



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

DOMANDA NUMERO	102001900934982
Data Deposito	05/06/2001
Data Pubblicazione	05/12/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	M		

Titolo

POMPA DI CARICA DI POTENZA AD ALTO RENDIMENTO IN GRADO DI EROGARE ELEVATE CORRENTI CONTINUE DI USCITA.

70 2001A 000 537

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana,

5 con sede a 20041 AGRATE BRIANZA (MILANO) - VIA C. OLIVETTI, 2

Inventori: PAGLIATO Mauro, ROLANDI Paolo, ODDONE Giorgio, FONTANA Marco

*** **

La presente invenzione si riferisce ad una pompa
10 di carica di potenza per applicazioni a bassa tensione
di alimentazione e in grado di erogare elevate correnti
continue di uscita.

Pompe di carica di tal tipo trovano tipica applicazione nelle memorie non volatili, quali memorie EPROM
15 e flash, in cui è prevista la scrittura parallela delle
celle per la quale sono richieste correnti di uscita
dell'ordine di decine di mA per rispondere a requisiti
di velocità sempre più spinti.

In particolare, per questo tipo di memoria, è
20 chiesto spesso di fornire dall'interno la tensione di
scrittura da applicare ai terminali di pozzo delle celle,
pari a 4,5 V, senza doverla fornire dall'esterno.
Inoltre, è richiesto di evitare l'uso di grosse strutture
capacitive esterne al chip o di chip ausiliari,
25 quali un convertitore DC/DC.

CERLARO clm
Iscrizione Albo n. 406/BN

Lo schema di base di una generica pompa di carica nota è mostrato in figura 1, nella quale una pompa di carica 1 è formata da un primo ed un secondo ramo 2s, 2d, fra loro paralleli e comprendenti un singolo stadio, e da uno stadio di generazione fasi 7.

I due rami 2s, 2d hanno la stessa struttura; inoltre lo stadio di generazione fase 7 è formato da due parti simmetriche che forniscono segnali di fase Φ e Φ_N per il primo e il secondo ramo 2s, 2d; quindi i componenti corrispondenti sono stati dotati dello stesso numero di riferimento e di una lettera d o s a seconda che appartengano o siano riferiti al primo ramo 2s o al secondo ramo 2d.

In dettaglio, ciascun ramo 2s, 2d comprende un primo ed un secondo interruttore collegati in corrispondenza di un nodo intermedio 5s, risp. 5d e realizzati tramite un transistore di carica ("charging transistor") 3s, risp. 3d e un transistore di trasferimento carica ("charge transfer transistor") 4s, risp. 4d di tipo NMOS. In particolare, i terminali di pozzo dei transistori di carica 3s, 3d sono collegati ad una linea di alimentazione 10 posta ad una tensione di alimentazione V_{DD} ; il terminale di sorgente del transistore di carica 3s, risp. 3d è collegato al nodo intermedio 5s, risp. 5d; e il terminale di porta del transi-

CERVARO Elena
Iscrizione Albo nr. 426/BA

store di carica 3s, risp. 3d riceve un rispettivo segnale di controllo V1s, V1d. Inoltre, il terminale di pozzo del transistor di trasferimento carica 4s, risp. 4d è collegato al nodo 5s, risp. 5d; entrambi i terminali di sorgente dei transistori di trasferimento carica 4s, 4d sono collegati ad un nodo di uscita 11; e il terminale di porta del transistor di trasferimento carica 4s, risp. 4d riceve un rispettivo segnale di controllo V2s, V2d.

10 Ciascun ramo 2s, 2d comprende inoltre un condensatore di innalzamento 12s, risp. 12d avente un primo morsetto collegato al nodo intermedio 5s, risp. 5d, ed un secondo morsetto collegato ad un'uscita 14s, 14d di un primo invertitore 13s, rispettivamente un secondo
15 invertitore 13d.

Gli invertitori 13s, risp. 13d appartengono allo stadio di generazione fasi 7 e comprendono ciascuno un transistor PMOS 19s, 19d ed un transistor NMOS 20s, 20d collegati reciprocamente in serie fra la linea di alimentazione 10 la linea di massa 15. Gli invertitori
20 13s, risp. 13d hanno un rispettivo ingresso 16s, 16d ricevente un rispettivo segnale oscillante F, FN, generato da un oscillatore 18. I segnali oscillanti F, FN sono in opposizione di fase e oscillano fra la tensione
25 di alimentazione V_{DD} e 0 V. Sulle uscite 14s, risp. 14d

CERBANO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BMI

sono quindi presenti i segnali di fase Φ e Φ_N , in opposizione di fase fra loro.

Sui nodi intermedi 5s, 5d sono presenti tensioni survoltate V_s , risp. V_d ; sul nodo di uscita 11 è presente una tensione di uscita V_{out} e viene fornita una corrente I_{out} .

Il funzionamento della pompa di carica 1 verrà ora descritto con riferimento al primo ramo 2s; il secondo ramo 2d si comporta nello stesso modo, ma sfasato di $T/2$, con T periodo dell'oscillatore 18.

Quando il segnale oscillatorio F proveniente dall'oscillatore 18 si porta nello stato alto (V_{DD}), l'uscita 14s del primo invertitore 13s è a 0 V e il condensatore di innalzamento 12s si carica fino alla tensione di alimentazione V_{DD} attraverso il transistor di carica 3s che è acceso. Quando il segnale oscillatorio F si porta a 0 V, l'uscita 14s del primo invertitore 13s è alta (V_{DD}), il transistor di carica 3s si apre e la tensione V_s tende a portarsi a $2V_{DD}$; inoltre il transistor di trasferimento carica 4s è chiuso e trasferisce la tensione survoltata V_s all'uscita 11.

Il funzionamento sopra descritto è corretto tuttavia solo nel caso in cui la pompa di carica 1 non debba erogare corrente continua in uscita. Infatti, la tensione massima di uscita della pompa di carica 1 è dif-

CERREARO Elena
Iscrizione Albo n° 446/BM

ferente a seconda che all'uscita 11 sia collegato un carico capacitivo o sia collegato un generatore ideale di corrente continua. Infatti, nel caso di carico capacitivo, la pompa di carica 1 deve erogare corrente solo
5 nel transitorio di carica del condensatore di uscita, e successivamente deve solo fornire una corrente minima per compensare le perdite. In questo caso, la corrente erogabile dalla pompa di carica 1 influenza solo la rapidità del transitorio, ma non il valore della tensione
10 V_{out} ottenibile a regime in uscita. Tale situazione si ha tipicamente quando la pompa di carica 1 viene utilizzata per pilotare in parallelo i terminali di porta di più celle di memoria.

Se invece il carico richiede una corrente continua, come nel caso in cui si vuole polarizzare il terminale di pozzo delle celle di memoria durante la fase di scrittura, è allora necessario tenere in considerazione le cadute di tensione ΔV_{MP} , ΔV_C e ΔV_{M4} presenti
15 rispettivamente sui transistori PMOS 19s, 19d, sui condensatori di innalzamento 12s, 12d e sui transistori di
20 trasferimento carica 4s, 4d, e dovute al passaggio di corrente negli stessi componenti.

La tensione di uscita V_{out} segue alternativamente l'andamento delle tensioni survoltate V_s , V_d , a meno
25 della caduta sui transistori di trasferimento carica

CERBARO Eleno
fisazione Albo nr 426/BM

4s, 4d. L'andamento complessivo della tensione di uscita V_{out} ottenibile, considerando le cadute di tensione indicate, è mostrata in figura 2, mostrante sia la riduzione del valore massimo dovuto alle cadute di tensione ΔV_{MP} e ΔV_{M4} , sia l'ondulazione ("ripple") dovuta ai condensatori di innalzamento 12s, 12d e il cui valore dipende dal dimensionamento dei condensatori di innalzamento 12s, 12d stessi.

In particolare, qui di seguito viene valutato l'impatto dei parametri e caratteristiche circuitali della pompa di carica 1 sulle cadute di tensione ΔV_{MP} , ΔV_C e ΔV_{M4} . Anche in questo caso, si farà riferimento al transistore PMOS 19s, al transistore di trasferimento carica 4s e al condensatore di innalzamento 12s del primo ramo 2s e la descrizione presentata vale anche per il secondo ramo 2d.

Calcolo di ΔV_{MP} _____

Quando il segnale oscillatorio F è allo stato basso (0 V), il transistore PMOS 19s è acceso. Nell'ipotesi che ai suoi capi cada una tensione ΔV_{MP} di basso valore, il transistore PMOS 19s lavora in zona ohmica. Di conseguenza, la corrente I_{out} fluente nel transistore PMOS 19s e quindi nel condensatore di innalzamento 12s, nel transistore di trasferimento carica 4s e quindi verso l'uscita 11 può essere espressa, in prima appros-

CERBANO FILIPPO
Iscrizione Albo nr 426/BMI

simazione, come:

$$I_{out} = \mu_p \frac{W_p}{L_p} C_{ox} (V_{DD} - |V_{thP}|) \Delta V_{MP}$$

in cui μ_p è la mobilità elettronica, C_{ox} è la capacità dell'ossido di porta, W_p/L_p è il rapporto di
5 forma e V_{thP} è la tensione di soglia del transistor PMOS 19s. Si ha quindi:

$$\Delta V_{MP} = \frac{I_{out}}{\mu_p \frac{W_p}{L_p} C_{ox} (V_{DD} - |V_{thP}|)}$$

La mobilità elettronica e la capacità dell'ossido sono parametri di processo prefissati; il progettista
10 può dunque intervenire solo sul dimensionamento del rapporto di forma.

