



Государственный комитет
СССР

по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 945819

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 12.01.81 (21) 3235602/18-21

с присоединением заявки № -

(51) М. Кл.³

G 01 R 23/00

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.07.82. Бюллетень № 27

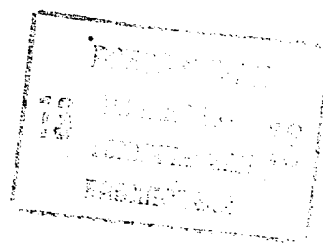
(53) УДК 621.317.
.7(088.8)

Дата опубликования описания 25.07.82

(72) Авторы
изобретения

Н.Н. Шишов и Б.С. Сиротенко

(71) Заявитель



(54) ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ЗАПОЛНЕНИЯ
РАДИОИМПУЛЬСОВ

1
Изобретение относится к измери-
тельной технике и может быть исполь-
зовано для точного автоматического
измерения частоты заполнения импульс-
но-модулированных колебаний неизвест-
ной длительности, а также одиночных
импульсов.

Известен автоматический измеритель
частоты заполнения радиоимпульсов,
содержащий блок синхронизации, вспомо-
гательный счетчик, последовательно
соединенные основной временной селек-
тор, основной счетчик, индикатор, а
также последовательно соединенные
опорный генератор и вспомогательный
временной селектор, причем первый
выход блока синхронизации соединен
с входом основного временного селек-
тора, второй его выход - с вторым
входом индикатора, а третий вход по-
следнего подключен к выходу вспомо-
гательного счетчика, первый и вто-
рой переключателя, детектор и блок
сравнения кодов, причем первый выход

2
блока сравнения кодов связан с вхо-
дом опорного генератора, его второй
выход соединен с блоком синхронизации,
а входы подключены к выходам основно-
го и вспомогательного счетчиков, вто-
рой выход основного счетчика соеди-
нен с первым входом первого переключ-
ателя, второй вход последнего связан
с выходом вспомогательного селектора,
его третий вход подключен к выходу
блока синхронизации, а его выход со-
единен с входом вспомогательного
счетчика, выход опорного генератора
подключен к второму входу второго пе-
реключателя, выход последнего связан
с вторым входом основного селектора,
выход которого подключен к входу де-
тектора [1].

Однако этот измеритель обладает
низким быстродействием, ограничиваю-
щим его применение для измерения час-
тоты заполнения радиоимпульсов малой
длительности.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является цифровой частотомер, содержащий последовательно соединенные формирователь и временной селектор, счетчик измеряемой частоты, последовательно соединенные генератор калиброванной частоты, вентиль и делитель частоты, а также триггер, прямой выход которого соединен с вторыми входами временного селектора и вентиля, первый блок вентиля и индикатор [2].

Недостатками известного частотомера являются невысокая точность и ограниченное быстродействие при изменении частоты заполнения импульсно-модулированных колебаний.

Цель изобретения - повышение быстродействия и точности цифрового измерителя частоты заполнения радиоимпульсов.

Поставленная цель достигается тем, что в цифровой измеритель частоты заполнения радиоимпульсов, содержащий последовательно соединенные формирователь и временной селектор, счетчик измеряемой частоты, последовательно соединенные генератор калиброванной частоты, вентиль и делитель частоты, а также триггер, прямой выход которого соединен с вторыми входами временного селектора и вентиля, первый блок вентиля и индикатор, введены последовательно соединенные детектор огибающей радиоимпульса и дифференцирующая цепь, последовательно соединенные первый элемент ИЛИ, регистр памяти и второй блок вентиля, а также первый, второй и третий элементы задержки и второй элемент ИЛИ, первый вход которого соединен с первым выходом дифференцирующей цепи, второй выход которой подключен к первому входу триггера, второй вход последнего соединен с выходом второго элемента ИЛИ и входом первого элемента задержки, выход которого подключен к первому входу счетчика измеряемой частоты, второй вход которого соединен с выходом второго элемента задержки, вход последнего подключен к выходу временного селектора, при этом вход формирователя соединен с входом детектора огибающей радиоимпульса, инверсный выход триггера соединен с вторым входом второго блока вентиля, выход которого подключен к входу индикатора, выход первого элемента ИЛИ соединен с входом третьего

