



Виктор Жданкин

## Динамическое обнаружение и прерывание электрического разряда — новая концепция обеспечения искробезопасности

В статье представлена новая концепция обеспечения взрывозащиты DART (динамическое обнаружение и прерывание электрического разряда), предложенная компанией Pepperl+Fuchs (Германия). DART устраняет строгие ограничения на уровни энергии в существующих приложениях с взрывозащитой вида «искробезопасная электрическая цепь», позволяя передавать во взрывоопасную зону эффективную мощность до 50 Вт. Помимо этого новая технология является доступным альтернативным решением там, где ранее взрывозащита реализовывалась лишь ценой больших затрат и компромиссов.

Взрывозащита вида «искробезопасная электрическая цепь» позволяет безопасно эксплуатировать электрооборудование (электротехнические устройства) во взрывоопасных зонах. Вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» основывается на поддержании искробезопасного тока (напряжения, мощности или энергии) в электрической цепи. При этом под искробезопасным током (напряжением, мощностью или энергией) подразумевается наибольший ток (напряжение, мощность или энергия) в электрической цепи, который не вызывает воспламенение взрывоопасной смеси в нормальном и аварийных режимах работы электрооборудования. В настоящее время благодаря появлению новой концепции обеспечения взрывозащиты — динамическое обнаружение и прерывание электрического разряда (Dynamic Arc Recognition and Termination — DART) [1] — открылась возможность для повышения искробезопасности уровня энергии.

Новая концепция DART была одной из основных тем на Ганноверской выс-

тавке 2008 года. Соответствующая ей технология устраняет строгие ограничения относительно допустимого уровня энергии в различных приложениях с взрывозащитой вида «искробезопасная электрическая цепь», позволяя передавать во взрывоопасную зону эффективную мощность до 50 Вт.

Предлагаемые две версии новой технологии — DART Power и DART Fieldbus — не только предоставляют возможность снабжать электропитанием по искробезопасным цепям многие существующие приложения, но и делают доступными новые применения, где ранее обеспечение взрывозащиты было возможно только ценой значительных расходов и больших компромиссов, продиктованных жёсткими ограничениями по энергетике.

Концепция DART является результатом исследовательского проекта, финансируемого Федеральным Министерством экономики и труда Германии. К исполнению этого проекта была широко привлечена компания Pepperl+Fuchs. Так как исполнитель не может иметь прав собственности на свою раз-

работку, выполненную по федеральному проекту, технология DART доступна по лицензионному соглашению любым другим компаниям, в том числе конкурентам разработчика, в различных отраслях промышленности.

В настоящее время технология находится в последней стадии разработки, и компания Pepperl+Fuchs предполагает, что первые изделия будут доступны уже в 2009 году.

### Принцип действия: БЫСТРОЕ ВЫКЛЮЧЕНИЕ ВМЕСТО ОГРАНИЧЕНИЯ

Обычно для того чтобы надёжно предотвратить образование разряда, способного вызвать воспламенение горючей смеси, действующая мощность ограничивается до значения около 2 Вт. Вследствие этого применение взрывозащиты вида «искробезопасная электрическая цепь i» распространяется в основном только на системы управления и измерительное оборудование, а также на снабжение электропитанием исполнительных механизмов и датчиков с подключенными маломощными нагрузками.

