



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	102010901844132
Data Deposito	31/05/2010
Data Pubblicazione	01/12/2011

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	R		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	M		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	J		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	03	K		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	05	F		

Titolo

DISPOSITIVO DI CONTROLLO DI ALIMENTATORI STACKED CON ANELLO A RILEVAMENTO
DUPLICATO

DESCRIZIONE

CAMPO TECNICO DELL'INVENZIONE

La presente invenzione è generalmente diretta a circuiti di monitoraggio per alimentatori di potenza e più specificamente ad un
5 circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con un anello di rilevazione-replica.

BACKGROUND DELL'INVENZIONE

Molti tipi di dispositivi e sistemi utilizzano alimentatori di potenza che sono sovrapposti in stack o accoppiati in serie. Per
10 esempio, i veicoli elettrici spesso comprendono molteplici batterie al litio o altre batterie configurate in stack. Ogni batteria è tipicamente progettata per fornire una tensione specificata (per esempio di circa 5 V) fino a una tensione massima (per esempio di circa 5,5 V). In uno stack di dodici batterie, lo stack potrebbe essere progettato per fornire una
15 tensione di circa 60 V. Può rendersi necessario o essere auspicabile misurare la tensione tra singole batterie dello stack. Questo può risultare utile, per esempio, per controllare la carica o la scarica di singole batterie dello stack. Tuttavia, le batterie vicine alla sommità dello stack possono avere tensioni significativamente più alte (per
20 esempio di circa 45 V - 55 V) e questo può rendere difficile misurare la tensione tra tali batterie.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Per una comprensione più approfondita della presente invenzione e delle sue caratteristiche, si farà ora riferimento alla
25 seguente descrizione considerata congiuntamente ai disegni

accompagnatori in cui:

la FIGURA 1 illustra un esempio di circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con un anello di rilevazione-replica secondo la presente invenzione;

5 la FIGURA 2 illustra un esempio di unità di trimmer in un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con un anello di rilevazione-replica secondo la presente invenzione;

la FIGURA 3 illustra dettagli di un esempio di anello di rilevazione-replica in un circuito di monitoraggio per alimentatori di
10 potenza in stack secondo la presente invenzione;

la FIGURA 4 illustra ulteriori dettagli di un esempio di un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con un anello di rilevazione-replica secondo la presente invenzione;

le FIGURE 5 e 6 illustrano altri esempi di circuiti di
15 monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con anelli di rilevazione-replica secondo la presente invenzione; e

la FIGURA 7 illustra un metodo esemplificativo per monitorare un alimentatore di potenza in un sistema di alimentatori di potenza in stack utilizzando un anello di rilevazione-replica secondo la presente
20 invenzione.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA

Le FIGURE da 1 a 7 discusse nel seguito e le varie forme realizzative utilizzate per descrivere i principi della presente invenzione in questo documento di brevetto sono esclusivamente a scopo di
25 illustrazione e non devono in alcun modo essere interpretate come atte

a limitare l'ambito di tutela della presente invenzione. Gli esperti del settore comprenderanno che i principi dell'invenzione possono essere applicati in qualsiasi tipo di dispositivo o sistema idoneamente configurato.

5 La FIGURA 1 illustra un esempio di circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack 100 con un anello di rilevazione-replica secondo la presente invenzione. Come illustrato in FIGURA 1, il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 comprende o è
10 utilizzato congiuntamente a uno stack di alimentatori di potenza 102a-102n. Gli alimentatori di potenza 102a-102n rappresentano qualsiasi sorgente di potenza idonea, come batterie (per esempio al litio o altri tipi di batterie), supercondensatori, pile a combustibile o altri generatori di
15 tensione. Un numero qualsiasi di alimentatori di potenza possono essere accoppiati in serie per formare lo stack, per esempio dodici
15 batterie al litio in un veicolo elettrico.

 Il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 misura una tensione di ingresso ΔV_{IN} ai capi di almeno uno degli alimentatori di potenza (in questo caso l'alimentatore di potenza 102m) dello stack. Per esempio, la tensione continua su ciascun alimentatore
20 di potenza 102a-102n potrebbe raggiungere un massimo di circa 5,5V, mentre la tensione massima sulla sommità dello stack potrebbe essere di circa 60 V. In generale, il circuito di monitoraggio per alimentatori di
25 potenza 100 opera generando una corrente di rilevazione attraverso un modulo di rilevazione tensione-corrente 104 sulla base della tensione
25 ΔV_{IN} ai capi dell'alimentatore di potenza 102m e specchiando tale

corrente di rilevazione in un modulo di replica tensione-corrente 106 mediante l'uso di un preciso specchio di corrente legato a una linea di tensione di alimentazione negativa (per esempio di circa -5 V). Il modulo di replica 106 è identico o sostanzialmente identico nella struttura al
5 modulo di rilevazione 104.

Come sopra osservato, la tensione sull'alimentatore di potenza sotto rilevazione potrebbe essere elevata, per esempio pari o superiore a circa 60 V. In questo esempio, il modulo di replica 106 ha uno dei suoi terminali accoppiati alla massa e una tensione di uscita V_{OUT} sull'altro
10 suo terminale. Il modulo di replica 106 genera una corrente di rilevazione sulla base della tensione V_{OUT} , e il circuiteria del circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 opera per forzare le correnti di rilevazione ad eguagliarsi, così forzando la tensione di uscita V_{OUT} ad almeno sostanzialmente eguagliare la tensione di ingresso ΔV_{IN} .
15 Ne consegue che il modulo di replica 106 produce una misura della tensione ΔV_{IN} ai capi dell'alimentatore di potenza sotto misurazione, dove tale tensione di uscita V_{OUT} è riferita alla massa.

In questo esempio, il modulo di rilevazione 104 comprende un ramo sinistro contenente un diodo 108 e transistori metallo-ossido-
20 semiconduttore a canale n (NMOS) 110-112. Il modulo di rilevazione 104 comprende anche un ramo destro contenente un resistore 114, un transistore bipolare 116 e un transistore metallo-ossido-semiconduttore a canale p (PMOS) 118. Il ramo sinistro del modulo di rilevazione 104 è accoppiato ad un terminale di tensione inferiore dell'alimentatore di
25 potenza 102m sotto misurazione. Il ramo destro del modulo di

rilevazione 104 è accoppiato ad un terminale di tensione superiore dell'alimentatore di potenza 102m sotto misurazione. Il modulo di replica 106 ha una struttura analoga con un ramo sinistro contenente un diodo 120 e transistori NMOS 122-124 e un ramo destro contenente un resistore 126, un transistor bipolare 128 e un transistor PMOS 130. Il ramo sinistro del modulo di replica 106 è accoppiato alla massa, e il ramo destro del modulo di replica 106 è accoppiato a un'uscita del circuito di monitoraggio 100. In particolari forme realizzative, i componenti 108-118 e i corrispondenti componenti 120-130 dei moduli 104-106 sono matchati, e i componenti sono configurati utilizzando un approccio centroide comune.

Ognuno dei diodi 108, 120 comprende qualsiasi struttura idonea per sostanzialmente limitare il flusso di corrente in una direzione, per esempio un transistor collegato a diodo. Ogni transistor NMOS 110-112, 122-124 comprende qualsiasi transistor MOSFET a canale n idoneo. Ogni resistore 114, 126 comprende qualsiasi struttura resistiva idonea avente qualsiasi resistenza idonea, per esempio un resistore da 1M Ω . Ogni transistor bipolare 116, 128 comprende qualsiasi struttura a transistor bipolare idonea, per esempio un transistor PNP. Ogni transistor PMOS 118, 130 comprende qualsiasi transistor MOSFET a canale p idoneo.

Il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 può anche comprendere uno o più stadi cascode 132a-132d. Gli stadi cascode 132a-132d generalmente operano per ridurre la tensione alla quale i segnali emessi dal modulo di rilevazione 104 sono riferiti. Ogni

stadio cascode 132a-132d essenzialmente assorbe la tensione di uno o più degli alimentatori di potenza 102a-102n. In tal modo, possono essere utilizzati transistori di bassa tensione negli stadi cascode 132a-132d e può essere gestita l'ampia tensione di modo comune (rispetto
5 alla massa) che è presente più in alto nello stack. Possono essere utilizzati un numero qualsiasi di stadi cascode 132a-132d, incluso un singolo stadio cascode, molteplici stadi cascode o zero stadi cascode. Come esempio particolare, ogni alimentatore di potenza 102a-102n potrebbe essere accoppiato a uno stadio cascode associato.

10 Ogni stadio cascode 132a-132d comprende qualsiasi struttura cascode idonea. Come sopra osservato, in alcune forme realizzative, gli stadi cascode 132a-132d possono comprendere transistori di bassa tensione. In forme realizzative particolari, gli stadi cascode 132a-132d sono formati utilizzando una struttura di silicio su isolatore (SOI,
15 silicon-on-insulator) in cui tutti i transistori cascode sono isolati da un substrato di silicio con diossido di silicio o altro(i) materiale(i) dielettrico(i). Questo permette di utilizzare un processo SOI a bassa tensione negli stack in cui la tensione di modo comune sulla sommità dello stack è pari o superiore a circa 60 V. In altre forme realizzative,
20 potrebbe essere utilizzato un processo di fabbricazione ad alta tensione per realizzare il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100.

