# ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СИЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПО МАССОГАБАРИТНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

АВТОР: Гавритухин Г. А.
РУКОВОДИТЕЛЬ: д.т.н., профессор, Григорьев М.А.

# АКТУАЛЬНОСТЬ

Современный рынок предъявляет требования по оптимизации к силовым преобразователям высокой мощности не только к таким параметрам как мощность и надежность, но и к таким, как **цена**, **массогабаритные характеристики**, **упрощение монтажа** и **проведения сервисных работ**.

# ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

- **ЦЕЛЬ:** улучшение массогабаритных показателей полупроводникового силового преобразователя, применяемого в цветной металлургической промышленности для электролиза кадмия, с целью снижения себестоимости.

- **Задача 1.** Оптимизация подсистемы измерения напряжений.

- **Задача 2.** Оптимизация подсистемы управления инвертором.

- **Задача 3.** Оптимизация разработки системы управления силовым преобразователем.

- **Задача 4.** Оптимизация подсистемы микроклимата и освещения силовых шкафов.

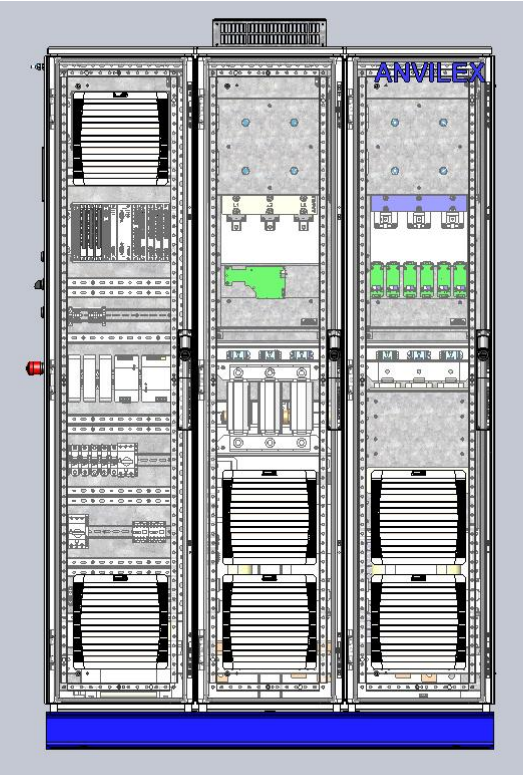
# ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

1 2 3 4 5

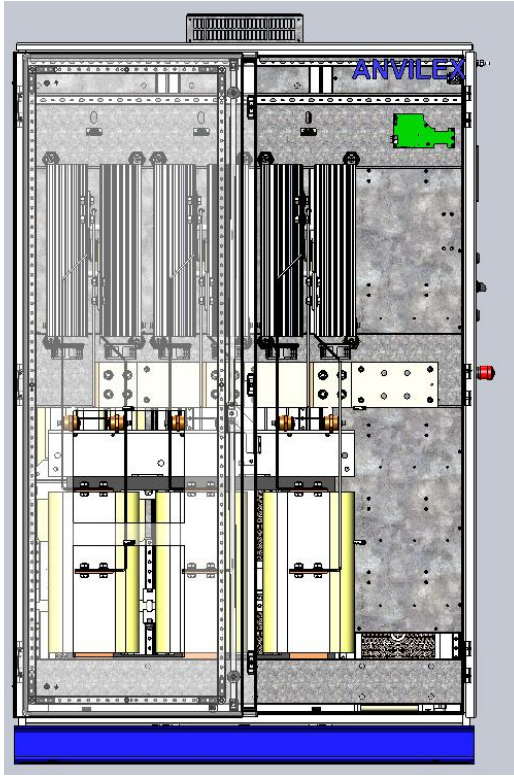
Рисунок 1 – Силовой преобразователь для электролиза кадмия:
1 – Общий вид; 2 – Шкаф системы управления; 3 – Шкаф входного выпрямителя;
4 – Шкаф инвертора; 5 – Шкаф выходного выпрямителя

# 3Д МОДЕЛЬ

1




2




3

Рисунок 2 – 3Д модель силового преобразователя:
1 – Общий вид; 2 – Вид спереди; 3 – Вид сзади

# СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СИЛОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

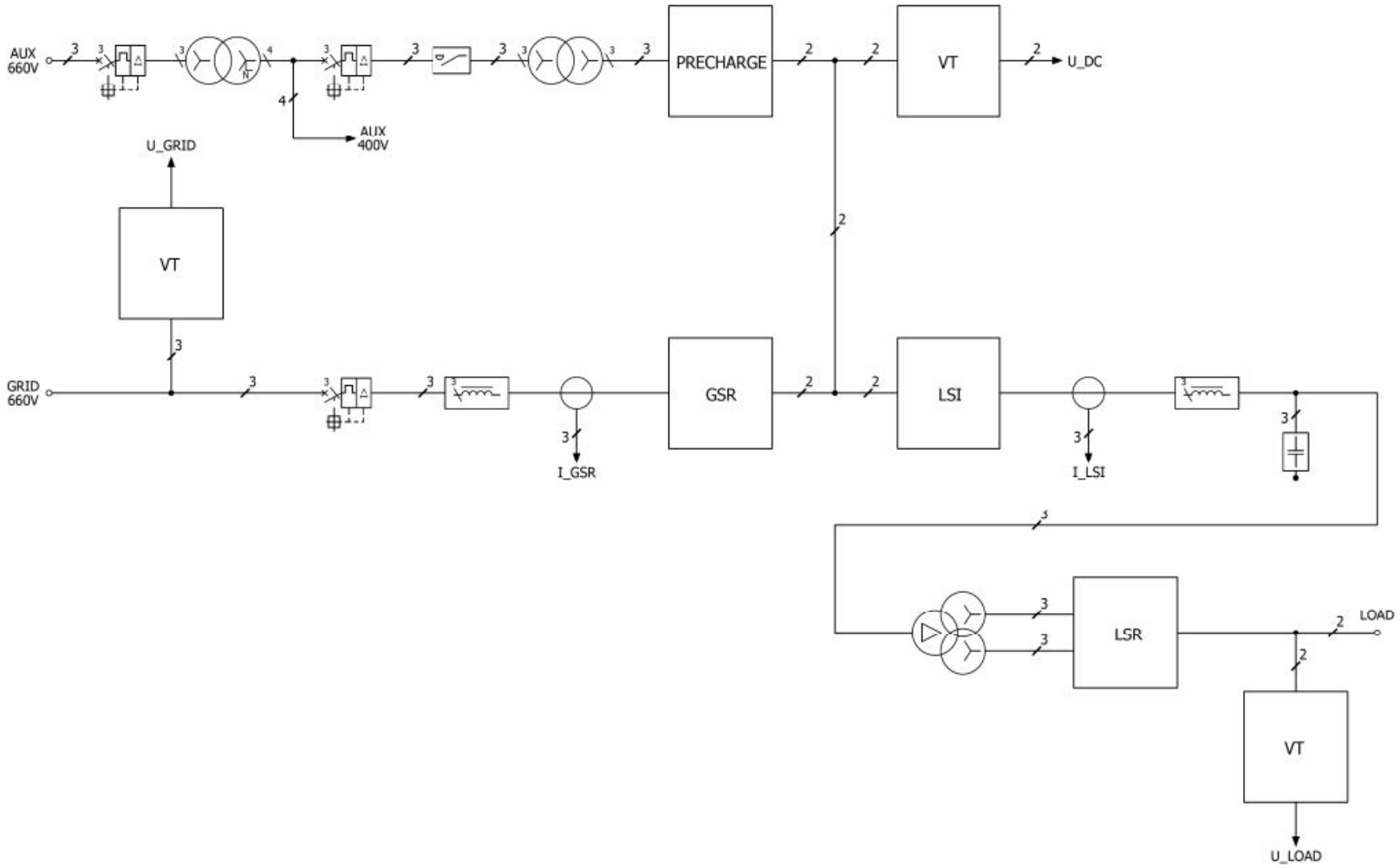



Рисунок 3 – Структурная схема силового преобразователя

# 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

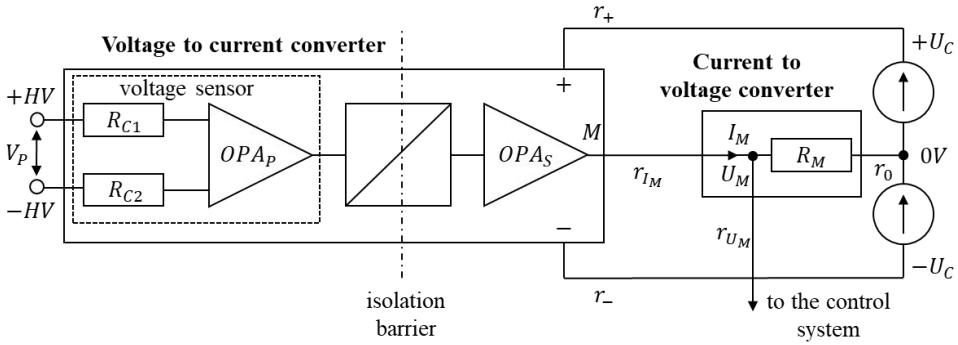



Рисунок 4 – Функциональная схема одноканальной классической подсистемы измерения напряжения

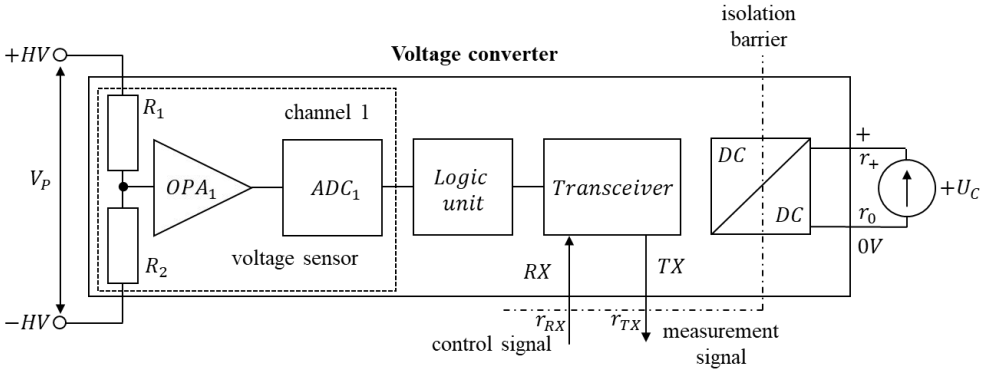



Рисунок 5 – Функциональная схема оптимизированной одноканальной подсистемы измерения напряжения

Измерительный выходной ток:

$$I_M = G \cdot V_P + \varepsilon_{I_M} \qquad (1)$$

Измерительное выходное напряжение:

$$U_M = I_M \cdot R_M + \varepsilon_{U_M} \qquad (2)$$

Измерительное выходное напряжение:

$$U_M = G \cdot V_P + \varepsilon_{U_M} \qquad (3)$$

# 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

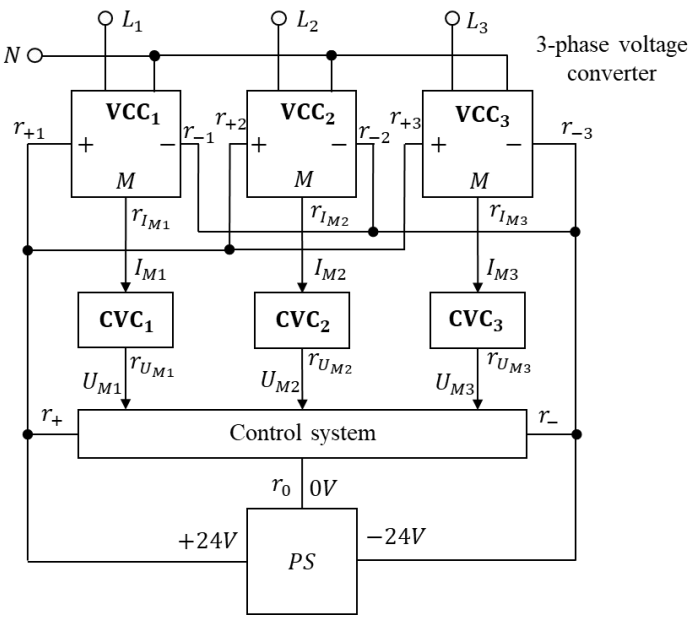



Рисунок 6 – Функциональная схема классической многоканальной подсистемы измерения напряжения