элемента задержки, выход которого подключен к первому входу первого блока вентиля, второй вход которого соединен с выходом счетчика измеряемой частоты, выход первого блока вентиля подключен к второму входу регистра памяти, N входов первого элемента ИЛИ соединены с N выходами делителя частоты, N-й выход которого подключен к второму входу второго элемента ИЛИ.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства; на фиг. 2 - временные диаграммы, иллюстрирующие его работу; на фиг. 3 - график зависимости относительной погрешности ΔV измерения частоты цифровым измерителем частоты от длительности образцового интервала T_c ; на фиг. 4 - кривые зависимости разности ΔV , характеризующей улучшение точностных показателей цифрового измерителя частоты по сравнению с известным, от длительности радиоимпульса, частоту заполнения которого необходимо измерить.

Цифровой измеритель частоты заполнения радиоимпульсов содержит последовательно соединенные формирователь 1 и временной селектор 2, счетчик 3 измеряемой частоты, последовательно соединенные генератор 4 калиброванной частоты, вентиль 5 и делитель 6 частоты, триггер 7, блок 8 вентиля, индикатор 9, детектор 10 огибающей радиоимпульса, выход которого соединен с входом дифференцирующей цепи 11, регистр 12 памяти, блок 13 вентиля, элемент ИЛИ 14, элемент 15 задержки, элемент ИЛИ 16, элементы 17 и 18 задержки.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии при отсутствии радиоимпульсов на входе цифрового измерителя частоты триггер 7 находится в таком состоянии, при котором на его прямом выходе установлен сигнал нулевого уровня U_0 (фиг. 2), вследствие чего временной селектор 2 и вентиль 5 закрыты. Счетчик 3 измеряемой частоты и регистр 12 памяти обнулены. При появлении на входе измерителя частоты радиоимпульса U_1 детектор 10 выделяет его огибающую U_2 . Одновременно с этим на выходе формирователя 1 появляется последовательность импульсов U_3 , следующих с периодом измеряемой частоты f_x : $T_x =$

$= \frac{1}{f_x}$. Под воздействием видеоимпульса с выхода детектора 10 вначале на первом выходе дифференцирующей цепи 11 появится импульс, соответствующий переднему фронту видеоимпульса U_5 , а затем и импульс U_6 , соответствующий заднему фронту этого же видеоимпульса. Под воздействием импульса U_5 , соответствующего переднему фронту видеоимпульса, триггер 7 устанавливается в единичное состояние. При этом на его прямом выходе появится сигнал U_7 — одиночного уровня, открывающий временной селектор 2 и вентиль 5.

При этом импульсы U_3 измеряемой частоты f_x с выхода формирователя 1 через временной селектор 2 и элемент 18 задержки поступают на вход счетчика 3 измеряемой частоты, а импульсы с выхода генератора 4 калиброванной частоты через вентиль 5 поступают на вход делителя 6 частоты. Счетчик 3 начинает подсчет числа импульсов, подаваемых на его вход. На вход делителя 6 частоты, представляющего собой, например, декадный делитель, поступают импульсы, следующие с частотой f_0 генератора 4 калиброванной частоты.

В делителе 6 последовательность этих импульсов преобразуется в N последовательностей импульсов с коэффициентами деления $K_A = 10^N$, где $n = 1, 2, \dots, N$, причем на выход делителя 6 проходит лишь первый из импульсов каждой последовательности. Эти импульсы поступают на входы первого элемента ИЛИ 14. В качестве примера на фиг. 2 представлены импульсы U_9 и U_{10} соответственно на первом и втором выходах делителя 6, а также импульс U_{11} с выхода элемента ИЛИ 14.

При появлении на первом выходе декадного делителя 6 импульса, определяющего окончание первого образцового интервала времени, в течение которого производится измерение частоты, этот импульс через элемент 14 поступает на вход установки нуля регистра 12 и обнуляет его, а также поступает через элемент 15 на вход блока 3 вентилей. Под воздействием импульса U_{12} задержанного относительно импульса U_{11} на время $T_{32} = T_{31}$, содержимое счетчика 3 переписывается в регистр 12.

