

Оборудование производства GE Critical Power

для систем электропитания,
критичных к качеству электроэнергии

Новое бизнес-подразделение Critical Power входит в состав глобального концерна General Electric (GE) и специализируется на поставках оборудования электропитания для тех областей, где качество электроэнергии является крайне критичным, — таких, например, как АСУ, телекоммуникационное и авиационное оборудование или системы навигации.

Виктор Алексеев

Владислав Филатов

Сергей Бидинский

Краткая история GE и Critical Power

История компании начинается с 1878 году, когда Томас Алва Эдисон (Thomas Alva Edison) основал фирму Edison General Electric Company (EGE), в которой объединил все свои бизнес-направления — от работ по электрификации железных дорог до фундаментальных исследований по термоионной эмиссии (эффект Эдисона).

Постепенно деятельность EGE свелась к массовому производству, включающему всю технологическую цепь: изготовление генераторов переменного тока, электросчетчиков, кабелей, пробок, лампочек и электроприборов. Эдисон видел цель своей жизни, прежде всего, в изобретательстве. Поэтому он продал фирму и, оставаясь в совете директоров, сосредоточился на изобретениях и научных исследованиях.

Основным конкурентом фирмы EGE в конце XIX века была The Thomson-Houston Company, созданная при участии знаменитого физика Джозефа Томсона и специализировавшаяся на инновационных решениях в области электротехники.

Поскольку ни одна из конкурирующих компаний не обладала полным набором патентов и производств, достаточных для создания глобальной электронной промышленности, то в 1892 году было принято решение о слиянии EGE и The Thomson-Houston Company. Новая фирма получила название General Electric Company (GE).

С момента появления фирмы ее деятельность была сосредоточена в основном на таких направлениях, как освещение, транспорт, промышленные товары, оборудование для передачи электроэнергии, медицинское оборудование. Дальнейшая история GE связана с внедрением в реальную жизнь инновационных технологий и новейших научных достижений.

Из первых наиболее известных продуктов, разработанных и запущенных фирмой GE в массовое производство, можно отметить электрические вентиляторы (1890), тостер (1905), серию электрических приборов для приготовления пищи (1907), вольфрамовую нить для ламп накаливания (1910), холодильник (1917). Дальнейшая деятельность GE охватывает все новые и новые направления.

История GE неразрывно связана с именем Джека Уэлча (John Francis «Jack» Welch), который в 1972 году стал вице-президентом компании, а в 1981-м был избран председателем совета директоров.

Джек Уэлч практически полностью перестроил бизнес-модель GE. Его основная идея заключалась в том, чтобы предоставить каждому структурному подразделению GE статус самостоятельного предприятия, обязанного активно бороться за прибыль. Руководителям всех подразделений были предоставлены широкие полномочия в принятии решений. Однако при этом выдвигались очень жесткие условия выживания: либо подразделение занимает лидирующие позиции на рынке, либо оно продается или расформировывается. Свою идею Уэлч начал планомерно и интенсивно реализовывать на практике: покупались новые предприятия и продавались нерентабельные структуры.

Перечислять все купленные фирмой GE за последние годы компании не имеет смысла. Только за 15 лет было приобретено свыше 150 различных фирм и продано вдвое больше нерентабельных предприятий.

Сфера деятельности многопрофильной международной корпорации General Electric Company (GE) охватывает промышленное производство оборудования для энергетики, авиации, железнодорожного транспорта, медицины, телекоммуникаций, а также предоставление сервисных услуг в этих направлени-

ях. Отделения фирмы расположены более чем в 100 странах по всему миру (рис. 1). Подробно эти факты изложены на сайте GE [2].

В настоящее время структурные подразделения GE объединены по следующим направлениям [1]:

- энергетика (GE Power & Water, GE Energy Management, GE Oil & Gas);
- медицинское оборудование;
- наземный транспорт;
- авиация;
- товары массового потребления (GE Lighting, Intelligent Platforms);
- финансы (GECAS, GE Money Bank).

Процентный вклад каждого направления показан на рис. 2.

В России GE осуществляет свою деятельность с 1922 года [1]. В этот период компания принимала участие в реализации плана ГОЭЛРО, а в начале 1930-х поставляла первые локомотивы для железных дорог СССР. В 1960-е GE активно участвовала в модернизации советской системы транспортировки нефти с помощью новых компрессоров и насосов. Официальное представительство GE в Москве работает с 1974 года, на сегодня в России и СНГ представлены все перечисленные структурные подразделения.

Подразделение GE Critical Power было образовано на базе приобретенной в 2011 году американской компании Lineage Power Holdings [4], которая ведет свою историю от AT&T company (рис. 3).

В качестве основного лозунга фирмы взяты слова Томаса Эдисона: «Я никогда не работал над изобретениями, которые в моем понимании не могли бы быть полезными обществу».

