



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

# UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101990900145557</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>18/10/1990</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>18/04/1992</b>

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
G	05	F		

Titolo

CIRCUITO DI CONTROLLO PER UN MOTORE ELETTRICO BRUSHLESS AD N FASI PRIVO DI SENSORI DELLA POSIZIONE DEL ROTORE.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:  
"Circuito di controllo per un motore elettrico  
brushless ad n fasi privo di sensori della posizio-  
ne del rotore"

di: INDUSTRIE MAGNETI MARELLI S.p.A., nazionalità  
italiana, Via Adriano 81, Milano

Inventore Designato: ~~0000~~ Pietro DE FILIPPIS

Depositato il: 18 Ottobre 1990

67801 A-90

\* \* \*

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un circuito di controllo per un motore elettrico brushless privo di sensori della posizione angolare del rotore.

Più specificamente, l'invenzione ha per oggetto un circuito di controllo per un motore elettrico brushless ad n fasi, in cui ad ogni fase è associato un rispettivo dispositivo commutatore elettronico controllato; il circuito di controllo comprendendo:

un circuito di lancio predisposto per comandare, quando riceve un primo segnale di comando, l'avviamento controllato del motore, pilotando detti commutatori elettronici secondo modalità prestabilite fino al ricevimento di un secondo segnale di comando;

un circuito di controllo dinamico collegato alle fasi del motore ed atto a rilevare le forze elettromotrici sviluppate in dette fasi, ad emettere detto secondo segnale di comando quando il motore si è avviato sotto il controllo del circuito di lancio, ed a pilotare quindi detti commutatori elettronici in funzione di un segnale di ingresso; e

mezzi circuitali di accoppiamento atti ad accoppiare agli ingressi di comando di detti commutatori elettronici le uscite del circuito di lancio nella fase di avviamento e quindi, a motore avviato, le uscite del circuito di controllo dinamico, al ricevimento di un segnale di abilitazione.

In numerose applicazioni vengono utilizzati motori elettrici di tipo brushless privi di sensori (tipicamente sensori ad effetto Hall) della posizione angolare del rotore. In tali applicazioni l'elettronica di pilotaggio del motore brushless ricava informazioni circa la posizione angolare del rotore osservando la forma d'onda delle forze elettromotrici che si sviluppano ai capi di ogni fase del motore. Ciò è tuttavia possibile soltanto in regime dinamico, cioè mentre il rotore è in movimento.

Quando il motore deve essere avviato da fermo,

poiché nelle sue fasi non sono indotte forze elettromotrici l'elettronica di pilotaggio non dispone di informazioni sulla base delle quali essa possa correttamente pilotare i commutatori elettronici associati alle singole fasi. A tale problema si rimedia tipicamente facendo partire il motore brushless come si fa con i motori a passo, cioè lo si pilota a frequenza variabile, partendo da una frequenza sufficientemente bassa, tale da consentire al motore di gestire il carico inerziale del rotore senza perdere il passo, per portarlo quindi mediante una crescita graduale ad una frequenza corrispondente ad una velocità alla quale le forze elettromotrici indotte raggiungono un livello tale da consentire la disattivazione di tale circuito di lancio o di avviamento e l'attivazione del circuito di controllo dinamico. Questo provvede quindi a pilotare il motore sulla base delle forze elettromotrici rilevate nelle fasi ed in funzione di un segnale di comando esterno che esprime la velocità o coppia richiesta al motore.

Lo scopo della presente invenzione è di realizzare un circuito di controllo per un motore elettrico brushless privo di sensori della posizione del rotore, il quale sia realizzabile in modo più

semplice ed economico, e che presenti rispetto ai circuiti anteriori migliori prestazioni, sia in termini di tempo necessario per realizzare l'avviamento del motore, sia in termini di assorbimento di corrente.

Tale scopo viene realizzato secondo l'invenzione mediante un circuito di controllo del tipo sopra specificato, la caratteristica principale del quale risiede nel fatto che il circuito di lancio comprende un generatore di segnali periodici con n uscite destinate ad essere ordinatamente accoppiate agli ingressi di comando dei commutatori elettronici associati alle n fasi del motore, ed un'ulteriore uscita collegata a detti mezzi circuitali di accoppiamento; detto generatore essendo predisposto per presentare:

- su dette n uscite n segnali periodici di comando isofrequenziali aventi rispettive durate attive sequenzialmente sfasate e prive di sovrapposizioni, per il pilotaggio in sequenza di detti commutatori elettronici, e
- su detta ulteriore uscita un segnale periodico di abilitazione isofrequenziale con detti segnali periodici di comando, avente una rispettiva durata o fase attiva non sovrappo-



mentesi a quella di detti segnali periodici di comando;

- a detto generatore essendo associati mezzi circuitali di blocco atti ad interdire l'emissione di detti segnali periodici di comando ed a bloccare permanentemente su detta ulteriore uscita il segnale di abilitazione nella sua fase attiva quando detto circuito di lancio riceve il suddetto secondo segnale di comando.

