

2. Малоземов В.В. Тепловой режим космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1980.– 232 с.
3. Моделирование тепловых режимов космического аппарата и окружающей его среды / Под ред. Г.И.Петрова. – М.: Машиностроение. 1971.–379 с.

МОС СПЕКТРАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕМЕНТА ИДЕАЛЬНОЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ

Матюнин С.А., Иноземцев М.Ю.

Считается общепризнанным, что применение оптоэлектроники в измерительной технике и системах управления позволяет добиться высоких метрологических характеристик, устойчивости к электромагнитным воздействиям и др., позволяет создавать быстродействующие помехоустойчивые каналы связи, элементы гальванической развязки измерительных и управляющих цепей и т.д. В настоящее время промышленностью освоен выпуск как отдельных оптоэлектронных элементов (ОЭЭ) – источников и приемников излучения, так и целого ряда оптоэлектронных преобразователей - от элементарных оптронов до прецизионных цифровых датчиков перемещения.

При разработке оптоэлектронной аппаратуры всегда приходится учитывать возможность ее эксплуатации при жестких внешних воздействиях естественного и искусственного происхождения.

Несомненным «бичом» оптоэлектроники, и особенно полупроводниковой, является низкая температурная стабильность ее элементной базы. Так температурный коэффициент изменения мощности излучения полупроводникового инфракрасного излучающего диода доходит до $1,5 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$. Сильное влияние на характеристики ОЭЭ оказывают ионизирующее излучение, вибрационное воздействие и др. Применение известных методов температурной стабилизации (за исключением, пожалуй, термостатирования), зачастую лишает оптоэлектронику основного ее преимущества – идеальной гальванической развязки, в значительной мере усложняет схемотехнические решения, возникают сложности электропитания гальванически развязанных ОЭЭ [1]. Кроме того, стремление к увеличению квантового выхода полупроводниковых излучателей и стремление к увеличению чувствительности приемников излучения путем просветления их поверхности и поверхностей оптических элементов приводит, зачастую, к существенному ухудшению их температурной стабильности [2].

Так, в устройствах ввода-вывода аналоговых и цифровых измерительных сигналов фирмы «L-Card» используется несколько приемов гальванической развязки аналоговых сигналов.

1. Способ групповой гальванической развязки (рис.1).

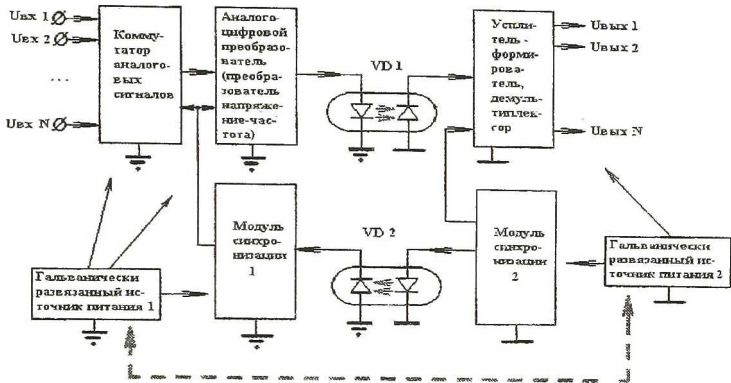


Рисунок 1. Групповая развязка аналоговых сигналов.

Модуль ввода аналоговых сигналов состоит из двух гальванически изолированных частей. В первую часть входят: коммутатор аналоговых сигналов, подключенный к преобразователю напряжение-частота и синхронизируемый модулем синхронизации. Во вторую часть входят: усилитель-формирователь, демультиплексор и модуль синхронизации 2. Информационная связь между ними осуществляется с помощью оптронов VD_1 , VD_2 . Питаются части от гальванически развязанных источников питания, выполненных по схеме высокочастотного преобразователя напряжения на тороидальном трансформаторе. Очевидно, что в этом варианте никакой гальванической развязки информационных сигналов $U_1 \dots U_{\text{вых}N}$ нет. Единственное преимущество – простота последовательного канала связи существенно снижает быстродействие. А емкостная и магнитная связь источников питания 1, 2 через высокочастотный импульсный трансформатор существенно ухудшает параметры гальванической развязки.

