



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 960 366 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.10.2001 Patentblatt 2001/42

(21) Anmeldenummer: **98912205.6**

(22) Anmeldetag: **12.02.1998**

(51) Int Cl.7: **G05F 3/30**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE98/00402

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/36342 (20.08.1998 Gazette 1998/33)

(54) **THERMISCHER SCHUTZ**
HEAT PROTECTION
PROTECTION THERMIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **12.02.1997 DE 19705338**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(73) Patentinhaber: **Infineon Technologies AG**
81669 München (DE)

(72) Erfinder: **FELDTKELLER, Martin**
D-81543 München (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Westphal, Mussnug & Partner
Mozartstrasse 8
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 170 391 **US-A- 5 349 286**
US-A- 5 589 792

EP 0 960 366 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine thermische Schutzschaltung mit einem ersten Bipolartransistor dessen Emitteranschluß mit einer Klemme für Bezugspotential verbunden ist, dessen Kollektoranschluß mit einer ersten Stromquelle verbunden ist und dessen Basisanschluß mit einem Abgriff eines Spannungsteilers, der mit einer ersten Klemme an die Klemme für Bezugspotential angeschlossen ist, verbunden ist.

[0002] Aufgabe derartigen thermischer Schutzschaltungen, welche beispielsweise bei integrierten Leistungsschaltungen Anwendung finden, ist es, bei Überschreiten einer festgelegten Temperaturschwelle Schaltungskomponenten mit hoher Verlustleistung abzuschalten, um die Gesamtschaltung, üblicherweise einen IC, bei fehlender Kühlung vor Zerstörung zu schützen. Hierzu ist ein temperaturabhängiges Schaltsignal notwendig, welches bei Temperaturen oberhalb der festgelegten Temperaturschwelle einen Wert aufweist, welcher von Werten des Schaltsignals bei Temperaturen unterhalb der festgelegten Temperaturschwelle deutlich unterscheidbar ist. Bei derartigen bereits bekannten thermischen Schutzschaltungen nutzt man die starke Abhängigkeit des Kollektorstroms von der Temperatur bei in Emitterschaltung geschalteten Bipolartransistoren zur Erzeugung des Schaltsignals. Bei vorgegebenem Kollektorstrom nimmt die Basis-Emitterspannung eines in Emitterschaltung betriebenen Bipolartransistors pro Kelvin Temperaturerhöhung um einen bestimmten Wert ab, welcher bei Bipolartransistoren auf Siliziumbasis ca. 2 Millivolt je Kelvin Temperaturerhöhung beträgt. Da der Kollektorstrom wiederum exponentiell von der Basis-Emitterspannung abhängig ist, wenn sich der Transistor im linearen Aussteuerbereich befindet, besteht somit eine exponentielle Abhängigkeit des Kollektorstroms von der Temperatur, so daß der Kollektorstrom bei vorgegebener Basis-Emitterspannung und Temperaturerhöhung exponentiell ansteigt. Ist der von der mit dem Kollektoranschluß verbundenen Stromquelle gelieferte Strom nicht mehr ausreichend, um den Bipolartransistor bei steigenden Temperaturen im linearen Aussteuerbereich zu halten, geht der Transistor in Sättigung und das Kollektorpotential sinkt gegenüber bei niedrigeren Temperaturen vorhandenen Werten schnell ab, wodurch sich ein deutlich unterscheidbares Schaltsignal ergibt. Bei bereits bekannten thermischen Schutzschaltungen, welche derartige temperaturabhängigkeiten von Bipolartransistoren in Emitterschaltung nutzen, wird eine möglichst exakte, temperaturunabhängige Referenzspannungsquelle zur Einstellung der Basis-Emitterspannung und damit des Transistorarbeitspunktes benötigt. Zur Erzeugung einer derartigen Referenzspannung können beispielsweise Bandgap-Schaltungen verwendet werden, wie in Botti/Stefani, "Smart-Power ICs", Springer-Verlag, 1996, Seite 424 ff. oder in der EP 0 618 658 A1 der Firma SGS Thomson beschrieben ist.

[0003] Nachteilig bei derartigen Schaltungen ist die starke Abhängigkeit der Temperaturgenauigkeit der Schutzschaltung von der Genauigkeit der Referenzspannungsquelle sowie der nicht unerhebliche Schaltungsaufwand.

[0004] In der US 5,589,792 ist eine thermische Schutzschaltung mit zwei Bipolartransistoren gleichen Typs beschrieben, wobei deren Emitter an einem gemeinsamen Klemmenanschluß anliegen. Es sind weiterhin zwei Stromquellen vorgesehen, die in die Kollektoranschlüsse der beiden Transistoren jeweils einen vorgegebenen Strom einprägen. Ein dritter Transistor ermöglicht einen durch die erste Stromquelle bedingten Stromfluß durch den ersten Transistor. Ein Spannungsteiler steuert die Basis des zweiten Transistors so, daß ein Teil der Basis-Emitter-Spannung des ersten Transistors anliegt. Am Kollektor des zweiten Transistors kann dann beim Überschreiten einer vorgegebenen Temperatur ein Signal abgegriffen werden. Somit kann auf eine aufwendige Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Referenzspannung verzichtet werden.

[0005] Die Erfindung hat das Ziel, die beschriebene Schutzschaltung so weiterzubilden, daß ein möglichst geringer Strom durch die Schutzschaltung aufgenommen wird. Ferner soll sich die Schutzschaltung mit nur wenigen Bauelementen und damit platzsparend realisieren lassen.

[0006] Die Schutzschaltung sieht deshalb einen zweiten Bipolartransistor vor, dessen Emitteranschluß mit der Klemme für Bezugspotential verbunden ist, dessen Kollektoranschluß mit einer zweiten Stromquelle verbunden ist und dessen Basisanschluß an einer zweiten Klemme des Spannungsteilers angeschlossen ist. Die Basis-Emitterspannung des ersten Bipolartransistors ergibt sich somit über den Spannungsteiler aus der Basis-Emitterspannung des zweiten Transistors. Da mit steigender Temperatur die Basis-Emitterspannung des zweiten Transistors bei vorgegebenem Kollektorstrom, welcher durch die zweite Stromquelle gegeben ist, abnimmt, nimmt auch die Basis-Emitterspannung des ersten Transistors ab. Die Arbeitspunkte des ersten Transistors können u.a. über das Teilverhältnis des Spannungsteilers so eingestellt werden, daß der Kollektorstrom des ersten Transistors, der notwendig ist, um den ersten Transistor im linearen Aussteuerbereich zu halten, mit zunehmender Temperatur ansteigt. Übersteigt dieser Kollektorstrom den von der ersten Stromquelle gelieferten Strom, so geht der erste Transistor in Sättigung, wodurch das Kollektorpotential und der Wert des am Kollektoranschluß abgreifbaren Schaltsignals absinkt. Die vorliegende thermische Schutzschaltung enthält nur wenige Bauelemente und ist besonders bei Ausführung der Stromquellen in MOS-Technologie platzsparend zu realisieren. Zur Einstellung der Arbeitspunkte des zweiten Transistors ist eine dritte Stromquelle vorgesehen, die an den Basisanschluß und damit gleichzeitig an die zweite Klemme des Spannungsteilers angeschlossen ist.