Il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 inoltre comprende un generatore di corrente 134 che genera una corrente che percorre un transistore 136. Per esempio, il generatore di
25 corrente 134 potrebbe generare una piccola corrente, per esempio una

corrente inferiore a $1\mu\text{A}$. La corrente attraverso il transistor 136 è specchiata attraverso i transistori 138-140 che sono accoppiati ai rami di sinistra del modulo di rilevazione 104 e del modulo di replica 106, rispettivamente. Le correnti nei rami di sinistra del modulo di
5 rilevazione 104 e del modulo di replica 106 possono rappresentare correnti di riferimento utilizzate per misurare la tensione ΔV_{IN} e generare la tensione V_{OUT} . I rami di destra del modulo di rilevazione 104 e del modulo di replica 106 sono rispettivamente accoppiati ai transistori 142-144. La corrente attraverso il ramo destro del modulo di
10 rilevazione 104 e il transistor 142 rappresenta la corrente di rilevazione, e questa corrente di rilevazione è specchiata attraverso il transistor 144 e il ramo destro del modulo di replica 106. La corrente di rilevazione specchiata crea la tensione di uscita V_{OUT} nel ramo destro del modulo di replica 106. Il generatore di corrente 134 comprende
15 qualsiasi struttura idonea per generare una corrente. Ogni transistor 136-144 comprende qualsiasi struttura di transistor idonea, come un transistor bipolare NPN.

I resistori 146-154 sono accoppiati in serie ai transistori 136-144, rispettivamente. I resistori 146-154 sono accoppiati anche a una
20 linea di tensione inferiore V_{M} che potrebbe rappresentare una tensione negativa. I resistori 146-150 sono resistori di degenerazione per lo specchio di corrente formato dai transistori 136-140, e i resistori 152-154 sono resistori di degenerazione per lo specchio di corrente formato dai transistori 142-144. Ogni resistore 146-154 comprende qualsiasi
25 struttura resistiva idonea avente qualsiasi resistenza idonea. Per

esempio, ognuno dei resistori 146-150 potrebbe rappresentare un resistore da 420 k Ω , e ognuno dei resistori 152-154 potrebbe rappresentare un resistore da 260 k Ω . Si osservi, tuttavia, che i resistori 146-154 potrebbero essere omessi (sostituiti da fili conduttori diritti).

5 Il ramo destro del modulo di replica 106 è accoppiato all'ingresso invertente di un amplificatore operazionale 156. L'ingresso non invertente dell'amplificatore operazionale 156 è accoppiato a un generatore di tensione 158 che fornisce una tensione sostanzialmente costante all'amplificatore operazionale 156. In questo esempio, la
10 tensione sostanzialmente costante è generalmente uguale alla tensione sulla linea di tensione inferiore V_M più la tensione fornita dal generatore di tensione 158. L'uscita dell'amplificatore operazionale 156 è accoppiata all'uscita V_{OUT} del circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100, formando un anello di retroazione negativa.
15 L'amplificatore operazionale 156 comprende qualsiasi struttura di amplificatore idonea. Il generatore di tensione 158 comprende qualsiasi struttura idonea per fornire una tensione.

 Secondo un aspetto del funzionamento, il modulo di rilevazione 104 converte la tensione di ingresso ΔV_{IN} (la tensione
20 dell'alimentatore di potenza sotto misurazione) in una corrente. Il modulo di replica 106 converte la tensione di uscita V_{OUT} in una corrente nella stessa maniera del modulo di rilevazione 104. Le due correnti sono comparate utilizzando l'amplificatore 156, e la differenza è amplificata. A causa dell'anello di retroazione negativa, il circuito si
25 stabilisce in una condizione in cui le due correnti sono sostanzialmente

uguali, forzando la tensione di ingresso ΔV_{IN} a sostanzialmente eguagliare la tensione di uscita V_{OUT} . La conversione della tensione di ingresso ΔV_{IN} in una corrente permette di instradare la corrente attraverso uno o più stadi cascole 132a-132d per trasformare
5 gradualmente il segnale da una tensione di modo comune elevata (per esempio circa 60 V) ad un potenziale prossimo a quello di massa.

In questo esempio, il generatore di corrente 134 fornisce una corrente che percorre il transistore 136 e che è specchiata attraverso i transistori 138-140. Le correnti specchiate percorrono i rami di sinistra
10 del modulo di rilevazione 104 e del modulo di replica 106 per fornire riferimenti per i moduli 104-106. Tuttavia, le resistenze dei resistori 148-150 possono essere leggermente diverse, per esempio a causa di variazioni nel processo produttivo. La differenza, anche se minima, può generare una differenza tra le correnti di riferimento che percorrono i
15 resistori 148-150. Un'unità di trimmer di offset 160 è utilizzata per regolare almeno uno dei resistori 148-150, per esempio posizionando una resistenza in parallelo con uno dei resistori 148-150 per regolare la resistenza di quel resistore 148-150. Questo può contribuire a ridurre o eliminare uno sbilanciamento (offset) tra la tensione di ingresso ΔV_{IN} e la
20 tensione di uscita V_{OUT} . L'unità di trimmer di offset 160 comprende qualsiasi struttura idonea per tarare o regolare una resistenza di almeno un resistore. Un esempio di forma realizzativa dell'unità di trimmer di offset 160 è illustrata in FIGURA 2 e descritta nel seguito.

La corrente di rilevazione che percorre il ramo destro del
25 modulo di rilevazione 104 è proporzionale alla tensione di ingresso ΔV_{IN} .

Tale corrente di rilevazione percorre il transistor 142 ed è specchiata attraverso il transistor 144. La corrente di rilevazione attraverso il transistor 144 genera la tensione di uscita V_{OUT} , che è riferita alla massa. Tuttavia, può esistere un errore di guadagno dovuto a qualsiasi

5 disuguaglianza (mismatch) tra le resistenze dei resistori 152-154. Idealmente, i resistori 152-154 sono perfettamente matchati e la tensione di uscita V_{OUT} eguaglia la tensione di ingresso ΔV_{IN} . Se è presente una disuguaglianza tra i resistori, $V_{OUT}=a \times \Delta V_{IN}$, dove il valore di a è prossimo ma non uguale a uno. La grandezza della differenza tra

10 a e uno dipende dall'entità della disuguaglianza tra i resistori. Per contribuire a compensare tale condizione, è utilizzata un'unità di trimmer di guadagno 162 per tarare almeno uno dei resistori 152-154, per esempio posizionando una resistenza in parallelo con uno dei resistori 152-154 per regolare la resistenza di quel resistore 152-154.

15 Questo può contribuire a ridurre o eliminare l'errore di guadagno provocato dalla disuguaglianza tra i resistori 152-154. L'unità di trimmer 162 comprende qualsiasi struttura idonea per tarare o regolare una resistenza di almeno un resistore. Un esempio di forma realizzativa dell'unità di trimmer di guadagno 162 è illustrato in FIGURA 2 (poiché

20 le unità di trimmer di offset e di guadagno 160-162 potrebbero entrambi avere strutture identiche o analoghe).

La linea (rail) di tensione inferiore V_M può fornire una tensione negativa a vari componenti del circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100. Per esempio, i resistori 146-154 e le unità di trimmer di

25 guadagno 160-162 potrebbero essere accoppiate alla linea di tensione

inferiore V_M . La linea di tensione inferiore V_M potrebbe fornire qualsiasi tensione negativa idonea, per esempio di circa -5V. Tale tensione potrebbe essere generata o altrimenti fornita da qualsiasi generatore idoneo, per esempio una pompa di carica.

5 Una caratteristica aggiuntiva del circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 è costituita dal fatto che supporta una modalità di arresto (shut-down) del funzionamento in cui la corrente attraverso il ramo destro del modulo di rilevazione 104 scende a livelli di corrente di dispersione (leakage) (per esempio a livelli inferiori a $1\mu A$).

10 La modalità di arresto può essere attivata interrompendo una corrente che polarizza i diodi 108, 120 (per esempio quando i diodi sono realizzati utilizzando transistori bipolari). Questo può contribuire a ridurre significativamente le perdite di energia provocate dal circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100.

15 Sebbene la FIGURA 1 illustri un solo esempio di circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack 100 con un anello di rilevazione-replica, varie modifiche possono essere apportate alla FIGURA 1. Per esempio, nell'esempio illustrato in FIGURA 1, il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 è configurato per

20 misurare la tensione ai capi dei singoli alimentatori di potenza 102a-102n. Tuttavia, vari componenti illustrati in FIGURA 1 possono essere replicati e utilizzati per misurare le tensioni tra molteplici alimentatori di potenza 102a-102n. A titolo di esempio in particolare, l'intero circuito illustrato in FIGURA 1 potrebbe essere replicato per ogni alimentatore di

25 potenza di uno stack. Come descritto in maggior dettaglio nel seguito,

tuttavia, altre tecniche possono essere utilizzate per ridurre il numero di componenti replicati. Inoltre, un singolo modulo di rilevazione e un singolo modulo di replica potrebbero essere utilizzati per misurare la tensione tra molteplici alimentatori di potenza, per esempio due o più

5 batterie. Inoltre, sebbene particolari elementi del circuito siano illustrati in FIGURA 1, qualsiasi circuiteria idoneo potrebbe essere utilizzato per svolgere funzioni identiche o analoghe a quelle sopra descritte. Per esempio, la FIGURA 1 specchia la corrente dal ramo destro del modulo di rilevazione 104 nel ramo destro del modulo di replica 106, e l'anello

10 di retroazione opera per rendere uguali queste correnti. Tuttavia, potrebbero essere utilizzati altri approcci di controllo, per esempio quando la corrente dal ramo destro del modulo di replica 106 è specchiata nel ramo destro del modulo di rilevazione 104. Queste correnti potrebbero essere anche instradate attraverso resistenze

15 matchate per la generazione di tensioni, e l'anello di retroazione potrebbe comparare tali tensioni. Inoltre, i rami di sinistra dei moduli 104-106 potrebbero essere omessi, e ogni modulo 104-106 potrebbe comprendere un singolo transistor PMOS e un singolo resistore. Il gate del transistor PMOS potrebbe essere collegato al terminale negativo

20 dell'alimentatore di potenza sotto misurazione. Il source del transistor PMOS può essere collegato a un singolo terminale del resistore, e il secondo terminale del resistore può essere collegato al terminale positivo dell'alimentatore di potenza. Il drain del transistor PMOS può fornire una corrente di uscita.

