



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

DOMANDA NUMERO	102007901578646
Data Deposito	29/11/2007
Data Pubblicazione	29/05/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	M		

Titolo

CONVERTITORE DI TENSIONE ISOLATO CON RETROAZIONE AL PRIMARIO E RETE DI
SNUBBER PASSIVA, E RELATIVO METODO DI CONTROLLO

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA C. OLIVETTI, 2

20041 AGRATE BRIANZA (MI)

Inventori: GRANDE Michele, TUMMINARO Salvatore,

GIOMBANCO Salvatore, PASQUA Alfio, ADRAGNA Claudio

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa ad un convertitore di tensione isolato con retroazione al primario e rete di "snubber" passiva, e ad un relativo metodo di controllo; in particolare, la seguente trattazione farà riferimento, senza per questo perdere in generalità, ad un convertitore a commutazione (switching converter) di tipo flyback, con controllo in PWM (Pulse Width Modulation).

Sono noti convertitori (o, in maniera analoga, regolatori o alimentatori) di tensione che presentano un isolamento galvanico tra una tensione di ingresso ed una tensione regolata di uscita, avente un valore desiderato, in cui l'isolamento galvanico è ottenuto tramite un trasformatore avente un avvolgimento primario ricevente la tensione di ingresso, ed un avvolgimento

secondario fornente la tensione regolata di uscita. Generalmente vengono utilizzate due tecniche di controllo di tali convertitori di tensione, che prevedono rispettivamente una retroazione sul lato secondario o sul lato primario del trasformatore. Nel primo caso, una tensione di retroazione viene prelevata direttamente su un avvolgimento secondario del trasformatore, in parallelo all'uscita, ed inviata ad un circuito di regolazione tramite un dispositivo optoaccoppiatore, in modo da mantenere l'isolamento galvanico; nel secondo caso, la tensione di retroazione viene prelevata generalmente su un avvolgimento ausiliario, appositamente previsto sul lato primario del trasformatore. La retroazione sul lato primario consente di evitare l'utilizzo di dispositivi di isolamento esterni (ad esempio optoaccoppiatori o trasformatori aggiuntivi), ma comporta consumi più elevati e quindi un degrado dell'efficienza di regolazione.

Svariate tecniche di controllo sono state proposte per implementare una efficiente regolazione di tensione con retroazione dal primario, ma ad oggi nessuna si è rilevata del tutto soddisfacente.

In particolare, è stato proposto l'utilizzo di un opportuno dispositivo campionatore e mantenitore (sample

and hold) per il campionamento della tensione di retroazione sull'avvolgimento ausiliario al termine della demagnetizzazione del trasformatore, quando cioè il valore di tale tensione corrisponde al valore della tensione di uscita, costituendone, in modo noto, una replica fedele.

In dettaglio, e come mostrato in figura 1, un convertitore di tensione 1, di tipo flyback isolato con controllo della corrente di picco e retroazione al primario, presenta un primo ed un secondo terminale di ingresso IN_1 , IN_2 atti a ricevere una tensione di ingresso V_{in} , ad esempio da un generatore di tensione 2, ed un primo ed un secondo terminale di uscita OUT_1 , OUT_2 , tra cui è collegato un condensatore di uscita 3 ed è presente una tensione di uscita V_{out} con valore regolato; il convertitore di tensione 1 fornisce inoltre ad un carico una corrente di uscita I_{out} .

Il convertitore di tensione 1 comprende un trasformatore 4, avente un lato primario ed un lato secondario, isolato elettricamente dal lato primario, ed avente un avvolgimento primario 5, un avvolgimento secondario 6 ed un avvolgimento ausiliario 7, (quest'ultimo posizionato sul lato primario del trasformatore 4); ad esempio, il trasformatore 4

presenta un rapporto spire N tra l'avvolgimento primario 5 e l'avvolgimento secondario 6, ed un rapporto spire unitario tra l'avvolgimento secondario 6 e l'avvolgimento ausiliario 7. L'avvolgimento primario 5 presenta un primo terminale collegato al primo terminale di ingresso IN_1 ed un secondo terminale collegato ad un interruttore di controllo 8, azionabile per controllare il funzionamento in PWM del convertitore di tensione 1; l'avvolgimento secondario 6 presenta un rispettivo primo terminale collegato al primo terminale di uscita OUT_1 tramite l'interposizione di un primo diodo rettificatore 9, ed un rispettivo secondo terminale collegato al secondo terminale di uscita OUT_2 ; l'avvolgimento ausiliario 7 presenta un rispettivo primo terminale, su cui è presente una tensione ausiliaria V_{aus} , collegato ad un partitore resistivo 10, ed un rispettivo secondo terminale collegato ad un potenziale di riferimento. In figura 1 è inoltre mostrata l'induttanza di magnetizzazione L_m del primario del trasformatore 4, collegata ai capi dell'avvolgimento primario 5, e l'induttanza di leakage L_{pe} dello stesso avvolgimento primario 5, collegata al primo terminale di ingresso IN_1 .

L'interruttore di controllo 8, ad esempio

costituito da un transistor MOS di potenza, presenta un primo terminale di conduzione collegato all'avvolgimento primario 5, un secondo terminale di conduzione collegato al potenziale di riferimento, tramite l'interposizione di un resistore di sense 11, ed un terminale di comando collegato ad un circuito di controllo 12, atto a controllare il funzionamento in PWM del convertitore di tensione 1.

Il partitore resistivo 10 comprende un primo ed un secondo resistore 13, 14 collegati in serie tra il primo terminale dell'avvolgimento ausiliario 7 ed il potenziale di riferimento, e definenti un nodo intermedio 15 su cui è presente una tensione di retroazione V_{fb} (proporzionale alla tensione ausiliaria V_{aus}).

Il convertitore di tensione 1 comprende inoltre un condensatore di auto-alimentazione (self-supply) 16 collegato all'avvolgimento ausiliario 6 tramite l'interposizione di un secondo diodo rettificatore 17, ed atto a fornire, in modo noto, una tensione di auto-alimentazione V_{cc} al circuito di controllo 12 durante la fase di demagnetizzazione del trasformatore 4.

In dettaglio, il circuito di controllo 12 presenta un primo ingresso collegato al nodo intermedio 15 e

ricevente la tensione di retroazione V_{fb} , un secondo ingresso collegato al resistore di sense 11 e ricevente una tensione di sense V_s (proporzionale alla corrente che circola nell'avvolgimento primario 5), ed un'uscita collegata al terminale di comando dell'interruttore di controllo 8 e fornente un segnale di comando DR.

Il circuito di controllo 12 comprende: uno stadio di campionamento 20 collegato al nodo intermedio 15 e fornente in uscita un segnale campionato FB, risultato del campionamento e mantenimento (ad esempio effettuato ad ogni ciclo di commutazione) della tensione di retroazione V_{fb} al termine della fase di demagnetizzazione; uno stadio amplificatore di errore 22, avente un primo terminale di ingresso collegato all'uscita dello stadio di campionamento 20 e ricevente il segnale campionato FB, un secondo terminale di ingresso collegato ad un primo generatore di riferimento 23 e ricevente un primo segnale di riferimento V_{ref} , il cui valore è funzione di un valore desiderato della tensione regolata di uscita V_{out} , ed un terminale di uscita collegato ad una rete di compensazione esterna 24 (rappresentata schematicamente in figura 1 da un'impedenza di carico). Sul terminale di uscita dello stadio amplificatore di errore 22 è presente un segnale

di controllo V_{con} , in tensione.

Il circuito di controllo 12 comprende inoltre: un primo comparatore 27, atto a confrontare il segnale di controllo V_{con} e la tensione di sense V_s ; un blocco di pilotaggio 28, collegato in cascata al primo comparatore 27, ed atto a generare il segnale di comando DR in funzione del risultato del suddetto confronto (segnale di confronto drv_off) e di un segnale di pilotaggio drv_on ricevuto in ingresso da un generatore di clock 29.

Il convertitore di tensione 1 comprende inoltre una rete di snubber 30, di tipo passivo, collegata ai capi dell'avvolgimento primario 5 del trasformatore 4. La rete di snubber 30 comprende un diodo di ricircolo 31, ed un resistore di blocco (clamp) 32 collegato in parallelo ad un condensatore di blocco 33 tra il primo terminale di ingresso IN_1 del convertitore di tensione 1, ed il secondo terminale dell'avvolgimento primario 5 tramite l'interposizione del diodo di ricircolo 31.

Viene ora brevemente descritto il funzionamento generale del convertitore di tensione 1 precedentemente illustrato.

Data l'assenza di un optoaccoppiatore fra il lato secondario del trasformatore 4 ed il circuito di

controllo 12, il valore della tensione di uscita V_{out} viene letto dall'avvolgimento ausiliario 7, tramite il partitore resistivo 10 a monte del secondo diodo rettificatore 17. Nel caso ideale di assenza di induttanze di leakage e di resistenze parassite del trasformatore 4 e dei fili, ed assumendo trascurabile la caduta di tensione sul primo diodo rettificatore 9, la tensione ausiliaria V_{aus} prelevata sull'avvolgimento ausiliario 7 risulta essere proporzionale alla tensione di uscita V_{out} durante il periodo in cui, fra un ciclo di commutazione ed il successivo, il primo diodo rettificatore 9 è conduttivo, in sostanza per tutta la durata della demagnetizzazione del trasformatore 4. In realtà, a causa delle induttanze di leakage del trasformatore e della resistenza equivalente al secondario del trasformatore 4, al segnale utile della tensione ausiliaria V_{aus} si sovrappone un'oscillazione smorzata, che fa sì che la stessa tensione ausiliaria V_{aus} sia una replica fedele, a parte il rapporto spire del trasformatore 4, della tensione di uscita V_{out} , solamente nell'istante in cui la demagnetizzazione del trasformatore 4 è conclusa. Infatti, in questo istante di tempo la corrente al secondario è nulla, e quindi la resistenza equivalente al secondario non ha alcun

effetto, ed inoltre le oscillazioni dovute alle induttanze di leakage si sono esaurite (assumendo che il tempo di demagnetizzazione sia sufficientemente lungo).

