

МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ НИЗКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА

Гладков А.Ю.

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

Дмитренко А. А.– канд. техн. наук

Развитие многих направлений науки и техники определяются точностью измерения времени и частоты. Из семи основных физических величин (длина, масса, время, сила электрического тока, термодинамическая температура, сила света и количество вещества) эталоны времени и частоты являются самыми точными. Это свидетельствует о том внимании, которое проявляет общество в процессе научной и производственной деятельности к вопросам измерения времени и его производной – частоты. Государственный первичный эталон времени и частоты, базирующийся на группе квантовых мер частоты (водородных, цезиевых, рубидиевых генераторов), обеспечивает воспроизведение единицы времени – секунды и единицы частоты – герца.

Измерения частоты – наиболее точный и быстро развивающийся вид измерений. Во-первых, единица времени (частоты) является основной единицей системы СИ; во-вторых, определение секунды связано с пересчетом событий, а пересчет является самым точным методом измерений; в-третьих, повышение точности измерений частоты необходимо для прикладного использования в телекоммуникациях, навигации, космической отрасли.

Устройство и принцип действия. Генератор является радиоэлектронным устройством, в зависимости от вида сигнала содержащий разные функциональные узлы. Общими узлами, для разных видов генераторов, являются: источник исходного сигнала (перестраиваемый автогенератор или кварцевый синтезатор частоты), усилители, выходные формирователи сигнала, выходной аттенюатор, цепи управления, цепи стабилизации выходного уровня и блок питания. Дополнительно в составе генератора могут быть различные модуляторы, формирователи временных интервалов и другие компоненты. В некоторых генераторах форма выходного сигнала синтезируется цифровым методом, с помощью ЦАП. Существуют также генераторы сигнала оптического диапазона, их работа основана на принципах квантовой электроники

Измерительный генератор – это источник электрических колебаний с заранее известными параметрами, предназначенный для исследования, настройки и проверки функционирования электрических цепей и устройств [1].

Они отличаются от обычных генераторов:

- возможностью установки высокой точности частоты и уровня выходного напряжения;
- регулировкой выходных параметров в широких пределах;
- высокой стабильностью и наличием измерительных приборов, контролирующих эти параметры;
- возможностью совместной работы с другими электронными средствами.

Измерительные генераторы характеризуются следующими параметрами:

- частотные параметры (характеризуют диапазон частот генерируемых колебаний, точность установки частоты и ее стабильность);
- параметры выходного напряжения или мощности (определяют напряжение на входе аттенюатора – опорное);
- пределы плавного или ступенчатого изменения выходного напряжения;
- сопротивление нагрузки, а также точность и стабильность установленного уровня выходного напряжения.

Основными нормируемыми метрологическими характеристиками измерительных генераторов являются:

- пределы и диапазон частот;
- пределы и диапазон уровней воспроизводимых сигналов;
- погрешность установки частоты;
- нестабильность частоты;
- погрешность установки выходного напряжения.

Структурная схема измерительного генератора представлена на рисунке 1.

Задающий генератор (ЗГ) – это основной функциональный узел, определяющий частоту и форму генерируемых сигналов. В зависимости от вида измерительного генератора это может быть:

- генератор синусоидальных колебаний;
- генератор периодической последовательности импульсов;
- генератор шума.

Преобразователь в зависимости от вида измерительного генератора может выполнять следующие функции:

- повышение уровня сигнала (усилитель напряжения или мощности);
- придавать сигналу определенную форму (модулятор).

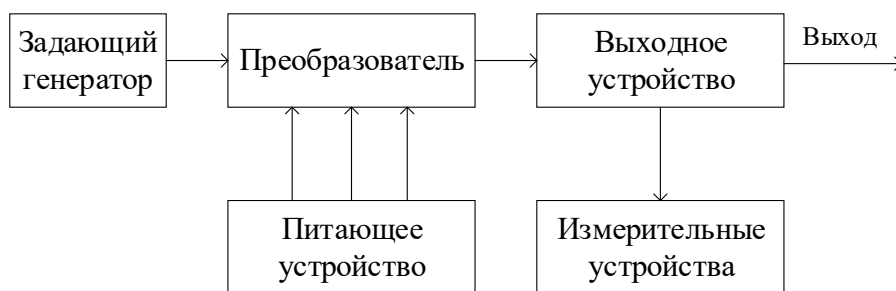


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема измерительного генератора

