



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101995900465693
Data Deposito	19/09/1995
Data Pubblicazione	19/03/1997

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	P		

Titolo

DISPOSITIVO REGOLATORE DI TENSIONE PER ALTERNATORE A MAGNETI PERMANENTI

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"Dispositivo regolatore di tensione per alternatore
a magneti permanenti"

di: MAGNETI MARELLI S.p.A., nazionalità italiana,
Via Griziotti 4 - 20145 Milano

Inventori designati: Dario COPERTINO, Andrea NEPOTE

Depositata il: **19 SET. 1995**

LC 95A000740

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un dispositivo di regolazione della tensione destinato ad essere associato ad un alternatore a magneti permanenti. Più specificamente la presente invenzione si riferisce ad un dispositivo regolatore di tensione destinato ad essere associato ad un alternatore mosso dal motore termico di un veicolo, in particolare un autoveicolo.

Come è noto gli autoveicoli mossi da un motore termico sono dotati di un alternatore, azionato dal motore termico, avente la funzione di produrre energia elettrica destinata ad alimentare gli utilizzatori elettrici installati a bordo dell'autoveicolo nonché a mantenere sotto carica una batteria di accumulatori anch'essa installata a bordo dell'autoveicolo. Come è noto, la tensione prodotta dall'alter-

natore è fortemente variabile a causa delle variazioni di velocità di rotazione del motore termico che aziona l'alternatore stesso. E' quindi necessario l'impiego di un dispositivo regolatore di tensione atto a stabilizzare ad un valore predeterminato la tensione prodotta dall'alternatore in modo da renderla compatibile con la tensione dell'impianto elettrico dell'autoveicolo (tipicamente a 12 volt).

La maggioranza degli alternatori fino ad oggi impiegati a bordo di autoveicoli sono del tipo cosiddetto ad avvolgimento di eccitazione. Tale tipo di alternatore permette di effettuare una regolazione della tensione generata in modo abbastanza semplice. E' infatti sufficiente controllare la corrente che scorre nell'avvolgimento di eccitazione per controllare la tensione prodotta dall'alternatore. Con tale tipo di alternatore è quindi possibile l'impiego di un dispositivo regolatore di tensione relativamente semplice ed economico in quanto deve limitarsi a controllare la corrente di eccitazione.

Inoltre tale corrente di eccitazione normalmente non assume valori elevati (nel caso tipico di un alternatore per automobile la corrente di eccitazione è dell'ordine dei 5 ampere) a differenza della corrente generata dall'alternatore che ha intensità de-

cisamente superiore (nello stesso caso la corrente generata dall'alternatore tipicamente è dell'ordine di 50 ampere). Poiché il dispositivo regolatore di tensione non deve gestire una corrente di intensità elevata, tipicamente non si presentano problemi di dissipazione e non è necessario l'impiego di componenti elettronici di potenza.

Tale sistema, ampiamente noto ed utilizzato nella tecnica, presenta tuttavia degli inconvenienti. Un inconveniente è dovuto al tipo di alternatore utilizzato, infatti gli alternatori ad avvolgimento di eccitazione sono meno efficienti e più ingombranti degli alternatori a magneti permanenti.

In un alternatore a magneti permanenti, tuttavia, non esiste avvolgimento di eccitazione del campo, quindi non è possibile regolare la tensione in uscita agendo sulla corrente di eccitazione a bassa potenza. L'unico sistema pratico per regolare la tensione di uscita è quello di introdurre un circuito convertitore di tensione, da corrente alternata a corrente continua, tra l'alternatore e l'impianto elettrico dell'autoveicolo. Tipicamente tale circuito convertitore di tensione è un circuito a commutazione (o switching). Poiché l'alternatore è dimensionato in modo da generare, nel corso del normale funzionamen-

to, tensioni comunque superiori alla tensione nominale dell'impianto elettrico dell'autoveicolo, viene naturalmente impiegato un convertitore in discesa (o step-down).

Tale soluzione, anche se raggiunge l'obiettivo desiderato, presenta alcuni inconvenienti. Un primo inconveniente è dovuto alla necessità di realizzare un convertitore affidabile e poco costoso che contrasta con la necessità di dover gestire correnti di elevata intensità il che richiede, tipicamente, l'impiego di più elementi a semiconduttore (ad esempio transistori del tipo FET) in parallelo. Inoltre, poiché la tensione in uscita dal convertitore a commutazione ha una forma d'onda decisamente impulsiva (tipicamente è un'onda quadra), si rende necessario un condensatore di filtraggio avente capacità elevata.

Lo scopo della presente invenzione è quello di fornire un dispositivo regolatore di tensione in grado di risolvere i suddetti inconvenienti.

Secondo la presente invenzione, tale scopo viene raggiunto grazie ad un dispositivo regolatore di tensione avente le caratteristiche richiamate in modo specifico nelle rivendicazioni che seguono.

L'invenzione verrà ora descritta, a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni

annessi, nei quali:

- la figura 1 è una rappresentazione schematica a blocchi di una forma di attuazione del dispositivo regolatore di tensione secondo la presente invenzione,

- le figure 2 e 3 sono rappresentazioni schematiche circuitali di due forme di attuazione alternative di una porzione del dispositivo regolatore di tensione secondo l'invenzione,

- le figure 4 e 5 sono due rappresentazioni schematiche a blocchi atte ad illustrare il funzionamento di due forme di attuazione alternative del dispositivo regolatore di tensione secondo l'invenzione,

- la figura 6 è un diagramma cartesiano atto ad illustrare il funzionamento della forma di attuazione relativa alla figura 5,

- le figure 7 e 8 sono due rappresentazioni schematiche circuitali di due ulteriori forme di attuazione alternative di una porzione del dispositivo regolatore di tensione secondo l'invenzione, e

- la figura 9 è una rappresentazione schematica di un componente utilizzato nella forma di attuazione di figura 8.

Il dispositivo regolatore secondo la presente

invenzione prevede l'impiego di più convertitori in discesa in parallelo, ad esempio quattro. Ognuno dei convertitori inoltre opera in sfasamento rispetto agli altri. In tal modo la frequenza vista dal condensatore di filtraggio, sia in ingresso che in uscita, risulta moltiplicata per il numero di stadi convertitori paralleli, con grossi vantaggi dal punto di vista del dimensionamento del condensatore stesso. Inoltre l'impiego di più convertitori aumenta l'affidabilità del sistema in quanto esso può avere un grado di ridondanza, può cioè continuare a funzionare anche nel caso in cui uno o più convertitori siano guasti. A tale scopo ogni stadio convertitore può essere provvisto di un suo fusibile separato in modo da garantirne l'automatico disinserimento in caso di guasto.

