



Brevetto d'invenzione rilasciato per la Svizzera ed il Liechtenstein
Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

⑫ **FASCICOLO DEL BREVETTO** A5

⑲ Numero della domanda: 2759/86

⑳ Data di deposito: 08.07.1986

⑳ Priorità: 12.07.1985 IT 67644/85

㉔ Brevetto rilasciato il: 15.12.1988

④⑤ Fascicolo del brevetto pubblicato il: 15.12.1988

⑦③ Titolare/Titolari:
Marelli Autronica S.p.A., Pavia (IT)

⑦② Inventore/Inventori:
Schiavon, Mauro, Cumiana/Torino (IT)

⑦④ Mandatario:
Jacobacci-Casetta & Perani S.A., Genève

⑤④ **Circuito di controllo a corrente costante per un motore a passo di tipo unipolare, particolarmente per l'impiego a bordo di autoveicoli.**

⑤⑦ Per ciascuna coppia di fasi complementari (A, A; B, B) del motore (SM) il circuito comprende:

un primo ed un secondo ingresso ($I_1, I_1; I_2, I_2$) per segnali logici complementari di comando di una fase (A, B) e, rispettivamente, della fase complementare (A, B),

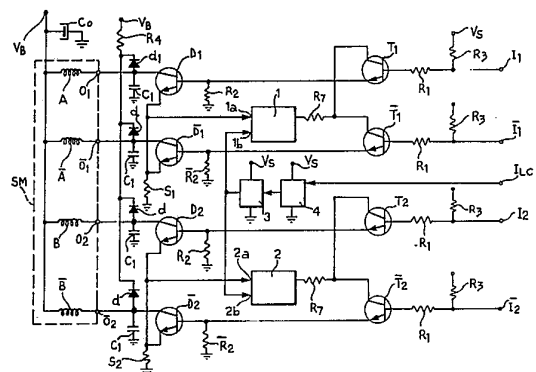
un primo ed un secondo dispositivo commutatore a conduzione controllata ($D_1, D_2; D_1, D_2$), collegati ad una fase (A, B) e rispettivamente alla fase complementare (A, B), ed atti ad assumere, in funzione dei segnali di comando impartiti a detti ingressi, una prima ed una seconda condizione in cui ciascuno consente ovvero impedisce il passaggio di corrente nella fase cui è collegato,

un sensore ($S_1; S_2$) collegato a detti primo e secondo dispositivo commutatore ($D_1, D_1; D_2, D_2$), per fornire un segnale indicativo della corrente fluente nella fase di volta in volta eccitata,

una sorgente (3) di segnale di riferimento costante,

e un circuito di regolazione (1, 2) collegato a detto sensore ($S_1; S_2$) e a detta sorgente (3) ed atto a modificare la conduzione di corrente nel dispositivo commutatore controllato di volta in volta eccitata, in modo tale da minimiz-

zare il divario tra il segnale fornito dal sensore ed il segnale di riferimento.



RIVENDICAZIONI

1. Circuito di controllo per un motore a passo (SM) di tipo unipolare, particolarmente per l'impiego a bordo di autoveicoli, detto motore (SM) avendo il terminale comune delle fasi (A, \bar{A} ; B, \bar{B}) collegato ad una batteria di alimentazione (V_B); detto circuito comprendendo, per ciascuna coppia di fasi complementari (A, \bar{A} ; B, \bar{B}) del motore

un primo ed un secondo ingresso ($I_1, \bar{I}_1; I_2, \bar{I}_2$) per segnali logici complementari di comando,

un primo ed un secondo dispositivo commutatore a conduzione controllata ($D_1, \bar{D}_1; D_2, \bar{D}_2$) collegati ad una fase (A; B) e rispettivamente alla fase complementare ($\bar{A}; \bar{B}$) ed atti ad assumere, in funzione dei segnali di comando impartiti a detti ingressi ($I_1, \bar{I}_1; I_2, \bar{I}_2$) una prima ed una seconda condizione in cui ciascuno consente ovvero impedisce il passaggio di corrente nella fase cui è rispettivamente collegato,

caratterizzato dal fatto che per ciascuna coppia di fasi (A, \bar{A} ; B, \bar{B}) del motore (SM) comprende

