

Высокотемпературные компоненты CISSOID

Сергей ВОРОБЬЕВ
vorobyev@ranet.ru

Одним из главных свойств электронной аппаратуры для ответственных приложений является ее способность выполнять определенные функции при заданных условиях. При этом если эксплуатация подразумевает использование конечного изделия в экстремальных условиях (вибрации, механические удары, резкие перепады температур и пр.), становится актуальным вопрос выбора соответствующей элементной базы. К такой элементной базе следует отнести продукцию бельгийской компании CISSOID, рассчитанную на самые жесткие условия применения, в том числе на широкий диапазон температур — от -55 до $+225$ °С.

О компании

Компания CISSOID S. A. основана в 2000 году [1], ее головной офис расположен в бельгийском городе Мон-Сен-Гибёр. Основная специализация — разработка высокотемпературных электронных компонентов, с применением самых последних и передовых схемотехнических решений и технологических материалов, таких как SiC, GaN и другие.

Несмотря на сравнительно небольшой возраст компании, специалистами CISSOID уже сформирована довольно широкая линейка высокотемпературных компонентов (АЦП, операционные усилители, регуляторы напряжения, транзисторы, генераторы импульсов, драйверы ключей, микросхемы источников питания и пр.), которая может стать хорошей основой для построения конечного изделия.

Продукция компании успешно применяется в нефтегазовой, космической и авиационной отраслях, а относительно невысокая стоимость изделий допускает их использование в высоконадежных промышленных и автомобильных приложениях. Примером могут служить системы управления про-

мышленным производством, которые сопряжены с выполнением высокотемпературных процессов (изготовление стали, литье стекла, обжиг керамики и т. д.).

Для подтверждения высокой надежности своих изделий компания CISSOID применяет расширенное тестирование, включающее контроль электрических параметров при воздействии вибраций, экстремальных температур, а также производит измерение скорости утечки инертного газа из внутренней полости корпусов компонентов.

Помимо выпуска серийной продукции, CISSOID широко использует практику изготовления и разработки заказных изделий, в частности силовых модулей и источников питания. Также CISSOID изготавливает высокотемпературные DC/DC-преобразователи, заказные микросборки и микросхемы на основе базового матричного кристалла (БМК).

Основные области применения продукции CISSOID (рис. 1):

- оборудование для нефтегазовой отрасли;
- авиационная и космическая техника;
- автомобильная электроника;
- промышленное оборудование;
- военная техника.



Рис. 1. Области применения продукции CISSOID

Диапазон температур эксплуатации серийно выпускаемых изделий CISSOID довольно широкий и составляет [2]:

- от -55 до $+175$ °С для изделий в пластиковых корпусах;
- от -55 до $+225$ °С для изделий в металло-керамических и металlostеклянных корпусах.

Заявленные температурные диапазоны гарантированы (конкретные электронные компоненты сохраняют характеристики и параметры, указанные в технических описаниях), но при этом они не являются предельными. Исходя из опыта реализованных проектов, большинство серийно выпускаемых изделий в металлокерамических и металlostеклянных корпусах сохраняют работоспособность даже в температурном диапазоне от -200 до $+300$ °С, при некотором ухудшении рабочих характеристик. Это в большей степени касается параметра MTBF (время наработки на отказ).

Примером может служить температурный тест NASA для экстремальных условий эксплуатации, пройденный рядом изделий CISSOID. В данном тесте предусмотрен температурный диапазон от -195 до $+400$ °С (рис. 2). Особо следует отметить серию тестов и испытаний, которые показали стойкость исследуемых компонентов к воздействию ионизирующего излучения по следующим параметрам [3]:

- общая накопленная доза до 96 крад;
- стойкость к воздействию единичных событий (Single Event Effects, SEE), вызванных воздействием высокоэнергетических частиц*.

В результате за счет новых схемотехнических решений и используемых технологических материалов компоненты CISSOID

* Испытания на воздействие тяжелых ионов подтвердили стойкость испытываемых компонентов к таким эффектам, как тиристорный эффект или защелкивание (SEL), одиночный сбой (SEU), одиночный сбой переключения (SET) при энергии ионов до 55,9 МэВ см²/мг.

