

# Электропитание

- Обзор норм, правил, нормативной документации и практических решений для правильного выбора источника электропитания оборудования
- Обзор функций электропитания и управления

<b>2.1</b>	<b>Введение</b>	<b>30</b>
<b>2.2</b>	<b>Электропитание оборудования</b>	<b>30</b>
<b>2.3</b>	<b>Стандарты и соглашения</b>	<b>30</b>
<b>2.4</b>	<b>Функции источников питания</b>	<b>32</b>
<b>2.5</b>	<b>Источники питания схем управления</b>	<b>33</b>

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

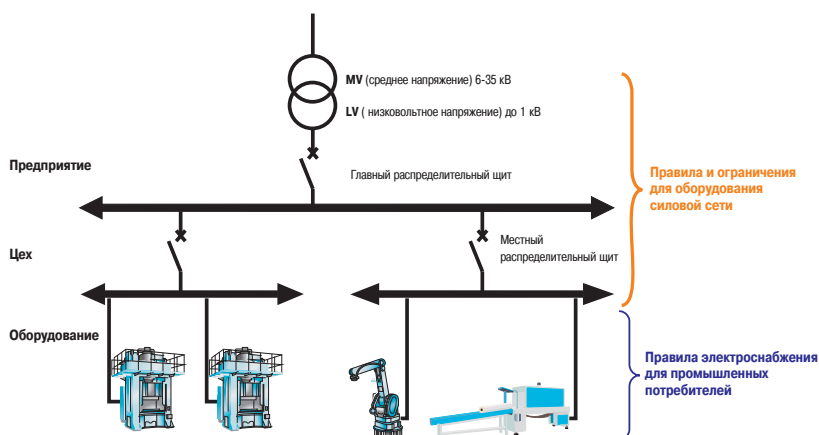
C

## 2. Электропитание

- 2.1 Введение
- 2.2 Электропитание оборудования
- 2.3 Стандарты и соглашения

### 2.1 Введение

В этом разделе поясняется, каким образом производится электроснабжение на промышленном предприятии, например, на машиностроительном производстве. Система электроснабжения является промежуточным звеном между основными распределительными устройствами на предприятии и технологическим оборудованием – потребителями энергии, поэтому она должна соответствовать как стандартам, действующим в энергосистеме, так и требованиям, предъявляемым к оборудованию (⇒ Рис. 1). Читателю для детального изучения данного вопроса рекомендуется обратиться к «Руководству по устройству электроустановок» Компании Шнейдер Электрик.



↑ Рис. 1 Структура системы электроснабжения

### 2.2 Электропитание оборудования



↑ Рис. 2 Функции источника питания

Как показано на Рис. 2, источник питания состоит из двух блоков: силового питания и питания цепей управления.

Блок силового питания обеспечивает питание потребителей (например, электродвигателей и систем нагрева) посредством управляющих устройств. Напряжение сети обычно находится в диапазоне от 200 до 660 В для 3-фазной сети и от 120 до 230 В для однофазной сети.

Блок питания цепей управления обеспечивает электропитанием компоненты системы управления (катушки контакторов, соленоиды клапанов, ПЛК, датчики, и т.п.). Напряжение цепей управления обычно низкое (120 – 230 В, однофазное) и очень низкое (12 – 48 В). Этот блок часто называют «головным», и в его задачу также входит выполнение ряда функций, которые описаны в разделе 2.4.

### 2.3 Стандарты и соглашения

Как мы уже отмечали, энергоснабжение должно удовлетворять требованиям нормативной документации, действующей как в системе распределения электроэнергии, так и в среде промышленных потребителей.

#### ■ Системы распределения энергии

Каждая страна имеет свои собственные правила и стандарты. Это означает, что существует большое количество различных стандартов, как например, во Франции, стандарт C15-100. Однако можно выделить общие задачи в правилах и резюмировать некоторые рамки и соглашения, касающиеся устройств электроснабжения оборудования такие, как:

- основное напряжение; таблица напряжений для различных стран представлена в «Руководстве по устройству электроустановок», а параметры распределительных сетей гражданского применения приводятся в стандарте EN50160:1999;
- системы заземления и зануления;
- методы сетевой разводки;
- стандарты расположения оборудования;
- типы предохранителей для держателей вставок или выключателей с предохранительными вставками.

#### ■ Промышленные потребители

Стандарты, введённые в соответствии с МЭК 60 204-1, позволяют осуществлять экспорт промышленного оборудования для использования в других странах. Однако некоторые страны сохранили свои стандарты, которые необходимо учитывать. Основные отличия приведены в таблице на *Рис. 3*.

