

Из всех существующих схмотехнических вариантов построения выходных каскадов УЗЧ оптимальным является усилитель последовательного тока – симметричный составной эмиттерный повторитель.

Предложен и исследован метод улучшения параметров такого усилителя за счёт незначительного схмотехнического усложнения, в результате чего коэффициент гармоник выходного сигнала снижается более чем в 10 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выходец А.В. Справочник по радиовещанию / Выходец А.В. – К.: «Техника», 1981. – 263с.
2. Король В. УМЗЧ с компенсацией нелинейности амплитудной характеристики / Король В. – М.: «Радио», 1989. – №12 – 53с.

УДК 621.396.67

РЯЗАНЦЕВ О.В., к.ф.-м. н., доцент
ЧЕЧА А.В., магистр
ГНАТЮК М.А., аспирант

Днепродзержинский государственный технический университет

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИБРАТОРНЫХ АНТЕНН УКВ-ДИАПАЗОНА

Введение. Надежная эфирная связь в УКВ диапазоне предполагает выполнение условия прямой видимости, что имеет место далеко не всегда. В этом случае обычно прибегают либо к использованию сравнительно сложных антенных решеток, либо используют активные антенны с широкополосным усилителем, размещенным прямо на антенных клеммах. Первый вариант довольно трудоемок в реализации и требует кропотливой настройки. Для второго варианта обычно используют антенны простой конструкции с малым коэффициентом направленного действия (КНД) и соответственно малой действующей длиной. При этом малый уровень выходного сигнала компенсируется усилителем, но существенно ухудшается отношение сигнал-шум (ОСШ). Очевидно, есть смысл отыскать такой компромиссный вариант, при котором конструкция антенны является простой, а если требуется дополнительное усиление, то широкополосный усилитель должен содержать минимальное количество активных элементов.

Постановка задачи. В данной работе в качестве антенны был использован классический симметричный вибратор, который прост в изготовлении, но дополнительно приняты во внимание следующие обстоятельства. Обычно в подобных случаях применяют полуволновой вибратор ($\lambda/2$ -вибратор), у которого входное сопротивление мало ($\approx 73\text{Ом}$) и позволяет легко согласовать такой вибратор с 75-омным коаксиальным кабелем. В $\lambda/2$ -вибраторе на основной рабочей частоте имеет место резонанс напряжений, в точках питания – пучность тока и узел напряжения. В УКВ диапазоне (средняя частота $f_0 \approx 100\text{МГц}$, $\lambda \approx 3\text{м}$) размеры такого вибратора невелики, но он характеризуется малым значением КНД и, соответственно, действующей длины $l_{\text{д}}$. С другой стороны, если рассматривать эфирную линию связи как длинную линию, то ее можно характеризовать волновым сопротивлением:

$$Z_{\text{в}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi \hat{\eta} \quad ,$$

где μ_0 и ϵ_0 – магнитная и электрическая постоянные. Как известно, если сопротивление нагрузки является активным и численно равным волновому сопротивлению линии, то отображение волны от нагрузки отсутствует, и вся энергия падающей волны рассеивается на этой нагрузке. Учитывая сказанное, можно предположить, что, если входное сопротивление антенны составит величину около 380 Ом, то она будет согласована с эфирной линией связи и при этом реактивные поля вблизи антенны, представляющие собой суперпозицию падающей и отраженной волны, по крайней мере можно будет свести к минимуму. Т. е. практически вся энергия падающей волны будет расходоваться на раскачку антенного резонатора и сток в фидер, согласованный с антенной. Эффективность такой антенны может быть существенно выше, чем, например, у λ -вибратора. Анализ показал, что в качестве такой антенны можно использовать λ -вибратор, у которого входное сопротивление в области резонанса содержит практически только активную компоненту, и в зависимости от ширины полотна или диаметра трубки (добротность антенного резонатора) это сопротивление может принимать значение от сотен Ом до нескольких кОм, т. е. при соответствующем выборе этих параметров λ -вибратор можно согласовать с эфирной линией связи. К тому же, в таком вибраторе на рабочей частоте имеет место резонанс токов, так что в точках питания имеет место узел тока и пучность напряжения. Разумеется, такой вибратор необходимо согласовать с 75-омным коаксиальным кабелем.

