

Министерство образования и науки Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

КАФЕДРА МЕТРОЛОГИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

Методические указания к лабораторной работе Р.1Б
**ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ И ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ
СИГНАЛОВ ЦИФРОВЫМ ЧАСТОМЕРОМ**

для студентов радиотехнических специальностей

Минск 1996

УДК 621.317.39 (075)

Методические указания к лабораторной работе РІВ "Измерение частотных и временных параметров сигналов цифровым частотомером" для студентов радиотехнических специальностей/ Сост. В.С.Реуцкий, С.В.Ляльков. - Мн.: БГУИР, 1996 - 21 с.

Методические указания к лабораторной работе РІВ "Измерение частотных и временных параметров сигналов цифровым частотомером" предназначены для практического изучения студентами цифровых методов измерения частоты и времени. В методических указаниях приведены цель работы, краткие сведения из теории, описания лабораторных макетов и приборов, лабораторное и домашнее задания и рекомендации по их выполнению, указания по оформлению отчета, контрольные вопросы, список рекомендованной литературы. В работе рассмотрены методики измерения частоты и времени и использования соответствующих измерительных приборов. Предусматривается оценка точности полученных результатов.

Ил.7, табл.5, список лит. 5 назв.
Составители. В.С.Реуцкий,
С.В.Ляльков

© Составление. В.С.Реуцкий,
С.В.Ляльков, 1995

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Изучение цифровых методов измерения частоты и периода электрических сигналов.

1.2. Изучение цифровых методов измерения длительности импульса и отношения частот.

1.3. Изучение частотомера ЧЗ-63 и приобретение практических навыков работы с ним.

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Основными частотно-временными параметрами электрических сигналов являются период- T , частота- f , длительность импульса- τ .

Период-наименьший интервал времени, через который повторяются мгновенные значения сигнала $U(t)=U(t+T)$, для любого произвольного момента времени t .

Частота - определяется как число идентичных событий (например периодов) в единицу времени, т.е. это величина, обратная периоду $f=1/T$

Длительность импульса - интервал времени, в течение которого мгновенные значения импульсного сигнала не превышают уровень 0,5 от амплитудного значения.

Кроме перечисленных параметров, импульсные сигналы иногда характеризуются синхронностью, которая определяется отношением $Q=T/\tau$.

Приборы для измерения частоты и времени образуют подгруппу Ч, а для измерения только интервалов времени - подгруппу И. Достаточно подробная классификация методов измерения частоты и времени дана, например, в [1,2 и др.]. В рамках данной работы изучается лишь наиболее распространенный метод - электронно-счетный или цифровой. Приборы, реализующие этот метод (вид ЧЗ), имеют весьма высокую точность и при этом компактны, надежны, технологичны и просты в управлении. Благодаря тому, что при измерении различных частотно-временных параметров этим методом требуются однотипные электронные блоки, приборы ЧЗ универсальны и обычно позволяют измерять несколько величин. Цифровые частотомеры, как правило, весьма широкополосны. Их частотный диапазон "вверх" ограничен лишь быстродействием элементной базы.

Принцип действия цифрового частотомера основан на определении частоты, приведенном ранее. Структурная схема, реализующая этот принцип, приведена на рис.1, а временные диаграммы, поясняющие ее

работу, на рис.2.

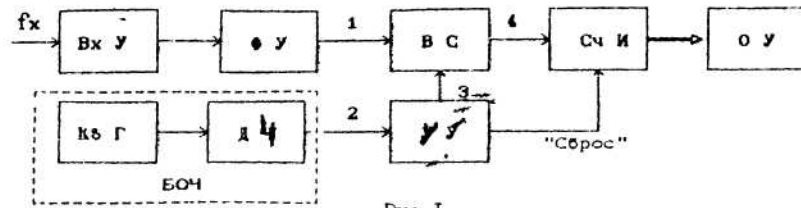


Рис.1

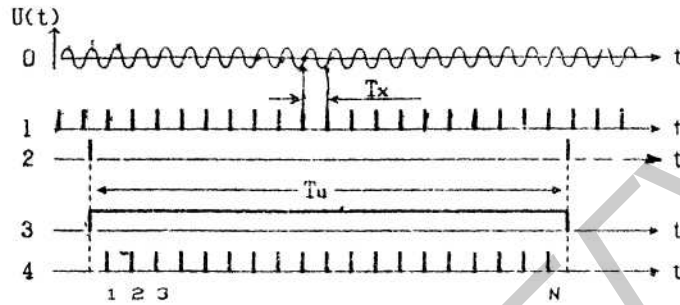


Рис.2

Сигнал $U(t)$, частота которого измеряется, подается через входное устройство (ВхУ) на формирующее устройство (ФУ), где преобразуется в импульсы (эпюра 1, рис.2) с той же частотой. Амплитуда этих импульсов не зависит от амплитуды и формы входного сигнала.

