

# Выпускная квалификационная работа

Тема: Разработка программно-аппаратного  
комплекса для контроля состояния  
электропривода с применением SCADA-  
системы

Автор работы:  
студент группы КЭ-222  
В.В. Митин

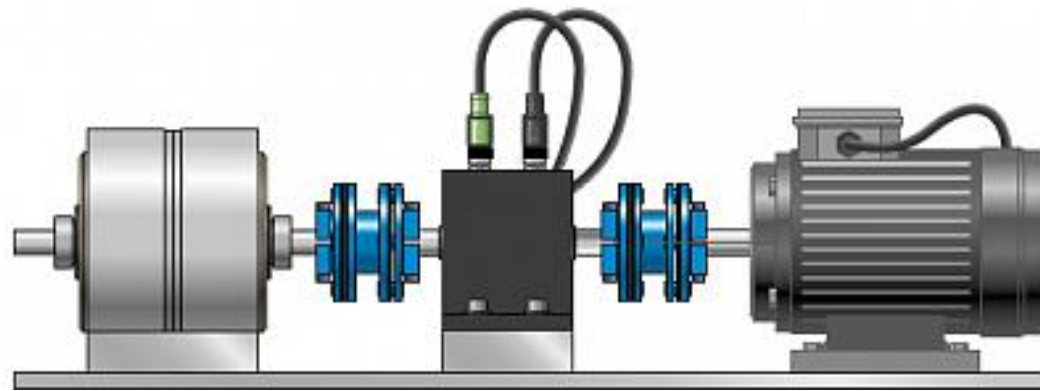
Научный руководитель:  
к.т.н., доцент каф. ЭВМ  
Д.В. Топольский

# Актуальность

---

Постоянно увеличивающееся количество интеллектуальных производственных систем вызывает необходимость в разработке оптимизированных стратегий технического обслуживания электроприводов для снижения эксплуатационных расходов.

Актуальность данной работы заключается в использовании данных из универсальной SCADA для программного расчёта величины момента



# Цель и задачи

---

Цель выпускной квалификационной работы – создать программно-аппаратный комплекс, позволяющий производить обмен данными со SCADA-системой для мониторинга состояния электропривода.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

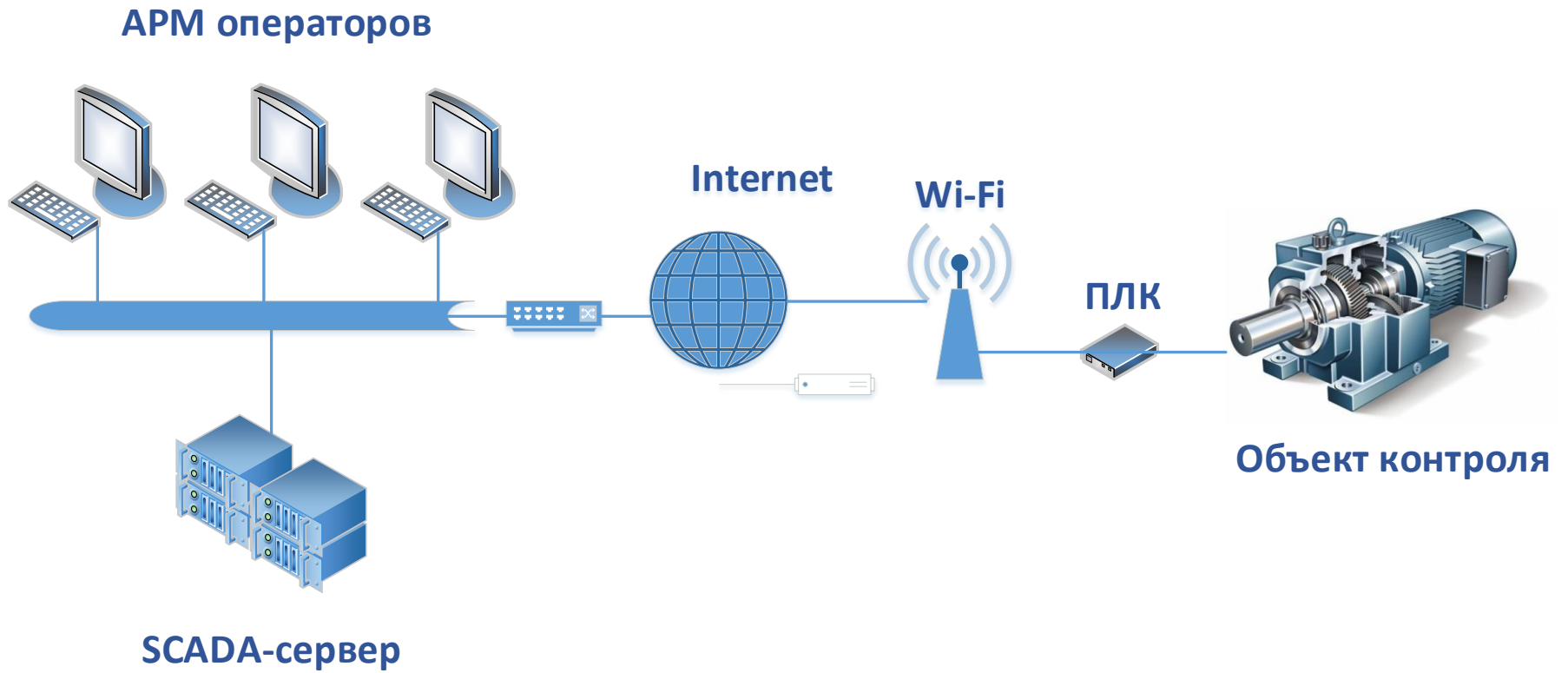
- обзор аналогов;
- анализ аппаратной части;
- разработка программного обеспечения;
- разработка проекта в SCADA-системе;
- проверка адекватности системы в MasterSCADA.

