



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 227 530 A1

 4(51) G 01 R 13/40
 G 01 D 5/26
 G 09 G 3/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 01 R / 268 420 2	(22)	16.10.84	(44)	18.09.85
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	Deutsche Post, RFZ, 1199 Berlin, Agastrasse, DD
(72)	Schönnagel, Hans; Sisoletsky, Bernd, Dr.-Ing., DD

(54)	Quasianaloganzeige elektrischer Größen mittels einer Reihe von Lichtemitterdioden
------	---

(57) Bei der Ansteuerung höher auflösender Quasianaloganzeigen mit LED durch mehrere gemeinsam wirkende Schaltkreise vermeidet die Erfindung die bei der bekannten Kaskadierung auftretenden Einschränkungen und Qualitätsmängel. Dazu sind die Steuerspannungseingänge der IC durch Vorschalten von Steuerverstärkern gegeneinander entkoppelt, so daß für jeden einzelnen IC der maximale Referenzspannungsbereich ausnutzbar ist. Die Steuerverstärker wirken als Summierer mit zwei Eingängen. An allen 1. Summiereingängen gemeinsam liegt die Meßspannung, an den jeweils 2. liegen unterschiedliche Hilfsspannungen, deren jeweilige Addition zur Meßspannung die Zuordnung der Steuerverstärkerausgangsspannungen zu Teilbereichen der Meßspannung bewirkt. Für die stromsparende Bandanzeige werden längere LED-Ketten und eine vom Anzeigewert unabhängige Stromaufnahme ermöglicht. Fig. 1

Fig. 1

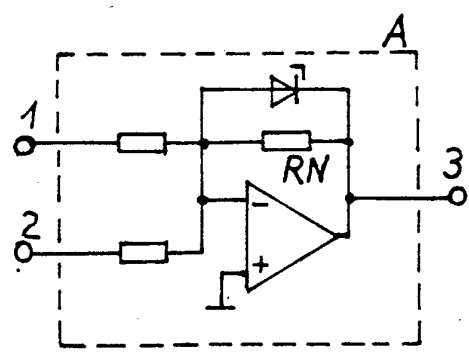
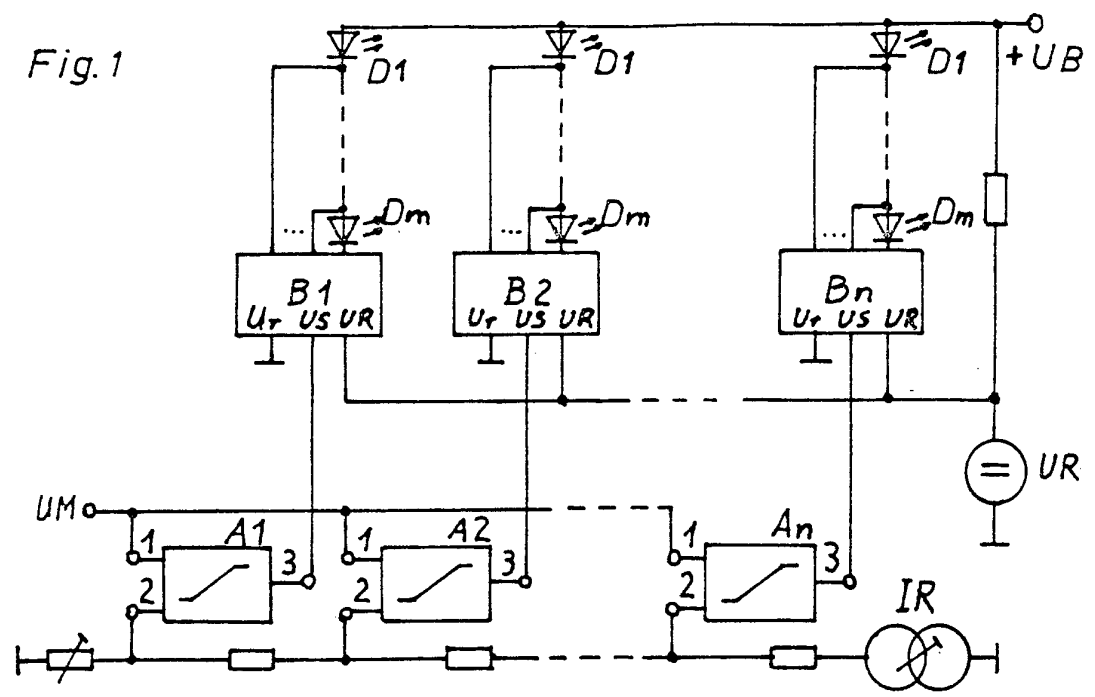