В блоке опорных частот (БОЧ) формируется сигнал с периодом, равным единице времени и соответствующим времени измерения T_x (эпюра 2). В связи с тем, что T_x является мерой времени, от его точности и стабильности будет зависеть точность измерений. Поэтому БОЧ состоит из высокостабильного кварцевого генератора (КвГ) и системы делителей частоты (ДЧ).

Устройство управления (УУ) формирует из сигнала БОЧ импульс длительностью T_u (эпюра 3), которым открывается временной селектор (ВС). ВС представляет собой электронный ключ, при открывании которого на счетчик импульсов (СчИ) поступают импульсы от ФУ (эпюра 4). Так как перед измерением СчИ устанавливается в "нуль", то по окончании интервала T_u на него поступит N импульсов, где

$$N_f = \frac{T_m}{T_x} = T_m \cdot f_x. \quad (1)$$

Следовательно, N_f прямо пропорционально f_x . Например, при $T_m = 1$ с, $N_f = 1$ будет соответствовать частоте в 1 Гц. Состояние СЧИ индицируется в десятичной форме отсчетным устройством (ОУ). Емкость счетчика ограничивает максимально измеряемое значение частоты, т.е. определяет предел измерения. Изменить его можно установкой $T_m = 10^m$ сек, где $m = 2, 1, 0, -1, -2, \dots$. При этом правильный отсчет обеспечится путем переноса десятичной точки на табло ОУ, что эквивалентно умножению или делению на 10. Схемно это реализуется изменением коэффициента деления ДЧ в БОЧ.

Источниками погрешности являются нестабильность частоты КвГ и погрешность дискретности. Погрешность дискретности обуславливается тем, что счетчик считает лишь целое число импульсов, и поэтому равенство (1) справедливо с точностью до целого. Максимальная абсолютная погрешность при этом не превышает одного импульса. Относительная $1/N$. Результирующая относительная погрешность

$$\delta_f = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{N_f} \right) = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{T_m \cdot f_x} \right), \quad (2)$$

где δ_0 — относительная нестабильность частоты КвГ.

Как следует из формулы (2), с увеличением f_x погрешность дискретности стремится к нулю. Поэтому при измерении высоких частот преобладает первая составляющая погрешности, а при низких — вторая. Кроме того, видно, что одним из способов уменьшения погрешности измерения низких и инфранизких частот является увеличение времени измерения T_m . Однако при $T_m > 1$ с оператор вынужден длительное время ожидать результат, что создает неудобство в работе. К другим способам уменьшения погрешности дискретности относятся умножение частоты входного сигнала и применение электронного нонжуса (верньерный способ). Первый из этих способов технически трудно реализуем на низких частотах, а второй широко используется разработчиками частотомеров. Наиболее часто на практике используют переход от измерения частоты к измерению периода.

Действительно, из формулы (1) видно, что количество импульсов поступивших на счетчик, прямо пропорционально времени открывания селектора. Поэтому, открывая ВС на время измеряемого периода T_x и используя для счета импульсы известной частоты f_0 , получим N , соответствующее неизвестному периоду. Этот алгоритм реализуется структурной схемой рис. 3, а ее работа поясняется временными диаграммами (рис. 4).

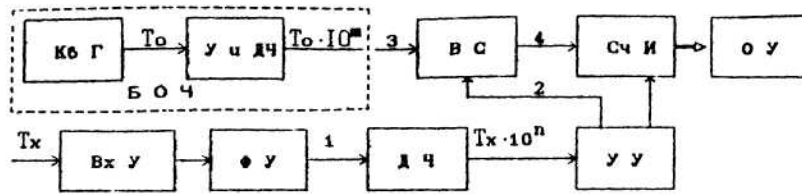


Рис.3

Сигнал $U(t)$ с периодом T_x преобразуется в импульсы с тем же периодом в ФУ (эпюра 1) и поступает на ДЧ с коэффициентом деления 10^n ($n=0,1,2,\dots$), который выбирается оператором (временные диаграммы изображены для $n=0$). В УУ формируется импульс (эпюра 2), открывающий на время $T_x \cdot 10^n$ селектор. В БОЧ вырабатываются импульсы с периодом T_0 , которые через систему делителей и умножителей частоты (УиДЧ) с коэффициентом преобразования 10^m ($m=-1,0,1,2,\dots$) (эпюра 3) поступают через ВС на СЧИ (эпюра 4).

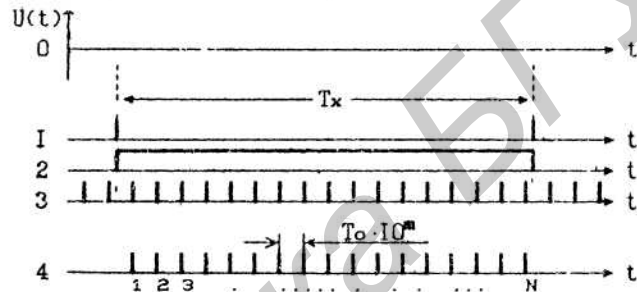


Рис.4

Их количество

$$N_T = \frac{T_x \cdot 10^n}{T_0 \cdot 10^m} = T_x \cdot 10^{n-m} f_0 \quad (3)$$

пропорционально измеряемому периоду. При $f_0=10\text{МГц}$ N_T с коэффициентом 10^{n-m-7} равно периоду в секундах. Отсчет в мс или мкс получается переносом десятичной точки в ОУ.

