



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900342295
Data Deposito	14/01/1994
Data Pubblicazione	14/07/1995

Priorità	9300347
Nazione Priorità	FR
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	03	K		

Titolo

COMMUTATORE STATICO A PROTEZIONE INTEGRATA PER L'ACCOPIAMENTO DI UN CARICO AD UNA SORGENTE ELETTRICA COMPRENDENTE UN TRANSISTORE BIPOLARE A PORTA DI COMANDO ISOLATA.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Commutatore statico a protezione integrata per l'accoppiamento di un carico ad una sorgente elettrica comprendente un transistor bipolare a porta di comando isolata"

di: LEGRAND, nazionalità francese, 128 avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny, 87000 Limoges (Francia).

Inventori designati: GUILLON Laurent, TASSEL Didier

Depositata il: 14 gennaio 1994

TO 94A089016

* * *

L'invenzione si riferisce ad un commutatore statico a protezione integrata, per l'accoppiamento di un carico ad una sorgente elettrica, che comprende almeno un transistor di tipo bipolare a porta di comando isolata con uno spazio emettitore-collettore attraversato da una corrente unidirezionale dalla sorgente al carico, il transistor presentando, il potenziale di emettitore essendo assunto come riferimento, una corrente emettitore-collettore che è funzione della tensione della porta di comando e, al di là di una tensione di saturazione, sostanzialmente indipendente dalla tensione di collettore, e dei mezzi di interruzione collegati alla porta di comando, sensibili ad una grandezza elettrica derivata dalla corrente che attraversa il commutatore e disposti in modo da fornire alla porta di comando una polarizzazione di bloccaggio in risposta ad un superamento di un determinato valore da parte della corrente.

Rispetto ai commutatori classici a comando elettromagnetico e ad interruzione meccanica, i commutatori statici presentano i vantaggi di non comprendere dei pezzi mobili, ciò che li rende silenziosi, rapidi e praticamente non usurabili, e di non generare delle scintille durante le manovre; inoltre con una sorgente alternata si può sincronizzarli in modo semplice sulla sorgente per chiudere il commutatore con tensione nulla e per aprirlo con corrente nulla, ciò che riduce notevolmente le radiazioni elettromagnetiche parassite. Come contropartita i dispositivi semiconduttori dei commutatori statici sopportano generalmente meno bene le sovracorrenti, in particolare a causa delle cadute interne di tensione, e il bloccaggio della corrente passante presenta sovente una difficoltà crescente con l'intensità di questa corrente da interrompere, ciò che li rende poco atti ad interrompere delle sovracorrenti elevate. Infine le caratteristiche di questi dispositivi semiconduttori dipendono generalmente in modo notevole dalla loro temperatura interna, ciò che può creare delle difficoltà per regolare le soglie di interruzione.

Il tecnico ha a sua disposizione diversi tipi di dispositivi semiconduttori in grado di agire in modo controllato su un passaggio di corrente attraverso di essi. Si possono citare i tiristori e i triac, i tiristori GTO (con chiusura comandata mediante il gate), i transistori MOS, i transistori

bipolari classici e i transistori bipolari con porta di comando isolata.

I tiristori e i triac presentano una buona resistenza rispetto alle sovracorrenti e delle basse cadute interne di tensione nello stato conduttore. Ma essi presentano il grosso inconveniente di non poter essere bloccati; essi cessano di essere conduttori solo dopo l'annullamento della corrente passante. Essi sono utilizzabili solo con delle sorgenti alternate e non forniscono delle interruzioni rapide, soprattutto se il carico o la sorgente comprendono dei componenti reattivi. Inoltre questi dispositivi presentano una durata di ripristino, dopo il passaggio di una corrente, durante la quale l'applicazione di una tensione è suscettibile di provocare un ritorno allo stato conduttore. Questa durata di ripristino, collegata alla neutralizzazione delle cariche liberate dal passaggio della corrente (corrente di valanga), cresce con la corrente passante negli istanti che precedono l'annullamento. Così questi dispositivi sono poco atti a funzionare come protezione integrata.

Si noterà che l'efficacia della capacità di resistenza rispetto alle sovracorrenti può essere largamente ridotta se la durata di interruzione è relativamente grande, le perdite termiche di energia aumentando con la durata di interruzione.

I tiristori GTO possono essere bloccati mediante iniezione di cariche sul gate, ma non sono neppure praticamente più

atti ad una protezione integrata, poiché in prima approssimazione la quantità di carica che deve essere iniettata sul gate cresce come la corrente passante da interrompere. Una protezione integrata sarebbe allora manchevole in caso di forti sovracorrenti, mentre sarebbe particolarmente utile in questo caso.

