Измерение частоты и периода сигнала

Основные методы и средства измерений

Частота и период электрического сигнала

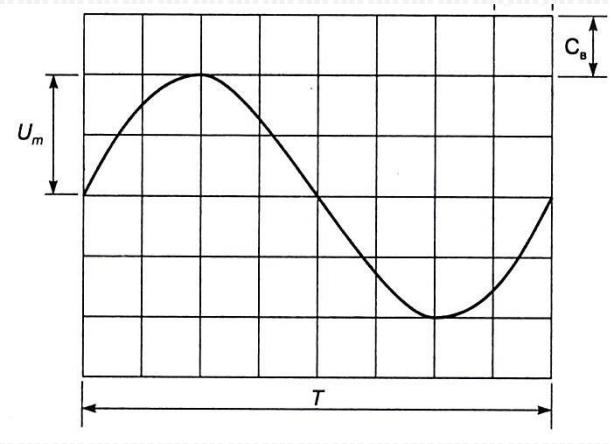
Циклическая частота f – число колебаний в единицу времени.

Период T – интервал времени, через который мгновенное значение сигнала повторяется.

$$T=1/f$$

Угловая частота гармонического сигнала ω:

$$\omega=2\pi f$$



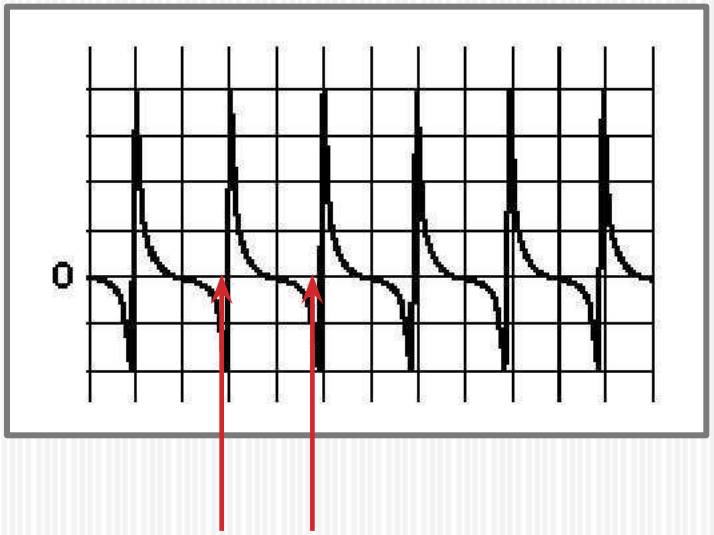
Исторически сложились следующие обозначения:

f – радиотехнические высокие частоты;

F – радиотехнические низкие частоты;

T - период.

Для неграмонических колебаний справедливо лишь понятие периода, но не частоты.



Единицы измерения частоты и периода

Физическая величина	Единица измерения (обозначение)	Единица измерения
единица циклической частоты	1 Гц	герц
единица угловой частоты	1 рад/с	радиан в секунду
Единица периода и интервала времени	1 с	секунда

Кратные и дольные единицы частоты и периода

Частота сигнала		Период сигнала	
Килогерц	$1 \cdot 10^{3}$ Гц	Миллисекунда	$1 \cdot 10^{-3}$ с
Мегагерц	$1 \cdot 10^{6}$ Гц	микросекунда	$1 \cdot 10^{-6}$ с

Спектр частот (по диапазонам)

Инфразвуковой:	ниже 20 Гц;
Звуковой:	20 Гц – 20 кГц;
Ультразвуковой:	20-200 кГц;
Высокочастотный:	200 кГц – 30 МГц.
СВЧ:	свыше 30 МГц.

Основные методы измерения частоты

Резонансный (резонансные частотомеры)

Осциллографический (осциллограф)

метод дискретного счета (цифровые частотомеры)

Основные характеристики частотомеров

При выборе прибора для измерений необходимо знать основные метрологические характеристики:

- диапазон измерения частот;
- допустимая погрешность измерений;
- чувствительность (минимальное напряжение или мощность, при которой может работать данный прибор).