25 La FIGURA 2 illustra un esempio di unità di trimmer 200 in

un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con un anello di rilevazione-replica secondo la presente invenzione. L'unità di trimmer 200 potrebbe essere utilizzata, per esempio, come unità di trimmer di offset 160 o come unità di trimmer di guadagno 162 del
5 circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 della FIGURA 1.

Come illustrato in FIGURA 2, l'unità di trimmer 200 comprende molteplici resistori 202a-202m accoppiati in parallelo. Ogni resistore 202a-202m comprende qualsiasi struttura resistiva idonea
10 avente qualsiasi resistenza idonea. In questo esempio, i resistori 202a-202m aumentano in modo binario da sinistra a destra, dove ogni resistore successivo ha una resistenza che è doppia rispetto alla resistenza del resistore precedente.

L'unità di trimmer 200 comprende anche molteplici
15 commutatori 204a-204m, dove ogni commutatore 204a-204m è accoppiato in serie con uno dei resistori 202a-202m. I commutatori 204a-204m operano per controllare quali resistori 202a-202m sono utilizzati per tarare un resistore esterno. Per esempio, quando otto commutatori 204a-204m sono accoppiati a otto resistori binari 202a-
20 202m come illustrato in FIGURA 2, l'unità di trimmer 200 può generare 255 resistenze particolari aprendo e/o chiudendo i vari commutatori 204a-204m per generare diverse combinazioni di resistori 202a-202m. Ogni commutatore 204a-204m comprende qualsiasi dispositivo di commutazione idoneo, come un transistor.

25 Due commutatori aggiuntivi 206-208 controllano quale

resistore esterno è tarato dall'unità di trimmer 200. Una prima coppia di terminali 210a-210b è accoppiata al primo resistore esterno che può essere tarato dall'unità di trimmer 200. Una seconda coppia di terminali 212a-212b è accoppiata al secondo resistore esterno che può essere tarato dall'unità di trimmer 200. Per esempio, come illustrato in FIGURA 1, l'unità di trimmer di offset 160 è accoppiato al resistore 148 a sinistra e al resistore 150 a destra. Uno dei commutatori 206-208 può essere aperto e l'altro chiuso per controllare quale dei resistori 148-150 è tarato dai resistori 202a-202m. Analogamente, l'unità di trimmer di guadagno 162 in FIGURA 1 è accoppiato al resistore 152 a sinistra e al resistore 154 a destra. Uno dei commutatori 206-208 può essere aperto e l'altro chiuso per controllare quale dei resistori 152-154 è tarato dai resistori 202a-202m. Ogni commutatore 206-208 comprende qualsiasi dispositivo di commutazione idoneo, come un transistor. Ogni terminale 210a-210b, 212a-212b comprende qualsiasi struttura idonea per l'accoppiamento a un dispositivo o circuito esterno.

In questa unità di trimmer 200, uno o più dei resistori 202a-202m possono essere accoppiati in parallelo a uno dei molteplici resistori esterni. I resistori specifici 202a-202m utilizzati per tarare il resistore esterno sono controllati dai commutatori 204a-204m. Accoppiando questo(i) resistore(i) 202a-202m in parallelo con il resistore esterno si riduce la resistenza complessiva (a causa della formula della resistenza parallela standard $1/R_1 + \dots + 1/R_N = 1/R_{TOTAL}$). Il resistore esterno specifico tarato è controllato dai commutatori 206-208. Per esempio, può essere identificato il resistore esterno con la resistenza più

alta e può essere chiuso il commutatore 206-208 associato a quel resistore. Questo permette la taratura per ridurre la resistenza più alta in modo da renderla pari o sostanzialmente prossima alla resistenza inferiore dell'altro resistore esterno. In altre forme realizzative, uno o più
5 resistori 202a-202m potrebbero essere accoppiati in serie con il resistore esterno inferiore per aumentare la resistenza di quel resistore esterno.

In alcune forme realizzative, l'unità di trimmer 200 forma un convertitore digitale-analogico (DAC). Il DAC può convertire un valore di
10 ingresso digitale in una resistenza analogica corrispondente. In particolari forme realizzative, l'unità di trimmer 200 riceve un valore di ingresso digitale a nove bit, come un valore a otto bit e un valore di segno a un bit. Il valore di segno a un bit può essere utilizzato per controllare i commutatori 206-208, per esempio utilizzando il valore di
15 segno per controllare il commutatore 206 e un valore di segno invertito per controllare il commutatore 208. Il valore a otto bit può essere utilizzato per controllare gli otto commutatori 202a-202m in FIGURA 2.

Sebbene la FIGURA 2 illustri un solo esempio di una unità di trimmer 200 in un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza
20 in stack con un anello di rilevazione-replica, vari cambiamenti possono essere apportati alla FIGURA 2. Per esempio, l'unità di trimmer 200 potrebbe comprendere qualsiasi numero di resistori 202a-202m e commutatori 204a-204m. Inoltre, mentre ogni resistore 202a-202m è illustrato come un resistore singolo, un resistore 202a-202m potrebbe
25 rappresentare molteplici resistori in serie e/o in parallelo. In aggiunta,

unità di trimmer separate potrebbero essere accoppiate per separare resistori esterni (eliminando l'uso dei commutatori 206-208) e una o molteplici unità di trimmer possono operare per rendere sostanzialmente uguali le resistenze di quei resistori esterni.

5 La FIGURA 3 illustra i particolari di un esempio di anello di rilevazione-replica 300 in un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack secondo la presente invenzione. In questo esempio, l'anello di rilevazione-replica 300 comprende un modulo di rilevazione 304 e un modulo di replica 306. Il modulo di rilevazione 304 comprende
10 un transistor collegato a diodo 308, e il modulo di replica 306 comprende un transistor collegato a diodo 320. Ogni transistor 308, 320 rappresenta un transistor PNP bipolare avente il proprio emettitore accoppiato alla propria base. Inoltre, i resistori 314 e 326 nei moduli di rilevazione e replica 304-306 sono qui illustrati come
15 regolabili o variabili. I resistori 314 e 326 potrebbero essere regolati per eseguire una taratura di guadagno grossolana, mentre la taratura di guadagno fine potrebbe essere eseguita utilizzando l'unità di trimmer di guadagno 162. I transistori 316 e 328 sono anch'essi inclusi nei moduli di rilevazione e replica 304-306.

20 I rami di sinistra dei moduli di rilevazione e replica 304-306 sono accoppiati a generatori di corrente 338-340, rispettivamente. I generatori di corrente 338-340 potrebbero rappresentare transistori che formano specchi di corrente, come i transistori 138-140 illustrati in FIGURA 1. Idealmente, le correnti di riferimento I che percorrono i rami
25 di sinistra dei moduli 304-306 e i generatori di corrente 338-340 sono

uguali. Tuttavia, l'unità di trimmer di offset 160 può essere utilizzata per contribuire a rendere le correnti di riferimento I identiche o sostanziali uguali.

I rami di destra dei moduli di rilevazione e replica 304-306 sono accoppiati ai transistori 342-344, rispettivamente. Tali transistori 342-344 sono accoppiati a resistori 352-354, rispettivamente. La tensione ΔV_{IN} tra i terminali di ingresso IN_m e IN_p del modulo di rilevazione 304 genera una corrente di rilevazione I_{SENSE} attraverso il ramo destro del modulo di rilevazione 304. La corrente di rilevazione I_{SENSE} è specchiata attraverso il ramo destro del modulo di replica 306 dai transistori 352-354, generando la tensione di uscita V_{OUT} . Idealmente, le correnti di rilevazione I_{SENSE} che percorrono i rami di destra dei moduli 304-306 sono uguali. Tuttavia, l'unità di trimmer di guadagno 162 (eventualmente insieme alle resistenze regolabili 314 e 326) può essere utilizzata per contribuire a rendere le correnti di rilevazione I_{SENSE} identiche o sostanzialmente uguali.

In particolari forme realizzative, la corrente di rilevazione I_{SENSE} nel modulo di rilevazione 304 potrebbe essere espressa come:

$$I_{SENSE} = \frac{IN_p - (IN_m - V_{CB} + V_{BE})}{R}$$

dove IN_p e IN_m indicano le tensioni dei terminali di ingresso del modulo di rilevazione 304 (dove $IN_p > IN_m$). Inoltre, V_{CB} e V_{BE} indicano la tensione collettore-base e la tensione base-emettitore del transistor 316, e R indica la resistenza del resistore 314. La tensione collettore-base del transistor 316 potrebbe essere espressa come:

$$V_{CB} \cong V_T \ln \frac{I}{I_{SENSE}}$$

dove V_T indica la tensione di soglia del transistor 316, e I indica la corrente di riferimento attraverso il ramo sinistro del modulo di rilevazione 304. La resistenza R e il rapporto I/I_{SENSE} possono
5 entrambi essere regolati utilizzando l'unità di trimmer 162 (e opzionalmente i resistori regolabili 314 e 326).

