

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 905 598 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.1999 Patentblatt 1999/13

(51) Int. Cl.⁶: G05F 3/26, H03K 17/0412

(21) Anmeldenummer: 98117578.9

(22) Anmeldetag: 16.09.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 30.09.1997 DE 19743204
29.01.1998 DE 19803471

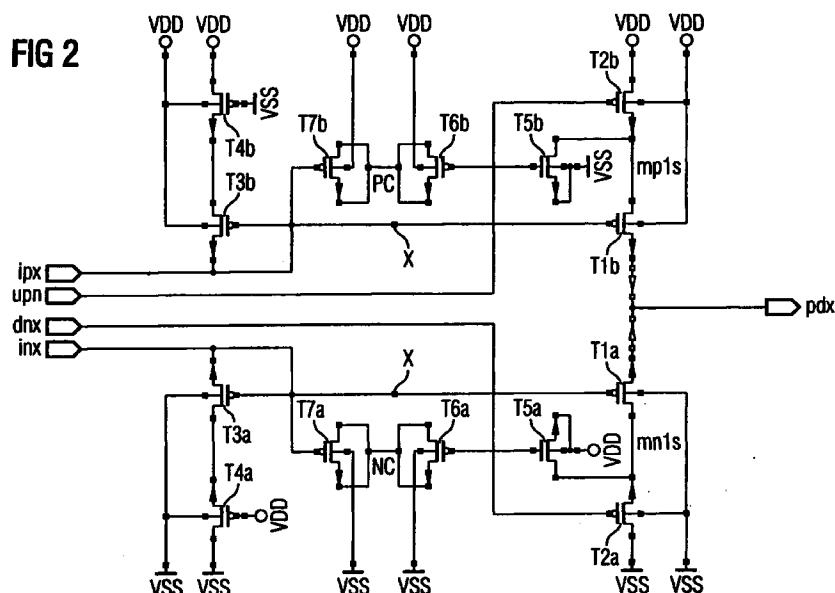
(71) Anmelder:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• Götz, Edmund
85221 Dachau (DE)
• Scholz, Markus
81737 München (DE)
• Feng, Shen, Dr.
81373 München (DE)
• Donig, Günter
85586 Poing (DE)

(54) Schaltbare Stromquellenschaltung

(57) Es wird eine schaltbare Stromquellenschaltung, insbesondere zur Verwendung in integrierten PLL-Schaltungen beschrieben, die es unter Verwendung zweier Stromspiegelschaltungen ermöglicht, an ihrem Ausgang sowohl einen Strom mit positivem Vorzeichen als auch einen Strom mit negativem Vorzeichen bereit-

zustellen. Gegenüber bekannten schaltbaren Stromquellenschaltungen weist die hier beschriebene Schaltung eine geringere Abhängigkeit der Ausgangsstromimpulsform von der Schaltfrequenz und von Änderungen der Versorgungsspannung auf.



EP 0 905 598 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine schaltbare Stromquellenschaltung, bei der Ströme unterschiedlichen Vorzeichens auf einen gemeinsamen Ausgang geschaltet werden können. Solche Schaltungen finden beispielsweise in Phasenregelschleifen Verwendung.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind schaltbare Stromquellenschaltungen bekannt. In den Stromquellenschaltungen ist dabei eine sogenannte Stromspiegelschaltung vorgesehen. Eine Stromspiegelschaltung ist eine Stromquellenschaltung mit Transistoren, bei der der Ausgangsstrom in bestimmtem Verhältnis zum Eingangs- oder Referenzstrom steht. Über eine Steuerstufe wird ein Steuer- oder Eingangsstrom eingepreßt, und in Abhängigkeit vom eingepreßten Steuerstrom wird eine Steuerspannung bereitgestellt. Weiter hat die Stromspiegelschaltung eine Ausgangsstufe, die in Abhängigkeit von der Steuerspannung der Steuerstufe einen Ausgangsstrom bereitstellt, der nahezu lastunabhängig ist. Der Ausgangsstrom ist proportional zum Eingangs- oder Steuerstrom. Der Ausgangsstrom kann dabei größer, gleich oder kleiner als der Eingangsstrom sein.

