



РАЗРАБОТКА PIN-ДИОДНОГО ОГРАНИЧИТЕЛЯ МОЩНОСТИ S-ДИАПАЗОНА.

А. М. Сарибекян, А. М. Юшин

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина)

Цель работы

Целью работы является разработка PIN-диодного ограничителя мощности с заданными параметрами (входная пиковая мощность не более $P_{in} = 48$ dBm, мощность на выходе не более $P_{out} = 14$ dBm и время восстановления не более 1,2 мкс).

Для достижения данной цели было выполнено моделирование ограничителя и выполнен расчет S-параметров.

Актуальность задачи

На сегодняшний день интенсивно развивающиеся области такие, как радиолокация, радионавигация, телекоммуникационные системы, предъявляют повышенные требования к параметрам СВЧ устройств.

В современной электронике важен очень высокий показатель надежности и устойчивости всей системы в целом при воздействии различных внешних факторов. В частности, во входных каскадах приемных устройств СВЧ-диапазона часто применяются маломощные усилители (МШУ), которые весьма чувствительны к воздействию мощного СВЧ-сигнала. Типы транзисторов используемых в МШУ наиболее подвержены электрическому пробую, поэтому для защиты СВЧ приемных устройств применяют ограничители. Ограничители, или защитные устройства (ЗУ), предназначены для снижения СВЧ-мощности, поступившей на вход приемников до безопасного уровня. В данной работе был выбран ограничитель мощности на PIN-диодах в каскаде с диодом Шоттки. Выбор ограничителя был обусловлен тем, что такой ограничитель не требует дополнительной подводки питания и имеет сравнительно небольшие размеры.

Принцип работы

Для анализа многокаскадного полупроводникового ограничителя на PIN-диодах рассмотрим модель ограничителя, показанную на рис.1, которая представляет собой микрополосковую линию, включенную последовательно в линию передачи через PIN-диоды на расстояниях кратных четверти длины волны один от другого. В конце этого PIN-ограничителя установлен смесительный диод подпитки (диод Шоттки). Ограничитель с диодом подпитки работает следующим образом. Когда уровень проходящей через ограничитель мощности достигает достаточно большой величины, диод подпитки открывается. Выпрямленный ток, проходящий через него, замыкается через PIN-диоды и понижает порог открывания. Так как передний фронт пришедшего СВЧ импульса всегда наклонный, то PIN-диоды, начав открываться с помощью диода подпитки при прохождении нижней части фронта, уже достаточно открыты при прохождении его верхней части, т. е. быстрдействие ограничителя увеличивается. Когда PIN-диоды открылись, они отражают большую часть пришедшей мощности, и таким образом защищают последующую часть приемника, а также и диод подпитки.

Методика исследования

Одной из основных задач проектирования ограничителя мощности является то, что выходная мощность не должна превышать 0,025 Вт или 14 dBm, для достижения этой цели нам понадобится два PIN-диода. Входная мощность составляет не более 48 dBm, таким образом на входе ограничителя должен стоять мощный диод такой как MLP7141, после него выходная мощность составляет 27 dBm, это превышает допустимое значение выходной мощности. Для уменьшения излишней мощности ставится еще один диод (MLP7130), последовательно к которому подключается диод Шоттки. Таким образом, двумя PIN-диодами в каскаде с диодом Шоттки была решена задача ограничения мощности.

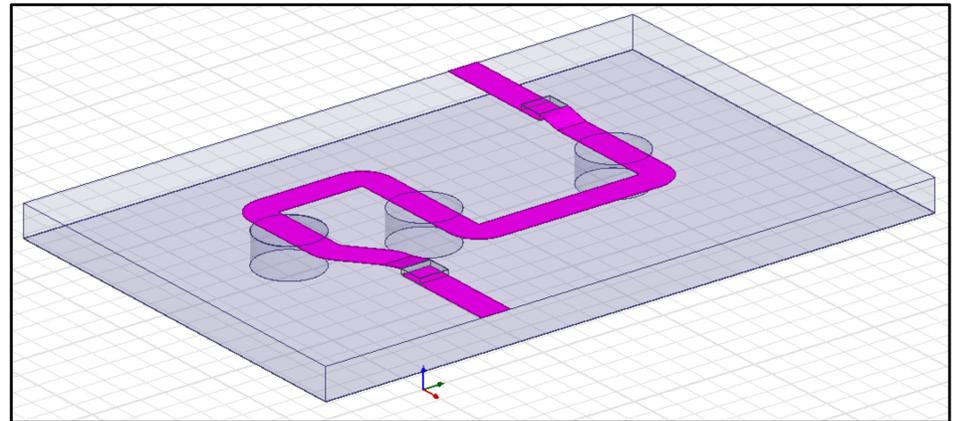


Рис.1. 3D модель ограничителя мощности.

Результаты

В результате моделирования были получены характеристики для двух режимов работы диодов: диоды в закрытом состоянии (при низком уровне мощности) и в открытом состоянии (при высоком уровне мощности).

Ниже представлены S11, S22, S21 параметры.