Классификация. По ГОСТ 15094 генераторы подразделяются на 6 видов: низкочастотные, высокочастотные, импульсные, сигналов специальной формы, шумовых сигналов и качающейся частоты. Однако, следует учитывать, что классификационные границы условны, некоторые генераторы занимают промежуточное положение между низко- и высокочастотными, некоторые бывают комбинированными по виду сигнала. Для оптических генераторов существует аналогичная классификация. Кроме генераторов стандартизованных видов бывают генераторы отраслевого назначения (в составе контрольно-измерительной аппаратуры).

Виды генераторов. Генератором радиосигнала называется устройство, в котором энергия одного или нескольких внешних источников преобразуется в энергию высокочастотных колебаний (радиосигнала). Генератор всегда включает в себя нелинейный генераторный прибор, в котором и происходит это преобразование, внешние электрические цепи источники питания.

Виды генераторов:

1. По форме выходного сигнала:

- синусоидальных сигналов (генератор Мейснера, генератор Хартли (индуктивная трёхточка), генератор Колпитца (ёмкостная трёхточка) и др.);

- прямоугольных импульсов — мультивибратор;

- функциональный генератор — прямоугольных, треугольных и синусоидальных импульсов.

2. По частотному диапазону:

- низкочастотные;

- высокочастотные.

3. По принципу работы:

- кварцевым резонатором;

- блокинг-генератор;

- RC-генератор.

Исследуемый генератор. Генератор ГЗ-109 предназначен для регулировки, испытания и ремонта различных радиотехнических и радиоэлектронных устройств в телевидении, радиовещании, акустике, технике связи. Чаще всего используется для проверки приборов с меньшим классом точности.

Применяется генератор ГЗ-109 в лабораторных и цеховых условиях. Так же радиотехнические устройства нуждаются в пуско-наладочных и ремонтных работах. Для этого необходимо использование низкочастотного генератора сигналов. К такому виду приборов относится генератор сигнала ГЗ-109 (RC-типа), который обладает четырьмя поддиапазонами, в пределах которых возможна плавная установка частоты (что является необходимым и крайне удобным в работе с радиотехническими устройствами). Представленный генератор ГЗ-109 имеет как несимметричный, так и симметричный выходы, которые рассчитаны на подключение ряда согласованных нагрузок. Также генератор ГЗ-109 имеет повышенную мощность на выходе и стабилизатор выходного напряжения. Это все обеспечивает большую универсальность генератора.

ГЗ-109 характеризуется низким уровнем гармонических искажений, имеет достаточно широкий диапазон генерируемых частот от 20 Гц до 200 кГц, что в свою очередь даёт обширный спектр использования донного устройства, повышенная выходная мощность обеспечивают универсальность генератора, так же обеспечивается выходной сигнал прецизионной (обладающий высокой точностью или созданный с соблюдением высокой точности параметров) формы. Измерительный генератор сигналов низкой частоты ГЗ-109 имеет функцию памяти на сохранение настроек. Это позволяет сэкономить время, затрачиваемое на настройку прибора.

На замену ГЗ-109 выступает ряд модифицированных низкочастотных генераторов различной конфигурации, таких как ГЗ-102, ГЗ-118, ГЗ-119, ГЗ-122. Поверка устройства производится по техническому описанию, для чего необходим ряд сторонних (Электронный частотомер ЧЗ-54 для измерения выходной частоты генератора, вольтметр Ф5263, В7-28 для определения выходного напряжения генератора) приборов, имеющих соответствующие требования для проведения поверки. В данном случае нас интересует только измерения погрешности частоты на всех 4 (множители 1, 10, 10², 10³) диапазонах с плавной установкой частоты.