I transistori MOS possono essere bloccati con un'energia di comando minima e presentano, in saturazione, una bassa tensione source-drain, questa essendo inoltre approssimativamente proporzionale alla corrente passante, ciò che permette di utilizzare lo spazio source-drain del MOS come sensore di sovracorrenti all'entrata dei mezzi di interruzione. Ma, se i MOS sopportano bene le sovracorrenti, tanto più quanto la durata di interruzione può essere molto bassa, la densità di corrente nominale è limitata, di modo che dei commutatori sarebbero ingombranti se la potenza passante non fosse piccola. Per giunta i transistori MOS sono i più cari fra i dispositivi semiconduttori elencati in precedenza, a parità di potenza nominale.

Il transistoro bipolare classico è poco ingombrante e poco costoso. Il suo bloccaggio è facile. Tuttavia esso sopporta solo passabilmente delle sovracorrenti, ciò che porterebbe a sovradimensionarlo. La potenza di comando necessaria per saturarlo è relativamente elevata se si ricerca una bassa caduta interna di tensione emettitore-collettore, per



ridurre le perdite nel funzionamento normale; ma allora la potenza che deve essere impiegata per il bloccaggio in risposta ad una sovracorrente non è trascurabile. La caduta di tensione fra emettitore e collettore, bassa, è poco utilizzabile per rivelare le sovrintensità della corrente passante, tanto più quanto più essa varia sensibilmente con la temperatura.

Il transistor bipolare con porta di comando isolata presenta la maggior parte dei vantaggi di un transistor bipolare con comando mediante la base, in particolare il prezzo moderato e il basso ingombro. Grazie al suo comando mediante porta di comando isolata, esso presenta del MOS i vantaggi di resistenza alle sovracorrenti e di semplicità di comando, la porta di comando assorbendo energia solo in occasione delle commutazioni. Tuttavia si noterà che esso non sopporta delle tensioni inverse elevate, ciò che richiede delle precauzioni se il carico e la sorgente sono tali che le commutazioni sono suscettibili di generare delle tensioni inverse (diodi in anti-parallelo con caratteristiche appropriate).

A questo proposito si noterà che tutti i dispositivi semiconduttori comandati, ad eccezione dei triac, presentano una conduzione unidirezionale e possono essere utilizzati con delle sorgenti elettriche alternate a onde intere solo in circuiti appropriati, sia mediante una coppia in cui ciascun

dispositivo funziona a semionda, sia in un circuito in cui il dispositivo è attraversato nello stesso senso per entrambe le semionde.

Ma il transistor bipolare con porta di comando isolata non possiede la proprietà del MOS favorevole alla realizzazione della protezione integrata, cioè che la caduta interna di tensione è sostanzialmente proporzionale alla corrente che attraversa lo spazio source-drain. Infatti, assumendo il potenziale di mittitore come riferimento, la corrente emettitore-collettore è funzione della tensione della porta di comando e, al di là di una tensione di saturazione, è sostanzialmente indipendente dalla tensione di collettore.

Si comprende che la tensione di collettore non è un'immagine appropriata della corrente che attraversa lo spazio emettitore-collettore a causa della dipendenza dalla tensione della porta di comando. Inoltre la tensione di saturazione varia con la temperatura del semiconduttore.

L'utilizzazione di un'impedenza serie nel commutatore per derivare una tensione di comando dai mezzi di introduzione avrebbe l'inconveniente di aumentare la caduta di tensione nel commutatore e l'ingombro del dispositivo.

Il problema che doveva essere risolto dall'invenzione consiste nella realizzazione di un commutatore statico a protezione integrata che comprende un transistor bipolare con porta di comando isolata in cui la grandezza derivata

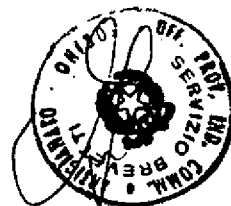
dalla corrente che attraversa il commutatore viene prelevata sul transistor stesso e permette che il valore determinato al di là del quale il bloccaggio viene provocato sia opportunamente rappresentativo della soglia di sovracorrente che deve provocare l'interruzione.

