



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	102000900877470
Data Deposito	28/09/2000
Data Pubblicazione	28/03/2002

Priorità	11-279302
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Priorità	000-205286
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	M		

Titolo

CIRCUITO DI ATTUAZIONE DI CARICO

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

"CIRCUITO DI ATTUAZIONE DI CARICO"

Della Ditta: DENSO CORPORATION

di nazionalità giapponese, con sede a Kariya-city, Aichi-pref. (Giappone) che nomina quali mandatarî e domiciliatari, anche in via disgiunta fra loro, Dr. Diana Domenighetti, Avv. Vincenzo Bilardo, Dr. Proc. Igor Bilardo, Dr. Ing. Aldo Petruzzello, Dr. Maria Teresa Marinello e Dr. Ing. Maria Chiara Zavattoni, dello Studio RACHELI & C. SpA (già RACHELI & C. s.r.l.) - Milano - Viale San Michele del Carso, 4.

Inventori: Itakura Hirokazu, Nagata Junichi

Depositata il:

N:

MI 2000 A 002106

DESCRIZIONE

CONOSCENZE DI BASE DELL'INVENZIONE

28 SET. 2000

1) Campo dell'invenzione

La presente invenzione è relativa ad un circuito di attuazione di carico che serve a pilotare un carico, e più in particolare ad un circuito di attuazione di carico che ha la funzione di porre un limite ad una corrente di carico per tenerla al di sotto di un valore di corrente predeterminato.

2) Descrizione della tecnica correlata

Fino ad ora, come circuito di attuazione di carico progettato per limitare una corrente di carico quando la corrente di carico cade in una condizione di corrente troppo alta ne era noto uno rivelato nella pubblicazione di brevetto giapponese non esaminato (HEI) 2-226808, in cui viene messo a disposizione un transistor di rivelazione della corrente (a cui si farà qui d'ora in avanti riferimento come



DN

"transistor di rivelazione") che comprende un transistor MOS il cui pozzo e la cui porta sono collegati rispettivamente con un pozzo e una porta di un transistor MOS che forma un transistor di uscita nella forma di linee comuni, e porte e un transistor (a cui si farà qui d'ora in avanti riferimento come "primo transistor") che costituisce un circuito a specchio di corrente è disposto sul lato di sorgente di questo transistor di rivelazione in modo tale che una corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di uscita ed entra in un carico sia limitata al di sotto di un valore predeterminato mediante il fatto di controllare una tensione di porta del transistor di uscita in conformità con una corrente che fluisce attraverso l'altro transistor (a cui si farà qui d'ora in avanti riferimento come "secondo transistor") che organizza lo stesso circuito a specchio di corrente.

Vi è un problema che ha origine con il circuito di attuazione di carico rivelato in questa pubblicazione, tuttavia, dato dal fatto che, poichè la porta del transistor di uscita e la porta del transistor di rivelazione sono collegate attraverso un resistore una con l'altra, oppure sono cablate direttamente insieme, si incontrano delle difficoltà per stabilire la corrispondenza tra la tensione porta-sorgente del transistor di uscita e la caduta di tensione porta-sorgente del transistor di rivelazione, il che può causare una mancanza di coincidenza nel punto di funzionamento tra questi transistor.

Ciò che si verifica è che il primo transistor che costituisce il circuito a specchio di corrente è collegato con il lato di sorgente del transistor di rivelazione, mentre non vi è alcun transistor accoppiato con il lato di sorgente del transistor di uscita; di conseguenza, una differenza di potenziale elettrico che corrisponde ad una caduta di tensione (nel caso in cui il primo transistor sia un transistor bipolare, la caduta di tensione diretta V_f in una giunzione P-N diventa pari a circa 0,7V), che

si sviluppa a causa di una corrente che fluisce attraverso il primo transistor, si presenta tra i potenziali elettrici di sorgente di questi transistor, causando in questo modo una differenza nel punto di funzionamento tra il transistor di uscita e il transistor di rivelazione.

Il verificarsi di una differenza di punti di funzionamento rende difficile un rivelamento preciso di una corrente di carico che fluisce dal transistor di rivelazione verso il transistor di uscita, in modo tale che una limitazione di corrente di alta precisione non è più fattibile.

Nello stesso tempo, come circuito di attuazione di carico in grado di risolvere un tale problema, la presente richiedente ha già proposto un sistema di circuito in cui vi è un mezzo di caduta di tensione disposto tra una porta di un transistor di uscita e una porta di un transistor di rivelazione per produrre una caduta di tensione uguale a quella che si ha in un primo transistor (pubblicazione di brevetto giapponese non esaminato (HEI) 10-32475).

Con riferimento a figura 15, viene ora fornita una descrizione qui sotto di un esempio di questo circuito di attuazione di carico proposto.

La figura 15 mostra un circuito di attuazione di carico in cui si impiega un transistor MOS a canale N come uscita sia di un transistor di uscita T_o che di un transistor di rivelazione T_s , e il pozzo del transistor di uscita T_o è collegato attraverso un terminale di uscita 4 con un terminale di un carico 2, mentre il suo altro terminale riceve una tensione positiva di fornitura di corrente dal terminale positivo (elettrodo) di una sorgente di elettricità in corrente continua per l'attuazione del carico, mentre la sorgente del transistor di uscita T_o è accoppiata attraverso un terminale di uscita 6 alla terra che è di potenziale elettrico uguale al lato del terminale negativo (elettrodo) della sorgente di elettricità in corrente

continua, in modo tale che il transistor di uscita T_o opera come cosiddetto interruttore del lato basso.

In aggiunta, come è mostrato in figura 15, in conformità con il circuito di attuazione di carico proposto citato più su, il pozzo del transistor di rivelazione T_s è collegato con il pozzo del transistor di uscita T_o e la sorgente del transistor di rivelazione T_s è collegata con la sorgente del transistor di uscita T_o attraverso un transistor (primo transistor) T_a che costituisce un circuito a specchio di corrente 10, mentre l'altro transistor (secondo transistor) T_b dello stesso circuito a specchio di corrente 10 è collegato tra la porta e la sorgente del transistor di uscita T_o , e anche un mezzo di caduta di tensione 20 che produce una caduta di tensione nel primo transistor T_a verso una corrente proporzionale ad una corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di rivelazione T_o e che raggiunge il primo transistor T_a è previsto tra le porte del transistor di uscita T_o e del transistor di rivelazione T_s .

Di conseguenza, con il circuito di attuazione di carico proposto di cui sopra, mentre una corrente di carico fluisce attraverso il transistor di uscita T_o , la differenza di tensione tra pozzo e sorgente del transistor di uscita T_o è in accordo con la differenza di tensione tra pozzo e sorgente del transistor di rivelazione T_s provocando in questo modo il sicuro passaggio di una corrente proporzionale alla corrente di carico nel transistor di rivelazione T_s ; di conseguenza, in confronto con un caso nel quale i pozzi del transistor di uscita T_o e del transistor di rivelazione T_s sono collegati direttamente uno con l'altro o sono collegati uno con l'altro in uno stato in cui vi è un resistore interposto tra di essi, la corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di uscita T_o può venire limitata con alta precisione.

Tuttavia, nel caso del circuito di attuazione di carico proposto di cui sopra, come è mostrato in figura 15, è previsto un circuito a tensione costante 50 per

DA

generare una tensione costante da una tensione di alimentazione di elettricità fornita dall'esterno attraverso un terminale di fornitura di elettricità 8 in modo tale che la tensione costante generata dal circuito a tensione costante 50 venga applicata attraverso un resistore R_a ad un terminale di controllo (concretamente una porta) del transistor di rivelazione T_s per far funzionare il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s alla tensione costante; di conseguenza, a causa della mancanza di uniformità del transistor di uscita T_o o del resistore R_a , la sua proprietà di temperatura, o simili, vi è una probabilità di incontrare delle difficoltà nel controllo della corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di uscita T_o per mantenerla su un valore di progetto.

Detto in modo più concreto, come è ovvio da una curva caratteristica di VGS contro ID mostrata in figura 16, una corrente di carico (in altre parole la corrente di pozzo) ID che fluisce attraverso il transistor di uscita T_o sale rapidamente con un aumento della differenza di tensione tra porta e sorgente - gate-source voltage - VGS.

Nello stesso tempo, nel circuito di attuazione di carico mostrato in figura 15, una corrente fornita dal circuito a tensione costante 50 attraverso il resistore R_a al lato di porta del transistor di rivelazione T_s dipende dal valore della resistenza del resistore R_a e da una caduta di tensione attraverso il resistore R_a , e in questo modo si riduce a mano a mano che cresce la differenza di tensione tra porta e sorgente VGS del transistor di uscita T_o . Per questa ragione, una corrente di possibile fornitura (in dettaglio un valore di conversione di questa corrente in una corrente di pozzo ID) dal circuito a tensione costante 50 al secondo transistor T_b del circuito a specchio di corrente 10 si riduce anch'essa a mano a mano che aumenta la differenza di tensione tra porta e sorgente VGS del transistor di uscita T_o , come si

vede da una caratteristica di corrente di fornitura indicata per mezzo di una linea continua in figura 16.

In aggiunta, nel circuito di attuazione di carico mostrato in figura 15, quando una corrente (una corrente proporzionale alla corrente di carico) che fluisce dal transistor di rivelazione T_s verso il primo transistor T_a del circuito a specchio di corrente 10 non riesce a far la sua fornitura al secondo transistor T_b , la tensione di porta del transistor di uscita T_o si abbassa a limitare la corrente di carico (corrente di pozzo I_D) sul valore di corrente in quel momento, in modo tale che i valori limite della corrente di carico diventano valori della corrente di pozzo I_D alle intersezioni (indicate per mezzo di cerchi neri in figura 16) nella caratteristica di V_{DGS} contro I_D del transistor MOS e della caratteristica della corrente di alimentazione.

Tuttavia, come è indicato per mezzo di linee tratteggiate in figura 16, la caratteristica di V_{GS} contro I_D del transistor MOS varia in conformità con la mancanza di uniformità della caratteristica del transistor MOS stesso o della sua variazione o fluttuazione di temperatura, e la caratteristica di corrente di fornitura dal circuito a tensione costante 50 al circuito a specchio di corrente 10 varia anch'essa con la mancanza di uniformità della caratteristica del resistore R_a o del transistor T_a , T_b che costituiscono il circuito a specchio di corrente 10, o con la sua variazione di temperatura.

Così, anche se il circuito di attuazione di carico proposto in quanto precede consente di fornire attraverso il transistor di rivelazione T_s una corrente proporzionale ad una corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di uscita T_o al primo transistor T_a del circuito a specchio di corrente 10, la corrente di carico limitabile attraverso il circuito a specchio di corrente 10 varia a causa della

mancanza di uniformità di ciascuno dei suddetti elementi di circuito o della sua variazione di temperatura, cosa che rende difficile il controllo della corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di uscita T_o per mantenerla su un valore di progetto.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Di conseguenza, è stata sviluppata la presente invenzione con l'obiettivo di eliminare i problemi citati qui sopra, e di conseguenza un obiettivo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un circuito di attuazione di carico in grado di limitare una corrente di carico ad un valore al di sotto di un valore predeterminato con alta precisione senza che soffra degli effetti della mancanza di uniformità delle caratteristiche degli elementi di circuito o della loro variazione di temperatura.

A questo scopo, invece della tecnica correlata descritta qui sopra in cui si applica una tensione costante come segnale di controllo di attuazione del carico attraverso un resistore a ciascuno dei terminali di controllo di un transistor di uscita e di un transistor di rivelazione, in un circuito di attuazione di carico secondo un aspetto della presente invenzione viene fornita una corrente costante da un circuito a corrente costante ad un transistor di uscita e ad un transistor di rivelazione. In questo modo, sia il transistor di uscita che il transistor di rivelazione vengono pilotati con la corrente costante, e non vi è la necessità di porre un resistore in un percorso di fornitura della corrente di pilotaggio. In questo modo si può evitare che una corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di uscita varia a causa della mancanza di uniformità di questo resistore o della variazione della sua temperatura. Di conseguenza, con la presente invenzione è possibile evitare la variazione della corrente di carico limitabile che ha origine dalle caratteristiche non uniformi degli

elementi di circuito o dalla loro variazione di temperatura, limitando in questo modo la corrente di carico ad un valore al di sotto di un valore predeterminato, con alta precisione.

Un altro aspetto della presente invenzione mette a disposizione un circuito di attuazione di carico in cui l'aspetto di cui sopra della presente invenzione viene introdotto nel circuito di attuazione di carico mostrato in figura 14. Ovvero, nel circuito di attuazione di carico secondo questo aspetto della presente invenzione, come è illustrato in figura 1, vi è un circuito in serie che comprende un transistor di rivelazione T_s e un primo transistor T_a collegato in parallelo con un transistor di uscita T_o per la fornitura di una corrente di carico ad un carico 2, e un mezzo di caduta di tensione 20, che è progettato per produrre una caduta di tensione in sostanza uguale ad una caduta di tensione che si sviluppa nel primo transistor T_a quando una corrente proporzionale alla corrente di carico fluisce attraverso il transistor di rivelazione T_s , e disposto tra i terminali di controllo del transistor di uscita T_o e del transistor di rivelazione T_s (in figura 1, tra le porte di questi transistor). In aggiunta, un circuito a corrente costante 30, che è progettato in modo tale da fornire una corrente costante I_c come segnale di controllo per la messa in atto del carico, è collegato con il terminale di controllo (in figura 1, la porta) del transistor di rivelazione T_s , mentre un secondo transistor T_b , che costituisce un circuito a specchio di corrente 10 insieme con il primo transistor T_a e un livello di tensione variabile (in figura 1, la tensione di porta) come terminale di controllo del transistor di rivelazione T_s attraverso l'uso di una corrente proporzionale alla corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di rivelazione T_s , è collegato con il terminale di controllo (in figura 1, la porta) del transistor di uscita T_o .

Di conseguenza, con questo circuito di attuazione di carico, non solo un

11)

funzionamento del mezzo a caduta di tensione 20 può produrre una corrispondenza o una coincidenza del punto di funzionamento tra il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s come nel caso del circuito di attuazione di carico correlato mostrato in figura 15, ma per di più la corrente costante I_c può venire fornita come segnale di controllo, per accendere il transistor di uscita T_o , dal circuito a corrente costante 30 al terminale di controllo del transistor di rivelazione T_s in modo tale che la corrente di carico diventi costante quando il secondo transistor T_b spegne il transistor di uscita.

Ovvero, come è illustrato in figura 1, in un caso in cui sia il transistor di uscita T_o che il transistor di rivelazione T_s sono costruiti con l'uso di un transistor MOS a canale N, come con il circuito della tecnica correlata mostrato in figura 15, e viene alimentata una corrente costante I_c come segnale di controllo per la messa in atto del carico dal circuito a corrente costante 30 al terminale di controllo del transistor di rivelazione T_s , come si vede dalla caratteristica di fornitura di corrente indicata per mezzo di una linea continua in figura 2, la corrente (in dettaglio un valore di conversione di questa corrente in una corrente di pozzo I_D che costituisce la corrente di carico) da fornire dal circuito a corrente costante 30 al circuito a specchio di corrente 10 diventa quasi costante fino a quando la differenza di tensione tra porta e sorgente VGS del transistor di uscita T_o non raggiunta una tensione predeterminata in corrispondenza della quale la generazione della corrente costante I_c dalla tensione di fornitura di elettricità alimentata dal circuito esterno attraverso il terminale di fornitura di elettricità 8 diventa infattibile nel circuito a corrente costante 30.

Di conseguenza, con questo circuito di attuazione di carico, come è mostrato in figura 2, anche se la caratteristica di VGS contro I_D del transistor MOS varia a

causa della mancanza di uniformità del transistor MOS stesso o a causa della sua variazione di temperatura, la corrente di carico (la corrente di pozzo ID) che può essere limitata attraverso il corrente costante I₀ diventa quasi costante.

Di conseguenza, questo circuito di attuazione di carico è in grado di evitare che il valore limite della corrente di carico limitabile attraverso il circuito a specchio di corrente I₀ varia a causa della mancanza di uniformità delle caratteristiche degli elementi di circuito, come il transistor di uscita T₀, a differenza del circuito di attuazione di carico della tecnica correlata mostrato in figura 15, realizzando in questo modo una limitazione di alta precisione della corrente di carico.

Nel circuito di attuazione di carico mostrato in figura 1, anche se, in combinazione con il circuito della tecnica correlata mostrato in figura 15 si impiega un transistor MOS a canale N sia come transistor di uscita T₀ che come transistor di rivelazione T_s e il pozzo del transistor di uscita T₀ è collegato attraverso il terminale di uscita 4 con un terminale del carico 2 il cui altro terminale riceve una tensione di alimentazione di elettricità positiva dal terminale positivo della sorgente di elettricità in corrente continua di messa in atto del carico, anche se la sorgente del transistor di uscita T₀ è cablata attraverso il terminale di uscita 6 con la terra che è uguale, come potenziale elettrico, al lato del terminale negativo della sorgente di elettricità in corrente continua in modo tale che il transistor di uscita T₀ agisce come cosiddetto interruttore sul lato basso, per esempio in un caso in cui un circuito di attuazione di carico secondo la presente invenzione sia costruito come circuito di attuazione di carico del tipo lato alto mostrato in figura 1, è anche possibile che il transistor di uscita T₀ e il transistor di rivelazione T_s siano costruiti con un transistor bipolare di tipo NPN.

DA

In aggiunta, in un caso in cui un circuito di attuazione di carico è sistemato come cosiddetto circuito di attuazione di carico del tipo lato alto in cui il transistor di uscita T_o è disposto su un percorso di corrente che si estende dal terminale positivo di una sorgente di elettricità in corrente continua al carico 2, è anche accettabile che per esempio il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s siano costruiti con un transistor MOS a canale P o un transistor bipolare del tipo PNP.

Nel caso in cui si impiega un transistor MOS per il transistor di uscita T_o e per il transistor di rivelazione T_s , in confronto con un transistor bipolare, il transistor MOS può fornire una corrente più grande per alimentare una corrente di carico più grande al carico. In questo caso, di preferenza, i pozzi del transistor di uscita T_o e del transistor di rivelazione T_s sono collegati uno con l'altro mentre le porte, cioè i terminali di controllo, di questi transistor T_o e T_s sono collegati attraverso il mezzo di caduta di tensione 20 uno con l'altro.

In aggiunta, al fine di impiegare il transistor MOS per il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s , poichè un transistor MOS a canale N fornisce in generale una corrente più grande di quella di un transistor MOS a canale P, è più preferibile che il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s vengano prodotti con un transistor MOS a canale N. Incidentalmente, in questo caso, il circuito a corrente costante 30 introduce una corrente costante I_c nella porta del transistor di rivelazione T_s mentre il secondo transistor T_b accetta o preleva la corrente costante I_c alimentata dal circuito a corrente costante 30 attraverso il mezzo di caduta di tensione 20 verso la porta del transistor di uscita T_o .

