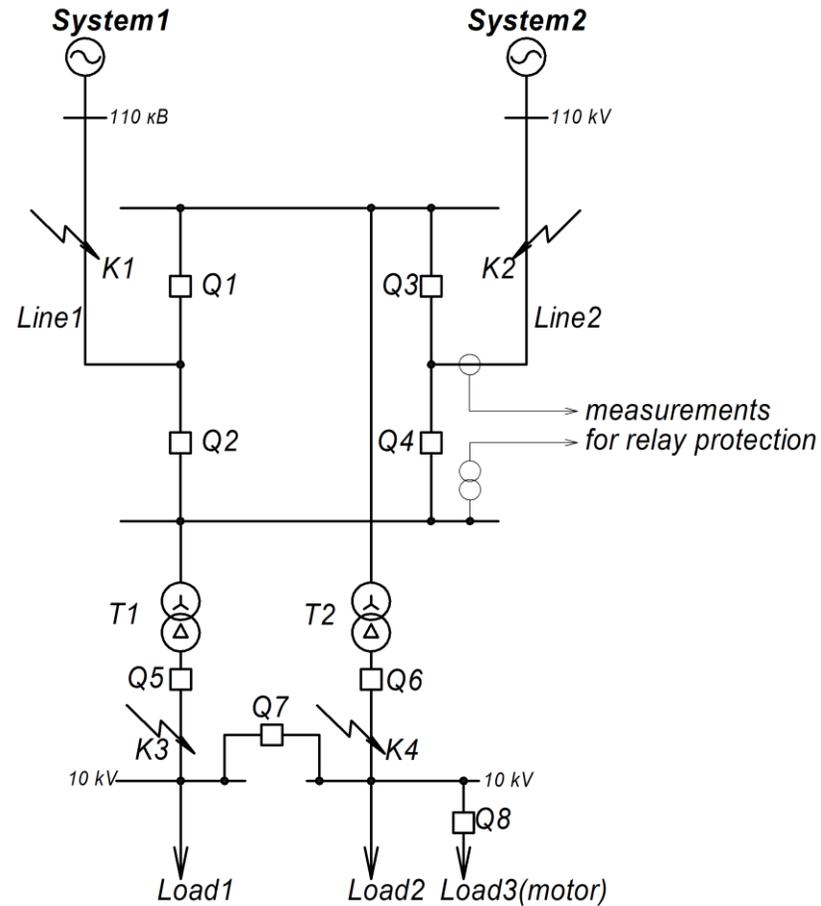
ПСя	тип	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Buzhora	pn	60,30	52,90	53,80	50,00	53,60	44,70	51,40	51,80	66,80	74,40	79,30	84,90	91,60	83,30	88,00	87,10	89,20	87,60	79,30	79,10	80,40	83,10	81,10	70,40
Buzhora	qn	16,50	11,20	10,70	14,50	13,60	13,20	14,50	13,80	9,80	9,20	10,10	11,20	10,70	15,60	13,80	14,10	16,50	12,30	15,90	17,90	13,20	13,40	13,20	13,80
Afipskaya	pn	47,60	45,50	41,00	42,70	42,50	42,40	45,40	45,30	45,00	47,00	52,00	58,00	53,00	58,00	55,00	61,00	57,00	59,00	56,00	57,00	54,00	62,00	42,00	41,00
Afipskaya	qn	24,80	20,70	21,00	23,10	25,50	21,40	22,90	24,50	35,00	39,00	38,00	44,00	40,00	41,00	41,00	42,00	40,00	41,00	41,00	39,00	37,00	39,00	35,00	35,00

Timer



rtds_sharc_ctl_NLG32					
PARAMETERS					
Name	Description	Value	Unit	Min	Max
X1	X1	0.0			
X2	X2	3600			
X3	X3	7200			
X4	X4	10800		-1E38	1E38
X5	X5	14400		-1E38	1E38
X6	X6	18000		-1E38	1E38
X7	X7	21600		-1E38	1E38
X8	X8	25200		-1E38	1E38
X9	X9	28800		-1E38	1E38
X10	X10	32400		-1E38	1E38
Y1	Y1	47.6			
Y2	Y2	45.5			
Y3	Y3	41			
Y4	Y4	42.7		-1E38	1E38
Y5	Y5	42.5		-1E38	1E38
Y6	Y6	42.4		-1E38	1E38
Y7	Y7	45.4		-1E38	1E38
Y8	Y8	45.3		-1E38	1E38
Y9	Y9	45		-1E38	1E38
Y10	Y10	47		-1E38	1E38

