

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ ИМПУЛЬСНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЕНЕРАТОРА КЛАССА E

Крыжановский В.В.

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

Донецкий национальный университет, Украина

E-mail: @dangervoves@gmail.com

Аннотация — Функция импульсной чувствительности генератора класса E получена численным моделированием во временной области. Приводится обсуждение результатов.

1. Введение

Несмотря на то, что характеризующиеся высоким КПД высокочастотные генераторы класса E не претендуют на роль маломощных устройств, их шумовые характеристики представляют интерес и в настоящее время недостаточно изучены.

В работе [1] проведено экспериментальное исследование таких характеристик. В указанной работе как этап исследования характеристик фазового шума генераторов класса E в рамках линейной время-зависимой теории шума [2] проведено численное моделирование зависимости возмущения фазы генератора от момента прикладывания импульса шумового тока, названной в [2] функцией импульсной чувствительности.

2. Основная часть

Согласно [2], каждому элементарному источнику шума в генераторе можно сопоставить безразмерную функцию импульсной чувствительности $\Gamma(\omega_0\tau)$, которая описывает возмущение фазы генератора в ответ на приложение в момент времени τ шумового δ -импульса, и определяется из выражения

$$h(t, \tau) = \frac{\Gamma(\omega_0\tau)}{q_{\max}} u(t - \tau), \quad (1)$$

где $h(t, \tau)$ — импульсный отклик фазы; $u(t)$ — функция единичного скачка; q_{\max} — максимальная вариация заряда на эквивалентной емкости в точке прикладывания импульса.

Доминирующий и нетривиальный вклад в фазовый шум генератора вносит шум его активного устройства. Поэтому в работе промоделирована функция импульсной чувствительности к шуму транзистора. Стандартная схема генератора класса E [1] реализована и промоделирована во временной области с помощью среды *PSpice* с использованием модели полевого транзистора *IRF510*, при этом источник шумового импульса подключался между стоком и истоком транзистора.

Моделирование заключалось в непосредственном наблюдении во временной области сдвига фазы выходного напряжения генератора в результате приложения короткого импульса тока в различные моменты периода колебания. Сдвиг фазы вычислялся из смещения момента пересечения выходным сигналом значения ноль по сравнению со случаем невозмущенного генератора. Дельта-функция шумового тока моделировалась как импульс, длительность которого много меньше характерных времен *RC* и *LC* цепей видимых из точки приложения импульса (сток транзистора).

В [2] постулируется, что импульсный отклик фазы на шумовой δ -импульс пропорционален функции единичного скачка (1). В ходе работы в импульсном отклике генератора класса E обнаружен временной

промежуток релаксации, в течении которого мгновенное значение возмущения фазы изменяется со временем.

Результаты моделирования показаны на рис. 1. Видно, что результаты согласуются с общей теорией [2], которая предсказывает, что функция импульсной чувствительности пропорциональна производной по времени от напряжения в точке схемы, к которой прикладывается шумовой импульс. Также видно, что для генератора класса E функция импульсной чувствительности к шуму транзистора максимальна в те моменты периода, когда шум транзистора минимален (транзистор в режиме отсечки). Это приводит к уменьшению так называемой эффективной функции импульсной чувствительности, которая принимает во внимание циклоstationарность элементарных источников шума в генераторе.

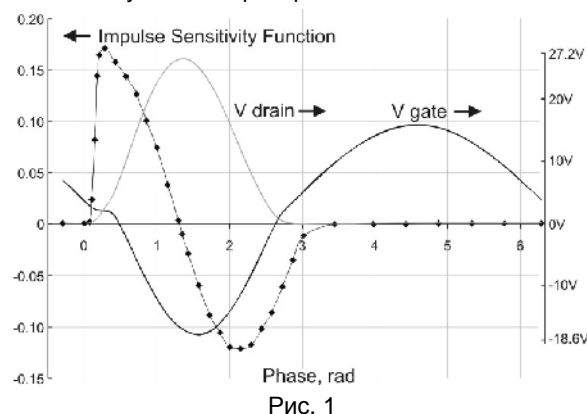


Рис. 1

3. Заключение

В результате численного моделирования функции импульсной чувствительности генератора класса E получены согласующиеся с общей теорией результаты; даны рекомендации для подобных численных экспериментов. Обнаружено, что принцип работы генератора класса E способствует уменьшению эффективной функции импульсной чувствительности.

4. Список литературы

- [1] Крыжановский В.В. Экспериментальное исследование фазового шума ВЧ автогенератора класса E / В.В. Крыжановский, Д.В. Чернов // Вісник ДонНУ, Сер. А: Природничі науки, 2010. — Вип. 2. — С. 123 — 126.
- [2] Hajimiri A. A General Theory of Phase Noise in Electrical Oscillators / A. Hajimiri, T.H. Lee // IEEE Journal of Solid-State Circuits. — 1998. — Vol. SSC 33, № 2. — P. 179 — 194.

SIMULATION OF THE IMPULSE SENSITIVITY FUNCTION OF A CLASS E OSCILLATOR

Krizhanovskii V.V.

Scientific adviser: Danilov V.V.

Donetsk National University, Ukraine

Abstract — The impulse sensitivity function for class-E oscillator was obtained by means of a time-domain simulation. Results are discussed.