Источники погрешности аналогичны измерению частоты. На низких частотах (T_x достаточно велик) погрешность дискретности стремится к "нулю" и доминирует погрешность из-за нестабильности периода T_0 . На высоких же частотах (T_x мало) Δ_0 становится пренебрежимо малой. Поэтому повысить точность измерения можно уменьшением периода T_0

($m=1$) или измерением не одного, а p периодов сигнала ($p>0$) с последующим усреднением. Кроме того, уменьшить погрешность дискретности можно применением электронного вольтметра.

Измерение длительности импульса практически аналогично измерению периода (обе величины являются временными интервалами). Однако из схемы рис.3 следует исключить ДЧ, т.к. при $p=0$ сигнал после ДЧ будет иметь длительность, не связанную с измеряемой. Количество счетных импульсов, поступивших на счетчик, при этом будет

$$N_{\tau} = \frac{T_{\kappa}}{T_0 \cdot 10^m} = \tau_{\kappa} \cdot f_0 \cdot 10^{-m}. \quad (4)$$

Источники погрешности оцениваются аналогично измерению периода. Однако при этом следует отметить, что при длительности фронта и среза измеряемого импульса сравнимым с f_0 , появляется дополнительная погрешность.

Для измерения отношения частот можно использовать схему рис.1 с небольшими изменениями. Действительно, если в точку 1 схемы подать импульс с более высокой частотой f_1 , а в точку 2 с более низкой f_2 , то, как это следует из формулы (1), количество импульсов, поступивших на СЧИ, будет

$$N = \frac{T_2}{T_1} = \frac{f_1}{f_2}. \quad (5)$$

То есть N равно отношению частот.

3. Приборы, используемые при выполнении работы

- 3.1. Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63 или ЧЗ-63/1.
- 3.2. Лабораторный макет.

4. Описание лабораторного макета

Лабораторный макет предназначен для формирования импульсных ТТЛ сигналов. Внешний вид макета приведен на рис.5. Макет имеет два выхода "ВЫХ.0" и "ВЫХ.1", переключатели "ВАРИАНТ", "НОМЕР ТОЧКИ", "РЕЖИМ", выключатель сети и индикатор включения сети "СЕТЬ".

Переключатель "ВАРИАНТ" предназначен для установки варианта задания в соответствии с номером бригады. Переключатель "НОМЕР ТОЧКИ" имеет 4 положения и предназначен для выбора объекта измерения. С помощью переключателя "РЕЖИМ" выбирается вид измеряемой величины. Первое положение "f,T" соответствует измерению частоты и

периода, второе "τ, Γ, Q" – измерению длительности импульсов и косвенным измерениям скважности, третье "f₀/f₁" – режиму измерения отношения частот. Основным рабочим выходом макета является "ВЫХ.1", на котором присутствует выходной сигнал во всех режимах работы макета. Выход "ВЫХ.0" предназначен только при измерении отношения частот. При этом между выходами макета включен цифровой делитель частоты. Более высокая частота на "ВЫХ.0".

Питание макета включается тумблером "СЕТЬ".

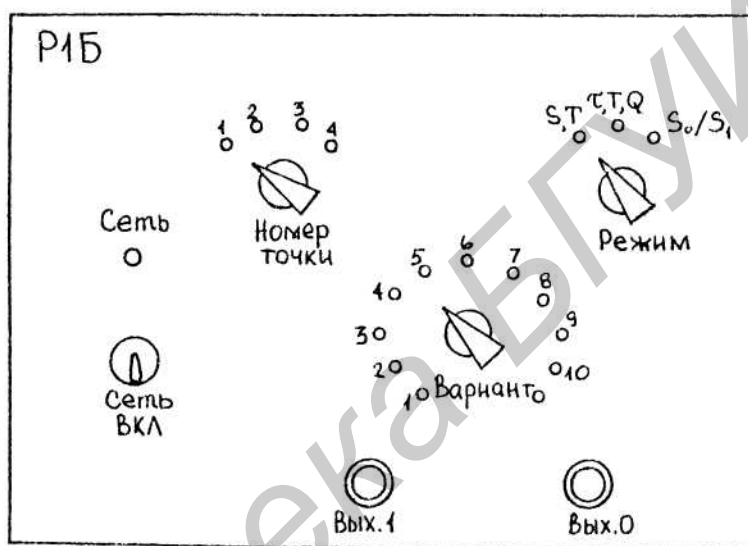


Рис 5

5 Подготовка к выполнению работы

5.1. По рекомендуемой литературе и настоящему методическому пособию изучить принцип действия электронного частотомера и его работу в режимах измерения различных параметров

5.2. По приложению I настоящих МУ изучить частотомер ЧЗ-63 (ЧЗ-63/1), его технические характеристики, проведение измерений с его помощью и оценку инструментальной погрешности.

