



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 411 944 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 693/2001
(22) Anmeldetag: 27.04.2001
(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.2003
(45) Ausgabetag: 26.07.2004

(51) Int. Cl.⁷: **H02M 1/08**
H02M 3/335

(56) Entgegenhaltungen:
JP 10004677

(73) Patentinhaber:
SIEMENS AG ÖSTERREICH
A-1210 WIEN (AT).

(72) Erfinder:
LACHMANN WERNER ING.
WIEN (AT).

(54) SCHALTWANDLER

(57) Ein Schaltwandler zur Umwandlung einer Wechselspannung (U_E) in eine Gleichspannung (U_A), mit einem Gleichrichter (GLR) und einem Zwischenkreiskondensator (C_Z), mit einem von einer Ansteuerschaltung (AST) gesteuerten Schalter (S), über welchen die Zwischenkreisspannung an einen Übertrager (UTR) legbar ist, wobei der Ansteuerschaltung ein Steuersignal (u_s) zugeführt ist, welches zumindest eine Regelgröße (s_v) enthält. Diese ist sekundärseitig einer gesteuerten Lichtquelle (LED) zugeführt, welche in optischer Verbindung mit zumindest einem Fotowiderstand (LDR) steht, und der Fotowiderstand ist Teil eines Spannungsteilers (R_v , R_p , LDR) für die Zwischenkreisspannung, wobei die geteilte, einen Gleich- und einen Wechselspannungsanteil enthaltende Spannung als Steuersignal (u_s) der Ansteuerschaltung (AST) zugeführt ist.

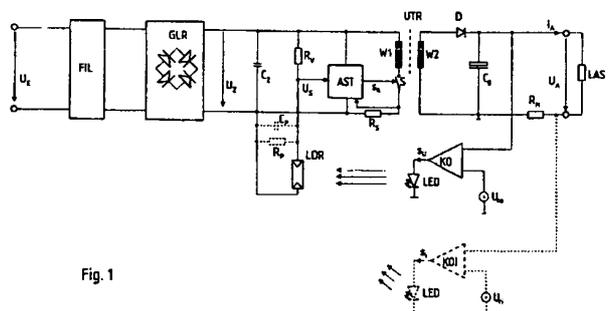


Fig. 1

AT 411 944 B

Die Erfindung bezieht sich auf einen Schaltwandler zur Umwandlung einer Eingangswchselspannung in eine Ausgangsgleichspannung, mit einem Gleichrichter für die Eingangswchselspannung und einem nachgeschalteten Zwischenkreiskondensator für die erzeugte Zwischenkreisspannung, mit einem von einer Ansteuerschaltung gesteuerten Schalter, über welchen die Zwischenkreisspannung an eine Primärwicklung eines Übertragers legbar ist, und mit einem einer Sekundärwicklung nachgeordneten Sekundärgleichrichter und einem Glättungskondensator zur Erzeugung der Ausgangsgleichspannung, wobei der Ansteuerschaltung ein Steuersignal zugeführt ist, welches zumindest eine Regelgröße enthält.

Schaltwandler dieser Art werden in großer Stückzahl zur Stromversorgung elektronischer Geräte eingesetzt, aber auch immer häufiger für geregelte Lichtquellen, z.B. LED-Arrays.

Die Ansteuerschaltung erzeugt ein pulsbreitenmoduliertes Signal für den (oder die) gesteuerten Schalter, z.B. einen Feldeffekttransistor, wobei das Steuersignal im Sinne einer Regelung auf konstante Ausgangsspannung und/oder konstanten Ausgangsstrom und/oder zur Begrenzung des Ausgangs- bzw. Eingangsstroms oder ggf. der Leistung erzeugt wird.

Ohne besondere Maßnahmen ist die Stromaufnahme solcher Schaltwandler aus dem Wechselstromnetz nicht sinusförmig; vielmehr weist der Eingangsstrom einen hohen Oberwellengehalt auf. Gesetzliche Vorschriften und Normen fordern seit längerer Zeit eine weitgehend sinusförmige Stromaufnahme bei Schaltwandlern, insbesondere solchen für Beleuchtungszwecke.

