

(19)



(11)

EP 2 466 996 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2012 Patentblatt 2012/25

(51) Int Cl.:
H05B 37/02 (2006.01) H05B 33/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11009887.8**

(22) Anmeldetag: **15.12.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **CP electronics GmbH**
33739 Bielefeld (DE)

(72) Erfinder: **Pott, Christian**
33769 Bielefeld (DE)

(74) Vertreter: **Heuer, Wilhelm**
Heuer Patentanwälte
Jägerberg 6
82335 Berg (DE)

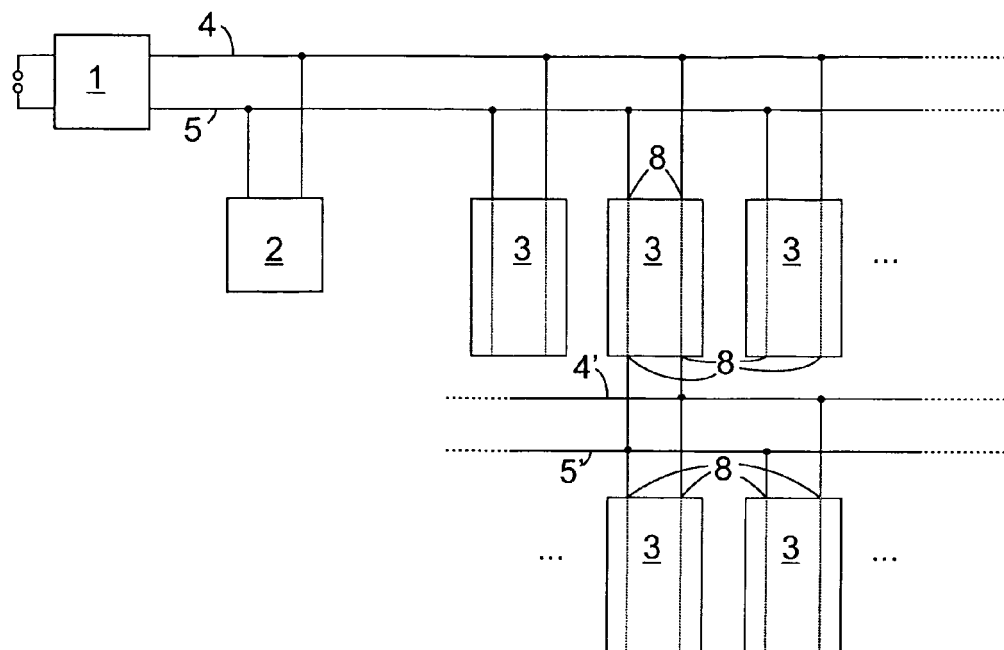
(30) Priorität: **16.12.2010 DE 102010054784**

(54) Leuchtsystem

(57) Ein Leuchtsystem umfasst wenigstens eine LED-Baugruppe (3), die wenigstens eine LED (44R, 44G, 44B) aufweist, eine Master-Baugruppe (2) zum Steuern des Betriebs der LED-Baugruppe (3) und eine Steuerlei-

tung (4, 5), an die die LED-Baugruppe (3) zum Empfangen von Steuerinformationen von der Master-Baugruppe (2) angeschlossen ist. An entgegengesetzten Enden der langgestreckten LED-Baugruppe (3) ist je ein Anschluss (8) für die Steuerleitung (4, 5) angeordnet.

Fig. 1



EP 2 466 996 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leuchtensystem auf LED-Basis und insbesondere ein Leuchtensystem, das eine Mehrzahl von LED-Baugruppen umfasst oder auf eine Mehrzahl von LED-Baugruppen erweiterbar ist.

[0002] LEDs wurden jahrzehntelang im Wesentlichen nur für kleinformatige, leuchtschwache Anzeigen, insbesondere an elektrischen bzw. elektronischen Geräten, eingesetzt. In den letzten Jahren kommen zunehmend LEDs auf den Markt, die aufgrund ihrer hohen Lichtleistung auch für allgemeine Beleuchtungszwecke geeignet sind. Dank ihrer kleinen Abmessungen und ihrer geringen Wärmeabgabe können LEDs an Orten eingebaut werden, an denen herkömmliche Glühlichtquellen nicht verwendbar sind. So können sie zum Beispiel in Möbelplatten marktüblicher Stärke integriert werden, um etwa einzelne Fächer eines Regals oder Schrankes zu beleuchten.

[0003] Wenn gewünscht ist, einzelne LEDs oder Gruppen von ihnen selektiv zu steuern, zum Beispiel um von mehreren Fächern eines Schrankes oder Regals nur jeweils einzelne zu beleuchten, dann erfordert dies entweder eine Vielzahl von in dem betreffenden Möbel verteilten, aufwändig einzubauenden Schaltern oder, ausgehend von einer zentralisierten Schalteranordnung oder einer anderen Art von Steuereinheit, eine aufwändige und fehlerträchtige Verkabelung. Aufwand und Fehlermöglichkeiten potenzieren sich, wenn, etwa bei Anwendungen im Laden- und Messebau, LED-Baugruppen nicht nur in einem einzelnen Möbel, sondern in mehreren Möbeln bzw. einem ganzen Raum koordiniert zu steuern sind, bzw. wenn Licht nicht nur ein- und ausgeschaltet, sondern auch gedimmt und/oder seine Farbe gesteuert werden soll. Für die Steuerung komplexer Beleuchtungsanlagen kommt auch die Verwendung von Bussystemen wie etwa des EIB- oder CAN-Bus in Betracht, doch die hierfür erforderlichen vieladrigen Kabel sind kostspielig und beschwerlich zu handhaben, und ihr Durchmesser macht es schwierig, sie versteckt zu verlegen.

[0004] Auch großformatige Leuchtreklamen sind mit LEDs mit hoher Leuchtkraft und großer Betriebssicherheit realisierbar, benötigen aber, um bewegte Elemente oder wechselnde Botschaften darzustellen, ebenfalls eine aufwändige Steuerung.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, ein Leuchtensystem mit wenigstens einer durch eine zentrale Master-Baugruppe steuerbaren LED-Baugruppe anzugeben, bei dem der Verdrahtungsaufwand für eine -vorzugsweise selektive- Steuerung von Baugruppen unabhängig von deren Zahl gering ist.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst, in dem bei einem Beleuchtungssystem mit wenigstens einer LED-Baugruppe, die wenigstens eine LED aufweist, einer Master-Baugruppe zum Steuern des Betriebs der LED-Baugruppe und einer Steuerleitung, an die die LED-Baugruppe zum Empfangen von Steuerinformationen von der Master-

Baugruppe angeschlossen ist, Anschlüsse für die Steuerleitung an entgegengesetzten Enden der Leiterplatte vorgesehen sind. So kann die Baugruppe selber einen Teil einer zu einer weiteren Baugruppe führenden Steuerleitung bilden, und große Entfernungen können mit einem relativ geringen Verkabelungsaufwand überbrückt werden.

