



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

DOMANDA NUMERO	101998900724785
Data Deposito	16/12/1998
Data Pubblicazione	16/06/2000

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	J		

Titolo

SISTEMA PER IL RECUPERO DI ENERGIA NEGLI ELETTROVENTILATORI DEI RADIATORI DI AUTOVEICOLI.

Descrizione a corredo della domanda di brevetto per invenzione dal
titolo: Sistema per il recupero di energia negli elettroventilatori dei
radiatori di autoveicoli.

A nome BITRON S.p.A.

Di nazionalità italiana

Con sede a Pinerolo TO

Inventori designati: De Filippis Pietro e Del Favero Angelo

Depositata il 16 Dicembre 1998 n. **TO 98A 001051**

DESCRIZIONE

L'invenzione ha per oggetto un sistema per il recupero di
energia negli elettroventilatori dei radiatori di autoveicoli.

E' nota la tendenza generalizzata nel settore automobilistico a
trovare soluzioni tecnologiche che vadano nella direzione di ridurre i
consumi.

Oggetto dell'invenzione è l'utilizzo del gruppo elettroventilatore
del radiatore come generatore di energia elettrica nelle fasi in cui la
funzione di elettroventilatore non è richiesta e, per contro, la ventola
risulta trascinata dall'energia fluidodinamica del flusso d'aria indotto dal
moto della vettura.

Normalmente la suddetta energia non è utilizzata; pertanto la
ventola, quando non alimentata dal motore elettrico, si porta alla
velocità (girando in folle) che la rende in equilibrio dinamico con la
velocità dell'aria. Questo caso si verifica in tutte quelle condizioni in cui
il flusso d'aria generato dal moto della vettura è di per se sufficiente al
raffreddamento del radiatore.

Anche se l'ordine di grandezza dell'energia recuperata è di alcune decine di watt, va tenuto presente che nel bilancio energetico questi watt devono essere moltiplicati circa per due in quanto altrimenti detta energia sarebbe fornita dall'alternatore di bordo, ma con una efficienza pari a circa il 50%.

L'invenzione risulta particolarmente interessante se riferita ad elettroventilatori controllati elettronicamente in velocità, in quanto può realizzare l'obiettivo sopra esposto praticamente senza costi addizionali, solo aggiungendo alla logica di controllo della macchina elettrica normalmente funzionante come motore una logica di gestione della macchina stessa per farla funzionare come generatore.

Per raggiungere questi ed ulteriori scopi che meglio saranno compresi in seguito l'invenzione propone di realizzare un sistema per il recupero di energia negli elettroventilatori dei radiatori di autoveicoli del tipo comprendente almeno una sorgente di alimentazione, che è connessa ad un dispositivo elettronico di controllo, comandato da una centralina di pilotaggio e collegato ad una macchina elettrica, atta ad azionare almeno una ventola di raffreddamento, caratterizzato dal fatto che un circuito di pilotaggio è interposto tra detto dispositivo elettronico di controllo e detta macchina elettrica, in modo tale che detta macchina elettrica sia configurabile come motore per la ventola o come generatore controllato azionato dalla ventola stessa, detta macchina elettrica essendo pilotata da un programma applicativo per elaboratori elettronici, in grado di gestirla in funzione di grandezze o parametri interni al sistema e/o di comandi esterni al sistema.

Il sistema secondo l'invenzione sarà ora descritto nei suoi particolari facendo riferimento ai disegni seguenti allegati:

- Fig.1 è lo schema a blocchi di un gruppo elettroventilatore di autoveicolo;
- Le Figg.2-6 sono schemi elettrici e diagrammi del sistema secondo l'invenzione applicato ad un gruppo elettroventilatore di autoveicolo.

In Fig. 1 è schematizzato a blocchi nei suoi aspetti funzionali un gruppo elettroventilatore di radiatore per autoveicolo.