L'andamento del segnale di uscita V_{out} e della tensione ausiliaria V_{aus} è mostrato in figura 2a, in cui il periodo di demagnetizzazione è indicato con T_{dem} ; la figura 2b mostra il corrispondente andamento della corrente di demagnetizzazione I_{dem} , la quale si annulla al termine del periodo di demagnetizzazione T_{dem} .

Lo stadio di campionamento 20 è pertanto configurato in modo da campionare la tensione di retroazione V_{fb} nell'istante di demagnetizzazione del trasformatore 4, in modo tale che il segnale campionato FB coincida, a meno del rapporto spire del trasformatore 4 e del rapporto di partizione del partitore resistivo 10, con la tensione di uscita V_{out} .

La differenza fra il primo segnale di riferimento V_{ref} , che rappresenta il valore della tensione di uscita da regolare, ed il segnale campionato FB costituisce il segnale di errore all'ingresso dello stadio amplificatore di errore 22. Inoltre, il segnale di controllo V_{con} all'uscita di tale stadio amplificatore di errore 22 determina il picco di corrente sull'avvolgimento primario, e quindi il tempo di

accensione dell'interruttore di controllo 8 (in modalità PWM). In particolare, il blocco di pilotaggio 28 fornisce al terminale di comando dell'interruttore di controllo 8 il segnale di comando DR, e provvede a caricare l'induttanza di magnetizzazione L_m del trasformatore 4 con un'energia proporzionale al quadrato della suddetta corrente di picco.

Una condizione operativa in cui il segnale di comando DR presenta duty cycle e frequenza minimi è nota come "condizione di burst mode" (o condizione a basso consumo). Tale condizione operativa si verifica in presenza di un carico in uscita molto basso; per ridurre il consumo di potenza del convertitore di tensione 1, il blocco di pilotaggio 28 comanda l'interruttore di controllo 8 con una frequenza di commutazione molto inferiore a quella utilizzata in condizione di carico normale e funzionamento ordinario (ad esempio con una frequenza di 1 kHz, anziché di 50 kHz). Gli impulsi di commutazione forniti al terminale di comando dell'interruttore di controllo 8 sono quindi maggiormente distanziati temporalmente.

La funzione della rete di snubber 30 è inoltre quella di limitare gli "overshoot" di tensione sul terminale di conduzione dell'interruttore di controllo 8

collegato al primario del trasformatore 4, in seguito al suo spegnimento. L'energia che durante la fase di accensione dell'interruttore di controllo 8 viene immagazzinata nell'induttanza di leakage L_{pe} viene infatti trasferita e dissipata nella rete di snubber 30 durante la fase di spegnimento.

Uno dei limiti del sistema di regolazione della tensione di uscita V_{out} precedentemente descritto è costituito dal fatto che, specialmente in condizione di burst mode, la presenza della rete di snubber 30 sull'avvolgimento primario 5 può influenzare l'operazione di lettura della tensione d'uscita V_{out} e quindi compromettere la regolazione della tensione d'uscita stessa, a meno che non si scelga di sacrificare l'efficienza del convertitore di tensione 1.

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di fornire un convertitore di tensione ed un relativo metodo di controllo della tensione regolata di uscita, che permettano di superare almeno in parte i succitati svantaggi e problemi, ed in particolare che consentano, pur in presenza della rete di snubber, di conservare sia un'adequata regolazione della tensione di uscita sia l'efficienza del convertitore di tensione.

Secondo la presente invenzione vengono pertanto

forniti un convertitore di tensione ed un relativo metodo di controllo, come definiti rispettivamente nelle rivendicazioni 1 e 16.

La presente invenzione trae spunto dal riconoscimento, da parte della richiedente della presente domanda, di una serie di problematiche legate al convertitore di tensione 1 precedentemente descritto con riferimento all'arte nota. Tali problematiche vengono ora illustrate con riferimento alle figure 3a-3c e alle figure 4a-4c, che mostrano l'andamento di alcune grandezze elettriche relative al convertitore di tensione 1. In particolare, le figure 4a-4c mostrano, ingrandito, l'andamento di alcune delle suddette grandezze elettriche nella regione temporale evidenziata nelle figure 3a-3c.

In particolare, in condizione di normale funzionamento (cioè fuori della condizione di burst mode), fra un ciclo di commutazione ed il successivo, la potenza dissipata nel resistore di blocco 32 della rete di snubber 30 è minore di quella totale fornita dal trasformatore 4, che comprende l'energia immagazzinata nell'induttanza di leakage L_{pe} del primario e nell'induttanza di magnetizzazione L_m ; pertanto, nella fase di spegnimento dell'interruttore di controllo 8, la

maggior parte dell'energia accumulata nell'induttanza di magnetizzazione L_m del trasformatore 4 viene trasferita al secondario, e quindi al carico.

Al contrario, quando il convertitore di tensione 1 opera in condizione di burst mode, cioè a basso consumo e duty cycle e frequenza minimi, il condensatore di blocco 33 della rete di snubber 30, fra una commutazione e la successiva, si scarica quasi completamente, come evidenziato in figura 3a dall'andamento della tensione V_{clamp} ai suoi capi. Pertanto, se l'energia totale accumulata durante l'accensione dell'interruttore di controllo 8 nelle induttanze di leakage L_{pe} e di magnetizzazione L_m non è sufficiente a permettere la carica del condensatore di blocco 33 almeno fino al valore della tensione ai capi dell'avvolgimento secondario 6 riflessa al primario del trasformatore 4, il primo diodo rettificatore 9 rimane interdetto.

Questa situazione è illustrata nel riquadro a sinistra di figura 4a, in cui si nota che la corrente I_{mag} che scorre nell'avvolgimento primario 5 durante la fase di demagnetizzazione è uguale alla corrente I_{clamp} che scorre nella rete di snubber 30, mentre la corrente I_{sec} al secondario è nulla. Al contrario, il riquadro di destra della stessa figura 4a mostra invece un ciclo di

commutazione in cui la corrente I_{sec} al secondario non è nulla, in quanto la corrente accumulata nelle induttanze di leakage L_{pe} e di magnetizzazione L_{m} del primario ha caricato sufficientemente il condensatore di blocco 33 durante il periodo di demagnetizzazione.

Si potrebbe utilizzare ad ogni ciclo di commutazione una energia minima sufficiente in tutti i casi possibili a caricare il condensatore di blocco 33 della rete di snubber 30. Tuttavia, in certe condizioni operative e con un dato dimensionamento del condensatore di blocco 33 e del resistore di blocco 32 tale per cui la capacità dello stesso condensatore di blocco 33 non si scarichi completamente, potrebbe succedere che parte dell'energia immagazzinata nel primario del trasformatore 4 si trasferisca in uscita, costringendo all'utilizzo di un maggiore carico zavorra ("dummy load") per permettere la regolazione della tensione d'uscita, degradando sensibilmente l'efficienza del convertitore di tensione.

Ne consegue che nell'istante di demagnetizzazione del trasformatore 4, la tensione V_{clamp} ai capi del condensatore di blocco 33 e la tensione ausiliaria V_{aus} prelevata dall'avvolgimento ausiliario 7 possono non essere proporzionali alla tensione d'uscita V_{out} , come si

può notare dal confronto delle forme d'onda della tensione V_{clamp}/N , della tensione ausiliaria V_{aus} e della tensione di uscita V_{out} in figura 4b.

In tal caso, la tensione di retroazione V_{fb} risulta (a parte il rapporto spire e di partizione) inferiore alla tensione di uscita V_{out} , ed il circuito di controllo 12 reagisce interpretando tale situazione come un aumento del carico in uscita, erogando al secondario una potenza, in realtà non richiesta, che fa uscire il convertitore di tensione 1 dalla condizione di burst mode. Il conseguente indesiderato innalzamento della tensione di uscita V_{out} , rilevato dalla lettura della tensione ausiliaria V_{aus} in seguito alla avvenuta carica del condensatore di blocco 33, porta il convertitore di tensione 1 nuovamente in condizione di burst mode.

Questi periodi transitori con gruppi di cicli di commutazione con ingresso e uscita dalla condizione di burst mode, che si possono notare dalla forma d'onda della tensione di retroazione V_{fb} in figura 3b, causano la perdita di regolazione della tensione di uscita V_{out} .

Come mostrato in figura 3c, in questa condizione operativa, l'uscita V_{con} dello stadio amplificatore di errore 22, che costituisce il segnale di controllo della corrente di picco al primario, presenta dei picchi che

determinano l'eccesso di potenza erogata in uscita. La figura 4c mostra inoltre l'andamento del segnale di comando DR in uscita dal blocco di pilotaggio 28.

Oltre alla perdita della regolazione a bassi carichi, il funzionamento sopra descritto con picchi di energia che si susseguono a frequenze soniche, introduce delle armoniche che provocano problemi di interferenza elettromagnetica (EMI) e che possono causare l'emissione di rumore acustico dovuto a fenomeni di magnetostrizione del nucleo del trasformatore 4 e/o all'effetto piezoelettrico dell'ossido del condensatore di blocco 33 della rete di snubber 30.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, ne vengono ora descritte forme di realizzazione preferite, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 mostra uno schema circuitale di un convertitore di tensione di tipo noto;

- le figure 2a, 2b, 3a-3c e 4a-4c mostrano l'andamento di alcune grandezze elettriche nel convertitore di tensione di figura 1;

- la figura 5 mostra uno schema circuitale di un convertitore di tensione secondo una forma di

realizzazione della presente invenzione;

- la figura 6 mostra uno schema a blocchi di uno stadio di controllo di burst mode nel convertitore di tensione di figura 5;

- la figura 7 mostra una possibile implementazione circuitale dello stadio di controllo di burst mode di figura 6;

- le figure 8a-8d mostrano l'andamento di alcune grandezze elettriche nel convertitore di tensione di figura 5;

- la figura 9 mostra uno schema a blocchi di una variante dello stadio di controllo di burst mode del convertitore di tensione di figura 5; e

- le figure 10a-10c e 11a-11c mostrano l'andamento comparativo di alcune grandezze elettriche nel convertitore di tensione di figura 1 e, rispettivamente, nel convertitore di tensione di figura 5.