В том случае, когда радиоимпульс U_1 имеет большую протяженность, на вход счетчика 3 продолжают поступать

импульсы счета U_4 и содержимое счетчика будет увеличиваться и после появления импульса U_9 на выходе делителя 6, поскольку временной селектор 2 продолжает оставаться открытым. Если до окончания действия радиоимпульса U_1 появится очередной импульс, например U_{10} , на выходе делителя 6, а значит и на выходе элемента ИЛИ 14, то как и при появлении предыдущего импульса U_9 с делителя 6 произойдет обнуление регистра 12 памяти импульсом U_{11} и последующий перенос импульсом U_{12} в обнуленный регистр 12 нового содержимого счетчика 3. Так будет продолжаться до тех пор, пока длится радиоимпульс.

По окончании действия U_1 , а следовательно, и видеоимпульса U_2 с выхода детектора 10 под воздействием импульса U_6 с второго выхода дифференцирующей цепи 11 триггер 7 устанавливается в нулевое состояние, при котором на его прямом устанавливается нулевой потенциал U_7 . Временной селектор 2 и вентиль 5 запираются, и прекращается поступление импульсов U_4 измеряемой частоты на вход счетчика 3, а импульсов генератора 4 калиброванной частоты — на вход делителя 6.

Одновременно с этим с инверсного выхода триггера 7 подается потенциал U_8 одиночного уровня на индикаторное устройство 9. При этом содержимое регистра 12 памяти представляет собой количество импульсов измеряемой частоты, подсчитанных счетчиком 3 за образцовый интервал времени, являющийся максимально возможным в течение длительности радиоимпульса. Таким образом, достигается максимальная возможная точность измерения частоты за полнения одиночных радиоимпульсов.

Одновременно с этим импульс U_6 с второго выхода дифференцирующей цепи 11 поступает через элемент 16 и элемент 17 на вход установки нуля счетчика 3 измеряемой частоты. Задержанный таким образом импульс U_{13} на время T_{32} обнуляет счетчик 3. При этом установка счетчика 3 в нуль производится лишь после того, как информация с регистра 12 будет передана на индикаторное устройство 9.

В том случае, когда на выходе делителя 6 будет сформирован импульс, определяющий максимально возможный для данного устройства образцовый интервал T_c , а радиоимпульс, частоту запол-

нения которого необходимо измерить, еще продолжается, прекращение цикла измерения осуществляется под воздействием импульса с последнего N-го выхода делителя. Этот импульс через элемент 16 поступает на второй вход триггера 7 и устанавливает его в нулевое состояние.

При этом также, как и для рассмотренного случая, потенциалом с обратного (второго) выхода триггера 7 разрешается перенос информации с выхода регистра 12 памяти на индикаторное устройство 9. Прошедший через элемент 16 и задержанный элементом 17 задержки импульс конца образцового интервала, снимаемый с последнего выхода делителя 6 частоты, воздействуя на счетчик 3, устанавливает его в нулевое состояние, подготавливая его к очередному циклу измерения.

Улучшение точностных показателей предлагаемого цифрового измерителя частоты заполнения радиоимпульсов с автоматическим выбором длительности образцового интервала T_c по сравнению с известным устройством, можно оценить, определив разность ΔV между значением относительной погрешности измерения V при оптимально выбранном значении T_c (у предлагаемого измерителя частоты) и значением относительной погрешности измерения V_i для некоторого выбранного заранее значения T_c (применительно к известному измерителю).

$$\Delta V = V - V_i,$$

где V и V_i определяются по формуле

$$V_c = \left(\pm \frac{1}{T_c f_x} 100 \pm V_r \right),$$

где f_x - измеряемая частота;

T_c - время одного измерения (образцовый интервал);

V_r - относительная нестабильность генератора калиброванной частоты.

При ручном выборе интервала T_c установленное значение образцового интервала T_c может быть как больше, так и меньше длительности радиоимпульса, частоту заполнения которого необходимо измерить. Это обусловлено тем, что перед измерениями неизвестна длительность этого радиоимпульса $T_{и}$. Если длительность радиоимпульса T_c окажется менее длительности интервала T_c , то измерение будет выполнено со значительной погрешностью. Если же длительность радиоимпульса $T_{и}$ не менее

установленного значения T_c , то при измерениях будет допущена погрешность, превышающая ее оптимальное значение, т.е. то значение, которое достигается в случае, когда интервал T_c выбран оптимально, т.е. когда он выбран максимально возможным в течение длительности радиоимпульса.

