

# Обзор продукции авиационного назначения компании Device Engineering Incorporated

Константин ВЕРХУЛЕВСКИЙ  
info@icquest.ru

**Интерфейс ARINC 429 является общепринятым стандартом передачи данных в сетевом авиационном оборудовании. Ни одна сеть не обходится без преобразователей физического уровня, в качестве которых используются шинные приемники и передатчики. Эти и некоторые другие высоконадежные изделия предлагает компания Device Engineering, Inc. (США), продукция которой и посвящена эта статья.**

## Введение

На рынке электронных компонентов присутствуют как крупные компании с широким ассортиментом изделий для различных сфер применения, так и небольшие, ориентированные на выпуск и поддержку определенного класса устройств. Device Engineering, Inc. (DEI) является узкоспециализированной компанией, деятельность которой направлена преимущественно на рынок авиационной электроники. Интегральные схемы для организации ARINC 429 и других авиационных коммуникационных интерфейсов составляют основную группу ее продукции. Наряду с этим доступны аналого-цифровые компоненты общего назначения, позиционируемые для применения в военном и авиационном оборудовании, в частности, преобразователи дискретных сигналов в цифровые, ИС управления питанием, LED-драйверы и т. д. Номенклатура не отличается большим числом наименований, но в то же время выгодно характеризуется широким диапазоном рабочих напряжений, высокой помехозащищенностью и применением современных технологий. Еще одним немаловажным направлением работы DEI является изготовление интегральных схем и модулей по требованиям заказчиков для военных, авиационных и коммерческих применений на основе таких технологий, как КМОП, биполярная и совместная BiCMOS.

Прежде чем начать рассмотрение основной линейки продукции DEI, проанализируем интерфейс ARINC 429 (ГОСТ 18977-79) [1]. Это стандарт авиационной промышленности, определяющий способы передачи цифровой информации между электронными авиационными системами. Его разработала компания ARINC, и сейчас он широко применяется

в системах управления и навигации, приборах контроля, системах связи и обеспечения безопасности полетов. На бортах гражданских и военных летательных аппаратов до 75% цифрового межсистемного обмена информацией приходится на каналы интерфейса ARINC 429, то есть он является доминирующей авиационной шиной для большинства хорошо оснащенных самолетов.

Стандарт описывает основные функции и необходимые физические и электрические параметры для цифровой информационной системы самолета. Он определяет формат информационного слова, уровни напряжений, временные характеристики сигналов, протокол передачи данных и т. д. Форма сигнала по ARINC 429 — дифференциальная двухполярная. Логический уровень определяется как разница напряжений между

двумя линиями передачи. В качестве физической среды распространения сигналов используются экранированные витые пары. Максимальная длина линии связи не стандартизирована, так как во многом зависит от количества устройств в сети. Обычно она не превышает 50 м, но может быть увеличена до 100 и более метров при соблюдении определенных условий. Экран кабеля должен быть заземлен в каждом конечном узле сети.

Стандарт ARINC 429 предназначен для симплексной (односторонней) связи. Для организации двунаправленного обмена информацией необходимо два физически разделенных канала для передачи и приема. Сообщения транслируются на одной из двух скоростей: 12,5 или 100 кбит/с. Передатчик всегда активен: он выдает либо 32-битовые слова данных, либо «пустой» уровень. На шине допускается

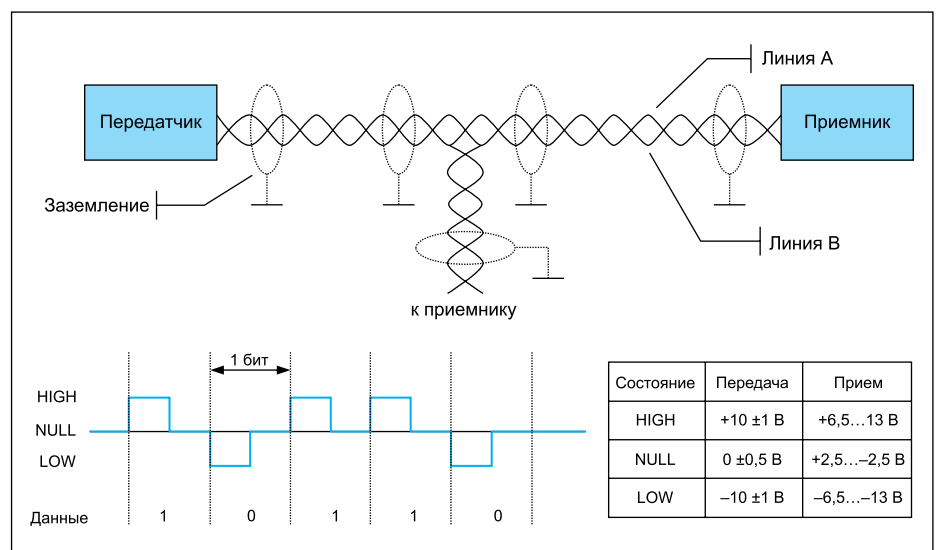


Рис. 1. Форма и параметры сигналов интерфейса ARINC 429

не более 20 приемников, при этом передатчик должен быть один. Формат данных — биполярный, с возвратом к нулю (Return-to-Zero, RZ), как показано на рис. 1.

