



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	101999900754584
Data Deposito	23/04/1999
Data Pubblicazione	23/10/2000

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	M		

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	L		

Titolo

CONVERTITORE DC/DC A PIU' USCITE, PARTICOLARMENTE PER L'IMPIEGO A BORDO DI AUTOVEICOLI

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Convertitore dc/dc a più uscite, particolarmente per l'impiego a bordo di autoveicoli"

Di: MAGNETI MARELLI S.p.A., nazionalità italiana,

Via Griziotti 4 - 20100 Milano

Inventore designato: Andrea NEPOTE

TO 99A 000323

Depositata il: 23 aprile 1999

* * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un convertitore dc/dc a più uscite.

In svariate applicazioni si utilizzano convertitori dc/dc aventi l'ingresso collegato ad una sorgente di tensione continua di alimentazione, quale una batteria, per fornire in corrispondenza di una pluralità di uscite tensioni regolate con valori o livelli sia superiori che inferiori a quelli della tensione della sorgente.

I convertitori dc/dc sinora utilizzati a tale scopo presentano svariati inconvenienti, in particolare un costo e dimensioni di ingombro rilevanti.

La topologia circuitale che tradizionalmente è più frequentemente utilizzata per siffatti convertitori è quella cosiddetta di tipo "fly-

JACOBI & PERANI S.p.A.

back". Tale topologia richiede in generale un singolo commutatore elettronico controllato ed un singolo componente magnetico (trasformatore con un avvolgimento primario e uno o più avvolgimenti secondari, tutti avvolti sul medesimo nucleo). Tale topologia circuitale presenta peraltro l'inconveniente che le correnti fluenti nell'avvolgimento primario e nei condensatori di ingresso presentano valori elevati. I condensatori di ingresso debbono presentare un'elevata capacità. Si hanno inoltre problemi dal punto di vista della dissipazione termica e della compatibilità elettromagnetica. Nella topologia circuitale di tipo "fly-back" l'induttanza di dispersione del trasformatore comporta uno scadimento del rendimento complessivo di conversione. Si rende inoltre in generale necessario ricorrere a circuiti di clamp o circuiti snubber, con condensatori di potenza.

Secondo la tecnica anteriore, in taluni casi vengono utilizzati diversi convertitori dc/dc in parallelo od in serie, con topologie eventualmente diverse, a seconda della destinazione delle loro tensioni di uscita. Ogni uscita può essere in questo caso regolata in modo indipendente. Tale

soluzione peraltro comporta l'impiego di una pluralità di componenti magnetici, nonché di una pluralità di commutatori elettronici controllati, con costi quindi elevati.

E' dunque uno scopo della presente invenzione di realizzare un nuovo e migliorato convertitore dc/dc a più uscite, particolarmente per l'impiego a bordo di autoveicoli, che consenta in particolare di generare una tensione di uscita di valore superiore a quello della sorgente di ingresso, ad esempio per il pilotaggio di iniettori di combustibile, ed almeno una tensione regolata, di ad esempio circa 6 V, per l'alimentazione di circuiti e componenti di tipo logico.

Questo ed altri scopi vengono realizzati secondo l'invenzione con un convertitore dc/dc le cui caratteristiche essenziali sono definite nell'annessa rivendicazione 1.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione appariranno dalla descrizione dettagliata che segue, effettuata a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1 è uno schema circuitale di un primo modo di realizzazione di un convertitore

dc/dc secondo l'invenzione;

la figura 2 è uno schema circuitale di un secondo convertitore dc/dc secondo l'invenzione;

la figura 3 è una serie di diagrammi che mostrano, in funzione del tempo t riportato in ascissa, andamenti esemplificativi di grandezze elettriche e segnali nel convertitore secondo la figura 2; e

la figura 4 è uno schema circuitale di una variante di realizzazione del convertitore secondo la figura 2.

Nella figura 1 con 1 è indicata una sorgente di tensione continua di alimentazione, quale la batteria di bordo di un autoveicolo. Nella figura 1 la sorgente 1 ha il polo negativo collegato alla massa, ed il polo positivo collegabile tramite un interruttore 2 all'ingresso I di un convertitore dc/dc complessivamente indicato con C.