[0007] Erfindungsgemäß erfolgt die Arbeitspunkteinstellung mittels eines fünften und sechsten Transistors, wobei die Basis des sechsten Transistors mit dem Kollektoranschluß des zweiten Transistors und der Emitteranschluß des sechsten Transistors mit dem Basisanschluß des zweiten Transistors verbunden ist. Der Kollektoranschluß des sechsten Transistors ist mit dem Kollektoranschluß des fünften Transistors verbunden, dessen Emitter mit der ersten Klemme der Versorgungsspannungsquelle verbunden ist. Der Kollektoranschluß und der Basisanschluß des fünften Transistors sind miteinander verbunden.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Vorteilhafterweise weist der erste Transistor eine Emitterfläche auf, die um einen Faktor m größer als die Emitterfläche des zweiten Transistors ist. Bei identischer Basis-Emitterspannung beträgt somit der Kollektorstrom des ersten Transistors das m -fache des Kollektorstroms des zweiten Transistors, wodurch sich bei vorgegebener erster und zweiter Stromquelle eine weitere Möglichkeit ergibt, die Temperaturschwelle, bei der das Schaltsignal absinkt, einzustellen.

[0010] Vorzugsweise bilden die zweite Stromquelle, welche den Kollektorstrom des zweiten Transistors liefert, und die erste Stromquelle, welche den Kollektorstrom des ersten Transistors liefert, einen Stromspiegel derart, daß der maximal mögliche Kollektorstrom des ersten Transistors abhängig vom Kollektorstrom des zweiten Transistors ist.

[0011] Nach einer Ausführungsform einer thermischen Schutzschaltung nach der Erfindung besteht der Stromspiegel aus einem dritten und vierten Transistor, deren Emitteranschlüsse jeweils mit einer ersten Klemme einer Versorgungsspannungsquelle verbunden sind, wobei weiterhin der Kollektoranschluß des dritten Transistors mit dem Kollektoranschluß des ersten Transistors und der Kollektoranschluß des vierten Transistors mit dem Kollektoranschluß des zweiten Transistors verbunden ist. Weiterhin ist der Basisanschluß des dritten Transistors mit dem Basisanschluß des vierten Transistors verbunden, wodurch beide Basen auf einem gemeinsamen Potential liegen.

[0012] Vorzugsweise ist die Emitterfläche des vierten Transistors um einen Faktor n größer als die Emitterfläche des dritten Transistors, wodurch bei der beschriebenen Verschaltung des dritten und vierten Transistors zu dem Stromspiegel, der durch den dritten Transistor gelieferte Kollektorstrom, welcher dem maximal durch den ersten Transistor fließenden Kollektorstrom entspricht, dem n -ten Teil des durch den vierten Transistor fließenden Kollektorstrom entspricht, welcher bei Vernachlässigung des Basisstroms des sechsten Transistors betragsmäßig dem Kollektorstrom des zweiten Transistors entspricht.

[0013] Vorzugsweise ist der Kollektoranschluß und der Basisanschluß des fünften Transistors mit der Basis des dritten und vierten Transistors verbunden.

[0014] Vorteilhafterweise ist wenigstens einer der Transistoren, die den Stromspiegel und/oder die dritte Stromquelle bilden, als MOS-Transistor, beispielsweise als MOS-FET ausgeführt. Durch diese Ausführungsform ist eine besonders platzsparende Realisierung des Stromspiegels und/oder der dritten Stromquelle möglich. Um die Werte des Schaltsignals vor und nach Überschreiten der Temperaturschwelle gut unterscheidbar zu machen, ist weiterhin eine Hystereseschaltung vorgesehen, die das Absinken der Werte des Schaltsignals nach Überschreiten der Temperaturschwelle verstärkt.

[0015] Die erfindungsgemäße thermische Schutzschaltung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung,

Figur 2 zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung mit Ausführung der ersten, zweiten und dritten Stromquelle in Bipolartechnologie,

Figur 3 drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung mit Ausführung der ersten, zweiten und dritten Stromquelle in MOS-Technologie,

Figur 4 weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung mit Hystereseschaltung,

Figur 5 Funktionsweise einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung nach dem zweiten Ausführungsbeispiel unter Angabe ausgewählter Ströme und Spannungen bei ausgewählten Temperaturen,

Figur 6 Abhängigkeit des Kollektorstroms von der Temperatur und der Basis-Emitterspannung bei den in Figur 5 verwendeten Bipolartransistoren.

[0016] In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen, gleiche Bauteile mit gleicher Bedeutung.

[0017] Figur 1 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung mit einem ersten und zweiten Transistor T1, T2, einer ersten, zweiten und dritten Stromquelle J1, J2, J3 und einem aus einem ersten und zweiten Widerstand R1, R2, bestehenden Spannungsteiler. Die Basis B des ersten Transistors T1 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit einem Mittenabgriff P des Spannungsteilers verbunden, welcher mit einer ersten Klemme K1 mit einer Klemme 2 für Bezugspotential verbunden ist. Die Basis B des zweiten Transistors T2 ist mit einer zweiten

Klemme K2 des Spannungsteilers verbunden. Sowohl der Emitteranschluß E des ersten Transistors T1 als auch der Emitteranschluß E des zweiten Transistors T2 ist mit der Klemme 2 für Bezugspotential verbunden, so daß sich für die Basis-Emitterspannung U_{BE1} des ersten Transistors T1 abhängig von der Basis-Emitterspannung U_{BE2} des zweiten Transistors T2 folgende Beziehung ergibt:

$$U_{BE1} = R2/(R1+R2) \cdot U_{BE2} = a \cdot U_{BE2},$$

wobei $a < 1$ das Spannungsteilverhältnis des Spannungsteilers bezeichnet.

[0018] Der Kollektoranschluß C des ersten Transistors, an welchem ein temperaturabhängiges Schaltsignal SS abgreifbar ist, ist mit einer ersten Stromquelle J1 verbunden, welche den maximal durch den ersten Transistor T1 fließenden Kollektorstrom bestimmt. Der Kollektoranschluß C des zweiten Transistors T2 ist mit einer zweiten Stromquelle J2 verbunden, welche den maximal durch den zweiten Transistor T2 fließenden Kollektorstrom bestimmt. Zur Einstellung des Arbeitspunktes bzw. der Basis-Emitterspannung des zweiten Transistors T2 ist eine dritte Stromquelle J3 vorgesehen, welche mit dem Basisanschluß B des zweiten Transistors bzw. der zweiten Klemme K2 des Spannungsteilers verbunden ist.

[0019] Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung, wobei die in Figur 1 dargestellten Stromquellen J1, J2, J3 in Bipolartechnologie ausgeführt sind und wobei zusätzlich die erste und zweite Stromquelle J1, J2 durch einen Stromspiegel gebildet werden. Figur 2 zeigt einen dritten und vierten Transistor T3, T4, welche einen Stromspiegel bilden. Der Kollektoranschluß C des dritten Transistors T3 ist mit dem Kollektoranschluß C des ersten Transistors T1, der Kollektoranschluß C des vierten Transistors T4 ist mit dem Kollektoranschluß des zweiten Transistors T2 verbunden. Sowohl der Emitteranschluß E des dritten Transistors T3 als auch der Emitteranschluß E des vierten Transistors T4 sind mit einer ersten Klemme 1 einer Versorgungsspannungsquelle verbunden. Die Basis B des dritten Transistors T3 ist mit der Basis B des vierten Transistors T4 verbunden, welche sich somit auf einem gemeinsamen Potential befinden, das durch die Kollektor-Emitterspannung bzw. die Basis-Emitterspannung eines fünften Transistors T5 bestimmt ist, dessen Emitteranschluß E mit der ersten Klemme 1 der Versorgungsspannungsquelle und dessen Kollektoranschluß C sowohl mit den eigenen Basisanschluß B als auch mit dem Basisanschluß B des dritten und vierten Transistors T3, T4 verbunden ist. Der Kollektoranschluß C des fünften Transistors T5 ist weiterhin mit dem Kollektoranschluß C eines sechsten Transistors T6 verbunden, dessen Emitteranschluß E mit der Basis B des zweiten Transistors T2 und der zweiten Klemme K2 des Spannungsteilers verbunden ist.