На фиг. 4 представлены кривые зависимости разности ΔV , характеризующие улучшение точностных показателей предлагаемого цифрового измерителя частоты по сравнению с известным, от длительности радиоимпульса. Кривые $\Delta V(T_{и})$ приведены для различных установленных для известного частотомера фиксированных значений T_c (кривые 1, 2 и 3). Из графика видно, что с увеличением длительности интервала T_c величина $\Delta V(T_{и})$ уменьшается, т.е. происходит уменьшение относительной погрешности измерения.

Изобретение позволяет осуществлять автоматическое измерение частоты заполнения импульсно-модулированных колебаний неизвестной длительности, а также одиночных импульсов. При этом достигается высокое быстродействие измерения частоты заполнения коротких одиночных радиоимпульсов, длительность которых $T_{и}$ не менее длительности минимально возможного образцового интервала из набора образцовых интервалов, вырабатываемых измерителем частоты. При этом предлагаемый измеритель частоты адаптируется к длительности радиоимпульса, частоту заполнения которого необходимо измерить.

Кроме того, адаптация измерителя к длительности радиоимпульса позволяет производить цикл измерений за максимально возможным в течение действия радиоимпульса образцовый интервал времени, что приводит к уменьшению погрешности измерения частоты, а следовательно, и повышению точности измерений.

Формула изобретения

Цифровой измеритель частоты заполнения радиоимпульсов, содержащий последовательно соединенные формирователь и временной селектор, счетчик измеряемой частоты, последовательно соединенные генератор калиброванной частоты, вентиль и делитель частоты, а также триггер, прямой выход которого соединен с вторыми входами временного

селектора и вентиля, первый блок вентиля и индикатор, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия и точности, в него введены последовательно соединенные детектор огибающей радиоимпульса и дифференцирующая цепь, последовательно соединенные первый элемент ИЛИ, регистр памяти и второй блок вентиля, а также первый, второй и третий элементы задержки и второй элемент ИЛИ, первый вход которого соединен с первым выходом дифференцирующей цепи, второй выход которой подключен к первому входу триггера, второй вход последнего соединен с выходом второго элемента ИЛИ и входом первого элемента задержки, выход которого подключен к первому входу счетчика измеряемой частоты, второй вход которого соединен с выходом второго элемента задержки, вход последнего подключен к выходу временного селектора, при этом вход формирователя соединен с

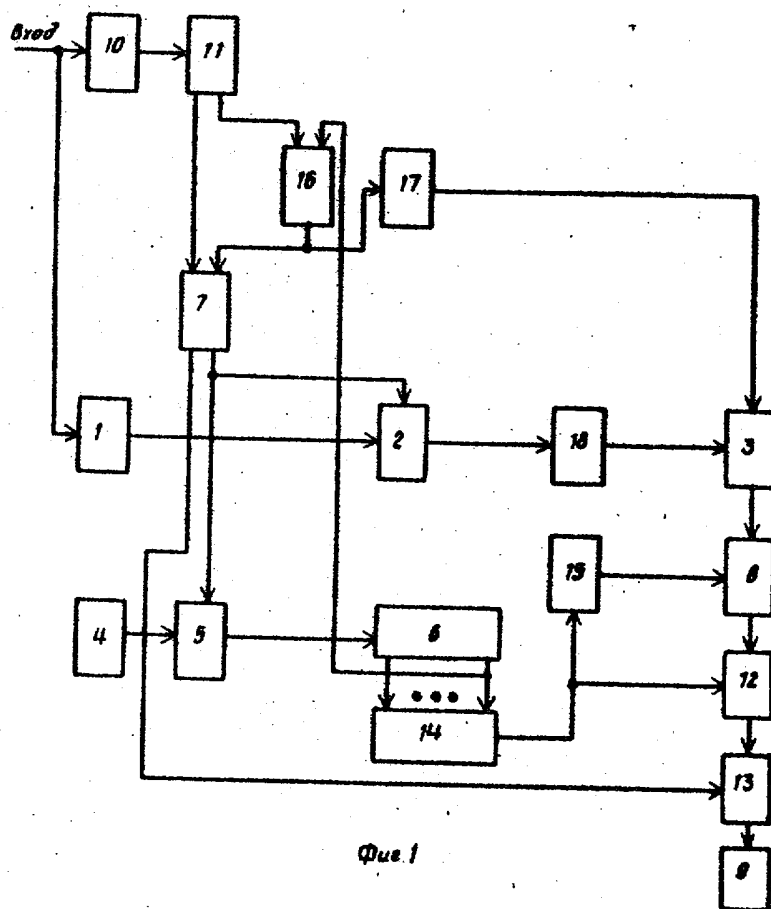
входом детектора огибающей радиоимпульса, инверсный выход триггера соединен с вторым входом второго блока вентиля, выход которого подключен к входу индикатора, выход первого элемента ИЛИ соединен с входом третьего элемента задержки, выход которого подключен к первому входу первого блока вентиля, второй вход которого соединен с выходом счетчика измеряемой частоты, выход первого блока вентиля подключен к второму входу регистра памяти, N входов первого элемента ИЛИ соединены с N выходами делителя частоты, N-й выход которого подключен к второму входу второго элемента ИЛИ.

