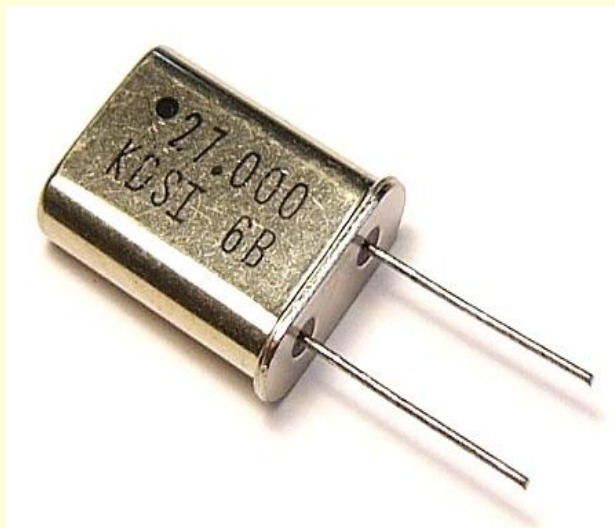




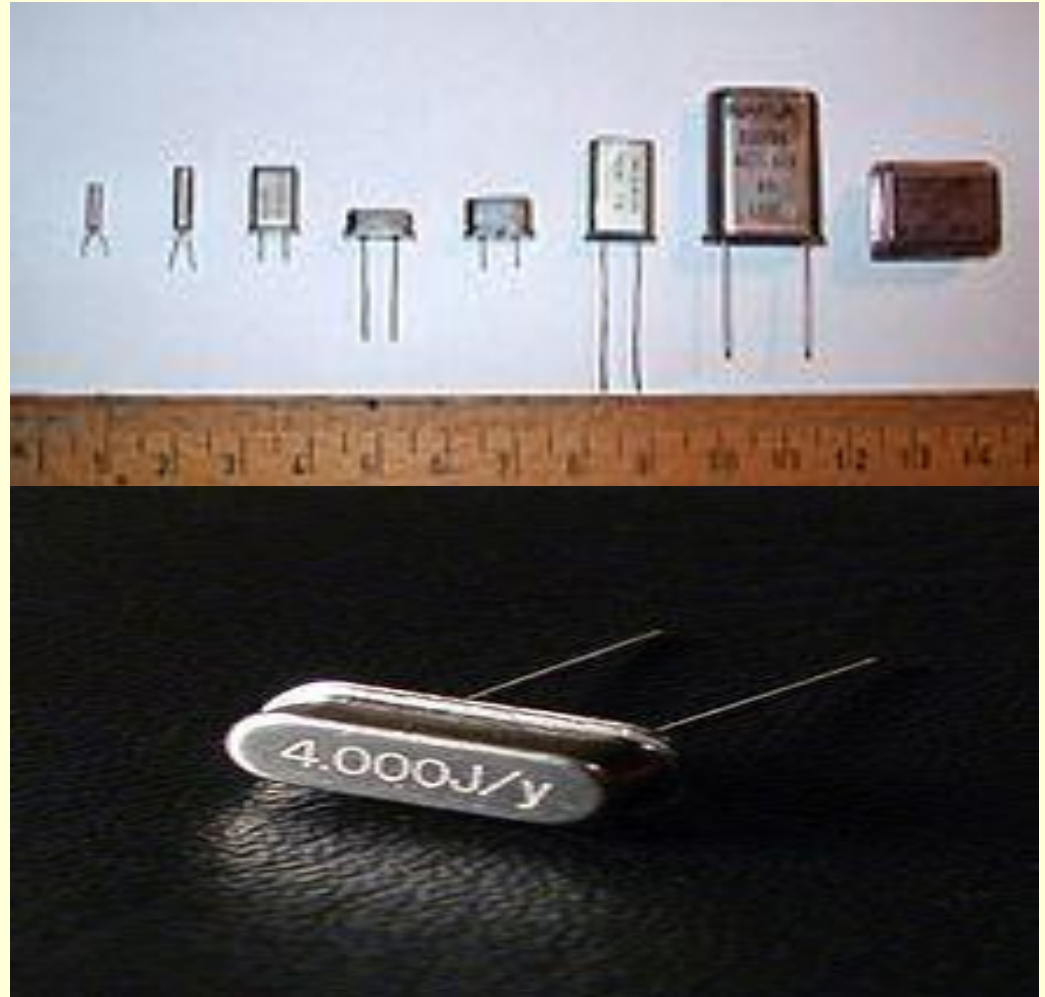
# КВАРЦЕВАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ



# Кварцевые резонаторы

устройства, использующие пьезоэлектрический эффект для возбуждения электрических колебаний заданной частоты.

