



(19) **SU** ⁽¹¹⁾ **1 728 902** ⁽¹³⁾ **A1**
(51) МПК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО
ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ
СССР

(21), (22) Заявка: 4787923, 31.01.1990

(46) Дата публикации: 23.04.1992

(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N
862751, кл.Н 01 L 27/10, 1979. Chan W. C.
Detector-charge-coupled devices (CCD)
interface methods // Proc. Soc. Photo
Instr. Eng. v 244, 1980, p. 81-90, fig 14a,

(98) Адрес для переписки:
11 111123 МОСКВА

(71) Заявитель:
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ "ОРИОН"

(72) Изобретатель: ВИНЕЦКИЙ ЮРИЙ
РУДОЛЬФОВИЧ,
ТРИШЕНКОВ МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ¹¹

109542 ÌÎÑÈÀÀ, ÐÐÇÀÍÑÈÈÈ ÆÐ-ò 72-1-23311
125171 ÌÎÑÈÀÀ, ÈÀÏÈÍÀÐÀÀÑÈÈÀ Ø.8-333

(54) Способ регистрации импульсного сигнала

S U 1 7 2 8 9 0 2 A 1

S U 1 7 2 8 9 0 2 A 1



(19) **SU** ⁽¹¹⁾ **1 728 902** ⁽¹³⁾ **A1**

(51) Int. Cl.

STATE COMMITTEE
FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(71) Applicant:
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE OBEDINENIE
"ORION"

(72) Inventor: VINETSKIJ YURIJ RUDOLFOVICH,
TRISHENKOV MIKHAIL ALEKSEEVICH

(54) **METHOD OF RECORDING PULSE SIGNAL**

(57)
Изобретение относится к регистрации сигналов с помощью приборов с передачей заряда, в частности к обнаружению в шумах импульсных фотосигналов, и может быть использовано в устройствах дискретно-аналоговой обработки сигналов. Цель изобретения - повышение отношения сигнал/шум и точности определения момента прихода импульса сигнала. Цель достигается за счет того, что время накопления и эффективное время усреднения могут устанавливаться независимо друг от друга, причем эффективное время усреднения

может быть сделано значительно больше времени накопления. Способ заключается в том, что периодически считывают часть накапливаемого заряда, оставшуюся часть заряда запоминают и суммируют с поступающим в процессе накопления зарядом, при этом время накопления T выбирают не более $1/3$ эффективной длительности T_n импульса сигнала, а отношение M накапливаемого заряда к его отделяемой части удовлетворяет соотношению $VM(M-1) \ll \text{упри}$ $о \quad 0,5-1,5. \quad 5 \quad \text{ил.} \quad \text{сл} \quad С$

S U 1 7 2 8 9 0 2 A 1

S U 1 7 2 8 9 0 2 A 1



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1728902 A1

(51)5 H 01 L 27/148

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4787923/25
(22) 31.01.90
(46) 23.04.92. Бюл. № 15
(71) Научно-производственное объединение "Орион"
(72) Ю. Р. Винецкий и М. А. Трищенко
(53) 621.382.(089.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 862751, кл. H 01 L 27/10, 1979.
Chan W. C. Detector-charge-coupled devices (CCD) interface methods // Proc. Soc. Photo Instr. Eng. v 244, 1980, p. 81-90, fig 14a.

(54) СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА

(57) Изобретение относится к регистрации сигналов с помощью приборов с передачей заряда, в частности к обнаружению в шумах импульсных фотосигналов, и может быть использовано в устройствах дискретно-анало-

Изобретение относится к способам регистрации сигналов с помощью приборов с переносом заряда и может быть использовано в устройствах дискретно-аналоговой обработки сигналов - электронных трактах электронно-оптических систем, мультиплексорах аналогового сигнала, видеопроцессорах, дискретно-аналоговых фильтрах - для реализации квазиоптимального обнаружителя колоколообразного импульса в смеси с аддитивным широкополосным шумом.

Известен способ регистрации импульсного сигнала с помощью прибора с переносом заряда, в котором для увеличения отношения сигнал/шум снижают собственный шум прибора с переносом заряда.

