



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

www.sfu-kras.ru

Метрология и радиоизмерения. Лекция 9

Измерение частоты



ГОСТ 8.401-80

Форма выражения погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Обозначение класса точности	
			в документации	на средствах измерений
Приведенная по п. 2.3.2	По формуле (3): если нормирующее значение выражено в единицах величины на входе (выходе) средств измерений (пп. 2.3.3—2.3.5); если нормирующее значение принято равным длине шкалы или ее части (п. 2.3.6)	$\gamma = \pm 1,5$	Класс точности 1,5	1,5
		$\gamma = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	$\nabla_{0,5}$
Относительная по п. 2.3.8	По формуле (4)	$\delta = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	$\odot_{0,5}$
	По формуле (5)	$\delta = \pm \left[0,02 + 0,01 \left(\left \frac{X_K}{x} \right - 1 \right) \right]$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01

ГОСТ 8.401-80

Продолжение

Форма выражения погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Обозначение класса точности	
			в документации	на средстве измерений
Абсолютная по п. 2.3.1	По формуле (1) или (2)		Класс точности М	М
Относительная по пп. 2.3.8 и 3.1.1			Класс точности С	С

Методы измерения частоты

Аналоговые

- Осциллографический
- Резонансный
- Гетеродинный

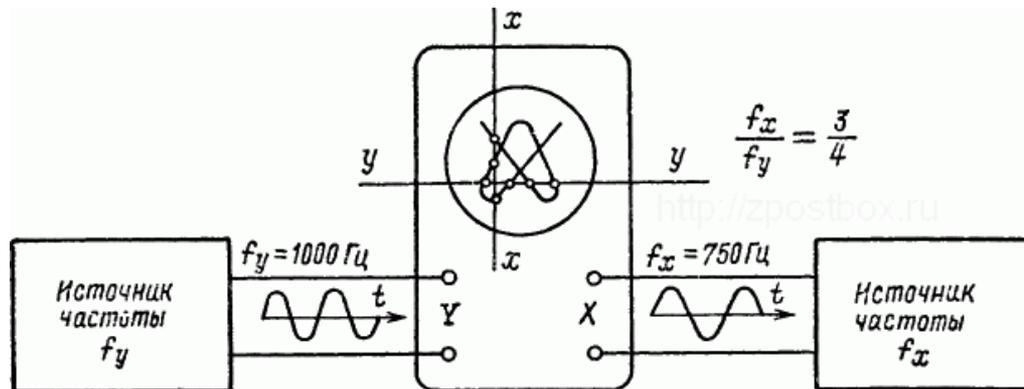
Цифровой

- Метод дискретного счета

Классификация приборов для измерения частоты по ГОСТ

- Ч1 – стандарты частоты и времени;
- Ч2 – резонансные частотомеры;
- Ч3 – электронно-счетные частотомеры;
- Ч4 – гетеродинные, мостовые и емкостные частотомеры;
- Ч5 – синхронизаторы и преобразователи частоты;
- Ч6 – синтезаторы, делители и умножители частоты;
- Ч7 – приемники сигналов эталонных частот, компараторы и синхрометры;
- Ч8 – преобразователи частоты в другую электрическую величину.

Осциллографический метод



f_x/f_y	0°	45°	90°	135°	180°
1/1	/	∞	○	∞	\
1/2	∞	∩	∪	∩	∞
1/3	∩	∩∩	∩	∩∩	∩
2/3	∩∩	∩	∩∩	∩	∩∩

