

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902081869A1

Publication Date

20140307

Applicant

AUTOMOTIVE LIGHTING ITALIA S.P.A. A SOCIO UNICO

Title

CIRCUITO DI PILOTAGGIO DI SORGENTI LUMINOSE

**TITOLARE: AUTOMOTIVE LIGHTING ITALIA S.P.A. A SOCIO
UNICO**

DESCRIZIONE

5 La presente invenzione riguarda un circuito di
pilotaggio di sorgenti luminose, in particolare
sorgenti luminose a LED. Principalmente, l'invenzione è
rivolta ai circuiti di pilotaggio regolati in corrente.
Tali circuiti comprendono tipicamente sorgenti luminose
10 a LED e un'unità elettronica di controllo (ECU) adatta
a regolare una corrente di pilotaggio assorbita da
dette sorgenti luminose a LED, che possono essere
disposte a stringhe o a matrice di LED.

Più nel dettaglio, l'unità elettronica di controllo
15 include un circuito di riferimento di una grandezza
elettrica e un circuito di regolazione della corrente
di pilotaggio. Il circuito di riferimento di una
grandezza elettrica fornisce un riferimento di una
grandezza elettrica, per esempio una tensione di
20 riferimento V_{ref} ; il circuito di regolazione della
corrente impone una determinata corrente di pilotaggio
sulle sorgenti luminose, sulla base del riferimento
della grandezza elettrica fornita dal circuito di
riferimento di grandezza elettrica e del valore di una
25 resistenza elettrica nota allo stato dell'arte come

resistenza di bin.

In talune applicazioni, ad esempio nell'illuminazione a LED per i fanali di autoveicoli, generalmente l'unità elettronica di controllo e le sorgenti luminose a LED sono disposte su schede elettroniche separate.

Tali sorgenti luminose a LED, tuttavia, sono fornite dai loro produttori raggruppate secondo diverse selezioni (o binning) di flusso luminoso, ovvero in lotti all'interno dei quali viene garantito che i LED,

quando pilotati a valori di tensione e/o corrente nominali, emettono un flusso luminoso variabile solo in un certo e limitato range prestabilito. Di conseguenza, una luce di un primo fanale automobilistico, per esempio il fanale destro, può essere realizzata con un

lotto di LED avente una prima selezione di flusso montato su una prima scheda di LED, mentre una luce di un secondo fanale automobilistico, ad esempio il fanale sinistro, può essere realizzata con un secondo lotto di LED avente una seconda selezione di flusso.

Naturalmente, tale stessa luce, sia del primo sia del secondo fanale automobilistico, quale per esempio una luce di stop, di posizione, di retronebbia, di retromarcia, di indicatore di direzione, una luce anabbagliante, una luce abbagliante, o similari, deve emettere uno stesso flusso luminoso indipendentemente

dal lotto di LED utilizzato. Stessa considerazione vale per fanali automobilistici installati su diversi stessi modelli di autovetture. In pratica, il produttore dei fanali sceglie, per un fanale, il lotto con la
5 selezione di flusso più bassa e limita i flussi luminosi dei LED degli altri fanali ad emettere lo stesso flusso luminoso riducendo la corrente di alimentazione sulla base di un'informazione fornita generalmente dal valore della resistenza di bin.

- 10 In una forma di realizzazione frequentemente impiegata, il circuito di pilotaggio di sorgenti luminose presenta la configurazione schematizzata in figura 1, dove si nota la resistenza di bin (R_{BIN}) montata sulla scheda dei LED e collegata all'unità elettronica di controllo
15 (ECU) montata a bordo di un'altra scheda.

Uno svantaggio di questo circuito è la necessità di disporre e collegare due cavi ($W1$, $W2$) per effettuare la rilevazione della corrente sulla resistenza di bin. Inoltre, poiché la resistenza di bin è posta sulla
20 scheda dei LED e l'unità elettronica di controllo è posta su un'altra scheda elettronica, i cavi e i connettori di collegamento introdotti possono dare luogo a problemi di compatibilità elettromagnetica. Per lo stesso motivo, l'anello di retroazione del modulo di
25 regolazione corrente della ECU può diventare instabile

a causa dell'insorgenza di componenti capacitive e induttive introdotte dalle connessioni dei due cavi W1 e W2. Infatti, la caduta di tensione sulla resistenza di bin è di valore modesto, e quindi anche il più
5 piccolo disturbo può influire significativamente sulla corrente totale che scorre nei LED. Inoltre, dato che il valore della resistenza di bin R_{bin} è relativamente piccolo, relativi piccoli valori di impedenza introdotti dalle connessioni dei cavi W1, W2 possono
10 influire significativamente sulla corrente totale che scorre nei LED.

Verrà ora descritto più in dettaglio come la linea di trasmissione tra la basetta dei LED e l'unità elettronica di controllo può causare una variazione
15 della corrente che scorre nei LED. Se, per i motivi sopra discussi, la resistenza di bin deve stare sulla basetta dei LED ed è connessa a massa e al circuito di retroazione tramite un circuito di trasmissione, tale circuito di trasmissione introduce elementi parassiti,
20 resistivi, induttivi e capacitivi. La componente resistiva è data dai connettori delle due schede elettroniche e dalla resistenza dei cavi di collegamento tra dette schede. Inoltre, anche l'ossidazione dei connettori provoca una variazione
25 della loro resistività. Le componenti capacitiva ed

induttiva sono legati alla lunghezza dei cavi, i quali possono captare disturbi provenienti dall'ambiente esterno. Nella trattazione che segue, tali disturbi elettromagnetici possono essere identificati come una
5 variazione di tensione ΔV_{EMC} . Tale variazione di tensione, del valore di millivolt, dipende quindi solo da condizioni esterne ed è introdotta sulla linea della resistenza di bin.

Pertanto, mentre sull'emettitore del transistor di
10 pilotaggio si ha una tensione di riferimento V_{ref} fissa, sulla resistenza di bin si ha la tensione di riferimento V_{ref} più il disturbo ΔV_{EMC} . Quindi, la corrente sulla resistenza di bin, I_{BIN} , e quindi la corrente che scorre sui LED, I_{LED} , è data da $(V_{ref} +$
15 $\Delta V_{EMC})/R_{BIN}$. Considerando anche il contributo della resistenza dei connettori R_T , si ha che:

$$I_{LED} = (V_{ref} + \Delta V_{EMC}) / (R_{BIN} + R_T).$$

Quindi, I_{LED} non dipende più solo da V_{ref} e da R_{BIN} , ma da V_{ref} , ΔV_{EMC} e R_T . Con una V_{ref} ad esempio di 0.5 V, anche
20 piccoli disturbi influiscono significativamente sulla I_{LED} . Anche la resistenza di bin, che è tipicamente dell'ordine di 1-10 ohm, è influenzata da resistenze di connettore, ad esempio dovute all'ossidazione dei connettori stessi.

25 Inoltre, come detto sopra, le componenti reattive LC

introdotte nell'anello di retroazione possono causare instabilità e l'oscillazione del circuito di retroazione.

Scopo della presente invenzione è quello di proporre un
5 circuito di pilotaggio di sorgenti luminose, in particolare LED, che consenta di pilotare differenti sorgenti luminose, ad esempio diverse per il flusso luminoso da esse generato a parità di tensione o corrente di alimentazione, mantenendo inalterata
10 l'unità elettronica di controllo.

Nell'ambito dei fanali per autoveicoli, in cui le sorgenti di illuminazione, in particolare LED, sono poste su una scheda elettronica, o basetta, e l'unità elettronica di controllo è posta su una propria,
15 differente, scheda elettronica, il circuito di pilotaggio secondo l'invenzione si pone l'obiettivo di realizzare una scheda elettronica di controllo adatta a comandare diverse basette contenenti le sorgenti luminose.

20 Detti scopi sono conseguiti con un circuito di pilotaggio secondo le rivendicazioni 1 e 22, con una scheda elettronica di controllo secondo la rivendicazione 11, con una basetta di illuminazione secondo la rivendicazione 16 e con un metodo di
25 pilotaggio secondo la rivendicazione 19.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno comunque evidenti dalla descrizione di seguito riportata di suoi esempi preferiti di realizzazione, con riferimento agli allegati disegni,

5 in cui:

- la figura 1 è uno schema di un circuito di pilotaggio di LED secondo la tecnica nota;

- la figura 2 è uno schema a blocchi del circuito di pilotaggio secondo l'invenzione;

10 - la figura 3 è uno schema circuitale del circuito di pilotaggio secondo l'invenzione, in una forma di realizzazione;

- la figura 4 è una tabella che rappresenta gli stati che può assumere il circuito di pilotaggio secondo

15 l'invenzione;

- la figura 5 è uno schema circuitale di una scheda elettronica di controllo del circuito di pilotaggio secondo l'invenzione, in una forma di realizzazione;

20 - la figura 6 è uno schema circuitale del circuito di pilotaggio secondo l'invenzione, in una variante di realizzazione; e

- la figura 7 mostra un esempio di un fanale automobilistico che incorpora il circuito di pilotaggio secondo l'invenzione.

25 Nella descrizione che segue, il termine "collegato" si

riferisce sia ad una connessione elettrica diretta tra due circuiti o elementi circuitali sia una connessione indiretta attraverso uno o più elementi intermedi attivi o passivi. Il termine "circuito" può indicare
5 sia un singolo componente sia una pluralità di componenti, attivi e/o passivi, collegati tra loro per ottenere una funzione prestabilita. Inoltre, dove si può impiegare un transistor a giunzione bipolare (BJT) o un transistor ad effetto di campo (FET), il
10 significato dei termini "base", "collettore", "emettitore" comprende i termini "gate", "drain" and "source", e viceversa. Se non è diversamente indicato, infine, transistori di tipo NPN possono essere impiegati in luogo di transistori PNP, e viceversa.

