

**RU**

(11)

2 102 837

(13)

C1

(51) МПК

[H04N 5/14 \(1995.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: [95106085/09](#), 18.04.1995

(45) Опубликовано: 20.01.1998

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Приборы и техника эксперимента, 1988, N 6, с. 150 - 154.

(71) Заявитель(и):

Алтайский государственный университет

(72) Автор(ы):

Суранов А.Я.

(73) Патентообладатель(и):

Алтайский государственный университет

(54) **УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ ТЕМНОВОГО СИГНАЛА МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ФОТОДИОДНЫХ ПРИЕМНИКОВ**

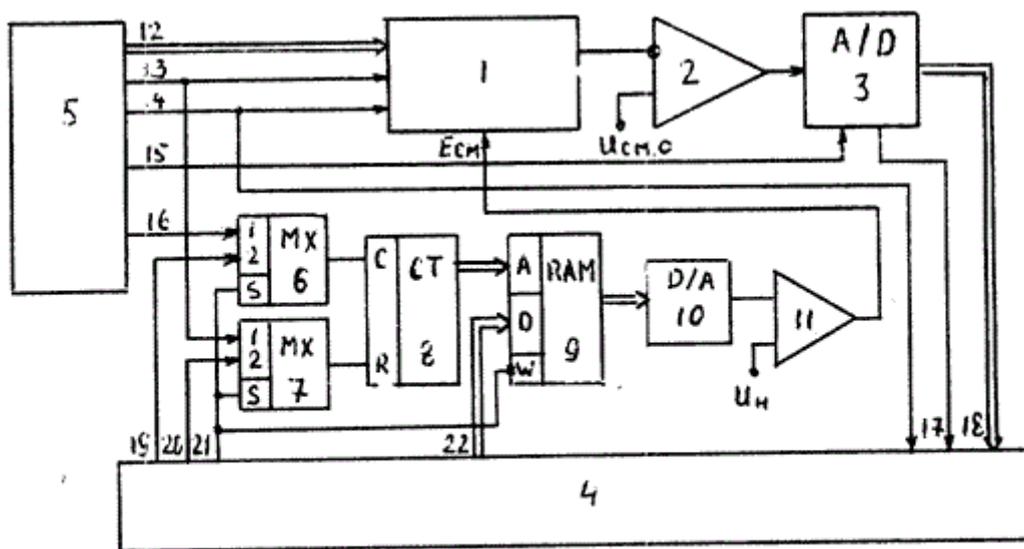
(57) Реферат:

Изобретение относится к области оптико-электронного приборостроения и может быть использовано в фотометрах на базе многоэлементных фотодиодных приемников для повышения точности компенсации темнового сигнала. Устройство компенсации содержит многоэлементный фотодиодный приемник (ФДП) 1, первый согласующий усилитель 2, АЦП 3, вычислительное устройство 4, блок опроса 5, первый 6 и второй 7 мультиплексоры, адресный счетчик 8, ОЗУ 9, ЦАП 10 и второй согласующий усилитель 11. На первом этапе компенсации темнового сигнала производится запись в ОЗУ 9 двух отсчетов смещения $E_{см.1}=0$ и $E_{см.2} = E_{см.макс}/2$ и считывание двух массивов темнового сигнала $UT_1[I]$ и $UT_2[I]$. По данным параметрам и массивам вычислительное устройство 4 производит расчет массива отсчетов напряжения смещения каждого элемента ФДП 1, при котором темновые сигналы на входе АЦП 3 будут на заданную величину U_0 превышать нижний уровень входных напряжений этого АЦП. Расчет производится по следующей формуле

$$E_{см. [I]} = E_{см. 2} \cdot \frac{UT_1 [I] - U_0}{UT_1 [I] - UT_2 [I]} \quad (1)$$

Рассчитанный массив отсчетов вводится в ОЗУ 9, после чего считывается

соответствующий ему массив отсчетов темнового сигнала $UT_3[I]$. По массиву отсчетов темнового сигнала $UT_3[I]$ с минимальным уровнем и массиву $UT_1[I]$ с максимальным уровнем рассчитывается массив напряжений смещения $E_{см.0}[I]$, при которых среднее значение темновых сигналов всех элементов ФДП 1 на выходе АЦП 3 будет равно нулю. Расчет производится по формуле (1) при подстановке $U_0 = 0$ и $UT_2[I] = UT_3[I]$. После записи рассчитанного таким образом массива отсчетов $E_{см.0}[I]$ в ОЗУ 9 отсчеты считываемого темнового сигнала ФДП 1 будут иметь одинаковые значения. Равенство амплитуд отсчетов считываемого темнового сигнала обеспечивается подачей во время стирания сигнала переменного напряжения смещения, причем переменная компонента напряжения смещения с точностью до масштаба изменяется инверсно собственному темновому сигналу ФДП 1. Выбором напряжения смещения на входе первого согласующего усилителя 2 и расчетом напряжения смещения по формуле (1) достигается равенство постоянного уровня темнового сигнала и нижнего диапазона сигналов АЦП, вследствие чего уровень темнового сигнала в цифровой форме на выходе АЦП с точностью до погрешности расчета и квантования будет равен нулю. 5 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к области оптико-электронного приборостроения и может быть использовано в фотометрах на базе многоэлементных фотодиодных приемников для повышения точности компенсации темнового сигнала.