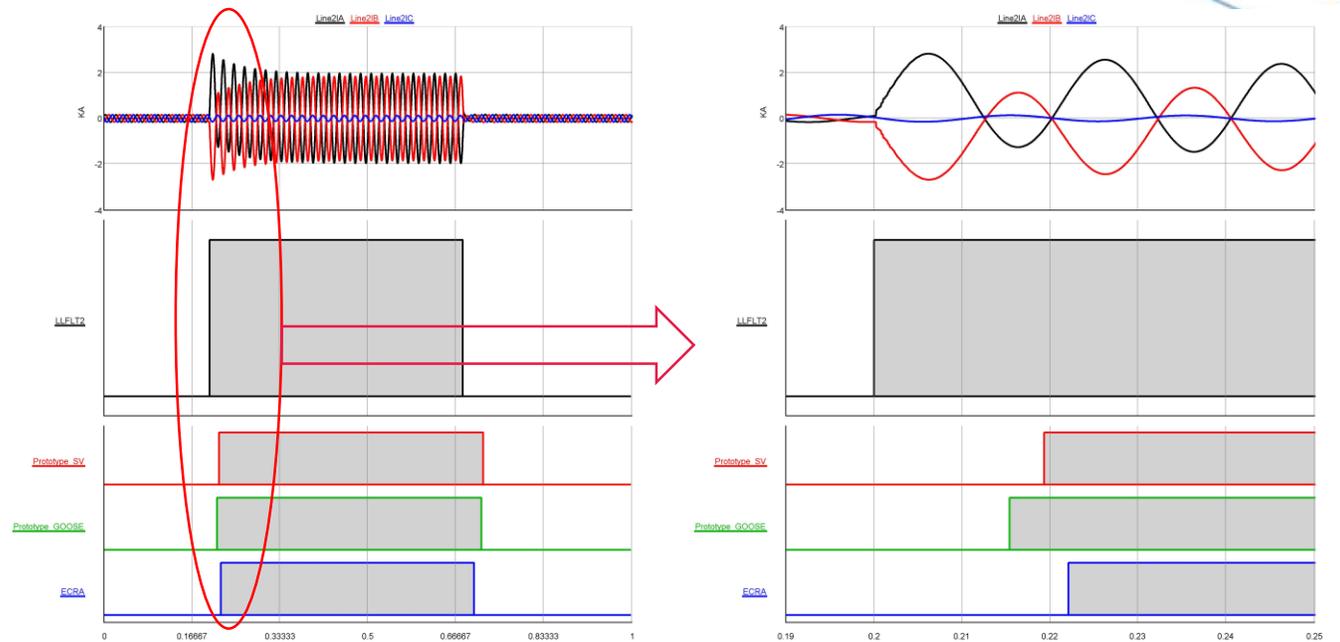
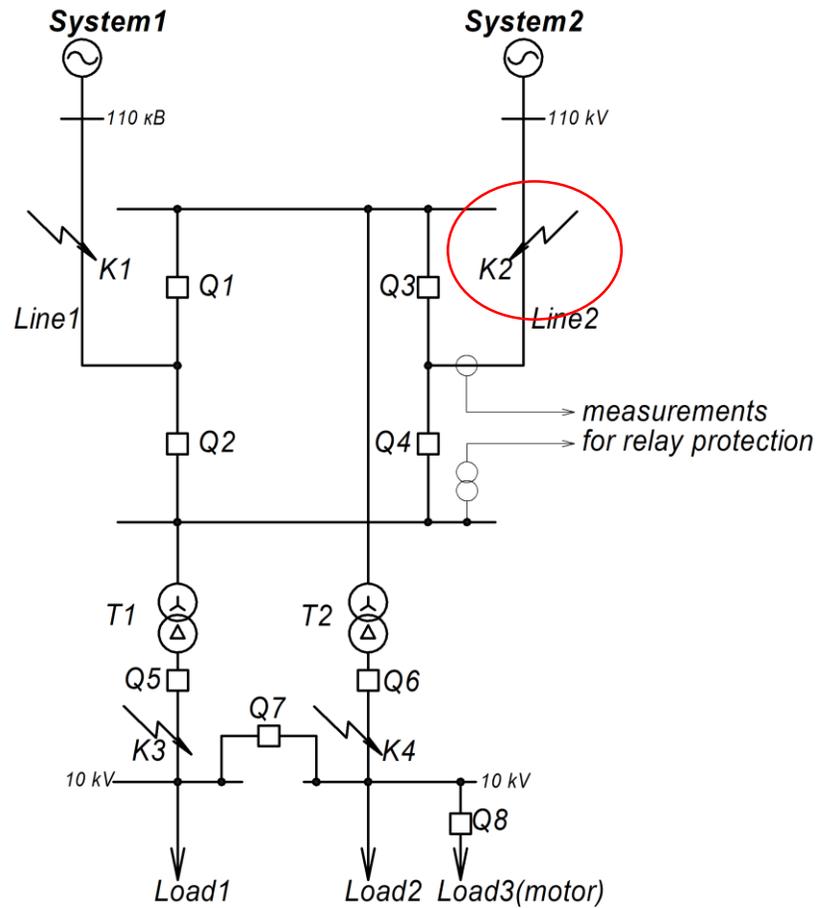
ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ НА RTDS