У передатчика уровень логической единицы на шине данных соответствует повышению напряжения с 0 до +10 В в течение первой половины бита и снижению до 0 во второй. Логический ноль, наоборот, получается уменьшением напряжения линии до -10 В, а затем восстановлением его до нулевого значения. Таким образом, передача каждого бита заканчивается установкой нулевого напряжения, в результате передаваемый код получается самосинхронизирующимся (не требующим внешней синхронизации).

### ИС шинного интерфейса ARINC 429

Компания DEI разработала полную линейку высокоэффективных ИС, необходимых для передачи данных по шине интерфейса ARINC 429. Применение ИС этого семейства, включающего в себя приемники, передатчики (драйверы линии) и трансиверы, обеспечивает полное соответствие требованиям стандарта ARINC 429.

#### Шинные передатчики ARINC 429

Линейка шинных передатчиков ARINC 429, включающая в себя 43 модели (табл. 1), предназначена для преобразования входных сигналов уровня ТТЛ или КМОП в дифференциальную форму. На выходе микросхем формируются три уровня сигнала в соответствии со спецификацией системы ARINC 429: «1» (+10 В), «0» (-10 В) и null (0 В). Монолитные интегральные схемы, изготавливаемые преимущественно по технологии BiCMOS, также подходят для использования в подобных авиационных интерфейсах, таких как ARINC 571 и ARINC 575. Помимо этого, некоторые представители линейки отличаются поддержкой стандарта RS-422.

Микросхемы поставляются в керамических и пластиковых корпусах для поверхностного монтажа либо монтажа в отверстия. Для обеспечения высокого уровня надежности выпускаемые изделия подвергаются 100%-ному выходному контролю. Для питания большинства схем необходим источник с рабочим напряжением от ±9,5 до ±16,5 В.

Для примера рассмотрим внутреннюю структуру и принцип работы передатчика BD429. В отличие от других он имеет интерфейс RS-422 (рис. 2). Выбор режима работы у этой ИС осуществляется установкой определенного логического уровня на выводе 429/422 [2]. По умолчанию передатчик при помощи встроенного подтягивающего к +5 В резистора настроен на работу с сигналами интерфейса ARINC 429. Переход к режиму RS-422 осуществляется установкой на выводе логического нуля.

Функционально микросхема состоит из блока входной управляющей логики,

Таблица 1. Шинные передатчики стандарта ARINC 429

Наименование	Корпус	Температурный диапазон (3)	Рабочие режимы		Выходы с тремя состояниями	Выходное сопротивление, Ом					Выходной предохранитель	Напряжение питания ±5 В	Термоэлектро-тренировка	Примечание	
			Каналов ARINC 429	Режим RS-422		0	7,5	10	13	27,5					37,5
BD429	16L CERDIP	M	1	V							V	V			
BD429A	16L SOIC WB	E	1	V							V	V			
BD429A1	16L SOIC WB	E	1	V							V	V		V	
BD429B	28L PLCC	E	1	V							V	V			
DEI0429-NES	16L PDIP	E	1	V							V	V			
DEI0429-WMS	16L CSOP	M	1	V							V	V			
DEI0429-WMB	16L CSOP	M	1	V							V	V		V	
DEI1022	14L SOIC NB	E	1								V				
DEI1023	14L SOIC NB	E	1								V	V			
DEI1024	14L SOIC NB	E	1			V									
DEI1025	14L SOIC NB	E	1			V						V			
DEI1032	16L SOIC NB	E	1	V		V									
DEI1038	28L PLCC	E	1	V					V						
DEI1070A-DMS	8L DB CDIP	M	1								V				
DEI1070A-SES	8L EP SOIC	E	1								V				
DEI1071A-DMS	8L DB CDIP	M	1					V							
DEI1071A-SES	8L EP SOIC	E	1					V							
DEI1072A-SES	8L EP SOIC	E	1			V									
DEI1072A-DMS	8L DB CDIP	M	1			V									
DEI1073A-DMS	8L DB CDIP	M	1		V						V				
DEI1073A-SES	8L EP SOIC	E	1		V						V				
DEI1074A-DMS	8L DB CDIP	M	1		V			V							
DEI1074A-SES	8L EP SOIC	E	1		V			V							
DEI1075A-DMS	8L DB CDIP	M	1		V	V									
DEI1075A-SES	8L EP SOIC	E	1		V	V									
DEI1170A-MES	20L MLPQ	E	1		V	V	V				V				Вывод радиатора соединен с V-
DEI1171A-MES	20L MLPQ	E	1		V	V	V				V				Вывод радиатора изолирован
DEI1270A-MES	38L MLPQ	E	2		V	V	V				V				Вывод радиатора соединен с V-
DEI1271A-MES	38L MLPQ	E	2		V	V	V				V				Вывод радиатора изолирован
DEI3182A-CMS	16L CERDIP	M	1		V						V				(2)
DEI3182A-CMB	16L CERDIP	M	1		V						V			V	(2)
DEI3182A-DMS	16L CB DIP	M	1		V						V				(2)
DEI3182A-DMB	16L CERDIP	M	1		V						V			V	(2)
DEI3182A-EMS	28L CLCC	M	1		V						V				(2)
DEI3182A-EMB	28L CLCC	M	1		V						V			V	(2)
DEI5070-SES	8L EP SOIC	E	1			V						V			(1) Вывод радиатора изолирован
DEI5070-SMS	8L EP SOIC	M	1			V							V		(1) Вывод радиатора изолирован
DEI5071-SES	8L EP SOIC	E	1						V			V			(1) Вывод радиатора изолирован
DEI5071-SMS	8L EP SOIC	M	1						V				V		(1) Вывод радиатора изолирован
DEI5072-SES	8L EP SOIC	E	1							V			V		(1) Вывод радиатора изолирован
DEI5072-SMS	8L EP SOIC	M	1								V			V	(1) Вывод радиатора изолирован
DEI5270-MES	38L C MLPQ	E	1			V			V	V			V		(1) Вывод радиатора изолирован
DEI5270-MMS	38L C MLPQ	M	1			V			V	V			V		(1) Вывод радиатора изолирован

Примечания. 1 — новинки. 2 — полная совместимость с устаревшими устройствами RM3182A компании Fairchild. 3 — температурные диапазоны: E = от -55 до +85 °C; M = от -55 до +125 °C.

