

## УМЕНЬШЕНИЕ ФАЗОВЫХ ШУМОВ ГЕНЕРАТОРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВИБРАЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Ляшук Ю.А., Соколовский Д.В.

Корневский С.А – к.т.н., доцент

Проведен анализ спектральной плотности фазовых шумов кварцевых генераторов при воздействии вибраций. Разработана, изготовлена и исследована схема электронной компенсации фазовых шумов кварцевых генераторов, позволяющая уменьшить спектральную плотность фазовых шумов кварцевого генератора на 15 – 20 дБ.

Одним из важнейших параметров кварцевого генератора является вибрационная чувствительность, характеризующая уровень увеличения фазовых шумов кварцевого генератора при воздействии вибраций [1, 2]. Анализ справочных данных показывает, что при воздействии на кварцевый генератор вибрационного шумового сигнала, имеющего уровень спектральной плотности 0,04 G<sup>2</sup>/Гц, приводит к увеличению спектральной плотности шума кварцевого генератора на 20 – 40 дБ. Применение виброгасителей позволяет уменьшить спектральную плотность фазовых шумов генератора на 15 – 20 дБ, однако в диапазоне низких частот 10 – 200 Гц эффективность виброгасителей значительно уменьшается. Поэтому в работе рассмотрена электронная схема компенсации фазовых шумов кварцевого генератора при воздействии вибраций.

Основой этих схем является формирование на выходе электронной схемы сигнала компенсации, который при подаче на вход частотной модуляции кварцевого генератора сформирует на его выходе спектральные составляющие равные по величине и отличающиеся по фазе на 180 градусов от спектральных составляющих фазовых шумов генератора, обусловленных вибрацией. Для этого целесообразно использовать кварцевые генераторы, имеющие вход коррекции частоты выходного сигнала.

Структурная схема цифровой компенсации фазовых шумов кварцевого генератора приведена на рисунке 1.

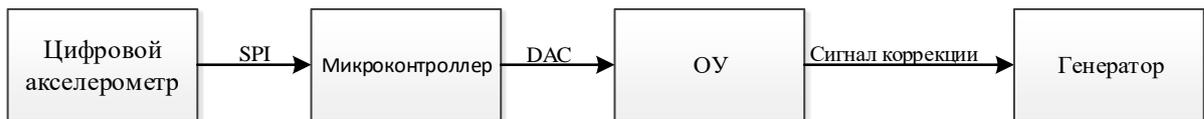


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная макета цифровой компенсации фазовых шумов кварцевого генератора

Схема содержит:

- цифровой акселерометр, установленный на кварцевом генераторе, на выходе которого формируется временная зависимость ускорения по трем осям генератора в результате воздействия вибраций;

- микроконтроллер, который обеспечивает установление необходимых значений амплитуд и фаз сигналов по различным осям, суммирование сформированных цифровых сигналов и формирование суммарного аналогового выходного сигнала;

- операционный усилитель обеспечивает требуемое значение выходного напряжения и сопротивления схемы цифровой компенсации.

Сигнал коррекции поступает на вход коррекции частоты кварцевого генератора.

Макет цифровой компенсации имеет следующие параметры:

- чувствительность не менее ±8g;
- наличие встроенного аналогового фильтра;
- частота дискретизации АЦП - 4кГц;
- разрядность АЦП 20 бит;
- интерфейс - SPI;
- тактовая частота микроконтроллера 24 МГц;
- разрядность ЦАП - 12 бит;
- изменение фазы сигналов в каждом канале 0; 180 градусов.

Проведенные результаты экспериментальных исследований показали, что применение разработанной схемы компенсации позволяет уменьшить вибрационную чувствительность кварцевого генератора на 15 – 20 дБ в диапазоне вибрационных частот 20 – 200 Гц.

Список использованных источников:

1. Acceleration "G" Compensated for VCOCXO Based on Digital Controller. QingXiao Shan, Yang Jun, JianYun chen, Tang Qian, LongZhe Ji. Mechatronic and Automation school National University of Defense Technology Changsha, Hunan, China.
2. StevenSteven J. Fry, Gregory A. Burnett, Reducing the acceleration sensitivity of AT-strip quartz crystal oscillators, 2010 IEEE frequency control symposium, page: 25-30.