Известны устройства компенсации темнового сигнала многоэлементных фотоприемников [1, 2] производящие компенсацию с помощью предварительного запоминания этого сигнала в памяти ЭВМ и последующего вычитания запомненного сигнала из суммарного программным способом. Общими недостатками данных устройств являются низкая скорость компенсации и ограниченные возможности усиления сигнала до входа аналого-цифрового преобразователя, связанные с увеличением уровня и неоднородности темнового сигнала.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому объекту (прототипом) является устройство с компенсацией темнового шума [3] содержащее линейный ПЗС-фотоприемник, последовательно включенные согласующий и вычитающий усилители, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), ОЗУ темнового сигнала, подключенное к ЭВМ, цифроаналоговый преобразователь, информационные входы

которого подключены к одноименным выходам ОЗУ, а выход соединен с вторым входом вычитающего усилителя. Компенсация темнового шума осуществляется в два этапа. На первом этапе производится считывание темнового сигнала фотоприемника и запись его отсчетов в ОЗУ при установке на втором входе вычитающего усилителя нулевого напряжения. На втором этапе выполняется считывание суммарного сигнала, при этом на второй вход вычитающего усилителя подается напряжение темнового сигнала с выхода цифроаналогового преобразователя. Для полного использования диапазона АЦП максимальная амплитуда сигнала, на входе вычитающего усилителя должна на величину максимального темнового сигнала превышать верхнюю границу диапазона входных сигналов АЦП. Таким образом, согласующий усилитель должен иметь больший коэффициент усиления, чем тот, который был бы необходим при отсутствии неоднородности темнового сигнала. При фиксированном диапазоне АЦП такое увеличение коэффициента усиления приводит к возрастанию погрешности компенсации темнового сигнала, что является недостатком данного устройства.

Сущность изобретения заключается в том, что для повышения точности компенсации темнового сигнала многоэлементных фотодиодных приемников в устройство компенсации, содержащее многоэлементный фотодиодный приемник (ФДП) с регистрами стирания и считывания сигнала, согласующий усилитель, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), ОЗУ компенсирующего сигнала, адресный счетчик и цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), согласно изобретению введены вычислительное устройство, блок опроса, первый и второй мультиплексор и второй согласующий усилитель, при этом тактовые входы ФДП соединены с одноименными выходами блока опроса, вход строчного импульса стирания ФДП объединен с первым входом второго мультиплексора и подключен к выходу строчного импульса стирания блока опроса, вход строчного импульса считывания объединен с первым тактовым входом вычислительного устройства и подключен к выходу строчного импульса считывания блока опроса, а сигнальный выход ФДП соединен с первым входом первого согласующего усилителя, на второй вход которого подается напряжение смещения, выход первого согласующего усилителя соединен с сигнальным входом АЦП, вход запуска которого подключен к первому тактовому выходу блока опроса, а информационные выходы и выход конца преобразования соединены соответственно с информационными входами и вторым тактовым входом вычислительного устройства, первый и второй выходы тактовых импульсов которого подключены к вторым входам соответственно первого и второго мультиплексоров, выход управления подключен к одноименным входам этих же мультиплексоров и входу записи ОЗУ, а информационные выходы вычислительного устройства соединены с одноименными входами ОЗУ, первый вход первого мультиплексора подключен к второму тактовому выходу блока опроса, а выходы первого и второго мультиплексоров соединены соответственно с тактовым входом и входом сброса адресного счетчика, выходы которого подключены к адресным входам ОЗУ, информационные выходы ОЗУ соединены с одноименными входами ЦАП, выход которого подключен к первому входу второго согласующего усилителя, на второй вход второго согласующего усилителя подано начальное напряжение смещения, а его выход соединен с входом опорного напряжения смещения ФДП.

Перечисленные признаки обеспечивают решение поставленной задачи.

В электронике известны функциональные элементы, введенные в схему устройства компенсации темнового сигнала многоэлементного ФДП, однако наличие новых связей между ними обусловило появление у предлагаемого устройства по отношению к прототипу нового качества повышения точности компенсации темнового сигнала. Это качество не является результатом суммирования положительных эффектов, достигаемых от введения новых элементов или использования готовых технических решений, и достигается именно за счет наличия между элементами новых связей.