[0007] Die Verkabelung kann weiter erheblich vereinfacht werden, wenn die Steuerleitung gleichzeitig Versorgungsleitung zur Versorgung der LED-Baugruppe mit einer elektrischen Betriebsspannung ist und die Master-Baugruppe einen Modulator zum Aufmodulieren von Steuerbefehlen auf die elektrische Betriebsspannung und die LED-Baugruppe einen Demodulator zum Rückgewinnen der Steuerbefehle aus der elektrischen Betriebsspannung umfasst. Wenn so die Versorgungsleitung zur Übertragung von Befehlen an die LED-Baugruppen genutzt wird, wird eine eigenständige Versorgungsleitung überflüssig, und Fehler bei der Verdrahtung der LED-Baugruppen können weitgehend ausgeschlossen werden.

[0008] Um unter mehreren LED-Baugruppen eine einzelne gezielt ansprechen zu können, ist der Modulator vorzugsweise eingerichtet, der elektrischen Betriebsspannung zu einem Steuerbefehl eine Adressinformation aufzumodulieren, die eine LED-Baugruppe bezeichnet, für die der Steuerbefehl bestimmt ist, der LED-Baugruppe ist wenigstens eine Adresse zugeordnet, und sie ist eingerichtet, Steuerbefehle, deren Adressinformation keiner Adresse der LED-Baugruppe entspricht, nicht auszuführen.

[0009] Das erfindungsgemäße Leuchtensystem kann wenigstens einen Satz von LED-Baugruppen umfassen, denen jeweils eine gleiche für diesen Satz spezifische Adresse zugeordnet ist; alle diese Baugruppen sind durch einen einzigen an diese Adresse geschickten Steuerbefehl gleichzeitig ansprechbar.

[0010] Eine LED-Baugruppe kann unter mehreren Adressen ansprechbar sein. Um auch eine individuelle Ansteuerung der LED-Baugruppen einer Gruppe zu ermöglichen, sollte ferner jeder von ihnen noch eine für sie allein spezifische Adresse zugeordnet sein. Es können aber auch die Adressen von zwei oder mehr Sätzen einer gleichen LED-Baugruppe zugeordnet sein, so dass die betreffende LED-Baugruppe auf an jeden der Sätze gesendete Befehle anspricht.

[0011] Unter den für das Leuchtensystem definierten Befehlen sollte wenigstens einer sein, der eine Steuerung der Helligkeit einer LED-Baugruppe bzw. ihrer LEDs ermöglicht. Vorzugsweise ist auch wenigstens ein Steuerbefehl definiert, der es ermöglicht, die Helligkeit einer einzelnen LED in einer Baugruppe bzw. das Verhältnis der Helligkeiten von mehreren LEDs der gleichen Baugruppe zueinander zu steuern. Wenn die LEDs einer solchen Baugruppe unterschiedliche Farben haben, kann mit Hilfe eines solchen Befehls der Farbton des von der Baugruppe emittierten Lichts gesteuert werden.

[0012] Ein solcher Befehl kann insbesondere mehrere

Zeitmarken, insbesondere in Form von Impulsen, umfassen, wobei der zeitliche Abstand zwischen je zwei der Zeitmarken jeweils eine Steuergröße für eine der LEDs der Baugruppe repräsentiert.

[0013] Wenn die elektrische Betriebsspannung, mit der die Baugruppen versorgt werden, eine Gleichspannung ist, können die Befehle vom Modulator zweckmäßigerweise als Wechselspannungssignale auf die Gleichspannung aufmoduliert werden.

[0014] Dabei kann der Modulator eingerichtet sein, die Befehle mit unterschiedlichen diskreten Frequenzen auf die Betriebsspannung aufzumodulieren. Komplementär dazu kann dann der Demodulator einer jeden LED-Baugruppe zweckmäßigerweise einen schmalbandigen Filter aufweisen, der nur für eine oder für einzelne der diskreten Frequenzen durchlässig ist. Die Frequenz, mit der ein Befehl der Betriebsspannung aufmoduliert ist, hat dann die Funktion einer Adresse, da sie bestimmt, von welchem Demodulator (oder eventuell welchen Demodulatoren) der LED-Baugruppen des Systems der Befehl demoduliert wird.

[0015] Um einen geschlossenen Regelkreis implementieren zu können, ist es zweckmäßig, wenn die wenigstens eine LED-Baugruppe ihrerseits einen Modulator zum Aufmodulieren von Betriebszustandsinformation auf die elektrische Betriebsspannung und die Master-Einheit einen Demodulator zum Rückgewinnen der Betriebszustandsinformation aus der elektrischen Betriebsspannung umfasst.

[0016] Um Wechselwirkungen zwischen dem aufmodulierten Signal und elektrischen Verbrauchern der Baugruppen zu vermeiden, ist vorzugsweise in wenigstens einer der Baugruppen wenigstens ein Versorgungsanschluss wenigstens eines Verbrauchers wie etwa des Modulators selbst, eines Demodulators, einer LED oder dergleichen über eine Spule mit der Versorgungsleitung verbunden, während ein Ausgang des Modulators der Baugruppe direkt, unter Umgehung der Spule, mit der Versorgungsleitung verbunden ist.

[0017] Um bei begrenzter Sendeleistung die Steuerbefehle über weite Strecken übertragen zu können, ist als Ausgangsstufe des Modulators vorzugsweise ein Serienresonanzkreis vorgesehen.

[0018] Dieser Serienresonanzkreis ist vorzugsweise mit einem ein-/ausgetasteten digitalen Sendesignal beschaltbar, dessen Tastfrequenz auf die Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises abgestimmt ist.

[0019] Eine Eingangsstufe des Demodulators kann zweckmäßigerweise ebenfalls durch einen Serienresonanzkreis gebildet sein.

[0020] Um eine korrekte Demodulation eines übertragenen Steuerbefehls in weitgehender Unabhängigkeit von der Länge des Übertragungsweges und der auf diesem Weg erfahrenen Signaldämpfung zu ermöglichen, weist der Demodulator vorzugsweise einen automatischen Verstärkungssteuerkreis auf.

[0021] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von

Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Leuchtensystems;

Fig. 2 eine schematische perspektivische Ansicht von Komponenten des Leuchtensystems;

Fig. 3 ein Schaltungsdiagramm eines Modulators des Leuchtensystems;

Fig. 4 ein Schaltungsdiagramm eines Demodulators;

Fig. 5 ein Schaltungsdiagramm einer mit dem Modulator der Fig. 4 ausgestatteten LED-Baugruppe;

Fig. 6 ein Schaltungsdiagramm einer LED-Baugruppe mit einem Modulator zum Senden von Betriebszustandsinformation an eine Master-Baugruppe; und

Fig. 7 ein Steuerbefehlssignal gemäß einer Abwandlung der Erfindung.

