



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 20 142.7**
(22) Anmeldetag: **25.04.2001**
(43) Offenlegungstag: **31.10.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.12.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 19/165** (2006.01)
G01R 19/04 (2006.01)
G06K 19/067 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
NXP B.V., Eindhoven, NL

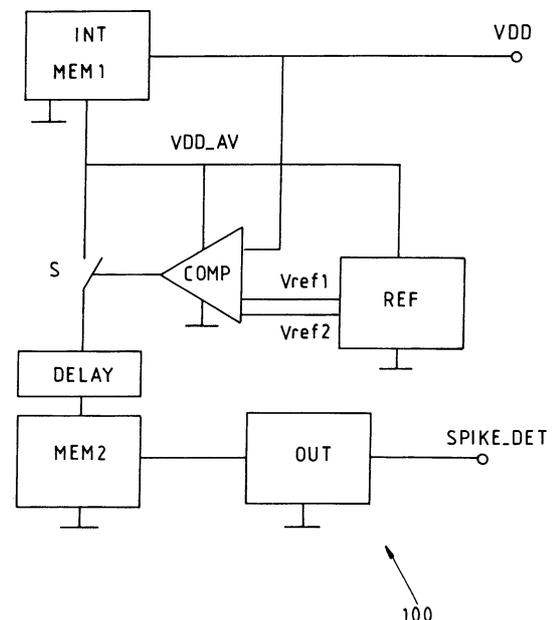
(72) Erfinder:
Einfeldt, Walter, 25436 Uetersen, DE

(74) Vertreter:
**Dilg Haeusler Schindelmann
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80636 München**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 39 20 713 A1

(54) Bezeichnung: **Detektorschaltung zur Detektion von Spannungs-Spikes**

(57) Hauptanspruch: Detektorschaltung (100) zur Detektion von kurzzeitigen Spannungsimpulsen (Spikes) in einer Versorgungsspannung (VDD), enthaltend
a) einen ersten Speicher (MEM1; C1) zur Speicherung einer von der Versorgungsspannung bereitgestellten Energie;
b) einen zweiten Speicher (MEM2; C2) für Energie, wobei der zweite Speicher mit dem ersten Speicher über einen Schalter (S; M1) verbunden ist;
c) einen Komparator (COMP; M1), welcher eingangsseitig an die Versorgungsspannung und an mindestens eine Referenzspannung (Vref1, Vref2) angeschlossen ist, und dessen Ausgang so mit dem Schalter gekoppelt ist, dass er diesen schließt, wenn die Versorgungsspannung außerhalb eines vorgegebenen Spannungsintervalls liegt;
d) eine Ausgangsschaltung (OUT; M2), welche eingangsseitig mit dem zweiten Speicher verbunden ist und welche so eingerichtet ist, dass sie ein Ausgangssignal (SPIKE_DET) erzeugt, wenn die Energie im zweiten Speicher einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Detektorschaltung zur Detektion von kurzzeitigen Spannungsimpulsen (Spikes) in einer Versorgungsspannung sowie eine Datenverarbeitungseinheit wie insbesondere eine Smartcard.

Stand der Technik

[0002] Beim Betrieb von elektronischen Geräten ist es wichtig, diese vor Schwankungen in der Versorgungsspannung des Gerätes zu schützen. Derartige Schwankungen können schaltungsbedingt auftreten, sie können jedoch auch einen Versuch zur Manipulation der Schaltung darstellen. Letzteres wird nachfolgend am Beispiel einer Smartcard näher erläutert.

[0003] Smartcard-Controllerchips ist gemeinsam, dass in ihnen sicherheitsrelevante Daten gespeichert sind, die vor missbräuchlicher Benutzung durch Dritte unbedingt geschützt werden müssen. Eines der vielen möglichen Angriffsszenarien ist der Betrieb der Schaltungen mit Versorgungsspannungen außerhalb des spezifizierten bzw. erlaubten Bereichs. Dabei wird ein Angriff mit statischen Spannungen in der Regel ohne Erfolg bleiben, da Schaltungen dieser Art üblicherweise durch Spannungssensoren hinreichend geschützt sind. Denkbar ist jedoch auch ein Angriff mit kurzen Impulsen auf der Versorgungsspannung, wobei diese sowohl negativ als auch positiv sein können. Liegt die Weite dieser Impulse unterhalb der Reaktionszeit der Spannungssensoren, aber oberhalb der Ansprechdauer der Schaltung auf diese Ereignisse, so könnte ein solcher Angriff erfolgreich sein.

[0004] Aus der DE 39 20 713 A1 ist eine Insassen-Sicherheitseinrichtung für Fahrzeuge bekannt, die eine elektrische Komponente wie beispielsweise Airbag und/oder Gurtstraffer und eine Energiereserve-Schaltung zur kurzzeitigen Aufrechterhaltung der Spannungsversorgung für eine Auslösung der Sicherheitseinrichtung aufweist. Es wird vorgeschlagen, dass die Sicherheitseinrichtung beim Überschreiten eines vorgebbaren Maximalwertes der Bordnetzspannung von dieser getrennt und mit der Energiereserve-Schaltung verbunden wird.