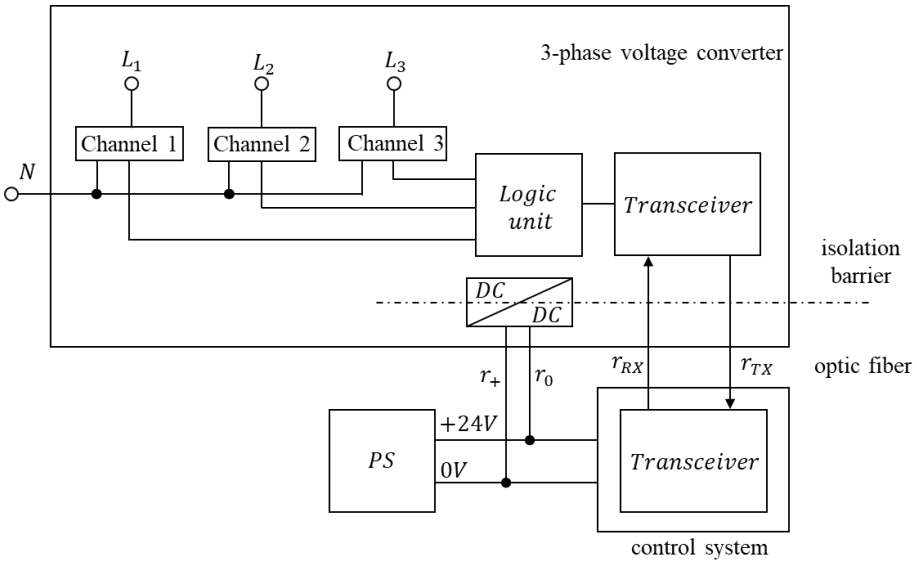



Рисунок 7 – Функциональная схема оптимизированной многоканальной подсистемы измерения напряжения

# 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

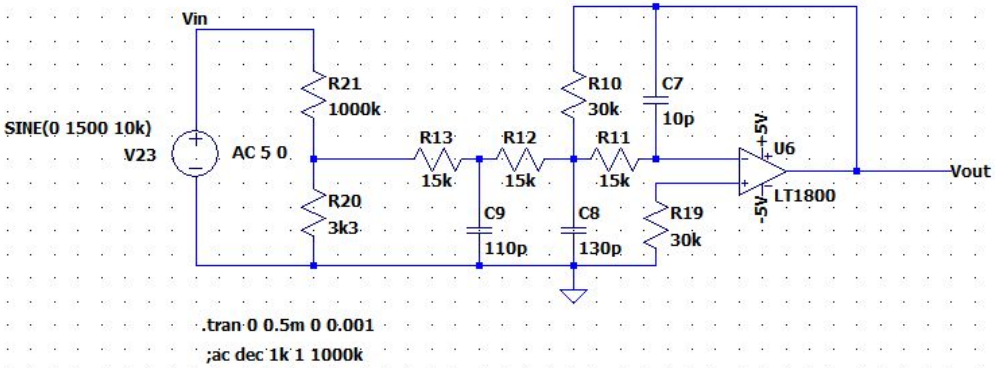
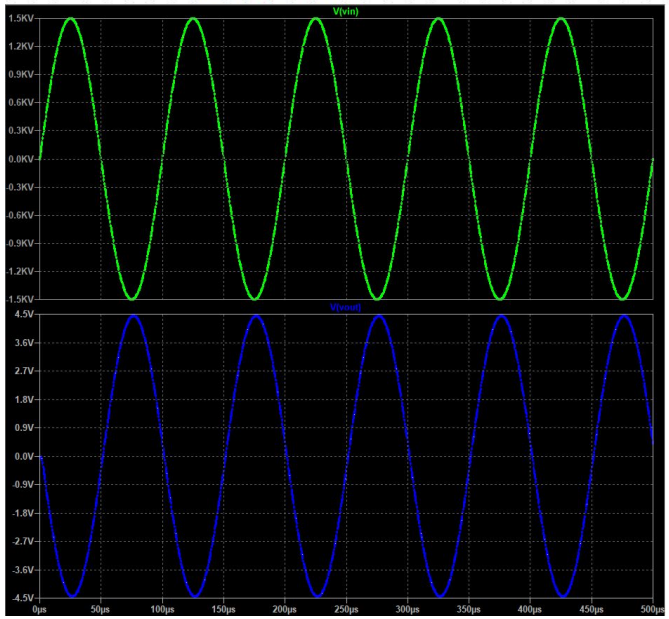
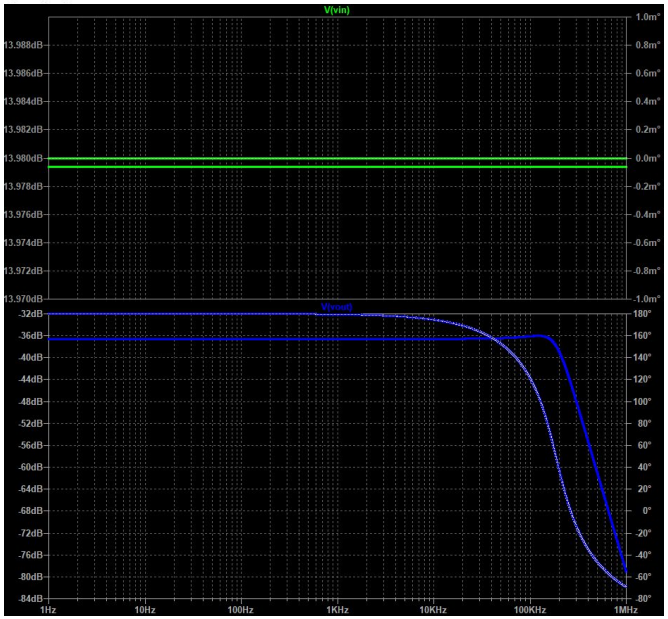



