

19



Octroiraad
Nederland

11 193545

12 C OCTROOI

21 Aanvraag om octrooi: 8403872

51 Int.Cl.⁷
G05F3/28, G05F3/30

22 Ingediend: 20.12.1984

30 Voorrang:
29.12.1983 JP 0250243/83
16.03.1984 JP 0051865/84

73 Octrooihouder(s):
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha te Tokio,
Japan (JP).

43 Ter inzage gelegd:
16.07.1985 I.E. 1985/14

74 Gemachtigde:
Ir. P.N. Hoorweg c.s. te 2517 GK Den Haag.

44 Openbaargemaakt:
01.09.1999 I.E. 1999/09

47 Dagtekening:
04.01.2000

45 Uitgegeven:
01.03.2000 I.E. 2000/03

54 **Constance stroom opwekkende schakeling.**

Constante stroom opwekkende schakeling

De uitvinding betreft een constante stroom opwekkende schakeling, omvattende:

- een eerste transistor van een eerste geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij de eerste elektrode met een eerste potentiaalpunt is verbonden, en waarbij de basiselektrode via een eerste weerstand R1 met het eerste potentiaalpunt is verbonden;
- een tweede transistor van het eerste geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij de eerste elektrode verbonden is met de basiselektrode van de eerste transistor en waarbij deze basiselektrode verbonden is met de tweede elektrode van de eerste transistor en
- een uitgangsaansluiting.

Een dergelijke constante stroom opwekkende schakeling is bekend uit de Duitse, ter inzage gelegde octrooiaanvraag 2 508 226.

Deze, uit de stand van de techniek bekende schakeling is ingericht voor het leveren van een stroom die zoveel mogelijk onafhankelijk is van de voedingsspanning en de temperatuur.

Het doel van de onderhavige uitvinding is het verschaffen van een dergelijke schakeling, waarbij de geleverde stroom eveneens zoveel mogelijk onafhankelijk is van de voedingsspanning, doch waarvan de stroom wel afhankelijk is van de temperatuur, en wel volgens de werkelijke temperatuurkarakteristiek van een transistor.

Dit doel wordt bereikt door een schakeling van de in de aanhef genoemde soort welke wordt gekenmerkt door:

- een derde transistor van een tweede geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode en de tweede elektrode met elkaar zijn verbonden en met de tweede elektrode van de tweede transistor Q2 zijn verbonden, en waarbij deze eerste elektrode verbonden is met een tweede potentiaalpunt VCC;
- een vierde transistor van het tweede geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode met die van de derde transistor is verbonden, en waarbij de eerste elektrode met het tweede potentiaalpunt is verbonden, waardoor in combinatie met de derde transistor een stroomspiegelschakeling wordt gevormd, en waarbij deze tweede elektrode verbonden is met de tweede elektrode van de eerste transistor; en
- een vijfde transistor van het tweede geleidbaarheidstype die voorzien is van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij de basiselektrode verbonden is met die van de derde transistor, en waarbij de eerste elektrode verbonden is met het tweede potentiaalpunt, waardoor in combinatie met de derde transistor een stroomspiegelschakeling wordt gevormd, en waarbij de tweede elektrode met de uitgangsaansluiting is verbonden.

Door de combinatie van de derde, vierde en vijfde transistor wordt de uitgangsstroom, zijnde de collectorstroom van de vijfde transistor, afhankelijk van de basis-emitterspanning van de eerste transistor. Deze basis-emitterspanning is uiteraard temperatuurafhankelijk volgens de transistorkarakteristiek.

Hiermee wordt aan de gestelde eis voldaan.

Hiermee kan bijvoorbeeld de temperatuurafhankelijkheid van omgekeerde temperatuurafhankelijke processen worden gecompenseerd.

Volgens een eerste voorkeursuitvoeringsvorm is de eerste elektrode van de derde, vierde en vijfde transistor, respectievelijk via een tweede weerstand, een derde weerstand, en een vierde weerstand met het tweede potentiaalpunt VCC verbonden.

Hiermee wordt de nauwkeurigheid van de schakeling vergroot.