# Обзор аналогов

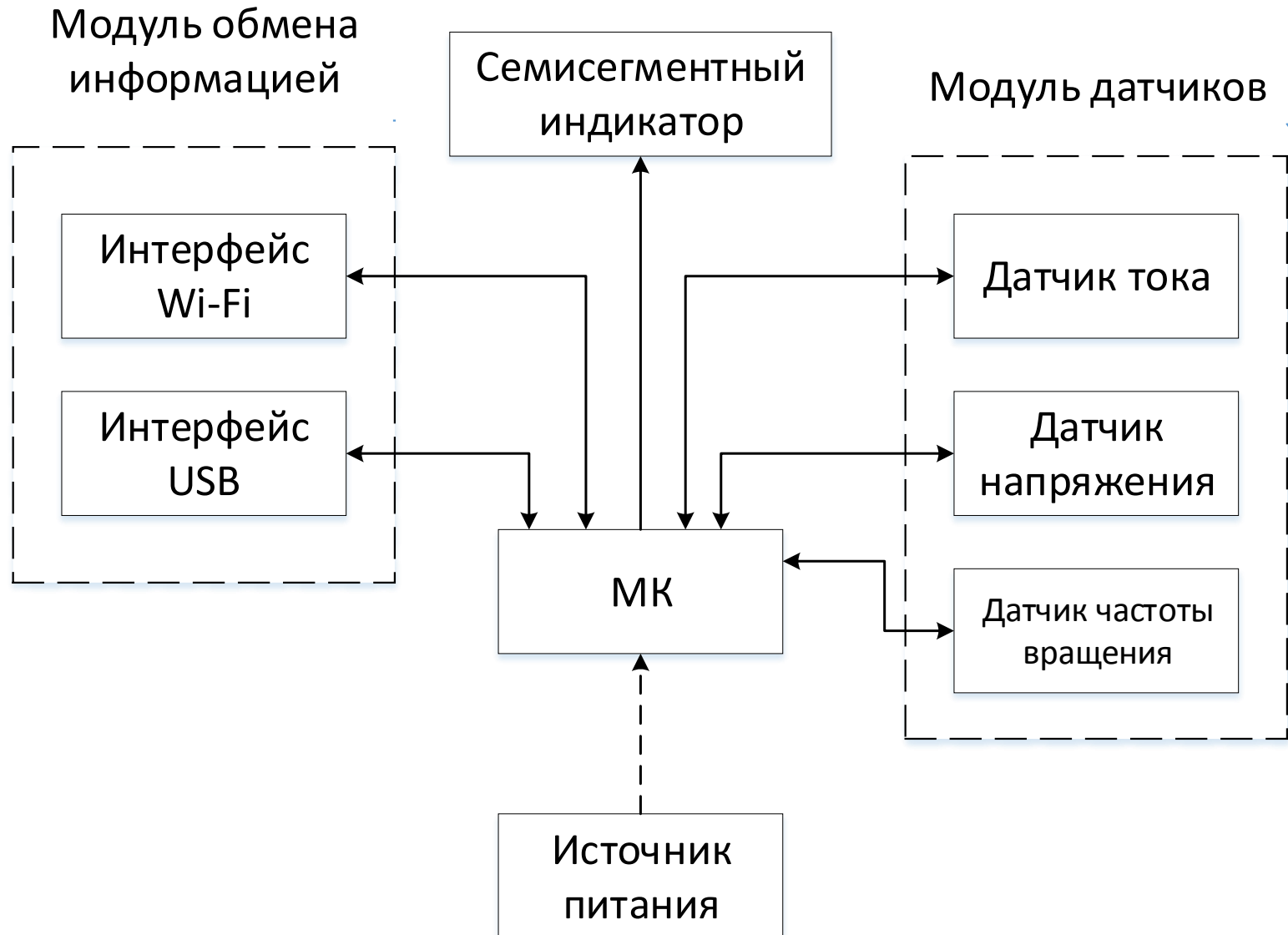
Название	Наличие уязвимостей с высоким уровнем опасности [28]	Отчёты	Тревоги	Симуляция	Масштабируемость	Наличие бесплатной версии
MasterSCADA	нет	есть	есть	есть	неограниченно	есть
SCADA TRACE MODE	есть, устранены в последующих версиях	есть	есть	есть	до 64000 точек	есть
SIMATIC WinCC	есть	есть	есть	есть	есть	бесплатная версия работоспособна только в течении 21 дня
CitectSCADA	есть, устранены в последующих версиях	есть	есть	есть	неограниченно	есть бесплатная версия программы для бета-тестирования CitectSCADA 2018, необходимо участие в программе

# Функциональная схема комплекса

---



# Структурная схема комплекса



# Основные программные решения

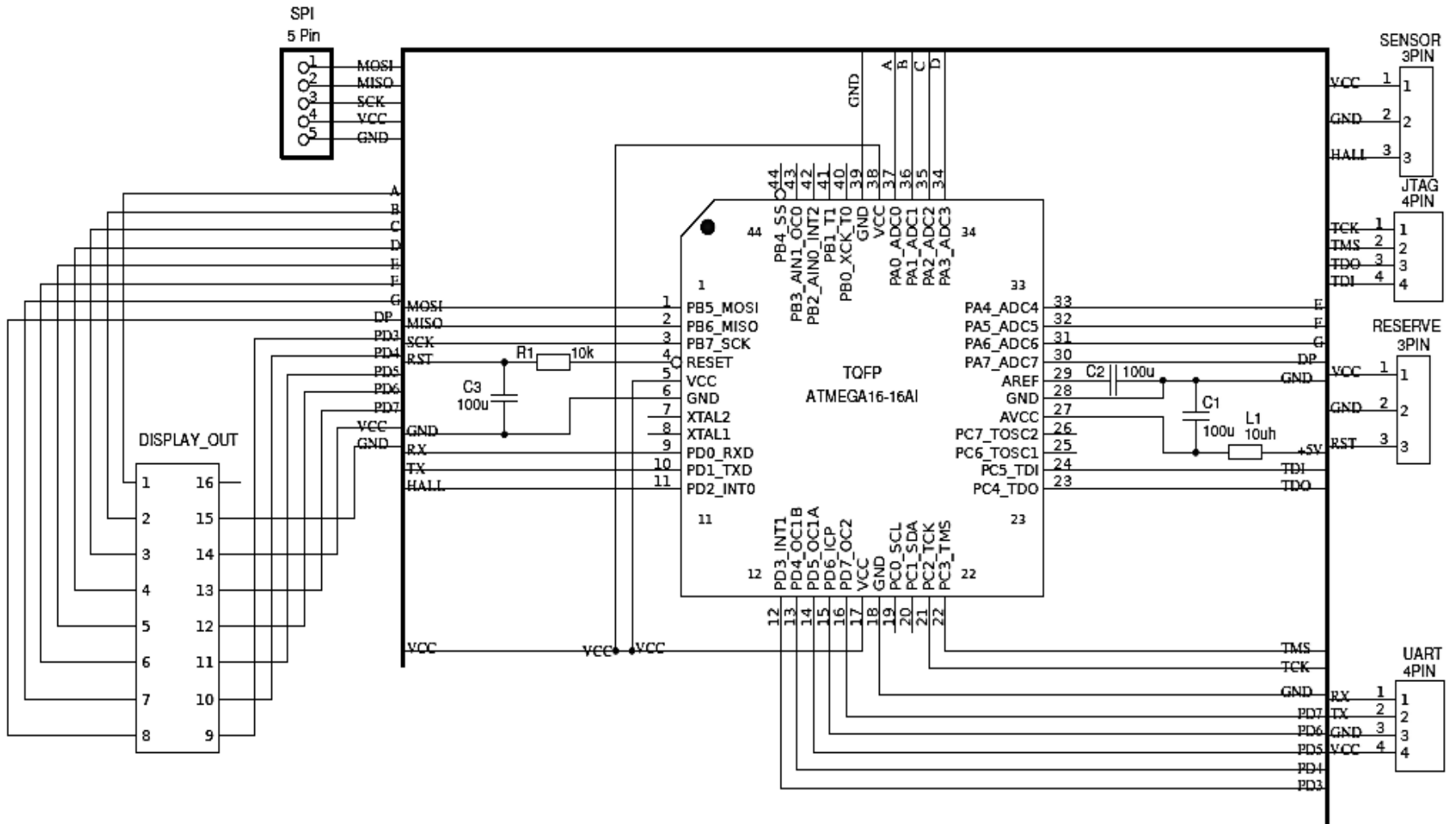
ПО	Использование	Отечественная разработка	Бесплатно
MasterSCDA	Проектирование системы диспетчерского управления и сбора данных	+	+
MasterOPC	Обеспечение возможности обмена данными между физическим оборудованием и OPC-клиентом	+	+
AVR Studio 4	Написание и отладка программы для микроконтроллера	-	+
AVRDUDE	Прошивка микроконтроллера	-	+
Proteus 8	Автоматизированное проектирование электронных схем	-	+
CoolTerm	Обмен данными с оборудованием	-	+
ARDUINO	Написание и отладка программы для wi-fi модуля	-	+