Поскольку среди известных технических решений не выявлено решений со сходными признаками (совокупность элементов и связей между ними), которые бы решали ту же задачу тем же путем (т.е. считыванием двух массивов отсчетов темнового сигнала ФДП, полученных при установке начального и среднего от диапазона изменения напряжения смещения всех чувствительных элементов приемника, расчетом и установкой индивидуальных значений смещения, вводящих темновой сигнал всех элементов при повторном считывании на уровень, близкий к нижнему уровню диапазона входных сигналов АЦП, окончательной компенсацией темнового сигнала за счет уточняющего расчета оптимального напряжения смещения каждого элемента по двум массивам темнового сигнала, один из которых состоит из выровненных на предыдущем этапе отсчетов этого сигнала, а второй содержит отсчеты, полученные при записи в ОЗУ начального напряжения смещения), заявляемое техническое решение соответствует критерию "новизна".

На фиг. 1 изображена функциональная схема устройства компенсации; на фиг. 2 функциональная схема многоэлементного фотодиодного приемника; на фиг. 3 принципиальная схема его чувствительного элемента; на фиг. 4 возможная схема блока опроса; на фиг. 5 возможная схема вычислительного устройства.

Предлагаемое устройство компенсации (фиг. 1) содержит многоэлементный фотодиодный приемник (ФДП) 1, первый согласующий усилитель 2, АЦП 3, вычислительное устройство (ВУ) 4, блок опроса 5, первый 6 и второй 7 мультиплексоры, адресный счетчик 8, ОЗУ 9, ЦАП 10 и второй согласующий усилитель 11. При этом тактовые входы ФДП 1 соединены с одноименными выходами 12 блока опроса 5, вход строчного импульса стирания ФДП 1 объединен с первым входом второго мультиплексора 7 и подключен к выходу 13 строчного импульса стирания блока опроса 5, а вход строчного импульса считывания ФДП 1 объединен с первым тактовым входом вычислительного устройства и соединен с выходом 14 блока опроса 5. Выход ФДП 1 подключен к первому входу первого согласующего усилителя 2, на второй вход которого подано напряжение смещения. Выход первого согласующего усилителя 2 соединен с сигнальным входом АЦП 2. Вход запуска АЦП 3 подключен к первому тактовому выходу 15 блока опроса 5, а информационные выходы и выход конца преобразования соединены соответственно с информационными входами 18 и вторым тактовым входом 17 вычислительного устройства 4. Первый 19 и второй 20 выходы тактовых импульсов ВУ 4 подключены в порядке перечисления к вторым входам первого и второго мультиплексоров 6, 7, а выход 21 управления ВУ 4 соединен с одноименными входами этих же мультиплексоров и входом записи ОЗУ 9. Первый вход первого мультиплексора 6 соединен с вторым тактовым выходом 16 блока опроса 5. Выходы первого и второго мультиплексоров 6, 7 подключены соответственно к тактовому входу и входу сброса адресного счетчика 8, выходы которого соединены с адресными входами ОЗУ 9. Информационные входы ЦАП 10 подключены к одноименным выходам ОЗУ 9, а его выход соединен с первым входом второго согласующего усилителя 11. На второй вход второго согласующего усилителя 11 подается начальное напряжение смещения, а его выход соединен с входом опорного напряжения смещения ФДП 1.

Возможная элементная база устройства компенсации: фотодиодный приемник ФДП ДД1 ФУНК1Л2 с числом элементов 1024 [4] АЦП 3 К1108ПВ2 [5] время преобразования 2 мкс, число разрядов 12, мультиплексоры 6, 7 К555КП11, адресный счетчик 8 К555ИЕ10, ОЗУ 9 К537РУ10 емкостью 2 кбайт, ЦАП 10 - К1108ПА1 [5] время преобразования 0,4 мкс, число разрядов 12, первый и второй согласующие усилители 2 и 11 могут быть выполнены на базе операционных усилителей типа 544УД2. Блок опроса 5, возможная схема которого приведена на фиг. 4, может быть выполнен с использованием логических микросхем серии 555 или 561.

На фиг. 2 приведена структурная схема ФДП 1, а на фиг. 3 принципиальная схема его чувствительной ячейки. ФДП 1 содержит (фиг. 2) регистр стирания 23 и регистр считывания 24 сигнала, управляемые тактовыми импульсами 12 и строчными импульсами 13 стирания и 14 считывания, а также набор фоточувствительных ячеек, коммутируемых этими регистрами. При коммутации ячейки регистром стирания (фиг. 3) открывается транзистор UT_1 и заряжает емкость обратносмещенного фотодиода UD до напряжения $E_{см}$. После запираания транзистора UT_1 напряжение на фотодиоде уменьшается пропорционально освещенности и времени накопления. После окончания интервала накопления с помощью регистра считывания 24 производится последовательное подключение ячеек к выходу ФДП 1. В схеме ячейки такое подключение осуществляется с помощью транзистора UT_3 при подаче на его вход положительного напряжения с выхода регистра считывания 24. При отсутствии освещенности на выходе ФДП 1 считывается темновой сигнал, который зависит от начального напряжения смещения фотодиода UD и является неоднородным по уровню вследствие разброса пороговых напряжений транзисторов UT_2 и термогенерированных сигналов фотодиодов. Зависимость темнового сигнала от напряжения смещения при изменении последнего в диапазоне 5-8 В является линейной [6] однако параметры этой линейной зависимости крутизна и начальное напряжение, индивидуальны для каждого элемента ФДП 1. Таким образом, для темновых сигналов элементов ФДП 1 можно записать следующее соотношение $U_{т.}[I] K[I] \cdot E_{см.}[I] + U_{т.о.}[I]$

где $U_{т.}[I]$ темновой сигнал I-го элемента,

$U_{т.о.}[I]$ начальное напряжение темнового сигнала,

$E_{см.}[I]$ напряжение смещения I-го элемента,

$K[I]$ крутизна передаточной характеристики I-го элемента.