Volgens een tweede voorkeursuitvoeringsvorm is voorzien in een startschakeling omvattende een zesde transistor en een vijfde weerstand, waarbij de zesde transistor is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode met die van de derde transistor is verbonden, waarbij de tweede elektrode verbonden is met het tweede potentiaalpunt, en waarbij de vijfde weerstand.

tussen de eerste elektrode en het eerste potentiaalpunt geschakeld is.

Deze maatregelen leiden tot een sneller starten van de schakeling.

Volgens een laatste voorkeursuitvoeringsvorm is voorzien in compensatieschakeling die de thermische karakteristiek van de eerste weerstand R1 onwerkzaam maakt en die een zevende en een achtste transistor van het eerste geleidingstype alsmede een zesde weerstand omvat, waarbij de zevende transistor is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode en de tweede elektrode met elkaar en met de tweede elektrode van de vijfde transistor verbonden zijn, waarbij de achtste transistor een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode omvat, waarbij deze basis-

elektrode met die van de zevende transistor verbonden is, waarbij de eerste elektrode met het eerste potentiaalpunt en de tweede elektrode met de uitgangsaansluiting is verbonden, en waarbij de zesde weerstand tussen de eerste elektrode van de zevende transistor en het eerste potentiaalpunt is geschakeld.

Deze maatregelen leiden tot een nog sterker verbeterde nauwkeurigheid van de schakeling.

5

Vervolgens zal de uitvinding worden toegelicht aan de hand van de tekening, waarin voorstelt:

figuur 1: een schakelschema van een bekende constante stroom opwekkende schakeling;

figuur 2: een schakelschema van een eerste uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding;

figuur 3: een schakelschema van een tweede uitvoeringsvorm;

10

figuur 4: een schakelschema van een derde uitvoeringsvorm; en
figuur 5: een schakelschema van een compensatieschakeling voor het elimineren van het verschijnen van de temperatuurcoëfficiënt van de eerste weerstand in de spanning-stroomomzetting in de schakeling van de figuren 1 tot 3.

15 De in algemeen gebruik zijnde, constante stroom opwekkende schakelingen zijn ontworpen om de stroomsterkte tegen variaties in de bronspanning te stabiliseren, en zijn onderworpen aan thermische compensatie om de stroomsterkte constant te houden, onafhankelijk van veranderingen in de omgevings-temperaturen. De bekende schakelingen maken gebruik van een extragepoleerde spanningswaarde van een onderbreking in de energiebanden van silicium, waardoor wordt verzekerd dat de schakelingen, onafhanke-
20 lijk van temperaturen, een constante spanning of stroom verschaffen. Hier moet echter een stroom worden geproduceerd die onafhankelijk is van temperatuurcoëfficiënten van de spanning tussen de basis en emitter (hierna aangehaald als de "basis-emitterspanning") van een transistor.

Om een dergelijke stroom met bekende technieken te produceren wordt een in figuur 1 getoonde schakeling toegepast. De schakeling is ontworpen om de stroom onafhankelijk van variaties in de bron-
25 spanningen te stabiliseren en om een stroom te produceren die afhangt van de basis-emitterspanning van een transistor en dus afhangt van de omgevingstemperatuur. Met andere woorden, de schakeling is ontworpen om een stroom te produceren met een negatieve temperatuurcoëfficiënt die afhangt van de temperatuurcoëfficiënt van de basis-emitterspanning "VBE" van een transistor.

In figuur 1 behoren een eerste transistor Q1 en een tweede transistor Q2 tot het NPN-type, terwijl een
30 derde en een vierde transistor Q3 en Q4 tot het PNP-type behoren. De basis van de eerste transistor Q1 en de emitter van de tweede transistor Q2 zijn met een van de aansluitingen van een eerste weerstand R1 verbonden, en de collector van de eerste transistor Q1 is verbonden met de basis van de tweede transistor Q2 en met een van de aansluitingen van een weerstand R0. De collector van de tweede transistor Q2 is met de collector en de basis van de derde transistor Q3 en met de basis van een vijfde transistor Q5
35 verbonden. De emitter van de eerste transistor Q1 is verbonden met de andere aansluiting van de eerste weerstand R1 en het verbindingspunt is met een aardaansluiting GND verbonden die een eerste potentiaalpunt vormt. De andere aansluiting van de weerstand R0 is met de emitters van de derde transistor Q3 en van de vijfde transistor Q5 verbonden, waarvan het verbindingspunt met een bron-aansluiting Vcc is verbonden die een tweede potentiaalpunt vormt. Tussen de aardaansluiting GND en de bron-aansluiting Vcc
40 is een voedingsinrichting aangebracht om de schakeling te doen werken. De collector van de vijfde transistor Q5 is verbonden met een "UITGANG" en een belasting L is tussen de uitgangsaansluiting en de aardaansluiting GND geschakeld.