15 Il circuito di pilotaggio secondo la presente invenzione è raffigurato nello schema di figura 2, dove sono rappresentate una basetta di illuminazione 10, contenente una pluralità di sorgenti luminose 12, ad esempio LED, ed un'unità elettronica di controllo (ECU)
20 40, che comprende un circuito di riferimento, adatto a fornire una grandezza elettrica di riferimento, ad esempio una tensione di riferimento V_{ref} , e un circuito di regolazione della corrente di pilotaggio, adatto a stabilire una corrente di pilotaggio delle sorgenti
25 luminose sulla base di detta grandezza elettrica di

riferimento.

Nel prosieguo della descrizione, ai fini della chiarezza di esposizione e in accordo con gli esempi illustrati, ci si riferirà alla tensione elettrica
5 (V_{ref}) come esempio preferito di grandezza elettrica di riferimento. E' evidente per il tecnico del settore che, in base alle esigenze e alla tipologia di unità di controllo impiegata, la tensione di riferimento può essere sostituita con una corrente, una resistenza o
10 altra grandezza elettrica.

La basetta di illuminazione 10 comprende un circuito di selezione 22, comprendente almeno un elemento circuitale di selezione Rx definito da una grandezza elettrica avente uno tra una pluralità di livelli
15 prestabiliti di grandezza elettrica. In altre parole, il circuito di selezione 22 identifica una basetta di illuminazione tra una pluralità di differenti basette di illuminazione, diverse tra loro per le caratteristiche delle sorgenti luminose, ad esempio il
20 flusso luminoso.

L'unità elettronica di controllo 40 comprende un blocco di identificazione basetta 42, denominato "decoder", adatto a ricevere un segnale elettrico proveniente dal circuito di selezione 22, a "decodificare" detto
25 segnale elettrico, ovvero a identificare il livello

della grandezza elettrica che caratterizza il circuito di selezione, e quindi a identificare la basetta di illuminazione 10, e a fornire al circuito di regolazione della corrente il corretto valore della
5 tensione di riferimento V_{ref} per quella basetta di illuminazione.

Pertanto, invece di utilizzare un segnale analogico, ad esempio la corrente sulla resistenza di bin, come nell'arte nota, per definire la corrente di pilotaggio
10 dei LED, si utilizza un segnale discreto, ovvero a più stati, ad esempio a tre stati. A detti stati corrispondono quindi altrettanti livelli di corrente di pilotaggio dei LED. Se opportunamente distanziati tra loro, come di seguito descritto, detti stati rendono il
15 circuito di pilotaggio immune ai disturbi definiti in precedenza.

In una forma preferita di realizzazione, detto elemento circuitale di selezione Rx del circuito di selezione 22 è un elemento resistivo avente un terminale collegato
20 alla tensione di alimentazione V_{DD} e l'altro terminale collegato ad un ingresso del blocco di identificazione basetta 42 attraverso un cavo 26. La grandezza elettrica che caratterizza il circuito di selezione 22 è quindi la resistenza elettrica.

25 Una stessa scheda elettronica contenente la ECU può

quindi essere utilizzata per il controllo di un elevato numero di diverse basette di illuminazione 10, in cui sono installati rispettivi diversi lotti di LED.

Nel prosieguo della descrizione si farà riferimento in particolare al settore dei fanali a LED per autoveicoli, dove normalmente si utilizzano LED con tre diversi flussi luminosi a parità di tensione o corrente di pilotaggio, e quindi si possono avere tre diverse basette di illuminazione 10.

10 Nell'esempio relativo ai fanali di autoveicoli con tre diversi livelli di flusso luminoso, in una forma preferita di realizzazione il circuito di selezione è un corto-circuito ($R_x = 0$) oppure un circuito aperto ($R_x = \infty$) oppure un circuito a media impedenza (ad esempio $R_x = 10 \text{ k}\Omega$). Pertanto, il circuito di selezione
15 22 può assumere uno tra tre possibili stati, a cui corrispondono altrettante basette di illuminazione 10, relative ad un lotto di LED. Ad esempio, al circuito aperto corrisponde uno stato S1, al corto-circuito uno
20 stato S2 e alla media impedenza uno stato S3.

Il blocco "decoder" 42 riceve in ingresso la caduta di tensione V_x sull'elemento resistivo di selezione R_x , e fornisce in uscita, in funzione di detta caduta di tensione V_x , uno tra tre possibili valori della
25 tensione di riferimento V_{ref} . Detti tre valori della

tensione di riferimento sono valori prestabiliti, ognuno scelto in modo ottimale in base alle caratteristiche dei LED, ad esempio il flusso luminoso. Vantaggiosamente, eventuali disturbi che alterano il

5 valore della caduta di tensione sull'elemento resistivo non hanno effetto, in quanto il circuito è dimensionato in modo tale che detti disturbi non facciano cambiare lo stato del circuito, che è implementato a livelli discreti.

10 Inoltre, vantaggiosamente, il circuito necessita di un solo cavo 26 anziché due, con un'ovvia riduzione dei costi, dei tempi di assemblaggio, e dell'esposizione a disturbi elettromagnetici.

Il circuito di selezione 22 è molto semplice da
15 realizzare a partire da una stessa basetta di illuminazione 10. E' infatti sufficiente prevedere due terminali che possono essere lasciati scollegati (circuito aperto), oppure collegati in corto-circuito, oppure collegati da una resistenza elettrica (media
20 impedenza).

Si noti che il segnale discreto fornito dal circuito di selezione non è un segnale binario, ma multilivello. In altre parole, per ottenere tre stati con una soluzione digitale servirebbero due bit, quindi due cavi; con la
25 soluzione multilivello secondo l'invenzione si possono

ottenere tre stati con un unico cavo 26, come verrà descritto in seguito in maggiore dettaglio.

Si sottolinea il fatto che, mentre nell'arte nota il circuito di pilotaggio di sorgenti luminose è provvisto
5 di mezzi circuitali operabili per variare la corrente che scorre sui LED, nella presente invenzione i mezzi circuitali, in particolare il blocco decoder che verrà di seguito descritto in una sua forma preferita di realizzazione, sono operabili per identificare degli
10 stati a cui corrispondono altrettanti livelli di corrente di pilotaggio distinti. La corrente di pilotaggio deriva quindi dalla rilevazione di un'impedenza, che può essere ad esempio un corto-circuito, un circuito aperto o una media impedenza. Si
15 ottengono quindi più stati ben definiti e distanti, che non possono variare come un segnale analogico, caratteristico di un circuito di pilotaggio convenzionale. In altre parole, è stato applicato il concetto di segnale digitale multilivello ad un
20 circuito di pilotaggio di LED.

Verrà ora descritto il blocco decoder 42 in una possibile forma di realizzazione per l'identificazione di tre livelli.

Il blocco decoder comprende un circuito di acquisizione
25 livelli 50 e un circuito di definizione livelli 60. Il

circuito di acquisizione livelli 50 è adatto ad acquisire almeno un segnale elettrico di selezione associato al livello della grandezza elettrica dell'elemento circuitale di selezione Rx e a fornire
5 un'informazione di selezione relativa a detto livello di grandezza elettrica. Il circuito di definizione livelli 60 è adatto a ricevere detta informazione di selezione e a fornire, in risposta a detta informazione di selezione, una tensione di riferimento V_{ref} tra una
10 pluralità di livelli di tensione di riferimento prestabiliti.

In particolare, detto circuito di acquisizione livelli 50 presenta un numero di terminali di uscita Ctrl1, Ctrl2 in funzione del numero di livelli che può
15 assumere la grandezza elettrica dell'elemento circuitale di selezione. Ad esempio, nel caso di tre livelli, il circuito di acquisizione livelli 50 ha due terminali di uscita Ctrl1, Ctrl2. Infatti, se ogni terminale di uscita Ctrl1, Ctrl2 può assumere due
20 valori, dalla combinazione dei possibili valori di due terminali di uscita si possono ottenere quattro livelli. Ad esempio, ogni terminale di uscita è collegabile a massa o è adatto ad assumere un livello di alta impedenza in funzione del livello del segnale
25 elettrico di selezione in ingresso al circuito di

acquisizione livelli 50.

Più in dettaglio, in una forma preferita di realizzazione che fa riferimento alla figura 3, il circuito di acquisizione livelli 50 è un circuito a
5 transistori collegato tra la tensione di alimentazione V_{DD} e la massa. Un primo transistor Q_{11} ha la base collegata al circuito di selezione²² della basetta di illuminazione 10. Ad esempio, detta base è collegata alla tensione di alimentazione V_{DD} attraverso
10 l'elemento resistivo di selezione R_x , che può essere un corto-circuito, un circuito aperto o una resistenza di media impedenza. L'emettitore di detto primo transistor Q_{11} è collegato, attraverso un partitore di tensione, alla base di un secondo transistor Q_9 , il
15 cui emettitore è collegato a massa e il cui collettore $Ctrl_1$ rappresenta un terminale di uscita del circuito di acquisizione livelli. Il collettore del primo transistor Q_{11} è collegato, tramite un partitore resistivo, alla base di un terzo transistor Q_{10} , il
20 cui emettitore è collegato alla tensione di alimentazione V_{DD} . Il collettore di detto terzo transistor Q_{10} è collegato, attraverso un partitore di tensione, alla base di un quarto transistor Q_8 , il cui emettitore è collegato alla massa. Il collettore di
25 detto quarto transistor Q_8 rappresenta un secondo

terminale di uscita Ctrl2 del circuito di acquisizione livelli.

Se l'elemento resistivo di selezione Rx è un cortocircuito, ovvero $R_x = 0$, la tensione sulla base del primo transistor Q11 è la tensione di alimentazione V_{DD} . Il primo ed il secondo transistor Q11 e Q9 sono quindi accesi. Il primo transistor Q11 non ha una tensione di collettore sufficiente per accendere il terzo transistor Q10, che rimane quindi spento, e di conseguenza anche il quarto transistor Q8. Pertanto, il primo terminale di uscita Ctrl1 è a massa, mentre il secondo terminale di uscita Ctrl2 è in alta impedenza. Se l'elemento resistivo di selezione è un circuito aperto, ovvero $R_x = \infty$, il primo transistor Q11 è spento in quanto la sua base è collegata a massa tramite lo stadio di pull-down R22, R29, R28. Essendo spento il primo transistor, sono spenti anche gli altri tre. Pertanto, i due terminali di uscita Ctrl1 e Ctrl2 sono entrambi in alta impedenza.