Darstellung der Erfindung

[0005] Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Schaltung zur Detektion von kurzzeitigen Spannungsimpulsen (Spikes) in einer Versorgungsspannung bereitzustellen, mit deren Hilfe eine mikroelektronische Schaltung wie insbesondere ein Smartcard-Controllerchip vor solchen Spikes geschützt

werden kann. Die Funktion dieser Detektorschaltung und des Schutzes soll dabei insbesondere auch unabhängig vom Wert der Versorgungsspannung während eines Spikes sichergestellt sein.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Detektorschaltung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Datenverarbeitungseinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 9 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0007] Die erfindungsgemäße Detektorschaltung zur Detektion von kurzzeitigen Spannungsimpulsen in einer Versorgungsspannung enthält die folgenden Elemente:

- a) einen ersten Speicher zur Speicherung einer von der Versorgungsspannung bereitgestellten, typischerweise elektrischen Energie;
- b) einen zweiten Speicher für Energie, wobei der zweite Speicher mit dem ersten Speicher über einen Schalter verbunden ist;
- c) einen Komparator, welcher eingangsseitig an die Versorgungsspannung und an mindestens eine Referenzspannung angeschlossen ist, und dessen Ausgang so mit dem genannten Schalter gekoppelt ist, dass er diesen schließt, wenn die Versorgungsspannung außerhalb eines vorgegebenen Spannungsintervalls liegt;
- d) eine Ausgangsschaltung, welche eingangsseitig mit dem zweiten Speicher verbunden ist und welche so eingerichtet ist, dass sie ein Ausgangssignal erzeugt, wenn die Energie im zweiten Speicher einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.

[0008] Die beschriebene Detektorschaltung gewährleistet eine sichere Funktion während des Auftretens eines Spikes in der Versorgungsspannung, wobei die Anzeige eines solchen Spikes insbesondere auch über dessen Dauer hinaus anhalten kann. Diese sichere Funktion wird dadurch erreicht, dass während des Normalbetriebs im ersten Speicher Energie gespeichert wird, welche im Falle eines durch den Komparator festgestellten Spikes zur Verfügung steht, um von der Ausgangsschaltung ausgewertet zu werden. Zu diesem Zweck wird die genannte Energie vom ersten Speicher in einen zweiten Speicher übergeleitet, wo sie von der Ausgangsschaltung erfasst und bei Überschreiten eines Schwellwertes zur Erzeugung eines einen Spike anzeigenden Ausgangssignals verwendet werden kann. Dieses Ausgangssignal kann dabei solange zur Verfügung stehen, wie die Energie im zweiten Speichers oberhalb des Schwellwertes liegt. Die Ausgangsschaltung kann demnach die Detektion eines Spikes auch dann noch anzeigen, wenn dieser bereits vorüber ist und der Schalter zwischen dem ersten und zweiten Speicher durch den Komparator bereits wieder geöffnet wurde. Eine solche andauernde Anzeige ist vorteilhaft, da sie einer an die Detektorschaltung ange-

schlossenen Hauptschaltung wie etwa einem Smartcard-Controllerchip erlaubt, erst nach Abklingen des Spikes angemessen auf dessen Auftreten zu reagieren. Während des Spikes selbst ist eine solche Reaktion der Hauptschaltung nicht mit ausreichender Sicherheit gewährleistet, da der Spike ja gerade zu einer Störung der Versorgungsspannung und damit der Hauptschaltung führen kann.

[0009] Für die Definition des Intervalls, in welchem die Versorgungsspannung liegen muss, damit der Komparator nicht aktiviert wird, gibt es verschiedene Möglichkeiten. So kann dieses Intervall insbesondere durch eine vorgegebene untere und eine vorgegebene obere Referenzspannung definiert werden. Ebenso kann jedoch auch die obere Grenze des Intervalls mathematisch bei Unendlich liegen, so dass der Komparator nur bei Unterschreiten eines vorgegebenen unteren Referenzwertes aktiv wird. Dieser Referenzwert kann insbesondere durch den Mittelwert der Versorgungsspannung oder durch das Massepotential gebildet werden. Ebenso ist es natürlich möglich, durch Vorgeben einer negativ unendlichen unteren Intervallgrenze den Komparator nur bei Überschreiten eines vorgegebenen oberen Referenzwertes aktiv werden zu lassen.

[0010] Die Detektorschaltung enthält vorzugsweise noch einen an die Versorgungsspannung angeschlossenen Integrator, dessen Ausgang mit dem ersten Speicher verbunden ist. Durch einen derartigen Integrator kann ein gleitender Mittelwert der Versorgungsspannung gebildet und zum Laden des ersten Speichers sowie gegebenenfalls zum Betreiben weiterer Teile der Detektorschaltung verwendet werden.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung der Detektorschaltung ist der zweite Speicher so ausgebildet, dass er mit einer vorgegebenen Zeitkonstante selbstentladend ist. Eine einmal in diesem zweiten Speicher abgelegte Energie wird somit von selbst wieder abgebaut, so dass ein überschwellig geladener zweiter Speicher nach einer gewissen Zeit die Schwelle zur Aktivierung der Ausgangsschaltung wieder unterschreitet. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Anzeige eines detektierten Spikes durch das Ausgangssignal der Ausgangsschaltung nach einer vorgegebenen maximalen, vom Ladezustand des zweiten Speichers abhängigen Zeit wieder aufgehoben wird.