Come sopra osservato, il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 può operare in una modalità di arresto (shut-down) del funzionamento per conservare energia. La modalità di
10 arresto può essere attivata interrompendo una corrente che polarizza i transistori collegati a diodo 308 e 320. Quando la corrente di polarizzazione è rimossa, la corrente di base di ogni transistor 308 o 320 alza la sua tensione di base finché la tensione base-emettitore del diodo scende a zero, il diodo si spegne, e nessuna corrente è inviata ad
15 uno specchio di corrente inferiore nel circuito. In questo esempio di forma realizzativa, ogni transistor 308, 320 è un transistor bipolare PNP che forma un diodo, dove la giunzione che forma il diodo è la giunzione base-collettore del transistor PNP. La giunzione base-collettore di un transistor PNP può tollerare alte tensioni di
20 polarizzazione inversa (come tensioni di polarizzazione inversa di 5,5 V).

Sebbene la FIGURA 3 illustri i dettagli di un solo esempio di anello di rilevazione-replica 300 in un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack, alla FIGURA 3 possono essere apportate varie modifiche. Per esempio, i moduli di rilevazione e replica
25 potrebbero essere realizzati in qualsiasi altra maniera idonea.

La FIGURA 4 illustra dettagli aggiuntivi di un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack a titolo esemplificativo con un anello di rilevazione-replica secondo la presente invenzione. In particolare, la FIGURA 4 illustra un esempio di realizzazione dei componenti illustrati mediante linee tratteggiate in FIGURA 3. Tali componenti comprendono generatori e specchi di corrente, un amplificatore operazionale e unità di trimmer.

I resistori cerchiati rappresentano i resistori tarati utilizzando unità di trimmer di offset e guadagno fine (può esserci un guadagno grossolano utilizzando i resistori variabili illustrati in FIGURA 3). La coppia sinistra di terminali può essere accoppiata al modulo di rilevazione 304, e la coppia destra dei terminali può essere accoppiata al modulo di replica 306. La linea di tensione V_M indica la linea di alimentazione inferiore (per esempio di circa -5V). Una linea di tensione V_P indica una linea di alimentazione superiore che potrebbe rappresentare qualsiasi tensione idonea a seconda dell'applicazione (per esempio di circa +5V). In aggiunta, la tensione di uscita V_{OUT} illustrata in FIGURA 4 può essere accoppiata ad uno dei terminali IN_p del modulo di replica 304 come illustrato in FIGURA 3.

Sebbene la FIGURA 4 illustri dettagli aggiuntivi di un solo esempio di circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con un anello di rilevazione-replica, varie modifiche possono essere apportate alla FIGURA 4. Per esempio, un amplificatore operazionale potrebbe essere realizzato in qualsiasi maniera idonea. Inoltre, i segnali di controllo per le unità di trimmer di offset e guadagno fine potrebbero

essere generati o ricevuti da qualsiasi generatore idoneo, come un controllore esterno.

Le FIGURE 5 e 6 illustrano altri circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack esemplificativi con anelli di rilevazione-replica secondo la presente invenzione. In FIGURA 5, un circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack 500 comprende o è utilizzato in combinazione con uno stack di alimentatori di potenza 502a-502n. Il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 500 comprende moduli di rilevazione e replica 504-506 per misurare una tensione tra almeno uno degli alimentatori di potenza (in questo caso l'alimentatore di potenza 502m). Ognuno dei moduli 504-506 è illustrato come comprendente un diodo nel suo ramo sinistro e un resistore e un transistor bipolare PNP nel suo ramo destro. I moduli 504-506 potrebbero, tuttavia, avere una qualsiasi delle strutture descritte sopra.

Il modulo di rilevazione 504 è accoppiato a zero o più stadi cascode 532. Ogni stadio cascode 532 comprende un transistor NMOS a sinistra e un transistor PMOS a destra. In questo esempio, ogni stadio cascode 532 potrebbe essere polarizzato da uno degli alimentatori di potenza sotto misurazione utilizzando il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 500. In altre parole, i transistori in ogni stadio cascode 532 potrebbero essere accoppiati ad uno degli alimentatori di potenza sotto misurazione. In questo esempio, la corrente di polarizzazione nel ramo sinistro dello stadio cascode 532 è prelevata da sotto (per esempio da uno stadio cascode inferiore),

cosicché il ramo sinistro utilizza un transistor NMOS. Inoltre, il modulo di rilevazione 504 spinge attivamente una corrente di rilevazione nel ramo destro dello stadio cascode 532, cosicché il ramo destro utilizza un transistor PMOS. Le rimanenti strutture 534-562
5 possono essere uguali o analoghe ai corrispondenti componenti sopra descritti e illustrati FIGURA 1.

In questo esempio, i moduli di rilevazione e replica 504-506 misurano la tensione ai capi di un singolo alimentatore di potenza 502m. Tuttavia, i moduli di rilevazione e replica 504-506 possono
10 essere duplicati per altri alimentatori di potenza da monitorare (eventualmente per ogni singolo alimentatore di potenza). In altre parole, i moduli di rilevazione e replica 504-506 illustrati in FIGURA 5 sono utilizzati per monitorare l'alimentatore di potenza 502m. Analoghi moduli di rilevazione e replica 504-506 potrebbero essere utilizzati per
15 monitorare ognuno degli altri alimentatori di potenza dello stack.

In FIGURA 5, i componenti 534-562 non devono necessariamente (anche se ovviamente potrebbero) essere replicati per ogni alimentatore di potenza da monitorare. Invece, un multiplexer di rilevazione 564 è accoppiato a molteplici moduli di rilevazione 504. Il
20 multiplexer di rilevazione 564 è utilizzato per controllare quale modulo di rilevazione 504 è accoppiato agli altri componenti 534-562 del circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 500. Analogamente, un multiplexer di replica 566 è accoppiato a molteplici moduli di replica 506. I multiplexer di replica 566 sono utilizzati per controllare quale
25 modulo di replica 506 è accoppiato agli altri componenti 534-562 del

circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 500.

Controllando i multiplexer 564-566, è possibile misurare la tensione tra un singolo alimentatore di potenza (o un gruppo di alimentatori di potenza) utilizzando uno dei molteplici moduli di rilevazione e uno dei molteplici moduli di replica. Questo potrebbe permettere a un controllore esterno, per esempio, di controllare i multiplexer 564-566 in modo tale che gli alimentatori di potenza dello stack siano monitorati in sequenza o in qualsiasi altro ordine idoneo. L'uso dei multiplexer 564-566 può contribuire a ridurre la circuiteria necessaria per monitorare gli alimentatori di potenza multipli, riducendo le dimensioni e il costo del circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 500. Ogni multiplexer 564-566 comprende qualsiasi struttura idonea per ricevere molteplici segnali di ingresso e selettivamente emettere un sottoinsieme di tali segnali di ingresso.

Si osservi che la FIGURA 5 illustra un esempio di tecnica per condividere la circuiteria per monitorare la tensione ai capi di diversi alimentatori di potenza. Potrebbero essere utilizzate anche altre tecniche. Per esempio, un multiplexer potrebbe essere inserito tra il modulo di rilevazione 504 e gli alimentatori di potenza 502a-502n, dove il multiplexer controlla quale alimentatore di potenza è accoppiato al modulo di rilevazione 504. In queste forme realizzative, possono essere utilizzati un solo modulo di rilevazione 504 e un solo modulo di replica 506, benché il multiplexer possa richiedere l'uso di transistori MOSFET ad alta tensione o altre strutture.

In FIGURA 6, un circuito di monitoraggio per alimentatori di

potenza in stack 600 comprende un modulo di rilevazione 604 e un modulo di replica 606. Tali moduli 604-606 potrebbero essere uguali o analoghi a qualsiasi modulo di rilevazione/replica sopra descritto. Il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 600 comprende
5 anche zero o più stadi cascode 632. Un generatore di corrente 634 e transistori 636-640 generano una corrente di riferimento attraverso il ramo sinistro del modulo di rilevazione 604 e il ramo destro del modulo di replica 606.

In questo particolare esempio, i transistori 642-644 non sono
10 accoppiati agli altri rami dei moduli di rilevazione e replica 604-606. Al contrario, il circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 600 qui utilizza un design a cascode ripiegato (folded). Un resistore 670, un transistor bipolare PNP 672 e un generatore di corrente 674 sono accoppiati in serie tra la linea di tensione V_P e la massa. Inoltre, un
15 resistore 676, un transistor bipolare PNP 678 e un transistor PMOS 680 sono accoppiati in serie tra la linea di tensione V_P e il transistor 642. Inoltre, un resistore 682, un transistor bipolare PNP 684 e un transistor NMOS 686 sono accoppiati in serie tra la linea di tensione V_P e il transistor 644. In aggiunta, il transistor 684 è accoppiato a un
20 amplificatore 688 (per esempio un amplificatore di Classe AB) che pilota un transistor PMOS 690 e un transistor NMOS 692. I transistori 680 e 686 potrebbero essere replicati uno o più volte per formare stadi cascode aggiuntivi nel design a cascode ripiegato. L'uscita nel design a cascode ripiegato è generata tra i transistori 690-692, con
25 accoppiamento anche al modulo di replica 606. Questa uscita

rappresenta la tensione di uscita V_{OUT} .