# Реализация задачи

The screenshot displays the Proteus 8 Professional Schematic Capture interface. The main workspace shows a circuit simulation of an ATMEGA16 microcontroller. A 7-segment display (7SEG-MPX1-CA) shows the number '00050' in red. A VSM Signal Generator is connected to the circuit, with its settings visible: Frequency is 5.00 kHz, and Amplitude is 5.00 mV p-p. A Digital Oscilloscope is also present, showing a square wave signal on Channel A. The oscilloscope's settings include a horizontal scale of 210 ms and a vertical scale of 2 mV. The ATMEGA16 pinout is shown at the bottom right, with pins 1 through 30 labeled. The status bar at the bottom indicates '5 Message(s)' and 'ANIMATING: 00:02:36.650000 (CPU load 40%)'.

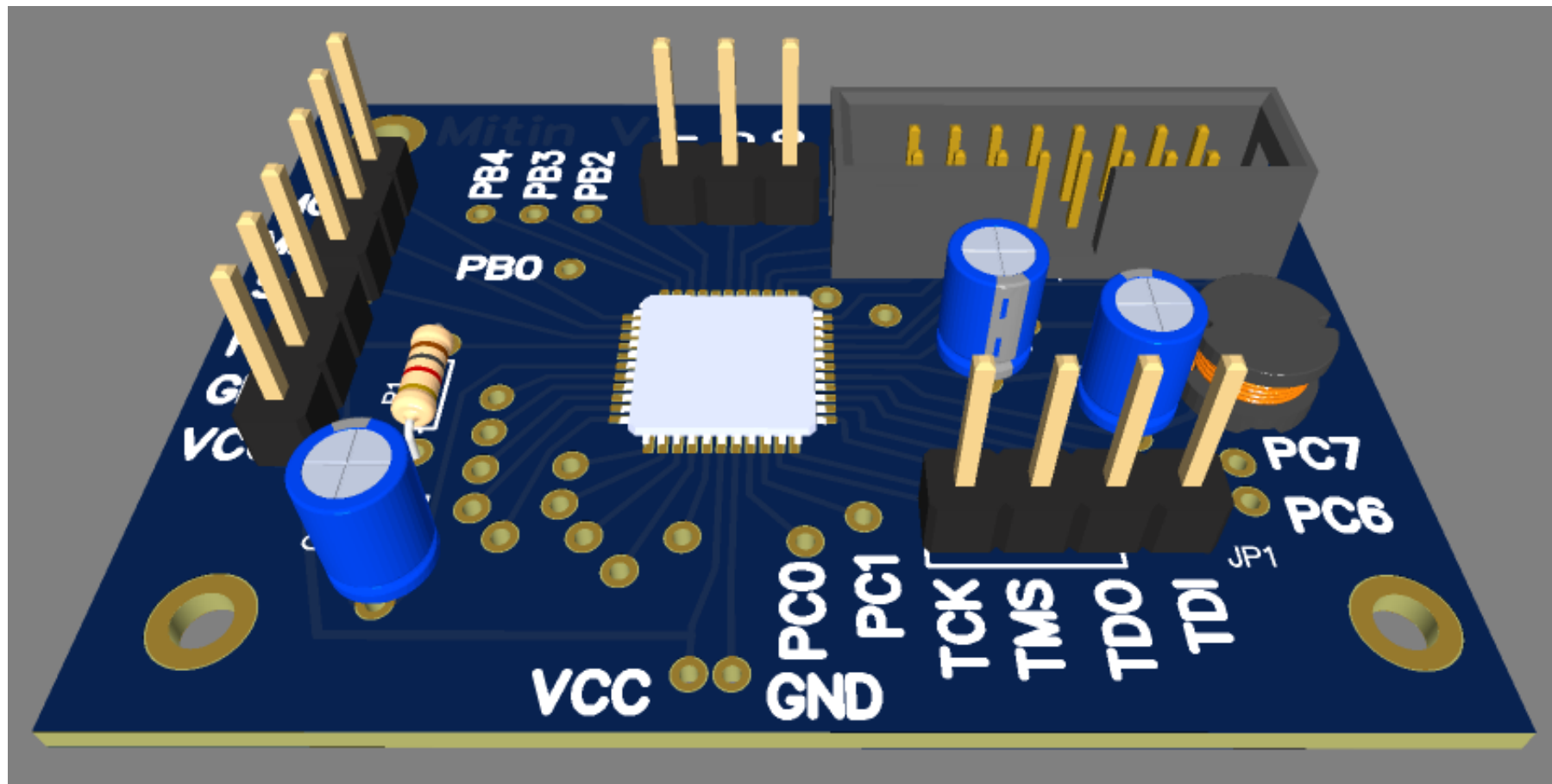


# Разработка устройства. Принципиальная схема

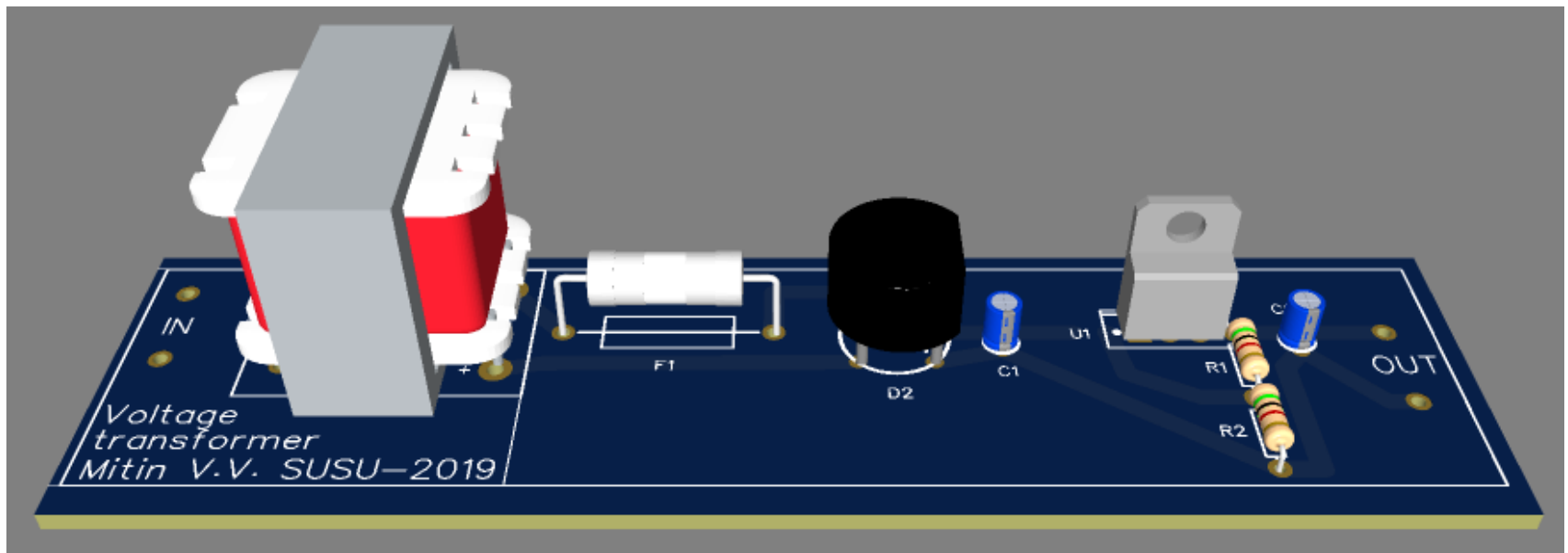
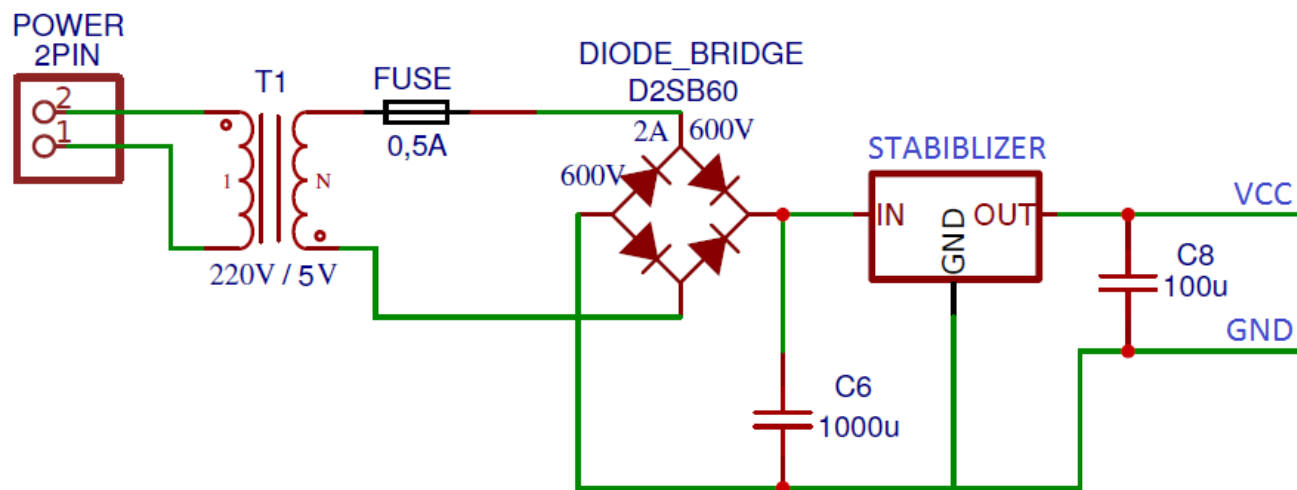