L'interruttore 2 è ad esempio un interruttore incorporato nel commutatore di accensione e di avviamento di un autoveicolo, azionabile manualmente a mezzo di una chiave K.

Il convertitore C presenta due uscite O1 e O2.

Nella realizzazione illustrata nella figura 1 il convertitore C comprende un circuito

convertitore principale MC ed un circuito convertitore ausiliario AC.

L'ingresso e l'uscita del circuito convertitore principale MC corrispondono all'ingresso I ed all'uscita O1 del circuito convertitore dc/dc C nel suo complesso. L'ingresso del circuito convertitore ausiliario AC è, come verrà meglio descritto nel seguito, collegato all'uscita del convertitore principale, e la sua uscita corrisponde all'uscita O2 del convertitore C nel suo complesso.

Il convertitore principale MC è di tipo "boost". In modo per sé noto, nella realizzazione esemplificativamente illustrata tale convertitore principale comprende un condensatore di ingresso C_1 , collegato fra l'ingresso I e la massa, un induttore L collegato fra l'ingresso I ed il drain di un transistor MOSFET M il cui source è collegato alla massa. Un diodo D ha l'anodo collegato al drain del transistor M, ed il catodo collegato all'uscita O1. Un condensatore di uscita C_o è collegato fra il catodo del diodo D e la massa.

Il gate del transistor M è collegato ad una uscita di un'unità elettronica di controllo ECU.

Quest'ultima, in modo parimenti per sé noto, è predisposta per applicare al gate di tale transistoro un segnale di pilotaggio, ad esempio a larghezza di impulso modulata (PWM). Nel funzionamento, all'uscita O1 del convertitore principale MC è resa disponibile una tensione continua di valore più elevato di quello della tensione erogata dalla sorgente 1. L'unità ECU è predisposta per regolare la tensione all'uscita O1, modificando, se del caso, il segnale applicato al gate del transistoro M.

Nella realizzazione secondo la figura 1 il convertitore ausiliario AC è di tipo "step-down" o "buck". Tale convertitore ausiliario ha l'ingresso collegato all'uscita O1 del convertitore principale MC preferibilmente tramite un diodo D1, il quale ha l'anodo collegato a detta uscita O1.

Nell'esempio di realizzazione illustrato, il convertitore ausiliario AC in modo per sé noto comprende un transistoro MOSFET M1, avente il drain collegato al catodo del diodo D1. Un induttore L1 è collegato fra il source del transistoro M1 e l'uscita O2. Un diodo D3 ha il catodo collegato al source del transistoro M1, e l'anodo collegato alla massa. Un condensatore d'uscita C₀₁ è collegato fra

il terminale di uscita O2 e la massa.

Il gate del transistor M1 è collegato ad un'altra uscita dell'unità elettronica di controllo ECU.

Vantaggiosamente, sebbene non necessariamente, l'ingresso del convertitore ausiliario AC è collegato al polo positivo della sorgente di tensione 1 tramite un ulteriore diodo D2. Tale diodo ha in particolare l'anodo direttamente collegato al polo positivo della sorgente 1.

Attraverso i diodi D1 e D2 l'ingresso del convertitore ausiliario AC risulta di fatto collegato in modo OR all'uscita O1 del convertitore principale MC ed alla sorgente di tensione 1. Lo scopo di tale collegamento verrà chiarito nel seguito.

Nel funzionamento, sotto il controllo dell'unità ECU, il convertitore ausiliario AC fornisce all'uscita O2 una tensione continua regolata, di valore più basso di quello della sorgente 1, ad esempio una tensione di circa 6 V.

Il convertitore dc/dc C della figura 1 presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, esso comprende un unico transistor di potenza, che è il transistor M del

convertitore principale MC. Il transistor M1 del convertitore ausiliario AC è di bassa potenza, ed esso può essere realizzato in forma integrata nel controller ECU associato al convertitore. All'ingresso del convertitore ausiliario AC vi è sempre una tensione più che adeguata, anche nel caso in cui la tensione erogata dalla sorgente 1 scenda verso l'estremo inferiore del suo campo di variabilità.

L'induttanza L del convertitore principale MC esercita anche un'efficace azione filtrante per la riduzione delle emissioni elettromagnetiche dell'intero convertitore C.