2. Способ индивидуальной гальванической развязки (рис.2). Здесь каждый информационный сигнал преобразуется в цифровой эквивалент (частоту) и через оптроны гальванической развязки $U_1 \dots U_{\text{вых}N}$ поступает на свой усилитель-формирователь. В данном варианте, конечно, гальванически развязаны друг от друга все информационные сигналы. Однако, проблемы с гальванической развязкой источников питания только усугубляются из-за повышенного энергопотребления. Кроме того, данный вариант существенно дороже предыдущего.

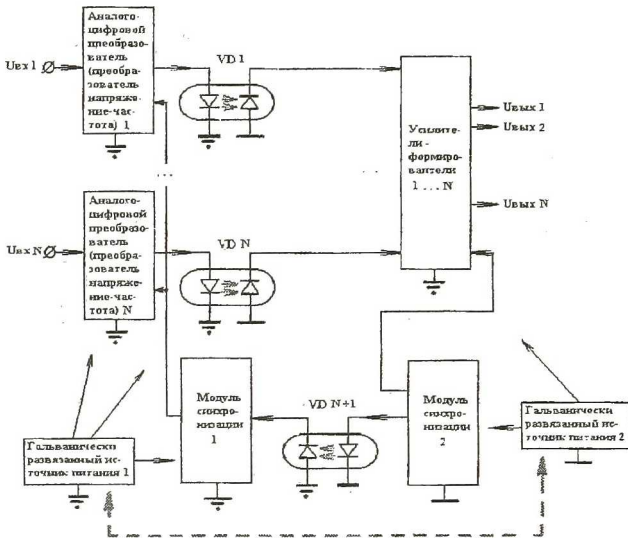


Рис.2. Индивидуальная развязка аналоговых сигналов.

Очевидно, что в обоих случаях говорить об исполнении гальванически развязанного устройства ввода аналоговых сигналов не приходится вообще. Передача же гальванически развязанных аналоговых сигналов без решения вопросов стабилизации характеристик оптрона и проблем питания невозможна вообще.

Эффективный выход из сложившейся ситуации — серийный выпуск и применение многокомпонентных оптронных структур (МОС) и элементов (МОЭ) спектрального взаимодействия, выполненных в интегральном исполнении, с идеальной гальванической развязкой и термокомпенсированных по оптическому каналу. Такая компенсация осуществляется посредством взаимодействия спектральных характеристики ОЭЭ со спектральными характеристиками специальных тонкопленочных покрытий, наносимых в процессе изготовления ОЭЭ на их поверхность [2-4].

На рисунке 2 изображена принципиальная схема устройства гальванической развязки аналоговых сигналов (для двух полярных сигналов), выполненная с использованием МОЭ.

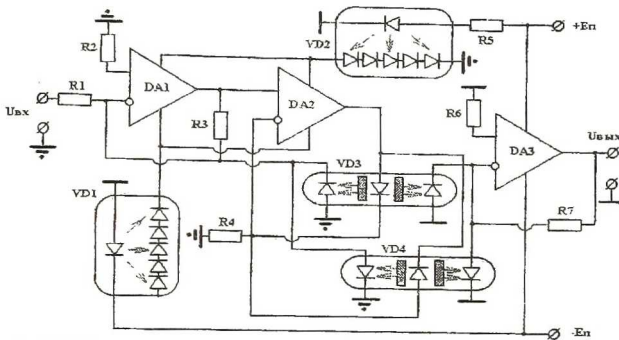


Рис.3. МОС спектрального взаимодействия как элемент идеальной гальванической развязки аналоговых сигналов.