Per una migliore comprensione in figura 1 è rappresentato uno schema a blocchi del dispositivo regolatore di tensione secondo l'invenzione. Come si può notare, l'alternatore, cui è associato il dispositivo di regolazione, è indicato con A. L'alternatore A è collegato, secondo la tecnica convenzionale, ad un ponte raddrizzatore PD atto a raddrizzare la tensione alternata prodotta dall'alternatore A.

Il ponte raddrizzatore PD è seguito da uno o più

condensatori di filtraggio (non specificamente illustrati) necessari all'ingresso dei convertitori a commutazione. L'uscita del ponte raddrizzatore PD è inoltre collegata, come anticipato, agli ingressi di quattro convertitori in discesa o step-down, S1, S2, S3 e S4. Le uscite dei quattro convertitori S1, S2, S3 e S4 sono collegate ad uno o più condensatori di filtraggio F i quali sono in comune per tutti i convertitori.

All'uscita OUT dei condensatori di filtraggio F è disponibile una tensione raddrizzata e stabilizzata adatta all'impianto elettrico del veicolo. L'uscita OUT può quindi essere collegata, ad esempio, alla batteria dell'autoveicolo. In figura 1 è inoltre illustrato un circuito di controllo CK collegato ai quattro convertitori S1, S2, S3 e S4. Come detto in precedenza, per poter minimizzare il dimensionamento dei condensatori di filtraggio F, è necessario che i convertitori siano tra loro sfasati in modo da massimizzare la frequenza della tensione in uscita. E' quindi necessario l'impiego di un circuito di controllo che svolga tale funzione, ad esempio il circuito di controllo CK che fornisce quattro segnali di temporizzazione, sfasati regolarmente tra loro (e quindi di 90°), ai quattro convertitori S1, S2, S3 e

S4. Il circuito di controllo CK può eventualmente generare tali segnali di temporizzazione a frequenza fissa. Il circuito di controllo CK può inoltre comprendere anche la circuiteria elettronica di controllo dei quattro convertitori S1, S2, S3 e S4.

In figura 2 è illustrata una possibile forma di attuazione circuitale di uno dei quattro convertitori S1, S2, S3 e S4, i quali possono essere vantaggiosamente identici. Come si può notare in figura 2 è rappresentata una configurazione circuitale classica di un convertitore in discesa o step-down atto a convertire una tensione in ingresso V_{in} , di valore variabile, in una tensione di uscita stabilizzata di valore inferiore V_{out} . Il convertitore step-down comprende naturalmente un elemento interruttore a semiconduttore, tipicamente un transistor del tipo MOSFET, controllato da un circuito di pilotaggio DR, un induttore L ed un diodo di ricircolo D. Nel circuito sono inoltre rappresentati i condensatori di filtraggio F, la batteria BATT del veicolo, con evidenziata la propria resistenza caratteristica R_B , e la massa GND. Naturalmente i condensatori di filtraggio F, e a maggior ragione la batteria BATT, R_B sono comuni a tutti i convertitori S1, S2, S3 e S4. Anche il circuito di pilotaggio DR, nel caso in cui sia integrato nel cir-

cuito di controllo CK, può essere comune per tutti i convertitori S1, S2, S3, S4, nel qual caso esso avrà naturalmente quattro uscite anziché una.

Ogni convertitore utilizza un solo transistorore T e gestisce soltanto una frazione della corrente generata dall'alternatore A. Il transistorore T può quindi essere, ad esempio, un MOSFET a bassa carica di gate con conseguente semplificazione del circuito di pilotaggio DR e riduzione delle perdite per commutazione.

In figura 3 è rappresentata una forma di attuazione alternativa della configurazione circuitale illustrata in figura 2. La configurazione di figura 3 comprende gli stessi elementi circuitali della configurazione di fig. 2. Tuttavia la configurazione di figura 3 permette di conseguire alcuni vantaggi. La particolare struttura impiegata, con una connessione diretta tra il polo positivo Vin del ponte raddrizzatore PD ed il polo positivo della batteria BATT consente l'equipotenzialità della circuiteria di controllo centralizzata CK e dei circuiti di pilotaggio DR dei singoli convertitori. Ciò consente di evitare l'impiego di tutta una serie di componenti altrimenti necessari, quali fotoaccoppiatori, trasformatori di pilotaggio, tensioni di alimentazione del tipo float-

ing o circuiti aggiuntivi di inizializzazione o di bootstrap.

Il circuito di pilotaggio DR opera naturalmente secondo una strategia di controllo ad anello chiuso. In figura 4 è rappresentato ad esempio uno schema a blocchi illustrante una strategia di controllo ad anello chiuso in tensione utilizzabile nel circuito di pilotaggio DR. Tale strategia, ampiamente nota nella tecnica, prevede di confrontare la tensione di uscita V_{out} con una tensione di riferimento V_{rif} per produrre un segnale di errore E . Il segnale di errore E viene elaborato da un modulo di controllo CONT il quale genera un segnale di controllo M . Il segnale di controllo M è quello che effettivamente controlla il funzionamento della circuiteria del convertitore, qui indicata mediante il blocco ALIM, che produce in uscita la tensione V_{out} .

Tale strategia presenta tuttavia l'inconveniente di non consentire un controllo ottimale della tensione di uscita V_{out} . Il blocco ALIM, nel caso di un controllo in tensione, ha infatti una funzione di trasferimento avente due poli complessi. Ciò fa sì che il controllo sia più difficoltoso da stabilizzare. In pratica per ottenere la stabilità è necessario aumentare la costante di tempo del sistema di con-

trollo con il risultato che il sistema di controllo diventa lento e quindi reagisce in ritardo alle variazioni di condizioni operative.

Risultati migliori si possono ottenere utilizzando una strategia di controllo, sempre ad anello chiuso, ma in corrente. Uno schema a blocchi, illustrante tale strategia, è rappresentato in figura 5. Anche tale schema è ampiamente noto nella tecnica. Come si può notare, in questo caso, il modulo di controllo CONT emette in uscita un segnale indicativo di una corrente di riferimento I^* . La corrente I^* viene in pratica utilizzata come valore di soglia per regolare la corrente media nell'induttore L di uno dei convertitori. L'induttore L diventa in tal modo in pratica un generatore di corrente. La corrente I^* viene quindi confrontata, mediante un anello di controllo interno, con un segnale M indicativo della corrente passante nell'induttore L. Tale segnale M viene ottenuto mediante, ad esempio, un sensore resistivo R (tipicamente denominato shunt). In tal modo viene generato un segnale indicativo della corrente I_p desiderata nell'induttore L. Il segnale M è quindi il segnale di controllo che viene inviato alla circuiteria ALIM del convertitore la quale genera in uscita la tensione V_{out} . In figura 6 è illustrato, a

scopo esemplificativo, l'andamento della corrente I_p nell'induttore L . Come si può notare la corrente I_p è controllata in modo da non superare un valore di soglia I^* .