схемы сдвига уровня и формирования длительности импульсов, блока опорного тока и выходных усилителей. Входные импульсы с логическими КМОП или ТТЛ уровнями поступают на блок управляющей логики. Два логических входа — SYNC и CLOCK — разрешают или запрещают активность на линиях данных. В схеме сдвига уровня формируются импульсы с амплитудой, соответствующей опорному напряжению, приходящему на вывод VREF. Формирование же фронтов сигналов, соответствующих стандарту ARINC 429, происходит в блоке формирования длительности импульсов. Ток, необходимый для получения требуемой

длительности импульса, поступает из блока опорного тока. Усиление сигнала осуществляется при помощи двух выходных усилителей. Дифференциальные выходы микросхемы независимо программируются на скорость передачи данных до 100 кбит/с путем использования двух внешних времязадающих емкостей — Ca и Cb.

Типовые значения конденсаторов: 75 пФ для скорости 100 кбит/с и 500 пФ для 12,5 кбит/с. Встроенные резисторы Rout1 и Rout2 с сопротивлением 37,5 Ом обеспечивают согласование импедансов микросхемы и используемой витой пары с типовым волновым сопротивлением 75 Ом. Выходы так-

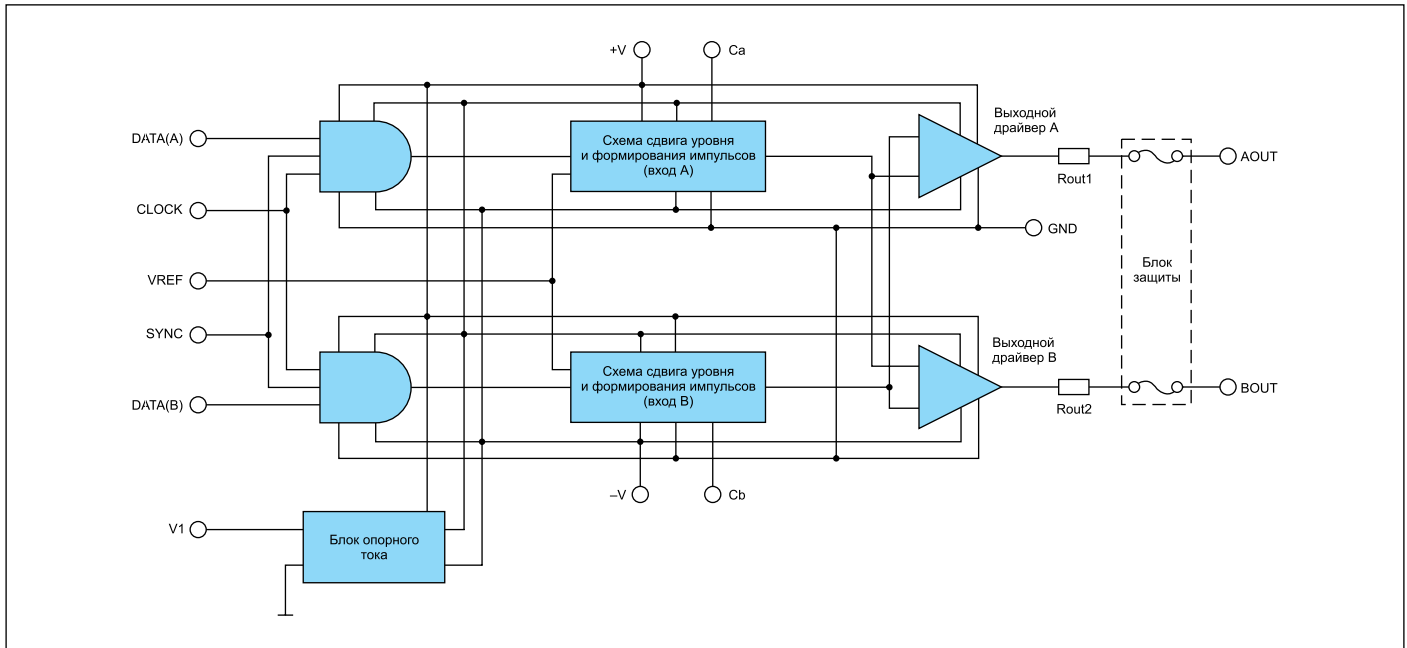


Рис. 2. Упрощенная структурная схема ИС BD429

же снабжены предохранителями для защиты от коротких замыканий и гарантии длительной безотказной работы.