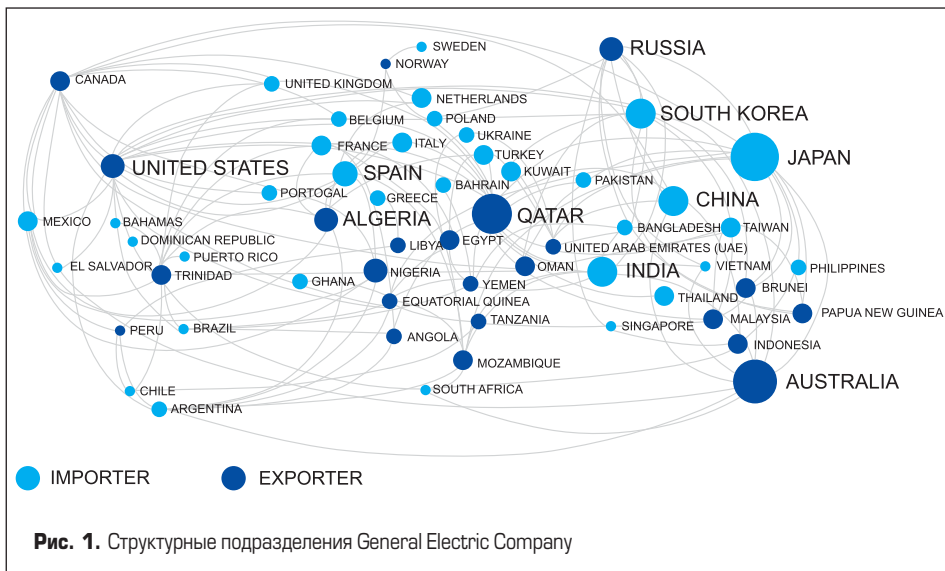
Основное направление деятельности GE Critical Power связано с оборудованием для тех систем электропитания, в которых необходимо бесперебойное питание с минимальными пульсациями и наводками.

Оборудование для систем электропитания производства GE Critical Power

В таких, например, областях, как медицина, телекоммуникации, аварийные, пожарные и охранные сигнализации, авиация, недопустимы даже малейшие сбои в системах электропитания. GE Critical Power стремится к созданию недорогих и повсеместно доступных систем критического электропитания. Для реализации этой цели компания предлагает полный диапазон продуктов и услуг: от неизолированных микромодулей до крупных энергетических систем.

В инфраструктуре источников питания (ИП) можно выделить четыре основных типа:

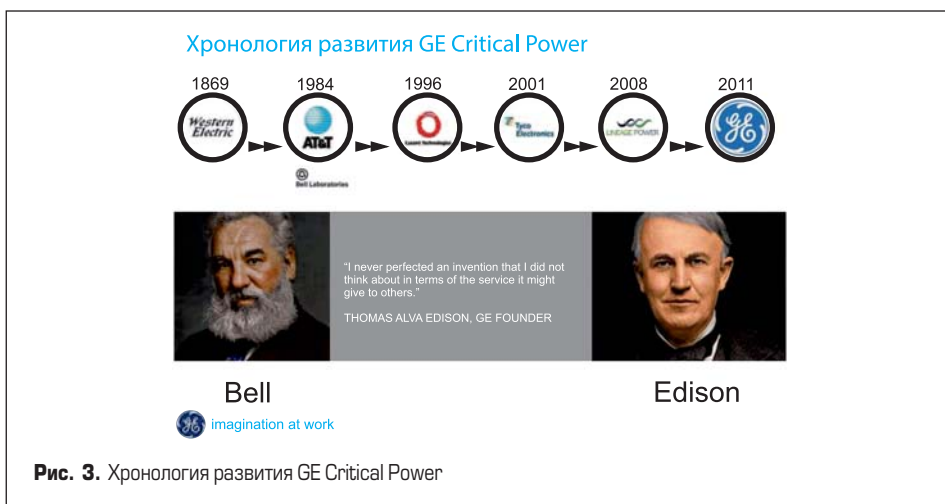
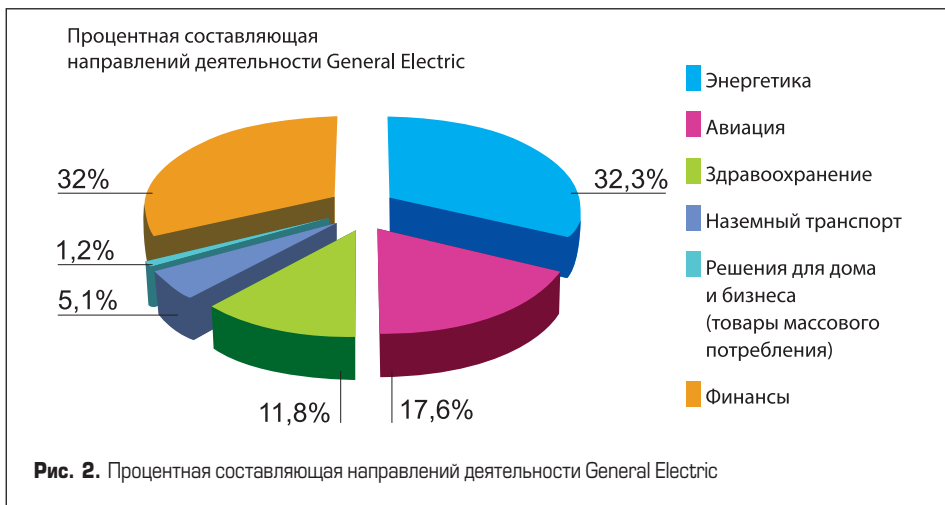
- классическая централизованная архитектура электропитания (Centralised Power Architecture, CPA);
- распределенная система питания (Distributed Power Architecture, DPA);
- распределенная архитектура с промежуточной шиной (Intermediate Bus Architecture, IBA);