2

говой обработки сигналов. Цель изобретения - повышение отношения сигнал/шум и точности определения момента прихода импульса сигнала. Цель достигается за счет того, что время накопления и эффективное время усреднения могут устанавливаться независимо друг от друга, причем эффективное время усреднения может быть сделано значительно больше времени накопления. Способ заключается в том, что периодически считывают часть накапливаемого заряда, оставшуюся часть заряда запоминают и суммируют с поступающим в процессе накопления зарядом, при этом время накопления T выбирают не более $1/3$ эффективной длительности T_n импульса сигнала, а отношение M накапливаемого заряда к его отделимой части удовлетворяет соотношению $\sqrt{M(M-1)} = \alpha \frac{T}{T_n}$ при $\alpha = 0.5-1.5$ ил.

Известен также способ регистрации сигнала с помощью прибора с переносом заряда, содержащего электроды: накопления, разделительный и парциальный, имеющие между собой зарядовую связь, включающий непрерывное в течение действия сигнала линейное преобразование сигнала в заряд с последующим его накоплением под указанными электродами и периодическим считыванием части накопленного заряда.

Недостатками способа являются недостаточное отношение сигнал/шум и невозможность совместить высокое значение отношения сигнал/шум с высокой точностью определения момента прихода импульса сигнала. Причина указанных

(19) SU (11) 1728902 A1

1 A 2 0 6 8 2 7 1 N S U

S U 1 7 2 8 9 0 2 A 1

Изобретение относится к способам регистрации сигналов с помощью приборов с переносом заряда и может быть использовано в устройствах дискретно-аналоговой обработки сигналов - электронных трактах электронно-оптических систем, мультимплексорах аналогового сигнала, видеопроцессорах, дискретно-аналоговых фильтрах - для реализации квазиоптимального обнаружителя колоколообразного импульса в смеси с аддитивным широкополосным шумом.

Известен способ регистрации импульсного сигнала с помощью прибора с переносом заряда, в котором для увеличения отношения сигнал/шум снижают собственный шум прибора с переносом заряда.

Известен также способ регистрации сигнала с помощью прибора с переносом заряда, содержащего электроды: накопления, разделительный и парциальный, имеющие между собой зарядовую связь, включающий непрерывное в течение действия сигнала линейное преобразование сигнала в заряд с последующим его накоплением под указанными электродами и периодическим считыванием части накопленного заряда.

Недостатками способа являются недостаточное отношение сигнал/шум и невозможность совместить высокое значение отношения сигнал/шум с высокой точностью определения момента прихода импульса сигнала. Причина указанных недостатков в том, что для эффективного подавления шума, более широкополосного, чем сигнал, требуется время усреднения T_e , приблизительно равное эффективной длительности импульса сигнала T_i . Вместе с тем для того, чтобы избежать потерь амплитуды сигнала (с априорно неизвестным моментом прихода) при его дискретизации, опрос необходимо производить гораздо чаще - несколько раз за время действия импульса. В силу того, что в данном способе период опроса T совпадает с временем усреднения T_e , удовлетворить в нем обоим требованиям - эффективного подавления шума ($T_e \ll T_i$) и малости потерь дискретизации ($T \ll T_i$) - оказывается невозможным.

Цель изобретения - одновременное повышение отношения сигнал/шум и точности определения момента прихода импульса сигнала. Цель достигается тем, что оставшуюся после считывания часть сигнала суммируют с зарядом, поступающим в следующем цикле накопления, при этом время накопления T_n выбирают не более $1/3$ эффективной длительности T_i импульса сигнала, а отношение накапливаемого заряда к его отделяемой части устанавливают порядка числа опросов, производимых в течение эффективной длительности импульса сигнала.

Благодаря тому, что заряд, накапливаемый в текущем цикле, суммируется с ранее накопленными зарядами, эффективное время усреднения T_e увеличивается по сравнению с временем цикла T . Отношение T_e/T в предлагаемом

способе прямо зависит от отношения накапливаемого заряда к его отделяемой части M ; расчетным путем получено соотношение:

$T_e/T = VM(M-1) M_i T_e - MT_i$ (1) Таким образом, выбирая соответствующее M , можно при $T \ll T_i$ установить $T_e \ll T_i$, чем удовлетворить обоим условиям наиболее эффективной регистрации сигнала.

Обработка сигнала и шума в данном способе аналогична их обработке в интегрирующей RC-цепи, в которой роль эффективного времени усреднения T_e играет RC-постоянная TRC. Известно, что наибольшие ОСШ в таком фильтре достигаются в том случае, когда $TRC \ll T_i$.