# Разработка устройства. Блок управления

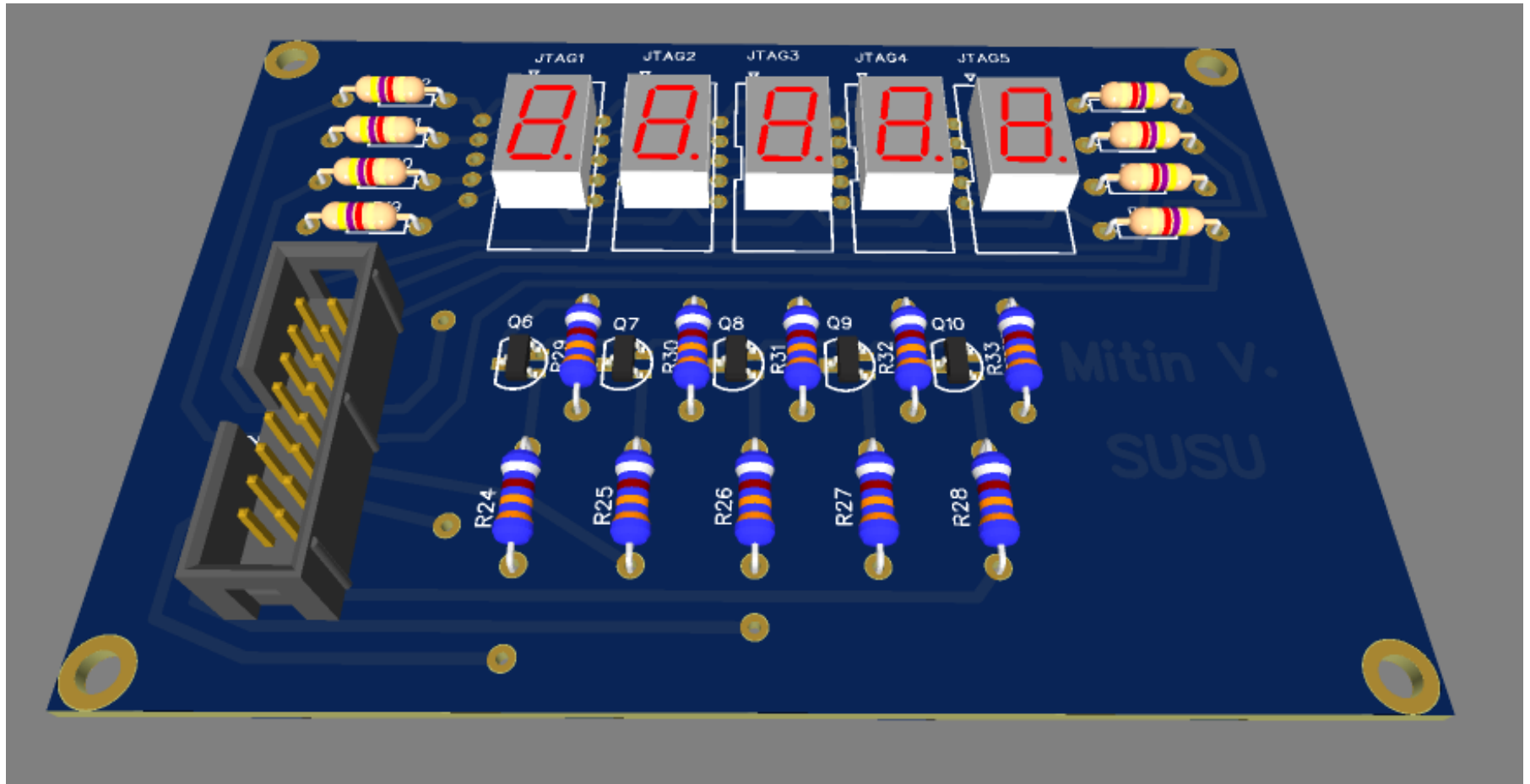
---



# Разработка устройства. Блок питания

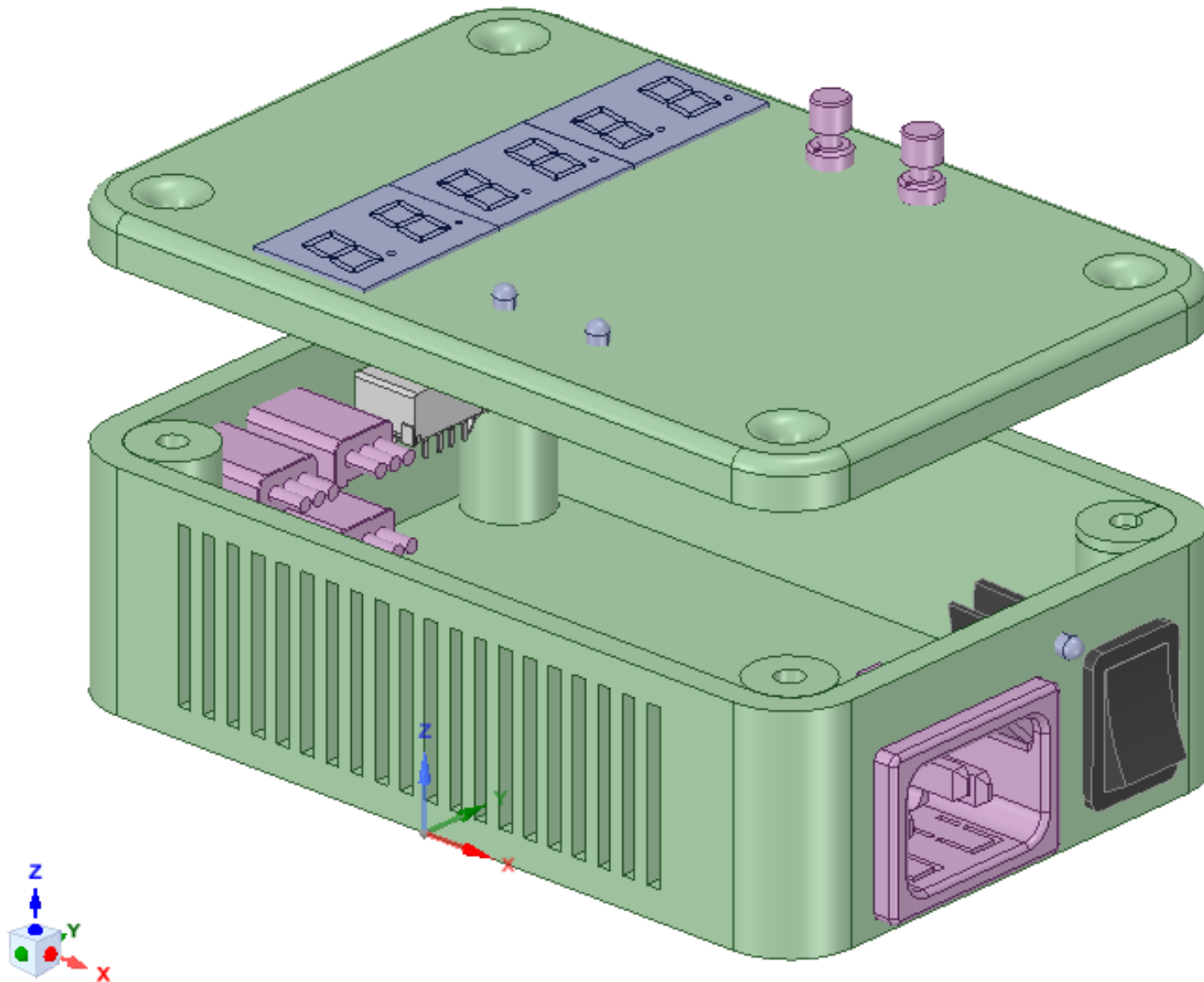