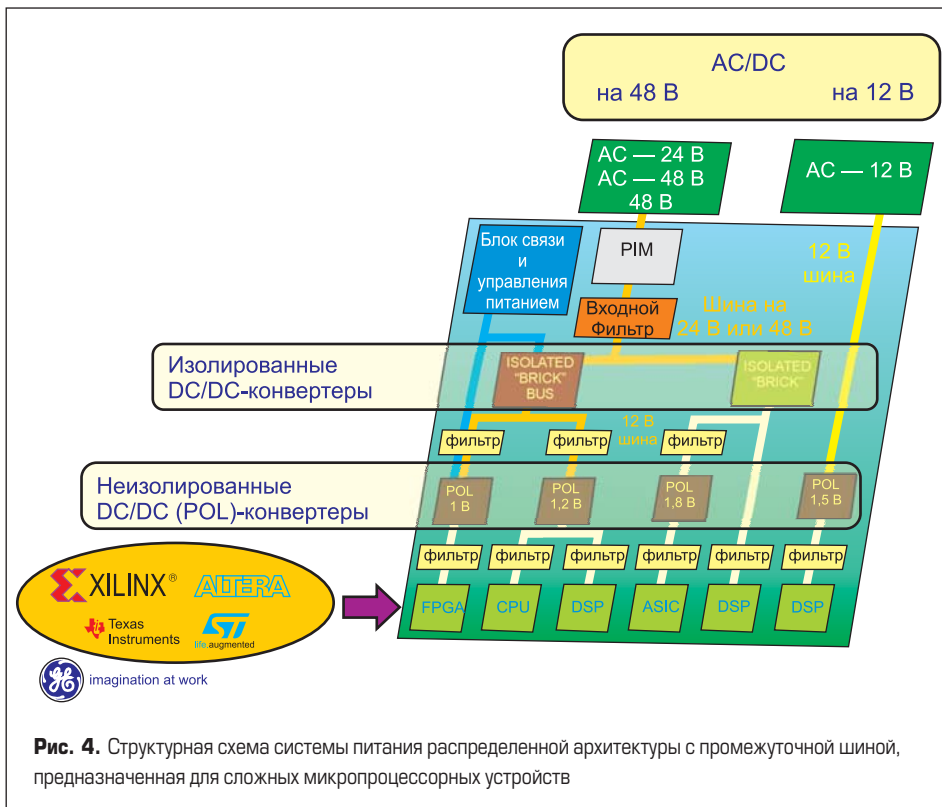


- факторизованная архитектура электропитания (Factorized power architecture, FPA).
- В классическом варианте источник питания, выполненный в законченном виде в форме отдельного модуля, преобразует сетевое напряжение в набор постоянных напряжений, необходимых для функционирования системы.
- Основным недостатком классической архитектуры CPA является неспособность эффективно передавать низкие напряжения при больших токах. Вместе с тем новые поколения процессоров, чипов, цифровых сигнальных

процессоров (DSP) и специализированных интегральных схем (ASIC) становятся все меньше по размерам, что требует снижения напряжений питания и увеличения токов.

В сложных современных электронных устройствах необходимо распределять большие токи по многочисленным низковольтным входам. Чтобы получить максимальное быстродействие процессора и эффективно решать проблемы теплоотвода, разработчики стараются разместить ИП как можно ближе к нагрузке. Эти и другие требования привели





к появлению концепции модульного построения ИП и началу промышленного производства распределенных систем электропитания (DPA).

На рис. 4 показана структурная схема системы питания ИВА [4].

На центральную входную шину ИП DPA подается постоянное напряжение от мощного AC/DC-преобразователя. Обычно напряжение на центральной шине составляет 12 или 48 В.