Se l'elemento resistivo di selezione Rx è una media impedenza, ad esempio pari a $10\text{ k}\Omega$, la tensione sulla base del primo transistor Q11 è circa pari alla metà della tensione di alimentazione V_{DD} . In questo caso, non solo il secondo transistor Q9 è acceso, ma anche il terzo e quindi il quarto. Pertanto, i due terminali

di uscita Ctrl1 e Ctrl2 sono entrambi collegati a massa.

In una forma di realizzazione, il circuito di definizione livelli 60 comprende un circuito ad
5 amplificatore operazionale U2, dove detto amplificatore operazionale U2 ha un terminale di ingresso non invertente collegato al terminale di uscita di un circuito generatore 44 di una tensione regolata costante V_{reg} , un terminale di uscita sul quale è
10 presente la tensione di riferimento V_{ref} , collegato all'ingresso del circuito di regolazione della corrente di pilotaggio 80, ed un guadagno A che dipende dal livello dell'informazione di selezione. In particolare, ogni terminale di uscita Ctrl1, Ctrl2 del circuito di
15 acquisizione livelli è collegato ad una resistenza di ingresso R1, R2 collegata all'ingresso invertente di detto amplificatore operazionale. Più in dettaglio, se R_F è una resistenza di retroazione dell'amplificatore operazionale U2 e R_{EQ} è la resistenza equivalente
20 definita come la resistenza che collega l'ingresso non invertente di detto amplificatore a massa, si ha che:

$$V_{ref} = V_{reg} * (1 + R_F/R_{EQ})$$

Pertanto, il guadagno A dell'amplificatore operazionale non invertente è dato da $1 + R_F/R_{EQ}$, dove R_{EQ} dipende
25 dai segnali di controllo Ctrl1 e Ctrl2.

Con riferimento alla tabella della figura 4, dove si è indicato con "0" lo stato di alta impedenza dei terminali di uscita Ctrl1, Ctrl2 del circuito di acquisizione livelli e con "1" la connessione a massa di detti terminali di uscita, si può definire un primo stato S1 in presenza della combinazione "00" dei segnali di controllo sui terminali di uscita Ctrl1, Ctrl2, data dall'elemento resistivo di selezione in circuito aperto ($R_x = \infty$), a cui corrisponde un primo guadagno A1 dell'amplificatore pari a 1. Un secondo stato S2 identificato dal circuito di definizione livelli può essere definito dalla combinazione "10" dei segnali di controllo sui terminali di uscita Ctrl1, Ctrl2, data dall'elemento resistivo di selezione in corto-circuito ($R_x = 0$), a cui corrisponde un secondo guadagno A2 dell'amplificatore pari a $(1 + R_F/R_2)$. Un terzo stato S3 identificato dal circuito di definizione livelli può essere definito dalla combinazione "11" dei segnali di controllo sui terminali di uscita Ctrl1, Ctrl2, data dall'elemento resistivo di selezione in media impedenza (ad esempio $R_x = 10 \text{ k}\Omega$), a cui corrisponde un terzo guadagno A3 dell'amplificatore pari a

$$1 + \frac{R_F}{R_{EQ}} = 1 + R_F \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

Ad esempio, se $R_F = 0,68 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$ e $R_2 = 2,7 \text{ k}\Omega$, si ha che i tre diversi livelli di guadagno dell'amplificatore operazionale sono: $A_1=1$, $A_2=1,25$ e $A_3=1,56$.

5 A detti tre valori diversi di guadagno corrispondono altrettanti valori della tensione di riferimento V_{ref} (V_{ref1} , V_{ref2} e V_{ref3}) e quindi altrettanti valori della corrente di pilotaggio dei LED (I_{LED1} , I_{LED2} , I_{LED3}), dati da: $I_{LEDi} = V_{refi}/R_E$, dove R_E è la resistenza in serie
10 all'emettitore del o dei transistori di pilotaggio Q4, Q5 del circuito di regolazione della corrente di pilotaggio 80, che alimentano la stringa o matrice di LED 12.

Come detto, all'ingresso non invertente
15 dell'amplificatore operazionale U2 del circuito di definizione livelli 60 è applicata una tensione regolata V_{reg} , che è priva di disturbi definiti in precedenza, in quanto generata internamente alla ECU, ad esempio con un diodo zener D3.

20 Da notare che la resistenza di emettitore R_E , in serie all'emettitore del transistore di pilotaggio Q4, Q5 della stringa o matrice di LED 12, non è più una resistenza di bin, ovvero una resistenza che viene scelta in base al binning dei LED, cioè in base alla
25 selezione di flusso luminoso, che nell'arte nota di

figura 1 era collocata nella basetta di illuminazione.

Al contrario, è una resistenza di valore fisso, indipendentemente dalle caratteristiche delle sorgenti luminose. Nel circuito secondo l'invenzione, infatti,

5 la rilevazione sulla basetta di illuminazione 10 è effettuata grazie ad un circuito di selezione aggiuntivo 22, in particolare su una resistenza aggiuntiva (R_x), che può assumere una pluralità di valori prestabiliti, che possono essere scelti
10 arbitrariamente in modo da essere immuni a disturbi o a variazioni in temperatura. In base a detti valori prestabiliti, il circuito di acquisizione livelli genera i segnali di controllo Ctrl1, Ctrl2, che a loro volta determinano diversi livelli della tensione di
15 riferimento V_{ref} .

E' importante ribadire come si ottiene l'immunità ai disturbi, che potrebbero essere captati ad esempio dal cavo di collegamento tra il circuito di selezione sulla basetta di illuminazione e il blocco decoder sulla
20 scheda della ECU. Tramite un'opportuna scelta delle resistenze R_1 , R_2 che definiscono il guadagno dell'amplificatore operazionale U2 del circuito di definizione livelli 60, è possibile determinare la variazione della V_{ref} in funzione delle varie
25 configurazioni dei segnali di controllo Ctrl1, Ctrl2.

Nel caso preso ad esempio del settore dei fanali per autoveicoli, al variare del flusso luminoso dei LED si deve prevedere mediamente un aumento della corrente del 25% ad ogni step di binning di flusso. Con i valori
5 delle resistenze del circuito di definizione livelli sopra ipotizzati si è in effetti ottenuto un incremento del 25% e del 56% del guadagno, rispetto al valore più basso, pari a 1.

In merito all'immunità ai disturbi dei segnali di
10 controllo Ctrl1, Ctrl2, si consideri che il circuito di acquisizione livelli ha una tensione di ingresso, ovvero sulla base del primo transistor Q11, indicata con $V_{selezione}$ nella figura 3, che sostanzialmente varia su tre livelli dalla tensione di alimentazione V_{DD} a
15 massa. In particolare, se la resistenza di selezione Rx è un corto-circuito, detta tensione di ingresso è pari alla tensione di alimentazione V_{DD} ; se Rx è un circuito-aperto, detta tensione di ingresso è pari a zero; se la resistenza di selezione Rx è una media
20 impedenza, la tensione di ingresso assume un valore intermedio tra la tensione di alimentazione V_{DD} e la massa, ad esempio $V_{DD}/2$.

Il vantaggio di far lavorare il circuito di acquisizione livelli 50 ad intervalli di funzionamento
25 delimitati dai diversi valori che può assumere la

tensione di ingresso $V_{\text{selezione}}$, è che se si genera un disturbo ΔV_{EMC} , dovuto ad esempio al cavo di collegamento tra il circuito di selezione ed il circuito di acquisizione livelli, tale disturbo non è di ampiezza tale da far uscire la tensione di ingresso $V_{\text{selezione}}$ dallo stato definito dall'elemento circuitale di selezione (Rx). E' quindi chiaro che se la tensione di ingresso $V_{\text{selezione}}$ può assumere una pluralità di stati o livelli opportunamente distanziati tra loro, eventuali disturbi che dovessero alterare detta tensione di ingresso non si traducono in una variazione della corrente di alimentazione dei LED.

In sintesi, quindi, il circuito di acquisizione livelli rileva una caduta di tensione ai capi dell'elemento circuitale di selezione Rx, che può anche essere affetta da disturbi, e quindi variare. Tuttavia, se detti disturbi sono inferiori all'ampiezza dell'intervallo di tensione che separa due livelli vicini della tensione di ingresso $V_{\text{selezione}}$, il guadagno dell'amplificatore operazionale del circuito di definizione livelli corrispondente ad un livello di tensione di ingresso non varia, e quindi non varia nemmeno la corrente di pilotaggio dei LED.

Il circuito di pilotaggio secondo l'invenzione è stato sin qui descritto e rappresentato in particolare per

l'applicazione a fanali di autoveicoli, dove sono previste tre selezioni di flusso luminoso e quindi tre basette di illuminazione.

Come menzionato sopra, è chiaro che l'idea alla base
5 della presente invenzione può essere estesa anche ad un numero molto maggiore di livelli, in modo che una stessa scheda elettronica contenente la ECU possa essere utilizzata per il controllo di un elevato numero di diverse basette di illuminazione, che montano
10 rispettivamente diverse tipologie, oltre che lotti, di LED.

Il numero dei livelli può essere definito assegnando ad un elemento circuitale di selezione una pluralità di livelli della grandezza elettrica che lo caratterizza,
15 e/o con un circuito di selezione che comprende più di un elemento circuitale di selezione, che a sua volta può assumere almeno due valori distinti.

