



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 198 82 819 B4 2005.08.04**

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **198 82 819.5**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FI98/00890**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/29056**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **13.11.1998**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **10.06.1999**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **22.02.2001**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **04.08.2005**

(51) Int Cl.7: **H04B 10/158**  
**H03G 3/20**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:  
**974225 13.11.1997 FI**

(71) Patentinhaber:  
**Nokia Networks Oy, Espoo, FI**

(74) Vertreter:  
**TBK-Patent, 80336 München**

(72) Erfinder:  
**Rantakari, Erkki, Helsinki, FI**

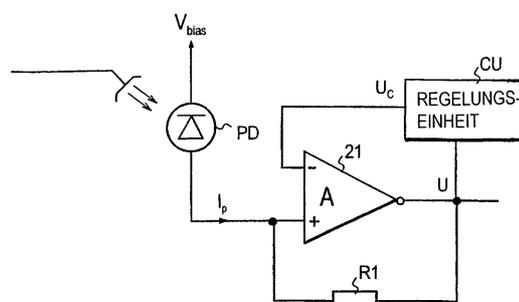
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE 32 33 146 C2**  
**DE 36 07 688 A1**  
**DE 35 43 677 A1**  
**US 54 30 766 A**  
**US 50 13 903**  
**US 44 15 803**  
**EP 05 14 592 A1**  
**EP 04 51 748 A2**

(54) Bezeichnung: **Optische Empfangsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Regelung einer optischen Empfangsvorrichtung (PD, 21, CU), die einen Transimpedanzverstärker (21) und eine Fotoerfassungseinrichtung (PD) zur Umwandlung einer bei der Empfangsvorrichtung (PD, 21, CU) ankommenden optischen Leistung in einen elektrischen Strom umfasst, wobei gemäß dem Verfahren

- ein Differenzverstärker (21) mit zwei Eingangsanschlüssen als Transimpedanzverstärker (21) verwendet wird, wobei ein Ausgangsanschluss der Fotoerfassungseinrichtung (PD) betriebsfähig mit einem der Eingangsanschlüsse des Transimpedanzverstärkers (21) verbunden ist, und
- eine Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) aus der Ausgangsspannung (U) des Verstärkers (21) getrennt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
- die an dem Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers (21), der unterschiedlich zu dem von der Fotoerfassungseinrichtung (PD) verwendeten Eingangsanschluss ist, anliegende Gleichspannung auf der Grundlage der getrennten Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) in einer derartigen Weise geregelt wird, dass sich der Gleichspannungspegel an diesem Eingangsanschluss in Reaktion auf eine Änderung bei der Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) ändert.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft im Allgemeinen eine optische Empfangsvorrichtung. Die Erfindung betrifft insbesondere eine in einer optischen Empfangsvorrichtung zu verwendende Regelungsschleife, mittels der der Dynamikbereich eines Eingangsverstärkers erweitert wird.

**[0002]** Ein optisches Übertragungssystem umfasst (a) eine optische Übertragungsvorrichtung, die ein zu übertragendes elektrisches Signal in eine optische Form umwandelt, (b) eine optische Faser, die als Leiter für das optische Signal dient, und (c) eine optische Empfangsvorrichtung, die das übertragene optische Signal erfasst und es in eine elektrische Form umwandelt.

**[0003]** Eine typische optische Empfangsvorrichtung umfasst eine Fotoerfassungseinrichtung, die an einen Eingangsanschluss eines Transimpedanzverstärkers angeschlossen ist. Die Fotoerfassungseinrichtung wandelt das empfangene optische Signal in einen elektrischen Strom um, der dem Transimpedanzverstärker zugeführt wird. Dieser erzeugt an seinem Ausgangsanschluss eine Spannung, die proportional zu dem eingehenden Strom ist, und somit wird eine Spannung von dem Ausgangsanschluss des Verstärkers erhalten, die proportional zu dem Strom der Fotoerfassungseinrichtung ist. Die Fotoerfassungseinrichtung ist üblicherweise entweder eine Avalanche-Fotodiode (APD) oder eine optische PIN-Diode. Avalanche-Fotodioden werden typischerweise bei kürzeren Wellenlängen verwendet, und optische PIN-Dioden werden bei längeren Wellenlängen verwendet, bei denen Avalanche-Fotodioden eine beträchtliche Rauschgröße erzeugen. Transimpedanz-Verstärker werden beispielsweise aus dem Grund verwendet, dass sie es ermöglichen, vergleichsweise gute Empfindlichkeitseigenschaften mit einem relativ einfachen Aufbau zu erreichen.