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

- la figura 1 è uno schema circuitale parzialmente a blocchi di un circuito di controllo per un motore elettrico brushless secondo l'invenzione,

- la figura 2 è uno schema circuitale dettagliato di un modo di realizzazione del circuito di lancio compreso nel circuito di controllo della figura 1, e

- la figura 3 è una serie di diagrammi che mostra l'andamento, in funzione del tempo riportato in ascissa, di alcuni segnali

sviluppati nel circuito di controllo secondo l'invenzione.

Nella figura 1 con 1 è indicato nell'insieme il complesso degli avvolgimenti o fasi di un motore brushless trifase ad una semionda. Tali avvolgimenti, singolarmente indicati con W1, W2 e W3 sono collegati in serie con il percorso d'uscita dei rispettivi dispositivi commutatori elettronici controllati T1, T2 e T3, ad esempio transistori di tipo MOSFET, fra la massa e il terminale positivo di una sorgente di tensione continua  $V_{cc}$ .

L'ingresso di comando (base o gate) di ciascuno di detti commutatori elettronici è collegato ad una rispettiva uscita di un circuito di accoppiamento complessivamente indicato con 2. Tale circuito presenta tre primi ingressi ordinatamente collegati alle uscite F1, F2 e F3 di un circuito di lancio che, come meglio apparirà dal seguito della presente descrizione, è destinato a gestire il motore brushless nelle fasi di avviamento da fermo, sino al raggiungimento di condizioni dinamiche predeterminate.

Il circuito di accoppiamento 2 presenta ulteriori tre ingressi ordinatamente collegati alle uscite G1, G2 e G3 di un circuito 4 di controllo

dinamico atto, in modo per sé noto, a gestire il motore brushless in condizioni dinamiche, cioè dopo le fasi di avviamento da fermo.

Il circuito di controllo dinamico 4 presenta tre ulteriori ingressi E1, E2 e E3 ordinatamente collegati ai punti a, b e c di connessione fra gli avvolgimenti W1, W2 e W3 ed i commutatori elettronici T1, T2, T3.

Il motore brushless considerato è del tipo privo di sensori della posizione angolare relativa del rotore, ed il circuito di controllo dinamico 4 è del tipo (per sé noto) atto a pilotare il motore brushless in condizioni dinamiche ricavando l'informazione circa la posizione angolare relativa del rotore dall'analisi delle forze elettromotrici sviluppate nel funzionamento sulle fasi W1, W2, W3 e rilevate nei punti a, b e c.

Il circuito di lancio 3 ed il circuito di controllo dinamico 4 presentano un rispettivo ingresso a cui viene nel funzionamento applicato un segnale  $I_1$  di comando dell'avviamento del motore ed indicativo della velocità o della coppia desiderata dal motore.

Come apparirà meglio nel seguito, quando il segnale  $I_1$  comanda l'avviamento del motore brushless,



il circuito di controllo dinamico non è in grado di fornire alle sue uscite G1, G2, G3 segnali atti a pilotare correttamente i commutatori T1, T2 e T3, poiché a motore fermo sugli avvolgimenti o fasi W1, W2, W3 non è presente alcuna forza elettromotrice. All'avviamento il segnale I<sub>1</sub> determina dunque l'intervento del circuito di lancio, il quale, come si vedrà, emette sulle sue uscite F1, F2 e F3 segnali atti a determinare l'avviamento del motore brushless. Tali segnali pervengono ai commutatori T1, T2, T3 attraverso circuiti di accoppiamento 2 che in questa fase non lascia passare verso i commutatori i segnali presenti alle uscite G1, G2, G3 del circuito di controllo dinamico 4.

Nella realizzazione semplificativamente illustrata il circuito di accoppiamento 3 comprende tre porte AND A1, A2, A3 aventi ciascuna un ingresso collegato ad una rispettiva uscita G1, G2, G3 del circuito 4, ed un rispettivo secondo ingresso collegato ad un'uscita EN di abilitazione del circuito di lancio 3. Le uscite delle porte A1, A2, A3 sono collegate ordinatamente a primi ingressi di tre porte OR indicate con O1, O2, O3, che presentano rispettivi secondi ingressi ordinatamente collegati alle uscite F1, F2 e F3 del circuito di lancio 3.