Con A è indicato il flusso d'aria, con V la ventola, con M la macchina elettrica (motore/generatore), con CM il controllo elettronico della stessa, con F un filtro elettrico interposto tra CM e la batteria B, per attenuare le armoniche di corrente, e con CC una centralina di comando esterna al motore, che in funzione di variabili volute dal costruttore dell'auto (es. temperatura dell'acqua, velocità della vettura ecc..), manda a CM degli input che stabiliscono il comportamento dell'elettroventola (ON, OFF, velocità di rotazione ecc..).

Il sistema configurato come in Fig. 1, laddove la macchina M viene pilotata da CM solo come motore, è uno dei sistemi normalmente in uso e pertanto ben noto.

Come anticipato in precedenza, con le considerazioni sul costo, l'invenzione in oggetto non altera strutturalmente i blocchi funzionali della Fig. 1 ma si applica solo a forme realizzative del blocco CM che prevedono una struttura di pilotaggio "a ponte".

In particolare l'invenzione prevede:

a) di integrare il sistema con una logica di input che permette la trasformazione della macchina elettrica da motore controllato a generatore controllato;

b) di aggiungere un software di gestione della macchina come generatore nel blocco CM che può, in funzione delle esigenze del cliente, controllare il generatore a velocità voluta e limitare la corrente erogata a livelli massimi fissati e/o in funzione della tensione di batteria.

Mediante questa soluzione si ottiene la gestione in controllo automatico dell'entità della "frenatura" esercitata sulla ventola trascinata dal flusso d'aria, in modo da garantire il massimo trasferimento di energia da fluidodinamica ad elettrica (ricarica della batteria).

Per semplicità di descrizione faremo riferimento a una struttura di motore a commutazione elettronica, la più semplice di quelle possibili, che è la struttura monofase. Questo solo a scopo descrittivo del principio di funzionamento, tenendo presente che in realtà questi tipi di motori saranno o bifase o trifase o pentafase nella loro generalità. Tuttavia, il principio di funzionamento descritto in questa soluzione monofase è pienamente esplicativo da tecniche note di come si comporteranno le altre macchine a più fasi.

Il circuito di base normalmente parte da una struttura a ponte così come evidenziato dalla fig. 2. La struttura a ponte vede, per una struttura monofase, quattro interruttori di potenza P_1 , P_2 , P_3 , P_4 fissi ai capi dei fili di alimentazione che interpongono tra il ponte stesso e la batteria B un filtro CF, che nella sua forma più semplice è solo un

condensatore.

All'interno del ponte vi è l'avvolgimento della macchina che come rete equivalente può essere espresso da una forza elettromotrice E , da una resistenza dell'avvolgimento R_a e da una induttanza dell'avvolgimento L_a .

Nel funzionamento come motore l'unità di controllo CC che controlla i suddetti interruttori opererà secondo tecniche note accendendo alternativamente sulle due semionde S_1 ed S_2 (vedi Fig.2A) della forza elettromotrice E , per far sì che essendo la tensione di alimentazione unipolare, si accenderanno alternativamente in presenza di una semionda i lati del ponte P_1 , P_4 o in presenza dell'altra semionda, i lati del ponte P_2 , P_3 in modo da mantenere sempre una coppia attiva nella macchina. Questa è una struttura che fa di questa macchina un motore.

Normalmente, questi componenti, nella forma realizzativa, ottenuta ad esempio con dei Mos, comprendono in parallelo un componente parassita il quale tradizionalmente è un diodo; nella figura 1 ciascun diodo è illustrato associato ad un interruttore con sigle corrispondenti D_1 , D_2 , D_3 , D_4 .

Nell'uso di questa macchina come generatore, di fatto, non servono più gli interruttori P_1 e P_2 , che vengono spenti dall'unità di controllo CC; per cui il circuito appare come disegnato in fig. 3, cioè semplificato in una struttura di questo genere. Appaiono i due diodi superiori D_1 e D_2 , i due interruttori P_3 e P_4 e gli altri due diodi D_3 e D_4 , ma come vedremo questi ultimi due diodi non funzionano normalmente,

per cui potremmo anche non disegnarli in quanto non partecipano al funzionamento della macchina.