# Разработка устройства. Блок индикации



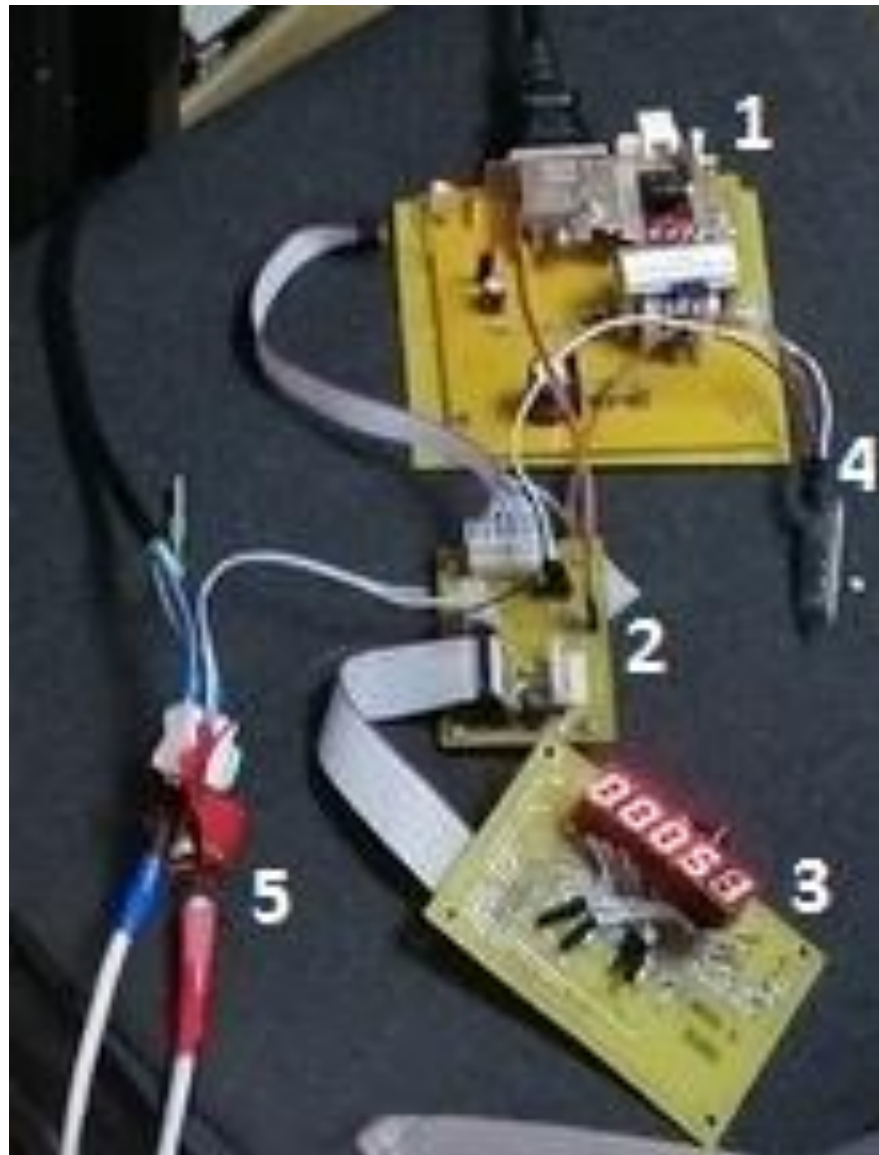
# Разработка устройства. 3D-модель корпуса устройства