Рисунок 8 – Модель сенсора напряжения




1

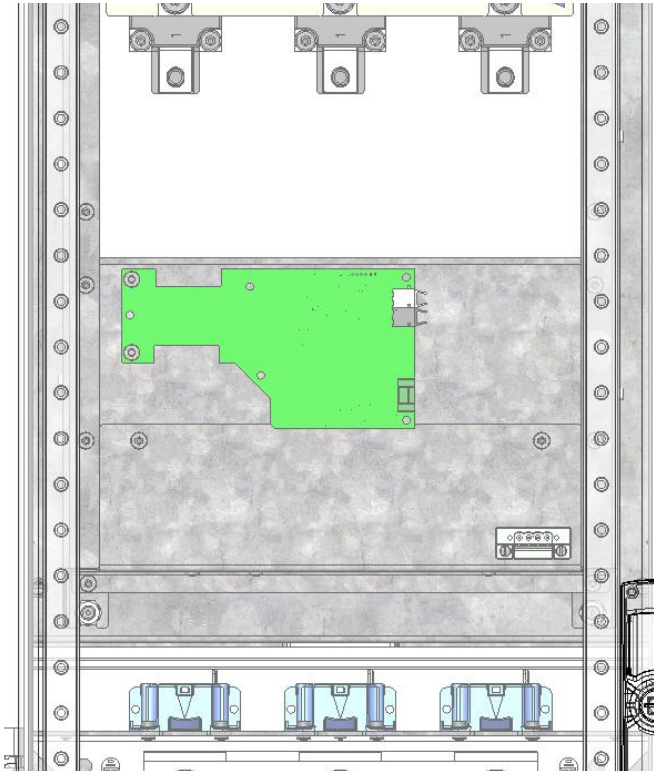



2

Рисунок 9 – Результат моделирования входного и выходного сигнала: 1 – Преобразование; 2 - Фильтрация

# 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

1



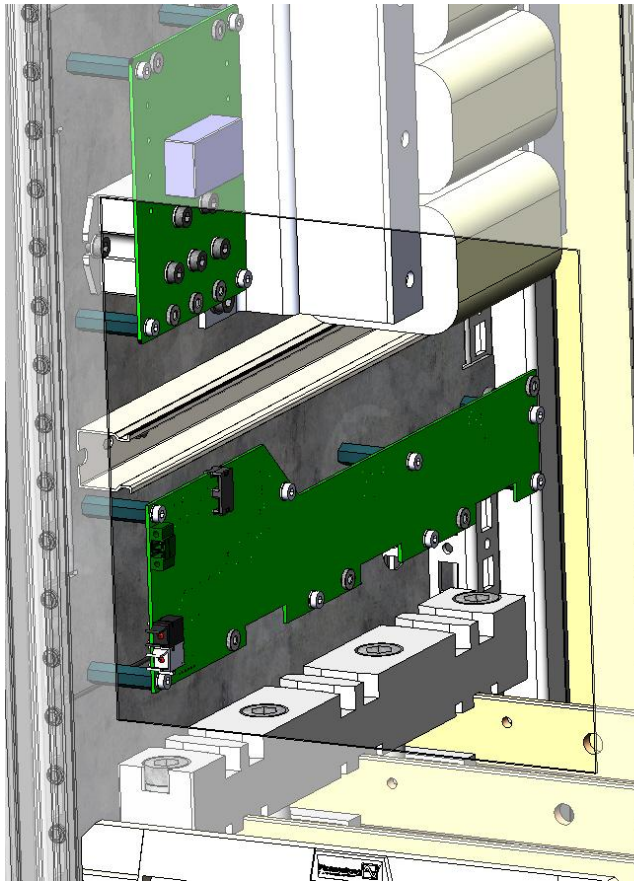
2

3

Рисунок 10 – Одноканальный преобразователь напряжения: 1 – опытный образец; 2 – место установки в 3Д модели; 3 – место установки в силовом преобразователе

# 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

1



2

3

Рисунок 11 – Многоканальный преобразователь напряжения: 1 – опытный образец; 2 – место установки в 3Д модели; 3 – место установки в силовом преобразователе