Der Basisanschluß B des sechsten Transistors T6 ist mit dem Kollektoranschluß C des zweiten Transistors T2 verbunden. Die Einstellung des Arbeitspunktes des zweiten Transistors T2 erfolgt in der beschriebenen Schaltung über den vierten, fünften und sechsten Transistor T4, T5, T6, wobei der durch den vierten Transistor T4 fließende Kollektorstrom betragsmäßig dem durch den zweiten Transistor T2 fließenden Kollektorstrom, bei Vernachlässigung des Basisstroms des sechsten Transistors T6, entspricht. Da sowohl der Basisanschluß B als auch der Emitteranschluß E des dritten und vierten Transistors T3, T4 schaltungsbedingt auf demselben Potential liegen, entspricht der durch den dritten Transistor T3 fließende Kollektorstrom dem durch den vierten Transistor T4 fließenden Kollektorstrom bzw. der durch den vierten Transistor T4 fließende Kollektorstrom beträgt das n-fache des durch den dritten Transistor T3 fließenden Kollektorstroms, wenn der vierte Transistor T4 so gewählt ist, daß dessen Emitterfläche das n-fache der Emitterfläche des dritten Transistors T3 beträgt. Ein parallel zur Kollektor-Emitterstrecke des sechsten Transistors T6 geschalteter dritter Widerstand R3 trägt zur Beschleunigung der Arbeitspunkteinstellung des zweiten Transistors T2 bei.

[0020] Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung, wobei die in Figur 2 dargestellten Bipolartransistoren T3, T4, T5, T6, welche die Stromquellen bilden, durch einen ersten, zweiten, dritten und vierten MOS-FET, M1, M2, M3, M4 ersetzt sind. Der Drainanschluß D des ersten MOS-FET M1 ist mit dem Kollektoranschluß C des ersten Transistors T2, der Drainanschluß D des zweiten MOS-FET M2 ist mit dem Kollektoranschluß C des zweiten Transistors T1 verbunden. Die Sourceanschlüsse S des ersten, zweiten und dritten MOS-FET M1, M2, M3 sind jeweils mit der ersten Klemme 1 der Versorgungsspannungsquelle verbunden, wobei der Drainanschluß D des dritten MOS-FET M3 mit dem Drainanschluß D des vierten MOS-FET M4 verbunden ist und wobei weiterhin der Drainanschluß D des dritten MOS-FET M3 sowohl mit dem Gateanschluß G des ersten, mit dem Gateanschluß G des zweiten als auch mit dem Gateanschluß G des dritten MOS-FET verbunden ist. Der Gateanschluß G des vierten MOS-FET M4 ist mit dem Kollektoranschluß C des zweiten Transistors T2, der Sourceanschluß S des vierten MOS-FET M4 ist mit dem Basisanschluß B des zweiten Transistors T2 und der zweiten Klemme K2 des Spannungsteilers verbunden. Der in Figur 2 dargestellte dritte Widerstand ist bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel einer thermischen Schutzschaltung durch ein fünftes MOS-FET M5 ersetzt, dessen Gateanschluß G mit der Klemme 2 für Bezugspotential verbunden ist. Durch Verwendung von Transistoren in MOS-Technologie ist die in Figur 3 dargestellte thermische Schutzschaltung gegenüber der in Figur 2 dargestellten thermischen Schutzschaltung weniger platzaufwendig zu realisieren.

[0021] Figur 4 zeigt die in Figur 3 dargestellte thermische Schutzschaltung, welche zusätzlich um eine Hystereseschaltung, bestehend aus einem sechsten, siebten und achten MOS-FET M6, M7, M8 erweitert ist. Der Sourceanschluß S des sechsten MOS-FET M6 ist mit der ersten Klemme 1 der Versorgungsspannungsquelle verbunden, der Gateanschluß G des sechsten MOS-FET ist mit den Gateanschlüssen G des ersten, zweiten und dritten MOS-FET M1, M2, M3 verbunden. Die Sourceanschlüsse S des siebten und achten MOS-FET M7, M8 sind jeweils mit dem Drainanschluß D des sechsten MOS-FET M6 verbunden, der Drainanschluß D des siebten MOS-FET ist mit der Klemme 2 für Bezugspotential, der Drainanschluß D des achten MOS-FET M8 ist mit dem Basisanschluß B des ersten Transistors T1 verbunden. Die Gateanschlüsse G des siebten bzw. achten MOS-FET M7, M8 sind mit dem Kollektoranschluß C des zweiten Transistors T2 bzw. mit dem Kollektoranschluß C des ersten Transistors T1 verbunden. Aufgabe der beschriebenen Hystereseschaltung ist es, bei Überschreiten einer vorgegebenen Temperaturschwelle, ab welcher das Kollektorpotential des ersten Transistors T1 absinkt, das Absinken des Kollektorpotentials zu verstärken, um das Schaltsignal deutlicher von Schaltsignalen bei niedrigeren Temperaturen unterscheidbar zu machen. Die Temperaturschwelle, ab welcher ein deutliches Absinken des Kollektorpotentials des ersten Transistors T1 erfolgt, ist dadurch gekennzeichnet, daß der Kollektorstrom, der notwendig ist, um den ersten Transistor T1 im linearen Aussteuerbereich zu halten, durch den zweiten MOS-FET M2 nicht mehr bereitgestellt werden kann. Das Drainpotential des zweiten MOS-FET M2 und damit das Gatepotential des achten MOS-FET M8 sinkt daher gegenüber dem Drainpotential des sechsten MOS-FET M6 ab. Der achte MOS-FET M8 wird damit leitend und es fließt ein Strom über den sechsten MOS-FET M6, den achten MOS-FET M8 und den zweiten Widerstand R2 des Spannungsteilers in Richtung der Klemme 2 für Bezugspotential. Durch den zusätzlich durch den zweiten Widerstand R2 fließenden Strom erhöht sich die an dem ersten Transistor T1 anliegende Basis-Emitterspannung, wodurch der Kollektorstrom, welcher nötig ist, um den ersten Transistor T1 im linearen Aussteuerbereich zu halten, noch weiter ansteigt, was ein weiteres Absinken des Kollektorpotentials des ersten Transistors T1 bewirkt.

[0022] Figur 6 zeigt die Abhängigkeit eines Kollektorstroms I_C von der Basis-Emitterspannung U_{BE} und der Temperatur T eines beispielhaft ausgewählten Bipolartransistors, anhand dessen die Funktionsweise einer erfindungsgemäßen thermischen Schutzschaltung nach dem in Figur 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiels erläutert werden soll. Die in Figur 2 dargestellte thermische Schutzschaltung ist in Figur 5 unter Vernachlässigung des dritten Widerstands unter Angabe ausgewählter Ströme und Spannungen bei Temperaturen von $T=350K$, $T=400K$ und $T=450K$ angegeben. Die Strom- bzw. Spannungswerte für unterschiedliche Tem-

