

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

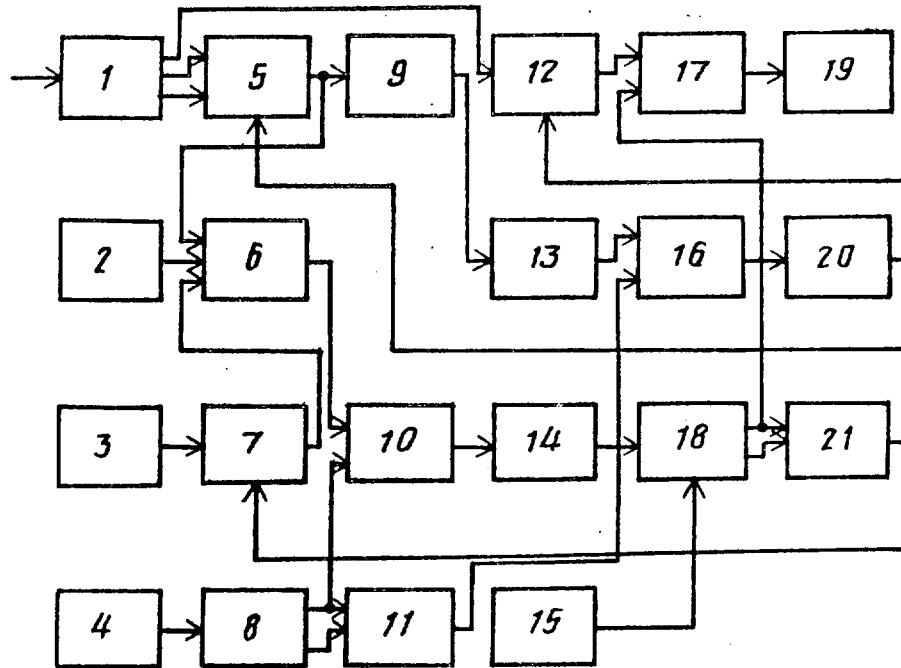
ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4322055/24-09
(22) 27.10.87
(46) 30.10.89. Бюл. № 40
(71) Минский радиотехнический институт
(72) В.А.Ильинков, А.Н.Лазарчик
и А.А.Тарченко
(53) 621.396.6(088.8)
(56) Патент США № 4307469,
кл. Н 04 В 9/00.
The Bell System, - Technical
Journal, 1983. v.62, № 7, p.1,
с.1923-1936.

(54) ПЕРЕДАЮЩЕЕ ОПТОЭЛЕКТРОННОЕ
УСТРОЙСТВО
(57) Изобретение относится к опти-
электронике и м.б. использовано в во-

дноконно-оптических системах переда-
чи цифровых и аналоговых сигналов.
Цель изобретения - повышение надеж-
ности работы устр-ва путем стабили-
зации максимальной излучаемой мощнос-
ти и ограничения максимального тока
накачки полупроводникового излучате-
ля и упрощение устр-ва. Для достиже-
ния поставленной цели в устр-во вве-
дены преобразователь 1 напряжение-
ток, источник 3 дополнительного тока,
коммутатор 5, преобразователь 9
ток-напряжение, два двухполупериод-
ных выпрямителя 11, 13, вычитатель 16,
усилитель-ограничитель 18 постоянного
тока, интегратор 20 и пороговый эле-
мент 21. 2 з.п.ф-лы, 2 ил.



фиг.1

Изобретение относится к оптоэлектронике и может быть использовано в волоконно-оптических системах передачи цифровых и аналоговых сигналов.

Целью изобретения является повышение надежности работы устройства путем стабилизации максимальной излучаемой мощности и ограничения максимального тока накачки полупроводникового излучателя и упрощение устройства.

На фиг.1 изображена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг.2 а,б,в,г,д - временные диаграммы сигналов, поясняющие его работу.