Per pervenire a questo scopo l'invenzione propone un commutatore statico a protezione integrata, per l'accoppiamento di un carico ad una sorgente elettrica, che comprende almeno un transistor di tipo bipolare con porta di comando isolata con uno spazio emettitore-collettore attraversato da una corrente unidirezionale dalla sorgente al carico, il transistor presentando, il potenziale di emettitore essendo assunto come riferimento, una corrente emettitore-collettore funzione della tensione della porta di comando e, al di là di una tensione di saturazione, sostanzialmente indipendente dalla tensione di collettore, e dei mezzi di interruzione collegati alla porta di comando, sensibili ad una grandezza derivata dalla corrente che attraversa il commutatore e disposti in modo da fornire alla griglia una polarizzazione di bloccaggio in risposta ad un superamento di un determinato valore da parte della corrente, commutatore caratterizzato dal fatto che esso comprende un circuito di retroazione preceduto da un sottrattore che riceve su una prima entrata la tensione di collettore e su una seconda entrata una tensione di consegna e che fornisce alla porta di comando una

tensione di retroazione tale che il circuito di retroazione tende all'equilibrio.

Assumendo come tensione di consegna una tensione sostanzialmente uguale alla tensione di saturazione con corrente nominale e con temperatura di funzionamento normale, si ottiene un funzionamento a regime costante che corrisponde a delle perdite minime. Ma inoltre qualsiasi aumento di corrente al di là della corrente nominale, che avrebbe in assenza di retroazione l'effetto di far aumentare in modo considerevole la tensione di collettore, porta a regolare la tensione della porta di comando al valore che corrisponde al mantenimento dello stato di saturazione del transistor con la corrente aumentata, praticamente qualunque sia la sovracorrente che compare. La gamma di tensioni della porta di comando che corrisponde alla differenza fra la corrente nominale e la corrente di picco che può essere presa in considerazione è larga e il valore determinato al di là del quale i mezzi di interruzione agiscono è sufficientemente preciso per garantire la protezione necessaria senza provocare alcuna interruzione per delle sovracorrenti non pericolose per il carico.

Preferibilmente la tensione di consegna comprende una componente fornita da un sensore di temperatura accoppiato termicamente al transistor. Così si può adattare la tensione di consegna alle variazioni della tensione di saturazione con la temperatura.



Sempre preferibilmente, i mezzi di interruzione comprendono un mezzo di indirizzamento disposto fra il circuito di retroazione e la porta di comando del transistor e disposto in modo da sostituire alla tensione di retroazione la polarizzazione di bloccaggio in risposta ad un superamento, da parte della tensione di retroazione, di una soglia di tensione; si garantisce così un'interruzione molto rapida.

Ancora preferibilmente, i mezzi di interruzione comprendono dei mezzi di temporizzazione accoppiati ad un generatore di soglia di tensione, tali che la soglia di tensione diminuisce con il tempo secondo una legge fissata. E' frequente che dei carichi, quali dei motori o degli apparecchi di illuminazione ad incandescenza, richiama, quando vengono messi in funzionamento, delle correnti molto superiori alla corrente a regime costante. E' dunque utile che il commutatore tolleri delle correnti transitorie tanto più grandi quanto più esse sono brevi. I commutatori con sensori di sovracorrente elettromagnetici classici utilizzano l'inerzia dei pezzi mobili per ottenere una caratteristica di questo genere; con una disposizione integralmente a semiconduttori, è possibile scegliere una legge di diminuzione adatta esattamente alle necessità.

Quando la sorgente elettrica è una sorgente di tensione alternata, quale una rete di distribuzione elettrica, è necessario associare al transistor bipolare con porta di

comando isolata dei componenti raddrizzatori per evitare da una parte di sottoporre il transistor a tensioni inverse elevate, che esso sopporta male, e per utilizzare dall'altra parte i due semiperiodi della tensione alternata della sorgente per non inviare a questa sorgente una componente di corrente continua. Due circuiti sono preferiti:

Si utilizzano due transistori con porta di comando isolata montati in serie, collegati mediante i due emettitori, e due diodi montati ciascuno con il suo anodo collegato agli emettitori e con il suo catodo collegato al collettore di un rispettivo transistor. Così, per ciascun semiperiodo, la corrente attraversa un diodo e il transistor associato all'altro diodo.

Oppure si utilizza un solo transistor con porta di comando isolata disposto in una diagonale di uscita in continua di un ponte raddrizzatore con quattro diodi la cui diagonale di entrata in alternata è inserita fra sorgente e carico. Così il transistor è attraversato da una corrente unidirezionale che esso può interrompere durante i due semiperiodi della sorgente. Tuttavia si noterà che questo circuito implica che la caduta interna di tensione nel commutatore corrisponde alla somma delle cadute interne dei tre componenti semiconduttori, il transistor e due diodi.