**[0004]** Ungeachtet der Verwendung von Transimpedanzverstärkern liegt ein Problem bei optischen Empfangsvorrichtungslösungen in ihren ungünstigen Dynamikeigenschaften: eine hohe Empfindlichkeit hat oftmals eine geringe Leistungstoleranz zur Folge, und eine hohe Leistungstoleranz hat wiederum eine geringe Empfindlichkeit zur Folge. Ungünstige Dynamikeigenschaften beeinträchtigen ihrerseits die Betriebsflexibilität der Empfangsvorrichtung. Beispielsweise ist bei Beginn einer Verwendung einer kürzeren Faser ein weiteres Dämpfungsglied zwischen der Übertragungsvorrichtung und der Empfangsvorrichtung erforderlich.

**[0005]** Da der Leistungspegel des bei der Empfangsvorrichtung ankommenden optischen Signals in

der Praxis in großem Umfang variieren kann (in Abhängigkeit der Länge der verwendeten Faser), wird typischerweise eine automatische Verstärkungsregelung (automatic gain control, AGC) in Verbindung mit dem Transimpedanzverstärker verwendet, damit die Ausgangsspannung des Verstärkers im wesentlichen bei einem konstanten Wert gehalten wird, wenn das eingehende Signal größer als ein vorbestimmter Schwellenwert ist.

**[0006]** In der Praxis existieren zwei unterschiedliche Prinzipien zur Erweiterung des Dynamikbereichs der Empfangsvorrichtung.

**[0007]** Die erste Möglichkeit zur Steigerung der Dynamikeigenschaften besteht darin, den Widerstand eines Rückkopplungswiderstands des Transimpedanzverstärkers auf der Grundlage der Amplitude des eingehenden Signals einzustellen. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Einstellung große parasitäre Effekte bei dem Eingangsanschluss des Verstärkers erzeugt, die wiederum die Empfindlichkeit der Empfangsvorrichtung beeinträchtigen. Die Beeinträchtigung wird insbesondere deutlich, wenn diskrete Komponenten verwendet werden. Wenn auf eine hohe Empfindlichkeit abgezielt ist, sind die Streukapazitäten bei dem Eingangspunkt des Verstärkers von Bedeutung; auch eine kleine Kapazität beeinträchtigt die Empfindlichkeit der Empfangsvorrichtung. Somit ist es besonders wichtig, dass die parasitären Effekte bei dem Eingangsanschluss des Verstärkers minimiert werden können.

**[0008]** Eine andere Möglichkeit zur Erweiterung des Dynamikbereichs besteht darin, ein einstellbares Widerstandselement vor dem Verstärker zu verwenden. Der Widerstand des Elements wird in Reaktion auf die Stärke des bei dem Verstärker ankommenden Signals auf eine derartige Weise eingestellt, dass der Widerstand bei höheren Pegeln verringert wird, wobei als Ergebnis daraus der an den Eingangsanschluss des Verstärkers gekoppelte Strom verringert wird (ein Teil des Stromes fließt durch das Widerstandselement), und der Verstärker kommt nicht in die Sättigung. Diese Grundlösung ist in mehreren unterschiedlichen Variationen bekannt. Die Hauptnachteile dieser Lösungen umfassen eine komplexe Realisierung und durch die erforderlichen zusätzlichen Komponenten erzeugte Streukapazitäten, die die Empfindlichkeit der Empfangsvorrichtung beeinträchtigen.

