

Мобильная система бортового питания

Александр Клевцов

В статье приводится описание мобильного регулируемого источника питания (МРИП), который используется в технологическом процессе производства специальных автотранспортных средств на колёсном и гусеничном ходу. МРИП позволяет обеспечить качественное питание и возможность моделирования режимов работы бортовой сети в непростых условиях проведения настроечно-регулирующих работ и контрольных испытаний бортового электрооборудования и приборов. Отмечается наличие перспективы интеграции МРИП в систему автоматизированного производства.

Цель проекта

Известно, что современные автотранспортные средства общего и специального назначения, включая различного вида бронемашину, оснащены бортовым электрооборудованием и приборами, потребляющими довольно значительный ток при номинальных значениях напряжения бортовой сети 12, 24 и даже 48 В. При проведении настроечно-регулирующих работ и контрольных испытаний в цеховых условиях для обеспечения нормального питания бортовой сети на длительный срок необходим запуск маршевого двигателя, что в большинстве случаев невозможно, так как требуется система газоотведения и вентиляции с постоянной оценкой уровня загазованности.

В связи с этим компанией АКИС совместно со специалистами технологической службы одного из российских предприятий было разработано техническое задание на создание мобильного регулируемого источника питания бортовой сети (МРИП) в целях организации

рабочего места при проведении сборочных и настроечных работ, первичных испытаний отдельных узлов, агрегатов и полностью законченных изделий.

Назначение и функции системы питания

МРИП предназначен для обеспечения питания бортовой сети практически любых автотранспортных средств, включая все серии современных бронемашин, в условиях закрытых помещений при их производстве и проведении ремонтных работ. На базе этого изделия могут создаваться специализированные рабочие места в цехах и ремонтных мастерских, которые позволяют проводить полноценные испытания, контрольно-проверочные и регулировочные операции с комплексом электромеханических узлов и агрегатов производимого оборудования. Не исключается использование МРИП в других отраслях промышленности, где требуется источник качественного напряжения постоянного тока в диапазоне 8...55 В при

значительной потребляемой мощности (до 20 кВт) и необходимости оперативного перемещения в пределах технологической площадки. Кроме этого, при некоторой доработке схемотехнических и конструктивных решений МРИП может быть использован в качестве мобильного зарядного устройства тяговых аккумуляторных батарей легковых автомобилей с электроприводом (автокаров) или гибридных моделей. При максимальной конфигурации МРИП состав реализуемых функций включает:

- формирование на выходе по двум независимым каналам стабилизированного напряжения с номинальными значениями (в зависимости от типа изделия) 12, 24, 48 В;
- регулирование выходного напряжения в диапазоне $\pm 20\%$ от номинального значения;
- раздельное управление выходом (вкл./откл.) по каждому каналу;