Calcolo di ΔV_C

La caduta di tensione ΔV_C sul condensatore di innalzamento 12s è legata al semiperiodo ΔT di oscillazione in base alla seguente relazione:

$$I_{out} = C \frac{\Delta V_C}{\Delta T} = C \Delta V_C 2 f_{osc}$$

in cui $f_{osc} = 1/\Delta T$ è la frequenza di oscillazione dell'oscillatore 18 e C la capacità del condensatore di innalzamento 12s; si ha quindi:

$$20 \quad \Delta V_C = \frac{I_{out}}{2 f_{osc} C}$$

Per ridurre tale differenza di potenziale si può solo intervenire sulla frequenza di oscillazione f_{osc} e sulla capacità C.

Calcolo di ΔV_{M4}

Analogamente a quanto descritto per il transistorore PMOS 19s, la tensione sul transistorore di trasferimento carica 4s è data da:

5
$$\Delta V_{M4} = \frac{I_{out}}{\mu_N \frac{W_N}{L_N} C_{ox} (V_{2s} - V_{out} - V_{thN})}$$

in cui μ_N è la mobilità elettronica del drogante di tipo N, C_{ox} è la capacità dell'ossido di porta, W_N/L_N è il rapporto di forma e V_{thN} è la tensione di soglia del transistorore di trasferimento carica 4s.

10 In questo caso, oltre che sul rapporto di forma, è possibile agire anche sulla tensione V_{2s} applicata al terminale di porta del transistorore di trasferimento carica 4s.

In particolare, se i transistori di trasferimento
15 carica 4s, 4d (così come i transistori di carica 3s, 3d) sono pilotati tramite interruttori che collegano i loro terminali di pozzo con i rispettivi terminali di porta durante la fase di conduzione, e quindi sono collegati a diodo, essi presentano un'elevata caduta per
20 effetto body, riducendo considerevolmente il rendimento della pompa di carica 1.

Per eliminare il problema dell'effetto body, sono note pompe di carica chiamate "crosspump", che utilizzano quattro fasi diverse per il pilotaggio dei transi-

CERBANO ELENA
Iscrizione Albo nr 426/BMI

stori di carica 3s, 3d e dei transistori di trasferimento carica 4s, 4d. Uno schema semplificato di una pompa di carica 28 di tipo "crosspump" è mostrato in figura 3 e verrà brevemente descritto di seguito.

5 La pompa di carica 28 ha una struttura di base simile a quella della pompa di carica 1 nota figura 1; i componenti comuni alla pompa di carica nota di figura 1 sono quindi stati indicati con gli stessi numeri di riferimento. In figura 3 non è tuttavia mostrato lo stadio
10 generatore di fasi e sono invece mostrati i circuiti di pilotaggio.

In particolare, la pompa di carica 28 è formata da un primo ed un secondo ramo 2s, 2d e da un primo ed un secondo circuito di pilotaggio 24s, risp. 24d. Ciascun
15 ramo 2s, 2d include un transistore di carica 3s, risp. 3d, un transistore di trasferimento carica 4s, risp. 4d, e un condensatore di innalzamento 12s, risp. 12d. Ciascun circuito di pilotaggio 24s, risp. 24d comprende un primo transistore di pilotaggio 21s, risp. 21d; un
20 secondo transistore di pilotaggio 22s, risp. 22d; un terzo transistore di pilotaggio 27s, risp. 27d; un primo condensatore di pilotaggio 23s, risp. 23d; un secondo condensatore di pilotaggio 25s, risp. 25d; un terzo condensatore di pilotaggio 26s, risp. 26d. I transistori
25 sono tutti di tipo NMOS.

CERBARO Flend
Iscrizione Albo nr 426/BMI

In dettaglio, il primo transistor di pilotaggio 21s, risp. 21d ha terminale di pozzo collegato al terminale di pozzo del transistor di carica 3s, risp. 3d, terminale di porta collegato al nodo intermedio 5s, risp. 5d e terminale di sorgente collegato ad un primo morsetto del primo condensatore di pilotaggio 23s, risp. 23d, nonché al terminale di porta del transistor di carica 3s, risp. 3d. Il secondo morsetto del primo condensatore di pilotaggio 23s, risp. 23d riceve un primo segnale di fase A2, rispettivamente un secondo segnale di fase B2. Il condensatore di innalzamento 12s, risp. 12d ha un primo morsetto collegato al nodo intermedio 5s, risp. 5d (come nella pompa di carica 1 di figura 1) e un secondo morsetto ricevente un terzo segnale di fase B1, rispettivamente un quarto segnale di fase A1.

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr. 426/BAW

Il secondo transistor di pilotaggio 22s, risp. 22d ha terminale di pozzo collegato al nodo intermedio 5s, risp. 5d, terminale di porta collegato ad un terminale di sorgente del terzo transistor di pilotaggio 27s, risp. 27d e ad un primo morsetto del terzo condensatore di pilotaggio 26s, risp. 26d, e terminale di sorgente collegato ad un primo morsetto del secondo condensatore di pilotaggio 25s, risp. 25d, al terminale di porta del transistor di trasferimento carica 4s,

risp. 4d, nonché al terminale di porta del terzo transistorore di pilotaggio 27s, risp. 27d. Un terminale di pozzo del terzo transistorore di pilotaggio 27s, risp. 27d è collegato al nodo intermedio 5s, risp. 5d. Il secondo morsetto del secondo condensatore di pilotaggio 25s, risp. 25d riceve il secondo segnale di fase B2, rispettivamente il primo segnale di fase A2; il secondo morsetto del terzo condensatore di pilotaggio 26s, risp. 26d riceve il quarto segnale di fase A1, rispettivamente il terzo segnale di fase B1.

Nella pompa di carica di figura 3, come mostrato dall'andamento dei segnali di fase A1, A2, B1, B2 di figura 4, la carica del condensatore di innalzamento 12s, risp. 12d e il trasferimento di carica dal condensatore di innalzamento 12s, risp. 12d verso il nodo di uscita 11 non avvengono per tutto il rispettivo semiperiodo; ad esempio, nella fase di trasferimento di carica del primo ramo 2s, inizialmente (istante t_0) il condensatore di innalzamento 12s viene portato in una condizione di "pronto-per-il-trasferimento" dalla commutazione allo stato alto del terzo segnale di fase B1; quindi, istante t_1 , il quarto segnale di fase A1 commuta allo stato basso, spegnendo il secondo transistorore di pilotaggio 22s e isolando il terminale di porta del transistorore di trasferimento carica 4s dal nodo inter-

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

medio 5s; solo successivamente, istante t_2 , il secondo segnale di fase B2 commuta allo stato alto, accendendo pienamente il transistor di trasferimento di carica 4s e consentendo il collegamento del condensatore di innalzamento 12s con il nodo di uscita 11. Quindi, non appena il secondo segnale di fase B2 commuta nuovamente allo stato basso (istante t_3), termina il trasferimento di carica da parte del primo ramo 2b.

Anche il trasferimento di carica dal condensatore di innalzamento 12d del secondo ramo 2d verso il nodo di uscita 11 non avviene immediatamente di seguito: infatti la commutazione allo stato alto del quarto segnale di fase A1, che porta il condensatore di innalzamento 12d nella condizione di "pronto-per-il-trasferimento", avviene con ritardo rispetto alla commutazione allo stato basso del secondo segnale di fase B2 (istante t_4) e, con una successione di fasi analoga a quella sopra descritta, il collegamento del condensatore di innalzamento 12d del secondo ramo 2d con il nodo di uscita 11 avviene solo in seguito (istante t_5). In pratica, l'intervallo di tempo t_0-t_2 rappresenta il tempo morto esistente fra l'inizio del semiperiodo di trasferimento di carica e l'inizio del trasferimento di carica vero e proprio; l'intervallo di tempo t_3-t_4 rappresenta il tempo morto fra la fine del trasferimento

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

di carica e l'inizio della fase di carica. In totale, l'uscita 11 vede un tempo morto, in cui nessuno dei due rami 2s, 2d trasferisce carica verso l'esterno, pari a t_3-t_5 .

5 La pompa di carica 28 a quattro fasi è quindi poco efficiente, in particolare in caso di elevata frequenza di oscillazione, in cui il tempo di precarica diventa confrontabile con il tempo di pompaggio efficace; inoltre essa è complessa e richiede un'elevata area per ac-
10 comodare i circuiti di generazione dei quattro segnali di fase.