Калибровка. Калибровка представляет собой набор действий, определяющих взаимосвязь между значениями измеряемой величины, указанной калибруемым измерительным прибором, и соответствующими значениями физических величин, осуществляемых с помощью стандартных единиц измерения и с учетом неопределенности измерения. В простейшем случае эта процедура заключается в определении разницы между показанием стандарта и показанием калибруемого прибора с учетом неопределенности измерений. Целью калибровки является определение метрологических свойств калибруемого прибора, определение его пригодности для проведения измерений или подтверждение того, что калиброванный прибор соответствует определенным метрологическим требованиям (поверка). Доказательством, подтверждающим метрологические свойства откалиброванного прибора, является документ, выданный лабораторией, и именуемый как сертификат о калибровке (поверке) с указанными символами аккредитации. Во время калибровки необходимо поддерживать согласованность измерений, также известную как Прослеживаемость, составляющую непрерывную привязку калибруемого прибора по национальному или международному стандарту.

Что такое калибровка? Многие проводят в полевых условиях сравнение двух измерителей и называют их "калиброванными", если они дают одинаковые показания. Это не калибровка. Это всего лишь проверка в полевых условиях. Она может показать наличие проблемы, но не позволит узнать, какой из приборов дает правильные показания. Если нарушена калибровка обоих измерителей, на одинаковую величину и в одном направлении, то сравнение ничего не даст. Для эффективной калибровки ее стандарт должен быть точнее, чем испытываемый прибор. У большинства из нас имеется микроволновка или другой бытовой прибор, отображающий время в часах и минутах. Большинство из нас живет в местах, где часы переводят как минимум два раза в год, да еще после отключения электричества. Устанавливая время на таком бытовом приборе, что вы используете в качестве эталонного хронометра? Вы используете часы с индикацией секунд? Метрологическая лаборатория действует по тому же принципу. Они проверяют, насколько точно ваши "полные минуты" совпадают с правильным количеством секунд. Обычно для калибровки требуется стандарт, точность которого как минимум в 10 раз выше испытываемого прибора. В противном случае вы проводите калибровку в пределах пересекающихся допусков, и допуски вашего стандарта превращают правильно откалиброванный прибор в неправильно откалиброванный, или наоборот.

Периодичность калибровки. Рассмотрим следующие интервалы калибровки:

- Интервал калибровки, рекомендуемый производителем. В спецификациях производителя указано, как часто требуется выполнять калибровку приборов, однако для наиболее важных измерений могут потребоваться другие интервалы.

- Перед наиболее критичным проектом измерений. Предположим, что вы останавливаете предприятие для проведения испытаний, в которых требуются исключительно точные измерения. Определите, какие приборы вы будете использовать для этих испытаний. Отправьте их на калибровку, после чего "заприте в кладовке", чтобы их не использовали до начала испытаний.

- После наиболее критичного проекта измерений. Если вы зарезервировали откалиброванные измерительные приборы для конкретных испытаний, отправьте это оборудование на калибровку после окончания испытаний. Получив результаты калибровки, вы узнаете - можно ли считать результаты испытаний полными и надежными.

- После события. Если ваш прибор подвергался ударным воздействиям — что-то привело к срабатыванию внутренней защиты от перегрузки или прибор подвергся резкому удару — отправьте его на калибровку и проверьте заодно целостность защитного контура.

- По необходимости. Для некоторых измерительных задач требуется откалиброванное сертифицированное измерительное оборудование — независимо от масштабов проекта. Обратите внимание, что это требование может быть не указано явным образом, а просто ожидается — обратитесь к спецификациям до начала испытаний.

Измерительное оборудование, точно также, как и электрооборудование, требует испытаний:

- Ежемесячно, ежеквартально или раз в полгода. Если вы выполняете важные измерения и делаете это часто, то сокращение интервала калибровки означает снижение вероятности постановки под сомнение результатов испытаний.

- Ежегодно. Если вы выполняете как очень важные, так и малозначимые измерения, то ежегодная калибровка - это оптимальный баланс между осторожностью и затратами.

- Раз в два года. Если вы редко проводите критически важные измерения и не подвергаете прибор неблагоприятным воздействиям, то калибровка с большим интервалом позволит сэкономить средства.

Список использованных источников:

1. Газпром колледж Волгоград [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://volgogradcollege.gazprom.ru/d/textpage/53/339/izmeritelnye-generatory.pdf>.