Zur Erzielung eines sinusförmigen Eingangsstroms ist eine Multiplikation von zwei Größen erforderlich, da zumindest zwei Größen, nämlich die Kurvenform des Eingangsstroms und z.B. die Ausgangsspannung gleichzeitig durch die Steuerung einer dritten Größe, nämlich des Tastverhältnisses, geregelt werden müssen. Die genannte Multiplikation kann mit Hilfe spezieller, für diesen Zweck konzipierter integrierter Schaltungen realisiert werden, wobei einfachere und billigere Lösungen neben dem Tastverhältnis des Steuersignals auch dessen Frequenz ändern.

Die Lösungen nach dem Stand der Technik sind jedoch insgesamt aufwändig. Bei Lösungen mit variabler Frequenz ist die vorgeschriebene Funkentstörung schwieriger, wodurch der Vorteil einer prinzipiell einfacheren Ansteuerschaltung durch die Kosten für die breitbandigere Entstörung zunichte gemacht werden kann.

Bei Schaltwandlern ist die Verwendung von Optokopplern zur galvanischen Trennung von Sekundärseite und Primärseite bekannt. Beispielsweise zeigt die JP 10004677 A einen Schaltwandler, bei welchem im Falle einer Überspannung an der Sekundärseite eine Photodiode optisch ein Signal an einen Photothyristor abgibt, welcher über einen Steuertransistor den eigentlichen, primärseitigen Schalttransistor stilllegt.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung eines Schaltwandlers, der bei weitgehend sinusförmiger Stromaufnahme einfach und kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Schaltwandler der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem erfindungsgemäß die zumindest eine Regelgröße sekundärseitig einer gesteuerten Lichtquelle zugeführt ist, welche in optischer, jedoch galvanisch getrennter Verbindung mit zumindest einem Fotowiderstand steht und der Fotowiderstand Teil eines Spannungsteilers für die Zwischenkreisspannung ist, wobei die geteilte, einen Gleich- und einen Wechselspannungsanteil enthaltende Spannung als Stammsignal der Ansteuerschaltung zugeführt ist.

Dank der Erfindung lässt sich bei einfachstem Aufbau eine weitgehend sinusförmige Netzstromaufnahme erzielen, selbst dann, wenn die Ansteuerschaltung mit konstanter Schaltfrequenz arbeitet.

Wegen der besonderen Einfachheit ist es zweckmäßig, wenn der Spannungsteiler für die Zwischenkreisspannung aus einem Vorwiderstand und dem Fotowiderstand besteht.

Wenngleich andere gesteuerte Lichtquellen nicht auszuschließen sind, ist es besonders vorteilhaft, falls die gesteuerte Lichtquelle eine Leuchtdiode ist.

Bei einem Schaltnetzteil zur Versorgung einer Lichtquelle empfiehlt es sich, wenn der zumindest eine Fotowiderstand in optischer Verbindung mit der Lichtquelle steht. Auf diese Weise kann im Rahmen der Erfindung eine automatische Helligkeitsregelung erreicht werden.

Vor allem im Sinne einer vereinfachten Entstörung ist es auch empfehlenswert, dass die Ansteuerschaltung den gesteuerten Schalter mit konstanter Frequenz schaltet.

Die Erfindung samt weiteren Vorteilen ist im folgenden an Hand beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen

- Fig. 1 ein vereinfachtes Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform der Erfindung, und
- Fig. 2 in einer Darstellung wie Fig. 1, jedoch bei weggelassenem Primärteil eine zweite Ausführungsform der Erfindung.

Gemäß Fig. 1 besitzt ein Schaltwandler nach der Erfindung einen Übertrager UTR mit einer Primärwicklung W1 und einer Sekundärwicklung W2. Dies ist der einfachste Fall und es ist für den Fachmann auf dem Gebiet von Schaltnetzteilen klar, dass aus unterschiedlichen Gründen mehr als nur eine Primär- und/oder Sekundärwicklung vorgesehen sein kann, ebenso wie Wicklungen mit Anzapfungen, etc.

Eine Eingangswechselspannung U_E , z.B. 230V/50Hz, wird über ein Funkentstörfilter FIL einem Gleichrichter GLR, z.B. einem Brückengleichrichter, zugeführt und die gleichgerichtete Spannung durch einen Zwischenkreiskondensator C_Z geglättet. Diese Zwischenkreisspannung U_Z wird über einen gesteuerten Schalter S der Primärwicklung W1 des Übertragers UTR zugeführt. Der Schalter S wird von einer Ansteuerschaltung AST angesteuert, die ein pulsweitenmoduliertes Ansteuersignal s_a liefert, dessen Tastverhältnis von der Größe eines der Ansteuerschaltung zugeführten Steuersignals u_s abhängt.