# 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

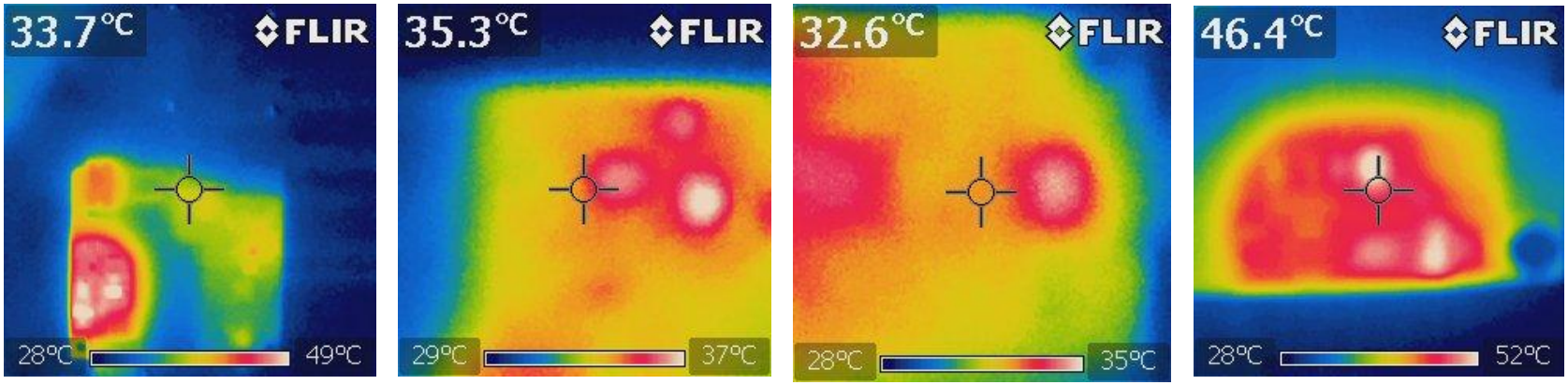



Рисунок 12 – Термограммы одноканального преобразователя напряжения

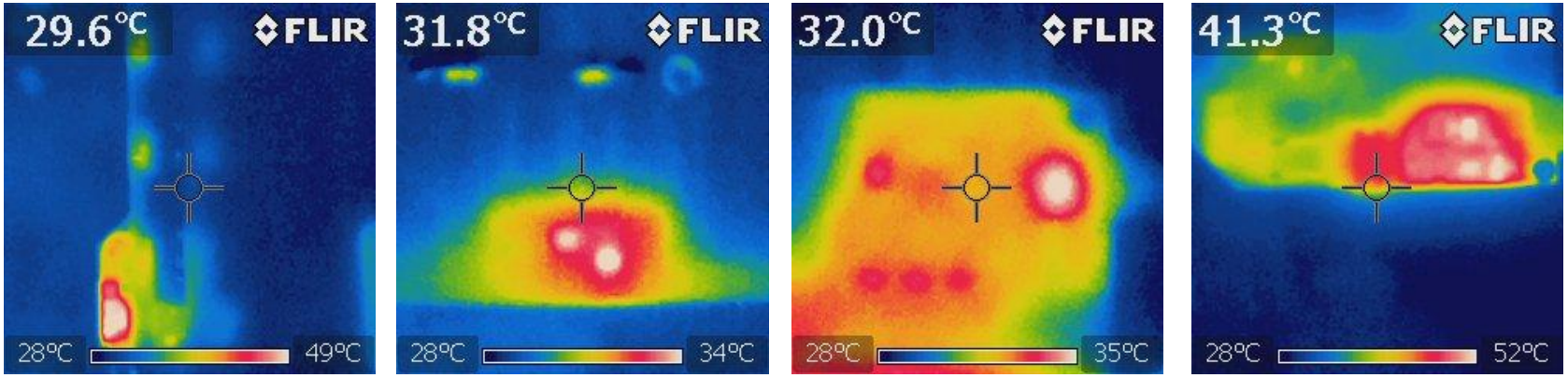
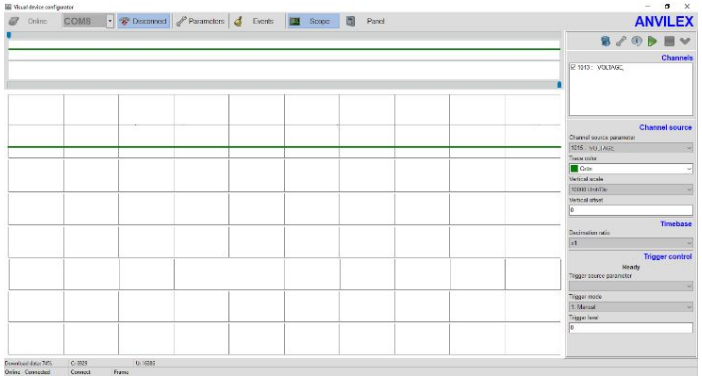
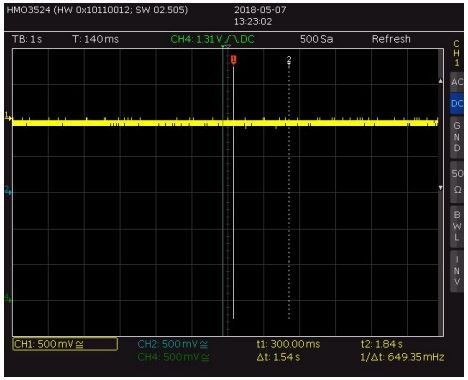



Рисунок 13 – Термограммы многоканального преобразователя напряжения

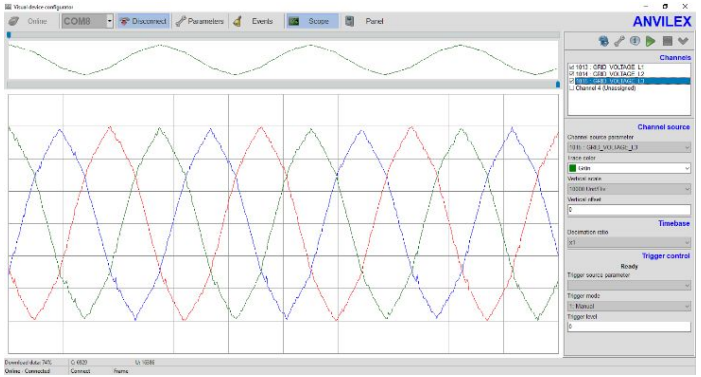
# 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ

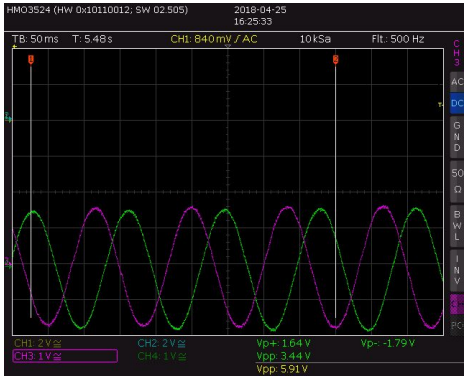



1 2

Рисунок 14 – Осциллограммы измерения выходного силового напряжения:
1 – при помощи оптимизированного одноканального преобразователя напряжения,
2 – при помощи осциллографа Hameg HMO3524




1 2

Рисунок 15 – Осциллограммы измерения напряжения питающей сети:
1 – при помощи оптимизированного многоканального преобразователя напряжения,
2 – при помощи осциллографа Hameg HMO3524