Абсолютный максимум ОСШ достигается при $TRC = 0,9 T_i$ - т.н. квазиоптимальный фильтр. В случаях же $TRC \ll T_i$ или $TRC \gg T_i$ фильтр оказывается сильно рассогласованным с сигналом, и ОСШ на его выходе падает. Поэтому в предлагаемом способе наиболее высокие значения ОСШ достигаются при $TRC = 0,9 T_i$ (абсолютный максимум при $TRC = 0,9 T_i$) и в соответствии с (1) $M = T_i/T$, т.е. отношение накапливаемого заряда к его отделяемой части (M) имеет тот же порядок, что и число опросов, производимых в течение эффективной длительности импульса сигнала.

На фиг. 1-2 изображены электродная структура прибора с переносом заряда, реализующего предлагаемый способ (а) и распределение потенциала в ячейках в разных фазах цикла (б-е); на фиг. 3-5 - зависимости ОСШ при различных способах обработки.

Генератор 1 представляет токи сигнала и шума, электроды 2 и 3 (последний из которых поддерживается под постоянным потенциалом) служат для ввода токового сигнала в накопительную ячейку под электродом 4 накопления и парциальным электродом 5. Для считывания части накопленного заряда накопительная ячейка разделена на две части разделительным электродом 6, емкостью которого можно пренебречь. Электрод 8 служит для хранения и вывода отделяемой части заряда, электроды 7 и 9 обеспечивают изоляцию ячеек посредством потенциальных барьеров.

Кривые 10 и 11 показывают изменение ОСШ в зависимости от периода накопления T для прототипа, а кривые 12 и 13 - для предлагаемого способа при оптимальном выборе M (T измеряется в единицах эффективной длительности импульса T_i , W_0 обозначает спектральную плотность мощности шума; сигнал предполагается имеющим единичную амплитуду). Линия 14 соответствует идеальному оптимальному фильтру.

Работа прибора по предлагаемому способу состоит в циклическом выполнении следующих операций. В начале цикла в момент времени $(t - T + 0)$ накопительная ячейка содержит заряд $(1-1/M) \cdot Q(t-T)$, оставшийся в ней после считывания M - и части накопленного заряда $Q-(t-T)$. В течение почти всего цикла (поскольку все прочие операции быстрые) происходит

генератором 1 сигнала и шума, электроды 2 и 3 (последний из которых поддерживается под постоянным потенциалом) служат для ввода токового сигнала в накопительную ячейку под электродом 4 накопления и парциальным электродом 5. Для считывания части накопленного заряда накопительная ячейка разделена на две части разделительным электродом 6, емкостью которого можно пренебречь. Электрод 8 служит для хранения и вывода отделяемой части заряда, электроды 7 и 9 обеспечивают изоляцию ячеек посредством потенциальных барьеров.

Кривые 10 и 11 показывают изменение ОСШ в зависимости от периода накопления T для прототипа, а кривые 12 и 13 - для предлагаемого способа при оптимальном выборе M (T измеряется в единицах эффективной длительности импульса T_i , W_0 обозначает спектральную плотность мощности шума; сигнал предполагается имеющим единичную амплитуду). Линия 14 соответствует идеальному оптимальному фильтру.

Работа прибора по предлагаемому способу состоит в циклическом выполнении следующих операций. В начале цикла в момент времени $(t - T + 0)$ накопительная ячейка содержит заряд $(1-1/M) \cdot Q(t-T)$, оставшийся в ней после считывания M - и части накопленного заряда $Q-(t-T)$. В течение почти всего цикла (поскольку все прочие операции быстрые) происходит

генератором 1 сигнала и шума, электроды 2 и 3 (последний из которых поддерживается под постоянным потенциалом) служат для ввода токового сигнала в накопительную ячейку под электродом 4 накопления и парциальным электродом 5. Для считывания части накопленного заряда накопительная ячейка разделена на две части разделительным электродом 6, емкостью которого можно пренебречь. Электрод 8 служит для хранения и вывода отделяемой части заряда, электроды 7 и 9 обеспечивают изоляцию ячеек посредством потенциальных барьеров.

Кривые 10 и 11 показывают изменение ОСШ в зависимости от периода накопления T для прототипа, а кривые 12 и 13 - для предлагаемого способа при оптимальном выборе M (T измеряется в единицах эффективной длительности импульса T_i , W_0 обозначает спектральную плотность мощности шума; сигнал предполагается имеющим единичную амплитуду). Линия 14 соответствует идеальному оптимальному фильтру.