Per comprendere ciò che accade basta considerare che sulla semionda S_1 , dove per esempio la tensione di batteria è positiva, l'interruttore P_3 rimane chiuso durante tutto il periodo in cui la forza elettromotrice E è positiva; in questo semiperiodo, essendo il nodo J (vedi Figg. 2 e 3) sempre a terra, il diodo D_1 non sta funzionando, dunque è come se non fosse presente.

Per semplificare ulteriormente il funzionamento su una semionda (sarà inutile spiegare quello sull'altra perché è perfettamente simmetrica rispetto a questa), il circuito si può semplificare ulteriormente, e possiamo far riferimento al circuito della fig. 4 che rende immediata la percezione di quello che accade.

Il motore ora appare sempre con la forza elettromotrice E , l'induttanza L_a , la resistenza R_a , il diodo D_2 (il diodo D_1 non è più riportato perché non serve più) e con l'interruttore P_3 chiuso (lo simuliamo completamente chiuso, perché per tutta la condizione di funzionamento della semionda esso rimane chiuso).

Quello che invece accade è che l'altro interruttore P_4 opera in modulazione di impulsi, cioè si apre e chiude con un certo "duty cycle". Il diodo D_2 agisce come prima sul condensatore CF , il quale, a sua volta, agisce sulla batteria B .

Cosa accade durante questa modulazione di impulsi?

La domanda consiste nel come si può caricare la batteria B anche se la forza elettromotrice E generata dalla macchina è inferiore

alla tensione di batteria; per esempio alla velocità a cui il ventilatore sta andando, assumiamo che la tensione generata all'interno della macchina elettrica sia di tre volte inferiore a quella di batteria.

Se la tensione è tre volte inferiore, quello che accade è che chiudendo l'interruttore P_4 la tensione farà passare all'interno del motore, nella sua induttanza L_a e nella sua resistenza R_a , una corrente che andrà a caricare nell'induttanza una certa energia corrispondente alla durata di quell'impulso a livello di dove è arrivata la corrente. Si osserva nei diagrammi di Fig.5 e 5a che forma avrà questa corrente I , al variare della carica CB della batteria B, durante i periodi di accensione e spegnimento T_1 e T_2 rispettivamente.

Quando l'interruttore P_4 si apre, questa corrente che ha accumulato nell'induttanza L_a della macchina un'energia pari ad $\frac{1}{2}L_a I^2$ continuerà a cercare di far continuare a fluire questa corrente.

Quando l'interruttore P_4 si apre, durante il periodo OFF, la corrente dal circuito dell'interruttore va a 0 (perché in questo circuito non può più circolare), però continuerà a fluire durante l'OFF nel circuito riguardante la batteria.

Durante il periodo OFF di P_4 la corrente che è arrivata a questo livello apparirà all'improvviso attraverso il diodo D_2 ; secondo il noto schema di funzionamento di uno "step up", apparirà nel circuito di batteria.

Ovviamente questa induttanza, in un certo intervallo di tempo, tenderà a far decrescere la corrente verso la batteria, però a un certo punto l'interruttore P_4 si richiude nuovamente; la corrente nella batteria

va a 0 e la corrente da questo punto riappare in questo circuito che continua a ricaricarla.

Accadrà che nonostante vi siano Volt all'inizio del generatore, si alimenta nella batteria B una certa corrente media "spianata" dal condensatore di filtro CF. A parte le perdite nel circuito, in linea di principio, il prodotto $E \cdot I$ all'ingresso, cioè il valore medio della corrente che circola nel generatore a quattro Volt, moltiplicato quattro volte, sarà uguale al valore della tensione di batteria moltiplicato il valore medio della corrente mandata nella batteria, meno le perdite nel circuito.

Per far sì che questa corrente trasferita raggiunga il massimo, nel circuito di ritorno dalla batteria verso il sistema di controllo c'è una resistenza "shunt" R_s (un sensore di corrente) dove si preleva il valore di corrente e lo si integra tramite un circuito RC per vederne il valore medio I_B . Praticamente si ricava il valore medio di corrente nella batteria, questo valore medio va nel micro che calcola il valore medio di corrente istante che per istante sta andando a caricare la batteria in funzione delle condizioni del ventilatore.