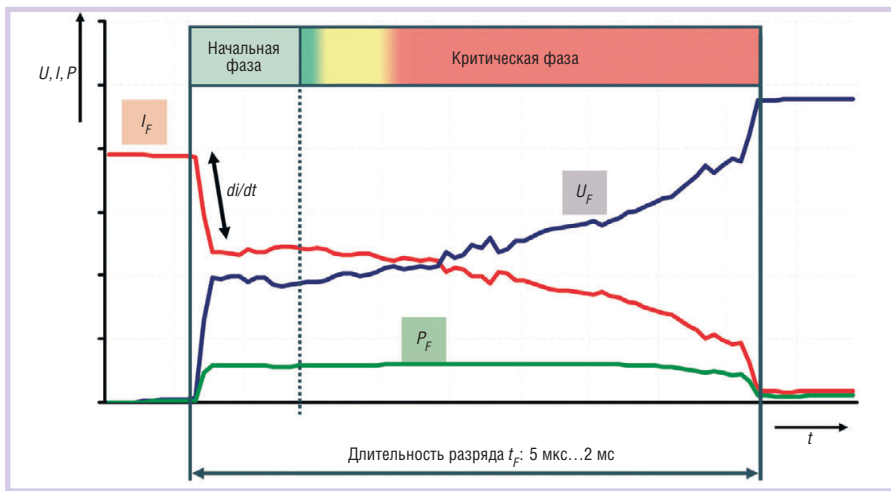


Рис. 1. Ток, напряжение и мощность разряда размыкания, который является наиболее опасным с точки зрения обеспечения искробезопасности

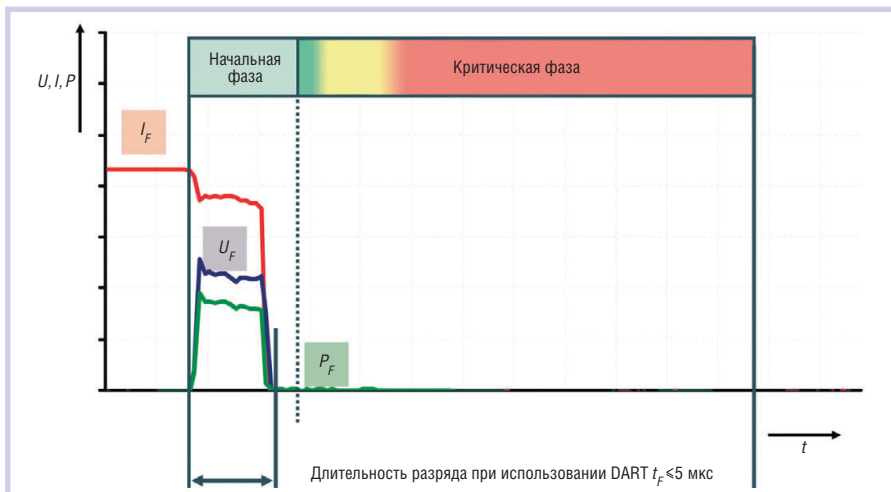


Рис. 2. Гарантированное системой DART прерывание разряда

В электрических цепях, защищённых по технологии DART, полевые устройства, установленные во взрывоопасной зоне, могут обеспечиваться электропитанием по условиям взрывобезопасности при потребляемой мощности до 50 Вт. В нормальном режиме работы электрооборудования электрический ток протекает без ограничения. Технология DART предусматривает обнаружение на начальной стадии аварийного режима в электрической системе и отключение системы до того, как выделенная энергия достигнет критического с точки зрения безопасности уровня (время реакции составляет величину порядка 1,2 мкс).

Основополагающим принципом DART является то, что каждое образование разряда приводит к формированию острых пиков напряжения и тока. Это явление отличается специфическими характеристиками, которые известны и могут быть использованы для выявления и контроля развития ситуации, способной создать проблемы во

взрывоопасной зоне. В отличие от быстро переключаемых систем и систем, которые срабатывают при пониженных уровнях напряжения, системы, защищённые по технологии DART (далее — системы DART), реагируют на изменения тока, приближающиеся к критическому уровню. Таким способом обнаруживаются и контролируются все возможные аварийные режимы, которые ведут к образованию разряда.

Покажем это на конкретном примере (рис. 1 и 2). Разряд вызывается размыканием и замыканием электрической цепи и имеет определённые характеристики, позволяющие установить

соответствующие изменения тока и напряжения. Эти изменения выявляются системой DART, и схема отключается в течение нескольких микросекунд. Таким образом, даже при высоких уровнях энергии разряда она никогда не достигнет значения, при котором происходит воспламенение, то есть не достигнет значения воспламеняющей энергии. Время отклика источника питания системы DART составляет примерно 1,4 мкс. На рис. 1 представлены параметры изменения тока и напряжения в начальной стадии размыкания электрической цепи, а на рис. 2 приведены характеристики тока, напряжения и мощности разряда, прерванного DART.

