

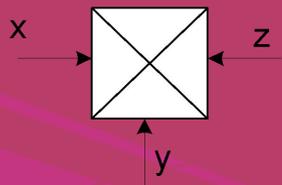


# *Лекция 7*



# Применение аналоговых перемножителей и балансных модуляторов.

## Перемножение напряжений



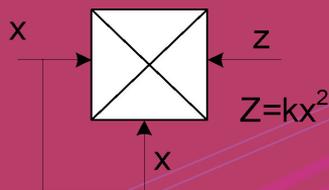
$$z = k_x x + k_y y + k_0$$

Для исключения погрешности необходимо:

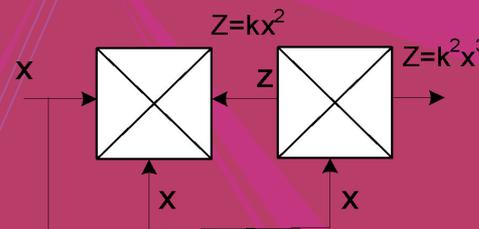
$$k_y = k_x = k_0 = 0.$$

Требуется настройка.

## Возведение в квадрат.

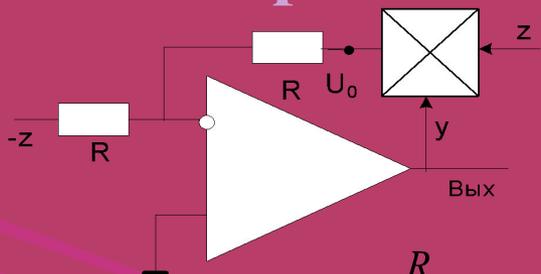


## Возведение в куб.



Как возвести в четвёртую степень?

## Деление двух напряжений.

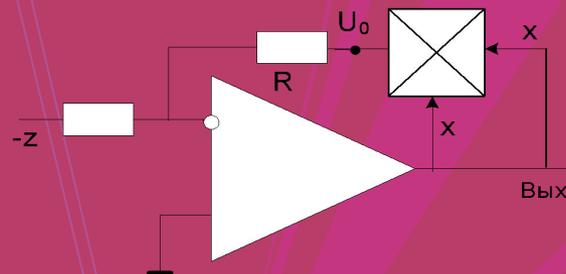


$$U_0 = z \frac{R}{R} = z,$$

$$U_0 = kxy = z,$$

$$y = \frac{z}{kx}.$$

## Извлечение корня.

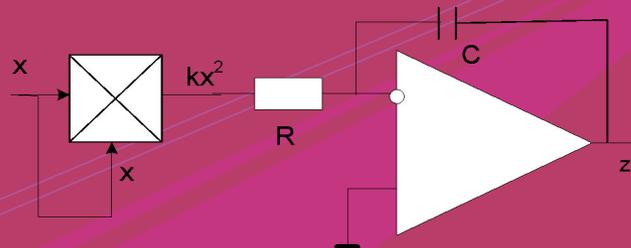


$$U_0 = z,$$

$$U_0 = kx^2 = z,$$

$$x = \sqrt{\frac{z}{k}}.$$

## Вычисление среднеквадратичного значения.

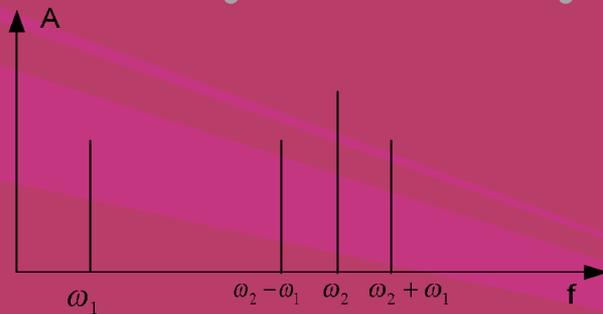


$$z = \frac{k}{RC} \int_0^t x^2 dt$$

# Применение балансных модуляторов.

Спектральные составляющие при амплитудной и балансной модуляции.

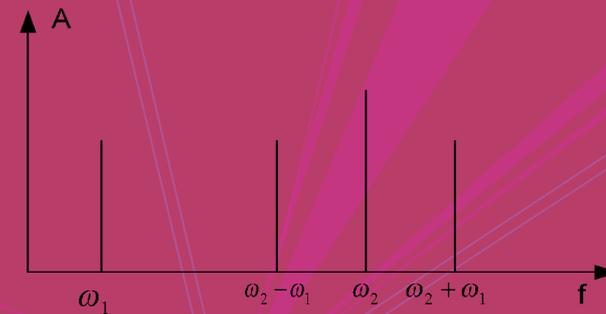
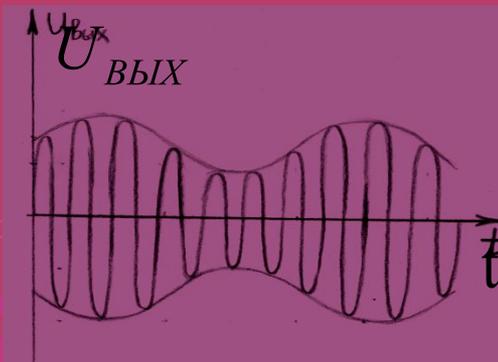
Амплитудная модуляция.      Балансная модуляция.