Nell'esempio illustrato nella figura 5, ogni basetta di illuminazione (non rappresentata) comprende tre
20 elementi circuitali di selezione, Bin1, Bin2, Bin3. Ognuno di essi può assumere ad esempio i tre livelli sopra citati, ovvero corto-circuito, circuito aperto, media impedenza. Pertanto, sono possibili $3^3=27$ diverse combinazioni della tensione di ingresso al circuito di
25 acquisizione livelli 50, il quale è composto ad esempio

da tre moduli uguali 501, ognuno comprendente il circuito a quattro transistori descritto sopra per il caso dei tre livelli. Ogni modulo *i* presenta due terminali di uscita a cui sono associati i segnali di controllo Ctrl_{i1}, Ctrl_{i2}. Il circuito è quindi in grado di fornire sei segnali di controllo, attraverso i quali è possibile ottenere i 27 stati o livelli per il circuito di definizione livelli 60. Quest'ultimo è analogo al circuito sopra descritto, dove in luogo delle due resistenze di ingresso R1 e R2 vi sono sei resistenze di ingresso Ri. Il circuito di definizione livelli 60 è quindi adatto a generare 27 diversi livelli della tensione di riferimento e quindi 27 livelli della corrente di alimentazione dei LED.

Da notare che la corrente sulla matrice dei LED potrà poi essere scelta in modo più preciso rispetto a quanto permesso dalla risoluzione dei livelli discreti tramite una resistenza ausiliaria 70 in parallelo alla matrice. La corrente assorbita da tale resistenza ausiliaria si andrà a sottrarre alla corrente della matrice di LED, permettendo di ottenere una regolazione più precisa.

Naturalmente, l'invenzione può essere applicata anche a circuiti di pilotaggio di sorgenti luminose differenti da quello regolato in corrente sopra descritto. Per esempio, l'insegnamento fornito dalla presente

invenzione può essere applicato al cosiddetto circuito di pilotaggio a LED e resistenze, noto di per sé, in cui la corrente di pilotaggio delle sorgenti luminose è imposta solo sulla base del valore della resistenza di
5 bin secondo la legge di Ohm, e non anche per il tramite di un circuito di regolazione.

In questo circuito, il valore della resistenza di bin viene scelto in funzione, oltre che della tensione di alimentazione nominale, della selezione di flusso
10 luminoso e della selezione di tensione dei lotti di LED. Ad esempio, generalmente si hanno tre livelli di flusso luminoso e quattro livelli di tensione. Pertanto, in questo caso, si monta sulla basetta di illuminazione una resistenza di bin scelta tra dodici
15 valori di resistenza.

Dato che, in un circuito a LED e resistenze del tipo sopra citato, non si ha una retroazione che può causare instabilità e il valore della caduta di tensione sulla resistenza di bin è tale da poter ignorare i disturbi
20 di natura elettromagnetica, e dato che, essendo la resistenza di bin di valore elevato rispetto al caso di circuito regolato in corrente, il circuito a LED e resistenze non risente delle variazioni di componenti parassite resistive dovute ai connettori tra la scheda
25 dell'unità elettronica di controllo e la basetta dei

LED, apparentemente non vi è motivo per applicare l'invenzione a questo tipo di circuito. Tuttavia, l'invenzione risulta vantaggiosa nel caso in cui si abbia l'esigenza di progetto di dimensionare la basetta
5 dei LED molto piccola. Infatti, in questo caso, si pone il problema di spostare la resistenza di bin, la cui potenza deve essere dissipata, sulla scheda dell'unità elettronica di controllo. Senza l'insegnamento della presente invenzione, di seguito descritto quando
10 applicato al circuito a LED e resistenze, sarebbe necessario disporre allora di tante schede dell'unità elettronica di controllo quante sono le resistenze di bin.

Nella figura 6 è schematizzato un esempio di un
15 circuito di pilotaggio a 27 livelli del tipo a LED e resistenze, corrispondente al circuito di pilotaggio del tipo regolato in corrente descritto in precedenza con riferimento alla figura 5.

La basetta di LED 10 comprende, oltre ai LED 12, lo
20 stesso circuito di selezione 22 descritto sopra per il circuito regolato in corrente. Nell'esempio illustrato, il circuito di selezione 22 comprende tre elementi circuitali di selezione, Bin1, Bin2, Bin3. Ognuno di essi può assumere ad esempio i tre livelli sopra
25 citati, ovvero corto-circuito, circuito aperto, media

impedenza. Pertanto, sono possibili $3^3=27$ diverse combinazioni della tensione di ingresso all'unità elettronica di controllo 40. Quest'ultima, montata ad esempio su una rispettiva scheda elettronica, separata
5 dalla basetta dei LED 10, comprende lo stesso circuito di acquisizione livelli 50 descritto sopra per il circuito regolato in corrente a 27 livelli.

L'unità elettronica di controllo 40 comprende un circuito di definizione livelli modificato 60', che
10 sostituisce il circuito di definizione livelli 60 del circuito regolato in corrente e, ovviamente, il circuito di regolazione della corrente 80. Tale circuito di definizione livelli modificato 60' è collegato alla stringa o matrice di LED 12 e comprende
15 una resistenza di LED R_{LED} , collegata ad esempio tra la stringa o matrice di LED 12 e la massa e sei resistenze di definizione livelli $R'_1-R'_6$, ognuna avente un terminale collegato ad un rispettivo terminale di uscita Ctrl_i del circuito di acquisizione livelli e
20 l'altro terminale in comune con un terminale della resistenza di LED R_{LED} .

Pertanto, a seconda dello stato dei segnali di controllo Ctrl_i, ad esempio se in alta impedenza o a massa, la resistenza che determina la corrente di
25 pilotaggio della stringa o matrice di LED 12 avrà un

valore dato o dalla resistenza di LED R_{LED} , nel caso in cui tutti i segnali di controllo $Ctrl_i$ siano in alta impedenza, o dal parallelo tra la resistenza di LED R_{LED} e le resistenze di definizione livelli R_i' i cui
5 segnali di controllo $Ctrl_i$ sono collegati a massa.

Quindi, una sola scheda dell'unità di controllo 40 monta un stesso circuito a resistenze ($60'$) che può assumere differenti livelli di resistenza per la stringa o matrice di LED 12. La basetta dei LED 10,
10 priva delle resistenze, può essere realizzata con dimensioni molto più contenute.

Con riferimento alla figura 7, che mostra i componenti principali di un fanale automobilistico, la presente invenzione riguarda inoltre un fanale automobilistico
15 200 in cui almeno una luce del fanale è realizzata con sorgenti luminose a LED pilotate dal circuito di pilotaggio sopra descritto. Nella figura 7 Si notano in particolare la basetta di illuminazione 10 e l'unità elettronica di controllo 40, separate tra loro. Il
20 fanale automobilistico 200 può essere un fanale anteriore, posteriore o un terzo stop dell'automobile e, per esempio, una luce del fanale posteriore può essere la luce di posizione, la luce di stop, il retronebbia, o similari.

25 Alle forme di realizzazione del circuito di pilotaggio

secondo l'invenzione un tecnico del ramo, per soddisfare esigenze contingenti, potrà apportare modifiche, adattamenti e sostituzioni di elementi con altri funzionalmente equivalenti, senza uscire
5 dall'ambito delle seguenti rivendicazioni.

Ad esempio, l'unità elettronica di controllo può essere implementata in modo software, ad esempio impiegando una unità di elaborazione a microcontrollore o un DSP per realizzare i circuiti di acquisizione e di
10 definizione dei livelli.

Ad esempio, un'unità elettronica di controllo convenzionale, realizzata con componenti discreti come nell'esempio illustrato, può essere sostituita da un driver integrato di potenza per LED, noto di per sé, e
15 risulterà evidente al tecnico del ramo come adattare il blocco decoder dell'invenzione a detto driver integrato di potenza per LED in modo da variare la grandezza elettrica di riferimento di detto driver che definisce la corrente di pilotaggio dei LED.

20

I0149201/FC

**TITOLARE: AUTOMOTIVE LIGHTING ITALIA S.P.A. A SOCIO
UNICO**

RIVENDICAZIONI

- 5 1. Circuito di pilotaggio di sorgenti luminose, in
particolare LED, comprendente:
- un circuito di selezione, comprendente almeno un
elemento circuitale di selezione definito da una
grandezza elettrica avente uno tra una pluralità di
 - 10 livelli prestabiliti di grandezza elettrica, e
 - un'unità elettronica di controllo (ECU), comprendente
un circuito di riferimento, adatto a fornire una
grandezza elettrica di riferimento, e un circuito di
regolazione della corrente di pilotaggio, adatto a
 - 15 stabilire una corrente di pilotaggio delle sorgenti
luminose sulla base di detta grandezza elettrica di
riferimento, dove detto circuito di riferimento
comprende:
 - un circuito di acquisizione livelli, adatto ad
 - 20 acquisire almeno un segnale elettrico di selezione
associato al livello di detta grandezza elettrica
dell'elemento circuitale di selezione e a fornire
un'informazione di selezione relativa a detto livello
di grandezza elettrica; e
 - 25 - un circuito di definizione livelli, adatto a ricevere

detta informazione di selezione e a fornire, in risposta a detta informazione di selezione, una grandezza elettrica di riferimento tra una pluralità di livelli di grandezza elettrica di riferimento
5 prestabiliti.

2. Circuito secondo la rivendicazione 1, in cui detto elemento circuitale del circuito di selezione è un elemento resistivo avente un terminale collegato alla tensione di alimentazione e l'altro terminale collegato
10 ad un ingresso del circuito di acquisizione livelli, detta grandezza elettrica essendo la resistenza elettrica.

3. Circuito secondo la rivendicazione precedente, in cui detto circuito di selezione è un corto-circuito
15 oppure un circuito aperto oppure un circuito a media impedenza.

4. Circuito secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto circuito di acquisizione livelli presenta un numero di terminali di
20 uscita in funzione del numero di livelli che può assumere la grandezza elettrica dell'elemento circuitale di selezione, ogni terminale di uscita essendo collegabile a massa o essendo adatto ad assumere un livello di alta impedenza in funzione del
25 livello del segnale elettrico di selezione in ingresso

al circuito di acquisizione livelli.