I transistori 636, 638, 640, 642 e 644 sono accoppiati in serie ai resistori 646, 648a-648b, 650a-650b, 652a-652b e 654a-654b, rispettivamente. La resistenza di almeno uno dei resistori 648a-648b, 5 650a-650b può essere regolata utilizzando un'unità di trimmer di offset. Analogamente, la resistenza di almeno uno dei resistori 652a-652b, 654a-654b può essere regolata utilizzando un'unità di trimmer di guadagno. Le unità di trimmer non sono illustrate in FIGURA 6 ma potrebbero avere una o più strutture qualsiasi, per esempio quella(e) 10 sopra descritta(e) e illustrata(e) in FIGURA 2.

Sebbene le FIGURE 5 e 6 illustrino altri esempi di circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza in stack con anelli di rilevazione-replica, varie modifiche possono essere apportate alle FIGURE 5 e 6. Per esempio, vari componenti illustrati in FIGURA 6 15 possono essere replicati e utilizzati per misurare le tensioni tra altri alimentatori di potenza. Inoltre, mentre particolari elementi circuitali sono illustrati nelle FIGURE 5 e 6, qualsiasi circuiteria idonea potrebbe essere utilizzata per svolgere funzioni identiche o analoghe a quelle sopra descritte. In aggiunta, le caratteristiche illustrate come formanti 20 uno o più dei circuiti di monitoraggio per alimentatori di potenza illustrati nelle FIGURE 1-6 potrebbero essere utilizzate in altri circuiti di monitoraggio per alimentatori di potenza illustrati nelle FIGURE 1-6.

La FIGURA 7 illustra un metodo esemplificativo 700 per monitorare un alimentatore di potenza in un sistema di alimentatori di 25 potenza in stack utilizzando un anello di rilevazione-replica secondo la

presente invenzione. Per facilitare la spiegazione, il metodo 700 è descritto con riferimento al circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 illustrato in FIGURA 1. Tuttavia, lo stesso o un analogo metodo 700 potrebbe essere utilizzato con qualsiasi altro circuito di
5 monitoraggio per alimentatori di potenza idoneo.

I resistori in un circuito di monitoraggio di tensione sono tarati per ridurre (e idealmente eliminare) gli errori di offset e guadagno nel passaggio 702. Questo potrebbe comprendere, per esempio, l'accoppiamento di una tensione di ingresso nota tra i terminali di
10 ingresso del modulo di rilevazione 104 nel circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100. Questo potrebbe anche comprendere la taratura da parte dell'unità di trimmer di offset 160 di almeno uno dei resistori 148-150 per ridurre o eliminare uno sbilanciamento (offset) tra la tensione di ingresso ΔV_{IN} e la tensione di uscita V_{OUT} . Questo
15 potrebbe inoltre comprendere la taratura da parte dell'unità di trimmer di guadagno 162 di almeno uno dei resistori 152-154 per ridurre o eliminare il guadagno tra la tensione di ingresso ΔV_{IN} e la tensione di uscita V_{OUT} . In aggiunta, questo potrebbe comprendere l'uso di una resistenza regolabile nei moduli di rilevazione e replica 104-106 per
20 eseguire una taratura di guadagno grossolana, nonché l'uso dell'unità di trimmer di guadagno 162 per un'ulteriore taratura di guadagno fine.

Il circuito di monitoraggio di tensione è accoppiato ad un alimentatore di potenza in stack nel passaggio 704. Questo potrebbe comprendere, per esempio, l'accoppiamento dei terminali del modulo di
25 rilevazione 104 nel circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza

100 ad almeno uno degli alimentatori di potenza 102a-102n. Questo accoppiamento potrebbe essere permanente o temporaneo. Per esempio, se è utilizzato un multiplexer, questo accoppiamento potrebbe richiedere la configurazione del multiplexer per l'accoppiamento del
5 circuito di monitoraggio per alimentatori di potenza 100 ad uno specifico degli alimentatori di potenza 102a-102n.

Una corrente di riferimento è generata attraverso un primo ramo di una cella di rilevazione nel passaggio 706. Questo potrebbe comprendere, per esempio, la generazione da parte del generatore di
10 corrente 134 di una ridotta corrente I che è specchiata dal transistore 136 nel transistore 138 accoppiato al ramo sinistro del modulo di rilevazione 104. La corrente di riferimento è specchiata in un primo ramo di una cella di replica nel passaggio 708. Questo potrebbe comprendere, per esempio, la specchiatura della corrente I utilizzando il
15 transistore 140 accoppiato al ramo sinistro del modulo di replica 106.

Una corrente di rilevazione è generata attraverso un secondo ramo della cella di rilevazione nel passaggio 710. Questo potrebbe comprendere, per esempio, la generazione di una corrente di rilevazione I_{SENSE} che è proporzionale alla tensione di ingresso ΔV_{IN} tra i terminali di
20 ingresso del modulo di rilevazione 104. La corrente di rilevazione I_{SENSE} percorre il transistore 142. La corrente di rilevazione è specchiata attraverso un secondo ramo della cella di replica nel passaggio 712. Questo potrebbe comprendere, per esempio, la specchiatura della corrente di rilevazione I_{SENSE} attraverso il transistore 144 e il secondo
25 ramo del modulo di replica 106.

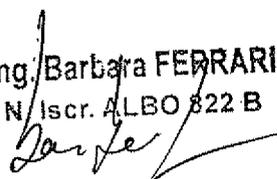
Questo induce la generazione di una tensione di uscita riferita alla massa nel passaggio 714. Questo potrebbe comprendere, per esempio, la creazione da parte della corrente attraverso il secondo ramo del modulo di replica 106 di una tensione che è fornita all'amplificatore 5 156. Questo potrebbe comprendere anche la generazione da parte dell'amplificatore 156 della tensione di uscita V_{OUT} che è uguale o sostanzialmente uguale alla tensione V_{IN} tra l'alimentatore di potenza (o gli alimentatori di potenza) sotto monitoraggio.

Sebbene la FIGURA 7 illustri un solo esempio di un metodo 10 700 per monitorare un alimentatore di potenza in un sistema di alimentatori di potenza in stack utilizzando un anello di rilevazione-replica, varie modifiche possono essere apportate alla FIGURA 7. Per esempio, sebbene siano illustrati come una serie di passaggi, vari passaggi in FIGURA 7 potrebbero sovrapporsi, attuarsi in parallelo, 15 attuarsi molteplici volte o attuarsi in un diverso ordine. Inoltre, potrebbero essere omessi passaggi, per esempio quando i resistori sono precisamente matchati od omessi, cosicché non sia necessaria o richiesta alcuna taratura.

Può essere vantaggioso riportare le definizioni di particolari 20 termini ed espressioni di cui si è fatto uso nel presente documento di brevetto. Il termine "accoppiare" e i suoi derivati fanno riferimento a qualunque comunicazione diretta o indiretta tra due o più componenti, indipendentemente dal fatto che questi componenti siano o meno in contatto fisico tra loro. I termini "include" e "comprende" e i loro derivati 25 hanno un significato di inclusione senza limitazione. Il termine "o" è

inclusivo, avendo il significato di “e/o”. Le espressioni “associato a” e “a
ciò associato” e i loro derivati possono avere il significato di includere,
essere incluso in, interconnettersi con, contenere, essere contenuto in,
collegarsi a/con, accoppiarsi a/con, essere comunicante con, cooperare
5 con, interporsi a, sovrapporsi a, essere prossimo a, essere legato a/con,
avere, avere proprietà di, avere relazione con, o analoghi significati. Il
termine “controllore” indica qualsiasi dispositivo, sistema o parte dello
stesso che controlla almeno una operazione. Un controllore può essere
realizzato come hardware, firmware, software o una combinazione di
10 almeno due degli stessi. La funzionalità associata a qualsiasi particolare
controllore può essere centralizzata o distribuita, sia localmente sia in
remoto.

Sebbene la presente invenzione descriva particolari forme
realizzative e metodi generalmente associati, possibili modifiche e
15 sostituzioni di queste forme realizzative e questi metodi appariranno
evidenti agli esperti del settore. Analogamente, la suddetta descrizione
delle forme realizzative esemplificative non definisce né limita la
presente invenzione. Altre modifiche, sostituzioni e variazioni sono
possibili senza discostarsi dallo spirito e dall’ambito della presente
20 invenzione quali definiti nelle rivendicazioni seguenti.

Ing. Barbara FERRARI
N. Iscr. ALBO 822 B


RIVENDICAZIONI

1. Apparato comprendente:

un modulo di rilevazione configurato per essere accoppiato ad almeno un alimentatore di potenza, il modulo di rilevazione avendo un
5 primo ramo;

un modulo di replica avente un secondo ramo, il primo e secondo ramo avendo una struttura comune; e

un anello di retroazione configurato per indurre una tensione di uscita tra i terminali del modulo di replica che sia almeno
10 sostanzialmente uguale a una tensione di ingresso tra i terminali del modulo di rilevazione sulla base delle correnti di rilevazione de primo e secondo ramo.

2. Apparato secondo la rivendicazione 1, comprendente ulteriormente:

15 almeno uno stadio cascode accoppiato al modulo di rilevazione e configurato per ridurre una tensione alla quale sono riferiti uno o più segnali provenienti dal modulo di rilevazione.