Рис. 10.2. Фигуры Лиссажу при разных соотношениях частот

Резонансный метод

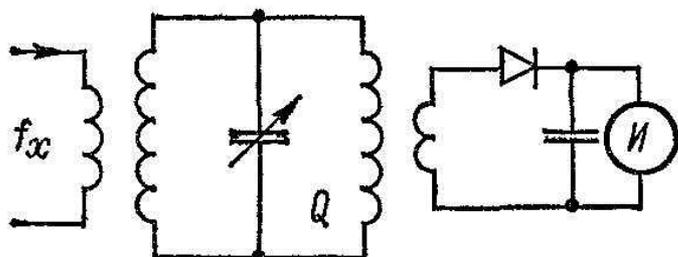
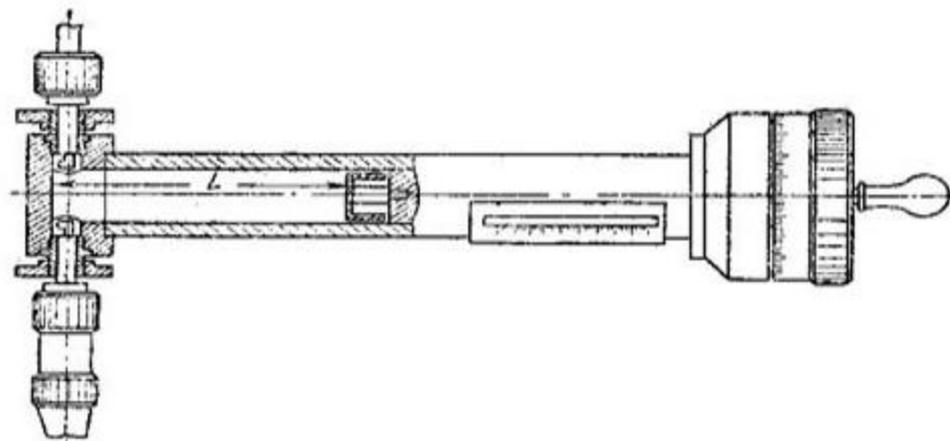
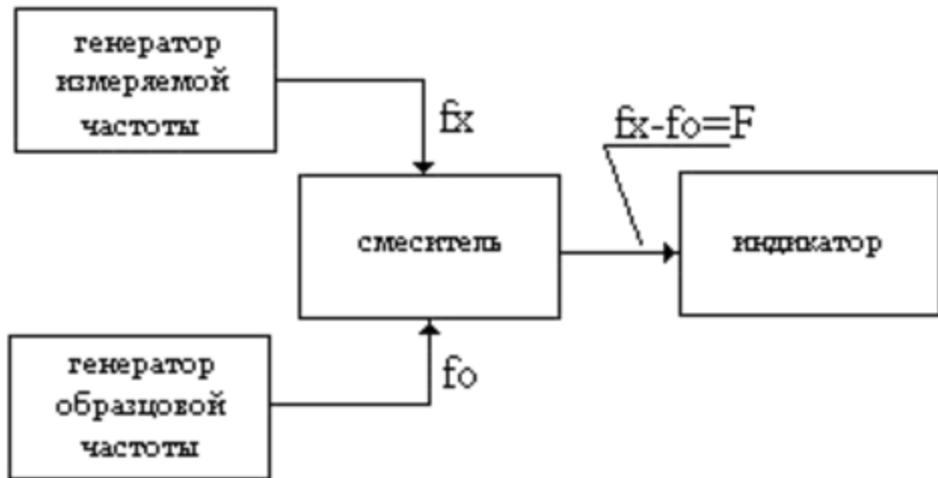