5.3. Сделать заготовку отчета (одну на бригаду) в соответствии с требованиями раздела "Содержание отчета" настоящих МУ и лабораторным заданием.

5.4. Ответить на контрольные вопросы.

5.5. Внести формулы для оценки абсолютной и относительной погрешностей косвенных измерений скажности.

6. Лабораторное задание

6.1. Измерить частоты и периоды электрических сигналов.

6.2. Проанализировать влияние режимов работы частотомера и значений измеряемых частот и периодов на погрешность измерения.

6.3. Измерить длительности, периоды следования импульсов и определить их скажность.

6.4. Измерить отношения частот.

7. Порядок выполнения работы

7.1. Выполнить измерения в соответствии с п.6.1 лабораторного задания. Измерения проводить в следующей последовательности.

7.1.1. Подготовить к работе частотомер ЧЗ-63 в соответствии с прил. I настоящих МУ.

7.1.2. Установить переключатели макета "ВАРИАНТ" в положение номера бригады, "РЕЖИМ" - в положение "f, T", "НОМЕР ТОЧКИ" - в положение I и включить макет.

7.1.3. Измерить частоты сигналов f_x на выходе "ВЫХ. I" макета для всех четырех точек с помощью ЧЗ-63 (п.5.2 прил. I). Результаты измерений внести в табл. I, зафиксировав в ней время измерения.

7.1.4. Повторить измерения f_x , увеличив время измерения в 10 раз. Результаты также внести в табл. I. Оценить инструментальную погрешность измерений в абсолютной и относительной форме.

Таблица I

№ точки	$T_{и}=0,1$ с			$T_{и}=1,0$ с		
	$f_x, \text{кГц}$	$\Delta f, \%$	$\Delta f, \text{кГц}$	$f_x, \text{кГц}$	$\Delta f, \%$	$\Delta f, \text{кГц}$
1						
2						
3						
4						

7.1.5. Измерить периоды тех же сигналов T_x для всех точек с помощью частотомера ЧЗ-63 (п.5.3 прил. I). Измерения проводить для одного периода с одинаковым периодом меток времени для всех точек. Результаты занести в табл.2, зафиксировав в ней период меток времени T_0 .

Таблица 2

№ точки	$T_0 =$ акс. $n=1$			$T_0 =$ акс. $n=1$		
	$T_x, мс$	$\Delta T, \%$	$\Delta T, мкс$	$T_x, мс$	$\Delta T, \%$	$\Delta T, мкс$
1						
2						
3						
4						
№ точки	$T_0 =$ акс. $n=10$			$T_0 =$ акс. $n=10$		
	$T_x, мс$	$\Delta T, \%$	$\Delta T, мкс$	$T_x, мс$	$\Delta T, \%$	$\Delta T, мкс$
1						
2						
3						
4						

7.1.6. Повторить измерения по п.7.1.5, увеличив период меток времени в 10 раз.

7.1.7. Повторить измерения по п.7.1.5 и 7.1.6, измерив 10 периодов T_x (множитель 10^4). Результаты измерений занести в табл.2.

7.1.8. Оценить инструментальные погрешности измерений для всех режимов измерений T_x .

7.2. Проанализировать результаты, полученные в п.7.1.

7.2.1. Проследить влияние значения измеряемой частоты на инструментальную составляющую погрешности при различном времени измерения

7.2.2. Выявить зависимость значения измеряемого периода на инструментальную составляющую погрешности при различном периоде меток времени и при различном количестве измеряемых периодов.

7.2.3. Сравнить погрешности измерения частоты и периода одного и того же сигнала. Сделать выводы. Результаты анализа включить в отчет.

7.3. Выполнить измерения в соответствии с п.6.3 лабораторного задания. Измерения проводить в следующей последовательности.

7.3.1. Установить переключатели макета "НОМЕР ТОЧКИ" в положение I, "РЕЖИМ" - в положение "Т, т, Q"

7.3.2. Измерить период сигнала T с точностью до 5-ти значащих цифр и оценить погрешность измерения.

7.3.3. Измерить длительность импульса t_x для всех четырех точек (п.5.4 прил. I) и оценить инструментальную составляющую погрешности измерения в абсолютной и относительной форме. Резуль

таты занести в табл.3.

7.3.4. Определить скважность импульсов Q_x и оценить погрешность их измерения в форме абсолютной и относительной как погрешность косвенных измерений с однократными наблюдениями. Результаты занести в табл.3.

Таблица 3

№ точки	T=		мкс, $\Delta T=$		%, $\Delta T=$		мкс Δa
	T _к , мкс	δT , %	мкс ΔT	%, ΔT	%, δa		
1							
2							
3							
4							

7.4. Выполнить измерения в соответствии с п.6.4 лабораторного задания. Измерения проводить в следующей последовательности.