[0003] Diese Stromquellenschaltungen können nun als schaltbare Stromquellenschaltungen ausgebildet sein. Dabei wird eine Ausgangsstufe des Stromspiegels über einen elektronischen Schalter mit einem üblicherweise festen Bezugspotential verbunden. In einer Abwandlung verwendet die Stromquellenschaltung zwei Stromspiegelschaltungen, deren Ausgangsstufen über elektronische Schalter mit Bezugspotentialen unterschiedlichen Vorzeichens verbunden werden können. Der oder die sich so ergebenden Ströme werden auf einen gemeinsamen Ausgang abgebildet.

[0004] Eine solche schaltbare Stromquellenschaltung ist aus der europäischen Patentschrift EP 0 570 820 bekannt. Ihr Aufbau und ihre Funktionsweise sollen im folgenden anhand der Zeichnungsfigur 1 näher dargestellt werden. Die in dieser europäischen Patentschrift und in der Zeichnungsfigur 1 dargestellte Stromquellenschaltung besteht aus zwei Einzelschaltungen, die einen oberen Teil beziehungsweise einen unteren Teil der Gesamtschaltung bilden, deren Hauptbestandteil jeweils eine Stromspiegelschaltung ist.

[0005] Der obere Teil der Schaltung, der sich oberhalb einer gedachten waagrechten Linie befindet, die sich in Höhe des gemeinsamen Ausgangs pdx erstreckt, gestattet es, einen positiven Strom am gemeinsamen Ausgang pdx zu erzeugen. Der untere Teil der Schaltung, der sich unterhalb der gedachten waagrechten Linie befindet, die sich in Höhe des gemeinsamen Ausgangs pdx erstreckt, gestattet es, einen negativen Strom am gemeinsamen Ausgang pdx zu erzeugen. Der obere Teil der Schaltung umfaßt die Stromspiegelschaltung aus den Transistoren T3b und T1b, und der untere Teil der Schaltung umfaßt die Stromspiegel-

schaltung aus den Transistoren T3a und T1a. An den Knoten ipx und inx werden die zu spiegelnden Referenzströme für den oberen Teil beziehungsweise den unteren Teil der Schaltung zur Verfügung gestellt. Diese Referenzströme erzeugen an den Knoten x eine Steuerspannung, die dann den jeweiligen Spiegeltransistor T1b beziehungsweise T1a der oberen beziehungsweise unteren Stromspiegelschaltung ansteuert. Schaltet man den Schalttransistor T2b beziehungsweise T2a, die als elektronische Schalter fungieren, in den leitenden Zustand, was über die Steuerleitung upn beziehungsweise dnx erfolgt, so wird der über das Transistorpaar T3b/T1b beziehungsweise T3a/T1a gespiegelte Strom auf den Ausgang pdx abgebildet.

[0006] Abhängig von der Größe der Spiegeltransistoren T1b sowie T1a folgt einem Einschalten des Transistors T2b beziehungsweise T2a ein entsprechend langsames Entladen beziehungsweise Aufladen der parasitären Kapazitäten der Transistoren T1b beziehungsweise T1a über deren Gateflächen, bevor der Ausgangsstrom den gemäß der Schaltungsdimensionierung eingestellten Wert erreicht.

[0007] Um nun dieses Über- oder Unterschwingen des Ausgangsstroms unmittelbar nach dem Einschalten der jeweiligen Schalttransistoren T2b beziehungsweise T1a zu verhindern, wird eine Kapazität im oberen Teil der Schaltung zwischen die Knoten ipx, an dem der Referenzstrom eingespeist wird, und upn, an dem das Steuersignal für den Schalttransistor T2b eingespeist wird, beziehungsweise im unteren Teil der Schaltung zwischen die Knoten inx, an dem der Referenzstrom eingespeist wird, und dnx, an dem das Steuersignal für den Schalttransistor T2a eingespeist wird, geschaltet. Diese Kapazitäten werden in der in der EP 0 570 820 beschriebenen Schaltung durch die CMOS-Transistoren T6b beziehungsweise T6a verwirklicht. Die Kapazitäten werden so dimensioniert, daß beim Einschalten des Transistors T2b beziehungsweise T2a die gleiche Ladung über die Kapazität auf das Gate des Transistors T1b beziehungsweise T1a eingekoppelt wird, wie zum Entladen beziehungsweise Aufladen der Gate-Source-Kapazität des Transistors benötigt wird. Durch diese so dimensionierten und geschalteten Kapazitäten erhält man unmittelbar nach dem Einschalten der Stromquelle einen Ausgangsstrom, der ohne ein Über- oder Unterschwingen dem Gleichstromwert entspricht.