De schakeling doet een stroom door de belasting L vloeien.

De schakeling werkt als volgt.

45 Wanneer de voeding wordt ingeschakeld, vloeit een stroom door de basis van de tweede transistor Q2 heen via de weerstand R0 en gaat door de emitter daarvan heen.

De stroom vloeit door de eerste weerstand R1 en door de basis van de eerste transistor Q1 en bereikt uiteindelijk de aardaansluiting GND. Op deze wijze begint de schakeling te werken. Dit resulteert in een negatieve terugkoppeling die wordt uitgevoerd door de eerste en de tweede transistor Q1 en Q2 en door de
50 eerste weerstand R1. Aldus krijgt de collectorstroom van de tweede transistor Q2 de waarde van het quotiënt van de basis-emitterspanning VBE (Q1) van de eerste transistor Q1 en de weerstandswaarde van de eerste weerstand R1.

$$I_c(Q2) = V_{BE}(Q1) / R_1, \quad (1)$$

waarbij $I_c(Q2)$ de collectorstroom van de tweede transistor Q2 representeert, terwijl de basistroom van elke
55 transistor verwaarloosd wordt vanwege de aanname dat de gelijkstroomversterkingsfactor hFE van de eerste, tweede, derde en vijfde transistor Q1, Q2, Q3 en Q5 voldoende groot is.

De collectorstroom van de tweede transistor Q2 wordt aan een door de derde en de vijfde transistor Q3

en Q5 gevormde stroomspiegelschakeling aangelegd, waardoor de collectorstroom I_c (Q5) aan de uitgang wordt verkregen, van welke stroom de karakteristiek wordt bepaald door de basis-emitterspanning van de eerste transistor Q1. Met andere woorden, als het oppervlak van de basis-emitterovergang van de derde transistor Q3 gelijk gemaakt wordt aan dat van de vijfde transistor Q5, wordt de collectorstroom van de

5 derde transistor Q3 gelijk aan die van de vijfde transistor Q5.

$$I_c(Q5) = I_c(Q2) \quad (2)$$

$$I_c(Q5) = V_{BE}(Q1) / R1 \quad (3)$$

De bekende constante stroom opwekkende schakeling is op de reeds genoemde wijze gevormd. De collectorstroom van de eerste transistor Q1 wordt bepaald uit de som van de basis-emitter spanningen van

10 de eerste transistor en van de tweede transistor. Bij dit systeem zal een voer de beide aansluitingen van de weerstand R0 aangelegde spanning waarschijnlijk afhankelijk zijn van de variaties in de bronspanning. Als gevolg hiervan varieert de door de weerstand R0 vloeiende stroom die de collectorstroom van de eerste transistor doet veranderen.

Dit resulteert in het variëren van de basis-emitterspanning van de eerste transistor. Tot slot zal de door

15 de eerste weerstand vloeiende stroom en de door de belasting L vloeiende stroom waarschijnlijk veranderen in afhankelijkheid van variaties van de bronspanning. Dit is een groot nadeel van de conventionele constante stroom opwekkende schakelingen.

Met betrekking tot figuur 2, zal het duidelijk zijn dat de weerstand R0 in figuur 1 door een vierde transistor Q4 van het PNP-type is vervangen, waarbij de basis daarvan met die van de derde transistor Q3

20 is verbonden en waarbij de collector daarvan met de basis van de tweede transistor Q2 is verbonden. De emitter van de vierde transistor Q4 is verbonden met de bron aansluiting Vcc. Deze vierde transistor Q4 vormt in combinatie met de derde transistor een stroomspiegelschakeling.