**[0009]** In der DE 35 43 677 A1 ist ein Vorverstärker hoher Dynamik und Empfindlichkeit beschrieben. Gemäß dieser Druckschrift ist bei optischen Empfängern, die im Wesentlichen aus einer Fotodiode und einem Transimpedanzverstärker bestehen, in vielen Anwendungsfällen dafür zu sorgen, dass der Transimpedanzverstärker bei hohen Pegeln des optischen Empfangssignals nicht übersteuert wird. Dazu

ist eine Zusatzschaltung vorgesehen, die einen nicht linearen Zweipol, beispielsweise eine Diode, mit kleiner Kapazität enthält, und die den Gleichstrom der Fotodiode mit steigender Gleichstromhöhe zunehmend durch den Zweipol leitet und dadurch dessen differentiellen Widerstand reduziert, so dass die Ausgangswechselspannung des optischen Empfängers bei hohen Pegeln des optischen Empfangssignals nur noch unwesentlich mit steigendem Foto-Wechselstrom zunimmt.

**[0010]** In der DE 32 33 146 C2 ist ein nicht-integrierender Empfänger beschrieben.

**[0011]** In der DE 36 07 688 A1 ist ein Empfangsmodul für eine optische Nachrichtenübertragungstrecke beschrieben.

**[0012]** In der EP 0 451 748 A2 ist eine Vorrichtung zum Empfangen optischer Signale beschrieben.

**[0013]** In der EP 0 514 592 A1 ist eine Erfassungsvorrichtung gepulster Lichtsignale, insbesondere für Schutzbarrieren und Infrarot-Fernsteuerungen, beschrieben.

**[0014]** In der US 5,430,766 A ist ein digitaler Datenempfänger für eine Stoßbetriebsart beschrieben.

**[0015]** In der US 5,013,903 ist ein Lichtwellenempfänger mit einem differentiellen Eingang beschrieben.

**[0016]** In der US 4,415,803 ist ein optischer Empfänger mit verbessertem dynamischen Bereich beschrieben.

#### Aufgabenstellung

**[0017]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die vorstehend beschriebene Nachteile zu beseitigen und eine Lösung bereitzustellen, mittels der der Dynamikbereich der Empfangsvorrichtung auf eine derartige Weise erweitert werden kann, dass die Schaltungslösung so einfach wie möglich bleibt, und des Weiteren in einer derartigen Weise, das die Beeinträchtigung der Empfangsvorrichtungsempfindlichkeit minimal ist.

**[0018]** Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Patentansprüchen angegebenen Maßnahmen gelöst.

**[0019]** Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, eine differentielle Eingangsstufe in der Transimpedanzempfangsvorrichtung zu verwenden und eine von der Eingangsleistung des optischen Signals abhängige Gleichspannung auf den Eingangsanschluss der Eingangsstufe (anstatt auf den zugehörigen Ausgangsanschluss) zu reflektieren bzw. zurückzuführen, wodurch es möglich ist, dass der lineare

Dynamikbereich des Ausgangs des Transimpedanzverstärkers entsprechend vergrößert wird.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Lösung bietet eine sehr einfache Möglichkeit zur Steigerung der Dynamikeigenschaften ohne eine nennenswerte Beeinträchtigung in der Empfindlichkeit der Empfangsvorrichtung.

**[0021]** Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass herkömmliche, preiswerte Komponenten in der Schaltung verwendet werden können, da die Lösung beispielsweise keine Spitzenwert-Erfassungsschaltungen erfordert, deren Realisierung bei hohen Frequenzen besondere Komponenten erfordert.

#### Ausführungsbeispiel

**[0022]** Die Erfindung wird nachstehen anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

**[0023]** [Fig. 1](#) eine allgemeine Lösung,

**[0024]** [Fig. 2](#) eine in [Fig. 1](#) gezeigte Regelungseinheit als Funktionsblockschaltbild,

**[0025]** [Fig. 3](#) eine Wirkung der Lösung auf den Betrieb einer Eingangsstufe einer Empfangsvorrichtung und

**[0026]** [Fig. 4](#) ein alternatives Ausführungsbeispiel der Regelungseinheit.

**[0027]** In [Fig. 1](#) ist das Prinzip der Erfindung veranschaulicht. In diesem Fall umfasst ein Transimpedanzverstärker einen Differenzverstärker **21**, zwischen dessen Ausgangsanschluss (der in diesem Beispiel invertierend ist) und ersten (nicht invertierenden) Eingangsanschluss ein Rückkopplungswiderstand R1 angeschlossen ist. Das eingehende optische Signal wird in einer Erfassungseinrichtung PD in einen Strom umgewandelt, deren Kathode an eine Vorspannung  $V_{\text{bias}}$  angeschlossen ist und deren Anode an den ersten Eingangsanschluss des Differenzverstärkers **21** angeschlossen ist. Eine Regelungseinheit bzw. Steuerungseinheit CU trennt eine Gleichspannungskomponente aus einer Ausgangsspannung U des Transimpedanzverstärkers und reflektiert eine dazu proportionale Gleichspannung  $U_c$  zu dem zweiten (invertierenden) Eingangsanschluss des Verstärkers.