Ancora in aggiunta, per l'uso del transistor MOS per il transistor di uscita T_o , anche quando l'uscita della corrente costante I_c dal circuito a corrente costante

30 viene cessata per spegnere il transistor di uscita T_o , la scarica della carica elettrica accumulata nella capacità parassita del transistor MOS che costituisce il transistor di uscita T_o richiede del tempo, e il transistor di uscita T_o è in grado di resistere ad uno spegnimento rapido.

Per questa ragione, nel circuito di attuazione di carico di cui sopra, è preferibile che sia previsto in aggiunta un mezzo di scarica al fine di scaricare la carica elettrica dalla porta del transistor di uscita quando il transistor di uscita T_o viene spento. Questo può spegnere il transistor di uscita T_o con prontezza nel momento in cui viene cessata la fornitura di corrente la carico 2 per interrompere con prontezza la corrente di carico.

Per di più, è anche accettabile che il primo transistor T_a e il secondo transistor T_b , che costituiscono il circuito a specchio di corrente 10, siano fatti con un transistor bipolare, o che essi siano fatti con un transistor MOS.

Nel caso in cui si impieghi un transistor bipolare sia per il primo che per il secondo transistor T_a e T_b , di preferenza le basi di questi transistor bipolari sono collegate in una forma comune e i loro emettitori sono collegati in modo simile insieme, e il collettore del transistor bipolare che forma il primo transistor T_a è collegato con le basi collegate in comune e con il transistor di rivelazione T_s mentre il collettore del transistor bipolare che forma il secondo transistor T_b è accoppiato con il terminale di controllo del transistor di uscita T_o .

Di preferenza, al fine di impiegare il transistor bipolare per il primo e il secondo transistor T_a e T_b il mezzo di caduta di tensione 20 è prodotto con un dispositivo semiconduttore, come un diodo che genera una caduta di tensione diretta per mezzo di una giunzione PN. Ovvero, l'uso di un tale dispositivo a semiconduttore per il mezzo di caduta di tensione 20 può generare una caduta di

tensione simile alla caduta di tensione che si ha nel secondo transistor T_b , realizzando in questo modo la corrispondenza di punto di funzionamento tra il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s .

D'altra parte, nel caso in cui si impiega un transistor MOS sia per il primo che per il secondo transistor T_a e T_b , è preferibile che le porte del primo e del secondo transistor T_a e T_b siano collegate in una forma comune e che le loro sorgenti siano cablate insieme in modo simile, e il pozzo del transistor MOS che costituisce il primo transistor T_a è collegato con le porte collegate in una forma comune e con il transistor di rivelazione T_s , mentre il pozzo del transistor MOS che organizza il secondo transistor T_b è accoppiato con il terminale di controllo del transistor di uscita T_o .

In aggiunta, di preferenza, al fine di impiegare un transistor MOS sia per il primo che per il secondo transistor T_a e T_b il mezzo di caduta di tensione 20 viene prodotto con l'uso dello stesso transistor MOS in modo tale che si verifichi una caduta di tensione a causa della sua differenza di tensione tra porta e sorgente. Ovvero, una tale configurazione del mezzo di caduta di tensione 20 è in grado di generare una caduta di tensione equivalente alla caduta di tensione che si ha nel secondo transistor T_b che comprende un transistor MOS, realizzando in questo modo la coincidenza di punto di funzionamento tra il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s .

Per di più, è appropriato anche che il circuito a corrente costante 30 sia composto da un terzo transistor e un quarto transistor, che costituiscono un circuito a specchio di corrente, e da una sorgente di corrente costante, insieme con il terzo transistor, collegata tra le linee di fornitura di elettricità positiva e negativa per fornire una corrente costante I_c al terzo transistor, con il quarto transistor che è

collegato al terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts in modo tale che venga fornita una corrente costante I_c proporzionale ad una corrente che fluisce attraverso il terzo transistor, attraverso il quarto transistor, al terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts.

Cioè, questa disposizione del circuito a corrente costante 30 consente di fare in modo che la tensione di alimentazione alla sorgente di corrente costante corrisponda alla tensione della fornitura di elettricità applicata alle linee di fornitura di elettricità positiva e negativa in ogni momento, indipendentemente dalla variazione di tensione sul terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts, cosa che consente di alimentare una corrente costante I_c costante attraverso il quarto transistor al terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts.

In aggiunta, sempre con questa disposizione del circuito a corrente costante 30, il terzo e il quarto transistor che organizzano il circuito a specchio di corrente possono anche essere costruiti con un transistor bipolare o con un transistor MOS, come nel caso del primo e del secondo transistor Ta e Tb che costituiscono il circuito a specchio di corrente 10 citato più su che limita la circuito di attuazione di carico.

Nel caso in cui si impieghi un transistor bipolare sia per il terzo che per il quarto transistor, le basi di questi transistor sono collegate una con l'altra in una forma comune e i loro emettitori sono collegati in modo simile uno con l'altro in una forma comune, con il collettore del transistor bipolare che costituisce il terzo transistor che è collegato alle basi collegate nella forma comune della sorgente di corrente costante, mentre il collettore del transistor bipolare che organizza il quarto transistor è collegato con il terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts.

Nello stesso tempo, nel caso della configurazione del terzo e del quarto

transistor in cui si usano i transistor bipolari, la differenza di tensione tra collettore e emettitore del quarto transistor può variare, in modo tale che una corrente che deve venire fornita dal circuito a corrente costante 30 al lato del terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts mostra una variazione dovuta all'effetto di Early del quarto transistor.

L'effetto Early del transistor bipolare significa che, ad un aumento della differenza di tensione tra collettore ed emettitore, lo strato di esaurimento nella giunzione tra collettore e base si estende verso il lato dell'area della base a ridurre la larghezza efficace della base, aumentando in questo modo la corrente di collettore. Così, a mano a mano che si riduce la tensione del terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts (e a sua volta del transistor di uscita To), la corrente che deve venire alimentata al lato del terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts diventa più grande. Di conseguenza, quando si verifica l'effetto Early nel quarto transistor, la caratteristica della corrente di alimentazione mostra una leggera inclinazione come è indicato per mezzo di una linea a tratto e punto in figura 2, e a mano a mano che la differenza di tensione tra porta e sorgente VGS aumenta si riduce la corrente di carico (corrente di pozzo ID) limitabile.

Di conseguenza, al fine di evitare un tale problema, è preferibile che siano previsti un quinto transistor e un sesto transistor che comprendono ciascuno un transistor bipolare identico al quarto transistor ed avente la funzione di cancellare l'effetto Early relativamente al quarto transistor.

Per la precisione, in conformità con questa configurazione, nel circuito a corrente costante 30 incluso nel circuito di attuazione di carico di cui sopra, sono previsti un quinto transistor la cui base è collegata con il collettore del quarto transistor, il cui emettitore è collegato con l'emettitore del quarto transistor e il cui

collettore è collegato con la linea di alimentazione di elettricità alla sorgente di corrente costante sul lato opposto rispetto al terzo transistor, e un sesto transistor il cui emettitore è collegato con il collettore del quarto transistor, la cui base è collegata con il collettore del quinto transistor e il cui collettore è collegato con il terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts citato più su, in modo tale che venga alimentata attraverso il sesto transistor una corrente costante I_c proporzionale ad una corrente che fluisce attraverso il terzo transistor verso il terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts.

Così, in conformità con il circuito di attuazione di carico basato su questa configurazione, anche per l'uso del transistor bipolare sia per il terzo che per il quarto transistor che costituiscono il circuito a specchio di corrente nel circuito a corrente costante 30, è possibile che la differenza di tensione tra collettore ed emettitore del quarto transistor sia fissata pari alla caduta di tensione - forward voltage - V_f tra base ed emettitore (circa 0,7V) del quinto transistor per cancellare l'effetto Early del quarto transistor. Così, questo circuito di attuazione di carico può portare la corrente costante I_c , proporzionale alla corrente che fluisce attraverso il terzo transistor, dal quarto transistor al sesto transistor per alimentarla dal sesto transistor al lato del terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts.

Di conseguenza, questo circuito di attuazione di carico è in grado di alimentare in modo stabile la corrente costante I_c al lato del terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts senza soffrire l'effetto Early del quarto transistor, limitando in questo modo la corrente di carico ad un valore al di sotto di un valore predeterminato, con alta precisione.

Per di più, il circuito corrente costante 30 fornisce una corrente costante I_c al terminale di controllo del transistor di rivelazione Ts per eccitare direttamente il

DD

transistor di rivelazione T_s e pilotare il transistor di uscita T_o attraverso il mezzo di caduta di tensione 20, e per di più fornisce una corrente che corrisponde ad una corrente che fluisce attraverso il transistor di rivelazione T_s al secondo transistor T_b che costituisce il circuito a specchio di corrente 10 che limita la corrente e in questo caso una tensione in uscita minima del circuito corrente costante 30 necessaria per attuare il transistor di uscita T_o è una caduta di tensione del terminale di controllo necessaria per accendere il transistor di uscita T_o (nel caso in cui il transistor di uscita T_o comprende un transistor MOS a canale N mostrato in figura 1, una tensione di soglia del transistor MOS) più una caduta di tensione che si sviluppa grazie al mezzo di caduta di tensione 20.

Di conseguenza, la tensione di alimentazione di elettricità (la tensione di alimentazione di elettricità che deve essere applicata alle linee di alimentazione di elettricità positiva e negativa citate più su) che deve venire fornita al circuito a corrente costante 30 è richiesto che venga fissata anch'essa in modo tale che la tensione in uscita dal circuito corrente costante 30 vada al di sopra di questa tensione. Per esempio, se la tensione di alimentazione di elettricità varia fino ad un valore più basso di questa tensione, allora l'attuazione (accensione) del transistor di uscita T_o non è più fattibile.

Per questa ragione, al fine di continuare con la messa in atto del carico quando la tensione di alimentazione di elettricità fluttua (si abbassa), è preferibile che, nel circuito a corrente costante 30 citato più su, vi sia un transistor bipolare (il quarto transistor o il sesto transistor) il cui collettore è collegato con il terminale di controllo del transistor di rivelazione T_s disposto in modo tale che sia fornito un secondo collettore in uno stato collegato al terminale di controllo del transistor di uscita T_o per fornire ulteriormente una corrente costante I_c direttamente attraverso

21

il secondo collettore al terminale di controllo del transistor di uscita T_o .

In questo modo, non solo il transistor di rivelazione T_s ma anche il transistor di uscita T_o possono venire pilotati direttamente per mezzo della fornitura della corrente costante I_c dal circuito a corrente costante 30, cosa che può ridurre la tensione minima, garantendo l'attuazione (accensione) del transistor di uscita T_o anche quando la tensione di fornitura di elettricità fluttua (si abbassa) in funzione della (per la) caduta di tensione dovuta al mezzo di caduta di tensione 20, ottenendo in questo modo una più stabile attuazione del carico.

Ancora ulteriormente, nel circuito di attuazione di carico citato più su poichè il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s sono pilotati per mezzo della fornitura della corrente costante I_c dal circuito a corrente costante 30, la caduta di tensione del terminale di controllo di ciascuno dei transistor T_o e T_s (in altre parole, la tensione in uscita del circuito a corrente costante 30) aumenta fino in vicinanza della tensione di fornitura di elettricità nel circuito a corrente costante 30. Di conseguenza, questi transistor T_o e T_s possono venire distrutti quando il circuito a corrente costante 30 ha una tensione di fornitura di elettricità alta.

Per questa ragione, nel circuito di attuazione di carico secondo la presente invenzione è preferibile che sia previsto un mezzo di recupero della corrente continua per mantenere bassa (livellare) la caduta di tensione del terminale di controllo del transistor di uscita T_o su un valore al di sotto di una tensione predeterminata. In questo modo si può evitare che la caduta di tensione del terminale di controllo del transistor di uscita T_o (per la precisione la caduta di tensione del terminale di controllo del transistor di rivelazione T_s) diventi eccessiva fino a distruggere i transistor T_o e T_s .

Per esempio, in questo caso, è anche appropriato che questo mezzo di

restituzione della corrente continua sia realizzato in modo tale da mantenere direttamente bassa la caduta di tensione del terminale di controllo del transistor di uscita T_o su un valore al di sotto della tensione predeterminata, o per mantenere bassa la tensione di fornitura di elettricità che deve venire alimentata al circuito a corrente costante 30 su un valore al di sotto di un valore predeterminato allo scopo di mantenere bassa in modo indiretto la tensione del terminale di controllo del transistor di uscita T_o su un valore al di sotto della tensione predeterminata.

Per di più, è anche appropriato che il circuito di attuazione di carico di cui sopra comprenda per di più un settimo transistor che costituisce un circuito a specchio di corrente insieme con il primo transistor T_a e il secondo transistor T_b , e un circuito di controllo di interruzione (intermittente) per spegnere il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s quando viene rilevato, sulla base di una corrente che fluisce attraverso il settimo transistor, il fatto che la corrente di carico raggiunge una corrente eccessiva al di sopra di un valore predeterminato e per accendere il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s quando in seguito si rileva il fatto che la corrente di carico non assume una corrente eccessiva. Ovvero, questo circuito di attuazione di carico è progettato in modo tale da ridurre la perdita nel transistor di uscita T_o durante una corrente eccessiva grazie al fatto di spegnere il transistor di uscita T_o quando la corrente di carico è in una condizione di corrente eccessiva.

In questo contesto, nel caso in cui il circuito di controllo di interruzione accenda e spenga il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s , è preferibile che sia previsto un mezzo di ritardo nel circuito di controllo di interruzione per spegnere il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s dopo che è trascorso un periodo di tempo predeterminato dal rilevamento della

corrente eccessiva. In questo modo si può evitare che il transistor di uscita T_o venga spento per errore a causa di un picco di corrente all'inizio dell'alimentazione al carico 2 che viene trattato come una corrente eccessiva.

In aggiunta, in questo caso, è necessario che la corrente di carico da rivelare come corrente eccessiva da parte del circuito di controllo di interruzione venga stabilita su un valore più basso rispetto ad un valore limite della corrente di carico a seconda della corrente di fornitura che proviene dal circuito a corrente costante 30 e di un valore di corrente che fluisce attraverso il secondo transistor T_b . Questo significa che, se un valore di decisione di corrente eccessiva nel circuito di controllo di interruzione supera il valore limite della corrente di carico, la corrente di carico subisce l'operazione di limitazione sulla base della corrente che fluisce attraverso il secondo transistor T_b prima del rilevamento della corrente eccessiva da parte del circuito di controllo di interruzione, rovinando in questo modo la funzione del circuito di controllo di interruzione.

Nello stesso tempo, nel circuito di attuazione di carico di cui sopra secondo la presente invenzione, poichè il mezzo di caduta di tensione per la creazione di una caduta di tensione che corrisponde ad uno stadio di transistor che costituiscono un circuito a specchio di corrente viene posta tra il terminale di controllo del transistor di uscita T_o e il terminale di controllo del transistor di rivelazione T_s per realizzare la corrispondenza di punto di funzionamento tra il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s , per esempio, se la tensione di fornitura di elettricità scende temporaneamente in modo tale che si incontrano delle difficoltà nella fornitura di una corrente desiderata al mezzo di caduta di tensione, allora il potenziale elettrico sul terminale di controllo del transistor di uscita T_o diventa instabile, cosa che si può riflettere su un funzionamento normale di limitazione

della corrente di carico.

Di conseguenza, in un caso in cui il circuito di attuazione di carico secondo la presente invenzione viene posto in uso in condizioni come quelle dei veicoli a motori in cui la tensione di fornitura di elettricità tende a fluttuare, è preferibile che sia previsto un mezzo di polarizzazione per formare un percorso di corrente allo scopo di saltare il secondo transistor T_b , tra il terminale di controllo e il terminale di uscita del transistor di uscita T_o , stabilizzando in questo modo il funzionamento del transistor di uscita T_o .

In questo modo, anche se la tensione di fornitura di elettricità si riduce, il mezzo di polarizzazione assicura l'introduzione della corrente nel mezzo di caduta di tensione in modo tale che il mezzo di caduta di tensione genera una caduta di tensione desiderata. Così, con il circuito di attuazione di carico secondo la presente invenzione, anche se la tensione di fornitura di elettricità si abbassa, si verifica la coincidenza di punto di funzionamento tra il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s per ottenere un funzionamento stabile di limitazione della corrente di carico.

D'altra parte, il secondo transistor T_b ha lo scopo di introdurre una corrente costante, che fluisce attraverso il mezzo di caduta di tensione 20, nel lato del terminale di controllo del transistor di uscita T_o , nel lato della linea di fornitura di elettricità (in figura 1, la linea di terra che forma la linea di fornitura di elettricità negativa) in conformità con una corrente che fluisce attraverso il transistor di rivelazione T_s a porre un limite sulla corrente di carico, e, per esempio, se il potenziale elettrico sulla linea di fornitura di elettricità collegata con il transistor di uscita del secondo transistor T_b fluttua con un aumento della corrente di carico o simili, allora il funzionamento del secondo transistor T_b (per la precisione la

corrente costante 10) diventa instabile, cosa che si può riflettere sul normale funzionamento di limitazione della corrente di carico da parte del secondo transistor Tb.

Di conseguenza, al fine di risolvere questo problema, è preferibile che sia previsto un mezzo di polarizzazione per formare un percorso di corrente tra il terminale di controllo del secondo transistor Tb e la linea di fornitura di elettricità con la quale il terminale di uscita del secondo transistor Tb è in collegamento, cosa che può stabilizzare il funzionamento del secondo transistor Tb (per la precisione del circuito a specchio di corrente 10).

In questo modo, anche se il potenziale elettrico sulla linea di fornitura di elettricità con cui è collegato il terminale di uscita, che è uno dei due terminali di uscita (pozzo e sorgente o collettore ed emettitore) del secondo transistor Tb, sul lato opposto del terminale di uscita (l'altro terminale di uscita) collegato con il terminale di controllo del transistor di uscita To e il mezzo di polarizzazione in grado di mantenere la differenza di potenziale elettrico sul terminale di controllo del secondo transistor Tb rispetto alla linea di fornitura di elettricità in una condizione pressoché costante, evitando in questo modo che il funzionamento del secondo transistor Tb, per la precisione del circuito a specchio di corrente 10, diventi instabile a causa della variazione di potenziale elettrico della linea di fornitura di elettricità.