Sekundärseitig sorgt ein Gleichrichter D, hier eine Diode, für eine Gleichrichtung der an der Wicklung W2 auftretenden Wechselspannung, so dass an einem Glättungskondensator C_G eine Ausgangsgleichspannung U_A zur Verfügung steht - je nach Anwendungsfall z.B. 12, 24 oder 48 Volt. Die Ausgangsspannung U_A , welche natürlich auch höher als die Netzspannung, z.B. 400 V, sein könnte, versorgt eine Last LAS, z.B. ein elektronisches Gerät, einen Motor oder eine Lichtquelle oder einen weiteren Schaltwandler. Der Ausgangsstrom I_A kann mit Hilfe eines Messwiderstandes R_M erfasst werden.

Je nach Anwendungsfall kann eine Regelung auf eine oder mehrere Größen erfolgen. Im vorliegenden Beispiel wird die Ausgangsspannung U_A oder ein Teil derselben in einem Dizerenzverstärker KOM mit einer Referenzspannung U_{ra} verglichen, und die resultierende Regelgröße oder das Regelsignal s_u steuert eine Leuchtdiode LED an. Alternativ oder zusätzlich kann durch Vergleich des gemessenen Ausgangsstroms I_A mit einem Referenzwert U_{ri} mittels eines Differenzverstärkers KOI ein Regelsignal s_i erzeugt werden.

Soweit entspricht die Schaltung nach Fig. 1 bekannten Schaltnetzteilkonzepten, seien es Fluss- oder Sperrwandler oder Mischtypen.

Lediglich die Kurvenform der Zwischenkreisspannung ist gegenüber den meisten herkömmlichen Schaltwandlern unterschiedlich. Überlicherweise sind Zwischenkreiskondensatoren als Elektrolytkondensatoren mit hoher Kapazität ausgeführt, sodass die Zwischenkreisspannung bekannter Wandler typisch eine Welligkeit von 2 bis 8 % aufweist. Im Gegensatz dazu entspricht die Zwischenkreisspannung bei der Erfindung im wesentlichen dem Absolutbetrag der sinusförmigen Eingangswechselspannung, d.h. die Glättungsfunktion des kleinen Zwischenkreiskondensators C_Z bezieht sich nicht auf die Netzfrequenz bzw. die doppelte Netzfrequenz, sondern auf Störungen höherer Frequenzen.

Nach Fig. 1 ist der Leuchtdiode LED ein Fotowiderstand LDR zugeordnet, welcher zusammen mit einem Vorwiderstand R_V einen Spannungsteiler für die Zwischenkreisspannung U_Z bildet, wobei die geteilte Spannung als Steuersignal u_s der Ansteuerschaltung AST zugeführt ist.

Fotowiderstände sind Widerstände, welche ihren Widerstandswert in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke um bis zu 3 oder 4 Größenordnungen ändern, jedoch stromrichtungsunabhängig sind. Solche Fotowiderstände sind dem Fachmann wohl bekannt und im Handel erhältlich, auch in Kombination mit Leuchtdioden als Optokoppler.

Die Größe des Steuersignals u_s hängt nun einerseits von der Zwischenkreisspannung U_Z ab, andererseits - über den Widerstandswert des Fotowiderstandes - von dem Regelsignal s_u . Mit R_L als Widerstandsmomentanwert von LDR, $R_L = k \cdot s_u$ in erster Näherung ergibt sich über den Spannungsteiler R_V/R_L :

$$u_s = \frac{U_Z}{R_V} \cdot k \cdot s_u, \text{ somit eine Multiplikation der Größen } U_Z \text{ und } s_u.$$

Für die Zwecke der Erfindung steht der Wechselspannungsanteil von U_Z im Vordergrund, da durch Regelung auf diesen eine sinusförmige Stromaufnahme möglich ist. Dazu ist anzumerken, dass die Zwischenkreisspannung U_Z , einen relativ kleinen Zwischenkreiskondensator C_Z vorausge-

setzt, im Wesentlichen der Kurvenform der gleichgerichteten Netzspannung folgt. Tatsächlich ist der Kurvenform doppelter Netzfrequenz eine „zackige“ Kurve geringer Amplitude mit der Schaltfrequenz der Ansteuerschaltung überlagert, welche jedoch groß gegen die Netzfrequenz ist, was noch mehr für die Oberwellen der Schaltfrequenz gilt.