Передающее оптоэлектронное устройство содержит преобразователь 1 напряжение-ток, источник 2 тока смещения, источник 3 дополнительного тока, фотодетектор 4, коммутатор 5, сумматор 6, ключ 7, первый широкополосный усилитель 8, преобразователь 9 ток-напряжение, первый вычитатель 10, первый двухполупериодный выпрямитель 11, второй широкополосный усилитель 12, второй двухполупериодный выпрямитель 13, первый интегратор 14, источник 15 напряжения, третий 16 и второй 17 вычитатели, усилитель-ограничитель 18 постоянного тока, полупроводниковый излучатель 19, второй интегратор 20 и пороговый элемент 21.

Устройство работает следующим образом.

Входной сигнал U_c поступает на вход преобразователя 1 тока, который преобразует его на инверсном своем выходе в ток I_{ϕ} , на прямых выходах - в ток I'_{ϕ} и в ток I''_{ϕ} (фиг.2б,в), причем полярность сигнальной составляющей тока I'_{ϕ} соответствует таковой входного сигнала и противоположна полярности сигнальной составляющей тока I_{ϕ} . Квазимаксимальное и квазиминимальное значения последнего равны соответственно $I_{\phi 0} + I_{\phi n}$ и $I_{\phi 0} - I_{\phi n}$, размах сигнальной составляющей тока I_{ϕ} составляет $2I_{\phi}$, значения тока I_{ϕ} равные $I_{\phi 0} - I_{\phi n}$, $I_{\phi 0} - I_{\phi n}$, $I_{\phi 0}$; $I_{\phi 0} + I_{\phi n}$ и $I_{\phi 0} + I_{\phi n}$, соответствуют мгновенным значениям U_{cn} , U_{cn} , 0, $-U_{cn}$ и $-U_{cn}$ в сигнале U_c (фиг.2а,б). Величину $I_{\phi 0} - I_{\phi n}$ необходимо выбирать возможно меньше ($I_{\phi 0} - I_{\phi n} \ll I_{\phi 0}$, $I_{\phi 0} - I_{\phi n} \approx 0$).

Тогда появление во входном сигнале U_c положительных мгновенных значений, превышающих U_{cn} (положительных

выбросов), приводит к уменьшению до нуля (отсечка) точка I_{ϕ} , что эквивалентно включению на входе передающего модуля ограничителя положительного максимума.

Ток I'_{ϕ} , в отличие от I_{ϕ} , принципиально может заходить в область отрицательного тока, его квазимаксимальное и квазиминимальное значения равны соответственно $I'_{\phi 0} + I_{\phi n}$ и $I'_{\phi 0} - I_{\phi n}$. Форма сигнальной составляющей I'_{ϕ} точно соответствует форме $I_{\phi 0}$, а размах составляет $2I_{\phi n}$.

Ток I''_{ϕ} по форме точно повторяет I'_{ϕ} и отличается от него лишь масштабным коэффициентом. Ток I_{ϕ} изменяющийся в пределах от $I_{\phi 0} - I_{\phi n}$ до $I_{\phi 0} + I_{\phi n}$, поступает на информационный вход второго широкополосного усилителя 12 постоянного тока, преобразующего его в модулирующий ток. Усилитель 12 (инвертирующий) обладает равномерной амплитудно-частотной характеристикой в диапазоне частот преобразуемых сигналов и регулируемым коэффициентом усиления, причем регулировка усиления, выполняемая по управляющему входу, является частотно-независимой.

В рассматриваемом случае управляющее напряжение с выхода второго интегратора 20 равно нулю. При этом коэффициент усиления усилителя 12 принимает номинальное значение.