In questo caso, poichè esiste la necessità non solo che il mezzo di polarizzazione faccia fluire una corrente molto piccola in modo tale da non esercitare alcuna influenza sul funzionamento che deve venire condotto quando la tensione di fornitura di elettricità o il potenziale elettrico della linea di fornitura di elettricità è in una condizione stabile, in modo concreto un resistore che abbia una

resistenza relativamente grande o un circuito a corrente costante che forzi una corrente molto piccola a fluire possono venire usati come mezzi di polarizzazione.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Altri oggetti e aspetti peculiari della presente invenzione risulteranno più chiaramente evidenti dalla descrizione dettagliata che segue delle forme di realizzazione preferite considerata in combinazione con i disegni che la accompagnano, in cui:

la figura 1 è uno schema a blocchi che mostra un esempio di una disposizione di base di un circuito di attuazione di carico secondo la presente invenzione;

la figura 2 è un'illustrazione utile per spiegare un'operazione di limitazione della corrente di carico nel circuito di attuazione di carico secondo la presente invenzione;

la figura 3 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una prima forma di realizzazione;

la figura 4 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una seconda forma di realizzazione;

la figura 5 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una terza forma di realizzazione;

la figura 6 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una quarta forma di realizzazione;

la figura 7 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una quinta forma di realizzazione;

la figura 8 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una sesta forma di realizzazione;

la figura 9 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una settima forma di realizzazione;

la figura 10 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo un'ottava forma di realizzazione;

la figura 11 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una nona forma di realizzazione;

la figura 12 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una decima forma di realizzazione;

la figura 13 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo un'undicesima forma di realizzazione;

la figura 14 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una dodicesima forma di realizzazione;

la figura 15 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico nella tecnica correlata; e

la figura 16 è un'illustrazione che serve a descrivere un'operazione di limitazione della corrente di carico del circuito di attuazione di carico della tecnica correlata.

DESCRIZIONE DELLE FORME DI REALIZZAZIONE PREFERITE

Forme di realizzazione della presente invenzione verranno descritte qui di seguito con riferimento ai disegni.

(Prima forma di realizzazione)

La figura 3 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una prima forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo la prima forma di realizzazione, come nel caso del circuito di base illustrato in figura 1, è di un cosiddetto tipo del lato basso in cui un transistor MOS a canale N viene impiegato sia come transistor di uscita T_o che come transistor di rivelazione T_s , e il pozzo del transistor di uscita T_o è collegato attraverso un terminale di uscita 4 ad un terminale (estremità) di un carico 2 il cui altro terminale è in collegamento con il lato del terminale positivo di una fonte di elettricità in corrente continua per l'attuazione del carico, mentre la sorgente del transistor di uscita T_o è accoppiato attraverso un terminale di uscita 6 con la terra che è uguale, come potenziale elettrico, al lato del terminale negativo della sorgente di elettricità in corrente continua di attuazione del carico.

In aggiunta, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione il pozzo del transistor di rivelazione T_s è collegato con il pozzo del transistor di uscita T_o mentre la sorgente del transistor di rivelazione T_s è collegata attraverso un transistor NPN T_1 che serve da primo transistor che costituisce un circuito a specchio di corrente 10 con la sorgente del transistor di uscita T_o , e anche un diodo D, che costituisce un mezzo di caduta di tensione 20 in uno stato in cui il lato della porta del transistor di rivelazione T_s funge da anodo e il lato della porta del transistor di uscita T_o serve da catodo, è disposto tra le porte del transistor di rivelazione T_s e del transistor di uscita T_o . Incidentalmente, il circuito a specchio di corrente 10 corrisponde al mezzo di limitazione della corrente di carico nella rivendicazione allegata.

Ancora in aggiunta, nel circuito a specchio di corrente 10 il collettore del transistor NPN T_1 che forma il primo transistor collegato con la sorgente del transistor di rivelazione T_s , e il suo emettitore è collegato con la sorgente del transistor di uscita T_o , e anche la sua base è collegata con il suo proprio collettore,

con la base che ulteriormente collegata con la base di un transistor NPN T2 che funge da secondo transistor, in una forma comune (attraverso una linea comune). L'emettitore del transistor NPN T2 che forma il secondo transistor è collegato con l'emettitore del transistor NPN T1 in forma di una linea comune, mentre il suo collettore è collegato con la porta del transistor di uscita To.

Per di più, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione, alla porta del transistor di rivelazione Ts è collegato un circuito a corrente costante 30 che riceve una fornitura di elettricità dal circuito esterno attraverso un terminale di fornitura di elettricità 8 a generare una corrente costante. Questo circuito a corrente costante 30 fornisce una corrente costante I_c al lato di porta del transistor di rivelazione Ts.

Nel circuito di attuazione di carico disposto in questo modo secondo questa forma di realizzazione, con l'attuazione del carico 2 una tensione di fornitura di elettricità viene fornita attraverso il terminale di fornitura di elettricità 8 al circuito a corrente costante 30 per mettere in funzione il circuito a corrente costante 30. Di conseguenza, il circuito a corrente costante 30 emette la corrente costante I_c verso il lato della porta del transistor di rivelazione Ts in modo tale che una corrente viene iniettata nella porta del transistor di rivelazione Ts e per di più una corrente viene introdotta attraverso il diodo D nella porta del transistor di uscita To. Il risultato è il fatto che le differenze di tensione tra porta e sorgente VGS del transistor di rivelazione Ts e del transistor di uscita To superano le tensioni di soglia di questi transistor Ts e To, rispettivamente, in modo tale che questi transistor Ts e To vengono innescati nelle loro condizioni di acceso. A questo punto, la fornitura di un circuito di attuazione di carico al carico 2 avviene attraverso il transistor di uscita To.

In aggiunta, a questo punto, se il carico 2 ha per qualche ragione una bassa impedenza, per esempio per un cortocircuito, la corrente di carico supera la normale corrente di funzionamento e la tensione al transistor di uscita 4 si alza. Ancora in aggiunta, se questa tensione al transistor di uscita 4 supera una tensione in corrispondenza della quale si può fornire una tensione di base al transistor NPN T1 che forma il primo transistor, cioè la caduta di tensione diretta tra base ed emettitore, una parte della corrente di carico (in altre parole una corrente proporzionale alla corrente di carico) fluisce attraverso il transistor di rivelazione Ts.

Questa corrente si riduce di un fattore n nel circuito a specchio di corrente 10 che comprende i transistor NPN T1 e T2, e il transistor NPN T2 che forma il secondo transistor estrae o preleva una corrente che corrisponde a $1/n$ della corrente che proviene dal lato della porta del transistor di uscita To.

Per di più, a questo punto, quando la corrente prelevata dal transistor NPN T2 è più piccola della corrente costante I_c che deve venire fornita dal circuito a corrente costante 30, il transistor di uscita To e il transistor di rivelazione Ts vengono mantenuti nella condizione di acceso. D'altra parte, se la corrente di carico aumenta ancora di più in modo tale che la corrente prelevata dal transistor NPN T2 supera la corrente costante I_c che deve venire fornita dal circuito a corrente costante 30, la corrente costante che proviene dal circuito a corrente costante 30 viene assorbita nel lato del transistor NPN T2, in modo tale che le tensioni di porta del transistor di uscita To e del transistor di rivelazione Ts si riducono, riducendo così la corrente di carico.

Come conseguenza, la corrente di carico viene limitata ad un valore al di sotto di un valore predeterminato.

Il valore limite I_{max} della corrente di carico nel circuito a specchio di corrente 10 può venire espresso in accordo con la seguente equazione (1) quando il rapporto della corrente che fluisce attraverso il transistor di uscita T_o e della corrente che fluisce attraverso il transistor di rivelazione T_s (per la precisione il transistor NPN T_1) viene considerata come $m:1$ mentre il rapporto tra la corrente che fluisce attraverso il transistor NPN T_1 e la corrente che fluisce attraverso il transistor NPN T_2 viene presa come $n:1$.

$$I_{max} = I_c \times m \times n \quad \dots(1)$$

Ovvero, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione il valore limite della corrente di carico I_{max} dipende solo dalla corrente costante I_c fornita dal circuito corrente costante 30 e dalle costanti di retroazione (m, n) del corrente di carico mediante il transistor di rivelazione T_s , e il circuito a specchio di corrente 10, come è stato citato più su con riferimento alla figura 2, non dipende dalle caratteristiche elettriche di altri elementi di circuito, come dalla mancanza di uniformità delle caratteristiche di VGS contro I_D del transistor di uscita T_o .

Per di più, nel funzionamento del circuito a specchio di corrente 10, il potenziale elettrico sorgente del transistor di rivelazione T_s aumenta a gradini di un valore che corrisponde alla caduta di tensione tra base ed emettitore del transistor NPN T_1 per quanto riguarda il potenziale elettrico sorgente del transistor di uscita T_o . Tuttavia, poichè il diodo D è interposto tra le porte di questi transistor T_s e T_o , la tensione di porta del transistor di uscita T_o diventa più alta per un valore che corrisponde alla caduta di tensione diretta del diodo D rispetto alla tensione di porta del transistor di rivelazione T_s . Di conseguenza, le cadute di tensione tra porta e sorgente del transistor di uscita T_o e del transistor di rivelazione T_s

diventano uguali una all'altra in modo da costituire la coincidenza di punto di funzionamento tra questi transistor T_o e T_s .

Così, il circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione è in grado di limitare la corrente di carico ad un valore al di sotto di un valore limite di corrente desiderato con alta precisione.

In questa forma di realizzazione, anche se il diodo D viene usato come mezzo di caduta di tensione 20 , perchè il mezzo di caduta di tensione 20 serve a generare una tensione uguale alla caduta di tensione tra base ed emettitore del transistor NPN T_1 nel circuito a specchio di corrente 10 , è anche possibile usare un altro mezzo in cui si utilizza una giunzione PN per produrre una caduta di tensione diretta, per esempio un transistor bipolare la cui base e il cui emettitore sono accoppiati l'una con l'altro in una forma comune, o un transistor bipolare la cui base e il cui collettore sono in una forma comune. In aggiunta, è anche accettabile il fatto di usare altri mezzi, con la condizione che essi sviluppino una caduta di tensione equivalente in sostanza alla caduta di tensione tra base ed emettitore del transistor NPN T_1 .

(Seconda forma di realizzazione)

La figura 4 è uno schema di circuito elettrico che mostra una disposizione di un circuito di attuazione di carico secondo una seconda forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico conforme alla seconda forma di realizzazione è di un cosiddetto tipo del lato alto in cui un transistor MOS a canale P viene impiegato sia come transistor di uscita T_o che come transistor di rivelazione T_s , e la sorgente del transistor di uscita T_o è collegato attraverso un terminale di uscita 4 con il terminale positivo di una sorgente di elettricità in

corrente continua di attuazione del carico, mentre il pozzo del transistor di uscita T_o è collegato attraverso un terminale di uscita 6 con un terminale di un carico 2, mentre il suo alto terminale collegato con la terra che è equivalente, come potenziale elettrico, al lato negativo della sorgente di elettricità in corrente continua.

In aggiunta, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione il pozzo del transistor di rivelazione T_s è collegato con il pozzo del transistor di uscita T_o mentre la sorgente del transistor di rivelazione T_s è collegata attraverso un transistor PNP T_3 che serve da primo transistor che costituisce un circuito a specchio di corrente 10 con la sorgente del transistor di uscita T_o , e anche un diodo D , che costituisce un mezzo di caduta di tensione 20 in uno stato in cui il lato della porta del transistor di rivelazione T_o funge da anodo e il lato della porta del transistor di uscita T_s serve da catodo, è disposto tra le porte del transistor di rivelazione T_s e del transistor di uscita T_o .

Ancora in aggiunta, nel circuito a specchio di corrente 10 il collettore del transistor PNP T_3 che forma il primo transistor collegato con la sorgente del transistor di rivelazione T_s , e il suo emettitore è collegato con la sorgente del transistor di uscita T_o , e anche la sua base è collegata con il suo proprio collettore, con la base che ulteriormente collegata con la base di un transistor PNP T_4 che funge da secondo transistor nella forma di una linea comune. L'emettitore del transistor PNP T_4 che forma il secondo transistor è collegato con l'emettitore del transistor PNP T_3 in forma di una linea comune, mentre il suo collettore è collegato con la porta del transistor di uscita T_o .

Per di più, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione, alla porta del transistor di rivelazione T_s è collegato un circuito a

corrente costante 30 che riceve una fornitura di elettricità dal circuito esterno attraverso un terminale di fornitura di elettricità 9 a generare una corrente costante. Questo circuito a corrente costante 30 estrae una corrente costante I_c al lato di porta del transistor di rivelazione T_s .

Nel circuito di attuazione di carico disposto in questo modo secondo questa forma di realizzazione, nell'attuazione del carico 2, una tensione di fornitura di elettricità viene fornita attraverso il terminale di fornitura di elettricità 9 al circuito a corrente costante 30 per mettere in funzione il circuito a corrente costante 30. Di conseguenza, il circuito a corrente costante 30 preleva la corrente costante I_c dal lato di porta del transistor di rivelazione T_s in modo tale che le tensioni di porta del transistor di rivelazione T_s e del transistor di uscita T_o si abbassano; di conseguenza, le differenze di tensione tra porta e sorgente VGS del transistor di rivelazione T_s e del transistor di uscita T_o superano le tensioni di soglia di questi transistor T_s e T_o , rispettivamente, in modo tale che questi transistor T_s e T_o vengono innescati nelle loro condizioni di acceso. A questo punto, la fornitura di un circuito di attuazione di carico al carico 2 avviene attraverso il transistor di uscita T_o .

In aggiunta, a questo punto, se il carico 2 ha per qualche ragione una bassa impedenza, per esempio per un cortocircuito, la corrente di carico supera la normale corrente di funzionamento e la tensione al terminale di uscita 6 si abbassa. Ancora in aggiunta, se questa tensione al terminale di uscita 6 supera una tensione in corrispondenza della quale si può fornire una tensione di base al transistor PNP T_3 che forma il primo transistor, cioè quando eccede la tensione diretta tra base ed emettitore, una parte della corrente di carico (in altre parole una corrente proporzionale alla corrente di carico) fluisce attraverso il transistor di rivelazione

Ts.

Questa corrente si riduce mediante un fattore di n nel circuito a specchio di corrente 10 che comprende i transistor PNP T3 e T4, e il transistor PNP T4 che forma il secondo transistor introduce una corrente che corrisponde a $1/n$ della corrente che entra nel lato della porta del transistor di uscita To.

Per di più, a questo punto, quando la corrente introdotta dal transistor PNP T4 è più piccola della corrente costante I_c che deve venire fornita dal circuito a corrente costante 30, il transistor di uscita To e il transistor di rivelazione Ts vengono mantenuti nella condizione di acceso. D'altra parte, se la corrente di carico aumenta ancora di più in modo tale che la corrente introdotta dal transistor PNP T4 supera la corrente costante I_c che deve venire prelevata dal circuito a corrente costante 30, il circuito a corrente costante 30 non è in grado di assorbire la corrente introdotta nel lato di porta del transistor di uscita To da parte del transistor PNP T4, in modo tale che le tensioni di porta del transistor di uscita To e del transistor di rivelazione Ts diventano più alte portando ad una riduzione della corrente di carico. Come conseguenza, la corrente di carico viene limitata ad un valore al di sotto di un valore predeterminato.

In questo modo, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione, poichè si usa un transistor MOS a canale P sia per il transistor di uscita To che per il transistor di rivelazione Ts in modo tale che il transistor di uscita To agisce da interruttore del lato alto, le direzioni di flusso della corrente dal circuito di corrente costante 30 e dal circuito a specchio di corrente 10 e la direzione di caduta di tensione del diodo D che costituisce il mezzo di caduta di tensione 20 sono invertite rispetto a quelle che si hanno nel circuito di attuazione di carico descritto più su secondo la prima forma di realizzazione.

Tuttavia, il valore limite I_{max} della corrente di carico che dipende dal circuito a specchio di corrente 10 può venire espresso per mezzo della equazione (1) citata più su come nel caso del circuito di attuazione di carico secondo la prima forma di realizzazione, e si può ottenere la coincidenza di punto di funzionamento tra il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione attraverso il funzionamento del mezzo di caduta di tensione 20 che comprende il diodo D. Così, come nel caso della prima forma di realizzazione, il circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione può anch'esso porre un limite sulla corrente di carico al di sotto di un valore limite desiderato di corrente, con alta precisione.

(Terza forma di realizzazione)

La figura 5 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una terza forma di realizzazione della presente invenzione.

Nel circuito di attuazione di carico secondo la terza forma di realizzazione, rispetto al circuito di attuazione di carico del tipo per lato basso secondo la prima forma di realizzazione mostrata in figura 3, la differenza è una modifica di elementi di circuito che costituiscono il circuito a specchio di corrente 10 e il mezzo di caduta di tensione 20, ma la disposizione, a parte per il circuito a specchio di corrente 10 e il mezzo di caduta di tensione 20, è uguale a quella della prima forma di realizzazione. Di conseguenza, la descrizione che segue verrà fornita solo per quanto riguarda le differenze tra di esse, e la descrizione dei componenti uguali a quelli che ci sono nella prima forma di realizzazione verrà omessa per brevità.

Come è mostrato in figura 5, in questa forma di realizzazione un primo transistor e un secondo transistor, che organizzano il circuito a specchio di corrente

10, sono realizzati con transistor MOS a canale N T5 e T6, rispettivamente, e a questo proposito il mezzo di caduta di tensione 20 è formato da un transistor MOS a canale N T7.

In aggiunta, per il circuito a specchio di corrente 10, nel transistor MOS T5 che funge da primo transistor, il suo pozzo è collegato con la sorgente del transistor di rivelazione Ts, la sua sorgente è collegata con la sorgente del transistor di uscita To, e la sua porta è collegata con il suo proprio pozzo ed è accoppiata per di più con la porta del transistor MOS T6 che serve da secondo transistor nella forma di una linea comune. Nel transistor MOS T6 che forma il secondo transistor, la sua sorgente è cablata con la sorgente del transistor MOS T5 nella forma comune, mentre il suo pozzo è accoppiato con la porta del transistor di uscita To. Ancora in aggiunta, nel transistor MOS T7 che organizza il mezzo di caduta di tensione 20, il suo pozzo e la sua porta sono collegati con la porta del transistor di rivelazione Ts, mentre la sua sorgente è collegata con la porta del transistor di uscita To.

Così, in questa forma di realizzazione, anche se il circuito a specchio di corrente 10 è costruito con i transistor MOS T5 e T6 a differenza dei transistor bipolari usati nella prima forma di realizzazione, l'operazione di limitazione della corrente del circuito a specchio di corrente 10 è uguale a quella della prima forma di realizzazione.

