

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ РАДИОИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ ВБЛИЗИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

На примере измерения частоты радиосигналов (с неизвестным временем доступа к сигналу) показана возможность практического повышения одновременно и точности и быстродействия измерений в 100-1000 раз. Приведены образцы приборов для измерения и измерительного преобразования на основе метода коинциденции. Определены перспективы использования.

Ключевые слова: измерения частоты радиосигналов, повышения одновременно и точности и быстродействия измерений

G.U. SHOKOTKO, I.V. TROTSYSHYN
Odessa national academy of telecommunicationsn. a. A. S. Popov

PROBLEMS INSTRUMENTATION FOR MEASUREMENT OF FREQUENCY RADIOPULSE SIGNALS NEAR THE UPPER BOUNDARY OF THE FREQUENCY RANGE

On the example of measuring the frequency of a radio (with an unknown time access to the signal) is shown the possibility of practical enhance both accuracy and speed measurements in the 100-1000 times. Gives examples of instruments for measuring and measuring conversion on the basis of coincidence. The prospects of use.

Keywords: radio frequency measurements, improving both accuracy and speed measurement

Введение

Основные технические характеристики. приборов для измерения частоты и временных интервалов: диапазон измеряемых частот, диапазон измеряемых временных интервалов, погрешность измерения, разрешающая способность, напряжение входного сигнала, входное сопротивление, время измерения.

Период и частота электрического сигнала являются весьма важными его характеристиками. Период T характеризует наименьший интервал времени, через который повторяются мгновенное значение периодического сигнала» Величина, обратная периоду, называется частотой f электрического сигнала».

Диапазоны измеряемых частот и временных интервалов представляют собой области значений частот и интервалов времени» измеряемых приборами с нормированной погрешностью. В настоящее время диапазон измерения частоты без дополнительных преобразований составляет 10 Гц.. • 500 МГц, а диапазон измеряемых временных интервалов от 0,1 мкс до 10^4 с.

Основной метрологической характеристикой частотомеров и периодометров является их погрешность. Погрешность характеризует отклонение результата измерения от действительного . значения измеряемой величины. В качестве стандартов частота, в настоящее время используют кварцевые генераторы, погрешность частоты которых не превышает 10^{-9} .

Разрешающая способность частотомеров характеризуется минимальным интервалом времени который может быть измерен, или величиной, обратной количеству уровней дискретизации

$$\eta = \frac{\Delta f_m}{f_{ном}}$$

где Δf_m - цена деления шкалы частотомера, $f_{ном}$ - номинальное значение частоты на выбранном пределе измерения.

Напряжение входного сигнала, подводимого к частотомеру, должно лежать в определенных пределах, указанных в технических характеристиках прибора. Если напряжение выходит за эти пределы, то измерение частоты с нормированной погрешностью не гарантируется. Для большинства частотомеров и периодометров напряжение входного сигнала может изменяться от 0,1 до 10 В.

Входное сопротивление (или входная емкость) прибора характеризует его влияние на объект измерения. Подключение измерительного прибора к электрической схеме может вызвать изменение частоты колебаний в ней, что приводит к появлению дополнительной погрешности измерений. Процесс измерения частоты занимает определенный промежуток времени, за который происходит ее изменение, поэтому истинное значение частоты сигнала определить невозможно. На практике для оценки действительного значения частоты пользуются ее усредненным на интервале измерения тиз значением.

$$\bar{f} = \frac{1}{t_m} \int_0^{t_m} f(t) dt.$$

где $f(t)$ - текущее значение частоты.

Изложение проблемы

Время измерения частоты электрического сигнала характеризует интервал усреднения текущей частоты. Для снижения погрешности измерения целесообразно увеличивать время измерения, что приводит к снижению производительности измерительного прибора.

Для измерения частоты используют методы непосредственной оценки и сравнения частот. К приборам непосредственной оценки относятся: электромеханические частотомеры с логометрическим механизмом, конденсаторные частотомеры, резонансные частотомеры и электронно-счетные частотомеры. К приборам сравнения частот относятся: компараторы частоты, гетеродинные частотомеры, осциллографические частотомеры. Рассмотрим некоторые из этих приборов.

Приведем типовые зависимости основных характеристик при измерении частоты современными частотомерами (рис. 1).