Un aspetto della presente invenzione, al fine di garantire una corretta lettura della tensione di retroazione, correlata alla tensione di uscita, prevede di abilitare il campionamento della tensione di retroazione V_{fb} solamente nel caso in cui si rilevi che il condensatore di blocco 33 della rete di snubber 30 abbia raggiunto lo stato di carica desiderato (ed in

particolare si rilevi che lo stesso sia carico al valore della tensione di uscita V_{out} riflessa al primario del trasformatore 4). Un altro aspetto della presente invenzione prevede, nel caso in cui si rilevi che il condensatore di blocco 33 della rete di snubber 30 non sia carico al valore desiderato, di comandare l'accensione dell'interruttore 8 in modo da caricare il condensatore di blocco 33 stesso prima di effettuare l'operazione di campionamento.

La figura 5 mostra lo schema circuitale di un convertitore di tensione 40, realizzato secondo una forma di realizzazione della presente invenzione; elementi simili ad altri precedentemente descritti vengono identificati dagli stessi numeri di riferimento, e non vengono nuovamente descritti in dettaglio.

In particolare, tale schema circuitale differisce da quello del convertitore di tensione 1 mostrato in figura 1, sostanzialmente per la presenza di uno stadio di controllo di burst mode 42, atto a controllare il funzionamento del convertitore di tensione durante una condizione di burst mode ed all'uscita dalla condizione di burst mode stessa, e comprendente un secondo comparatore 43 ed un controllore di burst mode 44.

Il secondo comparatore 43 presenta un primo

ingresso collegato all'uscita dello stadio amplificatore di errore 22 e ricevente il segnale di confronto V_{con} , un secondo ingresso collegato ad un secondo generatore di riferimento 45 e ricevente un secondo segnale di riferimento V_{b_ref} , ed un'uscita collegata al controllore di burst mode 44 ed al generatore di clock 29 e fornente un segnale di abilitazione burst mode b_en .

Il controllore di burst mode 44 presenta un primo ingresso collegato al nodo intermedio 15 e ricevente la tensione di retroazione V_{fb} ; un secondo ingresso collegato all'uscita dello stadio di campionamento 20 e ricevente il segnale campionato FB; un terzo ingresso collegato all'uscita del generatore di clock 29 e ricevente il segnale di pilotaggio drv_on ; un quarto ingresso collegato all'uscita del secondo comparatore 43 e ricevente il segnale di abilitazione burst mode b_en ; una prima uscita collegata allo stadio di campionamento 20 e fornente un segnale di abilitazione campionamento s_en ; ed una seconda uscita collegata al blocco di pilotaggio 28 e fornente un segnale di precarica pch .

Viene ora descritto il funzionamento generale dello stadio di controllo di burst mode 42.

La caratteristica statica della tensione di controllo V_{con} in funzione della corrente di carico I_{out} è

tale per cui al diminuire dell'una diminuisce anche l'altra, in modo che decresca anche la corrente di picco al primario del trasformatore 4. In condizione di basso carico, la corrente di picco richiesta al primario presenta un valore ridotto, e la tensione di controllo V_{con} scende al di sotto del secondo segnale di riferimento V_{b_ref} , corrispondente ad una prefissata potenza in uscita (indicativa di una condizione di normale funzionamento del convertitore di tensione 1). Il secondo comparatore 43 rileva tale condizione e, mediante il segnale di abilitazione burst mode b_en (che si porta al valore alto), forza il convertitore di tensione 40 a lavorare in condizione di basso consumo, cioè ad una frequenza prefissata che viene scelta sufficientemente bassa al fine di diminuire la potenza dissipata in stand-by. In particolare, il segnale di abilitazione burst mode b_en comanda il generatore di clock 29 affinché il segnale di pilotaggio drv_on presenti una bassa frequenza (ad esempio pari a 1 kHz) ed un ridotto duty cycle.

In tale condizione, il controllore di burst mode 44 prende inoltre il controllo dello stadio di campionamento 20, abilitando o meno l'aggiornamento del segnale campionato FB. In particolare, tale decisione

viene presa sulla base del valore attuale della tensione di retroazione V_{fb} e del valore precedente del segnale campionato FB. Inoltre, come verrà descritto in dettaglio in seguito, quando si rileva che durante la fase di demagnetizzazione il condensatore di blocco 33 non è sufficientemente carico, il controllore di burst mode 44 comanda il blocco di pilotaggio 28 in modo che invii una serie di impulsi di commutazione di precarica al terminale di comando dell'interruttore di controllo 8, al fine di caricare il condensatore di blocco 33 stesso, indipendentemente dalla temporizzazione del segnale di pilotaggio drv_on.

In maggiore dettaglio, e come mostrato in figura 6, il controllore di burst mode 44 comprende un terzo comparatore 46, un generatore di impulsi di precarica 47, ed una logica di precarica 48.

Il terzo comparatore 46 riceve in ingresso il segnale campionato FB (con valore campionato al ciclo di commutazione precedente) ed il valore attuale della tensione di retroazione V_{fb} , e fornisce in uscita un segnale di stato di carica s_ch, indicativo dello stato di carica del condensatore di blocco 33. Il generatore di impulsi di precarica 47 riceve in ingresso il segnale di pilotaggio drv_on, ed un segnale di comando set/reset

dalla logica di precarica 48, genera il segnale di precarica pch (ad esempio costituito da una serie di impulsi) a partire dal segnale di pilotaggio drv_on, e fornisce in uscita il segnale di precarica pch stesso ed un segnale di conteggio N_p. La logica di precarica 48 riceve in ingresso il segnale di stato di carica s_ch ed il segnale di abilitazione burst mode b_en, e fornisce in uscita, oltre al segnale di comando set/reset, il segnale di abilitazione campionamento s_en.

In uso, dopo l'ingresso in condizione di burst mode (il segnale di abilitazione burst mode b_en si è portato al valore alto), ad ogni ciclo di commutazione imposto dalla temporizzazione del segnale di precarica pch, il terzo comparatore 46 confronta, per tutta la durata della fase di demagnetizzazione del trasformatore 4, il segnale campionato FB, mantenuto nello stadio di campionamento 20 ed aggiornato al ciclo di commutazione precedente quello attuale, con il valore attuale della tensione di retroazione V_{fb} .

Nell'ipotesi di funzionamento stazionario del convertitore di tensione 40, un valore della tensione di retroazione V_{fb} maggiore o uguale a quello del segnale campionato FB indica che il condensatore di blocco 33 si è sufficientemente caricato, e la tensione V_{clamp} ai capi

dello stesso condensatore di blocco 33 è uguale alla tensione di uscita V_{out} riflessa al primario del trasformatore 4, cioè che il primo diodo rettificatore 9 è conduttivo e ai capi dell'avvolgimento ausiliario 7 si ha la riflessa della tensione di uscita V_{out} . Di conseguenza, la logica di precarica 48 comanda l'aggiornamento del segnale campionato FB, asserendo il segnale di abilitazione campionamento s_{en} alto.

Al contrario, nel caso in cui durante la fase di demagnetizzazione il condensatore di blocco 33 non è carico al suo valore finale, la tensione di retroazione V_{fb} risulta inferiore al segnale campionato FB. In tale circostanza, la logica di precarica 48 abilita, con l'asserzione del segnale di comando set/reset alto, il generatore di impulsi di precarica 47 a forzare una serie di cicli di commutazione di precarica ad energia e frequenza fisse (ad esempio con una frequenza di 150 kHz ed un'energia di 6 μ J per ciclo), fino a quando, durante la fase di demagnetizzazione dell'ultimo dei cicli di commutazione eseguito, il terzo comparatore 46 rileva che la tensione di retroazione V_{fb} ha superato il valore del segnale campionato FB, così che viene nuovamente abilitato il campionamento.

Inoltre, dato che un repentino aumento del carico

di corrente in uscita potrebbe determinare un abbassamento della tensione di uscita V_{out} e della tensione riflessa sull'avvolgimento ausiliario 7, con la conseguenza di non permettere l'aggiornamento del segnale campionato FB (in quanto non si verificherebbe la condizione $V_{fb} > FB$) e di portare fuori regolazione il convertitore di tensione, viene stabilito un limite massimo di cicli di commutazione di precarica. Qualora, al termine dei cicli di commutazione di precarica previsti (determinato dal valore del segnale di fine conteggio N_p , indicativo del numero di cicli di commutazione eseguiti), la tensione di retroazione V_{fb} risultasse ancora minore del valore del segnale campionato FB, la logica di precarica 48 determinerebbe in ogni caso l'aggiornamento del segnale campionato FB (asserendo alto il segnale di abilitazione s_{en}), consentendo al circuito di controllo 12 del convertitore di tensione di riprendere il controllo della tensione di uscita V_{out} .

In una possibile implementazione circuitale, mostrata in figura 7, la logica di precarica 48 comprende: una prima porta logica AND 50, a due ingressi, ricevente il segnale di stato di carica s_{ch} ed il segnale di abilitazione burst mode b_{en} ; una prima

porta logica OR 52, a tre ingressi, ricevente il segnale logico in uscita dalla prima porta logica AND 50, il complementare del segnale di abilitazione burst mode b_{en} da un primo invertitore logico 53, ed il segnale di fine conteggio N_p , e fornente in uscita il segnale di abilitazione campionamento s_{en} per lo stadio di campionamento 20; una seconda porta logica AND 54, a due ingressi, ricevente il complementare del segnale logico in uscita dalla prima porta logica AND 50 da un secondo invertitore 55, ed il segnale di abilitazione burst mode b_{en} , e fornente in uscita il segnale di comando set/reset per il generatore di impulsi di precarica 47.

