



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 011 458 B4 2007.01.04**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 011 458.7**

(22) Anmeldetag: **09.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **06.10.2005**

(45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **04.01.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G05F 1/575 (2006.01)**

H02M 3/07 (2006.01)

G01R 19/165 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,
 Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:

Missoni, Albert, Graz, AT

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 40 06 306 C2

US 2 0030 111986 A1

US 56 82 093 A

US 62 75 395 B1

EP 03 26 968 A1

**Datenblatt SBVS026C, REG101, Fa.Texas
 Instruments;**

(54) Bezeichnung: **Schaltungsanordnung zur Bereitstellung einer geregelten Betriebsspannung für einen Datenträger und Verfahren zur Ansteuerung eines NMOS-Längsregeltransistors**

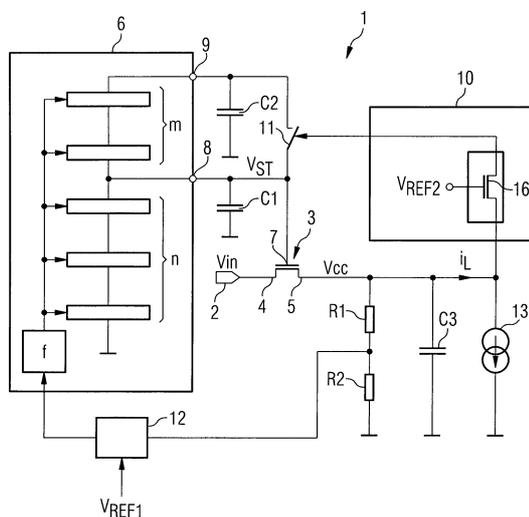
(57) Hauptanspruch: Schaltungsanordnung (1) zur Bereitstellung einer geregelten Betriebsspannung für einen Datenträger mit

- einem Eingang (2) für eine Eingangsspannung (V_{in}),
- einem NMOS-Längsregeltransistor (3), der mit einem ersten Lastanschluss (4) mit dem Eingang (2) verbunden ist und an einem zweiten Lastanschluss (5) einen Ausgang für die geregelte Betriebsspannung (V_{CC}) bildet, und
- einer Ladungspumpenschaltung (6) zur Bereitstellung einer gegenüber der Eingangsspannung (V_{in}) erhöhten und von der Betriebsspannung (V_{CC}) abhängigen Ansteuerungsspannung (V_{ST}) für den Steueranschluss (7) des Längsregeltransistors (3),

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Ladungspumpenschaltung (6) einen ersten und einen zweiten Abgriff (8, 9) aufweist, wobei der erste Abgriff (8) mit dem Steueranschluss (7) verbunden ist und wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Abgriff (8, 9) mindestens eine zusätzliche Ladungspumpenstufe angeordnet ist und

- dass eine Steuerschaltung (10, 11) vorgesehen und dazu eingerichtet ist, die geregelte Betriebsspannung (V_{CC}) auf das Unterschreiten eines vorbestimmten Schwellwertes zu...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Bereitstellung einer geregelten Betriebsspannung für einen Datenträger mit einem Eingang für eine Eingangsspannung, einem NMOS-Längsregeltransistor, der mit einem ersten Lastanschluss mit dem Eingang verbunden ist und an einem zweiten Lastanschluss einen Ausgang für die geregelte Betriebsspannung bildet, und eine Ladungspumpenschaltung zur Bereitstellung einer gegenüber der Eingangsspannung erhöhten und von der Betriebsspannung abhängigen Ansteuerspannung für den Steueranschluss des Längsregeltransistors. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ansteuerung eines NMOS-Längsregeltransistors.

[0002] Derartige Schaltungsanordnungen werden insbesondere für die Spannungsversorgung kontaktloser Datenträger, beispielsweise kontaktloser Chipkarten, eingesetzt. Ist die Betriebsspannung eines integrierten Schaltkreises eines Datenträgers kleiner als die Versorgungsspannung, die beispielsweise in einer Empfangsspule des Datenträgers erzeugt wird, wird ein DC/DC-Umsetzer benötigt. Es können Schaltregler oder lineare Regler eingesetzt werden. Wenn die erwartete Variation der Eingangsspannung hoch ist und das vom Regler erzeugte Rauschen gering sein soll, wird vorzugsweise ein Linearregler eingesetzt. Insbesondere bei kontaktlosen Anwendungen ist die Eingangsspannung sehr dynamisch. Die Ausgangsspannung muss hingegen konstant bleiben. Diese Forderungen werden in besonders geeigneter Weise durch einen NMOS-Regler in CMOS-Technologie erfüllt.