5. Circuito secondo la rivendicazione precedente, in cui detto circuito di acquisizione livelli è un circuito a transistori collegato tra la tensione di alimentazione e la massa e comprendente un primo transistore avente la base collegata al circuito di selezione, l'emettitore collegato, attraverso un partitore di tensione, alla base di un secondo transistore, il cui emettitore è collegato a massa e il cui collettore rappresenta un terminale di uscita del circuito di acquisizione livelli, il collettore del primo transistore essendo collegato, tramite un partitore resistivo, alla base di un terzo transistore, il cui emettitore è collegato alla tensione di alimentazione e il cui collettore è collegato, attraverso un partitore di tensione, alla base di un quarto transistore, l'emettitore di detto quarto transistore essendo collegato alla massa, il collettore di detto quarto transistore essendo un secondo terminale di uscita del circuito di acquisizione livelli.

6. Circuito secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta grandezza elettrica di riferimento è una tensione di riferimento (V_{ref}).

7. Circuito secondo la rivendicazione precedente, in cui il circuito di definizione livelli comprende un circuito ad amplificatore operazionale, dove detto amplificatore operazionale ha un terminale di ingresso
5 collegato al terminale di uscita di un circuito generatore di una tensione regolata costante, un terminale di uscita sul quale è presente la tensione di riferimento, ed un guadagno che dipende dal livello di detta informazione di selezione.
- 10 8. Circuito secondo le rivendicazioni 5-7, in cui ogni terminale di uscita del circuito di acquisizione livelli è collegato ad una resistenza di ingresso collegata all'ingresso invertente di detto amplificatore operazionale.
- 15 9. Circuito secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'unità elettronica di controllo è posta su una scheda elettronica di controllo, e in cui le sorgenti luminose ed il circuito di selezione sono posti su una basetta di illuminazione
20 separata dalla scheda elettronica di controllo.
10. Circuito secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui ogni livello di grandezza elettrica del circuito di selezione è associato ad un livello di flusso luminoso generato da
25 sorgenti luminose appartenenti ad un lotto di sorgenti

luminose, quando alimentate con valori nominali di tensione e/o corrente.

11. Scheda elettronica di controllo di sorgenti luminose, comprendente un'unità elettronica di controllo (ECU) comprendente un circuito di riferimento, adatto a fornire una grandezza elettrica di riferimento, e un circuito di regolazione della corrente di pilotaggio, adatto a stabilire una corrente di pilotaggio delle sorgenti luminose sulla base di detta grandezza elettrica di riferimento, dove detto circuito di riferimento comprende:

- un circuito di acquisizione livelli, adatto ad acquisire almeno un segnale elettrico di selezione e a fornire un'informazione di selezione relativa a detto livello di grandezza elettrica; e
- un circuito di definizione livelli, adatto a ricevere detta informazione di selezione e a fornire, in risposta a detta informazione di selezione, una grandezza elettrica di riferimento tra una pluralità di livelli di grandezza elettrica di riferimento prestabiliti.

12. Scheda elettronica secondo la rivendicazione precedente, in cui detto circuito di acquisizione livelli presenta un numero di terminali di uscita in funzione del numero di livelli che può assumere detto

segnale elettrico di selezione, ogni terminale di uscita essendo collegabile a massa o essendo adatto ad assumere un livello di alta impedenza in funzione del livello del segnale elettrico di selezione in ingresso
5 al circuito di acquisizione livelli.

13. Scheda elettronica secondo la rivendicazione precedente, in cui detto circuito di acquisizione livelli è un circuito a transistori collegato tra la tensione di alimentazione e la massa e comprendente un
10 primo transistor avente la base collegata al circuito di selezione, l'emettitore collegato, attraverso un partitore di tensione, alla base di un secondo transistor, il cui emettitore è collegato a massa e il cui collettore rappresenta un terminale di uscita del
15 circuito di acquisizione livelli, il collettore del primo transistor essendo collegato, tramite un partitore resistivo, alla base di un terzo transistor, il cui emettitore è collegato alla tensione di alimentazione e il cui collettore è collegato,
20 attraverso un partitore di tensione, alla base di un quarto transistor, l'emettitore di detto quarto transistor essendo collegato alla massa, il collettore di detto quarto transistor essendo un secondo terminale di uscita del circuito di acquisizione
25 livelli.

14. Scheda elettronica secondo la rivendicazione 11 o 12, in cui la grandezza elettrica di riferimento è una tensione di riferimento (V_{ref}), e in cui il circuito di definizione livelli comprende un circuito ad
5 amplificatore operazionale, dove detto amplificatore operazionale ha un terminale di ingresso collegato al terminale di uscita di un circuito generatore di una tensione regolata costante, un terminale di uscita sul quale è presente la tensione di riferimento, ed un
10 guadagno che dipende dal livello di detta informazione di selezione.

15. Scheda elettronica secondo la rivendicazione 13 e 14, in cui ogni terminale di uscita del circuito di acquisizione livelli è collegato ad una resistenza di
15 ingresso collegata all'ingresso invertente di detto amplificatore operazionale.

16. Basetta di illuminazione, comprendente una pluralità di sorgenti di illuminazione ed un circuito di selezione comprendente almeno un elemento circuitale
20 di selezione definito da una grandezza elettrica avente uno tra una pluralità di livelli prestabiliti di grandezza elettrica, detto circuito di selezione essendo collegabile al circuito di acquisizione livelli della scheda di controllo secondo una qualsiasi delle
25 rivendicazioni 11-15.

17. Basetta di illuminazione secondo la rivendicazione precedente, in cui detto elemento circuitale del circuito di selezione è un elemento resistivo avente un terminale collegato alla tensione di alimentazione e
5 l'altro terminale collegato ad un ingresso del circuito di acquisizione livelli, detta grandezza elettrica essendo la resistenza elettrica.

18. Basetta di illuminazione secondo la rivendicazione precedente, in cui detto circuito di selezione è un
10 corto-circuito oppure un circuito aperto oppure un circuito a media impedenza.

19. Metodo di pilotaggio di sorgenti luminose, in particolare LED, per il tramite un'unità elettronica di controllo (ECU) comprendente un circuito di
15 riferimento, adatto a fornire una grandezza elettrica di riferimento, e un circuito di regolazione della corrente di pilotaggio, adatto a stabilire una corrente di pilotaggio delle sorgenti luminose sulla base di detta grandezza elettrica di riferimento, comprendente
20 i passi di:

- associare alle sorgenti luminose almeno un elemento circuitale di selezione definito da una grandezza elettrica avente uno tra una pluralità di livelli prestabiliti di grandezza elettrica,
- 25 - acquisire almeno un segnale elettrico di selezione

associato al livello di detta grandezza elettrica dell'elemento circuitale di selezione e fornire un'informazione di selezione relativa a detto livello di grandezza elettrica; e

5 - ricevere detta informazione di selezione e fornire, in risposta a detta informazione di selezione, una grandezza elettrica di riferimento tra una pluralità di livelli di grandezza elettrica di riferimento prestabiliti.

10 **20.** Metodo secondo la rivendicazione precedente, in cui detto circuito di riferimento genera una pluralità di segnali di controllo la cui combinazione permette di ottenere una pluralità di stati corrispondenti alla pluralità di livelli che può assumere la grandezza
15 elettrica di selezione.

21. Metodo secondo la rivendicazione precedente, in cui detta pluralità di segnali di controllo è utilizzata per ottenere una corrispondente pluralità di livelli di guadagno di un amplificatore operazionale
20 avente un ingresso collegato ad una tensione regolata, una pluralità di diversi livelli di tensione di riferimento essendo ottenibile da detto amplificatore operazionale in funzione di detta pluralità di livelli di guadagno.

25 **22.** Circuito di pilotaggio di sorgenti luminose, in

particolare LED, in cui il valore della corrente di pilotaggio è determinato dal valore di almeno una resistenza collegata a dette sorgenti luminose, comprendente:

- 5 - un circuito di selezione, comprendente almeno un elemento circuitale di selezione definito da una grandezza elettrica avente uno tra una pluralità di livelli prestabiliti di grandezza elettrica, e
- un'unità elettronica di controllo (ECU), comprendente
- 10 un circuito di acquisizione livelli, adatto ad acquisire almeno un segnale elettrico di selezione associato al livello di detta grandezza elettrica dell'elemento circuitale di selezione e a fornire un'informazione di selezione relativa a detto livello
- 15 di grandezza elettrica, e un circuito di definizione livelli, collegato alle sorgenti luminose, adatto a ricevere detta informazione di selezione e a fornire, in risposta a detta informazione di selezione, una resistenza elettrica per dette sorgenti luminose tra
- 20 una pluralità di livelli di resistenza elettrica prestabiliti.

23. Fanale automobilistico, caratterizzato dal fatto di comprendere un circuito di pilotaggio di LED secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-10.

**APPLICANT: AUTOMOTIVE LIGHTING ITALIA S.P.A. A SOCIO
UNICO**

CLAIMS

- 5 **1.** Driver circuit for light sources, in particular
LED, comprising:
- a selection circuit, comprising at least one
selection circuit element defined by an electric
quantity having one of a plurality of pre-established
 - 10 electric quantity levels, and
 - an electronic control unit (ECU) comprising a
reference circuit, suitable for providing a reference
electric quantity, and a regulation circuit of the
driver current, suitable for establishing a driver
 - 15 current of the light sources on the basis of said
reference electric quantity, where said reference
circuit comprises:
 - a levels acquisition circuit, suitable for acquiring
at least one electric selection signal associated with
 - 20 the level of said electric quantity of the selection
circuit element and for providing a selection
information relative to said level of electric
quantity; and
 - a levels definition circuit, suitable for receiving
 - 25 said selection information and for providing, in

response to said selection information, a reference electric quantity from a plurality of pre-established reference electric quantity levels.

2. Circuit according to claim 1, wherein said circuit
5 element of the selection circuit is a resistive element having one terminal coupled to the power supply voltage and the other terminal coupled to an input of the levels acquisition circuit, said electric quantity being the electric resistance.

10 3. Circuit according to the previous claim, wherein said selection circuit is a short-circuit or an open circuit or a medium impedance circuit.