7.4.1. Установить переключатель "РЕЖИМ" макета в положение " f_0/f_1 ".

7.4.2. Измерить отношение частот в первой точке, руководствуясь п.5.5 прил. I. Результат измерения занести в табл.4, указав положение переключателя "Множ" частотомера.

7.4.3. Повторить измерения для остальных точек.

7.4.3. Оценить инструментальные погрешности измерений.

Таблица 4

№ точки	n=			
	1	2	3	4
f_0/f_1				
δ				

7.5. Согласовать с преподавателем результаты экспериментов и в случае отсутствия замечаний отключить от сети прибор и макет. Приступить к оформлению отчета.

8 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

8.1. Отчет должен содержать формулировку цели работы, лабораторное задание, основные технические характеристики частотомера по форме табл 5 упрощенную структурную схему прибора, основные расчетные формулы, результаты расчетов и экспериментов, оценку погрешностей и выводы по каждому пункту задания

Таблица 5

Наименование прибора	Тип	Заводской номер	Основные технические характеристики
Частотомер электронный счетный	ЧЗ БЗ (ЧЗ-БЗ 1)		

8.2. В графу "Основные технические характеристики" следует включать информацию, необходимую для выполнения работы, проведения расчетов, оценки погрешностей и выводов.

8.3. Результаты измерений и расчетов следует приводить в виде таблиц, рекомендованных в настоящих методических указаниях.

8.4. Отчет должен соответствовать системе стандартов ЕСКД.

9. Контрольные вопросы

1. Перечислите основные методы измерения частотных и временных параметров сигналов.

2. В чем суть электронно-счетного метода измерения частоты, периода, длительности импульса, отношения частот?

3. Перечислите основные источники погрешностей измерения частоты, периода, длительности импульса и отношения частот цифровым методом. По каким формулам можно оценить каждую из составляющих погрешности этих величин?

4. Как в зависимости от значения измеряемого параметра и режимов работы частотомера изменяются составляющие погрешностей?

5. Какие существуют способы повышения точности измерения частоты и периода ВЧ- и НЧ-сигналов? В чем суть каждого способа?

6. Как оцениваются погрешности косвенных измерений с однократными выделенными?

10. Литература

1. Елизаров А.С. Электрорадиоизмерения. - М.: Высшая школа, 1986. - 320 с.

2. Измерения в электронике. Справочник/ Под ред. В.А. Кузнецова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 512 с.

3. Мирский Г.Я. Электронные измерения 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1986. - 440 с.

4. Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63 предназначен для измерения частоты синусоидальных и частоты следования импульсных сигналов:

измерения периода синусоидальных и периода следования импульсных сигналов;

измерения длительности импульсов,

измерения отношения частот электрических сигналов,

счета числа электрических сигналов;
выдачи сигнала опорной частоты;
выдачи информации о результатах измерения на регистрирующее устройство.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Область измеряемых частот по входу А в диапазоне от 0,1 Гц до 200 МГц при напряжении входного сигнала до 10 В.

2.2. Относительная погрешность измерения частоты δ_f не превышает значений

$$\delta_f = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{f_x T_u} \right),$$

где δ_0 — относительная нестабильность частоты опорного генератора,
 f_x — измеряемая частота в Гц,

T_u — время счета (время измерения) в секундах.

2.3. Относительная нестабильность частоты не более $5 \cdot 10^{-7}$, по истечении времени установления 2 часа. Время готовности с относительной нестабильностью частоты $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ не превышает 1 мин в нормальных условиях.

2.4. Область измеряемых единичных и усредняемых периодов по входу Б в диапазоне от 0,1 мкс до 10^4 с (10 МГц... 10^{-4} Гц) при напряжении входного сигнала до 10 В.

Число усредняемых периодов (множитель периода) $10, 10^2, 10^3, 10^4$. Период тактовой частоты (метки времени) $10^{-7}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}$ с.

2.5. Относительная погрешность измерения периодов импульсных сигналов δ_T длительностью фронта не более половины периода T_0 сигнала тактовой частоты не превышает значений

$$\delta_T = \pm \left(\delta_0 + \frac{T_0}{n T_x} \right),$$

где T_x — измеряемый период,

n — число усредняемых периодов (множитель периода).

2.6. Частотомер измеряет длительность импульсов любой полярности по входу Б от 0,1 мкс до 10^4 с при частоте следования не более 5 МГц и входном напряжении до 10 В.

2.7. Относительная погрешность измерения длительности импульсов δ_T при суммарной длительности фронта и среза не более половины периода T_0 сигнала тактовой частоты не превышает значений

$$\delta_T = \pm \left(\delta_0 + \frac{T_0}{T_x} \right),$$

где T_x — длительность измеряемого импульса.

2.8. Частотомер измеряет отношение частот сигналов, подаваемых

на входы А (высшая из частот) и Б (низшая). Диапазон частот при этом: высшей – 0,1Гц...200МГц, низшей – 0,01Гц...10МГц.