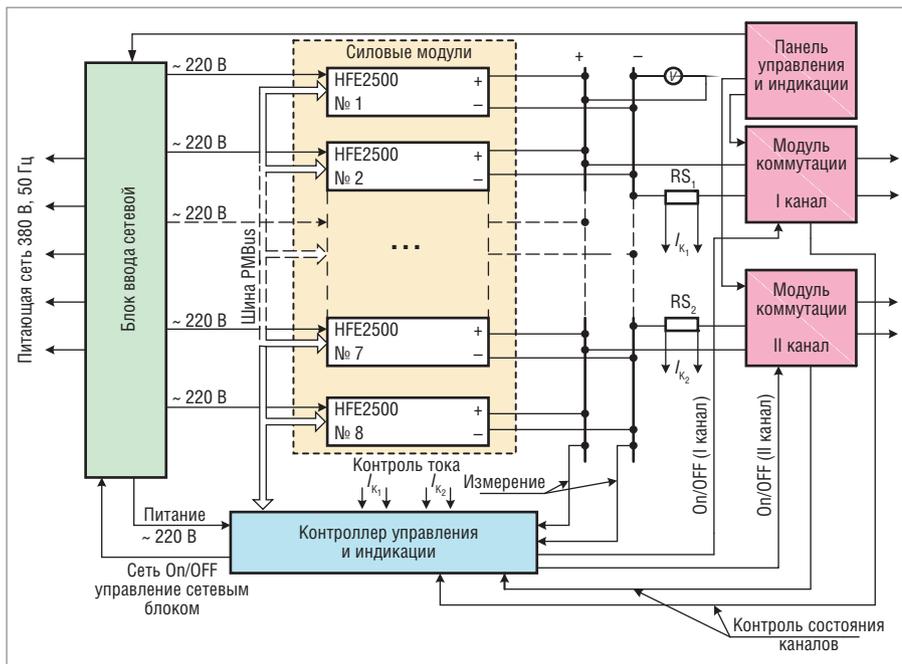
Таблица 1

Базовые варианты конфигурации МРИП

№ п/п	Номинальное выходное напряжение U_n	Число каналов	Номинальный выходной ток I_n	Диапазон выходного напряжения $U_{\text{вых}}$	Номинальная мощность P_n
1	12 В	2	800 А	9,6...13,2 В	10 кВт
2	24 В	1	400 А	19,2...29,0 В	10 кВт
3	24 В	2	400 А	19,2...29,0 В	10 кВт
4	24 В	2	600 А	19,2...29,0 В	15 кВт
5	24 В	2	800 А	19,2...29,0 В	20 кВт
6	48 В	1	200 А	38,4...58,0 В	10 кВт
7	48 В	2	400 А	38,4...58,0 В	20 кВт



Рис. 1. Источник питания HFE2500



Условные обозначения: RS_1 – измерительный шунт первого канала; RS_2 – измерительный шунт второго канала; I_{K_1} – ток первого канала; I_{K_2} – ток второго канала; V – вольтметр.

Рис. 2. Структурная схема МРИП с управлением модульными источниками по шине PMBus

- защиту от перенапряжения на выходе МРИП: каждый из параллельно включённых модульных источников питания и силовых модулей (СМ) отключает выходное напряжение с последующим восстановлением;
- защиту от перегрузки и токов короткого замыкания в силовой цепи нагрузки;
- поддержку функции активного токораспределения между параллельно работающими модульными источниками TDK-Lambda HFE2500 с высокой точностью и быстродействием;
- встроенную температурную защиту от перегрева силовых модулей;
- визуализацию режимов работы системы питания в целом.

В табл. 1 приведены базовые варианты конфигурации МРИП.

Возможно исполнение по заказу других конфигураций МРИП с габаритами 763×600×800 мм и номинальной мощностью в пределах 20 кВт для номинальных выходных напряжений 12, 24, 48 В.

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Силовой модуль МРИП выполнен на базе новейших модульных источников питания фирмы TDK-Lambda HFE2500 (рис. 1), которые подключаются параллельно к силовой шине источника по принципу активного распределения тока (*Current Share*) [1].

В зависимости от модификации используются силовые модулей (HFE2500

или HFE2500/S) возможна организация двух структур МРИП, отличающихся способом программирования уровня выходного напряжения: с помощью внешнего напряжения постоянного тока (0...5 В) либо через шину управления PMBus. При этом эксплуатационные характеристики практически не отличаются, за исключением некоторых сервисных и функциональных возможностей. На рис. 2 приведена структурная схема МРИП для варианта управления модульными источниками по шине PMBus с использованием специального программируемого контроллера с жидкокристаллическим дисплеем и функциональными клавишами, с помощью которых производится параметрирование режимов работы МРИП.

Контроллер управления и индикации реализует функции:

- установки выходного напряжения или тока;
- контроля состояния МРИП и модульных источников питания;
- задания и фиксации параметров конфигурации;
- обеспечения режимов безопасного перезапуска (*Safe Restart/Autorestart*) и запоминания параметров настроек (*Last Setting Memory*);
- ведения архива событий и данных;
- поддержки коммуникаций для возможной интеграции в автоматизированный технологический комплекс производства.



Условные обозначения: 1 – кабель USB; 2 – светодиодный индикатор подключения USB.

Рис. 3. Преобразователь интерфейса

В связи с отсутствием на сегодняшний день варианта встраиваемого фирменного контроллера для управления модульными источниками питания серии HFE2500/S разработчиками МРИП были рассмотрены три потенциальных для реализации варианта управления по шине PMBus.

1. Применение контроллера-преобразователя интерфейса USB–PMBus (адаптера), используемого фирмой TDK-Lambda для тестирования модульных источников питания с помощью персонального компьютера (ПК). Контроллер разработан фирмой Texas Instruments (рис. 3) и поддерживает не только устройства с шиной PMBus, но и I²C, GPIO, SMBus. На рис. 4 представлено главное окно программы, используемой для настройки управления по шине PMBus.

Отметим, что при всей доступности приведённых программно-технических средств очевиден и недостаток решения – отсутствие возможности встроить в МРИП автономное управляющее устройство и необходимость применения ПК, например, ноутбука. Хотя в ряде случаев применение этого варианта не исключается при определённых издержках эксплуатационного характера.