In Fig.4 si è illustrato a scopo puramente esemplificativo un circuito elettrico R_1, C_1 di tipo RC, tramite il quale i valori di corrente vengono integrati nel tempo al fine di ottenere un valore medio I_B , che viene trasferito in ingresso a detto dispositivo elettronico di controllo CM.

Finita la prima semionda il sensore di Hall o qualunque tipo di sensore R_s vi sia che faccia capire alla macchina che sta andando sull'altra semionda, sposta il funzionamento sull'altra metà della

macchina. Il che vuol dire che sull'altra semionda sarà P_4 che rimane sempre chiuso e P_3 che andrà in Pwm, sarà D_2 che non funziona più e sarà invece D_1 ad essere sempre presente nel circuito.

Come si vede dalla forma realizzativa, la struttura a ponte è fondamentale perché la macchina possa di fatto funzionare come generatore anziché come macchina elettrica e funzionare esattamente con gli stessi componenti.

Infatti, grazie a questa struttura, per ottenere questo risultato non si sono aggiunti componenti di potenza e non si è fatto altro che cambiare la logica di pilotaggio degli interruttori di corrente. Dunque, è sufficiente una differente gestione del software che gestisce le commutazioni della macchina con un'altra intelligenza che tende a guardare o la velocità della macchina, o il valore di corrente e lo limita; in definitiva, applica una logica dedicata al funzionamento come generatore.

La macchina, invece di essere monofase, potrà essere bifase a ponte, trifase a ponte, pentafase a ponte.

Nel caso di motori a corrente continua a spazzole (non brushless come trattato finora) a magneti permanenti controllati elettronicamente, valgono le stesse considerazioni fatte per la struttura brushless monofase con la semplificazione circuitale che non avendo una F.E.M. alternata basta una struttura a semiponte per raggiungere gli obiettivi citati (vedi Fig.6).

In questo caso in funzionamento da motore P_1 è pilotato ad impulsi mentre P_2 è OFF. In funzionamento da generatore P_1 è OFF e

P_2 è pilotato ad impulsi.

In ambo i casi la caduta di tensione su R_F riporta al controllo motore CM una informazione sulla corrente nel motore per le stesse motivazioni già citate in precedenza.

Occorre notare, infine, che la funzione dei diodi (D_1 , D_2) può essere espletata dagli stessi interruttori (P_1 , P_2) pilotati ON nell'intervallo di tempo in cui è previsto il funzionamento da conduttori dei diodi.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema per il recupero di energia negli elettroventilatori dei radiatori di autoveicoli, del tipo comprendente almeno una sorgente di alimentazione (B), che è connessa ad un dispositivo elettronico di controllo (CM), comandato da una centralina di pilotaggio (CC) e collegato ad una macchina elettrica (M), atta ad azionare almeno una ventola (V) di raffreddamento, caratterizzato dal fatto che un circuito di pilotaggio è interposto tra detto dispositivo elettronico di controllo (CM) e detta macchina elettrica (M), in modo tale che detta macchina elettrica (M) sia configurabile come motore per la ventola o come generatore controllato azionato dalla ventola stessa, detta macchina elettrica (M) essendo pilotata da un programma applicativo per elaboratori elettronici, in grado di gestirla in funzione di grandezze o parametri interni al sistema e/o di comandi esterni al sistema.

2. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto circuito di pilotaggio presenta una configurazione a ponte ovvero a semiponte, comprendente almeno due interruttori elettronici di potenza (P_3 , P_4) ed almeno due diodi (D_1 , D_2), detti interruttori (P_3 , P_4) e diodi (D_1 , D_2) essendo connessi elettricamente ad un avvolgimento (E, Ra, La) di detta macchina elettrica (M).

3. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la funzione dei diodi (D_1 , D_2) può essere espletata dagli stessi interruttori (P_1 , P_2) pilotati ON nell'intervallo di tempo in cui è previsto il funzionamento da conduttori dei diodi.