[0012] Gemäß einer anderen Weiterbildung der Detektorschaltung ist in der Verbindungsleitung zwischen dem ersten Speicher und dem zweiten Speicher eine Verzögerungsschaltung zur Verzögerung des Energieflusses angeordnet. Diese Verzögerungsschaltung sorgt dafür, dass bei Auftreten eines Spikes die im ersten Speicher enthaltene Energie nicht zu schnell beziehungsweise nicht instantan in den zweiten Speicher abfließt, sondern dass sie hier-

für eine gewisse Zeit benötigt. Wenn ein Spike daher sehr kurz ist, wird entsprechend wenig Energie in den zweiten Speicher transportiert, so dass diese gegebenenfalls nicht ausreicht, um den Schwellwert zur Aktivierung der Ausgangsschaltung zu überschreiten. Durch die Verzögerungsschaltung wird somit eine Detektion zu kurzer Spikes verhindert, falls diese unerwünscht ist.

[0013] Der erste Speicher der Detektorschaltung kann insbesondere durch einen zwischen Masse und der Versorgungsspannung angeschlossenen ersten Kondensator gebildet werden, welcher Energie aus der Versorgungsspannung in Form von Ladung speichert. Der Anschluss des Kondensators an die Versorgungsspannung findet vorzugsweise über einen ersten Widerstand statt, wodurch ein RC-Glied entsteht, welches gleichzeitig eine Mittelwertbildung (Integration) und Speicherung der Versorgungsspannung vornimmt. Des Weiteren kann parallel zum genannten ersten Widerstand eine Diode vorgesehen sein, welche bei Überschreiten ihrer Schwellspannung leitend wird und dadurch für eine schnellere Wiederaufladung des Kondensators sorgt.

[0014] Für die Realisierung des Komparators kann ein erster Transistor verwendet werden, dessen Gate (Basis) mit der Versorgungsspannung, dessen Source (Emitter) mit dem ersten Speicher und dessen Drain (Kollektor) mit dem zweiten Speicher verbunden ist. Die Verbindung des Drains mit dem zweiten Speicher erfolgt dabei vorzugsweise über einen zwischengeschalteten zweiten Widerstand. Ein wie beschrieben eingesetzter Transistor vergleicht die Spannung am ersten Speicher mit der Versorgungsspannung am Gate und wird durchlässig, wenn die Differenz zwischen diesen Spannungen die Schwellspannung des Transistors überschreitet. In diesem Falle verbindet der Transistor den ersten Speicher mit dem zweiten Speicher, so dass es zu einer (Teil-)Übertragung der gespeicherten Energien kommen kann. Der optionale zweite Widerstand in der Verbindungsleitung zwischen erstem und zweitem Speicher sorgt dabei für eine gegebenenfalls wünschenswerte Verzögerung des Umladevorgangs zwischen den Speichern.

[0015] Der zweite Speicher kann insbesondere durch einen zweiten Kondensator gebildet werden, welcher mit seinem ersten Anschluss mittelbar oder unmittelbar am Komparatorausgang und mit seinem zweiten Anschluss mittelbar oder unmittelbar an Masse liegt. Ein solcher Kondensator kann Energie in Form von Ladung speichern. Vorzugsweise ist der mit dem Komparatorausgang verbundene erste Anschluss des zweiten Kondensators zusätzlich über einen dritten Widerstand mit der Masse verbunden. Über diesen dritten Widerstand kann dann eine Zeitkonstante vorgegeben werden, mit welcher sich der zweite Kondensator von selbst entlädt. Einmal im

zweiten Kondensator deponierte Energie baut sich somit von selbst wieder ab, so dass eine Aktivierung der Ausgangsschaltung nach Ablauf einer maximalen Zeitdauer beendet wird.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung der zuletzt genannten Realisierung der Detektorschaltung wird die Ausgangsschaltung durch einen zweiten Transistor gebildet, dessen Gate (Basis) am ersten Anschluss des zweiten Kondensators und dessen Source (Emitter) an Masse liegt, und an dessen Drain (Kollektor) das Ausgangssignal abgegriffen werden kann. Das einen Spike anzeigende Ausgangssignal dieses Transistors besteht somit darin, dass seine Drain zum Massepotential hingeleitet wird (Zustand LOW). Ferner wird der Transistor durch die im zweiten Speicher enthaltene Energie durchlässig geschaltet. Beide Merkmale stellen sicher, dass die Funktion und das Ausgangssignal des Transistors unabhängig vom aktuellen Wert der (gestörten) Versorgungsspannung sind.

