A complex technical drawing in white lines on a dark blue background, featuring various mechanical and electrical symbols such as gears, a hand holding a tool, a circuit board, and a hand holding a pen.

## Генераторы гармонических сигналов



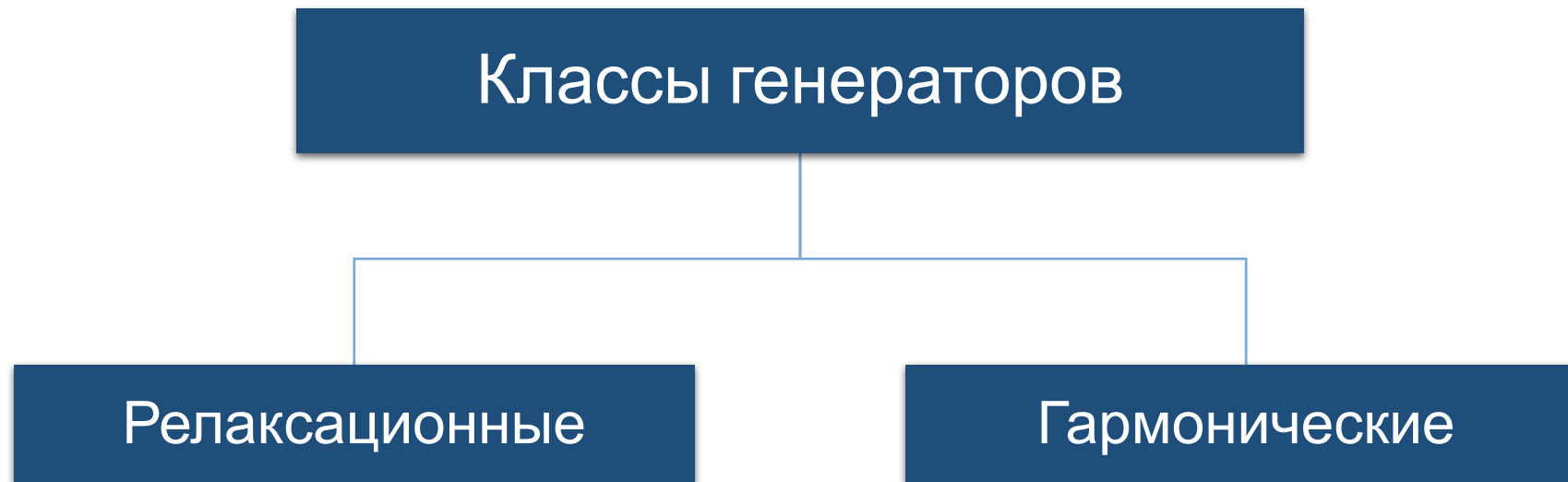
Доц., к.т.н. Мурашов Ю.В.

[iurimurashov@gmail.com](mailto:iurimurashov@gmail.com)

# Теоретические сведения. Принцип работы. Схемы генераторов синусоидального сигнала.

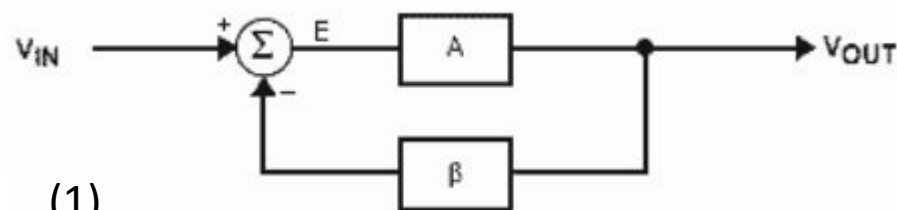
## Теоретические сведения

Генераторами являются такие схемы, которые производят периодические колебания различных форм, например, прямоугольные, треугольные, пилообразные и синусоидальные. В генераторах обычно применяются различные активные компоненты, лампы или кварцевые резонаторы, а так же пассивные - резисторы, конденсаторы, индуктивности.