Возможная схема выполнения ВУ 4 на базе микроЭВМ типа ДВК-3 приведена на фиг. 5 (типовые блоки ЭВМ процессор, стандартные периферийные платы и устройства на фиг. 5 не показаны). В состав ВУ 4 входят шинные приемопередатчики 32, дешифраторы управляющих сигналов ввода-вывода 33, 34, регистр управляющих сигналов 35, триггеры формирования импульсов записи 36, 38, мультиплексор управляющих сигналов 40, адресный счетчик 41, буферное ОЗУ 42 и логические элементы 37, 39. При этом выходы шинных приемопередатчиков 32 подключены к входам дешифраторов 33, 34 и регистра 35 управляющих сигналов и одновременно являются информационными выходами 22 ВУ 4. Дешифратор 33 формирует импульс записи информации в регистр 35, импульс 31 сброса адресного счетчика и тактовые импульсы на выходах 19, 20 ВУ 4. Дешифратор 34 формирует импульс считывания состояния флага ОЗУ с выхода триггера 38 и импульс I_2 считывания данных из ОЗУ 42. Регистр 35 служит для формирования управляющего сигнала разрешения записи данных в ОЗУ 42 и сигнала управления на выходе 21 ВУ 4. Триггеры 36, 38 вместе с элементом И-НЕ 37 используются для формирования импульса записи информации в ОЗУ 42 при наличии сигнала разрешения с выхода регистра 35 и при поступлении строчного импульса считывания на первый тактовый вход 14 ВУ 4. Адресный счетчик 41 служит для формирования текущего адреса записываемого или считываемого отсчета сигнала и сигнала переполнения счетчика. Элементная база ВУ3: К589АП26 шинные приемопередатчики 32, К537РУ10 ОЗУ 42, все остальные элементы могут быть выполнены на базе функциональных устройств, входящих в состав микросхем 555 серии.

Таким образом, входящие в состав устройства компенсации элементы выпускаются промышленностью в виде готовых микросхем либо образуются из них с помощью стандартных схемотехнических решений в соответствии с функциональным назначением элементов и описанием работы устройства.

Устройство компенсации работает следующим образом.

Перед использованием устройства компенсации после его изготовления или комплектации новым фотодиодным приемником производится регулировка коэффициента усиления и начального смещения первого и второго согласующих усилителей 2, 11. Цепи регулировки коэффициента усиления согласующих усилителей на фиг. 1 не показаны, поскольку они играют вспомогательную роль. Для регулировки параметров в ОЗУ 9 из ВУ 4 записываются отсчеты, соответствующие среднему уровню диапазона изменения этих отсчетов. Регулировкой напряжения U_n на втором входе второго согласующего усилителя 11 напряжение смещения $E_{см.}$ на выходе этого усилителя выводится на средний уровень возможного диапазона его изменения, т. е. в область 6-7 В [4]. В согласующем усилителе 2 устанавливаются требуемый коэффициент усиления и уровень начального смещения $U_{см.о.}$, при котором минимальное значение темнового сигнала на заданное значение превышает нижний уровень входных сигналов АЦП 3. Для регулировки коэффициента усиления второго согласующего усилителя 11 в ОЗУ 9 из ВУ 4 записываются отсчеты максимального смещения, при котором отсчеты считываемого темнового сигнала на выходе первого согласующего усилителя 2 с учетом его инверсного включения будут принимать минимальные значения. Регулировка коэффициента усиления согласующего усилителя 11 производится таким образом, чтобы уровень максимального отсчета темнового сигнала ФДП 1 не превышал нижний уровень входных сигналов АЦП 3. Для устранения погрешности дискретизации напряжения смещения $E_{см.}$ разрядность ЦАП 10 должна выбираться таким образом, чтобы после описанной регулировки напряжение единицы младшего разряда АЦП 3 превышало напряжение единицы младшего разряда ЦАП 10, пересчитанное к входу АЦП, в 2-3 раза.

Для записи отсчетов напряжения смещения в ОЗУ 9 ВУ 4 с помощью регистра 35 (фиг. 5) путем формирования на выходе управления 21 напряжения низкого уровня переводит ОЗУ 9 (фиг. 1) в режим записи, а мультиплексоры 6, 7 в режим управления от ВУ 4. Запись отсчетов напряжения смещения в ОЗУ 9 производится по информационным выходам 22 ВУ 4 с помощью подачи на вход адресного счетчика 8 через первый мультиплексор 6 импульсов с первого выхода тактовых импульсов 19 ВУ 4. Число тактовых импульсов равно числу элементов ФДП 1. Предварительно адресный счетчик 8 устанавливается в исходное состояние импульсом с второго тактового выхода 20 ВУ 4, проходящим через второй мультиплексор 7. После окончания интервала записи отсчетов напряжения в ОЗУ 9 разрешается считывание сигнала из ФДП 1 и запись его отсчетов в ОЗУ 42 ВУ 4.