Здесь на операционном усилителе DA_1 выполнено устройство линейаризации передаточной характеристики оптрона гальванической развязки VD_3 , на операционном усилителе DA_2 – преобразователь напряжение-ток, операционном усилителе DA_3 – преобразователь ток-напряжение. Фотодиоды оптрона работают в режиме короткого замыкания, что обеспечивает высокую линейность их люкс- амперных характеристик. Элементы оптрона VD_3 выполнены по МОС- технологии, что позволило снизить температурную нестабильность коэффициента передачи почти в 40 раз. На элементах VD_1 , VD_2 выполнены гальванически развязанные источники питания операционных усилителей DA_1 , DA_2 . Проведенные экспериментальные исследования устройства рисунка 3 подтверждают высокую эффективность такого решения. Ниже в таблице приведены основные характеристики модуля гальванической развязки.

Таблица 1

Характеристика	Значение
Количество гальванически развязанных каналов	от 1 до 16
Напряжение развязки, кВ	от 1 до 6
К-т нелинейности передаточной характеристики, %	0,02
Приведенный температурный коэффициент передаточной характеристики, не более $\% / ^\circ\text{C}$	0,005
Напряжение питания, В	+12,6; -12,6
Габаритные размеры модуля, мм	100x150

Поскольку устройства на рис.3 не содержит моточных изделий (трансформаторов) и, учитывая, что многие фирмы давно наладили выпуск оптронов со встроенными усилителями сигналов, а так же рекомендации /2/ и проведенные автором теоретические и экспериментальные исследования МОС, нет ни каких препятствий для реализации устройства гальванической развязки в интегральном исполнении.

Список использованных источников:

1. Носов Ю.Р., Сидоров А.С. Оптроны и их применение. -М.: Радио и связь, 1981, 280с., ил.
2. Матюнин С.А. Принципы построения многокомпонентных оптронных систем спектрального взаимодействия. Сборник трудов научно-технической конференции "Датчик-2001" -Крым, Судак. 24-31 мая 2001 год.
3. Леонович, Г.И. Оптоэлектронные цифровые датчики перемещений для жестких условий эксплуатации.// Самара, СГАУ, 1998. -264с.
4. Матюнин С.А. Многокомпонентные оптронные структуры. –Самара. Самарский научный центр РАН. –2001. с.260.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ КА

Маркина О.А., Зеленский А.В.

Системы электропитания космических аппаратов (КА) строятся на основе использования в качестве накопителя энергии аккумуляторных батарей (АБ). Это связано со сложными тактико-техническими задачами, решаемыми КА, и сроком нахождения КА в зоне солнечного освещения и временем заряда АБ. В связи с использованием на КА сложной фотографической, астрофизической и другой техники характер изменения потребляемой мощности таков, что практически за короткое время происходит полный разряд АБ.

Поэтому на КА остро стоит вопрос наращивания мощности системы энергопитания КА за счет увеличения количества аккумуляторных батарей. Так, например, при удельной энергии АБ, равной 13,2 Втч/кг может быть достигнуто использование 60% разряда.

Анализ графика потребления энергии на КА показывает, что имеются режимы как с минимальным потреблением энергии (дежурный), так и с максимальным потреблением (пиковая нагрузка). Очевидно, что уровень этих мощностей, высота и длительность полёта определяется тактическим назначением КА и, в свою очередь, определяют массоэнергетические показатели системы энергопитания.

Определим эффективность системы электропитания КА состоящей из солнечных и аккумуляторных батарей и нагрузки. Выходная мощность солнечных батарей определяется из уравнений:

$$P_{сб} = (P_n + P_{сmp}) \left(1 + \frac{\tau_T}{\eta_{AB} \tau_C} \right), \quad (1)$$

где P_n - мощность внешних потребителей; $P_{сmp}$ - мощность системы терморегулирования; τ_T - продолжительность темного участка орбиты; τ_C - продолжительность светлого участка орбиты; η_{AB} - КПД аккумуляторной батареи.

Анализ работы системы электропитания показывает, что существуют оптимальные условия её работы при определённых высотах и длительности. При неоптимальном сочетании высоты и длительности полета, увеличение мощности солнечных элементов приводит к рез-