**[0028]** Ein durch die Fotoerfassungseinrichtung PD erzeugter Strom  $I_p$  kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$I_p = I_{DC} + I_{AC},$$

wobei  $I_{DC}$  die Gleichstromkomponente und  $I_{AC}$  die Wechselstromkomponente ist.

**[0029]** Da in der Praxis optische Übertragungssysteme einen Zweileitungscode verwenden, ist  $I_{DC}$  näherungsweise die Hälfte des Spitzenwerts des Stroms. Die Regelungseinheit CU verwendet diese Eigenschaft, indem eine Spannung, die proportional zu der Gleichspannungskomponente an dem Ausgangsanschluss des Eingangsverstärkers ist, zu dem zweiten Eingangsanschluss des Eingangsverstärkers reflektiert wird, wobei die Gleichspannungskomponente durch die Gleichstromkomponente verursacht wird. Als Ergebnis daraus wird der Dynamikbereich der Ausgangsspannung des Verstärkers erweitert.

**[0030]** In [Fig. 2](#) ist der Aufbau der Regelungsschaltung schematisch veranschaulicht. Die Regelungseinheit umfasst zuerst eine Tiefpasseinheit LPU, die die Gleichspannungskomponente  $U_{DC}$  aus der Ausgangsspannung  $U$  des Verstärkers **21** trennt. Gemäß der Figur wird diese Tiefpasseinheit durch einen Tiefpassfilter dargestellt, der aus einem Widerstand R2 und einem Kondensator C2 besteht, wobei es allerdings ersichtlich ist, dass die Verarbeitung mit unterschiedlichen Schaltungslösungen realisiert werden kann. Der Tiefpasseinheit folgt eine Steuerungseinheit VCU, die den Eingangsspannungspegel des Verstärkers **21** auf eine derartige Weise vergrößert, dass die Ausgangsspannung des Verstärkers nicht in die Sättigung kommt. Die von dem Ausgangsanschluss der Tiefpasseinheit erhaltene Gleichspannungskomponente, die zu der Gleichstromkomponente von der Fotoerfassungseinrichtung proportional ist, wird an den ersten (invertierenden) Eingangsanschluss eines Differenzverstärkers **22** angelegt. Eine Referenzspannung  $U_{REF1}$ , die den Gleichspannungspegel der Ausgangsspannung des Verstärkers **21** bestimmt, ist an den zweiten (nicht invertierenden) Eingangsanschluss des Differenzverstärkers gekoppelt. Der Ausgangsanschluss des Differenzverstärkers **22** ist an den zweiten Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers **21** gekoppelt.

**[0031]** Falls die Regelungsschleife nicht in Betrieb ist, nimmt die Gleichspannungskomponente  $U_{DC}$  ab, wenn die Eingangsleistung ansteigt, da die Spannung über dem Rückkopplungswiderstand R1 ansteigt, wenn die optische Eingangsleistung ansteigt (und da sich der Gleichspannungspegel an dem ersten Eingangsanschluss des Verstärkers **21** nicht ändert). Folglich kommt die Ausgangsspannung ohne Einstellung relativ rasch in die Sättigung, da die abnehmende Gleichspannungskomponente den verwendbaren Betriebsbereich der Ausgangsspannung des Verstärkers rasch verkleinert.