Каталоговая классификация частотомеров

- **Ч1 – образцовые (стандарты частоты);**
- **Ч2 – резонансные;**
- **Ч3 – электронные;**
- **Ч4 – гетеродинные волномеры;**
- **Ч5 – преобразователи частоты;**
- **Ч6 – синтезаторы, делители, умножители частоты.**

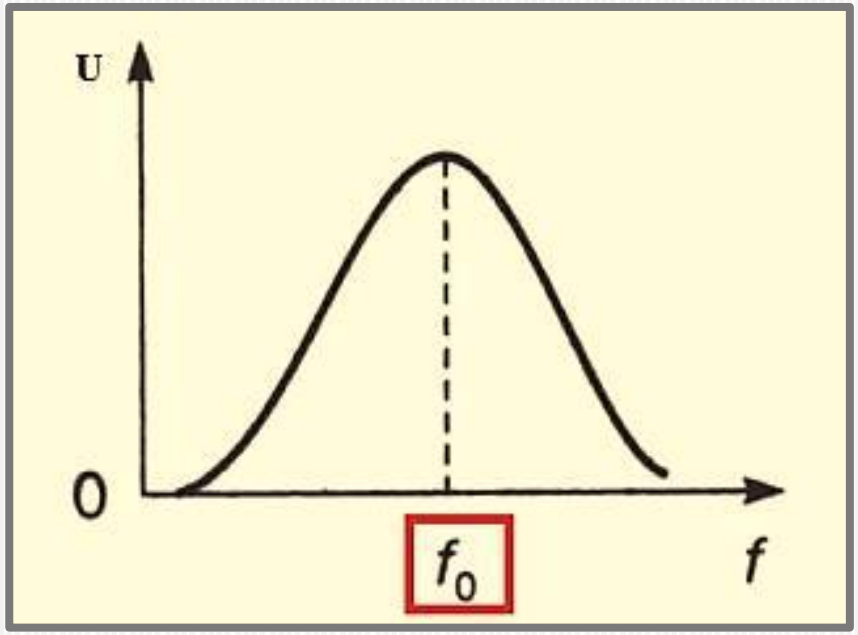
В практике электротехнических измерений в большинстве случаев измеряют линейную частоту.

Резонансный метод измерения частоты

Этот метод относится к высоко- и сверхвысокочастотным методам и заключается в сравнении измеряемой частоты f_x с собственной резонансной частотой f_0 измерительного колебательного контура или резонатора.

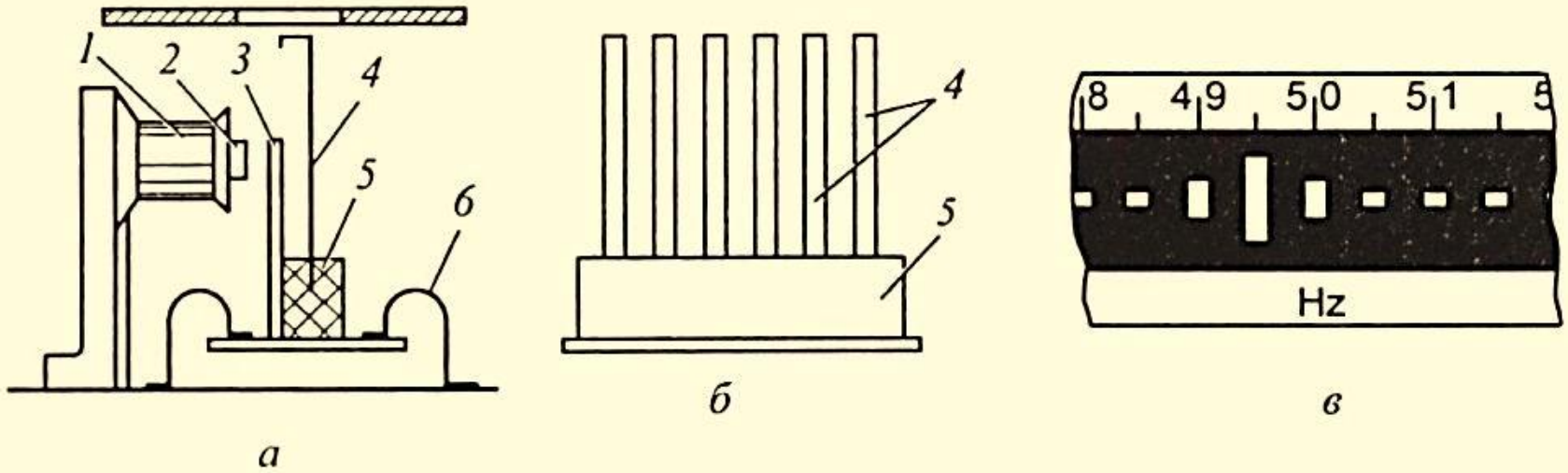
Погрешность резонансных частотомеров составляет порядка 1 %.