2.9. Погрешность измерения отношения частот импульсных сигналов не превышает значений

$$\delta_{f_n/f_m} = \pm \frac{f_n}{n \cdot f_m}$$

где f_m и f_n – низшая и высшая из частот;

n – множитель периода сигнала низшей частоты (вход Б).

2.10. Частотомер измеряет частоту собственных опорных сигналов (в режиме самоконтроля) 1,10,100кГц,1,10МГц с целью проверки работоспособности.

2.11. Частотомер обеспечивает непосредственный отсчет результата в цифровой форме с гашением незначащих нулей, индикацией единиц измерения, десятичной точки и переполнения цифрового табло.

В режиме работы "с памятью" прибор обеспечивает хранение результата на время следующего цикла измерения, а в режиме "суммирования" индицирует набор информации во время измерения.

2.12. При автоматическом запуске обеспечивается возможность плавной регулировки времени индикации 0,1...5,0с. Время счета при измерении частоты по входу А 1, 10, 10², 10³, 10⁴мс. Время счета при измерении периода определяется, как $n \cdot T_x$.

2.13. Прибор имеет автоматический, ручной и внешний запуск, а также возможность программного дистанционного управления.

2.14. Входное сопротивление и входная емкость 1МОм и 50 пФ по входам А и Б (вход В в работе не используется). Имеется возможность установки входного сопротивления по входу А – 50 Ом.

2.15. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях не менее 16 часов.

3. ПРИНЦИП РАБОТЫ И УСТРОЙСТВО ПРИБОРА

3.1. Принцип действия

Принцип действия частотомера электронно-счетного основан на подсчете счетчиком импульсов, поступающих на его вход в течение определенного интервала времени.

При измерении частоты считаются импульсы, сформированные из измеряемого сигнала за время строб-импульса, длительность которого задается опорными частотами.

При измерении длительности импульса и периода подсчитывается количество импульсов опорной частоты (частоты заполнения или меток времени) за время строб-импульса, длительность которого при измерении T равна длительности измеряемого импульса.

Упрощенная структурная схема частотомера ЧЗ-63 представлена на рис. III.

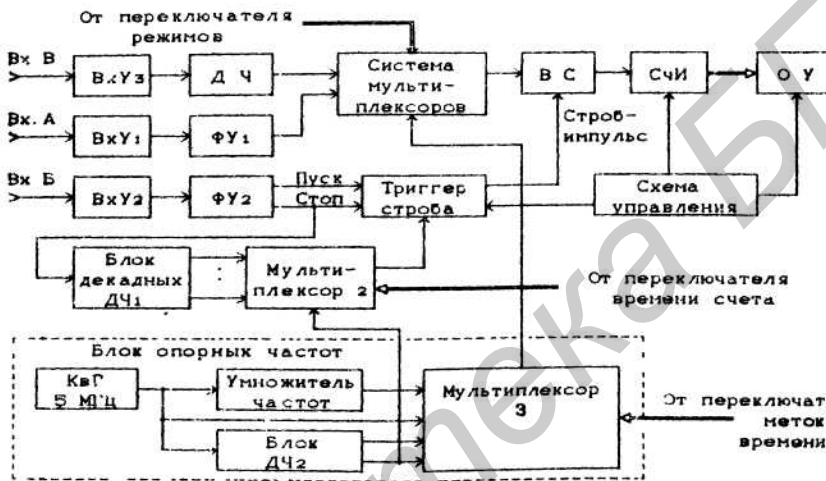


Рис. III

В целом структурная схема частотомера соответствует обобщенной структурной схеме универсального частотомера, рассмотренной в литературе, например [1].

Частотомер имеет три входа А, Б, В, предназначенные для подачи измеряемых сигналов при измерении соответственно частоты до 200 МГц (Вх.А), периода и длительности (Вх.Б) и частоты до 1 ГГц (Вх.В).

В состав частотомера входят: входные (ВхУ) и формирующие (ФУ) устройства, система делителей частоты (ДЧ, блок декадных ДЧ), блок

ДЧ2), триггер строба, временной селектор (ВС), счетчик импульсов (СЧИ), отсчетное устройство (ОУ), схема управления, мультиплексоры и блок опорных частот. Последний в свою очередь состоит из задающего кварцевого генератора (КвГ) 5 МГц, умножителя и делителя частоты и мультиплексора.

ВхУ1 и ВхУ2 состоят из аттенкуатора и усилителя и предназначены для ослабления или усиления измеряемого сигнала до уровня необходимого для нормальной работы ФУ. ВхУ3 дополнительно содержит усилитель-ограничитель.

ФУ1 и ФУ2 осуществляют формирование импульсов с частотой входного сигнала, если он синусоидальный, либо улучшают фронты и ограничивают амплитуду при импульсной форме.

Мультиплексоры представляют собой многоканальные цифровые переключатели, состояние которых определяется цифровым кодом на управляющих входах. Наличие мультиплексоров позволяет выбирать режим работы частотомера либо с помощью механических переключателей прибора, либо дистанционно с помощью электрических сигналов.