un sensore ($S_1; S_2$) collegato a detti primo e secondo dispositivo commutatore ($D_1, \bar{D}_1; D_2, \bar{D}_2$) per fornire un segnale indicativo della corrente fluente nella fase di volta in volta eccitata, mezzi generatori (3) atti a fornire un segnale di riferimento costante, e

mezzi di confronto e regolazione (1; 2), collegati a detti mezzi generatori (3) e a detto sensore ($S_1; S_2$) ed atti a modificare la conduzione di corrente nel dispositivo commutatore ($D_1, \bar{D}_1; D_2, \bar{D}_2$) di volta in volta eccitato, in modo tale da minimizzare il divario fra il segnale fornito dal sensore ($S_1; S_2$) e detto segnale di riferimento.

2. Circuito di controllo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi generatori (3) forniscono un medesimo segnale di riferimento ai mezzi di confronto e regolazione (1, 2) associati alle due coppie di fasi (A, \bar{A} ; B, \bar{B}) del motore (SM).

3. Circuito di controllo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che comprende mezzi di comando (I_{LC} ; 4) atti a provocare una riduzione della corrente circolante nelle due fasi (A, B; \bar{A}, \bar{B}) eccitate nella condizione di motore (SM) fermo.

4. Circuito di controllo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di comando comprendono un ulteriore ingresso (I_{LC}) per un segnale di attivazione di tipo logico, ed

un circuito di comando (4) collegato a detto ulteriore ingresso (I_{LC}) e a detti mezzi generatori (3), ed atto, quando attivato, a modificare detto segnale di riferimento in modo tale da provocare, tramite detti mezzi di confronto e regolazione (1, 2) una riduzione della corrente circolante nei dispositivi commutatori ($D_1, D_2; \bar{D}_1, \bar{D}_2$) associati alle fasi (A, B; \bar{A}, \bar{B}) che risultano eccitate a motore (SM) fermo.

5. Circuito di controllo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti sensori comprende un resistore a strato metallico ($S_1; S_2$).

6. Circuito di controllo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui per ciascuna fase (A, \bar{A} ; B, \bar{B}) del motore (SM) è presente un transistor di potenza ($D_1, \bar{D}_1; D_2, \bar{D}_2$) avente il collettore destinato ad essere collegato alla corrispondente fase (A, \bar{A} ; B, \bar{B}) e l'emettitore collegato all'emettitore del transistor di potenza associato alla fase complementare; al collettore di ciascun transistor di potenza ($D_1, \bar{D}_1; D_2, \bar{D}_2$) essendo collegato un diodo di ricircolo (d), caratterizzato dal fatto che i diodi di ricircolo (d) di tutti i transistori di potenza ($D_1, \bar{D}_1; D_2, \bar{D}_2$) sono collegati alla batteria (V_B) tramite un unico resistore (R_4).

7. Circuito secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che fra il collettore di ciascun transistor di potenza ($D_1, \bar{D}_1; D_2, \bar{D}_2$) e la massa è interposto un condensatore (C_1).

8. Circuito secondo una qualsiasi delle rivendicazioni prece-

deni, caratterizzato dal fatto che per ciascuna coppia di fasi complementari (A, \bar{A} ; B, \bar{B}) detti mezzi di confronto e regolazione comprendono un amplificatore differenziale (IC) avente un primo ingresso (1a; 2a) collegato a detto sensore (S_1, S_2) e un secondo ingresso (1b) collegato a detti mezzi generatori (3).

9. Circuito secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detti mezzi generatori (3) comprendono un partitore resistivo di tensione (R_8 a R_{11}) fra una sorgente stabilizzata di tensione (V_s) e la massa del circuito.

10. Circuito secondo le rivendicazioni 8 e 9, caratterizzato dal fatto che fra detto particolare di tensione (R_8 a R_{11}) e detto secondo ingresso (1b; 2b) dell'amplificatore differenziale (IC) è interposto un condensatore (C_3) in parallelo fra detto secondo ingresso (1b; 2b) e la massa.

11. Circuito secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto amplificatore differenziale (IC) presenta una rete di reazione includente un condensatore (C_2) fra detto primo ingresso (1a) e l'uscita.

12. Circuito secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 4 a 11, caratterizzato dal fatto che comprende mezzi ($R_{13}; R_{11}$) atti a consentire la regolazione indipendente di entrambi i valori assunti da detto segnale di riferimento.