Вид резонансной кривой



Обобщенная структурная схема резонансного частотомера

Резонансный частотомер



Резонансный частотомер: *1* — обмотка электромагнита; *2* — сердечник; *3* — якорь; *4* — стальная пластинка; *5* — скрепляющая планка; *6* — пружина опоры

Достоинства резонансного метода измерения частоты:

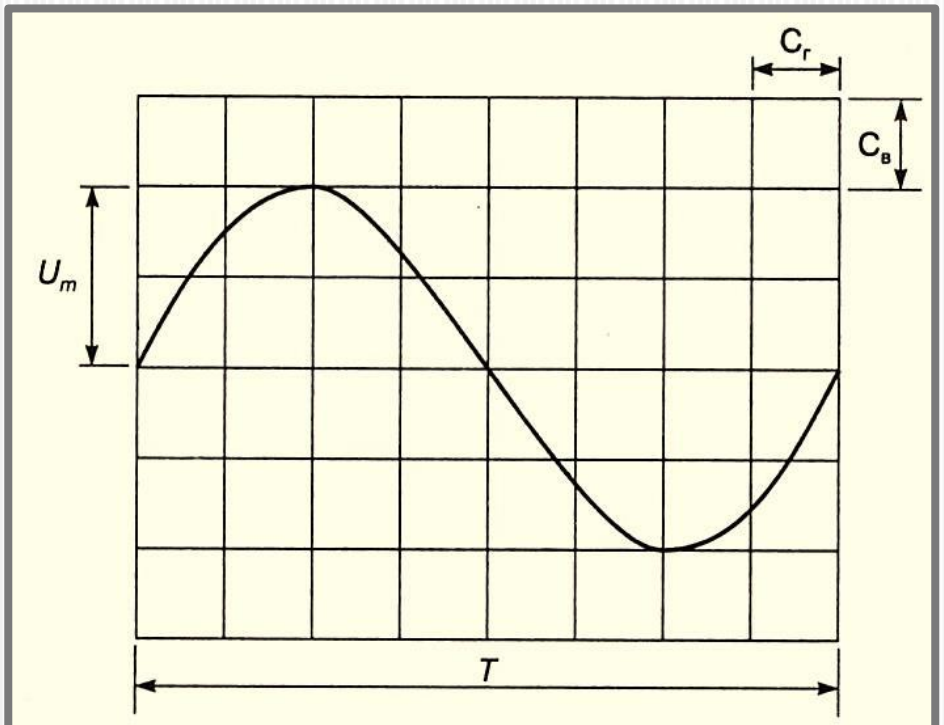
- простота и удобство в эксплуатации.

Недостатки:

- узкие пределы измерений;
- достаточно высокая погрешность измерений.

Осциллографические методы измерения частоты

Частота может измеряться как величина, обратная периоду сигнала.

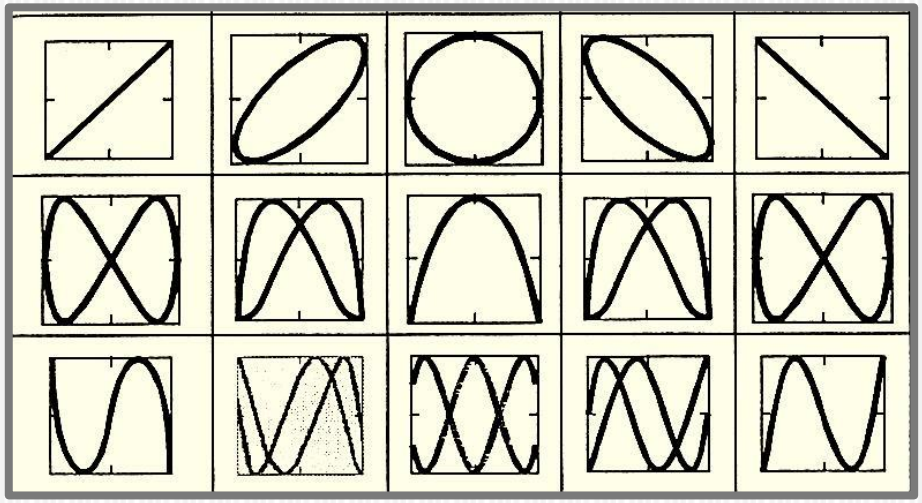


Определение параметров сигнала с помощью масштабной сетки осциллографа

Осциллографический метод

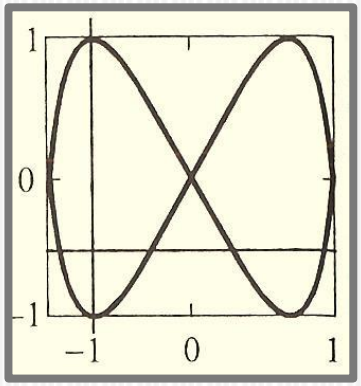
(метод фигур Лиссажу)

Сигналы измеряемой частоты f_x и образцовой частоты f_0 подаются на каналы У и Х соответственно. Изменением образцовой частоты добиваются появления на экране неподвижной фигуры.