В крупных вычислительных комплексах постоянное напряжение на центральной шине может быть больше (до 300 В).

Для устройств с разными уровнями низких напряжений используется архитектура питания с промежуточной шиной. В этом случае функции DC/DC-преобразователя поделены между двумя устройствами — изолированными DC/DC и неизолированными DC/DC (Point of Load, POL).

Напряжение центральной шины фильтруется и распределяется через изолированные DC/DC-преобразователи между промежуточными шинами, которые расположены на системных платах рядом с обслуживаемой ими нагрузкой. Кроме того, преобразователь промежуточной шины обеспечивает гальваническую развязку. Чтобы улучшить динамические характеристики, уменьшить наводки и тепловые потери, параметры изолированных DC/DC-преобразователей подбираются под конкретную системную плату (обычно 9, 6 или 12 В).

Неизолированные DC/DC-конвертеры преобразуют напряжение промежуточной шины в напряжение питания, необходимое для конечного устройства, и располагаются в непосредственной близости от нагрузки (CPU, ASIC, DSP, FPGA).

Факторизованная архитектура системы электропитания FPA представляет собой модификацию системы питания распределенной архитектуры с промежуточной шиной. В системе FPA используются два законченных устройства: повышающий/понижающий модуль предварительной стабилизации (Pre-Regulator Module), формирующий стабилизированное напряжение промежуточной шины, и модуль трансформации напряжения (Voltage Transformation Module), понижающий напряжение до необходимых конечной нагрузке уровней и обеспечивающий гальваническую развязку.

Неизолированные POL-преобразователи имеют меньшие габариты и вес по сравнению с полнофункциональными DC/DC-преобразователями, а также более высокий коэффициент преобразования напряжения. В блоках питания DPA рассеиваемая мощность распределяется по всей системе. Это позволяет значительно сократить затраты на радиаторы и принудительную вентиляцию. Вот почему БП DPA значительно эффективнее для сложных вычислительных систем, чем классические схемы с централизованной архитектурой.

GE Critical Power предлагает все необходимые комплектующие для построения систем электропитания любого типа архитектуры. Базовые серии устройств показаны на рис. 5 [4].

Подробное рассмотрение каждой из групп изделий не представляется возможным в рамках одной статьи. Поэтому приведем лишь краткое описание основных типов изделий, предлагаемых GE Critical Power.

Преобразователи напряжений переменного тока

AC/DC Power Supplies конвертируют переменный ток в постоянный. Фирма производит практически всю линейку преобразователей: бескорпусные, малой (100–200 Вт), средней (200–3000 Вт) и большой мощности (до 20 000 А). В случаях, когда необходимы источники большой мощности, некоторые модели конвертеров можно подключать параллельно. Для этой цели выпускаются специальные кейсы серии ACE.



Серия CLP

Маломощные, встраиваемые, бескорпусные конвертеры с нерегулируемым выходным напряжением 12 В предназначены для работы в контрольно-измерительном оборудовании и бытовой технике.

Серия CCR

Корпусные, малогабаритные, неохлаждаемые конвертеры малой мощности с выходом 12 В используются в системах, где есть принудительные системы охлаждения. Эти модели можно подключать параллельно для создания резервных устройств или для наращивания мощности.

Серия CAR

Полностью законченные охлаждаемые устройства средней мощности (800–2900 Вт), в корпусах конструктива 1U. Нерегулируемые напряжения для различных моделей: 12, 48 и 54 В. Предназначены для использования в устройствах питания с распределенной архитектурой.

Серия CP

Полностью законченные охлаждаемые преобразователи средней мощности (2000 Вт) с универсальным входом (100–120 и 200–277 В AC) и программируемым выходом (42–58 В DC). Конструктив 1RU, 30 W/in. Поддержка шины PMBus и интерфейса RS-485.

Основная область применения — устройства электропитания с распределенной архитектурой и промежуточной шиной 48 В (телекоммуникации и центры сбора данных).

В серии выпускается шесть моделей, различающихся набором аксессуаров и сервисных функций.

Серия EP

Полностью законченные охлаждаемые конвертеры, предназначенные для жестких условий эксплуатации и оснащенные усовершенствованным микроконтроллером. Все модели серии имеют широкий диапазон выходных напряжений (85–264 В AC) и программируемые выходные напряжения (42–58 В DC). Диапазон рабочих температур –40...+75 °C. Конструктив 1U×1U. Поддержка интерфейса RS-485. Конвертеры характеризуются улучшенным воздушным охлаждением за счет двух встроенных вентиляторов.

В серии выпускается пять моделей, отличающихся выходным током. Самая мощная модель рассчитана на работу с выходными токами до 63 А. Устройства предназначены для использования в областях, особо критичных к системам электропитания.