Il convertitore C presenta inoltre tutti i vantaggi intrinseci all'impiego di un convertitore di tipo "boost", quale il fatto che il valore efficace della corrente nell'induttore L è molto più prossimo al valore medio, ed il fatto che l'induttanza di dispersione non comporta uno scadimento del rendimento.

Desiderando realizzare un convertitore dc/dc con più di due uscite, è possibile accoppiare all'uscita del convertitore principale MC l'ingresso di ulteriori convertitori ausiliari, quali quello già descritto, oppure accoppiare

magneticamente all'induttore L del convertitore principale, tramite un nucleo magnetico, un avvolgimento secondario con un diodo in serie, e con un condensatore in parallelo all'uscita, per realizzare un convertitore ausiliario di tipo essenzialmente "fly-back".

I diodi D1 e D2 consentono di realizzare una funzione cosiddetta di "power-latch", per consentire l'erogazione di una tensione continua all'uscita O2 per qualche tempo dopo l'apertura dell'interruttore 2 a mezzo della chiave K, ad esempio per consentire che circuiterie logiche di controllo alimentate attraverso detta uscita possano portare a termine operazioni o routine prestabilite, da effettuarsi al cosiddetto "key-off".

Evidentemente, nel normale funzionamento, dunque con l'interruttore 2 chiuso, l'ingresso del convertitore ausiliario AC viene alimentato dall'uscita O1 del convertitore principale MC, la quale si trova a tensione più elevata di quella erogata dalla sorgente 1.

Nella figura 2 è mostrato un altro convertitore dc/dc C secondo l'invenzione. In tale figura, a parti ed elementi già descritti con

riferimento alla figura 1, sono stati attribuiti nuovamente gli stessi simboli alfanumerici di riferimento.

Il convertitore C secondo la figura 2 comprende anch'esso un convertitore principale MC ed (almeno) un convertitore ausiliario AC.

Il convertitore principale MC è sostanzialmente identico a quello già descritto con riferimento alla figura 1.

Il convertitore ausiliario AC della figura 2 comprende un avvolgimento L' accoppiato magneticamente all'avvolgimento L del convertitore principale MC attraverso un nucleo comune CC su cui sono avvolti entrambi tali avvolgimenti. Nel complesso gli avvolgimenti L e L' formano un trasformatore.

L'avvolgimento L' ha un capo collegato alla massa e l'altro capo collegato all'anodo di un diodo D4 che è collegato all'uscita O2 attraverso il percorso drain-source di un transistor MOSFET M1. Un condensatore di uscita C_{O1} è collegato fra il terminale di uscita O2 e la massa.

Il convertitore ausiliario AC è sostanzialmente un convertitore di tipo fly-back, nel quale la presenza del transistor M1 consente

di attuare una regolazione della tensione continua fornita in corrispondenza dell'uscita O2. A tale scopo, l'unità ECU, che pilota entrambi i transistori M e M1, è predisposta per sorvegliare la tensione sul condensatore di uscita C_{O1} del convertitore ausiliario, e per abilitare il transistore M1 quando tale tensione scende sotto un valore di soglia prefissato.

Nella figura 3 dei disegni allegati sono mostrati andamenti esemplificativi, in funzione del tempo t riportato in ascissa, di alcune grandezze elettriche e segnali nel convertitore mostrato nella figura 2.

Nel grafico superiore della figura 3 è mostrato l'andamento della corrente I_L fluente nell'avvolgimento L del convertitore principale MC a seguito dell'applicazione al gate del transistore M di un segnale di controllo a larghezza di impulso modulata (PWM), il cui andamento esemplificativo è indicato con A nella figura 3.

Nel terzo grafico della figura 3 è mostrato l'andamento esemplificativo della corrente I_L nell'avvolgimento secondario L' del convertitore ausiliario AC. L'andamento di tale corrente è sostanzialmente quello di una sequenza di impulsi.

Il quarto grafico della figura 3 mostra qualitativamente l'andamento della tensione sul condensatore d'uscita C_{O1} del convertitore ausiliario AC, ovvero della tensione VO2 erogata in corrispondenza dell'uscita O2.