Метод фигур Лиссажу (продолжение)

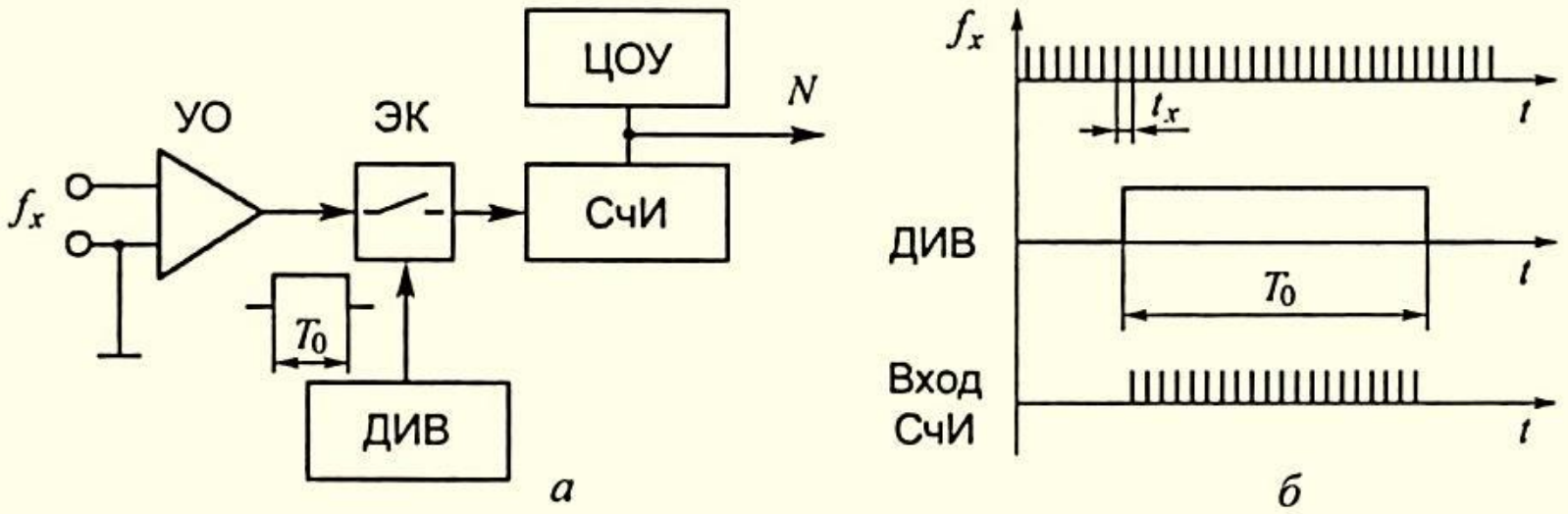
Для определения f_x проводят горизонтальную и вертикальную касательные к фигуре и подсчитывают число касаний n с горизонталью и вертикалью. Соотношение частот определяется как отношение количества касаний с вертикалью к количеству касаний с горизонталью $f_0/f_x=n_в/n_г$.



Осциллографические методы относятся к лабораторным методам измерения частоты. Их погрешность составляет 1,5-2,0 %.

Электронные цифровые частотомеры

В основу их работы положен метод дискретного счета.



Цифровой частотомер: *а* — структурная схема; *б* — временная диаграмма работы

Достоинства цифровых частотомеров

- Высокая точность измерений (погрешность $10^{-6}...10^{-9}$);
- успешное использование на низких и высоких частотах;
- субъективная ошибка оператора исключена;
- возможность вывода данных на ПК;
- возможность измерения не только частоты, но и длительности импульсов, соотношения частот, периода сигнала.

Цифровой частотомер АКИП 5102

Данный частотомер проводит измерения частоты, периода, длительности и скважности импульсов, отношения частот, пикового напряжения.

Задание на дом

- Шишмарев В.Ю. Измерительная техника, – М.: Академия, 2010. Стр.167-186;
- Хрусталева З.А. Электротехнические измерения, – М.: КноРус, 2011 Стр.127-137;
- Работа со справочными пособиями «Устройство резонансного частотомера»

Контрольные вопросы

- Какую физическую величину называют частотой сигнала?
- Каковы формулы частоты и периода повторения сигналов?
- В каких единицах измеряются частота и период сигнала в системе СИ?
- Какие основные методы используются для измерения частоты и периода сигналов?
- Какие метрологические характеристики приборов нужно знать при выборе для измерений частоты или периода сигнала?

Список использованных источников

- Хрусталева З.А. Электротехнические измерения, – М.: КноРус, 2011 Стр.127-137;
- Шишмарев В.Ю. Измерительная техника, – М.: Академия, 2010. Стр.167-186;
- Хромоин П.К. Электротехнические измерения, – М.: Форум, 2008.
- http://www.anymer.ru