In particolare, lo stadio di campionamento 20 comprende: un blocco campionatore 20a ricevente la tensione di retroazione V_{fb} ; un condensatore di mantenimento 20b, ai cui capi è presente il segnale campionato FB; ed un interruttore di campionamento 20c, interposto tra il blocco campionatore 20a ed il condensatore di mantenimento 20b. Il segnale di abilitazione campionamento s_{en} comanda l'interruttore di campionamento 20c, ed abilita il collegamento del condensatore di mantenimento 20b all'uscita del blocco campionatore 20a, in modo da consentire l'aggiornamento del valore del segnale campionato FB.

Il generatore di impulsi di precarica 47 comprende: un blocco di generazione di impulsi 57, che genera in uscita, in funzione del segnale di pilotaggio `drv_on`, il segnale di precarica `pch`; ed un blocco contatore 58, collegato all'uscita del blocco di generazione di impulsi 57, atto a contare il numero di impulsi generati e fornente in uscita il segnale di fine conteggio `N_p` a conteggio ultimato.

In uso, la logica di precarica 48 abilita l'aggiornamento del valore del segnale campionato `FB` (portando al valore alto il segnale di abilitazione campionamento `s_en`) quando si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- il segnale di stato di carica `s_ch` commuta al valore alto, perché la tensione di retroazione V_{fb} ha superato il segnale campionato `FB`; tale evento determina anche il reset del blocco contatore 58 (il conteggio si azzerà) e del blocco di generazione di impulsi 57 (si arresta la generazione degli impulsi di precarica), per mezzo del segnale di comando `set/reset`;

- il segnale di fine conteggio `N_p` commuta al valore alto perché il blocco contatore 58 ha contato un numero prestabilito di cicli di commutazione a partire dal primo ciclo di commutazione successivo all'ingresso

in condizione di burst mode;

- il segnale di abilitazione burst mode b_{en} presenta valore basso, indicativo di una normale condizione di funzionamento del convertitore di tensione 40 (in cui lo stadio di controllo di burst mode 42 non influisce sull'operazione di campionamento).

Le figure 8a-8d mostrano l'andamento dei segnali coinvolti nel funzionamento dello stadio di controllo di burst mode 42; per semplicità illustrativa, la tensione ausiliaria V_{aus} è assunta uguale alla tensione di retroazione V_{fb} . Come si può notare, grazie agli impulsi di precarica (forniti dal blocco di pilotaggio 28 in funzione del segnale di precarica pch), il condensatore di blocco 33 si carica progressivamente, ed il valore della tensione V_{clamp} ai suoi capi cresce fino a raggiungere il valore della tensione di uscita V_{out} riflessa al primario del trasformatore 4; durante la carica del condensatore di blocco 33, la tensione di retroazione V_{fb} segue sostanzialmente l'andamento della tensione V_{clamp} . Non appena la tensione di retroazione V_{fb} supera il valore del segnale campionato FB, il segnale di abilitazione campionamento s_{en} commuta al valore alto, abilitando l'aggiornamento del segnale campionato FB e consentendo la corretta regolazione della tensione

di uscita V_{out} .

Può accadere che, in certe condizioni di carico, intermedie tra la condizione di burst mode ed una condizione di normale funzionamento, il sistema lavori alternativamente in condizione di burst mode o fuori dalla condizione di burst mode, e che quindi il segnale di controllo V_{con} attraversi ripetutamente (verso l'alto o verso il basso) il secondo segnale di riferimento V_{b_ref} . In queste condizioni di lavoro, quando il sistema si trova in condizione di burst mode, il condensatore di blocco 33 si scaricherà comunque, e dunque, all'uscita dalla condizione di burst mode, bisognerà verificare il suo stato di carica, per evitare un errato campionamento della tensione di retroazione V_{fb} .

Pertanto, un ulteriore aspetto della presente invenzione prevede di implementare la logica di controllo dello stadio di campionamento 20 precedentemente descritta anche all'uscita dalla condizione di burst mode, fino a quando non si rilevi il corretto stato di carica del condensatore di blocco 33, oppure si superi il numero massimo di cicli di precarica previsti.

A tal fine, come mostrato in figura 9, il controllore di burst mode 44 comprende inoltre uno

stadio di mantenimento 60, che riceve in ingresso il segnale di abilitazione burst mode b_en, il segnale di conteggio N_p ed il segnale di stato di carica s_ch, e fornisce in uscita per la logica di precarica 48 un segnale mantenuto b_l_en, funzione del segnale di abilitazione burst mode b_en (ed in sostituzione dello stesso segnale di abilitazione burst mode b_en).

In dettaglio, lo stadio di mantenimento 60 comprende una seconda porta logica OR 61 ricevente in ingresso il segnale di stato di carica s_ch ed il segnale di conteggio N_p; una porta logica NAND 62 ricevente l'uscita della seconda porta logica OR 61 ed il complementare del segnale di abilitazione burst mode b_en da un terzo invertitore logico 63; ed un blocco logico latch 64 avente un ingresso di segnale ricevente il segnale di abilitazione burst mode b_en, un ingresso di reset ricevente l'uscita della porta logica NAND 62, ed un'uscita fornente il segnale mantenuto b_l_en.

In questo caso, il segnale di abilitazione burst mode b_en viene memorizzato dal blocco logico latch 64 e mantenuto in uscita fino a quando non si verifica una delle due condizioni necessarie per l'aggiornamento del segnale campionato FB, cioè fino a quando il segnale di stato di carica s_ch o il segnale di conteggio N_p

assumono un valore alto; in tal modo, risulta possibile abilitare, mediante il segnale mantenuto b_{1_en} , la logica di precarica 48 anche dopo l'uscita del convertitore di tensione 40 dalla condizione di burst mode.

Il convertitore di tensione descritto, ed il relativo metodo di controllo, presentano numerosi vantaggi.

In particolare, la soluzione descritta consente di utilizzare una rete di snubber passiva senza compromettere la regolazione della tensione di uscita V_{out} del convertitore di tensione 40, ed evitando picchi di energia erogata in uscita (e gli associati problemi di EMI e di emissione di rumore acustico). Questi vantaggi sono ottenuti con limitate modifiche circuitali, senza comportare un aumento sostanziale dell'occupazione di area finale del dispositivo e degli associati costi di realizzazione.

L'efficacia di regolazione della tensione di uscita V_{out} del convertitore di tensione 40 secondo la presente invenzione risulta in maniera evidente dall'esame delle figure 10a-10c e 11a-11c, che illustrano le prestazioni di un convertitore di tensione 1 di tipo tradizionale e, rispettivamente, del convertitore di tensione 40 stesso

(con un carico di corrente in uscita pari a 1 mA). In particolare, si può notare come il convertitore di tensione 40 consenta di ottenere una migliore regolazione della tensione di uscita V_{out} , in assenza di picchi di energia sul segnale di confronto V_{con} .

L'utilizzo del convertitore di tensione 40 risulta particolarmente vantaggioso in un dispositivo caricabatteria, per fornire una tensione regolata di uscita (ad esempio pari a 12V) a partire dalla tensione di rete.

Risulta infine chiaro che a quanto qui descritto ed illustrato possono essere apportate modifiche e varianti senza per questo uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.

In particolare, lo stadio di controllo di burst mode 42 può essere presente anche nel caso in cui venga utilizzato un diodo zener in sostituzione del condensatore di blocco 33 e del resistore di blocco 32 nella rete di snubber 30; dato che tale diodo zener diventa conduttivo con una corrente molto piccola, generalmente non è necessaria una fase di precarica. In questo caso, lo stadio di controllo di burst mode 42 diventerebbe "trasparente", senza alterare il

funzionamento del convertitore di tensione.

Inoltre, la tensione di retroazione V_{fb} , correlata al valore della tensione di uscita V_{out} , potrebbe essere prelevata nel convertitore di tensione 40 direttamente dall'avvolgimento primario 5 sul lato primario del trasformatore 4; in tal caso, l'avvolgimento ausiliario 7 potrebbe non essere previsto, oppure essere utilizzato solamente per fornire l'auto-alimentazione per il circuito di controllo 12' (il metodo di controllo descritto restando tuttavia invariato).

Infine, la presente invenzione trova generica applicazione nei convertitori di tensione di tipo switching con retroazione al primario e con controllo della corrente di picco, essendo quindi indipendente da: la particolare tipologia di convertitore (o regolatore o alimentatore) utilizzata (sebbene la descrizione abbia fatto particolare riferimento alla tipologia flyback); la modalità di trasferimento di energia fra sorgente di alimentazione e carico, a frequenza fissa o variabile; la particolare soluzione circuitale utilizzata per implementare la funzionalità dei singoli blocchi della logica di controllo; la tipologia dell'interruttore di controllo; e la modalità di retroazione prevista sul lato primario del trasformatore.

RIVENDICAZIONI

1. Convertitore di tensione (40) comprendente: mezzi trasformatore di tensione (4) aventi un avvolgimento primario (5) atto a ricevere una tensione di ingresso (V_{in}) ed un avvolgimento secondario (6) atto a fornire una tensione di uscita (V_{out}); mezzi interruttori di controllo (8) accoppiati a detto avvolgimento primario (5); un circuito di controllo (12) atto a comandare in commutazione detti mezzi interruttori di controllo (8), detto circuito di controllo (12) essendo dotato di uno stadio campionatore (20), atto a campionare e mantenere un segnale di retroazione (V_{fb}) correlato a detta tensione di uscita (V_{out}) e a fornire un segnale campionato (FB); ed un circuito limitatore di tensione (30) dotato di mezzi di immagazzinamento carica (33) atti ad essere collegati ai capi di detto avvolgimento primario (5);

caratterizzato dal fatto di comprendere uno stadio di controllo campionamento (42) operativamente accoppiato a detto stadio campionatore (20), ed atto, durante una data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40), ad abilitare l'aggiornamento di detto segnale campionato (FB) in base ad uno stato di carica di detti mezzi di

immagazzinamento carica (33).