---

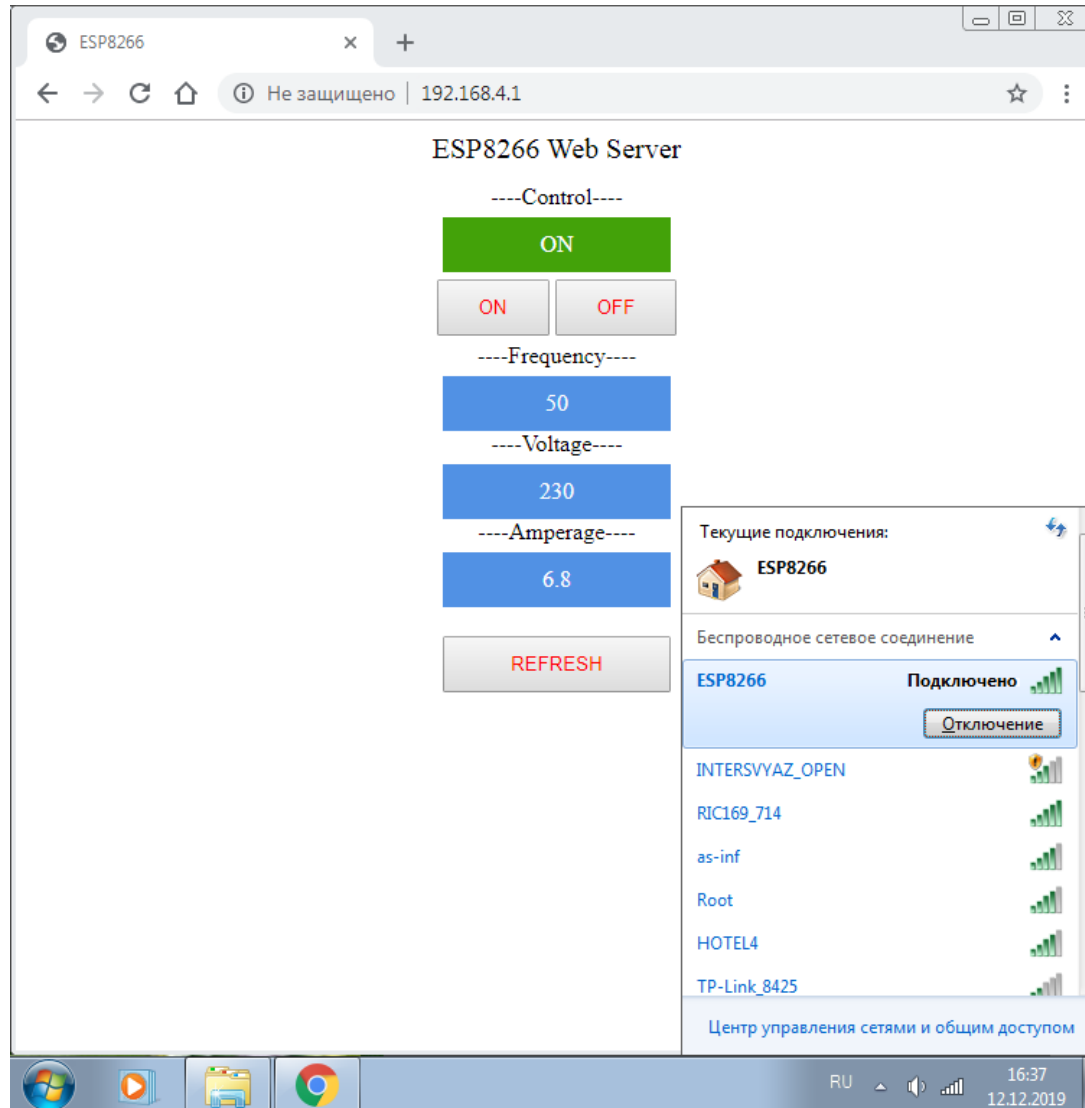


# Прототип устройства

---

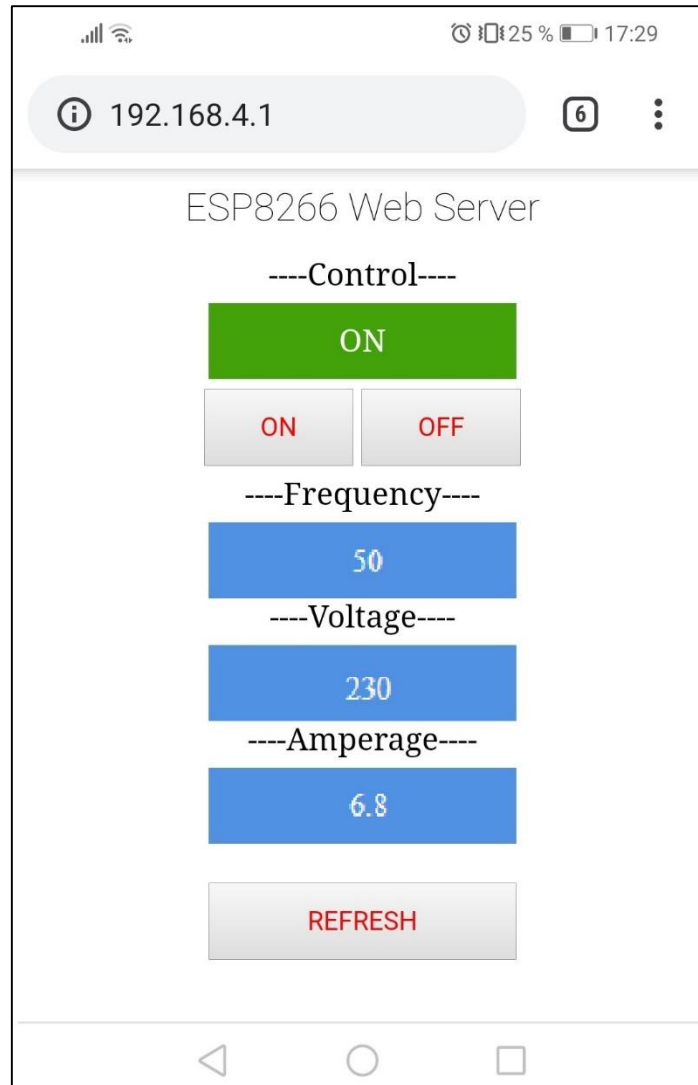


# Web-интерфейс wi-fi модуля



# Web-интерфейс на мобильном устройстве

---





# Настройка OPC-сервера

MasterOPC Universal Modbus Server Demo 32 Build - 4.2.47

Конфигурация    Общие настройки    Помощь

Создать    Сохранить как...    Добавить узел    Добавить тег    Переименовать    Удалить  
Открыть    Сделать стартовым    Добавить устройство    Переместить вверх    Копировать    Отменить  
Сохранить    Импорт из версии 2.0    Добавить группу    Переместить вниз    Вставить    Вернуть

Файл конфигурации    Сервер    Правка

Текущая конфигурация : mvvOPCserver[4].mbp

Объекты

- Server
  - Converter
    - Counter**
      - Ua
      - Ub
      - Uc
      - Ia
      - Ib
      - Ic
      - Angle between Ia and Ua
      - Angle between Ib and Ib
      - Angle between Ic and Uc
      - Speed
      - Frequency

Устройство <<PROGRAM>> : Counter

Общие настройки	
Комментарий	
Включено в работу	True
Адрес	(0x01) 1
Время ответа (мс)	1000
Повторы при ошибке	3
Повторное соединение после ошибки через (с)	10
Реинициализация узла при ошибке	False
Период опроса	1000
Размерность периода опроса	ms
Начальная фаза	0
Размерность фазы	ms
Старт после запуска	True
Задержка запроса после получения ответа (мс)	4
Скрипт	
Выполнение скрипта	False

Свойства объекта    Таблица тегов

Режим    Конфигурирование    Теги : Разрешено - 32. Загружено - 11. В текущем элементе - 11

# Разработка проекта в MasterSCADA

The screenshot displays the MasterSCADA software interface for a project named "Diploma-mvv4.vav". The menu bar includes "Проект", "Правка", "Добавить", "Режим", "Сервис", "Окно", and "Справка". The toolbar contains various icons for file operations and editing.