5 Der hochfrequente Wechselspannungsanteil des Steuersignals u_s an der Zwischenkreisspannung U_z kann gegebenenfalls durch einen Kondensator C_p gefiltert werden, welcher parallel zu dem Fotowiderstand LDR liegt. Ebenso sind weitere frequenzkorrigierende Maßnahmen an dem Spannungsteiler möglich oder z.B. die Einführung eines Parallelwiderstandes R_p zu dem Fotowiderstand. Wegen des erforderlichen Wechselspannungsanteils der Zwischenkreisspannung wird
10 der Kondensator C_z keinen sehr hohen Kapazitätswert aufweisen; bei typischen Anwendungsfällen in der Größenordnung von einem Mikrofarad. Dem Zwischenkreiskondensator kommt de facto die Funktion eines Filterkondensators in beiden Richtungen, zu dem Netz und von dem Netz, zu. Einerseits hält er die Zwischenkreisspannung U_z während der relativ kurzen Einschaltzeit des Schalters S näherungsweise konstant, d.h. er puffert die relativ hohen, aber kurzen Stromimpulse
15 des Schaltwandlers, die sonst über das Netz fließen würden. Andererseits unterdrückt er Spikes, Störspannungen oder höherfrequente Anteile, die aus dem Netz kommen und schützt so den Transistorschalter S vor gefährlichen Spannungsspitzen.

Durch die Regelung nicht nur auf eine Ausgangsgröße, wie auf die Ausgangsspannung und/oder den Ausgangsstrom, sondern auch auf die Zwischenkreisspannung, die einen Wechselspannungsanteil besitzt, der einen im wesentlichen dem Betrag eines Sinus entsprechenden Verlauf aufweist, lässt sich eine sinusförmige Stromaufnahme erreichen, was durch die Erfindung
20 beabsichtigt ist.

Die Regelung von Ausgangsstrom und/oder Ausgangsspannung erfolgt mit einer Zeitkonstante, die groß gegen die Netzfrequenz ist. Entsprechende RC-Glieder wird der Fachmann z.B. für die
25 Beschaltung der Differenzverstärker seinem Wissen entsprechend vorsehen. Primärseitig kann eine bekannte Strombegrenzung oder eine „current-mode“ Topologie vorgesehen sein, wofür ein Messwiderstand R_s oder ein sonstiger Stromfühler vorgesehen sein kann. Das Ausgangssignal dieses Stromfühlers wird der Ansteuerschaltung AST zugeführt.

Bei einer Ausführungsform nach Fig. 2 speist der Schaltwandler mit seiner Ausgangsspannung
30 ein Leuchtdiodenarray DAR, und es wird auf konstanten Ausgangsstrom I_A geregelt. Hier besteht eine einfache Möglichkeit, zusätzlich auf konstante Lichtstärke bzw. Beleuchtungsstärke zu regeln, wenn man Licht des Diodenarrays DAR auf den Fotowiderstand LDR fallen lässt. Es könnte auch ein weiterer Fotowiderstand LDR' vorgesehen sein, z.B. in Serie oder parallel zu dem Fotowiderstand LDR, wobei ein Fotowiderstand von dem Differenzverstärker KOI - über die Leuchtdiode LED
35 - angesteuert wird, der zweite Fotowiderstand jedoch von einem Teil des von dem Leuchtdiodenarray DAR abgestrahlten Lichtes. Letztlich ist es auch möglich, ohne die gezeigte Stromregelung (oder Begrenzung) ausschließlich über die Strecke Array oder Lichtquelle DAR - Fotowiderstand LDR die Beleuchtungsstärke zu regeln.

Primärseitig entspricht die Ausführung nach Fig. 2 natürlich der in Fig. 1 gezeigten, um die
40 sinusförmige Stromaufnahme zu gewährleisten.

Es ist zu betonen, dass im Rahmen der Erfindung auch weitgehende Modifikationen der gezeigten Schaltungen möglich sind. Die Kombination Lichtquelle - Fotowiderstand kann auch ohne galvanische Trennung angewendet werden, falls eine solche nicht erforderlich ist.

