



СВЧ-АТТЕНЮАТОРЫ THERMORAD С ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ ЗАТУХАНИЯ ОТ SMITHS INTERCONNECT

В статье описывается технология Thermorad, представленная компанией EMC Technology (входит в состав Smiths Interconnect) в 1994 году. Продукция, созданная на основе этой технологии, обладает полезным для аттенюаторов свойством изменения затухания, благодаря которому удается компенсировать нестабильности коэффициента усиления в схемах, вызванные перепадами температур.

АТТЕНЮАТОРЫ С ПЕРЕМЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЗАТУХАНИЯ

Используя технологию Thermorad и опыт разработки пассивных ВЧ-компонентов EMC Technology, компания Smiths Interconnect разработала ряд изделий с широким диапазоном частот (до 36 ГГц) для ответственных применений (рис. 1). Продукция Thermorad совместима по посадочным местам с размерами обыкновенных аттенюаторов, что обеспечивает гибкость применения и интеграции в конструкцию различных устройств. С изменением температуры меняется также коэффициент усиления широко применяемых арсенид-галлиевых усилителей. Для компенсации этого эффекта в общем случае необходимо дополнительно использовать несколько дорогостоящих активных компонентов, которые занимают место на плате, при этом возникает дополнительная проблема с надежностью и появлением радиочастотных помех. Схема подобной цепи температурной компенсации приведена на рис. 2.

Применение аттенюаторов с изменяемым затуханием позволяет отказаться от дорогостоящих компонентов и значительно упростить схему (рис. 3). Аттенюаторы Thermorad сконструированы с использованием термисторов, устанавливаемых непосредственно в П- или Т-цепи.

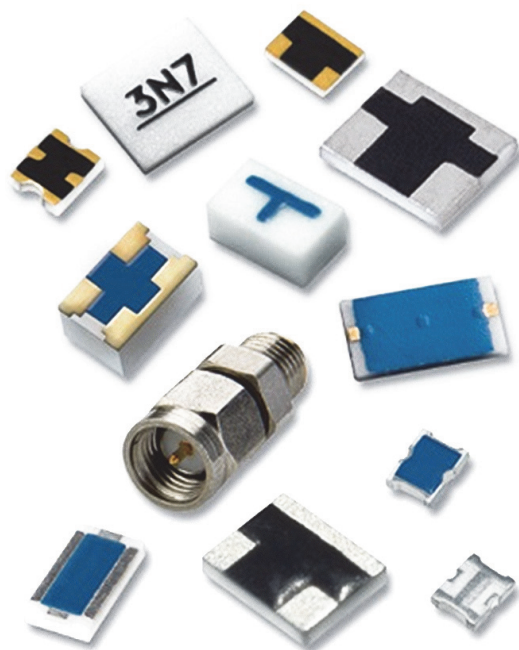


Рис. 1.
Серия
аттенюаторов
Thermorad



Рис. 2.
Схема температурной компенсации

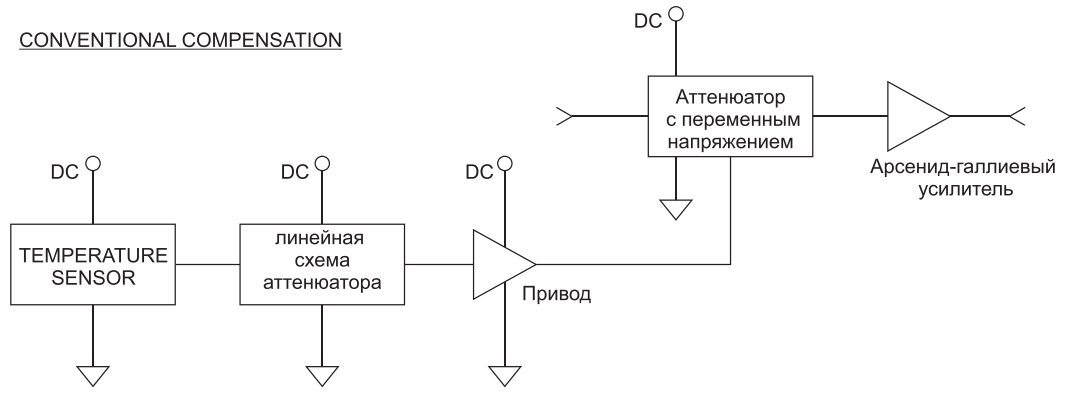
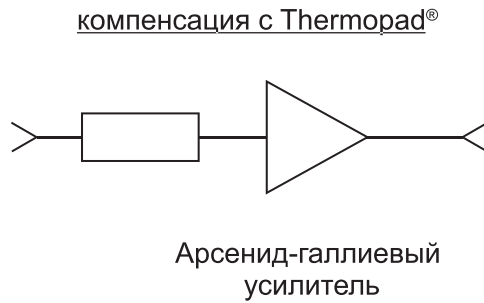