CONFERMA CALIBRATA

17  
P.B.

Quando l'uscita di abilitazione EN del circuito di lancio 3 è a livello "0", le porte A1, A2 e A3 sono bloccate, ed impediscono che i segnali forniti in uscita dal circuito di controllo dinamico 4 pervengano ai commutatori elettronici T1, T2 e T3. In tale condizione agli ingressi di comando di detti commutatori possono invece pervenire i segnali forniti dal circuito di lancio 3 in corrispondenza delle sue uscite F1, F2 e F3.

Quando l'uscita di abilitazione EN del circuito di lancio 3 è a livello "1", le porte A1, A2 e A3 trasferiscono alle porte O1, O2, O3 e quindi agli ingressi di comando di T1, T2 e T3 i segnali forniti in uscita dal circuito di controllo dinamico. In questa situazione, che si verifica quando il motore brushless è pilotato a regime dal circuito di controllo dinamico 4, il circuito di lancio 3 è permanentemente bloccato in una condizione in cui il segnale di abilitazione EN è a livello "1" e le uscite F1, F2 e F3 sono a livello "0" per effetto di un segnale  $I_0$  trasmessogli dal circuito di controllo dinamico 4.

Con riferimento alla figura 2, il circuito di lancio 3 comprende un multivibratore astabile complessivamente indicato con 5. Tale multivibratore

comprende in modo per sé noto un amplificatore operazionale OA, un condensatore C1 collegato fra l'ingresso invertente di tale amplificatore e la massa, cinque resistori R1-R5 ed un diodo D1, collegati come mostrato nella figura 2. Nel funzionamento la tensione  $V_{C1}$  oscilla tra due livelli che dipendono dai valori di resistenza dei resistori R1, R2, R3, con una frequenza che dipende dai valori di resistenza di R4, R5 e dal valore di capacità del condensatore C1.

La presenza del diodo D1 consente di dissimmetrizzare i tempi di "on" e di "off" dell'onda quadra fornita in uscita dal multivibratore 5.

Un diodo D2 ha l'anodo collegato al terminale non a massa del condensatore C1, ed il catodo collegato ad un terminale di un resistore R6, all'altro terminale del quale viene applicato nel funzionamento il segnale d'ingresso  $I_1$ .

Un transistor T4 ha il collettore collegato all'anodo di D2, l'emettitore collegato alla massa e la base collegata all'uscita di una porta AND A4. Ad un ingresso di tale porta viene nel funzionamento applicato il segnale  $I_0$  da parte del un circuito di controllo dinamico 4.

Il terminale non a massa del condensatore C1 è

collegato all'ingresso invertente di un comparatore COMP. L'ingresso non-invertente di tale comparatore è collegato alla giunzione fra due resistori R7 e R8, disposti fra la sorgente di tensione continua  $V_{cc}$  e la massa in modo da formare un partitore di tensione. L'uscita del comparatore COMP è collegata ad un primo ingresso di due porte AND A13 e A14 e, tramite un invertitore N1, agli ingressi di ulteriori due porte AND A11 e A12.

L'uscita del multivibratore astabile 5 è collegata ai secondi ingressi delle porte A11 e A14 e, tramite un invertitore N2, ai secondi ingressi delle porte A12 e A13.

L'uscita della porta A14 è collegata al secondo ingresso della porta A4, e costituisce l'uscita di abilitazione EN del circuito di lancio 3.

Le uscite F1, F2 e F3 del circuito di lancio 3 sono costituite dalle uscite delle porte A11, A12, A13.

L'ingresso non-invertente del comparatore COMP è collegato alla base di un transistor T5, il cui percorso emettitore-collettore è collegato fra la sorgente di tensione continua  $V_{cc}$  e il catodo del diodo D2.

Nella figura 3 sono riportati gli andamenti di

alcuni segnali che vengono generati dal circuito di controllo sopra descritto. In particolare sono riportati andamenti esemplificativi dei segnali  $I_0$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  (segnale all'uscita della porta A4 della figura 2),  $V_{C1}$ ,  $V_A$  (uscita del multivibratore astabile 5),  $V_B$  (uscita del comparatore COMP), F1, F2, F3 e EN.

Verrà ora descritto il funzionamento del circuito di controllo per motore brushless sopra descritto, con riferimento ai diagrammi della figura 3.

Si suppone che il motore brushless sia inizialmente fermo. In queste condizioni il segnale  $I_1$  e  $I_0$  sono entrambi a livello "0".

Per determinare l'avviamento del motore brushless ad un istante  $t_0$  il segnale  $I_1$  passa a livello "1". Il multivibratore astabile 5 si avvia: la tensione  $V_{C1}$  sul condensatore C1 cresce in modo esponenziale a partire da un valore sostanzialmente corrispondente alla soglia di tensione  $V_L$  definita dal partitore di tensione R7-R8, e prende ad oscillare fra due valori estremi  $V_{s1}$  e  $V_{s2}$  ( $V_{s2}$  essendo minore di  $V_L$ ) i quali sono definiti in base ai valori di resistenza dei resistori R1, R2 e R3. Corrispondentemente all'uscita del multivibratore 5

1/B

il segnale  $V_A$  si trova a livello "1" nelle fasi crescenti di  $V_{c1}$ , ed a livello "0" nelle fasi decrescenti di tale tensione.