TN-C-схемы не допускаются к использованию в низковольтных системах внутри зданий (Норвегия)
TT-схемы не допускаются на территории США
Разъединитель проводника нейтрали обязателен в TN-S-схемах (Франция и Норвегия)
Разветвление нейтрального проводника в IT-схемах не допускается (США и Норвегия)
Максимальное рабочее напряжение в цепях управления переменного тока равно 120 В (США)
Размер медных проводников установлен в ANSI/NPFA 79 в единицах измерения AWG, принятых в США. В приложении G стандарта приведены значения сечения в квадратных миллиметрах, эквивалентные AWG
БЕЛЫЙ или СЕРЫЙ цвета используются для маркировки заземлённого нейтрального проводника вместо ГОЛУБОГО (США и Канада)
Требования к маркировке заводских табличек (США)

↑ *Рис. 3* Особые элементы стандартов в различных странах

#### ■ Три зоны влияния

Наряду с различиями в стандартах и правилах в разных странах существует три основных зоны влияния: Европа, США, Япония (⇒ *Рис. 4*).

	Зона влияния	США	Европа	Япония
Распределение электроэнергии	Напряжение 3-фазных источников	480 В	400 В	200 В
	Правила установки/стандарты для низковольтного оборудования	NEC	МЭК 60364	JIS C 0364
Стандарты энергоснабжения для оборудования	См. ранее рассмотренные различия	МЭК 60204-1	МЭК 60204-1	JIS-B 9960
Основное устройство	Автоматические выключатели	UL 489	МЭК 60 947	JIS-C 8201-2-1
	Выключатели/предохранители	UL 98	МЭК 60 269 Различные предохранители в разных странах	JIS-C 8269
	Контакты двигателей/автоматические выключатели	UL 508	МЭК 60947	JIS C 8201-4-1
Типы соединений	< 100 А	> 100 А соединители	Коннекторы, клеммные колодки, гибкие соединители	Монтажные наконечники
	> 100 А	Параллельные провода	Провода с наконечниками или шины	Провода с монтажными наконечниками

↑ *Рис. 4* Стандарты в различных зонах влияния

#### 2.4 Функции источников питания

Существуют три отдельные функции:

##### ■ **Подача и отключение электропитания на оборудование и в цепи управления с соблюдением следующих условий:**

###### □ **Размыкающая способность**

В зависимости от установленной мощности ожидаемый ток короткого замыкания может находиться в диапазоне от нескольких кА до сотен кА. Устройство должно обеспечивать отключение потребителей в этих условиях.

###### □ **Допустимый ток короткого замыкания**

Ток короткого замыкания не должен вызывать разрушения прибора.

###### □ **Присоединение**

Внутренний монтаж в оборудовании всегда выполняется медными проводниками, но необходимо отметить, что в электрических системах распределения может использоваться алюминий. Поэтому должна быть предусмотрена возможность для подключения обоих типов проводников к устройству ввода.

###### □ **Ручное управление и дистанционное управление**

Правила безопасности требуют предусмотреть возможность ручного отключения нагрузки непосредственно в шкафу управления.

##### ■ **Защита персонала**

Электрические шкафы обычно закрыты во время работы и операторы, эксплуатирующие оборудование, не имеют доступа к ним. Существуют правила безопасности при работе персонала с электрическими установками, в частности, при запуске и обслуживании:

- защита IP20 от контакта с внутренними токоведущими частями;
- отключение питания.

Эти правила гарантируют, что установка полностью или частично отсоединяется от источника электропитания из соображений безопасности.

###### • **Изоляция**

При работе в открытом шкафу должна быть обеспечена надлежащая степень изоляции, т.е. ток утечки должен быть меньше опасного порога.

###### • **Блокировка дверей**

Эта функция предназначена для предотвращения несанкционированных переключений в распределительных устройствах.

###### • **Изоляция цепей управления**

Должна быть достаточной для защиты людей и электрического оборудования от перенапряжения и других видов электрического воздействия.

###### • **Эквипотенциальное соединение**

Правила установки оборудования могут предписывать различные схемы заземления и изоляции в зависимости от системы заземления.

##### ■ **Защита распределительной сети**

При возникновении аварийной ситуации на установленном оборудовании схема защиты должна обеспечить автоматическое отключение питания аварийной секции, например, с помощью координации защит. Отключение поврежденного участка не должно сказываться на работе других секций распределительной сети.

#### ■ Коммутационная аппаратура

В таблице на *Рис. 5* представлены образцы коммутационной аппаратуры и выполняемые ими функции.