[0022] Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Leuchtensystem umfasst ein ans Lichtnetz anschließbares Netzteil 1, das sekundär eine Gleichspannung im Niederspannungsbereich, z.B. 12 Volt liefert. An dem Ausgang des Netzteils 1 sind parallel eine Master-Baugruppe 2 sowie eine Mehrzahl von durch die Master-Baugruppe 2 steuerbaren LED-Baugruppen 3 parallel zueinander über eine Speisespannungsleitung 4 und eine Masseleitung 5 angeschlossen. Die Master-Baugruppe 2 kann in das Gehäuse einer der von ihr gesteuerten LED-Baugruppen 3 integriert sein. Die Leitungen 4, 5 können in Art einer Stromschiene ausgebildet sein, an die Master-Baugruppe 2 und mehrere der Baugruppen 3 auch räumlich parallel zueinander angeschlossen sind, wie in Fig. 1 angedeutet. Jede der langgestreckten LED-Baugruppen 3 hat an ihren beiden Längsenden je einen Anschluss 8 für die Speisespannungsleitung 4 und die Masseleitung 5, und zwischen den Anschlüssen 8 sind die Speisespannung und die Masse in den Baugruppen 3 durchgeschleift, wie durch gestrichelte Linien angedeutet, so dass Speisespannung und Masse auch an dem von dem Netzteil 1 abgewandten Anschluss 8 jeder Baugruppe 3 anliegen und über sekundäre Leitungen 4', 5' von dort an weitere Baugruppen 3 verteilt werden können.

[0023] Fig. 2 zeigt mit mehr Details ein erfindungsgemäßes Leuchtensystem mit einer flexiblen modularen baumartigen Struktur. Die LED-Baugruppen 3 sind langgestreckte Elemente, zum Beispiel in Form eines Hohlprofils, das zusammengefügt ist aus einem Aluminium-Strangpressprofil 6 von im Wesentlichen C-förmigen Querschnitt, einem in die offene Seite des C-Profiles 6 eingefügten Lichtaustrittsprofil 7 aus einem transparenten Kunststoff und einer langgestreckten, in regelmäßi-

gen Abständen mit LEDs bestückten Leiterplatte, die in einem Hohlraum zwischen den Profilen 6, 7 im Innern der Baugruppe 3 untergebracht und in Fig. 2 nicht sichtbar ist. LED-Baugruppen 3 dieser Art können mit geringem Aufwand in beliebigen Längen, jeweils passend beispielsweise zur Länge von Regalböden, an denen sie montiert werden sollen, gefertigt werden.

[0024] An den Stirnenden der Baugruppe 3 ist der innere Hohlraum durch eingeschobene Kunststoffblöcke 8 verschlossen, die an ihren Außenseiten zwei Kontakte 9, 10 für die Speisespannungsleitung 4 bzw. die Masseleitung 5 aufweisen. Als Kontakte 9, 10 kommen zum Beispiel die herkömmlicherweise bei 9V-Blockbatterien verwendeten, aneinander verrastbaren Kontakte in Betracht. Generell ist jedoch ein beliebiges Paar von zueinander komplementären Kontakten geeignet.

[0025] Die Speisespannungsleitung 4 und die Masseleitung 5 erstrecken sich in jeder LED-Baugruppe 3 von einem Abschlussblock 8 zum am anderen Ende gegenüberliegenden Abschlussblock 8, wobei die Speisespannungsleitung an beiden Abschlussblöcken 8 mit identischen Kontakten 9 und die Masseleitung mit ihrerseits identischen Kontakten 10 verbunden ist.

[0026] Benachbart zu den Kontakten 9, 10 ist an jedem Abschlussblock 8 eine Aussparung 11 gebildet.

[0027] Die LED-Baugruppen 3 sind untereinander und mit dem (in Fig. 2 nicht gezeigten) Netzteil 1 über preiswerte zweiadrige Versorgungskabel 12 verbunden, die an ihren Enden jeweils mit Kontaktträgerplatten 13 versehen sind. Jede Kontaktträgerplatte 13 weist auf einer Seite eine Aussparung 11 entsprechend denjenigen der Kontaktblöcke 8 und auf der gegenüberliegenden Seite einen zu der Aussparung 11 komplementären Vorsprung 14 auf. Kontakte 9, 10 sind jeweils auf beiden Seiten jeder Kontaktträgerplatte 13 angeordnet, wobei sich jeweils Kontakte unterschiedlichen Typs 9 bzw. 10 auf verschiedenen Seiten der Platte 13 gegenüberliegen und miteinander leitend verbunden sind. Wenn eine Kontaktträgerplatte 13 auf einen der Kontaktblöcke 8 aufgerastet ist, so dass der Vorsprung 14 der Platte 13 in die Aussparung 11 des Blocks 8 eingreift und jeweils ein Kontakt 9 des Blocks 8 mit einem Kontakt 10 der Platte 13 und einen Kontakt 10 des Blocks 8 mit einem Kontakt 9 der Platte 13 verbunden ist, dann bildet die von der LED-Baugruppe 3 abgewandte Seite dieser Kontaktträgerplatte 13 eine Anordnung von Kontakten 9, 10, die derjenigen des Blocks 8 exakt gleicht. Es können daher nach Bedarf weitere Kontaktträgerplatten 13 anderer Verbindungskabel 12 aufgesteckt werden, um ein beliebig verzweigtes Kabelsystem zu schaffen. Da Verbindungskabel 12 an beiden Enden jeder LED-Baugruppe 3 befestigt werden können, können auch langgestreckte Anordnungen schnell und einfach verkabelt werden.

[0028] Um alle LED-Baugruppen 3 des Leuchtensystems unabhängig steuern zu können, verfügt die Master-Baugruppe 2 über einen Mikrocontroller 15 (siehe Fig. 3). Dieser kann die LED-Baugruppen 3 nach einem vorgegebenen zeitlichen Ablauf steuern, der zum Bei-

spiel durch ein in dem Mikrocontroller 15 gespeichertes Programm implementiert ist. Denkbar ist auch, den Mikrocontroller 15 mit diversen Umgebungssensoren zu verbinden, um eine Steuerung der LED-Baugruppen 3 anhand von Umgebungseinflüssen zu ermöglichen. Der Mikrocontroller 15 könnte auch mit einem PC verbunden sein, um einem Nutzer eine komfortable Benutzeroberfläche zum Steuern der LED-Baugruppen 3 in Echtzeit zu bieten.

[0029] Der Mikrocontroller 15 steuert die LED-Baugruppen 3 mit Hilfe von Befehlen, die jeweils die Form einer seriellen Abfolge von Bits mit vorgegebener Bitdauer T haben, wie durch das Diagramm A von Fig. 3 dargestellt. Ein solcher Befehl kann zum Beispiel eine Folge von 4n Bits umfassen, wobei ein erstes Wort von n Bits die Adresse einer LED-Baugruppe spezifiziert, für die der Befehl bestimmt ist, und die drei nachfolgenden Wörter jeweils Helligkeitswerte für rote, grüne und blaue LEDs dieser LED-Baugruppe spezifizieren.