[0008] Nachteilig an dieser in der EP 0 570 820 beschriebenen und hier näher erläuterten Schaltung ist, daß der Verlauf des Ausgangsstroms eine Abhängigkeit gegenüber der Schaltfrequenz der Stromquelle und gegenüber der Versorgungsspannung zeigt.

[0009] Die Abhängigkeit des Pegels des Stromimpulses zum Einschaltzeitpunkt am Ausgang gegenüber der Schaltfrequenz wird durch die kapazitive Charakteristik des Source-Drain Bereiches der Transistoren T1a und T1b verursacht. Als Folge davon entlädt sich das Spannungspotential am Knoten mp1s beziehungsweise mn1s auf kapazitive Art und Weise gegenüber dem

Ausgang pdx desto stärker, je länger der obere Spiegeltransistor T1b beziehungsweise der untere Spiegeltransistor T1a von der Versorgungsspannung abgekoppelt wird, wenn die jeweiligen Transistoren T2b beziehungsweise T2a abgeschaltet sind. Bei einem schnelleren Schalten erhält man so einen betragsmäßig höheren Ausgangsstrom als bei einem langsameren Schalten; dies ist direkt nach dem Einschalten am stärksten ausgeprägt.

[0010] Die Abhängigkeit des Stromimpulses am Ausgang gegenüber der Versorgungsspannung wird dadurch verursacht, daß bei einem Ansteigen der Versorgungsspannung sich die Gate-Source/Drain-Spannung der Transistoren T6b beziehungsweise T6a stark erhöht. Dies tritt insbesondere am Übergang der Transistoren vom Subthreshold in den Triodenbereich auf. Bei den Transistoren T6b und T6a sind Source und Drain direkt miteinander verbunden, also kurzgeschlossen, wodurch sich der einzige Spannungsabfall zwischen Gate und Source (verbunden mit Drain) ergibt, was als Gate-Source/Drain-Spannung bezeichnet werden soll.

[0011] Weiterhin herrscht bis zu diesem Zeitpunkt eine Unsymmetrie zwischen dem oberen und dem unteren Teil der Schaltung. Diese ist direkt nach dem Einschalten der Stromquelle(n) am größten. Diese Unsymmetrie rührt daher, daß sich eine Versorgungsspannungsänderung (Versorgungsspannung VDD) auf den oberen und unteren Teil der Schaltung unterschiedlich auswirkt, während das Massebezugspotential (VSS) gleich bleibt.

[0012] Somit führt eine Erhöhung der Versorgungsspannung um einen bestimmten Faktor zu einer Variation des erzeugten Ausgangsstromimpulses, die weit über diesem Faktor liegt. Erst nach dem vollständigen Entladen beziehungsweise Aufladen der Kapazitäten stellt sich der aufgrund der Schaltungsdimensionierung gewählte Nominalstrom am Ausgang ein.

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine schaltbare Stromquellenschaltung anzugeben, die frei von dieser Frequenz- und Versorgungsspannungsabhängigkeit ist.

[0014] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine schaltbare Stromquellenschaltung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Günstige Ausgestaltungen der Schaltung werden in den Unteransprüchen angegeben.

[0015] Der Aufbau und die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Schaltung werden nachstehend anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

Figur 1 eine schaltbare Stromquellenschaltung des Standes der Technik;

Figur 2 eine schaltbare Stromquellenschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0017] Figur 1 zeigt die schon oben ausführlich

beschriebene Stromquellenschaltung des Standes der Technik, wie sie insbesondere in der europäischen Patentschrift EP 0 570 820 beschrieben ist.

[0018] Figur 2 zeigt die schaltbare Stromquellenschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung. Schaltungselemente, die den schon aus der Schaltung der Figur 1 bekannten Schaltungselementen entsprechen, sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0019] Die erfindungsgemäße Schaltung der Figur 2 unterscheidet sich von der vorbekannten Schaltung der Figur 1 dadurch, daß die Transistoren T5b und T5a und die Transistoren T7b und T7a neu hinzugekommen sind.

[0020] Die Transistoren T5b und T5a werden verwendet, um die Abhängigkeit des Ausgangsstromimpulses von der Schaltfrequenz zu vermindern. Durch entsprechendes Wählen und Beschalten von T5b und T5a ist es möglich, das unerwünschte Spannungspotential am Knoten mp1s beziehungsweise mn1s zu vermeiden. Da der obere und der untere Teil der Schaltung symmetrisch aufgebaut sind, soll im folgenden nur der obere Teil der Schaltung beschrieben werden.

