

Методы измерения чувствительности кварцевых генераторов к ускорению

К.Ю. Вчерашнев^{1,2}

¹АО «Морион»

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Аннотация: в работе проведено исследование методов измерения чувствительности кварцевых генераторов к ускорению. Проведено сравнение описанных методов, отмечены достоинства и недостатки, а также проанализированы границы их практической применимости.

Ключевые слова: кварцевый генератор, Г-чувствительность, чувствительность к ускорению, фазовые шумы

1. Введение

Кварцевый генератор – это источник высокостабильных колебаний. Увеличение стабильности его частоты позволяет улучшить параметры конечных устройств: радиолокаторов, систем связи, систем навигации и т.д. Большинство таких улучшений сводится к уменьшению влияния на частоту генерации внешних эффектов: температуры, влажности, радиации, механических эффектов и т.п. Одним из таких эффектов является чувствительность кварцевого генератора к ускорению [1 – 3]. Приложенное к генератору ускорение, выраженное, например, в вибрации, приводит к физическому воздействию на кварцевую пластинку резонатора, что изменяет параметры установившихся механических колебаний в кварце. Проявление этого эффекта в виде смещения частоты при воздействии ускорения характеризуется g -чувствительностью.

В работе исследованы различные способы измерения g -чувствительности кварцевых генераторов, определены достоинства и недостатки рассмотренных методов. Полученные результаты позволяют не только оценить чувствительность к ускорению готового устройства, но и перейти к решению задачи компенсации влияния данного явления.

2. Методы измерения g -чувствительности

Методы измерения g -чувствительности подразумевают имитацию механического воздействия с последующим определением смещения частоты, вызванного этим воздействием [4].

Простейшим способом измерить g -чувствительность является метод $2g$ -tipover. В этом случае генератор переворачивают на 180 градусов относительно вектора ускорения свободного падения, что приводит к скачкообразному изменению частоты. Величина такого смещения соответствует воздействию ускорения величиной $2g$.

Более удобным для обработки результата является метод измерения с помощью вращения с постоянной скоростью относительно вектора ускорения свободного падения. В данном случае частота смещается по синусоидальной зависимости, а определение величины смещения в $2g$ сводится к вычислению амплитуды такого изменения [5].

Третий способ измерения на вибростенде отличается способом создания воздействия. Здесь к генератору прилагается или синусоидальное воздействие, или

воздействие в полосе частот (ШСВ). Смещение частоты, определяемое на частотах воздействия по спектральной плотности мощности фазовых шумов, позволяет вычислить величину g -чувствительности.

3. Заключение

Разные способы задания механического воздействия в рассмотренных методах определяют их достоинства и недостатки. На практике для разных типов кварцевых генераторов предпочтительными оказываются разные подходы. При минимизации влияния их недостатков различия результатов измерений незначительны, что позволяет считать методы взаимозаменяемыми.

Список литературы

1. Иванов Ю., Никонов А. Особенности применения кварцевых генераторов в радиоизмерительной аппаратуре // *Электроника: наука, технология, бизнес.* – 2022. – №. 5. – С. 96-103.
2. Filler R. L. The acceleration sensitivity of quartz crystal oscillators: a review // *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control.* – 1988. – Т. 35. – No. 3. – С. 297-305.
3. Walls F. L., Gagnepain J.-J. Environmental sensitivities of quartz oscillators // *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control.* – 1992. – Т. 39. – No. 2. – С. 241-249.
4. Иванов Ю., Никонов А., Князева Э. Измерение G -чувствительности кварцевых генераторов // *Электроника: наука, технология, бизнес.* – 2019. – №. 3. – С. 124-129.
5. Kurynin R. V. A Method of Evaluating the g -sensitivity of Quartz Oscillators in GNSS Receivers // *2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO).* – 2019.