Рис. 8-4. Схема резонансного частотомера



Гетеродинный метод



Метод дискретного счета

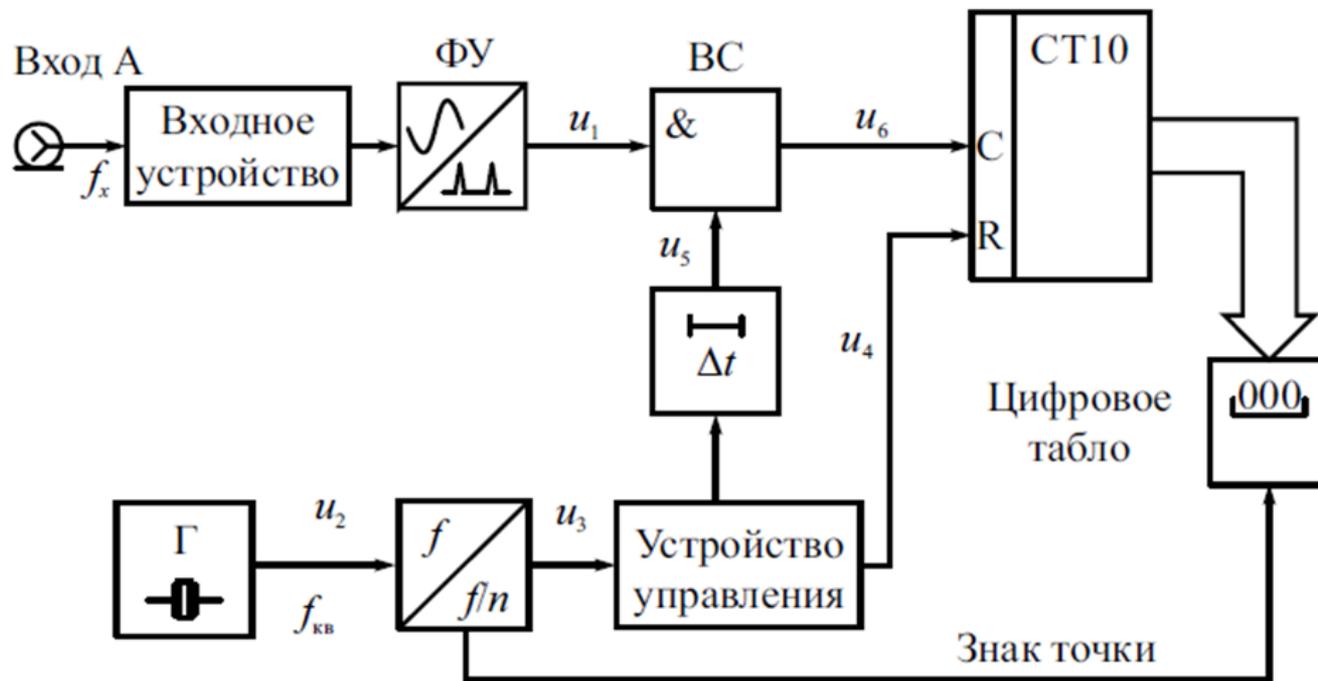


Рис. 10.4. Структурная схема ЭСЧ в режиме измерения частоты

Метод дискретного счета

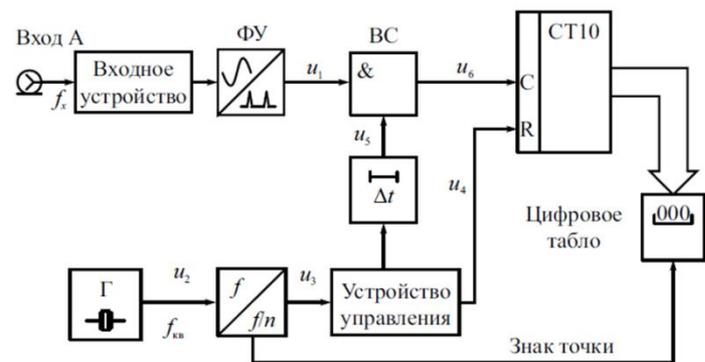


Рис. 10.4. Структурная схема ЭСЧ в режиме измерения частоты

$$N = \text{int}[f_x \cdot T_{\text{сч}}] \pm 1$$

$$f_x \approx \frac{N}{T_{\text{сч}}}$$

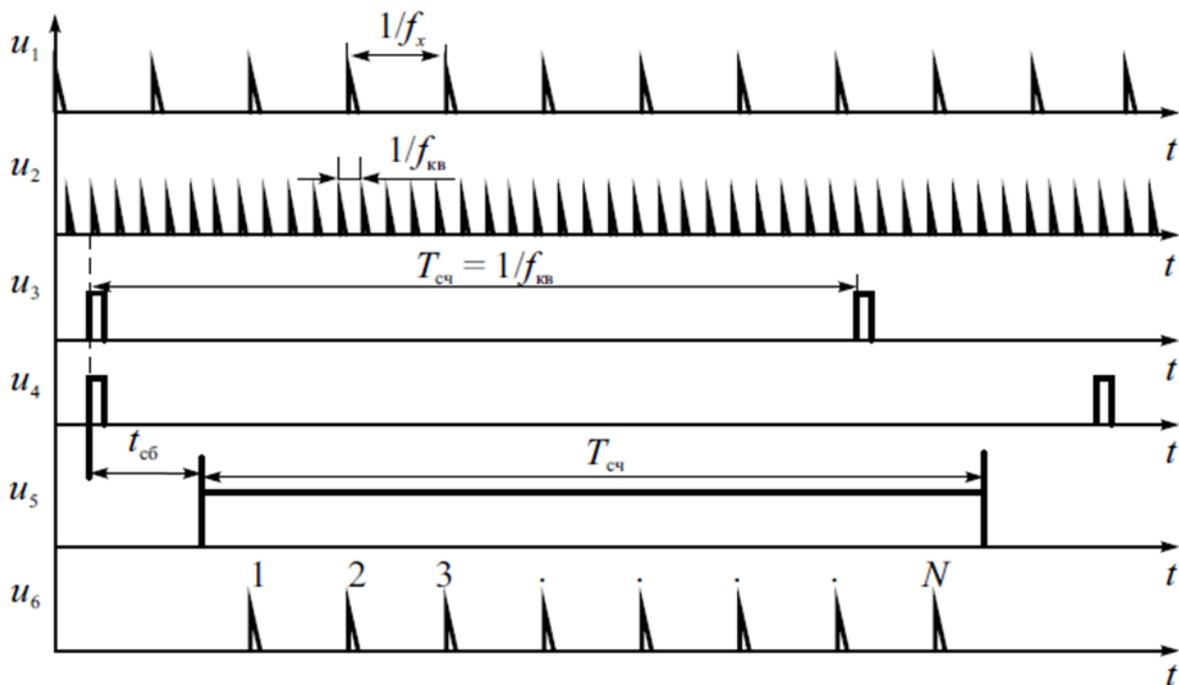


Рис. 10.5. Осциллограммы сигналов ЭСЧ в режиме измерения частоты

Измерительные преобразователи частоты

Верхняя граница измеряемых частот для метода дискретного счета определяется быстродействием основных элементов схемы (прежде всего, счетчика). У большинства ЭСЧ эта граница составляет несколько сотен МГц. Для расширения рабочего диапазона частот в область ВЧ и СВЧ применяют преобразование сигнала на более низкую частоту.

Используют следующие типы преобразователей:

1. Быстродействующие делители входной частоты. Они позволяют уменьшить частоту входного сигнала в целое число раз (обычно от 2 до 16 раз).
2. Дискретные гетеродинные преобразователи частоты.
3. Преобразователи частоты с ФАПЧ.