Результаты работы. Для выбора необходимых параметров симметричного λ -вибратора были использованы две математические модели, в основе которых лежит решение интегрального уравнения электрического поля методом моментов, предполагающего разбиение поверхности используемой антенны на конечное число элементов (например, треугольников). В результате определяется распределение плотности поверхностного тока. Точность решения зависит, в основном, от количества элементов дискретизации и правильности выбора базисных функций. Модель тонкого провода учитывает только продольные составляющие токов и хорошо подходит для проволочных антенн с толщиной вибратора много меньше длины волны [1]. В модели тонкой пластины [2] полотно антенны представлено бесконечно тонкой пластиной эквивалентной ширины, что позволяет моделировать антенны произвольной формы. На рис.1 показано распределение токов на поверхности λ -вибратора, полученное в модели тонкой пластины.

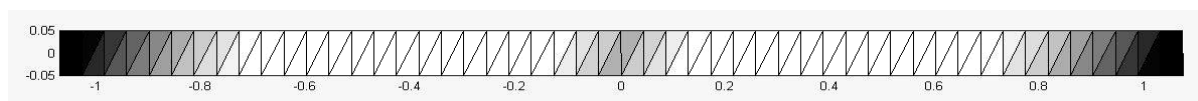


Рисунок 1 – Распределение поверхностного тока на поверхности антенны

Как видно, в области точек питания имеет место неидеальный узел тока, что обусловлено выбором сравнительно широкого полотна ($d = 0,1\lambda$). Такой выбор обусловлен необходимостью получения входного сопротивления вибратора, близкого к волновому сопротивлению эфира. Длина вибратора при этом составляет 2,15м, т. е. имеет место большой коэффициент укорочения. На рис.2 а), б) показаны частотные характеристики входного импеданса λ -вибратора в диапазоне 80-120МГц.

Как видно из рис.2 а), б), входной импеданс λ -вибратора на частоте 100МГц равен $Z = 551,3 - j67,54$, что можно считать вполне приемлемым. На рис.3 показана диаграмма направленности (ДН) λ -вибратора.

Как видно, усиление вибратора составляет 2,79дБ, а ширина ДН по уровню 3дБ равна 65° .

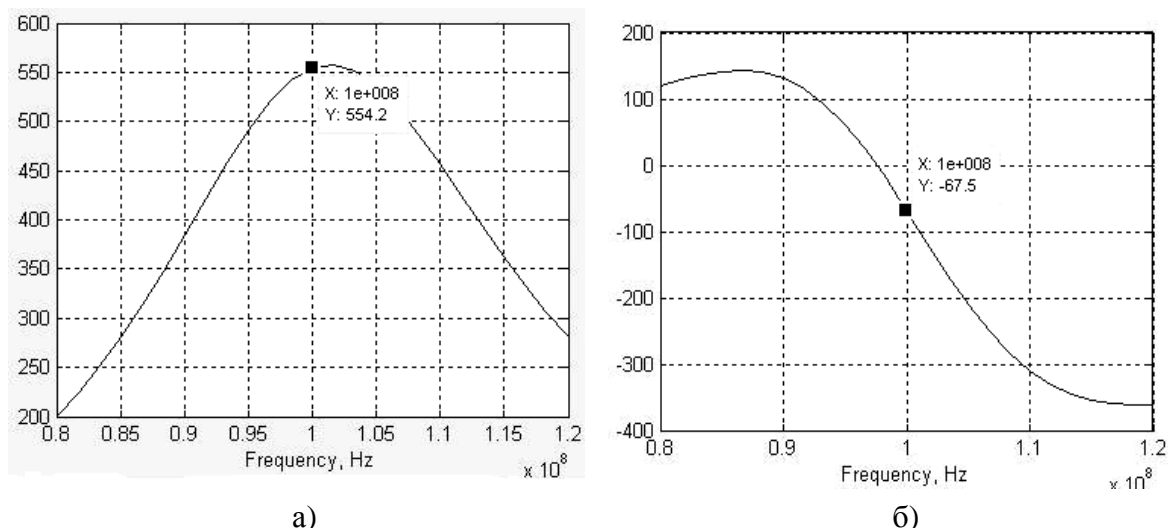


Рисунок 2 – Частотная характеристика активного (а) и реактивного (б) сопротивления волнового вибратора