3. Apparato secondo la rivendicazione 1, in cui:

20 il modulo di rilevazione comprende ulteriormente un terzo ramo;

il modulo di replica comprende ulteriormente un quarto ramo, il terzo e quarto ramo avendo una seconda struttura comune; e

l'apparato comprende ulteriormente una circuiteria di corrente di riferimento configurata per generare una corrente di riferimento in
25 ognuno del terzo e quarto ramo.

4. Apparato secondo la rivendicazione 3, comprendente ulteriormente:

una pluralità di resistenze, ogni resistenza essendo accoppiata ad uno dei rami; e

5 una o più unità di trimmer configurata(e) per regolare almeno una delle resistenze.

5. Apparato secondo la rivendicazione 4, in cui:

la pluralità di resistenze comprende una prima resistenza accoppiata al primo ramo, una seconda resistenza accoppiata al
10 secondo ramo, una terza resistenza accoppiata al terzo ramo e una quarta resistenza accoppiata al quarto ramo; e

la almeno una unità di trimmer comprende una prima unità di trimmer configurata per regolare almeno una della prima e seconda
15 resistenza e una seconda unità di trimmer configurata per regolare almeno una della terza e quarta resistenza.

6. Apparato secondo la rivendicazione 1, in cui:

il modulo di rilevazione comprende uno di molteplici moduli di rilevazione;

il modulo di replica comprende uno di molteplici moduli di
20 replica; e

l'apparato inoltre comprende un primo multiplexer e un secondo multiplexer, il primo multiplexer essendo configurato per
l'emissione di segnali da uno dei moduli di rilevazione, e il secondo multiplexer essendo configurato per l'emissione di segnali da uno dei
25 moduli di replica.

7. Apparato secondo la rivendicazione 1, comprendente ulteriormente:

uno stadio cascode ripiegato accoppiato al modulo di replica e configurato per generare la tensione di uscita.

5 8. Un sistema comprendente:

una pluralità di alimentatori di potenza accoppiati in serie; e

un circuito di monitoraggio di alimentazione configurato per misurare una tensione tra almeno uno degli alimentatori di potenza, il circuito di monitoraggio di alimentazione comprendendo:

10 un modulo di rilevazione avente un primo ramo accoppiato all'almeno un alimentatore di potenza;

un modulo di replica avente un secondo ramo, il primo e secondo ramo avendo una struttura comune; e

15 un anello di retroazione configurato per indurre una tensione di uscita tra i terminali del modulo di replica per renderla almeno sostanzialmente uguale ad una tensione di ingresso tra i terminali del modulo di rilevazione sulla base delle correnti di rilevazione del primo e secondo ramo.

20 9. Sistema secondo la rivendicazione 8, in cui il circuito di monitoraggio di alimentazione inoltre comprende:

almeno uno stadio cascode accoppiato al modulo di rilevazione e configurato per ridurre una tensione alla quale sono riferiti uno o più segnali provenienti dal modulo di rilevazione.

10. Metodo che comprende:

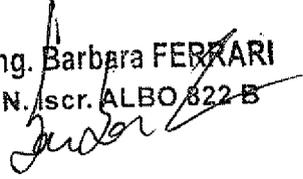
25 la generazione di una corrente di rilevazione in un ramo di

una cella di rilevazione sulla base di una tensione di uscita tra i terminali della cella di rilevazione;

la generazione di una corrente di rilevazione in un ramo di una cella di replica sulla base di una tensione di uscita tra i terminali della cella di replica, in cui i rami delle celle di rilevazione e replica
5 hanno una struttura comune; e

l'uso delle correnti di rilevazione per indurre la tensione di uscita ad essere almeno sostanzialmente uguale alla tensione di ingresso.