[0030] Ein Modulator 16, der die Befehle vom Mikrocontroller 15 empfängt, umfasst als erste Modulatorstufe einen Oszillator 17 und ein Logikgatter 18, das eine logische Verknüpfung, hier ein logisches Und, des Oszillatorsignals und des Befehls erzeugt. Die Periode des Oszillators 17 ist ein Bruchteil der Bitperiode T des Befehls, so dass jedes "1"-Bit des Befehls in eine Mehrzahl von "1"-Impulsen zerhackt wird, wie in dem Diagramm B der Fig. 3 gezeigt. Um eine ausreichende Datenübertragungsrate zu erzielen, sollte die Frequenz des Oszillators 17 daher wenigstens einige 10 kHz betragen. Eine zu hohe Oszillatorfrequenz würde jedoch zu einer übermäßigen Dämpfung der Befehlssignale auf den Verbindungskabeln 12 bzw. auf den Platinen der Baugruppen 3 führen, deren Leitungslänge in der Praxis ohne weiteres über 100 Meter erreichen kann. Eine Oszillatorfrequenz im Bereich 80 bis 150 kHz ist daher zweckmäßig; in der Praxis wurde eine Frequenz von 125 kHz gewählt.

[0031] Ein vom Mikrocontroller 15 ausgegebenes "0"-Bit wird durch das Logikgatter 18 nicht verändert, wie ebenfalls am Diagramm B zu erkennen.

[0032] Eine zweite Stufe des Modulators 16 umfasst eine Verstärkerstufe, gebildet durch einen Transistor 20, einen zwischen der Basis des Transistors 20 und dem Ausgang des Logikgatters 18 angebrachten Vorwiderstand 21 und einen zwischen dem Emitter des Transistors 20 und Masse 5 gestalteten Widerstand 22, sowie eine LC-Reihenschaltung, die eine einerseits mit der Speisespannungsleitung 4, andererseits mit dem Kollektor des Transistors 20 verbundene Spule 23 und einen einerseits mit dem Kollektor und andererseits mit Masse 5 verbundenen Kondensator 24 umfasst. Ein Kondensator 19 kann zwischen dem Ausgang des Logikgatters 18 und Masse vorgesehen sein, um Spektralanteile des Ausgangssignals des Logikgatters 18 bei Harmonischen der Oszillatorfrequenz zu dämpfen.

[0033] Die Resonanzfrequenz der LC-Reihenschaltung 23, 24 ist auf die Frequenz des Oszillators 17 abgestimmt. Auf diese Weise wird ein an Oberwellenantei-

len sehr armes, nahezu rein sinusförmiges Datensignal auf die Speisespannungsleitung 4 aufmoduliert, dessen Amplitude in unmittelbarer Nähe des Modulators bis zu 2000 mV erreichen kann und selbst nach einem Übertragungsweg von über 100m mit ca. 200 mV noch sicher auswertbar ist.

[0034] Um eine Dämpfung des Datensignals durch an die Speisespannungsleitung 4 angeschlossene Verbraucher der Master-Baugruppe 2, eine Rückwirkung des Datensignals auf den Mikroprozessor 15 selbst und/oder eine Verfälschung des Datensignals durch Emissionen des Mikroprozessors 15 zu vermeiden, sind dessen Versorgungsanschluss und alle weiteren Verbraucher der Master-Baugruppe 2, wie etwa in ihr enthaltene LEDs, über eine Spule 47 mit der Speisespannungsleitung 4 verbunden.

[0035] Fig. 4 zeigt ein Schaltungsdiagramm eines Demodulators 25, wie er insbesondere in jeder LED-Baugruppe 3 vorgesehen ist, um von der Master-Baugruppe 2 herrührende Befehle zu empfangen und zu demodulieren. Eine Vorverstärkerstufe des Demodulators 25 umfasst in Analogie zu Spule 23 und Kondensator 24 auf Seiten des Modulators einen Kondensator 26 und eine Spule 27, die in Reihe zwischen die Speisespannungsleitung 4 und Masse geschaltet sind, und einen Junction-FET 29. Die Resonanzfrequenz der durch den Kondensator 26 und eine Spule 27 gebildeten LC-Reihenschaltung ist ebenfalls gleich der Frequenz des Oszillators 17. Ein Mittenpunkt dieser Reihenschaltung ist über einen Vorwiderstand 28 mit dem Gate des Junction-FET 29 verbunden. Source und Drain des Junction-FET 29 sind jeweils über einen Widerstand 30 und eine das Datensignal unterdrückende Spule 47 bzw. einen Widerstand 31 mit der 12V-Versorgungsspannung bzw. mit der Masseleitung 5 verbunden. Das Verhältnis der Widerstände 30, 31 an Drain und Source des Junction-FET 29 bestimmt dessen Verstärkung. Der Drainanschluss des Junction-FET 29 bildet den Signalausgang der Vorverstärkerstufe.

[0036] Das am Drainanschluss des Junction-FET 29 vorliegende verstärkte Datensignal ist schematisch in dem Diagramm D' dargestellt; es umfasst Oszillationszeitintervalle, die jeweils der Übertragung eines "1"-Bits entsprechen, und konstante Zeitintervalle, die der Übertragung eines "0"-Bits entsprechen. Das verstärkte Datensignal wird über einen den Gleichspannungsanteil in der Ausgabe des Junction-FET 29 unterdrückenden Kondensator 33 einerseits einer Ausgangsstufe, andererseits einer Verstärkungssteuerschaltung zugeführt.

[0037] Die Verstärkungssteuerschaltung umfasst zwei Dioden 34, 35, von denen die eine 34 die negative Halbwelle des verstärkten Signals zur Masse kurzschließt, so dass die in dem Diagramm C' gezeigte Signalform resultiert. Die positive Halbwelle lädt über die andere Diode 35 einen Kondensator 36. Die über dem Kondensator 36 anfallende geglättete Spannung ist daher proportional zur Stärke des Signals am Ausgang der Vorverstärkerstufe. Diese geglättete Spannung steuert über einen Vorwiderstand 37 einen zum Widerstand 31 parallelen Tran-

sistor 38. Je höher die Spannung am Kondensator 36 ist, um so durchlässiger wird der Transistor 38, um so geringer wird der Widerstand zwischen dem Sourceanschluss des Junction-FET 29 und Masse, und um so geringer wird die Verstärkung des Junction-FET 29. Infolgedessen wird am Drainanschluss des Junction-FET 29 ein Signal erhalten, dessen Amplitude weitgehend unabhängig von der Amplitude des am Eingang des Demodulators 25 anliegenden Datensignals ist.