# 2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕРТОРОМ

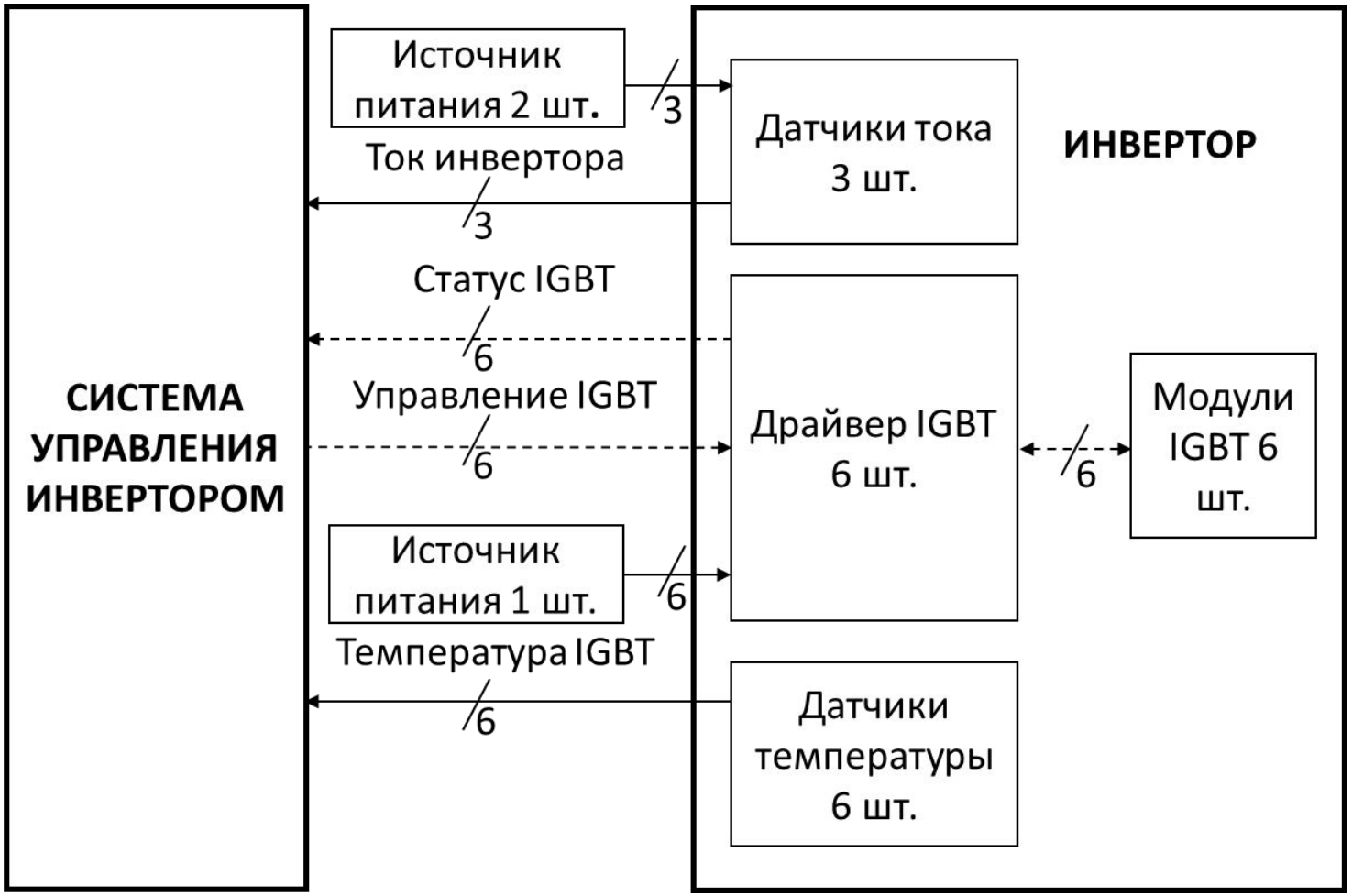



Рисунок 16 – Классическая топология подсистемы управления инвертором

# 2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕРТОРОМ

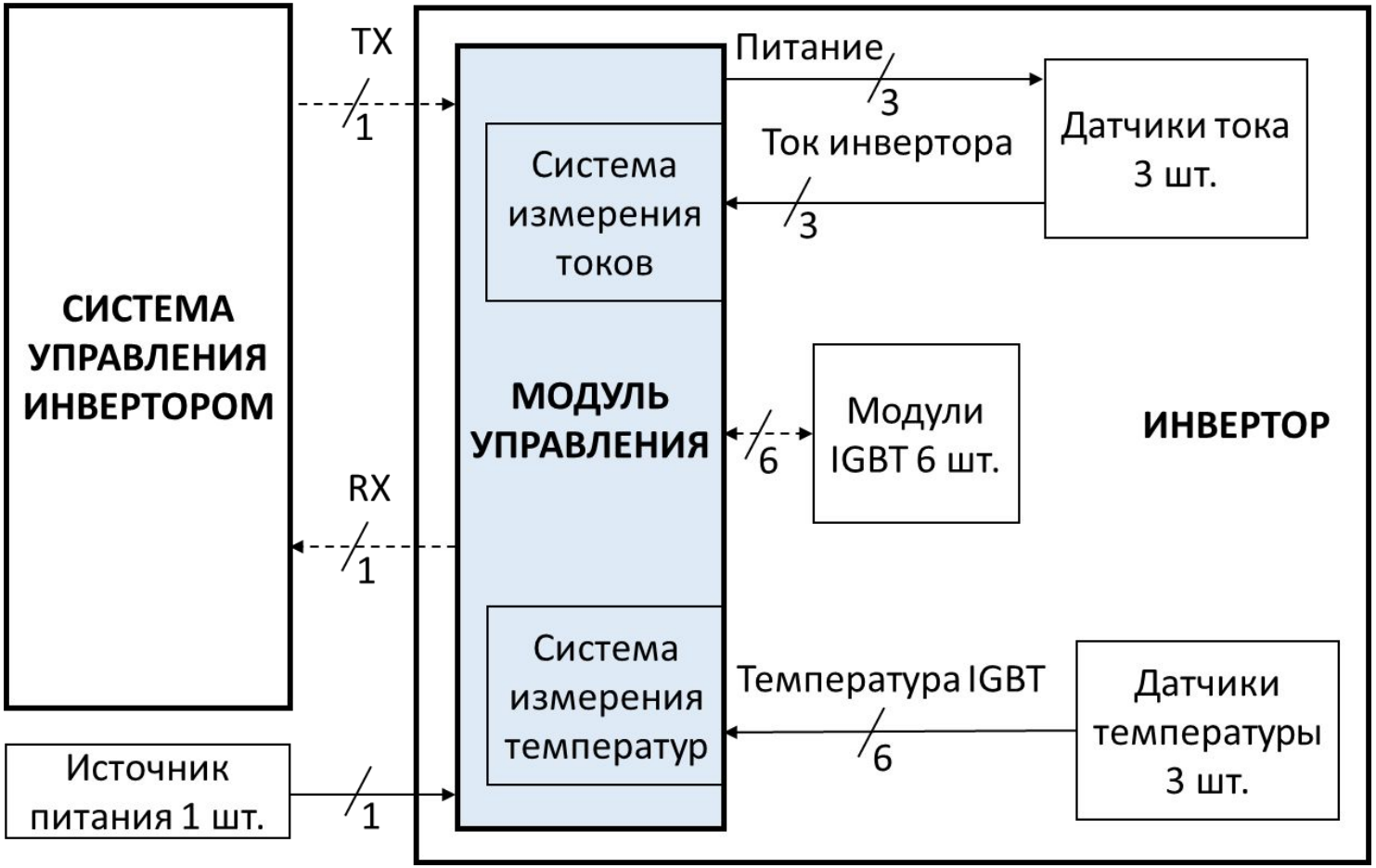



Рисунок 17 – Оптимизированная топология подсистемы управления инвертором

# 3. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

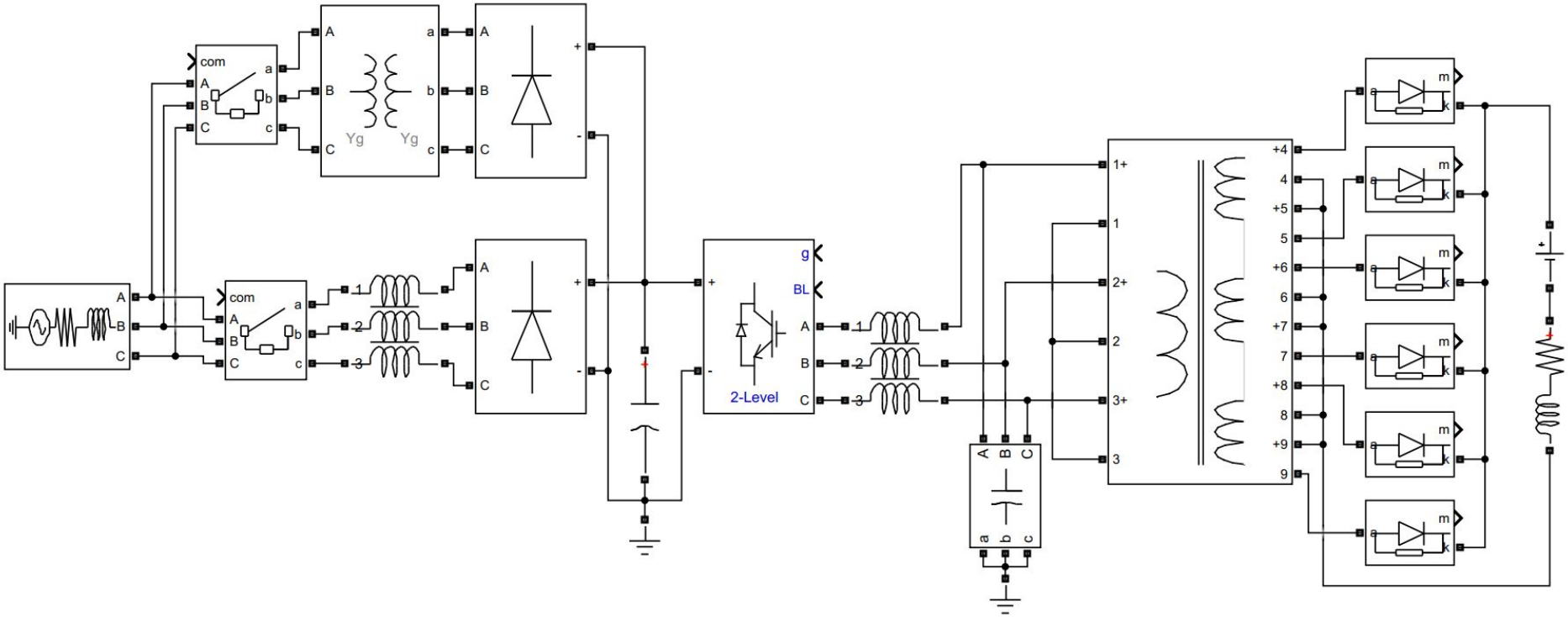



Рисунок 18 – Модель силового преобразователя

# 4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ МИКРОКЛИМАТА И ОСВЕЩЕНИЯ СИЛОВЫХ ШКАФОВ

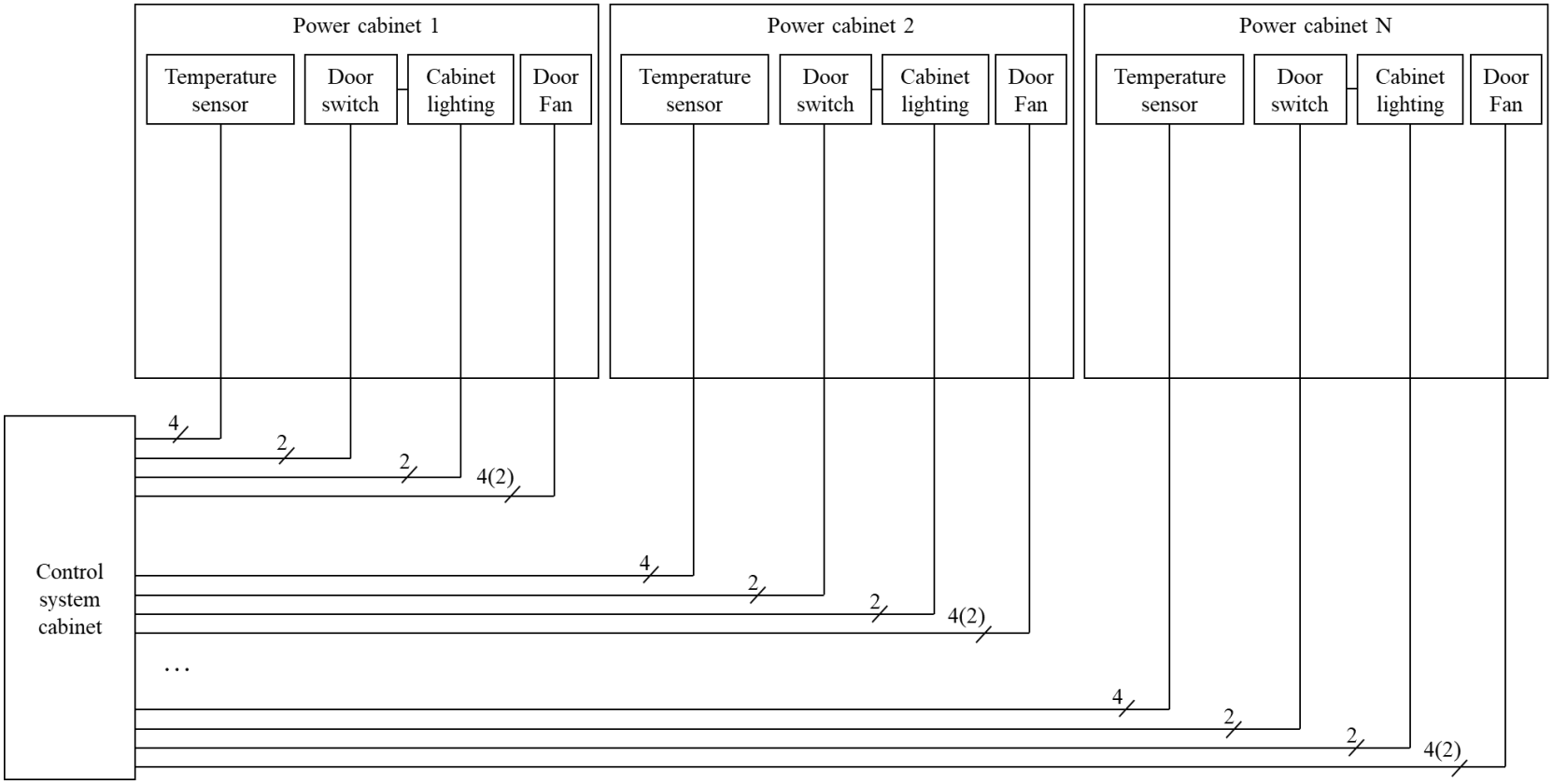