Серия GPS-систем электропитания переменного тока большой мощности (GPS Galaxy Power System)

Специально для крупных центров сбора информации и базовых телекоммуникационных центров GE Critical Energy выпускает системы электропитания, рассчитанные

на большие входные напряжения трехфазного переменного тока (380/400/480 В) и большие выходные токи (кА). Все изделия этой серии работают под управлением нового процессорного блока Galaxy Millennium II controller. Модель GPS4848 Galaxy Power System рассчитана на постоянное выходное напряжение 48 В и токи до 220 А. Модель GPS4827 действует с меньшими выходными токами (50 А) и выходным напряжением 48 В. Модель GPS2436 предназначена для работы с выходным напряжением 36 В и токами до 100 А. Все модели серии GPS могут быть объединены в параллельные модули. При этом выходные токи можно увеличить несколько раз. При параллельном включении моделей GPS4812 суммарный выходной ток способен достигать 6400 А.

Устройства автоматического переключения нагрузки на резервный ИП

Устройства Automatic transfer switch предназначены для восстановления электропитания за счет автоматического включения резервного ИП при отклонении значений напряжения, частоты и тока на полезной нагрузке от заранее заданных параметров. Эти устройства в русской терминологии называются автоматическим вводом резерва (ABP).

Устройство и принцип работы ABP хорошо известны. Различные модели ABP отличаются друг от друга значениями тока, напряжения, частоты, времени переключения, типом переключения и аварийного источника питания.

Серия ZTX — это устройства ABP со схемой переключения сеть-дизель, предназначенные для тока 40–400 А и напряжения 120–480 В. Схема переключения стандартная, без задержки в нейтральном положении.

ABP серии ZTG имеют два вида переключателей: стандартное переключение (модель ZTG) и переключение с задержкой в нейтральном положении (модель ZTGD). Рабочие токи 40–3000 А. Напряжение 120–600 В.

У моделей серии ZTGSE/ZTGDSE предусмотрены дополнительные устройства и сервисные функции — такие, например, как разбединитель цепи основного источника, устройство подавления импульсных помех, двухпозиционный переключатель с механической блокировкой, электронное управление, встроенное зарядное устройство, защита от замыкания на землю (GFP), а также контрольно-измерительное оборудование. Модели работают с токами 40–800 А (двух-, трех- или четырехполюсные) и 1000–3000 А (трех- или четырехполюсные).

Все модели серии ABP ZTGSE снабжены микропроцессорной панелью GE Zenith's MX150, с помощью которой пользователь может запрограммировать переключатель. Эти ABP имеют энергонезависимую память для хранения состояния внутренней конфигурации.

Серия ZTS оснащена микропроцессорным модулем MX250. В настоящее время доступны следующие модификации этой серии:

- ZTS — рабочие токи 40–4000 А, переключение без задержки в нейтральном положении;
- ZTSD — рабочие токи 40–4000 А, переключение с задержкой в нейтральном положении;
- ZTSCT — рабочие токи 100–4000 А, переключение без разрыва сети;
- ZBTS — рабочие токи 100–4000 А, переключение без задержки в нейтральном положении, байпас;
- ZTSU — рабочие токи 40–4000 А, переключение без задержки в нейтральном положении, резерв — сети общего пользования;
- ZBTSCT — рабочие токи 100–4000 А, переключение с задержкой в нейтральном положении, байпас;
- ZBTSCT — рабочие токи 100–4000 А, переключение без разрыва сети, байпас.

Новая серия ZTS-MV — это устройства ABP последнего поколения GE Critical Energy, предназначенные для эксплуатации в наиболее критичных к сбоям электроснабжения областях. В частности, находят применение в здравоохранении, силовых министерствах и ведомствах, авиации и на железнодорожном транспорте, в органах государственного управления, центральных узлах связи и серверах, охранных, пожарных и полицейских сигнализациях, АСКРО и т. п.

Модели этой серии функционируют в диапазоне напряжений 5–15 кВ, с токами 600–3000 А.

Серия ZT3000 предназначена для применения при двойном резервировании источников электропитания и обеспечивает режимы переключения «сеть-сеть-генератор» или «сеть-генератор-генератор». Устройства рассчитаны на работу с токами 40–4000 А и напряжениями 120–600 В. В зависимости от модели в этой серии используется как обычный переключатель, так и переключатель с задержкой в нейтральном положении.

Модификация GE Zenith ZT3100 предусматривает работу с двумя резервными ИП и одним основным.

Распределительные шинопроводы

Distributed Power Busway (DPB) предназначены для максимально эффективной передачи и индивидуального распределения электроэнергии между различного рода нагрузками при соблюдении всех промышленных, пожарных и санитарных нормативов.