I grafici presentati nella figura 3 si riferiscono ad un pilotaggio del convertitore ausiliario AC del tipo cosiddetto "pulse-skip", in cui il transistor M1 è abilitato dall'unità ECU a mezzo di un segnale di abilitazione indicato con B nelle figure 2 e 3. Tale segnale viene prodotto dall'unità ECU sulla base dell'andamento della tensione di uscita VO2. Come si vede nella figura 3, quando la tensione VO2 scende sotto un valore di soglia, l'unità ECU tramite il segnale B rende conduttivo il transistor M1, e ciò sino a che la tensione VO2 ritorna al di sopra di un valore di soglia, che può essere uguale al valore precedente, o differire da questo per un margine di isteresi. Convenientemente, al fine di ridurre i problemi legati all'induttanza parassita degli avvolgimenti, l'unità di controllo ECU è convenientemente predisposta per disabilitare il transistor M1 soltanto durante un intervallo di tempo in cui il transistor M del convertitore principale MC è

conduttivo, così come è mostrato nei grafici della figura 3.

Anche nel caso del convertitore secondo la figura 2, il commutatore elettronico M1 del convertitore ausiliario AC può essere eventualmente realizzato integrato con il controller ECU.

Inoltre, altre tensioni di uscita possono essere rese disponibili "duplicando" o "moltiplicando" il convertitore ausiliario, con gli avvolgimenti dei vari convertitori ausiliari accoppiati all'avvolgimento del convertitore principale a mezzo di un medesimo nucleo.

Nella figura 4 è mostrata una variante di realizzazione del convertitore C della figura 2. Nella figura 4, a parti ed elementi già descritti sono stati attribuiti nuovamente gli stessi simboli alfanumerici di riferimento.

Nel convertitore ausiliario AC della figura 4, oltre al commutatore elettronico M1 collegato a un capo dell'avvolgimento L1, è previsto un ulteriore commutatore elettronico (transistore MOSFET) M2 con il percorso drain-source interposto fra l'altro capo dell'avvolgimento L' ed il polo positivo della sorgente di tensione 1. Il gate del transistore M2 è collegato ad una corrispondente uscita dell'unità

di controllo ECU.

Un diodo D5 ha l'anodo collegato a massa ed il catodo collegato all'avvolgimento L'. L'unità di controllo ECU è predisposta per disabilitare e rispettivamente abilitare la conduzione nel transistore M2 in un primo e rispettivamente in un secondo modo di funzionamento.

In particolare, l'unità ECU è predisposta per disabilitare il transistore M2 quando l'interruttore 2 è chiuso ("key-on"). In tale condizione il convertitore ausiliario AC della figura 4 opera esattamente allo stesso modo del convertitore ausiliario secondo la figura 2.

Quando l'interruttore 2 viene aperto ("key-off"), l'unità ECU determina il passaggio in conduzione del transistore M1, per cui il convertitore ausiliario AC è ancora in grado di erogare, in corrispondenza dell'uscita O2, una tensione continua regolata, per permettere a circuiterie logiche di portare a termine operazioni e routine previste per il "key-off".

Nella condizione di "key-off", l'unità ECU può pilotare il transistore M2 del convertitore ausiliario AC in modo tale per cui tale convertitore opera essenzialmente come "step-down"

o "buck", utilizzando come induttore l'avvolgimento L' del trasformatore.

In definitiva, il transistor M2 consente di attuare anche nel convertitore secondo la figura 2 la funzione di "power-latch" che nel convertitore secondo la figura 1 è resa possibile a mezzo dei diodi D1 e D2.

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione come definita nelle annesse rivendicazioni.

Così, ad esempio, nel convertitore ausiliario AC della figura 4 il diodo D4 può essere disposto fra il transistor M2 ed il catodo del diodo D5, in disposizione a catodo comune.

RIVENDICAZIONI

1. Convertitore dc/dc (C) a più uscite (O1, O2), particolarmente per l'impiego a bordo di autoveicoli, caratterizzato dal fatto che comprende un ingresso (I) destinato ad essere collegato ad una sorgente di tensione continua di alimentazione (1), quale una batteria,

un circuito convertitore principale (MC) di tipo "boost", accoppiato a detto ingresso (I) per fornire ad una prima uscita (O1) una prima tensione che è più elevata di quella della sorgente (I), e

un circuito convertitore ausiliario (AC), accoppiato al circuito convertitore principale (MC) ed includente un commutatore elettronico (M1) controllabile per fornire ad una seconda uscita (O2) una seconda tensione continua regolata.

2. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 1 in cui il circuito convertitore ausiliario (AC) è del tipo "step-down" o "buck", ed ha l'ingresso collegato all'uscita (O1) del convertitore principale (MC).

3. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 2, in cui l'ingresso (I) del convertitore principale (MC) è accoppiabile alla sorgente di tensione (1) attraverso un interruttore (2), ed in

cui l'ingresso del convertitore ausiliario (AC) è collegato in modo OR all'uscita (O1) del convertitore principale (MC) ed a detta sorgente di tensione (1).

4. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 1, in cui il convertitore principale (MC) comprende un primo avvolgimento (L) avvolto su un nucleo (CC) di materiale magnetico ed a cui è connesso un commutatore elettronico controllabile (M), ed il convertitore ausiliario (AC) è essenzialmente di tipo "fly-back" e comprende un secondo avvolgimento (L') avvolto sul medesimo nucleo (CC) di detto primo avvolgimento (L).

5. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 4, in cui il convertitore ausiliario (AC) comprende un commutatore elettronico controllabile (M1) in serie a detto secondo avvolgimento (L').

6. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 5, in cui il convertitore principale (MC) comprende un commutatore elettronico (M), e un'unità di controllo (ECU) ha una prima uscita (A) collegata all'ingresso di comando di detto commutatore (M) ed una seconda uscita (B) collegata all'ingresso di comando del commutatore (M1) del convertitore ausiliario (AC); detta unità di controllo (ECU)

essendo predisposta per disabilitare il commutatore (M1) del convertitore ausiliario (AC) soltanto mentre il commutatore (M) del convertitore principale (MC) è conduttivo.

7. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 6, in cui detta unità di controllo (ECU) è predisposta per rendere conduttivo il commutatore (M1) del convertitore ausiliario (AC) quando la tensione all'uscita (O2) di tale convertitore (AC) è inferiore ad un valore prefissato.

8. Convertitore dc/dc secondo una delle rivendicazioni 5 a 7, in cui il convertitore ausiliario (AC) comprende un primo commutatore elettronico controllabile (M1) essenzialmente in serie a detto secondo avvolgimento (L') ed un secondo commutatore elettronico controllabile (M2) collegato fra detto secondo avvolgimento (L') e la sorgente di tensione (1), ed in cui la od un'unità di controllo (ECU) è predisposta per disabilitare e rispettivamente abilitare tale secondo commutatore elettronico (M2) in un primo e rispettivamente in un secondo modo di funzionamento.

9. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 8, in cui l'ingresso del convertitore principale (MC) è collegabile alla sorgente di tensione (1)

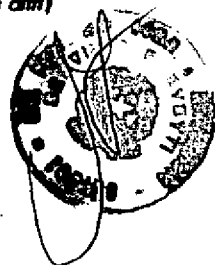
attraverso un interruttore (2), in particolare un interruttore (2) ad azionamento manuale, e detta unità di controllo (ECU) è predisposta per attuare detto primo e rispettivamente detto secondo modo di funzionamento quando tale interruttore (2) è chiuso e rispettivamente quando tale interruttore (2) viene aperto.

10. Convertitore dc/dc secondo la rivendicazione 8 o 9, in cui in detto secondo modo di funzionamento l'unità di controllo (ECU) è predisposta per mantenere il primo commutatore (M1) del convertitore ausiliario (AC) permanentemente abilitato e per pilotare il secondo commutatore (M2) del convertitore ausiliario (AC) in modo tale per cui tale convertitore (AC) opera essenzialmente come convertitore di tipo "step-down" o "buck".

11. Convertitore dc/dc a più uscite, particolarmente per l'uso a bordo di autoveicoli, sostanzialmente secondo quanto descritto ed illustrato, e per gli scopi specificati.