**[0032]** Aufgrund der erfindungsgemäßen Regelungsschleife steigt die Ausgangsspannung des Ver-

stärkers **22** an, wenn die Gleichspannungskomponente  $U_{DC}$  abnimmt, wodurch der DC-Spannungspegel an dem zweiten (invertierten) Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers ansteigt. Folglich wird in dem in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Beispiel der DC-Spannungspegel an dem zweiten Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers **21** umgekehrt proportional zu der Änderung der Gleichspannungskomponente  $U_{DC}$  verändert. In einer derartigen Situation vergrößert sich ebenso der Gleichspannungspegel an dem ersten Eingangsanschluss des Differenzverstärkers, da wegen der großen Verstärkung des Differenzverstärkers die Spannung an beiden Eingangsanschlüssen ständig nahezu gleich ist. Da der Gleichspannungspegel an dem Eingangsanschluss ansteigt, muss sich der Gleichspannungspegel an dem Ausgangsanschluss nicht verringern, wenn sich die DC-Komponente über dem Rückkopplungswiderstand R1 ändert. In anderen Worten, die Gleichspannungskomponente an dem Ausgangsanschluss des Verstärkers muss keine Änderungen in dem empfangenen Signalleistungspegel kompensieren.

**[0033]** Ohne die Regelungsschleife sollte die Spannung an dem Ausgangsanschluss folglich sowohl wegen der DC-Komponente als auch der Signalkomponente abnehmen. Mittels der erfindungsgemäßen Regelungsschleife wird die Wirkung einer Änderung in der DC-Komponente über dem Rückkopplungswiderstand (R1) des Transimpedanzverstärkers durch Änderung des Gleichspannungspegels an dem Eingangsanschluss des Verstärkers beseitigt. Dies resultiert in einem Anstieg des Betriebsbereichs der Ausgangsspannung, und der Ausgang des Verstärkers kommt nicht so leicht in die Sättigung. Die Regelungsschleife stellt den Gleichspannungspegel an dem Ausgangsanschluss des Verstärkers derart ein, dass er die Größe der Referenzspannung  $U_{REF1}$  aufweist.

**[0034]** In der Praxis wird, da die Größe der Gleichstromkomponente in dem Eingangssignal etwa die Hälfte des Spitzenwertes beträgt und das Verhältnis der Gleichstromkomponente bei dem Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers kompensiert werden kann, der verwendbare Betriebsbereich des Ausgangs des Verstärkers mit der erfindungsgemäßen Regelungsschleife annähernd verdoppelt.

**[0035]** In [Fig. 3](#) ist die Wirkung der erfindungsgemäßen Regelungsschleife in einer praktisch realisierten Schaltung veranschaulicht. In der Figur ist die Ausgangsspannung  $U$  des Transimpedanzverstärkers als Funktion der Zeit in zwei unterschiedlichen Situationen veranschaulicht. Eine gestrichelte Linie bezeichnet die Ausgangsspannung, wenn die Regelungsschleife nicht in Betrieb ist (in diesem Fall liegt eine konstante Spannung an dem zweiten Eingangsanschluss des Differenzverstärkers **21** an), und eine

durchgezogene Linie bezeichnet die Ausgangsspannung, wenn die Regelungsschleife in Betrieb ist. Wie aus der Figur ersichtlich ist, kommt ohne die Regelungsschleife die Ausgangsspannung ernsthaft in die Sättigung, und die Empfangsvorrichtung arbeitet nicht korrekt. Wenn die Regelungsschleife in Betrieb ist, ist der Spannungspegel an den Eingangsanschlüssen des Verstärkers auf den Pegel der Referenzspannung  $U_{REF1}$  vergrößert, und folglich wird der Ausgang des Verstärkers nicht in die Sättigung kommen und der Verstärker korrekt arbeiten. Das Beispiel gemäß [Fig. 3](#) ist ein Simulationsergebnis aus einer praktischen Schaltung, in der die Amplitude des von der Fotoerfassungseinrichtung erhaltenen Eingangstroms von Spitze zu Spitze  $60 \mu\text{A}$  und die Frequenz  $1\text{MHz}$  beträgt.