Распределительные шинопроводы GE Series DPB представляют собой законченные изделия, состоящие из изолированных медных никелированных проводников, размещенных в алюминиевом кожухе. В зависимости от модели (потолочная, напольная, скрытая проводка) поставляются шинопроводы различных типоразмеров. Для стыковки между собой и для подключения оборудования имеются специальные разъемы.

Источники бесперебойного питания

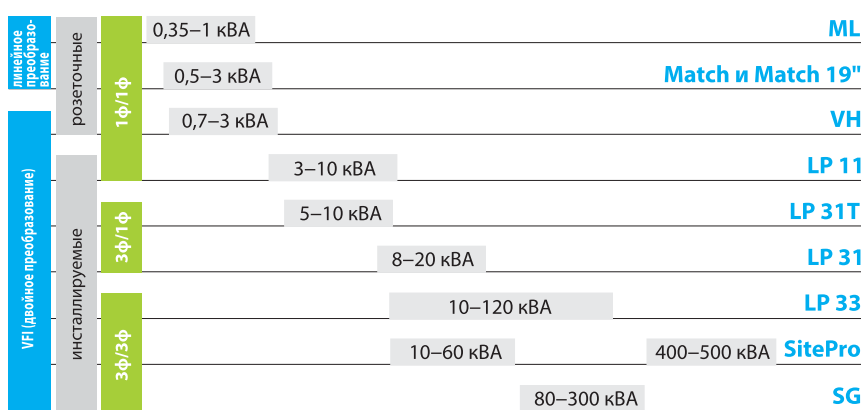


Рис. 6. Источники бесперебойного питания, выпускаемые GE Critical Power

Источники бесперебойного питания

GE Critical Power предлагает Uninterruptible Power Supplies (UPS, или ИБП) в однофазном и трехфазном вариантах, различных конфигураций и мощности.

На рис. 6 показаны ИБП, их наименование, класс и мощность.

Использование новых технологий позволяет получать следующие преимущества по сравнению с другими моделями:

- объединение блоков в модульные системы (RPA);
- экономия мощности питающего оборудования и снижение коэффициента нелинейных искажений на входе до 4% (IGBT, PurePulse);
- переключение между экорежимом и двойным преобразованием менее чем за 2 мс (eBoost);
- КПД до 98–99% (многорежимные ИБП с экономичным режимом).

Представляет интерес также комплексная система бесперебойного питания SE Digital Power, объединяющая в одном устройстве ИБП параллельной архитектуры, вводно-распределительные устройства, автоматические

включатели резерва, компоненты системы полного мониторинга и системы безопасности.

Изолированные DC/DC-преобразователи (Isolated DC/DC Converters)

Конвертеры постоянного тока преобразуют одно постоянное напряжение в другое. В состав любого конвертера входит силовая часть и управляющий контроллер, обеспечивающий стабильное выходное напряжение. Различают два типа конвертеров: изолированные и неизолированные. В изолированных силовая часть гальванически развязана с управляющим контроллером. В большинстве современных изолированных DC/DC-преобразователей имеются схемы с разрывом «земляной петли» и изолированное питание сигнальной линии управляющего микроконтроллера. Кроме того, в таких конвертерах предусмотрены дополнительные схемы подавления синфазных помех и защита от высоковольтных воздействий. Изолированные DC/DC-конвертеры используются как в классических централизованных схемах, так и в системах питания с распределенной архитектурой.

В течение десятков лет GE Critical Power является одним из ведущих производителей DC/DC-преобразователей. Разные серии, выпускаемые компанией, отличаются конструктивом, выходным током и дополнительными опциями. Среди многочисленных моделей DC/DC-конвертеров необходимый модуль можно подобрать с помощью утилиты Module Selector. Достаточно задать такие параметры, как входные и выходные токи и напряжения, температурный интервал, габаритные размеры (рис. 7), и программа покажет таблицу с модулями, удовлетворяющими указанным требованиям (рис. 8).

Неизолированные DC/DC-конвертеры

Non-Isolated DC/DC Converters не обладают гальванической развязкой. В таких устройствах вход и выход имеют по крайней мере, одну общую точку. Как правило, это земляная шина. Из-за отсутствия гальванической развязки стоимость неизолированных конвертеров заметно ниже по сравнению с изолированными.

GE Critical Power предлагает широкую номенклатуру неизолированных преобразователей с различными входными и выходными параметрами. В основном это POL-модули, используемые в ИП с распределенной архитектурой.

В линейке неизолированных преобразователей производства GE есть как аналоговые, так и цифровые интерфейсы управления с поддержкой протокола PMBus (Power Management Bus).

Как правило, POL-модули располагают в непосредственной близости к нагрузке, что позволяет значительно уменьшить погрешности регулировки и колебания напряжения во время переходных режимов работы. Современные схемы управления, задействованные в конвертерах производства GE, обеспечивают возможность настройки выходных напряжений с высокой точностью во всем интервале входных напряжений и во всех точках рабочего диапазона температур.