№	Case
1	Междуфазное КЗ АВ в т. К2
2	Наброс мощности по Line 2
3	Внешнее КЗ в т. К1

Схема сети для исследования

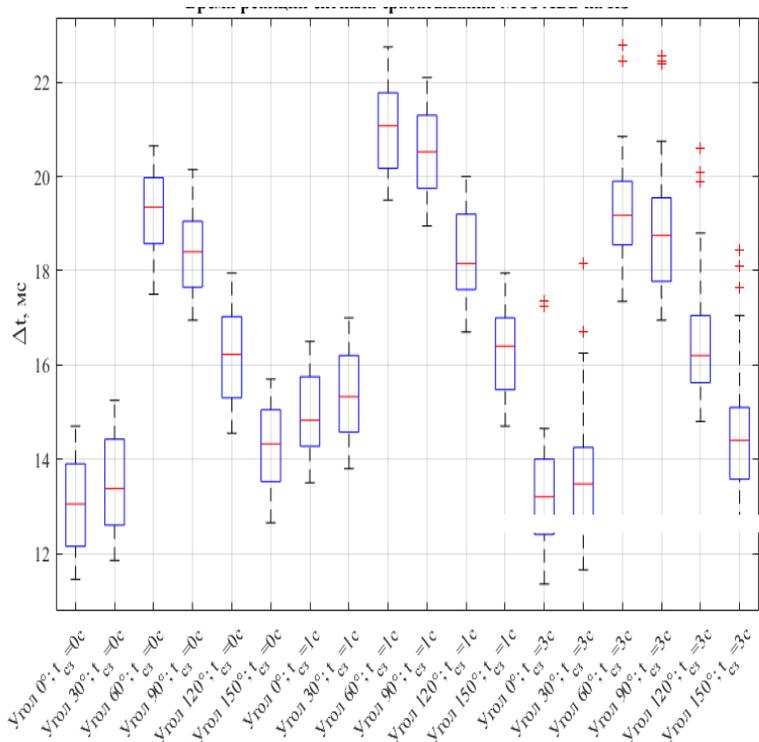
ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ НА RTDS