Fig. 2

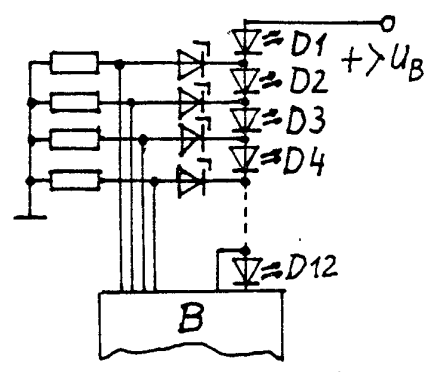
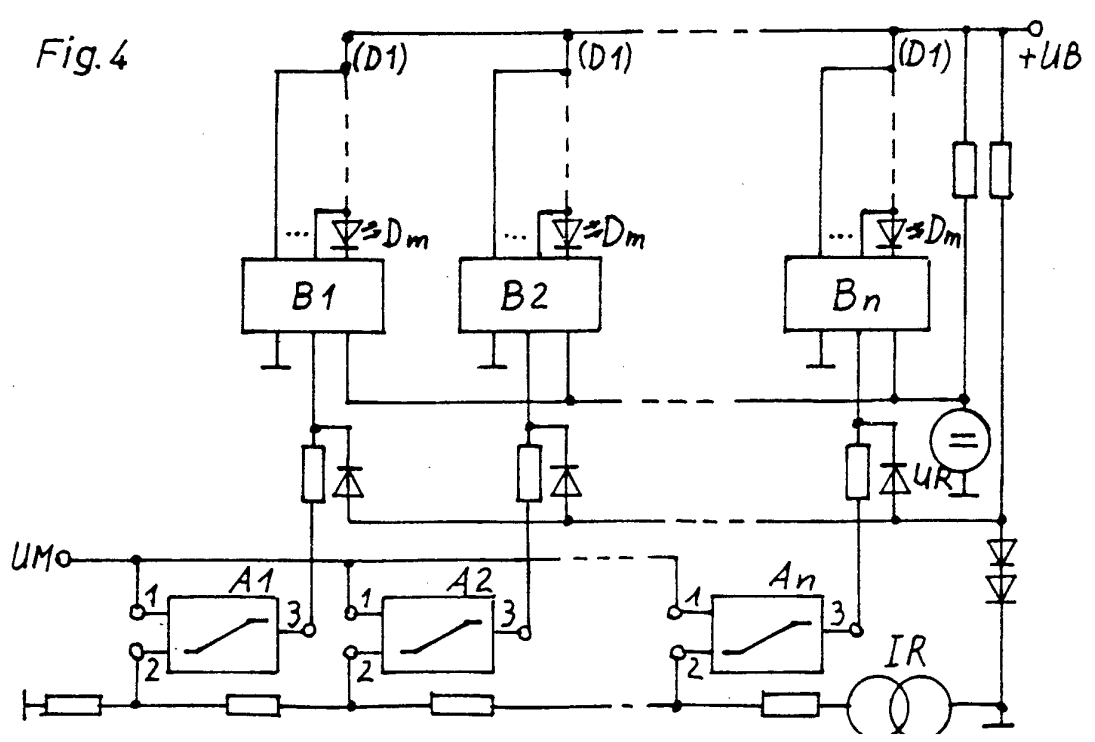


Fig. 3

Fig. 4



Erfindungsansprüche:

1. Quasianaloganzeige elektrischer Größen mittels einer Reihe von Lichtemitterdioden, die mit mehreren in Kaskade geschalteten Schaltkreisen verbunden sind, die Matrixelemente und Komparatorketten zur Meßwerterfassung und -aufbereitung enthalten und jeweils Anschlüsse für den äußeren Abschluß einer Steuerspannung und einer minimalen und maximalen Referenzspannung aufweisen, **gekennzeichnet dadurch**, daß die äußeren Anschlüsse aller Schaltkreise für minimale und maximale Referenzspannung parallelgeschaltet mit nur einer Referenzspannungsquelle annähernd maximaler Referenzspannung verbunden sind und daß mit jedem Steuerspannungseingang der Ausgang eines Steuerverstärkers mit begrenztem Linearbereich verbunden ist, von denen die ersten Eingänge parallelgeschaltet und mit der Eingangsklemme der elektrischen Größe verbunden sind und die zweiten Eingänge mit Abgriffen einer Widerstandskette, deren Enden mit einer Stromquelle verbunden sind.
2. Quasianaloganzeige nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Steuerverstärker mit begrenztem Linearbereich Operationsverstärker bzw. invertierende Summierverstärker eingesetzt sind, deren Gegenkopplungswiderstand zwischen Ausgang und invertierendem Eingang mit einer Zenerdiode überbrückt ist, deren Katodenanschluß mit dem Ausgang verbunden ist und daß dem invertierenden Eingang je ein Vorwiderstand zum ersten und zweiten Eingang vorgeschaltet ist.
3. Quasianaloganzeige nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß in die Verbindungsleitungen zwischen den Ausgängen der Steuerverstärker mit begrenztem Linearbereich und den Steuerspannungseingängen der Schaltkreise für Lichtemitterdioden Widerstände eingeschaltet sind und daß mit jedem dieser Steuerspannungseingänge die Katode von Dioden verbunden sind, deren parallelgeschaltete Anoden mit einer Hilfsspannungsquelle verbunden sind und daß anstelle der niederwertigsten Leuchtdiode jedes Schaltkreises ein Ersatzstromkreis eingeschaltet ist.
4. Quasianaloganzeige nach Punkt 1 mit Schaltung der Schaltkreise in der Betriebsart stromsparender Bandbetrieb, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Ende der Leuchtdiodenkette mit einer höheren Spannung als der maximal zulässigen Betriebsspannung der Schaltkreise verbunden ist und daß in die Verbindungsleitungen der Stromquellen mit Leuchtdioden überhöhter Spannung Zenerdioden eingeschaltet sind, mit deren Anodenanschlüssen zusätzlich Ableitungswiderstände gegen Masse verbunden sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die Realisierung hochauflösender Quasianaloganzeigen mittels aneinandergereihter lichtemittierender Dioden (LED) bei Verwendung von mehreren in Kaskade geschalteten speziellen integrierten Schaltkreisen zur Ansteuerung der LED. Diese Anzeigen sind anstelle hochwertiger elektromechanischer Indikatoren einsetzbar und bilden eine Alternative zur Darstellung von Meßgrößen als Balkendiagramme auf Bildschirmen oder Gas-Plasma-Displays. Sie ermöglichen mit guter Genauigkeit eine Meßwertanzeige überall dort, wo die analoge Darstellung im Vergleich zu einer numerischen übersichtlicher ist, z. B. bei gleichzeitiger Beobachtung mehrerer Anzeigen und/oder häufigem schnellen Wechsel der Meßwerte. Hauptanwendungsgebiet ist die Aussteuerungskontrolle in Tonstudioanlagen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Ansteuerung von Lichtemitterdioden und für die Realisierung band- und punktförmiger Anzeigen mit Lichtemitterdioden sind eine Reihe monolithisch integrierter Schaltkreise bekannt. Mit Hilfe dieser Schaltkreise ist es möglich, mit wenig Aufwand an äußerer Beschaltung Anzeigeeinheiten mit bis zu zwölf Lichtemitterdioden aufzubauen. Im DD-WP 138826 ist ein Schaltkreis beschrieben, der sowohl den Aufbau punktförmiger als auch bandförmiger Lichtemitterdiodenanzeigen zuläßt. Für punktförmige Anzeigen kommen anodenseitig parallelgeschaltete Lichtemitterdiodenkette zur Anwendung, wobei jeweils eine der Lichtemitterdioden durchschaltbare integrierte Stromquellen in Abhängigkeit von der aufgeprägten Steuerspannung zum Leuchten angeregt wird. Für bandförmige Anzeigen sind drei Gruppen von jeweils vier Lichtemitterdioden in Reihe geschaltet, wobei die Erzeugung des Leuchtbalkens ebenfalls über die schaltbaren integrierten Stromquellen erfolgt. Durch die Einführung der Betriebsart „stromsparende Bandanzeige“ mit nur einer Gruppe von bis zu acht in Reihe geschalteten Lichtemitterdioden kann die Anzahl der aussteuerungsabhängigen Betriebsstromsprünge reduziert werden. Die Schaltkreise zur Steuerung von punkt- oder bandförmigen Lichtemitterdiodenanzeigen sind kaskadierbar, um größere Anzeigelängen mit besserer Auflösung zu realisieren.