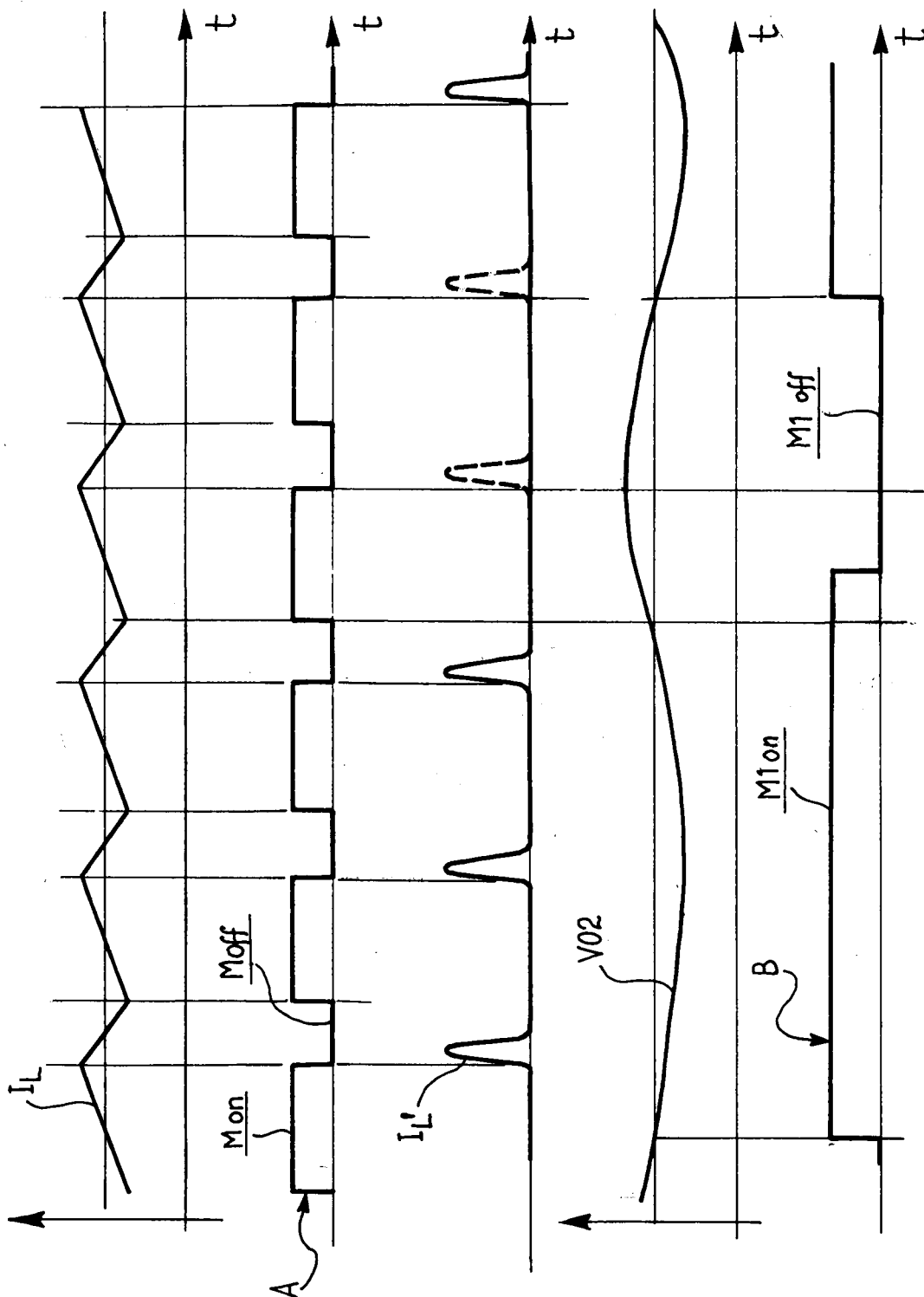
PER INCARICO

Dott. Francesco SERRA
R. GEN. ALBO 90
(in proprio e per gli altri)



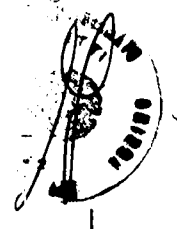
JACOBI & PERANI S.p.A.

