

К.К. Храмов

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: hramovkk.lan@mit.ru*

Автоматическая калибровка квадратурного модулятора

При формировании радиосигналов в современных системах связи, телевидения и радиолокации широкое распространение получили квадратурные формирователи сигналов. Их основой являются аналоговые или цифровые квадратурные модуляторы [1, 2]. Входными сигналами квадратурного модулятора являются высокочастотное опорное колебание LO и квадратурные I и Q модулирующие видеосигналы. Устройство формирования, построенное с использованием квадратурного модулятора, обеспечивает гибкое управление параметрами модуляции, имеет лучшие массогабаритные показатели и позволяет реализовать цифровое формирование модулирующих сигналов и их коррекцию.

Как и большинство аналоговых устройств балансного типа, квадратурный модулятор имеет особенности, связанные с нестабильностью параметров квадратурных составляющих сигнала – дисбаланс. Отметим факторы, влияющие на дисбаланс квадратурных составляющих на выходе формирователя: дисбаланс коэффициента усиления и фазы в цифроаналоговом преобразователе, дисбаланс коэффициента усиления и фазы в квадратурном модуляторе для несущего колебания и модулирующего сигнала, дисбаланс коэффициента усиления и фазы, вносимого восстанавливающим фильтром [1]. Влияние большинства факторов можно уменьшить за счет внесения предварительных искажений сигнала в цифровом виде при формировании квадратурных составляющих I и Q , что позволяет улучшить характеристики сигнала. При этом основной задачей является поиск оптимальных алгоритмов компенсации дисбаланса квадратурных составляющих на основе экспериментальных данных.

Идеальный квадратурный модулятор обеспечивает максимальное подавление несущей частоты, поданной на его вход, при нулевом уровне дифференциального напряжения на модулирующих входах. В реальном устройстве точка максимального подавления, которую желательно выбрать в качестве рабочей, смещена относительно идеального центра. Это приводит к недостаточному подавлению несущей частоты на выходе квадратурного модулятора (минус (35...42) дБ) и смещению фазы при формировании сигнала. Поэтому при использовании аналогового квадратурного модулятора для модуляции и/или преобразования частоты сигнала возникает проблема компенсации рассогласования (дисбаланса) амплитуды и фазы квадратурных составляющих [1, 3]. В основе существующих методов поиска необходимых коэффициентов лежат итерационные алгоритмы, а сам поиск корректирующих коэффициентов осуществляется методом последовательного перебора. Недостатком такого метода является необходимость проводить множество измерений (порядка 30...40), что увеличивает время нахождения оптимальных параметров.

Автором предлагается алгоритм калибровки квадратурного модулятора, основанный на четырех измерениях уровня несущего колебания в заданных точках и нахождении оптимальных параметров путем математического анализа. В докладе рассматриваются принцип алгоритма калибровки, математический аппарат, лежащий в его основе, а также варианты его реализации.

Литература

1. Абраменко А.Ю., Гошин Г.Г. Метод коррекции дисбаланса квадратурных составляющих в передающем устройстве // Доклады ТУСУРа. – 2014. – № 3 (29). – С. 5-9.
2. Храмов К.К. Исследование тракта модулирующих сигналов квадратурного формирователя // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. VII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. Муром, 6 февр. 2015 г. – Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ, 2015. – 551 с.: ил. – [Электронный ресурс]: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Секция 2. Анализ сигналов и систем

3. R.Geetha, J.Jesintha Mary “In-Phase and Quadrature Imbalance Compensation by Using Direct Conversion Transmitters,” *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 4, no. 6, pp.538-544, May 2015.