

РАЗРАБОТКА КОМПЕНСИРУЮЩЕЙ НАГРУЗОЧНОЙ ЦЕПИ ДЛЯ УСИЛИТЕЛЯ КЛАССА F НА ЧАСТОТУ 400 МГц

Ефимович А.П.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Крыжановский В.Г.

Донецкий национальный университет, Украина

E-mail: EfimovichA@mail.ru

Аннотация — Разработана компенсирующая выходная нагрузочная цепь (ВНЦ) для усилителя мощности (УМ) класса F с добавлением третьей гармоники напряжения на частоту 400 МГц. Приведены результаты моделирования энергетических характеристик УМ класса F, в котором применена компенсирующая ВНЦ.

1. Введение

УМ класса F остаются в центре внимания разработчиков высокоэффективных УМ, поскольку такие усилители могут быть использованы в высокочастотном (ВЧ) и сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазонах, обеспечивая при этом высокие энергетические характеристики [1]. Для применения таких УМ в современных системах необходимо решить множество задач, требующих учета таких аспектов, как свойства реального транзистора (нелинейностей и паразитных элементов), реальных свойств входной и выходной цепи [2].

В докладе приводится методика построения и расчета ВНЦ (см. рис. 1) для УМ класса F на 400 МГц, которая компенсирует влияние паразитных элементов транзистора Q_1 (выходной емкости сток-исток — C_{DS} и индуктивности стока — L_D) и обеспечивает импедансы на кристалле Q_1 [3], необходимые для эффективной работы УМ класса F.

2. Основная часть

В моделировании рассматриваемого УМ класса F использована модель Матерки-Каспрчака для арсенид-галлиевого (GaAs) полевого транзистора с барьером Шоттки CLY15, у которого $C_{DS}=8,5$ пФ, $L_D=0,7$ нГн. Элементы C_{DS} и L_D на первой f_1 (0,4 ГГц), второй f_2 (0,8 ГГц) и третьей f_3 (1,2 ГГц) гармониках дают существенный вклад в импедансы, создаваемые ВНЦ, что не позволяет создать импедансы [3], необходимые для УМ класса F. В связи с этим предложена компенсирующая ВНЦ (см. рис. 1), в которой C_{DS} и L_D учитываются как элементы, составляющие ВНЦ. Это позволило включить C_{DS} и L_D в расчеты ВНЦ.

Для ВНЦ получены аналитические соотношения, из которых составлена система алгебраических уравнений. Численное решение системы уравнений обеспечило нахождение параметров ВНЦ, позволяющих получить значения импедансов [3], необходимых для эффективной работы УМ класса F. В расчетах отрезки микрополосковых линий (TL1...TL7) (см. рис. 1) на f_1 , f_2 , f_3 можно считать индуктивностями. Отрезки при TL8 и TL9 на f_2 и f_3 являются четвертьволновым ($\lambda/4$) и полуволновым ($\lambda/2$) отрезками. Емкости ($C_1...C_6$) — сосредоточенные; L_1 — дроссель; L_2 — индуктивность контура, настроенного на f_1 ; R — активное нагрузочное сопротивление на f_1 ; V_{DD} — постоянная составляющая напряжения источника питания.

Моделирование методом гармонического баланса УМ класса F с учетом потерь во всех проводниках и диэлектрике микрополосковых линий, позволило получить следующие энергетические характеристики УМ: выходной уровень мощности $P_{out}=30,6$ дБм; сток-коэффициент полезного действия (КПД) $\eta_D=77,6\%$; коэффициент усиления по мощности

$K_P=11,4$. Размеры компенсирующей ВНЦ (при изготовлении ее на фольгированном стеклотекстолите СФ-2-35Г-1,5 мм) составляют (85×58) мм. Формы напряжения сток-исток V_{DS} и тока стока I_D (при $V_{DD}=5,5$ В) показаны на рис. 2.

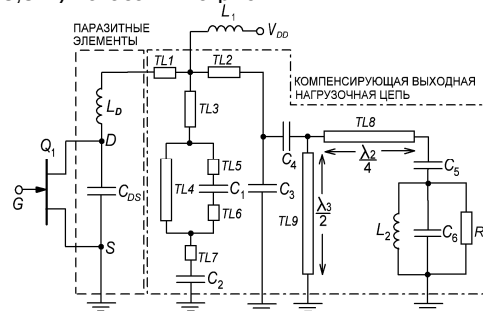


Рис. 1

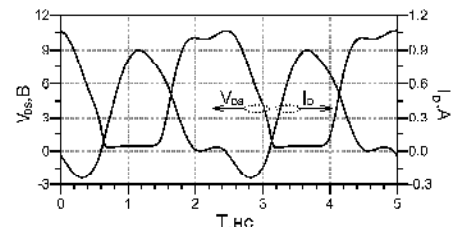


Рис. 2

3. Заключение

Разработанная ВНЦ для УМ класса F с добавлением третьей гармоники напряжения на частоту 400 МГц позволяет скомпенсировать влияние C_{DS} и L_D . Предложенная ВНЦ позволила получить при моделировании УМ класса F с $\eta_D=77,6\%$.

4. Список литературы

- [1] Крыжановский В.Г. Транзисторные усилители с высоким КПД. / В.Г. Крыжановский. — Донецк: Алескс, 2004. — 448 с.
- [2] Крыжановский В.Г. Влияние потерь в резонансных контурах на работу усилителя класса F / В.Г. Крыжановский, А.П. Ефимович // Радиотехника. Межвед. науч.-техн. сб. Харьков, 2012. — Вып. 170. — С. 59 — 65.
- [3] Colantonio P. HF Class F Design Guidelines / P. Colantonio, F. Giannini, E. Limiti // XV Int. Conf. Microwaves. «Radar and Wireless Communications» — Warszawa: MIKON, 2004. — Vol.1. — P. 27 — 38.

THE DESIGN OF A COMPENSATE LOAD CIRCUIT FOR THE CLASS F AMPLIFIER AT A FREQUENCY 400 MHz

Efymovych A.P.

Scientific adviser: Krizhanovski V.G.
Donetsk National University, Ukraine

Abstract — A compensated output load circuit (OLC), designed for the class F power amplifier (PA), with the addition of the third harmonic of the voltage at the frequency 400 MHz is designed. The results of energy characteristics modeling of the PA with the compensating OLC are presented.