[0021] Wenn der Schalttransistor T2b abgeschaltet wird, so wird das Spannungspotential am Knoten mp1s über den Transistor T5b entladen. Dabei ist ein Entladen über eine getrennte Stromquelle, über die Referenzströme dnx beziehungsweise inx oder über die Versorgungsspannungen VDD beziehungsweise VSS möglich. In der in Fig. 2 dargestellten Schaltung erfolgt die Entladung gegenüber den Versorgungsspannungen VDD beziehungsweise VSS. Bei einer Entladung über die Versorgungsspannungen verhindert man eine Beeinflussung der Referenzströme. Weiterhin ist dadurch eine Minimierung der Transistorfläche von T5a möglich. Im allgemeinen wird hier ein sehr kleiner Transistor (T5a/b) ausreichen, um trotzdem eine sehr schnelle Entladung des Potentials mp1s/mn1s zu gewährleisten.

[0022] Die Transistoren T7b und T7a werden verwendet, um die Abhängigkeit der Stromquellenschaltung von Variationen der Versorgungsspannung zu vermindern. Durch die Transistoren T7b und T7a wird eine zusätzlich Kapazität eingeführt. Da oberer und unterer Teil der Schaltung symmetrisch zueinander sind, soll im folgenden wiederum nur der obere Teil der Schaltung beschrieben werden. Beim Einschalten des Schalttransistor T2b entkoppelt der Transistor T6b den Knoten PC vom Einschaltsignal upn. Am Transistor T6b fällt dabei eine Spannung ab, die mit der Versorgungsspannung und somit auch deren Änderung korreliert. Dabei kann man bei entsprechender Dimensionierung der Transistorgeometrien davon ausgehen, daß diese am Transistor T6b abfallende Spannung weit über der Thresholdspannung des Transistors T6b liegt. Folglich variieren dessen Kapazitätswerte kaum. Der Transistor T6b wird also nur im Bereich LINEAR/TRIODE betrieben.

[0023] Als Folge des Spannungsabfalls über dem

Transistor T6b entsteht ein entgegen der Änderung der Versorgungsspannung gerichteter Spannungsabfall über dem Transistor T7b. Dieser korreliert ebenfalls mit der Versorgungsspannung und somit auch mit deren Änderung. Der Unterschied gegenüber dem Transistor T6b liegt jedoch darin, daß der Spannungsabfall über dem Transistor T7b die Sperrschichtkapazitäten sehr stark beeinflusst, da er in einem völlig anderen Bereich liegt. Der Transistor T7b wird also, auch wieder eine entsprechende Wahl der Transistorgeometrie vorausgesetzt, im Bereich LINEAR/TRIODE bis SUBTRESHOLD betrieben. Somit folgt beispielsweise einer Erhöhung der Versorgungsspannung VCC ein Absinken der Gate-Source/Drain-Spannung über dem Transistor T7b in entsprechendem Maße.

[0024] Durch entsprechende Dimensionierung der Transistoren T7b und T7a sowie T6b und T6a läßt sich durch Ausnützen der Abhängigkeit der Gate-Source/Drain-Kapazität der Transistoren T7b beziehungsweise T7a sowie T6b beziehungsweise T6a die Spannungsabhängigkeit der Stromimpulse am Ausgang erheblich kompensieren. In der Praxis besitzt der Transistor T7b beziehungsweise T7a gegenüber dem Transistor T6b beziehungsweise T6a ungefähr die doppelte Größe.

[0025] Auch hier ist es wiederum möglich, die Gesamtschaltung geometrisch zu variieren. Verwendet man beispielsweise kleinere (größere) Stromspiegeltransistoren (T3b/T1b sowie T3a/T1a), so können auch die Transistoren T7a/T6a (beziehungsweise T7b/T6b) entsprechend verkleinert (vergrößert) werden. Verringert man die Source-Drain-Abmessungen der verwendeten Transistoren, so kann man die Gate-Abmessungen dieser Transistoren ebenfalls verkleinern. Dies hat keinen Einfluß auf die Funktionalität der Schaltung, vorausgesetzt es wurde eine Optimierung dieser Parameter durchgeführt.