4. Circuit according to any of the previous claims, wherein said levels acquisition circuit has a number of
15 output terminals depending on the number of levels which the electrical quantity of the selection circuit element has, each output terminal being connectable to earth or being suitable for assuming a level of high impedance depending on the level of the electric
20 selection signal in input to the levels acquisition circuit.

5. Circuit according to the previous claim, wherein said levels acquisition circuit is a transistors circuit coupled between the power supply voltage and
25 the earth and comprising a first transistor having the

base coupled to the selection circuit, the emitter coupled, via a voltage divider, to the base of a second transistor, the emitter of which is coupled to earth and the collector of which represents an output terminal of the levels acquisition circuit the collector of the first transistor being coupled, by means of a resistive divider, to the base of a third transistor, the emitter of which is coupled to the power supply voltage and the collector of which is coupled, by means of a voltage divider, to the base of a fourth transistor, the emitter of said fourth transistor being coupled to earth, the collector of said fourth transistor being a second output terminal of the levels acquisition circuit.

6. Circuit according to any of the previous claims, wherein said reference electric quantity is a reference voltage (V_{ref}).

7. Circuit according to the previous claim, wherein the levels definition circuit comprises an operational amplifier circuit, where said operational amplifier has an input terminal coupled to the output terminal of a generator circuit of a regulated constant voltage, an output terminal which the reference voltage is present on, and a gain depending on the level of said selection information.

8. Circuit according to claims 5-7, wherein each output terminal of the levels acquisition circuit is coupled to an input resistor coupled to the inverting input of said operational amplifier.

5 9. Circuit according to any of the previous claims, wherein the electronic control unit is placed on a control circuit board, and wherein the light sources and the selection circuit are placed on a lighting board separate from the control circuit board.

10 10. Circuit according to any of the previous claims, wherein each level of electric quantity of the selection circuit is associated with a luminous flow level generated by light sources belonging to a batch of light sources, when powered with nominal voltage
15 and/or current values.

11. Control circuit board of light sources, comprising an electronic control unit (ECU) comprising a reference circuit, suitable for providing a reference electric quantity, and a regulation circuit of the
20 driver current, suitable for establishing a driver current of the light sources on the basis of said reference electric quantity, where said reference circuit comprises:

- a levels acquisition circuit, suitable for acquiring
25 at least one electric selection signal and for

providing selection information relative to said level of electric quantity; and

- a levels definition circuit, suitable for receiving said selection information and for providing, in
5 response to said selection information, a reference electric quantity from a plurality of pre-established reference electric quantity levels.

12. Circuit board according to the previous claim, wherein said levels acquisition circuit has a number of
10 output terminals depending on the number of levels which said electric selection signal may assume, each output terminal being connectable to earth or being suitable for assuming a level of high impedance depending on the level of the electric selection signal
15 in input to the levels acquisition circuit.

13. Circuit board according to the previous claim, wherein said levels acquisition circuit is a transistors circuit coupled between the power supply voltage and the earth and comprising a first
20 transistor having the base coupled to the selection circuit, the emitter coupled, by means of a voltage divider, to the base of a second transistor, the emitter of which is coupled to earth and the collector of which represents an output terminal of the levels
25 acquisition circuit the collector of the first

transistor being coupled, by means of a resistive divider, to the base of a third transistor, the emitter of which is coupled to the power supply voltage and the collector of which is coupled, by means of a voltage divider, to the base of a fourth transistor, the emitter of said fourth transistor being coupled to the earth, the collector of said fourth transistor being a second output terminal of the levels acquisition circuit.

10 **14.** Circuit board according to claim 11 or 12, wherein said reference electric quantity is a reference voltage (V_{ref}), and wherein the levels definition circuit comprises an operational amplifier circuit, where said operational amplifier has an input terminal coupled to
15 the output terminal of a generator circuit of a regulated constant voltage, an output terminal which the reference voltage is present on, and a gain depending on the level of said selection information.

15. Circuit board according to claim 13 or 14, wherein
20 each output terminal of the levels acquisition circuit is coupled to an input resistor coupled to the inverting input of said operational amplifier.

16. Lighting board, comprising a plurality of lighting sources and a selection circuit comprising at least one
25 selection circuit element, defined by an electric

quantity having one of a plurality of pre-established electric quantity levels, said selection circuit being connectable to the levels acquisition circuit of the control circuit board according to any of the claims

5 11-15.

17. Lighting board according to the previous claim, wherein said circuit element of the selection circuit is a resistive element having one terminal coupled to the power supply voltage and the other terminal
10 coupled to an input of the levels acquisition circuit, said electric quantity being the electric resistance.

18. Lighting board according to the previous claim, wherein said selection circuit is a short-circuit or an open circuit or a medium impedance circuit.

15 **19.** Driver method of light sources, in particular LED, by means of an electronic control unit (ECU) comprising a reference circuit, suitable for providing a reference electric quantity, and a regulation circuit of the driver current, suitable for determining a
20 driver current of the light sources on the basis of said reference electric quantity, comprising the steps of:

- associating at least one selection circuit element to the light sources defined by an electric quantity
25 having one of a plurality of pre-established electric

quantity levels,

- acquiring at least one electric selection signal associated with the level of said electric quantity of the selection circuit element and providing selection information relative to said level of electric quantity; and

- receiving said selection information and providing, in response to said selection information, a reference electric quantity from a plurality of pre-established reference electric quantity levels.

20. Method according to the previous claim, wherein said reference circuit generates a plurality of control signals the combination of which permits a plurality of states to be obtained corresponding to the plurality of levels which the selection electric quantity may assume.

21. Method according to the previous claim, wherein said plurality of control signals is used to obtain a corresponding plurality of gain levels of an operational amplifier having an input coupled to a regulated voltage, a plurality of different reference voltage levels being obtainable from said operational amplifier depending on said plurality of gain levels.

22. Driver circuit for light sources, in particular LED, wherein the driver voltage is determined by the

value of at least one resistor coupled to said light sources, comprising:

- a selection circuit, comprising at least one selection circuit element defined by an electric quantity having one of a plurality of pre-established electric quantity levels, and
- an electronic control unit (ECU), comprising a levels acquisition circuit, suitable for acquiring at least one electric selection signal associated with the level of said electric quantity of the selection circuit element and for providing selection information relative to said level of electric quantity, and a levels definition circuit, coupled to the light sources, suitable for receiving said selection information and for providing, in response to said selection information, an electric resistance for said light sources from a plurality of pre-established levels of electric resistance.

23. Vehicle light, characterised by the fact of comprising an LED driver circuit according to any of the claims from 1 to 10.