13. Circuito secondo le rivendicazioni 4 e 9, caratterizzato dal fatto che detto circuito di comando (4) comprende un transistor (T_3) avente la base collegata a detto ulteriore ingresso di comando (I_{LC}) e il collettore collegato ad un terminale intermedio di detto partitore resistivo di tensione (R_8 a R_{11}).

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ai circuiti di controllo per motori a passo di tipo unipolare, aventi nell'impiego il terminale comune delle fasi collegato ad una batteria di alimentazione, in particolare per l'impiego a bordo di autoveicoli.

L'invenzione si riferisce più specificamente ad un circuito del tipo che, per ciascuna coppia di fasi complementari del motore a passo, comprende:

un primo ed un secondo ingresso per segnali logici complementari di comando, ed

un primo ed un secondo dispositivo commutatore a conduzione controllata, collegati ad una fase e rispettivamente alla fase complementare, ed atti ad assumere, in funzione dei segnali di comando impartiti ai detti ingressi, una prima ed una seconda condizione in cui ciascuno consente ovvero impedisce il passaggio di corrente nella fase cui è rispettivamente collegato.

Lo scopo dell'invenzione è di realizzare un circuito del tipo sopra definito, il quale consenta di realizzare un funzionamento del motore a passo a corrente costante, anche al variare della tensione di alimentazione.

L'invenzione ha per oggetto a tale scopo un circuito di controllo del tipo sopra specificato, caratterizzato dal fatto che per ciascuna coppia di fasi del motore comprende:

un sensore collegato a detti primo e secondo dispositivo commutatore, per fornire un segnale indicativo della corrente fluente nella fase di volta in volta eccitata,

mezzi generatori atti a fornire un segnale di riferimento sostanzialmente costante, e

mezzi di confronto e regolazione, collegati a detti mezzi generatori ed a detto sensore, ed atti a modificare la conduzione di corrente nel dispositivo commutatore di volta in volta eccitato, in modo tale da minimizzare il divario tra il segnale fornito dal sensore e detto segnale di riferimento.

Secondo un'ulteriore caratteristica di una forma d'esecuzione dell'invenzione il circuito comprende inoltre mezzi di comando atti a provocare una riduzione della corrente circolante nelle due fasi eccitate nella condizione di motore fermo.

Tali mezzi di comando comprendono:

un ulteriore ingresso per un segnale di attivazione di tipo logico, ed

un circuito di comando collegato a detto ulteriore ingresso e a detti mezzi generatori, ed atto, quando attivato, a modificare detto segnale di riferimento, in modo tale da provocare, tramite detti mezzi di confronto e regolazione, una riduzione della corrente circolante nei dispositivi commutatori associati alle fasi che risultano eccitate a motore fermo.

Le suddette caratteristiche e vantaggi del circuito di controllo secondo l'invenzione appariranno dalla descrizione dettagliata che segue, effettuata con riferimento ai disegni allegati, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, nei quali:

la figura 1 è uno schema circuitale, in parte a blocchi, di un circuito di controllo secondo l'invenzione, e

la figura 2 è uno schema circuitale dettagliato di una parte del circuito di controllo della figura 1.

Con riferimento alla figura 1, con SM è complessivamente indicato un motore a passo di tipo unipolare, con due coppie di fasi A, \bar{A} e B, \bar{B} , aventi un terminale comune collegato ad una sorgente di tensione continua di alimentazione V_B .

Il motore SM può essere utilizzato ad esempio per il controllo della posizione della valvola a farfalla nel carburatore del motore di un autoveicolo, ed in tale applicazione la tensione V_B sarebbe la tensione erogata dalla batteria dell'autoveicolo.

Fra la sorgente di tensione V_B e la massa è collegato un condensatore C_0 di elevata capacità, avente la funzione di limitare l'irradiazione di disturbi.

Alle fasi del motore SM sono ordinatamente collegate le uscite O_1, \bar{O}_1 e O_2, \bar{O}_2 di un circuito di controllo secondo l'invenzione. Tale circuito presenta due coppie di ingressi complementari I_1, \bar{I}_1 e I_2, \bar{I}_2 , destinati a ricevere segnali di comando di tipo logico complementati, così, ad esempio, quando l'ingresso I_1 riceverà un segnale a livello basso, l'ingresso \bar{I}_1 riceverà un segnale a livello alto.