peraturen sind jeweils untereinander stehend angegeben, wobei die Werte von oben nach unten mit aufsteigender Temperatur angegeben sind. Die folgende Erläuterung der Funktionsweise erfolgt unter Vernachlässigung sämtlicher Basisströme. Die Dimensionierung der Schaltung erfolgte für eine Temperatur $T=400K$. Unter der Annahme, daß die verwendeten Bipolartransistoren den in Figur 6 angegebenen Kennlinien genügen und unter Auswahl der beiden Widerstände R1, R2 des Spannungsteilers zu $R1=1,6k\Omega$ und $R2=8,4k\Omega$ ergibt sich bei einer Temperatur von $T=400K$ ein Arbeitspunkt des zweiten Transistors T2, der durch eine Basis-Emitterspannung von 500mV und einen Kollektorstrom von $100\mu A$ gekennzeichnet ist. Die Einstellung dieses Arbeitspunktes erfolgt über den vierten, fünften und sechsten Transistor T4, T5, T6. Bei Vernachlässigung des Basisstroms des sechsten Transistors T6 ergibt sich ein Kollektorstrom des vierten Transistors T4 von ebenfalls $100\mu A$. Gemäß dem Spannungsteilerverhältnis $a=0,84$ des verwendeten Spannungsteilers, beträgt die Basis-Emitterspannung des ersten Transistors 420mV. In dem dargestellten Beispiel beträgt die Emitterfläche des ersten Transistors das 5-fache der Emitterfläche des zweiten Transistors T2, so daß der durch den ersten Transistor T1 fließende Kollektorstrom das 5-fache des für eine Basis-Emitterspannung von 420mV aus den Kennlinien ablesbaren Wertes von $10\mu A$ beträgt. Die Emitterfläche des vierten Transistors T4 beträgt das 2-fache der Emitterfläche des dritten und fünften Transistors T3, T5, so daß der Kollektorstrom des vierten Transistors das 2-fache des Kollektorstroms des dritten und fünften Transistors T3, T5, welche jeweils $50\mu A$ betragen, beträgt.

[0023] Bei Verringerung der Temperatur auf $T=350K$ ergibt sich bei der vorliegenden Schaltung für den zweiten Transistor T2 ein Arbeitspunkt, welcher durch eine Basis-Emitterspannung von 607mV und einen Kollektorstrom von $120\mu A$ gekennzeichnet ist. Die Basis-Emitterspannung des ersten Transistors T1 ergibt sich zwingend aus der Basis-Emitterspannung des zweiten Transistors T2 und dem Spannungsteiler zu 510mV. Aus der zu einer Temperatur von 350K gehörigen Kennlinie ergibt sich für eine derartige Basis-Emitterspannung ein Kollektorstrom von $5\mu A$, welcher jedoch, aufgrund der Verwendung eines Transistors mit einer um den Faktor 5 vergrößerten Emitterfläche, das 5-fache des aus der Kennlinie ablesbaren Kollektorstroms und somit $25\mu A$ beträgt. Der Kollektorstrom des dritten Transistors T3 beträgt aufgrund der Verschaltung des dritten und vierten Transistors T3, T4 zu einem Stromspiegel und der gegenüber dem dritten Transistor T3 doppelten Emitterfläche des vierten Transistors T4 die Hälfte des Kollektorstroms des vierten Transistors T4 und damit $60\mu A$. Der mit $60\mu A$ angegebene Kollektorstrom des dritten Transistors T3 ist als maximal möglicher Kollektorstrom anzusehen. Da bei dem für $T=350K$ vorliegenden Arbeitspunkt des ersten Transistors T1 durch diesen kein Kollektorstrom fließen kann, welcher die angegebenen

25µA wesentlich übersteigt, fließt auch durch den dritten Transistor T3 lediglich ein Kollektorstrom von 25µA, wodurch dieser Transistor möglicherweise in Sättigung geht. Der erste Transistor T1 bleibt bei absinkender Temperatur auf T=350K weiter im linearen Aussteuerbereich, das Kollektorpotential und damit das Schaltsignal SS ändert sich daher nicht wesentlich.

[0024] Bei Anstieg der Temperatur auf T=450K ergibt sich für den zweiten Transistor T2 ein Arbeitspunkt, welcher durch eine Basis-Emitterspannung von 392mV und einen Kollektorstrom von 80µA gekennzeichnet ist. Gemäß dem Teilverhältnis $a=0,84$ ergibt sich für den ersten Transistor somit eine Basis-Emitterspannung von 329mV und ein Kollektorstrom von 80µA, welcher gemäß der vergrößerten Emitterfläche das 5-fache des aus der Kennlinie ablesbaren Wertes von 16µA beträgt. Der maximal durch den dritten Transistor T3 fließende Kollektorstrom beträgt entsprechend dem Emitterflächenverhältnis des dritten und vierten Transistors T3, T4 die Hälfte des durch den vierten Transistor T4 fließenden Kollektorstrom von 80µA, nämlich 40µA. Der maximal vom dritten Transistor T3 gelieferte Kollektorstrom von 40µA ist geringer als der zu einer Basis-Emitterspannung von 329mV bei 5-facher Emitterfläche gehörige Kollektorstrom von 80µA. Der von dem dritten Transistor T3 gelieferte Kollektorstrom genügt nicht, um den ersten Transistor T1 bei der gegebenen Basis-Emitterspannung von 329mV im linearen Aussteuerbereich zu halten. Der erste Transistor T1 geht damit in Sättigung und das Kollektorpotential und damit das Schaltsignal SS sinkt gegenüber Kollektorpotentialwerten im linearen Aussteuerbereich rasch ab. Diese Tatsache wird anhand üblicher Transistorkennlinien, bei welchen der Kollektorstrom in Abhängigkeit von der Kollektor-Emitterspannung aufgetragen ist, deutlich. Im linearen Aussteuerbereich besteht nur eine geringe Abhängigkeit des Kollektorstroms von der Kollektor-Emitterspannung bzw. vom Kollektorpotential, während im Sättigungsbereich eine starke Abhängigkeit des Kollektorstroms vom Kollektorpotential bzw. der Kollektor-Emitterspannung besteht.

[0025] Anstelle der in den Ausführungsbeispielen für den ersten und zweiten Transistor verwendeten Bipolartransistoren, ist auch eine Verwendung von MOS-Transistoren möglich, wobei auf eine entsprechende Dimensionierung des Spannungsteilers zu achten ist.

Patentansprüche

1. Thermische Schutzschaltung mit

- einer ersten (J1), zweiten (J2) und dritten Stromquelle (J3),
- einem Spannungsteiler (R1, R2), der mit einer ersten Klemme (K1) an eine zweite Klemme (2) für Bezugspotential angeschlossen ist, und der mit einer zweiten Klemme (K2) an die dritte

- Stromquelle (J3) angeschlossen ist,
- einem ersten Bipolartransistor (T1), dessen Emitteranschluß (E) mit einer Klemme (2) für Bezugspotential verbunden ist, dessen Kollektoranschluß (C) mit einer ersten Stromquelle (J1) verbunden ist und dessen Basisanschluß mit einem Abgriff (P) des Spannungsteilers (R1,R2) verbunden ist, wobei am Kollektoranschluß (C) ein temperaturabhängiges Schaltsignal (SS) abgreifbar ist,
- einem zweiten Bipolartransistor (T2), dessen Emitteranschluß (E) mit der Klemme (2) für Bezugspotential verbunden ist, dessen Kollektoranschluß (C) mit der zweiten Stromquelle (J2) verbunden ist und dessen Basisanschluß (B) an der zweiten Klemme (K2) des Spannungsteilers (R1, R2) angeschlossen ist.

dadurch gekennzeichnet,

daß die dritte Stromquelle (J3) aufweist:

- einen fünften Transistor (T5), dessen Emitteranschluß (E) mit einer ersten Klemme (1) der Versorgungsspannungsquelle verbunden ist, und dessen Kollektoranschluß (C) und Basisanschluß (B) miteinander verbunden sind,
- einen sechsten Transistor (T6), wobei der Basisanschluß (B) mit dem Kollektoranschluß (C) des zweiten Transistor verbunden ist und wobei der Kollektoranschluß (C) des sechsten Transistors (T6) mit dem Kollektoranschluß (C) und dem Basisanschluß (B) des fünften Transistors (T5) verbunden ist.