Модулирующий ток, изменяющийся по закону преобразуемого сигнала, поступает на первый вход третьего вычитателя 16. На второй вход последнего с первого выхода усилителя-ограничителя 18 постоянного тока подается опорный ток. Вычитатель 17 образует ток накачки полупроводникового излучателя 19 в виде разности опорного и модулирующего токов. Инверсией полярности сигнальной составляющей тока I_{ϕ} на инверсном выходе преобразователя 1 и повторной инверсией за счет операции вычитания в вычитателе 17 обеспечивается положительная полярность сигнальной составляющей мощности оптического излучения, при которой минимальному и максимальному уровням сигнала соответствуют значения мощности $P_{\text{мин}}$ и $P_{\text{макс}}$.

С полупроводниковым излучателем 19 (лазером) оптически связан фотодетектор 4, выполняющий линейное преобразование мощности оптического излу-

чения в ток. Ток фотодетектора 4 усиливается первым широкополосным усилителем 8 тока. Последний является неинвертирующим и имеет полосу пропускания, соответствующую верхней граничной частоте преобразуемых сигналов. В результате на его первом выходе присутствует ток I_n , соответствующий модулирующему, который поступает на первый вход первого вычитателя 10.

В рассматриваемом случае пороговый элемент 21 вырабатывает напряжение низкого уровня. Оно поддерживает коммутатор 5, являющийся коммутатором тока, в состоянии, разрешающем прохождение сигнала с первого входа. Коэффициент передачи тока электронного коммутатора равен 1. В результате на второй вход сумматора 6 подается ток I_ϕ (фиг.2в). На первый вход сумматора 6 поступает формируемый источником 2 тока смещения постоянный ток смещения. На нулевой стадии деградации полупроводникового излучателя 19 при номинальной температуре окружающей среды напряжение низкого уровня с порогового элемента 21 поддерживает электронный ключ 7 в закрытом состоянии, и ток источника 3 дополнительного тока не проходит на третий вход сумматора 6. На выходе последнего, таким образом, присутствует сумма тока смещения и тока I_ϕ . Первая схема 10 вычитания образует разностный сигнал. Равенство размахов сигнальных составляющих токов I_ϕ и I_n достигается соответствующим выбором параметров усилителя 8. На вход первого интегратора 14 вследствие компенсации сигнальных составляющих токов I_ϕ и I_n поступает постоянный ток. Интегратор имеет большую постоянную времени, ограниченную сверху лишь максимальной скоростью изменения энергетической характеристики полупроводникового излучателя 19 под влиянием факторов температуры и деградации. Постоянный (отфильтрованный) ток с его выхода усиливается усилителем-ограничителем 18 постоянного тока, формирующим на своем первом выходе необходимое значение опорного тока $I_{оп}$.

Преобразователь 9 осуществляет преобразование ток-напряжение и образует на выходе напряжение, прямо пропорциональное переменной составляющей входного сигнала. Второй двухполупериод-

ный выпрямитель 13 выполняет операцию взятия модуля входного сигнала.

На втором выходе первого широкополосного усилителя 8 постоянного тока, являющемся, как и первый, неинвертирующим, сигнал подвергается дополнительному преобразованию ток-напряжение и с потерей постоянной составляющей проходит на первый двухполупериодный выпрямитель 11. Выпрямитель 11 выполняет функцию, аналогичную функции выпрямителя 13, и имеет одинаковые с ним рабочие характеристики. Второй, интегратор 20, как и первый интегратор 14, имеет большую постоянную времени, ограниченную сверху максимальной скоростью изменения энергетической характеристики под влиянием дестабилизирующих факторов. На его выходе возникает постоянное, отфильтрованное управляющее напряжение, поступающее на управляющий вход второго широкополосного усилителя 12 постоянного тока. Повышение температуры окружающей среды сопровождается увеличением порогового тока и уменьшением надпороговой крутизны энергетической характеристики.

При неизменных модулирующем и опорном токах это привело бы к уменьшению уровней мощности оптического излучения $P_{макс}$, P_0 , $P_{мин}$ и уменьшению перепада уровней $P_{макс} - P_{мин}$, равного размаху сигнальной составляющей мощности.