[0026] Anstelle der in Fig. 2 dargestellten MOSFET-Transistorkombination T6b/T7b beziehungsweise T6a/T7a können auch zwei antiserielle Dioden oder zwei antiserielle Bipolartransistoren verwendet werden.

[0027] Insgesamt weißt die erfindungsgemäße schaltbare Stromquellenschaltung gegenüber schaltbaren Stromquellenschaltungen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, insbesondere gegenüber der in der EP 0 570 820 beschriebenen schaltbaren Stromquellenschaltung, eine stark verminderte Abhängigkeit des Ausgangsstromimpulses gegenüber Änderungen der Schaltfrequenz und gegenüber Änderungen der Versorgungsspannung auf.

Patentansprüche

1. Schaltbare Stromquellenschaltung mit einem elektronischen Schalter (T2b, T2a) und mit einer Stromspiegelanordnung (T3b, T4b, T1b; T3a, T4a, T1a), gebildet aus einer Steuerstufe (T3b, T4b; T3a, T4a), die abhängig von einem an einem Stromein-

gang (ipx, inx) eingepprägten Referenzstrom an einem Spannungsausgang (x) eine Steuerspannung bereitstellt, und aus einer Ausgangsstufe (T1b, T1a) mit einem Steuereingang, der mit dem Spannungsausgang (x) der Steuerstufe (T3b, T4b; T3a, T4a) verbunden ist, und mit einer Steuerstrecke mit zwei Anschlüssen, von denen einer den Stromausgang (pdx) der Stromquellenschaltung bildet und der andere mit einem Anschluß des elektronischen Schalters (T2b; T2a) verbunden ist, wobei der andere Anschluß des elektronischen Schalters (T2b; T2a) mit einem Versorgungsspannungsanschluß (VDD; VSS) verbunden ist, und die Stromquellenschaltung abhängig von der Ansteuerung des Steuereingangs (upn; dnx) des elektronischen Schalters (T2b; T2a) ein- und ausschaltbar ist, wobei der Steuereingang (upn; dnx) des elektronischen Schalters (T2b; T2a) über eine Kapazität (T6b; T6a) mit dem Stromeingang (ipx; inx) des Referenzstromes verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß zwischen den sich zwischen dem elektronischen Schalter (T2b; T2a) und dem Spiegeltransistor (T1b; T1a) befindlichen Knoten (mp1s; mn1s) und dem Versorgungsspannungsanschluß (VSS; VDD) oder einer getrennten Stromquelle oder dem Anschluß des Referenzstromes (ipx; inx) ein Transistor (T5b; T5a) zum Entladen des sich am Knoten (mp1s; mn1s) vorhandenen Spannungspotentials beim Abschalten des elektronischen Schalters (T2b; T2a) geschaltet ist, und daß zusätzlich zur schon vorhandenen Kapazität (T6b; T6a) zwischen Steuereingang (upn; dnx) des elektronischen Schalters (T2b; T2a) und Stromeingang (ipx; inx) in Reihe eine weitere Kapazität (T7b; T7a) geschaltet ist.

2. Schaltbare Stromquellenschaltung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kapazitäten (T6b; T6a, T7b; T7a) durch MOS-Transistoren gebildet werden, deren Source- und Drain-Anschlüsse in kurzschließender Weise miteinander verbunden sind.