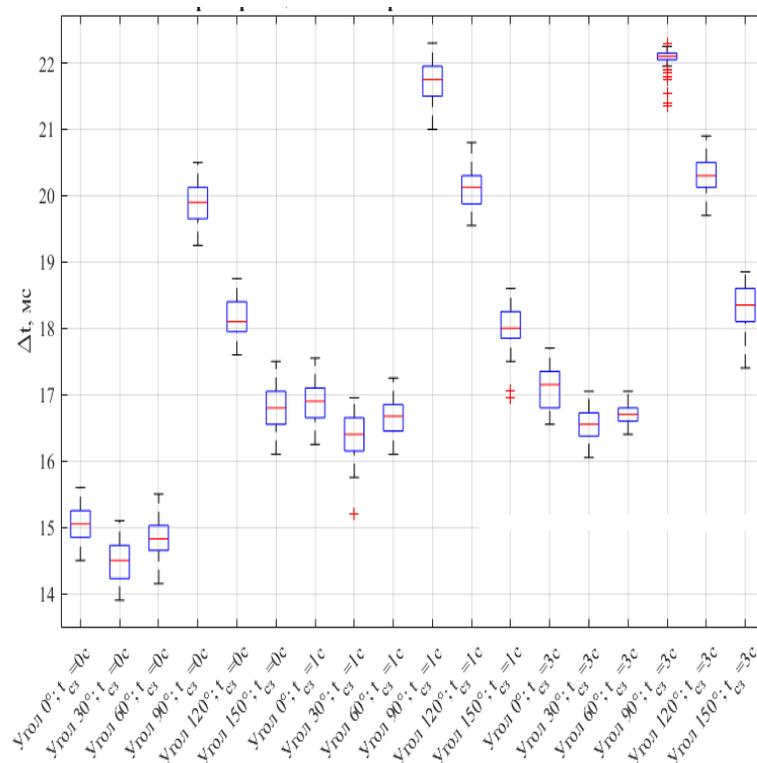
Междуфазное КЗ в т.К2

Схема сети для исследования

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ



Время реакции сигнала срабатывания ДЗ прототипа устройства

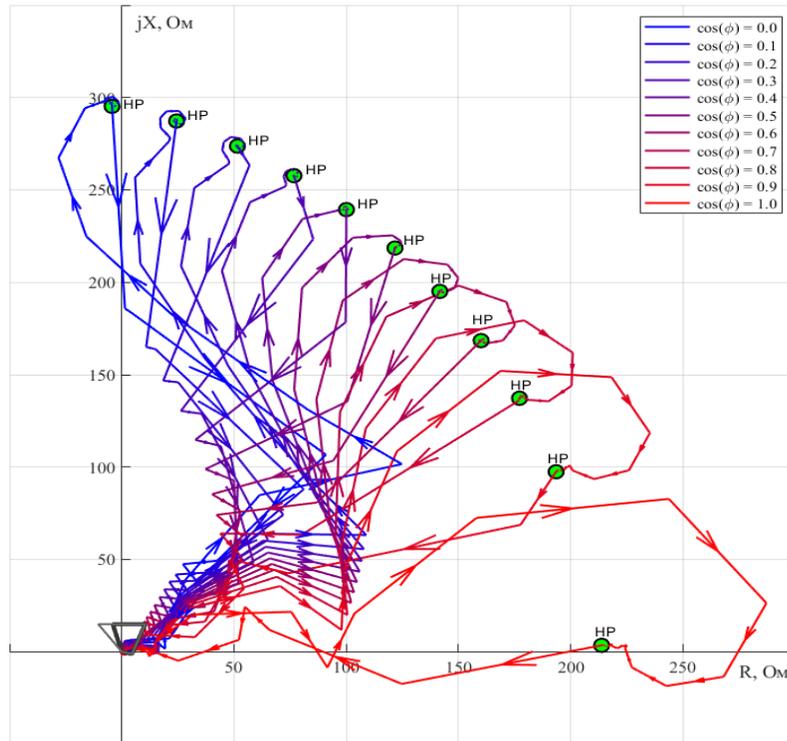


Время реакции сигнала срабатывания ДЗ Терминала ЭКРА

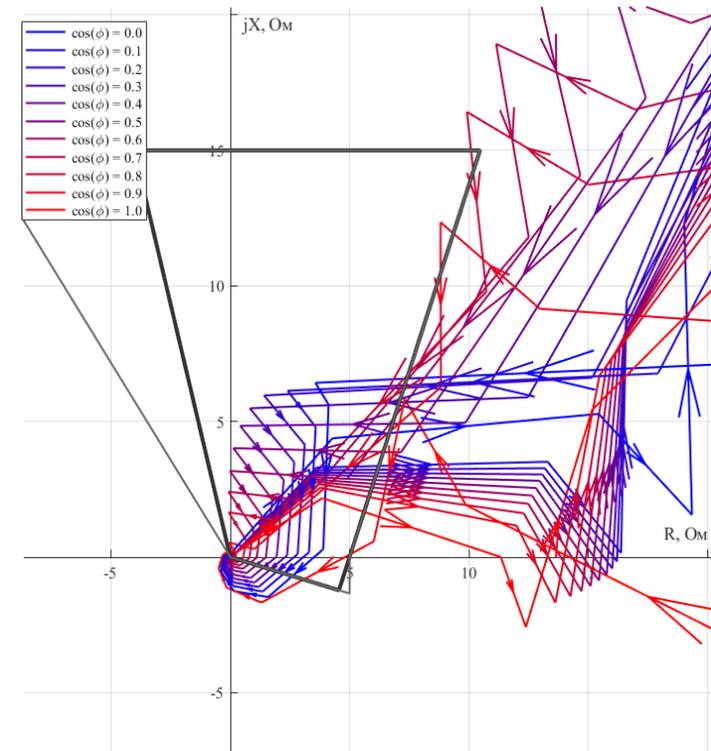
```
C:\Users\Дмитрий Благоруков\Desktop\Модели RTDS\Model_phi\генератор сигналов токов и напряжений\GE...
Файл  Правка  Поиск  Вид  Кодировки  Синтаксисы  Опции  Инструменты  Макросы  Запуск  Плагины  Вспомог. ?
GEN1.scr
1  int i,j,k;
2  float phi,Rl;
3
4  string path = "D:\Испытания_PSA\model_phi\";
5  string full_name;
6  int angle = 0;
7  Rl=0.0;
8  phi=0.0;
9
10
11  SUSPEND 3.242;
12  SetSlider "Subsystem #1 : CTLs : Inputs : PHASEFAULT" = angle;
13
14  for (k=0;k<6;k++)
15  {
16      Rl=10*k*50;
17      SetSlider "Subsystem #1 : CTLs : Inputs : Rip" = Rl;
18
19
20  for (i=0;i<11;i++)
21  {
22      SUSPEND 0.976;
23      phi=i*0.1;
24      SetSlider "Subsystem #1 : CTLs : Inputs : PHI" =phi ;
25      for (j=0;j<100;j++)
26      {
27          SUSPEND 0.5;
28          PushButton "Subsystem #1 : CTLs : Inputs : FLT";
29          SUSPEND 0.187;
30          ReleaseButton "Subsystem #1 : CTLs : Inputs : FLT";
31          SUSPEND 7;
32          full_name = (path:ftoa(Rl):"." :ftoa(phi):"." :itoa(j):"." :".csv");
33          SavePlotToCSV ("said",full_name);
34          SUSPEND 1;
35      }
36  }
37  }
38
39
40
41
42  SUSPEND 3.093;
43  Stop;
44
45
```