В исходном состоянии триггер 36 ВУ 4 сигналом низкого уровня с выхода регистра 35 установлен в нулевое состояние. Для разрешения записи отсчетов темнового сигнала высоким уровнем сигнала с первого выхода регистра 35 снимается блокировка триггера 36 ВУ 4. Первым входящим импульсом с первого тактового входа 14 ВУ 4 триггер 36 переключается в единичное состояние и разрешает прохождение этого импульса через элемент 2И-НЕ 37 на вход сброса триггера 38. Установка триггера 38 в нулевое состояние переводит ОЗУ 42 в режим записи, а мультиплексор 40 переключает на передачу сигналов с вторых входов. Одновременно импульсом с выхода элемента 2И-НЕ 37, проходящим через мультиплексор 40, адресный счетчик 41 устанавливается в нулевое состояние. Поступающие после этого на второй тактовый вход 17 импульсы с выхода конца преобразования АЦП передаются на тактовый вход адресного счетчика 41 и на вход выборки ОЗУ 42. Подача импульсов на перечисленные элементы обеспечивает запись отсчетов темнового сигнала, поступающих по информационным входам 18, в последовательно адресуемые ячейки ОЗУ 42. После записи числа отсчетов, равного числу элементов ФДП 1, на выходе переполнения адресного счетчика 41 формируется импульс, устанавливающий триггер 38 в единичное состояние. При этом ОЗУ 42

переключается в режим хранения, а мультиплексор на передачу сигналов с первых входов. Изменение состояния триггера 38 определяется ЭВМ, входящей в состав ВУ 4, с помощью программного опроса входа элемента 2И 39.

Для исключения искажений вводимого сигнала за счет несинхронности переключения сигнала управления и формирования строчных импульсов блока опроса описанная процедура ввода в случае обращения к ней после переключения сигнала управления производится дважды. После повторного обнаружения изменения состояния триггера 38 ЭВМ ВУ 4 производит считывание и обработку отсчетов темнового сигнала в соответствии с алгоритмом компенсации. Перед началом считывания импульсом 31 адресный счетчик 41 устанавливается в исходное состояние. Считывание отсчетов из ОЗУ 42 осуществляется с помощью импульсов 32.

При рассмотрении процедуры компенсации темнового сигнала необходимо учитывать, что сигнал ФДП 1 после прохождения первого согласующего усилителя инвертируется и темновой сигнал с увеличением напряжения смещения будет уменьшаться. Таким образом, минимальному варьируемому напряжению смещения на выходе ЦАП 10 будет соответствовать максимальный темновой сигнал и наоборот. На первом этапе компенсации темнового сигнала производится запись в ОЗУ 9 двух тестовых отсчетов напряжения смещения минимального $E_{см.1} = 0$ и $E_{см.2} = E_{см.макс.}/2$ и считывание двух соответствующим этим отсчетам массивов темнового сигнала $UT_1[I]$ и $UT_2[I]$. По данным параметрам ВУ 4, опираясь на линейный характер зависимости темнового сигнала от напряжения смещения (1), производит расчет массива отсчетов напряжения смещения каждого элемента ФДП 1, при котором их темновой сигнал на входе АЦП 3 будет на заданное значение U_0 превышать нижний уровень входных напряжений этого АЦП. Расчет производится по следующей формуле

$$E_{см. [I]} = E_{см. 2} \cdot \frac{UT_1[I] - U_0}{UT_1[I] - UT_2[I]} \quad (2)$$

где $E_{см.2}$, $E_{см. [I]}$ тестовое и расчетное напряжения смещения, $UT_1[I]$, $UT_2[I]$ напряжения тестовых темновых сигналов, U_0 расчетное напряжение темнового сигнала.

Рассчитанный массив отсчетов вводится в ОЗУ 9 описанным выше способом, после чего считывается соответствующий ему массив предварительно выровненных отсчетов темнового сигнала $UT_3[I]$

Рассмотренная выше задача расчета смещения, исходя из условия достижения заданного уровня сигнала, по своей сути относится к классу задач экстраполяции, когда по двум отсчетам сигнала, измеренным с определенной погрешностью при заданных значениях аргументов, определяется величина сигнала для аргумента, выходящего за диапазон изменения первых двух. При этом в общем случае должны быть оценены коэффициенты $K[I]$ и $U_{т.о.}$ зависимости (1), а затем с их помощью может быть произведен расчет необходимого смещения. Указанные коэффициенты рассчитываются следующим образом:

$$K[I] = \frac{UT_2[I] - UT_1[I]}{F_{см. 2} - F_{см. 1}},$$

$$U_{т.о. [I]} = \frac{E_{см. 2} \cdot UT_1[I] - E_{см. 1} \cdot UT_2[I]}{F_{см. 2} - F_{см. 1}} \quad (3)$$