# Принцип работы

Условия возникновения генерации



$$V_{OUT} = E \times A \quad (1)$$

$$E = V_{IN} - \beta V_{OUT} \quad (2)$$

$$V_{OUT}/A = V_{IN} - \beta V_{OUT} \quad (3)$$

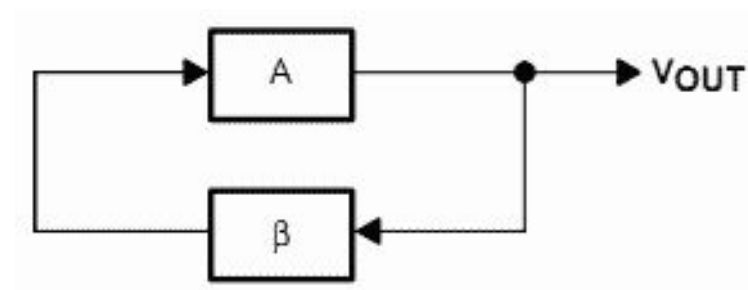
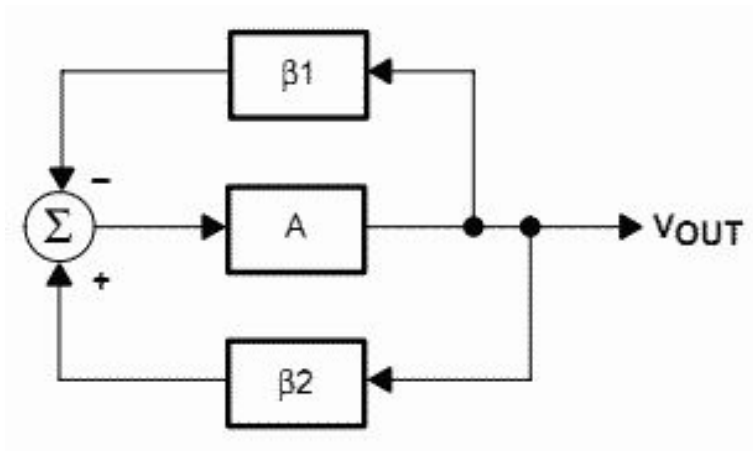
$$V_{IN} = V_{OUT}(1/A + \beta) \quad (4)$$

$$V_{OUT}/V_{IN} = A / (1 + A\beta) \quad (5)$$

Критерий Баркгаузена  
 $A\beta = -1$

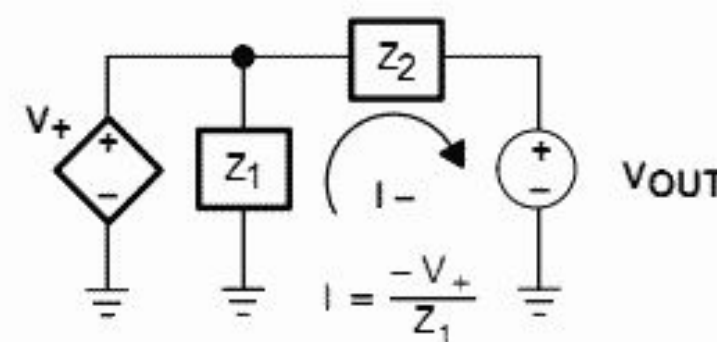
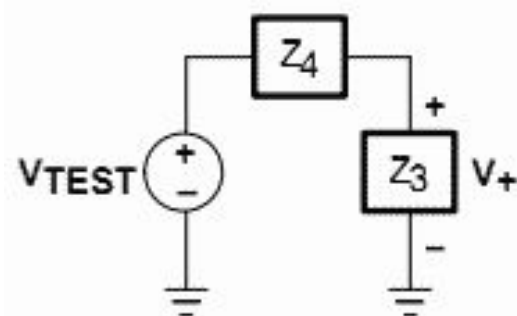
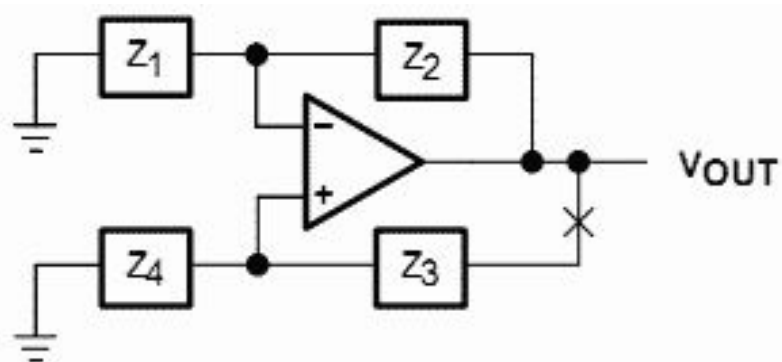
# Принцип работы