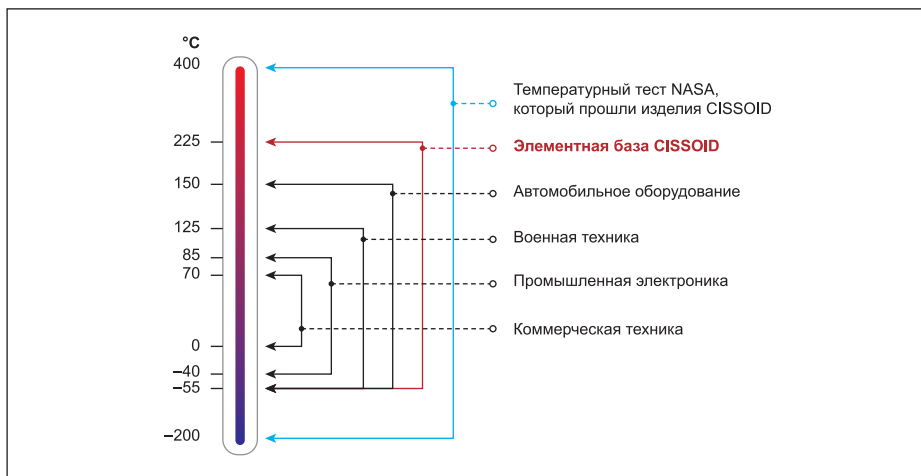






Рис. 2. Диапазоны температур эксплуатации электронного оборудования для различных сфер и областей применения

Таблица 1. Дискретные компоненты серии PLANET

Наименование	Тип	V_{DS} , В (max)	I_{DS} , А (max)	V_{GS} , В	$R_{DS(on)}$	C_{ISS} , пФ	Тип корпуса
 CISSOID CHT-NMOS8001 2110013.1 18-19 №205	CHT-NMOS8001 EARTH	NMOS-транзистор	80	1 (3 А имп.)	0–5	0,76 Ом при 25 °С 1,56 Ом при 225 °С	240 TDFP16
	CHT-NMOS8005 EARTH	NMOS-транзистор	80	5	0–5	0,48 Ом при 25 °С 0,99 Ом при 225 °С	410 TO254
	CHT-NMOS8010 EARTH	NMOS-транзистор	80	10	0–5	0,24 Ом при 25 °С 0,46 Ом при 225 °С	850 TO254
 CISSOID CHT-NMOS4005 2110013.1 18-19 №205	CHT-NMOS4005 SATURN	NMOS-транзистор	40	5	–0,5...5,5	0,38 Ом при 25 °С 0,65 Ом при 225 °С	370 TO254
	CHT-NMOS4010 SATURN	NMOS-транзистор	40	10	–0,5...5,5	0,2 Ом при 25 °С 0,36 Ом при 225 °С	720 TO254
	CHT-NMOS4020 SATURN	NMOS-транзистор	40	10	–0,5...5,5	0,12 Ом при 25 °С 0,25 Ом при 225 °С	1,84 нФ TO254
	CHT-SNMOS80 MERCURY	NMOS-транзистор	80	300 мА	–0,5...5,5	7,5 Ом при 25 °С 15 Ом при 225 °С	23 TO39 TO18
	CHT-MOON	Dual NMOS-транзистор	40	4	–0,5...5,5	0,38 Ом при 25 °С 0,65 Ом при 225 °С	370 CSOIC16
 CISSOID CHT-PMOS3002 2110013.1 18-19 №205	CHT-PMOS3002 VENUS	PMOS-транзистор	30	2	–0,5...5,5	2,3 Ом при 25 °С 3,9 Ом при 225 °С	150 TO254
	CHT-PMOS3004 VENUS	PMOS-транзистор	30	4	–0,5...5,5	1,1 Ом при 25 °С 2,0 Ом при 225 °С	300 TO254
	CHT-PMOS3008 VENUS	PMOS-транзистор	30	8	–0,5...5,5	0,6 Ом при 25 °С 1,0 Ом при 225 °С	600 TO254
	CHT-SPMOS30 MARS	PMOS-транзистор	30	310 мА	–0,5...5,5	15 Ом при 25 °С 26 Ом при 225 °С	14 TO39 TO18
 CISSOID CHT-NEPTUNE 2110013.1 18-19 №205	CHT-NEPTUNE	N-MOSFET-транзистор	1200	10	–2...20	0,09 Ом при 25 °С 0,15 Ом при 225 °С	1915 TO257

сохранили свою работоспособность и подтвердили возможность применения элементной базы в составе космической аппаратуры.