Подстановка оценок коэффициентов (3) в выражение (1) и замена U_t U_0 позволяет рассчитать напряжение смещения $E_{см. [I]}$ необходимое для достижения требуемого уровня темнового сигнала

$$E_{см. [I]} = E_{см. 1} \cdot \frac{U_{T_2 [I]} - U_0}{U_{T_2 [I]} - U_{T_1 [I]}} - E_{см. 2} \cdot \frac{U_{T_1 [I]} - U_0}{U_{T_2 [I]} - U_{T_1 [I]}} \quad (4)$$

При $E_{см.1} = 0$ выражение (4) переходит в выражение (2). Расчет погрешности экстраполяции по формуле (2) может быть выполнен, исходя из правил расчета погрешности косвенных измерений [8]

$$\sigma_E = \sigma_{И} \cdot E_{см. 2} \cdot \frac{\sqrt{(U_{T_2 [I]} - U_0)^2 + (U_{T_1 [I]} - U_0)^2}}{U_{T_1 [I]} - U_{T_2 [I]}} \quad (5)$$

где σ_E , $\sigma_{И}$ среднеквадратичные значения погрешности измерения амплитуды сигнала и расчета смещения.

Из выражения (5) с учетом линейной связи смещения и напряжения темнового сигнала может быть получено выражение для расчета погрешности экстраполяции амплитуды

$$\sigma_{И_0} = \sigma_{И} \cdot \frac{\sqrt{(U_{T_2 [I]} - U_0)^2 + (U_{T_1 [I]} - U_0)^2}}{U_{T_1 [I]} - U_{T_2 [I]}} \quad (6)$$

При $U_0 \approx 0$ из выражения (6) следует, что погрешность экстраполяции темнового сигнала при поэлементном изменении его уровня $U_{T_2 [I]}$ от минимального до максимального будет изменяться от $\sigma_{И}$ до $2,3 \sigma_{И}$. Таким образом, для исключения попадания отсчетов массива $U_{T_3 [I]}$ в область за границу нижнего уровня входного напряжения АЦП величина U_0 должна превышать максимальную погрешность измерения амплитуды сигнала более чем в два-три раза. С учетом соотношения между максимальным и среднеквадратичным значениями нормально распределенной погрешности можно записать следующее условие выбора U_0 :

$$U_0 > (6-9) \cdot \sigma_{И} \quad (7)$$

Наличие массива отсчетов темнового сигнала $U_{T_3 [I]}$ с минимальным уровнем и массива $U_{T_1 [I]}$ с максимальным уровнем позволяет с минимальной и практически равной для всех элементов ФДП 1 погрешностью рассчитать значения напряжений смещения этих элементов, при которых среднее значение их темновых сигналов будет находиться на уровне нижнего диапазона сигналов АЦП

$$E_{см. 0 [I]} = E_{см. [I]} \cdot \frac{U_{T_1 [I]}}{U_{T_1 [I]} - U_{T_3 [I]}}, \quad (8)$$

где $E_{см. 0 [I]}$ напряжение смещения, при котором темновой сигнал элемента находится на уровне нижней границы диапазона АЦП.

При этом, поскольку уровень отсчетов $U_{T_3 [I]}$ близок к нулевому экстраполируемому уровню, погрешность экстраполяции сигнала в соответствии с выражением (6) будет равна погрешности измерения амплитуды сигнала. После записи рассчитанного по формуле (8) массива отсчетов $E_{см. 0 [I]}$ в ОЗУ 9 отсчеты считываемого темнового сигнала ФДП 1 будут иметь одинаковые значения. Равенство амплитуд отсчетов считываемого темнового сигнала обеспечивается подачей во время стирания сигнала переменного напряжения смещения, причем переменная компонента напряжения смещения с точностью до масштаба изменяется инверсно собственному темновому сигналу ФДП 1. Выбором напряжения смещения $U_{см. 0}$ на втором входе первого согласующего усилителя 2 и расчетом напряжения смещения по формуле (8) достигается равенство постоянного уровня темнового сигнала и нижнего уровня входных сигналов АЦП, вследствие чего уровень темнового сигнала в цифровой форме на выходе АЦП с точностью до погрешности расчета и квантования будет равен нулю. При этом результирующая погрешность

компенсации темнового сигнала будет зависеть от уровня шума так же, как и в случае аппаратного вычитания темнового сигнала, реализованного в прототипе, т. е. увеличиваться в 1,4 раза относительно исходной погрешности измерения сигнала, однако возможность меньшего усиления сигнала, обеспечиваемая в предлагаемом устройстве, позволяет в такой же степени уменьшить величину шума, а значит и повысить точность компенсации темнового сигнала, т.е. обеспечить решение поставленной задачи.