Technisch sinnvoll sind nach bekannten Applikationen bis zu fünf Schaltkreise kaskadierbar, womit sich für den auszuwertenden Meßbereich je nach Art der Ansteuerung der Lichtemitterdiodenanzeige ca. 40 bis 60 diskrete Meßwerte erfassen lassen. Bei Annäherung an diese Grenze ist es nachteilig, daß die eindeutige Zuordnung der diskreten Meßwerte zu den jeweilig korrespondierenden Lichtemitterdioden mehr und mehr verlorengeht. Das dynamische Übergangsverhalten der Lichtemitterdioden geht von einem harten Übergang hell/dunkel — dunkel/hell beim Einsatz eines Schaltkreises unter Nutzung der maximal möglichen Referenzspannung über zu kontinuierlichen hell/dunkel — dunkel/hell Übergängen bei Kaskadierung von fünf Schaltkreisen. Das Lichtband bzw. der Lichtpunkt erhält dadurch eine unscharfe Begrenzung. Die Zuordnung von Anzeige und Eingangsspannung wird zusätzlich durch die starke Abhängigkeit des Betriebsstromes von der Aussteuerung verschlechtert. Erheblicher Aufwand ist auch für die abgestufte Bereitstellung von hinreichend genauen Referenzspannungen für die kaskadierten Schaltkreise notwendig (je Schaltkreis mindestens je ein abgleichbarer Widerstand!), um eine lineare, überlappungsfreie Anzeige über alle Lichtemitterdioden zu erhalten.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, mit solchen Schaltkreisen Lichtemitterdiodenanzeigen auch größerer Längen der Anzeigeskalen bei besserer Auflösung sowie eindeutiger Zuordnung zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Ausgehend von dieser Zielstellung, die eigentlich bereits bei der Applikation der Schaltkreise bestand, ergibt eine Analyse der technischen Mängelursachen, daß die begrenzten Bereiche der Betriebs- und Referenzspannungen der Schaltkreise für diese Grenze der Kaskadierung maßgebend ist, sich aber wegen der notwendigen universellen Verwendbarkeit nicht verändern lassen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, Möglichkeiten zur Beseitigung des Widerspruches zwischen diesen notwendigen Begrenzungen und der beliebigen Kaskadierung mit solchen Mitteln zu suchen, die keinen zu hohen Aufwand für eine äußere Beschaltung darstellen, aber auch für eine Integration geeignet sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die äußeren Anschlüsse aller Schaltkreise für Lichtemitterdiodenanzeigen für minimale und maximale Referenzspannung parallelgeschaltet und mit nur einer Referenzspannungsquelle annähernd maximaler Referenzspannung verbunden sind und daß mit jedem Steuerspannungseingang der Ausgang eines Steuerverstärkers mit begrenztem Linearbereich verbunden ist, von denen die ersten Eingänge parallelgeschaltet und mit der Eingangsklemme der elektrischen Größe verbunden sind und die zweiten Eingänge mit Abgriffen einer Widerstandskette, deren Enden mit einer Stromquelle verbunden sind.

Als Steuerverstärker mit begrenztem Linearbereich können vorteilhaft Operationsverstärker bzw. invertierende Summierverstärker eingesetzt sein, deren Gegenkopplungswiderstand zwischen Ausgang und invertierenden Eingang mit einer Zenerdiode überbrückt ist, deren Katodenanschluß mit dem Ausgang verbunden ist und von deren invertierenden Eingang je ein Vorwiderstand zum ersten und zweiten Eingang geführt ist.