4. Sistema per il recupero dell'energia come alla rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detta sorgente di alimentazione (B) è costituita da una batteria di accumulatori, a cui risulta connesso elettricamente in parallelo almeno un filtro (CF).

5. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto filtro (CF) è costituito da un condensatore.

6. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che, durante una prima condizione di funzionamento, un primo interruttore elettronico di potenza (P_1 , P_3) risulta chiuso ed un secondo interruttore elettronico di potenza (P_2 , P_4) funziona in modulazione di impulsi, detto avvolgimento (E, Ra, La) essendo connesso ad un unico componente elettronico parassita (D_2).

7. Sistema per il recupero di energia come alle rivendicazioni 4 e 6, caratterizzato dal fatto che un dispositivo sensore di corrente (R_S , R_F) risulta disposto in serie ad una impedenza costituita da una connessione in parallelo di detto filtro (CF) e di detta sorgente di alimentazione (B), in modo tale che detto dispositivo sensore (R_S , R_F) possa prelevare valori di corrente circolante nel tempo.

8. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detti valori di corrente vengono integrati nel tempo, tramite un circuito elettrico (R_1 , C_1) di tipo RC, al fine di ottenerne un valore medio (IB), detto valore media (IB) essendo trasferito in ingresso a detto dispositivo elettronico di controllo (CM).

9. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che, durante una seconda condizione di funzionamento, detto primo interruttore elettronico di potenza (P_1 , P_3) funziona in modulazione di impulsi e detto secondo interruttore elettronico di potenza (P_2 , P_4) risulta chiuso, detto avvolgimento (E, Ra, La) essendo connesso ad un unico componente elettronico parassita (D_1).

10. Sistema per il recupero di energia come alle rivendicazioni 6 e 9, caratterizzato dal fatto che detta prima e seconda condizioni di funzionamento si riferiscono a rispettive semionde positive e/o negative di un segnale di forza elettromotrice (E) di detta macchina elettrica (M), dette condizioni essendo rilevate da un sensore elettronico, per esempio del tipo di Hall.

11. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (M) è del tipo monofase, a commutazione elettronica, ovvero bifase a ponte, trifase a ponte o pentafase a ponte.

12. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (M) è costituita da un motore di tipo "brushless" monofase.

13. Sistema per il recupero di energia come alla rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta macchina elettrica (M) è costituita da un motore a corrente continua a spazzole, a magneti permanenti controllati elettronicamente.

p.i. BITRON S.p.A.

MANDATARI NOMINATI
G. Zanardo - F. Coletti - G. Lotti - R. Appoloni
A. De Gregori - G. Di Francesco -
M. Giuli -
(firma)