Utilizzando tale strategia il controllo diventa molto più semplice in quanto la funzione di trasferimento della circuiteria del convertitore ALIM ha un solo polo. Ciò permette di ottenere un controllo con risposta molto più veloce e quindi con prestazioni ottimali.

Inoltre poiché in pratica viene controllata una corrente nell'induttore L , nel periodo in cui il transistor T si trova in conduzione, si ha che la corrente che scorre nell'induttore L è uguale alla corrente che scorre nel transistor T . E' quindi possibile impiegare, quale transistor T , un dispositivo del tipo SENSEFET, al posto di un normale MOSFET. I dispositivi del tipo SENSEFET sono in pratica dei transistori aventi un terminale di uscita addizionale dal quale è prelevabile un segnale indicativo della corrente che attraversa il dispositivo SENSEFET stesso. E' quindi possibile evitare l'impiego di un resistore di shunt, costoso e di difficile utilizzazione, per misurare la corrente attraverso l'induttore L .

In pratica, con tale strategia di controllo ogni induttore L , di ogni stadio convertitore, è controllato come un generatore di corrente separato per cui il bilanciamento di corrente tra i vari stadi convertitori è assicurato. Non vi è quindi alcun rischio di sovraccarico di corrente su uno degli stadi convertitori e la protezione contro i sovraccarichi di corrente è quindi intrinseca.

Normalmente, nel caso di un dispositivo di regolazione a convertitore (switching) del tipo tradizionale il condensatore di filtraggio, tipicamente un condensatore elettrolitico, non è interno al dispositivo, ma viene posto vicino alla batteria BATT, la quale già agisce come un condensatore elettrolitico ma con elevata resistenza interna. Nel dispositivo di regolazione secondo l'invenzione invece il condensatore di filtraggio F è in pratica interno al dispositivo stesso, grazie al fatto che le sue dimensioni sono contenute in quanto il controllo, utilizzando la strategia di controllo in corrente, è di tipo veloce.

Inoltre la frequenza è molto elevata poiché la frequenza di funzionamento di ogni stadio convertitore deve essere moltiplicata per il numero di stadi. In una forma di attuazione, al momento considerata preferenziale, la frequenza di funzionamento di ogni

singolo stadio convertitore è di 125 kHz, per cui la frequenza complessiva, vista dal condensatore di filtraggio F, è di 500 kHz.

Ciò fa sì che il terminale di uscita del dispositivo regolatore di tensione secondo l'invenzione possa essere utilizzato come terminale a bassa impedenza, al posto del terminale della batteria BATT tradizionalmente utilizzato a tale scopo, cui possono essere convenientemente collegati tutti i carichi elettrici dell'autoveicolo. La batteria, presentante un'impedenza maggiore, può fare da back-up remoto. La batteria può essere quindi ridotta. In particolare, qualora la tensione d'uscita dell'alternatore sia superiore alla tensione di alimentazione richiesta e possa essere realizzato un avviamento del motore termico di tipo non-elettrico, la batteria può essere addirittura eliminata. In tal caso, per assicurare all'avviamento del motore termico l'alimentazione di tensione ai circuiti di controllo del dispositivo regolatore si può prevedere un dispositivo regolatore lineare (di tipo per sé noto) in funzione di avviatore.

In figura 7 è illustrata una forma di attuazione alternativa, riferita al circuito rappresentato in figura 2, nel caso si desideri effettuare una rileva-

zione della corrente passante attraverso l'induttore L senza impiegare un transistor T del tipo SENSEFET. Come si può notare nel circuito di figura 7 l'induttore L è stato rappresentato evidenziando la sua resistenza R_L . L'idea alla base di tale variante realizzativa consiste nell'utilizzare l'induttore L stesso come shunt di misura. Naturalmente non è possibile utilizzare direttamente la resistenza R_L come shunt in quanto questa è in realtà distribuita su tutto l'induttore L , e quindi inscindibile da esso. Per effettuare la misura è però sufficiente inserire, in parallelo all'induttore L , un resistore R_M ed un condensatore C_M di misura. Poiché l'induttore L ha una funzione di trasferimento presentante uno zero questo può essere cancellato mediante una rete presentante una funzione di trasferimento con un polo. Tale rete comprende appunto il condensatore di misura C_M .

In tal modo è possibile prelevare un segnale in tensione V_{mis} , al nodo comune tra il condensatore di misura C_M e il resistore di misura R_M , indicativo della corrente passante attraverso l'induttore L . In tal modo è possibile evitare l'impiego di un resistore di shunt, per effettuare la misura di corrente, nonché di un transistor T del tipo SENSEFET. Inoltre

la lettura della tensione V_{mis} , indicativa della corrente, è di tipo integrale, in quanto realizzata tramite il condensatore CM, e quindi già filtrata da eventuali disturbi.

Tale variante realizzativa non può essere convenientemente utilizzata nella configurazione illustrata in figura 3 poiché in questo caso la massa è diversa dalla massa GND del veicolo. Nel caso della configurazione di figura 3 è quindi in pratica necessario utilizzare il segnale generato da un transistor T di tipo SENSEFET, eventualmente filtrato, oppure uno shunt di misura.

Nel caso dei convertitori a commutazione del tipo utilizzato nella presente invenzione tipicamente è previsto l'impiego di un circuito di smorzamento dei fronti di tensione. Tale circuito di smorzamento, comunemente conosciuto come SNUBBER, ha sostanzialmente due funzioni. Esso riduce le emissioni elettromagnetiche, possibili cause di interferenze e disturbi, del convertitore a commutazione ed inoltre protegge il transistor T, di tipo MOSFET o SENSEFET, da transitori di tensione troppo elevati.

Infatti i transistori realizzati in tecnologia MOSFET non possono sopportare una variazione di tensione, nell'unità di tempo, troppo elevata. Si rende

quindi tipicamente necessario utilizzare un circuito di smorzamento o SNUBBER al fine di salvaguardare il transistor MOSFET. Tale circuito SNUBBER può essere realizzato collegando un condensatore, di capacità sufficiente, nel punto del circuito in cui si desidera effettuare lo smorzamento della tensione. Il condensatore deve tuttavia venire scaricato, altrimenti una volta caricato esso diventa inefficace, il che nel caso più semplice può essere fatto mediante un resistore. Tale sistema tuttavia è poco efficiente in quanto il resistore destinato a scaricare il condensatore di SNUBBER deve dissipare una considerevole quantità di energia e quindi di calore.