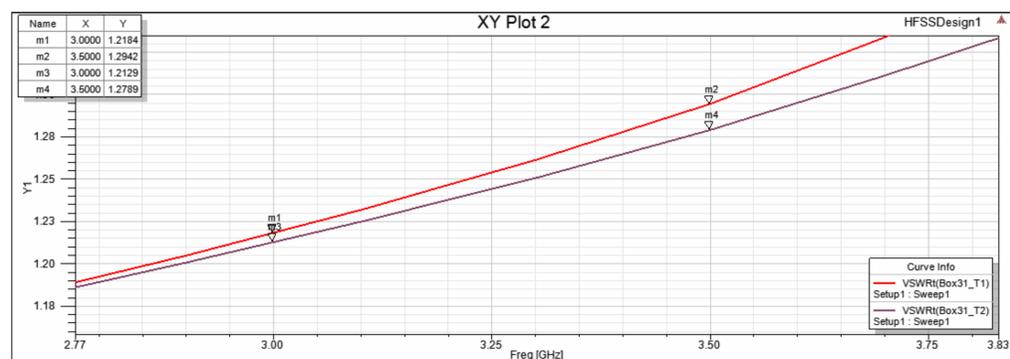


Рис.2. S11, S22 параметры при низком уровне мощности.

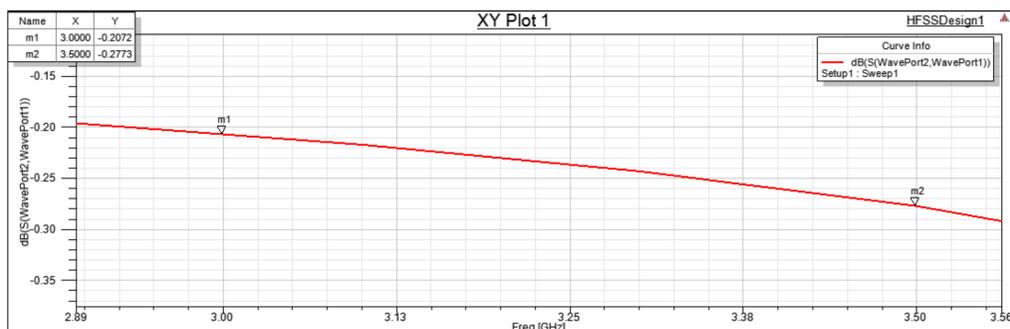


Рис.3. S21 параметр при низком уровне мощности.

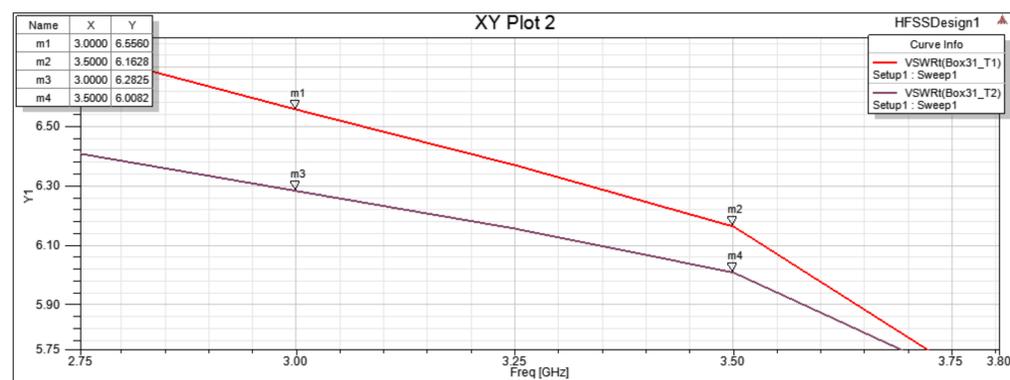


Рис.4. S11, S22 параметры при высоком уровне мощности.

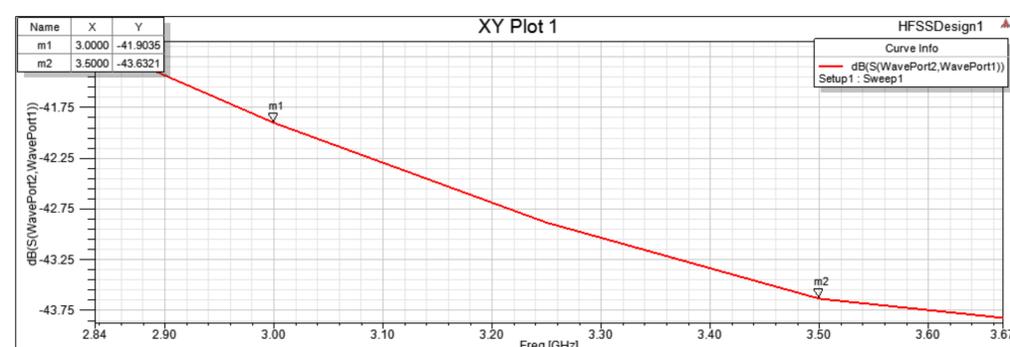


Рис.5. S21 параметр при высоком уровне мощности.