



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Сибирский федеральный университет

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Кафедра «Радиотехника»



Красноярск, 2008



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Сибирский федеральный университет
Кафедра «Радиотехника»

К.т.н., доцент Алешечкин Андрей Михайлович

Метрология и радиоизмерения

**Лекция 3. Измерение временных
интервалов**

Институт инженерной физики и радиоэлектроники

Направление 210200.62 Радиотехника

План лекции

- 1 Структурная схема цифрового измерителя временных интервалов
- 2 Погрешности цифрового метода измерения временных интервалов
- 3 Нониусный метод измерения однократного временного интервала

Структурная схема цифрового измерителя временных интервалов



Структурная схема цифрового измерителя временных интервалов

Структурная схема цифрового измерителя временных интервалов

Эпюры напряжений входов и выходе на временного селектора



$n = \left[\frac{\tau}{t_0} \right]$ число импульсов, попавших внутрь временного строба
(квадратные скобки означают выделение целой части числа)

$\Delta t = \left\{ \frac{\tau}{t_0} \right\} \cdot t_0$ - временной интервал (фигурные скобки означают выделение дробной части числа)

Погрешности цифрового метода измерения временных интервалов

При цифровом измерении временных интервалов выделяют следующие погрешности, классифицируемые по слагаемым измерения:

- 1. Погрешность меры;**
- 2. Погрешность преобразования;**
- 3. Погрешность сравнения (дискретности, квантования);**
- 4. Погрешность фиксации (в данном случае отсутствует, поскольку используется цифровая индикация показаний).**

Погрешность меры

Обусловлена в первую очередь нестабильностью частоты следования квантующих импульсов, вырабатываемых генератором импульсов

$$\delta_{кв} = \frac{\Delta f_{кв}}{f_{кв}} \quad - \text{относительная нестабильность частоты кварцевого генератора} \\ (\delta_{кв} \approx 10^{-8} \div 10^{-9})$$

$$\delta_{м} = \delta_{кв} \quad - \text{относительная погрешность меры}$$

$$\Delta_{м} = \delta_{кв} \cdot \tau \quad - \text{абсолютная погрешность меры}$$

Погрешность преобразования

Обусловлена в основном шумовой помехой, проявляющейся при формировании стробирующего импульса (временных ворот).

$$\Delta_{\text{зан}} = \tau' - \tau \quad \text{- погрешность запуска триггера}$$

$$\delta_{\text{пр}} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot q} \quad \text{- относительная погрешность преобразования)}$$

$$\Delta_{\text{пр}} = \delta_{\text{пр}} \cdot \tau = \frac{\tau}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot q} \quad \text{- абсолютная погрешность преобразования}$$

Погрешности цифрового метода измерения временных интервалов

Появление погрешности преобразования при наличии помехи на входе измерителя временных интервалов

Погрешность сравнения (квантования)

Методическая погрешность, обусловленная дискретизацией непрерывной величины – измеряемого интервала времени.

Закон распределения погрешности несинхронизированного квантования априорно неизвестного временного интервала

Предельно допустимые погрешности

Предельно допустимая абсолютная погрешность цифрового измерителя временных интервалов определяется как сумма погрешностей меры, преобразования и квантования:

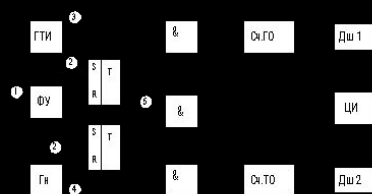
$$\Delta_{пред} = \Delta_m + \Delta_{пр} + \Delta_{кв} = \delta_{кв} \cdot \tau + \delta_{пр} \cdot \tau + t_0$$

Предельно допустимая основная погрешность измерения временных интервалов, выраженная в процентах от измеряемого временного интервала:

$$\delta_{пред} = \left(\delta_{кв} + \delta_{пр} + \frac{1}{n} \right) \cdot 100\%$$

Нониусный метод

Применяется для измерения однократных импульсов наносекундной длительности



Структурная схема измерителя ВИ нониусным методом

Нониусный метод измерения однократного временного интервала

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Эпюры напряжений нониусного измерителя ВИ

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