Per questi motivi vengono preferiti circuiti SNUBBER cosiddetti del tipo senza perdite. Tali circuiti prevedono l'utilizzo di induttori e diodi aggiuntivi per scaricare il condensatore di smorzamento.

In figura 8 è rappresentata, a scopo esemplificativo, una variante realizzativa, riferita sempre al circuito rappresentato in figura 2, impiegante un circuito SNUBBER del tipo senza perdite. Tale circuito SNUBBER, rappresentato in figura 8, può tuttavia essere impiegato, in modo del tutto analogo, anche nel caso della configurazione circuitale di fi-

gura 3.

Come si può notare il circuito SNUBBER senza perdite prevede l'impiego di un condensatore di smorzamento CS collegato al nodo comune tra l'induttore L ed il transistor T. Per scaricare il condensatore di smorzamento CS sono previsti un induttore aggiuntivo L_d e due diodi aggiuntivi DS1 e DS2. Come si può notare, l'induttore aggiuntivo L_d è collegato ad una presa centrale dell'induttore L dello stadio convertitore. Tale circuito SNUBBER funziona correttamente e non presenta il problema di introdurre perdite e di necessitare di dissipazione di calore.

Esso ha tuttavia l'inconveniente dovuto al fatto che l'induttore aggiuntivo L_d deve avere un valore elevato per cui esso ha un costo e una dimensione considerevoli.

In pratica, utilizzando la topologia rappresentata in figura 8, l'induttore aggiuntivo L_d può venire di fatto realizzato utilizzando l'induttanza omopolare dell'induttore L provvisto di una presa centrale. Nel circuito secondo l'invenzione il catodo del diodo DS2 è quindi in realtà collegato direttamente alla presa centrale dell'induttore L. L'induttore aggiuntivo L_d del circuito SNUBBER viene quindi realizzato mediante l'induttanza omopolare, cioè ver-

so uno qualsiasi dei due rami dell'induttore L dotato di presa centrale.

Per una migliore comprensione, in figura 9 è rappresentato schematicamente l'induttore L dotato di presa centrale TC. Come si può notare, durante il normale funzionamento, l'induttore L si comporta in modo tradizionale con la corrente di induttore entrante ed uscente dai due terminali di estremità T1 e T2 rispettivamente, con il flusso magnetico che scorre, normalmente, all'interno del nucleo N. Quando invece avviene la scarica del condensatore di SNUBBER CS vi è una corrente di scarica I_s entrante dal terminale centrale TC dell'induttore L.

Come si può notare, tale corrente di scarica I_s "vede" in pratica due induttori costituiti dai due rami dell'induttore L. In tali due induttori il flusso magnetico si richiude parzialmente in aria come indicato dalle linee tratteggiate in figura 9. Prove condotte dalla Richiedente hanno permesso di determinare che l'induttanza omopolare, data dai due induttori costituiti dai due rami dell'induttore L con presa centrale TC, ha un valore del tutto adeguato a permettere il corretto funzionamento del circuito SNUBBER avente la topologia rappresentata in figura 8.

In tal modo è possibile realizzare un efficiente circuito SNUBBER di costo e di ingombro estremamente ridotti in quanto non è necessario alcun induttore aggiuntivo.

E' inoltre evidente dalla trattazione che il dispositivo regolatore secondo l'invenzione può comprendere un numero di stadi convertitori in parallelo differente da quattro.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, i particolari di realizzazione e le forme di attuazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo regolatore di tensione per un alternatore (A) a cui è collegato un circuito raddrizzatore (PD) che converte la tensione alternata prodotta dall'alternatore (A) in una tensione raddrizzata (V_{in}); il dispositivo regolatore di tensione comprendendo un dispositivo convertitore a commutazione atto a convertire detta tensione raddrizzata (V_{in}) in una tensione continua realizzata (V_{out}) di valore inferiore;

caratterizzato dal fatto che detto dispositivo convertitore a commutazione comprende una pluralità di circuiti convertitori a commutazione (S_1 , S_2 , S_3 , S_4), operanti in modo sfasato tra di loro.

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti circuiti convertitori a commutazione (S_1 , S_2 , S_3 , S_4) sono tra loro identici.

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o la 2, caratterizzato dal fatto che detti circuiti convertitori a commutazione (S_1 , S_2 , S_3 , S_4) sono sfasati in modo regolare tra di loro.

4. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 3, caratterizzato dal fatto che detti circuiti convertitori a commutazione (S_1 , S_2 , S_3 , S_4)

sono del tipo a discesa (step-down).

5. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che ciascun circuito convertitore (S1, S2, S3, S4) comprende una coppia di terminali di ingresso destinati ad essere collegati ai terminali d'uscita del circuito raddrizzatore (PD) e una spia di terminali d'uscita destinati ad essere collegati all'impianto elettrico utilizzatore; il terminale di ingresso a potenziale più elevato essendo direttamente collegato al terminale d'uscita a potenziale più elevato.

6. Dispositivo secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che ciascun circuito convertitore comprende un transistor MOSFET (T) avente il gate collegato all'uscita di un circuito di pilotaggio (DR), il drain collegato a detto terminale di ingresso a potenziale più elevato attraverso un diodo di ricircolo (D), ed il source collegato all'altro terminale di ingresso;

un induttore (L) collegato fra il drain di detto transistor (T) e il terminale d'uscita a potenziale più basso (END); e

un condensatore (F) connesso fra i terminali d'uscita.

7. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni

cazioni 1 a 6, caratterizzato dal fatto che comprende un circuito di controllo (CK) atto a fornire segnali di temporizzazione a detti circuiti convertitori (S1, S2, S3, S4) in vista di determinare il funzionamento di detti circuiti convertitori (S1, S2, S3, S4) in modo sfasato tra di loro.

8. Dispositivo secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detti segnali di temporizzazione hanno frequenza fissa.

9. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 8, caratterizzato dal fatto che è predisposto per attuare un controllo del tipo ad anello chiuso della tensione di uscita (Vout).

10. Dispositivo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che ognuno di detti circuiti convertitori (S1, S2, S3, S4) è predisposto per attuare un controllo ad anello chiuso della corrente (Ip) transitante attraverso di esso, internamente all'anello generale di controllo della tensione di uscita (Vout).