2. Thermische Schutzschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Transistors (T1) eine Emitterfläche aufweist, die um einen Faktor m größer als die Emitterfläche des zweiten Transistors (T2) ist.

3. Thermische Schutzschaltung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste Stromquelle (J1) und die zweite Stromquelle (J2) durch einen Stromspiegel gebildet sind.

4. Thermische Schutzschaltung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromspiegel aus einem dritten und vierten Transistor (T3,T4) besteht, deren Emitteranschlüsse (E) jeweils mit der ersten Klemme (1) einer Versorgungsspannungsquelle verbunden sind, daß der Kollektoranschluß (C) des dritten Transistors (T3) mit dem Kollektoranschluß (C) des ersten Transistors (T1) und der Kollektoranschluß (C) des vierten Transistors (T4) mit dem Kollektoranschluß (C) des zweiten Transistors (T2) verbunden ist und daß der Basisanschluß (B) des dritten Transistors (T3) mit dem Basisanschluß (B) des vierten Transistors (T4) verbunden

ist.

5. Thermische Schutzschaltung nach Anspruch 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Basisanschlüsse des dritten, vierten und fünften Transistors (T3, T4, T5) miteinander verbunden sind. 5
6. Thermische Schutzschaltung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Emitterfläche des vierten Transistors (T4) um einen Faktor n größer ist, als die Emitterfläche des dritten Transistors (T3). 10
7. Thermische Schutzschaltung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens einer der Transistoren (T3, T4), die den Stromspiegel bilden ein MOS-Transistor ist. 15
8. Thermische Schutzschaltung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens einer der Transistoren (T5, T6), die die dritte Stromquelle bilden ein MOS-Transistor ist. 20
9. Thermische Schutzschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie eine Hystereseschaltung aufweist. 25

Claims

1. Thermal protection circuit with 30
 - a first (J1), second (J2) and third current source (J3),
 - a voltage divider (R1, R2) which is connected by a first terminal (K1) to a second terminal (2) for reference potential and which is connected by a second terminal (K2) to the third current source (J3), 35
 - a first bipolar transistor (T1), the emitter contact (E) of which is connected to a terminal (2) for reference potential, the collector contact (C) of which is connected to a first current source (J1) and the base contact of which is connected to a tap (P) of the voltage divider (R1, R2), where at the collector contact (C) a temperature-dependent switch signal (SS) can be tapped, 40
 - a second bipolar transistor (T2), the emitter contact (E) of which is connected to the terminal (2) for reference potential, the collector contact (C) of which is connected to the second current source (J2) and the base contact (B) of which is connected to the second terminal (K2) of the voltage divider (R1, R2), 45

characterised in that the third current source (J3) has 55

- a fifth transistor (T5), the emitter contact (E) of which is connected to a first terminal (1) of the distribution voltage source, and the collector contact (C) and base contact (B) of which are connected together,
- a sixth transistor (T6), where the base contact (B) is connected to the collector contact (C) of the second transistor and where the collector contact (C) of the sixth transistor (T6) is connected to the collector contact (C) and the base contact (B) of the fifth transistor (T5).

2. Thermal protection circuit according to claim 1, **characterised in that** the first transistor (T1) has an emitter surface which is greater by a factor m than the emitter surface of the second transistor (T2).
3. Thermal protection circuit according to claim 1 or 2, **characterised in that** the first current source (J1) and the second current source (J2) are formed by a current mirror.
4. Thermal protection circuit according to claim 3, **characterised in that** the current mirror consists of a third and fourth transistor (T3, T4), the emitter contacts (E) of which are each connected to the first terminal (1) of a distribution voltage source, that the collector contact (C) of the third transistor (T3) is connected to the collector contact (C) of the first transistor (T1) and the collector contact (C) of the fourth transistor (T4) is connected to the collector contact (C) of the second transistor (T2), and the base contact (B) of the third transistor (T3) is connected to the base contact (B) of the fourth transistor (T4).
5. Thermal protection circuit according to claims 4 and 5, **characterised in that** the base contacts of the third, fourth and fifth transistors (T3, T4, T5) are connected together.
6. Thermal protection circuit according to any of claims 4 or 5, **characterised in that** the emitter surface of the fourth transistor (T4) is greater by a factor n than the emitter surface of the third transistor (T3).
7. Thermal protection circuit according to any of claims 4 to 6, **characterised in that** at least one of the transistors (T3, T4) which form the current mirror is a MOS transistor.
8. Thermal protection circuit according to any of claims 5 or 6, **characterised in that** at least one of the transistors (T5, T6) which form the third current source is a MOS transistor.

9. Thermal protection circuit according to any of the previous claims,
characterised in that it has a hysteresis circuit.

Revendications

1. Circuit de protection thermique comprenant :

- une première (J1), une seconde (J2) et une troisième (J3) sources de courant, 10
- un diviseur de tension (R1, R2) relié par une première borne (K1) à une seconde borne (2) du potentiel de référence et dont la seconde borne (K2) est reliée à la troisième source de courant (J3), 15
- un premier transistor bipolaire (T1) dont l'émetteur (E) est relié à une borne (2) de potentiel de référence, le collecteur (C) est relié à la première source de courant (J1) et sa base est reliée à la prise (P) du diviseur de tension (R1, R2), le collecteur (C) fournissant un signal de commutation (SS) dépendant de la température, 20
- un second transistor bipolaire (T2) dont l'émetteur (E) est relié à la borne (2) de potentiel de référence et le collecteur (C) est relié à la seconde source de courant (J2), la base (B) étant reliée à la seconde borne (K2) du diviseur de tension (R1, R2), 25

caractérisé en ce que

- la troisième source de courant (J3) comporte : 30
- un cinquième transistor (T5) dont l'émetteur (E) est relié à une première borne (1) de la source de tension d'alimentation et le collecteur (C) et la base (B) sont reliés l'un à l'autre, 35
- un sixième transistor (T6) dont la base (B) est reliée au collecteur (C) du second transistor et le collecteur (C) du sixième transistor (T6) est relié au collecteur (C) et à la base (B) du cinquième transistor (T5). 40

2. Circuit de protection thermique selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
le premier transistor (T1) présente une surface d'émetteur égale à un multiple (m) de la surface d'émetteur du second transistor (T2). 45 50

3. Circuit de protection thermique selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que
la première source de courant (J1) et la seconde source de courant (J2) sont formées par un miroir de courant. 55

4. Circuit de protection thermique selon la revendication 3,
caractérisé en ce que

5 le miroir de courant est formé d'un troisième et d'un quatrième transistors (T3, T4) dont l'émetteur (E) est respectivement relié à la première borne (1) d'une source de tension d'alimentation, le collecteur (C) du troisième transistor (T3) est relié au collecteur (C) du premier transistor (T1) et le collecteur (C) du quatrième transistor (T4) est relié au collecteur (C) du second transistor (T2) et, 5
la base (B) du troisième transistor (T3) est reliée à la base (B) du quatrième transistor (T4). 10 15

5. Circuit de protection thermique selon les revendications 3 et 4,
caractérisé en ce que
la base du troisième, celle du quatrième et celle du cinquième transistor (T3, T4, T5) sont reliées l'une à l'autre. 20

6. Circuit de protection thermique selon Tune des revendications 4 ou 5,
caractérisé en ce que
la surface de l'émetteur du quatrième transistor (T4) est un multiple (n) de la surface d'émetteur du troisième transistor (T3). 25 30