В выходном сигнале

$$\omega_2, \quad \omega_2 - \omega_1, \quad \omega_2 + \omega_1$$

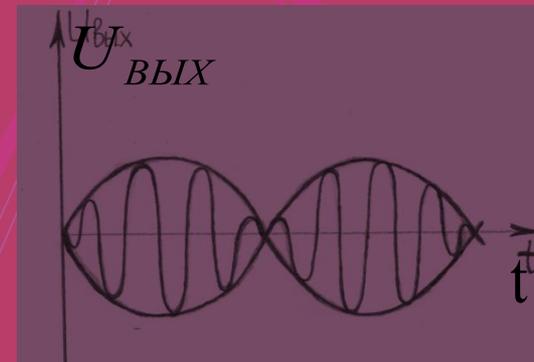
Сигнал при амплитудной модуляции.



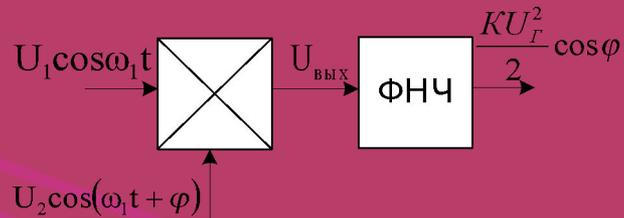
В выходном сигнале

$$\omega_2 - \omega_1, \quad \text{и} \quad \omega_2 + \omega_1$$

Сигнал при балансной модуляции.



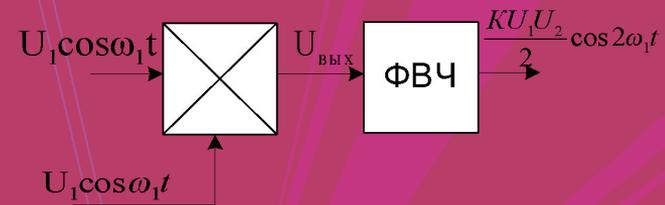
## Фазовый детектор.



$$U_{BLYX} = KU_1U_2 \cos \omega_1 t \cdot \cos(\omega_1 t + \varphi) =$$

$$= \frac{KU_1U_2}{2} [\cos(2\omega_1 t + \varphi) + \cos \varphi]$$

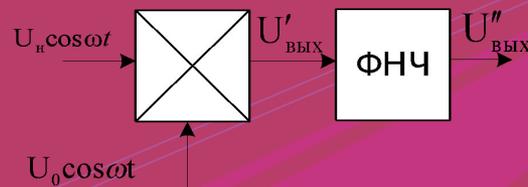
## Удвоитель частоты.



$$U_{BLYX} = KU_1U_2 \cos \omega_1 t \cdot \cos \omega_1 t =$$

$$= \frac{KU_1U_2}{2} (\cos 2\omega_1 t + 1)$$

## Синхронный детектор.

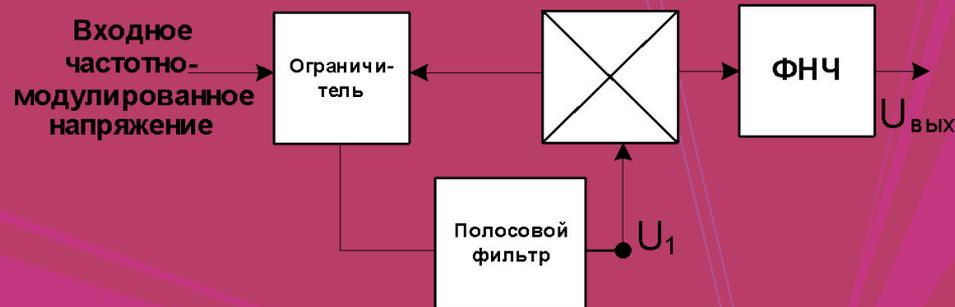


$$U_{BLYX}(t) = KU_H(t)U_0 \cos^2 \omega t$$

$$U'_{BLYX} = \frac{KU_H(t)U_0}{2} (\cos 2\omega t + 1)$$

$$U''_{BLYX} = \frac{KU_H(t)U_0}{2}$$

# Использование балансного модулятора в качестве ЧМ- детектора.



Ограничитель- для исключения влияния амплитуды входного сигнала.

$$\varphi(U_1) = -\frac{\pi}{2} \boxtimes 2Q \frac{\Delta\omega}{\omega_H}$$

$$U_{\text{вых}} \approx K \frac{\Delta\omega}{\omega_H}$$