Рисунок 19 – Функциональная схема классической подсистемы микроклимата и освещения силовых шкафов

# 4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ МИКРОКЛИМАТА И ОСВЕЩЕНИЯ СИЛОВЫХ ШКАФОВ

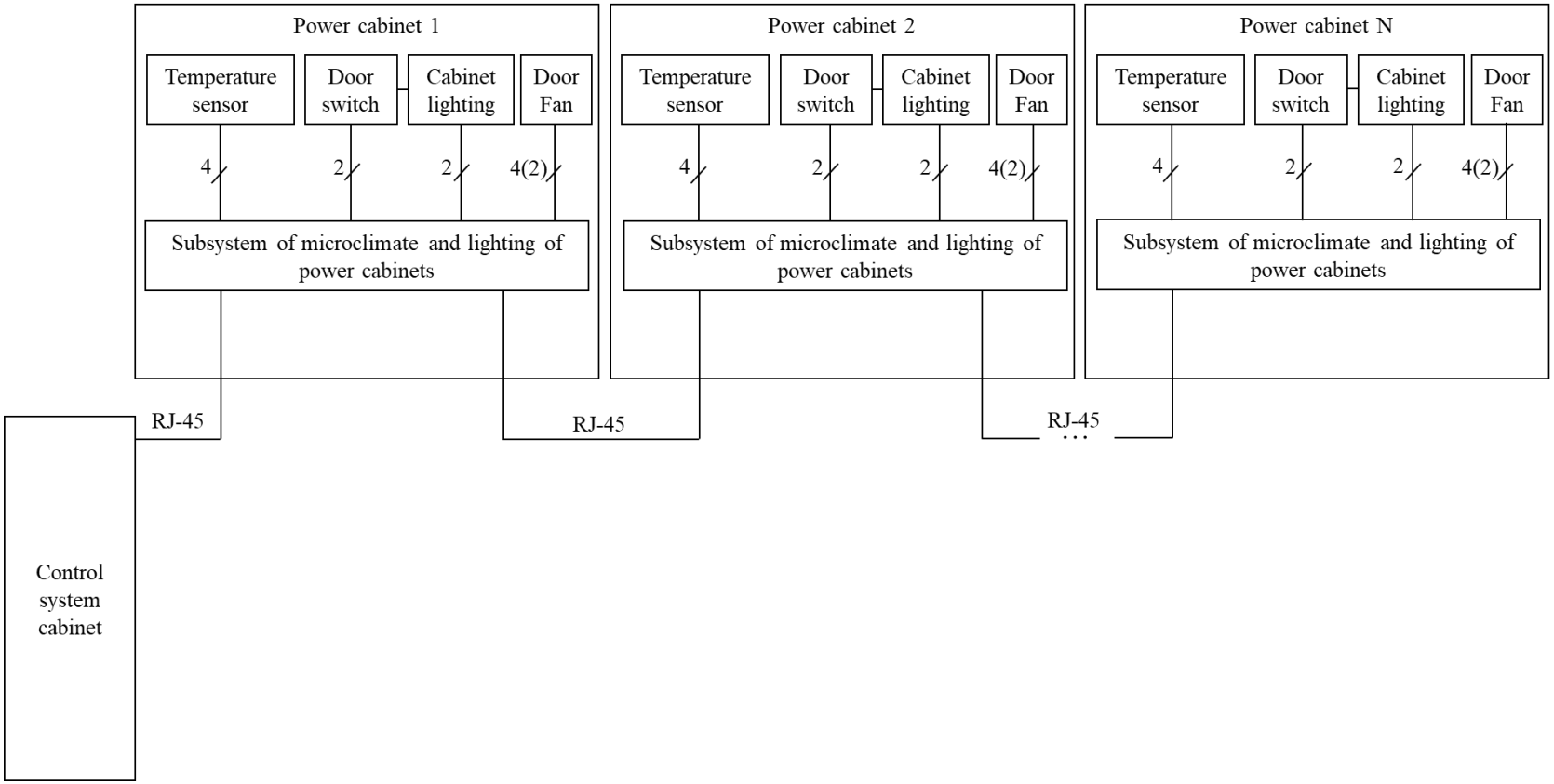



Рисунок 19 – Функциональная схема оптимизированной подсистемы микроклимата и освещения силовых шкафов

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

**ПУБЛИКАЦИИ:**

- **Automation of the design and development stages of semiconductor devices**, IOP Conference Series Materials Science and Engineering 450(7):072002, DOI:10.1088/1757-899X/450/7/072002;
- **Adaptive power supplies for technological objects with non-stationary loads**, 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602900;
- **Designing control nodes for mechatronic modules by the criterion of minimal losses**, 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602584.

**КОНФЕРЕНЦИИ:**

- **Оптимизация полупроводниковых преобразователей частоты по массогабаритным показателям,** IEEE Russian Workshop on Power Engineering and Automation of Metallurgy Industry: Research & Practice.
- **Разработка встраиваемого модуля управления силовым инвертором,** финал конкурса программы УМНИК.