накопление сигнала $S(t)$ генератора 1, так что в конце накопления в момент $(t-O)$ накопительная ячейка содержит заряд

$$Q(t) = -Q(t-T) + q(t)$$

где через $q(t)$ обозначен накопленный в интервале $t - T, t$ заряд $q(t) / S(t) dt$

Затем производится считывание M -й части заряда $Q(t)$, имеющегося в накопительной ячейке, путем быстрого подъема потенциала разделительного электрода 6,

при этом в ячейку под парциальным электродом 5 считывается и затем передается в выходную ячейку под электродом 8 (фиг. 1д)

заряд $ОВИ - j\tau Q(t)$. В заключение восстанавливается исходное распределение потенциала в ячейках для очередного цикла. С ростом M память о значениях сигнала в предыдущих циклах становится более долговременной. Таким образом, даже при малом периоде накопления T , задаваемом исходя из необходимой точности определения момента прихода импульса сигнала, выбор достаточно большого M позволяет сузить полосу пропускания до необходимого размера, с чем и связан выигрыш в ОСШ.

Пример. Пусть требуется зарегистрировать в белом шуме импульс вида (1) длительностью T_n 240 мкс и неопределенным моментом его прихода. Пусть необходимая точность определения момента прихода импульса $5t_0$ составляет 50 мкс. Время накопления T должно составить не более $1/3 T_n$, т.е. не более 80 мкс. Выберем T 80 мкс, тем самым обеспечена точность $5t_0 T/2$ 40 мкс, т.е. требования по точности будут удовлетворены. Выберем далее величину M : $M(M-1) 240 \text{ мкс}/80 \text{ мкс} 3$, откуда $M 3,55$; тем самым реализуются оптимальные условия регистрации, в которых ОСШ описывается кривой 12. Значение ОСШ при $T - T_n/3$ составляет для предлагаемого способа 0,75 VTM/WO а для известного способа (кривая 11) 0,52 VTM/WO (ПРИ наименее благоприятном моменте прихода импульса). Таким образом, выигрыш в ОСШ составляет в предлагаемом способе 43% по отношению к прототипу. При этом, как следует из сопоставления кривых 10 и 12, предлагаемый способ лишь на 10% хуже оптимального фильтра по ОСШ.

Пусть требуется точность 6 то не хуже 20 мкс. Тогда зададим $T 2(5 \text{ to } 40 \text{ мкс})$, откуда $T/T_n 6 (M-1)$, $M 6,5$. Аналогично предыдущему примеру находим, что выигрыш предлагаемого способа по отношению к прототипу составляет :95%.

Пусть точность $5t_0$ не задается, а период T выбирается всякий раз из соображений достижения наивысшего ОСШ. Тогда в способе-прототипе следует выбирать $T 0,573x \times T_n$, при котором ОСШ максимально и равно 0,583 VTM/WO - а в предлагаемом способе

$T 1/3 - T_n$. Выбор $T 1/3-T_n$ в предлагаемом способе дает ОСШ 0,75

VTM/WO т-е- и в этих условиях Предлагаемый способ на 33% превосходит прототип.

Таким образом, использование предлагаемого способа преобразования импульсного электрического сигнала с помощью прибора с переносом заряда позволяет реализовать квазиоптимальный обнаружитель с одновременно высокими отношением

сигнал /шум и точностью определения момента прихода импульса сигнала.

Формула изобретения Способ регистрации импульсного сигнала с помощью прибора с переносом заряда, содержащего электроды: накопления, разделительный и управления, имеющие между собой зарядовую связь, включающий непрерывное в течение действия сигнала

линейное преобразование в заряд с последующим накоплением под электродами накопления, разделения и управления и периодическим считыванием части накопленного заряда, отличающийся тем,

что, с целью одновременного повышения отношения сигнал - шум и точности определения момента прихода импульса сигнала, оставшуюся часть сигнала суммируют с зарядом, поступающим в следующем цикле

накопления, при этом время накопления T_n выбирают не более $1/3$ эффективной длительности импульса сигнала T_n , а отношение M накапливаемого заряда к его отделяемой части удовлетворяет соотношению

$$VM(M-1) \ll TM/T_n,$$

где $5, 1, 5$.

ОСМ,

1 2 3 4 5 6 . 9

Учг.5

Г/Г



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1728902 A1

(1984 № 01 I. 27/148)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ФИЗИЧЕСКОМ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4787929/26

(22) 31.01.80

(43) 23.04.82, Бюл. № 15

(71) Научно-производственное объединение "Орион"

(72) Ю. Р. Владимиров и М. А. Трищенко

(53) 621.382.088.6

(54) Авторское свидетельство СССР № 692751, кл. H 01 L 27/10, 1976.