11. Dispositivo secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che ognuno di detti circuiti convertitori (S1, S2, S3, S4) controlla la corrente (Ip), transitante attraverso di esso, in modo tale per cui essa non superi un valore di soglia predeter-

minato (I^*).

12. Dispositivo secondo la rivendicazione 10 o la 11, caratterizzato dal fatto che ognuno di detti circuiti convertitori (S_1, S_2, S_3, S_4) è provvisto di mezzi atti a rilevare detta corrente (I_p), transitan-
te attraverso di esso, in vista di effettuarne il controllo.

13. Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detti mezzi atti a rilevare detta corrente (I_p) comprendono un resistore di shunt.

14. Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detti mezzi atti a rilevare detta corrente (I_p) comprendono un condensatore di misura (CM) ed un resistore di misura (RM), collegati in serie tra loro, in parallelo ad un induttore (L) di detto circuito convertitore di tensione a commutazione, e dimensionati in modo tale da generare, al terminale comune tra detto condensatore di misura (CM) e detto resistore di misura (RM), un segnale in tensione (V_{mis}) indicativo della corrente (I_p) transi-
tante in detto circuito convertitore.

15. Dispositivo secondo la rivendicazione 12, in cui ognuno di detti circuiti convertitori (S_1, S_2, S_3, S_4) comprende almeno un transistor (T) del tipo

MOSFET allo scopo di controllare detta corrente (I_p) transitante in detto circuito convertitore, caratterizzato dal fatto che detto transistor (T) è un transistor del tipo SENSEFET, atto a generare un segnale indicativo di detta corrente (I_p).

16. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 15, caratterizzato dal fatto che ognuno di detti circuiti convertitori ($S1$, $S2$, $S3$, $S4$) è provvisto di un proprio fusibile di protezione.

17. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 16, caratterizzato dal fatto che comprende condensatori di filtraggio in ingresso (FPD) ed in uscita (F) in comune per detta pluralità di circuiti convertitori ($S1$, $S2$, $S3$, $S4$).

18. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 17, caratterizzato dal fatto che ognuno di detti circuiti convertitori ($S1$, $S2$, $S3$, $S4$) comprende un circuito di smorzamento (CS , $DS1$, $DS2$, Ld), atto a smorzare transitori di tensione veloci in detto circuito convertitore.

19. Dispositivo secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto che detto circuito di smorzamento (CS , $DS1$, $DS2$) impiega, come induttanza aggiuntiva (Ld), l'induttanza omopolare di un induttore (L) di detto circuito convertitore.

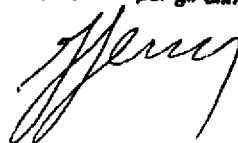
20. Dispositivo secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che detta induttanza omopolare viene utilizzata mediante il collegamento, di detto circuito di smorzamento (CS, DS1, DS2) ad una presa centrale (TC) di detto induttore (L) di detto circuito convertitore.

21. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 21, caratterizzato dal fatto che detti circuiti convertitori (S1, S2, S3, S4) sono in numero di quattro.

22. Dispositivo regolatore di tensione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che, per l'impiego su un veicolo il cui impianto elettrico è sprovvisto di batteria, comprende mezzi atti a consentire l'alimentazione elettrica dei circuiti di controllo del dispositivo regolatore nelle fasi di avviamento del motore dell'auto-veicolo.

Il tutto sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

PER INCARICO
Dott. Francesco SERRA
N. Iscriz. ALBO 90
(in proprio e per gli altri)



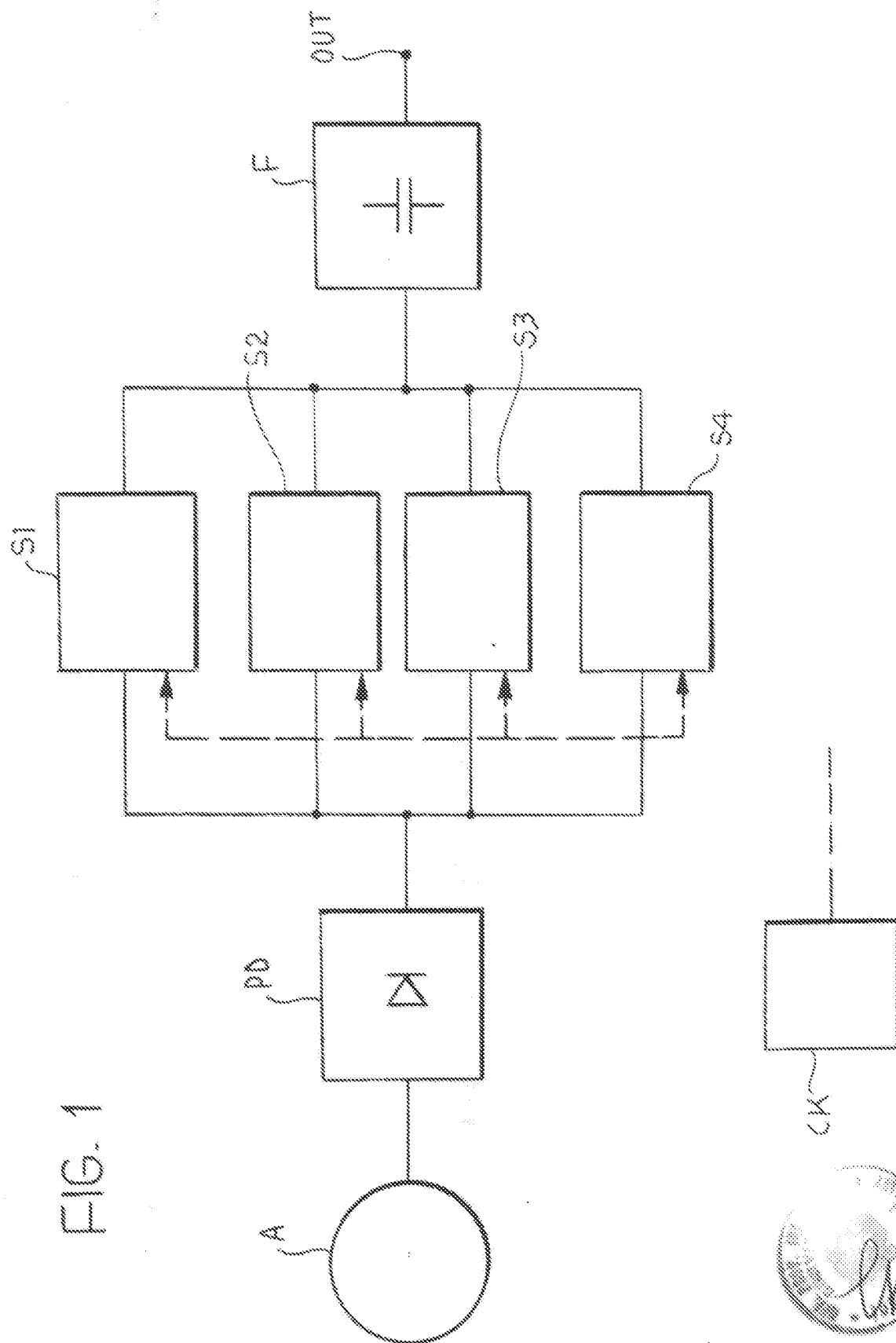


FIG. 1

Per incarico di : MAGNETI MARELLI SPA

Inge. Luciano BOSOTTI
N. iscritt. ALBO 260
(Io proprio e per gli altri)