Il comparatore COMP confronta la tensione  $V_{c1}$  con  $V_L$ , l'uscita  $V_B$  assumendo corrispondentemente il livello "1" quando  $V_{c1}$  è inferiore a  $V_L$ .

Le porte A11-A14 combinano opportunamente fra loro i segnali logici  $V_A$  e  $V_B$  e si ha dunque che:

- a partire dall'istante  $t_0$  l'uscita F1 è a livello "1" sino a che all'istante  $t_1$  l'uscita del multivibratore 5 si riporta a livello "0"; F1 permane a livello "0" sino a che  $V_B$  permane a livello "1";
- F2 si porta a livello "1" all'istante  $t_1$ , e quindi ritorna a livello "0" all'istante  $t_2$  in cui  $V_B$  passa a livello "1";
- l'uscita F3 passa a livello "1" all'istante  $t_2$  in cui  $V_B$  passa a livello "1", e quindi torna a livello "0" all'istante  $t_3$  quando  $V_A$  si porta a livello "1"; e
- l'uscita EN passa a livello "1" all'istante  $t_3$  e tende a riportarsi a livello "0" all'istante  $t_4$ .

Come si può constatare osservando i diagrammi della figura 3, a partire dall'istante  $t_0$  le uscite

F1, F2, F3 e EN del circuito di lancio 3 passano ordinatamente a livello "1" in modo sequenziale con rispettive fasi attive (cioè di permanenza a livello "1") non sovrappontisi ed aventi rispettive durate determinate dai valori di resistenza dei resistori R1-R5 e R7 ed R8.

Convenientemente le durate delle fasi attive di F1, F2 e F3 sono decrescenti, come è qualitativamente rilevabile nella figura 3, per tener conto che all'avviamento il motore brushless ruota di moto accelerato.

Dopo l'impulso (fase attiva) di F1, F2 e F3, all'istante  $t_3$  il circuito di lancio 3 emette il primo impulso del segnale di abilitazione EN. Se nell'intervallo da  $t_0$  a  $t_3$  il motore brushless si è avviato, il circuito di controllo dinamico 4 sulla base delle forze elettromotrici sviluppate sulle fasi W1, W2, W3 è in grado di subentrare al circuito di lancio ai fini del pilotaggio dei commutatori T1, T2 e T3. Se ciò effettivamente avviene, ad esempio all'istante  $t'_1$  della figura 3, il circuito di controllo dinamico a tale istante applica un segnale  $I_0$  a livello "1" al circuito di lancio 3. Tale segnale ha l'effetto di forzare a "1" l'uscita  $I_2$  della porta AND A4 del circuito di lancio quanto

all'istante  $t_3$  l'uscita EN si porta a livello "1".

Se dunque nell'intervallo compreso fra gli istanti  $t_0$  e  $t_3$  il motore si è avviato, all'istante  $t_3$  il transistor T4 del circuito di lancio 3 diventa conduttivo e corto-circuita verso la massa il condensatore C1. La tensione  $V_{C1}$  ai capi di tale condensatore scende quindi rapidamente a 0. Le uscite  $V_A$  e rispettivamente  $V_B$  del multivibratore 5 del comparatore COMP rimangono permanentemente a livello "1", come è mostrato a tratto pieno nei relativi diagrammi della figura 3. Di conseguenza in caso di avviamento del motore brushless l'uscita EN del circuito di lancio permane stabilmente a livello "1", mentre le uscite F1, F2 e F3 vengono permanentemente bloccate a livello "0". In tale situazione il circuito di accoppiamento 2 accoppia gli ingressi di comando dei commutatori elettronici T1, T2 e T3 alle corrispondenti uscite del circuito di controllo dinamico 4, che provvede a pilotare detti commutatori secondo modalità prestabilite in funzione delle forze elettromotrici rilevate nelle fasi del motore.

Se invece nell'intervallo di tempo fra  $t_0$  e  $t_3$  il motore brushless non si è avviato, all'istante  $t_4$  (istante finale del primo impulso del segnale di abilitazione EN) i segnali  $I_0$  e  $I_2$  permangono a li-



vello "0", e alle uscite F1, F2, F3 e EN del circuito di lancio si ripropone nuovamente una sequenza di impulsi non sovrappoventisi, aventi ciascuno la medesima durata dell'impulso precedentemente emesso sulla medesima uscita. Ciò è mostrato nei diagrammi della figura 3 con linee tratteggiate. La nuova sequenza di impulsi sulle uscite F1, F2, F3 è destinata a tentare di mettere nuovamente in moto il motore brushless. Se durante questa nuova sequenza di impulsi il motore si avvia, il circuito di controllo dinamico 4 provvede ad interdire il circuito di lancio, così come è stato descritto in precedenza con riferimento all'istante  $t'_1$ .