Scopo della presente invenzione è realizzare una pompa di carica che sia priva degli inconvenienti descritti.

15 Secondo la presente invenzione viene realizzata una pompa di carica di potenza, come definita nella rivendicazione 1.

20 Secondo un aspetto dell'invenzione, la tensione applicata ai terminali di porta dei transistori di carica e dei transistori di trasferimento carica è una tensione survoltata generata internamente e fornita in modo incrociato.

25 Secondo un altro aspetto dell'invenzione, in una pompa di carica, comprendente un primo ed un secondo ramo di pompaggio, collegati in parallelo fra un nodo

CERRARO Eland
Iscrizione Albo nr 426/BW

di alimentazione ed un nodo di uscita, vengono eseguite le fasi di: generare primi e secondi segnali di pilotaggio per il primo e, rispettivamente, il secondo ramo di pompaggio tramite un primo e rispettivamente un secondo circuito di pilotaggio; prevedere una prima ed una seconda pompa di carica ausiliaria; fornire i primi e i secondi segnali di pilotaggio alla prima e, rispettivamente, alla seconda pompa di carica ausiliaria per ottenere primi e, rispettivamente, secondi segnali survoltati; e fornire i primi e secondi segnali survoltati al secondo e, rispettivamente, al primo circuito di pilotaggio.

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

- la figura 1 illustra uno schema circuitale di una pompa di carica nota;
- la figura 2 mostra l'andamento di segnali utilizzati nella pompa di carica nota di figura 1;
- la figura 3 mostra uno schema circuitale di un'altra pompa di carica nota;
- la figura 4 mostra l'andamento dei segnali di fase utilizzati per la pompa di carica di figura 3;
- la figura 5 mostra uno schema circuitale sempli-

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo nr 426/BM)

ficato di una prima forma di realizzazione della pompa di carica secondo l'invenzione;

- la figura 6 mostra l'andamento di segnali utilizzati nella pompa di carica di figura 5;

5 - la figura 7 mostra uno schema circuitale semplificato di una seconda forma di realizzazione della pompa di carica secondo l'invenzione; e

10 - la figura 8 mostra uno schema circuitale semplificato di una terza forma di realizzazione della pompa di carica secondo l'invenzione.

15 Come mostrato nella figura 5, una pompa di carica 30 secondo l'invenzione ha una struttura di base simile a quella della pompa di carica 1 di figura 1. I componenti comuni alla pompa di carica nota di figura 1 sono quindi stati indicati con gli stessi numeri di riferimento.

20 In particolare, la pompa di carica 30 è formata da un primo ed un secondo ramo 2s, 2d, ciascuno includente un transistor di carica 3s, risp. 3d, un transistor di trasferimento carica 4s, risp. 4d, un condensatore di innalzamento 12s, risp. 12d. Un oscillatore 18 genera segnali oscillanti F e FN in opposizione di fase ed aventi periodo T forniti ad un primo invertitore 13s, risp. un secondo invertitore 13d; sulle uscite 14s, 25 risp. 14d degli invertitori 13s, risp. 13d sono presen-

CERRARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

ti i segnali di fase Φ , risp. Φ_N , analogamente alla pompa di carica 1 di figura 1.

La pompa di carica 30 comprende inoltre una prima ed una seconda pompa ausiliaria 31s, 31d, fra loro
5 uguali, a doppio stadio e comandate in controfase.

In dettaglio, la prima pompa ausiliaria 31s comprende un primo ed un secondo condensatore ausiliario 32s, 33s, ed un primo ed un secondo interruttore ausiliario formati da un rispettivo primo e secondo transi-
10 store ausiliario 34s, 35s.

Il primo condensatore ausiliario 32s della prima pompa ausiliaria 31s è collegato con un primo morsetto all'uscita 14s del primo invertitore 13s (da cui riceve il segnale di fase Φ) e con un secondo morsetto ad un
15 primo nodo di innalzamento 40s fornente una prima tensione di pilotaggio A. Il secondo condensatore ausiliario 33s della prima pompa ausiliaria 31s è collegato con un primo morsetto all'uscita 14d del secondo invertitore 13d (da cui riceve il segnale di fase Φ_N) e con
20 un secondo morsetto ad un secondo nodo di innalzamento 41s fornente una seconda tensione di pilotaggio B.

Il primo transistor ausiliario 34s della prima pompa ausiliaria 31s ha terminale di pozzo collegato alla linea di alimentazione 10, terminale di sorgente
25 collegato al primo nodo di innalzamento 40s, e termina-

CERBARO Eland
Iscrizione Albo nr 426/BW

le di porta collegato ad un primo nodo di pilotaggio 44s. Il secondo transistor ausiliario 35s ha terminale di pozzo collegato al primo nodo di innalzamento 40s, terminale di sorgente collegato al secondo nodo di innalzamento 41s, e terminale di porta collegato ad un
5 secondo nodo di pilotaggio 43s.

Analogamente, la seconda pompa ausiliaria 31d comprende un terzo ed un quarto condensatore ausiliario 32d, 33d, un terzo ed un quarto interruttore ausiliario
10 formati da un rispettivo terzo e quarto transistor ausiliario 34d, 35d.

Il terzo condensatore ausiliario 32d è collegato fra l'uscita 14d del secondo invertitore 13d ed un terzo nodo di innalzamento 40d fornente una terza tensione di pilotaggio C. Il quarto condensatore ausiliario 33d
15 è collegato fra l'uscita 14s del primo invertitore 13s ed un quarto nodo di innalzamento 41d fornente una quarta tensione di pilotaggio D.

Il terzo transistor ausiliario 34d è collegato
20 fra la linea di alimentazione 10 e il terzo nodo di innalzamento 40d, ed ha terminale di porta collegato ad un terzo nodo di pilotaggio 44d. Il quarto transistor ausiliario 35d è collegato fra il terzo nodo di innalzamento 40d e il quarto nodo di innalzamento 41d, ed ha
25 terminale di porta collegato ad un quarto nodo di pilo-

CERBARO Eland
Iscrizione Albo nr 426/BW

taggio 43d.

La pompa di carica 30 comprende inoltre un primo ed un secondo circuito di pilotaggio, formati ciascuno da un circuito invertitore 45s, 45d. Il primo circuito
5 invertitore 45s è formato da un primo transistor di pilotaggio 46s, di tipo PMOS e da un secondo transistor di pilotaggio 47s, di tipo NMOS. Il secondo circuito invertitore 45d è formato da un terzo transistor di pilotaggio 46d, di tipo PMOS, e da un quarto transistor
10 re di pilotaggio 47d, di tipo NMOS.

Il primo transistor di pilotaggio 46s ha terminale di sorgente 48s collegato al quarto nodo di innalzamento 41d e ricevente il quarto segnale di pilotaggio D; terminale di porta collegato al primo nodo di pilotaggio 44s, a sua volta collegato al nodo di innalzamento 40d e ricevente quindi il terzo segnale di pilotaggio C; e terminale di pozzo collegato al secondo nodo di pilotaggio 43s e fornente un quinto segnale di pilotaggio E.
15

20 Il secondo transistor di pilotaggio 47s ha terminale di pozzo collegato al secondo nodo di pilotaggio 43s; terminale di porta collegato al primo nodo di pilotaggio 44s; e terminale di sorgente collegato al primo nodo intermedio 5s.

25 Il terzo transistor di pilotaggio 46d ha termina-

CERBARO Elend
Iscrizione Albo nr 426/BW

le di sorgente 48d collegato al secondo nodo di innalzamento 41s e riceve il secondo segnale di pilotaggio B; terminale di porta collegato al terzo nodo di pilotaggio 44d, a sua volta collegato al primo nodo di innalzamento 40s e quindi riceve il primo segnale di pilotaggio A; e terminale di pozzo collegato al quarto nodo di pilotaggio 43d e fornisce un sesto segnale di pilotaggio G.

Il quarto transistor di pilotaggio 47d ha terminale di pozzo collegato al quarto nodo di pilotaggio 43d; terminale di porta collegato al terzo nodo di pilotaggio 44d; e terminale di sorgente collegato al secondo nodo intermedio 5d.

Infine, il terminale di porta del primo transistor di carica 3s è collegato al primo nodo di pilotaggio 44s e riceve il terzo segnale di pilotaggio C; il terminale di porta del secondo transistor di carica 3d è collegato al terzo nodo di pilotaggio 44d e riceve il primo segnale di pilotaggio A; il terminale di porta del primo transistor di trasferimento carica 4s è collegato al secondo nodo di pilotaggio 43s e riceve il quinto segnale di pilotaggio E; il terminale di porta del secondo transistor di trasferimento carica 4d è collegato al quarto nodo di pilotaggio 43d e riceve il sesto segnale di pilotaggio G.

CENBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BWJ

I condensatori ausiliari 32s, 32d, 33s, 33d sono di dimensioni molto più piccole di uno o due ordini di grandezza rispetto ai condensatori di innalzamento 12s, 12d, che sono di potenza. Ad esempio, se si deve fornire all'esterno una corrente di uscita I_{out} di 2-4 mA, ad una tensione di uscita $V_{out} = 4,5$ V, con una tensione di alimentazione $V_{DD} = 2,7$ V, una frequenza di oscillazione di 30 MHz, i condensatori di innalzamento 12s, 12d possono avere capacità di 70-100 pF e i condensatori ausiliari 32s, 32d, 33s, 33d possono avere capacità di 2-3 pF.

In seguito, il funzionamento della pompa di carica 30 verrà descritto in una situazione di regime, dopo che i condensatori di carica 12s, 12d si sono caricati.

Quando il segnale oscillante F e il segnale di fase Φ_N sono alti e il segnale oscillante FN e il segnale di fase Φ sono bassi, il primo ramo 2s è in uno stato di carica e il secondo ramo 2d è in uno stato di trasferimento di carica. In questa situazione, e come in seguito chiarito, il primo segnale di pilotaggio A è V_{DD} , il secondo segnale di pilotaggio B è a $3V_{DD}$, il terzo e il quarto segnale di pilotaggio C, D sono a $2V_{DD}$, il quinto segnale di pilotaggio E è V_{DD} e il sesto segnale di pilotaggio G è a $3V_{DD}$.

Di conseguenza, il primo transistor ausiliario

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

34s è acceso, connettendo il primo nodo di innalzamento 40s alla linea di alimentazione 10 e ponendo il primo segnale di pilotaggio A a V_{DD} , come sopra indicato. Inoltre, il primo transistor di carica 3s è pure acceso e la tensione survoltata V_s sul nodo intermedio 5s è pari a V_{DD} . Il primo transistor di pilotaggio 46s è spento (ha terminali di porta e sorgente alla stessa tensione $2V_{DD}$) e il secondo transistor di pilotaggio 47s è acceso; di conseguenza, esso mantiene il quinto segnale di pilotaggio E a V_{DD} e cortocircuita i terminali di sorgente e porta del primo transistor trasferimento carica 4s che quindi è spento, impedendo il passaggio di corrente dal nodo di uscita 11 verso il primo nodo intermedio 5s. Inoltre, anche il secondo transistor di innalzamento 35s è spento, avendo terminali di porta e sorgente alla stessa tensione, e il secondo segnale di pilotaggio B può portarsi a $3V_{DD}$.

Viceversa, il terzo transistor di innalzamento 34d e il secondo transistor di carica 3d sono spenti (hanno terminali di porta e sorgente alla stessa tensione), consentendo l'innalzamento del terzo segnale di pilotaggio C e della seconda tensione survoltata V_d a $2V_{DD}$. Il terzo transistor di pilotaggio 46d è acceso (il secondo segnale di pilotaggio B è a $3V_{DD}$ e il primo segnale di pilotaggio A è a V_{DD}), mentre il quarto

CERTARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

transistore di pilotaggio 47d è spento (avendo terminale di porta a tensione inferiore rispetto al suo terminale di sorgente); di conseguenza il sesto segnale di pilotaggio G è a $3V_{DD}$, e mantiene accesi il quarto
5 transistore di innalzamento 35d e il secondo transistore di trasferimento carica 4d.

Il quarto transistore di innalzamento 35d permette quindi il trasferimento di carica dal terzo condensatore ausiliario 32d verso il quarto condensatore ausiliario 33d, che si carica appunto a $2V_{DD}$; analogamente il
10 secondo transistore di trasferimento carica 4d trasferisce verso il nodo di uscita 11 la carica accumulata nella fase precedente.

Nel semiperiodo successivo, il segnale oscillante F e il segnale di fase Φ_N sono bassi; il segnale oscillante FN e il segnale di fase Φ sono alti. In questa situazione, il primo segnale di pilotaggio A è $2V_{DD}$, il secondo segnale di pilotaggio B è a $2V_{DD}$, il terzo segnale di pilotaggio C è a V_{DD} , il quarto segnale di pilotaggio D è a $3V_{DD}$, il quinto segnale di pilotaggio E è $3V_{DD}$ e il sesto segnale di pilotaggio G è a V_{DD} . Di conseguenza, il comportamento dei componenti del primo e del secondo ramo 2s, 2d, delle pompe ausiliarie 31s, 31d e del primo e secondo circuito invertitore 45s, 45d
20 è duale rispetto a quanto descritto sopra; il primo ra-

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

mo 2s è in uno stato di trasferimento di carica e fornisce corrente al nodo di uscita 11, mentre il secondo ramo 2d è in uno stato di carica.

La pompa di carica 30 presenta i seguenti vantaggi. In primo luogo, rispetto alle pompe di carica a diodi, essa non presenta cadute per effetto body, dato che i transistori di carica 3s, 3d e i transistori di trasferimento carica 4s, 4d vengono accesi da tensioni di pilotaggio maggiori rispetto alle tensioni presenti sui rispettivi terminali di pozzo. Grazie all'uso di due sole fasi, il circuito è semplice, richiede meno spazio rispetto alla "cross pump" e offre un risparmio anche energetico relativo agli stadi di pilotaggio. Inoltre, a parità di dimensione dei componenti e di frequenza di oscillazione, la pompa di carica descritta presenta una fase attiva di pompaggio più lunga. Infatti, non esistono tempi morti di precarica dei condensatori di innalzamento, durante i quali nessuno dei due rami 2s, 2d eroga corrente in uscita. Ciò consente di diminuire l'ondulazione sulla tensione di uscita in condizione di erogazione di corrente continua, in quanto esiste sempre una fase di spinta in uscita. Inoltre, il rendimento della pompa di carica 30 è maggiore rispetto al rendimento delle pompe di carica note.

Infatti, schematizzando la pompa di carica 30 come

CERPARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

un blocco circuitale che assorbe una corrente I_{in} da un generatore di tensione V_{in} ed eroga in uscita la corrente I_{out} alla tensione V_{out} , il rendimento η_p in potenza può essere espresso come rapporto fra la potenza erogata P_{out} e la potenza assorbita P_{in} :

$$\eta_p = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100$$

in cui $P_{out} = V_{out} \cdot I_{out}$ e $P_{in} = V_{in} \cdot I_{in}$. Nel caso ideale in cui il rendimento è del 100% e in cui si voglia $V_{out} = 2V_{in}$, segue che $I_{out} = I_{in}/2$. In tal caso, il rendimento in termini di corrente definito come

$$\eta_I = \frac{I_{out}}{I_{in}} 100$$

risulta del 50%. Un modo completo per valutare l'efficienza dell'intera pompa consiste nel sommare nel termine I_{in} tutti i contributi di corrente in ingresso, compresa la corrente assorbita dall'oscillatore 18.

A titolo di esempio, volendo progettare una pompa di carica di potenza alimentata da una tensione di alimentazione a bassa tensione ($V_{DD} = 2,7$ V) in grado di erogare una corrente massima in uscita pari a 4 mA ad una tensione $V_{out} = 4,5$ V utilizzando un oscillatore 18 a 25 MHz, i condensatori di innalzamento devono essendo di almeno 60 pF ciascuno. Nelle ipotesi indicate, il rendimento di corrente η_I risulta prossimo al 40%. Tale elevato rendimento deriva da un lato dalla semplicità

del circuito a due fasi, che non necessita di ulteriori strutture di controllo, e dall'altro dal fatto che, durante lo spegnimento degli interruttori 3s, 3d, 4s, 4d, la carica spostata dalle loro regioni di porta non si perde verso massa, ma contribuisce a ricaricare le strutture capacitive collegate.

La figura 7 mostra una pompa di carica 50, costituente una versione semplificata della pompa di carica 30 di figura 5. In pratica, la pompa di carica 50 di figura 7 differisce dalla pompa di carica 30 di figura 5 per il fatto di non comprendere il primo e il terzo condensatore ausiliario 32s, 32d e il primo e il terzo transistor ausiliario 34s, 34d. Inoltre, il terminale di pozzo del secondo e del quarto transistor ausiliario 35s, 35d è collegato al nodo intermedio 5s, risp. 5d per consentire la carica del rispettivo secondo e quarto condensatore ausiliario 33s, risp. 33d durante la fase di trasferimento di carica del rispettivo ramo 2s, 2d. Ne consegue inoltre che il primo ed il secondo circuito invertitore 45s, 45d ricevono in ingresso rispettivamente la tensione survoltata Vd, risp. Vs. Per il resto, la pompa di carica 50 di figura 7 è identica alla pompa di carica 30 di figura 5.