3. Schaltbare Stromquellenschaltung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

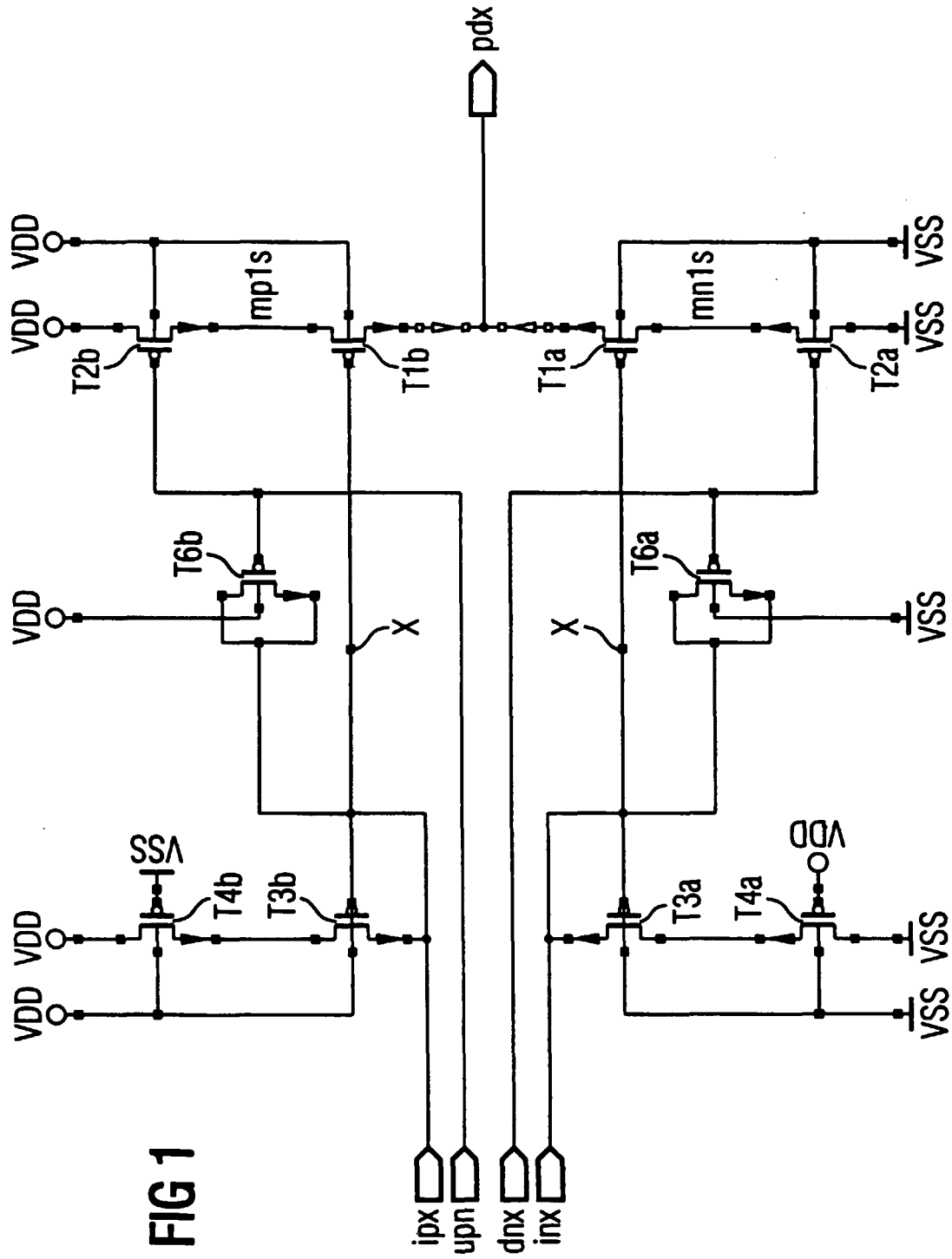
daß die Transistoren (T7b; T7a), die die zusätzlichen Kapazitäten bilden, gegenüber den Transistoren (T6b; T6a), die die ursprünglichen Kapazitäten bilden, die doppelte Größe aufweisen.

