

УДК 621.31

## ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ГЕНЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Гусько В.А., Войницкий М.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

**Генератором электрических сигналов** называется устройство, которое преобразовывает энергию, которую получает от блока питания, в полезные сигналы с нужными характеристиками.

В компьютерах тактовый генератор в процессоре с частотой в несколько ГГц задает быстрдействие обработки различной информации. Прецизионные генераторы гармонических колебаний, например, ГЗ-118, применяют для исследования характеристик линейных усилительных устройств. В телевизионных приемниках и мониторах компьютеров применяются генераторы строчной и кадровой разверток, служащие для получения изображения на их экране.

Генераторы подразделяются на классы по самым разным параметрам: форма сигнала, назначение, мощность, частота и др.

Генераторы сигнала бывают:

- Синусоидальных колебаний.
- Прямоугольных колебаний.
- Формы пилообразного или треугольного напряжения.
- Формы специального назначения.

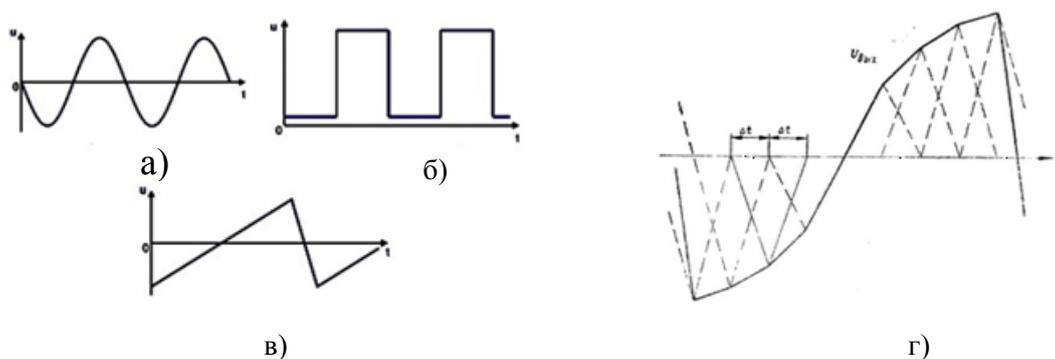


Рисунок 1. Формы выходного напряжения генераторов: а – синусоидальная; б – прямоугольная; в – пилообразная; г – специальная

По назначению генераторы бывают:

- технологические;
- измерительные;
- медицинские;
- связные.

По возбуждению делят:

- генераторы с получением независимого возбуждения;
- автогенераторы (самовозбуждающиеся).

Промышленность выпускает большое многообразие марок генераторов, имеющих возможность получения синусоидальную форму сигнала. Форма выходного напряжения генератора, с двух его выходов, изображена на экране осциллографа, на рисунке 3.



Рисунок 3. Генератор с синусоидальной формой выходного сигнала

Эта группа определенно предназначена для получения синусоидальных колебаний нужной частоты и амплитуды.

Работа их состоит в принципе самовозбуждения усилителя, охваченного положительной и отрицательной обратными связями. Нужно обеспечить передачу определенного уровня выходного сигнала усилителя на вход. Они классифицируются в соответствии с их частотно-зависимыми компонентами. К трем основным типам формирования частотно-зависимых элементов синусоидальных генераторов относятся: кварцевые генераторы, *LC*-генераторы и *RC*-генераторы.

Определенная заданная часть выходного сигнала, поступающая на вход усилителя, обеспечивается обратными связями, задающими частоту и амплитуду выходного сигнала. В широкополосных генераторах частота колебаний формируется с помощью *LC* или *RC* цепей и зависит от времени зарядки и разрядки емкости. Регулируя глубину отрицательной обратной связи можно изменять или стабилизировать амплитуду на выходе усилителя заданной величины.

Генераторы с получением внешнего возбуждения рассматриваются как усилители мощности, работающие в заданном частотном диапазоне. На его вход поступает сигнал от автогенератора, который усиливается усилителем мощности до определённого значения.

### **Электронные *RC*-генераторы**

До появления микропроцессорных генераторов, имеющих широкий диапазон выходных частот, прибегали к использованию различных простых усилителей, охваченных обратными связями. В них в цепи обратной связи установлены  $RC$ -цепи для задания определенной частоты колебаний на выходе. Эти схемы служат частотными фильтрами, которые пропускают сигналы, с выхода на вход, с наибольшей амплитудой задаваемой частоты.

На рисунке 4 изображена схема простого генератора синусоидальных колебаний с мостом Вина с простейшей системы стабилизации амплитуды на диодах  $VD1$  и  $VD2$ .