Il funzionamento della pompa di carica 50 è il seguente. Quando il segnale di fase Φ è basso e il segna-

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

le di fase Φ_N è alto, il condensatore di innalzamento
 12s è in fase di carica attraverso il primo transistor
 di carica 3s (la tensione survoltata V_d sul primo nodo
 di pilotaggio 44s è a $2V_{DD}$, dato che il condensatore di
 5 innalzamento 12d è in fase di trasferimento di carica).
 Il segnale di fase B è alto (a $3V_{DD}$) e il segnale di
 fase D è basso (a $2V_{DD}$). Di conseguenza, il secondo
 transistor di pilotaggio 47s è acceso e il transistor
 di trasferimento carica 4s del primo ramo 2s è spento
 10 (così come il terzo transistor ausiliario 35s). Vice-
 versa, il transistor di carica 3d del secondo ramo 2d
 è spento (la tensione survoltata V_s sul terzo nodo di
 pilotaggio 44d è a V_{DD}), il terzo transistor di pilo-
 taggio 46d è acceso e il transistor di trasferimento
 15 carica 4d è acceso, consentendo il trasferimento di ca-
 rica dal condensatore di innalzamento 12d verso l'usci-
 ta 11. Inoltre, ~~il~~ quarto transistor ausiliario 35d è
 acceso e consente il ripristino della carica del quarto
 condensatore ausiliario 33d da parte del transistor di
 20 innalzamento 12d del secondo ramo 2d. Quando i segnali
 di fase Φ e Φ_N commutano, il comportamento si inverte.

La pompa di carica 50 viene utilizzata vantaggio-
 samente in condizioni di bassa potenza, quando non è
 richiesta un'elevata corrente di uscita, in quanto la
 25 carica del condensatore di innalzamento 12s, 12d viene

CERBARO Elena
 Iscrizione Albo nr 426/DW

in parte anche trasferita al secondo condensatore ausiliario 33s rispettivamente al quarto condensatore ausiliario 33d per generare il secondo e il quarto segnale di fase B, D.

5 La figura 8 mostra una terza forma di realizzazione della pompa di carica secondo l'invenzione, nella quale sono presenti più stadi in cascata per ottenere una tensione di uscita di valore maggiore di $2V_{DD}$.

10 In dettaglio, una pompa di carica 60 comprende un primo ed un secondo ramo 2s, 2d formati da cinque primi stadi 61s, collegati reciprocamente in cascata, e, rispettivamente, da cinque secondi stadi 61d, collegati reciprocamente in cascata. Ciascuno stadio 61s, 61d comprende un transistor di carica 3s, risp. 3d; un
15 condensatore di innalzamento 12s, risp. 12d; ed un circuito invertitore 45s, risp. 45d, ad eccezione del primo stadio di ciascun ramo 2s, 2d che viene pilotato direttamente dai segnali di pilotaggio forniti dal ramo opposto, come in seguito spiegato. Il condensatore di
20 innalzamento 12s, 12d di ciascuno stadio 61s, risp. 61d del primo ramo 2s, risp. del secondo ramo 2d è pilotato con un segnale di fase Φ , Φ_N opposto rispetto allo stadio immediatamente precedente dello stesso ramo 2s, 2d e al corrispondente stadio 61d, risp. 61s del ramo
25 opposto 2d, risp. 2s.

CERBARO ELEM
Iscrizione Albo n° 426/BM

Il terminale di sorgente di ciascun transistorore di carica 3s è collegato al rispettivo condensatore di innalzamento 12s e al terminale di pozzo del transistorore di carica 3s dello stadio successivo in un nodo intermedio 5s fornente una tensione N1s, N2s, ..., N5s; analogamente il terminale di sorgente di ciascun transistorore di carica 3d è collegato al rispettivo condensatore di innalzamento 12d e al terminale di pozzo del transistorore di carica 3d dello stadio successivo in un nodo intermedio 5d fornente una tensione di pilotaggio N1d, N2d, ..., N5d.

La tensione di pilotaggio N1s del primo stadio 61s del primo ramo 2s è fornita al terminale di porta del transistorore di carica 3d del primo stadio 61d e all'ingresso del circuito invertitore 45d del secondo stadio 61d del secondo ramo 2d. Analogamente, la tensione di pilotaggio N1d del primo stadio 61d del secondo ramo 2d è fornita al terminale di porta del transistorore di carica 3s del primo stadio 61s e all'ingresso del circuito invertitore 45s del primo stadio 61s del primo ramo 2s. Le tensioni di pilotaggio N2s, ..., N5s sono fornite al terminale di sorgente del terzo transistorore di pilotaggio 46d del corrispondente stadio 61d del secondo ramo 2d; analogamente, le tensioni di pilotaggio N2d, ..., N5d sono fornite al terminale di sorgente del

CERDARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

primo transistorore di pilotaggio 46s del corrispondente stadio 61s del primo ramo 2s. L'uscita di ciascun circuito invertitore 45s, 45d di ogni stadio 61s, 61d è fornita al terminale di porta del transistorore di carica 3s, 3d e all'ingresso del circuito invertitore 45s, 45d dello stadio successivo dello stesso ramo 2s, risp. 3d.

Un transistorore di trasferimento carica 4s, 4d ha terminale di pozzo collegato al terminale di pozzo e terminale di porta collegato al terminale di porta del transistorore di carica 3s, risp. 3d dell'ultimo stadio; i transistori di trasferimento carica 4s, 4d hanno inoltre terminale di sorgente collegati al nodo di uscita 11.

Quando il segnale di fase Φ è basso e il segnale di fase Φ_N è alto, il condensatore di innalzamento 12s del primo, terzo, quinto stadio 61s del primo ramo 2s e il condensatore di innalzamento 12d del secondo e quarto stadio del secondo ramo 2d sono in fase di carica; inoltre il condensatore di innalzamento 12d del primo, terzo, quinto stadio 61d del secondo ramo 2d e del secondo e quarto stadio 61s del primo ramo 2s sono in fase di trasferimento di carica. La tensione di pilotaggio N1s è quindi a V_{DD} ; inoltre le tensioni di pilotaggio N1d, N2d, sono $2V_{DD}$; le tensioni di pilotaggio N2s e N3s sono a $3V_{DD}$; le tensioni di pilotaggio N3d e N4d

CERVARO Piero
Iscrizione Albo n. 424/BW

sono a $4V_{DD}$; le tensioni di pilotaggio N4s e N5s sono a $5V_{DD}$; la tensione di pilotaggio N5d è a $6V_{DD}$. Quando invece il segnale di fase Φ è alto e il segnale di fase Φ_N è basso, la situazione si inverte e la tensione di pilotaggio N1d è a V_{DD} ; le tensioni di pilotaggio N1s, N2s, sono $2V_{DD}$; le tensioni di pilotaggio N2d e N3d sono a $3V_{DD}$; le tensioni di pilotaggio N3s e N4s sono a $4V_{DD}$; le tensioni di pilotaggio N4d e N5d sono a $5V_{DD}$; la tensione di pilotaggio N5s è a $6V_{DD}$.

10 In questo caso, quindi, le tensioni di pilotaggio di ciascun ramo 2s, 2d vengono generate in modo incrociato direttamente dal ramo 2d, 2s opposto; inoltre, analogamente alle pompe di carica 30 e 50 delle figure 5 e 7, non esistono tempi morti fra le fasi di pompaggio attivo. La pompa di carica 60 di figura 8 presenta
15 inoltre il vantaggio della modularità.

— Risulta infine evidente che alla pompa di carica descritta possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione.
20 Ad esempio, il numero di stadi della pompa di carica a più stadi di figura 8 può variare da un minimo di due fino ad un massimo desiderato, a seconda della tensione di uscita voluta.

CERRARO Elena
Iscrizione Albo n° 426/BM

R I V E N D I C A Z I O N I

1. Dispositivo a pompa di carica, comprendente un primo ed un secondo ramo di pompaggio (2s, 2d), collegati in parallelo ed aventi ingressi di comando collegati ad un rispettivo circuito di pilotaggio (45s, 45d), caratterizzato dal fatto di comprendere una prima ed una seconda pompa di carica ausiliaria (31s, 31d) collegata a detto primo e rispettivamente detto secondo ramo di pompaggio e generante segnali di pilotaggio (A-D) per un circuito di pilotaggio opposto.

2. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 1, in cui ciascun detto circuito di pilotaggio (45s, 45d) genera rispettivi segnali di pilotaggio (A-D) per detti primo e, rispettivamente, secondo ramo di pompaggio (2s, 2d) e per detta prima e, rispettivamente, detta seconda pompa di carica ausiliaria (31s, 31d).

3. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui ciascun detto circuito di pilotaggio (45s, 45d) comprende un rispettivo circuito invertitore avente un ingresso di comando (44s, 44d), un ingresso di alimentazione (48s, 48d) ed un'uscita di pilotaggio (43s, 43d), e ciascuna pompa ausiliaria comprende una prima ed una seconda uscita (40s, 40d, 41s, 41d); detta prima uscita di ciascuna detta pompa ausi-

CEBRO Elettrotecnica
Iscrizione Albo nr 426/BM

liaria essendo collegata a detto ingresso di comando di un opposto circuito invertitore e detta seconda uscita di ciascuna detta pompa ausiliaria essendo collegata a detto ingresso di alimentazione di un opposto circuito invertitore, detta uscita di pilotaggio di ciascun detto circuito invertitore essendo collegata ad un rispettivo ramo di pompaggio.

3. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 2, in cui ciascun detto ramo di pompaggio (2s, 2d) comprende un transistor di carica, un transistor di trasferimento carica, un condensatore di innalzamento, detto transistor di carica essendo accoppiato fra un nodo di alimentazione ed un nodo intermedio (5s, 5d), detto transistor di trasferimento carica essendo accoppiato fra detto nodo intermedio ed un nodo di uscita (11) e detto condensatore di innalzamento avendo un primo morsetto collegato a detto nodo intermedio ed un secondo morsetto ricevente un segnale oscillante e in cui detto ingresso di comando di ciascun detto circuito invertitore è collegato ad un terminale di comando di detto transistor di carica di un rispettivo ramo di pompaggio e detta uscita di pilotaggio di ciascun detto circuito invertitore è collegata ad un terminale di comando di detto transistor di trasferimento carica.

CERRARO Elend
Iscrizione Albo nr 426/BW

4. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 3, in cui ciascuna pompa di carica ausiliaria comprende un primo ed un secondo interruttore ausiliario (34s, 35s; 34d, 35d) ed un primo ed un secondo condensatore ausiliario, detti primo e secondo interruttore ausiliario essendo collegati fra detto nodo di alimentazione e detta seconda uscita ed essendo collegati in corrispondenza di detta prima uscita, detto primo condensatore ausiliario avendo un primo morsetto collegato a detta prima uscita ed un secondo morsetto ricevente un rispettivo primo segnale di fase, detto secondo condensatore ausiliario avendo un primo morsetto collegato a detta seconda uscita ed un secondo morsetto ricevente un rispettivo secondo segnale di fase, opposto a detto primo segnale di fase, detti secondi morsetti di detti primi condensatori ausiliari di detti circuiti di pilotaggio ricevendo opposti primi segnali di fase.

5. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 4, in cui detti primo e secondo interruttore ausiliario (34s, 35s; 34d, 35d) comprendono un primo, rispettivamente un secondo transistor ausiliario avente un ingresso di comando, detto ingresso di comando di detto primo transistor ausiliario essendo collegato a detto ingresso di comando di detto rispettivo circuito

CERTARDO ELEVA
Iscrizione Albo nr 426/BW

invertitore e detto ingresso di comando di detto secondo transistor ausiliario essendo collegato a detta uscita di pilotaggio di detto rispettivo circuito invertitore.

5 6. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 3, in cui ciascuna pompa di carica ausiliaria comprende un interruttore ausiliario (35s, 35d) ed un condensatore ausiliario, detto transistor ausiliario essendo collegato fra detta prima e detta seconda uscita,
10 detto condensatore ausiliario avendo un primo morsetto collegato a detta seconda uscita ed un secondo morsetto ricevente un segnale di fase, detta prima uscita di ciascuna pompa ausiliaria essendo inoltre collegata a detto nodo intermedio di un rispettivo ramo
15 di pompaggio e detti secondi morsetti di detti condensatori ausiliari di detti circuiti di pilotaggio ricevendo opposti segnali di fase.

 7. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 6, in cui detto interruttore ausiliario (35s,
20 35d) comprende un transistor ausiliario avente un ingresso di comando, detto ingresso di comando di detto transistor ausiliario essendo collegato a detta uscita di pilotaggio di detto rispettivo circuito invertitore.

 8. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 2, in cui detta pompa ausiliaria è formata da
25

CERBARO Fland
Iscrizione Albo n° 426/BM

detto opposto ramo di pompaggio.

9. Dispositivo a pompa di carica secondo la rivendicazione 8, in cui ciascun detto ramo di pompaggio comprende almeno un primo ed un secondo stadio in cascata, ciascun detto stadio comprendendo un transistor
5 di carica e un condensatore di innalzamento, detto transistor di carica di detto primo stadio di detti primo e secondo ramo di pompaggio essendo accoppiato fra detto nodo di alimentazione ed un primo nodo inter-
10 medio, detto transistor di carica di detto secondo stadio di detti primo e secondo ramo di pompaggio essendo collegato fra detto primo nodo intermedio ed un secondo nodo intermedio ed essendo accoppiato a detto
nodo di uscita, ciascun detto condensatore di innalza-
15 mento avendo un primo morsetto collegato ad un rispettivo nodo intermedio ed un secondo morsetto ricevente un segnale oscillante, e in cui detto primo e secondo
nodo intermedio formano detta prima e detta seconda uscita di detta pompa di carica ausiliaria, detto in-
20 gresso di comando di ciascun detto circuito invertitore è collegato ad un terminale di comando di detto transistor di carica di un rispettivo primo ramo di pompaggio e detta uscita di pilotaggio di ciascun detto cir-
cuito invertitore è collegata ad un terminale di coman-
25 do di detto transistor di carica di un rispettivo se-

CERVARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW

condo ramo di pompaggio.

10. Metodo di pilotaggio di una pompa di carica
(30; 50; 60), comprendente un primo ed un secondo ramo
di pompaggio (2s, 2d), collegati in parallelo, compren-
5 dente la fase di:

generare primi e secondi segnali di pilotaggio (C,
E, G, A) per detti primo e, rispettivamente, secondo
ramo di pompaggio tramite un primo e rispettivamente un
secondo circuito di pilotaggio (45s, 45d),

10 caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi
di:

prevedere una prima ed una seconda pompa di carica
ausiliaria (31s, 31d);

fornire detti primi e secondi segnali di pilotag-
15 gio (C, E, G, A) a detta prima e, rispettivamente, det-
ta seconda pompa di carica ausiliaria per ottenere pri-
mi e, rispettivamente, secondi segnali survoltati (A,
B, C, D);

fornire detti primi e secondi segnali survoltati a
20 detto secondo e, rispettivamente, detto primo circuito
di pilotaggio.