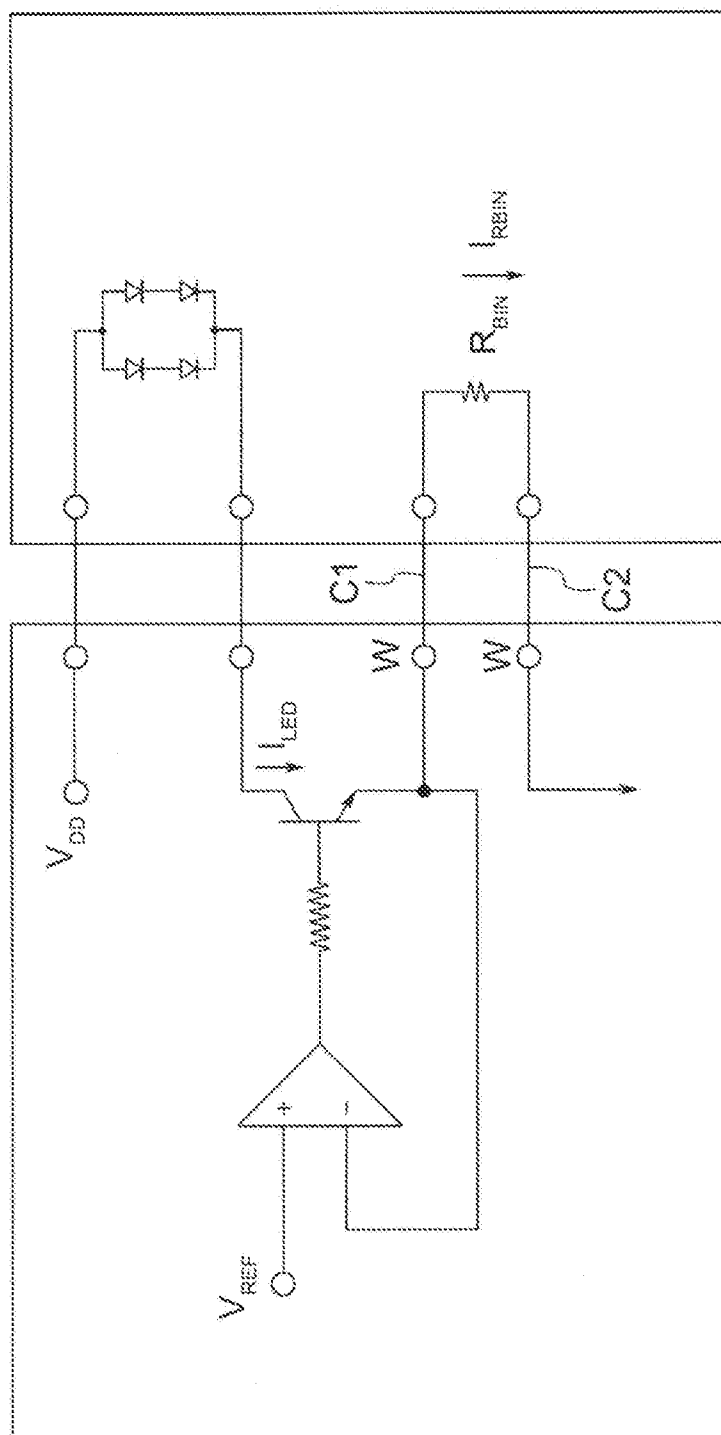
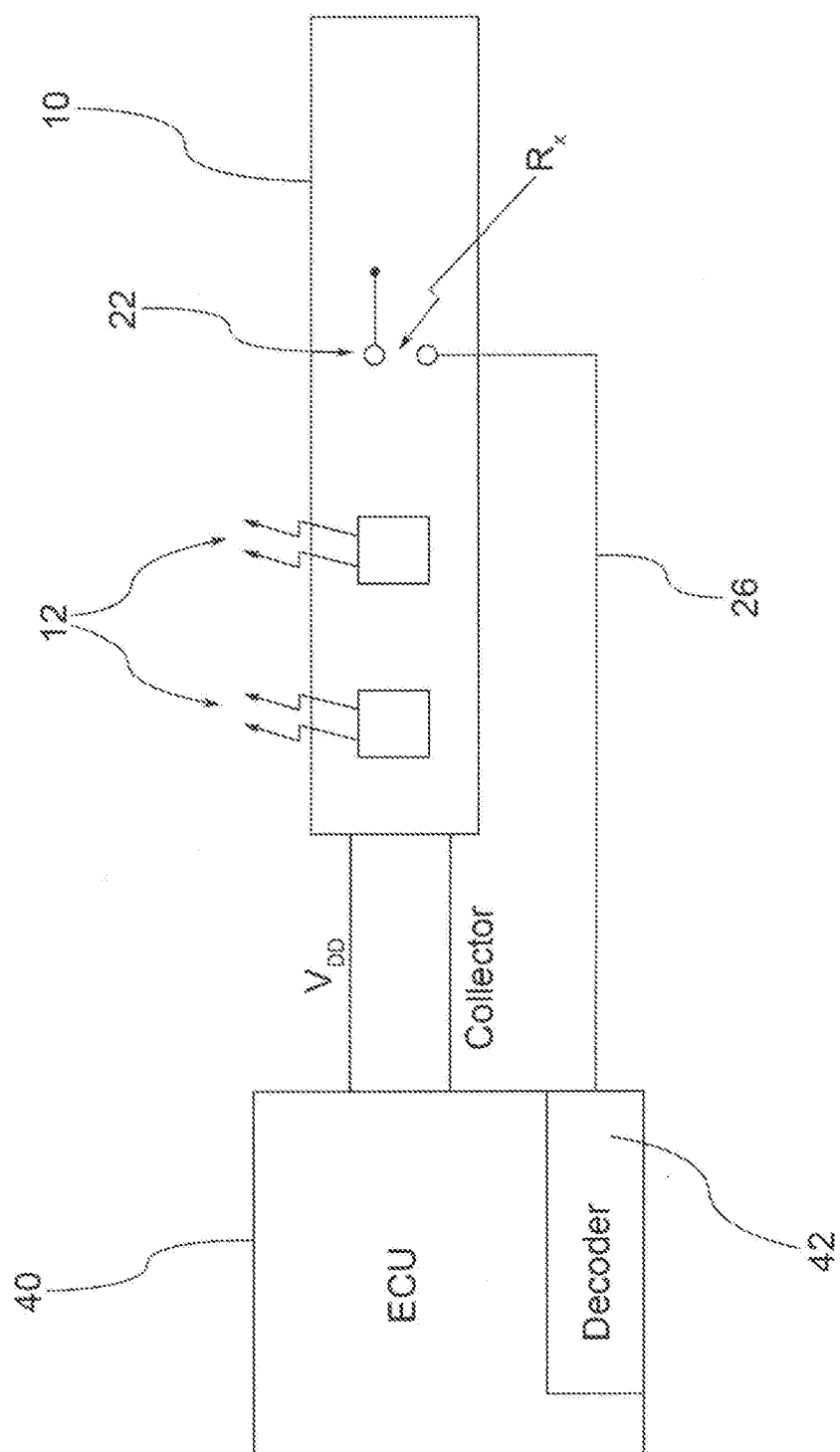
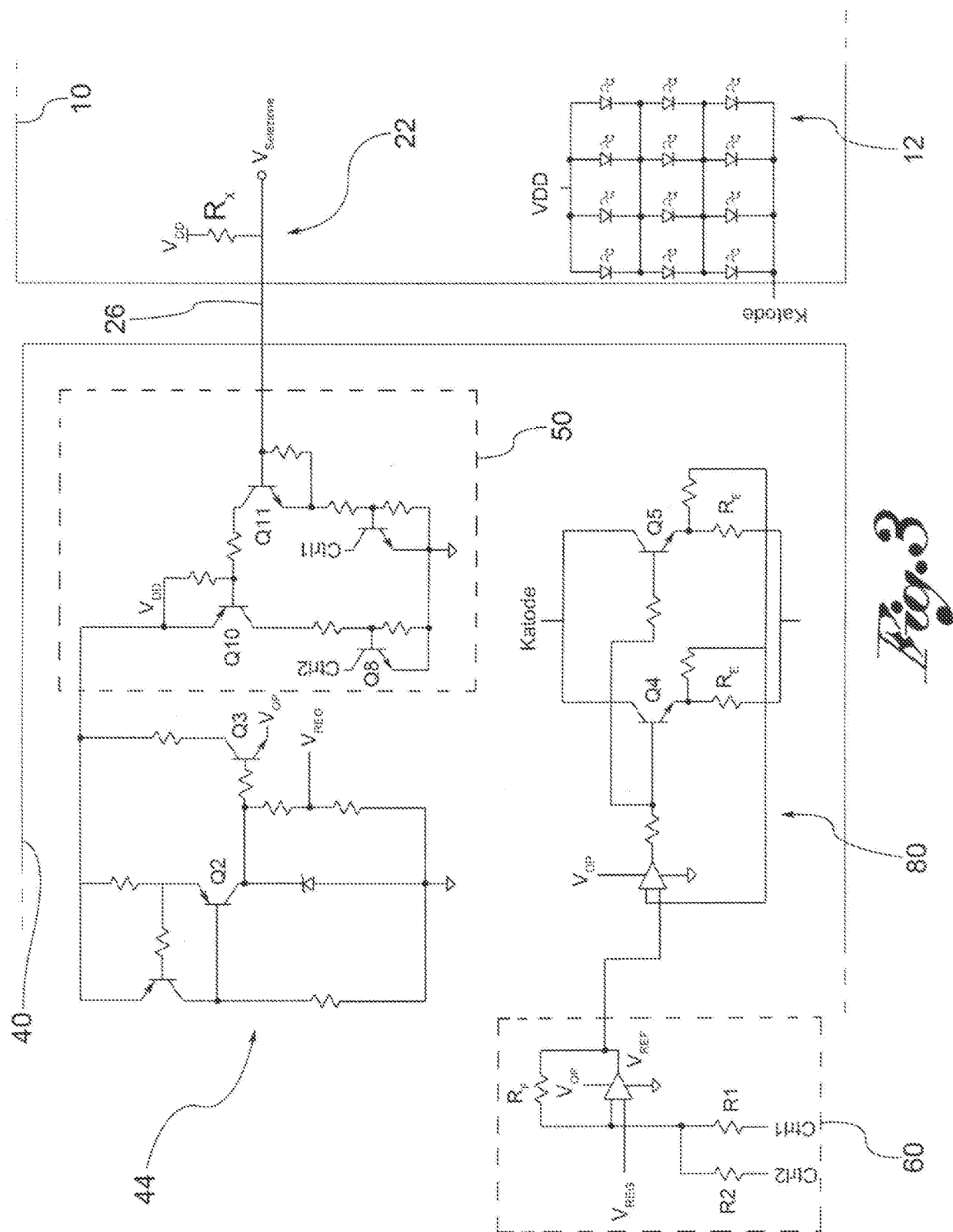