FIG. 2

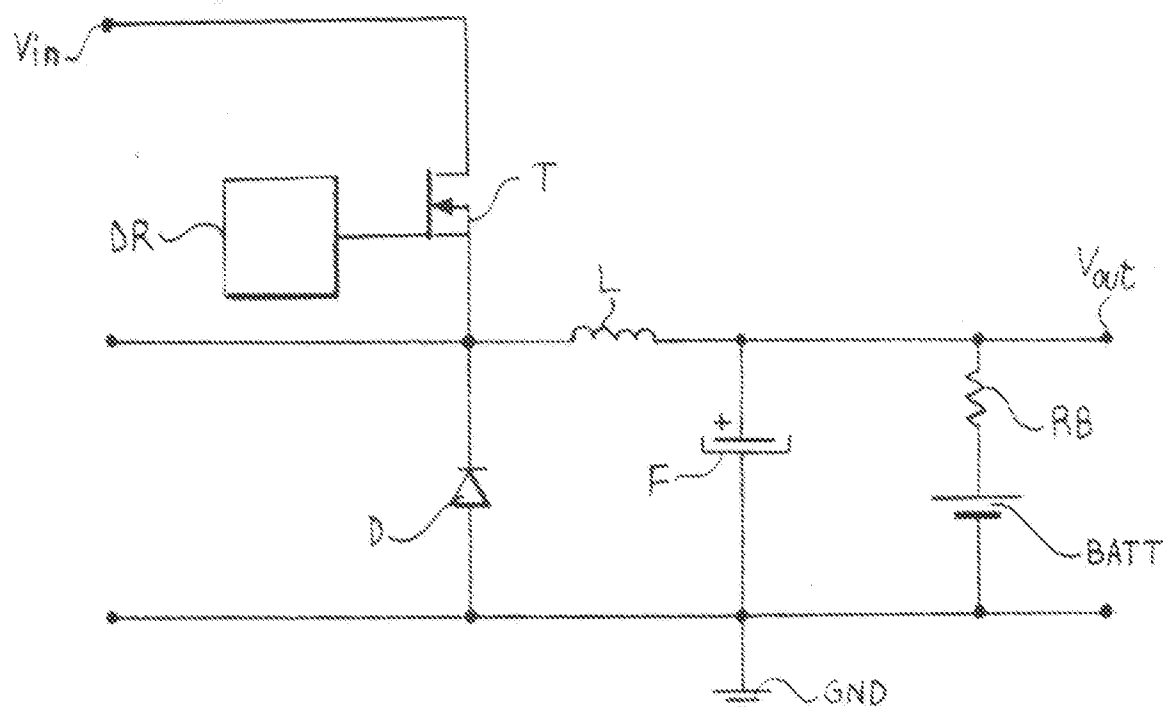
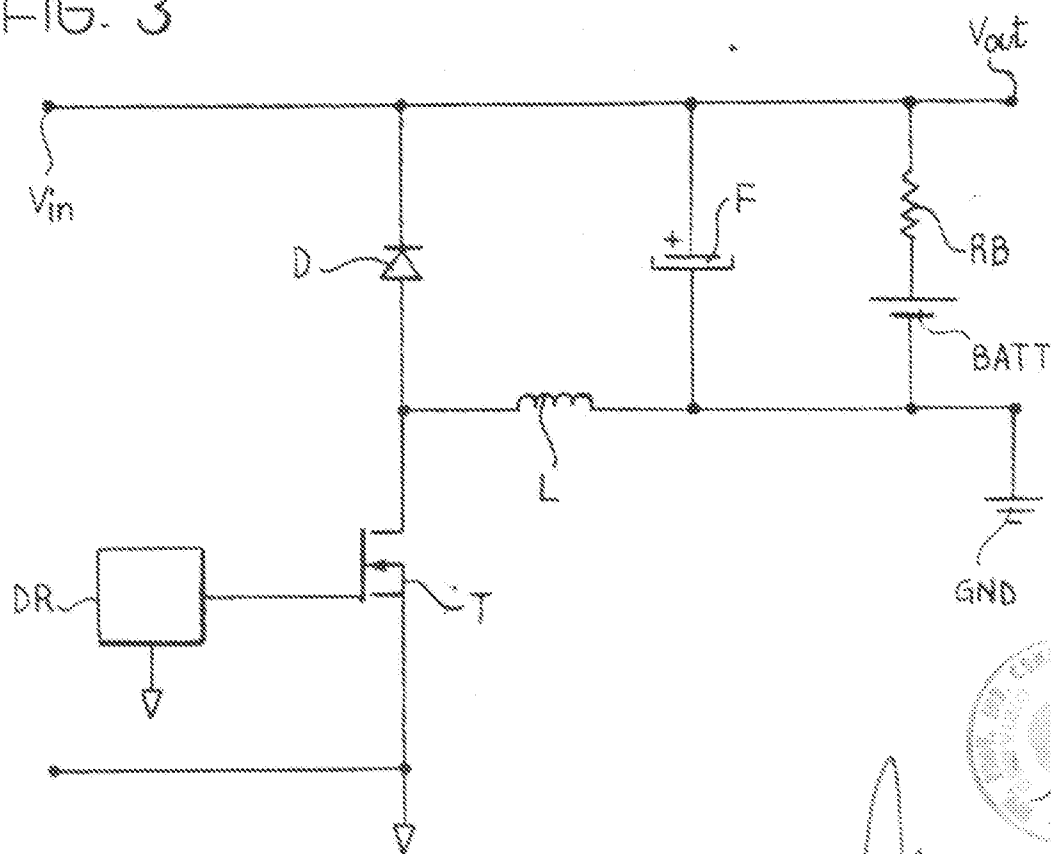