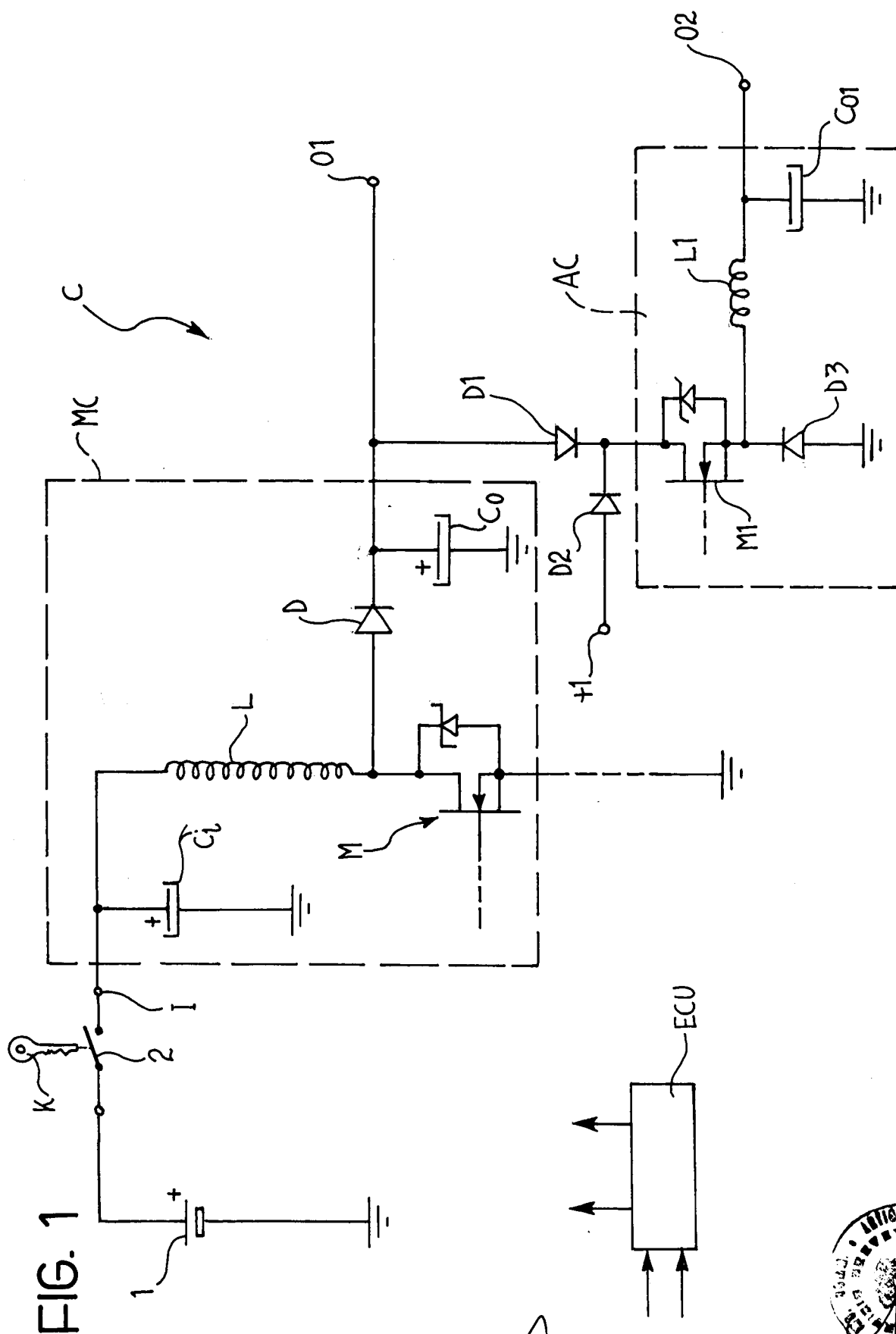
FIG. 3



Per incarico di MAGNETI MARELLI S.P.A.

Ing. Luciano BOSOTTI
N. iscriz. ALBO 260
(in proprio e per gli altri)





Per incarico di MAGNETI MARELLI S.P.A.

Ing. Luciano BOSOTTI
N. iscriz. ALBO 260
(In proprio o per gli altri)