В динамических системах, подобных DART, также должны учитываться длины соединительных кабелей и проводов. Информация об изменении тока ( $di/dt$ ) и соответствующий сигнал отключения от источника питания передаются по кабелю в виде бегущей волны от места возникновения неисправности к источнику питания и обратно со скоростью порядка 160 000 км/с. Вот почему длина соединительного кабеля является важным аспектом анализа безопасности.

В данном аспекте также надо учитывать, что сама волновая скорость, определяющая время распространения сигнала, зависит от накопленной в соединительном кабеле энергии, которая может быть выведена из электрической системы в аварийном режиме. В силу такой зависимости длина кабеля оказывает существенное влияние на величину действующей мощности и влечёт соответствующие её ограничения (табл. 1).

В качестве основных физических принципов DART можно назвать следующие:

- специфический электрический сигнал формирующегося дугового разряда;
- волновая скорость порядка 160 000 км/с, с которой этот сигнал распространяется по силовому кабелю;

Таблица 1

Допустимые значения выходного напряжения и мощности в системе DART при различной длине соединительного кабеля

Концепция	Выходное напряжение $U_{out}$	Мощность $P_{out}$ (примерное значение)	Длина кабеля
Концепция DART Power	50 В постоянного тока	50 Вт	100 м
	24 В постоянного тока	22 Вт	100 м
	50 В постоянного тока	8 Вт	1000 м
Концепция DART Fieldbus	24 В постоянного тока	8 Вт	1000 м

Таблица 2

Применения концепции взрывозащиты DART

Применения DART	DART Fieldbus	DART Power
Полевое контрольно-измерительное оборудование		
Управление клапанами	*	*
Магнитогидродинамическое измерение потока	*	*
Кориолисовое измерение потока	*	*
Детекторы пламени и газа		*
Другие применения		
Оптические и акустические датчики		*
Сервомоторы		*
Освещение		*
Аналитические приборы	*	*
Весовое оборудование		*
ПК и операторские терминалы		*

● электронный ключ, который срабатывает в течение микросекунд.

Концепция DART отвечает техническим требованиям к искробезопасной электрической цепи в соответствии со стандартом IEC 60079-11 (Explosive Atmosphere — Part 11: Device protection through intrinsic safety «i») или отечественным ГОСТ Р 51330.10-99 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i».

**Динамично работающие источники требуют альтернативных методов испытаний**

Немецкий национальный метрологический институт (Physikalisch-Technische Bundesanstalt — PTB), расположенный в Брауншвейге, пришёл к выводу, что приведённые в действующем стандарте методы испытаний для определения искробезопасности, использующие стандартные электронные устройства специального назначения для определения параметров разряда, не могут применяться для динамически работающих источников разрядов. Искрообразующие устройства непрерывно генерируют большое число разрядов, но энергия, передаваемая испытательным устройством, не приводит к воспламенению. В ходе таких испытаний система DART всегда будет оставаться в выключенном состоянии.

PTB предложил дополнительные решения, которые воплощены в следующих испытательных устройствах и процедурах:

● вариант испытательного устройства, который гарантирует, что динамически функционирующий источник разрядов будет всегда работать при полной мощности до того, как образуются искра;

● электронное искрообразующее устройство и соответствующий метод испытания, имитирующие электрический режим при повреждениях элементов и соединений.

Устройство, моделирующее разряды, также может быть использовано производителями и разработчиками оборудования, что позволит значительно сократить время и упростить прохождение дорогостоящей процедуры сертификации.

В настоящее время дополнительные методы испытаний вносятся в новые издания стандартов.

**Варианты концепции DART**

Преимущества концепции DART проявляются в тех случаях, когда ныне применяемые методы взрывозащиты оказываются неоправданно сложными в реализации или требуют относительно высоких затрат. Компания Pepperl+Fuchs разработала два варианта концепции: DART Power и DART Fieldbus.

В табл. 2 представлены возможные применения обоих вариантов концепции.