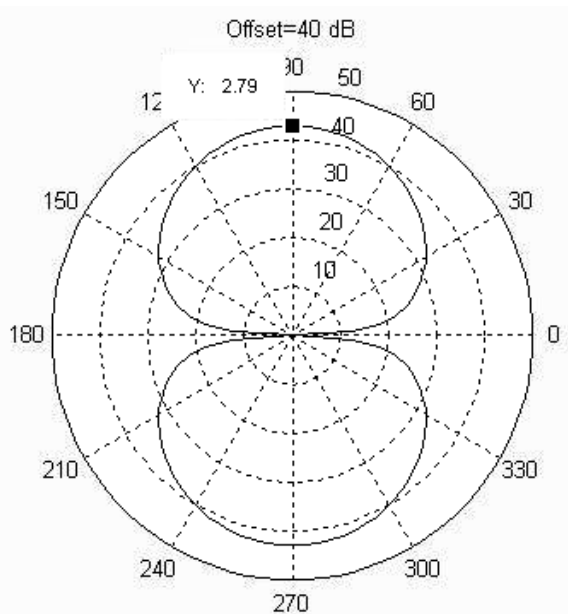


Рисунок 3 – Диаграмма направленности и усиление λ -вибратора

Для модели тонкого провода получены сходные результаты при диаметре 0,03м и длине 2,15м, показанные на рис.4, 5.

На частоте 100МГц входное сопротивление λ -вибратора равно $Z = 513,8 - j26$, усиление антенны 2,8дБ, а ширина ДН по уровню 3Дб равна 65° .

По результатам моделирования были изготовлены $\lambda/2$ - и λ -вибраторы на центральную частоту 100МГц. Источником сигнала служил генератор ГЧ-116 с четверть-волновым штырем. Принимаемый вибраторами сигнал наблюдался на осциллографе С1-75 с 50-омным входом. Согласование с фидером производилось с помощью симметрирующе-согласующих широкополосных трансформаторов на двухдырочном и тороидальном ВЧ-феррите. Эксперименты показали, что симметричный λ -вибратор минимум в 4 раза эффективнее $\lambda/2$ -вибратора, что хорошо согласуется с расчетными значениями их действующей длины, которую можно определить по формуле:

$$I_g = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\hat{E} \hat{I} \hat{A}} \cdot R / 120 .$$

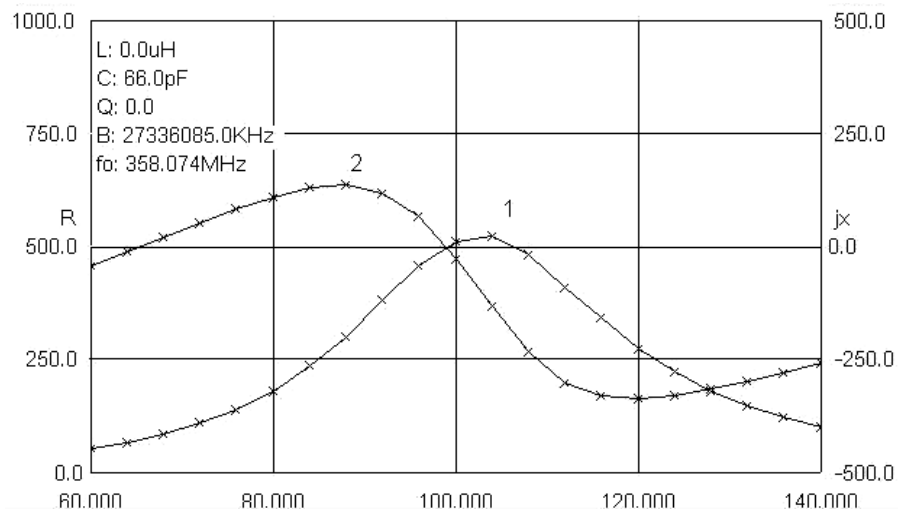


Рисунок 4 - Частотная характеристика входного импеданса λ -вибратора для модели тонкого провода

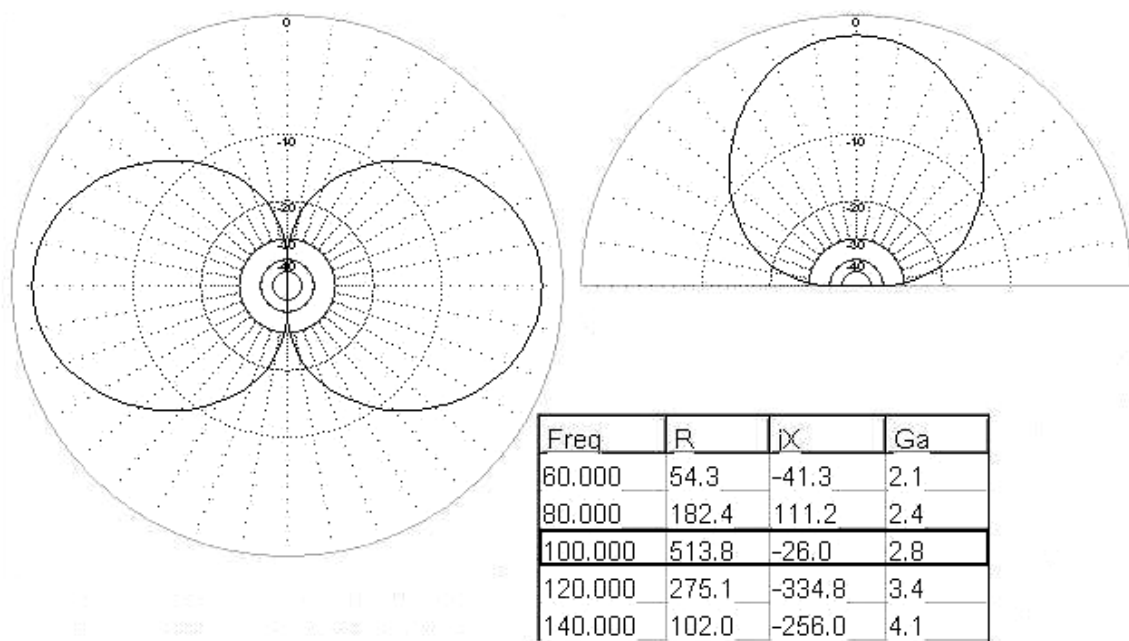


Рисунок 5 – Диаграмма направленности и усиление λ -вибратора на частоте 100МГц для модели тонкого провода

По теореме взаимности такие же результаты можно ожидать при использовании λ -вибратора на передачу. При этом его геометрическая длина с учетом укорочения оказывается всего в 1,4 раза больше длины $\lambda/2$ -вибратора.

Выводы. Использование λ -вибратора позволяет повысить уровень сигнала на выходе приемника в 4 раза по сравнению с $\lambda/2$ -вибратором. Согласование и симмет-

рирование такого вибратора с фидером легко выполняется с помощью соответствующего широкополосного трансформатора на ВЧ-феррите.

ЛИТЕРАТУРА

1. Harrington R.F. Field Computation by Moment Method. Macmillan / Harrington R.F. – New York, 1968. – 352p.
2. Makarov S. Antenna and EM modeling with MATLAB / Makarov S. – Wiley-Interscience, 2002. – 274p.
3. Gibson Walton C. The method of moments in electromagnetic / Walton C. Gibson. – Chapman & Hall/CRC, 2008. – 272p.

УДК 621.314.26

СЪЯНОВ А.М., д.т.н., профессор
КУЛИК М.В., ассистент
БОРОДАЙ О.Я., студентка

Днепродзержинский государственный технический университет

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕР-АВТОНОМНЫЙ ИНВЕРТОР НАПРЯЖЕНИЯ

Введение. Системы генерирования, преобразования и распределения энергии фиксированной частоты получили широкое распространение благодаря своей универсальности. Однако в настоящее время многие технологические процессы могут быть оптимальными, если они будут работать на регулируемой нестандартной частоте. Для получения нестандартной частоты широко используются как электромашинные, так и полупроводниковые преобразователи электрической энергии (напряжения, частоты).

Одной из задач при создании полупроводниковых преобразователей электрической энергии является разработка автономных инверторов напряжения (АИН). Автономный инвертор напряжения представляет собой устройство, осуществляющее независимое от питающей сети формирование выходного напряжения переменного тока с заданным качеством электрической энергии, независимым регулированием выходной частоты и напряжения. Он строится на основе полноуправляемых силовых ключей-транзисторов (MOSFET или IGBT). Задача инвертора – получение из постоянного напряжения регулируемого по частоте и действующему значению трехфазного напряжения.

Создание системы управления АИН в большей степени зависит от алгоритмов и программ управления, отладка и настройка которых осуществляется на имитационных моделях. Одной из программ для виртуального моделирования является Proteus, которая позволяет выполнять моделирование микроконтроллеров и осуществлять отладку алгоритмов и программ. Виртуальные модели позволяют моделировать процесс любой сложности с достаточно большой точностью и минимальными финансовыми затратами. Система виртуального моделирования Proteus позволяет синтезировать схему будущего электронного устройства и промоделировать его работу, определить ошибки, доработать устройство, добавить новые элементы и т.д. Благодаря имитационным моделям, появляется возможность сопоставить форму и характер сигналов на выводах микроконтроллера с процессом выполнения программы и изменениями состояния внутренних регистров.