**[0036]** Die gegenseitige Abhängigkeit der Gleichspannungskomponente an dem Ausgangsanschluss und der auf den Eingangsanschluss des Verstärkers reflektierten Gleichspannungskomponente kann variieren (beispielsweise kann der Proportionalitätskoeffizient variieren), so lange der Betrieb wie vorstehend beschrieben ist. Dies kann mit einer in [Fig. 4](#) gezeigten Regelungseinheit realisiert werden, in der ein spannungsteilender Widerstand  $R3$  in den Ausgang der Tiefpasseinheit eingebaut ist. Der Proportionalitätskoeffizient wird in diesem Fall mittels des Verhältnisses der Widerstände  $R2$  und  $R3$  eingestellt. In einer derartigen Situation muss die Regelungsspannung der Regelungseinheit von einem zweiten, nicht invertierenden Ausgangsanschluss des Differenzverstärkers **21** abgenommen werden, damit die Spannung  $U_C$  ansteigt, wenn die Spannung  $U$  abnimmt (in der Praxis ist auch die Ausgangsstufe eines Differenzverstärkers differenzierend).

**[0037]** Obwohl die Erfindung vorstehend unter Bezugnahme auf der beigefügten Zeichnungen entsprechende Beispiele beschrieben worden ist, ist es ersichtlich, dass die Erfindung nicht darauf begrenzt ist, sondern innerhalb des Schutzbereichs des in den beigefügten Patentansprüchen angegebenen Erfindungskonzepts modifiziert werden kann. Vorstehend ist eine vereinfachte Beschreibung der erfindungsgemäßen Lösung gegeben. In der Praxis können Schaltungslösungen, die eine äquivalente Funktionsfähigkeit realisieren, in vielerlei Hinsicht variiert werden. Beispielsweise können die Anschlüsse des Transimpedanzverstärkers ausgetauscht werden. In einem derartigen Fall ist der Ausgang nicht invertierend (wie in der vorstehenden [Fig. 1](#)).

**[0038]** Wie es vorstehend beschrieben ist, betrifft die Erfindung eine optische Empfangsvorrichtung mit einem Transimpedanzverstärker **21** und einer Fotoerfassungseinrichtung  $PD$  zur Umwandlung einer bei der Empfangsvorrichtung ankommenden optischen Leistung in einen elektrischen Strom. Damit ein guter Dynamikbereich für die Empfangsvorrichtung auf

eine einfache Weise erreicht werden kann, ist der Transimpedanzverstärker ein mit zwei Eingangsanschlüssen versehener Differenzverstärker. Des Weiteren umfasst die Empfangsvorrichtung eine Trennungseinrichtung  $LPU$  zur Trennung einer Gleichspannungskomponente aus der Ausgangsspannung des Transimpedanzverstärkers und Einrichtungen  $VCU$  zum Anlegen einer von der Gleichspannungskomponente abhängigen Gleichspannung an den Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers die sich von dem durch die Fotoerfassungseinrichtung verwendeten Eingangsanschluss unterscheidet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer optischen Empfangsvorrichtung ( $PD$ , **21**,  $CU$ ), die einen Transimpedanzverstärker (**21**) und eine Fotoerfassungseinrichtung ( $PD$ ) zur Umwandlung einer bei der Empfangsvorrichtung ( $PD$ , **21**,  $CU$ ) ankommenden optischen Leistung in einen elektrischen Strom umfasst, wobei gemäß dem Verfahren

- ein Differenzverstärker (**21**) mit zwei Eingangsanschlüssen als Transimpedanzverstärker (**21**) verwendet wird, wobei ein Ausgangsanschluss der Fotoerfassungseinrichtung ( $PD$ ) betriebsfähig mit einem der Eingangsanschlüsse des Transimpedanzverstärkers (**21**) verbunden ist, und

- eine Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) aus der Ausgangsspannung ( $U$ ) des Verstärkers (**21**) getrennt wird,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

- die an dem Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers (**21**), der unterschiedlich zu dem von der Fotoerfassungseinrichtung ( $PD$ ) verwendeten Eingangsanschluss ist, anliegende Gleichspannung auf der Grundlage der getrennten Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) in einer derartigen Weise geregelt wird, dass sich der Gleichspannungspegel an diesem Eingangsanschluss in Reaktion auf eine Änderung bei der Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) ändert.