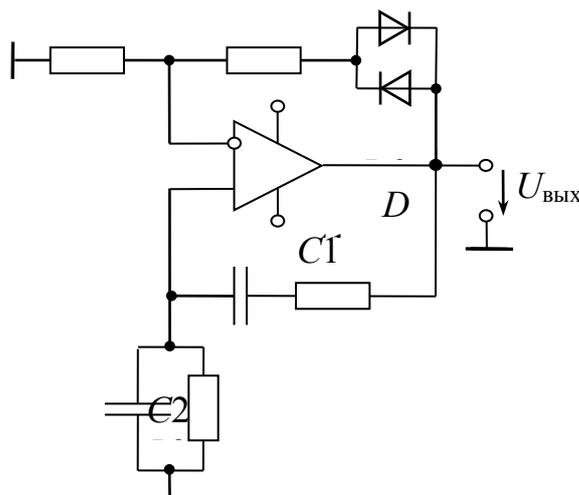


Рисунок 4. Схема генератора синусоидальных колебаний с мостом Вина

Частота выходного сигнала зависит от параметров цепи  $C1$ ,  $R1$  и  $C2$ ,  $R2$ , которая представляет собой мост Вина. Часть выходного сигнала с выхода операционного усилителя (ОУ), поступает на неинвертирующий вход ОУ, создавая, при этом, положительную обратную связь, переводя усилитель в генераторный режим. Амплитуду выходного сигнала можно регулировать резисторами  $R_0$  и  $R_{oc}$ . При равенстве резисторов и конденсаторов в мосте Вина, частоту выходного напряжения можно рассчитать по формуле:

$$f_0 = 1 / (2\pi RC).$$

### Генераторы прямоугольных и треугольных колебаний



Рисунок 5. Генераторы прямоугольных и треугольных колебаний

Генераторы простых несинусоидальных колебаний используются для создания периодически повторяющихся электрических сигналов заданной формы, название которых не может быть сформулировано одним термином. Колебания на выходе могут быть прямоугольными, пилообразными и треугольными (или различными их комбинациями). Чаще всего генераторы релаксации применяются в виде генераторов несинусоидальных колебаний. Они накапливают энергию реактивной составляющей в течение нескольких или одной фазы колебательного цикла и постепенно отдаёт её.

Мультивибраторы – это электронные генераторы, которые формируют колебания в форме прямоугольника. Основной их частью могут быть 2 каскада на транзисторах, которые соединены между собой так, что на вход первого каскада будет подаваться сигнал с выхода второго каскада и наоборот. Когда один каскад открывается, другой каскад запирается, а потом всё происходит в обратном направлении. Схема может само возбудиться при наличии определённой положительной обратной связи. Частота колебаний зависит от различных параметров цепей обратной связи. Этот генератор содержит довольно большое количество гармоник. Схема такого простого мультивибратора изображена на рисунке 6.

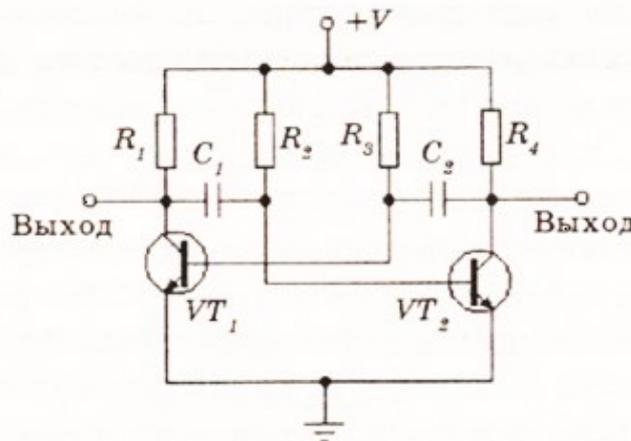


Рисунок 6. Схема генератора прямоугольных колебаний

Мультивибратор может работать в нескольких режимах, если добавить к нему некоторые элементы для запуска или обеспечить нужную для самовозбуждения величину положительной обратной связи:

- Автоколебательный режим.
- С синхронизацией.
- В режиме ожидания.

В первом режиме мультивибратор работает с самовозбуждением. Во время синхронизации на генератор воздействует внешнее напряжение с частотой импульсов, например, сетевой частоты. В ждущем режиме генератор ждёт внешнего импульса для начала работы.

### Генераторы специальной формы



Рисунок 7. Генераторы особой формы

На рисунке 7 изображены некоторые выпускаемые промышленностью генераторы, способные формировать на своём выходе сигналы особой формы. Как отдельные блоки такие генераторы применяются в телевизорах, цифровых вольтметрах, устройствах, для получения линейной зависимости какого-то параметра от нелинейного элемента. Самые известные формы сигналов – пилообразные, треугольные, колокольчатые, трапециевидные.

Для разработки генераторов сигналов особой формы широко используются схемы, основанные на интеграторах с нелинейной или линейной обратной связью, и схема с гистерезисом (триггер Шмитта). Следовательно, напряжение на выходе интегратора будет изменяться в прямом и обратном направлении, пока не сравняется с верхним и нижним порогом включения триггера. Этот процесс время от времени повторяется. Таким образом, создается специальное заданное напряжение с определённым временем спада и роста. Величина данного напряжения и стабильность в первую очередь определяются настройкой и, в свою очередь, стабильностью порогов срабатывания триггера или компаратора.