[0003] NMOS-Transistoren sind besonders gut für die Regelung einer Spannung geeignet. Am Steueranschluss, d. h. dem Gate des NMOS-Transistors, muss eine Steuerspannung angelegt werden, die größer als die Spannungen an den beiden Lastanschlüssen des Transistors ist. Um dies zu ermöglichen, wird eine Ladungspumpenschaltung eingesetzt, die eine gegenüber der Eingangsspannung erhöhte Spannung erzeugt. Am Ausgang der Ladungspumpenschaltung befindet sich ein Kondensator, der auf die Pumpspannung aufgeladen wird, indem Ladung auf ihn verschoben wird, und auf diese Weise die Ansteuerspannung für den Steueranschluss des Transistors bereitstellt. Geeignete Ladungspumpenschaltungen besitzen in der Regel einen Steuereingang, der mit der geregelten Betriebsspannung verbunden ist. Bei einem Abfallen der Betriebsspannung wird die gepumpte Spannung erhöht, so dass der Längsregeltransistor weiter durchgesteuert wird, wodurch sich eine Erhöhung der Betriebsspannung ergibt.

[0004] Problematisch ist bei bekannten Schaltungen aus dem Stand der Technik, wenn die nominelle

Betriebsspannung schon sehr tief und nur geringfügig höher als eine Unterspannungsgrenze ist, unterhalb derer ein Betrieb des Datenträgers nicht mehr möglich oder erlaubt ist. Bei Lastsprüngen besteht die Gefahr, dass die Betriebsspannung kurzzeitig absinkt und unter die Unterspannungsgrenze fällt. Der oben beschriebene Regelungsmechanismus ist zu langsam, um solche Unterschwinger auszugleichen.

[0005] Eine erste bekannte Möglichkeit zur Behebung dieses Problems besteht darin, die Dimensionierung des Längsreglers erheblich zu erhöhen. Dies führt jedoch zu einem erhöhten Stromverbrauch und zu höheren Kosten. Auch ist es möglich, den Grundverbrauch der Schaltung bei der Dimensionierung höher als den maximalen dynamischen Stromverbrauch anzusetzen. Bei dieser Lösung ist zwar die Dynamik des Stromverbrauchs unkritisch, jedoch ist diese Lösung in vielen Anwendungsfällen, zum Beispiel im Batteriebetrieb, nicht sinnvoll einsetzbar.

[0006] Eine weitere bekannte Möglichkeit besteht darin, bei dem Erkennen eines schnellen Absinkens der Betriebsspannung ein Taktsignal eines digitalen Verbrauchers sofort anzuhalten bzw. zu reduzieren. Dies führt jedoch zu Einschränkungen des Betriebsverhaltens und ist deswegen in der Regel keine bevorzugte Lösung.

[0007] Eine zumindest theoretisch mögliche Lösung besteht darin, die Auslegung des Regelkreises dynamisch zu ändern. Die Regelgeschwindigkeit wird im wesentlichen durch den Bias-Strom bestimmt. Je größer der Bias-Strom ist, desto höher ist auch die Regelgeschwindigkeit. Der Bias-Strom lässt sich so einstellen, dass er im Normalfall sehr gering ist, was zur Ausregelung langsamer Laständerungen ausreicht. Wenn eine höhere Regelgeschwindigkeit erforderlich wird, wird der Bias-Strom erhöht. Oft ist es im voraus bekannt, wenn Operationen auf dem Datenträger vorgenommen werden sollen, die einen hohen Leistungsverbrauch zur Folge haben. Vor der Durchführung solcher Operationen wird deswegen der Bias-Strom erhöht, sodann die Operation durchgeführt und nachfolgend der Bias-Strom wieder abgesenkt. Die Auslegung einer solchen Schaltungsanordnung ist jedoch außerordentlich schwierig, so dass ein in allen Betriebssituationen zuverlässiger Betrieb nicht gewährleistet werden kann.

Stand der Technik

[0008] Aus der US 2003/0111986 A1, der US 6,275,395 B1 und dem Datenblatt SDVS026C, REG101 der Firma Texas Instruments, Juli 2001 sind jeweils Schaltungsanordnungen zur Bereitstellung einer geregelten Betriebsspannung bekannt. NMOS-Transistoren werden als Längsstransistoren eingesetzt, wobei eine Ladungspumpenschaltung für eine gegenüber der Ein- und Ausgangsspannung er-

höhte Ansteuerspannung sorgt, die lastabhängig ist.

