

Генераторы электрических сигналов

Генератор электрических сигналов – устройство, преобразующее энергию источника питания постоянного тока в энергию выходных электрических колебаний заданной частоты и формы.

Классификация генераторов

В зависимости от принципа действия (способа возбуждения выходных колебаний) различают:

- a) **зависимые генераторы** – генераторы с внешним управлением (возбуждением);
- b) **независимые генераторы** – генераторы, работающие в автоколебательном режиме (генераторы с самовозбуждением или **автогенераторы**).

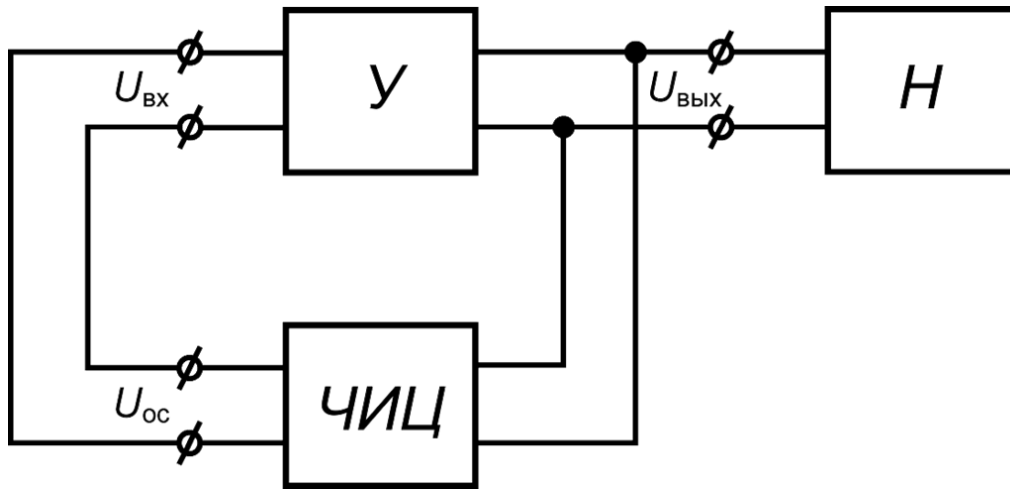
В зависимости от формы выходных колебаний все генераторы делятся на две большие группы:

- 1. генераторы синусоидальных (гармонических) сигналов;
- 2. генераторы несинусоидальных сигналов (релаксационные генераторы).

В зависимости от конкретной формы выходного сигнала релаксационные генераторы подразделяют на следующие виды:

- a) прямоугольных сигналов;
- b) пилообразных (треугольных) сигналов;
- c) трапецеидальных сигналов;
- d) генераторы сигналов специальной формы.

Автогенераторы синусоидальных сигналов (ГСС)



У – усилитель;
ЧИЦ – частотно-избирательная цепь;
Н - нагрузка

Структурная схема автогенератора ГСС

Условия самовозбуждения

1. Баланс фаз

$$\varphi_{\kappa} + \varphi_{\beta} = 2\pi n,$$

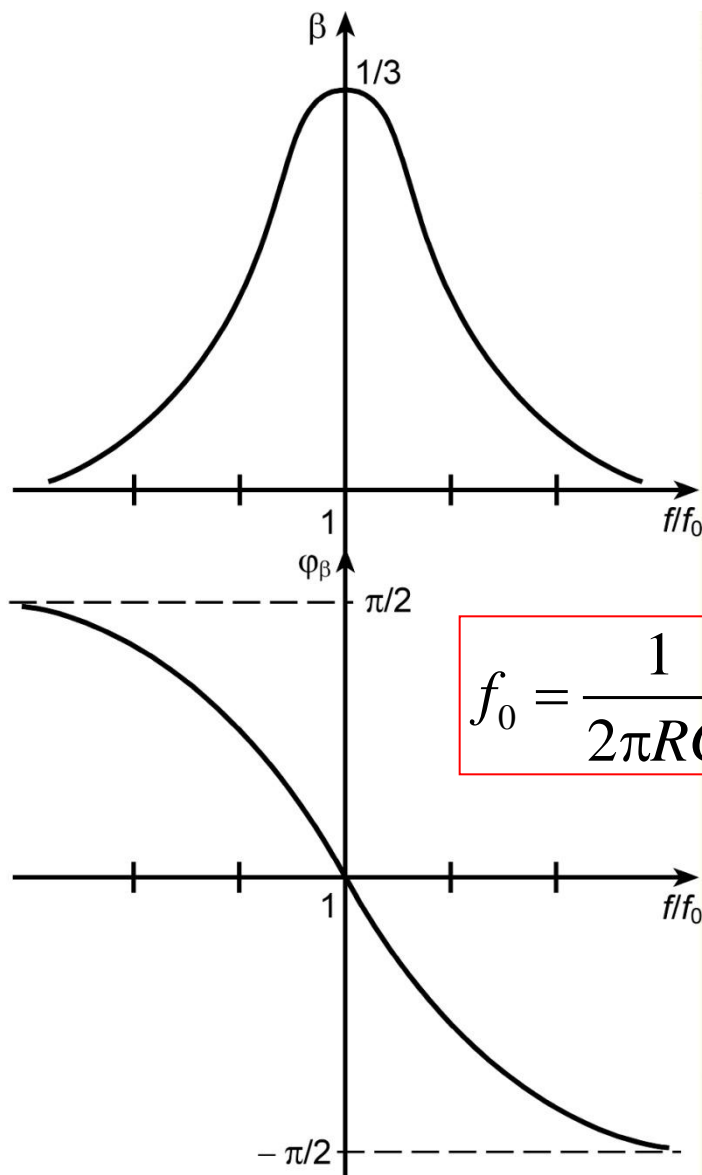
где φ_{κ} – фазовый сдвиг, вносимый усилителем;
 φ_{β} – фазовый сдвиг, вносимый цепью ОС;
 $n = 0, 1, 2 \dots$ – целое число.