[0038] Der Kondensator 33 bildet zusammen mit einem Widerstand 48 einen Hochpass, der für den Trägerfrequenzanteil des verstärkten Datensignals im Wesentlichen ungehindert durchlässt, niederfrequente Anteile, die etwa auf Restwelligkeit eines Netzteils zurückgehen, wirksam unterdrückt. So wird am Ausgang des Widerstands 48 das aus im Wesentlichen sinusförmigen Halbwellen bestehende Signal des Diagramms C' erhalten.

[0039] Dieses Signal durchläuft in der Nachverstärkerstufe nacheinander zunächst einen Bipolartransistor 39, der als modifizierter Emitterfolger mit unmittelbar an Masse geschaltetem Emitter angeordnet ist. Diese Anordnung liefert eine hohe Verstärkung, die zwar nicht linear ist, es zum Umwandeln der sinusförmigen Halbwellen des Diagramms C' in Rechteckimpulse aber auch nicht sein muss. Zwei Widerstände 49, 50 verbinden die Basis des Transistors 39 mit Versorgungspotential bzw. Masse und legen so den Arbeitspunkt des Transistors 39 fest. Ein mit dem Kollektoranschluss des Transistors 39 und Masse verbundener Glättkondensator 36' reduziert den Spektralanteil des Oszillators 17 im Ausgangssignal des Transistors 39, wie im Diagramm B' dargestellt, so dass am Drainanschluss des MOSFETs 40 das binäre Signal in seiner im Diagramm A von Fig. 3 gezeigten Form wieder vorliegt.

[0040] Der Mikrocontroller 41 identifiziert die in dem binären Signal enthaltene Adresse und vergleicht diese mit einer oder mehreren ihm zugeordneten Adressen. Nur im Fall der Übereinstimmung mit einer der gespeicherten Adressen decodiert er die drei nachfolgenden Datenwörter, um sie als Soll-Helligkeitswerte abzuspeichern und so die Demodulation zu Ende zu führen.

[0041] Eine Ansteuerung der LEDs der Baugruppe 3 anhand der gespeicherten Werte kann ebenfalls mit Hilfe des Mikrocontrollers 41 erfolgen.

[0042] Fig. 5 zeigt schematisch den Schaltungsaufbau der kompletten LED-Baugruppe 3, wobei der Demodulator 25 der Fig. 4 schematisch in Form von zwei Schaltungsblöcken, der Empfänger-Verstärkerstufe 42 und dem Mikrocontroller 41, zusammengefasst ist. (Nicht dargestellte) Versorgungsanschlüsse des Mikrocontrollers 41 und der Verstärkerstufe 42 sowie LEDs 44R, 44G, 44B sind mit der Speisespannungsleitung 4 über die Spule 47 verbunden. Der Mikrocontroller 41 steuert anhand der in einem von ihm wie oben beschrieben demodulierten Befehl enthaltenen Helligkeitswerte drei MOSFETs 43R, 43G, 43B an, deren Gate jeweils mit der Masseleitung 5 verbunden ist und deren Source jeweils über eine Mehrzahl parallel geschalteter LEDs 44R, 44G, 44B mit

der Speisespannungsleitung 4 verbunden ist. Die LEDs 44R, 44G, 44B sind in Gruppen zu je drei eng benachbarten LEDs unterschiedlicher Farbe über die Länge der Baugruppe 3 verteilt. Jede Dreiergruppe enthält eine von dem MOSFET 43R gesteuerte rot leuchtende LED 44R, eine durch den MOSFET 43G gesteuerte grün leuchtende LED 44G und eine durch den MOSFET 43B gesteuerte blau leuchtende LED 44B. Die Ansteuerung der MOSFETs 43R, 43G, 43B durch den Mikrocontroller 41 ist auf die Wirkungsgrade der verschiedenfarbigen LEDs 44R, 44G, 44B so abgestimmt, dass das Licht einer jeden Dreiergruppe 44R, 44G, 44B für einen Betrachter weiß erscheint, wenn die im jeweils geltenden Befehl erhaltenen Helligkeitswerte für alle drei LED-Typen gleich sind. So ist sowohl die Helligkeit als auch die Lichtfarbe jeder LED-Baugruppe 3 individuell beliebig steuerbar.

[0043] Bei der Ausgestaltung der Fig. 6 ist in einer der mehreren Gruppen von drei LEDs jeder LED 44R, 44G, 44B eine Fotodiode 45 zugeordnet (wie in der Figur nur für die LED 44R dargestellt) um die Lichtstärke der betreffenden LED zu erfassen und an den Mikrocontroller 41 zu übertragen. Dieser liefert eine Rückmeldung über die Helligkeit der LEDs 44R, 44G, 44B über einen Modulator 46 zurück an die Master-Baugruppe 2. Der Modulator 46 ist aufgebaut wie der in Fig. 3 gezeigte Modulator 16, unterscheidet sich von diesem allerdings durch die Frequenz des Oszillators 17. Wie der Mikrocontroller 41 und die Verstärkerstufe 42 hat der Modulator 46 einen mit der Speisespannungsleitung 4 über die Spule 47 verbundenen Versorgungsanschluss. Ein Datensignalausgang des Modulators 46 ist direkt mit der Speisespannungsleitung 4 verbunden. Indem die mit einem entsprechenden Demodulator 25 mit auf den Modulator 46 abgestimmter Resonanzfrequenz ausgestattete Master-Baugruppe 2 eine Rückmeldung über die realisierten Helligkeiten der LEDs 44R, 44G, 44B bekommt, kann sie diese bei der Erzeugung weiterer Steuerbefehle berücksichtigen und so die Lichtfarbe und Helligkeit in einem geschlossenen Regelkreis präzise steuern. Änderungen des Wirkungsgrades der LEDs 44R, 44G, 44B, die auf Erwärmung, Alterung oder dergleichen zurückzuführen sein können, haben auf die Qualität des erzeugten Lichts keinen Einfluss. Alternativ kann der Modulator 46 auch einfach nur dazu dienen, eine Bestätigung über empfangene Befehle an die Master-Baugruppe 2 zurück zu übertragen, so dass diese in der Lage ist, Übertragungsfehler zu erkennen und einen falsch empfangenen Befehl ggf. erneut zu senden.