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, le forme di attuazione e 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 della presente invenzione.

\* \* \*

#### RIVENDICAZIONI

1. Circuito di controllo per un motore elettrico brushless ad n fasi, in cui ad ogni fase (W1, W2, W3) è associato un rispettivo dispositivo commuta-

vello "0", e alle uscite F1, F2, F3 e EN del circuito di lancio si ripropone nuovamente una sequenza di impulsi non sovrappoventisi, aventi ciascuno la medesima durata dell'impulso precedentemente emesso sulla medesima uscita. Ciò è mostrato nei diagrammi della figura 3 con linee tratteggiate. La nuova sequenza di impulsi sulle uscite F1, F2, F3 è destinata a tentare di mettere nuovamente in moto il motore brushless. Se durante questa nuova sequenza di impulsi il motore si avvia, il circuito di controllo dinamico 4 provvede ad interdire il circuito di lancio, così come è stato descritto in precedenza con riferimento all'istante  $t'_1$ .

Naturalmente, fermo restando il principio del trovato, le forme di attuazione e 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 della presente invenzione.

\* \* \*

#### RIVENDICAZIONI

1. Circuito di controllo per un motore elettrico brushless ad n fasi, in cui ad ogni fase (W1, W2, W3) è associato un rispettivo dispositivo commuta-

tore elettronico controllato (T1, T2, T3); il circuito di controllo comprendendo:

un circuito di lancio (3) per comandare, quando riceve un primo segnale di comando ( $I_1$ ), l'avviamento controllato del motore pilotando detti commutatori (T1, T2, T3) secondo modalità prestabilite sino al ricevimento di un secondo segnale di comando ( $I_0$ );

un circuito di controllo dinamico (4) collegato alle fasi (W1, W2, W3) del motore ed atto a

-rilevare le forze elettromotrici sviluppate in dette fasi (W1, W2, W3),

- emettere detto secondo segnale di comando ( $I_0$ ) quando il motore si è avviato sotto il controllo del circuito di lancio (3), ed a

- pilotare quindi detti commutatori elettronici (T1, T2, T3) in funzione di un segnale d'ingresso ( $I_1$ ); e

mezzi circuitali di accoppiamento (2) atti ad accoppiare agli ingressi di comando di detti commutatori elettronici (T1, T2, T3) le uscite (F1, F2, F3) del circuito di lancio (3) nella fase di avviamento e quindi, a motore avviato, le uscite (G1, G2, G3) del circuito di controllo dinamico (4), al ricevimento di un segnale di abilitazione (EN);

LIBRERIA  
C. V. B. G. B. S. E. T. A.

il circuito di controllo essendo caratterizzato dal fatto che detto circuito di lancio (3) comprende:

un generatore di segnali periodici (3) con n uscite (F1, F2, F3) destinate ad essere ordinatamente accoppiate agli ingressi di comando dei commutatori elettronici (T1, T2, T3) associati alle fasi (W1, W2, W3) del motore, ed un'ulteriore uscita (EN) collegata a detti mezzi circuitali di accoppiamento (2);

detto generatore (3) essendo predisposto per presentare

- su dette n uscite (F1, F2, F3) n segnali periodici di comando isofrequenziali aventi rispettive durate attive prestabilite, sequenzialmente sfasate e prive di sovrapposizioni, per il pilotaggio in sequenza di detti commutatori (T1, T2, T3), e
- su detta ulteriore uscita (EN) un segnale periodico di abilitazione, isofrequenziale con detti segnali periodici di comando, avente una rispettiva durata o fase attiva non sovrappoventesi a quella dei segnali periodici di comando;

a detto generatore (3) essendo associati mezzi circuitali di blocco (A4, T4; A11-A13) atti ad interdire l'emissione di detti segnali periodici di

comando (F1, F2, F3) ed a bloccare permanentemente su detta ulteriore uscita il segnale di abilitazione (EN) nella sua fase attiva quando il circuito di lancio (3) riceve il suddetto secondo segnale di comando ( $I_0$ ).