Микросхемы серии DEI107xA представляют собой усовершенствованные передатчики популярной линейки DEI107x [3]. Они выгодно отличаются меньшим энергопотреблением, стабильностью формы сигналов и повышенной устойчивостью к переходным процессам. За счет этих преимуществ упрощается процесс проектирования высоконадежных устройств, предназначенных для работы в сложных электромагнитных условиях. В отличие от BD429 для передатчиков этой серии

не нужны внешние конденсаторы. Скорость обмена информацией регулируется при помощи входного логического сигнала HI/LO. Высокому логическому уровню на этом выводе соответствует скорость 100 кбит/с, а низкому — 12,5 кбит/с. Компоненты полностью совместимы по выводам с микросхемами HI8585 и HI8586 компании Holt.

Выходное сопротивление в зависимости от конкретной модели линейки может иметь значения 0, 10 или 37,5 Ом. При этом в первых двух случаях с целью получения полного импеданса выхода в 37,5 Ом необходимо использовать внешние резисторы, являющие-

ся, кроме того, частью внешней цепи защиты от переходных процессов. Выходы с тремя состояниями, полезные в нестандартных сетях с несколькими драйверами линии, имеются у ИС DEI1073/4/5.

Новые модели из серии DEI507x выпускаются в малогабаритных планарных корпусах и отличаются низким напряжением питания:  $\pm 5$  В [4]. Компоненты не требуют применения внешних времязадающих конденсаторов. Выходное сопротивление варьируется в зависимости от модели и составляет 7,5 Ом для драйвера линии DEI5070, 27,5 Ом для DEI5071 и 37,5 Ом для DEI5072. У двухканального передатчика DEI5270 для каждого канала существует возможность выбора между тремя этими сопротивлениями.

### Защита от переходных процессов на примере устройств серии DEI107xA

Переходные процессы и импульсные помехи, возникающие в авиационном оборудовании при грозовых разрядах, вызывают полный либо частичный выход устройств из строя, а также приводят к искажению передаваемой информации. Поэтому при применении передатчиков DEI производитель настойчиво рекомендует подключать внешние защитные компоненты (рис. 3). Согласно проводимым испытаниям схема защиты, в общем случае состоящая из встроенных диодов, внешних TVS-супрессоров и токоограничивающих резисторов, гарантирует полное соответствие требованиям стандарта DO-160D (раздел 22), описывающего способность устройств обеспечивать грозозащиту.

При напряжении питания  $\pm 15$  В внутренние диоды выдерживают импульсы тока с ам-

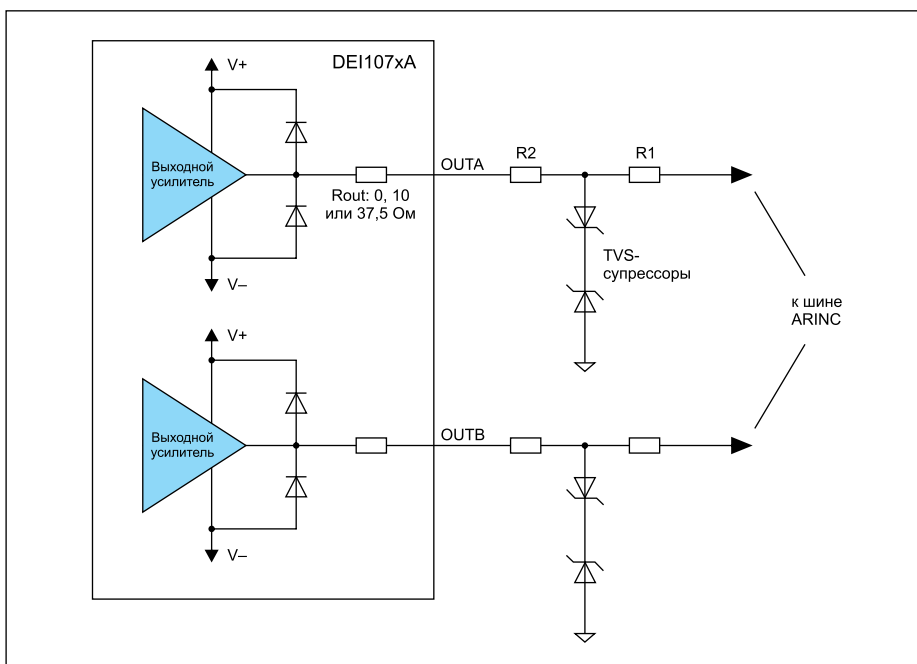


Рис. 3. Защита выходных цепей передатчиков серии DEI107xA

плитудой  $\pm 0,5$  А и длительностью 175 мкс, и это не ведет к их повреждению. В этом случае напряжение ограничивается на уровне примерно 1 В выше (ниже) положительного (отрицательного) напряжения шины питания. При выбросах с параметрами, превышающими 1 А/175 мкс, выходы уже могут быть повреждены, поэтому применяется внешняя цепь защиты, которая должна ограничивать импульсы на выводах OUTA/V на уровне не более 0,5 А/175 мкс.