Рис. 3.
Температурная компенсация с помощью аттенюатора



Характеризуются такие аттенюаторы температурным коэффициентом затухания (дБ/дБ/°С) — параметром изменения величины затухания в зависимости от температуры, который является ключевым при выборе оптимального аттенюатора Thermopad для конкретного применения.

$$TCA = \frac{\Delta \text{Attenuation (Hot -Cold)}}{\text{Attenuation at Room} \cdot \Delta \text{Temperature (Hot -Cold)}}$$

где TCA — температурный коэффициент затухания; $\Delta \text{Attenuation (Hot -Cold)}$ — изменение величины затухания от температуры; $\text{Attenuation at Room}$ — затухание при нормальных условиях; $\Delta \text{Temperature (Hot -Cold)}$ — изменение температуры.

Коэффициент TCA может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Наглядно это видно на рис. 4.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ

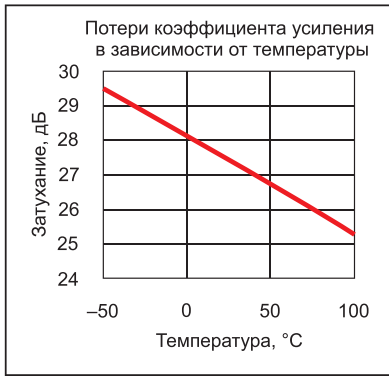
Рассмотрим работу аттенюатора Thermopad в качестве температурной компенсации к 30-дБ арсенид-галлиевому усилителю с температурной зависимостью коэффициента усиления, равной $-0,03 \text{ дБ/}^\circ\text{С}$. Коэффициент усиления изменяется на $-0,001 \text{ дБ/}^\circ\text{С}$ на каждый децибел усиления. Изменение коэффициента усиления составляет примерно -5 дБ при изменении температуры от -50 до $+100 \text{ }^\circ\text{С}$. График зависимости коэффициента усиления от температуры изображен на рис. 5а. К усилителю подключен аттенюатор Thermopad $-3,0 \text{ дБ}$ с $TCA = -0,01 \text{ дБ/дБ/}^\circ\text{С}$. График изменения затухания от температуры представлен на рис. 5б. Видно, что график имеет противоположный наклон кривой. Результирующий коэффициент усиления будет держаться на уровне $24,5 \text{ дБ}$ стабильно во всем рассматриваемом температурном диапазоне (рис. 5в).

В зависимости от параметров усилителя выбор устройства можно осуществить с помощью программы Thermopad Selector Tool (рис. 6), сделав это на сайте производителя