2. Convertitore secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi trasformatori di tensione (4) presentano un lato primario su cui è disposto detto avvolgimento primario (5), un lato secondario su cui è disposto detto avvolgimento secondario (6), ed un avvolgimento ausiliario (7), disposto su detto lato primario ed atto a fornire detto segnale di retroazione (V_{fb}).

3. Convertitore secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detto circuito di controllo (12) è atto a comandare detti mezzi interruttori di controllo (8) con una prima frequenza di commutazione in una prima condizione di funzionamento di detto convertitore di tensione (40); detta data condizione operativa corrispondendo ad una condizione di basso consumo in cui detto circuito di controllo (12) è atto a comandare detti mezzi interruttori di controllo (8) con una seconda frequenza di commutazione, minore di detta prima frequenza di commutazione.

4. Convertitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto stadio di controllo campionamento (42) è atto ad abilitare detto aggiornamento, in funzione del valore di detto segnale di retroazione (V_{fb}).

5. Convertitore secondo la rivendicazione 4, in cui detto stadio di controllo campionamento (42) comprende: uno stadio comparatore (46) atto a confrontare un valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) con un valore precedente di detto segnale campionato (FB); ed una logica di controllo (48), collegata a detto stadio comparatore (46), atta ad abilitare l'aggiornamento di detto segnale campionato (FB) nel caso in cui detto valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) presenti una prima relazione di confronto con detto valore precedente di detto segnale campionato (FB).

6. Convertitore secondo la rivendicazione 5, in cui detto valore attuale è assunto da detto segnale di retroazione (V_{fb}) durante un ciclo di commutazione attuale, e detto valore precedente è assunto da detto segnale campionato (FB) durante un ciclo di commutazione precedente a detto ciclo di commutazione attuale; ed in cui detta prima relazione di confronto è soddisfatta quando detto valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) è maggiore di detto valore precedente di detto segnale campionato (FB).

7. Convertitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto stadio di controllo campionamento (42) comprende un blocco di

carica (47), configurato in modo da generare un segnale di carica (pch) atto a comandare in commutazione detti mezzi interruttori di controllo (8) per causare la carica di detti mezzi di immagazzinamento carica (33).

8. Convertitore secondo la rivendicazione 7, in cui detto blocco di carica (47) è atto a fornire detto segnale di carica (pch) ad un terminale di comando di detti mezzi interruttori di controllo (8), qualora un valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) presenti una seconda relazione di confronto con un valore precedente di detto segnale campionato (FB).

9. Convertitore secondo la rivendicazione 8, in cui detto segnale di carica (pch) è costituito da una serie di impulsi; ed in cui detto stadio di controllo campionamento (42) comprende: uno stadio comparatore (46) atto a confrontare detto valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) con detto valore precedente di detto segnale campionato (FB); ed una logica di controllo (48) atta ad arrestare la generazione di detto segnale di carica (pch) quando detto valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) non presenti detta seconda relazione di confronto con detto valore precedente di detto segnale campionato (FB), oppure in seguito alla generazione di un prefissato numero di

impulsi di detto segnale di carica (pch).

10. Convertitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto stadio di controllo campionamento (42) comprende: un controllore (44) configurato in modo da abilitare detto aggiornamento di detto segnale campionato (FB); ed un blocco di rilevamento (43) configurato in modo da rilevare l'occorrenza di detta data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40), e da fornire conseguentemente un segnale di abilitazione (b_en) a detto controllore (44), tale da abilitarne il funzionamento.

11. Convertitore secondo la rivendicazione 10, in cui detto circuito di controllo (12) comprende inoltre uno stadio amplificatore di errore (22) atto ad amplificare una differenza tra detto segnale campionato (FB) ed un primo segnale di riferimento (V_{ref}), e a fornire in uscita un segnale di controllo (V_{con}); detto blocco di rilevamento comprendendo mezzi comparatori (43) atti ad eseguire un confronto tra detto segnale di confronto (V_{con}) ed un secondo segnale di riferimento (V_{b_ref}), e a generare in uscita detto segnale di abilitazione (b_en) in funzione del risultato di detto confronto.

12. Convertitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto stadio di controllo campionamento (42) è configurato in modo da abilitare detto aggiornamento sulla base di una tensione (V_{clamp}) ai capi di detti mezzi di immagazzinamento carica (33); detto stadio di controllo campionamento (42) essendo inoltre atto ad abilitare detto aggiornamento anche all'uscita da detta data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40).

13. Convertitore secondo la rivendicazione 12, in cui detto stadio di controllo campionamento (42) comprende: un controllore (44) configurato in modo da abilitare detto aggiornamento di detto segnale campionato (FB); un blocco di rilevamento (43) configurato in modo da rilevare l'occorrenza di detta data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40), e da fornire conseguentemente un segnale di abilitazione (b_{en}) a detto controllore (44) tale da abilitarne il funzionamento; ed un blocco di mantenimento (60) collegato all'uscita di detto blocco di rilevamento (43) ed atto a mantenere un valore di detto segnale di abilitazione (b_{en}) all'uscita da detta data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40) fino a quando detta tensione (V_{clamp}) ai

capi di detti mezzi di immagazzinamento carica (33) assume un valore desiderato.

14. Convertitore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, di tipo isolato, in cui detto circuito di controllo (12) è inoltre configurato in modo da implementare un controllo in PWM di detti mezzi interruttori di controllo (8), per controllare una corrente di picco in detto avvolgimento primario (5) sulla base del valore di detto segnale campionato (FB).

15. Dispositivo elettronico (40), in particolare un dispositivo caricabatteria, caratterizzato dal fatto di comprendere un convertitore di tensione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti.

16. Metodo di controllo di un convertitore di tensione (40), detto convertitore di tensione essendo dotato di: mezzi trasformatore di tensione (4) aventi un avvolgimento primario (5) atto a ricevere una tensione di ingresso (V_{in}) ed un avvolgimento secondario (6) atto a fornire una tensione di uscita (V_{out}); mezzi interruttori di controllo (8) accoppiati a detto avvolgimento primario (5); ed un circuito limitatore di tensione (30) dotato di mezzi di immagazzinamento carica (33) atti ad essere collegati ai capi di detto avvolgimento primario; detto metodo comprendendo la fase

di controllare in commutazione detti mezzi interruttori di controllo (8) in funzione di un segnale di retroazione (V_{fb}) correlato a detta tensione di uscita (V_{out}), detta fase di controllare comprendendo la fase di campionare e mantenere detto segnale di retroazione (V_{fb}) per generare un segnale campionato (FB),

caratterizzato dal fatto di comprendere, durante una data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40), la fase di abilitare l'aggiornamento di detto segnale campionato (FB) in base ad uno stato di carica di detti mezzi di immagazzinamento carica (33).

17. Metodo secondo la rivendicazione 16, in cui detta fase di controllare comprende comandare detti mezzi interruttori di controllo (8) con una prima frequenza di commutazione in una prima condizione di funzionamento di detto convertitore di tensione (40); detta data condizione operativa corrispondendo ad una condizione di basso consumo in cui detti mezzi interruttori di controllo (8) sono comandati con una seconda frequenza di commutazione, minore di detta prima frequenza di commutazione.

18. Metodo secondo la rivendicazione 16 o 17, in cui detta fase di abilitare comprende abilitare detto aggiornamento in funzione del valore di detto segnale di

retroazione (V_{fb}).

19. Metodo secondo la rivendicazione 18, in cui detta fase di abilitare comprende confrontare un valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) con un valore precedente di detto segnale campionato (FB), ed abilitare l'aggiornamento di detto segnale campionato (FB) nel caso in cui detto valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) presenti una prima relazione di confronto con detto valore precedente di detto segnale campionato (FB).

20. Metodo secondo la rivendicazione 19, in cui detto valore attuale è assunto da detto segnale di retroazione (V_{fb}) durante un ciclo di commutazione attuale, e detto valore precedente è assunto da detto segnale campionato (FB) durante un ciclo di commutazione precedente a detto ciclo di commutazione attuale; ed in cui detta prima relazione di confronto è soddisfatta quando detto valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) è maggiore di detto valore precedente di detto segnale campionato (FB).

21. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 16-20, comprendente inoltre la fase di generare un segnale di carica (pch) atto a comandare in commutazione detti mezzi interruttori di controllo (8)

per causare la carica di detti mezzi di immagazzinamento carica (33).

22. Metodo secondo la rivendicazione 21, in cui detta fase di caricare comprende fornire detto segnale di carica (pch) ad un terminale di comando di detti mezzi interruttori di controllo (8) qualora un valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) presenti una seconda relazione di confronto con un valore precedente di detto segnale campionato (FB).

23. Metodo secondo la rivendicazione 22, in cui detto segnale di carica (pch) è costituito da una serie di impulsi; ed in cui detta fase di caricare comprende arrestare la generazione di detto segnale di carica (pch) qualora un valore attuale di detto segnale di retroazione (V_{fb}) non presenti detta seconda relazione di confronto con detto valore precedente di detto segnale campionato (FB), oppure in seguito alla generazione di un prefissato numero di impulsi di detto segnale di carica (pch) durante detta fase di caricare.

24. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 16-23, comprendente inoltre la fase di rilevare l'occorrenza di detta data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40), ed eseguire detta fase di abilitare detto aggiornamento in base a

detto rilevamento.

25. Metodo secondo la rivendicazione 24, in cui detta fase di controllare comprende inoltre amplificare una differenza tra detto segnale campionato (FB) ed un primo segnale di riferimento (V_{ref}) per fornire un segnale di controllo (V_{con}); detta fase di rilevare comprendendo eseguire un confronto tra detto segnale di confronto (V_{con}) ed un secondo segnale di riferimento (V_{b_ref}), e rilevare l'occorrenza di detta data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40) in funzione del risultato di detto confronto.

26. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 16-25, in cui detta fase di abilitare comprende abilitare detto aggiornamento sulla base di una tensione (V_{clamp}) ai capi di detti mezzi di immagazzinamento carica (33); detta fase di abilitare detto aggiornamento essendo eseguita anche all'uscita da detta data condizione operativa di detto convertitore di tensione (40), fino a quando detta tensione (V_{clamp}) ai capi di detti mezzi di immagazzinamento carica (33) assume un valore desiderato.