Номенклатура изделий

Как уже отмечалось, номенклатура изделий CISSOID довольно широкая и насчитывает свыше 150 различных наименований. Компоненты выпускаются в металлокерамических, металлостеклянных и пластиковых корпусах (рис. 3) [2].

В настоящий момент можно выделить следующие группы номенклатуры: дискретные компоненты, силовые компоненты, преобразователи напряжения и слаботочные микросхемы.

Дискретные компоненты

Дискретные компоненты CISSOID представлены сериями PLANET и GEMSTONE, в которые входят высокотемпературные транзисторы средней и малой мощности, а также одиночные и двоянные кремниевые диоды (табл. 1). Гарантированный срок эксплуатации при максимальной температуре +225 °С не менее пяти лет, а при 175 °С — не менее 15 лет. Высокие технические характеристики компонентов серии PLANET обеспечиваются за счет применения высоконадежных кристаллов и герметичных металлокерамических корпусов с низким тепловым сопротивлением (от 1,1 °С/Вт). Серия GEMSTONE представлена операционными усилителями, в том



Рис. 3. Внешний вид компонентов CISSOID



числе прецизионными с полосой пропускания 2,8 МГц.

Силовые компоненты

Силовые компоненты CISSOID включены в серии STAR и TITAN. К серии STAR относятся высокотемпературные линейные регуляторы и источники опорного напряжения (табл. 2).

Достоинствами линейных регуляторов напряжения являются минимальные габариты, сравнительно низкая стоимость, а также отсутствие пульсаций выходного напряжения. Линейные регуляторы обеспечивают высокий уровень стабильности выходного

Таблица 2. Линейные регуляторы напряжения серии STAR

Наименование	V_{OUT} , В	I_{OUT} , А	$V_{IN\ max}$, В	Точность	Тип корпуса	
	CHT-LDOS-xxx	2,5/3,3/5/5,5/9/10/12/13/15	1	20	±4%	TO-254
	CHT-LDOP-xxx	1,2–3,3	1	30	±4%	TO-254
	CHT-LDNS-xxx	-2,5/-3,3/-5/-5,5/-9/-10/-12/-13/-15	1	-20	-2%/3%	TO-254
	CHT-LDN-025	-2,5	0,1	-25		TO-254
	CHT-LDN-xxx	-3,3/-5/-5,5/-9/-10/-12/-13/-15	1	-30	±2%	TO-254
	CHT-VEGA	1,2–3,3	0,5	5,5	±5%	TDFP16
	CHT-RIGEL	1,2–24	0,1	30	±5%	TDFP16

напряжения и, несмотря на усиление позиций импульсных преобразователей, с успехом могут применяться для питания ядер процессоров, аналоговых схем, высокоточных АЦП и датчиков. Серия TITAN содержит драйверы ключей и источники опорного напряжения. Все силовые компоненты CISSOID изготавливаются в герметичных металлокерамических корпусах и рассчитаны на работу в широком температурном диапазоне от -55 до +225 °С.

Преобразователи напряжений

В данную группу входят изделия серии VOLCANO (рис. 4), которые представляют собой DC/DC-преобразователи открытого исполнения с выходной мощностью от 1,65 до 150 Вт, построенные с помощью ИМС MAGMA собственного производства.

MAGMA является PWM-контроллером с диапазоном рабочей температуры -55...+225 °С и обеспечивает установку

ШИМ в пределах частот от 50 до 500 кГц. MAGMA спроектирована для совместного применения с силовой микросхемой полумостового драйвера ключа HYPERION.

Для того чтобы предоставить возможность отработки схемотехнические решения по построению распределенной системы электропитания, компания CISSOID предлагает отладочные наборы FUJI, предназначенные для серии VOLCANO и включающие гальванически изолированные DC/DC-преобразователи и POL-регуляторы (табл. 3).