Таким образом, из описания работы устройства компенсации темнового сигнала многоэлементного фотодиодного приемника следует, что поставленная при разработке этого устройства задача повышения точности компенсации решена в нем за счет введения новых устройств и установления новых связей между ними. Введение вычислительного устройства 4 позволяет произвести запись тестовых напряжений смещения, расчет и запись индивидуальных напряжений смещения, с помощью которых выполняется предварительное выравнивание темнового сигнала, а также расчет и запись окончательных компенсирующих напряжений смещения. Первый и второй мультиплексоры 6, 7 введены для обеспечения записи из ВУ 4 в ОЗУ 10 отсчетов напряжения смещения. Второй согласующий усилитель 11 введен для формирования опорного напряжения смещения ФДП 1, состоящего из постоянного напряжения смещения и переменного корректирующего напряжения, подаваемого с выхода ЦАП 10. Блок опроса введен для обеспечения работы ФДП 1 и синхронизации работы элементов устройства компенсации, в частности работы ФДП 1 и ОЗУ 9. Новым в предлагаемом устройстве является связь между выходом второго согласующего усилителя и входом опорного напряжения смещения фотодиодного приемника, позволившая подавать переменное и определенным образом рассчитанное корректирующее напряжение не в тракт прохождения считываемого сигнала, как это имело место в прототипе, а в тракт подачи смещения фотодиодов, что и обеспечивало решение поставленной задачи.

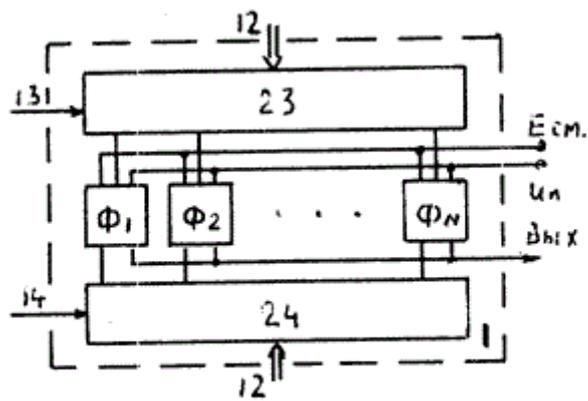
Литература

1. Иванов В. В. Блок управления линейным формирователем сигналов изображения на приборах с зарядовой связью, сопряженный с ЭВМ. "Электроника-60". ПТЭ, 1986, N 5, с. 63.
2. Арутюнов В. А. Горбачев С.Ф. Демин А.П. Нагулин Ю.С. Оптикомеханическая промышленность, 1986, N 1, с. 34.
3. Демин А.П. Многоканальная система регистрации оптического излучения с компенсацией темнового шума ПТЭ, 1988, N 6, с. 150-154.
4. Устройство фотоприемное ФУК1Л1, ФУК1Л2. Этикетка предприятия-изготовителя.
5. Федорков Б. Г. Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры. М. Энергоатомиздат, 1990.
6. Десятков В.Г. Магденко С.В. Финогенов Л.В. Работа интегральной линейки фотоприемников в качестве устройства задержки аналоговых сигналов. Автотририя, 1987, N 5, с. 38-46.
7. Дворяшин Б.В. Основы метрологии и радиоизмерения. М. Радио и связь, 1993, с. 320.

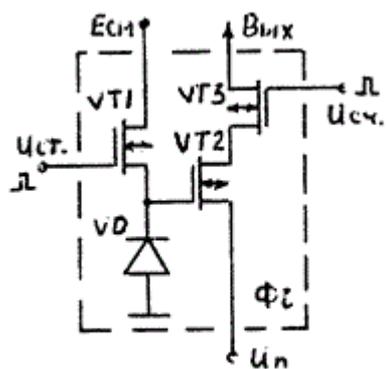
Формула изобретения

Устройство компенсации темнового сигнала многоэлементных фотодиодных приемников, содержащее многоэлементный фотодиодный приемник (ФДП) с регистрами стирания и считывания сигнала, согласующий усилитель, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), адресный счетчик и цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), отличающееся тем, что в него введены вычислительный блок, блок опроса, первый и второй мультиплексор и второй согласующий усилитель, при этом тактовые входы ФДП