Ing. Barbara FERRARI
N. iscr. ALBO 822 B



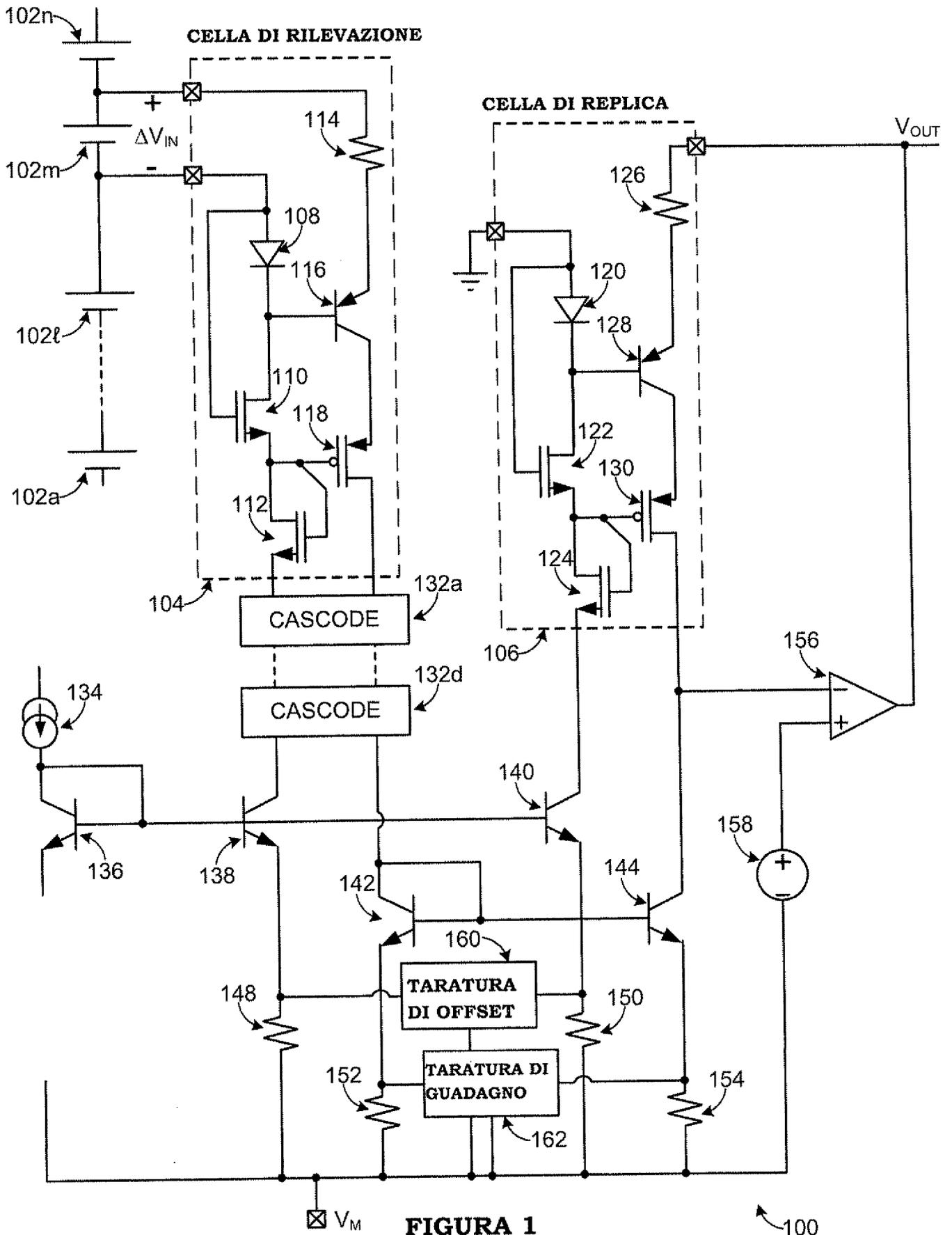


FIGURA 1

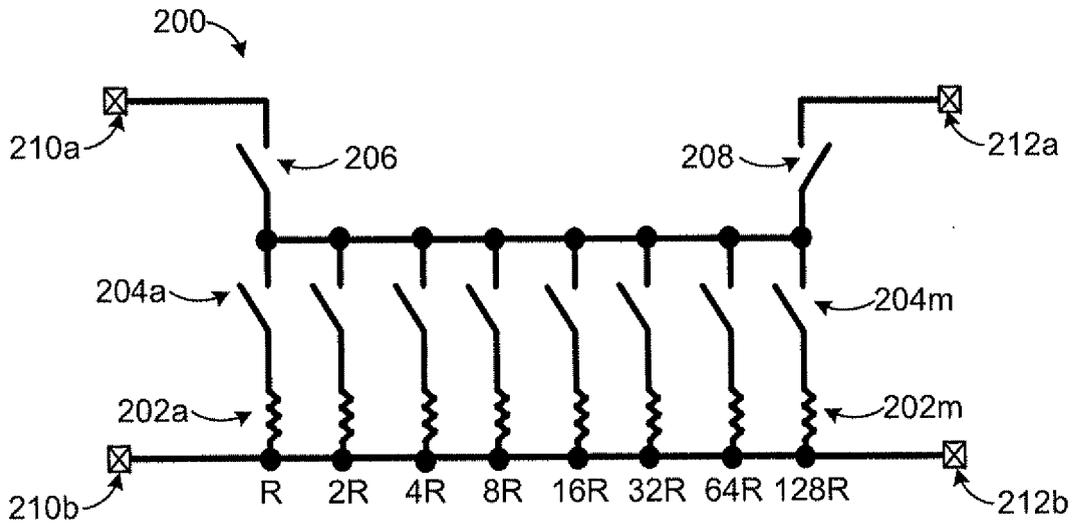


FIGURA 2

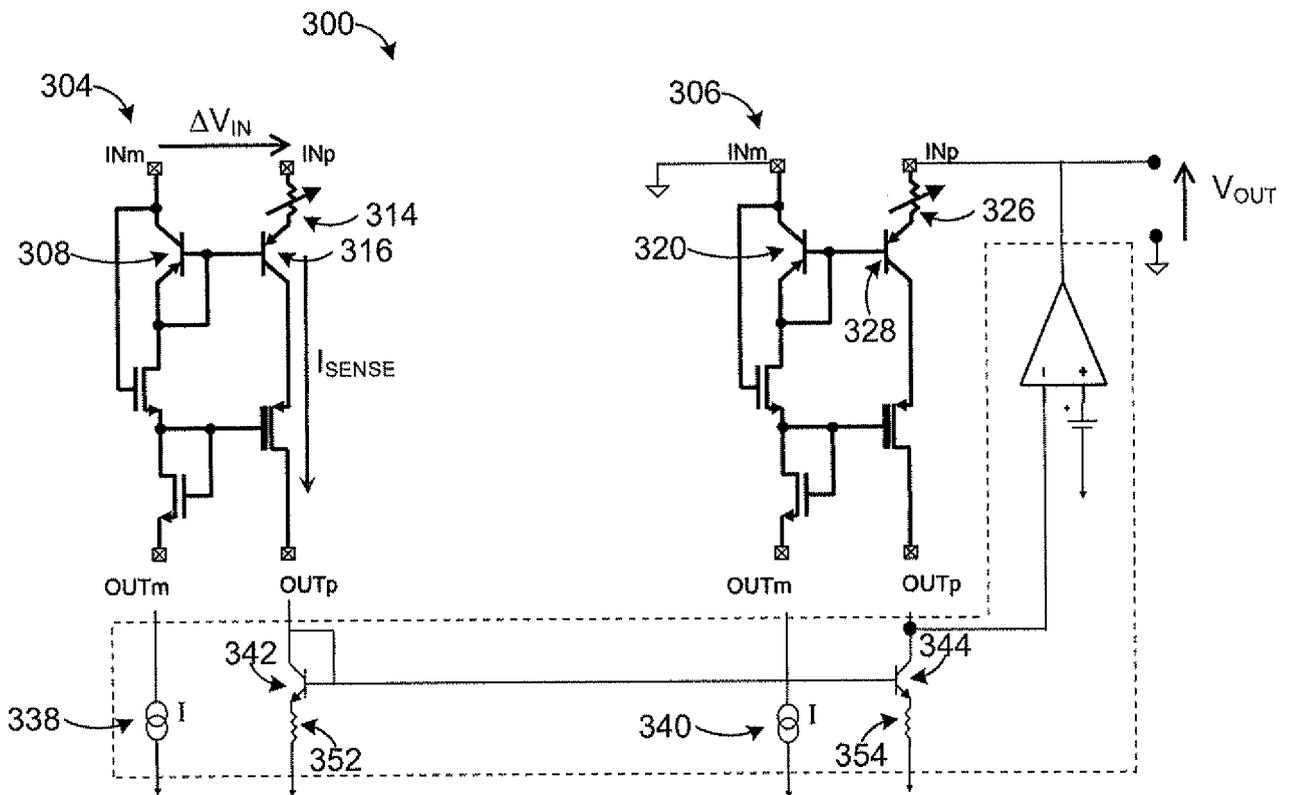


FIGURA 3

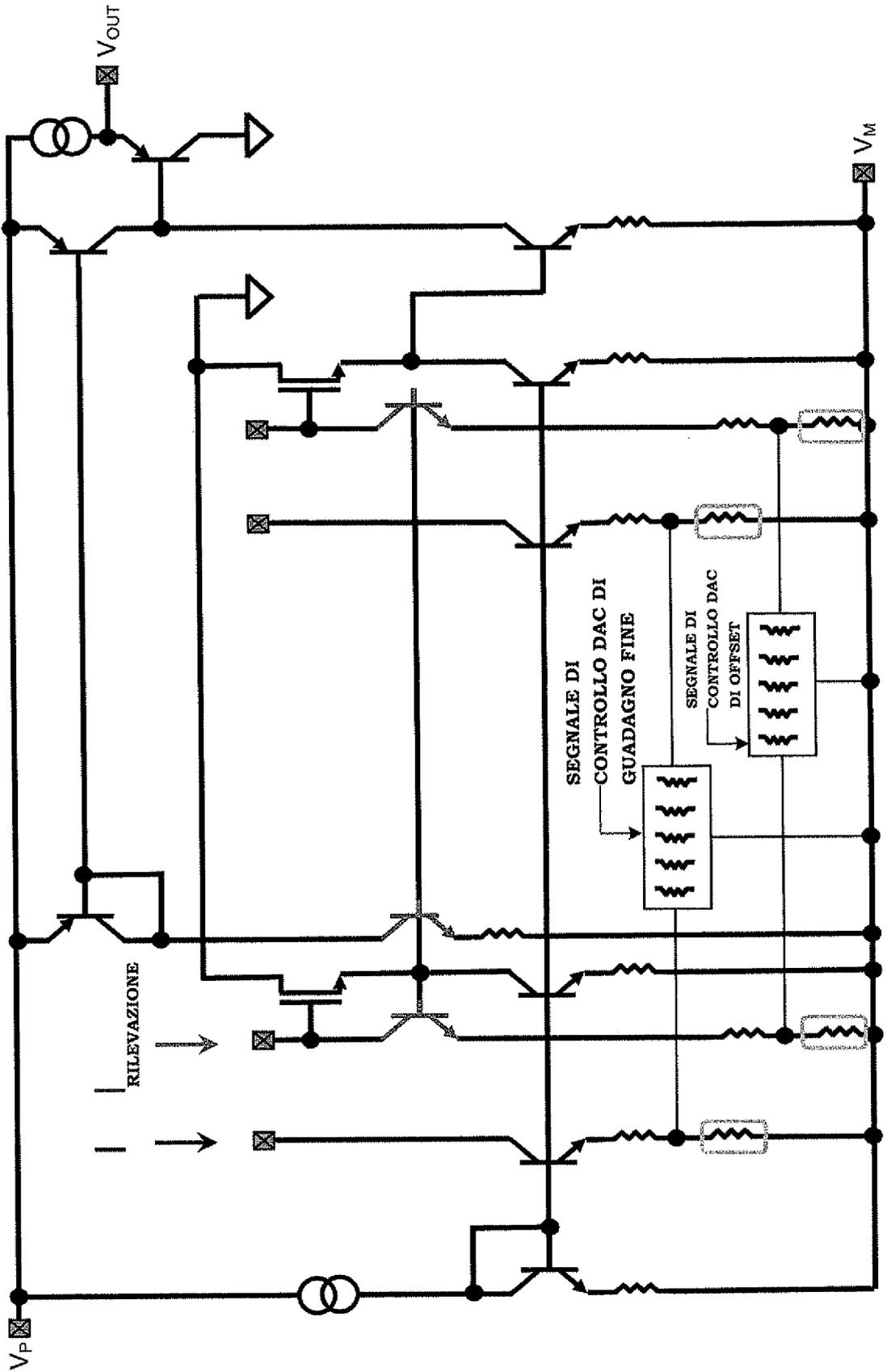