Распределенная система электропитания (рис. 5) это многоуровневая структура. На первом уровне выполняется преобразование входного переменного напряжения в постоянное, например 28 В, при этом обеспечивается гальваническая изоляция выходных цепей. На втором уровне постоянное напряжение 28 В понижается DC/DC-преобразователем до более низкого

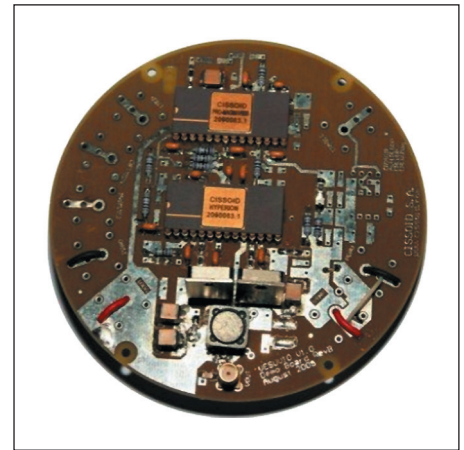


Рис. 4. DC/DC-преобразователь VESUVIO серии VOLCANO

напряжения, например 5 В. На третьем и последующих уровнях питание нагрузки осуществляется, как правило, с помощью неизолированных высокоэффективных POL-регуляторов [3].

В свою очередь, для отработки основных схемотехнических решений, предназначенных для преобразователей напряжения и блоков управления электрическими машинами, CISSOID предлагает инженерам воспользоваться отладочным комплектом HADES (рис. 6), в который вошли два драйвера мощных ключей ATLAS, каждый с контроллером управления THEMIS. Управление контроллерами осуществляется через приемопередатчики RHEA с гальванической изоляцией (доступны в металлокерамических и пластиковых корпусах). Дополнительно в HADES предусмотрен PWM-контроллер для отработки взаимодействия с драйвером HYPERION [2].

THEMIS-ATLAS — это драйвер ключей, специально спроектированный для SiC MOSFET, JFET, IGBT ключей на основе GaN. THEMIS является интеллектуальным контроллером, способным обслуживать до пяти силовых микросхем ATLAS. Изделия выпускаются в металлокерамиче-

Таблица 3. DC/DC-преобразователи серии VOLCANO

Наименование	V_{OUT} , В	V_{IN} , В	I_{OUT} , А	P_{OUT} , Вт	КПД	Частота, кГц	Топология	Soft Start	UVLO	Synq
YELLOWSTONE	0,9–3,3	3–5,5	0,5	1,65	90	1500	Buck	X	X	X
VESUVIO	1,2–0,9· V_{IN}	6–30	2	50	93	230	Buck	X		X
EREBUS	1,2–0,9· V_{IN}	12–40	2/4/8	100	90	230	Buck	X		X
EREBUS	1,2–0,9· V_{IN}	12–50	2/4/8	75	90	230	Buck	X		X
STROMBOLI	0...25/0...±25	15–40	3	50*	82	150	Flyback		X	
STROMBOLI	0...25/0...±25	150–350	3	150*	82	150	Flyback		X	

* мощность суммарная на все каналы выходного напряжения (3 А на канал)

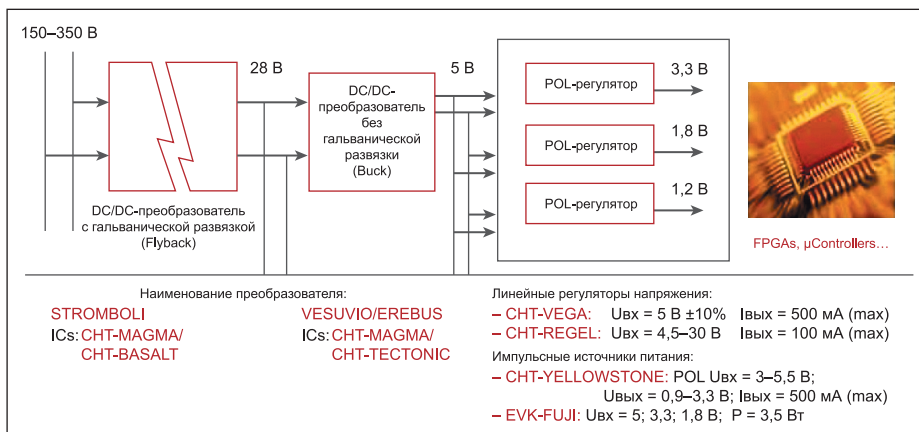


Рис. 5. Пример распределенной системы электропитания на основе преобразователей CISSOID

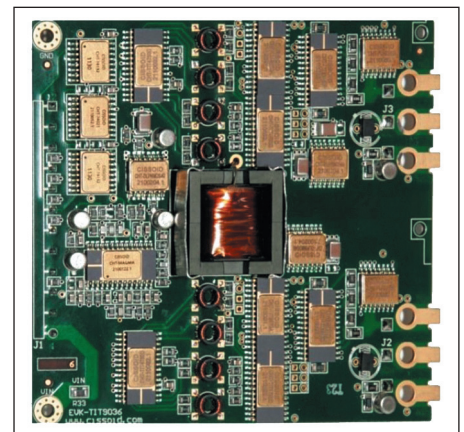


Рис. 6. Отладочный комплект HADES

ских корпусах CSOIC28 с рабочей температурой от -55 до $+225$ °С и в пластиковых PSOIC28 с верхней рабочей температурной границей $+175$ °С.