Per di più, poichè il mezzo di caduta di tensione 20 è realizzato con il transistor MOS T7 che è uguale al transistor MOS T5 che serve da primo transistor nel circuito a specchio di corrente 10, nel funzionamento del circuito a specchio di corrente 10 si verifica la stessa caduta di tensione che si ha nel primo transistor (transistor MOS T5) che costituisce il circuito a specchio di corrente 10, tra le porte del transistor di rivelazione Ts e del transistor di uscita To, costituendo in questo

modo la corrispondenza di punto di funzionamento tra il transistor di rivelazione Ts e il transistor di uscita To.

Di conseguenza, il circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione può anch'esso fornire gli stessi effetti forniti dalla prima forma di realizzazione per limitare la corrente di carico con alta precisione.

(Quarta forma di realizzazione)

La figura 6 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una quarta forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo la quarta forma di realizzazione è caratterizzato da un circuito di corrente costante 30 più materializzato nel circuito di attuazione di carico del tipo per il lato basso secondo la prima forma di realizzazione mostrata in figura 3. La disposizione a parte per il circuito a corrente costante 30 è uguale a quella della prima forma di realizzazione, e la descrizione che segue verrà fornita solo per il circuito a corrente costante 30, ma gli altri componenti verranno omessi dalla descrizione.

Come è mostrato in figura 6, in questa forma di realizzazione il circuito a corrente costante 30 è collegato attraverso terminali di uscita 8 e 9 con linee di fornitura di elettricità positiva e negativa (non mostrate) al fine di ricevere una tensione di fornitura di elettricità in corrente continua attraverso queste linee di fornitura di elettricità per venire messo in funzione.

Per di più, in questa forma di realizzazione, è prevista una coppia di transistor PNP T11 e T12 che agiscono rispettivamente nelle funzioni dei terzo transistor e quarto transistor citati in precedenza che costituiscono un circuito a specchio di corrente, nell'interno del circuito a corrente costante 30, e una sorgente

di corrente costante 32 che funge da circuito di polarizzazione è collegata in serie con il transistor PNP T11 che forma il terzo transistor per la fornitura di una corrente costante al transistor PNP T11 in modo tale che una corrente costante proporzionale a questa corrente costante venga trasportata attraverso il transistor PNP T12 che forma il quarto transistor e introdotto nel lato di porta del transistor di rivelazione Ts.

Per la precisione, nel circuito a corrente costante 30, il transistor PNP T11 è disposto in modo tale che il suo emettitore sia collegato attraverso il terminale di fornitura di elettricità 8 con la linea di fornitura di elettricità positiva, e il suo collegatore è collegato attraverso la sorgente di corrente costante 32 e il terminale di fornitura di elettricità 9 alla linea di fornitura di elettricità negativa e la sua base è impegnata con il suo proprio collettore, con la base che è collegata alla base del transistor PNP T12 in una forma comune. In aggiunta, nel transistor PNP T12 il suo emettitore è collegato con l'emettitore del transistor PNP T11 in una forma comune, mentre il suo collettore è cablato con la porta del transistor di rivelazione Ts.

Così, una corrente costante proporzionale alla corrente che fluisce attraverso il transistor PNP T11 secondo il funzionamento della sorgente di corrente costante 32 viene fornita dal transistor PNP T12 al lato di porta del transistor di rivelazione Ts; di conseguenza, grazie a questa corrente costante, il circuito di attuazione di carico può funzionare come la prima forma di realizzazione ad offrire gli stessi effetti offerti dalla prima forma di realizzazione.

In particolare, in questa forma di realizzazione, poichè il circuito (transistor PNP T11 e sorgente di corrente costante 32) che serve a generare una corrente costante e il circuito (transistor PNP T12) che serve a fare in modo che la corrente

costante fluisca verso il lato della porta del transistor di rivelazione Ts sono disposti separatamente nel circuito a corrente costante 30, nell'interno del circuito a corrente costante 30 si può generare una corrente costante stabile che deve venire fornita al lato di porta del transistor di rivelazione Ts senza che sia influenzata da una fluttuazione della tensione esterna (per esempio la fluttuazione di tensione in corrispondenza del terminale di uscita 4).

(Quinta forma di realizzazione)

La figura 7 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una quinta forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo la quinta forma di realizzazione è progettata in modo tale che, nel circuito di attuazione di carico in conformità con la quarta forma di realizzazione mostrata in figura 6, il transistor di uscita To possa venire attuato (acceso) con maggior certezza in corrispondenza di una caduta della tensione di fornitura di elettricità che deve venire applicata attraverso i terminali di fornitura di elettricità 8 e 9 al circuito a corrente costante 30. La differenza rispetto alla quarta forma di realizzazione è il fatto che il transistor PNP T12 che serve da quarto transistor che costituisce il circuito a corrente costante 30 è composto da un transistor che ha due collettori, in cui i due collettori sono accoppiati alla porta del transistor di rivelazione Ts e alla porta del transistor di uscita To, rispettivamente.

Ovvero, in un caso in cui una corrente costante viene iniettata al transistor PNP T12 solo nel lato di porta del transistor di rivelazione Ts come nella quarta forma di realizzazione, per il funzionamento del transistor di uscita To, è richiesta una tensione in uscita del circuito a corrente costante 30 che sia la tensione di soglia del transistor di uscita To più la caduta di tensione diretta di un diodo D che

costituisce il mezzo di caduta di tensione 20, e se la tensione di fornitura di elettricità che deve venire applicata al circuito corrente costante 30 si riduce provocando il fatto che la tensione in uscita diventa più bassa di tale tensione, si incontrano delle difficoltà per attuare il transistor di uscita T_o indipendentemente dal funzionamento (accensione) del transistor di rivelazione T_s .

Di conseguenza, in questa forma di realizzazione, una corrente costante viene fornita non solo alla porta del transistor di rivelazione T_s ma anche alla porta del transistor di uscita T_o in modo tale che il transistor di uscita T_o possa venire pilotato a una tensione più bassa. Questo significa che quando la tensione di fornitura di elettricità che deve venire alimentata attraverso i terminali di fornitura di elettricità 8 e 9 si abbassa, in questa forma di realizzazione si può evitare l'impossibilità di funzionamento del transistor di uscita T_o (per la precisione del carico 2), il che consente una attuazione più stabile del carico 2.

In questa situazione, in un caso in cui, come questa forma di realizzazione, viene fornita una corrente costante non solo alla porta del transistor di rivelazione T_s ma anche alla porta del transistor di uscita T_o , quando la caduta di tensione di fornitura di elettricità tra i terminali di fornitura di elettricità 8 e 9 è nella condizione normale, mentre la corrente di carico aumenta fino ad avvicinarsi al valore limite di corrente, la corrente costante alimentata direttamente alla porta del transistor di uscita T_o viene assorbita dal transistor NPN T_2 nel circuito a specchio di corrente 10 e la corrente costante introdotta attraverso il diodo D nel lato di porta del transistor di uscita T_o viene assorbita dopo di ciò, cosa che riduce la corrente di carico che fluisce attraverso il transistor di uscita T_o . Di conseguenza, anche in questa forma di realizzazione, il circuito a specchio di corrente 10 può funzionare nello stesso modo di ciascuna delle forme di realizzazione descritte in precedenza

così da porre un limite sulla corrente di carico con alta precisione.

(Sesta forma di realizzazione)

La figura 8 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una sesta forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico conforme con la sesta forma di realizzazione è progettato per fare in modo, nel circuito di attuazione di carico secondo la quarta forma di realizzazione mostrata in figura 6, da evitare un deterioramento o una scarica disruptiva nel transistor di rivelazione T_s e nel transistor di uscita T_o che ha origine da una tensione in uscita di un circuito a corrente costante 30 in un caso in cui una tensione di fornitura di elettricità alta viene alimentata attraverso i terminali di fornitura di elettricità 8 e 9 al circuito a corrente costante 30. La differenza rispetto alla quarta forma di realizzazione è il fatto che vi è un diodo di Zener ZD inserito come mezzo di recupero della corrente continua tra la porta e la sorgente del transistor di uscita T_o .

Ovvero, in un caso in cui il circuito a corrente costante 30 è costruito come quello della quarta forma di realizzazione, la tensione in uscita del circuito a corrente costante 30 sale fino in prossimità della caduta di tensione di fornitura di elettricità che deve venire applicata attraverso i terminali di fornitura di elettricità 8 e 9. Di conseguenza, se la caduta di tensione di fornitura di elettricità è alta, le differenze di tensione tra porta e sorgente del transistor di uscita T_o e del transistor di rivelazione T_s diventano troppo alte, cosa che peggiora questi transistor T_o e T_s o ne provoca una scarica disruptiva.

Per questa ragione, in questa forma di realizzazione, l'anodo del diodo di Zener ZD è collegato con la sorgente del transistor di uscita mentre il suo catodo è

collegato con la porta del transistor di uscita T_o ; di conseguenza, la caduta di tensione tra porta e sorgente del transistor di uscita T_o viene mantenuta bassa per far sì che sia al di sotto della tensione di sfondamento del diodo di Zener per proteggere, quando la tensione in uscita del circuito a corrente costante 30 diventa alta, il transistor di uscita T_o (e a sua volta il transistor di rivelazione T_s) da questa tensione.

(Settima forma di realizzazione)

La figura 9 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una settima forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo la settima forma di realizzazione è disposto in modo tale che il diodo di Zener ZD che funge da mezzo di recupero della corrente continua nella sesta forma di realizzazione descritta qui sopra sia disposto all'interno di un circuito a corrente costante 30 invece di essere disposto tra la porta e la sorgente del transistor di uscita T_o .

Questo significa che la protezione del transistor di uscita T_o dalla tensione in uscita del circuito a corrente costante 30 non richiede sempre che la caduta di tensione tra porta e sorgente del transistor di uscita T_o sia livellata direttamente, ma è anche ottenibile mediante il fatto di tener bassa (livellare) la tensione in uscita stessa del circuito a corrente costante 30 al di sotto di una tensione predeterminata.

Di conseguenza, in questa forma di realizzazione, un diodo di Zener ZD di livellamento della tensione è collegato in parallelo con un circuito in serie che comprende un transistor PNP T_{11} che serve da terzo transistor per la generazione di una corrente costante nel circuito a corrente costante 30 e una sorgente di corrente costante 32 in modo tale che, anche se una tensione di fornitura di

elettricità applicata dal circuito esterno attraverso i terminali di fornitura di elettricità 8 e 9 aumenta, venga sempre applicata una tensione di fornitura di elettricità al di sotto di una tensione predeterminata al circuito in serie costituito dal transistor PNP T11 e dalla sorgente di corrente costante 32 per mantenere bassa la tensione in uscita del circuito a corrente costante 30 (e a loro volta le tensioni di porta del transistor di uscita T_o e del transistor di rivelazione T_s) ad una tensione al di sotto della tensione predeterminata.

Il circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione ha di base la stessa disposizione che ha il circuito di attuazione di carico secondo la quinta forma di realizzazione mostrata in figura 7, ma è diverso per i seguenti due punti rispetto al circuito di attuazione di carico secondo la quinta forma di realizzazione.

Per la precisione, in questa forma di realizzazione nel circuito a corrente costante 30 vi è un terminale di fornitura di elettricità 8 collegato attraverso un resistore R1 con gli emettitori dei transistor PNP T11 e T12 e il diodo di Zener ZD di livellamento della tensione è disposto tra il loro nodo e un terminale di fornitura di elettricità 9 in uno stato in cui il suo lato del nodo serve da catodo mentre il suo lato del terminale di fornitura di elettricità 9 funge da anodo. Come risultato, una tensione di fornitura di elettricità per la generazione di una corrente costante nel circuito a corrente costante 30 viene mantenuta bassa ad una tensione al di sotto di una tensione predeterminata in funzione della tensione di scarica disruptiva del diodo di Zener ZD, e anche se la tensione di fornitura di elettricità alimentata dal circuito esterno attraverso i terminali di fornitura di elettricità 8 e 9 diventa alta, è possibile evitare che il transistor di uscita T_o e il transistor di rivelazione T_s vengano deteriorati a causa della tensione in uscita dal circuito a corrente costante

30.

In aggiunta, in questa forma di realizzazione, nel circuito a corrente costante 30, al posto del collegamento diretto tra la base e il collettore del transistor PNP T11 che costituisce un circuito a specchio di corrente insieme con il transistor PNP T12, l'emettitore di un transistor PNP T13 è collegato con la base del transistor PNP T11 mentre la base del transistor PNP T13 è collegata con il collettore del transistor PNP T11 per costituire il collegamento tra la base - collettore del transistor PNP T11 e l'emettitore - base del transistor PNP T13, con il collettore del transistor PNP T13 che è cablato con il terminale di fornitura di elettricità 9.

Questo si verifica perchè, se la base e il collettore del transistor PNP T11 sono collegate direttamente uno con l'altro nel circuito a corrente costante 30 come nel circuito di attuazione di carico secondo la quinta forma di realizzazione, le correnti di base dei transistor PNP T11 e T12 fluiscono nella sorgente di corrente costante 32 e la corrente che deve venire alimentata nel circuito a corrente costante 30 alle porte del transistor di rivelazione Ts e del transistor di uscita To si sposta dalla corrente costante che fluisce nella sorgente di corrente costante 32. Cioè, in questa forma di realizzazione, il fatto di installare il transistor PNP T13 nel circuito a corrente costante 30 fa sì che le correnti di base di transistor PNP T11 e T12 fluiscono verso il transistor PNP T13, controllando in questo modo la corrente costante che proviene dal circuito a corrente costante 30 verso ciascuna delle porte dei transistor Ts e To con alta precisione.

(Ottava forma di realizzazione)

La figura 10 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo un'ottava forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo un'ottava forma di realizzazione è relativo ad un miglioramento ulteriore del circuito a corrente costante 30 nella settima forma di realizzazione descritta qui sopra, e la differenza rispetto alla settima forma di realizzazione è il fatto che, nel circuito a corrente costante 30, il terminale di fornitura di elettricità 8 e gli emettitori dei transistor PNP T11 e T12 sono collegati attraverso un transistor PNP T14 invece del resistore R1, e vi sono un transistor PNP T15 che costituisce un circuito a specchio di corrente insieme con questo transistor PNP T14 e una sorgente di corrente costante 34 per la fornitura di una corrente costante al transistor PNP T15.

Ovvero, in questo caso del circuito a corrente costante 30 nella settima forma di realizzazione, il terminale di fornitura di elettricità 8 e gli emettitori dei transistor PNP T11 e T12 sono collegati attraverso il resistore R1, cosa che crea un problema dato dal fatto che il consumo di energia nel circuito a corrente costante 30 aumenta oppure il resistore R1 si riscalda, in conseguenza dell'energia elettrica consumata nel resistore R1.

Di conseguenza, in questa forma di realizzazione, al posto del resistore R1 è previsto il transistor PNP T14 in cui il suo emettitore è collegato con il terminale di fornitura di elettricità 8 e il suo collettore è collegato con gli emettitori dei transistor PNP T11 e T12. La riduzione del consumo di energia nel circuito a corrente costante 30 la si può ottenere in un modo consistente nel fatto che si alimenta una corrente attraverso questo transistor PNP T14 ai lati dei transistor PNP T11 e T12.

A questo riguardo, il transistor PNP T15 che serve a costituire il circuito a specchio di corrente insieme con il transistor PNP T14 è collegato con il transistor PNP T14 in corrispondenza dei loro emettitori delle basi in una forma comune, con

la base e il collettore del transistor PNP T15 che sono collegati direttamente l'una con l'altro e il suo collettore che è collegato attraverso la sorgente di corrente costante 34 con il terminale di fornitura di elettricità 9.

(Nona forma di realizzazione)

La figura 11 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una nona forma di realizzazione della presente invenzione.

Come nel caso dei circuiti di attuazione del carico descritti qui sopra secondo le forme di realizzazione da quarta a ottava, nel circuito di attuazione di carico secondo la nona forma di realizzazione è previsto un circuito a specchio di corrente che comprende i transistor PNP T11 e T12 in un circuito a corrente costante 30 ed è progettato per cancellare l'effetto Early del transistor PNP T12 che si presenta in un caso in cui una corrente costante viene alimentata da un transistor PNP T12 al lato della porta del transistor di rivelazione Ts. Fondamentalmente, questo circuito di attuazione di carico è simile al circuito di attuazione di carico secondo la quarta forma di realizzazione mostrata in figura 6.

La differenza rispetto al circuito di attuazione di carico secondo la quarta forma di realizzazione è il fatto che sono previsti un transistor PNP T16 che forma un quinto transistor e un transistor PNP T17 che forma un sesto transistor nel circuito a corrente costante 30 allo scopo di cancellare l'effetto Early del transistor PNP T12, ed è previsto un transistor PNP T13 come nel caso della settima forma di realizzazione mostrata in figura 9 al fine di evitare che le correnti di base dei transistor PNP T11 e T12 fluiscano nella sorgente di corrente costante 32.

Lo stato di cablaggio e il funzionamento del transistor PNP T13 sono uguali a quelli visti nella settima forma di realizzazione, e la loro descrizione verrà

omessa per semplicità. Qui, verrà fornita in seguito una descrizione dei transistor PNP T16 e T17 che cancellano l'effetto Early.

Il transistor PNP T16 che forma il quinto transistor è disposto in modo tale che il suo emettitore sia collegato con l'emettitore del transistor PNP T12, la sua base sia collegata con il collettore del transistor PNP T12 e il suo collettore sia collegato attraverso un resistore R2 con il terminale di fornitura di elettricità 9.

D'altra parte, il transistor PNP T17 che forma il sesto transistor è disposto in modo tale che il suo emettitore è collegato con il collettore del transistor PNP T12, la sua base è collegata con il collettore del transistor PNP T16 e il suo collettore è collegato con la porta del transistor di rivelazione Ts.

Con questa disposizione, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione, la caduta di tensione tra collettore ed emettitore del transistor PNP T12 che serve ad emettere una corrente costante è fissata sulla caduta di tensione diretta tra base ed emettitore V_f (circa 0,7 V) del transistor PNP T16, che è in grado di cancellare l'effetto Early del transistor PNP T12.

Così, con il circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione, una corrente costante proporzionale alla corrente che fluisce attraverso il transistor PNP T11 fluisce anche attraverso il transistor PNP T12 per venir fornita attraverso il transistor PNP T17 al lato della porta del transistor di rivelazione Ts, consentendo in questo modo di limitare la corrente di carico al di sotto di un valore predeterminato con alta precisione. La ragione di ciò è già stata descritta nel "SOMMARIO DELLA INVENZIONE", e un'ulteriore descrizione della stessa verrà omessa per brevità.