Функция	Блок предохранителей	Регулятор силы света	Разъединитель	Выключатель с плавкими вставками	Автоматический выключатель с магнитным расцепителем	Сетевой автоматический выключатель	Дифференциальное реле
							
Разъединение	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
Отключение		X	XX	XX	XX	XX	
Защита от короткого замыкания	XX			XX	X	XX	
Изолирование	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
Нечувствительность к короткому замыканию	X	X	XX	XX	X	XX	
Блокировка	XX	XX	XX	XX	X	XX	
Защита от замыкания на землю						Опция	XX

↑ Рис. 5

Сравнительная таблица коммутационной аппаратуры

## 2.5 Источники питания схем управления

Питание схем управления определяется нормативными документами и технологическими ограничениями. Необходимость обеспечения безопасности обслуживающего персонала привела к использованию сверхнизкого (менее 50 В) напряжения (ELV). В настоящее время электронные схемы управления в основном требуют питания постоянным током.

Таким образом, за исключением отдельных и специальных приложений, для схем управления в основном используется питание постоянным током сверхнизкого напряжения – DC ELV.

#### ■ Источники питания 24 В

Ниже рассмотрены различные типы источников на 24 В. Это напряжение в настоящее время является стандартом в промышленности. Рынок таких источников весьма обширен, а существующие стандарты помогают ограничить риск несовместимости между изделиями.

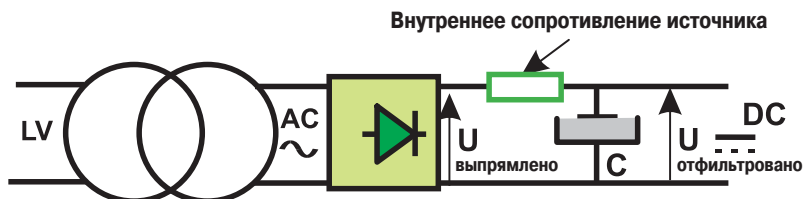
- **Это решение имеет следующие достоинства**
  - экономия места;
  - повышение надёжности и возможность обнаружения обрыва цепи, что могут выполнять современные ПЛК;
  - безопасность для персонала;
  - непрерывность работы, которая обеспечивается установкой источников бесперебойного питания;
  - отсутствие емкостного эффекта в проводниках;
  - слабое влияние на окружающую среду благодаря малой мощности.
- **Это решение обладает рядом недостатков**
  - низкое напряжение ограничивает длину кабеля;
  - ограничено последовательное количество контактов или датчиков;
  - необходимо очень внимательно относиться к токам утечки;
  - контакты могут быстро разрушаться в неблагоприятной среде (пыль, химически агрессивная внешняя среда и т.д.);
  - возможны проблемы совместимости, прежде всего по коммутационной способности, между характеристиками выходов контроллеров и катушками контакторов и датчиками. В этом случае рекомендуется использовать контакторы с катушками низкого потребления.

#### ■ Типы источников постоянного тока 24 В

В этой области произошло значительное усовершенствование технологии. Обычные источники питания используют трансформаторы с отдельными обмотками, которые понижают напряжение и изолируют цепи низкого напряжения от цепей сверхнизкого напряжения. Прогресс в коммутационной технологии вместе с уменьшением стоимости электронных устройств позволил использовать альтернативные решения. Рассмотрим эти варианты.

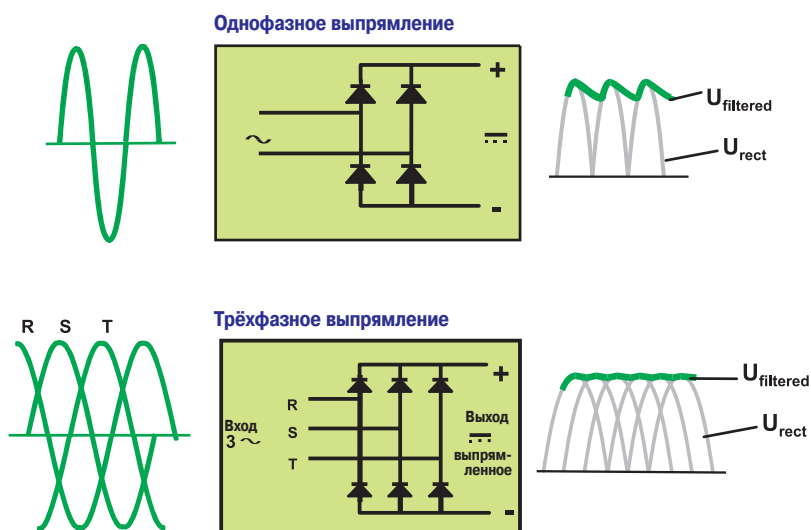
#### □ Источники питания с выпрямителем

Источник питания состоит из трансформатора (преобразует низкое напряжение в сверхнизкое напряжение), выпрямителя и фильтра (⇒ Рис. 6).



↑ Рис. 6 Структурная схема источника питания на 24 В

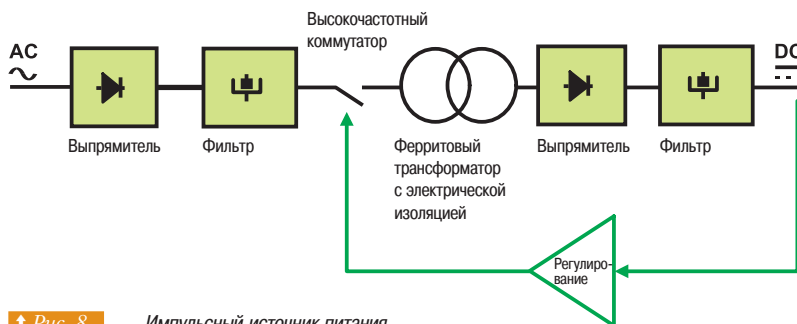
Входное напряжение трансформатора может быть как однофазным, так и трёхфазным; в последнем случае (⇒ Рис. 7) можно обойтись без сглаживающего конденсатора. Это решение является более надёжным, позволяя сглаживать кратковременные провалы напряжения.



↑ Рис. 7 Однофазное и трёхфазное выпрямление

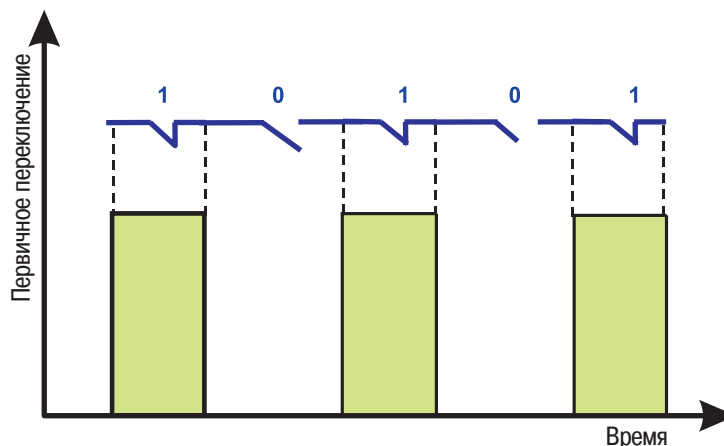
#### □ Импульсный источник питания (⇒ Рис. 8)

Принцип действия основан на преобразовании напряжения от источника постоянного тока в высокочастотный сигнал (до нескольких сотен кГц). Это позволяет использовать высокочастотный ферритовый трансформатор с лучшим соотношением «мощность/масса», чем при использовании обычного трансформатора с частотой 50 Гц. Вторичное выходное напряжение затем выпрямляется и фильтруется.



↑ Рис. 8 Импульсный источник питания

Контур обратной связи управляет временем цикла высокочастотного ключа для обеспечения требуемых параметров источника питания (⇒ Рис. 9).



↑ Рис. 9 Принцип действия импульсного источника питания

#### □ Заключение

Таблица (⇒ Рис. 10) даёт краткое сравнение двух технологий. Дополнительные подробности можно найти в специальной литературе.

Сравнение для источника 10 А / 24 В пост. тока	Регулируемый импульсный источник	Источник с выпрямителем и фильтром
Диапазон входного напряжения	Широкий диапазон от 85 до 264 В	Фиксированное напряжение в диапазоне от 110 до 230 В
Размеры	3 дм <sup>3</sup>	7 дм <sup>3</sup>
Масса	1,5 кг	6 кг
КПД	До 85%	До 75%
Регулировка выходного напряжения	Да	Нет
Невосприимчивость к кратковременным перерывам питания	Высокая, > 20 мс	Низкая, < 5 мс
Регулировка нагрузки	От 1 до 3 %	5%
Линейная регулировка	< 1%	5 – 10% в зависимости от электрической сети
Электромагнитные помехи	Требует тщательного учета	Низкие по принципу действия
Гармонические помехи	С фильтром соответствует стандарту EN 61000-3-2	В основном соответствует стандарту EN 61000-3-2
Надёжность, срок эксплуатации	Хорошие	Очень хорошие

↑ Рис. 10 Сравнение источников питания постоянного тока