

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Преобразование частоты

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С.И. Баскаков «Радиотехнические цепи и сигналы», 2003 г.
2. С.И. Баскаков «Радиотехнические цепи и сигналы.
Руководство к решению задач», 2002 г.
3. В.И. Нефёдов «Основы радиоэлектроники», 2000 г.
4. В.И. Нефёдов «Основы радиоэлектроники и связи», 2002 г.
5. М.Т. Иванов, А.Б. Сергиенко, В.Н. Ушаков,
«Теоретические основы радиотехники», 2002 г.
6. И.С. Гоноровский, М.П. Дёмин,
«Радиотехнические цепи и сигналы», 1994 г.
7. В.И. Каганов, «Радиопередающие устройства», 2002 г.

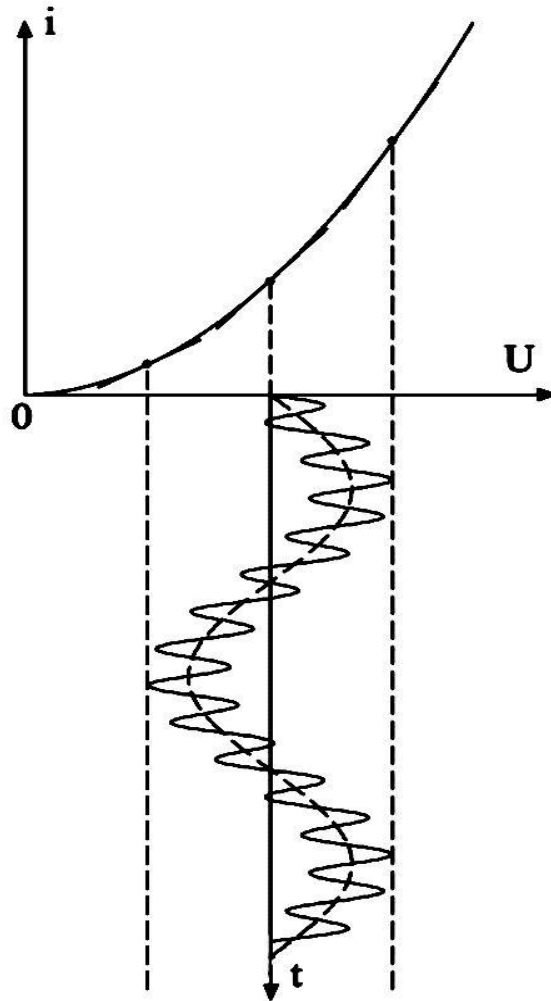
Параметрические цепи

- Преобразование частоты в радиотехнике осуществляется параметрическими цепями.

Параметрическими называются линейные цепи с переменными параметрами. В таких цепях один или несколько параметров изменяются во времени по заданному закону.

В радиотехнике широко применяются параметрические сопротивления $R(t)$, индуктивности $L(t)$ и ёмкости $C(t)$.

Принцип работы параметрической цепи



Преобразование частоты

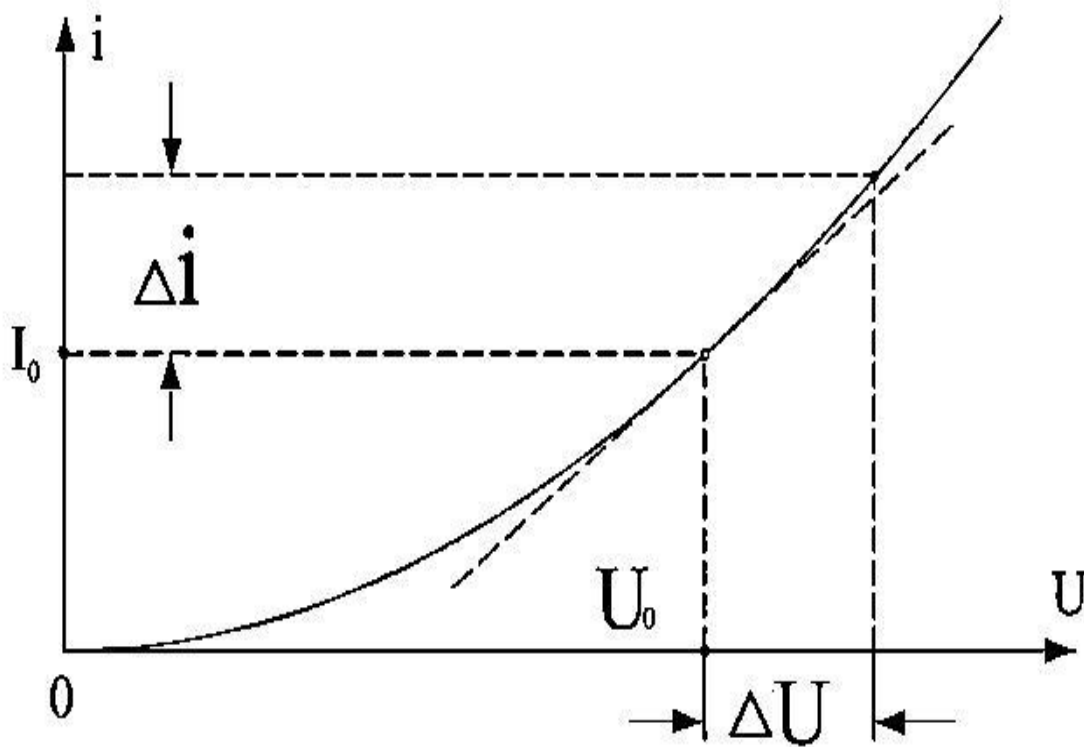
Преобразованием частоты называется трансформация модулированного сигнала, связанная с переносом его спектра из области несущей частоты ω_c в область некоторой промежуточной частоты $\omega_{пр}$, совершаемая без изменения закона модуляции.