FIG. 3



L

Per incarico di : MAGNETI MARELLI SPA

Ing. Luciano BOSOTTI
N. borse ALBO 240
fbo proprio e per gli altri



2/5

FIG. 4

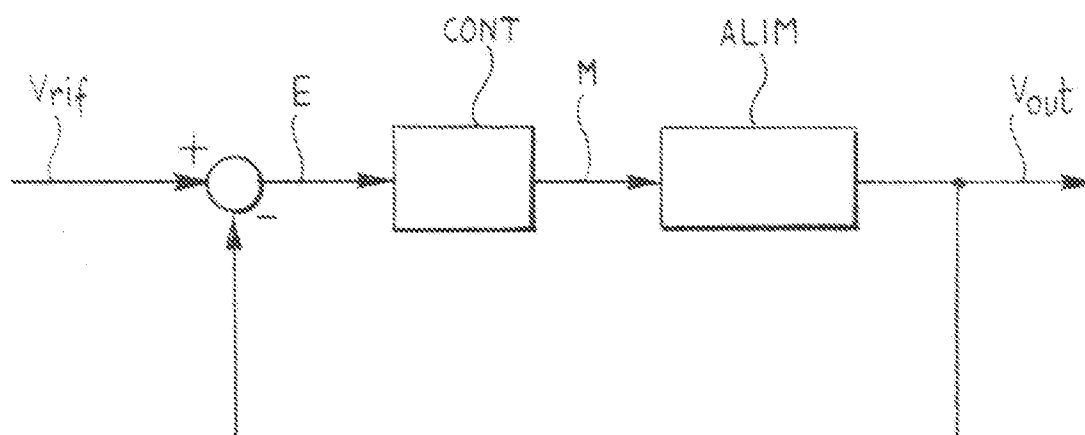
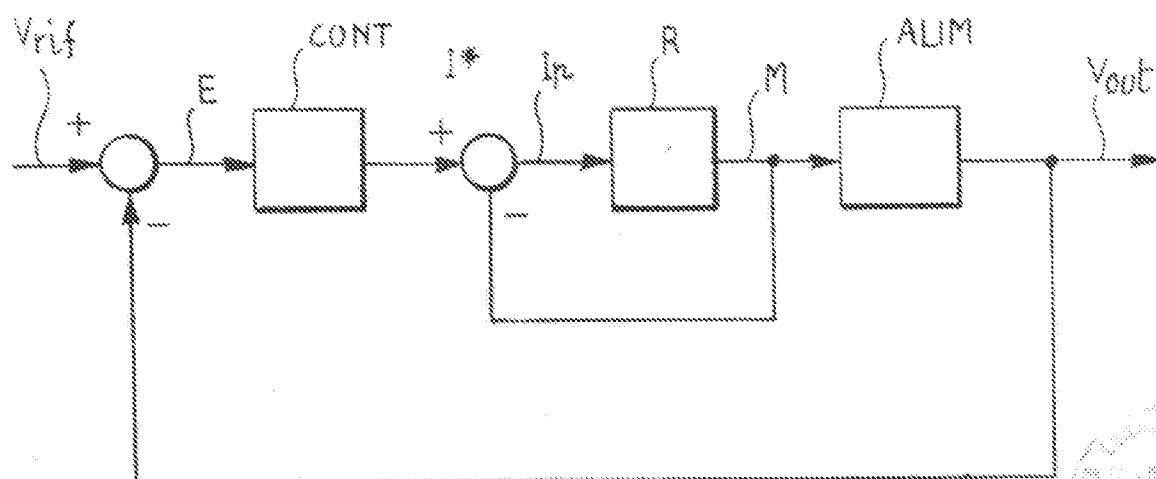


FIG. 5



Per incarico di : MAGNETI MARELLI SPA

Ing. Luciano BOSCHI
N. iscr. ALBO 850
(in proprio e per gli altri)



