

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ В КАЧЕСТВЕ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

В. В. Тимофеев, Е. А. Зрюмов, С. П. Пронин, В. Н. Седалищев

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул

В общем случае генератор представляет собой автоколебательную структуру, в которой энергия источника питания преобразуется в энергию электрических автоколебаний. При этом часть генераторов формирует гармонические синусоидальные колебания, а часть генераторов формирует импульсы прямоугольной или иной формы.

Генераторы синусоидальных колебаний обычно представляют собой усилительный каскад, охваченный частотно-избирательной положительной обратной связью (ПОС), которая и обеспечивает устойчивый режим самовозбуждения на определённой частоте.

Рабочая частота генератора находится в непосредственной зависимости от параметров элементов, входящих в его схему. Эти элементы называются частотоподающими и определяют рабочую частоту генератора. На частотах до единиц-десятков МГц в качестве частотоподающих элементов используются радиоэлементы с сосредоточенными параметрами.

В зависимости от типа и схемотехники генератора в качестве частотоподающих элементов могут быть использованы индуктивность L и ёмкость C , обычно на основе катушек индуктивности, дросселей и конденсаторов, сопротивление R и ёмкость C , а также акустоэлектрические (кварцевые резонаторы).

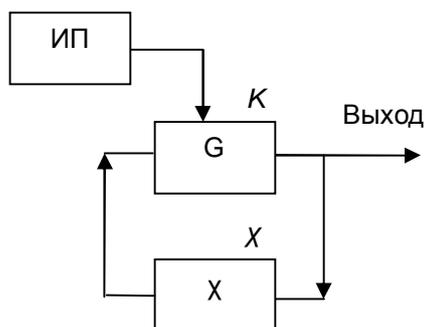


Рисунок 1 – Структурная схема генератора, где K – коэффициент усиления усилителя, χ – коэффициент обратной связи

На рисунке 1 приведена структурная схема типичного генератора синусоидальных сигналов.

Параметры K и χ обозначены в качестве комплексных величин, чтобы подчеркнуть их зависимость от частоты.

Для работы электронного устройства в режиме автогенерации необходимо выполнение двух условий: $K \cdot \chi \geq 1$ (1) и $\varphi_{\text{ос}} = \varphi + \varphi_{\text{ос}} = 2n\pi$ (2), где φ и $\varphi_{\text{ос}}$ – фазовые сдвиги, вносимые, соответственно, усилителем и обратной связью, n – целое число.

Для получения сигнала на выходе генератора необходимо, чтобы соотношение (1) выполнялось только на одной частоте, являющейся для данного генератора рабочей [1].

Соотношение (1) принято называть балансом амплитуд. В соответствии с ним амплитуда напряжения на выходе усилителя в K раз больше, чем на входе, но она ослабляется в χ раз обратной связью (ОС). Для возникновения генерации необходимо, чтобы сигнал, вновь поступающий на вход усилителя, не был по амплитуде меньше, чем начальный сигнал на входе усилителя. Т.е. $K > 1/\chi$ (3)

Выполнение этого условия позволяет начальным значениям токов и напряжений, возникающих при подключении устройства к источнику питания, осуществить нарастание до уровня, необходимого для возникновения режима автогенерации. Условие $K \cdot \chi = 1$ (4)

Описывает установившийся режим генерации. В этом режиме сигналы на выходе и входе генератора равны своим установившимся значениям, т.е. $K_{\text{ус}}$ компенсируется $K_{\text{ос}}$.

Соотношение (2) принято называть балансом фаз. Сигнал на входе усилителя, возникший при подключении источника питания, после прохождения усилителя и цепи ОС, должен возвратиться на вход устройства без изменения своей фазы, т.е. суммарный сдвиг фазы сигнала должен быть равен $0, 2\pi, 4\pi$ и т.д. В этом случае происходит увеличение этого сигнала за счёт сложения с сигналом (током или, чаще, напряжением), пришедшим по цепи ОС. Соотношение (2) обязывает поддерживать в генераторе устойчивую ПОС.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ В КАЧЕСТВЕ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Следует уточнить, что рассмотренные условия обычно выполняются лишь на одной частоте $f_{\text{раб}}$ и в некоторой полосе частот, близких к рабочей. $f_{\text{раб}} \pm \Delta f$, при Δf стремящемся к нулю.

Некоторые отклонения частоты от значения $f_{\text{раб}}$ могут происходить при возникновении влияния не элементы схемы генератора внешних воздействий, например, температурных, вызывающих изменение параметров частото задающих элементов, а, следовательно, и изменение частоты выходного сигнала [3, 6]. Степень чувствительности генератора к внешним воздействиям находится в зависимости от его схемотехники и используемых частото задающих элементов.

Генераторы прямоугольных колебаний (релаксационные генераторы) обеспечивают формирование на своём выходе периодической последовательности импульсов напряжения, с формой, близкой к прямоугольной. Общие принципы их построения соответствуют рассмотренным выше [2]. Схемотехника генераторов прямоугольных импульсов (ГПИ) весьма разнообразна [3]. Они могут быть выполнены на транзисторах, туннельных диодах, диодах Ганна и других элементах с вольтамперной характеристикой (ВАХ), имеющей участок отрицательного сопротивления. В качестве элементной базы ГПИ достаточно широко используются и логические элементы различных типов. Так на элементах эмитерно-связанной логики возможно построение генераторов с $f_{\text{раб}} = 35$ МГц [2].

Широко распространено использование подобных устройств, имеющих ярко выраженную зависимость питающее напряжение / частота в качестве генераторов, управляемых напряжением [3, 4, 5]. Управление такого типа, в частности, используется в радиоэлектронной аппаратуре для настройки частоты, в устройствах, не имеющих цифрового синтезатора частоты.

Наличие восприимчивости ГПИ практически любого типа к внешним воздействиям

позволяет использовать их в качестве датчиков физических величин. Таким образом, рассматривая данные ГПИ в качестве датчика, их можно отнести к линейным преобразователям.

Учитывая наработки кафедры «Информационные технологии» АлтГТУ в направлении разработки и использования пьезорезонансных датчиков, а также результаты исследования свойств ансамблей таких датчиков объединённых механически, представляется возможным реализовать датчик измерения оптических величин на базе использования нескольких ГПИ, при условии реализации связи между ними электрическим методом. При выборе соответствующей схемотехники ГПИ, представляется возможным реализация различных датчиков подобного типа, реагирующих на изменение (возникновение) физических воздействий, в том числе нелинейного типа. Реализация поставленной задачи предполагается путём построения экспериментальной установки, в процессе проведения детального исследования свойств описанного устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игумнов Д.В., Костюнина Г.П. Полупроводниковые устройства непрерывного действия - М.: Радио и связь, 1990.
2. Рутковский Дж. Интегральные операционные усилители - М.: Мир, 1978.
3. Батушев В.А., Вениаминов В.Н., Ковалёв В.Г., Лебедев О.Н. Микросхемы и их применение - М.: Радио и связь, 1985.
4. Бирюков С.А. Цифровые устройства на МОП-микросхемах, вып. 1220, с. 105-111. - М.: Радио и связь, 1990.
5. Бирюков С.А. Цифровые устройства на МОП-микросхемах, вып. 1132, с. 60-65. - М.: Радио и связь, 1996.
6. Интегральные микросхемы: Справочник / Под ред. Б.В. Тарабрина, - 2-е изд., испр. - М.: Энергоатомиздат, 1985.