FIGURA 4

Ing. Barbara FERRARI
N. scr. 01/BC/822 B

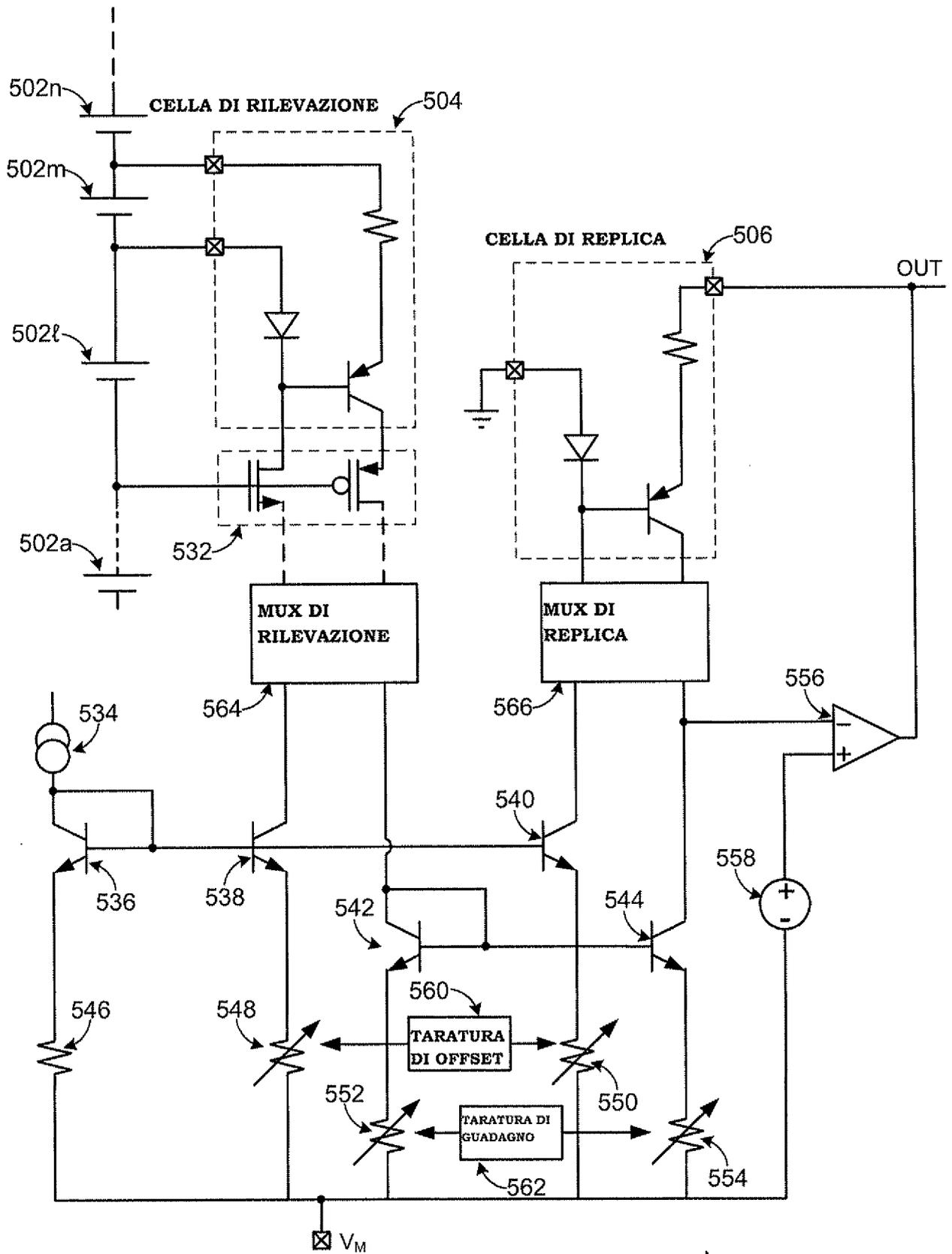
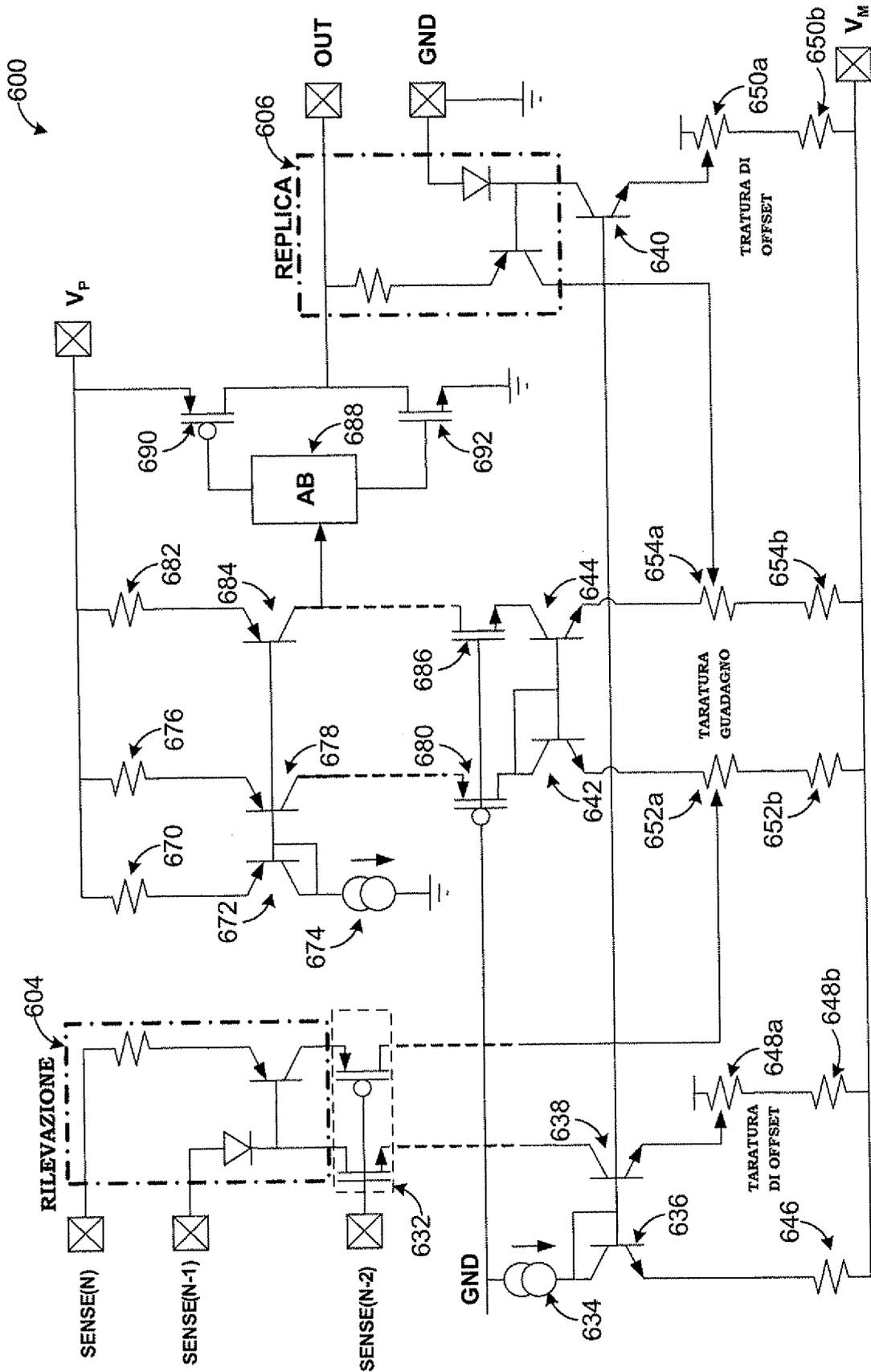


FIGURA 5

Ing. Barbara FERRARI
 N. 13 ar. 22 B0 822 B



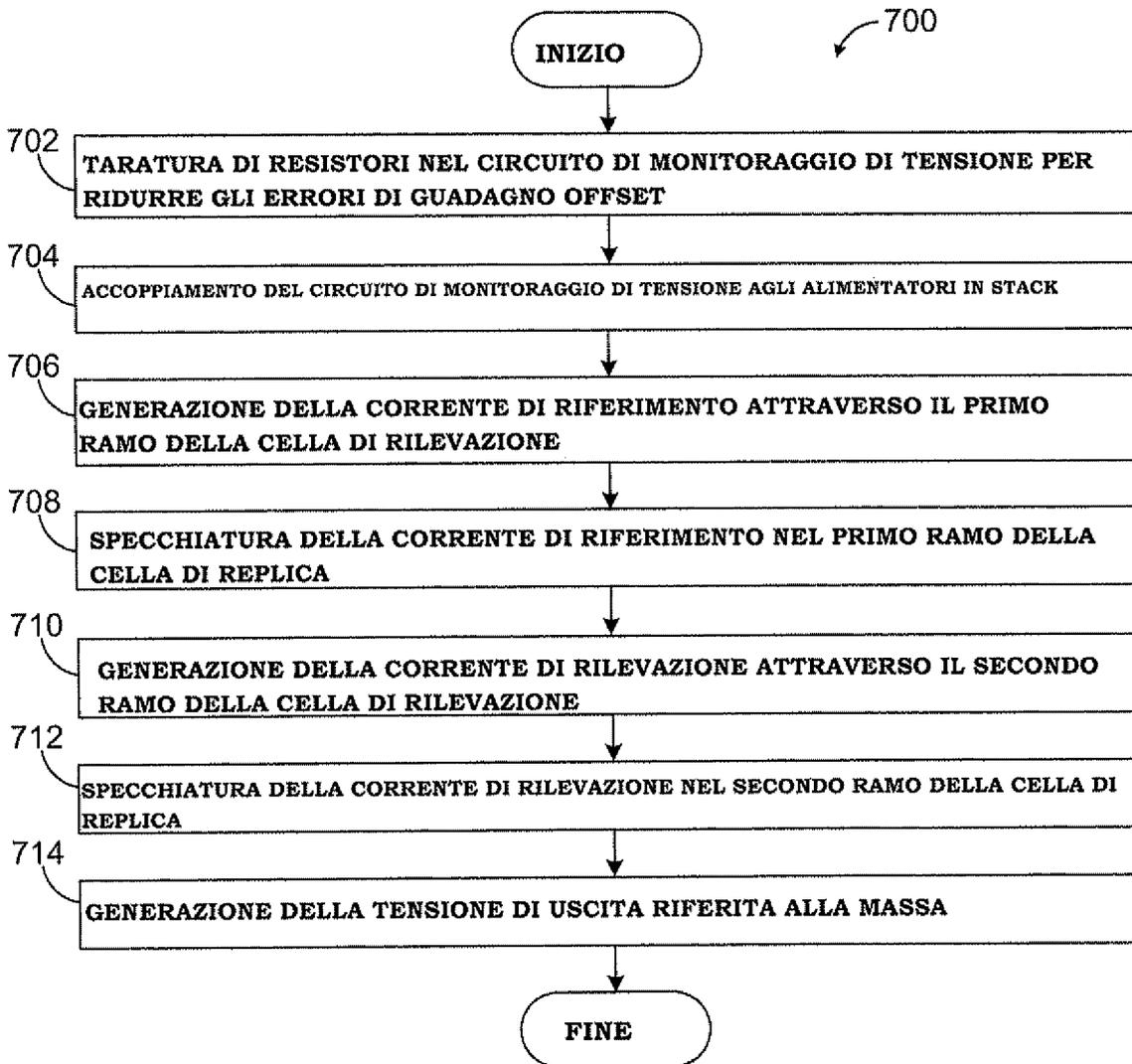


FIGURA 7