Вариант DART Power специально приспособлен для передачи максимальной мощности и обеспечивает простую адаптацию к широкому кругу приложений. Топология электрической схемы DART Power преднамеренно выполнена упрощённой на основе ис-

точника питания, компонентов кабельной проводки и полевого устройства с встроенным развязывающим модулем (рис. 3). В зависимости от напряжения источника питания и длины соединительного кабеля может быть достигнута эффективная мощность до 50 Вт. При использовании варианта DART Power устройства с высокими требованиями к мощности могут снабжаться энергией согласно требованиям взрывозащиты вида «искробезопасная электрическая цепь» без применения специальных дорогостоящих мер предосторожности и без нарушения технологического процесса.

Многие потребители вынуждены решать задачу обеспечения искробезопасного исполнения своих приложений, построенных на базе промышленных сетей PROFIBUS-PA и FOUNDATION Fieldbus H1. Однако взрывозащита вида «искробезопасная электрическая цепь» существенно ограничивает длину сетевого кабеля и число станций, которые могут быть подсоединены к сети. Вариант DART Fieldbus обеспечивает безопасный подвод мощности 8 Вт при длине кабеля 1000 м (рис. 4). В настоящее время это возможно только при использовании концепции магистральной линии связи высокой мощности (High-Power Trunk), где магистраль выполнена с защитой вида «e» [2]. DART предлагает полную искробезопасность сегмента промышленной сети и является следующим логическим шагом в развитии концепции High-Power Trunk.

Магистральная линия, защищённая по технологии DART, наряду с соблюдением принципа ограничения энергии в соединительных проводах отвечает требованиям традиционных концепций искробезопасности Entity и FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept — концепция искробезопасной промышленной сети) [3, 4], являющихся двумя вариантами расчётных моделей искробезопасности, которые описаны в стандартах IEC 60079 и разработаны специально для промышлен-



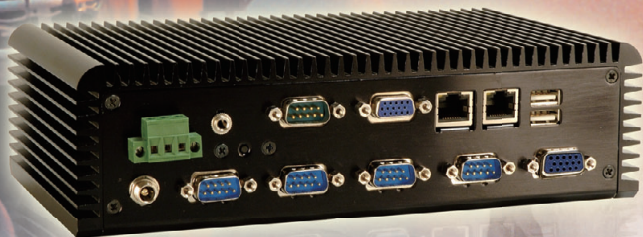
Рис. 3. Электрическая схема DART Power преднамеренно упрощена и содержит только источник питания, кабель и полезную нагрузку





# Встраиваемые решения для жестких условий эксплуатации

**Процессорные платы Intel®Atom™ для промышленных компьютеров, работающих в условиях экстремальных температур**



**ECW-281B**  
-20 C...+70°C

**Безвентиляторная встраиваемая система с процессором Intel®Atom™**



## Платы для встраиваемых систем

+85°C



-40°C



**EPIC**

**NANO-945GS**

Процессор Intel®Atom™, VGA/Dual LVDS/Dual PCIe GbE, CF type II, SATA



**3.5" SBC**

**WAFER-945GSE**

Процессор Intel®Atom™, VGA/LVDS/Dual PCIe GbE, CF type II, SATA



**EPIC**

**NANO-945GSE**

Одноплатный компьютер с VGA/18+24 бит двухканальным LVDS, Dual PCIe GbE, CF type II, SATA, PC/104-Plus



**3.5" SBC**

**WAFER-945GSE**

Одноплатный компьютер с VGA/LVDS, Dual GbE, CF type II, USB, SATA, 1 Гбайт памяти на плате и PC/104



**Mini-ITX**

**KINO-945GSE**

Одноплатный компьютер с VGA/DVI/TV, Dual PCIe GbE, USB 2.0, SATA и аудио

+70°C



-20°C

## Платы формата Computer-On-Module



**ETX**

**IEM-945GSE**

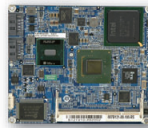
Модуль ЦП ETX 3.0 с процессором Intel®Atom™, VGA/LVDS, LAN, SATA, USB и аудио