(Decima forma di realizzazione)

La figura 12 è uno schema di circuito elettrico che mostra una

configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una decima forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo la decima forma di realizzazione è progettato per commutare con rapidità l'attivazione/ taglio (interruzione) ad un carico 2 in conformità con un segnale di controllo che proviene dal circuito esterno. Detto in modo concreto, in aggiunta alla disposizione del circuito di attuazione di carico secondo la prima forma di realizzazione mostrata in figura 1, vi è un elemento di commutazione SW1 disposto su un percorso di fornitura di corrente costante che si estende dal circuito a corrente costante 30 alla porta del transistor di rivelazione Ts, e la porta del transistor di uscita To e il terminale di fornitura di elettricità 9 sono realizzati in modo da poter venire collegati uno con l'altro attraverso un elemento di commutazione SW2. Incidentalmente, in questa forma di realizzazione, il terminale di fornitura di elettricità 9 è collegato a terra in modo da essere lo stesso potenziale elettrico a cui si trova il lato negativo della sorgente di elettricità in corrente continua di attuazione del carico.

Così, in conformità con il circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione, per l'attuazione del carico 2 l'elemento di commutazione SW1 viene posto nella posizione di acceso per fare in modo che una corrente costante venga alimentata dal circuito a corrente costante 30 alla porta del transistor di rivelazione Ts, mentre allo scopo di cessare l'attuazione del carico 2 l'elemento di commutazione SW1 viene commutato nella posizione di spento e l'elemento di commutazione SW2 viene regolato nella posizione di acceso.

Per di più, poichè la porta del transistor di uscita To è collegata a terra quando l'elemento di commutazione SW2 viene portato sulla posizione di acceso allo scopo di cessare l'attuazione del carico 2, la carica elettrica accumulata nella

20

capacità parassita del transistor di uscita To viene scaricata con prontezza, il che porta ad uno spegnimento immediato del transistor di uscita To.

Di conseguenza, il circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione è in grado di tagliare l'eccitazione del carico 2 ad un arresto di attuazione del carico 2. Incidentalmente, l'elemento di commutazione SW2 funge da mezzo di scarica nella presente invenzione.

(Undicesima forma di realizzazione)

La figura 13 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo un'undicesima forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo l'undicesima forma di realizzazione è tale che, in aggiunta al fatto di prevedere il circuito di attuazione di carico secondo la decima forma di realizzazione mostrata in figura 12, è previsto un transistor NPN T8 che agisce da settimo transistor che costituisce un circuito a specchio di corrente 10 in combinazione con i transistor NPN T1 e T2 che formano il primo e il secondo transistor, rispettivamente, ed è previsto un circuito di controllo di interruzione 40 che prende una decisione sulla base di una corrente che fluisce attraverso questo transistor NPN T8 riguardo al fatto che la corrente di carico raggiunga o non raggiunga una corrente eccessiva al di sopra di un valore predeterminato allo scopo di cessare o di far partire l'attuazione (eccitazione) del carico in funzione del risultato della decisione.

Come è mostrato in figura 13, nel transistor NPN T8 la sua base e il suo emettitore sono collegati con le basi e gli emettitori dei transistor NPN T1 e T2 in forme comuni, rispettivamente, mentre il suo collettore è collegato attraverso una sorgente di corrente costante 42, disposta nel circuito di controllo di interruzione

40 con il terminale di fornitura di elettricità 8.

D'altra parte, nel circuito di controllo di interruzione 40, in aggiunta alla sorgente di corrente costante 42 citata più su, sono previsti un transistor PNP T21 la cui base è collegata con il nodo tra la sorgente di corrente costante 42 e il transistor NPN T8 il cui emettitore è collegato con il terminale di fornitura di elettricità 8 e il cui collettore è collegato attraverso un condensatore C1 con il terminale di fornitura di elettricità 9, una sorgente di corrente costante 44 collegata in parallelo al condensatore C1, e un trigger di Schmitt 46 che confronta una tensione (a cui si farà qui d'ora in avanti riferimento come "tensione del condensatore") in corrispondenza del nodo tra il condensatore C1 e il transistor PNP T21 con una tensione di riferimento prefissata V_{th} per emettere, quando la tensione del condensatore è al disotto della tensione di riferimento V_{th} , un segnale di controllo (per esempio un segnale di controllo di alto livello) per portare l'elemento di commutazione SW1 nella condizione di acceso e portare l'elemento di commutazione SW2 nella condizione di spento, e inoltre per emettere, quando la tensione del condensatore supera la tensione di riferimento V_{th} , emettere un segnale di controllo (per esempio un segnale di controllo di basso livello) per portare l'elemento di commutazione SW1 nella posizione di spento e per porre l'elemento di commutazione SW2 nella posizione di acceso.

La sorgente di corrente costante 42 serve per iniettare una corrente nel lato del collettore del transistor NPN T8 quando riceve la fornitura di elettricità dal terminale di fornitura di elettricità 8, mentre un'altra sorgente di corrente costante 44 serve per scaricare la carica elettrica accumulata nel condensatore C1 attraverso il transistor PNP T21.

Il trigger di Schmitt 46, dato il fatto che la sua operazione di decisione sulla

tensione in ingresso è condotta in una condizione formata isteresi per evitare che la sua uscita entri in una oscillazione indesiderata quando la sua tensione in ingresso (in questo caso la tensione del condensatore) varia in prossimità della tensione di riferimento V_{th} , di fatto quando viene emesso un segnale di controllo di alto livello effettua una decisione riguardo al fatto che la tensione del condensatore assuma o non assuma una tensione più alta, per un valore predeterminato, rispetto alla tensione di riferimento V_{th} , e ad una emissione di un segnale di controllo di basso livello esegue una decisione riguardo al fatto che la tensione del condensatore raggiunga o non raggiunga una tensione più bassa, di un valore determinato a priori, rispetto alla tensione di riferimento V_{th} .

Nel circuito di controllo di interruzione 40 sistemato in questo modo, nella condizione normale che mostra una corrente di carico normale non vi è alcuna corrente che fluisce attraverso il transistor NPN T8 che costituisce il circuito a specchio di corrente 10 e la base del transistor PNP T21 mostra la tensione di fornitura di elettricità che entra attraverso il terminale di fornitura di elettricità, in modo tale che il transistor PNP T21 ricade nella condizione spenta completa e non causa alcun caricamento del condensatore C1.

Per di più, anche se è stata accumulata carica elettrica nel condensatore C1, la carica elettrica accumulata in esso viene scaricata in modo completo grazie all'operazione di scarico eseguita dalla sorgente di corrente costante 44, e la tensione del condensatore immessa nel trigger di Schmitt 46 diventa pari a 0V (il potenziale elettrico della terra a cui è collegato il terminale di fornitura di elettricità 9).

Di conseguenza, il trigger di Schmitt 46 emette un segnale di controllo di alto livello per portare l'elemento di commutazione SW1 nella condizione di

45

acceso e per porre l'elemento di commutazione SW2 nella posizione di spento, il circuito a corrente costante 30 fornisce una corrente costante alla porta del transistor di rivelazione Ts in modo tale che una corrente di carico viene alimentata attraverso il transistor di uscita To al carico 2.

In questo stato, se la corrente di carico aumenta e una corrente proporzionale del carico fluisce attraverso il transistor di rivelazione Ts e il transistor NPN T1, una corrente proporzionale alla corrente di carico viene introdotta anche nel transistor NPN T8. A questo punto, la corrente che fluisce attraverso il transistor NPN T8 proviene dalla sorgente di corrente costante 42.

In aggiunta, se la corrente di carico aumenta ancora di più causando l'impossibilità di fornitura di corrente dalla sorgente di corrente costante 42 al transistor NPN T8, una corrente diretta fluisce tra l'emettitore e la base del transistor PNP T21 e il transistor NPN T8 riceve correnti sia dalla sorgente di corrente costante 42 che dal transistor PNP T21.

Ancora in aggiunta, quando la corrente di base fluisce attraverso il transistor PNP T21 in questo modo, una corrente ottenuta mediante la moltiplicazione di questa corrente di base per h_{FE} viene alimentata dal collettore del transistor PNP T21 dal condensatore C1.

Per di più, poichè la sorgente di corrente costante 44, che scarica la carica elettrica accumulata, è collegata con il condensatore C1, quando la corrente del collettore sul transistor PNP T21 è più piccola della corrente emessa dalla sorgente di corrente costante 44, non viene introdotta alcuna carica elettrica nel condensatore C1.

Tuttavia, se la corrente di carico aumenta ancora di più e la corrente del collettore del transistor PNP T21 aumenta di conseguenza fino a superare il valore

di tensione che la sorgente di corrente costante 44 è in grado di fornire, il condensatore C1 viene caricato da parte della corrente di collettore alimentata dal transistor PNP T21.

In questo contesto, nel circuito di controllo di interruzione 40 in questa forma di realizzazione la corrente di carico che fluisce quando la corrente di collettore del transistor PNP T21 supera il valore di corrente che la sorgente di corrente costante 44 è in grado di emettere e incomincia la carica del condensatore C1, è fissato su un valore di decisione di corrente eccessiva. In aggiunta, questo valore di decisione di corrente eccessivo è stabilito per esempio su 5A che è un valore più basso di un valore limite di corrente (per esempio 8A) a seconda della corrente costante I_c che la sorgente di corrente costante 30 emette verso il lato di porta del transistor di rivelazione Ts.

Per di più, quando la tensione del condensatore raggiunge una tensione più alta, per un valore predeterminato, rispetto alla tensione di riferimento V_{th} che risulta dal fatto che il condensatore C1 viene caricato, il segnale di controllo che deve venire emesso dal trigger di Schmitt 46 passa dalla condizione di alto livello alla condizione di basso livello in modo tale che l'elemento di commutazione SW1 cade nella condizione di spento mentre l'elemento di commutazione SW2 cade nella condizione di acceso. Questo spegne il transistor di uscita To ad arrestare con prontezza la fornitura della corrente di carico al carico 2.

Ancora ulteriormente, poichè la condizione di spento del transistor di uscita To interrompe la corrente di carico in questo modo, non vi è corrente che fluisce attraverso i transistor NPN T1, T2 e T8 a portare il transistor PNP T21 nella condizione di spento. Il risultato è il fatto che la carica elettrica accumulata nel condensatore C1 viene scaricata attraverso la sorgente di corrente costante 44.

In aggiunta, quando a causa di questa scarica la tensione del condensatore è di un valore predeterminato più bassa della tensione di riferimento V_{th} , il segnale di controllo che deve venire emesso dal trigger di Schmitt 46 assume di nuovo il livello alto, prendendo in questo modo l'elemento di commutazione SW1 nella condizione di acceso e mettendo l'elemento di commutazione SW2 nella condizione di spento per riprendere la fornitura di corrente al carico 2.

Come è stato descritto più su, nel circuito di attuazione di carico secondo questa forma di realizzazione quando la corrente di carico supera il valore di decisione di corrente eccessiva, le condizioni di acceso e spento degli elementi di commutazione SW1 e SW2 vengono invertite dopo che è trascorso un tempo di ritardo prestabilito che dipende dal tempo che è richiesto per il caricamento del condensatore C1 per spegnere il transistor di uscita T1 per arrestare la fornitura di corrente al carico 2. Per di più, con l'arresto della fornitura di corrente al carico 2, questa volta le condizioni di acceso e spento degli elementi di commutazione SW1 e SW2 vengono invertiti di nuovo dopo che è trascorso un tempo predeterminato in funzione del tempo richiesto per far sì che la scarica dal condensatore C1 accenda il transistor di uscita T1 per riprendere la fornitura di corrente al carico 2. Così, quando la corrente eccessiva affluisce attraverso il carico 2, il transistor di uscita T_o viene acceso e spento in modo ripetuto, riducendo in questo modo la perdita di potenza che si verifica a causa del flusso della corrente in eccesso attraverso il transistor di uscita T_o .

In aggiunta, poichè il transistor di uscita T_o è realizzato in modo tale che non venga spento dal momento in cui viene presa una decisione relativa al fatto che si verifica una corrente eccessiva (in altre parole dal momento in cui incomincia la carica del condensatore C1) fino a quando non è trascorso un periodo di tempo

prestabilito che occorre per caricare il condensatore C1, è possibile evitare che una sovracorrente che fluisce attraverso il carico 2 all'avviamento venga presa per una corrente eccessiva in errore così da spegnere per errore il transistor di uscita To. Incidentalmente, in questa forma di realizzazione, il condensatore C1 che deve essere usato per impostare tale tempo di ritardo funge da mezzo di ritardo nella presente invenzione.

Ancora in aggiunta, in questa forma di realizzazione, poichè un tempo di ritardo viene stabilito tra la decisione di corrente eccessiva e lo spegnimento del transistor di uscita To, per esempio, se il carico 2 si abbatte a causa di un cortocircuito, anche se una grande corrente di carico fluisce attraverso il transistor di uscita To, il transistor NPN T2 che costituisce il circuito a specchio di corrente 10 preleva una corrente dalla porta del transistor di uscita To in modo tale che la corrente di carico è limitata al di sotto di un valore prestabilito, cosa che evita il deterioramento o lo sfondamento del transistor di uscita To a causa della corrente di carico.

(Dodicesima forma di realizzazione)

La figura 14 è uno schema di circuito elettrico che mostra una configurazione di un circuito di attuazione di carico secondo una dodicesima forma di realizzazione della presente invenzione.

Il circuito di attuazione di carico secondo la dodicesima forma di realizzazione è tale per cui, in aggiunta al circuito di attuazione di carico secondo l'undicesima forma di realizzazione mostrata in figura 13, sono previsti un resistore A collegato tra i terminali di controllo (basi) collegato fra di loro dei transistor NPN T1, T2 e T8 che costituiscono il circuito a specchio di corrente 10 e la linea di fornitura di elettricità negativa, e un resistore B collegato tra il terminale di

controllo (porta) del transistor di uscita T_o e la linea di fornitura di elettricità negativa (in altre parole in parallelo con il transistor NPN T_2 del circuito a specchio di corrente 10).

Il resistore A funge da mezzo di polarizzazione e serve a fare in modo che il flusso di una corrente molto piccola dalle basi dei transistor NPN T_1 , T_2 e T_8 che costituiscono lo specchio di corrente 10 verso il lato della linea di fornitura di elettricità negativa mantenga la tensione di base di ciascuno dei transistor T_1 , T_2 e T_8 per costituire una differenza di potenziale elettrico predeterminata rispetto alla linea di fornitura di elettricità negativa anche se il potenziale elettrico sulla linea di fornitura di elettricità negativa fluttua.

Il resistore B funge anche da mezzo di polarizzazione e per fare sì che un flusso di una parte di una corrente alimentata attraverso il diodo D serva da mezzo di fornitura di elettricità 20 verso il lato della porta del transistor di uscita T_o al lato della linea di fornitura di elettricità negativa attraverso un percorso di corrente che aggira il circuito a specchio di corrente 10, assicurando in questo modo che vi sia un flusso di corrente verso il diodo D in caso di una caduta della tensione di fornitura di elettricità, in modo tale che il potenziale elettrico di porta del transistor di uscita T_o venga mantenuto su un valore costante che corrisponde al potenziale elettrico di porta del transistor di rivelazione T_s .

Così, con il circuito di attuazione di carico secondo la dodicesima forma di realizzazione, è possibile evitare che l'operazione di limitazione della circuito di attuazione di carico del transistor NPN T_2 venga condotta in modo incorretto perchè il funzionamento del circuito a specchio di corrente 10 diventa instabile, per esempio quando il potenziale elettrico sulla linea di fornitura di elettricità negativa fluttua con un aumento della corrente di carico o simili. In aggiunta, è possibile

evitare che l'operazione di limitazione della corrente di carico venga condotta in modo incorretto quando non vi è una corrente che fluisce attraverso il diodo D in corrispondenza di una caduta della tensione di fornitura di elettricità per indurre una tensione di porta instabile del transistor di uscita To. Come risultato, il confronto con il circuito di attuazione di carico secondo l'undicesima forma di realizzazione, questo circuito di attuazione di carico secondo la dodicesima forma di realizzazione può porre un limite alla corrente di carico in modo più stabile.

Incidentalmente, i resistori A e B che fungono da mezzi di polarizzazione non sono limitati al circuito di attuazione di carico secondo l'undicesima forma di realizzazione mostrata in figura 13, ma essi possono venire applicati anche ai circuiti di attuazione del carico descritti più su secondo le forme di realizzazione dalla prima alla decima e possono presentare effetti simili. In aggiunta, è anche possibile usare ciascuno dei resistori A e B. Ancora in aggiunta, poichè questi resistori A e B servono per realizzare un flusso di una corrente molto piccola per stabilizzare il potenziale elettrico di base del transistor NPN T2 o il potenziale elettrico di porta del transistor di uscita To, è appropriato anche usare un circuito a corrente costante al posto di ciascuno dei resistori A e B.

Anche se le varie forme di realizzazione a cui viene applicata la presente invenzione sono state qui descritte in precedenza, si dovrebbe comprendere che la presente invenzione non è limitata alle forme di realizzazione descritte qui sopra, e che è previsto che essa copra tutti i cambiamenti e le modifiche delle forme di realizzazione della presente invenzione qui mostrate che non costituiscono allontanamenti dallo spirito nè dalla portata della presente invenzione.

Per esempio, nella descrizione di cui sopra delle forme di realizzazione, anche se è stato impiegato un transistor MOS come ciascuno del transistor di uscita

To e del transistor di rivelazione Ts, ciascuno di questi transistor To e Ts può anche essere cambiato in un transistor bipolare. In modo concreto, per esempio, se un circuito di attuazione di carico è di un tipo del lato basso mostrato in figura 3, il transistor di uscita To e il transistor di rivelazione Ts possono anche essere fatti con un transistor bipolare NPN al posto del transistor MOS a canale N. Per di più, se un circuito di attuazione di carico è di un tipo del lato alto mostrato in figura 4, il transistor di uscita To e il transistor di rivelazione Ts possono anche essere fatti di un transistor bipolare PNP al posto del transistor MOS a canale P.

In aggiunta, nella descrizione di cui sopra, anche se ciascuna delle forme di realizzazione da quarta a dodicesima sono relative ad un esempio di un circuito di attuazione di carico del tipo del lato basso che implica il circuito di attuazione di carico secondo la prima forma di realizzazione mostrata in figura 3 come circuito di base, il circuito a corrente costante 30, il circuito di livellamento di tensione, il circuito di controllo di interruzione della fornitura di elettricità 40 e altri circuiti descritti nelle forme di realizzazione da quarta a dodicesima possono essere applicati anche ai circuiti di attuazione di carico diversi da quello della prima forma di realizzazione, come i circuiti di attuazione di carico del lato alto.