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Lorenzo NANNUCCI



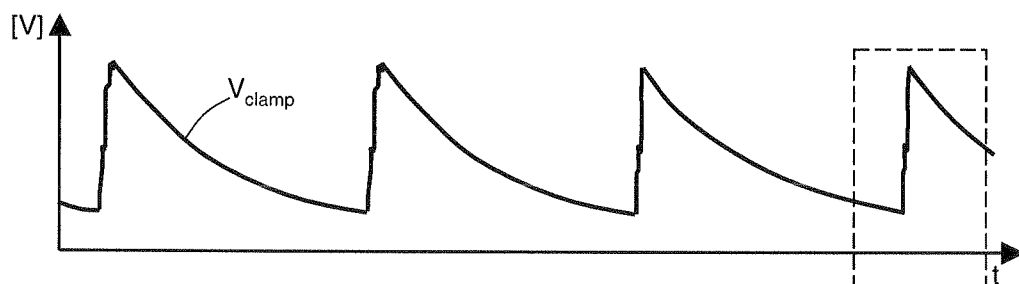


Fig.3a

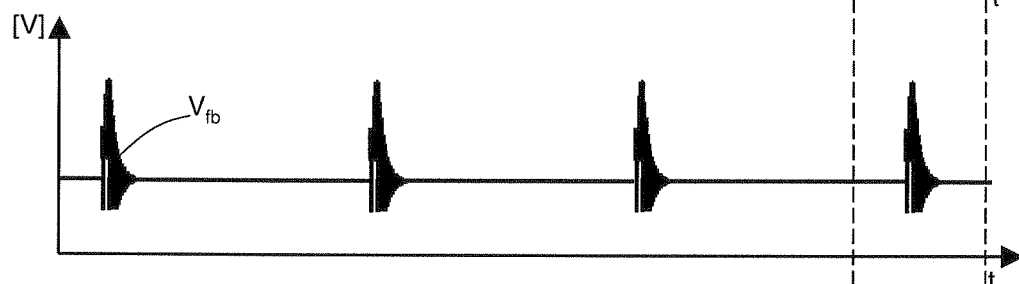


Fig.3b

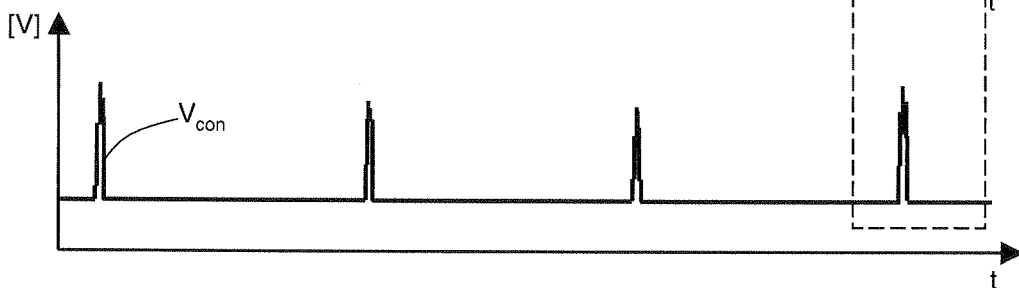


Fig.3c

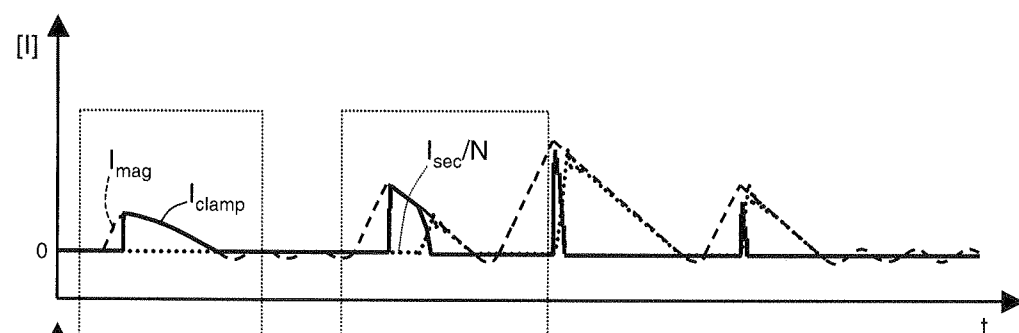


Fig.4a

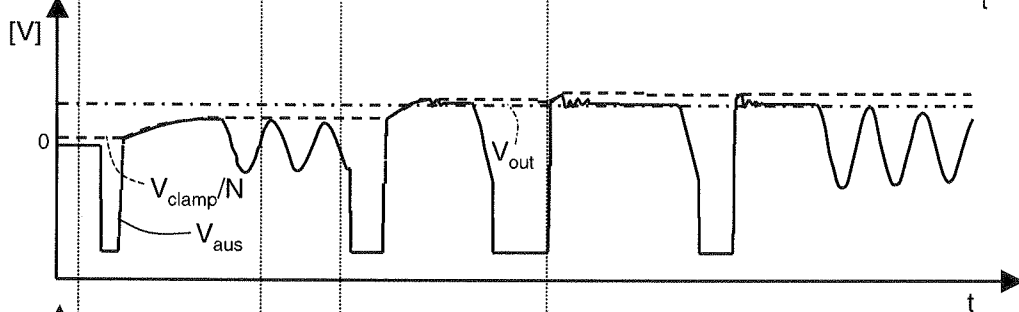


Fig.4b

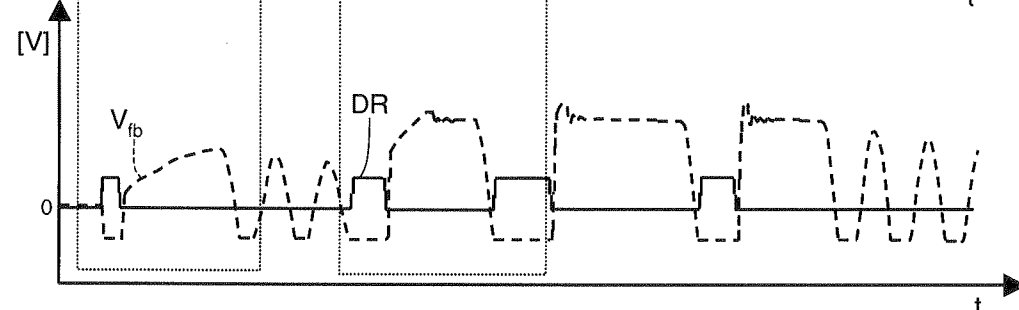
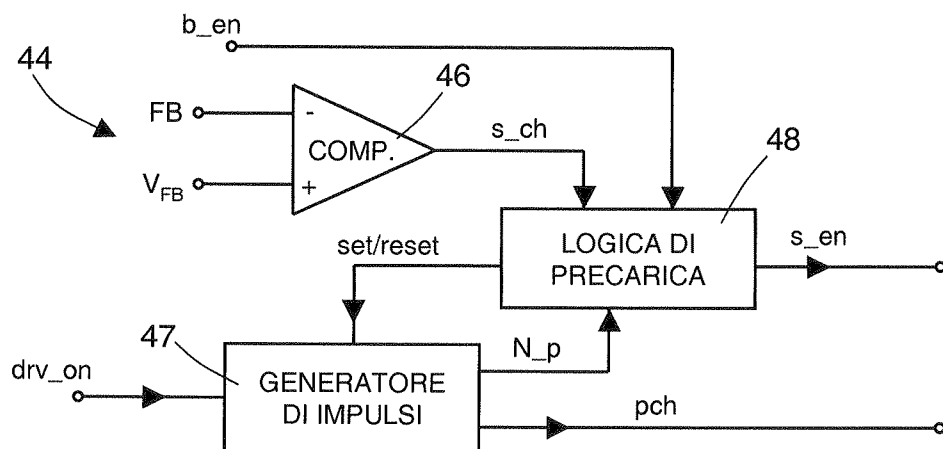
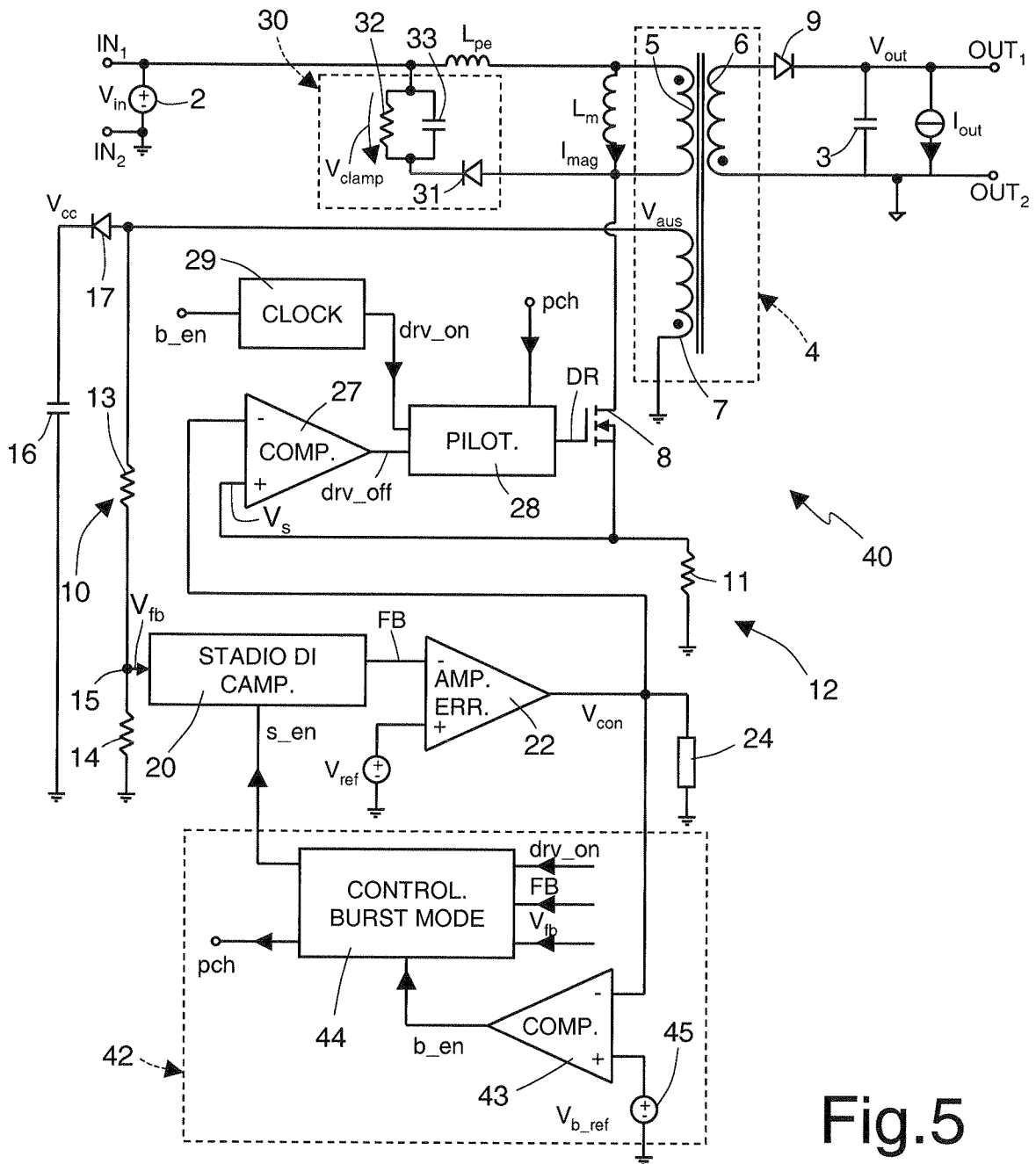