Анализ работы схемы генератора



# Принцип работы

Анализ работы схемы генератора



$$V_+ = V_{\text{TEST}} \left( \frac{Z_3}{Z_3 + Z_4} \right) \quad (6)$$

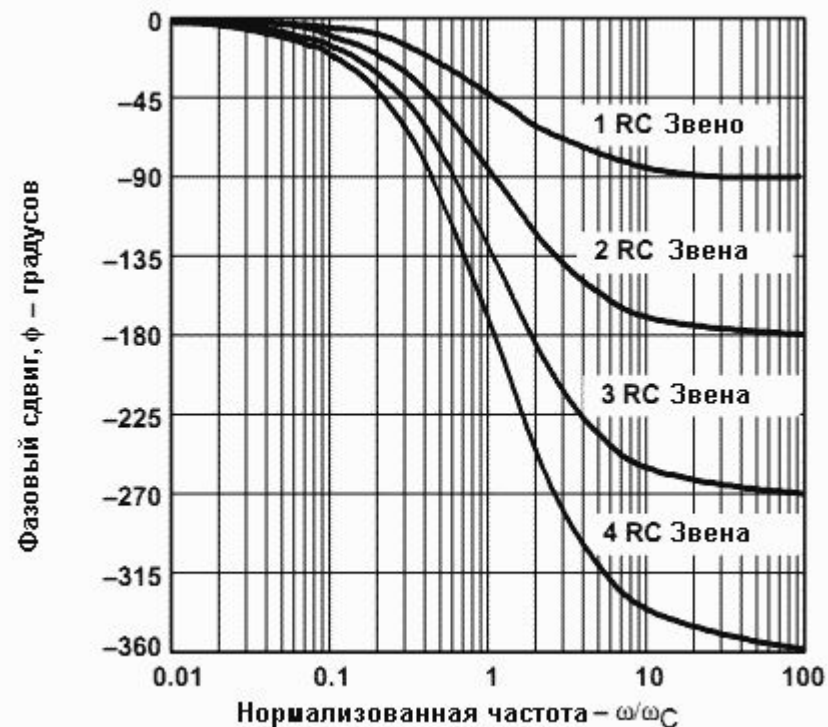
$$V_{\text{OUT}} = V_+ \left( \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1} \right) \quad (7)$$

$$\frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{TEST}}} = \left( \frac{Z_3}{Z_3 + Z_4} \right) \left( \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1} \right) \quad (8)$$