Автоматизированный скрипт

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

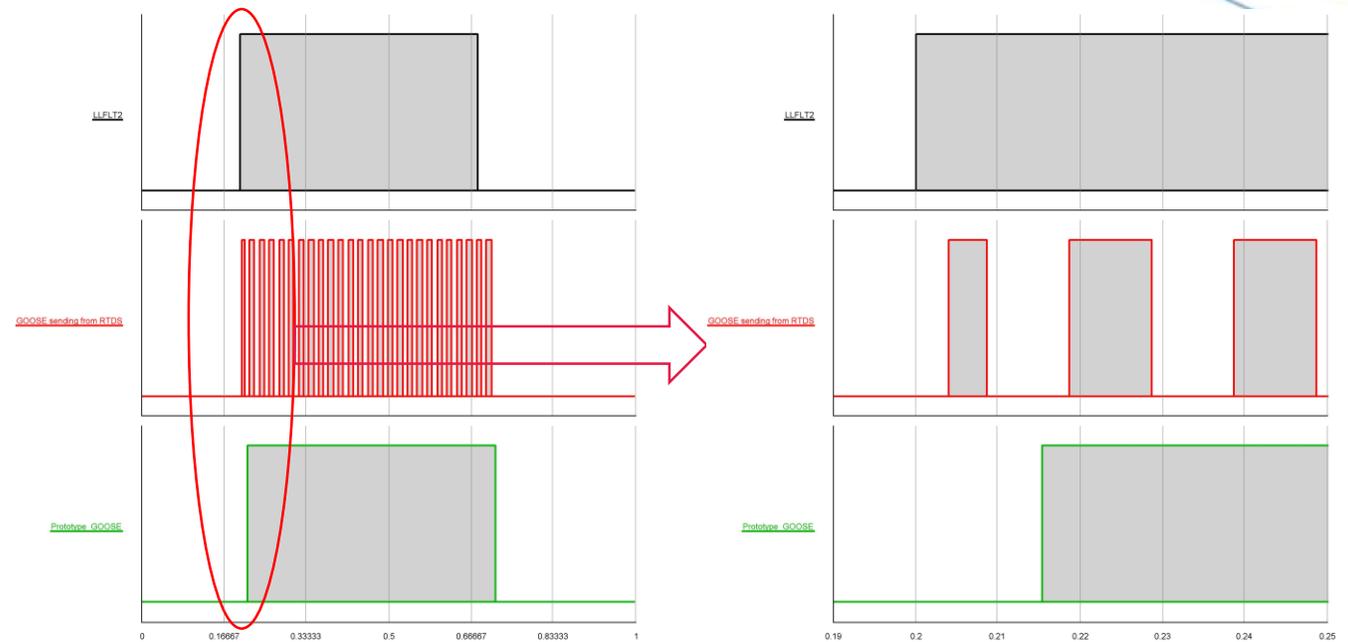
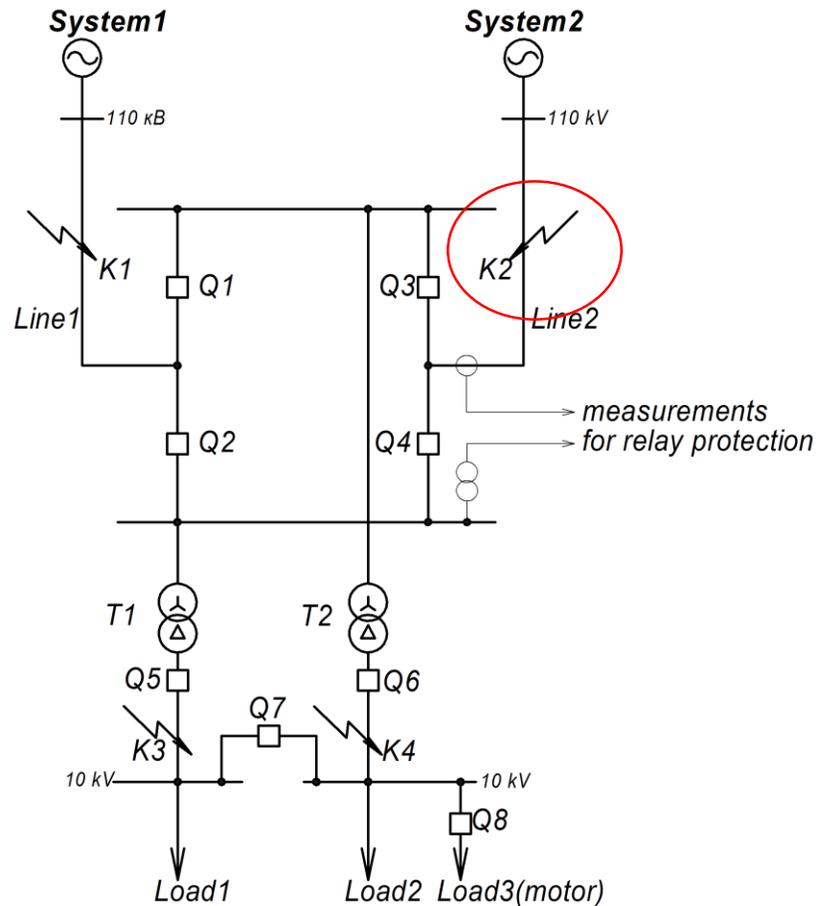