Fig.4c



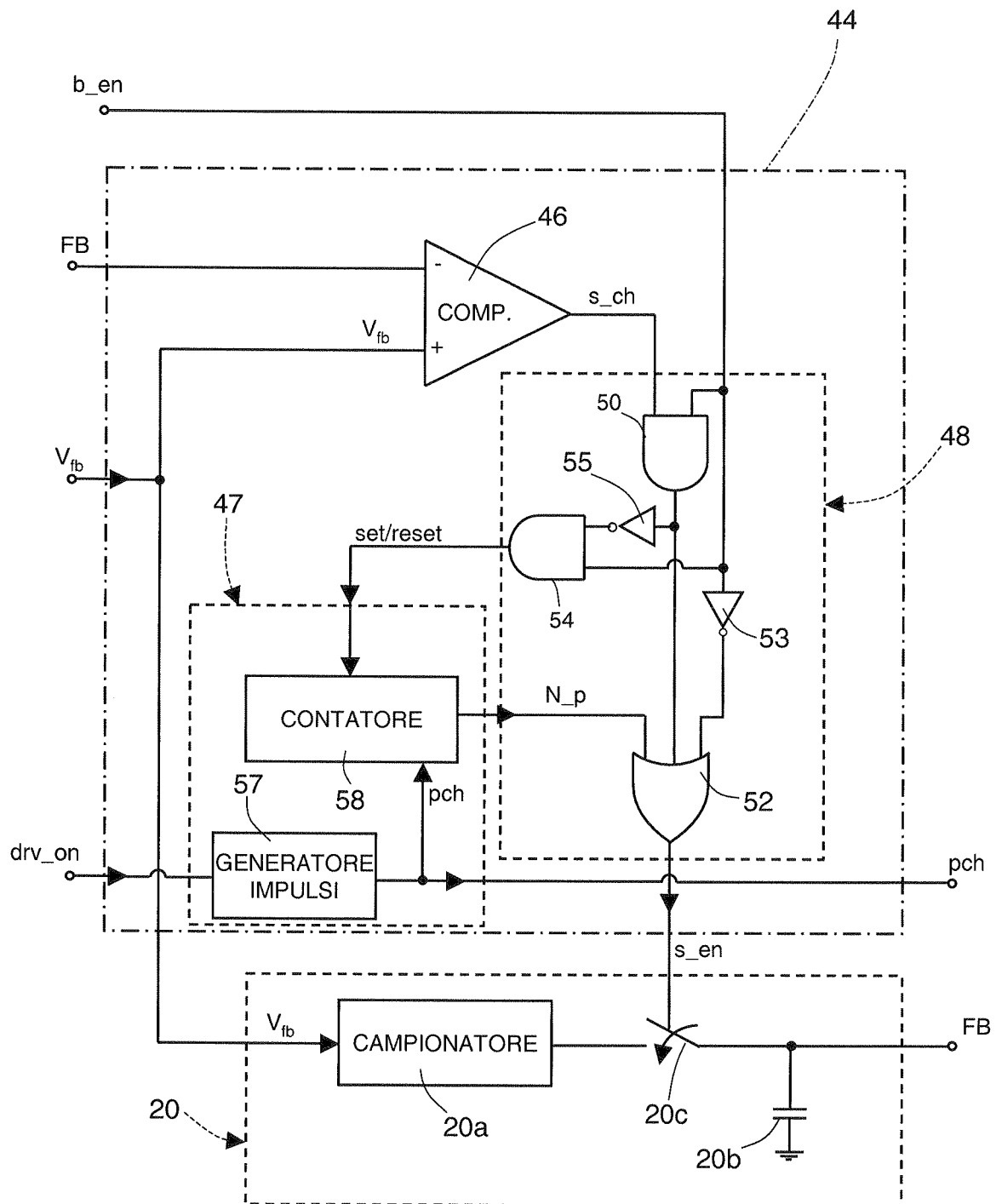


Fig.7

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Lorenzo NANNUCCI
(Iscrizione Albo nr. 1214/B)