[0044] Einer zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Leuchtensystems zufolge ist der Oszillator 17 und der LC-Schwingkreis 23, 24 des Modulators 16 auf eine Mehrzahl von Frequenzen abstimmbare, die jeweils einer Mehrzahl von LED-Baugruppen zugeordnet sind. Die LC-Schwingkreise 26, 27 auf Seiten der Demodulatoren 25 der LED-Baugruppen haben hingegen nur eine feste Resonanzfrequenz. Ein vom Modulator 16 auf einer gegebenen Frequenz gesendetes Befehlssignal spricht daher nur diejenigen LED-Baugruppen 3 an, bei denen

die Resonanzfrequenz des LC-Schwingkreises mit der gesendeten Frequenz übereinstimmt. Eine LED-Baugruppe kann mehrere parallele Demodulatoren aufweisen, um auf unterschiedlichen Frequenzen ansprechbar zu sein. Wenn eine dieser Frequenzen für die betreffende LED-Baugruppe spezifisch ist, eine andere aber mehreren LED-Baugruppen gemeinsam, dann kann mit einem auf der einen Frequenz gesendeten Befehl die betreffende LED-Baugruppe gezielt angesprochen werden, wohingegen auf einen mit der anderen Frequenz gesendeten Befehl alle LED-Baugruppen reagieren, die einen auf diese andere Frequenz abgestimmten Demodulator besitzen.

[0045] Ein möglicher zeitlicher Verlauf eines zwischen den Baugruppen 2, 3 übertragenen Befehlssignals gemäß der zweiten Ausgestaltung ist in Fig. 7 gezeigt. Der Mikrocontroller 41 auf Seiten der LED-Baugruppe registriert das Einsetzen einer das Befehlssignal einleitenden Schwingung mit der Resonanzfrequenz zu Beginn einer Zeitspanne t_R . Die Dauer t_R der Schwingung repräsentiert die von der Steuereinheit 2 gewünschte Helligkeit der roten LEDs 44R der angesprochenen Baugruppen 3. Der Wert eines zu Beginn der Zeitspanne im Mikrocontroller 41 in Gang gesetzten Zählers enthält, wenn am Ende der Zeitspanne t_R der Abbruch der Schwingung registriert wird, einen für die gewünschte Helligkeit repräsentativen Zählwert. Eine anschließende Zeitspanne t_G , in der keine Schwingung übertragen wird, repräsentiert die gewünschte Helligkeit der grünen LEDs 44G und wird vom Mikrocontroller 41 mittels eines zweiten, jeweils am Übergang zwischen den Zeitspannen t_R und t_G in Gang gesetzten Zählers gemessen. Entsprechend ermittelt der Mikrocontroller 41 die gewünschte Helligkeit der blauen LEDs 44B anhand der Dauer einer an die Zeitspanne t_G anschließenden, die Schwingung übertragenden Zeitspanne t_B .

Patentansprüche

1. Leuchtensystem mit wenigstens einer LED-Baugruppe (3), die wenigstens eine LED (44R, 44G, 44B) aufweist, einer Master-Baugruppe (2) zum Steuern des Betriebs der LED-Baugruppe (3) und einer Steuerleitung (4, 5), an die die LED-Baugruppe (3) zum Empfangen von Steuerinformationen von der Master-Baugruppe (2) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an entgegengesetzten Enden der langgestreckten LED-Baugruppe (3) je ein Anschluss (8) für die Steuerleitung (4, 5) angeordnet ist.
2. Leuchtensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerleitung (4, 5) in einem Kabel (12) geführt ist, das an wenigstens einem Ende einen Kontaktträger (13) aufweist, der gleichzeitig mit der LED-Baugruppe (3) und mit einem weiteren Kabel (12) verbindbar ist.

3. Leuchtsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerleitung (4, 5) gleichzeitig Versorgungsleitung zur Versorgung der LED-Baugruppe (3) mit einer elektrischen Betriebsspannung ist und dass die Master-Baugruppe (2) einen Modulator (16) zum Aufmodulieren von Steuerbefehlen auf die elektrische Betriebsspannung und die LED-Baugruppe (3) einen Demodulator (25) zum Rückgewinnen der Steuerbefehle aus der elektrischen Betriebsspannung umfasst.
4. Leuchtsystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Modulator (16) eingerichtet ist, der elektrischen Betriebsspannung zu einem Steuerbefehl eine Adressinformation aufzumodulieren, dass der LED-Baugruppe (3) wenigstens eine Adresse zugeordnet ist und die LED-Baugruppe (3) eingerichtet ist, Steuerbefehle, deren Adressinformation keiner Adresse der LED-Baugruppe (3) entspricht, nicht auszuführen.
5. Leuchtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Steuerbefehl definiert ist, der eine Veränderung des Verhältnisses der Helligkeiten von mehreren LEDs (44R, 44G, 44B) einer gleichen Baugruppe (3) erlaubt.
6. Leuchtsystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerbefehl mehrere Zeitmarken umfasst, und dass der zeitliche Abstand (tR, tG, tB) zwischen je zwei der Zeitmarken jeweils eine Steuergröße für eine der LEDs (44R, 44G, 44B) repräsentiert.
7. Leuchtsystem nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Betriebsspannung eine Gleichspannung ist, der die Befehle vom Modulator (16) als Wechselspannungssignale aufmoduliert werden.
8. Leuchtsystem nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine LED-Baugruppe (3) einen Modulator (46) zum Aufmodulieren von Betriebszustandsinformation, insbesondere von die Helligkeit wenigstens einer der LEDs der LED-Baugruppe (3) betreffender Information, auf die elektrische Betriebsspannung und die Master-Einheit (2) einen Demodulator zum Rückgewinnen der Betriebszustandsinformation aus der elektrischen Betriebsspannung umfasst.
9. Leuchtsystem nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in wenigstens einer der Baugruppen (2; 3) wenigstens ein Versorgungsanschluss wenigstens eines Verbrauchers (15; 42; 44R, 44G, 44B) über eine Spule (47) mit der Versorgungsleitung (4) verbunden ist und ein Ausgang des Modulators (16; 46) der Baugruppe direkt mit der Versorgungsleitung (4) verbunden ist.
10. Leuchtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Versorgungskabel (12) zum Verbinden der wenigstens einen LED-Baugruppe (3) mit einer anderen LED-Baugruppe (3) und/oder mit der Master-Baugruppe (2) wenigstens einen Kontaktträger (13) aufweist, der wenigstens einen zum Anschluss (8) der LED-Baugruppe (3) komplementären Anschluss und wenigstens einen mit dem Anschluss (8) der LED-Baugruppe (3) identischen Anschluss trägt.
11. Leuchtsystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktträger (13) zwei Hauptoberflächen aufweist, von denen die eine den komplementären Anschluss und die andere den identischen Anschluss trägt.
12. Leuchtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Modulator (16) einen Serienresonanzkreis (23, 24) als Ausgangsstufe aufweist.
13. Leuchtsystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Serienresonanzkreis (23, 24) mit einem ein-/ausgetasteten digitalen Sendesignal (B) beschaltbar ist, dessen Tastfrequenz auf die Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises (23, 24) abgestimmt ist.
14. Leuchtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Eingangsstufe des Demodulators (25) durch einen Serienresonanzkreis (26, 27) gebildet ist.
15. Leuchtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Demodulator (25) einen automatischen Verstärkungssteuerkreis (35-38) aufweist.