Годограф сопротивлений при различных $\cos(\phi)$



Годограф сопротивлений при различных $\cos(\phi)$ (увеличено)

ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ НА RTDS

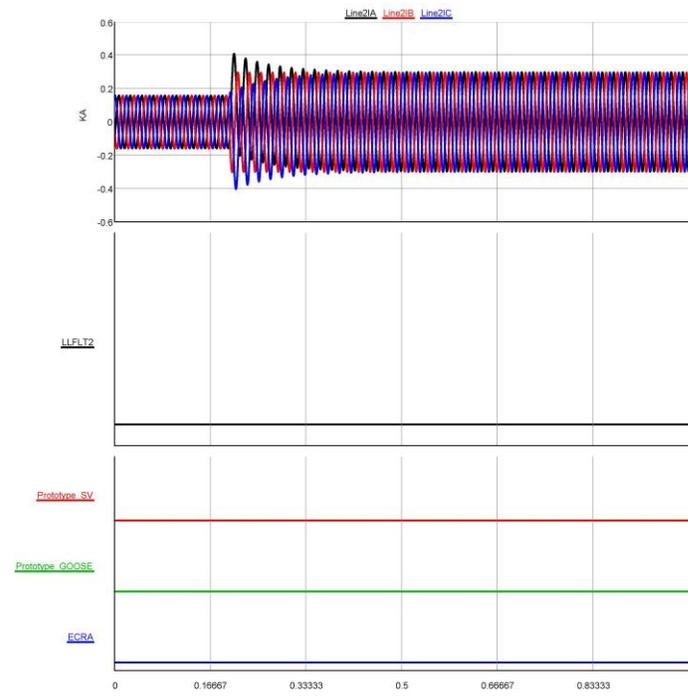
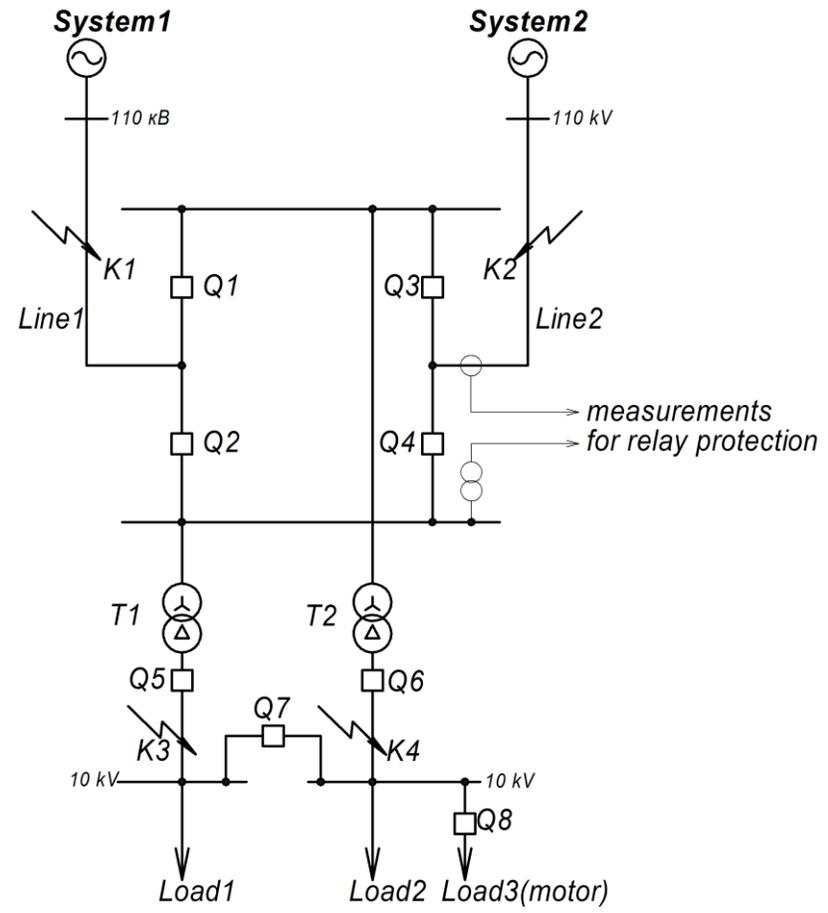