2. Circuito di controllo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto circuito generatore di segnali periodici (3) comprende

- un oscillatore (5) ad onda quadra,
- un circuito sfasatore (COMP, R7, R8) collegato a detto oscillatore (5) ed atto a fornire in uscita un segnale ( $V_B$ ) isofrequenziale e sfasato rispetto a quello ( $V_A$ ) dell'oscillatore (5), e
- un circuito logico (A11-A14; N1, N2) con n+1 uscite (EN; F1, F2, F3), atto a combinare fra loro le uscite ( $V_A$  e  $V_B$ ) dell'oscillatore (5) e del circuito sfasatore (COMP; R7, R8) in modo tale da fornire in uscita n+1 segnali isofrequenziali aventi rispettive durate attive prestabilite, sequenzialmente sfasate e prive di sovrapposizioni.

3. Circuito di controllo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto oscillatore comprende un multivibratore astabile (5) includente un amplificatore operazionale reazionato (OA; R1-R5, D1) ed un condensatore (C1) collegato fra

l'ingresso invertente di tale amplificatore e la massa, e dal fatto che il circuito sfasatore comprende un circuito di confronto a soglia (COMP; R7, R8) predisposto per comparare la tensione ai capi di detto condensatore (C1) con una soglia di tensione ( $V_L$ ) di valore prefissato.

4. Circuito di controllo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto circuito logico comprende n+1 porte logiche di tipo AND (A11-A14).

5. Circuito di controllo secondo le rivendicazioni 1 e 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi circuitali di blocco comprendono un circuito (A4; T4) atto a spegnere detto oscillatore (5) per effetto di detto secondo segnale di comando ( $I_0$ ).

6. Circuito di controllo secondo le rivendicazioni 3 e 5, caratterizzato dal fatto che detto circuito di spegnimento dell'oscillatore (5) comprende un transistor (T4) avente il percorso collettore-emettitore in parallelo a detto condensatore (C1).

\* \* \*

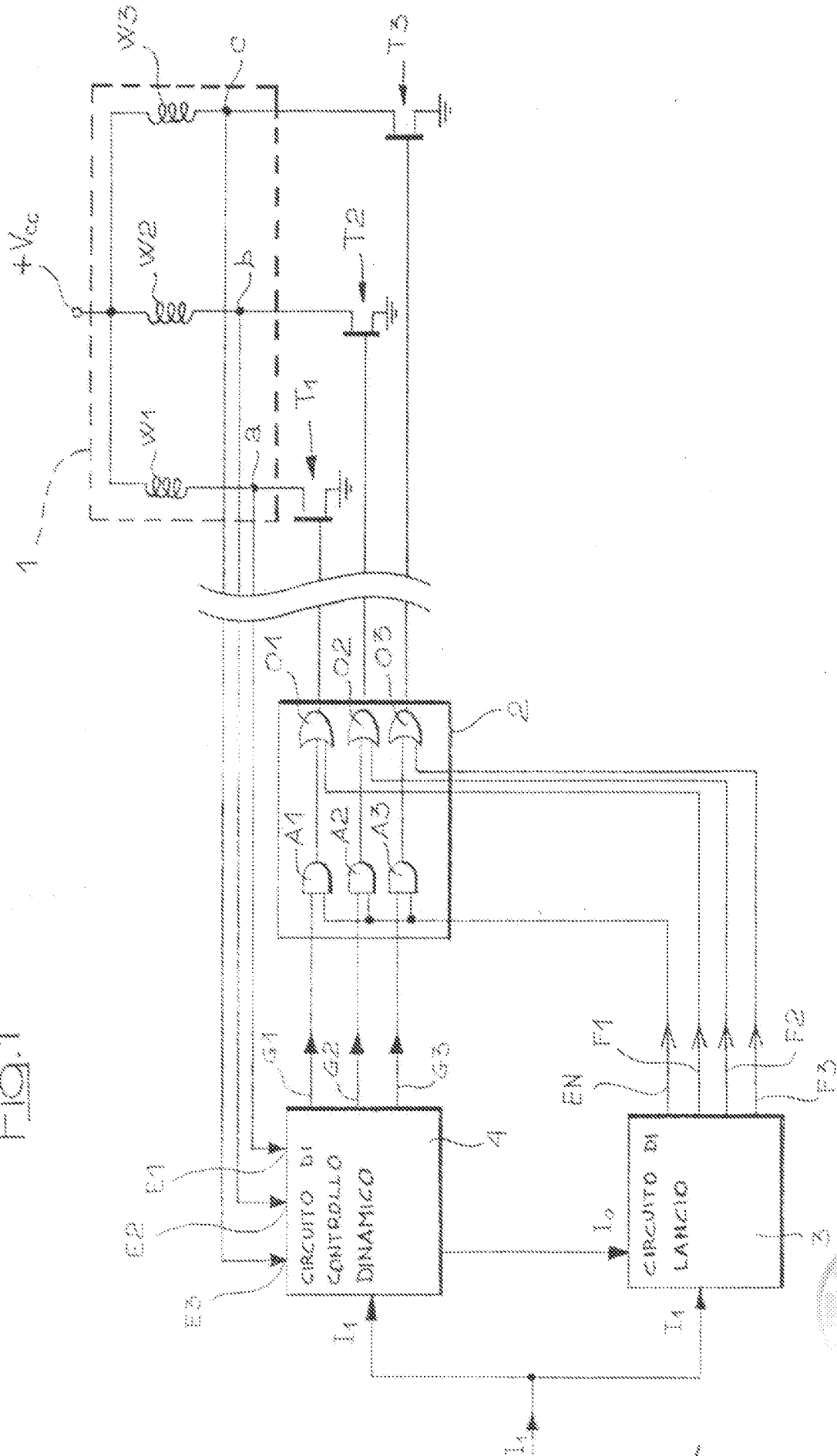
Il tutto sostanzialmente secondo quanto descritto ed illustrato, e per gli scopi specificati.