**Com Express**

**ICE-945GSE**

Модуль Basic Type 2 с процессором Intel®Atom™, VGA/LVDS, GbE, SATA, USB



**ETX**

**IEM-945GSE**

Модуль ЦП с процессором Intel®Atom™ N270 и чипсетом Intel® 945GSE, VGA/LVDS, LAN, SATA, USB и аудио



**Com Express**

**ICE-945GSE**

Модуль Basic Type 2 с процессором Intel®Atom™ N270 и чипсетом Intel® 945GSE, VGA/LVDS, GbE, SATA, USB и аудио



**Q7**

**iQ7-US15W**

Модуль ЦП с процессором Intel®Atom™ Z510/530 и чипсетом Intel® US15W

**Компания IPC2U**

[www.ipc2u.ru](http://www.ipc2u.ru)

Тел.: +7 (495) 232-0207

Факс: +7 (495) 232-0327

**Компания «Ниеншанц-Автоматика»**

[www.nnz-ipc.ru](http://www.nnz-ipc.ru) / [ipc@nnz.ru](mailto:ipc@nnz.ru)

Тел.: +7 (812) 326-2002

Тел.: +7 (495) 980-6406

**АО «Системы реального времени-Украина»**

[www.rts.ua](http://www.rts.ua) / [sales@rts.ua](mailto:sales@rts.ua)

Тел.: +380 (56) 770-0400, (562) 39-2223, 32-3228

Факс: +380 (562) 32-4759

[www.ieiworld.com](http://www.ieiworld.com)

ной сети. Так как на современном рынке аппаратных средств практически любое доступное полевое устройство в искробезопасном исполнении отвечает требованиям расчётных моделей Entity и FISCO, то тем самым автоматически обеспечивается совместимость таких устройств и с концепцией DART.

### ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ DART

На выставке Interkama+ (Ганновер, 2008 г.) специалисты компании Pepperl+Fuchs обсуждали с производителями оборудования, пользователями и авторитетными специалистами по сертификации преимущества концепции DART в приложениях, в которых гарантия взрывобезопасности ранее ассоциировалась лишь с большими затратами на установку и другими проблемами.

Характерным примером таких приложений является контрольно-измерительная аппаратура на биохимических предприятиях с передвижными технологическими резервуарами. На таких предприятиях датчики установлены в специальных отводных трубках, в которых обеспечивается защита вида «е». Применение технологии DART позволяет осуществлять измерения непосредственно в контролируемой среде: датчики могут быть встроены в резервуары и давать показания по ходу технологического процесса. Больше не потребуется применение отводных трубок и их установка. Более важным, чем сокращение инвестиционных расхо-

дов, для заказчиков является сокращение расходов по эксплуатации. Больше не потребуется периодически чистить трубки, и точность измерений повысится.

Также концепция DART обсуждалась в контексте замены технологии четырёхпроводного подключения полевых устройств двухпроводной искробезопасной технологией. Полевые устройства с повышенной потребляемой мощностью, например весовое оборудование или кориолисовые измерители потока, могут снабжаться электропитанием с использованием системы DART. От упрощённой технологии монтажа получают преимущества и клапаны с интерфейсами для подключения к промышленной сети: больше не потребуется предварительная стадия для инициирования (запуска) клапанов с высокой потребляемой мощностью, и клапаны могут быть отключены быстрее благодаря более высокому значению тока катушки.