[0017] Die Erfindung betrifft ferner eine Datenverarbeitungseinheit, wobei es sich insbesondere um eine Smartcard handeln kann. Die Datenverarbeitungseinheit ist dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Detektorschaltung der oben erläuterten Art zur Detektion von kurzzeitigen Spannungsimpulsen (Spikes) in der Versorgungsspannung enthält, wobei die Ausgangsschaltung dieser Detektorschaltung mit einer Fehlerbehandlungsschaltung der Datenverarbeitungseinheit gekoppelt ist. Die Fehlerbehandlungsschaltung reagiert dabei in angemessener Weise auf das Auftreten eines Spikes in der Versorgungsspannung, welches durch das Ausgangssignal der Detektorschaltung angezeigt wird. Bei einer Smartcard erlaubt dies insbesondere einen wirkungsvollen Schutz vor Angriffsversuchen auf die Schaltung durch der Versorgungsspannung aufgeprägte Spikes.

[0018] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Detektion von Spannungsspitzen in einer Versorgungsspannung, wobei

- a) von der Versorgungsspannung bereitgestellte Energie in einem ersten Speicher gespeichert wird;
- b) die genannte Energie in einen zweiten Speicher weitergeleitet wird, wenn die Versorgungsspannung außerhalb eines vorgegebenen Intervalls liegt;
- c) mit Hilfe der im zweiten Speicher enthaltenen Energie ein Ausgangssignal erzeugt wird, wenn die Energie im zweiten Speicher einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.

[0019] Mit dem genannten Verfahren ist eine sichere Detektion von Spikes in der Versorgungsspannung möglich, da für die Erzeugung des Ausgangssignals lediglich Energie verwendet wird, welche zuvor im ersten Speicher gespeichert wurde. Das Verfahren

hängt somit nicht davon ab, dass während der Dauer eines Spikes noch eine Versorgungsspannung zur Verfügung steht, welche die Erzeugung des Ausgangssignals erlauben würde. Das Verfahren kann insbesondere mit einer Detektorschaltung der oben erläuterten Art durchgeführt werden, wobei die beschriebenen Varianten der Detektorschaltung zu entsprechenden Weiterbildungen des Verfahrens führen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren beispielhaft erläutert. Es zeigt:

[0021] [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild für eine erfindungsgemäße Detektorschaltung;

[0022] [Fig. 2](#) einen Schaltplan für die Realisierung einer derartigen Detektorschaltung.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

[0023] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Detektorschaltung **100** dient dazu, sehr kurze Impulse (Dauer im Bereich von 0,01 bis 2 μ s), sogenannte "Spikes", in einer Versorgungsspannung VDD zu detektieren und bei Erkennen eines solchen Spikes ein entsprechendes Ausgangssignal SPIKE_DET zu erzeugen. Dieses Ausgangssignal kann dann von einer Hauptschaltung (nicht dargestellt) verwendet werden, um passend auf den Spike in der Versorgungsspannung VDD zu reagieren. Die Hauptschaltung kann insbesondere ein Smartcard-Controllerchip sein, welches auf diese Weise vor missbräuchlichen Angriffen mit der Versorgungsspannung VDD aufgeprägten Spikes geschützt werden kann.

[0024] Dabei ist von entscheidender Bedeutung, dass während der Dauer dieser Spikes normalerweise eine ausreichende Qualität der Spannungsversorgung und somit eine sichere Funktion der zu schützenden Schaltung nicht gewährleistet ist. Das Auftreten eines solchen Spikes muss deshalb in der Sensorschaltung gespeichert werden, bis die zu schützende Schaltung nach Wiederkehr der Versorgung hinreichend betriebsbereit ist und auf das Ereignis angemessen reagieren kann. Die Reaktion der zu schützenden Schaltung auf das Ausgangssignal des Sensors erfolgt also möglicherweise nicht bereits während des Spikes, sondern erst mit der Wiederkehr der Versorgung auf den ungestörten Wert. Die in [Fig. 1](#) dargestellte Schaltung **100** gewährleistet dies durch den nachfolgend beschriebenen Aufbau.

[0025] Die Versorgungsspannung VDD wird in der Detektorschaltung **100** zunächst einem an Masse angeschlossenen Integrator INT mit einem Speicher MEM1 zugeführt. Der Integrator bildet den Mittelwert VDD_AV der zu überwachenden Versorgungsspan-

nung VDD und speichert diesen im Speicher MEM1. Diese gespeicherte Energie dient später als Hilfsenergie für die Detektorschaltung **100**, da während eines Spikes die Hauptversorgung über die Versorgungsspannung VDD nicht gewährleistet ist.

[0026] Der Integrator INT beziehungsweise der Speicher MEM1 gibt die gemittelte Versorgungsspannung VDD_AV über seinen Ausgang an einen Schalter S, an den Versorgungseingang eines Komparators COMP und an eine Spannungsreferenz REF weiter.