# Принцип работы

## Сдвиг фаз в генераторах

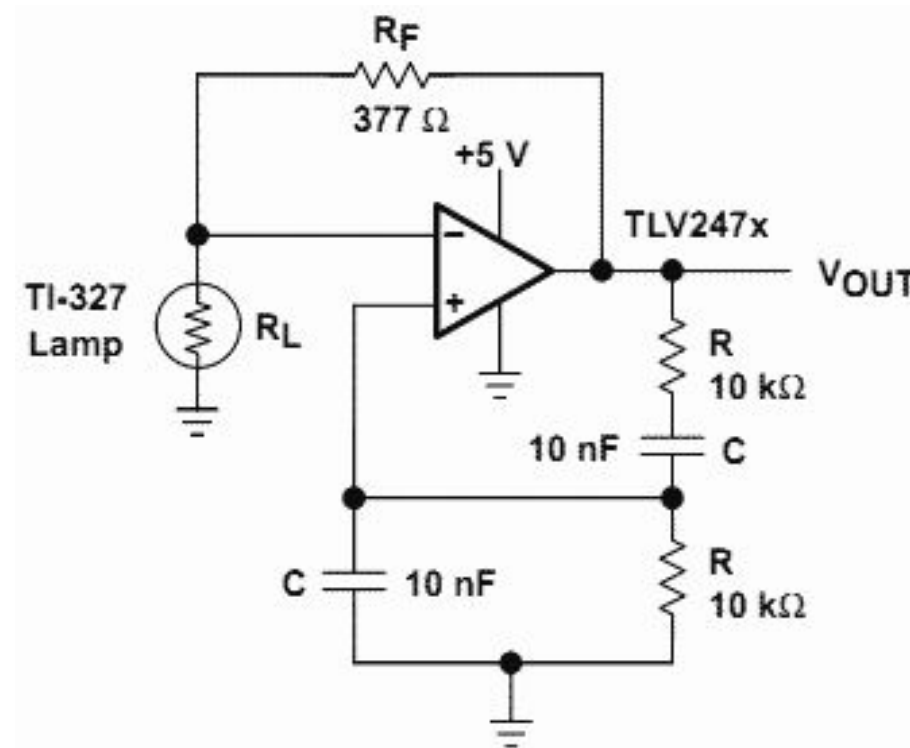
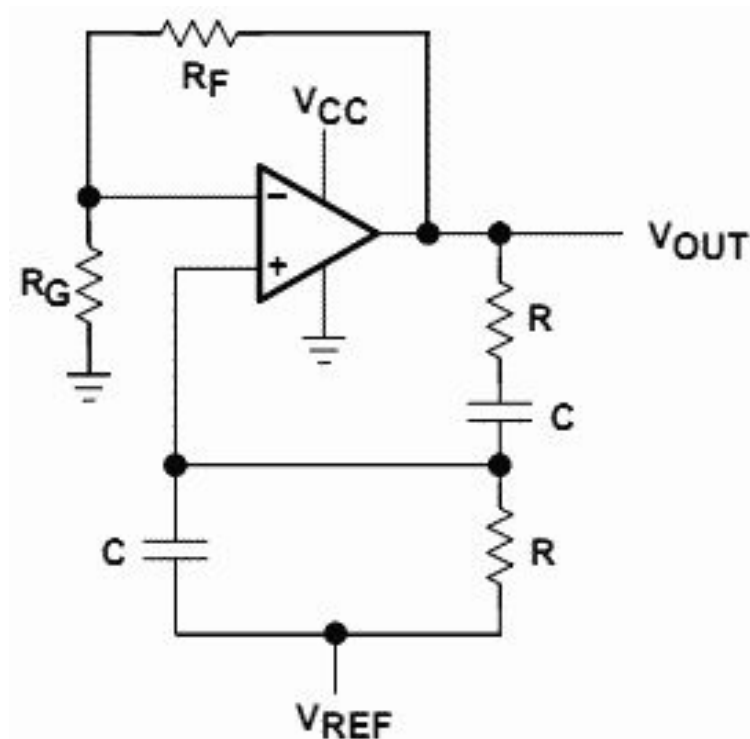


Кварцевые или керамические резонаторы позволяют создавать гораздо более стабильные генераторы, так как у резонаторов отношение  $d\phi/d\omega$  гораздо выше из-за их нелинейных свойств. Резонаторы применяют в высокочастотных схемах, в низкочастотных схемах резонаторы не используют из-за их больших размеров, веса и стоимости. Операционные усилители обычно не используют совместно с кварцевыми или керамическими резонаторами, так как ОУ имеют низкую полосу пропускания.



# Принцип работы

Генератор на основе моста Вина







## Принцип работы

Анализ работы схемы генератора

$$V_+ = V_{\text{TEST}} \left( \frac{Z_2}{Z_3 + Z_4} \right) = V_{\text{TEST}} \left[ \frac{\left( \frac{R_2}{R_2 C_2 s + 1} \right)}{\left( \frac{R_2}{R_2 C_2 s + 1} \right) + \left( R_1 + \frac{1}{C_1 s} \right)} \right] \quad (9)$$

$$\frac{V_+}{V_{\text{TEST}}} = \frac{1}{1 + R_1 C_2 s + \frac{R_1}{R_2} + \frac{1}{R_2 C_1 s} + \frac{C_2}{C_1}} \quad (10)$$

$$\frac{V_+}{V_{\text{TEST}}} = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} + j \left( \frac{\omega_0}{\omega_1} - \frac{\omega_2}{\omega_0} \right)} \quad (11)$$

$$\frac{V_+}{V_{\text{TEST}}} = \frac{1}{1 + \frac{R}{R} + \frac{C}{C} + j \left( \frac{\omega_0}{\omega} - \frac{\omega}{\omega_0} \right)} = \frac{1}{3 + j \left( \frac{\omega_0}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega_0} \right)} = \frac{1}{3} \quad (12)$$

Спасибо за внимание