Дифференциальное сопротивление

Отношение приращения напряжения к приращению тока в выбранной рабочей точке (U_0, I_0) называют дифференциальным сопротивлением двухполюсника:

$$R_{\text{диф}} = \Delta u / \Delta i = 1 / i'(U_0)$$

Дифференциальная крутизна ВАХ



$$S_{\text{диф}} = 1/R_{\text{диф}} = i'(U_0)$$

Принцип действия преобразователя частоты

Под воздействием напряжения гетеродина

$$u_{\Gamma}(t) = U_{\Gamma} \cos \omega_{\Gamma} t$$

крутизна характеристики смесительного диода изменяется во времени по закону

$$S(t) = S_0 + S_1 \cos \omega_{\Gamma} t$$

где S_0 и S_1 – соответственно среднее значение и первая гармоническая составляющая крутизны характеристики диода.

При поступлении на смесительный диод АМ- сигнала

$$u_{AM}(t) = U_H (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_0 t$$

Принцип действия преобразователя частоты

переменная составляющая выходного тока будет определяться выражением:

$$i_{\text{CM}}(t) = S(t)u_{\text{AM}}(t) = (S_0 + S_1 \text{Cos} \omega_r t) \cdot$$

$$\cdot U_H(1 + M \text{Cos} \Omega t) \text{Cos} \omega_0 t = U_H(1 + M \text{Cos} \Omega t) \cdot$$

$$\cdot [S_0 \text{Cos} \omega_0 t + 0,5 S_1 \text{Cos}(\omega_r - \omega_0)t +$$