При этом снижение сигнальной составляющей мощности излучения приводит к уменьшению напряжения на втором выходе первого широкополосного усилителя 8 постоянного тока, и соответственно, к появлению некоторого положительного управляющего напряжения на выходе второго интегратора 20. Второй широкополосный усилитель 12 тока выполнен так, что увеличение напряжения на его управляющем входе повышает коэффициент усиления. Модулирующий ток возрастает до тех пор, пока напряжение на втором выходе усилителя 8 снова не окажется равным (с некоторой погрешностью) напряжению на выходе преобразователя 9. Тем самым с заданной степенью точности поддерживается постоянство сигнальной составляющей мощности оптического излучения. Точность регулирования, выполняемого цепью регулирования сигнальной составляющей, образуемой первым 11 и вторым 13 двухполупериодным

выпрямителями, второй схемой 17 вычитания, вторым интегратором 20 и другими блоками, прямо пропорциональна величине коэффициента петлевого усиления. Последнюю можно выбрать весьма большой, учитывая, что регулирование осуществляется на постоянном токе. Второй интегратор 20 должен обрабатывать изменения энергетической характеристики под влиянием фактора температуры и деградации, которые происходят достаточно медленно, поэтому его постоянную времени, как и постоянную времени первого интегратора 14, допустимо и желательно иметь значительной.

Уменьшение уровней P_{\max} , P_0 и P_{\min} под влиянием температуры сопровождается уменьшением тока на выходе усилителя 8. Понижение уровня тока увеличивает входной ток усилителя-ограничителя 18 постоянного тока, что при неизменном коэффициенте его усиления приводит к повышению опорного тока $I_{оп}$ и восстановлению исходных уровней излучения. Требуемая точность регулирования, выполняемого цепью регулирования постоянной составляющей мощности излучения, образуемой первой схемой 10 вычитания, первым интегратором 14, усилителем-ограничителем 18 постоянного тока и другими блоками, обеспечивается выбором величины коэффициента петлевого усиления.

Аналогично осуществляется процесс регулирования при уменьшении температуры окружающей среды.

До тех пор, пока $I_{оп}$ меньше предельно допустимого тока, пороговый элемент 21 формирует на своем выходе напряжение низкого уровня, поддерживающее ключ 7 в закрытом состоянии, а коммутатор 5 - в состоянии, разрешающем прохождение сигнала с первого входа. При достижении $I_{оп}$ предельно допустимого тока срабатывает пороговый элемент 21. На выходе последнего появляется напряжение высокого уровня: оптоэлектронный модуль переходит в другой режим работы, который назовем режимом пониженной сигнальной составляющей. Наряду с этим усилитель-ограничитель 18 тока, выполняющий функцию ограничения сверху, не позволяет выходному току ни при каких условиях превзойти предельно допустимого значения.

С целью исключения неустойчивого состояния введен источник 3 дополнительного тока. В первый момент после достижения опорным током $I_{оп}$ максимально допустимой величины и следующего за ним открывания электронного ключа 7 на втором входе схемы 6 сложения появляется постоянный ток. Он увеличивает входной ток усилителя-ограничителя 18 и поддерживает последний в нелинейном режиме на всем этапе перехода оптоэлектронного модуля в режим пониженной сигнальной составляющей, поэтому уменьшение цепью регулирования сигнальной составляющей модулирующего тока и связанное с этим увеличение постоянной составляющей тока на первом выходе усилителя 8 не выводят усилитель 18 из нелинейного режима, в результате чего отсутствует неустойчивое состояние.

Возможны два варианта реализации третьего вычитателя: первый соответствует подключению к выходу усилителя 12 базы транзистора типа p-p-n, к выходу усилителя-ограничителя 18 - транзистора типа p-p-r и соединению отрицательного электрода полупроводникового излучателя 19 с общей шиной (корпусом); второй - применению транзисторов типов p-p-r и p-r-p соответственно и подключению к корпусу положительного электрода полупроводникового излучателя.