[0009] Spannungsversorgungsschaltung mit Längsreglern sind aus der EP 0 326 968 A1 und der US 5,682,093 A bekannt. Eine Steuerschaltung ist vorgesehen, um das Ansteuersignal für den Längstransistor bei größeren Lasten zusätzlich zur Regelung in einem normalen Betriebsmodus zu erhöhen.

[0010] Eine Spannungsversorgungsschaltung mit zwei parallelen MOS-Ausgangsstufen ist in der DE 400 63 06 C2 beschrieben. Die Spannungsversorgungsschaltung wird über eine Ladungspumpenschaltung angesteuert. Die zweite Stufe wird zugeschaltet, wenn die Ausgangsspannung unter einen bestimmten Wert sinkt.

Aufgabenstellung

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung zur Bereitstellung einer geregelten Betriebsspannung für einen Datenträger anzugeben, die einen geringen Stromverbrauch aufweist und trotzdem zuverlässig Lastsprünge ausregelt. Zudem soll ein dazu geeignetes Verfahren angegeben werden.

[0012] Diese Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Ladungspumpenschaltung einen ersten und einen zweiten Abgriff aufweist, wobei der erste Abgriff mit dem Steueranschluss verbunden ist und wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Abgriff mindestens eine zusätzliche Ladungspumpenstufe angeordnet ist, und dass eine Steuerschaltung vorgesehen und dazu eingerichtet ist, die geregelte Betriebsspannung auf das Unterschreiten eines vorbestimmten Schwellwertes zu überwachen und bei Unterschreiten des Schwellwertes den zweiten Abgriff mit dem Steueranschluss zu verbinden.

[0013] Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 3 gelöst.

[0014] Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird also eine Spannung erzeugt, die größer ist als die Steuerspannung in einer Normalbetriebssituation der Schaltungsanordnung. Im Bedarfsfall, wenn die Betriebsspannung einen vorbestimmten Schwellwert unterschreitet, wird diese am zweiten Abgriff der Ladungspumpe zur Verfügung stehende höhere Spannung dazu eingesetzt, direkt die Spannung am Steueranschluss des Längsregeltransistors zu erhöhen, ohne dass der Regelkreis der Schaltungsanordnung verwendet wird. Ein solcher, den Regelkreis verstimmender Eingriff, der im klassischen Modell einer Regelung als Störgröße bezeichnet werden würde, ermöglicht einen schnellen Aus-

gleich der durch einen Lastsprung abgefallenen Betriebsspannung.

Ausführungsbeispiel

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0016] Die [Fig. 1](#) zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

[0017] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Schaltungsanordnung 1 zur Bereitstellung einer geregelten Betriebsspannung für einen kontaktlosen Datenträger. Eine Last 13 wird in der Regel durch einen integrierten Schaltkreis gebildet, der beispielsweise einen Controller und/oder einen Speicher enthält. Je nach Art und Betriebsweise der Last 13 ist der Stromverbrauch verhältnismäßig gleichmäßig oder aber stark schwankend. Dies stellt an eine Betriebsspannung V_{CC} , mit der die Last 13 versorgt wird, besondere Anforderungen. Die Betriebsspannung V_{CC} muss trotz großer Laständerungen verhältnismäßig konstant bleiben. Dies ist vor allem deswegen problematisch, weil Datenträger oft an einer unteren Betriebsspannungsgrenze betrieben werden, um möglichst stromsparend zu arbeiten. Die untere Betriebsspannungsgrenze wird beispielsweise durch die Spezifikationen des integrierten Schaltkreises 13 festgelegt, da unterhalb der unteren Betriebsspannungsgrenze der integrierte Schaltkreis 13 oder der Speicher nicht mehr ordnungsgemäß funktionieren. Zwar ist, wie auch in der Figur gezeigt, zur Stützung der Betriebsspannung V_{CC} ein Kondensator C3 vorgesehen. Die Bauweise von Datenträgern erlaubt es jedoch oft nicht, den Stützkondensator so groß auszulegen, dass er bei Lastsprüngen die Betriebsspannung V_{CC} in ausreichender Weise stützen kann.