Выбор номиналов и типов применяемых компонентов сводится к следующему:

- Выбор номиналов резисторов:  
Спротивление выхода  $R_{out}$ : 0, 10 или 37,5 Ом в зависимости от конкретной модели (DEI1070A–DEI1075A). Суммарное сопротивление ( $R_{out} + R_1 + R_2$ ) должно быть 37,5 Ом в соответствии с требованием шины ARINC:  
1. Выбираем  $R_{out} = 0$ ,  $R_1 = 37,5$  и  $R_2 = 0$  при использовании малогабаритных TVS-диодов с низким номинальным током.  
2. Выбираем  $R_1 = 0$ ,  $R_{out} + R_2 = 37,5$  при применении мощных TVS-диодов с высоким значением напряжения ограничения.
- Выбор TVS-супрессоров:  
1. Супрессоры должны удовлетворять требованиям определенного приложения по мощности/току.  
2. С целью минимизации нагрузки линии необходимо использовать TVS-устройства с низким значением собственной емкости (например, компоненты серий LC и HSMBJSA компании Microsemi). Это приоритетное требование для высокоскоростных ARINC-применений, в которых малая емкость важна для получения оптимальной достоверности передачи сигналов и снижения потребления энергии. Отметим, что максимальная общая емкость ARINC-шины не должна превышать 30 нФ.

### Шинные приемники ARINC 429

Для обратного преобразования сигналов шины ARINC 429 в стандартные сигналы ТТЛ/КМОП в радиоэлектронной аппаратуре специального назначения применяются шинные приемники. В состав любой микросхемы этой серии входят от одного (DEI1041) до восьми (DEI1048) независимых приемников, каждый из которых связан со своим каналом (табл. 2).

Питание большей части микросхем осуществляется от источников с рабочим напряжением 5 В  $\pm 10\%$  или 3,3 В  $\pm 10\%$ , при этом максимальный потребляемый ток не превышает 5 мА для одноканальной версии и 20 мА для восьмиканальной [5]. Приемники разработаны с учетом дальнейшей эксплуатации в условиях сложной электромагнитной обстановки. Все линии данных и тестовых сигналов обладают встроенной защитой от помех, вызванных переходными процессами, согласно стандарту DO-160D. Практически каждый приемник имеет свой аналог среди продук-

Таблица 2. Шинные приемники стандарта ARINC 429

Наименование	Корпус	Температурный диапазон (1)	Число каналов	Защита от молний	Напряжение питания, В	Термоэлектро-тренировка	Примечание
DEI1041-SES-G	8L SOIC NB	E	1	✓	3,3 или 5		20 В CMV, 2 В гистерезис
DEI1041-SMS-G	8L SOIC NB	M	1	✓	3,3 или 5		20 В CMV, 2 В гистерезис
DEI3283-SAS	20L SOIC WB	A	2		$\pm 15$ и +5		(2) Двухканальные, с тестовыми выводами
DEI3283-SES	20L SOIC WB	E	2		$\pm 15$ и +5		(2) Двухканальные, с тестовыми выводами
DEI3283-CMS	20L CERDIP	M	2		$\pm 15$ и +V		(2) Двухканальные, с тестовыми выводами
DEI3283-EMS	20L CLCC	M	2		$\pm 15$ и +5		(2) Двухканальные, с тестовыми выводами
DEI3283-SAB	20L SOIC WB	A	2		$\pm 15$ и +5	✓	(2) Двухканальные, с тестовыми выводами
DEI3283-CMB	20L CERDIP	M	2		$\pm 15$ и +5	✓	(2) Двухканальные, с тестовыми выводами
DEI3283-EMB	20L CLCC	M	2		$\pm 15$ и +5	✓	(2) Двухканальные, с тестовыми выводами
DEI1044-G	20L TSSOP	E	4	✓	3,3 или 5		Четырехканальные, с тестовыми выводами, 5 В CMV
DEI1044-TMS-G	20L TSSOP	M	4	✓	3,3 или 5		Четырехканальные, с тестовыми выводами, 5 В CMV
DEI1045-G	20L TSSOP	E	4	✓	3,3 или 5		Четырехканальные, с тестовыми выводами, 5 В CMV
DEI1045-TMS-G	20L TSSOP	M	4	✓	3,3 или 5		Четырехканальные, с тестовыми выводами, 5 В CMV
DEI1046-TES-G	38L TSSOP	E	8	✓	3,3 или 5		Восьмиканальные, с тестовыми выводами, 5 В CMV
DEI1046-TMS-G	38L TSSOP	M	8	✓	3,3 или 5		Четырехканальные, с тестовыми выводами, 20 В CMV
DEI1047-TES-G	38L TSSOP	E	8	✓	3,3 или 5		Восьмиканальные, 20 В CMV
DEI1047-TMS-G	38L TSSOP	M	8	✓	3,3 или 5		Восьмиканальные, 20 В CMV
DEI1148-QES-G	44L MQFP	E	8	✓	3,3 или 5		Восьмиканальные, с тестовыми выводами, 20 В CMV
DEI1148-QMS-G	44L MQFP	M	8	✓	3,3 или 5		Восьмиканальные, с тестовыми выводами, 20 В CMV

Примечания. 1 — температурные диапазоны: E =  $-55...+85$  °C; M =  $-55...+125$  °C; A =  $-40...+125$  °C.

2 — полная совместимость с устройствами RM3283/RM3183 компании Fairchild/Raytheon и HI-8482 компании Holt.

ции известных производителей, например ИС DEI1041 может выступать в качестве полноценной замены изделий HI-8588 и HI-8588-10 компании Holt.

Упрощенная схема шинного приемника с указанием основных функциональных блоков представлена на рис. 4.