Применение при формировании тока накачки I_H схема вычитания и предложенная реализация последней обеспечивают соблюдение условия $I_H \leq I_{оп}$, поскольку при таком построении модулирующий ток может принимать только положительные значения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

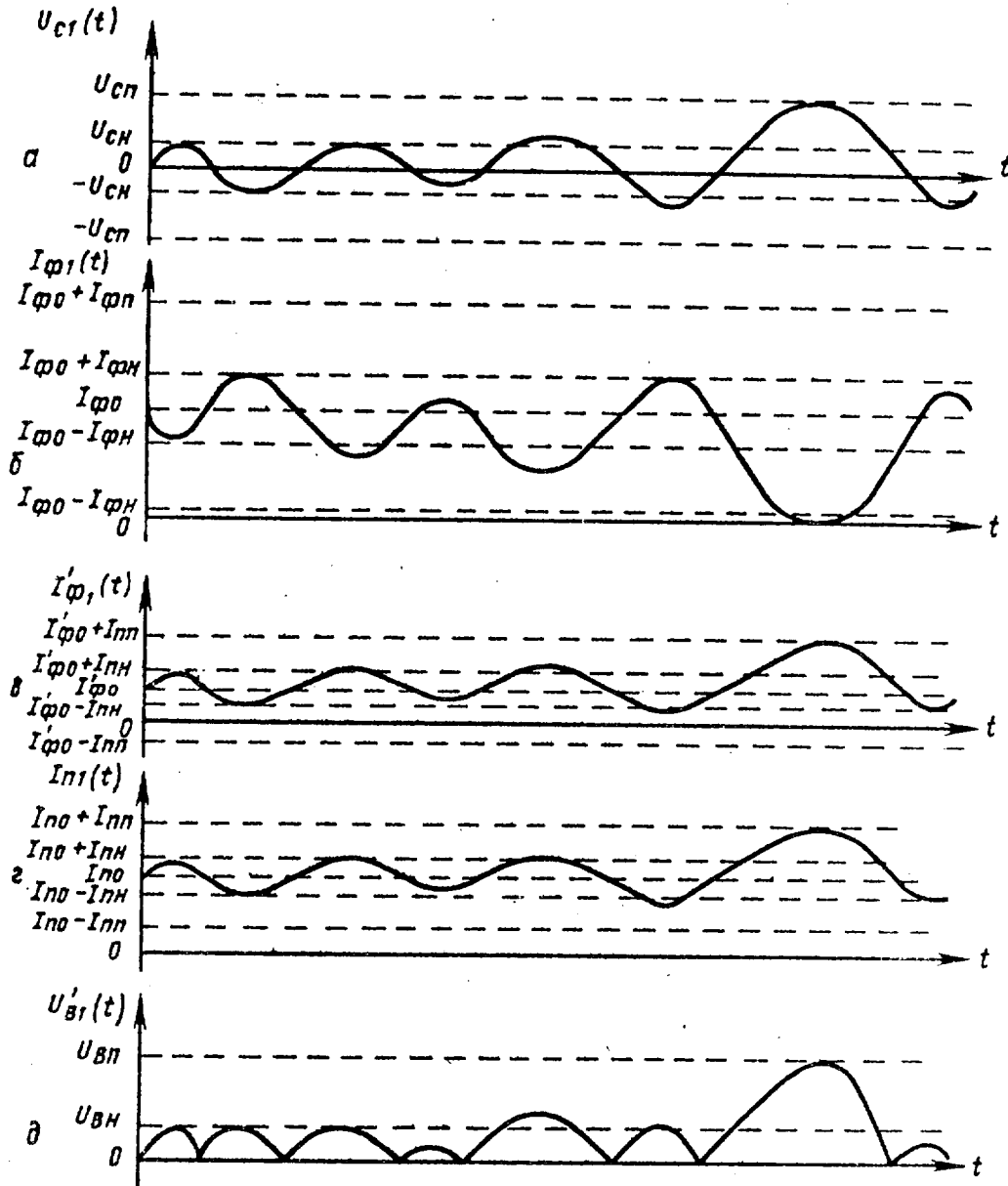
1. Передающее оптоэлектронное устройство, содержащее последовательно соединенные источник тока смещения, сумматор, первый вычитатель и первый интегратор, последовательно соединенные фотодетектор и первый широкополосный усилитель, первый выход которого соединен с вторым входом первого вычитателя, ключ, источник опорного напряжения, второй вычитатель, второй широкополосный усилитель и полупроводниковый излучатель, оптически