[0018] Die Spannungsversorgung von Datenträgern ist auch in einer zweiten Hinsicht problematisch, denn bei den vielfach eingesetzten kontaktlosen Datenträgern wird die Betriebsspannung durch ein elektrisches Feld in Verbindung mit einer auf dem Datenträger vorgesehenen, in der Figur aber nicht dargestellten Spulenantenne bereitgestellt. Das elektrische Feld induziert in der Spulenantenne eine elektrische Spannung, die stark von der Stärke des Feldes abhängig ist. Je nachdem, wie weit der Datenträger von dem Schreib-/Lesegerät entfernt ist, das das elektrische Feld erzeugt, ist die induzierte Spannung sehr groß oder sehr klein.

[0019] Um aus den entsprechend stark schwankenden, gleichgerichteten Eingangsspannungen V_{in} eine konstante Betriebsspannung V_{CC} zu erzeugen, ist ein Längsregler vorgesehen, der gemäß der Erfindung durch einen NMOS-Längsregeltransistor 3 gebildet ist. Der Regeltransistor 3 weist aufgrund der Ausführung als NMOS-Regler einen Selbstregelungsme-

chanismus auf. Bei einer Lastvariation ist ein NMOS-Regler selbststeuernd, wenn das Gate-Potenzial konstant bleibt. Wird die Belastung kleiner, so wird der Laststrom kleiner, und die Gate-Source-Spannung wird auch geringer werden. Aus diesem Grund steigt die Ausgangsspannung, d. h. die für den Betrieb des Datenträgers benötigte Betriebsspannung. In dem Fall, dass die Belastung größer wird, wird der Laststrom größer, und die Gate-Source-Spannung U_{GS} muss entsprechend größer werden. Der Zusammenhang wird durch die Formel beschrieben:

$$I_{DS} = \frac{W}{L} * \frac{\beta}{2} * (U_{GS} - V_{TH})^2$$

mit W : Weite des Transistors, L : Länge des Transistors, $\beta = \mu_n \cdot c'_{ox}$ mit μ_n : Mobilität, c'_{ox} : Kapazitätsbelag U_{GS} : Gate-Source-Spannung und V_{TH} : Abschnürspannung.

[0020] Es ist eine Ladungspumpenschaltung **6** vorgesehen, die aus der Eingangsspannung V_{in} oder der Betriebsspannung V_{CC} eine gegenüber diesen erhöhte Steuerspannung V_{ST} erzeugt, die zur Ansteuerung des Steueranschlusses **7** des Regeltransistors **3** benötigt wird. Als Eingangsspannung für die Ladungspumpenschaltung **6** wird vorzugsweise die Betriebsspannung V_{CC} eingesetzt, da deren Schwankungen wesentlich geringer sind als die Schwankungen der Eingangsspannung V_{in} .

[0021] Die Ladungspumpenschaltung **6** ist zusätzlich in einen Regelkreis aufgenommen, um die Betriebsspannung V_{CC} weiter zu stabilisieren. Dazu wird über einen Spannungsteiler mit zwei Widerständen R_1 und R_2 ein Messwert gewonnen, der proportional zur aktuellen Betriebsspannung V_{CC} ist. Die Messspannung wird einem Regler **12** zugeführt, wo sie mit einer Referenzspannung V_{REF1} verglichen wird. In Abhängigkeit des Vergleichs wird die Ladungspumpenschaltung **6** in einer geeigneten Weise angesteuert. Bei sinkender Betriebsspannung V_{CC} kann beispielsweise die Pumpfrequenz f der Ladungspumpenschaltung **6** erhöht werden. Die erhöhte Pumpfrequenz resultiert in einer höheren Spannung an einem ersten Kondensator C_1 an einem ersten Abgriff **8** der Ladungspumpenschaltung **6**, da mehr Ladung transportiert wird und nach $U = Q/C$ die Spannung proportional zur Ladung ist.

[0022] Die Ladungspumpenschaltung **6** besitzt in diesem Ausführungsbeispiel mehrere Stufen, wobei n Stufen für die Erzeugung einer Spannung am ersten Abgriff **8** vorgesehen sind und weitere m Stufen, die eingangsseitig mit dem Ausgang der n Stufen verbunden sind, zur Erzeugung einer Spannung vorgesehen sind, die an einem zweiten Abgriff **9** bereitgestellt wird. Der Abgriff **9** ist dazu mit einem zweiten Kondensator C_2 verbunden.

[0023] Der zweite Abgriff **9** ist über einen Schalter **11** mit dem Steueranschluss **7** des Regeltransistors **3** verbindbar. Der Schalter **11** ist durch einen Unterspannungssensor **10** gesteuert, der eingangsseitig mit der Betriebsspannung V_{CC} verbunden ist.