45 Weiters kann ein Schaltwandler nach der Erfindung auch in einer ersten Stufe eines zwei- oder mehrstufigen Wandlerkonzeptes eingesetzt sein.

PATENTANSPRÜCHE:

- 50 1. Schaltwandler zur Umwandlung einer Eingangswchselspannung (U_E) in eine Ausgangsgleichspannung (U_A), mit einem Gleichrichter (GLR) für die Eingangswchselspannung und einem nachgeschalteten Zwischenkreiskondensator (C_z) für die erzeugte Zwischenkreisspannung (U_z), mit einem von einer Ansteuerschaltung (AST) gesteuerten Schalter (S), über welchen die Zwischenkreisspannung an eine Primärwicklung (W1) eines
55 Übertragers (UTR) legbar ist, und mit einem einer Sekundärwicklung (W2) nachgeordnete

ten Sekundärgleichrichter (D) und einem Glättungskondensator (Cg) zur Erzeugung der Ausgangsgleichspannung (U_A), wobei der Ansteuerschaltung ein Steuersignal (u_s) zugeführt ist, welches zumindest eine Regelgröße (s_u) enthält,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 die zumindest eine Regelgröße sekundärseitig einer gesteuerten Lichtquelle (LED) zugeführt ist, welche in optischer Verbindung mit zumindest einem Fotowiderstand (LDR) steht und der Fotowiderstand Teil eines Spannungsteilers (R_V , R_P , LDR) für die Zwischenkreisspannung ist, wobei die geteilte, einen Gleich- und einen Wechselspannungsanteil enthaltende Spannung als Steuersignal (u_s) der Ansteuerschaltung (AST) zugeführt ist.
- 10 2. Schaltwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spannungsteiler für die Zwischenkreisspannung (U_Z) aus einem Vorwiderstand (R_V) und dem Fotowiderstand (LDR) besteht.
3. Schaltwandler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesteuerte Lichtquelle eine Leuchtdiode (LED) ist.
- 15 4. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Versorgung einer Lichtquelle (DAR), **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Fotowiderstand (LDR) in optischer Verbindung mit der Lichtquelle (DAR) steht.
5. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerschaltung (AST) den gesteuerten Schalter (S) mit konstanter Frequenz schaltet.
- 20