Сигналы с каналов А и В шины ARINC поступают на входные резистивные цепи, обеспечивающие согласование приемника с волновыми сопротивлениями линий. Далее

преобразованные сигналы поступают на компараторы, которые сравнивают текущие значения со стандартизованными уровнями ARINC 429 и вырабатывают дискретные сигналы состояния линии. Два тестовых входа (TEST1 и TEST2) логически не связаны с выходами компараторов и принудительно устанавливают схему в одно из трех заданных состояний. Эта опция полезна для организации самотестирования системы, при этом сигналы на входных линиях игнорируются.

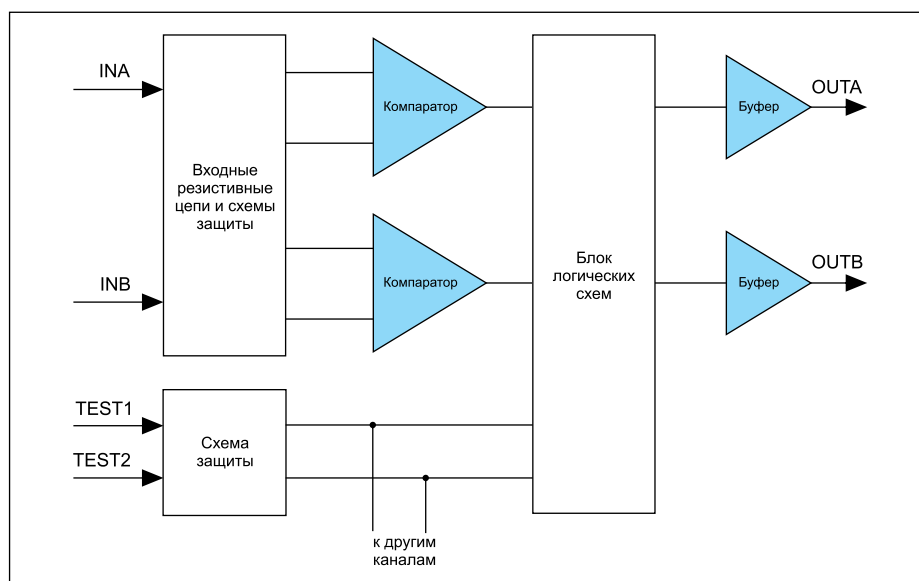


Рис. 4. Упрощенная структурная схема шинного приемника DEI1046 стандарта ARINC 429

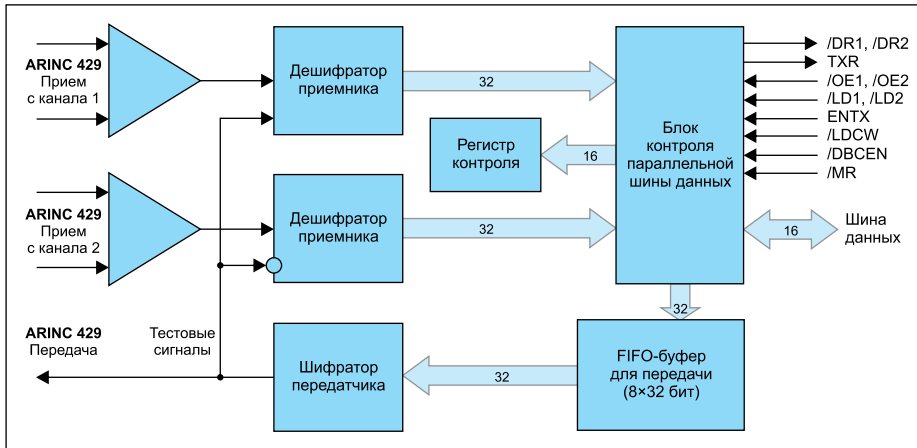


Рис. 5. Упрощенная структурная схема приемопередатчика DEI1016

мышленного применения и от  $-55$  до  $+125$  °C для военного. Почти все компоненты повыводно совместимы с аналогичной продукцией компаний Harris, Holt и Raytheon.

Микросхемы характеризуются малым током собственного потребления, для питания применяются источники с рабочим напряжением 3,3 или 5 В. При помощи записи специальных 16-битных команд в регистр контроля и управления можно сконфигурировать параметры различных узлов. Запись возможна при появлении низкого логического уровня на выводе LDCW. Так программируется скорость передачи и приема данных для каждого из каналов (12,5 или 100 кбит/с), устанавливаются разрядность данных (25 или 32 бита) и контроль четности, включаются/отключаются блоки шифраторов/дешифраторов, запускается режим тестовых сигналов и т. д. В режиме самодиагностики данные вместо выхода передающего тракта поступают в цепи приемника.

### Прочие электронные компоненты авиационного назначения

Помимо основной обширной группы продукции, компания DEI предлагает несколько серий сопутствующих компонентов, расширяющих функциональные возможности устройств авиационного назначения. Перечислим эти модели и кратко обозначим их основные особенности.

### Приемопередатчики стандарта ARINC 429

Эти устройства необходимы для организации интерфейса связи между стандартной параллельной 16-разрядной шиной и последовательным каналом передачи данных ARINC. В общем случае микросхемы этого семейства применяются совместно с драйверами линий серий DEI107xA или DEI5x7x. Структурная схема включает в себя цепь передатчика, два одинаковых независимых приемника, блок контроля параллельной шины данных, FIFO буфер передатчика с размером  $8 \times 32$  бит и программируемый регистр контроля и управления

режимами работы (рис. 5). Входные цепи приемников преобразуют дифференциальные сигналы сети ARINC с размахом  $\pm 10$  В в 5-В логические уровни. Они рассчитаны на максимальное входное напряжение  $\pm 40$  В и обеспечивают подавление синфазной помехи [6].