[0024] In einer Normalbetriebssituation kann die Betriebsspannung V_{CC} über die Selbstregelung des NMOS-Längsregeltransistors **3** sowie die Zusatzregelung über den Regler **12** konstant gehalten werden. Die ersten n Stufen der Ladungspumpenschaltung **6** werden dabei zur Erzeugung der Steuerspannung V_{ST} eingesetzt. Die weiteren m Stufen der Ladungspumpenschaltung **6** erzeugen zwar eine Spannung am zweiten Abgriff **9**, jedoch wird diese Spannung nicht zur Ansteuerung des Regeltransistors **3** eingesetzt. Der Schalter **11**, der in einer konkreten Realisierung als Schalttransistor ausgeführt ist, ist geöffnet, da der Unterspannungssensor **11** keine zu niedrige Spannung detektiert.

[0025] Bei einem Lastsprung erhöht sich der Strom i_L in so starker Weise, dass durch die Selbstregelung des Längsregeltransistors **3** die Betriebsspannung V_{CC} nicht mehr über einem vorbestimmten Schwellwert gehalten werden kann. Eine Absenkung der Betriebsspannung V_{CC} kann zwar prinzipiell durch eine erhöhte Pumpfrequenz der Ladungspumpenschaltung **6** ausgeglichen werden, jedoch ist dieser Regelkreis zu langsam, um auf schnelle Änderungen des Laststroms i_L reagieren zu können.

[0026] In dieser Betriebssituation erkennt der Unterspannungssensor **10** das Unterschreiten des vorbestimmten Schwellwertes. Der Unterspannungssensor **10** ist im folgenden Ausführungsbeispiel so ausgestaltet, dass an einem Gate eines NMOS-Transistors **16** eine Referenzspannung V_{REF2} anliegt. Bei einem Absinken der Betriebsspannung V_{CC} am Source-Anschluss des Transistors **16** erhöht sich die Gate-Source-Spannung U_{GS} , so dass der Transistor **16** leitend wird und den Schalter **11** derart ansteuert, dass dieser leitend wird.

[0027] Daraufhin wird die im Kondensator C_2 gespeicherte Ladung teilweise auf den Kondensator C_1 umgeladen, wodurch sich die Spannung über dem Kondensator C_1 und damit am Steueranschluss **7** des Längsregeltransistors **3** erhöht. Durch die erhöhte Spannung am Steueranschluss **7** des Transistors **3** wird dieser weiter durchgesteuert, so dass sich die Betriebsspannung V_{CC} erhöht.

[0028] Der Betrag der Spannungserhöhung am Kondensator C_1 hängt unter anderem von dem Verhältnis der Kapazitäten der Kondensatoren C_1 und C_2 ab. Je größer die Kapazität des Kondensators C_1 gegenüber der Kapazität des Kondensators C_2 ist, desto geringer ist die resultierende Spannungserhöhung beim Schließen des Schalters **11**.

[0029] Nachdem die Betriebsspannung V_{CC} wieder über den vorbestimmten Schwellenwert angestiegen ist, erkennt dies der Unterspannungssensor **10** und öffnet den Schalter **11**, d. h. der verwendete Schalttransistor wird hochohmig. Der Ladungsfluss vom Kondensator C2 zum Kondensator C1 wird dadurch unterbrochen.

[0030] In einem rein exemplarisch angegebenen Beispiel liegt der Sollwert der Betriebsspannung V_{CC} bei 2 V. Durch die ersten n Stufen der Ladungspumpenschaltung **6** wird am ersten Abgriff eine Spannung erzeugt, die typischerweise bei 3 V liegt. Durch die weiteren m Stufen der Ladungspumpenschaltung **6** wird am Abgriff **9** eine Spannung erzeugt, die bei 4 V liegt. Beim Schließen des Schalters **11** wird die Ladung des Kondensators C2 teilweise auf den Kondensator C1 umgeladen, so dass die Spannung am Steueranschluss **7** des Transistors **3** um 200 mV ansteigt. Dies genügt, um die Betriebsspannung V_{CC} über den vorbestimmten Schwellenwert zu heben.

[0031] Die genannten Spannungswerte sind rein beispielhaft zu verstehen. Die in einer praktischen Realisierung auftretenden Werte hängen von den jeweiligen Randbedingungen und der Dimensionierung der eingesetzten Komponenten ab.