Met de aanname dat deze schakeling juist werkt, wordt de collectorstroom I_c (Q2) van de tweede transistor Q2 bepaald door het quotiënt van de basis-emitterspanning V_{BE} (Q1) van de eerste transistor Q1

25 en de weerstandswaarde van de eerste weerstand R1:

$$I_c(Q2) = V_{BE}(Q1) / R1 \quad (4)$$

Dit is gelijk aan de vergelijking (1). Bij deze trap zijn de bases van de derde, de vierde en de vijfde transistoren Q3, Q4 en Q5 met hun respectievelijke emitters verbonden, waardoor een stroomspiegelschakeling wordt verkregen, die de collectorstroom van de derde transistor Q3 als referentiestroom heeft.

30 De waarden van de collectorstromen I_c (Q4), I_c (Q5) van de vierde transistor Q4 en van de vijfde transistor Q5 hangen dan ook af van de waarde van de collectorstroom I_c (Q3). Wanneer dan ook de oppervlakten van de basis-emitterovergangen van de vierde transistor Q4 en die van de vijfde transistor Q5 gelijk worden gemaakt aan die van de derde transistor Q3 zullen de collectorstromen van de vierde en vijfde transistoren Q4 en Q5 gelijk worden aan die van de derde transistor Q3. Dit kan worden weergegeven door

35 de volgende vergelijkingen:

$$I_c(Q3) = I_c(Q2) \quad (5)$$

$$I_c(Q4) = I_c(Q3) \quad (6)$$

$$I_c(Q5) = I_c(Q3) \quad (7)$$

Omdat de collector van de vijfde transistor Q5 verbonden is met de uitgangsaansluiting UITGANG, kan

40 de collectorstroom I_c (Q5) op basis van de vergelijkingen (5), (6) en (7) door de volgende vergelijking worden weergegeven:

$$I_c(Q5) = V_{BE}(Q1)/R1 \quad (8)$$

Deze is gelijk aan vergelijking (3). De collectorstroom I_c (Q1) van de eerste transistor Q1 wordt door die van de vierde transistor Q4 verschaft, en is daarom gebaseerd op de vergelijkingen (4), (5) en (7), waardoor

45 de volgende vergelijking wordt gevormd:

$$I_c(Q1) = V_{BE}(Q1)/R1 \quad (9)$$

De in figuur 1 getoonde bekende schakeling heeft het nadeel, dat de V_{BE} van de eerste transistor Q1 varieert, terwijl de collectorstroom daarvan afhankelijk van de variaties in de voedingsspanningen varieert. In de schakeling van deze uitvoeringsvorm wordt de collectorstroom van de eerste transistor Q1 echter niet

50 beïnvloed door variaties in de bronspanning, hetgeen duidelijk zal blijken uit de vergelijking (9). Dit betekent, dat de karakteristiek verbeterd is.

Figuur 3 toont een tweede uitvoeringsvorm van de uitvinding, waarbij een uit een zesde transistor Q6 van het NPN-type en een vijfde weerstand R5 bestaande schakeling in serie met de schakeling van figuur 2 zijn toegevoegd. De basis van de zesde transistor Q6 is met die van de derde transistor Q3 verbonden, en de collector daarvan is op de bron aansluiting Vcc aangesloten. De emitter van de zesde transistor Q6 is met

55 één van de aansluitingen van de vijfde weerstand R5 verbonden, en de andere aansluiting daarvan is met de aansluiting GND verbonden.

In figuur 3 wordt de door de zesde transistor Q6 en de vijfde weerstand R5 gevormde schakeling (S) toegevoegd als een startschakeling voor een constante stroom leverende schakeling volgens de onderhavige uitvinding, maar het is slechts een voorbeeld en elk ander orgaan kan worden gebruikt voor het starten van de schakeling.

5 In figuur 3 vloeien, wanneer de voeding wordt ingeschakeld, elektrische stromen door de emitters van de derde, de vierde en de vijfde transistoren Q3, Q4 en Q5 naar de bases daarvan en worden deze naar de basis van de zesde transistor Q6 geleid, waar vanaf de stroom verder door de emitter via de vijfde weerstand R5 naar de aardaansluiting GND vloeit. Het feit dat de basisstromen van de derde, de vierde en de vijfde transistoren Q3, Q4 en Q5 vloeien, doet collectorstromen door elk van deze transistoren vloeien, 10 waarvan de collectorstroom van de vierde transistor Q4 door de basis van de tweede transistor Q2 naar de emitter daarvan vloeit, waardoor de werking van de schakeling van figuur 3 wordt gestart. De daaropvolgende werking is gelijk aan die van de eerste in figuur 2 getoonde uitvoeringsvorm.