Chan, W. C. Detector-charge-coupled devices (CCD) interface methods // Proc. Soc. Photo. Instr. Eng. v. 244, 1980, p. 81-88, fig. 14a.

(54) СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ ИМПУЛЬСНОГО СИГНАЛА

(57) Изобретение относится к регистрации сигнала с помощью прибора с зарядовой связью, в частности к обнаружению в шумных импульсных фотосигналах, и может быть использовано в устройствах дискретно-аналоговой обработки сигналов. Цель изобретения - повышение отношения сигнал/шум и точности определения момента прихода импульса сигнала. Цель достигается за счет того, что время накопления и эффективное время усреднения могут устанавливаться независимо друг от друга, причем эффективное время усреднения может быть сделано значительно больше времени накопления, за счет чего увеличивается отношение сигнал/шум. Способ заключается в том, что периодически считывают часть накопленного заряда, оставшуюся часть заряда накапливают на следующих электродах, при этом время накопления T выбирают не более $1/3$ эффективной длительности T_n импульса сигнала, а отношение M накапливаемого заряда к его отделяемой части удовлетворяет соотношению $VM(M-1) \ll TM/T_n$ при $5, 1, 5$ н.а.

Изобретение относится к способам регистрации сигналов с помощью приборов с переносом заряда и может быть использовано в устройствах дискретно-аналоговой обработки сигналов - этойлонном тракте аналого-оптических систем, мультиплексорах аналогового сигнала, видеофотосистемах, дискретно-аналоговых каналах для реализации квазиоптимального обнаружителя импульсного сигнала, в смеси с аддитивным шумом и т.п.

Известен способ регистрации импульсного сигнала с помощью прибора с зарядовой связью, в котором для увеличения отношения сигнал/шум считывают собственную часть прибора с переносом заряда.

Известен также способ регистрации сигнала с помощью прибора с периодическим зарядом, содержащего электроды: накопления, разделительный и парциальный, имеющий между собой зарядовую связь, включенный непрерывно в течение действия сигнала линейное преобразование сигнала в заряд с последующим его накоплением под указанными электродами и периодическим считыванием части накопленного заряда.

Недостатком способа является недостаточное отношение сигнал/шум и невозможность обеспечить высокое значение отношения сигнал/шум с высокой точностью определения момента прихода импульса сигнала. Примеры указанного

SU 1728902 A1

SU 1728902 A1

SU (11) 1728902 A1

5

1728902

6

при этом в ячейку под парциальным электродом 5 считывается и затем передается в выходную ячейку под электродом 8 (фиг. 1д) заряд $Q_{в}(t) = \frac{1}{M} \cdot Q(t)$. В заключение восстанавливается исходное распределение потенциала в ячейках для очередного цикла. С ростом M память о значениях сигнала в предыдущих циклах становится более долговременной. Таким образом, даже при малом периоде накопления T , задаваемом исходя из необходимой точности определения момента прихода импульса сигнала, выбор достаточно большого M позволяет сузить полосу пропускания до необходимого размера, с чем и связан выигрыш в ОСШ.

П р и м е р. Пусть требуется зарегистрировать в "белом" шуме импульс вида (1) длительностью $T_{и} = 240$ мкс и неопределенным моментом его прихода. Пусть необходимая точность определения момента прихода импульса δt_0 составляет 50 мкс. Время накопления T должно составить не более $1/3 T_{и}$, т.е. не более 80 мкс. Выберем $T = 80$ мкс, тем самым обеспечена точность $\delta t_0 = T/2 = 40$ мкс, т.е. требования по точности будут удовлетворены. Выберем далее величину M : $M(M-1) = 240 \text{ мкс} / 80 \text{ мкс} = 3$, откуда $M = 3,55$; тем самым реализуются оптимальные условия регистрации, в которых ОСШ описываются кривой 12. Значение ОСШ при $T = T_{и}/3$ составит для предлагаемого способа $0,75 \sqrt{T_{и}/W_0}$, а для известного способа (кривая 11) $0,52 \sqrt{T_{и}/W_0}$ (при наименее благоприятном моменте прихода импульса). Таким образом, выигрыш в ОСШ составляет в предлагаемом способе 43% по отношению к прототипу. При этом, как следует из сопоставления кривых 10 и 12, предлагаемый способ лишь на 10% хуже оптимального фильтра по ОСШ.