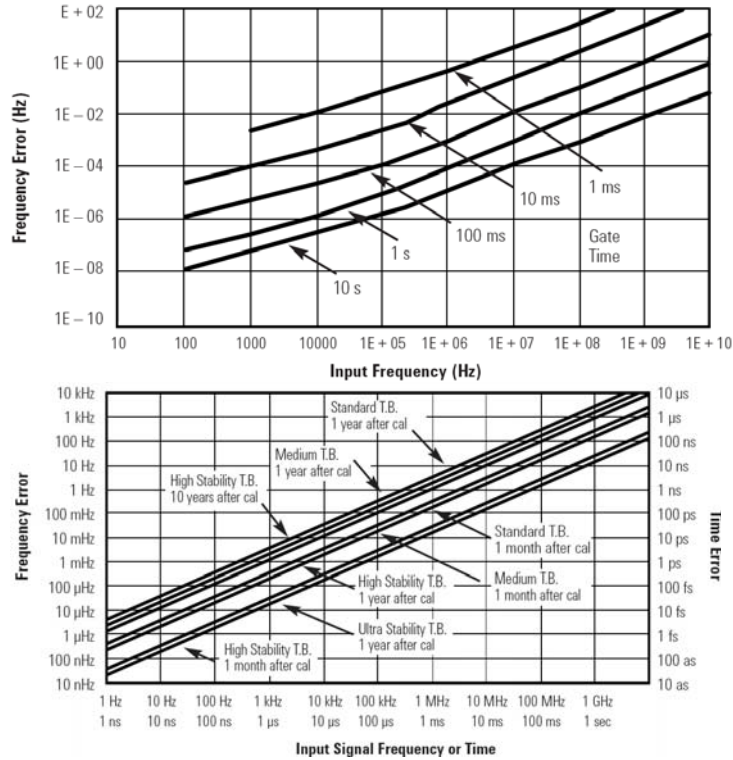


Рис. 1. Типовые зависимости характеристик измерения частоты

Разработана концепция именно фазочастотного подхода, (вместо классического - частотного), позволила объяснить и просчитать метрологические характеристики во время измерения частоты сигналов с ограниченным временем доступа рис.2.

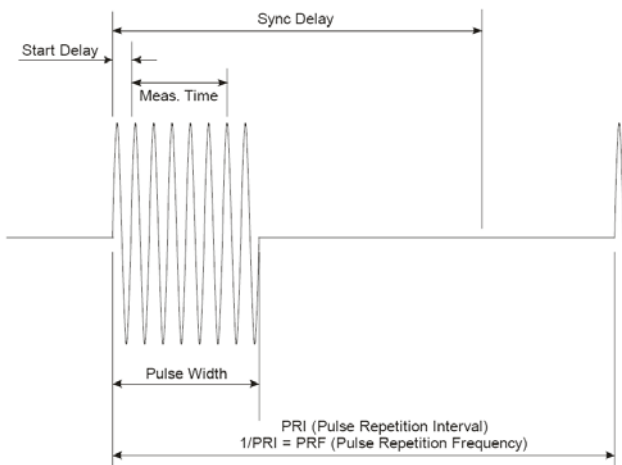


Рис. 2. Радиопульсный сигнал



Рис. 3. Частотомер коинциденции и измерительный преобразователь частоты

Основная часть.

Точность в Гц было достигнуто за время измерения ~ единиц миллисекунд в диапазоне единиц МГц. Указанные результаты практически реализованы в реальных приборах, которые прошли неоднократные испытания рис.3 [5].

В основе успешной реализации квантовой теории лежит гипотеза о том, что картина реального мира, как правило, существенно отличается от тех существующих математических моделей которым принято пользоваться, и которые во многих случаях были введены не с позиций метрологии и измерительной техники, а для удобства и простоты представление и использование уже наработанных математических методов. Поэтому критический пересмотр именно теоретических основ введения математических моделей с соблюдением причинно-следственных связей и уже доказанного фазочастотного подхода к идеи образования и использования измерительной шкалы не только с целочисленными значениями, а также и дробными квантованными значениями делений между целочисленными значениями, на единой шкале измерения. Использование как высшего степени иерархии построения измерительного преобразования физических величин именно на основе метода коинциденции, который уже проявил себя в некоторых отраслях измерений, но не только не имеет конкретной теории в мире, но и не имеет научного обоснования достигнутых результатов, кроме теории ФЧИ и ПР (для фазочастотных параметров радиосигналов) [4-5].