- существование пьезоэлектрического эффекта обнаружено более чем у 1000 веществ. Вначале использовались кристаллы турмалина и сегнетовой соли.
- Позже стали применяться кристаллы природного кварца  $\text{SiO}_2$  различной окраски: горный хрусталь (бесцветный), раухтопаз (дымчатый), морион (чёрный), цитрин (золотисто-жёлтый), аметист (сиреневый).



# ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

## **ПРЯМОЙ**

при механической  
деформации  
пластины на ней  
появляются  
электрические  
заряды  
(возникает  
электрическое поле)

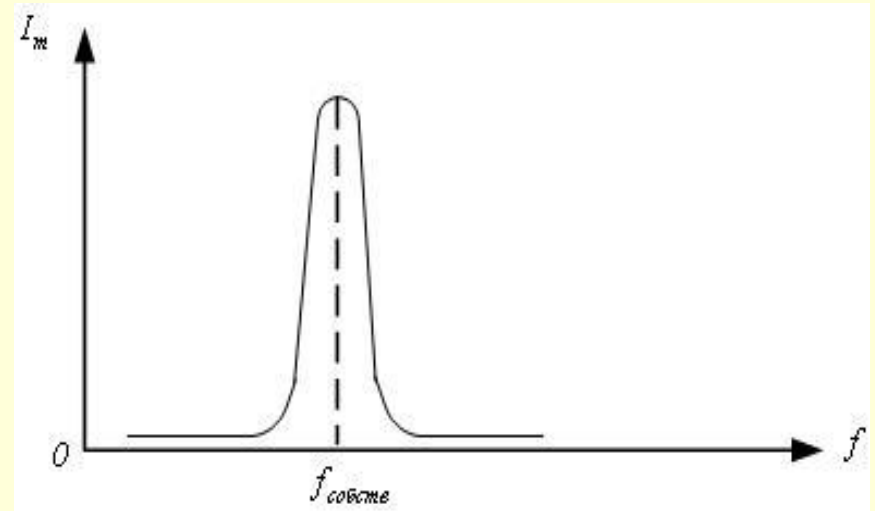
## **ОБРАТНЫЙ**

под воздействием  
электрического поля  
пластина  
деформируется  
  
(периодически  
сжимается и  
растягивается)

# ПРИНЦИП РАБОТЫ

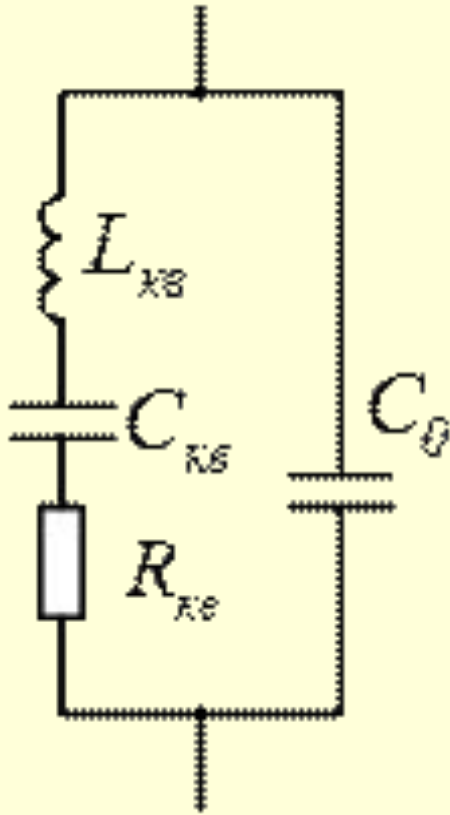


Если к зажимам цепи, содержащей резонатор, подвести переменное напряжение, то в ней возникнет переменный ток.