Следует отметить, что POL-модули имеют очень высокий показатель эффективности

Electrical Requirements

- Non_Isolated
- Isolated
- Single Output
- Dual Output
- Vin: 48 (V)
- Vout: 12 (V)
- Iout-max: 20 (A)

Environmental Requirements

- Metric Units
- English Units
- Maximum Ambient Temp.: 50 (°C)
- Minimum Airflow: 2 (m/s)
- Max. Height: 100 (mm)

Ranking Preferences

- Cost: [Slider from Less Important to More Important]
- Area: [Slider from Less Important to More Important]
- Efficiency: [Slider from Less Important to More Important]

Find Solutions

Рис. 7. Окно выбора параметров утилиты Module Selector

Find Solutions

Solutions

Rank	Rel. Cost	Part Number	Analysis	Vin (V)		Vout (V)		Max Iout (A)	Iout Derated (A)	Board Area (cm ²)	Effic. at Iout-max (A)	Height (mm)	Mounting	Package	Digital Interface	Num of Para Modu
				Min	Max	Min	Max									
			Any	36	75	8.1	13.2	25	25.00	21.516	96.4	12.573	PTH	Quarter Brick	N	1
3	3.14 %	QBVW025A0B41-HZ		36	75	8.1	13.2	25	25.00	21.516	96.4	12.573	PTH	Quarter Brick	N	1
4	4.82 %	QBVW033A0B41Z		36	75	8.1	13.2	33	31.00	21.516	96.4	11.684	PTH	Quarter Brick	N	1
6	9.29 %	QBVW033A0B41-HZ		36	75	8.1	13.2	33	32.00	21.516	96.4	12.573	PTH	Quarter Brick	N	1
8	18.92 %	QBDW033A0B41Z		36	75	8.1	13.2	33	31.00	21.516	96.4	11.684	PTH	Quarter Brick	Y	1
9	19.48 %	QBDW025A0B641-HZ		36	75	8.1	13.2	25	25.00	21.516	96.4	12.573	PTH	Quarter Brick	Y	1
10	23.4 %	QBDW033A0B41-HZ		36	75	8.1	13.2	33	32.00	21.516	96.4	12.573	PTH	Quarter Brick	Y	1
15	97.31 %	QBVW025A0B41Z		36	75	8.1	13.2	25	25.00	43.033	95.5	11.684	PTH	Quarter Brick	N	2

Рис. 8. Таблица модулей с заданными параметрами утилиты Module Selector

сти (до 98%) и могут работать при высоких температурах без дополнительных устройств охлаждения. Другая полезная функция POL-модулей — программируемое изменение напряжения на нагрузке в различные интервалы времени. Это позволяет поочередно выводить на рабочий режим разные исполнительные устройства.

Серия DLynx

В данной серии выпускаются аналоговые и цифровые POL-модули в стандарте DOSA. Входное напряжение 3–14,4 В, регулируемое выходное напряжение 0,6–5,5 В. Серия содержит разные модели, рассчитанные на выходные токи 2–40 А. Диапазон рабочих температур –40...+85 °С.

Вывод ON/OFF позволяет выбрать интерфейс управления: аналоговый (Analog interface) или по шине PMBus (Digital

interface). Можно выбирать различные режимы работы модуля:

- управление только через аналоговый интерфейс (команды через цифровой интерфейс игнорируются);
- управление только через PMBus-интерфейс (игнорируется аналоговый интерфейс);
- управление как через PMBus, так и через аналоговый интерфейс.

Одна из проблем в неизолированных DC/DC-конвертерах связана с переходными процессами при изменении выходных токов. Резкие скачки тока в нагрузке проявляются в том, что напряжение на выходе тоже изменяется скачкообразно. Система стабилизации убирает эти выбросы, но не может срабатывать мгновенно. В результате напряжение на выходе будет выглядеть в виде затухающего импульса. Стандартное решение проблемы состоит в подключении дополнительных кон-

денсаторов параллельно нагрузке. Это позволяет снизить амплитуду импульса выходного напряжения, но одновременно увеличивает его длительность.

В модулях серии DLynx для компенсации данного процесса предусмотрена специальная технология Tunable Loop. На практике использование этой технологии реализуется чрезвычайно просто: на корпусе моделей серии есть выводы для подключения дополнительного резистора и дополнительной емкости (рис. 9).

Выбор дополнительных резисторов и емкостей для различных режимов работы разных моделей осуществляется с помощью отладочного средства Tunable Loop Selection Tool.

Другое отладочное средство — POL Programming Tool — предназначено для расчета номиналов внешних нагрузочных резисторов при работе с фиксированными выходными напряжениями.