Quando si utilizza il circuito con due transistori e due diodi, è preferibile che i collettori dei transistori siano

ANDREOTTI - CARRETTA & PERANI

collegati alla prima entrata del sottrattore ciascuno tramite un rispettivo diodo nel senso conduttore. Questo circuito corrisponde ad una porta OR e la prima entrata del sottrattore riceve la tensione di collettore che è più elevata. Ora la tensione di collettore del transistor che è conduttore non può essere inferiore alla tensione di saturazione, mentre la tensione di collettore del transistor non conduttore è la caduta di tensione nel diodo associato, inferiore alla tensione di saturazione. Dunque si possono utilizzare solo un sottrattore ed un circuito di retroazione per due transistori.

Frequentemente il commutatore sarà munito di comandi di funzionamento e di arresto. Poiché i circuiti di pilotaggio di un transistor bipolare con porta di comando isolata richiedono un'alimentazione in corrente continua propria ed indipendente dal commutatore e poiché questa alimentazione sarà derivata dalla sorgente alternata, si può disporre di un rivelatore di annullamento di tensione e di un rivelatore di corrente passante e abilitare il comando di funzionamento all'annullamento della tensione e il comando di arresto per corrente nulla. Queste disposizioni provocano un ritardo di risposta ai comandi di funzionamento o di arresto sempre inferiore a 10 millisecondi per una sorgente a 50 Hz e limitano le correnti parassite rimandate verso la rete di distribuzione. Delle caratteristiche secondarie e i vantaggi del-

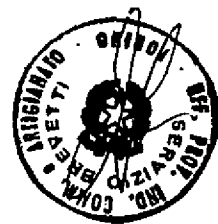
l'invenzione appariranno d'altra parte dalla descrizione che segue a titolo di esempio, con riferimento ai disegni allegati nei quali:

la figura 1 è uno schema delle disposizioni essenziali dell'invenzione;

la figura 2 è uno schema di un circuito con due transistori per una sorgente elettrica alternata;

la figura 3 è uno schema di una variante per sorgente elettrica alternata, con un transistor unico associato ad un ponte di diodi.

Secondo la forma di attuazione scelta e rappresentata nella figura 1, un commutatore 1 comprende nel suo insieme, fra i poli +10 e -11 di una sorgente di tensione continua, un transistor bipolare con porta di comando isolata 2 in serie con un carico 12, quale un motore, un apparecchio di illuminazione ad incandescenza classico o alogeno. Il transistor bipolare con porta di comando isolata 2, detto correntemente IGBT (Per Isolated Gate Bipolar Transistor), comprende un collettore 2a, un emettitore 2d e una porta di comando 2c isolata dalla giunzione fra emettitore e collettore. A causa della bassa tensione di perforazione inversa inerente a questo tipo di transistor, un diodo 3 è montato con il suo anodo collegato all'emettitore 2b e con il suo catodo collegato al collettore 2a. La massa interna del commutatore è collegata all'emettitore 2b, il cui potenziale sarà assunto



come riferimento delle tensioni.

Un conduttore di collegamento 40 collega la connessione di collettore 2a ad una prima entrata, invertente, di un amplificatore operazionale 41 montato come sottrattore, che riceve sulla sua seconda entrata, non invertente, una tensione di riferimento generata da una sorgente 42 munita di un sensore termico 43 in contatto con il radiatore sul quale è montato il transistor IGBT 2. Questo contatto termico non è indicato nella figura 1 per non nuocere alla sua chiarezza.

L'uscita del sottrattore 41 pilota l'entrata non invertente di un secondo amplificatore operazionale 44 che funziona come sfalsatore di tensione aggiungendo una tensione positiva di soglia 44a alla tensione fornita dal sottrattore 41, di modo che il suo segnale di uscita varia fra questa tensione di soglia e una tensione positiva massima in risposta ad un segnale di uscita del sottrattore che varia da zero ad un valore positivo. Così si è sicuri che il transistor IGBT 2 sarà saturo anche per correnti emettitore-collettore che tendono a zero.

La tensione di uscita dell'amplificatore sfalsatore di tensione viene applicata all'entrata non invertente di un amplificatore 45. All'entrata invertente di questo amplificatore può essere applicato un segnale di bloccaggio positivo emesso da un circuito generatore di segnale di bloccaggio 51, realizzato particolarmente per comandare il transistor IGBT

2. Il segnale di bloccaggio è qui un segnale positivo con ampiezza sufficiente, per abbassare la tensione di uscita dell'amplificatore 45 fino ad un valore negativo oppure una polarizzazione di bloccaggio sufficiente per bloccare il transistor IGBT 2 qualunque sia la tensione positiva applicata all'entrata non invertente di questo amplificatore 45. Questo presenta così una funzione di indirizzamento, il segnale emesso dal sottrattore 41 essendo presente, amplificato e sfalsato, all'uscita dell'amplificatore 45 in assenza di segnali di bloccaggio, questo segnale di bloccaggio sostituendosi in modo prioritario, sotto la forma di una polarizzazione di bloccaggio, alla tensione di uscita, amplificata e sfalsata, del sottrattore 41.