FIG. 6

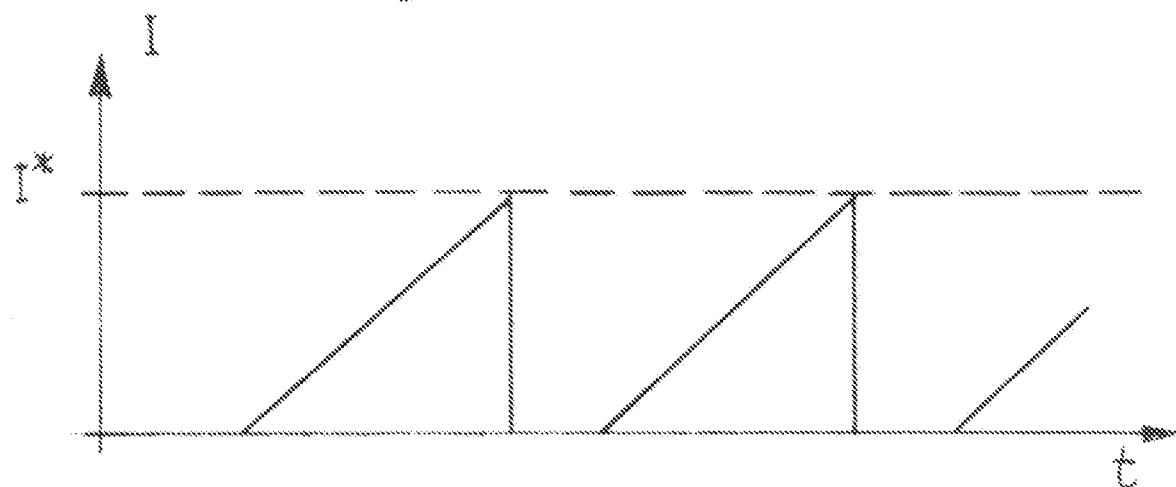


FIG. 7

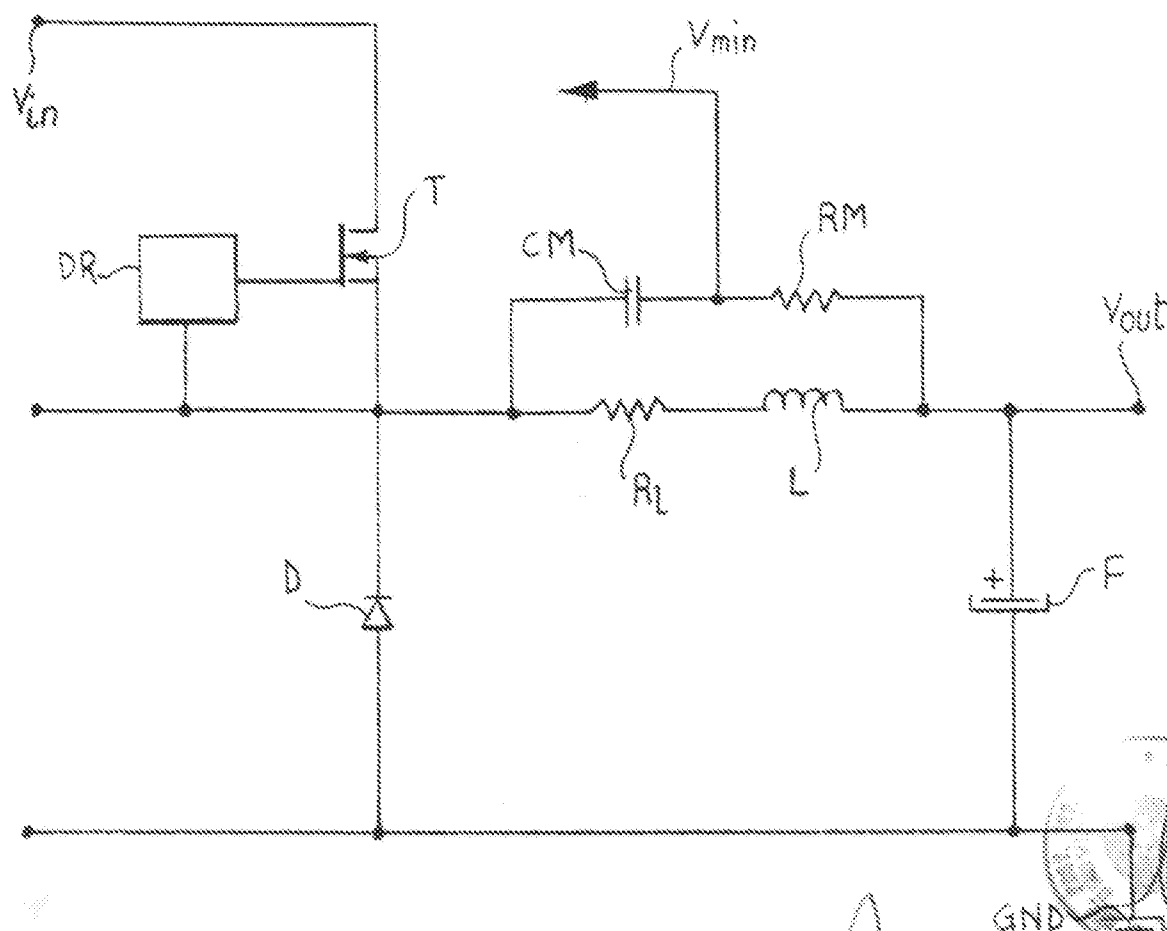


FIG. 8

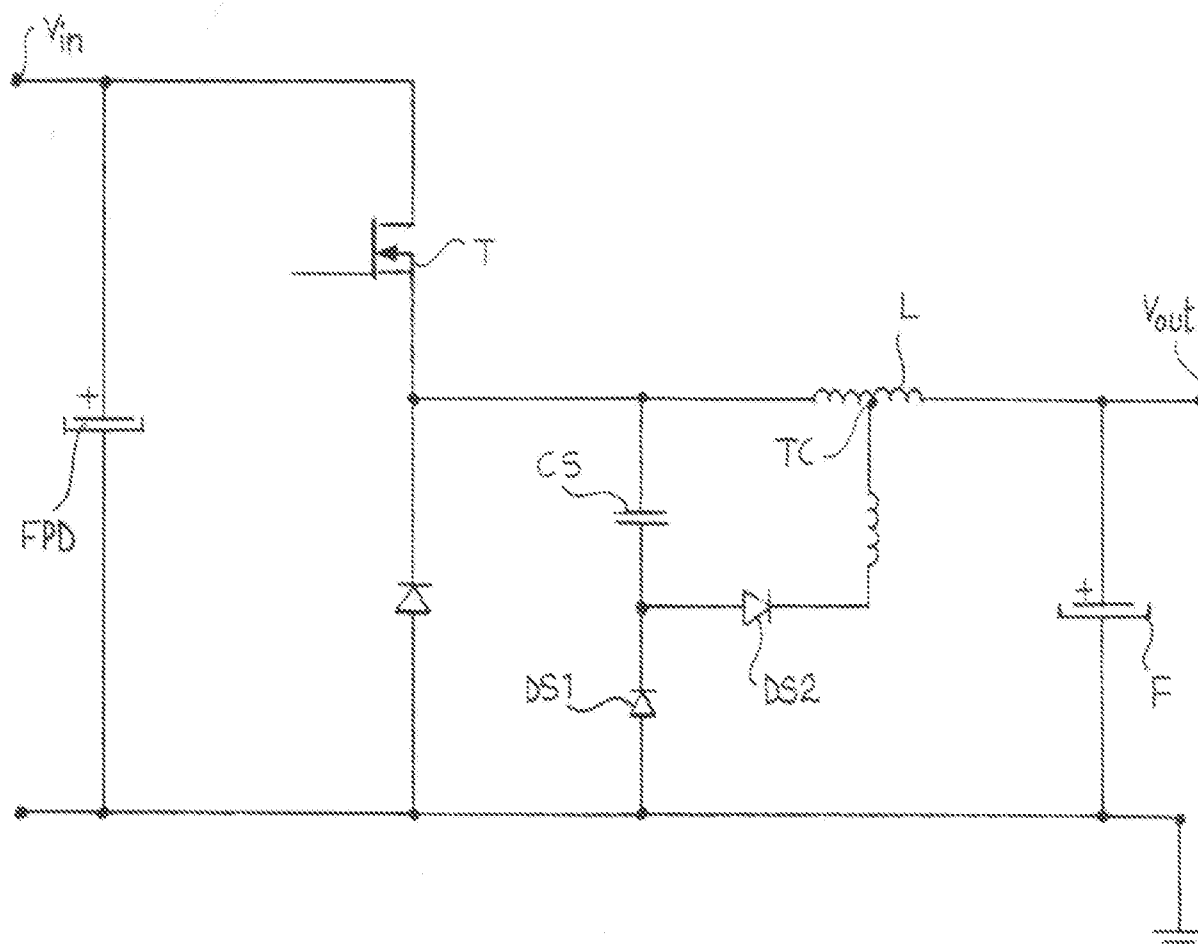


FIG. 9