Da mit steigender Anzahl von kaskadierten Schaltkreisen die Aussteuerungsabhängigkeit des Betriebsstromes zunimmt, können zu dessen Konstanzhaltung in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung in die Verbindungsleitungen zwischen den Ausgängen der Steuerverstärker mit begrenztem Linearbereich und den Steuerspannungseingängen der Schaltkreise für Lichtemitterdiodenanzeigen Widerstände eingeschaltet sein und mit jedem dieser Steuerspannungseingänge die Katode von Dioden verbunden sein, deren parallelgeschaltete Anoden mit einer Hilfsspannungsquelle verbunden sind. Außerdem kann die niederwertigste Diode jedes Schaltkreises durch einen Ersatzstromkreis, der auch ein Kurzschluß sein kann, ersetzt sein. Wenn die Schaltkreise in der Betriebsart stromsparender Bandbetrieb betrieben werden, können in einer anderen Weiterbildung dadurch mehr als acht Leuchtdioden an einem Schaltkreis betrieben werden, wenn das Ende der Leuchtdiodenkette mit einer höheren Spannung als der maximal zulässigen Betriebsspannung der Schaltkreise verbunden ist und in die Verbindungsleitungen der Stromquellen mit Leuchtdioden, an denen überhöhte Spannung liegt, Zenerdioden eingeschaltet sind, mit deren Anodenanschlüssen zusätzlich Ableitungswiderstände gegen Masse verbunden sind.

Bei der Anwendung der Schaltungsanordnung nach der Erfindung wird jeder Schaltkreis mit der maximal zulässigen Referenzspannung versorgt, so daß auch bei Kaskadierung beliebig vieler Schaltkreise stets das dynamische Übergangsverhalten der Lichtemitterdioden erreichbar ist, welches mit der Anwendung eines Einzelschaltkreises erzielbar werden kann. Harte dunkel/hell — hell/dunkel Leuchtübergänge ermöglichen auch bei höchster Auflösung eine eindeutige Meßwertzuordnung. Der Abgleich der Teilreferenzspannungen entfällt.

Im folgenden wird auf die Arbeitsweise der Schaltungsanordnung nach der Erfindung eingegangen. Die Steuerverstärker sind unter Verwendung monolithisch integrierter Operationsverstärker und nichtlinearer Gegenkoppelemente als Summierverstärker mit eingegrenztem linearem Arbeitsbereich ausgeführt.

Wird dem Meßeingang der Schaltung eine Meßspannung aufgeprägt, so gelangen all' die Steuerverstärker, deren gewichtete Summe aus Meßspannung (erste Eingänge) und der an der Widerstandsteilerkette abgegriffenen Teilspannung (zweite Eingänge) ein vorgegebenes Vergleichspotential (z. B. Massepotential) über- oder unterschreitet, in den linearen Arbeitsbereich. Die Ausgänge dieser Steuerverstärker liefern eine positiv gehende Spannung, die geeignet ist, als Steuerspannung für die Schaltkreise für Lichtemitterdiodenanzeigen zu fungieren. Die restlichen Steuerverstärker, auf die die o. g. Bedingung nicht zutrifft, verbleiben in Ruhezustand und geben eine leicht negative Ausgangsspannung ab. Die nichtlineare Gegenkopplung der Steuerverstärker begrenzt den linearen Arbeitsbereich derart, daß eine Steuerspannung im Bereich von ca. Null Volt bis acht Volt abgegeben werden kann und verhindert das Eintreten von Sättigungseffekten bei Übersteuerung der Steuerverstärker. Mit zunehmender Meßspannung gelangt zunächst der niederwertigste Steuerverstärker in den linearen Arbeitsbereich und sorgt somit dafür, daß die dem niederwertigsten Schaltkreis für Lichtemitterdiodenanzeigen zugeordneten Lichtemitterdioden zu leuchten beginnen. Mit der Übersteuerung des niederwertigsten Steuerverstärkers kommt der nächste Steuerverstärker in seinen linearen Arbeitsbereich und steuert somit die Lichtemitterdioden des nächsten Schaltkreises an usw. Da alle Schaltkreise für Lichtemitterdiodenanzeigen stets mit der maximal zulässigen Referenzspannung versorgt werden können, wird das dynamische Übergangsverhalten der Lichtemitterdioden für hell/dunkel — dunkel/hell Übergänge völlig unabhängig von der Anzahl der kaskadierten Schaltkreise und kann den jeweiligen Anforderungen an die Anzeige frei angepaßt werden.