2. Optische Empfangsvorrichtung ( $PD$ , **21**,  $CU$ ), mit

- einem Differenz-Transimpedanzverstärker (**21**) mit zwei Eingangsanschlüssen und einem Ausgangsanschluss,

- einer Fotoerfassungseinrichtung ( $PD$ ) zur Umwandlung einer bei der Empfangsvorrichtung ( $PD$ , **21**,  $CU$ ) ankommenden optischen Leistung in einen elektrischen Strom ( $I_P$ ), wobei ein Ausgangsanschluss der Fotoerfassungseinrichtung ( $PD$ ) betriebsfähig mit einem der Eingangsanschlüsse des Transimpedanzverstärkers (**21**) verbunden ist, und

- einer Trennungseinrichtung ( $LPU$ ,  $R2$ ,  $C2$ ) zur Trennung einer Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) aus der Ausgangsspannung ( $U$ ) des Transimpedanzverstärkers (**21**),

**dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Empfangsvorrichtung Einrichtungen ( $VCU$ ;  $R2$ ,

C2, R3) zum Anlegen einer von der Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) abhängigen Gleichspannung ( $U_C$ ) an den Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers (**21**) umfasst, die sich von dem durch die Fotoerfassungseinrichtung (**21**) verwendeten Eingangsanschluss unterscheidet.

3. Empfangsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen (VCU; R2, C2, R3) einen Differenzverstärker (**22**) umfassen, mit dessen ersten Eingangsanschluss die Gleichspannungskomponente ( $U_{DC}$ ) verbunden ist und mit dessen zweiten Eingangsanschluss eine Referenzspannung ( $U_{REF1}$ ) verbunden ist, und dessen Ausgangsanschluss betriebsfähig mit dem unterschiedlichen Eingangsanschluss des Transimpedanzverstärkers (**21**) verbunden ist.

4. Empfangsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennungseinrichtung (LPU, R2, C2) einen passiven Tiefpassfilter (R2, C2) umfasst.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

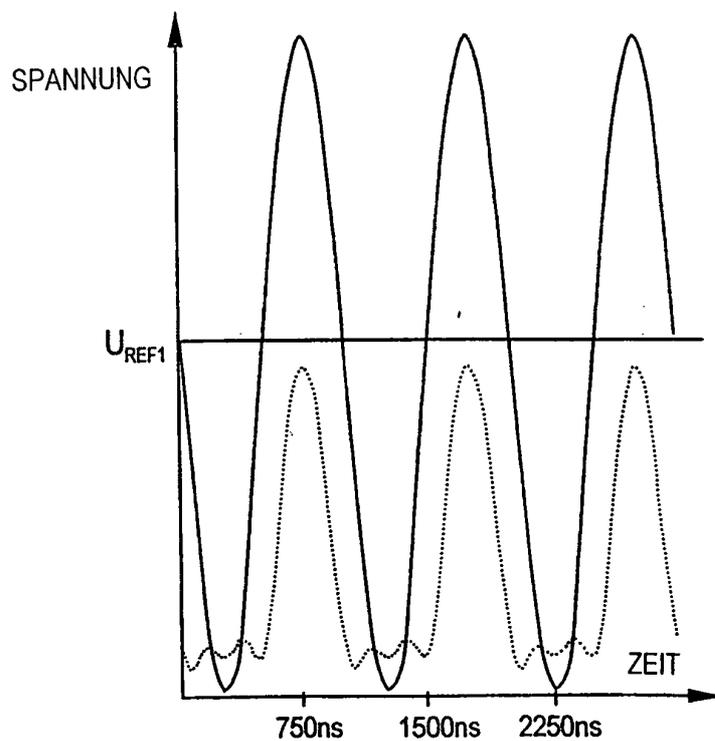
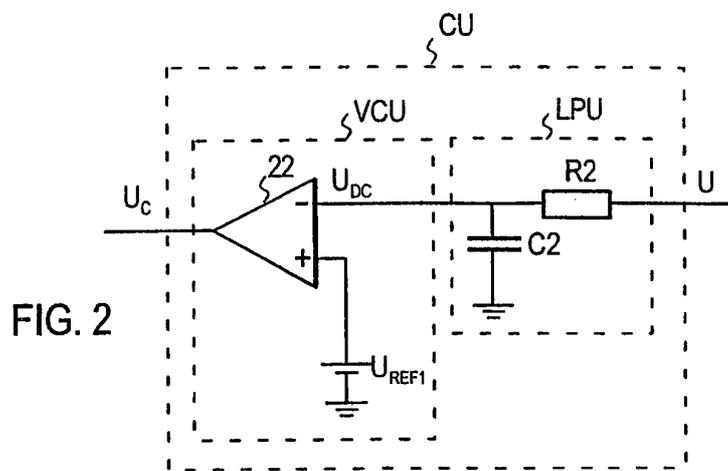
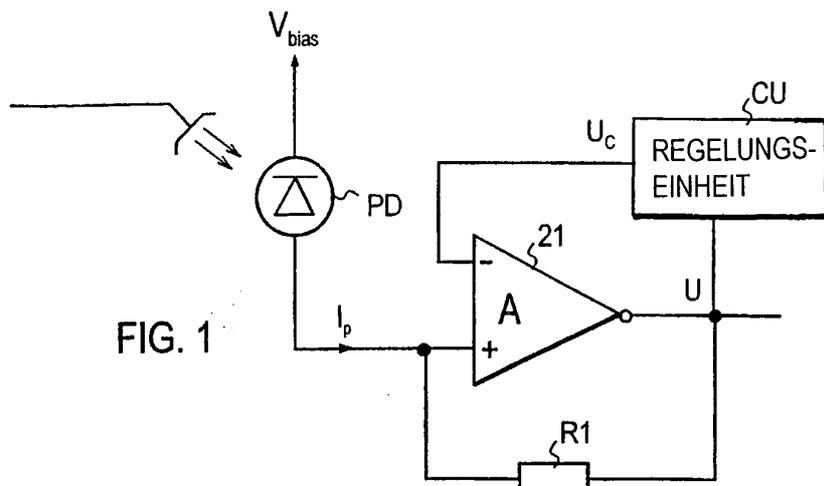