per se o per gli altri



Fig. 1

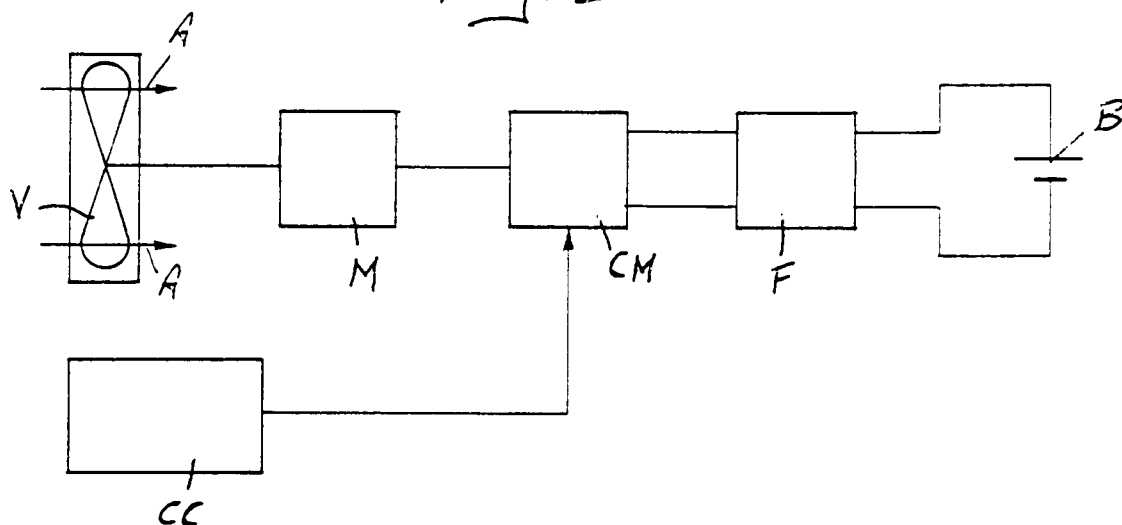


Fig. 2

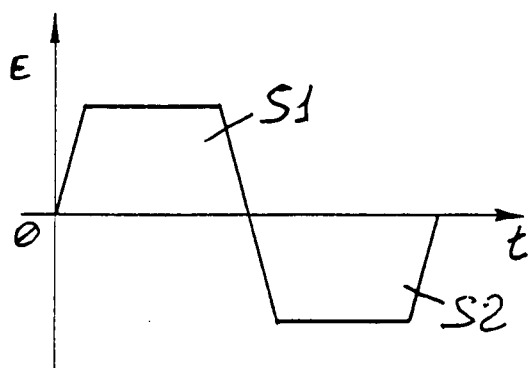
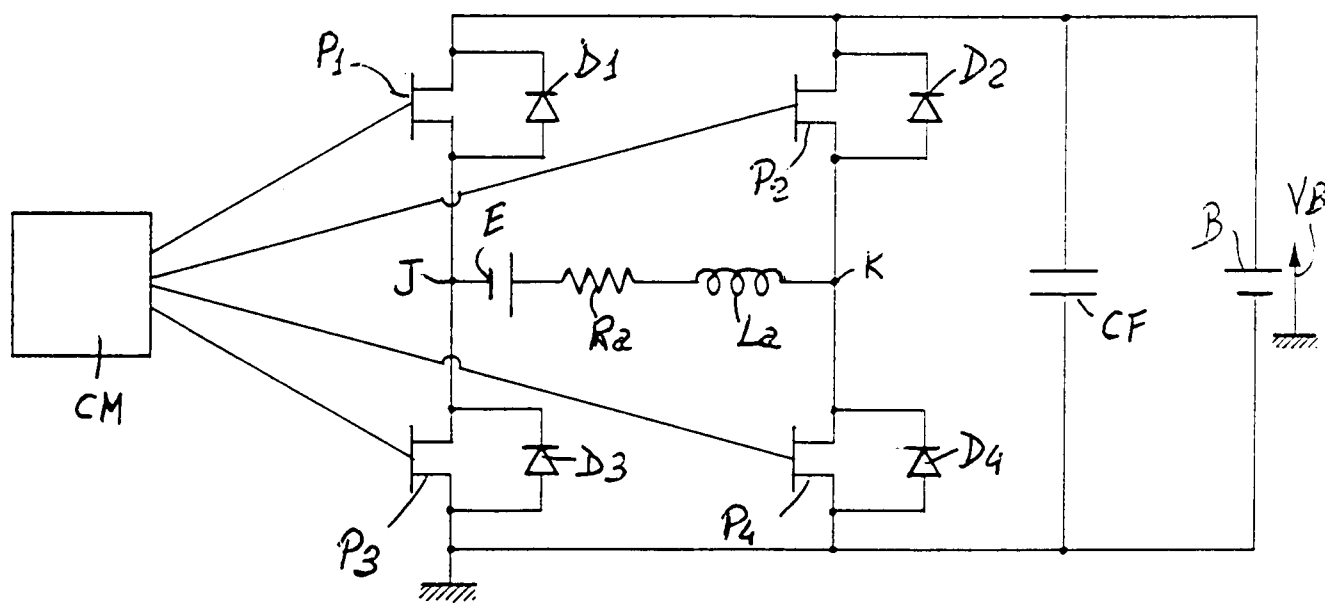


Fig. 2A

per incarico: BITRON S.p.A.