Fig. 1

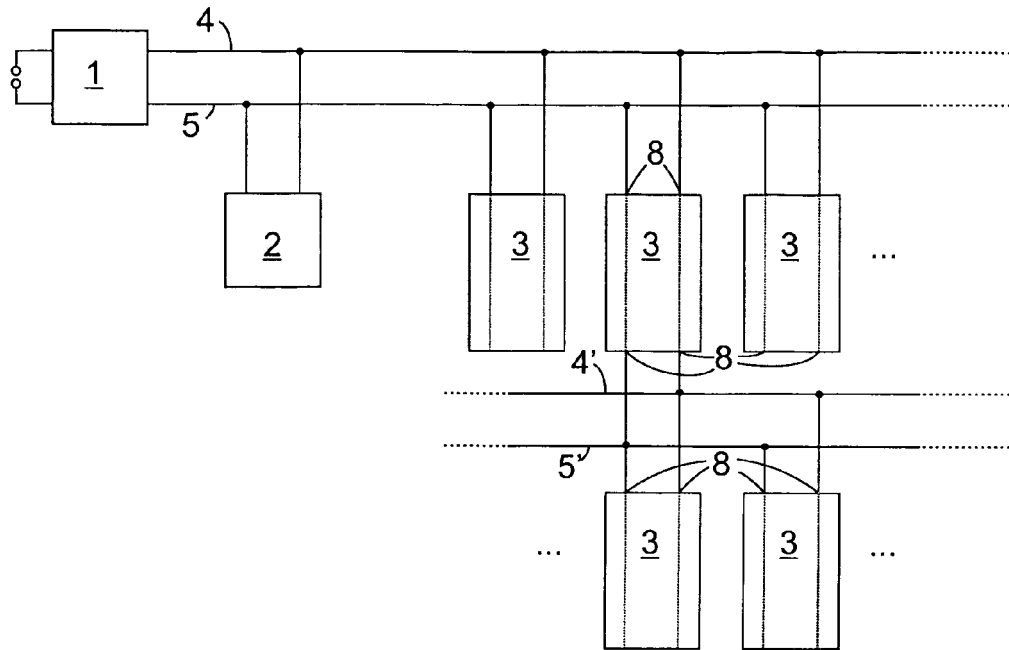


Fig. 2

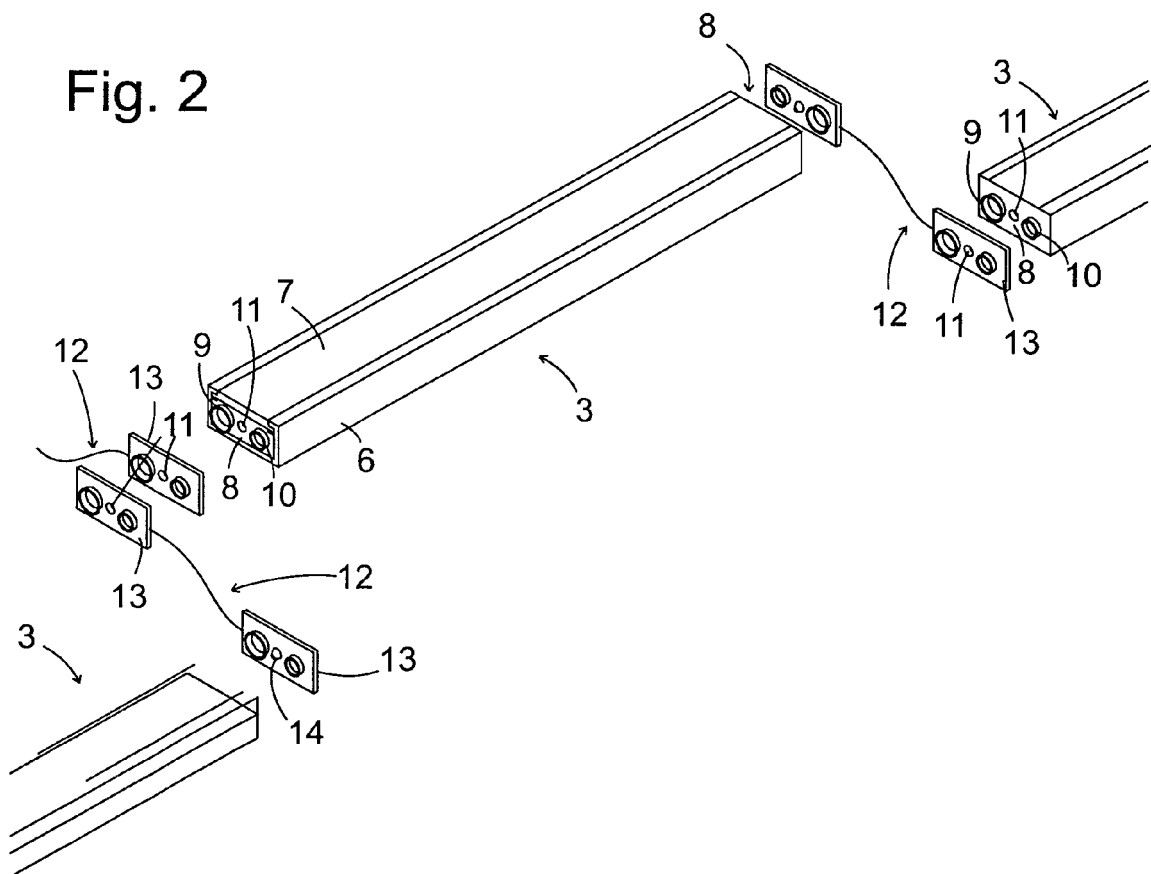


Fig. 3

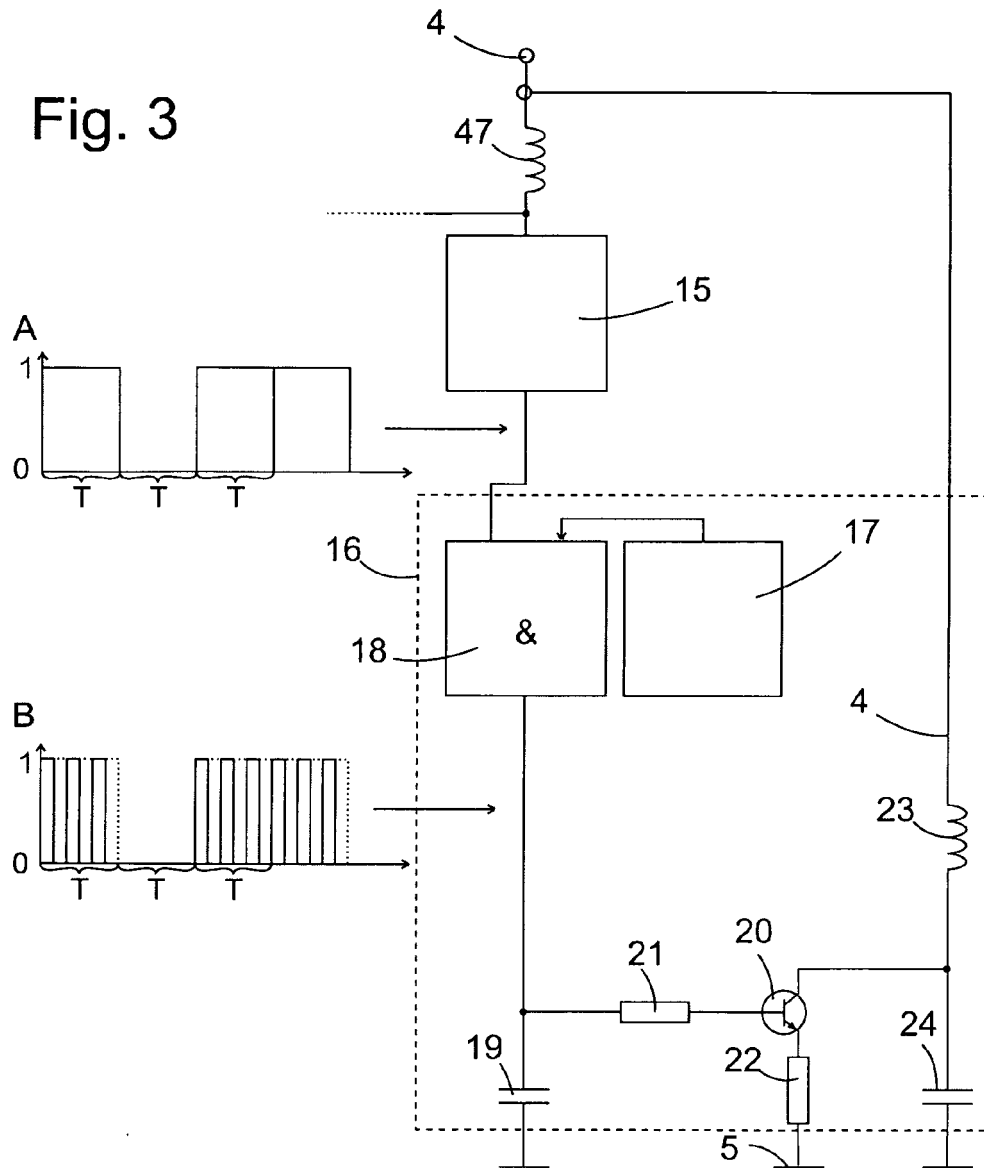