Серия ProLynx

Устройства данной серии созданы для жестких условий эксплуатации при температурах до +105 °С. Модули изготовлены в жестком ударопрочном корпусе, выдерживающем повышенные нагрузки в соответствии со стандартом MIL STD 810F.

В этой серии поддерживается функция Tunable Loop. Модули отвечают стандарту DOSA и имеют габаритные размеры 20,3×11,4×8,5 мм.

Серия SlimLynx

Модели данной серии имеют входной диапазон напряжения 3–14,4 В и программируемое выходное напряжение 0,6–5,5 В. В этих моделях можно выбирать способ управления — либо аналоговое, через внешний резистор, либо цифровое по шине PMBus. Габаритные размеры 20,31×11,43×3 мм. Основная отличительная особенность устройств — высота модуля всего 3 мм.

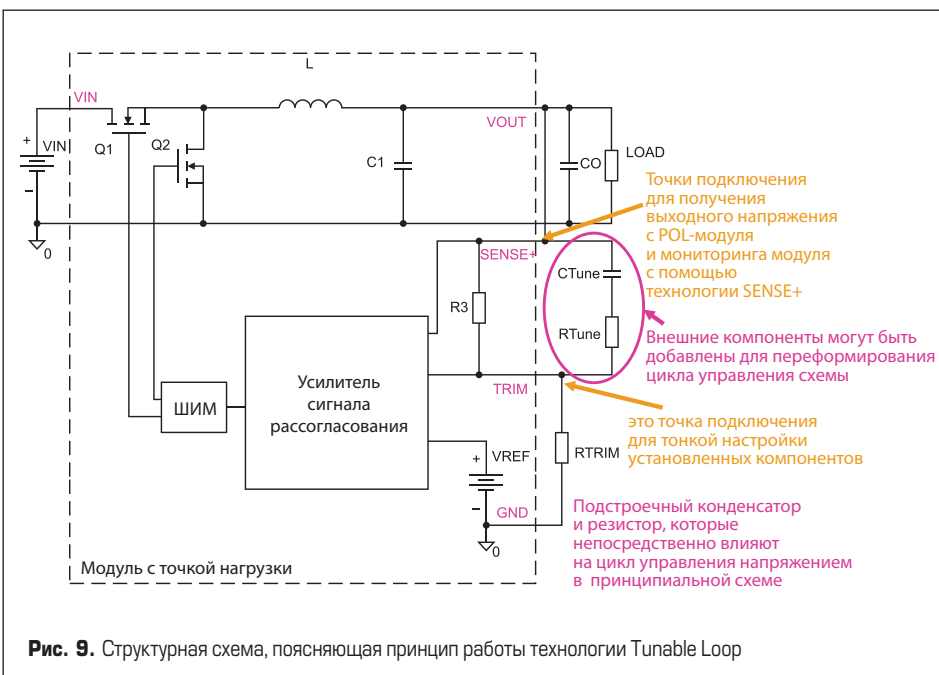


Рис. 9. Структурная схема, поясняющая принцип работы технологии Tunable Loop

Серия TLynx

Семейство аналоговых модулей POL третьего поколения, работающих с выходными токами до 50 А в диапазоне выходных напряжений 0,59–8 В. Серия включает 12 моделей, различающихся входными и выходными параметрами.

Функции Tunable Loop и EZ-SEQUENCE позволяют очень точно выставлять значения выходных напряжений и удерживать их с минимальными погрешностями при резких скачках токов нагрузки. Следует также отметить высокую эффективность моделей этой серии — до 97%.

Серия с военной приемкой (расширение в маркировке — D) сохраняет работоспособность в диапазоне температур $-40...+105$ °С. Устройства также выдерживают большие вибрации, определяемые стандартом MIL STD 810F.

Серия Naos Raptor

Серия, выполненная в конструктиве SIP (выводы с одной стороны корпуса) и рассчитанная на токи до 60 А, входные и выходные параметры устройств близки к характеристикам моделей серии TLynx. Однако Naos Raptor более дешевая и чисто коммерческая серия.

Приведенный в статье обзор устройств для систем электропитания производства GE Critical Power показывает далеко не полный спектр оборудования, предназначенного для использования в самых разных областях. С одной стороны, такой широкий выбор позволяет разработчикам и производителям покупать комплектующие у одного крупного и надежного поставщика. С другой — не так уж легко разобраться во всех технических тонкостях и особенностях пере-

численного оборудования и понять все его преимущества. Технические специалисты российской фирмы PT Electronics имеют многолетний опыт работы с продукцией фирмы GE и всегда готовы оказать помощь разработчикам, от простых технических консультаций вплоть до создания сложных проектов.

Литература

1. www.ge.com/ru/
2. www.ge.com
3. www.mukhin.ru/company7.html
4. GE Critical Power. GE's Critical Power Business — The Energy Behind Your Business. 03/13/2013. CP-FactSheet.
5. www.geindustrial.com