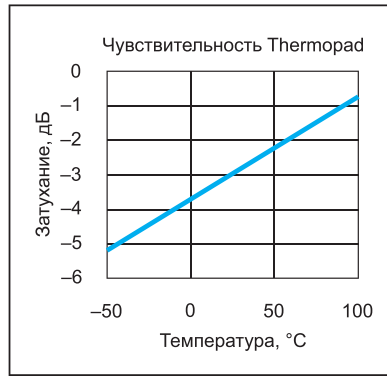


Рис. 4.
Положительный и отрицательный температурный коэффициент затухания

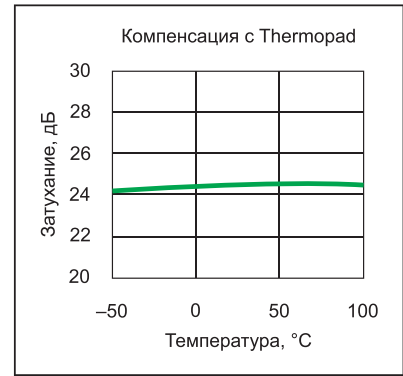
Как это работает	
Положительный сдвиг (xPx)	Отрицательный сдвиг (xNx)
Температура растет ↑	Температура растет ↑
Затухание растет ↑	Затухание падает ↓
Температура падает ↓	Температура падает ↓
Затухание падает ↓	Затухание растет ↑



а)



б)



в)



Рис. 5.

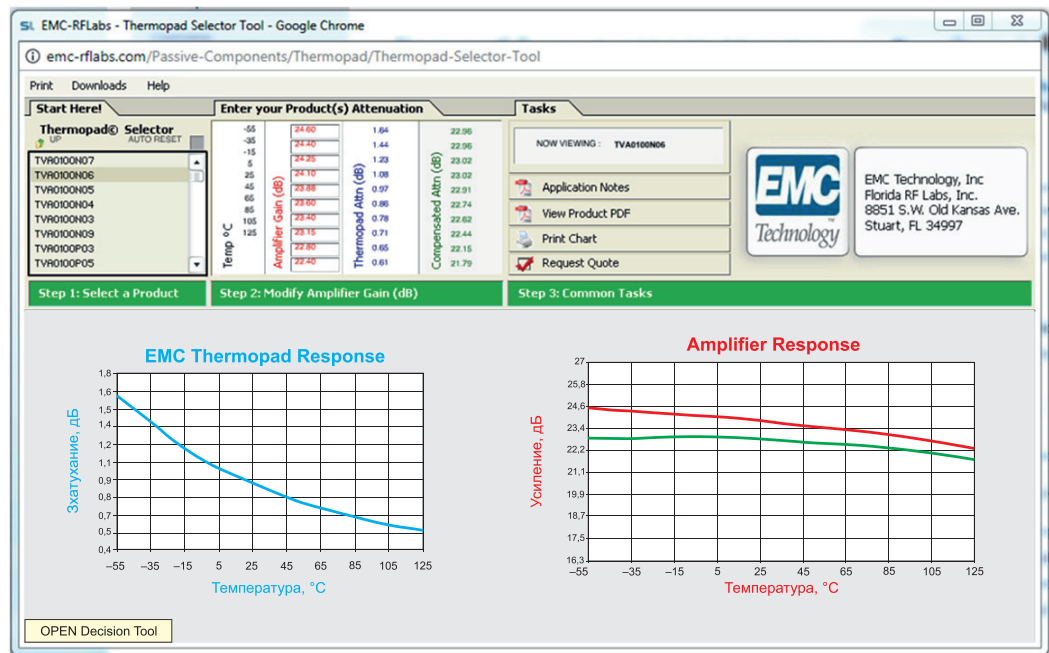
- а) Коэффициент усиления усилителя;
- б) коэффициент затухания аттенюатора;
- в) коэффициент усиления после температурной компенсации

www.emc-rflabs.com. В данной программе можно задать коэффициент усиления усилителя в соответствии с температурой и получить прогнозируемые графики температурной компенсации при выборе различных аттенюаторов. Программа предназначена для подбора аттенюаторов для узкополосных схем. Для расчета производительности широкополосных устройств в зависимости от температуры рекомендуется использовать S-параметры.



Рис. 6.

Thermopad Selector Tool



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Линейка аттенюаторов Thermopad представлена в различных исполнениях. Для поверхностного монтажа максимальная рабочая частота аттенюаторов может достигать 36 ГГц. Подобное решение способно закрыть большинство частотных диапазонов, обеспечивая стабильность усилителя и существенно упрощая схему. Кроме того, аттенюаторы также доступны в высоконадежном исполнении для космоса.