Источники информации,

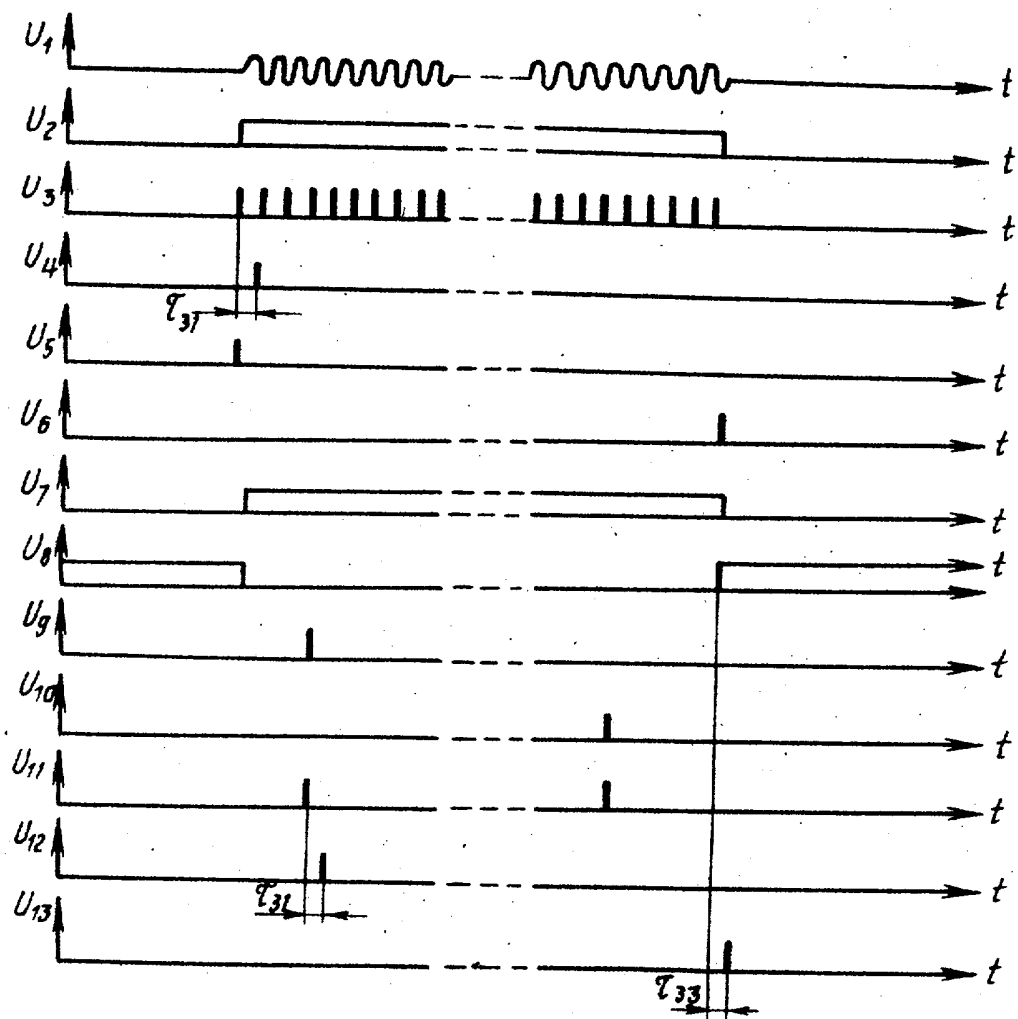
принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 532824, кл. G 01 R 23/00, 1975.