Помимо основного протокола, приемопередатчики компании DEI также поддерживают авиационные стандарты ARINC 571, 575 и 706. Для разработчиков доступен широкий спектр моделей преимущественно в низкопрофильных корпусах для поверхностного монтажа (табл. 3). Диапазон рабочих температур зависит от исполнения: от  $-55$  до  $+85$  °C для про-

Таблица 3. Шинные приемопередатчики стандарта ARINC 429

Наименование	Корпус	Температурный диапазон (2)	Число каналов	Защита от молний	Напряжение питания, В	Термоэлектротренировка	Примечание
DEI1016	44L SB DIP	M	2		5	V	Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016A	44L PQFP	E	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016A-G	44L PQFP	E	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016B	44L PLCC	E	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016B-G	44L PLCC	E	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016-MMS	44L CLCC	M	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016-MES-G	44L MLPQ	E	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016-MMS-G	44L MLPQ	M	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016-PMS	44L PLCC	M	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016-PMS-G	44L PLCC	M	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016-QMS	44L PQFP	M	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1016-QMS-G	44L PQFP	M	2		5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 29$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1116-QES	44L PQFP	E	2		3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$ ; Упит = 3,3 В
DEI1116-QMS	44L PQFP	M	2		3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$ ; Упит = 3,3 В
DEI1116-PES	44L PLCC	E	2		3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$ ; Упит = 3,3 В
DEI1116-PMS	44L PLCC	M	2		3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$ ; Упит = 3,3 В
DEI1117-QES	44L PQFP	E	2	V	3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1117-QMS	44L PQFP	M	2	V	3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1117-PES	44L PLCC	E	2	V	3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1117-PMS	44L PLCC	M	2	V	3,3 или 5		Максимальное напряжение на Rx: $\pm 40$ В; буфер FIFO: $8 \times 32$
DEI1084-QES-G	52L MQFP	E	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI1084-QMS-G	52L MQFP	M	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI1084-MES-G	64L MLPQ	E	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI1084-UMS	52L CQFJ	M	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI1085-QES-G	52L MQFP	E	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI1085-QMS-G	52L MQFP	M	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI1085-MES-G	64L MLPQ	E	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI1085-UMS	52L CQFJ	M	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$
DEI2084-MES-G (1)	64L MLPQ	E	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$ ; вывод TXSEL
DEI2084-MMS-G (1)	64L MLPQ	M	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$ ; вывод TXSEL
DEI2085-MES-G (1)	64L MLPQ	E	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$ ; вывод TXSEL
DEI2085-MMS-G (1)	64L MLPQ	M	2	V	3,3 или 5		Регистр управления/статуса; буфер FIFO: $3 \times 32 \times 32$ ; вывод TXSEL

Примечания. 1 — новинки. 2 — температурные диапазоны: E =  $-55...+85$  °C; M =  $-55...+125$  °C.

### Управление питанием

В этом разделе стоит отметить DEI1028 — схему контроля напряжения на силовой шине 28 В [7]. Она спроектирована с целью защиты шины питания от переходных процессов (импульсов с амплитудой до 100 В и длительностью до 100 мс) и может применяться совместно с операционными усилителями, импульсными и линейными преобразователями напряжения. DEI1028 отличается широким диапазоном входных напряжений, возможностью дистанционного отключения и плавного запуска, а также стабильностью характеристик во всем диапазоне рабочих температур. Функция программируемой блокировки при пониженном входном напряжении обеспечивает управление затвором силового  $r$ -канального полевого транзистора. Дополнительный выход с открытым коллектором может быть использован в качестве источника прерывания в микропроцессорных системах для сигнализации аварийного состояния.

### Преобразователи дискретных сигналов в цифровые

Серия преобразователей типовой дискретной информации, часто встречаемой в авиационных системах, в цифровые сигналы уровня ТТЛ/КМОП представляет собой многоканальные устройства, выпускаемые в планарных 16- и 24-выводных корпусах типа SOIC. Микросхемы имеют от шести до восьми открытых/заземленных измерительных каналов. Входные цепи состоят из диодного ключа и резисторов в последовательном и параллельном включении (рис. 6). Параллельный резистор соединяется либо с шиной питания, либо с общим выводом. Все ИС обеспечивают защиту от помех в линиях передачи при грозовых разрядах по стандарту DO-160C/D, вследствие чего могут использоваться для защиты цифровых цепей от быстрых переходных процессов в качестве альтернативы TVS-супрессорам. Работа осуществляется от единого источника питания с напряжением +5 В, а многоканальная структура способствует сокращению требуемого пространства на печатной плате. Преобразователи имеют несколько диапазонов рабочих температур, в том числе и от  $-55$  до  $+125$  °C [8].

Основные характеристики преобразователей:

- Использование отдельных логических сигналов разрешения OE и CE.
- Трисквабильные выходы.
- Наличие пороговой и гистерезисной схем для получения повышенной помехозащищенности.
- Технология изготовления — BiCMOS.
- Применение термоэлектротренировки для повышения надежности.