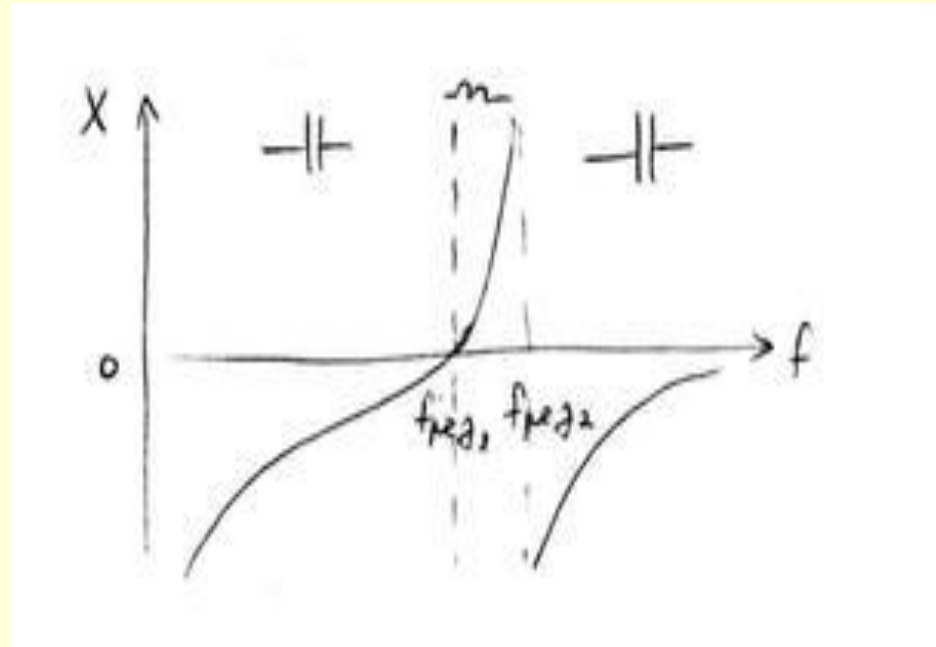


Ток достигает максимума при совпадении частоты внешнего переменного напряжения с собственной резонансной частотой кварцевой пластины

# Эквивалентная электрическая схема кварцевого резонатора



$L_{кв}$ ,  $C_{кв}$ ,  $R_{кв}$  – эквивалентные параметры кварцевой пластины;  
 $C_0$  – емкость между электродами



Расхождение между частотами очень небольшое (сотни герц). Частоты резонансов очень стабильны и могут использоваться в качестве эталонных.

# ЧАСТОТЫ РЕЗОНАНСА

$$f_{рез1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{кв}} C_{кв}}$$

последовательного

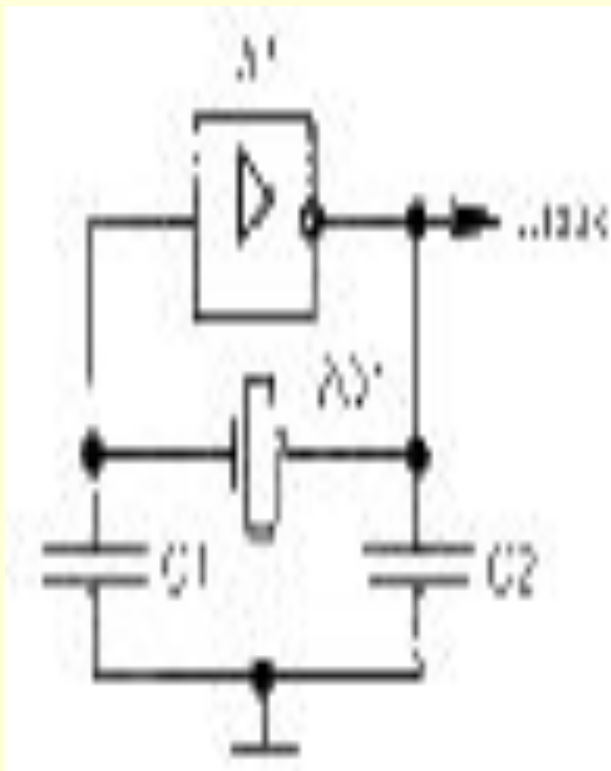
$$f_{рез2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{кв} \frac{C_{кв} C_0}{C_{кв} C_0}}}$$