[0027] Der Komparator COMP ist eingangsseitig an die Versorgungsspannung VDD sowie an eine oder gegebenenfalls zwei Referenzspannungen Vref1 beziehungsweise Vref2 gekoppelt, welche von der Spannungsreferenz REF bereitgestellt werden. Wenn wie in [Fig. 1](#) dargestellt zwei Referenzspannungen Vref1 und Vref2 an den Komparator COMP angeschlossen sind, handelt es sich um einen Fensterkomparator, dessen Ausgang aktiviert wird, wenn die Versorgungsspannung VDD außerhalb des Intervalls $I = [Vref1; Vref2]$ liegt. Alternativ kann auch nur ein einfacher Komparator eingesetzt werden, welchem von der Spannungsreferenz REF nur eine Referenzspannung Vref zur Verfügung gestellt wird. Der Ausgang eines solchen Komparators würde z. B. dann aktiv, wenn die Versorgungsspannung VDD unterhalb (oder alternativ oberhalb) dieser Referenzspannung Vref liegt. Bei der einzigen Vergleichsspannung Vref könnte es sich insbesondere um die gemittelte Versorgungsspannung VDD_AV handeln, so dass der Komparator einen negativen Spike in der Versorgungsspannung VDD detektiert, welcher zum Unterschreiten des Mittelwertes VDD_AV führt. Ebenso könnte es sich bei der einzigen Referenzspannung Vref um das Massepotential handeln, so dass der Komparator Spikes relativ zum Massepotential detektiert.

[0028] Wenn der Komparator COMP die durch seine Verschaltung und die Referenzspannung(en) vorgegebenen Bedingungen für das Vorliegen eines Spikes in der Versorgungsspannung VDD detektiert, aktiviert er seinen Ausgang und schließt dadurch den Schalter S. Dadurch wird der Speicher MEM1 über eine Verzögerungsschaltung DELAY mit einem zweiten Speicher MEM2 verbunden. Daraufhin wird zumindest ein Teil der Energie aus Speicher MEM1 verzögert in den zweiten Speicher MEM2 übertragen.

[0029] Der zweite Speicher MEM2 ist weiterhin mit einer Ausgangsstufe OUT gekoppelt. Wenn die Energie im zweiten Speicher MEM2 einen vorgegebenen Wert überschreitet, wird die Ausgangsstufe OUT aktiviert, und an ihrem Ausgang wird das Ausgangssignal SPIKE_DET ausgegeben. Die Erzeugung dieses Signals SPIKE_DET erfolgt mittels der im zweiten Speicher MEM2 gespeicherten Energie und damit

unabhängig vom aktuellen Wert der Versorgungsspannung VDD.

[0030] Die Detektorschaltung **100** ist vorzugsweise für die Bearbeitung von Spikes einer definierten Länge vorgesehen. Der zweite Speicher MEM2 ist deshalb so ausgelegt, dass die dort gespeicherte Energie nach einer bestimmten Zeit verbraucht ist. Auf diese Weise wird die maximale Weite eines Spikes definiert, der noch zur Auslösung führt. Längere Spikes werden zwar noch detektiert, aber nicht mehr lange genug ausgegeben. Die Übertragung der Energie vom ersten Speicher MEM1 zum zweiten Speicher MEM2 über den vom Komparator bedienten Schalter S geschieht nahezu trägheitslos, so dass auch sehr kurze Spikes detektiert werden können. Ist dies nicht wünschenswert, weil vielleicht sehr kurze Störungen, die die Schaltung nicht stören würden, trotzdem den Detektor auslösen, so kann die Übertragung der Energie durch den Verzögerungsblock DELAY soweit verzögert werden, dass bei zu kurzen Impulsen im zweiten Speicher MEM2 nicht genügend Energie für eine Detektorauslösung aufgebaut wird. Auf diese Weise wird die minimale Weite eines Spikes definiert, die noch zur Auslösung führt. Kürzere Spikes werden nicht mehr detektiert.

[0031] [Fig. 2](#) zeigt einen konkreten Schaltungsaufbau für eine Detektorschaltung **100** zur Detektion von negativen Spikes relativ zur mittleren Versorgungsspannung VDD_AV. Die von extern bereitgestellte Versorgungsspannung VDD liegt dabei an einem Anschluss PAD vor. Von diesem Anschluss aus wird sie auch an einen Anschluss I zur internen Versorgung einer Hauptschaltung (nicht dargestellt) wie zum Beispiel einem Smartcard-Controllerchip bereitgestellt.

[0032] An die Versorgungsspannung VDD ist als erster Speicher ein Kondensator C1 über einen ersten Widerstand R1 und parallel hierzu über eine Diode D1 angeschlossen. Der Kondensator C1 ist mit seinem anderen Anschluss an Masse angeschlossen. Die Diode D1, der Widerstand R1 und der Kondensator C1 bilden den Mittelwert VDD_AV der Versorgungsspannung VDD und speichern ihn im Kondensator C1.