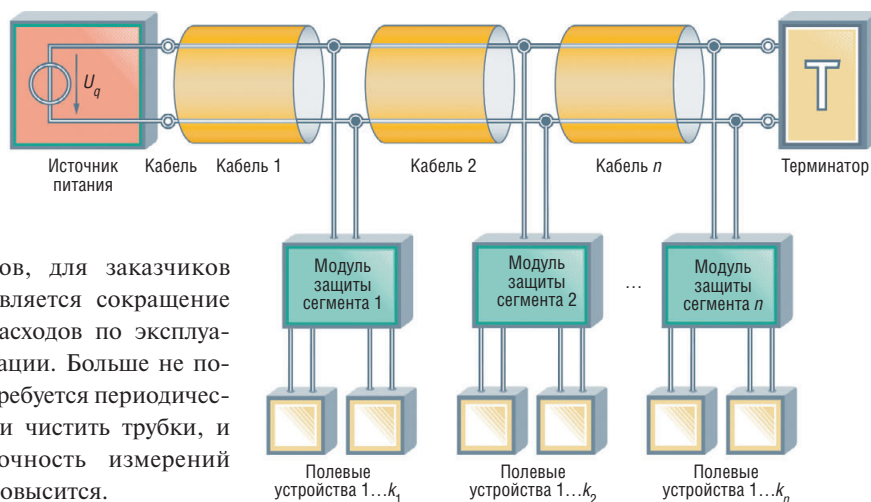


Рис. 4. Вариант DART Fieldbus: полевые устройства, отвечающие требованиям концепции оценки искробезопасности Entity, могут работать в искробезопасной промышленной сети с эффективной мощностью 8 Вт при длине кабеля сегмента до 1000 м

Дополнительно к своим решениям для промышленной сети компания Pepperl+Fuchs разрабатывает операторский терминал с искробезопасным интерфейсом Ethernet и взрывозащищённым источником питания. Новый терминал является усовершенствованным вариантом предлагаемых в настоящее время операторских терминалов серии VisuNet с интерфейсом Ethernet, в которых безопасное соединение с оборудованием взрывобезопасной зоны обеспечивается защитой вида «е» [5]. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Intrinsic safety without the power limits. DART. Dynamic Arc Recognition and Termination. — Mannheim: Pepperl+Fuchs, 2008.
2. Жданкин В.К. Концепция FieldConnex® для промышленных сетей FOUNDATION Fieldbus H1 и PROFIBUS-PA: повышение производительности и снижение затрат // Современные технологии автоматизации. — 2009. — № 2; № 3.
3. Кругляк К.В. Промышленные сети: цели и средства // Современные технологии автоматизации. — 2002. — № 4.
4. Жданкин В.К. Применение fieldbus-систем во взрывоопасных зонах // Современные технологии автоматизации. — 2006. — № 4.
5. Жданкин В.К. VisuNet — платформа для создания человеко-машинного интерфейса во взрывоопасных зонах // Автоматизация в промышленности. — 2008. — № 1.

Автор — сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru

**XI международная конференция**

**QNX 2010**  
РОССИЯ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**МОСКВА, 22 АПРЕЛЯ**  
**КРУПНЕЙШИЙ ФОРУМ В ОБЛАСТИ**  
**ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ**

Передовые технологии QNX на современных аппаратных платформах

Партнерская экосистема связующего ПО и оборудования

Профессиональные сервисы в области разработки встраиваемых систем

Организатор конференции  
SWD Software Ltd.
Генеральный спонсор конференции  
QNX Software Systems

[www.qnx-russia.ru](http://www.qnx-russia.ru) Реклама



## СВЕТОДИОДНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ XLIGHT

для систем архитектурно-художественного освещения



Параметры		XLD-Line50 (длина 0,5 м)	XLD-Line100 (длина 1,0 м)	XLD-FL12	XLD-FL18	XLD-FL24	XLD-FL36
Минимальный световой поток, лм	WHC	1450	2900	970	1450	1950	2900
	WHS	1250	2500	835	1250	1650	2500
	WHW	1150	2300	770	1150	1550	2300
Потребляемая мощность, Вт		24	48	16	24	32	48

### Области применения

- Архитектурно-художественное освещение:
  - освещение фасадов зданий
  - освещение исторических памятников и объектов
- Ландшафтная подсветка
- Освещение общественных зон
- Внутреннее и наружное освещение
- RGB светильники – создание цветодинамических эффектов при освещении объектов

### Основные преимущества светильников XLight

- Низкое энергопотребление
- Высокая экономичность и эффективность
- Различные цвета свечения, включая RGB – комбинированный вариант из трех цветов
- Компактные размеры
- Широкий температурный диапазон эксплуатации:  $-40...+50^{\circ}\text{C}$
- Класс защиты IP65
- Высокая вандалостойкость
- Универсальное крепление
- Широкая номенклатура вариантов исполнения
- Гарантия 5 лет

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

#368