2. Баланс амплитуд

$$K \cdot \beta \geq 1,$$

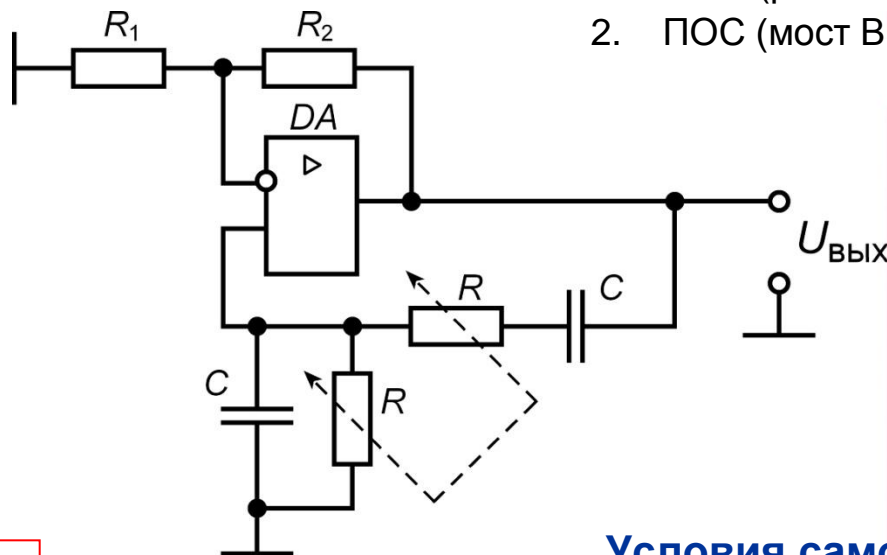
где $K\beta$ – петлевое усиление;
 K – коэфф. усиления усилителя без ОС;
 β – коэффициент передачи цепи ОС.

RC-автогенератор на ОУ



$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

f_0 – квазирезонансная частота



В схеме два вида ОС:

1. ООС (резисторы R_1, R_2) задает K_U ;
2. ПОС (мост Вина) – ЧИЦ.

$$K = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Условия самовозбуждения

1. Баланс фаз

$$\varphi_K + \varphi_\beta = 2\pi n$$

$\varphi_K = 0$, т.к. неинвертир. усилитель;
 $\varphi_\beta = 0$ на частоте квазирезонанса.