Il circuito di controllo presenta un ulteriore ingresso indicato con I_{LC} , anch'esso destinato a ricevere un segnale di comando di tipo logico, le cui funzioni saranno chiarite nel seguito.

Gli interessi del circuito di controllo sono destinati ad essere collegati ad un'unità elettronica di controllo e comando, ad esempio a microprocessore.

Lasciando momentaneamente da parte l'ingresso I_{LC} , fra ciascuno degli ingressi I_1, \bar{I}_1 ; I_2 e \bar{I}_2 e le uscite O_1, \bar{O}_1 , O_2 e \bar{O}_2 il circuito di controllo presenta quattro rami circuitali aventi la medesima struttura. Tale struttura verrà descritta unicamente per il ramo tra l'ingresso I_1 e l'uscita O_1 . A tale ingresso R_1 è collegata la base di un transistor T_1 di tipo npn, avente l'emettitore collegato alla base di un transistor di potenza D_1 , ad esempio di tipo Darlington. Fra la base di quest'ultimo transistor e la massa è interposto un transistor R_2 . Il collettore D_1 è collegato alla fase A del motore a passo collegato all'anodo di un diodo di ricircolo d. Fra il collettore D_1 e la massa è collegato un condensatore C_1 .

Un resistore R_3 è collegato fra l'ingresso I_1 ed una sorgente di tensione continua di alimentazione V_S .

Circa i riferimenti adottati per i componenti dei rami circuitali che collegano gli altri tre ingressi alle altre tre uscite del circuito di controllo si rinvia alla figura 1.

I catodi dei diodi di ricircolo d sono collegati alla sorgente di tensione V_B tramite un unico resistore di ricircolo R_4 . Gli emettitori di D_1, \bar{D}_1 e rispettivamente D_2, \bar{D}_2 sono connessi tra loro, e collegati alla massa attraverso rispettivi resistori di shunt S_1 e rispettivamente S_2 . Tali resistori sono preferibilmente del tipo a strato metallico, e presentano una resistenza assai modesta.

I terminali non a massa di S_1 e S_2 sono collegati ad un primo ingresso 1a, 2a di due circuiti di regolazione indicati con 1 e 2. Ad un secondo ingresso 1b, 2b di tali circuiti è collegata la

uscita di un circuito generatore di un segnale di tensione di riferimento costante, indicato con 3. A tale circuito è collegata l'uscita di un circuito di comando 4, avente l'ingresso collegato all'ingresso I_{LC} .

I circuiti 1 e 2 presentano la medesima struttura interna, ad esempio quella mostrata nella figura 2 con riferimento al circuito 1. Quest'ultimo comprende un amplificatore differenziale integrato IC, ad esempio un circuito LM 2904. IC ha l'ingresso invertente collegato al resistore S_1 tramite un resistore R_5 . Fra l'ingresso invertente e l'uscita sono interposti un condensatore C_2 ed un resistore R_6 , fra loro in serie. Un condensatore C_3 è collegato tra l'ingresso non-invertente e la massa.

I circuiti 1 e 2 hanno la rispettiva uscita collegata ai collettori di T_1, \bar{T}_1 e rispettivamente T_2, \bar{T}_2 tramite resistori R_7 .

Il circuito 3, come appare nella figura 2, comprende un partitore resistivo tra la sorgente di tensione V_S e la massa, tale partitore comprendendo tre resistori R_8, R_9 e R_{10} fra loro in serie. In parallelo a R_{10} è disposto un ulteriore resistore R_{11} , preferibilmente di tipo regolabile. Rappresenta l'uscita del circuito

Il circuito di comando 4 comprende un transistor T_3 , di tipo npn, avente la base collegata all'ingresso I_{LC} tramite un resistore R_{12} , l'emettitore collegato alla massa, ed il collettore collegato al terminale comune a R_8 e R_9 , tramite un resistore R_{13} preferibilmente di tipo regolabile. Con R_{14} è indicato un resistore collegato fra I_{LC} e la sorgente di tensione V_S .

Il circuito di controllo sopra descritto funziona nel modo seguente.