Пусть требуется точность δt_0 не хуже 20 мкс. Тогда зададим $T = 2\delta t_0 = 40$ мкс, откуда $T_{и}/T = 6 = \sqrt{M(M-1)}$, $M = 6,5$. Аналогично предыдущему примеру находим, что выиг-

рыш предлагаемого способа по отношению к прототипу составляет 95%.

Пусть точность δt_0 не задается, а период T выбирается всякий раз из соображений достижения наивысшего ОСШ. Тогда в способе-прототипе следует выбирать $T = 0,573 \times T_{и}$, при котором ОСШ максимально и равно $0,583 \sqrt{T_{и}/W_0}$, а в предлагаемом способе $T \leq 1/3 \cdot T_{и}$. Выбор $T = 1/3 \cdot T_{и}$ в предлагаемом способе дает ОСШ $= 0,75 \sqrt{T_{и}/W_0}$, т.е. и в этих условиях предлагаемый способ на 33% превосходит прототип.

Таким образом, использование предлагаемого способа преобразования импульсного электрического сигнала с помощью прибора с переносом заряда позволяет реализовать квазиоптимальный обнаружитель с одновременно высокими отношением сигнал/шум и точностью определения момента прихода импульса сигнала.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ регистрации импульсного сигнала с помощью прибора с переносом заряда, содержащего электроды: накопления, разделительный и управления, имеющие между собой зарядовую связь, включающий непрерывное в течение действия сигнала линейное преобразование в заряд с последующим накоплением под электродами накопления, разделения и управления и периодическим считыванием части накопленного заряда, отличающийся тем, что, с целью одновременного повышения отношения сигнал - шум и точности определения момента прихода импульса сигнала, оставшуюся часть сигнала суммируют с зарядом, поступающим в следующем цикле накопления, при этом время накопления $T_{н}$ выбирают не более $1/3$ эффективной длительности импульса сигнала $T_{и}$, а отношение M накапливаемого заряда к его отделяемой части удовлетворяет соотношению

$$\sqrt{M(M-1)} = \alpha T_{и}/T_{н},$$

где $\alpha = 0,5-1,5$.

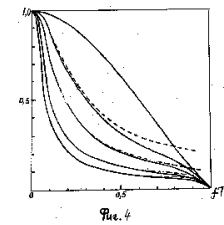
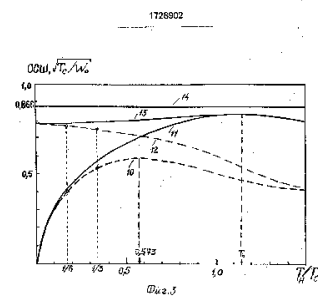
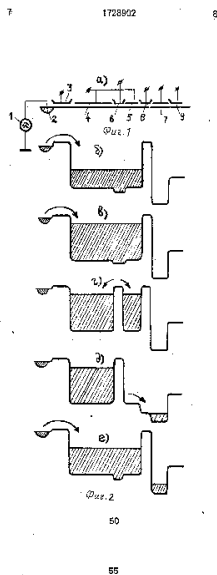
50

55

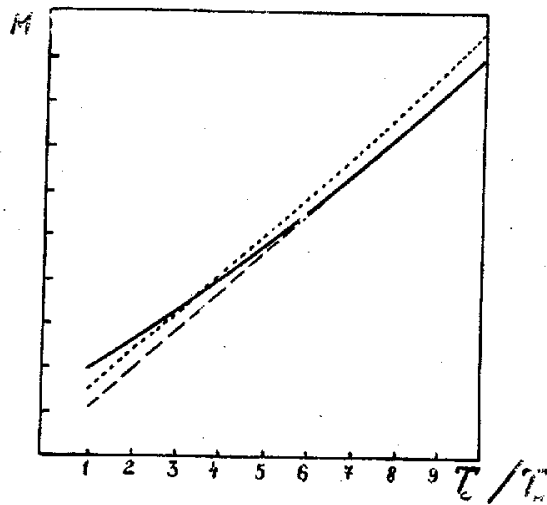
SU 1728902 A1

SU 1728902 A1

SU 1728902 A1



SU 1728902 A1



Фиг. 5

35

40

45

50

Редактор С. Патрушева Составитель Ю. Винецкий Корректор Л. Патай
 Техред М.Моргентал

Заказ 1411 Тираж Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101

SU 1728902 A1

SU 1728902 A1