[0033] Weiterhin ist ein erster Transistor M1 vorgesehen, welcher mit seiner Source am ersten Kondensator C1 liegt und dort die mittlere Versorgungsspannung VDD_AV abgreift, und dessen Drain über einen zweiten Widerstand R2 am ersten Anschluss eines zweiten Kondensators C2 anliegt, dessen zweiter Anschluss an Massepotential liegt. Das Gate dieses ersten Transistors M1 liegt an der Versorgungsspannung VDD.

[0034] Der Spannungsabfall am ersten Widerstand R1 im Ruhezustand entspricht den Störsignalen in der Versorgungsspannung VDD und ist im einge-

schwungenen Zustand wesentlich geringer als die Schwellspannung des P-Kanal-MOS-Transistors M1. Der Transistor M1 ist folglich in diesem Zustand gesperrt.

[0035] Der zweite Kondensator C2 ist mit seinem ersten Anschluss über einen dritten Widerstand R3 an Masse angeschlossen, so dass er sich hierüber bei gesperrtem Transistor M1 entlädt.

[0036] Der erste Anschluss des zweiten Kondensators C2 ist ferner an das Gate eines zweiten N-Kanal-MOS-Transistors M2 angeschlossen, dessen Source an Massepotential angeschlossen ist. Im entladenen Zustand des zweiten Kondensators C2 ist der zweite Transistor M2 somit ebenfalls gesperrt.

[0037] Der Drain-Ausgang des zweiten Transistors M2, welcher das Ausgangssignal SPIKE_DET bereitstellt, ist an den ersten Anschluss eines dritten Kondensators C3 angeschlossen, dessen zweiter Anschluss auf Massepotential liegt. Der erste Anschluss dieses dritten Kondensators C3 ist ferner über einen vierten Widerstand R4 an die Versorgungsspannung VDD gekoppelt. Ferner ist der erste Anschluss des dritten Kondensators C3 mit dem Eingang eines Inverters INV verbunden, welcher an seinen Versorgungsanschlüssen zwischen der Versorgungsspannung VDD und Masse liegt. Bei gesperrtem zweiten Transistor M2 ist der dritte Kondensator C3 über den vierten Widerstand R4 auf den Wert der Versorgungsspannung VDD aufgeladen, und am Ausgang des Inverters INV ergibt sich demnach der Zustand LOW.

[0038] Ergibt sich in der Versorgungsspannung VDD ein negativer Spannungssprung, der größer ist als die Schwellspannung des ersten Transistor M1, dann wird dieser Transistor leitend und transportiert einen Teil der Ladung des ersten Kondensators C1 über den zweiten Widerstand R2 in den zweiten Kondensator C2. Wenn die übertragene Ladung am zweiten Kondensator C2 zu einer Spannung führt, die größer ist als die Schwellspannung des zweiten Transistors M2, so entspricht dies dem Zustand, welcher die Detektion eines Spikes anzeigt. Der zweite Transistor M2 wird in diesem Zustand leitend und entlädt den dritten Kondensator C3. Spätestens dann, wenn die Versorgungsspannung VDD auf den ungestörten Wert zurückkehrt, erscheint am Ausgang des Inverters INV der Zustand HIGH. Dieser Zustand bleibt so lange erhalten, bis der zweite Kondensator C2 über den dritten Widerstand R3 entladen ist. Dann wird durch Schließen des zweiten Transistors M2 der dritte Kondensator C3 freigegeben und das HIGH-Signal am Ausgang des Inverters INV verschwindet nach einer durch den dritten Kondensator C3 und den vierten Widerstand R4 definierten Zeit.

[0039] Der dritte Kondensator C3, der vierte Wider-

stand R4 und der Inverter INV sind nicht notwendigerweise Bestandteil der Detektorschaltung, sondern repräsentieren eine mögliche Verarbeitung des Ausgangssignals SPIKE_DET in der zu schützenden Schaltung.

[0040] Dadurch, dass der zweite Kondensator C2 durch den dritten Widerstand R3 in einer bestimmten Zeit entladen wird, verschwindet das Ausgangssignal SPIKE_DET nach einer vorgegebenen Zeit. Die Wirkung der Detektorschaltung wird auf diese Weise auf Spikes unterhalb einer bestimmten Weite beschränkt. Diese Weite ist mit dem dritten Widerstand R3 einstellbar.

[0041] Falls kein zweiter Widerstand R2 vorgesehen beziehungsweise $R2 = 0$ ist, erfolgt der Ladungstransfer vom ersten Kondensator C1 zum zweiten Kondensator C2 nahezu trägeheitslos, was den Detektor auch für sehr kurze negative Spikes sensibel macht. Für den Fall, dass die Auslösung unterhalb einer bestimmten Mindestweite der Spikes nicht wünschenswert ist, kann der Ladungstransfer vom ersten Kondensator C1 zum zweiten Kondensator C2 durch entsprechend hohe Werte des zweiten Widerstandes R2 verlangsamt werden. Die Mindestpulsweite für das Ansprechen der Detektorschaltung kann somit durch den zweiten Widerstand R2 eingestellt werden.