$$+ 0,5 S_1 \text{Cos}(\omega_r + \omega_0)t$$

Здесь U_H - напряжение несущей при отсутствии амплитудной модуляции

Принцип действия преобразователя частоты

•

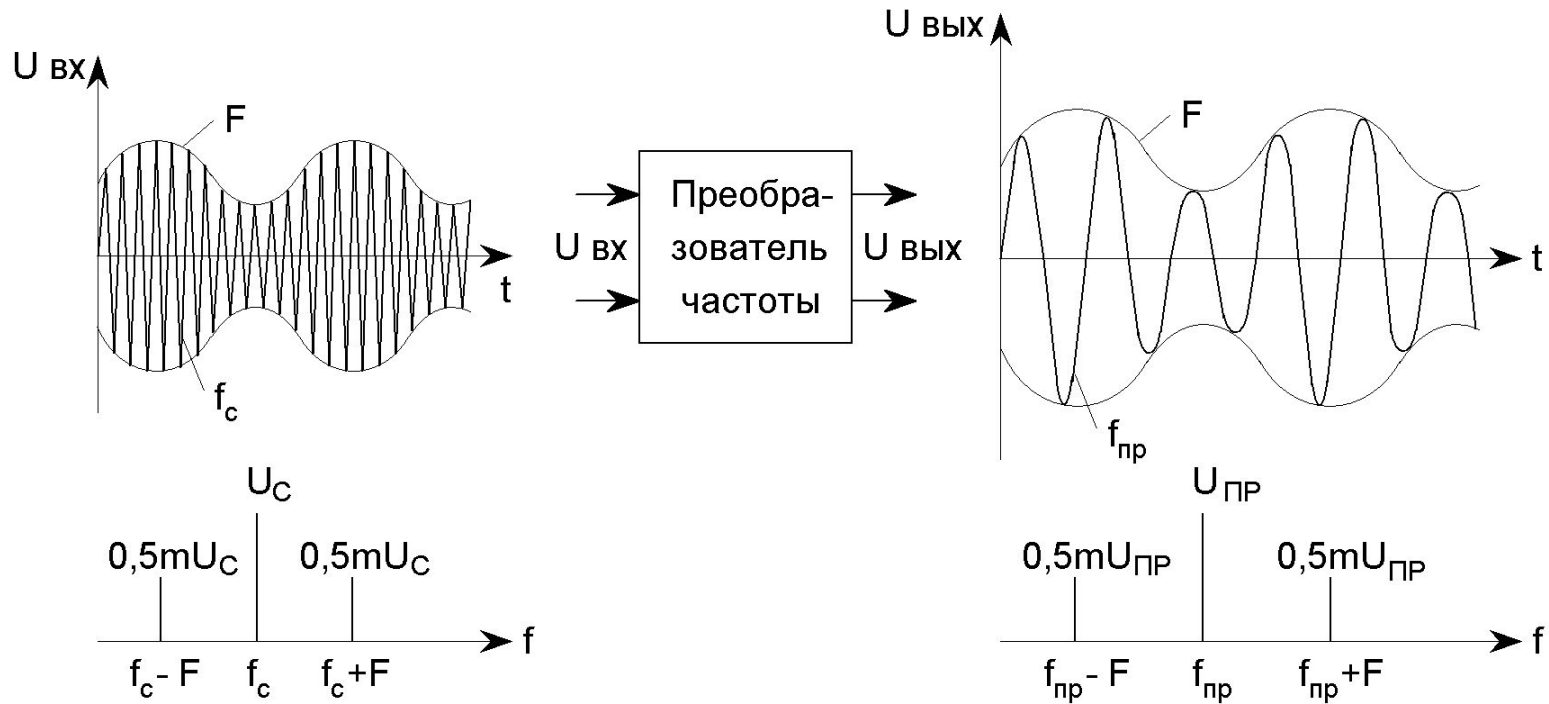
Если в качестве промежуточной частоты выбрать

$$\omega_{\text{ПЧ}} = |\omega_{\Gamma} - \omega_0|,$$

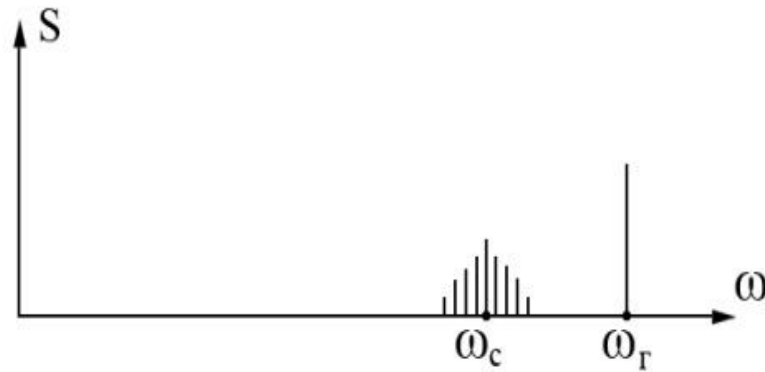
то, выделив её с помощью контура УПЧ из спектра тока, получим преобразованный АМ- сигнал с тем же законом модуляции, но с существенно меньшей несущей частотой

$$i_{\text{ПЧ}} = 0,5S_1 U_{\text{H}} (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_{\text{ПЧ}} t$$

Принцип действия преобразователя частоты



Принцип действия преобразователя частоты



К объяснению процесса преобразования частоты

Преобразование частоты в аналоговых перемножителях

Если на входы аналогового перемножителя подать два гармонических колебания: модулированный сигнал

$$u_c(t) = U_c \text{Cos} \omega_0 t$$

и опорное напряжение гетеродина

$$u_\Gamma(t) = U_\Gamma \text{Cos} \omega_\Gamma t,$$

то его выходное напряжение будет содержать две составляющие

$$\begin{aligned} u_{\text{ВЫХ}}(t) &= k_a u_c(t) u_\Gamma(t) = \\ &= 0,5 k_a U_c U_\Gamma [\text{Cos}(\omega_\Gamma - \omega_0)t + \text{Cos}(\omega_\Gamma + \omega_0)t] \end{aligned}$$

Преобразование частоты в аналоговых перемножителях

- *Спектральная составляющая с разностной частотой*

$$\omega_{\text{ПЧ}} = |\omega_{\Gamma} - \omega_0|$$

выделяется узкополосным фильтром УПЧ и используется в качестве промежуточной частоты преобразованного сигнала.

Структурная схема супергетеродинного радиоприёмника