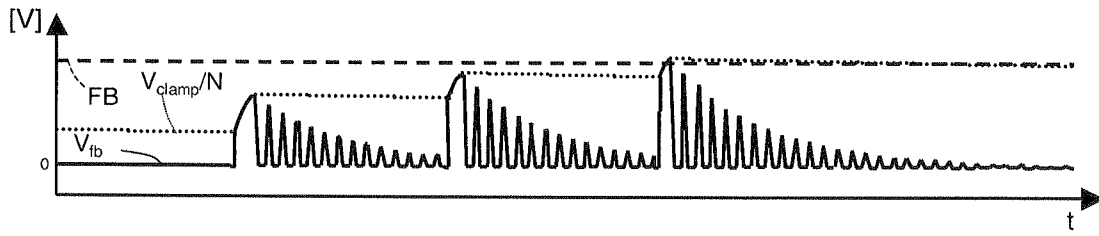


Fig.8a

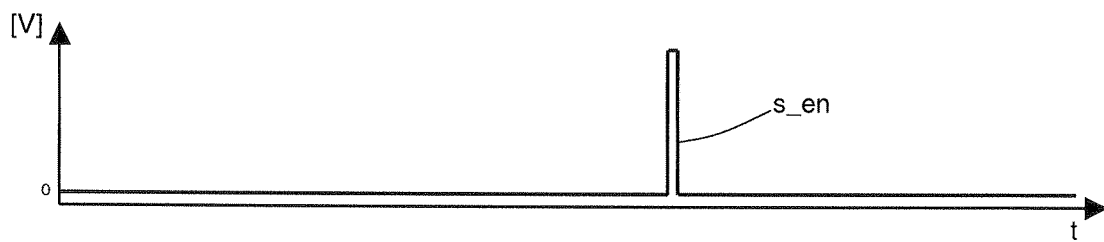


Fig.8b

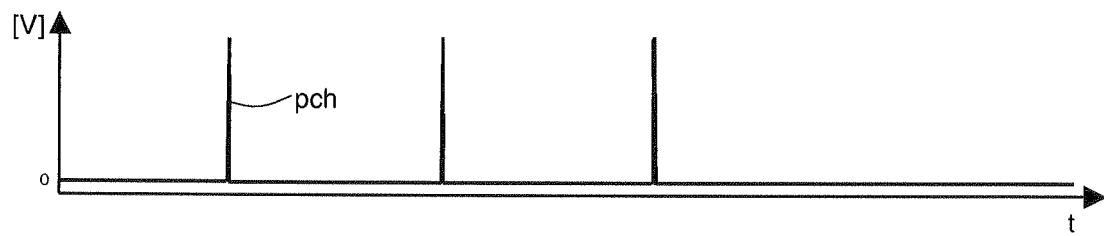


Fig.8c

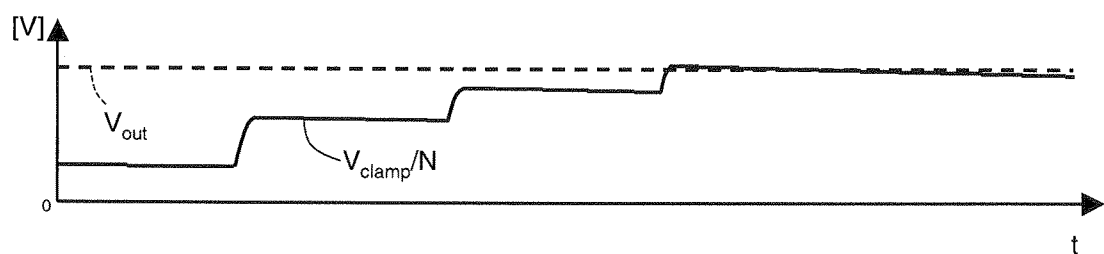


Fig.8d

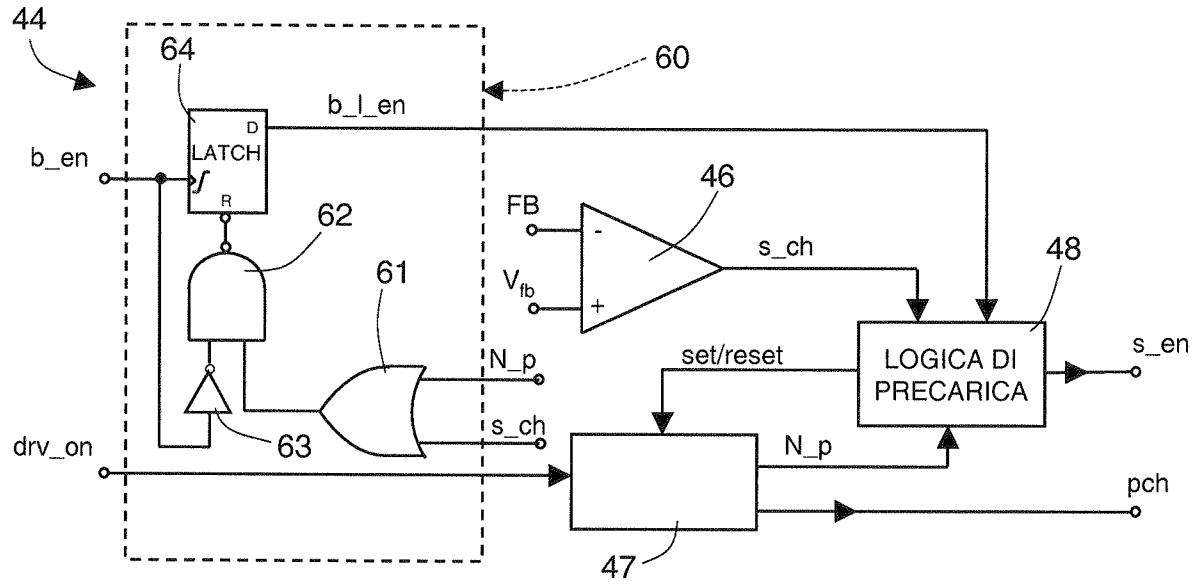


Fig.9

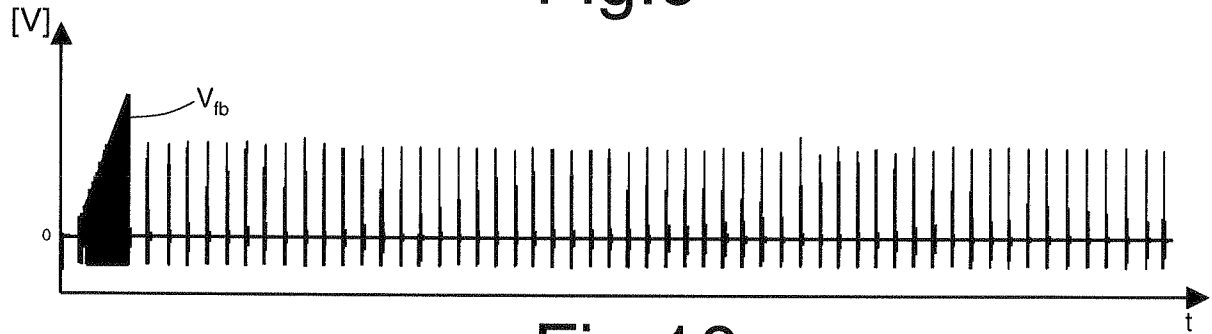


Fig.10a

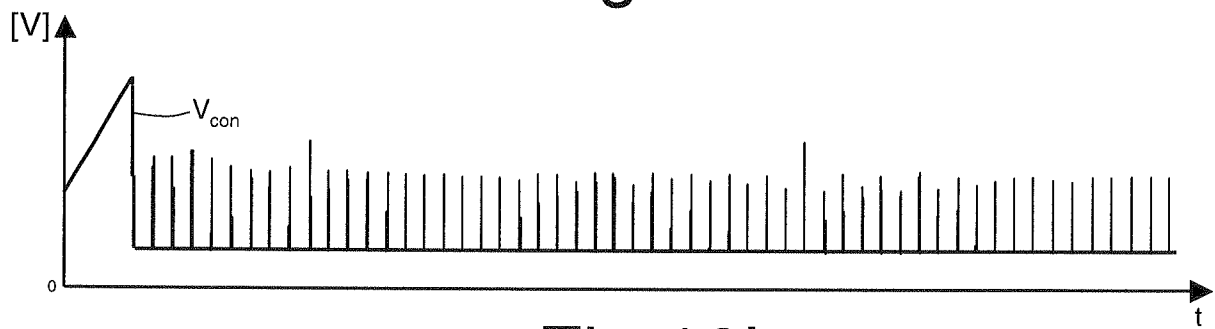


Fig.10b

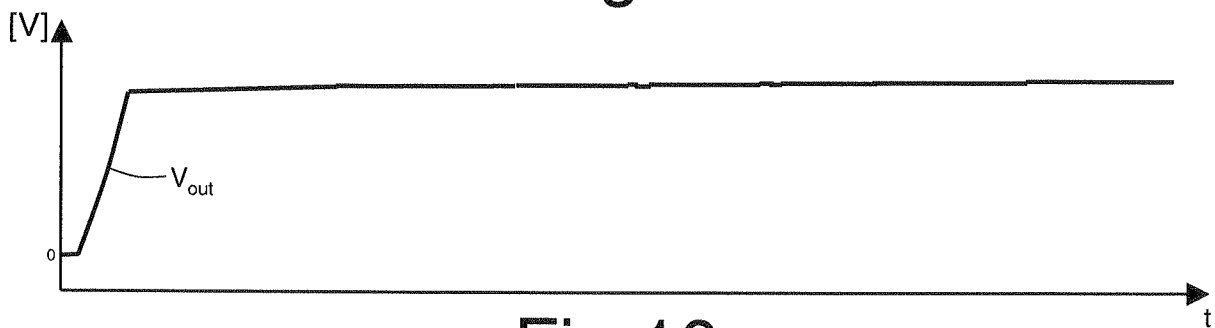


Fig.10c

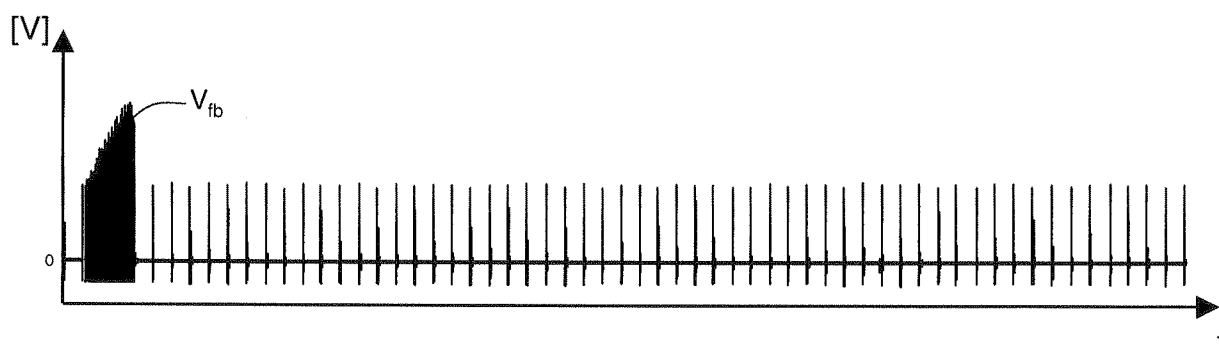


Fig.11a

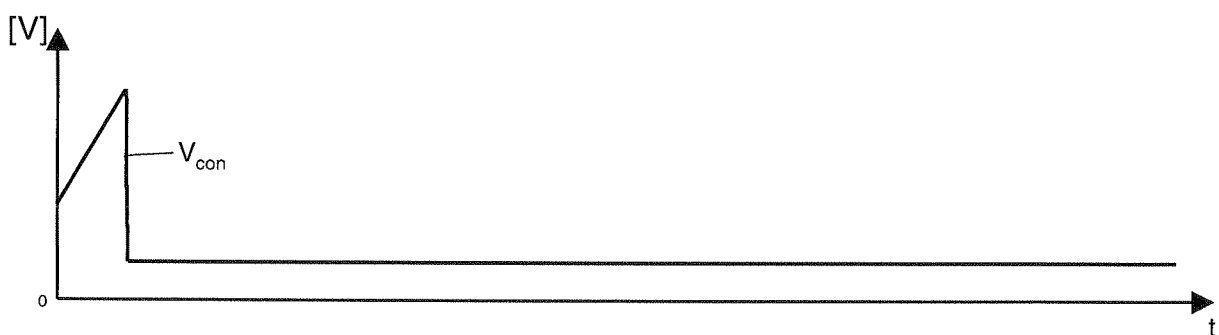


Fig.11b

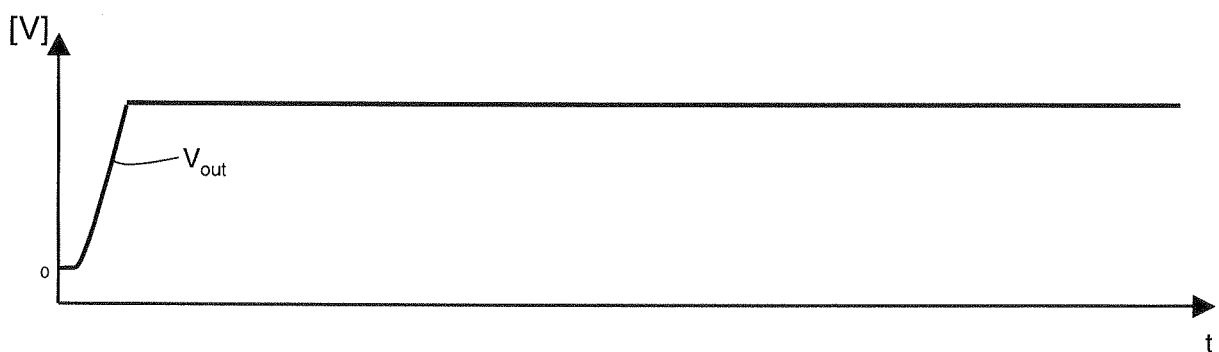


Fig.11c