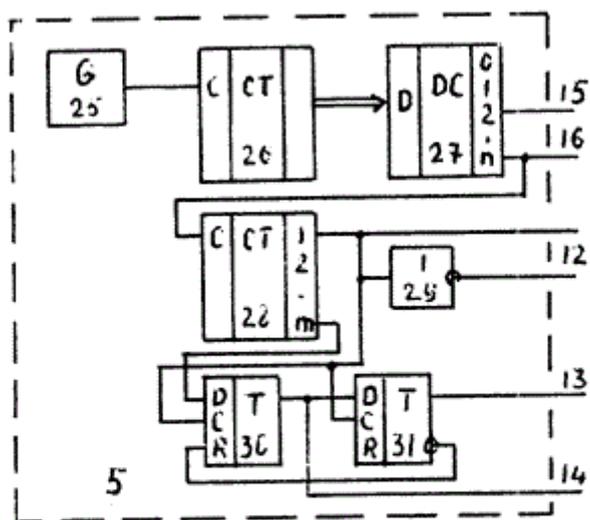
соединены с одноименными выходами блока опроса, вход строчного импульса стирания ФДП объединен с первым входом второго мультиплексора и подключен к выходу строчного импульса стирания блока опроса, вход строчного импульса считывания объединен с первым тактовым входом вычислительного блока и подключен к выходу строчного импульса считывания блока опроса, а сигнальный вход ФДП соединен с первым входом первого согласующего усилителя, на второй вход которого подано напряжение смещения, выход первого согласующего усилителя соединен с сигнальным входом АЦП, вход запуска которого подключен к первому тактовому выходу блока опроса, а информационные выходы и выход конца преобразования соединены соответственно с информационными входами и вторым тактовым входом вычислительного блока, первый и второй выходы тактовых импульсов которого подключены к вторым входам соответственно первого и второго мультиплексоров, выход управления подключен к одноименным входам этих же мультиплексоров и входу записи ОЗУ, а информационные выходы вычислительного блока соединены с одноименными входами ОЗУ, первый вход первого мультиплексора подключен к второму тактовому выходу блока опроса, а выходы первого и второго мультиплексоров соединены соответственно с тактовым входом и входом сброса адресного счетчика, выходы которого подключены к адресным входам ОЗУ, информационные выходы ОЗУ соединены с одноименными входами ЦАП, выход которого подключен к первому входу второго согласующего усилителя, на второй вход второго согласующего усилителя подано начальное напряжение смещения, а его выход соединен с входом опорного напряжения смещения ФДП.



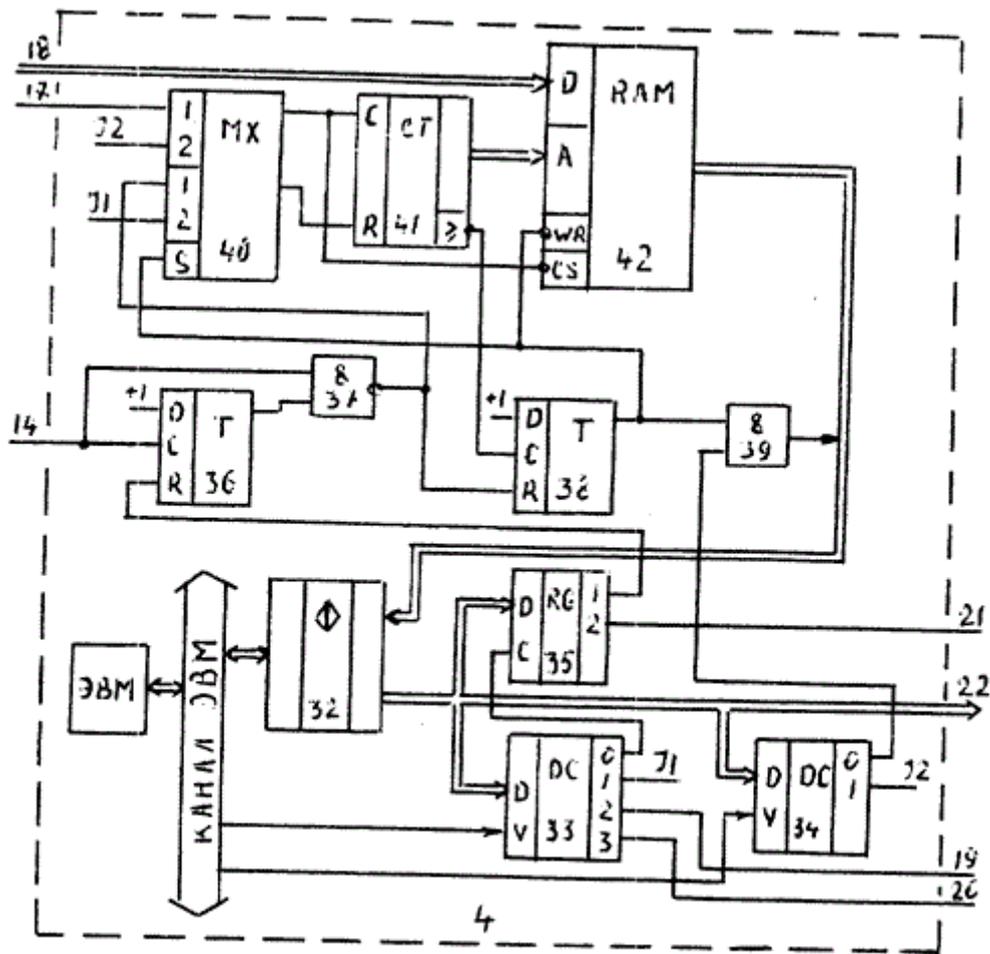
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе
 Извещение опубликовано: 10.06.2002БИ: 16/2002