7. Circuit de protection thermique selon Tune des revendications 4 à 6,
caractérisé en ce qu'
au moins l'un des transistors (T3, T4) formant un miroir de courant, est un transistor MOS. 35

8. Circuit de protection thermique selon Tune des revendications 5 ou 6,
caractérisé en ce qu'
au moins l'un des transistors (T5, T6) formant la troisième source de courant est un transistor MOS. 40

9. Circuit de protection thermique selon Tune des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
il comporte un circuit à hystérésis. 45 50

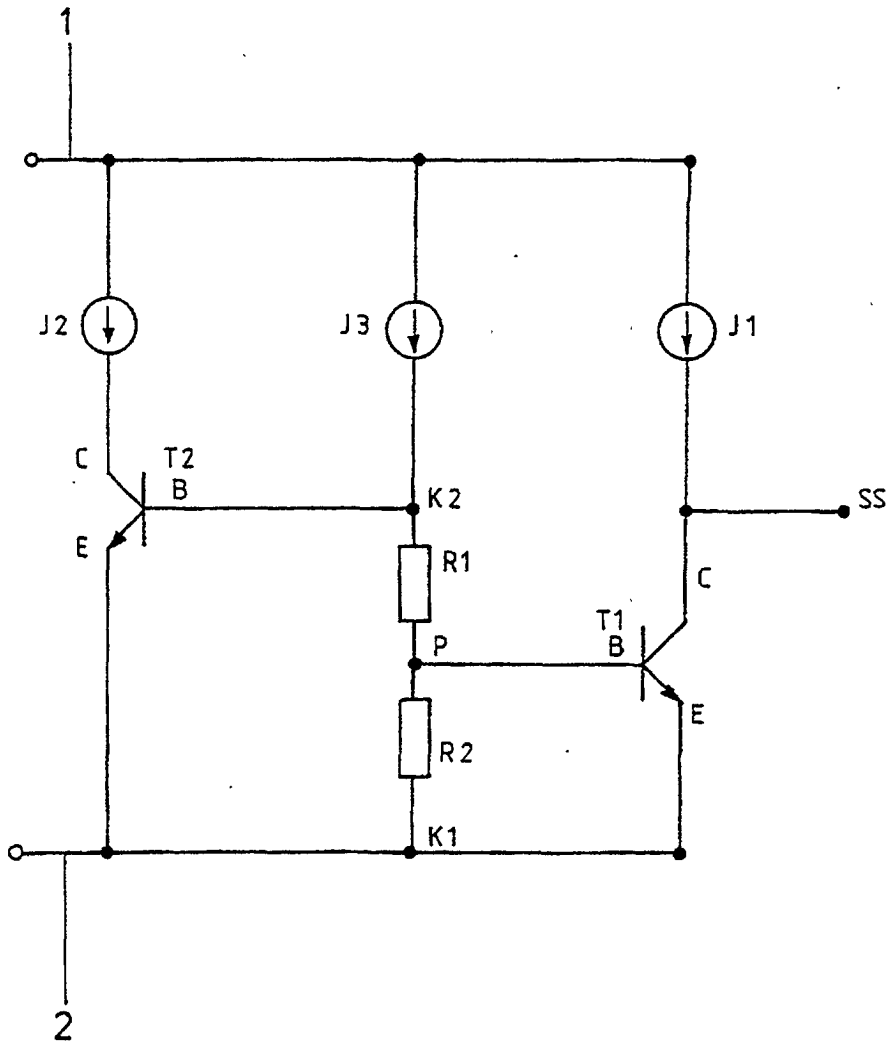