FIG. 3

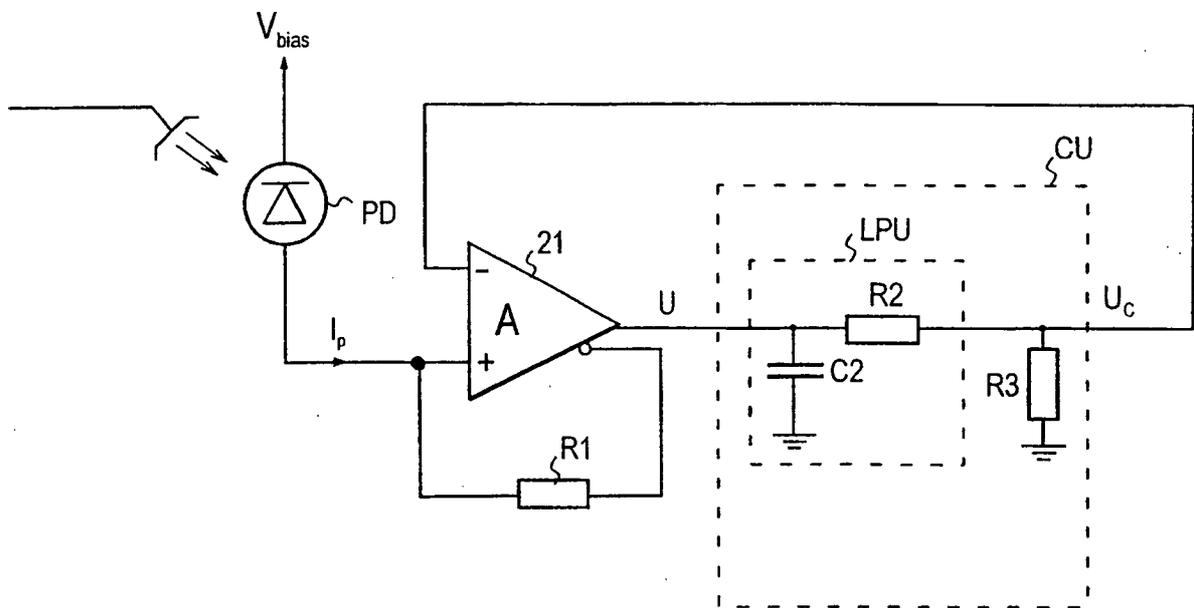


FIG. 4