(firma)
 (per sè e per gli altri)

Fig. 3 TO 500 1

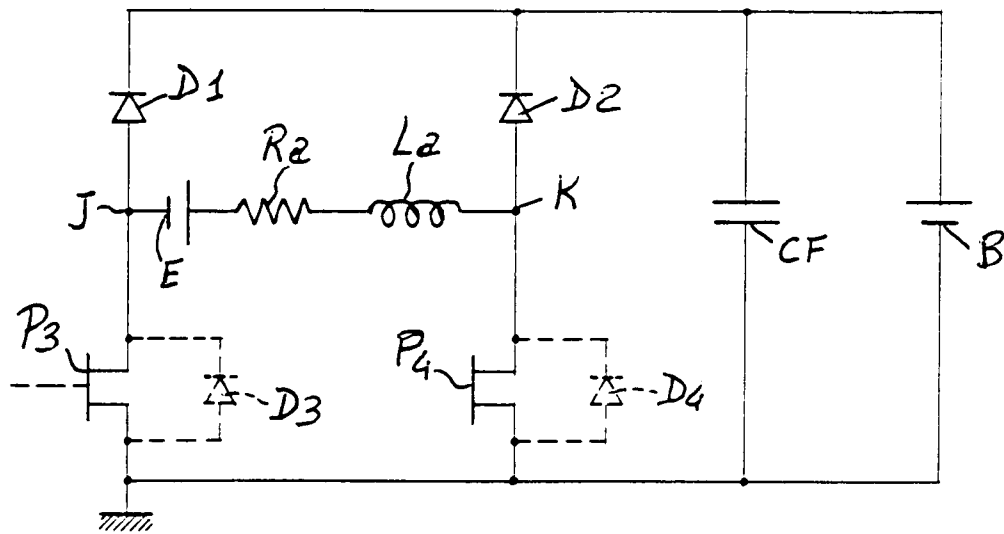
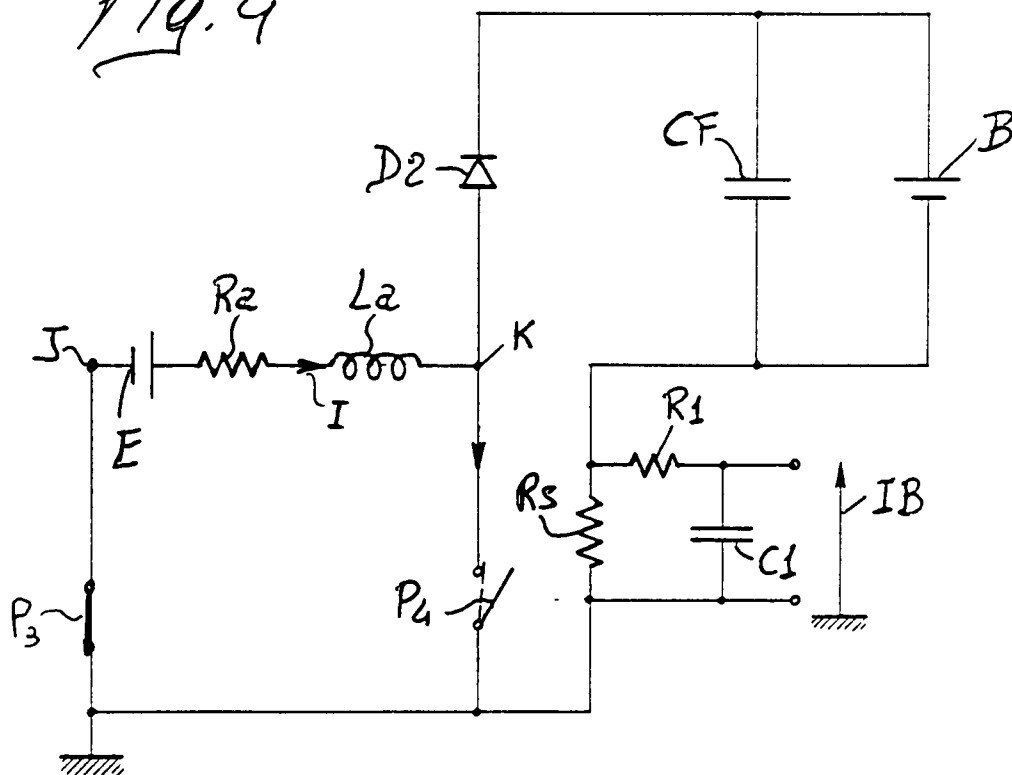


Fig. 4



per incarico: BITRON S.p.A.