параллельного

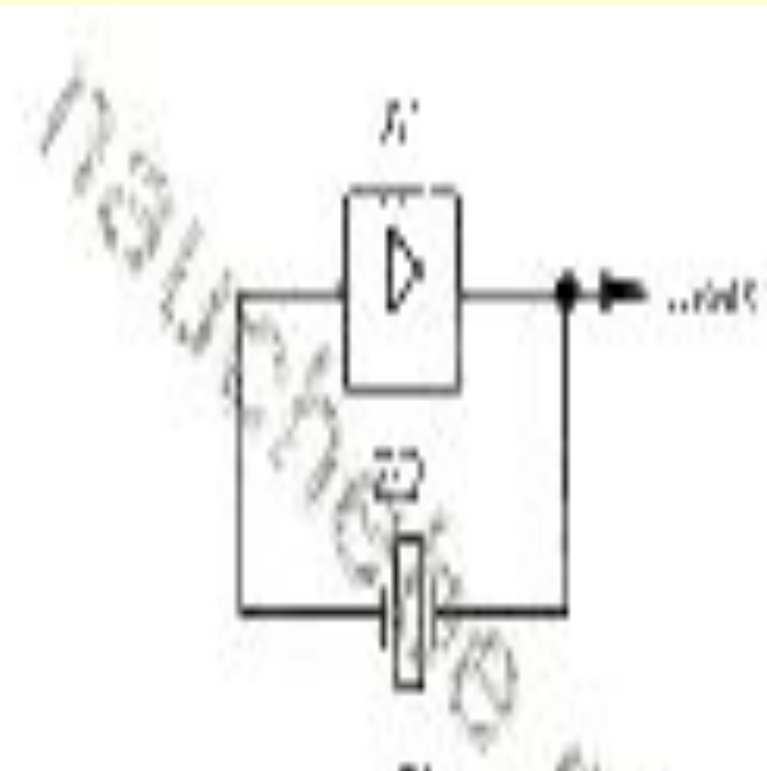
Диапазон частот современных кварцевых резонаторов составляет от 32768 Гц до 300...400 МГц.

Среди них условно выделяют НЧ (до 1 МГц), СЧ (1...30 МГц) и ВЧ (свыше 30 МГц) резонаторы.

Различают генераторы с параллельным резонансом или **осцилляторные** генераторы, у которых условие баланса фаз обеспечивается индуктивной составляющей, и генераторы с последовательным резонансом или **фильтровые** генераторы, в которых резонатор работает вблизи минимума своего сопротивления при малом сдвиге фазы между напряжением и током. Последовательный резонанс обеспечивает узкую полосу пропускания, в связи с чем отфильтровываются гармоники (отсюда и название).

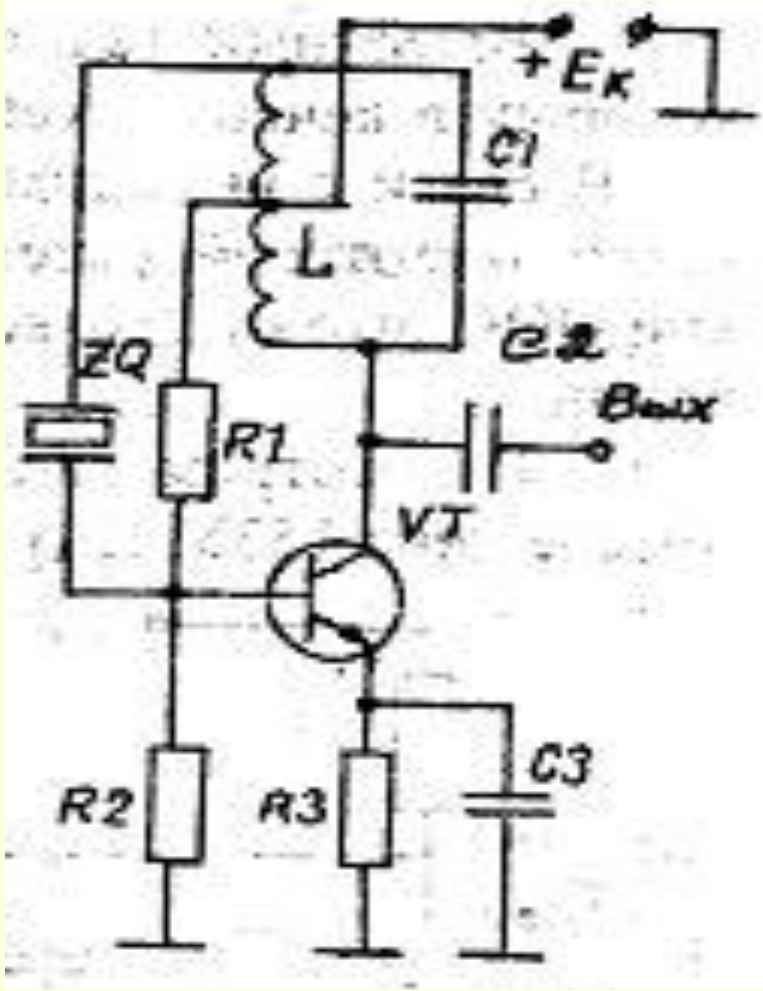


Колебательная система, состоящая из индуктивности (КВ) и последовательно соединённых конденсаторов  $C_1$ ,  $C_2$ , на рабочей частоте