Fig. 1

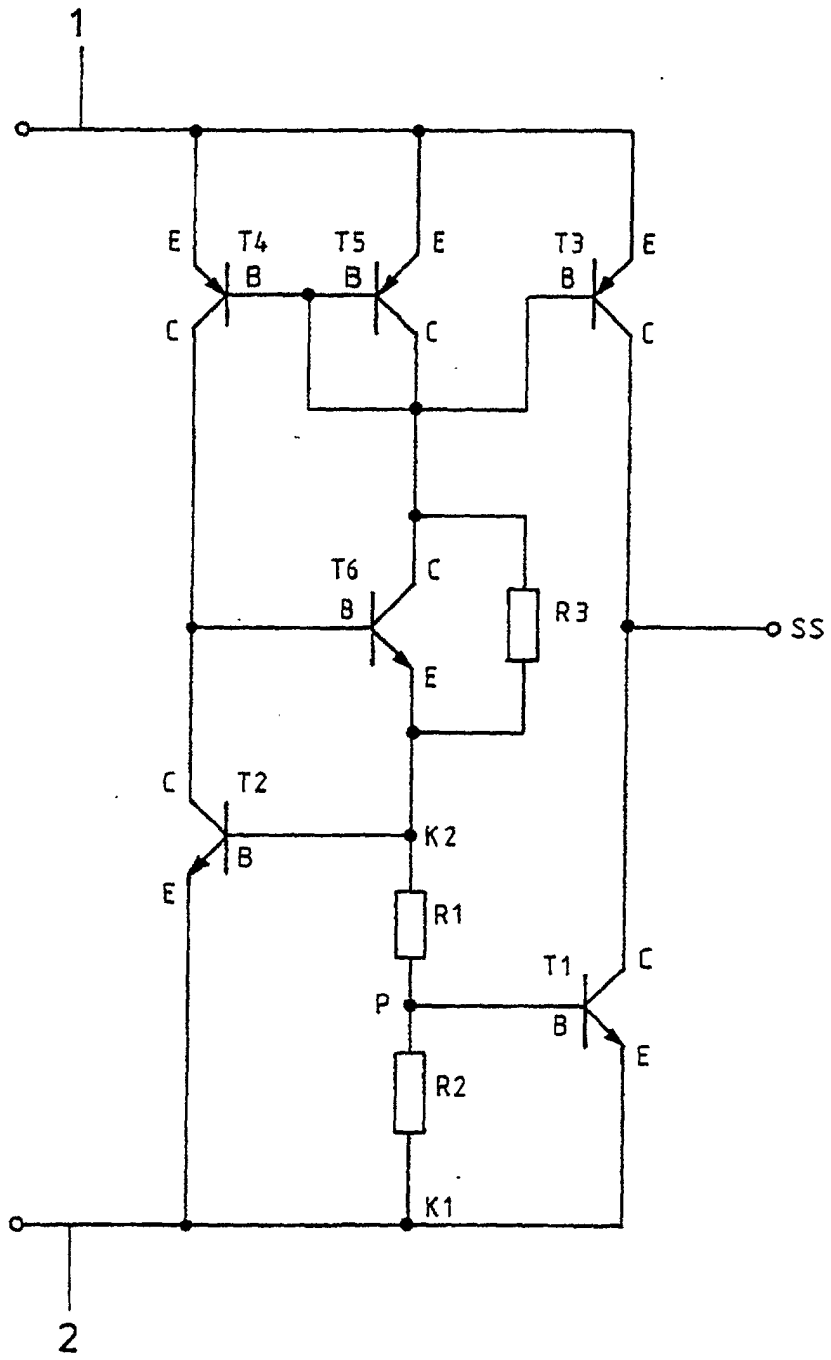


Fig. 2

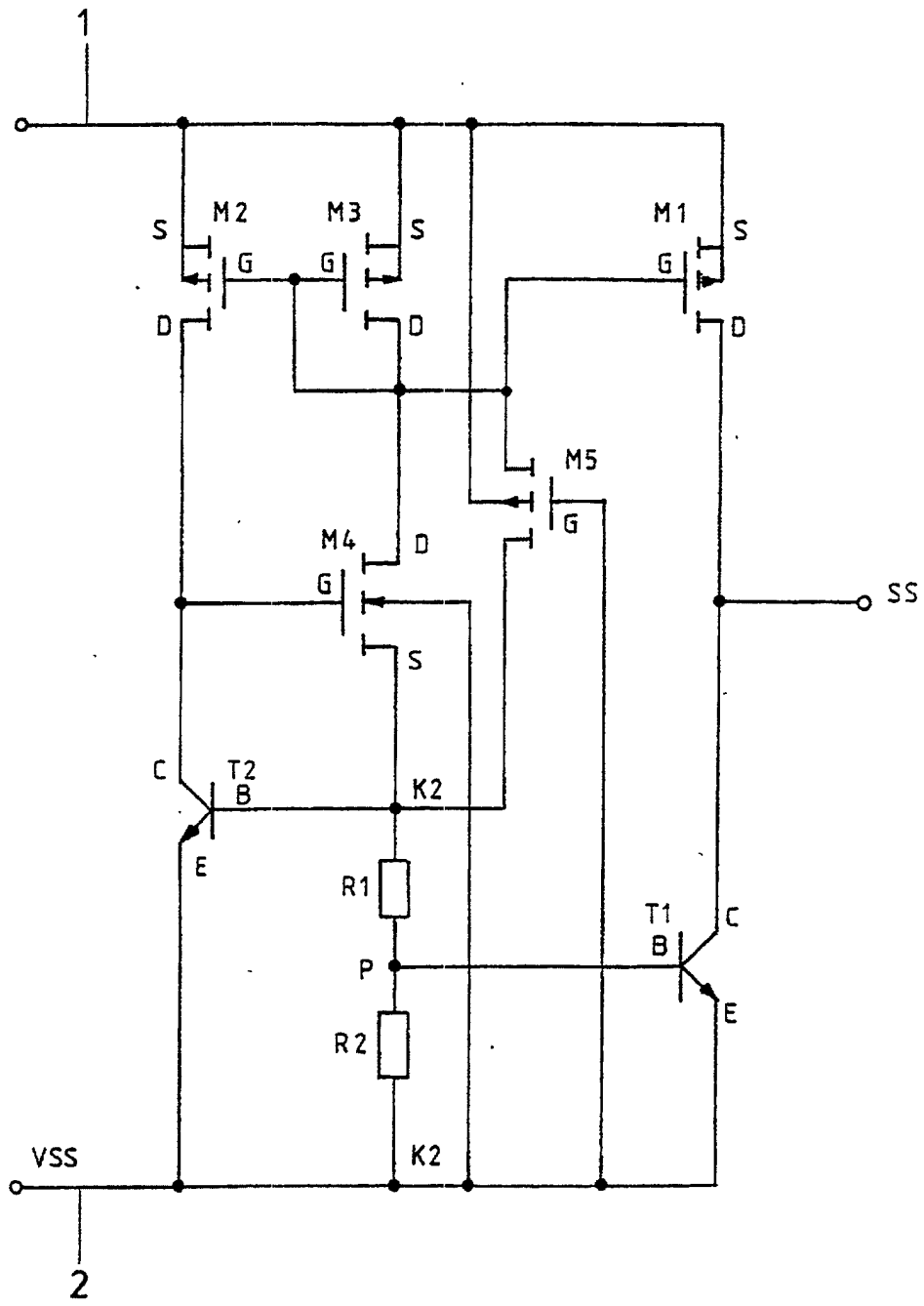


Fig. 3

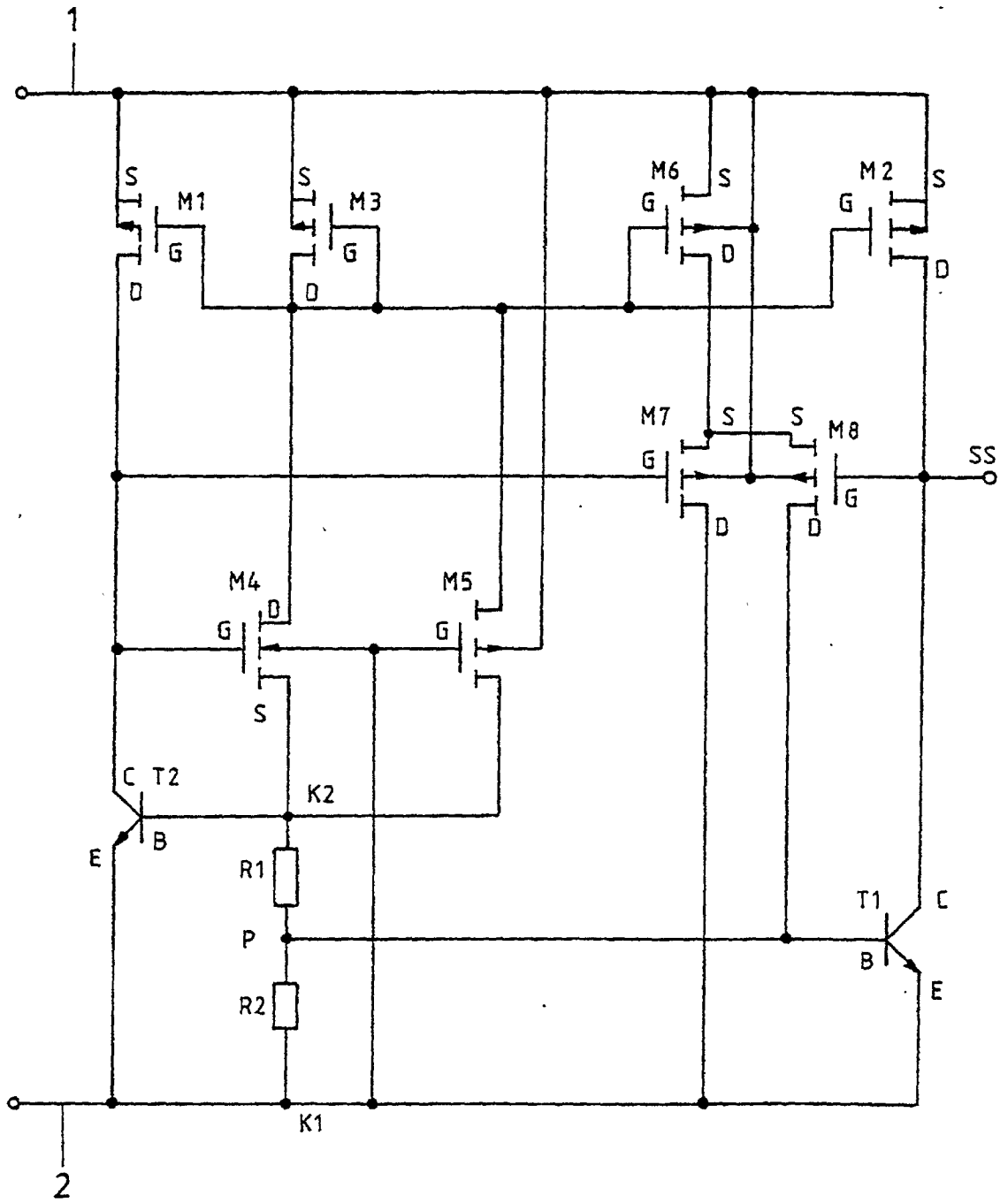


Fig. 4

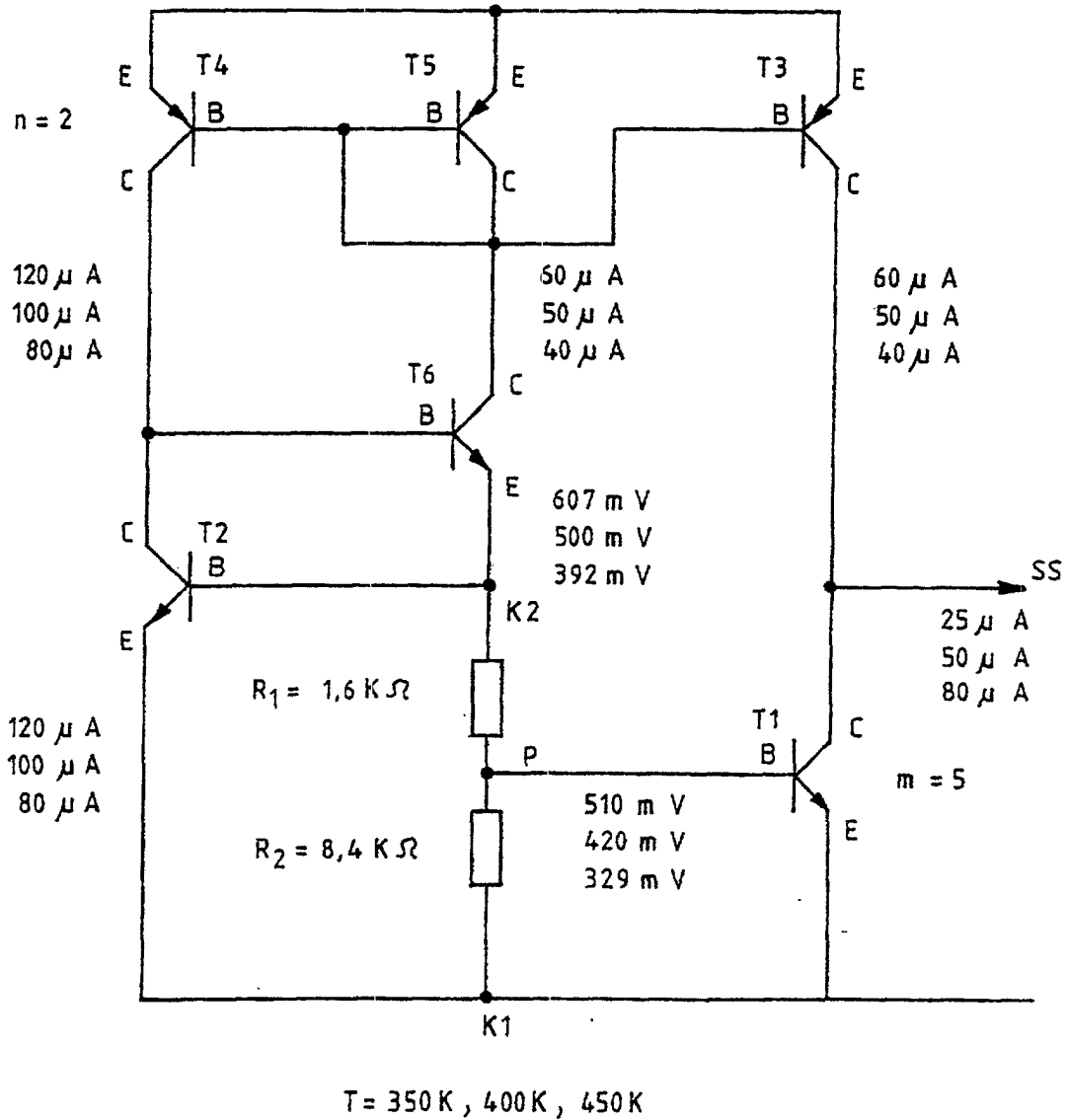


Fig. 5

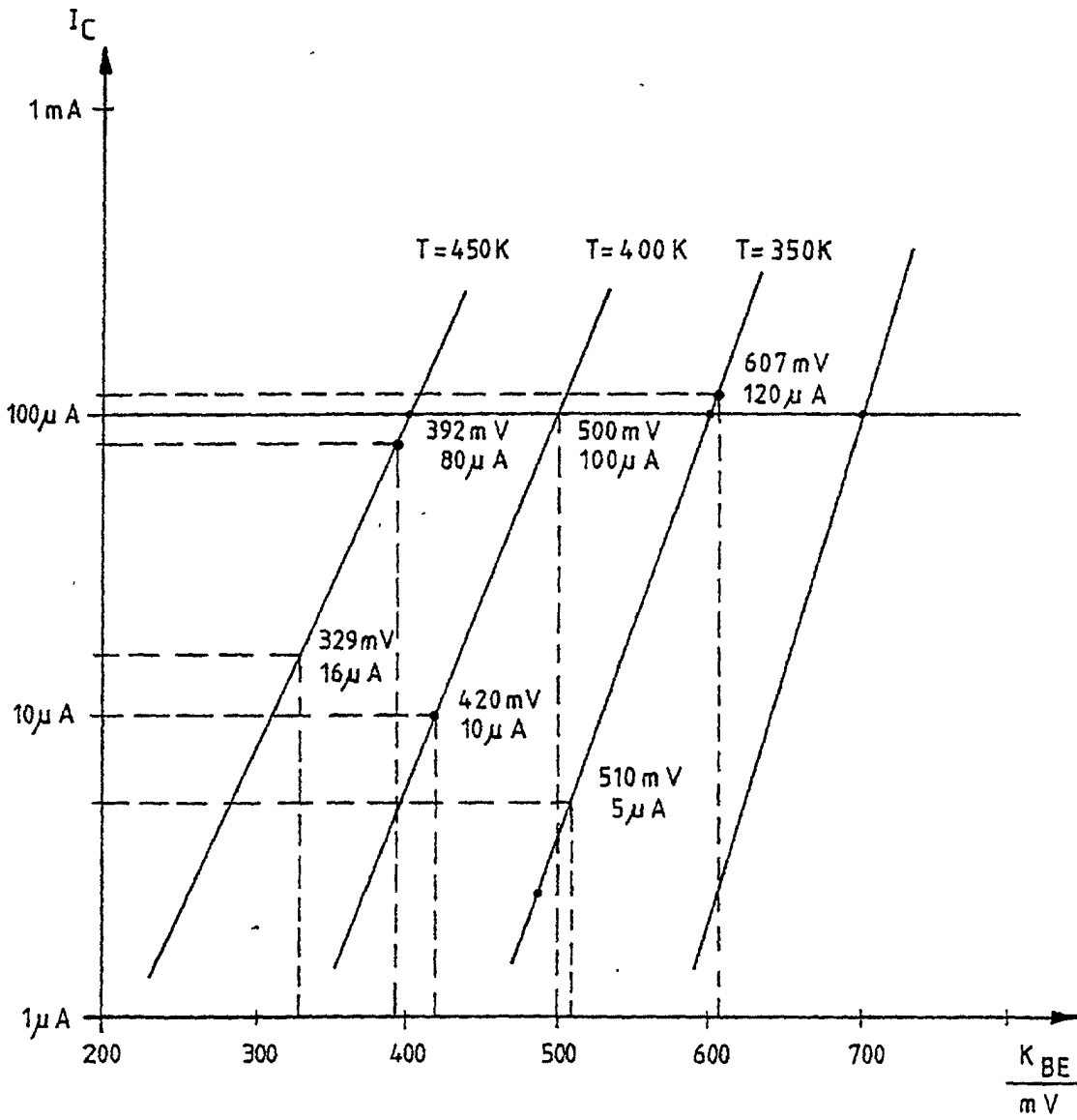


Fig. 6