

УДК 621.375

ДВОЙНОЙ БАЛАНСНЫЙ МАЛОШУМЯЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

ЗАЯЦ П. В., МАЛЕВИЧ И. Ю.

ОАО «КБ Радар» - управляющая компания холдинга «Системы радиолокации»
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: p.zayats@kbradar.by

Аннотация. Представлены результаты проектирования высоколинейного двойного балансного малошумящего усилителя метрового диапазона. Устройство обеспечивает коэффициент усиления 10 дБ с неравномерностью $\pm 0,2$ дБ в диапазоне 150...300 МГц и КСВН не более 1,4 в 50-омном тракте, входную точку компрессии 16 дБм при коэффициенте шума до 1,4 дБ.

Abstract. The results of designing a high-linear double balanced low-noise VHF amplifier. The device provides a gain of 10 dB with bandwidth ripple less ± 0.2 dB in the range of 150 ... 300 MHz and VSWR less than 1.4 in a 50-ohm path, an input compression point of 16 dBm with a noise figure as low as 1.4 dB.

Введение

Увеличение объемов обрабатываемой информации, использование широкополосных сигналов со сложной структурой, ужесточение электромагнитной обстановки дают новый импульс развитию техники малошумящих усилителей (МШУ) диапазона метровых волн (МВ) с повышенной линейностью передаточных характеристик. Одним из направлений, определяющих перспективы создания высоколинейных МШУ является разработка новых типов структур [1-3].

Синтез

В настоящее время задача синтеза мощных МШУ МВ диапазона на структурном уровне решается посредством разработки параллельных структур с монолитными интегральными схемами (МИС) [4]. Такой подход позволяет увеличивать динамический диапазон системы на 3 дБ при каждой балансной итерации. Однако число итераций ограничено допустимым ухудшением коэффициента шума системы, определяемого потерями в цепях деления, и обычно для МШУ не превышает двух. Дальнейшее увеличение линейности возможно за счет структурной модификации активных элементов.

В МВ диапазоне данная проблема может быть решена в базе МИС с использованием однопетлевой трансформаторной отрицательной обратной связи (ООС) (рис.1).

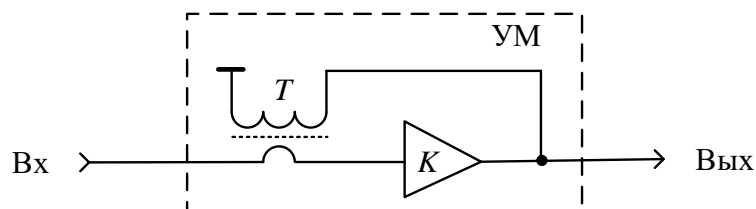


Рис. 1. Усилительный модуль

Такая схема канального усилительного модуля (УМ) обеспечивает масштабирование коэффициента передачи МИС пропорционально передаточному отношению витков трансформатора Т и получение коэффициента шума, сопоставимого с шумами усилительного прибора, при том, что эффективность линейаризации передаточной характеристики системы выше на 5...10 дБ, чем в устройствах с диссипативными ООС [3].

Схема двойного балансного (ДБ) МШУ с УМ на МИС с одноканальной ООС имеет вид, показанный на рис.2.

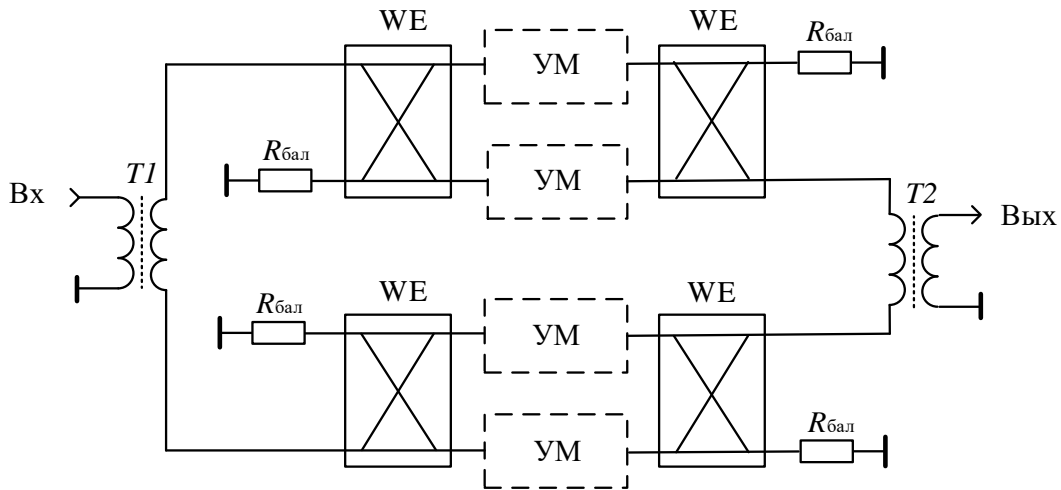


Рис. 2. Структура двойного балансного МШУ

Здесь на дифференциальных трансформаторах T1 и T2 выполнены соответственно входная ступень деления и выходная ступень суммирования сигналов. Вторые ступени распределения/суммирования реализованы на квадратурных мостах WE. Такая схема обеспечивает широкополосное согласование сопротивлений сечений структуры, малые потери (0,3...0,6 дБ) в схемах деления/суммирования и хорошее (не менее 30 дБ) подавление интермодуляционных продуктов четных порядков.