Il sottrattore 41, l'amplificatore sfalsatore di tensione 44 e l'amplificatore di indirizzamento 45 formano insieme un circuito di retroazione 4 che fornisce, sulla porta di comando 2c del transistor IGBT 2, un segnale o tensione di retroazione che è funzione della differenza fra la tensione di collettore 2a trasmessa tramite la linea 40 e la tensione di consegna generata dalla sorgente 42, tensione di retroazione che è tale che la corrente, che attraversa il transistor IGBT dall'emettitore 2b al collettore 2a, si regola per portare la tensione di collettore ad equilibrare la tensione di riferimento; la tensione di riferimento sarà scelta in modo da corrispondere sostanzialmente alla zona di funziona-

mento lineare del transistor IGBT 2 senza raggiungere la tensione di saturazione. Se si verifica una sovracorrente, il circuito di retroazione reagirà in modo da aumentare la tensione della porta di comando per riportare la tensione di collettore verso la tensione di consegna.

D'altra parte la tensione della porta di comando $2c$ rappresenta la corrente che attraversa lo spazio emettitore-collettore del transistor IGBT 2.

Il commutatore 1 comprende dei mezzi di interruzione 5 nel loro insieme che sono costituiti da un circuito a soglia 50 e dal generatore di segnale di bloccaggio 51. La tensione della porta di comando $2c$ viene applicata al circuito a soglia 50, che emetterà un segnale di interruzione destinato al generatore di bloccaggio 51 se la tensione della porta di comando $2c$ supera un determinato valore che corrisponde ad una corrente che attraversa il transistor al limite tollerabile.

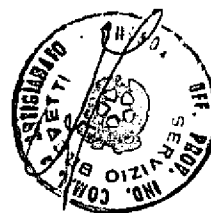
Da parte sua il generatore di segnale di bloccaggio 51 funziona come un flip-flop, che viene posizionato tramite il comando 52, in risposta all'emissione di un segnale di funzionamento, per annullare un segnale di bloccaggio positivo sull'entrata invertente dell'amplificatore 44, e che ritorna allo stato iniziale in risposta ad un segnale di arresto emesso dal comando 53 oppure in risposta ad un segnale di interruzione emesso dal circuito a soglia 50, il ritorno allo

stato iniziale traducendosi nell'emissione di un segnale positivo di bloccaggio.

Si noterà che il circuito a soglia 50 può comprendere una pluralità di soglie associate a dei mezzi di temporizzazione, di modo che la tensione di soglia diminuisce con il tempo. Di fatto si prevedono ad esempio tre soglie di interruzione disposte a gradini, alle quali si faranno corrispondere delle durate di temporizzazione durante le quali ciascuna delle correnti che corrispondono ad una rispettiva soglia è tollerabile. Un superamento della soglia minima fa scattare le temporizzazioni e il segnale di interruzione viene emesso se il superamento di una delle soglie persiste alla fine della temporizzazione associata. L'emissione del segnale di interruzione riavvizzera le temporizzazioni, come pure la fine della temporizzazione più lunga, in assenza di emissione di un segnale di interruzione.

La figura 1 rappresenta un commutatore previsto per accoppiare un carico ad una sorgente di tensione continua; questa disposizione è stata descritta in primo luogo perché è più semplice; ma più generalmente i commutatori dovranno essere previsti per delle sorgenti di tensione altercata, quali le reti di distribuzione elettrica.

La figura 2 rappresenta un primo circuito per accoppiare un carico 12 ad una sorgente di tensione alternata che comprende un polo di fase 15 e un polo di neutro 16. Il carico



12 è disposto fra il commutatore ed il polo di neutro.

Il commutatore comprende due transistori IGBT 20 e 21, rispettivamente con dei collettori 20a e 21a, degli emettitori 20b e 21b e delle porte di comando 20c e 21c. I transistori IGBT 20 e 21 sono montati in serie tra il polo di fase 15 e la sorgente 12, con i loro emettitori 20b, 21b, collegati fra di loro e alla massa interna del commutatore. Due diodi 30 e 31 sono montati con i loro anodi collegati agli emettitori 20b e 21b e con i loro catodi collegati rispettivamente ai collettori 20a e 21a dei transistori 20 e 21. Durante un semiperiodo la corrente passerà dal polo di fase 15 al polo di neutro 16, passando per il transistore IGBT 20, il diodo 31 e il carico 12, e durante l'altro semiperiodo passerà dal polo di neutro 16 al polo di fase 15, passando per il carico 12, il transistore IGBT 21, il diodo 30. Si noterà che, durante il primo semiperiodo, il transistore 21 viene cortocircuitato dal diodo 31, mentre durante il secondo semiperiodo il transistore 20 viene cortocircuitato dal diodo 30, di modo che le tensioni inverse applicate ai transistori IGBT vengono ridotte alle cadute di tensione nei diodi conduttori.