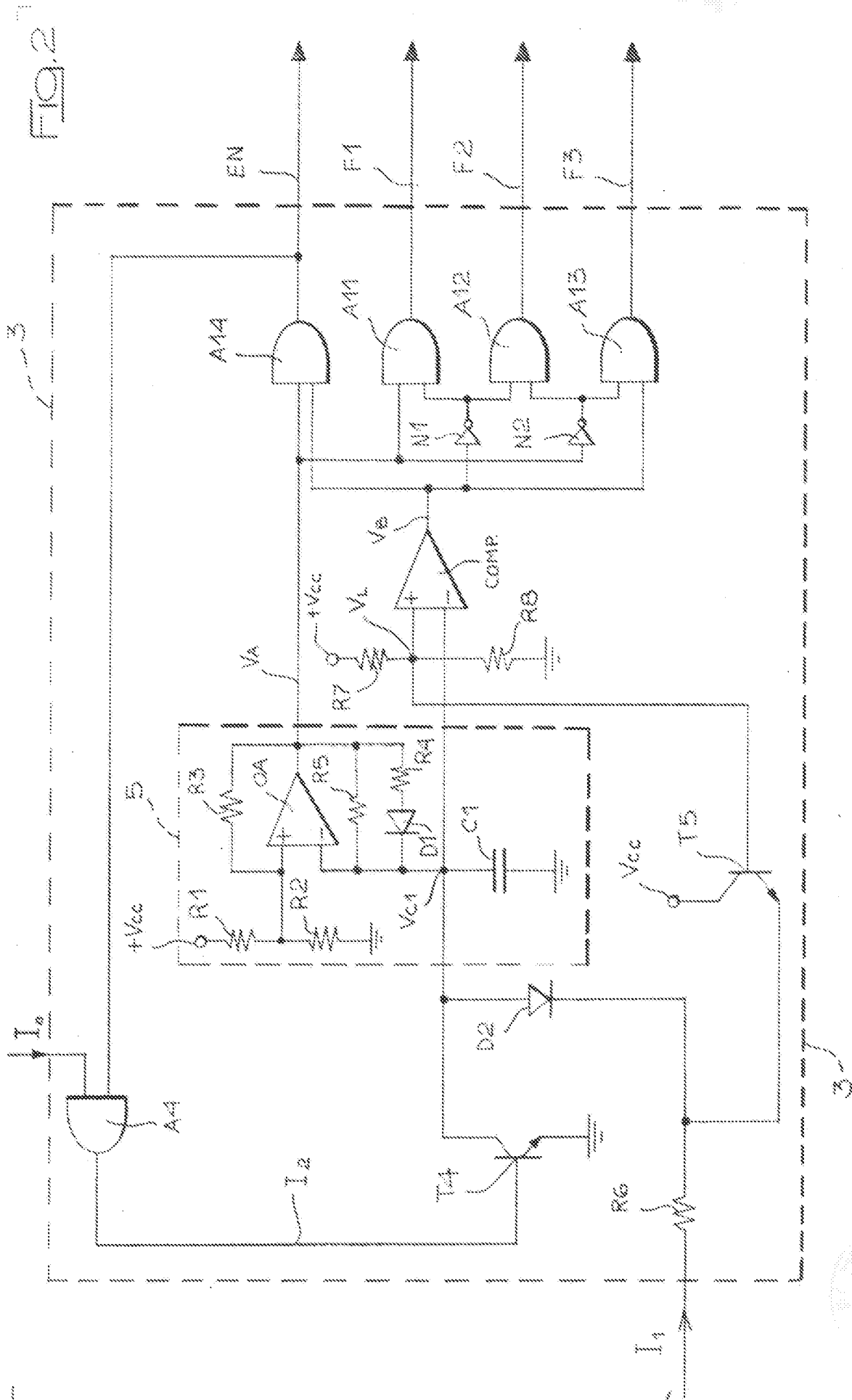
PER INCARICO  
Ing. Luciano BOSOTTI  
N. Iscriz. ALBO 260  
(In proprio e per gli altri)

JACOBACCI CASSETTA & PERANI  
S.p.A.