Si supponga che I_1 e I_2 siano a livello 1 e \bar{I}_1 e \bar{I}_2 a livello 0. In tale condizione T_1 e T_2 , e quindi D_1 e D_2 conducono corrente, e le fasi A e B risultano sotto tensione. In tale situazione il motore è fermo. Se I_{LC} è anch'esso a livello 1, allora T_3 è conduttivo, e la tensione che il circuito 3 presenta all'ingresso non-invertente di IC presenta un valore ridotto, e così pure la tensione di uscita di IC, e quindi T_1, T_2 e D_1 e D_2 vengono mantenuti moderatamente conduttivi. In tal modo nelle fasi A e B del motore sotto tensione circola una corrente ridotta e si consegue il duplice vantaggio di limitare la potenza dissipata nel motore e l'assorbimento di corrente a carico della sorgente di tensione

Non appena occorra comandare un movimento o scatto del motore, l'ingresso I_{LC} deve essere portato a livello 0, interdicendo T_3 . Si ha un conseguente innalzamento della tensione di riferimento presentata dal circuito 3 all'ingresso non-invertente di IC ed un corrispondente aumento della tensione di uscita di quest'ultimo. Ne consegue che cresce la corrente circolante in T_1 e T_2 . Il condensatore C_3 consente di rendere graduale la commutazione fra il regime a bassa corrente ed il regime ad alta corrente nelle fasi del motore sotto tensione. Se gli ingressi I_1 e \bar{I}_1 passano quindi simultaneamente a livello 0 e, rispettivamente a livello 1, T_1 e D_1 si interdicono, e \bar{T}_1 e \bar{D}_1 entrano in conduzione: di conseguenza, la fase A non viene più percorsa da corrente, mentre viene messa sotto tensione la fase \bar{A} .

A seconda dei segnali applicati agli ingressi complementari I_1, \bar{I}_1 e I_2, \bar{I}_2 , il funzionamento del circuito di controllo, è dunque del motore a passo SM, procede quindi in modo analogo a quanto sopra descritto.

In ogni fase di funzionamento la caduta di tensione ai capi di S_1 e S_2 è indicativa della corrente circolante in una delle due fasi del motore cui ciascuno di tali resistori è rispettivamente associato. Se ad esempio, a seguito di una diminuzione della carica della batteria V_B , tale corrente tende a diminuire, diminuisce la tensione presentata all'ingresso invertente di IC, e corrispondentemente cresce la tensione fornita ai transistori T o \bar{T} in quell'istante conduttivi, tale tensione rendendoli ulteriormente conduttivi, determinando quindi un incremento della corrente fluente nelle fasi sotto tensione. Tale incremento compensa la diminuzione di corrente dovuta alla scarica della batteria V_B .

Il circuito di controllo consente dunque il funzionamento del motore a corrente costante. Il controllo a corrente costante consente l'ottimizzazione della frequenza di passo cioè del tempo di inversione della corrente in una coppia di avvolgimenti o fasi. Si può infatti verificare che se tale corrente è costante si ha la massima rapidità di commutazione.

Il circuito sopra descritto consente il pilotaggio delle fasi del motore nei tre modi classici, noti con terminologia anglosassone come modi «full step», «half step» e modo «one phase on».

L'impiego di sensori di corrente costituiti da resistori di shunt del tipo a strato metallico risulta particolarmente conveniente. Infatti tali resistori sono assai economici, e consentono di ottenere una buona stabilità delle prestazioni del circuito al variare della temperatura.

Nel circuito di regolazione 1, il condensatore C_2 nella rete di

reazione tra l'ingresso invertente e l'uscita dell'integrato IC consente di smorzare eventuali oscillazioni.

Il circuito 4 di comando della riduzione di corrente viene attivato con un 1 all'ingresso I_{LC} ogni volta che il motore SM debba rimanere fermo. Oltre ai vantaggi già ricordati, la riduzione di corrente consente di scongiurare in modo sicuro eventuali movimenti del motore indesiderati, e consente di contenere la potenza dissipata sui transistori finali D e \bar{D} .