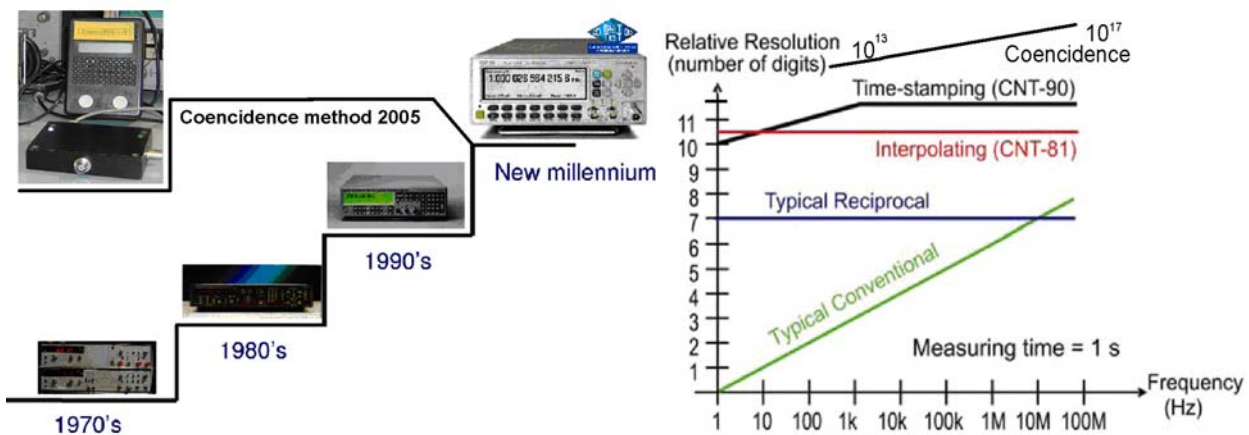


Рис.4. Современная иерархия построения измерительного преобразования частоты

Режим установления верхнего значения измеряемой частоты определяется быстродействием элементов на которых выполнен частотомер, и может быть определена практически, путем сравнительных испытаний (рис.5.).