Передача GOOSE сообщений (от RTDS)

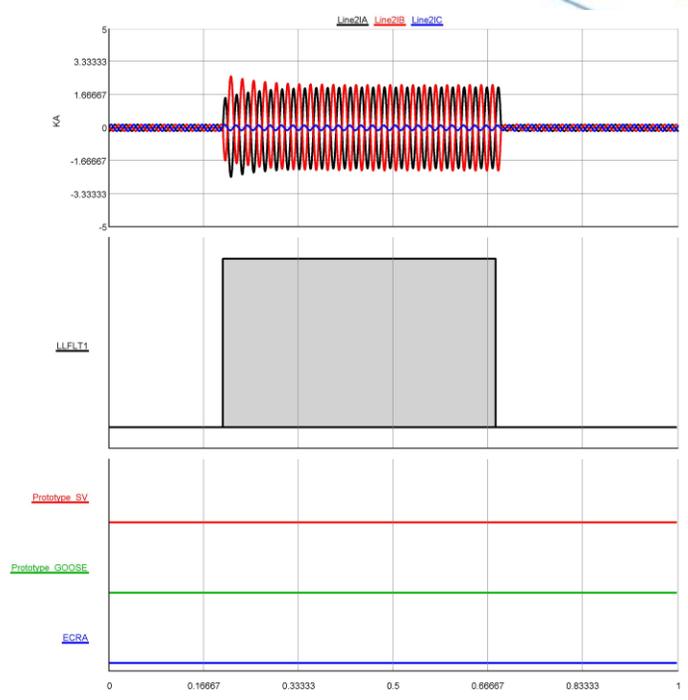
Схема сети для исследования



ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ НА RTDS



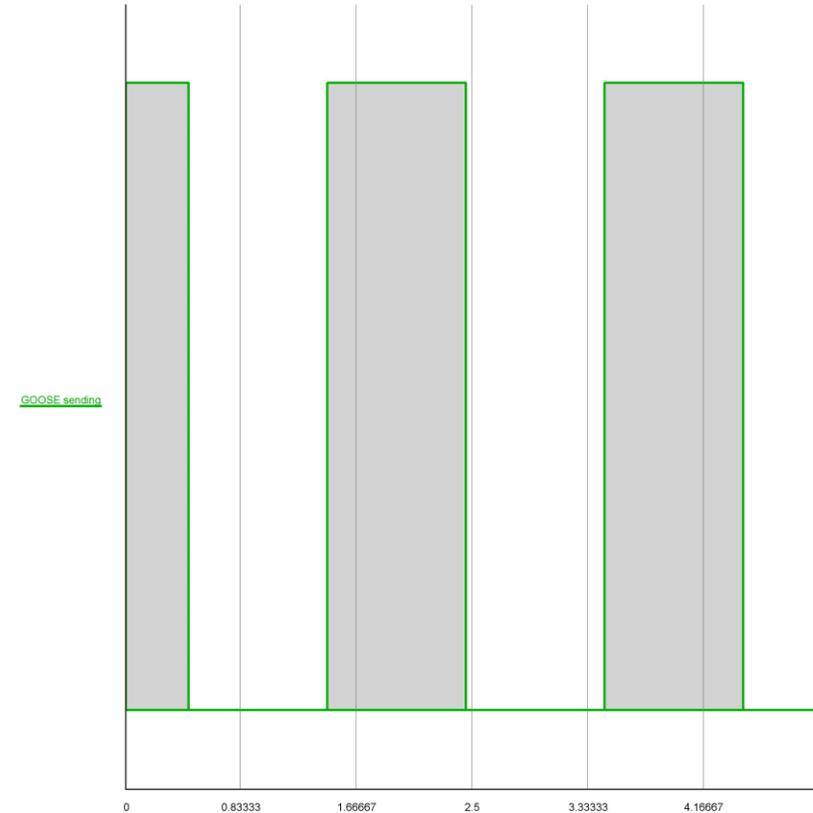
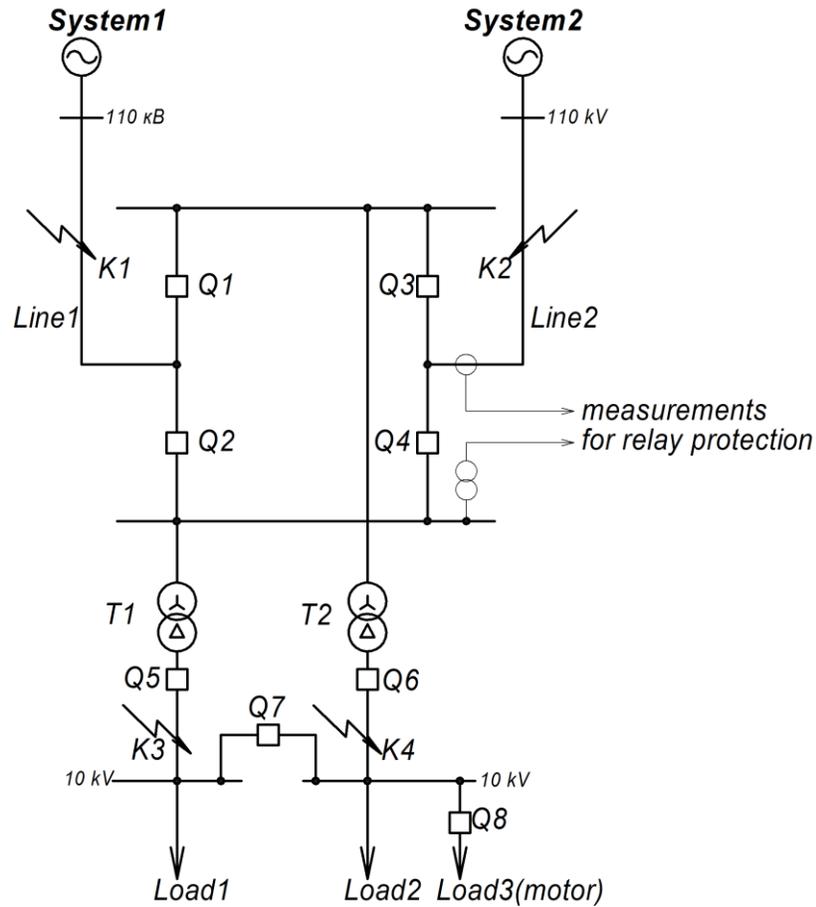
Наброс мощности по Line 2



Междуфазное КЗ АВ at.K1 (Внешнее КЗ)

Схема сети для исследования

ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ НА RTDS



Передача GOOSE сообщений (от RTDS) для 2 и 3 случая

Схема сети для исследования



ВЫВОДЫ

- Был усовершенствован модуль GTNET для нового способа передачи измерений, используя GOOSE-сообщения;
- Был разработан скрипт (файл-сценарий) для проведения автоматического тестирования устройств РЗА.
- Был разработан программный код для интеграции суточных графиков нагрузки в схему Draft RSCAD.



ПРИМЕНЕНИЕ RTDS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЗА ЦПС

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

- Докладчик: Благоразумов Дмитрий Олегович
- Организация: ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
- Контактная информация: blagorazumov.do@mail.ru