Il resistore R_4 consente il ricircolo di corrente quando, alla commutazione, i transistori di potenza commutano da «on» a «off». I condensatori C_1 , oltre ad un'azione di protezione del circuito da interferenze elettromagnetiche, consentono di limitare il picco di tensione sui transistori finali nei primi istanti della commutazione tra «on» e «off», quando i diodi di ricircolo d non sono ancora entrati in conduzione. Detti condensatori consentono dunque di utilizzare diodi di ricircolo di tipo «lento», e quindi particolarmente economico.

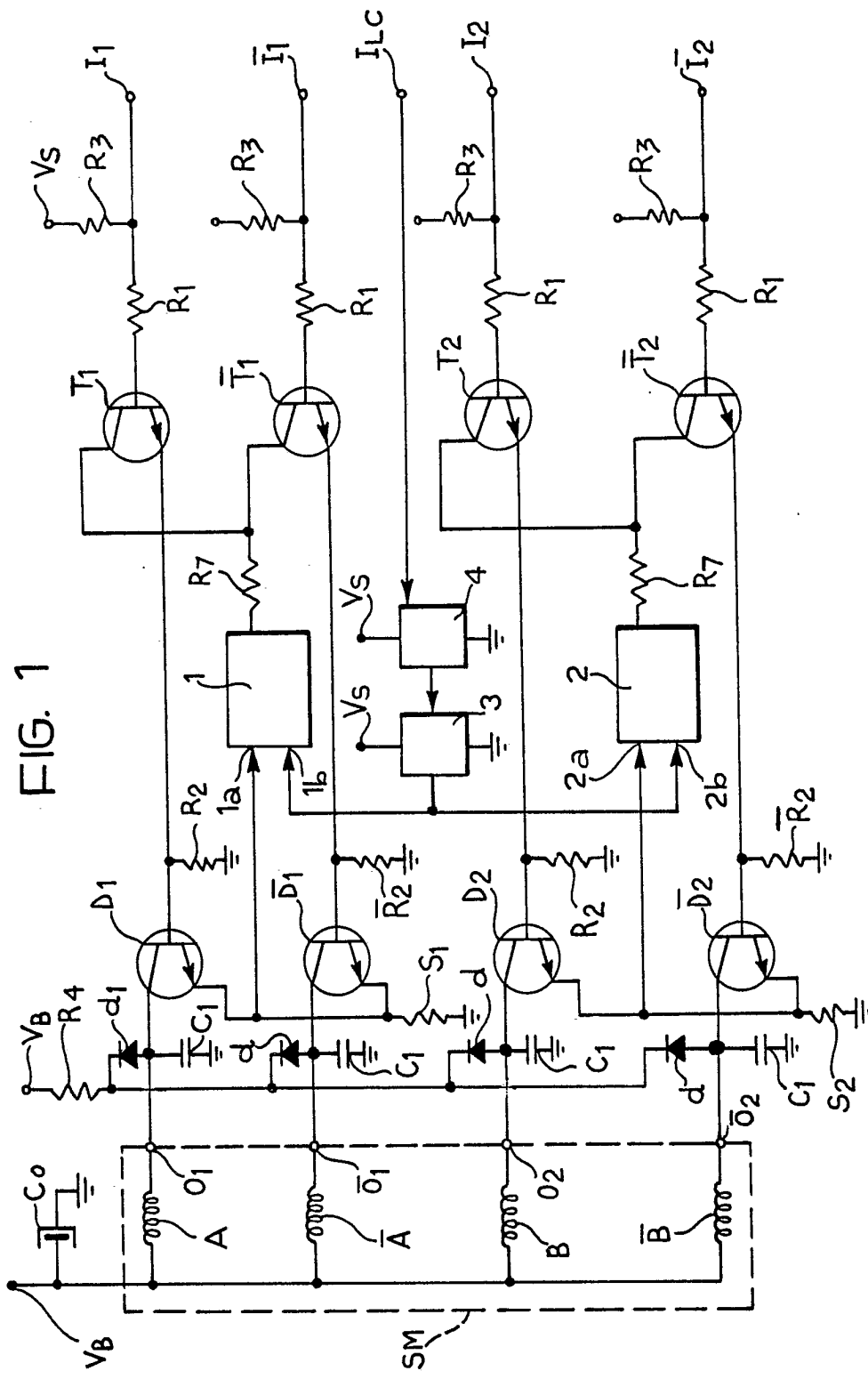


FIG. 1

FIG. 2