2. Баланс амплитуд

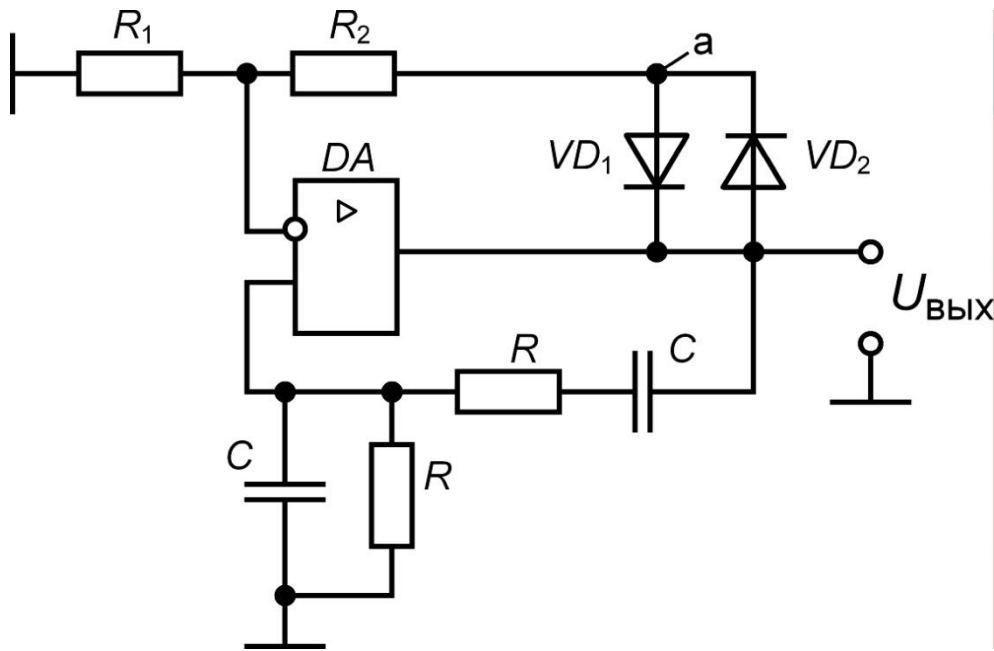
$$K \cdot \beta \geq 1$$

$$\beta_{\max} = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$K \geq 3 \Rightarrow$$

$$R_2 \geq 2R_1$$

RC-автогенератор на ОУ с нелинейной ООС



Принцип действия нелинейной ООС

$$K = 1 + \frac{R_2 + r_{VD}}{R_1}$$

При возрастании $U_{\text{ВЫХ}}$ динамическое сопротивление диода уменьшается, \Rightarrow коэффициент усиления также уменьшается.

$$K \downarrow = 1 + \frac{R_2 + r_{VD} \downarrow}{R_1}$$

Стабилизация частоты ГСС

Под действием дестабилизирующих факторов (в основном температуры) частота колебаний, вырабатываемых генератором изменяется, что обуславливает необходимость ее стабилизации.

Нестабильность частоты генератора оценивается **коэффициентом относительной нестабильности**

$$\delta_f = \frac{\Delta f}{f_{\text{НОМ}}} \cdot 100\%,$$

где Δf – абсолютное отклонение частоты от заданного (номинального) значения $f_{\text{НОМ}}$.

Применение глубокой резистивной ООС обеспечивает высокую стабильность параметров усилителя в генераторах. Поэтому нестабильность частоты генераторов на ОУ определяется, в основном, зависимостью от температуры параметров элементов RC-цепей, входящих в цепь ОС.

Нестабильность транзисторных LC-генераторов, имеющих только эмиттерную термостабилизацию с помощью R_3 составляет $\delta_f = \text{единицы } \%$.

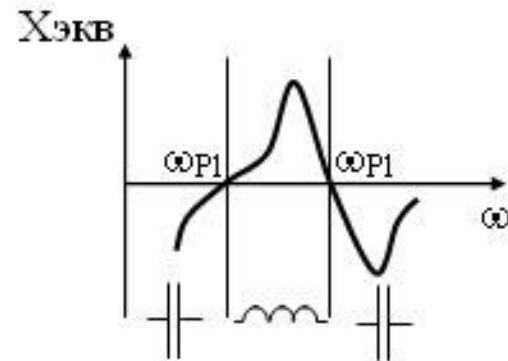
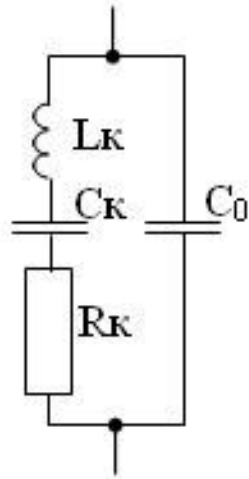
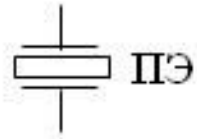
Для рассмотренной схемы генератора с мостом Вина в зависимости от типа используемых пассивных элементов $\delta_f = \pm 0,1 \div 3\%$.

Наибольшая стабильность частоты достигается построении генератора с кварцевым резонатором, при этом $\delta_f = 10^{-3} \div 10^{-5} \%$.

Дополнительные средства повышения стабильности:

- использование элементов с минимальными температурными коэффициентами (особенно C);
- применение термостатирования.

Кварцевый резонатор



Задания для самопроверки

1. В автогенераторе гармонических колебаний частотно-избирательная цепь обеспечивает на квазирезонансной частоте фазовый сдвиг $\varphi_{\beta 0} = (-)180^\circ$ и коэффициент передачи $\beta_0 = 1/29$. Предъявите требования к коэффициенту усиления K и фазовому сдвигу φ_k усилителя, при которых выполняются условия самовозбуждения.
2. С какой целью в автогенераторах в качестве цепи ПОС применяют частотно-избирательные цепи?

Ссылки

1. **Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. – М.: Альянс, 2008. – 496 с.: ил.**
2. **Лачин В.И., Савёлов Н.С. Электроника: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 703, [1] с.**
3. **Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2008. – 798 с.: ил.**
4. **Фолкенберри Л. Применения операционных усилителей и линейных ИС: Пер. с англ.- М.: Мир, 1985.-572 с., ил.**