Триггер строба формирует импульс, открывающий ВС на время измерения.

Схема управления предназначена для предварительной установки, переписи информации на ОУ, а также задает индикации и управляет всем циклом измерения.

Назначение остальных узлов частотомера аналогично описанным в разделе 2 настоящих МУ.

3.2. РАСПОЛОЖЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

3.2.1. Органы управления, индикации и присоединительные разъемы расположены на лицевой (рис. П.2) и задней панелях и снабжены соответствующими надписями.

3.2.2. На лицевой панели расположены:

тумблер СЕТЬ, предназначенный для включения питания;

кнопочный переключатель РОД РАБОТЫ, предназначенный для выбора вида измерений.

переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА мс/МНОЖ, предназначенный для выбора времени счета при измерении частоты и выбора коэффициента усреднения при измерении периода и отношения частот.

переключатель МЕТКИ ВРЕМЕНИ, с, предназначенный для выбора меток времени (частот заполнения) при измерении длительности импульса и выбора собственных опорных частот в режиме самоконтроля;

потенциометр ВРЕМЯ ИНЦ, предназначенный для установки желаемого времени индикации информации на цифровом табло прибора;

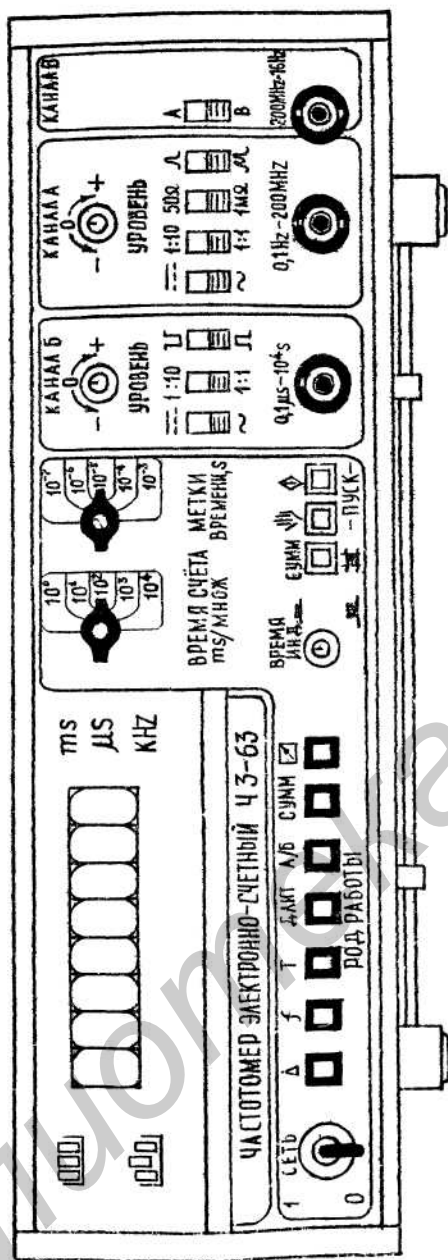


Рис. 1.2

кнопка "*/СУММ" (во включенном состоянии – суммирование), предназначена для включения и отключения системы памяти, а в режиме суммирования для определения начала и конца счета.

кнопка "ПУСК *", предназначенная для ручного запуска;

кнопка "ПУСК ВНЕШ", предназначенная для внутреннего автоматического или внешнего пуска (в нажатом состоянии) прибора;

3.2.3. В зоне органов управления каналом Б:

потенциометр УРОВЕНЬ, предназначенный для выбора уровня запуска по входу Б,

переключатель "~/-", предназначенный для установки закрытого или открытого входа,

переключатель "I·I/I IO", предназначенный для ослабления входного сигнала,

переключатель "л/л" служит для выбора полярности;

разъем Б, предназначенный для подачи сигнала.

3.2.4. В зоне органов управления канала А

потенциометр УРОВЕНЬ, переключатели "I·I/I IO", "~/-", разъем выполняют функции, аналогичные соответствующим органам канала Б;

переключатель "IMΩ/50Ω", предназначенный для установки входного сопротивления канала А;

переключатель "м/л", предназначенный для выбора полосы пропускания канала.

3.2.5. Переключатель "А-В" в зоне управления канала В, предназначенный для выбора, низко- или высокочастотного канала при измерении частоты.

3.2.6. Органы управления и присоединения, расположенные на задней панели в работе не используются.

4. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

4.1. Включить кнопку "ПУСК ВНЕШ".

4.2. Установить тумблер СЕТЬ в нижнее положение, включить в сеть шнур питания и перевести тумблер СЕТЬ в верхнее положение. При этом должны засветиться один или несколько цифровых индикаторов.

4.3. Прогреть прибор.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Проверка работоспособности.

5.1.1. Работоспособность прибора проверяется в режиме самоконтроля.

5.1.2. Включить кнопку А (контроль) переключателя РОД РАБОТЫ.