MB

FIG.1





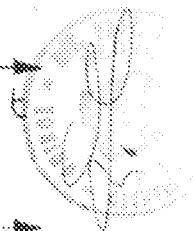
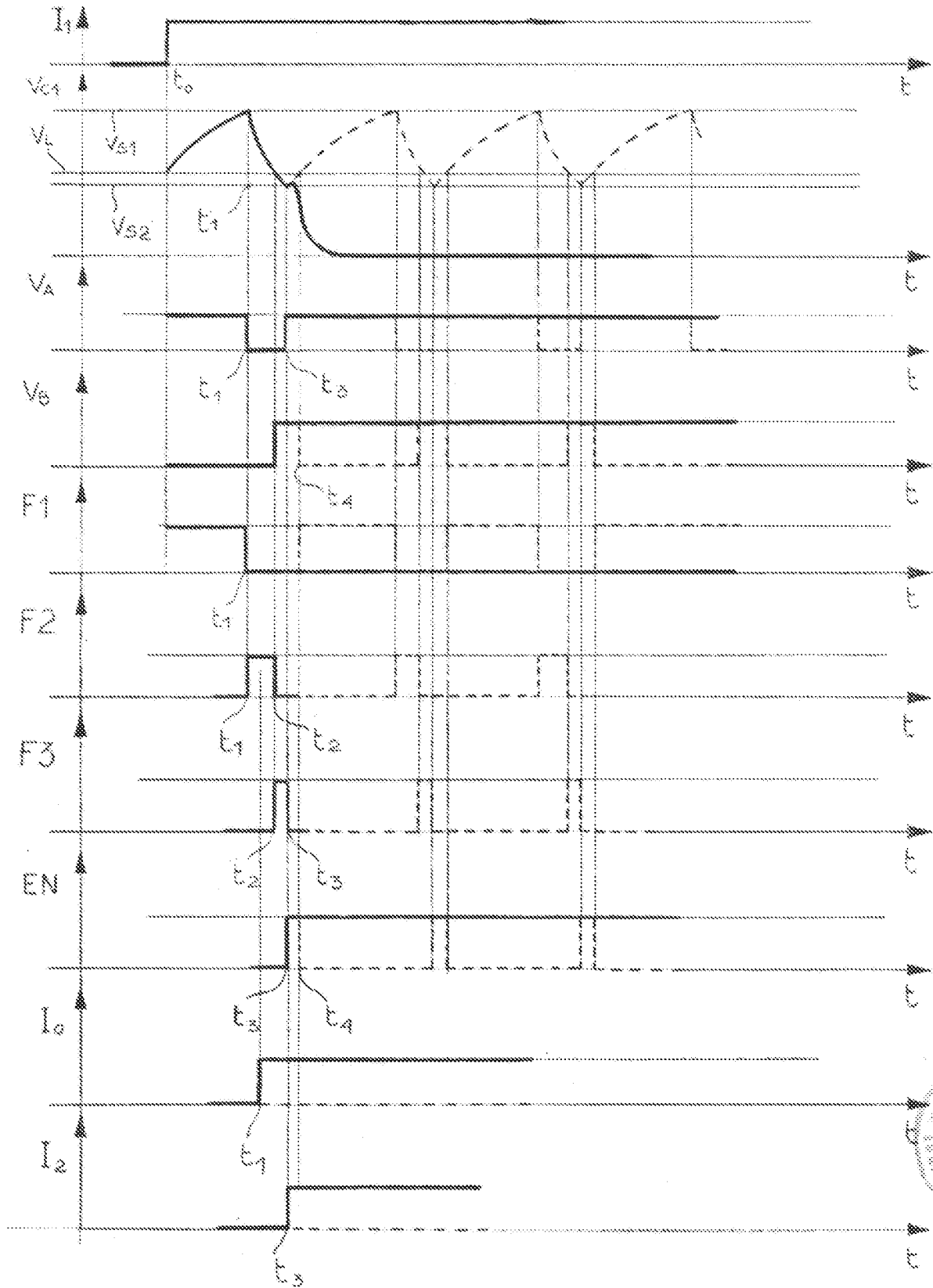
Per incarico di : INDUSTRIE MAGNETTI MARELLI S.p.A.

Ing. Cesare MARELLI  
 N. 100/100  
 10 aprile 1990

M. MARELLI



Fig.3



3/3

Per incarico di : INDUSTRIE MAGNETI MARELLI S.p.A.

I.R. MARCELLI

Ing. Giancarlo NOTARO  
Piazzale S. Maria  
10121 Roma (RM)  
(tel. 06/478111)