Ein vom Aussteuerungszustand der Lichtemitterdiodenanzeige unabhängiger Betriebsstrom stellt sich ein, wenn die Steuereingänge der Schaltkreise zusätzlich über die angegebene Diodenklemmschaltung auf einem Potential gehalten werden, bei dem die jeweils niederwertigste integrierte Stromquelle bereits durchgeschaltet ist. Zweckmäßigerweise wird die korrespondierende Ausgangsleitung der Schaltkreise direkt ohne Einschaltung von Lichtemitterdioden mit der Betriebsspannungsquelle verbunden. Dies gilt für die Betriebsart „stromsparende Bandanzeige“. Für die punkt- und bandförmigen Anzeigen kann die Klemmung der Steuereingänge der Schaltkreise für Lichtemitterdiodenanzeigen sinngemäß angewendet werden.

Die bei der Betriebsart „stromsparende Bandanzeige“ auftretende Einschränkung der Ansteuerbarkeit von nur acht Lichtemitterdioden je Schaltkreis läßt sich beseitigen, indem die Betriebsspannung für die Lichtemitterdiodenkette weiter erhöht wird. In alle gefährdeten Ausgangsleitungen der Schaltkreise für Lichtemitterdiodenanzeigen werden Z-Dioden eingefügt, die die an der Lichtemitterdiodenkette anliegende erhöhte Spannung derart vermindern, daß schaltkreisseitig die maximal zulässige Betriebsspannung nicht überschritten wird.

Ausführungsbeispiel

Im nachfolgenden Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1: ein Blockschaltbild einer bandförmigen Lichtemitterdiodenanzeige nach der Erfindung,

Fig. 2: einen Steuerverstärker mit begrenztem Linearbereich,

Fig. 3: den Auszug aus einer Anzeigeschaltung mit der Betriebsart „stromsparende Bandanzeige“ mit zwölf Lichtemitterdioden je Schaltkreis und

Fig. 4: ein Blockschaltbild für bandförmige Anzeige mit konstantem Betriebsstrom.

In Fig. 1 sind alle Schaltkreise B 1 bis B n in der Betriebsart „stromsparende Bandanzeige“ mit einer Anzahl m in Reihe geschalteter Lichtemitterdioden D 1 bis D m verbunden. Die Parallelschaltung der Referenzspannungseingänge für minimale U_r und maximale Referenzspannung U_R für alle kaskadierten Schaltkreise B 1 bis B n stellt sicher, daß das dynamische