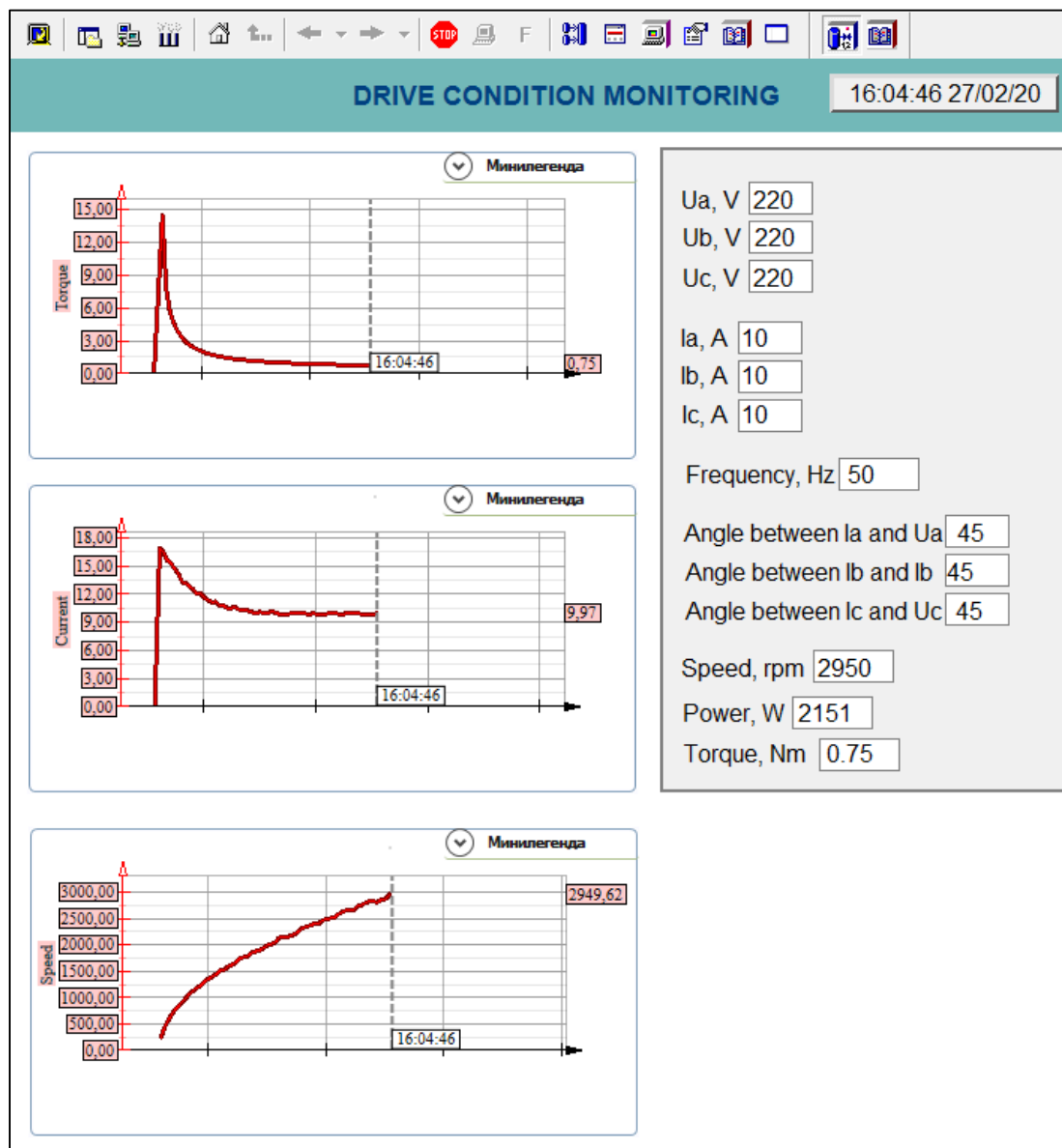
The left pane, titled "Система", shows a hierarchical tree structure:

- Система
  - Server
    - InSAT Modbus OPC Server DA
      - Converter
        - Counter
          - Ua
          - Ub
          - Uc
          - Ia
          - Ib
          - Ic
          - Angle between Ia and Ua
          - Angle between Ib and Ib
          - Angle between Ic and Uc
          - Speed
          - Frequency

The right pane, titled "Объект", shows a detailed view of the selected "Engine" object:

- Объект
  - Engine
    - Counter
      - Ua
      - Ub
      - Uc
      - Ia
      - Ib
      - Ic
      - Angle between Ia and Ua
      - Angle between Ib and Ib
      - Angle between Ic and Uc
      - Speed
      - Frequency
      - Power
      - Torque

# Проверка адекватности системы MasterSCADA



# Non-Contact Condition Monitoring of Electrical Drive

Topolskiy D.V.  
*Theoretical Basics of Electrical Engineering*  
South Ural State University (national research university)  
Chelyabinsk, Russia  
topolskiidv@susu.ru

Topolskaya I.G.  
*Theoretical Basics of Electrical Engineering*  
South Ural State University (national research university)  
Chelyabinsk, Russia  
topolskaiaig@susu.ru

Mitin V.V.  
*Department of Electronic computing machines*  
South Ural State University (national research university)  
Chelyabinsk, Russia  
slavamit94@gmail.com

Topolskiy N.D.  
*Department of engineering PLANAR*  
Chelyabinsk, Russia  
ntopolsky@mail.ru

Yumagulov N.I.  
*Department for Education in Physics and Mathematics*  
Nizhnevartovsk state university (NVSU)  
Nizhnevartovsk, Russia  
ym\_nik@mail.ru

Gonenko T.V.  
*Automation and Robotics*  
Omsk State Technical University  
Omsk, Russia  
gonenko\_t@mail.ru

**Abstract**— Smart manufacturing involves a continuous reduction in operating costs. One of the actively developing areas of development of intelligent control systems is the condition monitoring of equipment. Condition monitoring helps not only to prevent the sudden failure of equipment components, but also to determine in advance their actual life, which helps to develop an appropriate plan for equipment shutdowns and repair works. The development of equipment monitoring technologies requires new solutions. In the presented article, non-contact technology for conditional monitoring of an intelligent electric drive is proposed. The technology is based on monitoring of forces transmitted by rotating parts of electric drives by calculating a torque of electric motors. An initial data for calculating a torque are the measured values of currents, voltages and rotational speeds in an adjustable electric drive, as well as own parameters of electric motors. Control and monitoring of equipment is carried out by using a universal supervisory control and data acquisition system. During the study, a hardware and software implementation of the new approach to the condition

expanding. In order to expand of process control systems capabilities, it is possible to obtain information about listed parameters directly from a drive structure.

Regular monitoring of rotating equipment provides data based on which conclusions can be drawn about the condition of the equipment. Predictive maintenance requires detailed drive condition information [1, 2, 3]. However, the use of induction motors for dual purposes as an energy converter, and as a meter of such important parameters as output power and torque, has not yet been sufficiently developed. The direct use of induction motors to assess a determination of torque will permit to abandon a potentially unreliable additional devices and sensors on rotating shafts and replacing them with relatively cheap means of electronics and computer technology. In turn, this will make it possible to present information about measured values in a standard form and subsequently easily process or transmit data to supervisory control and data acquisition (SCADA) systems [4, 5].

# Заключение

---

1. Разработана аппаратная часть комплекса, изготовлен опытный образец.
2. Создан проект в SCADA-системе.
3. Проведённое компьютерное моделирование показало возможность в реальном времени производить контроль состояния электропривода.
4. Данный комплекс может быть применим для использования в обучении имеет хорошие перспективы коммерциализации.

# Спасибо за внимание