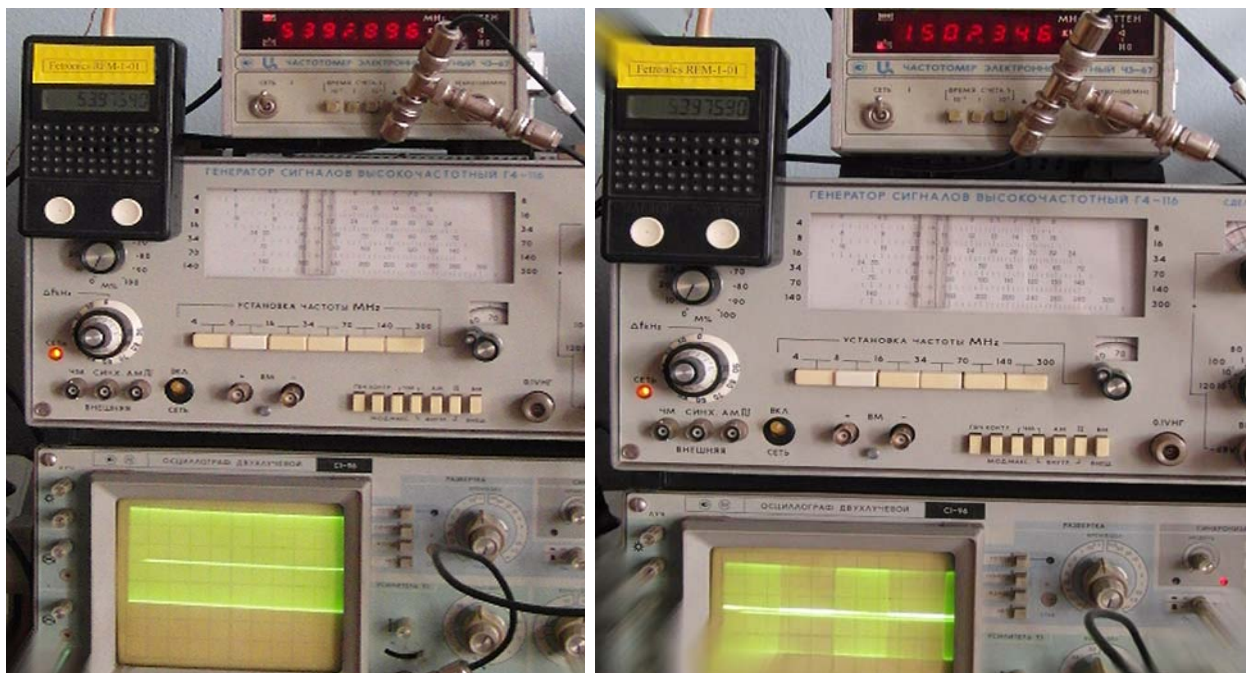


Рис.6. Испытания частотомера коинциденции в диапазоне высоких частот

ВЫВОДЫ

В работе описано возможность решить важную научную задачу - разработан метод и средства

измерения частоты в РТС и ТКС с максимально возможными точностью и быстродействием при априори неизвестного времени доступа к сигналу, которые реализуются на принципах фазочастотного подхода к определению частоты и построении измерительного преобразования по методу коинциденции.

1. Проанализированы существующие методы и средства измерения частоты с точки зрения одновременного повышения и точности и быстродействия, установлены причины принципиальных ограничений в рамках классических определений и методов, по повышению точности и быстродействия измерения частоты.

2. Разработано структурную и принципиальную схему частотомера коинциденции, найдено требования к его узлам, промоделирована и получены все возможные значения матрицы измерительной шкалы и исследованы их расположение на шкале измерений в зависимости от количества разрядов

3. На основе разработанного метода измерения частоты по методу совпадения (коинциденции) построено измеритель частоты (частотомер), который на порядок выше в классификационной схеме благодаря его параметрам, а именно: быстродействия и точности измерений частоты путем использования единой измерительной шкалы, которая состоит из целого и дробной части, указывает на принципиальную возможность повышения точности. Результаты экспериментальных исследований с использованием изготовленного макета измерителя частоты (частотомера) по методу совпадения (коинциденции) подтверждают правильность научных положений.

Литература

1. Троцишин І.В. Вимірювання та перетворення фазочастотних параметрів радіосигналів: - Хмельницький, ПП Ковальський В.В. - 2002. – 382с.

2. Троцишина Л.В. Вимірювання частоти за методом коінциденції / Троцишина Л.В., Войтюк О.П., Троцишин І.В.// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. -2005. -№2. С. 198-203.

3. Троцишин І.В. Теорія та практика фазочастотних вимірювань і перетворень радіосигналів// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. -2007. -№2. -С. 7-22

4. Троцишин І.В. Ієрархія сучасних цифрових методів вимірювання частоти та методологія їх застосування у радіотехнічних та телекомунікаційних системах /І.В. Троцишин, В.Т. Кондратов, Л.В. Троцишина.// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. -2008. -№2. С. 226-233.

5. Троцишин І.В. Вимірювання частоти за методом коінциденції та особливості утворення шкали вимірювального перетворення/ І.В.Троцишин, О.П.Войтюк, Л.В. Троцишина //Вісник Хмельницького національного університету. -2009.-№3. – Технічні науки. С. 240-244.

References

1. I.V. Trotsyshyn. Measurement and conversion phase-frequency radio parameters. Khmelnytsky, 2002. - 382s.
2. Trotsyshyna L.V., Voytyuk O.P., Trotsyshyn I.V. Frequency Measurement method kointsydentsiyi. Measuring and computing in industrial processes. -2005. -№2. S. 198-203.
3. Trotsyshyn I.V. Theory and practice phase-frequency measurements and conversions radio. Measuring and computing in industrial processes. -2007. -№2. -С. 7-22
4. Trotsyshyn I.V., Kondratov V.T., Trotsyshyna L.V. Hierarchy modern digital methods for measuring the frequency and methodology of their use in radio and telecommunications systems. Measuring and computing in industrial processes. -2008. -№2. S. 226-233.
5. I.V. Trotsyshyn, Voytyuk O.P., Trotsyshyna L.V. frequency measurement method kointsydentsiyi and features of the formation of the scale measuring conversion. Bulletin of Khmelnytsky National University. -2009.-№3. And technological science. S. 240-244.

Рецензія/Peer review : 8.12.2014 р.

Надрукована/Printed : 13.1.2015 р.