[0042] Damit die Spannung am ersten Kondensator C1 nach einer tiefen Störung möglichst schnell auf den Mittelwert der ungestörten Versorgung zurückgeht, ist die Diode D1 vorgesehen. Sie beschleunigt die Aufladung des ersten Kondensators C1 in der Anfangsphase und wird später unwirksam.

[0043] Die Ansprechschwelle der Detektorschaltung ist gegeben durch die Schwellspannung des ersten MOS-Transistors M1. Sie bezieht sich auf den Mittelwert VDD_{AV} der Versorgungsspannung und passt sich auf diese Weise automatisch wechselnden Versorgungsspannungen VDD an.

[0044] Die erfindungsgemäße Detektorschaltung ist in der Lage, auch sehr kurze Störsignale zu detektieren. Sie speichert dabei das Auftreten von Störsignalen, so dass eine Auslösung auch noch im Nachhinein erfolgen kann, wenn die zu schützende Schaltung für die Dauer der Störung vorübergehend funktionsunfähig wurde. Das Ansprechverhalten der Detektorschaltung kann auf einfache Art und Weise an die Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden. Wenn die Ansprechschwelle sich relativ zum Mittelwert der Versorgungsspannung definiert, kann sie wechselnden Versorgungsniveaus problemlos folgen. Ferner verbraucht die Schaltung im inaktiven Zustand keinen Strom und erfordert keine zusätzlichen Maßnahmen für ein Power-Down.

Bezugszeichenliste

100	Detektorschaltung
C1, C2, C3	Kondensatoren
COMP	Komparator
D1	Diode
DELAY	Verzögerungsschaltung
I	interner Anschluss
INT	Integrator
INV	Inverser
M1, M2	Transistoren
MEM1, MEM2	Speicher
OUT	Ausgangsstufe
PAD	Spannungsanschluss
R1, R2, R3, R4	Widerstände
S	Schalter
SPIKE_DET	Ausgangssignal
VDD	Versorgungsspannung
VDD_AV	mittlere Versorgungsspannung
Verf1, Vref2	Referenzspannung

Patentansprüche

1. Detektorschaltung (**100**) zur Detektion von kurzzeitigen Spannungsimpulsen (Spikes) in einer Versorgungsspannung (VDD), enthaltend

a) einen ersten Speicher (MEM1; C1) zur Speicherung einer von der Versorgungsspannung bereitgestellten Energie;

b) einen zweiten Speicher (MEM2; C2) für Energie, wobei der zweite Speicher mit dem ersten Speicher über einen Schalter (S; M1) verbunden ist;

c) einen Komparator (COMP; M1), welcher eingangsseitig an die Versorgungsspannung und an mindestens eine Referenzspannung (Vref1, Vref2) angeschlossen ist, und dessen Ausgang so mit dem Schalter gekoppelt ist, dass er diesen schließt, wenn die Versorgungsspannung außerhalb eines vorgegebenen Spannungsintervalls liegt;

d) eine Ausgangsschaltung (OUT; M2), welche eingangsseitig mit dem zweiten Speicher verbunden ist und welche so eingerichtet ist, dass sie ein Ausgangssignal (SPIKE_DET) erzeugt, wenn die Energie im zweiten Speicher einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.

2. Detektorschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen an die Versorgungsspannung (VDD) angeschlossenen Integrator (INT) enthält, dessen Ausgang mit dem ersten Speicher (MEM1) verbunden ist.

3. Detektorschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Speicher (MEM2; C2) mit einer vorgegebenen Zeitkonstante selbstentladend ist.

4. Detektorschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungsleitung zwischen dem ersten Spei-

cher (MEM1; C1) und dem zweiten Speicher (MEM2; C2) eine Verzögerungsschaltung (DELAY; R2) zur Verzögerung des Energieflusses angeordnet ist.

5. Detektorschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Speicher durch einen zwischen Masse und der Versorgungsspannung (VDD) angeschlossenen ersten Kondensator (C1) gebildet wird, wobei der Anschluss an die Versorgungsspannung (VDD) vorzugsweise über eine Parallelschaltung aus einem ersten Widerstand (R1) und aus einer Diode (D1) erfolgt.

6. Detektorschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Komparator durch einen ersten Transistor (M1) gebildet wird, dessen Gate mit der Versorgungsspannung (VDD), dessen Source mit dem ersten Speicher (C1) und dessen Drain vorzugsweise über einen zweiten Widerstand (R2) mit dem zweiten Speicher (C2) verbunden ist.

7. Detektorschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Speicher durch einen zweiten Kondensator (C2) gebildet wird, dessen erster Anschluss mit dem Komparatorausgang und dessen zweiter Anschluss mit Masse in Verbindung steht, wobei der erste Anschluss vorzugsweise zusätzlich über einen dritten Widerstand (R3) ebenfalls mit Masse verbunden ist.

8. Detektorschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangsschaltung durch einen zweiten Transistor (M2) gebildet wird, dessen Gate am ersten Anschluss des zweiten Kondensators (C2) und dessen Source an Masse liegt, und an dessen Drain das Ausgangssignal (SPIKE_DET) abgegriffen werden kann.