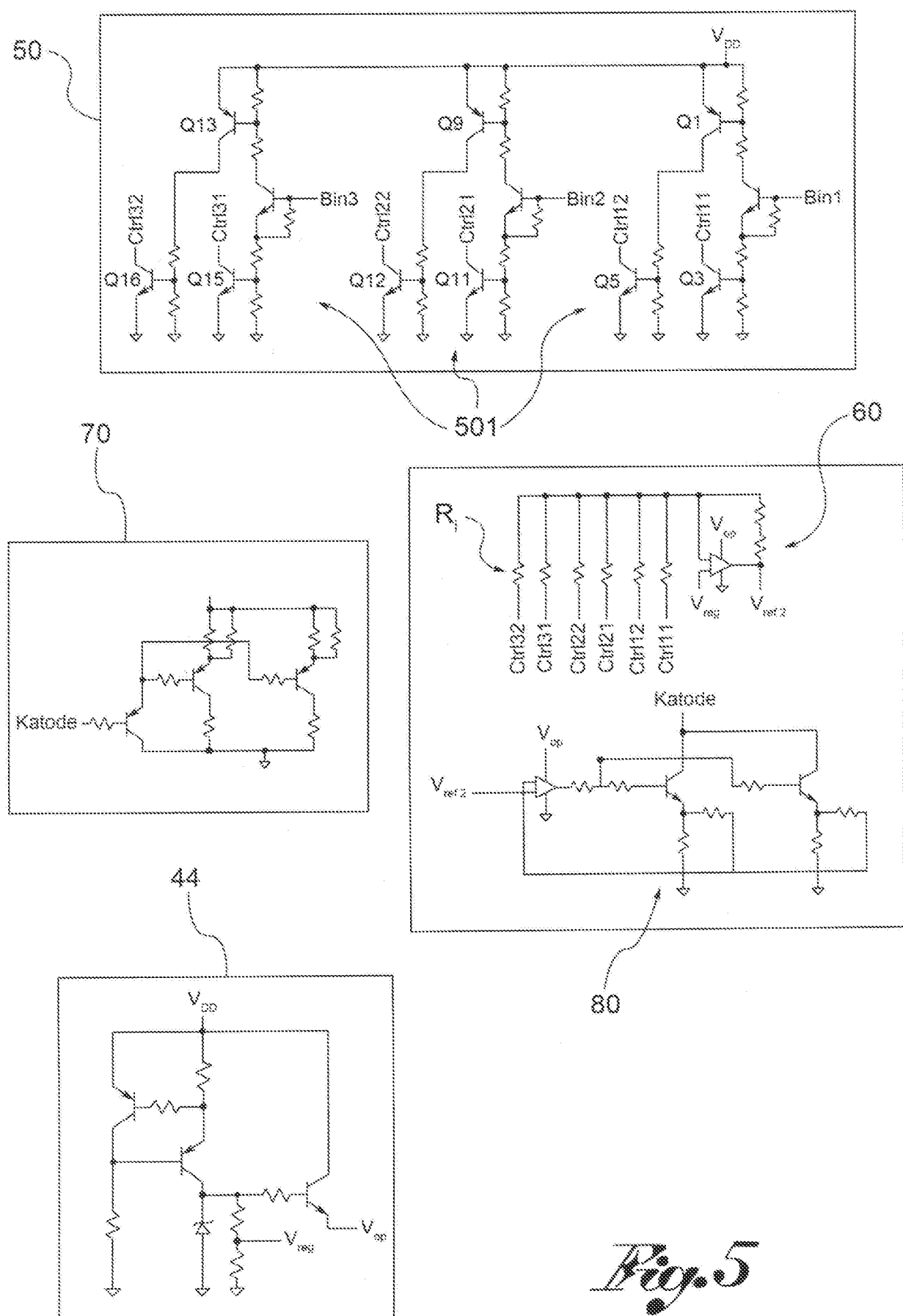
Fig. 1

*Fig. 2*



CTRL 1	CTRL 2	R_{EQ}	STATO
0	0	∞	S1
1	0	R_2	S2
1	1	R_1 / R_2	S3

Fig. 4



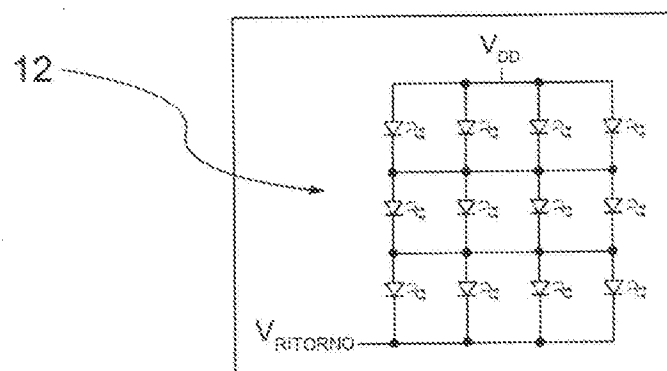
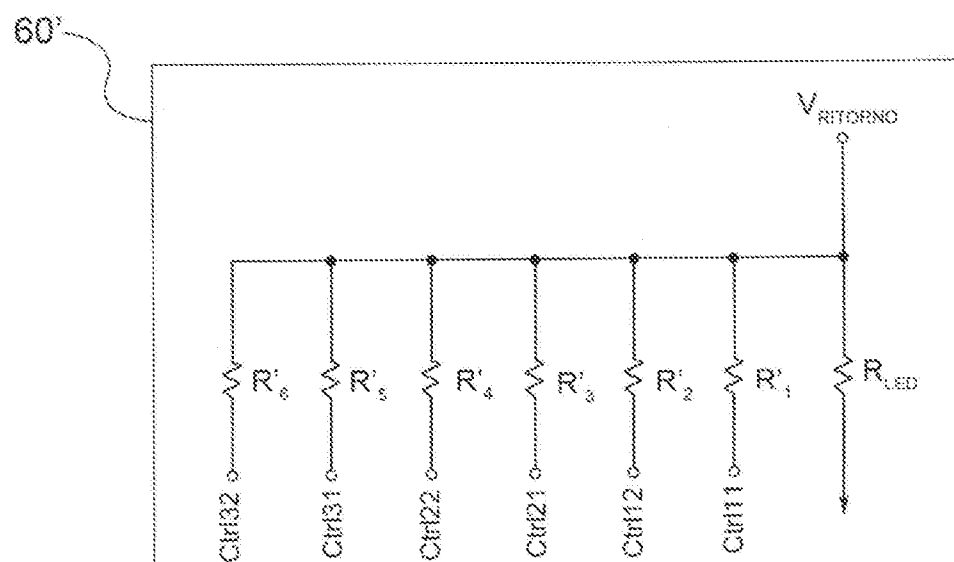
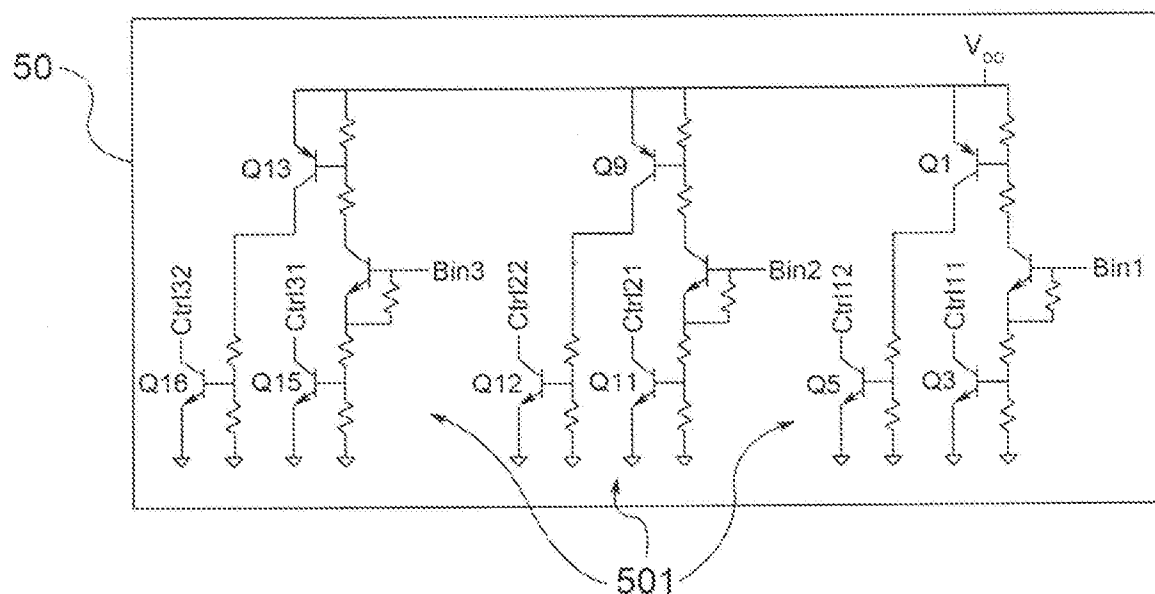
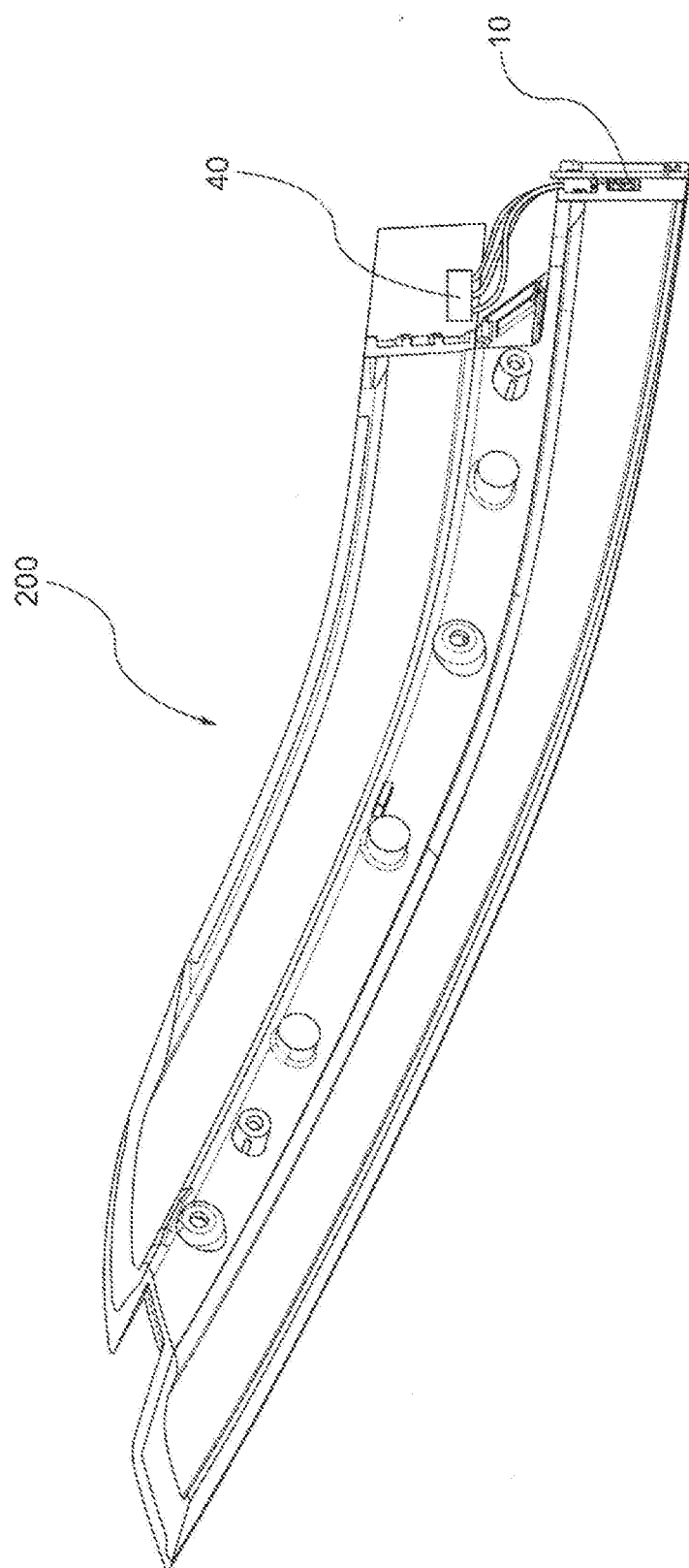


Fig. 6

*Fig. 7*