DA

RIVENDICAZIONI

1. Un circuito di attuazione di carico comprendente:

un transistor di uscita per la fornitura di una corrente di carico ad un carico;

un transistor di rivelazione che è dotato di un terminale di controllo collegato dal punto di vista elettrico con un terminale di controllo del detto transistor di uscita, per la produzione di un flusso di una corrente proporzionale a detta corrente di carico che fluisce attraverso il detto transistor di uscita;

mezzi di limitazione della corrente di carico per limitare la detta corrente di carico che fluisce attraverso il detto transistor di uscita su un valore prestabilito sulla base di una corrente che fluisce attraverso il detto transistor di rivelazione; e

un circuito a corrente costante che la fornitura di una corrente costante come segnale di controllo per l'attuazione del detto carico al detto terminale di controllo del detto transistor di rivelazione.

2. Un circuito di attuazione di carico comprendente:

un transistor di uscita per la fornitura di una corrente di carico ad un carico;

un transistor di rivelazione per la rivelazione della detta corrente di carico che fluisce attraverso il detto transistor di uscita;

un primo transistor collegato in serie con il detto transistor di rivelazione e, insieme con il detto transistor di rivelazione, collegato in parallelo con il detto transistor di uscita in modo tale che una corrente proporzionale alla detta corrente di carico fluisca attraverso il detto transistor di uscita; e

un secondo transistor per la costituzione di un circuito a specchio di corrente in collegamento con il detto primo transistor,

in cui terminali di controllo del detto transistor di uscita e del detto transistor di rivelazione sono collegati dal punto di vista elettrico uno con l'altro in modo tale

che il detto transistor di uscita e il detto transistor di rivelazione siano pilotati circa nello stesso momento in risposta ad un segnale di controllo per l'attuazione del detto carico, e un livello di tensione sul detto terminale di controllo del detto transistor di uscita viene modificato in una corrente che fluisce attraverso il detto secondo transistor per limitare la detta corrente di carico ad un valore prestabilito,

nella configurazione, il detto circuito comprendendo per di più:

mezzi di caduta di tensione disposti tra i detti terminali di controllo del detto transistor di uscita e dei detti transistor di rivelazione per la produzione di una caduta di tensione, sostanzialmente uguale ad una caduta di tensione che si sviluppa nel detto primo transistor quando una corrente proporzionale alla detta corrente di carico fluisce attraverso il detto transistor di rivelazione, per stabilire una corrispondenza generale del punto di funzionamento tra il detto transistor di uscita e il detto transistor di rivelazione; e

un circuito a corrente costante per la fornitura di una corrente costante come detto segnale di controllo al detto terminale di controllo del detto transistor di rivelazione.

3. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale il detto transistor di uscita e il detto transistor di rivelazione sono formati con transistor MOS i cui pozzi sono collegati uno con l'altro e le cui porte che formano i detti terminali di controllo sono collegate una con l'altra in uno stato in cui il detto mezzo di caduta di tensione è interposto tra di esse.

4. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 3 nel quale il detto transistor MOS che forma ciascuno del detto transistor di uscita e del detto transistor di rivelazione è di un tipo a canale N e il detto circuito a corrente costante alimenta la detta corrente costante nel detto lato di porta del detto

transistor di rivelazione che forma il detto terminale di controllo dello stesso, mentre il detto secondo transistor assorbe la detta corrente costante alimentata dal detto circuito a corrente costante attraverso il detto mezzo di caduta di tensione alla detta porta del detto transistor di uscita che forma il detto terminale di controllo dello stesso.

5. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 3 nel quale sono inoltre compresi mezzi di scarico per eseguire, quando il detto transistor di uscita viene spento mediante il fatto di interrompere la fornitura della detta corrente costante dal detto circuito a corrente costante, la scarica dalla detta porta del detto transistor di uscita.

6. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale il detto primo transistor e il detto secondo transistor sono formati con transistor bipolari le basi dei quali sono collegate in una forma comune e i cui emettitori sono collegati in una forma comune, e un collettore del detto transistor bipolare che forma il detto primo transistor è collegato con il detto transistor di rivelazione e per di più con le dette basi collegate nella forma comune, mentre un collettore del detto transistor bipolare che forma il detto secondo transistor è collegato con il detto terminale di controllo del detto transistor di uscita.

7. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 6 nel quale il detto mezzo di caduta di tensione è un elemento semiconduttore realizzato in modo da generare una caduta di tensione diretta per mezzo di una giunzione PN.

8. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale il detto primo transistor e il detto secondo transistor sono formati con transistor MOS le cui porte sono collegate in una forma comune e le cui sorgenti sono collegate in una forma comune, e un pozzo del detto transistor MOS che forma il detto primo

transistor è collegato con il detto transistor di rivelazione e per di più con le dette porte collegate nella forma comune, mentre un pozzo del detto transistor MOS che forma il detto secondo transistor è collegato con il detto terminale di controllo del detto transistor di uscita.

9. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 8 nel quale il detto mezzo di caduta di tensione è realizzato con un transistor MOS progettato per produrre una caduta di tensione mediante una sua differenza di tensione tra porta e sorgente.

10. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale il detto circuito a corrente costante include un terzo transistor e un quarto transistor per costituire un circuito a specchio di corrente e una sorgente di corrente costante, insieme con il detto terzo transistor, in collegamento tra linee di fornitura di elettricità positiva e negativa per realizzare un flusso di corrente costante attraverso il detto terzo transistor, con il detto quarto transistor che è collegato con il detto terminale di controllo del detto transistor di rivelazione per la fornitura di una corrente costante, proporzionale alla corrente che fluisce attraverso il detto terzo transistor, attraverso il detto quarto transistor verso il detto terminale di controllo del detto transistor di rivelazione.

11. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 10 nel quale il detto terzo transistor e il detto quarto transistor sono formati per mezzo di transistor bipolari le cui basi sono collegate in una forma comune e i cui emettitori sono collegati in una forma comune, e un collettore del detto transistor bipolare che forma il detto terzo transistor collegato con la detta sorgente di corrente costante e per di più con le dette basi collegate nella forma comune, mentre un collettore del detto transistor bipolare che forma il detto quarto transistor è collegato con il detto

51

terminale di controllo del detto transistor di rivelazione.

12. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 11 nel quale il detto circuito a corrente costante include un quinto transistor formato per mezzo di un transistor bipolare identico al detto quarto transistor, con una base del detto quinto transistor che è collegata con il detto collettore del detto quarto transistor, il detto emettitore dello stesso essendo collegato con il detto emettitore nel detto quarto transistor e un suo collettore essendo collegato con la linea di fornitura di elettricità alla detta sorgente di corrente costante sul lato opposto rispetto al detto terzo transistor, e include per di più un sesto transistor formato per mezzo di un transistor bipolare identico al detto quarto transistor, con un emettitore del detto sesto transistor che è collegato al detto collettore del detto quarto transistor, una sua base essendo collegata con il detto collettore del detto quinto transistor, e un suo collettore essendo collegato con la detta base del detto transistor di rivelazione, e una corrente costante proporzionale ad una corrente che deve venire alimentata attraverso il detto sesto transistor al detto terzo transistor è fornita al detto terminale di controllo del detto transistor di rivelazione per evitare che si verifichi una variazione di corrente dovuta all'effetto Early del detto quarto transistor.

13. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 11 nel quale, nel detto circuito a corrente costante, il detto transistor bipolare il cui collettore è collegato con il detto terminale di controllo del detto transistor di rivelazione è dotato di un secondo collettore collegato con il detto terminale di controllo del detto transistor di uscita, con una corrente costante che viene applicata ulteriormente in modo diretto attraverso il detto secondo collettore al detto terminale di controllo del detto transistor di uscita.

DD

14. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale sono inoltre compresi mezzi di recupero della corrente continua per mantenere bassa una tensione sul detto terminale di controllo del detto transistor di uscita su una tensione al di sotto di un valore predeterminato.

15. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale sono inoltre compresi:

un settimo transistor che serve a costituire un circuito a specchio di corrente insieme con il detto primo transistor e il detto secondo transistor; e

un circuito di controllo di interruzione per spegnere il detto transistor di uscita e il detto transistor di rivelazione quando, sulla base di una corrente che cresce attraverso il detto sesto transistor, si rileva che la detta corrente di carico raggiunge una corrente eccessiva al di sopra di un valore predeterminato, e inoltre per accendere il detto transistor di uscita e il detto transistor di rivelazione quando in seguito si rileva che la detta corrente di carico diventa libera dalla detta corrente eccessiva.

16. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 15 nel quale il detto circuito di controllo di interruzione include mezzi di ritardo per spegnere il detto transistor di uscita e il detto transistor di rivelazione dopo che è trascorso un periodo di tempo predeterminato dal momento del rilevamento della detta corrente eccessiva.

17. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale è inoltre compreso un mezzo di polarizzazione disposto tra il detto terminale di controllo del detto transistor di uscita e un suo transistor di uscita per formare un percorso di corrente che salta il detto secondo transistor per stabilizzare un funzionamento del detto transistor di uscita.

18. Un circuito di attuazione di carico secondo la rivendicazione 2 nel quale è inoltre compreso un mezzo di polarizzazione tra un terminale di controllo del detto secondo transistor e una linea di fornitura di elettricità collegata con un terminale di uscita del detto secondo transistor per formare un percorso di corrente per stabilizzare il funzionamento del detto secondo transistor.

RACHELI & C. SpA

Diana Domenighetti

D. N. Aronow

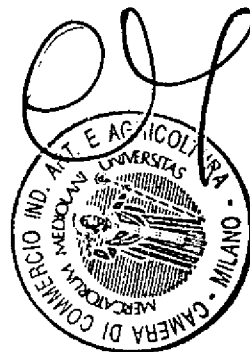


FIG.1

MI 2000 A002106

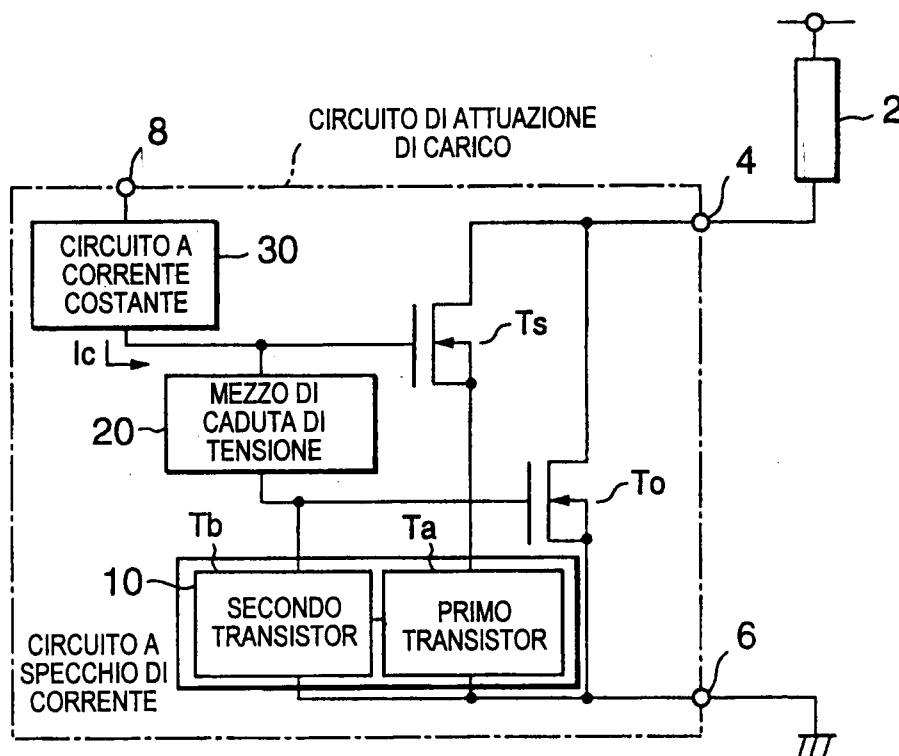
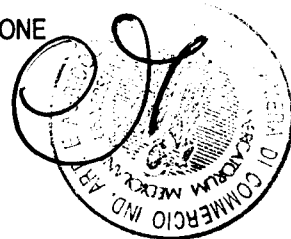
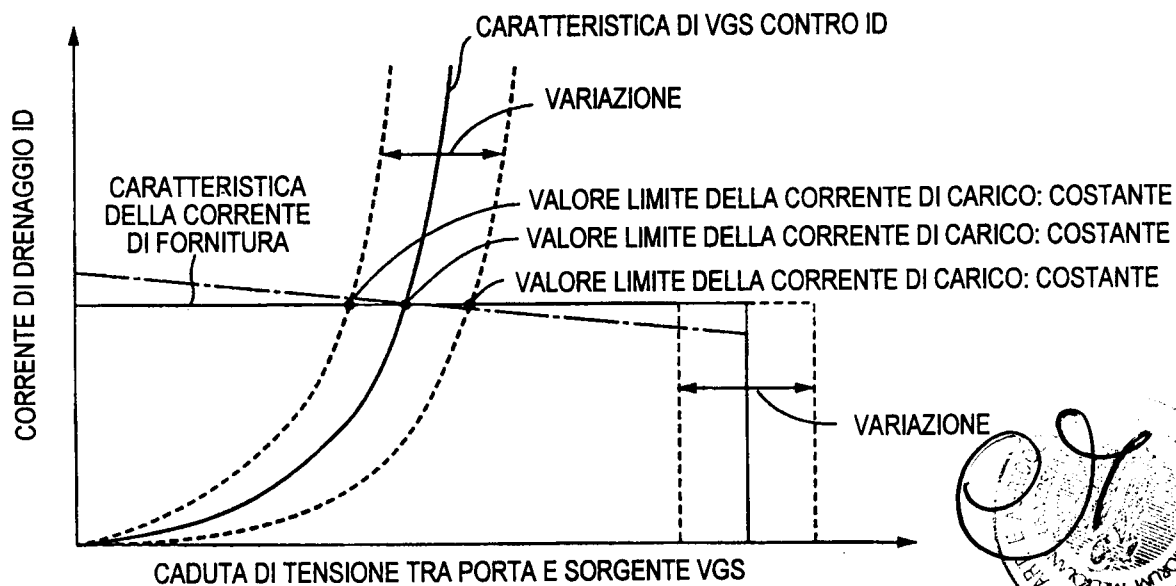


FIG.2



RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

for Diana Domenighetti

FIG.3

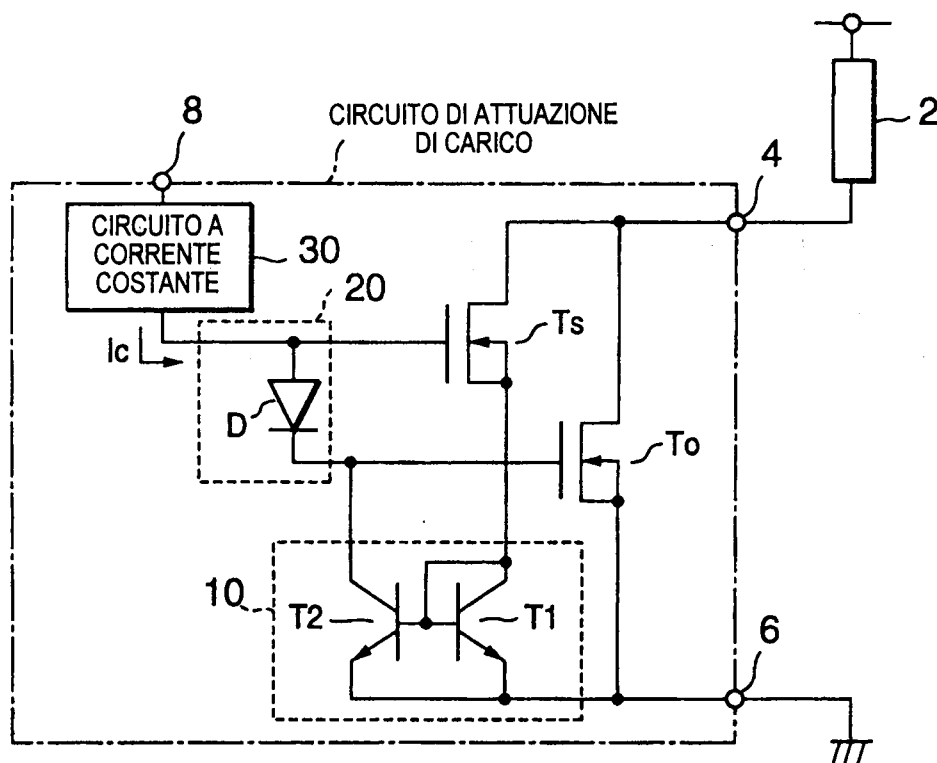
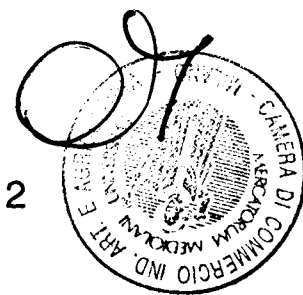
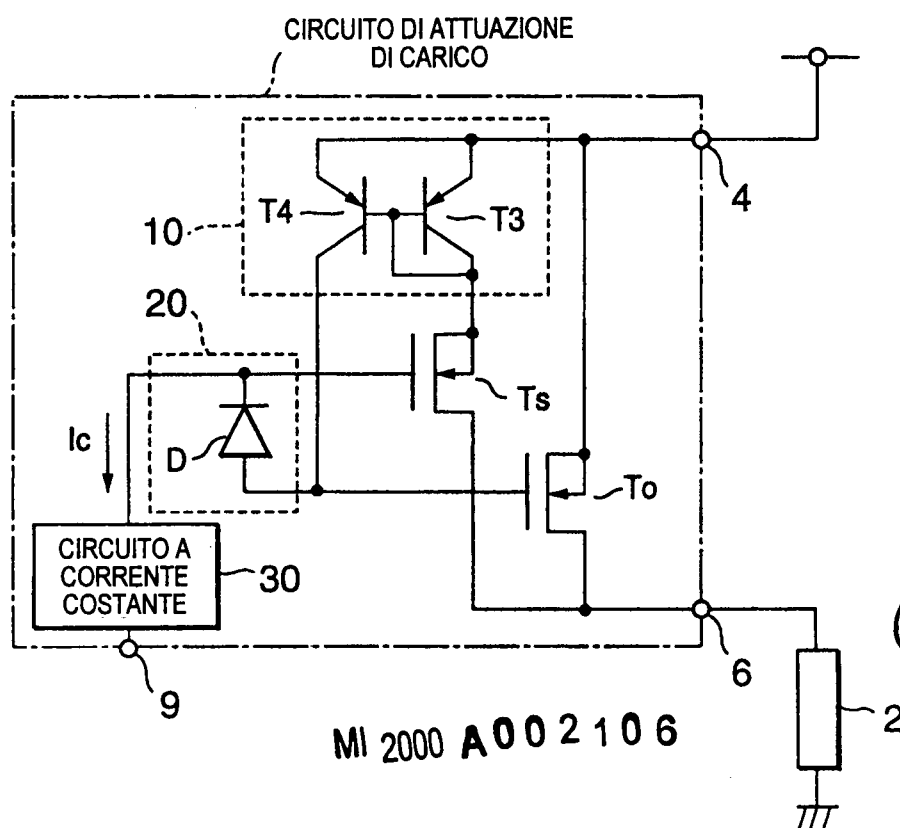