I collettori 20a e 21a sono collegati alla linea di retroazione 40 rispettivamente mediante dei diodi 40a e 40b, che costituiscono l'equivalente di una porta OR. La tensione di conduttore del transistore collettore è superiore alla caduta di tensione nel diodo conduttore, di modo che la linea

40 si troverà in permanenza alla tensione di collettore del transistore IGBT conduttore. Il circuito 4, 5 è l'equivalente del circuito di retroazione 4 e di interruzione 5 descritti con riferimento alla figura 1, di modo che le tensioni della porta di comando dei due transistori 20 e 21 sono in permanenza le stesse, sia che si tratti di regolare la corrente che attraversa il transistore conduttore affinché la tensione di collettore tenda alla tensione di consegna, sia che si tratti di bloccare i transistori per il senso conduttore, a seconda del semiperiodo della sorgente.

Si noterà che, quando il commutatore è chiuso, cioè quando esso lascia passare la corrente dalla sorgente al carico, il transistore che risulta interdetto per un semiperiodo riceve sulla sua porta di comando una tensione positiva; ma ciò non provoca alcun inconveniente poiché la porta di comando è isolata e poiché la tensione tra l'emettitore e il collettore è limitata dal diodo montato fra questi elettrodi nel senso conduttore.

La variante rappresentata nella figura 3 utilizza un solo transistore IGBT 22, con un collettore 22a, un emettitore 22b, collegato alla massa interna del commutatore, e una porta di comando 22c. Dei circuiti di retroazione e interruzione 4, 5 sono disposti con un collegamento 40 al collettore 22a e un collegamento alla porta di comando 22c nella stessa disposizione vista nella figura 1.

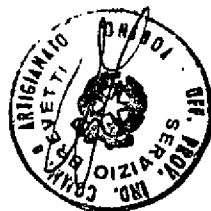
Un ponte raddrizzatore a quattro diodi 32, 33, 34, 35 presenta una diagonale di entrata di corrente alternata fra un vertice fra l'anodo del diodo 32 e il catodo del diodo 33, collegato al polo di fase 15 della sorgente di tensione alternata, e un vertice fra l'anodo del diodo 34 e il catodo del diodo 35, collegato al carico 12, a sua volta collegato al polo di neutro 16 della sorgente di tensione alternata. Il ponte presenta anche una diagonale di uscita di corrente continua fra un vertice in cui sono collegati gli anodi dei diodi 33 e 35, collegati all'emettitore 22d del transistor IGBT e alla massa interna, e un vertice in cui sono collegati i catodi dei diodi 32 e 34, collegati al collettore 22a. Si comprende immediatamente che, benché il circuito conduttore dalla sorgente 15, 16 al carico 12 sia in corrente alternata, la corrente che attraversa il transistor 22 è unidirezionale.

Rispetto al circuito rappresentato nella figura 2, il circuito secondo la figura 3 presenta il vantaggio di utilizzare un solo transistor IGBT, ma come contropartita richiede quattro diodi invece di due e la corrente attraversa tre componenti semiconduttori (un IGBT e due diodi) invece di due (un IGBT e un diodo). La minimizzazione delle perdite porta a scegliere dei diodi con bassa caduta interna di tensione. Tuttavia si noterà che le sollecitazioni di tensione inversa dei diodi sono divise per due.

Ovviamente gli elementi che costituiscono i circuiti di retroazione 4 e di interruzione 5 richiedono la presenza di una sorgente di tensione continua di piccola potenza per alimentarli, potenza che sarà derivata dalla stessa sorgente di tensione alternata 15, 16 impiegata per alimentare il carico. E' interessante che i comandi di funzionamento e di arresto 52, 53 provocano rispettivamente la chiusura del commutatore a tensione nulla e l'apertura per corrente nulla, per limitare i fenomeni transitori dovuti alle componenti reattive del carico 12 e della sorgente 15, 16.

A questo scopo il generatore di segnale di bloccaggio 51 sarà dotato di un rivelatore di valore nullo di tensione, che abiliterà il comando di funzionamento 52 quando la tensione passa per zero, e di un rivelatore di valore nullo di corrente, che abiliterà il comando di arresto 53 per un valore nullo di corrente passante.