11. Dispositivo a pompa di carica sostanzialmente
come descritto con riferimento alle figure annesse.

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

25

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 420/BMI

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 425/BMI





0001A 000537

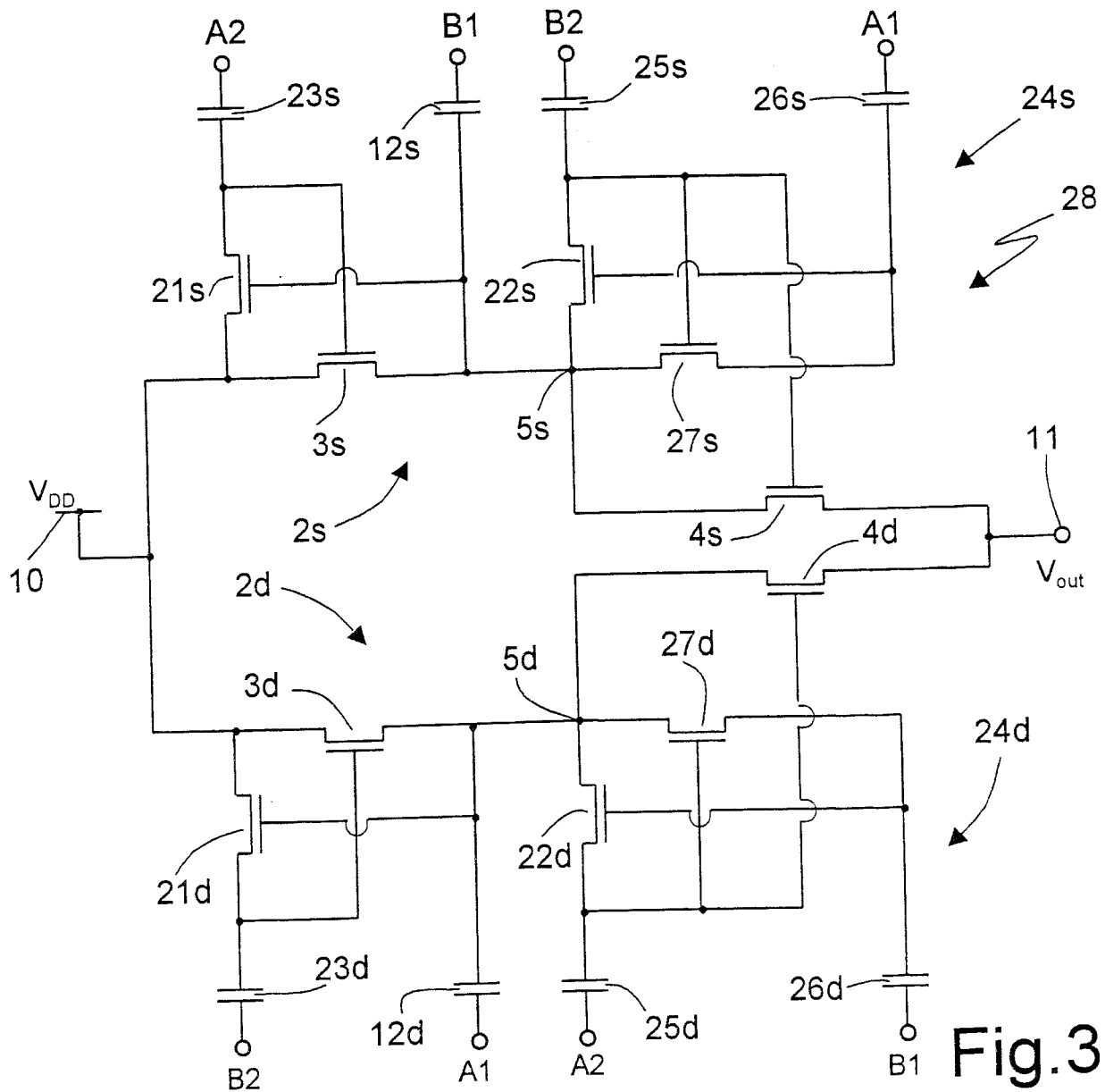


Fig.3

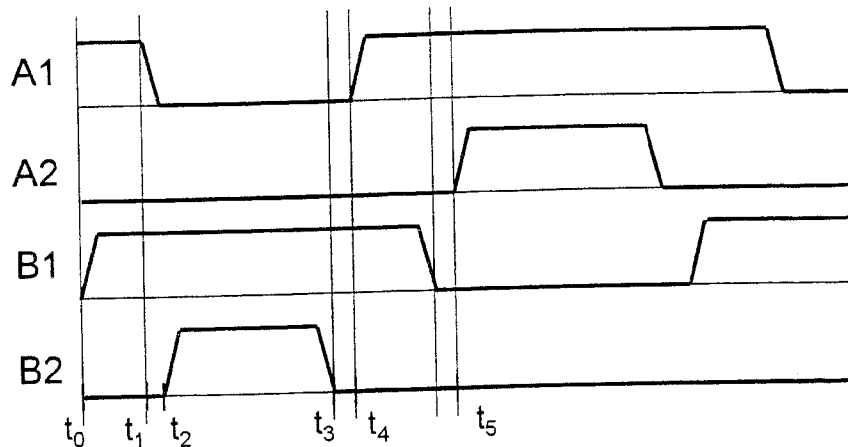


Fig.4

2001A 000537