FIG.4



RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Diana Domenighetti

FIG.5

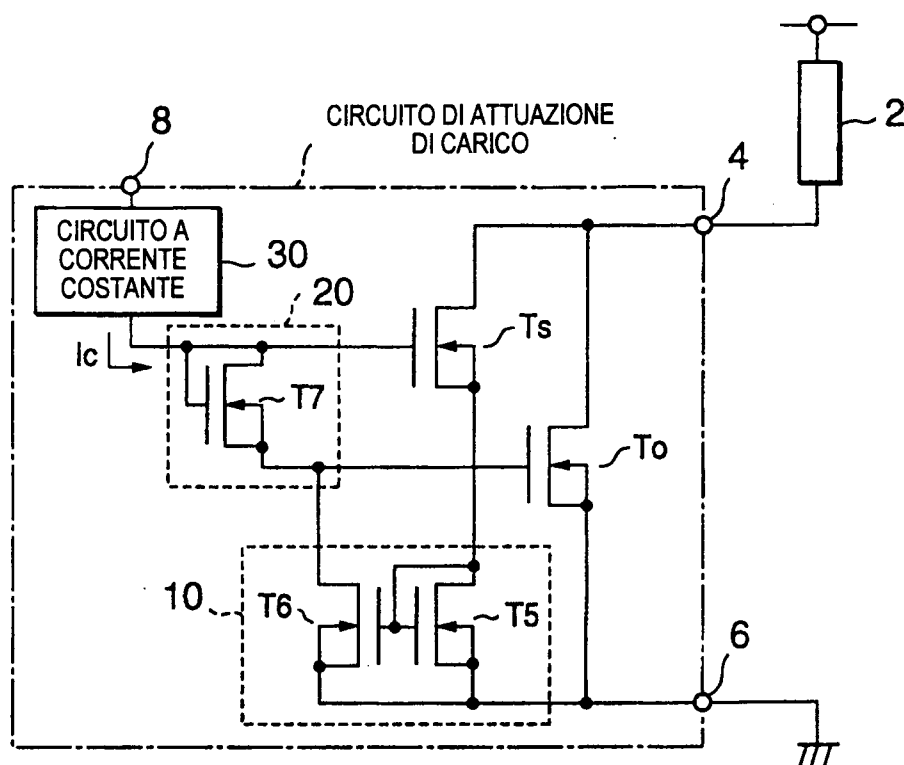
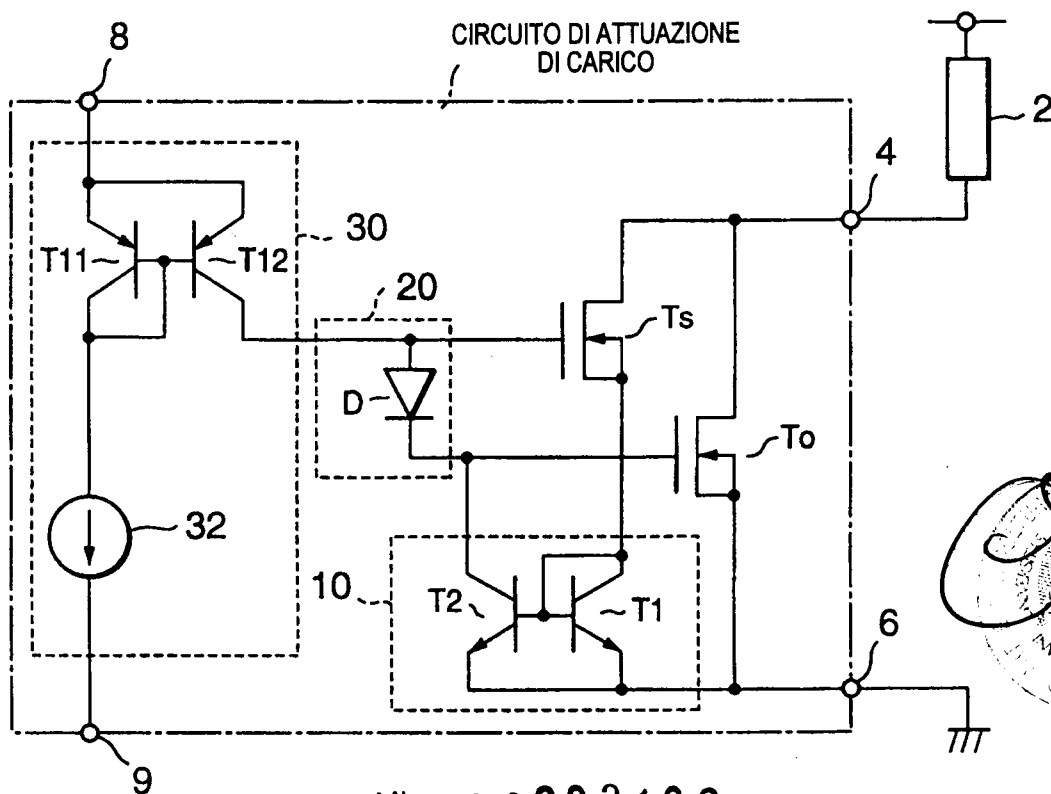


FIG.6



MI 2000 A002106

RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Handwritten signature

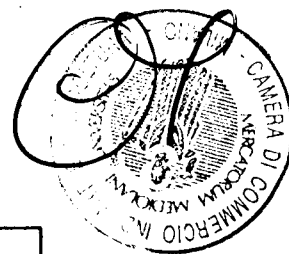
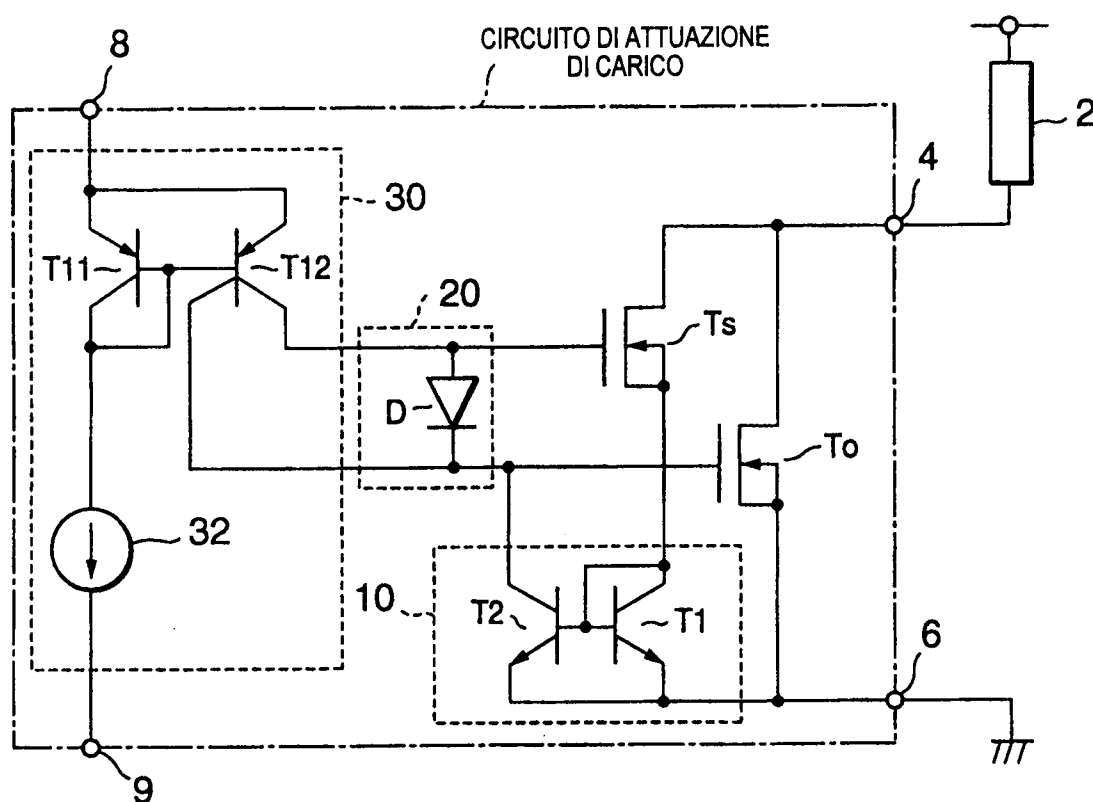
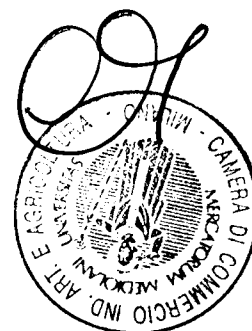


FIG.7



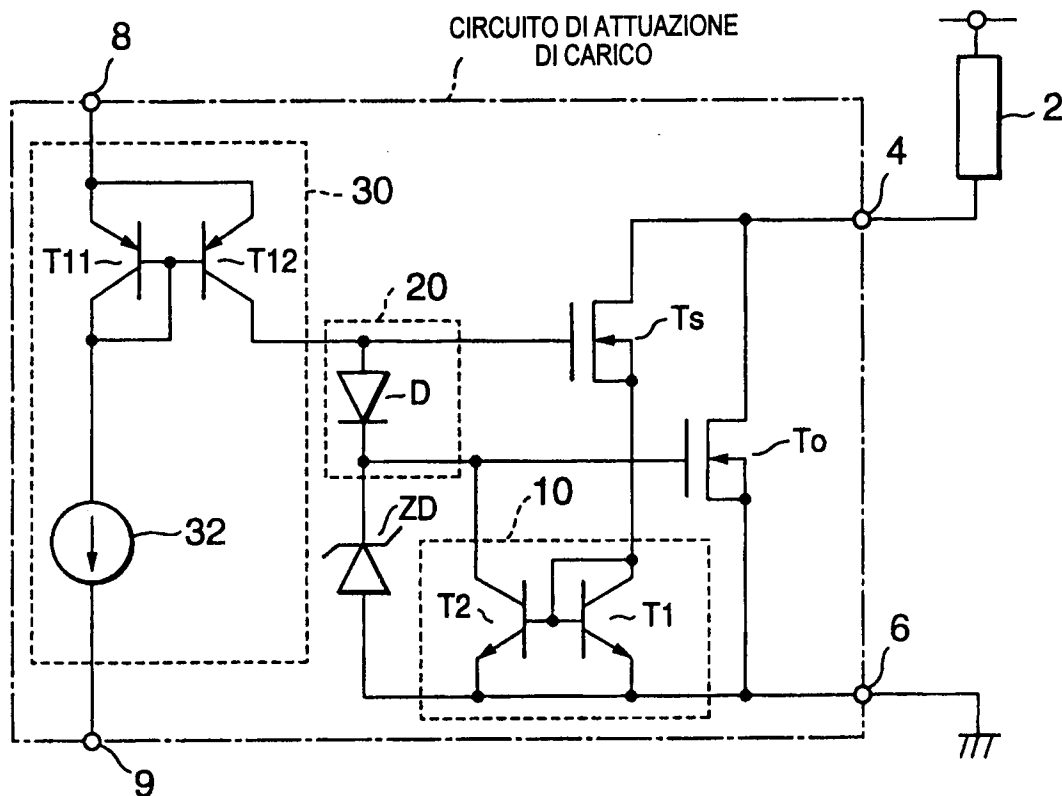
MI 2000 A002106



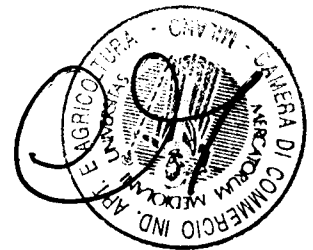
RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Diana Domenighetti

FIG.8



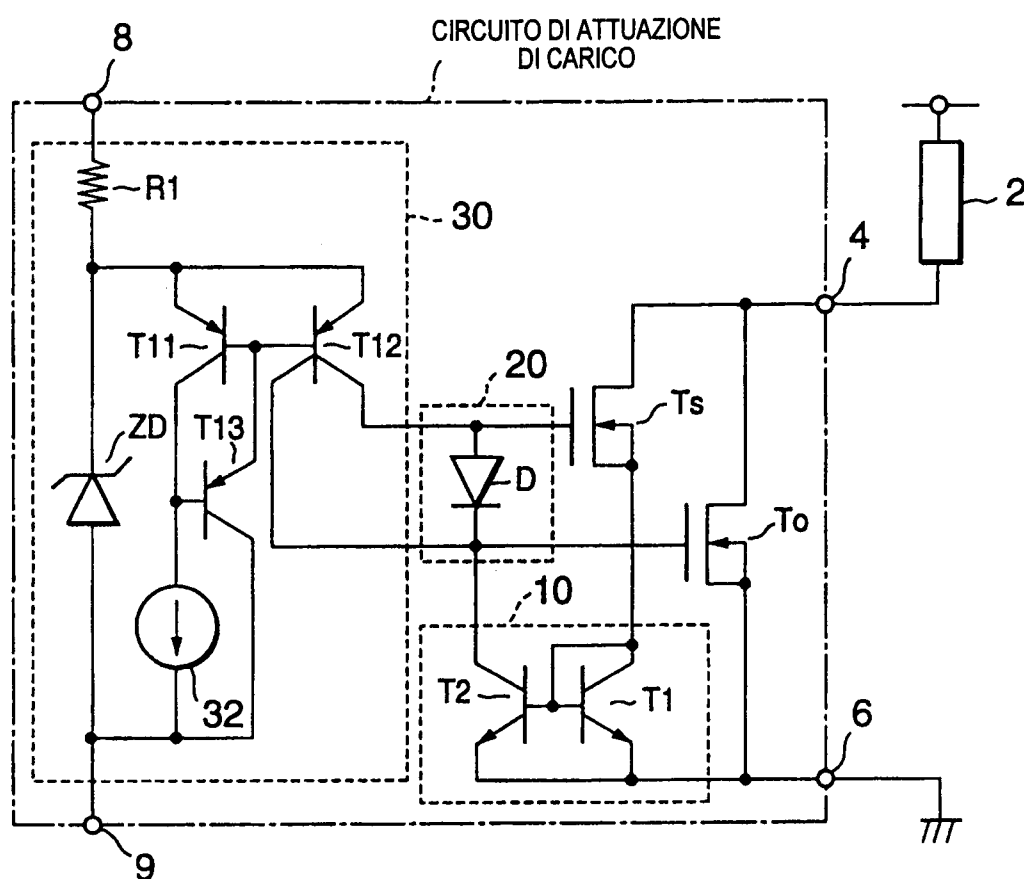
MI 2000 A002106



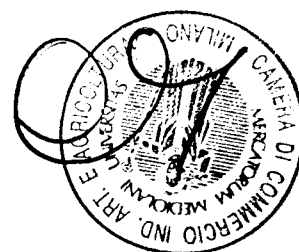
RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Ant. V. ...

FIG.9



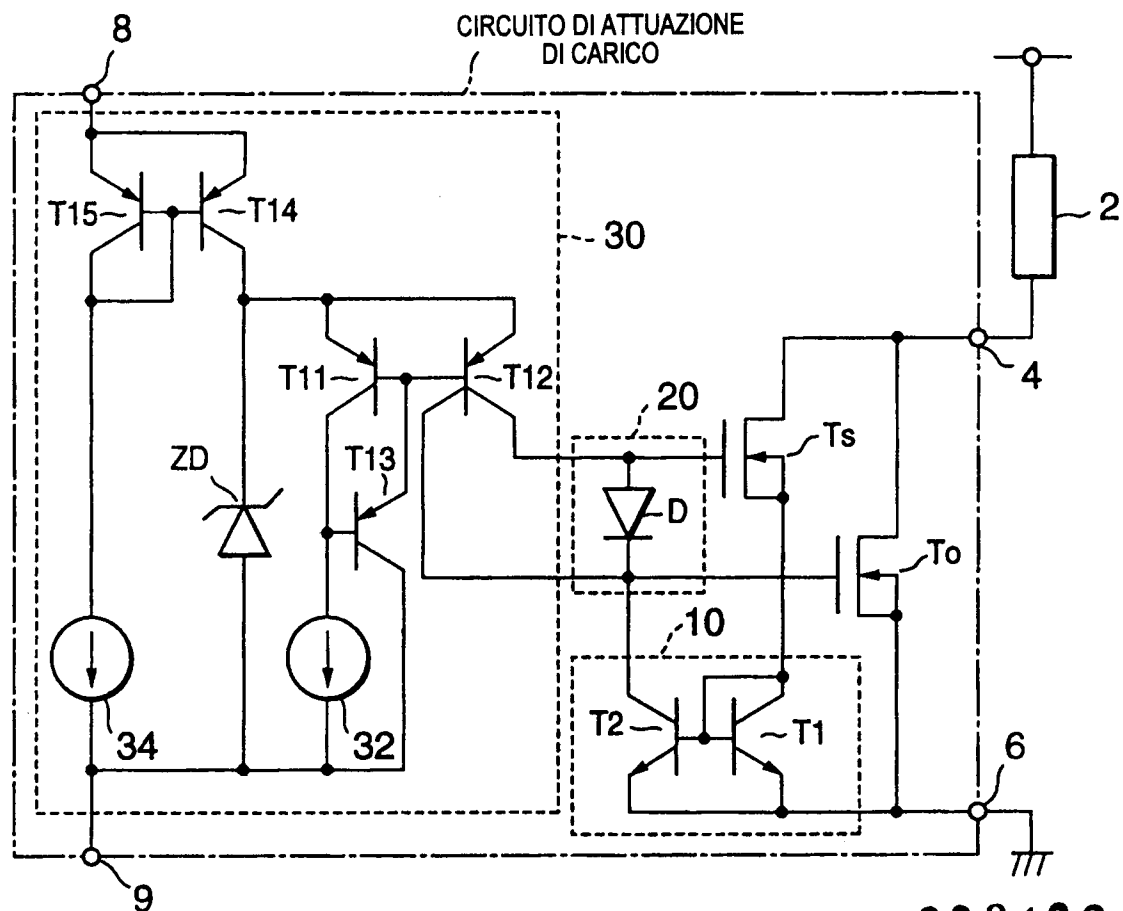
MI 2000 A002106



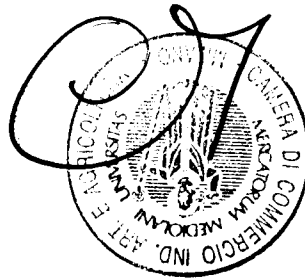
RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Letta e autografa