На рисунке 8 изображена схема генератора прямоугольных и треугольных колебаний на двух ОУ, работающих в режиме компаратора и интегратора.

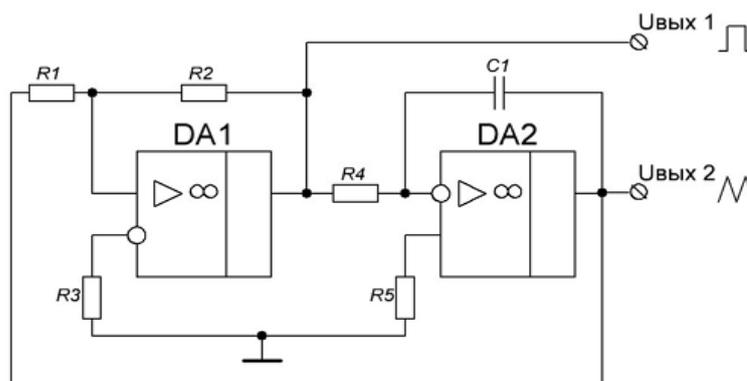


Рисунок 8. Схема генератора прямоугольных и треугольных колебаний на двух ОУ

В настоящее время для генерации особых сигналов используются функциональные генераторы, способные работать по принципу кусочно-линейного синтеза данного сигнала. На базе этих устройств можно разработать линейно меняющийся генератор напряжения, у которого амплитудой и длительностью можно управлять. На основании серии простых линейно меняющихся сигналов, где любой из них начинается там, где заканчивался предыдущий, возможно создать сигнал абсолютно любого типа.

### Стабилизация частоты

Есть 2 способа регулирования частоты и её стабилизации:

1. Параметрический
2. Кварцевый

При параметрическом способе стабилизации генераторы изготавливаются из радиодеталей, которые незначительно изменяют свои характеристики от температуры, например, с применением слюдяных конденсаторов или помещением частотно-задающих элементов в термостат. Надо обратить внимание на герметизацию конструкции при работе, например, в полевых условиях, защиту цепей от перегрузки при коротком замыкании на выходе, выполнять правильную компоновку генератора, обеспечить высокую стабильность работы блока питания и так далее. Но всех этих мер может быть недостаточно, чтобы обеспечить высокое постоянство частоты на выходе генератора.

Высокую стабильность частоты на выходе можно получить, если использовать метод кварцевой стабилизации, используя определённый резонатор с заданной частотой. Пластины этого резонатора обладают пьезоэлектрическим эффектом, который можно разделить на 2-а типа:

1) Прямой – когда кварцевая пластина растягивается или сжимается, при этом на ее определённых гранях появляются противоположные по знаку электрические заряды, пропорциональные давлению.

2) Обратный пьезоэлектрический эффект – при условии, что электрическое напряжение кварцевой пластины подводится к её граням, при этом пластина может быть растянута или сжата в соответствии с полярностью приложенного напряжения.

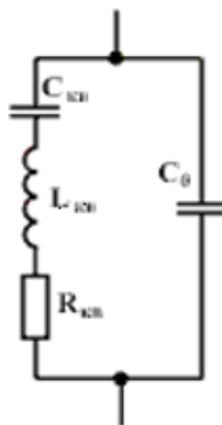


Рисунок 9. Схема кварцевого резонатора

Рисунок 9 показывает, что кварц может быть эквивалентом, как параллельного колебательного контура, так и последовательного. На эквивалентной частоте возникает резонанс напряжения.

Схема кварцевого генератора, часто используемая во многих схемах, изображена на рисунке 10.

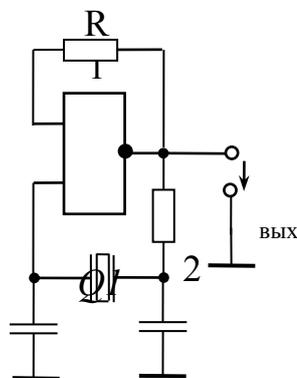


Рисунок 10. Схема кварцевого генератора на логическом элементе

#### Литература

1. Генераторы сигнала: схема, принцип действия, устройство и отзывы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.syl.ru/article/368140/generatoryi-signala-shema-printsip-deystviya-ustroystvo-i-otzyivy> – Дата доступа: 13.04.2020.
2. Электронные генераторы. Виды и устройство. Работа и особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/elektronnye-generatory/> – Дата доступа: 13.04.2020.
3. Классификация электронных генераторов. Принцип действия. Электронные генераторы и измерительные приборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studwood.ru/1236208/matematika\\_himiya\\_fizika/klassifikatsiya\\_elektronnyh\\_generatorov](https://studwood.ru/1236208/matematika_himiya_fizika/klassifikatsiya_elektronnyh_generatorov) – Дата доступа: 13.04.2020.