Dr. Zambardo - R. C. - G. Lotti - R. Appalo
A. De Gregori - G. L. Franco
G. Giuli
(firma)
(per sè e per gli altri)

Fig. 5

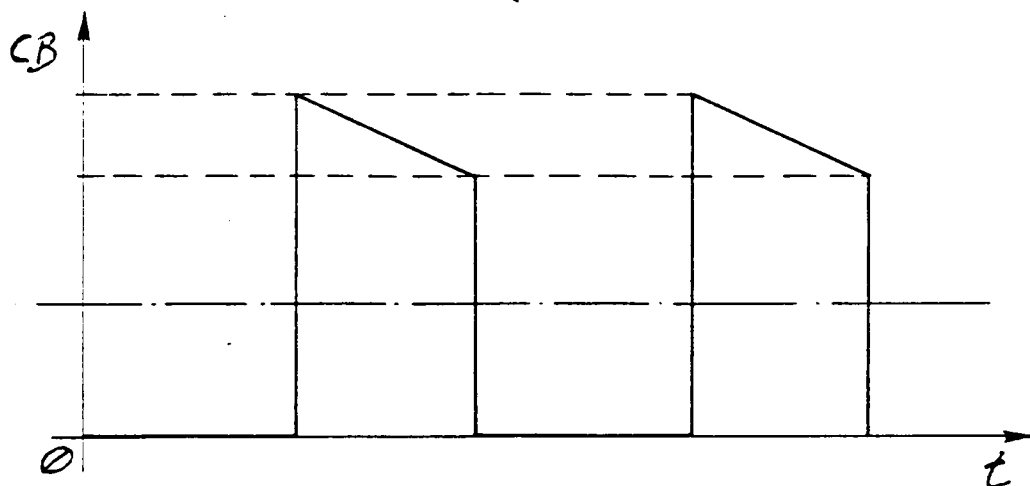
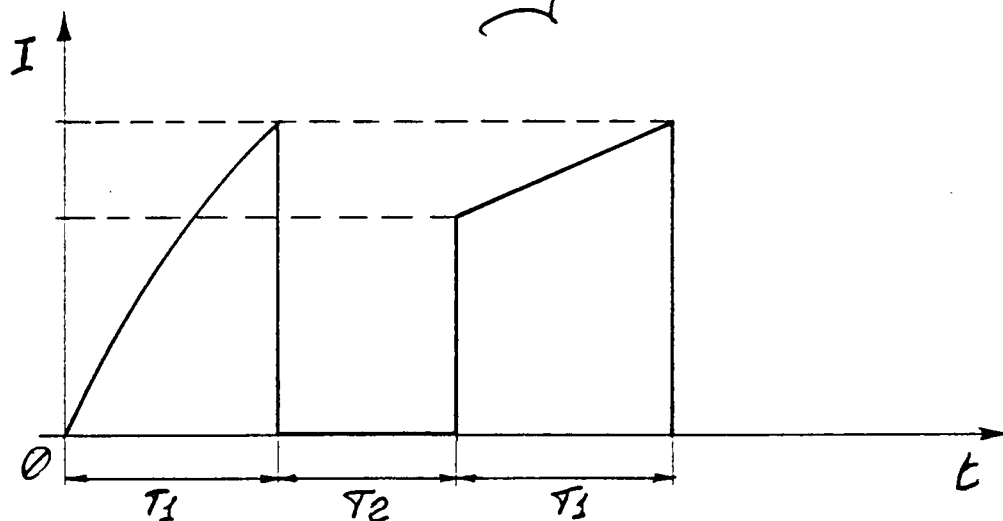


Fig. 5A



Allegato
[Signature]
 (in sede e per gli atti)

Fig. 6

