

УДК 621.37

О.М.Урлапова (5 курс, каф. РТТК), В.А.Сороцкий, к.т.н., доц.

## КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕРХМОЩНЫХ РПДУ СНЧ ДИАПАЗОНА

Один из наиболее перспективных методов предсказания землетрясений и исследования земной коры в геофизике заключается в зондировании земной коры с помощью электромагнитных волн с частотой от десятых долей герца до нескольких сотен герц. Учитывая, что в данном диапазоне размеры антенны  $L \ll \lambda$ , где  $\lambda$  -длина волны, для формирования указанных колебаний необходимо радиопередающее устройство с выходной мощностью до сотен киловатт-единиц мегаватт.

Высокая энергетическая эффективность устройства формирования электромагнитных колебаний (ЭМК) большого уровня мощности может быть достигнута лишь при условии реализации ключевого режима, позволяющего получить на практике электронный КПД не ниже 85-90 %. Известно, что колебания на выходе ключевых генераторов (КГ) содержат очень широкий спектр гармоник, что обычно является крайне нежелательным, исходя из требований электромагнитной совместимости [1,2]. Применение LC-фильтров для подавления гармоник выходного напряжения КГ в сверхнизкочастотном (СНЧ) диапазоне затруднительно, ввиду их чрезмерно больших массогабаритных характеристик. Одним из наиболее эффективных способов решения данной проблемы является формирование напряжения ступенчатой формы на выходе КГ, что позволяет улучшать спектральный состав выходного напряжения с ростом числа ступеней. Однако формирование каждой ступени напряжения требует включения в состав передатчика дополнительных модулей, включающих дорогостоящие активные и реактивные элементы, реализация которых при работе в СНЧ диапазоне ведет к увеличению объемов и сложности передатчика.

Таким образом, целью данной работы является оценка эффективности реализации многоступенчатого напряжения различных форм по критерию максимума КПД по первой гармонике и минимума коэффициента гармоник выходного напряжения с учетом пульсации напряжения источника питания.

Для реализации поставленной цели в ходе работы были решены следующие задачи:

- проведены анализ и сравнительная оценка различных форм ступенчатого напряжения по числу устраняемых в спектре гармоник;
- определена зависимость КПД по первой гармонике как функция количества ступеней выходного напряжения КГ;
- рассчитаны значения коэффициента гармоник  $K_r$  выходного напряжения с учетом пульсации фильтра источника питания при разном количестве ступеней.

Анализ проводился для ступенчатого напряжения с равными амплитудами ступеней. Это обусловлено более простой реализацией такого напряжения в сверхмощных передатчиках [2]. Угловые координаты ступеней аппроксимирующего напряжения были выбраны по закону, обеспечивающему исключение максимального количества гармонических составляющих, близлежащих к первой гармонике. В соответствии с данным законом, при количестве ступеней  $N < 5$  число исключенных нечетных гармоник равно числу ступеней аппроксимирующего напряжения [1,2].

На основании полученных зависимостей, наиболее высоким КПД по первой гармонике обладают КГ с двух-, трех- и четырехступенчатой формой выходного напряжения. При этом формирование напряжения с большим числом ступеней, хотя и увеличивает число

исключенных из спектра гармоник, но в то же время ведет к проигрышу в КПД по первой гармонике, снижая энергетическую эффективность передатчика.

При определении рационального количества ступеней необходимо также учесть влияние, оказываемое на коэффициент гармоник пульсацией напряжения на выходе фильтра источника питания. Как показал расчет, пульсация напряжения в цепи питания КГ, которая может в рассматриваемых радиопередающих устройствах достигать заметной величины, приводит как к появлению дополнительных, так и к увеличению существующих в спектре выходного напряжения гармоник. Учет пульсации напряжения на выходе фильтра источника питания (ИП) приводит к существенному замедлению скорости убывания  $K_r$  при количестве ступеней  $N > 3$ . Данный эффект значительно снижает эффективность применения многоступенчатого напряжения с целью улучшения спектрального состава. Это ставит под сомнение целесообразность реализации многоступенчатого напряжения с  $N > 4$  с целью улучшения  $K_r$  выходного напряжения ключевого генератора и доказывает достаточность трех- четырех ступеней для оптимизации характеристик КГ по указанным критериям.

В докладе приведены результаты расчетов и зависимости указанных выше характеристик.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. В.Е.Тонкаль. Синтез автономных инверторов модуляционного типа. Киев: Наукова Думка, 1979.
2. В.Ф.Дмитриков, В.Е.Тонкаль, М.Я.Островский. Теория ключевых формирователей гармонических колебаний. Киев.: Наукова Думка, 1993.