Fig. 7

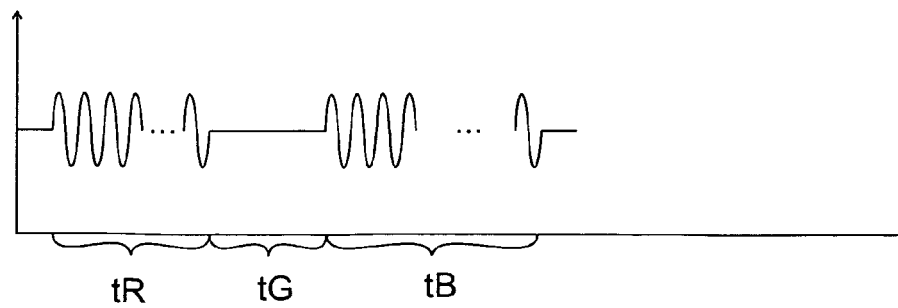


Fig. 4

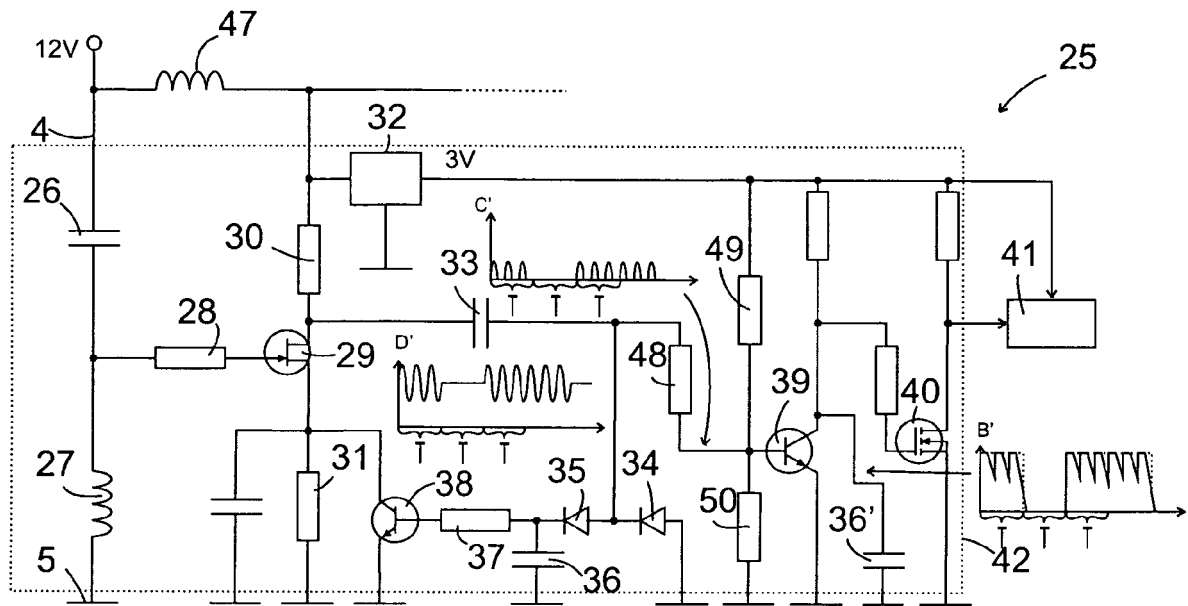


Fig. 5

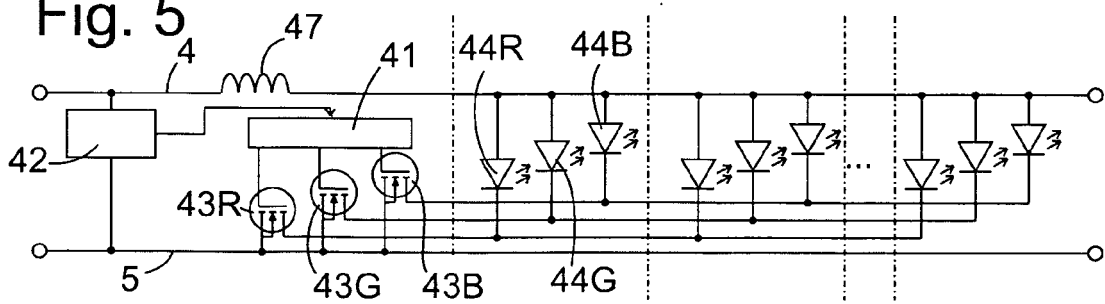


Fig. 6