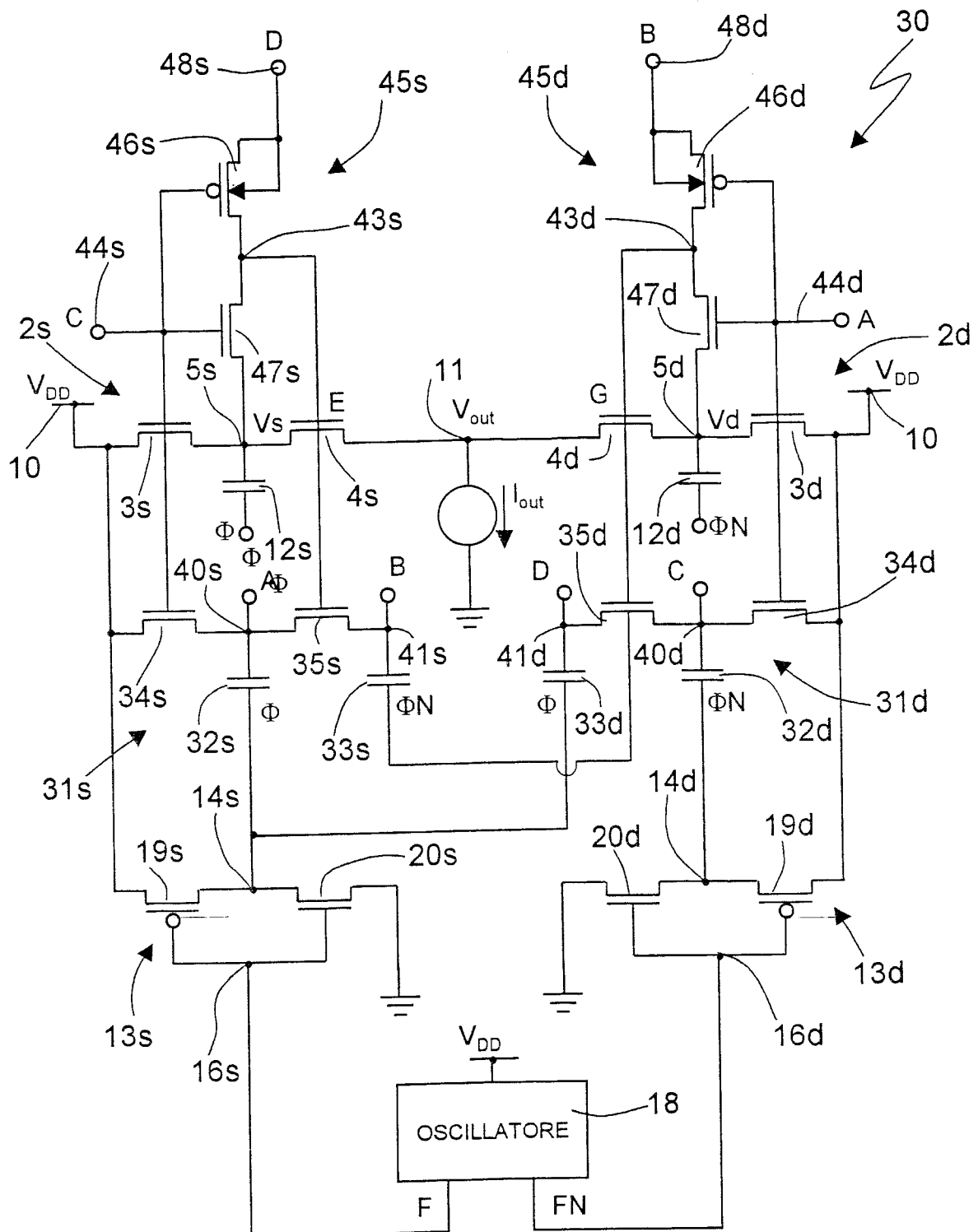


Fig.5

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

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BMI

70 0001A 000537

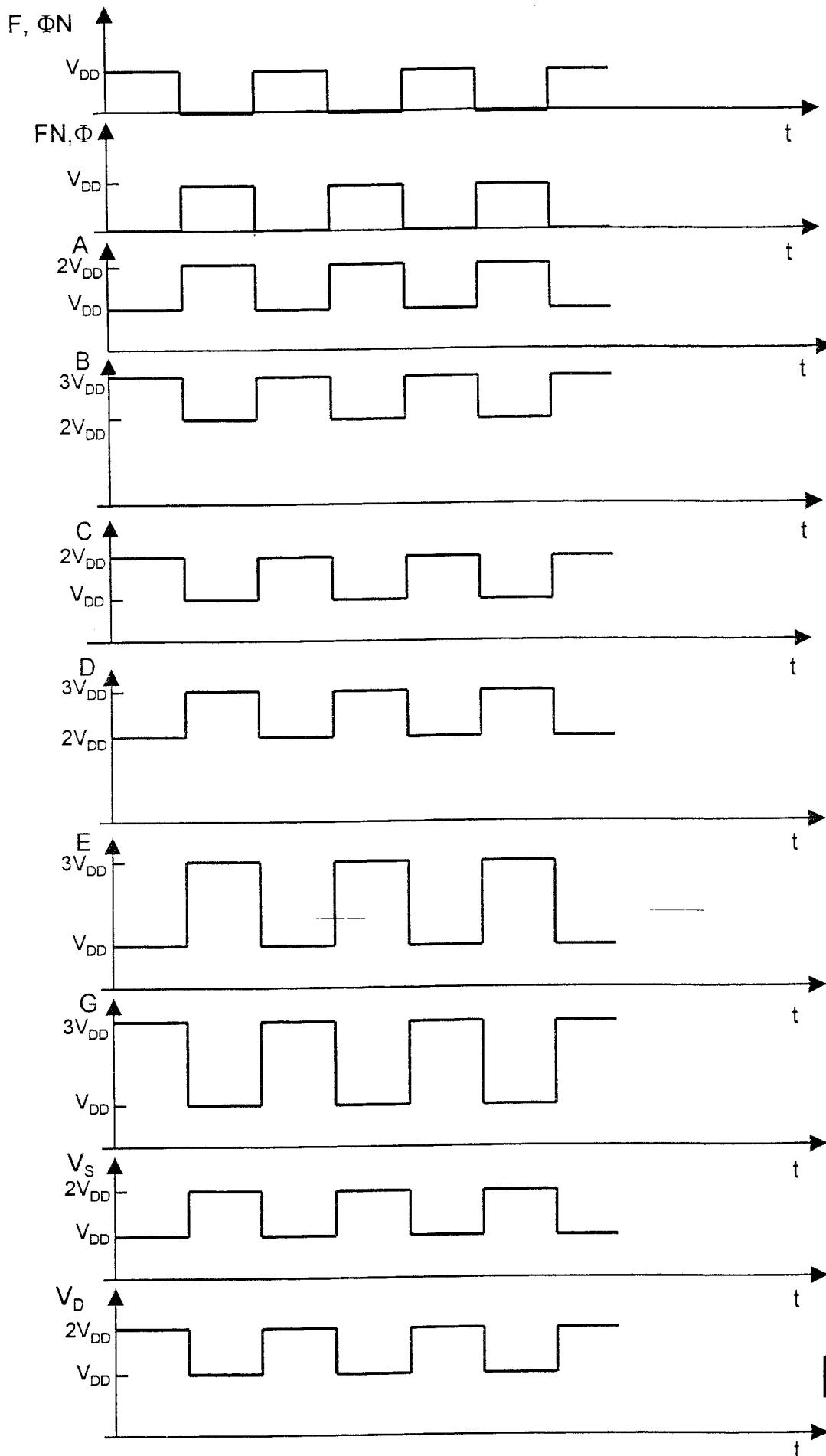


Fig.6

70 2001A 000537

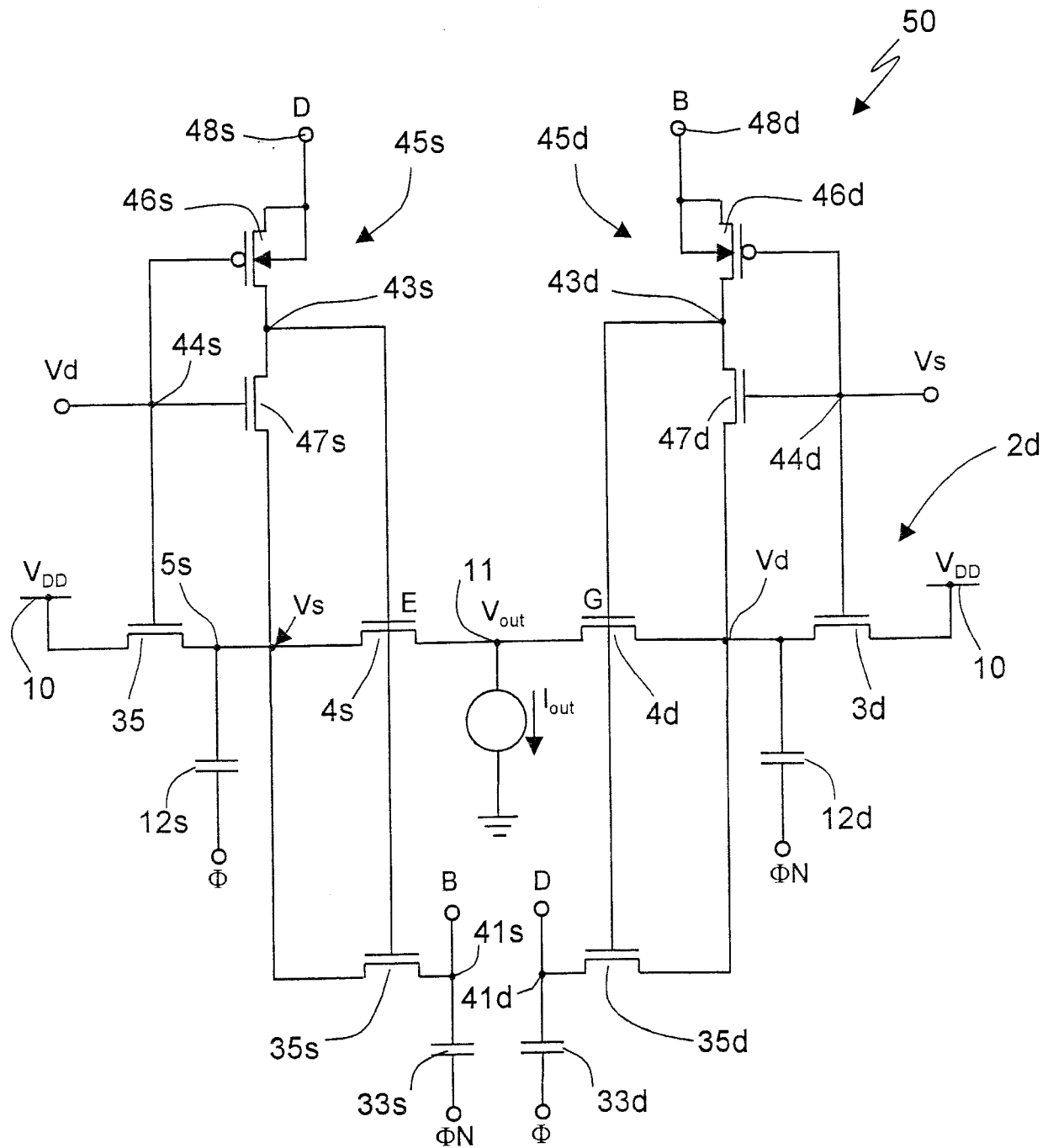


Fig.7

p.i.: SIMICROELECTRONICS S.R.L.

CERASO Elena
 Iscrizione Albo nr 420/BM

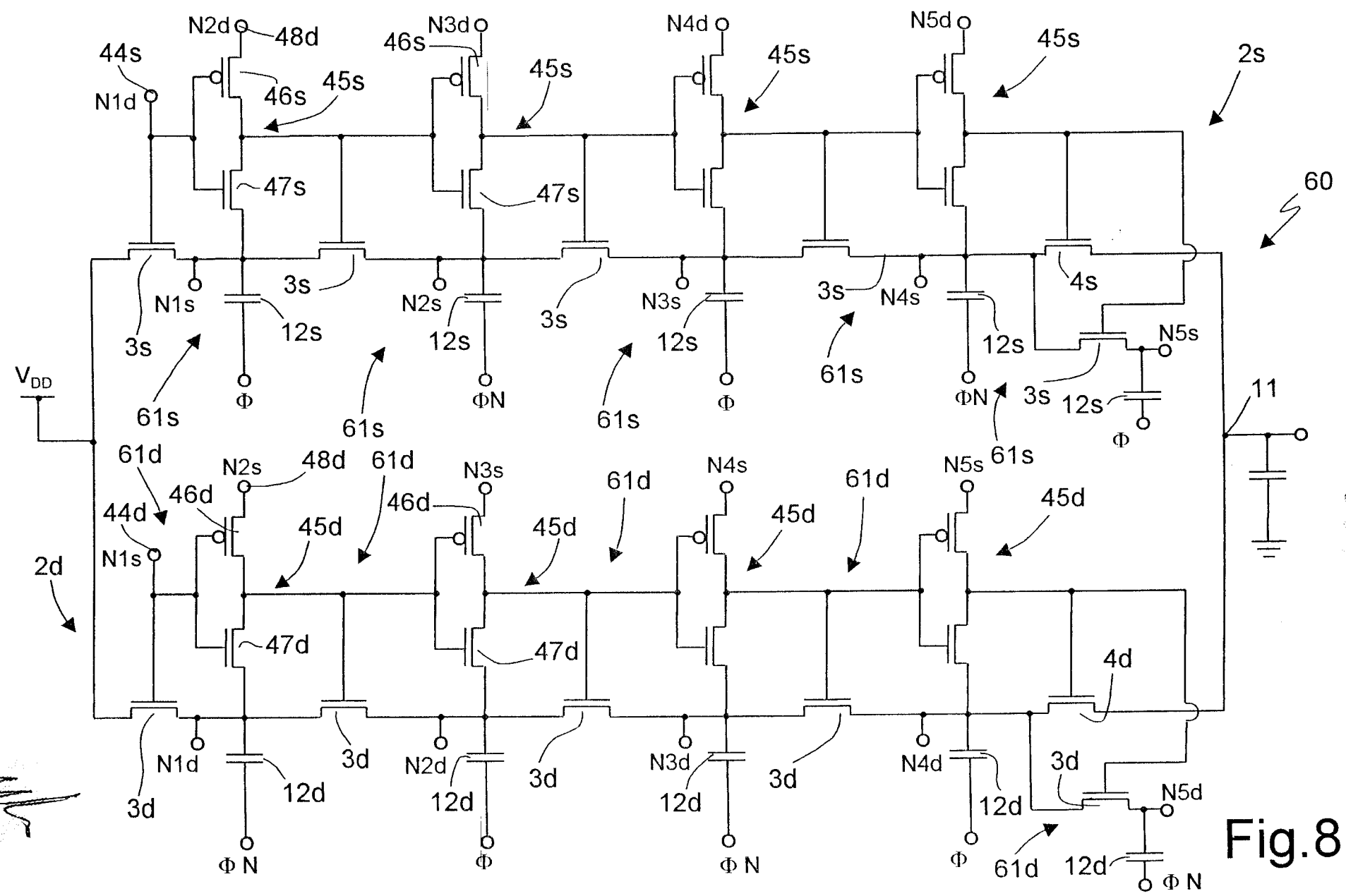


Fig.8