Колебательная система подобна последовательному контуру

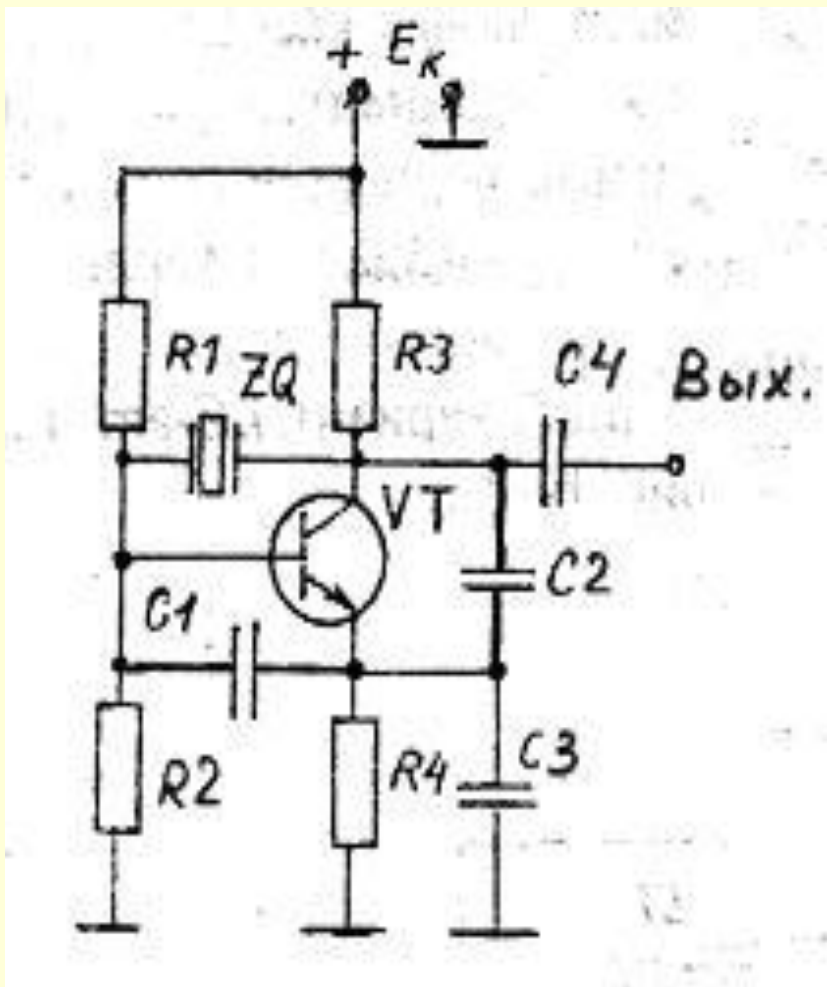
# ФИЛЬТРОВАЯ СХЕМА



Кварцевый резонатор выполняет в ней роль конденсатора, замыкающего цепь ПОС индуктивной трехточки. АГ возбуждается на частоте последовательного резонанса, на которой сопротивление резонатора минимальное и чисто активное. Это означает, что коэффициент обратной связи будет наибольшим (выполняется условие БА). Кроме того, на этой частоте цепь ПОС не вносит дополнительного фазового сдвига (выполняется условие БФ).



# ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ СХЕМА



Кварцевый резонатор выполняет роль индуктивности и включается в соответствующий участок трехточечной схемы генератора (между базой и коллектором в емкостной трехточечной схеме). АГ возбуждается на одной из частот, лежащих между частотами двух резонансов

# **ДОСТОИНСТВА КВАРЦЕВЫХ РЕЗОНАТОРОВ**

**Большая добротность**

**Малые размеры устройства  
(вплоть до долей мм)**

**Большая температурная  
стабильность**

**Большая долговечность**

**Лучшая технологичность**

**Стабильность частоты**

# НЕДОСТАТКИ КВАРЦЕВЫХ РЕЗОНАТОРОВ

- невозможность плавной перестройки частоты
- ограничение по частоте

# МАРКИРОВКА

РК	16	АА	13	Д	Р	5М	В
----	----	----	----	---	---	----	---

- РК резонатор кварцевый
- 16 регистрационный номер типов резонаторов
- АА варианты конструктивного исполнения
- 13- класс точности настройки ( $10 \cdot 10^{-6}$ )
- Д интервал рабочих температур (-40...+60)
- Р класс максимального изменения рабочей частоты ( $25 \cdot 10^{-6}$ )
- 5М частота генерации 5 МГц
- В-всеклиматический, У- умеренный климат, ХЛ-холодный климат