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

25

30

35

40

45

50

55

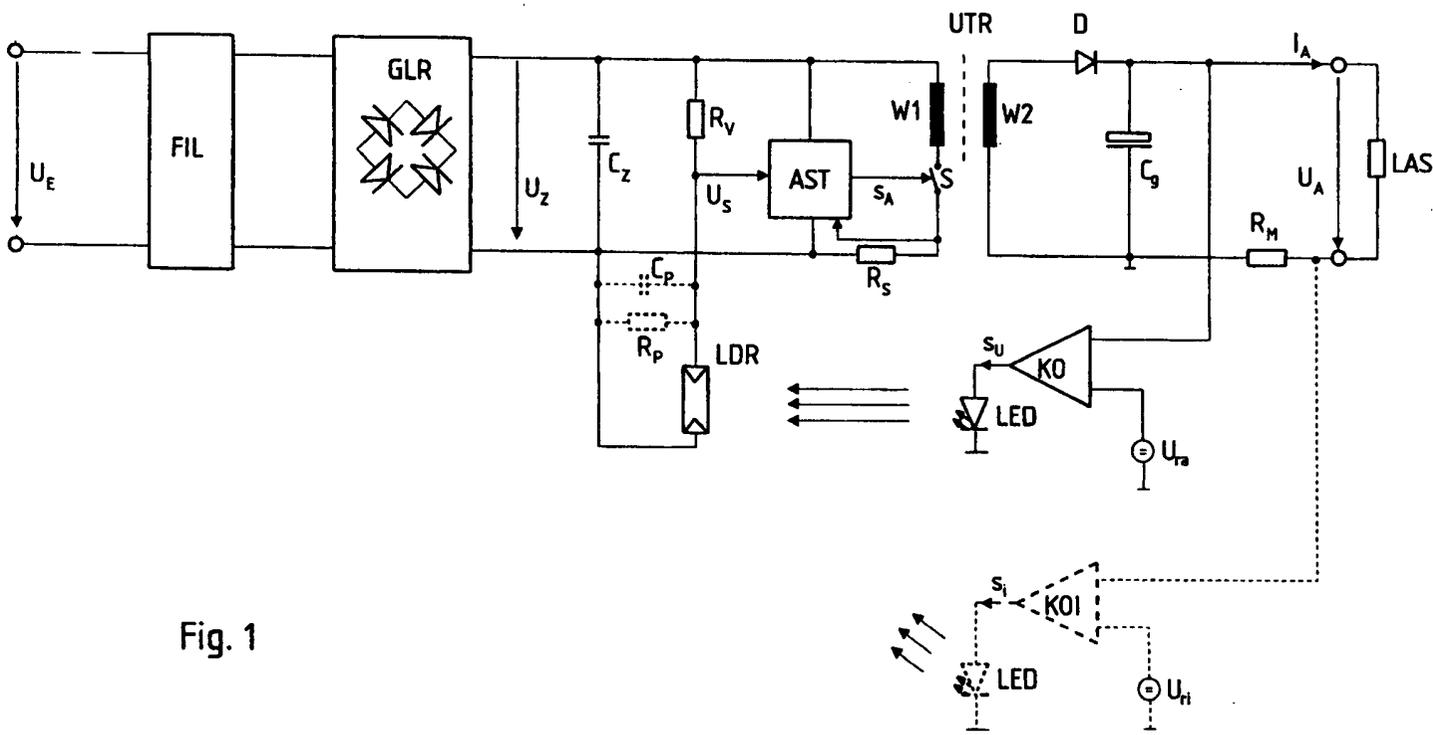


Fig. 1

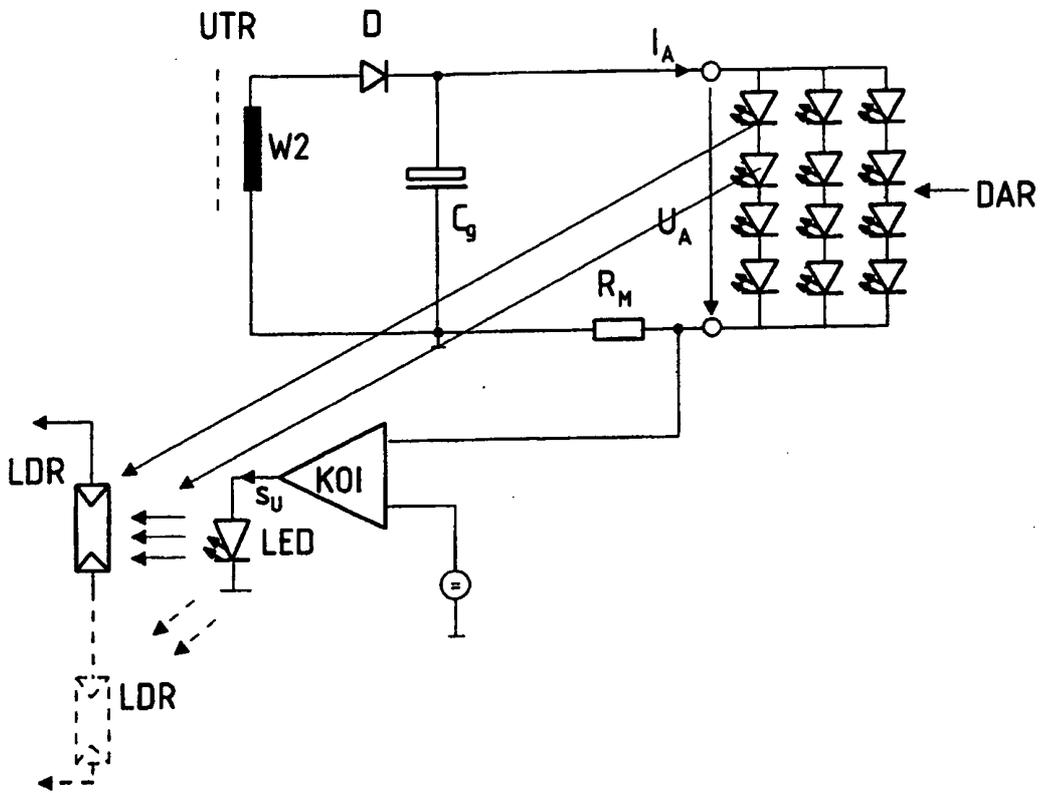


Fig. 2