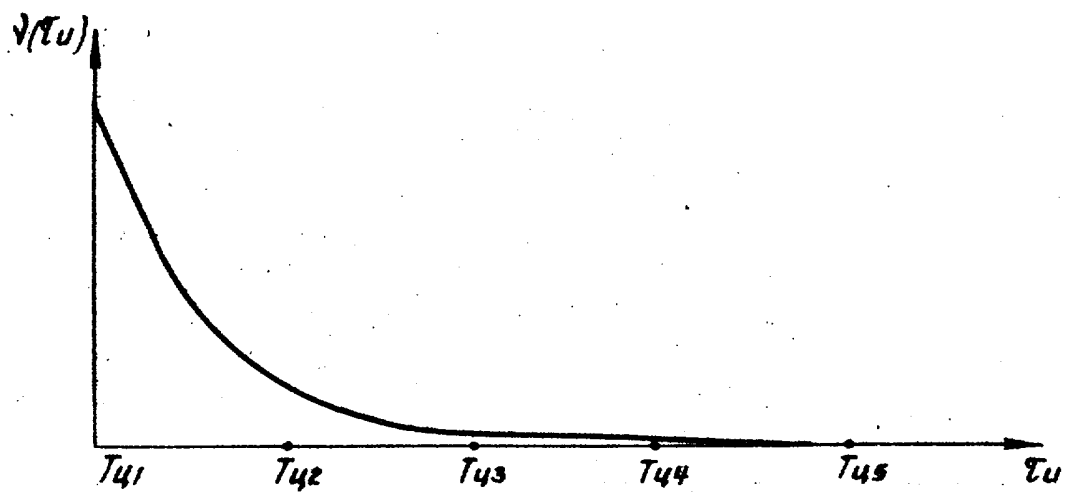
2. Авторское свидетельство СССР № 191185, кл. G 01 R 23/00, 1967.



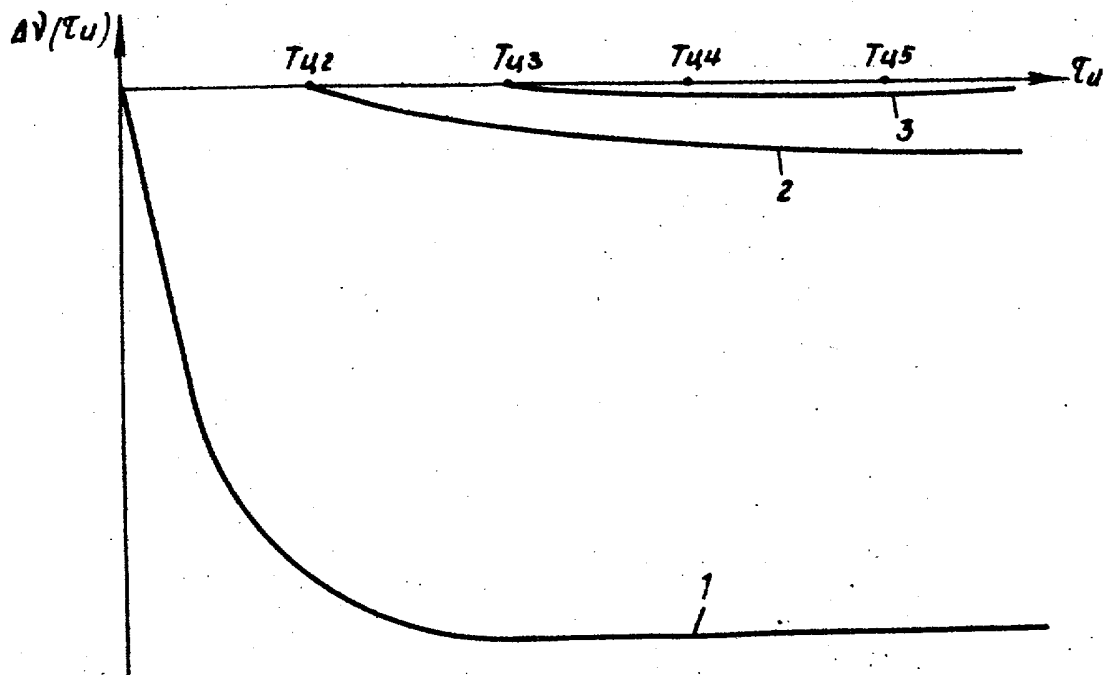
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель Е. Винокурова
 Редактор Г. Кацалап Техред З. Палий Корректор О. Билак
 Заказ 5325/66 Тираж 717 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4