[0032] Die erfindungsgemäße Schaltung und somit das durch sie realisierte Verfahren sind besonders vorteilhaft, da nur ein minimaler zusätzlicher Flächenbedarf erforderlich ist. Da sich durch die weiteren m Stufen der Ladungspumpenschaltung **6** am Kondensator C2 eine definierte maximale Ladung ergibt, ist die durch Schließen des Schalters vorgenommene Verstimmung des Regelkreises genau definierbar. Das Öffnen und Schließen des Schalters **11** kann sehr schnell erfolgen, so dass eine sehr schnelle Reaktion auf Änderungen der Betriebsspannung V_{CC} möglich ist. Durch die schnelle Reaktion kann der Umladevorgang vom Kondensator C2 auf den Kondensator C1 auch vorzeitig abgebrochen werden, wenn die teilweise Umladung bereits zu einer ausreichenden Erhöhung der Betriebsspannung V_{CC} geführt hat. Der zusätzliche Energiebedarf der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung **1** ist sehr gering.

[0033] Die Anzahl der in der Ladungspumpenschaltung **6** eingesetzten Pumpenstufen ist von den gewünschten Spannungen an den Abgriffen **8** und **9** abhängig. Für die Erzeugung der gegenüber der Spannung am Abgriff **8** erhöhten Spannung am Abgriff **9** kann auch eine einzige zusätzliche Pumpenstufe ausreichend sein.

Bezugszeichenliste

1	Datenträger
2	Eingang
3	NMOS-Längsregeltransistor
4	erster Lastanschluss
5	zweiter Lastanschluss
6	Ladungspumpenschaltung
7	Steueranschluss
8	erster Abgriff
9	zweiter Abgriff
10	Unterspannungssensor
11	Schalter
12	Regler
13	Last
16	Transistor
V_{REF1}, V_{REF2}	Referenzspannungen
R1, R2	Widerstände
C1, C2, C3	Kondensatoren
V_{CC}	Betriebsspannung
V_{ST}	Steuerspannung
i_L	Laststrom
V_{in}	Eingangsspannung

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (**1**) zur Bereitstellung einer geregelten Betriebsspannung für einen Datenträger mit

- einem Eingang (**2**) für eine Eingangsspannung (V_{in}),
- einem NMOS-Längsregeltransistor (**3**), der mit einem ersten Lastanschluss (**4**) mit dem Eingang (**2**) verbunden ist und an einem zweiten Lastanschluss (**5**) einen Ausgang für die geregelte Betriebsspannung (V_{CC}) bildet, und
- einer Ladungspumpenschaltung (**6**) zur Bereitstellung einer gegenüber der Eingangsspannung (V_{in}) erhöhten und von der Betriebsspannung (V_{CC}) abhängigen Ansteuerspannung (V_{ST}) für den Steueranschluss (**7**) des Längsregeltransistors (**3**),
dadurch gekennzeichnet,
- dass die Ladungspumpenschaltung (**6**) einen ersten und einen zweiten Abgriff (**8, 9**) aufweist, wobei der erste Abgriff (**8**) mit dem Steueranschluss (**7**) verbunden ist und wobei zwischen dem ersten und dem zweiten Abgriff (**8, 9**) mindestens eine zusätzliche Ladungspumpenstufe angeordnet ist und
- dass eine Steuerschaltung (**10, 11**) vorgesehen und dazu eingerichtet ist, die geregelte Betriebsspannung (V_{CC}) auf das Unterschreiten eines vorbestimmten Schwellwertes zu überwachen und bei Unterschreiten des Schwellwertes den zweiten Abgriff (**9**) mit dem Steueranschluss (**7**) zu verbinden.

2. Schaltungsanordnung (**1**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerschaltung durch einen Unterspannungssensor (**10**) und einen Schalter (**11**) gebildet ist.

3. Verfahren zur Ansteuerung eines NMOS-Längsregeltransistors (3) mit den Schritten

- Versorgen eines mit einem ersten Kondensator (C1) verbundenen Steueranschlusses (7) des Transistors (3) mit einer in einer Normalbetriebssituation von einer Betriebsspannung an einem Ausgang des Transistors (3) abhängigen Steuerspannung (V_{st}),
- Laden eines Kondensators (C2) auf eine Spannung, die größer als die Steuerspannung in der Normalbetriebssituation ist, und
- zumindest teilweises Umladen des zweiten Kondensators (C2) auf den ersten Kondensator (C1), wenn die Betriebsspannung unter einen vorbestimmten Schwellwert fällt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erhöhte Spannung am zweiten Kondensator (C2) durch eine Ladungspumpe erzeugt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur 1:

