

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный комитет  
Совета Министров СССР  
по делам изобретений  
и открытий

ВСЕСОЮЗНАЯ  
ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ  
БИБЛИОТЕКА МБА

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 508762

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 07.07.72 (21) 1809463/26-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.03.76. Бюллетень № 12

Дата опубликования описания 06.09.76

(51) М. Кл.<sup>2</sup> G 01S 9/16

(53) УДК 621.396.969.35  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

В. О. Чернышев и Я. Л. Мельцер

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

## (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ

1

Изобретение относится к радиолокации, гидролокации и любой другой области техники, где возникают задачи, связанные с измерением временного положения импульсов, следующих в виде пачек.

Известен способ измерения времени задержки, основанный на бинарном квантовании и многоканальном накоплении сигналов. По этому способу измерение включает сравнение содержимого накопителя с порогом и регистрацию номера канала накопления, в котором происходит превышение порога.

Недостаток способа состоит в том, что для повышения точности измерения времени задержки требуется увеличение числа накопителей.

В случае использования только одного накопителя точность измерений низка. При попытках ее увеличения (путем уменьшения длительности стробирующего импульса) измерения оказываются ненадежными (склонны к срывам).

Целью изобретения является повышение надежности и точности измерения времени задержки при использовании одного накопителя.

Для достижения этой цели импульсы в процессе многоканального накопления модулируют по амплитуде специальным напряжением.

В качестве такого напряжения используется напряжение с пилообразной огибающей,

2

проходящей через нулевое значение в некоторый известный момент времени.

Модуляция последовательно поступающих импульсов обеспечивает одновременность процессов накопления и измерения времени задержки. Принципиальное отличие предложенного способа от известного заключается в том, что при измерении времени задержки несмотря на сохранение принципа многоканального накопления исключается необходимость последовательного просмотра отдельных каналов накопления, и результат измерения образуется в единственном используемом накопителе в виде сигнала, пропорционального разности между истинным временем задержки и временем, соответствующим моменту перехода модулирующего напряжения через нулевое значение. При этом увеличение точности измерения достигается путем уменьшения интервала квантования времени задержки и не приводит к уменьшению длительности стробирующего импульса, а следовательно, и к уменьшению надежности измерений.

На фиг. 1 изображена временная диаграмма, иллюстрирующая принцип многоканального накопления; на фиг. 2 — эпюра модулирующего напряжения; на фиг. 3 — блок-схема, поясняющая предложенный способ; на фиг. 4 — дискриминационная характеристика, со-

ответствующая предложенному способу измерения.

При многоканальном накоплении априорный интервал времени задержки ( $0 \div T$ ) разбивается на  $N$  подынтервалов, каждому из которых соответствует свой канал накопления (фиг. 1). При следовании импульсов пачками такому разбиению подвергается  $n$  стробов, соответствующих приему  $n$  импульсов пачки. Многоканальное накопление сводит на нет влияние шумовых выбросов, действующих в пределах строба (фиг. 1).

Предложенный способ предполагает измерение величины рассогласования  $\Delta\tau$  между истинным значением измеряемого времени задержки  $\tau_0$  (фиг. 1) и известным точно (опорным) значением задержки  $\tau_{он}$  (фиг. 2). Искомое время задержки определяется отсюда, как  $\tau_0 = \Delta\tau + \tau_{он}$ .

Для осуществления способа требуются генератор стробов 1, генератор 2 масштабных импульсов, схема совпадения 3, пороговое устройство 4, схема совпадения и формирования импульсов 5, генератор 6 модулирующего напряжения, модулятор 7, накопитель 8.

Генератор стробов 1 выдает импульсы, селектирующие сигналы пачки. Для деления промежутка ( $0 - T$ ) на  $N$  дискрет-импульсы генератора 2, следующие с периодом  $\Delta t$ , поступают на импульсный вход схемы совпадения 3, на потенциальный вход которой подается строб.

Импульсы пачки поступают на пороговое устройство 4. Сигналы, превысившие порог, подаются на вход схемы совпадения и формирования импульсов 5, второй вход которой соединен с выходом схемы совпадения 3. На выходе схемы совпадения и формирования импульсов 5 образуются стандартные импульсы, соответствующие моментам превышения порога сигналом или шумом. Полученная последовательность поступает на вход модулятора 7, в котором она модулируется по амплитуде по мере поступления стандартных импульсов. Модулирующее напряжение (фиг. 2) снимается с выхода генератора 6. Промодулированная последовательность накапливается по мере ее поступления в накопителе 8, в результате на его выходе образуется сигнал, пропорциональный рассогласованию  $\Delta\tau = \tau_0 - \tau_{он}$ .

Для пояснения сущности изобретения предположим, что априорный интервал времени задержки ( $0 - T$ ) разбивается на  $N$  подынтервалов, каждому из которых соответствует свой  $i$ -ый канал накопления (см. фиг. 1). При следовании пачки импульсов такому разбиению подвергается  $n$  стробов, соответствующих приему  $n$  импульсов пачки.

Введем обозначения:

$U_c(i\Delta t - \tau_0)$  — состояние  $i$ -го канала накопления после прохождения  $n$  импульсов пачки;  $U_{cj}(i\Delta t - \tau_0)$  — стандартный импульс, соответствующий  $j$ -му импульсу пачки и  $i$ -ой дискрете

квантования по времени на выходе схемы совпадения и формирования импульсов 5 (фиг. 3).

Очевидно, что состояние  $i$ -го канала накопления после прохождения всей пачки определяется как сумма:

$$U_c(i\Delta t - \tau_0) = \sum_{j=1}^n U_{cj}(i\Delta t - \tau_0) \quad (1)$$

Рассмотрим процесс измерения, начиная с выхода схемы совпадения и формирования импульсов 5 (фиг. 3). Стандартные импульсы

$$U_{cj}(i\Delta t - \tau_0)$$

с его выхода модулируются в модуляторе 7 по амплитуде. Операция модуляции сводится к нахождению произведения:

$$U_{cj}(i\Delta t - \tau_0) U_{он}(i\Delta t - \tau_{он}),$$

где  $U_{он}(i\Delta t - \tau_{он})$  — значение модулирующего напряжения (фиг. 2), соответствующее  $i$ -ой дискрете квантования по времени.

Промодулированная последовательность импульсов поступает в накопитель 8 (фиг. 3). Поскольку операция развернута во времени, после прохождения  $n$  импульсов пачки результат накопления имеет вид

$$\sigma = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N U_{cj}(i\Delta t - \tau_{он}) U_{он}(i\Delta t - \tau_{он}) \quad (2)$$

После прохождения только одного  $j$ -го сигнала пачки приращение суммы  $\sigma$  составит величину

$$\sigma_j = \sum_{i=1}^N U_{cj}(i\Delta t - \tau_0) U_{он}(i\Delta t - \tau_{он}) \quad (3)$$

отсюда

$$\sigma = \sum_{j=1}^n \sigma_j \quad (4)$$

Учитывая формулу (1), выражение (2) можно представить в виде

$$\sigma = \sum_{i=1}^N U_c(i\Delta t - \tau_0) U_{он}(i\Delta t - \tau_{он}), \quad (5)$$

где  $U_c(i\Delta t - \tau_{он})$  — состояние  $i$ -го канала накопления (фиг. 1);

$U_{он}(i\Delta t - \tau_{он})$  — модулирующее напряжение, определяемое, как

$$U_{он}(i\Delta t - \tau_{он}) = K(i\Delta t - \tau_{он}) \quad (6)$$

Здесь  $K$  — тангенс угла наклона модулирующего напряжения (фиг. 2).

Из формул (2) и (5) следует, что вычисление суммы  $\sigma$  сопровождается многоканальным накоплением (в привычном понимании этого термина). При достаточно большом числе импульсов в пачке за счет многоканального накопления влияние шумовых выбросов, дейст-

вующих в пределах строба, сводится к нулю (фиг. 1). Если при этом опорное напряжение определяется формулой (6), то можно показать, что

$$\sigma = K_1 \Delta\tau \text{ при } \Delta\tau \leq \frac{T - \tau_n}{2}$$

и

$$\sigma = K_1 \left( \frac{\Delta\tau}{2} - \frac{\Delta\tau^2}{2\tau_n} + \frac{T^2 - \tau_n^2}{8\tau_n} \right)$$

при

$$\Delta\tau \geq \frac{T - \tau_n}{2},$$

где  $\tau_n$  — длительность импульса пачки (фиг. 1).

Результат иллюстрируется в виде дискриминационной характеристики (фиг. 4). Нормируя

показания накопителя при  $\Delta\tau \leq \frac{T - \tau_n}{2}$ , полу-

чим результат измерений в виде

$$\sigma' = \Delta\tau = \tau_0 - \tau_{оп}$$

Предложенный способ позволяет, таким образом, получить результат измерения  $\Delta\tau = \tau_0 - \tau_{оп}$  одновременно с окончанием процесса следования импульсов пачки, а также сохраняя принцип многоканального накопления, ограничиться одним накопителем (фиг. 3), в котором одновременно выполняется операция вычисления сигнала рассогласования.

За счет одновременности выполнения операций накопления и вычисления сигнала рассогласования результат измерения получается в момент окончания процесса следования импульсов пачки.

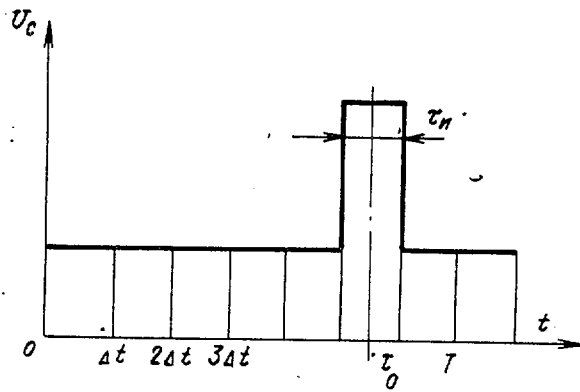
Таким образом, предложенный способ исключает запаздывание момента получения данных измерений.

По предложенному способу, так же, как и по известному, точность измерения определяется длительностью кванта  $\Delta t$ . Однако увеличение точности измерений путем уменьшения кванта при использовании предложенного способа не приводит ни к увеличению числа необходимых накопителей (их число остается равным единице), ни к снижению надежности измерений (ширина линейного участка дискриминационной характеристики (фиг. 4) не зависит от  $\Delta t$ ).

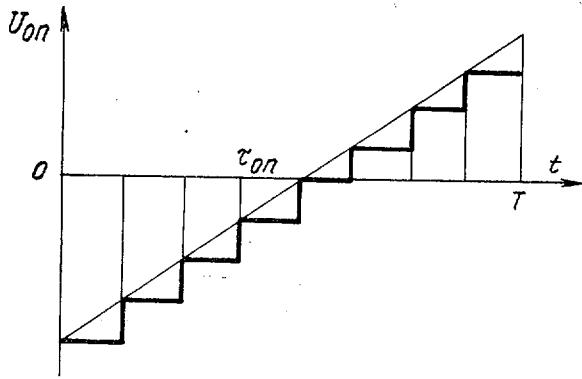
#### Формула изобретения

1. Способ измерения времени задержки, основанный на бинарном квантовании и многоканальном накоплении сигналов, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности и точности измерения, перед накоплением сигнала модулируют по амплитуде.

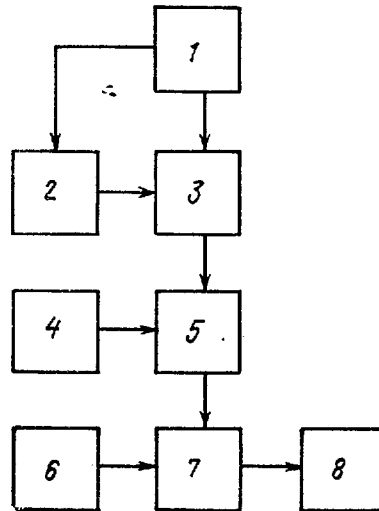
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве модулирующего сигнала используют напряжение, изменяющееся по пилообразному закону и проходящее через нулевое значение.



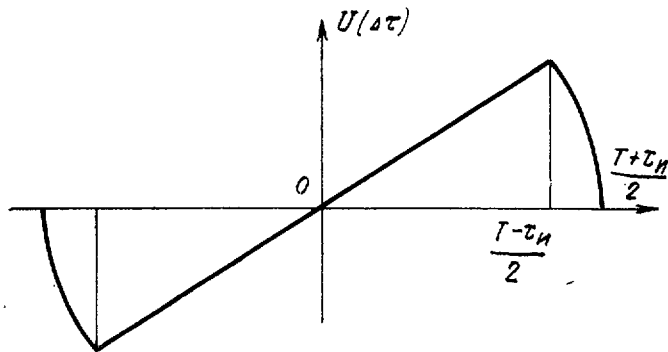
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель В. Клюкин

Редактор В. Левятов

Техред Т. Лященко

Корректор И. Позняковская

Заказ 1962/2

Изд. № 1594

Тираж 690

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР  
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2