RHEA является микросхемой приемопередатчика с двумя full duplex информационными последовательными каналами, с возможностью передачи информации на скорости до 2 Мбит/с на канал и установки гальванической изоляции сигнальных линий. Выпускается в металлокерамическом корпусе, с расширенным температурным диапазоном эксплуатации, а также в пластиковом корпусе, при этом джиттер составляет не более 21 нс во всем диапазоне температур.

Слаботочные микросхемы

В категорию «слаботочные микросхемы» входят три группы изделий CISSOID: RIVER, GALAXY и PULSAR. К группе RIVER относятся 10-битный АЦП AMAZON, 8-битный программируемый и высокоскоростной компараторы напряжения NILE и VOLGA. Группа GALAXY объединила все микросхемы двоичной логики (табл. 4), включая триггеры. Микросхемы данной группы

Таблица 4. Микросхемы двоичной логики CISSOID

Наименование	Описание
СНТ/СМТ-7400	Четыре 2И-НЕ
СНТ/СМТ-7404	Восемь инверторов
СНТ/СМТ-7408	Четыре 2И
СНТ/СМТ-74021	Четыре 2ИЛИ-НЕ
СНТ/СМТ-7432	Четыре 2ИЛИ
СНТ/СМТ-7474	Два D-триггера
СНТ/СМТ-7486	Два исключающее ИЛИ
СНТ/СМТ-74132	Четыре 2И-НЕ с триггером Шмитта по входу
СНТ-74-4040	12-битный счетчик

могут быть выполнены как в металлокерамическом корпусе CDIL14 с диапазоном рабочих температур от -55 до $+225$ °С (обозначение СНТ), так и в пластиковом корпусе CSOIC16 с верхней рабочей температурной границей 175 °С (обозначение СМТ) [2].

PULSAR включает ряд генераторов тактовых импульсов и таймеры 555 (табл. 5). Из данной группы можно выделить генератор CG50LP, который обладает пониженным энергопотреблением, содержит встроенный делитель частоты (от 1 до 512), схему удаленного управления, а также имеет возможность использования внешнего сигнала синхронизации.

Таблица 5. Микросхемы группы PULSAR

Наименование	Описание	Напряжение питания, В	Частота (max), МГц	Температурный дрейфт	Корпус
СНТ-CG50	генератор тактовых импульсов	3,3–5	50	–	CDIL24
CG50LP	генератор тактовых импульсов	3,3–5	50	–	TDFP16
СНТ-555	555 таймер	4,5–5,5	4,2	100 ppm	CDIL8
СМТ-555	555 таймер	4,5–5,5	4,2	100 ppm	PSOIC8

Заключение

Компания CISSOID выпускает широкую линейку высокотемпературных ($-55...+225$ °С) электронных компонентов, способных работать в самых экстремальных условиях. Подтверждением может служить температурный тест NASA (от -195 до $+400$ °С), успешно пройденный компонентами CISSOID. Также следует отметить набор технологических и схемотехнических решений, которые применены при проектировании и изготовлении компонентов. Это позволило обеспечить стойкость к воздействию ионизирующего излучения ряда серийно выпускаемых изделий и возможность их применения в таких областях, как нефтегазовая отрасль, авиационная и военная техника, космическая аппаратура, медицинская техника, атомная энергетика и автомобильная электроника. ■

Литература

1. www.cisoid.com
2. CISSOID Product catalog. www.cisoid.com/images/stories/pdf/Flyers/CISSOID_Catalog_Product.pdf
3. CISSOID High-Reliability Solution Guide. www.cisoid.com/images/stories/pdf/Flyers/Markets/High_Reliability_Guide.pdf
4. Попович А. Топологическая норма и радиационная стойкость // Компоненты и технологии. 2010. № 9.
5. Мироненко Л., Юдинцев В. Повышение радиационной стойкости интегральных схем. Конструктивные методы на базе промышленной технологии // Электроника НТБ. 2012. № 8.