I rivelatori di valore nullo di tensione e di corrente possono essere costituiti in qualsiasi modo sarà concepito da un tecnico dell'arte. Ad esempio, per il rivelatore nullo di tensione, si potrà disporre, all'uscita del raddrizzatore a doppia semionda, prima del filtraggio, un amplificatore limitatore d'ampiezza che alimenta il diodo elettroluminescente di un fotoaccoppiatore alla cui uscita comparirà un impulso in risposta allo spegnimento del diodo elettroluminescente. Questo impulso sarà applicato all'entrata di una



porta AND e il comando di funzionamento sarà applicato ad una seconda entrata.

Un circuito analogo, disposto fra la linea di retroazione 40 e la massa, rivelerà il valore zero della corrente passante e, in combinazione AND con il comando di arresto 53, abiliterà quest'ultimo comando. Si precisa che il comando di arresto 53 è indicato simbolicamente mediante un pulsante per interruzione, per analogia con il comando classico di un commutatore elettromeccanico. Ma in realtà il comando di arresto può essere qualsiasi e, in combinazione con una porta AND, fornirà uno stato alto per comandare l'apertura.

Ovviamente l'invenzione non è limitata agli esempi descritti ma ne congloba tutte le forme di attuazione, nell'ambito delle rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Commutatore statico a protezione integrata per l'accoppiamento di un carico (12) ad una sorgente elettrica (10-11, 15-16), che comprende almeno un transistor (2, 20, 21, 22) di tipo bipolare con porta di comando isolata ($2c$, $20c$, $21c$, $22c$) con uno spazio emettitore ($2b$, $20b$, $21b$, $22b$)-collettore ($2a$, $20a$, $21a$, $22a$) attraversato da una corrente unidirezionale dalla sorgente (10-11, 15-16) al carico (12), il transistor (2, 20, 21, 22) presentando, il potenziale di emettitore ($2b$, $20b$, $21b$, $22b$) essendo assunto come riferimento, una corrente emettitore-collettore che è funzione della tensione della porta di comando ($2c$, $20c$, $21c$, $22c$) e, al di là di una tensione di saturazione, sostanzialmente indipendente dalla tensione di collettore ($2a$, $20a$, $21a$, $22a$), e dei mezzi di interruzione (4, 5) accoppiati alla porta di comando che sono sensibili ad una grandezza derivata dalla corrente che attraversa il commutatore (1) e che sono disposti in modo da fornire alla porta di comando ($2c$, $20c$, $21c$, $22c$) una polarizzazione di bloccaggio in risposta ad un superamento di un determinato valore da parte della corrente, commutatore caratterizzato dal fatto che esso comprende un circuito di retroazione (4) preceduto da un sottrattore (41) che riceve su una prima entrata la tensione di collettore (40) e su una seconda entrata una tensione di consegna (42) e che fornisce alla porta di comando ($2c$, $20c$, $21c$, $22c$) una tensione di

retroazione tale che il circuito di retroazione (4) tende all'equilibrio.

2. Commutatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la tensione di consegna (42) comprende una componente fornita da un sensore (43) di temperatura accoppiato termicamente al transistor.

3. Commutatore secondo una delle rivendicazioni 1 e 2, caratterizzato dal fatto che i mezzi di interruzione (4, 5) comprendono un mezzo di indirizzamento (51, 45) che è disposto fra il circuito di retroazione (4) e la porta di comando del transistor ($2c$, $20c$, $21c$, $22c$) e che è disposto in modo da sostituire, alla tensione di retroazione, la polarizzazione di bloccaggio in risposta ad un superamento, da parte della tensione di retroazione, di una soglia di tensione (50).

4. Commutatore secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che i mezzi di interruzione (50) comprendono dei mezzi di temporizzazione accoppiati ad un generatore di soglia di tensione, tali che la soglia di tensione diminuisca con il tempo secondo una legge fissata.

5. Commutatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 4, per una sorgente elettrica di tensione alternata (15-16), caratterizzato dal fatto che esso comprende due transistori (20, 21) con porta di comando isolata, montati in serie, collegati mediante i loro emettitori ($20b$, $21b$), e due

diodi (30, 31) montati ciascuno con il proprio anodo collegato agli emettitori (20b, 21b) e con il proprio catodo collegato al collettore (20a, 21a) rispettivamente di uno dei due transistori (20, 21).

6. Commutatore secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che i collettori (20a, 21a) dei due transistori sono collegati alla prima entrata (40) del sottrattore, ciascuno mediante un rispettivo diodo (40a, 40b) in senso conduttore.

7. Commutatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 4, per una sorgente elettrica di tensione alternata (15-16), caratterizzato dal fatto che esso comprende, in associazione con un unico transistor (22) con porta di comando isolata, un ponte raddrizzatore con quattro diodi (32, 33, 34, 35), con una diagonale di entrata di corrente alternata (32, 33, 34, 35) inserita fra sorgente (15-16) e carico (12) con una diagonale di uscita (32-34, 33-35) di corrente continua in cui è inserito il transistor (22).

8. Commutatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5 a 7, munito di comandi di funzionamento (52) e di arresto (53), caratterizzato dal fatto che esso comprende un rivelatore di annullamento di tensione di sorgente, disposto per abilitare il comando di funzionamento (52) con tensione nulla, e un rivelatore di corrente passante, disposto per abilitare il comando di arresto (53) per corrente nulla.

PER INCARICO
Dott. Francesco SERRA
N. Isciz
(In proprio e per gli altri)



JACOBACCI - CASETTA & PERRANI
S.p.A.

FIG. 1

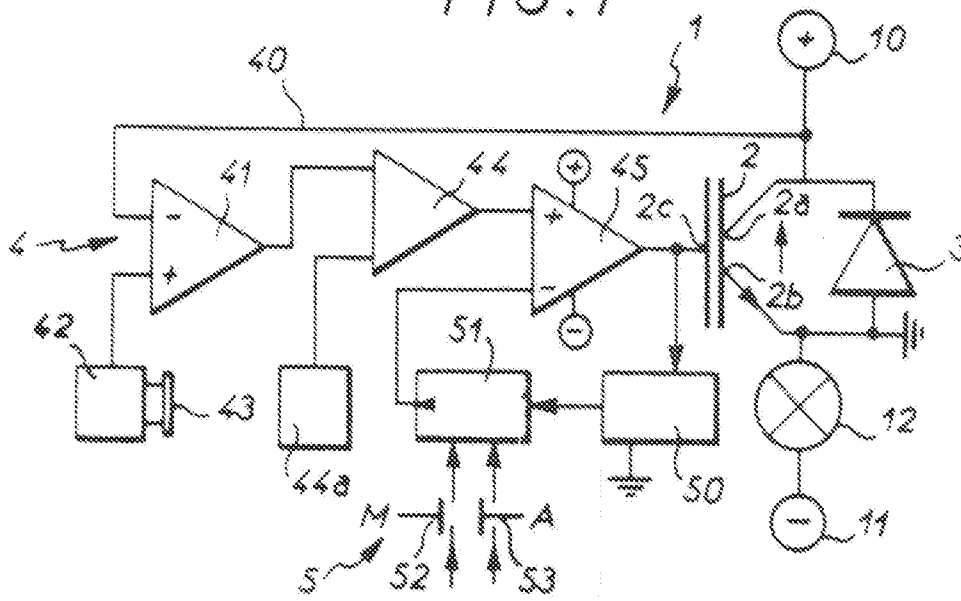


FIG. 2

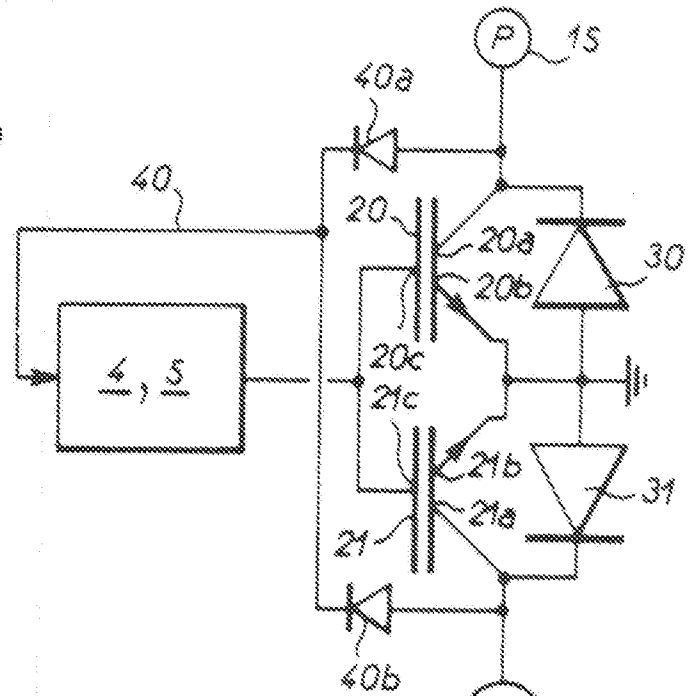


FIG. 3