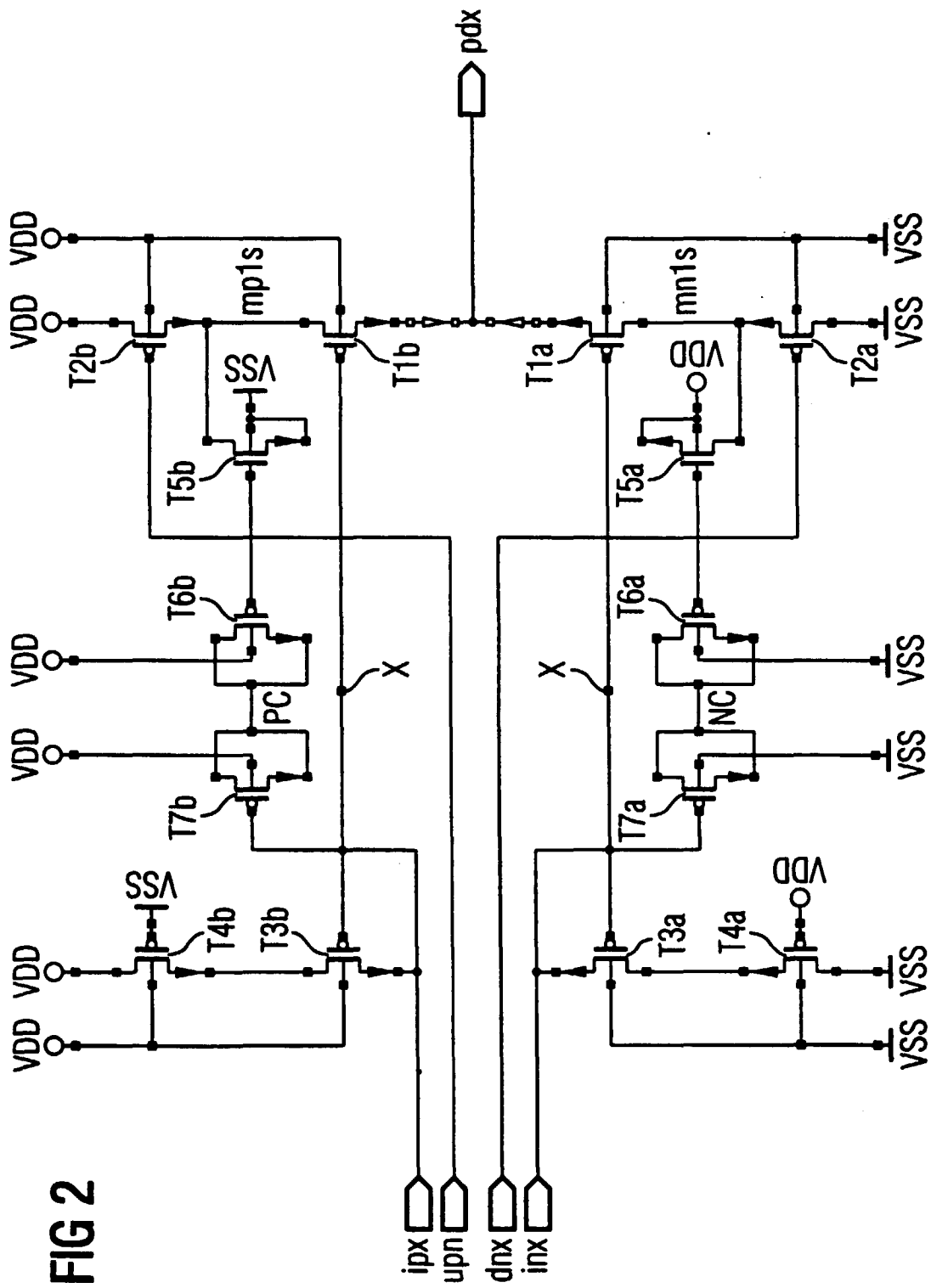
4. Schaltbare Stromquellenschaltung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kapazitäten (T6b; T6a, T7b; T7a) durch zwei antiserielle Dioden gebildet werden.

5. Schaltbare Stromquellenschaltung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kapazitäten (T6b; T6a, T7b; T7a) durch
zwei antiserielle Bipolartransistoren gebildet wer- 5
den.
6. Schaltbare Stromquellenschaltung nach einem der
vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 10
daß als Transistoren und Schalter selbstsperrende
n-Kanal MOS-Transistoren verwendet werden.
7. Schaltbare Stromquellenschaltung nach einem der
Ansprüche 1-5, 15
dadurch gekennzeichnet,
daß als Transistoren und Schalter selbstsperrende
p-Kanal MOS-Transistoren verwendet werden.
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 11 7578

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 570 820 A (SIEMENS AG) 24. November 1993 * das ganze Dokument * ---	1-7	G05F3/26 H03K17/0412
A	DE 42 01 155 C (TEXAS INSTRUMENTS) 28. Januar 1993 * das ganze Dokument * ---	1-7	
A	US 4 950 976 A (WAGONER ROBERT G) 21. August 1990 ---		
A	EP 0 762 259 A (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH) 12. März 1997 -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) G05F H03K
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 22. Dezember 1998	Prüfer Kahn, K-D
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 11 7578

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-12-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0570820 A	24-11-1993	DE 4216712 A	25-11-1993
		DE 59303296 D	29-08-1996
		JP 6053757 A	25-02-1994
		US 5461304 A	24-10-1995
DE 4201155 C	28-01-1993	EP 0551906 A	21-07-1993
		US 5329247 A	12-07-1994
US 4950976 A	21-08-1990	KEINE	
EP 0762259 A	12-03-1997	FR 2738422 A	07-03-1997
		US 5770962 A	23-06-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82