5.1.3. Установить ручку ВРЕМЯ ИНД в положение, удобное для отсчета.

5.1.4. Произвести отсчет с цифрового табло прибора, который должен быть кратен 10^p , где $p=0,1,2,\dots$ в зависимости от положений переключателей ВРЕМЯ СЧЕТА мс/МНОЖ и МЕТКИ ВРЕМЕНИ, с.

5.1.5. Нажать кнопку "ПУСК Φ ", при этом счет должен прекратиться и во всех разрядах табло должна высветиться цифра 8. При отпускании кнопки автоматический цикл работы должен повториться.

5.2. Измерение частоты по входу А.

5.2.1. Нажать кнопку "f" (частота) переключателя РОД РАБОТЫ.

5.2.2. Переключатель входа "А-В" установить в положение А.

5.2.3. Переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА мс/МНОЖ установить в положение соответственно требуемой точности измерения. Рекомендуется при измерении частот 0,1–10 Гц выбирать положение 10^4 , частот 100 Гц–1 МГц положение – 10^3 , а частот свыше 10 МГц – 10^1 или 10^0 .

5.2.4. При измерении частот ниже 1 МГц переключатель "м/л" установить в положение "л".

5.2.5. Переключатели "~/-" и "I I/I IO" установить в положения соответственно "~" и "I IO".

5.2.6. Подать измеряемый сигнал на вход А.

5.2.7. Брашением ручки УРОВЕНЬ добиться устойчивого счета (периодического мерцания светодиода в левом углу табло). При невозможности получения устойчивого счета выключить ослабление сигнала, установив положение "I I".

5.2.8. Произвести отсчет результата.

ПРИМЕЧАНИЕ. После любых переключений первое показание табло может быть неверным.

при установке переключателя ВРЕМЯ СЧЕТА мс/МНОЖ в положение 10^4 отсчет будет получен через 10 секунд

5.3. Измерение периода (вход Б)

5.3.1. Нажать кнопку "T" (период) переключателя РОД РАБОТЫ.

5.3.2. Переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА мс/МНОЖ установить в положение 10^0 , а переключатель МЕТКИ ВРЕМЕНИ, с в зависимости от требуемой точности. Рекомендуется при измерении периодов менее единиц мс выбирать метки времени 10^7 или 10^6 , при измерении больших периодов (порядка сотен мс и более) 10^4 или 10^3 .

5.3.3. Установить переключатели " / -" в положение "-", "л/л" в положение соответствующее полярности импульсов (в данной работе по

лярность импульсов положительная), "I-I/I IO" в положение "I·IO".

5.3.4. Подать измеряемый сигнал на вход Б и вращением ручки уровень добиться устойчивого счета (периодического мерцания светодиода в левом углу табло). При необходимости выключить ослабление входного сигнала.

5.3.5. Произвести отсчет показаний, измерив при необходимости время индикации соответствующей ручкой.

5.3.6. Для получения более точных результатов измерения можно установить переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА мс/МНОЖ в одно из положений 10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4 при этом измерение будет производиться соответственно за 10, 100, 1000 или 10000 периодов.

5.4. Измерение длительности импульсов (вход Б)

5.4.1. Нажать кнопку ДЛИТ переключателя РОД РАБОТЫ.

5.4.2. Выполнить пп. 5.3.2-5.3.4.

5.4.3. Произвести отсчет результата.

5.5. Измерение отношения частот (вход А и Б)

5.5.1. Нажать кнопку "А/Б" переключателя РОД РАБОТЫ.

5.5.2. Подать сигнал более высокой частоты на вход А, более низкой - на вход Б.

5.5.3. Установить переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА мс/МНОЖ в положение 10^1 (при необходимости повысить точность измерения, допускается устанавливать данный переключатель в другие положения)

5.5.4. Произвести отсчет результата. При отсутствии счета (мерцания светодиода) необходимо убедиться в наличии измеряемых сигналов на входах путем измерения частоты на входе А и периода на входе Б (в соответствии с пп. 5.2.1-5.2.8 и 5.3.1-5.3.5), а затем повторить пп. 5.5.1, 5.5.3.

ПРИМЕЧАНИЕ. Другие режимы работы частотомера в данной лаб. работе не используются.

Св.план 1995, поз. 46

Учебное издание

Методические указания к лабораторной работе Р.15

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ И ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ
ЦИФРОВЫМ ЧАСТОТОМЕРОМ

для студентов радиотехнических специальностей

Составители: Реудкий Вячеслав Сергеевич
Лялков Святослав Владимирович
Редактор Н.Б.Гриневич

Подписано в печать 01.02.97.
Объем 1,27 усл.печ.л. 1,0 уч.-изд.л.
Заказ 97.

Формат 60x84 1/16
Тираж 300 экз

Белорусский государственный университет информатики
и радиотехники
Министерства образования и науки Республики Беларусь
Отпечатано на ротационной машине БГУИР. 220027, Минск. П.Бровки, 6