FIG.10



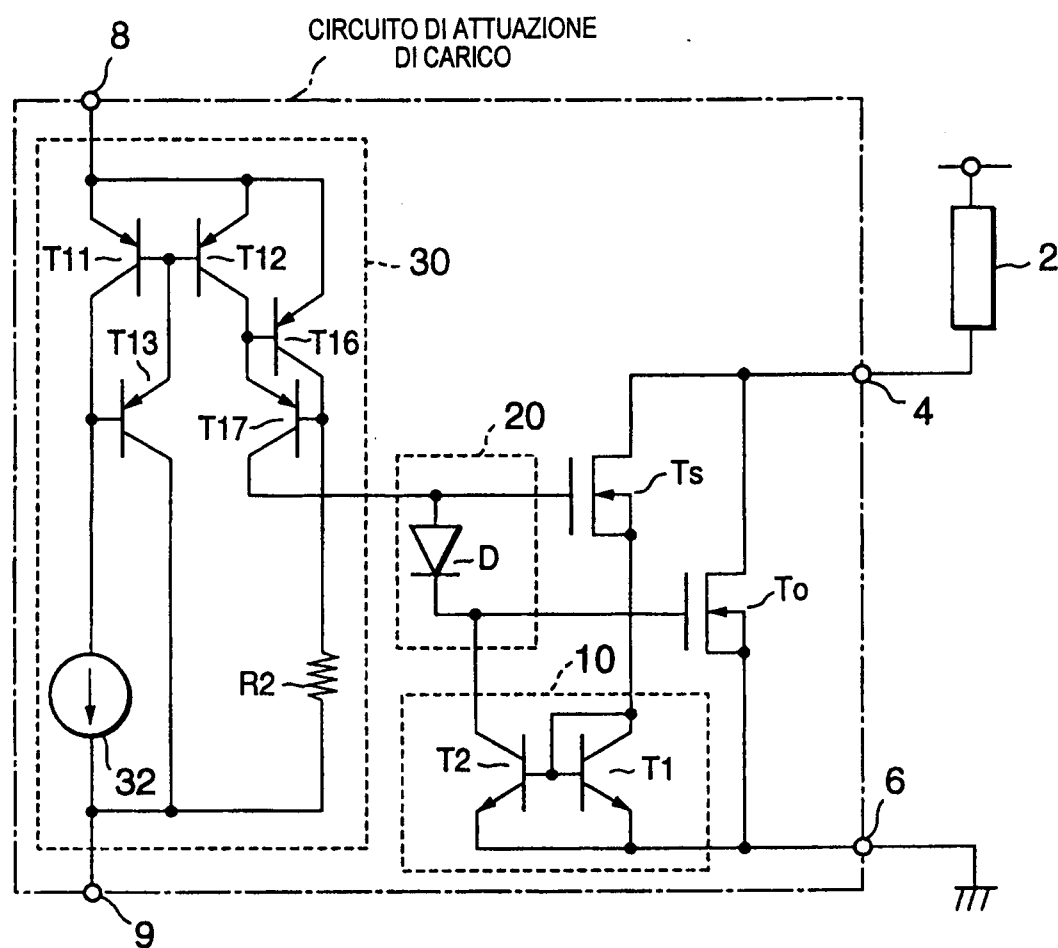
MI 2000 A002106



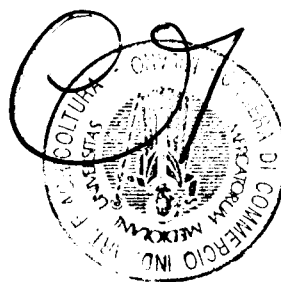
RACHELI & C. SpA

Diana Domenighetti

FIG.11



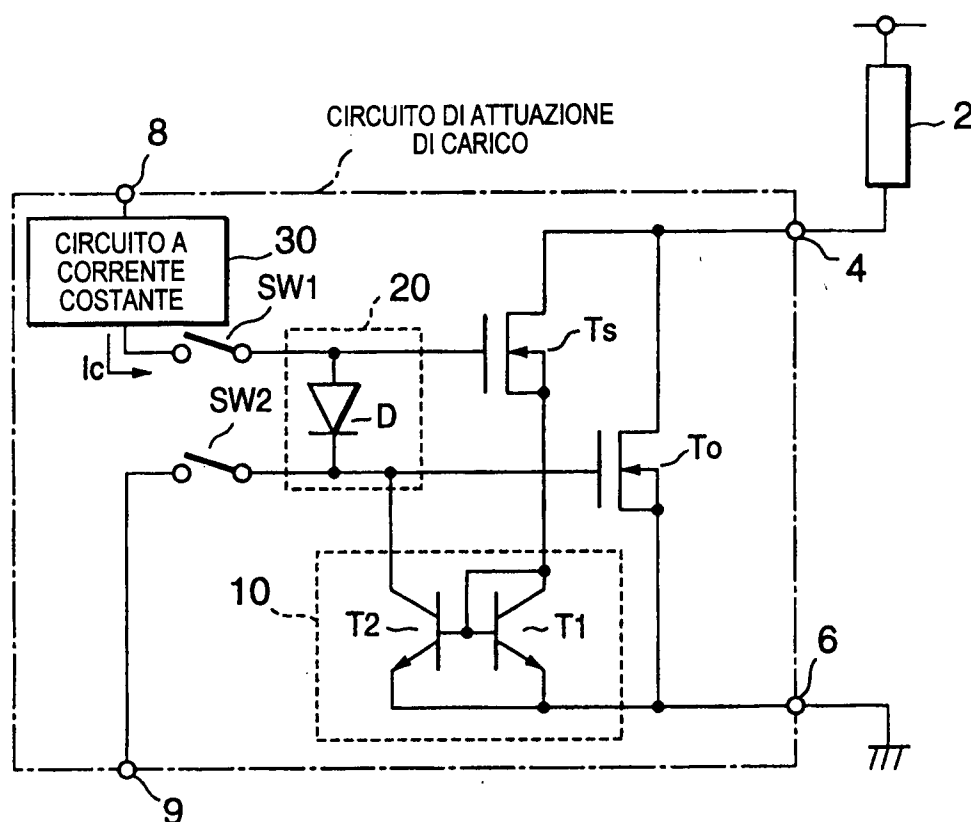
MI 2000 A002106



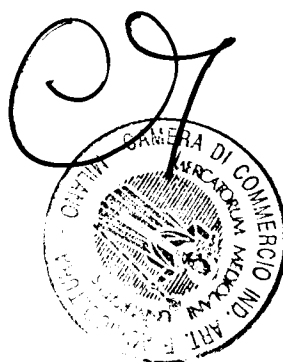
RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Letta Rancieri Menghi

FIG.12



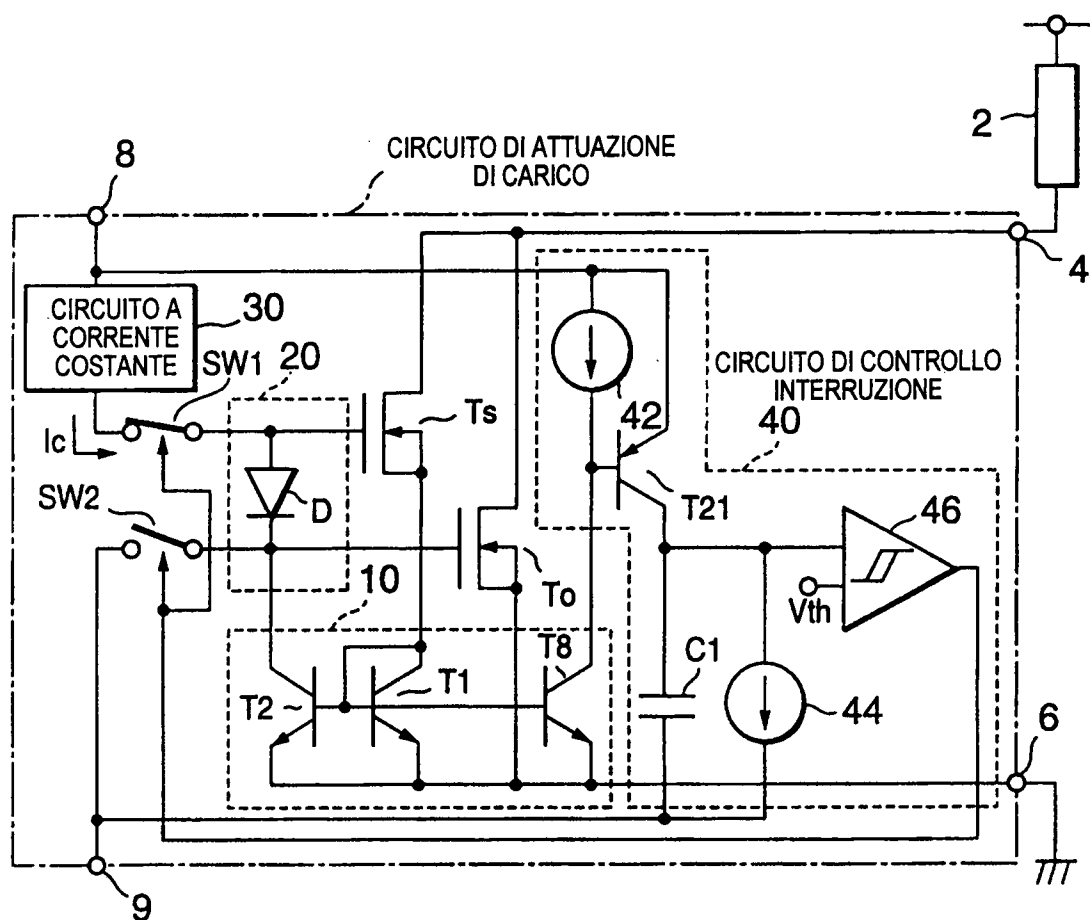
MI 2000 A002106



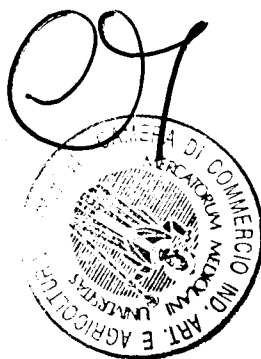
RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Letto Rana... Letto

FIG.13



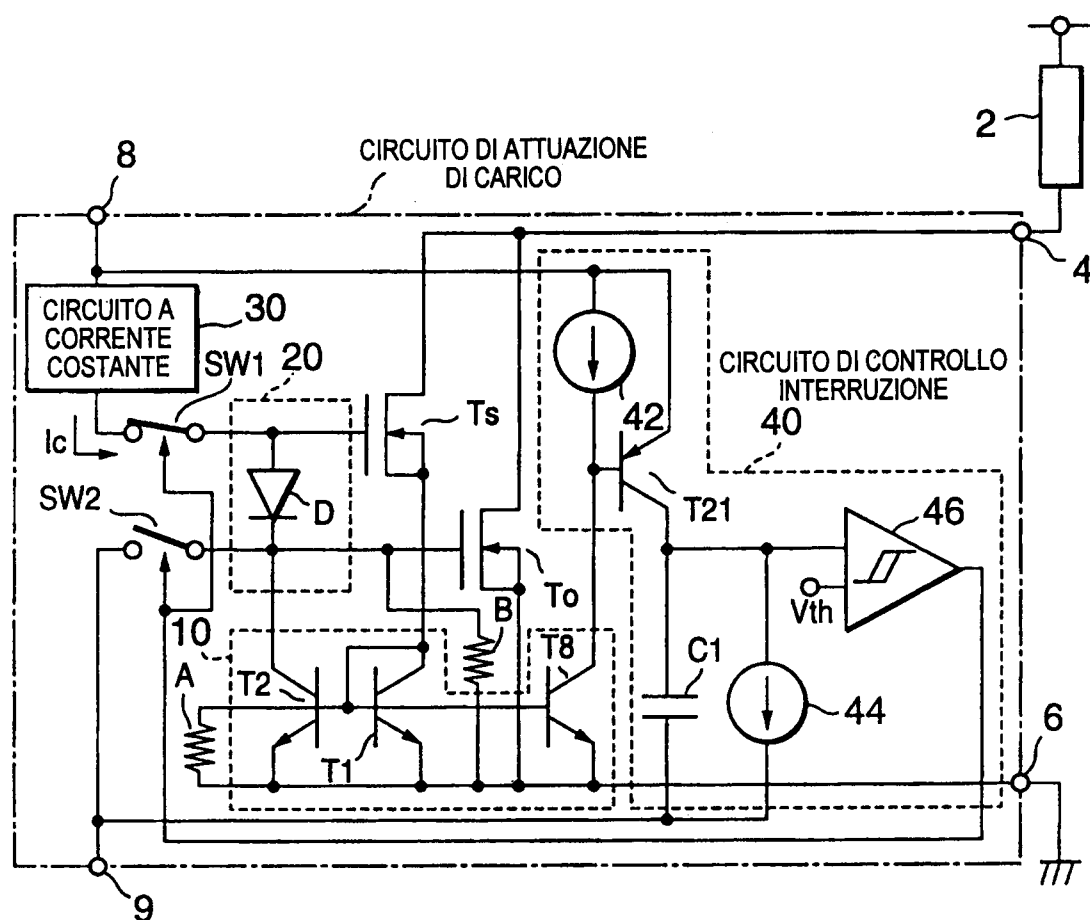
MI 2000 A002106



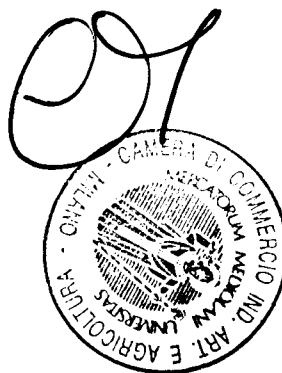
RACHELI & C. SpA

Diana Domenighetti

FIG.14



MI 2000 A002106



RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Diana Domenighetti

Diana Domenighetti
Diana Domenighetti

FIG.15 TECNICA CORRELATA

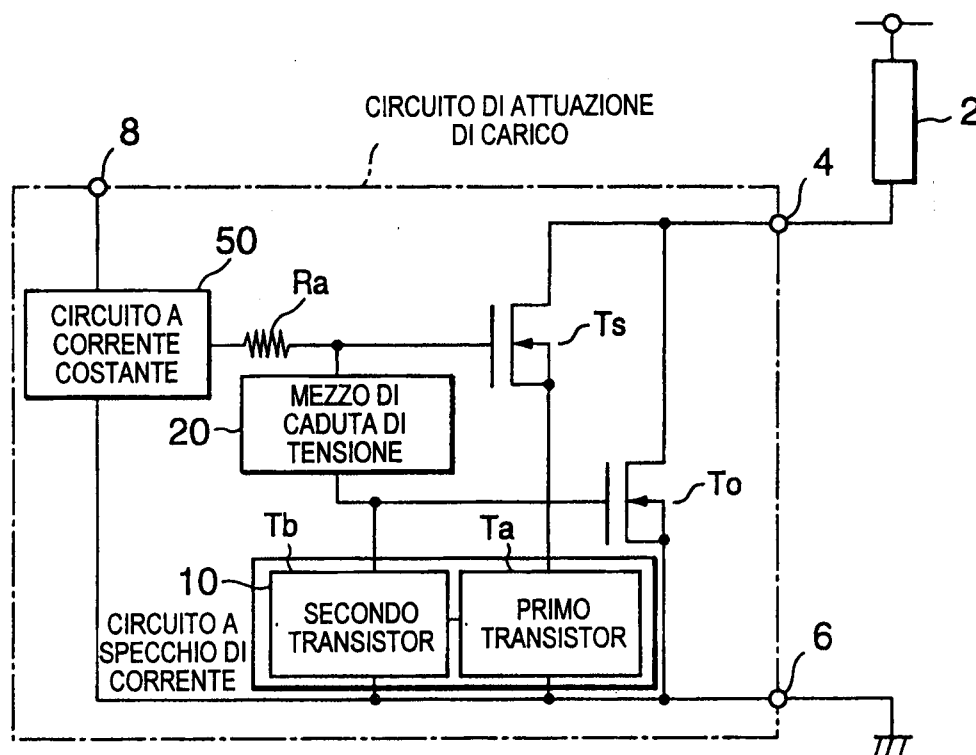
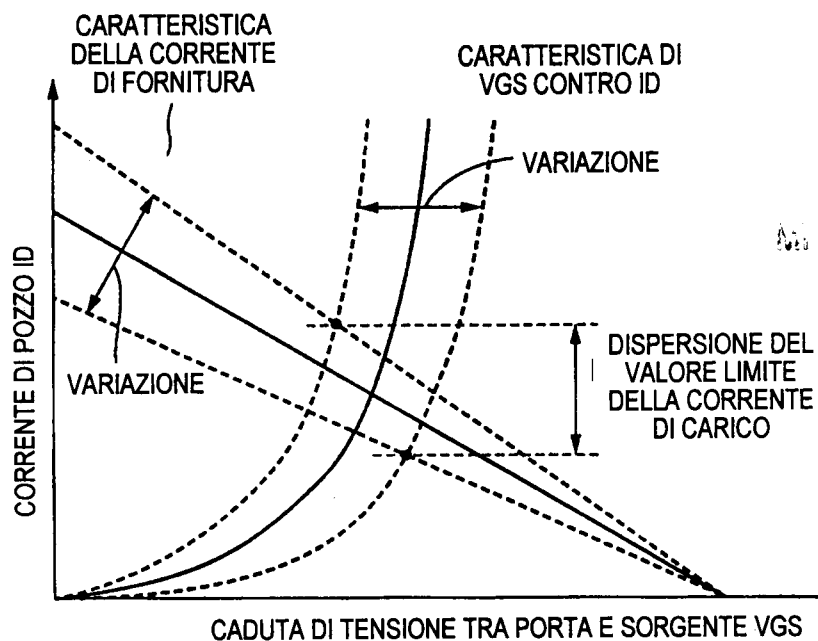
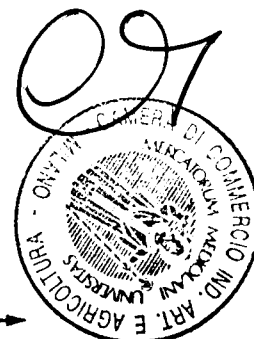


FIG.16 TECNICA CORRELATA



M 2000 A002106



RACHELI & C. SpA
Diana Domenighetti

Letto/Car e Domenighetti