Übergangsverhalten aller Lichtemitterdioden D1 bis Dm unabhängig von der Anzahl n der kaskadierten Schaltkreise B1 bis Bn wird. Im Gegensatz zu bekannten Schaltungskonfigurationen wird die Referenzspannung UR nicht in Teilreferenzspannungen unterteilt. Die Steuereingänge der Schaltkreise B1 bis Bn sind jeweils mit den Ausgängen (3) korrespondierender Steuerverstärker mit begrenztem Linearbereich A1 bis An verbunden. Diese Steuerverstärker wirken als invertierende Summierverstärker und besitzen je zwei Eingänge 1 und 2. Am ersten Eingang 1 aller Steuerverstärker A1 bis An liegt die auszuwertende Meßspannung UM. Der zweite Eingang 2 jedes Steuerverstärkers liegt an je einem Abgriff einer Widerstandsteilerkette, die mit einer Stromquelle TR verbunden ist. Deren Strom und die Widerstandswerte bestimmen die Einsatzpunkte der linearen Arbeitsbereiche der Steuerverstärker. Die Steuerverstärker A1 bis An sind, wie in Fig.2 am Beispiel eines Steuerverstärkers A gezeigt, gegen Übersteuereffekte mit nichtlinearen Gegenkoppelementen geschützt. Zur Erleichterung der Kalibrierung der Anzeigeschaltung kann die Speisequelle der Widerstandsteilerkette als steuerbare bzw. einstellbare Stromquelle IR ausgeführt sein. Die beschriebene Anordnung der Steuerverstärker A1 bis An läßt die kaskadierte Einzelansteuerung der Schaltkreise B1 bis Bn zu. Ohne Aussteuerung, d.h. bei $UM = 0V$, erhält jeder Steuerverstärker A1 bis An nur die jeweilige positive Teilspannung vom Abgriff der Widerstandsteilerkette zugeführt, so daß sich an den Ausgängen (3) der Steuerverstärker eine negative Spannung einstellt. Eine dem Rückfuhrwiderstand RN (Fig.2) parallelgeschaltete Zenerdiode gelangt dabei in Flußrichtung und begrenzt die Ausgangsspannung der Steuerverstärker A1 bis An auf $-0,7V$. Falls die Steuereingänge der Schaltkreise B1 bis Bn keine negative Eingangsspannung vertragen, ist es möglich, die Steuerspannungen für die einzelnen Schaltkreise den Ausgängen (3) der Steuerverstärker ähnlich dem später an Fig.4 erklärten Beispiel über Widerstände entkoppelt zu entnehmen und eine Klemmung auf $0V$ vorzunehmen. Der Steuerverstärker arbeitet linear, sobald durch die gewichtete Summierung von Meßspannung UM und Teilspannung der Widerstandsteilerkette der Summationspunkt des Steuerverstärkers, nach Fig.2 der negierende Eingang, gegenüber Masse negatives Potential aufweist. Je nach wählbarer Verstärkung des Steuerverstärkers wird die angelegte Meßspannung -UM invertiert und verstärkt. In dieser Form wird sie dann als Steuerspannung US für den jeweils korrespondierenden Schaltkreis B1 bis Bn zur Ansteuerung der Lichtemitterdiodenanzeigen wirksam. Der lineare Aussteuerbereich wird durch die Z-Diode auf beispielsweise $+8V$ beschränkt. Die Begrenzung der Aussteuerbarkeit der Steuerverstärker A1 bis An in Richtung positiver Ausgangsspannungen bzw. Steuerspannungen verhindert den Betrieb der Steuerverstärker im Sättigungsbereich und stellt damit sicher, daß auch bei starker eingangsseitiger Übersteuerung die Widerstandseigenschaften des Summationspunktes am invertierenden Eingang nicht gestört werden. Eine lineare Anzeige über die gesamte „Leuchtbandlänge“ ist gewährleistet. Die Wahl der invertierenden Summierverstärker zur Steuerspannungsaufbereitung ist für viele Anwendungsfälle vorteilhaft. Selbst bei Verwendung hoher Meßspannungen bleibt die Eingangsgleichtaktaussteuerung der Steuerverstärker gering, und weiterhin sind durch die Möglichkeit der gewichteten Summierung Freiheiten in der Auswahl des Referenzstroms IR und in der Dimensionierung der Widerstandsteilerkette gegeben. Es lassen sich auch nichtlineare, stufenweise gestauchte Anzeigekennlinien realisieren. Bei der vorteilhaft anzuwendenden Betriebsart „stromsparende Bandanzeige“ wird die Anzahl der ansteuerbaren Lichtemitterdioden durch die maximal zulässige Betriebsspannung der Schaltkreise B auf 8 Stück je Schaltkreis beschränkt. Fig.3 zeigt, wie die Anzahl der ansteuerbaren Lichtemitterdioden unter weiterer Erhöhung der Betriebsspannung $+> UB$ vergrößert werden kann. Zenerdioden verhindern, daß an den Schaltkreisen B Spannungen auftreten, die die maximal zulässige Betriebsspannung überschreiten. Die zusätzlich gegen Masse geschalteten Widerstände verhindern das Auftreten kurzzeitiger Spannungsspitzen bei Inbetriebnahme der Anzeigeschaltung. Der Stromzufluß über diesen Nebenstromzweig ist so gewählt, daß die entsprechenden Lichtemitterdioden mit Sicherheit noch nicht leuchten. Möglichkeiten zur Sicherung einer konstanten, aussteuerungsunabhängigen Betriebsstromaufnahme ergeben sich ebenfalls aus der Art der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung dadurch, daß z. B. die jeweils niederwertigste, der Betriebsspannung am nächsten liegende Lichtemitterdiode D1 der Fig.1 durch einen Kurzschluß ersetzt wird und die Klemmung parallel an allen Steuereingängen der Schaltkreise so erfolgt, daß die korrespondierenden Ausgangsleitungen dieser Lichtemitterdioden D1 durch die entsprechende integrierte Stromquelle der Schaltkreise B1 bis Bn angesteuert wird. In Fig.4 ist dazu ein konkretes Schaltungsbeispiel angegeben, in dem die Steuereingänge St1 bis Stn auf $+0,7V$ geklemmt werden. Obwohl im Ruhezustand keine Lichtemitterdiode leuchtet, nimmt die Gesamtschaltung mit der ausgeführten Modifizierung bereits einen Betriebsstrom auf, der dem der voll angesteuerten Anzeige entspricht.