связанный с фотодетектором, о т л и -
 ч а ю щ е е с я тем, что, с целью по-
 вышения надежности в работе устройст-
 ва путем стабилизации максимальной
 излучаемой мощности и ограничения
 максимального тока накачки полупро-
 водникового излучателя, введены пре-
 образователь напряжение - ток, пер-
 вый двухполупериодный выпрямитель,
 последовательно соединенные коммута-
 тор, преобразователь ток - напряже-
 ние и второй двухполупериодный вы-
 прямитель, последовательно соединен-
 ные усилитель-ограничитель постоян-
 ного тока и третий вычитатель, ис-
 точник дополнительного тока, выход
 которого соединен с входом ключа,
 второй интегратор и пороговый эле-
 мент, выход которого соединен с уп-
 равляющими входами коммутатора и ключа,
 выходы неинвертированных сигна-
 лов преобразователя напряжение - ток
 соединены соответственно с первым и
 вторым входами коммутатора, выход ко-
 торого соединен с вторым входом сум-
 матора, выход ключа соединен с тре-
 тьим входом сумматора, выход первого
 интегратора соединен с входом усилит-
 еля-ограничителя постоянного тока,
 к входу управления величиной макси-
 мального тока которого подключен ис-
 точник опорного напряжения, выход
 усилителя-ограничителя постоянного
 тока соединен с входом порогового
 элемента, вход преобразователя на-
 пряжение - ток является входом устрой-
 ства, инверсный выход преобразовате-

ля напряжение - ток соединен с вхо-
 дом второго широкополосного усилите-
 ля, выход которого соединен с вторым
 входом третьего вычитателя, выход ко-
 торого соединен с полупроводниковым
 излучателем, выход первого широкопо-
 лосного усилителя тока соединен с вхо-
 дом первого двухполупериодного вы-
 прямителя, выходы первого и второго
 двухполупериодных выпрямителей соеди-
 нены соответственно с первым и вторым
 входами второго вычитателя, выход
 которого через второй интегратор сое-
 динён с управляющим входом второго
 широкополосного усилителя.

2. Устройство по п.1, о т л и -
 ч а ю щ е е с я тем, что, с целью
 упрощения, усилитель ограничитель
 постоянного тока выполнен в виде диф-
 ференциального усилителя с управле-
 ным источником тока в цепи эмиттеров,
 инверсный вход которого соединен с
 источником постоянного напряжения,
 а управляющий вход источника тока
 дифференциального усилителя является
 входом управления величиной максима-
 льного тока усилителя-ограничителя по-
 стоянного тока.

3. Устройство по п.1, о т л и -
 ч а ю щ е е с я тем, что, с целью
 упрощения, третий вычитатель выпол-
 нен в виде двух транзисторов противо-
 положного типа, включенных по схеме с
 общим эмиттером, коллекторы которых
 соединены и являются выходом вычита-
 теля, а базы - входами вычитателя.



Фиг. 2

Редактор А.Маковская Составитель А.Александров Техред Л.Олейник Корректор С.Черни
 Заказ 6612/57 Тираж 626 Подписное

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

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