Моделирование

На рис. 3 представлены результаты моделирования функционально-энергетических характеристик двойного балансного МШУ на МИС MGA-62563 для передаточного отношения обмоток трансформатора $m = 2$, выполненные в среде ADS.

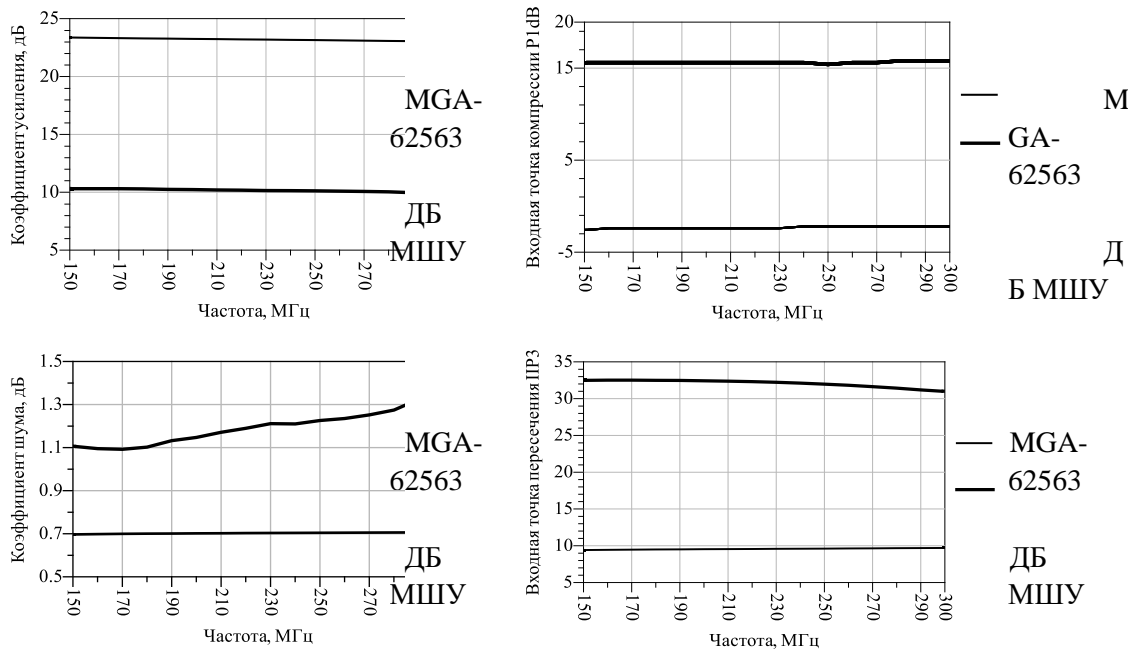


Рис. 3. Результаты моделирования функционально-энергетических характеристик ДБ МШУ

Видно, что разработанный ДБ МШУ в диапазоне 150...300 МГц обеспечивает коэффициент усиления 10 дБ с неравномерностью $\pm 0,2$ дБ с КСВН не более 1,4 в 50-омном тракте, входную точку компрессии 16 дБм при коэффициенте шума до 1,4 дБ. Зависимость от частоты входной точки пересечения 3-го порядка (ПРЗ) разработанного устройства равномерна и составляет не менее 31 дБм.

Односигнальный динамический диапазон разработанного ДБ МШУ для полосы 1 МГц составляет 128,6 дБ, а динамический диапазон по интермодуляции третьего порядка – не менее 95,7 дБ.

Заключение

Таким образом, рассмотрены вопросы разработки высоколинейного двойного балансного малошумящего усилителя МВ диапазона, включающие логико-эвристический синтез и апробацию технического решения устройства в среде ADS. Увеличенный сравнительно с известными конструкциями динамический диапазон, высокая линейность и низкий коэффициент шума позволяют позиционировать его как перспективное устройство для приемных трактов радиоэлектронных систем метрового диапазона, функционирующих в сложной электромагнитной обстановке.

Список использованных источников

1. Богданович, Б. М. Радиоприемные устройства с большим динамическим диапазоном. - М.: Радио и связь, 1984. – 176 с.
2. Богданович Б. М., Бачило Л. С. Проектирование усилительных устройств. - Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 237 с.
3. Малевич И. Ю. Синтез высоколинейных радиочастотных усилительных трактов. Минск, «Бестпринт», 2009. - 202 с.
4. Белоус А. И., Мерданов М. К., Шведов С. В. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. Техническая энциклопедия. Книга 2. -Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2016. -728 с.