### Управление освещением

Компания DEI выпускает две интегральные схемы — DEI1090 и DEI1030, предназначенные для работы со светодиодами или другими источниками света. DEI1090 представляет собой LED-драйвер, который может быть полезен при светодиодной замене ламп накаливания и ламп приборных панелей авиационного оборудования, а также при организации подсветки дисплеев и клавиатур. Для получения кривой освещенности, соответствующей характеристике ламп накаливания, ИС DEI1090 использует ШИМ-регулировку яркости с частотой от 50 до 200 Гц. Средний ток, получаемый на всех восьми выводах подключения светодиодов, пропорционален квадрату входного напряжения и регулируется в пределах от 10 до 20 мА. Для управления дополнительными группами светодиодов LED-драйверы могут использовать каскадное включение.

DEI1030 — универсальная схема управления и контроля шины питания ламп накаливания, выпускаемая в малогабаритном корпусе SOIC-8. Микросхема работает с входными напряжениями 5 В переменного тока и 5, 14 и 28 В постоянного тока. Ее рабочие характеристики не зависят от изменения температуры. На выходе ИС генерируется сигнал 0–5 В постоянного тока, который может быть использован для аналогового управления лампами накаливания или в качестве входного сигнала МК для получения ШИМ-регулировки. Напряжение шины можно выбрать при помощи двух открытых/заземленных дискретных входов, разрешающих автоматическую адаптацию устройства под определенное системное напряжение. Все входы микросхемы защищены от грозовых разрядов согласно DO-160C/D (категория A3).

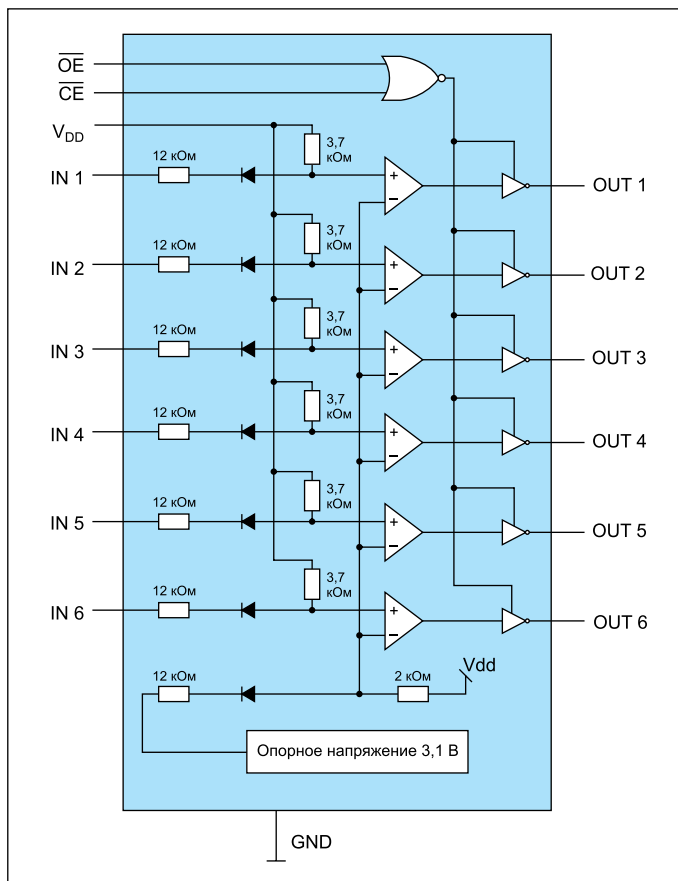


Рис. 6. Внутренняя структура ИС DEI1026

### Заключение

Высокопроизводительная серия шинных приемопередатчиков компании DEI позволяет получить готовую реализацию авиационных систем межсетевое обмена информацией стандартов ARINC. Дополнительная группа ИС обеспечивает управление электропитанием и освещением, а также необходимое преобразование дискретных данных, что способствует расширению функциональных возможностей конечного устройства. Стабильность рабочих характеристик, наличие встроенных схем защиты, использование современных материалов и технологий изготовления гарантируют высокое качество изделий. Все микросхемы сертифицированы на соответствие требованиям авиационных стандартов, а высокая надежность подтверждается многолетним опытом эксплуатации. Все это позволяет рекомендовать микросхемы DEI для различных применений. ■

### Литература

1. ARINC 429. Specification Tutorial. Ver. 1.1. July 2001 — [www.aim-online.com](http://www.aim-online.com)
2. BD429/BD429A/BD429B ARINC 429/RS-422 Line Driver Integrated Circuit. Datasheet. March 2004 — [www.deiaz.com](http://www.deiaz.com)
3. DEI1070A-DEI1075A ARINC 429 Line Driver Family. Datasheet. Apr. 2012 — [www.deiaz.com](http://www.deiaz.com)
4. DEI5070, 5071, 5072, 5270 ARINC 429 ±5V Line Driver Family. Datasheet. Sept. 2011 — [www.deiaz.com](http://www.deiaz.com)
5. DEI1046, DEI1047, DEI1148 OCTAL ARINC 429 Line Receiver. Datasheet. Sept. 2013 — [www.deiaz.com](http://www.deiaz.com)
6. DEI1016/DEI1016A/DEI1016B ARINC 429 Transceiver Family. Datasheet. Dec. 2010 — [www.deiaz.com](http://www.deiaz.com)
7. DEI1028 Voltage Clamping Circuit. Datasheet. Dec. 2011 — [www.deiaz.com](http://www.deiaz.com)
8. DEI1026A Six Channel Discrete-to-Digital Interface Sensing Open/Ground Signals. Datasheet. Nov. 2010 — [www.deiaz.com](http://www.deiaz.com)