9. Datenverarbeitungseinheit, wobei die Datenverarbeitungseinheit als Smartcard ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinheit eine Detektorschaltung (**100**) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 enthält, deren Ausgangsschaltung (OUT; M2) mit einer Fehlerbehandlungsschaltung der Datenverarbeitungseinheit gekoppelt ist.

10. Verfahren zur Detektion von Spannungsspitzen in einer Versorgungsspannung (VDD), wobei a) von der Versorgungsspannung bereitgestellte Energie in einem ersten Speicher (MEM1; C1) gespeichert wird;

b) die genannte Energie in einen zweiten Speicher (MEM2; C2) weitergeleitet wird, wenn die Versorgungsspannung außerhalb eines vorgegebenen Intervalls liegt;

c) mit Hilfe der im zweiten Speicher enthaltenen Energie ein Ausgangssignal (SPIKE_DET) erzeugt

wird, wenn die Energie im zweiten Speicher einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.

11. Verwendung einer Detektorschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in einer Datenverarbeitungseinheit nach Anspruch 9.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig.1

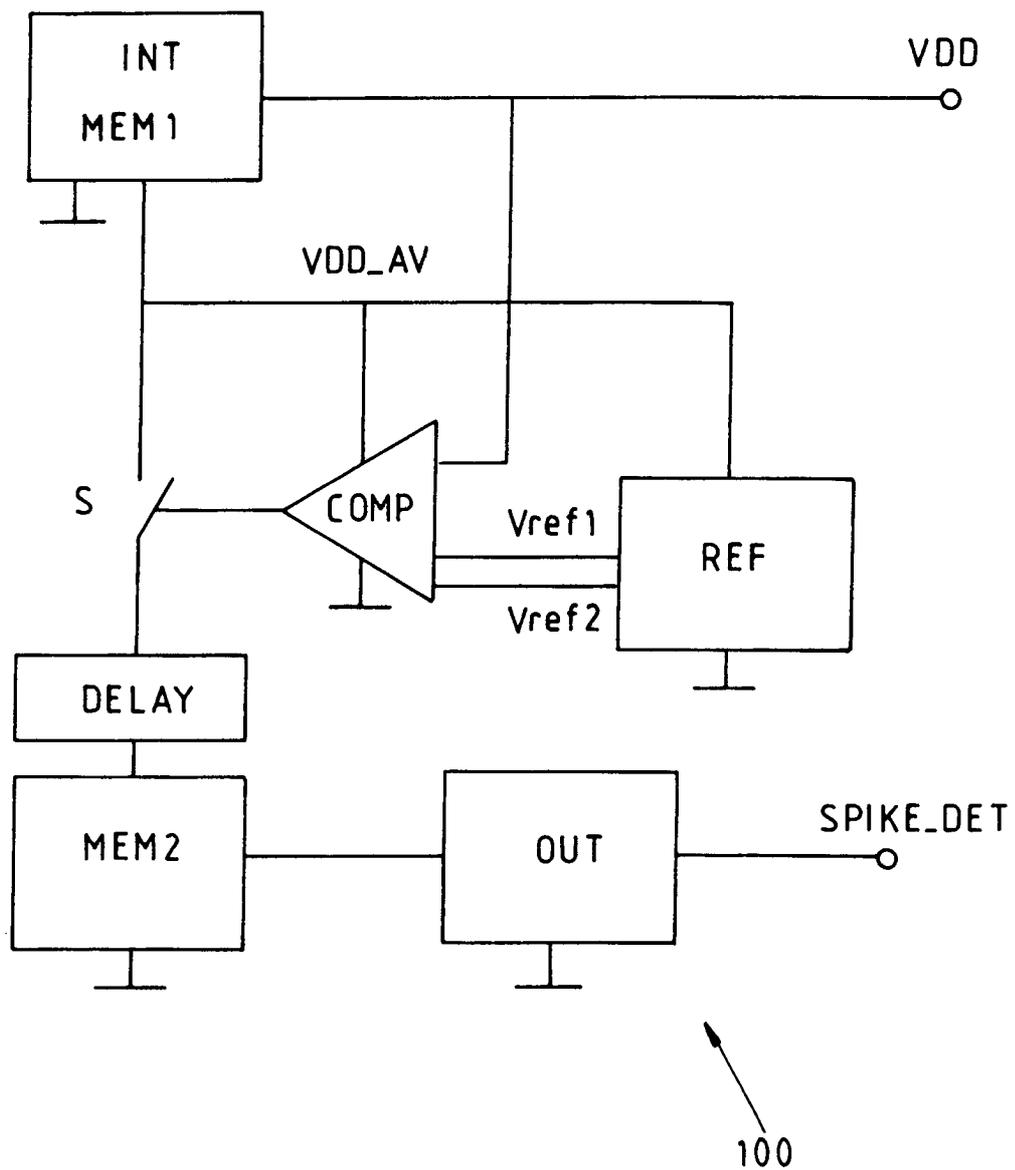


Fig. 2