2. Подбор апробированного бюджетного и доступного для использования приложения в виде совмещённой с

программируемым логическим контроллером (ПЛК) панели оператора, обладающей следующими возможностями и особенностями:

- простотой аппаратно-программного согласования с шиной управления PMBus;
- наличием встроенной операционной системы (системной программы с функциями поддержки коммуникаций, измерения, логических операций и т.д.);
- функцией аппаратной диагностики;
- набором легко доступных программных инструментов для настройки или средой разработки прикладного программного обеспечения;
- лицевой панелью со степенью защиты не хуже IP65, матричным жидкокристаллическим дисплеем с форматом не менее 128×64 точки, функциональными клавишами (минимум 8 клавиш), единичными светодиодами индикаторами (не менее двух);
- памятью хранения данных EEPROM не менее 32 кбайт;
- флэш-памятью не менее 512 кбайт;
- RTC (Real Time Clock – часы реального времени);
- диапазоном напряжений сетевого питания 85...265 В, 50 Гц.

3. Разработка абсолютно нового решения на базе широко распространённого типа микроконтроллера либо адаптация к применению уже имеющегося и используемого приложения на основе микроконтроллера Cortex-M4 фирмы Atmel и OLED-дисплея с форматом изображения 240×64 точки. Первый образец МРИП был реализован с использованием имеющегося контроллера, но по ряду обстоятельств, связанных с проблемами производственного характера, в ближайшее время будет принято решение о применении одной из панелей оператора с функцией ПЛК, в наибольшей степени отвечающей требованиям выполнения необходимых функций управления МРИП.

На рис. 5 приведён внешний вид МРИП, соответствующий конфигурации: $U_H = 24 \text{ В}$, два канала, $I_H = 400 \text{ А}$, $P_H = 10 \text{ кВт}$ (табл. 1).

Конструктивно изделие изготовлено на основе унифицированного разборного корпуса серии SZB производства фирмы ZPAS (Польша). Мобильность обеспечивается наличием четырёх колёс (с индивидуальными тормозными устройствами у двух колёс), закреплён-

ных на днище корпуса с помощью специальных суппортов. На передней панели размещены кнопки управления включением/выключением силового контактора блока сетевого ввода, вольтметр для грубой оценки уровня напряжения на выходе МРИП, контроллер управления и индикации. Доступ к панели и силовым модулям HFE2500/S осуществляется через переднюю прозрачную дверь. На задней панели расположены силовые разъёмы, кнопки ручного управления каналами и светодиодные индикаторы подключения нагрузки. В целях достижения приемлемого уровня ремонтпригодности доступ к оборудованию, установленному внутри МРИП, может осуществляться с четырёх вертикальных плоскостей, каждая из которых представляет дверцу с замком, что значительно упрощает проведение технического обслуживания в производственных условиях.

Принцип функционирования и основные эксплуатационные характеристики

Технические характеристики и функциональные возможности МРИП определяются требованиями технического задания, соответствующими специфическим условиям конкретного технологического процесса. С другой стороны, очевидно, что принцип функционирования МРИП в основном определяется особенностями работы используемых модульных источников питания серии HFE2500 (HFE2500/S). Структурная схема (рис. 2) отражает максимальный (избыточный) вариант комплектации МРИП и включает:

- блок ввода сетевой (БВС), служащий для приёма силового трёхфазного напряжения 380 В, 50 Гц по пятипроводной схеме (TNS) и распределения питания параллельно включённых (до восьми) модульных источников.

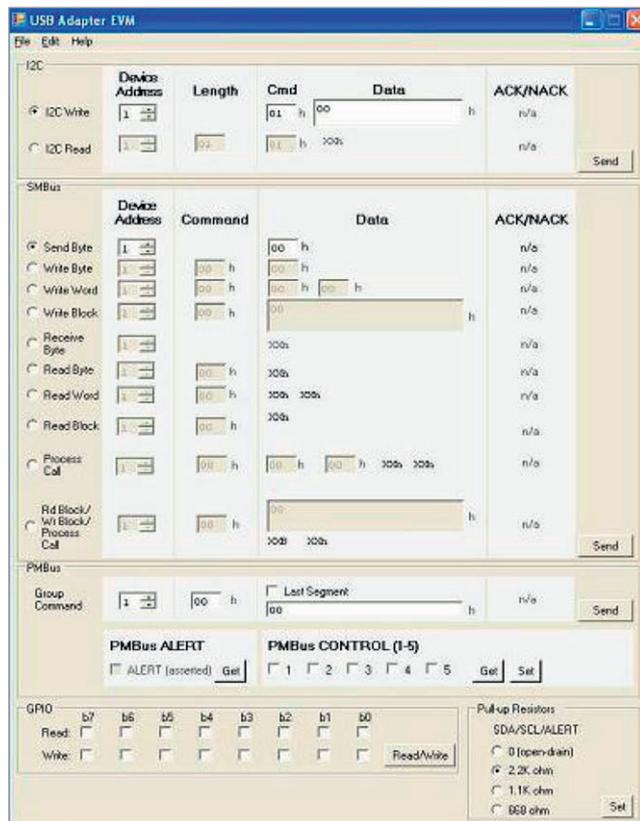


Рис. 4. Окно программы настройки управления по шине PMBus

Управление подачей силового питания может осуществляться с помощью кнопок панели управления либо команд контроллера управления и индикации. При этом БВС обеспечивает защиту силовых цепей питания модульных источников питания от перегрузок и сверхтоков;

- силовые модули, каждый из которых состоит из фирменной корзины HFE2500-S1U с четырьмя модульными источниками питания HFE2500;
- блоки коммутации нагрузки первого и второго каналов, которые выполняют управляемое подключение внешней нагрузки как с лицевой па-



Рис. 5. Внешний вид МРИП

Таблица 2

Основные эксплуатационные характеристики МРИП

Параметр	Значение
Входное питающее напряжение	Трёхфазное, 380 В
Система питания	TNS (5-проводная 3P+N+PE)
Частота питающей сети	47...63 Гц
Диапазон изменения фазного входного питающего напряжения	85...265 В
Точность установки выходного напряжения, не хуже	0,5%
Стабилизация выходного напряжения, не хуже	0,5%
Уровень пульсаций, не более	250 мВ
Изменение выходного напряжения при изменении нагрузки от 0 до 50%, не более	100 мВ
Время переходного процесса, не более	0,2 с
Диапазон рабочих температур окружающей среды	0...+50°C
Габаритные размеры	763×600×800 мм
Масса, не более	85 кг

нели МРИП, так и от контроллера управления и индикации в соответствии с технологическими процедурами моделирования режимов питания бортовой сети;

- контроллер управления и индикации, назначение и функции которого рассматривались в предыдущем разделе.

Функция активного распределения тока даёт возможность подключать параллельно до восьми модульных источников питания с поддержкой режима «горячей» замены. Как уже отмечалось, доступны режимы безопасного перезапуска (*Safe Restart/Autorestart*) и запоминания последних параметров настройки (*Last Setting Memory*). Данные режимы позволяют пользователю через установку соответствующих параметров реализовать возврат МРИП в прежнее состояние после отключения электроэнергии или возврат в нулевую безопасную настройку выходной мощности с последующим переходом в режим ожидания дальнейших команд от пользователя. Программа контроллера производит измерение напряжения на выходных шинах, тем самым осуществляя постоянный контроль уровня напряжения в рабочем диапазоне и тока потребления по двум каналам. МРИП помимо основной функции формирования напряжения с высокой точностью организует моделирование различных режимов работы бортовой сети, например, таких как недопустимый разряд аккумуляторной батареи или скачок уровня напряжения, что позволяет провести эффективное тестирование целой гаммы бортовых приборов и электрооборудования.

Следует отметить, что в зависимости от условий и требований конкретных производств функции программы будут непрерывно расширяться, в перспекти-

ве возможно создание автоматизированного лабораторно-испытательного передвижного комплекса. Кстати говоря, не менее успешно физическое моделирование режимов работы бортовой сети может производиться и в случае использования более простой конфигурации МРИП, построенной на принципе программирования выходного напряжения или тока с помощью внешнего задающего напряжения (режим *Output Voltage Programming by External Potentiometer*).

В табл. 2 приведены основные эксплуатационные характеристики МРИП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно, что TDK-Lambda – один из крупнейших мировых лидеров в проектировании и производстве источников питания, а продукция компании соответствует международным требованиям по электромагнитной совместимости и электрической безопасности, что подтверждается сертификатами UL, CSA, TÜV, CE. Безукоризненная работа МРИП является практическим доказательством надёжности выбранной элементной базы при высоких эксплуатационных характеристиках и иницирующим фактором для дальнейшего её использования при производстве различных систем питания. Кроме этого, наличие варианта модульного источника питания HFE2500/S с управлением по шине PMBus открывает перспективу организации дистанционного управления группой изделий и интеграции их в систему автоматизированного технологического комплекса. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. HFE2500 Series & HFE2500/S Series PMBus Interface Instruction Manual. – TDK-Lambda, 2013.

E-mail: akis_tula@inbox.ru



**VERSADAC
EUROTHERM**

Новый модульный самописец Versadac

Широкий диапазон базовых модулей Versadac, модулей I/O и опций программного обеспечения позволяет гибко планировать расширение системы регистрации данных.

www.vsp-rus.ru/eurotherm

VSP - официальный дистрибьютор Parker, MTL, Emerson и Eurotherm

+7 499 754 0053
vsp@vsp-rus.ru



Реклама