Figuur 4 toont een derde uitvoeringsvorm. Deze uitvoeringsvorm is verschillend van die van figuur 4, doordat een tweede, een derde en een vierde weerstand R2, R3 en R4 verschaft zijn tussen elk van de 15 emitters van de derde, de vierde en de vijfde transistoren Q3, Q4 en Q5 en de bron aansluiting Vcc, waardoor een spanningsval over elke weerstand ontstaat. Op deze wijze wordt de nauwkeurigheid van de stroomspiegelschakeling verbeterd. Eveneens is een negende transistor Q9 van het PNP-type verschaft, waarvan de emitter en basis met de basis, respectievelijk met de collector van de derde transistor Q3 zijn verbonden. De collector van de negende transistor Q9 is geaard. Als gevolg van het verschaffen van een 20 toegevoegde transistor Q9, wordt een mogelijke fout in de uitgangsstroomsterkte, die zich afhankelijk van de basisstroom van elke transistor van de stroomspiegelschakeling voordoet, beperkt en de nauwkeurigheid van de schakeling wordt verder verbeterd. De overige werking is gelijk aan die van de tweede uitvoeringsvorm van figuur 3.

Figuur 5 toont een schakeling, die geschikt is voor aansluiting op de belasting in de constante stroom 25 leverende schakeling volgens de uitvinding. Dit is een compensatieschakeling, die het doel heeft de thermische karakteristiek van de eerste weerstand R1, die zich kan voordoen, wanneer een van de thermische karakteristiek van de basisemitterspanning van een transistor afhankelijke stroom wordt geproduceerd, teniet te doen. Zoals boven beschreven, moet de onderhavige uitvinding een van de thermische karakteristiek van de UBE van een transistor afhankelijke stroom verschaffen, en de in figuur 5 30 getoonde compensatieschakeling speelt een belangrijke rol bij het uitvoeren van de uitvinding.

In figuur 5 zijn een zevende en een achtste transistor respectievelijk Q7 en Q8 van het NPN-type, en een zesde weerstand R6 verschaft, die van dezelfde soort is als de eerste weerstand R1. De collector van de 35 zevende transistor Q7 is verbonden met de aansluiting (A), waaraan de collector van de vijfde weerstand Q5 is verbonden, en de emitter daarvan is via de weerstand R6 aan de aansluiting (B) verbonden, dat wil zeggen, de aardaansluiting GND. De basis en de collector van de zevende transistor Q7 bevinden zich in een diodeschakeling. De collector van de achtste transistor Q8 is met een aansluiting (C) verbonden, dat wil zeggen, met de uitgangsaansluiting, en de emitter daarvan is verbonden met de aansluiting (B). De basis daarvan is met die van de zevende transistor Q7 verbonden.

Met betrekking tot vergelijking (8), kan de door een door de zesde weerstand vloeiende stroom 40 veroorzaakte spanningsval worden weergegeven door:

$$VR6 = I_c(Q5) \cdot R6 \quad (10)$$

waarbij VR6 de spanningsval over de zesde weerstand R6 voorstelt en waarbij R6 de weerstandswaarde van de zesde weerstand voorstelt. Door de vergelijkingen (8) en (10) te combineren, wordt de volgende vergelijking verkregen:

$$45 \quad VR6 = (V_{BE}(Q1) / R1) \cdot R6 \quad (11)$$

De zesde weerstand R6 is van dezelfde soort als de eerste weerstand R1 en hun temperatuurcoëfficiënten zijn gelijk. Zoals duidelijk blijkt uit de vergelijking (11), wordt de temperatuurcoëfficiënt van de eerste weerstand R1 teniet gedaan door die van de zesde weerstand R6. Als resultaat, wordt VR6 verkregen als een spanning met de temperatuurcoëfficiënt van VBE (Q1). Daarom zal, wanneer de aansluiting (C) van 50 figuur 5 als een aansluiting wordt gebruikt, een stroom I_c (Q8) worden verkregen, die de werkelijke temperatuurkarakteristiek van de basis-emitterspanning van een transistor heeft.

Zoals boven is beschreven, wordt in de eerste tot de derde uitvoeringsvormen de basis-emitterspanning van de eerste transistor Q1 nauwkeurig omgezet tot in een stroom, en deze stroom wordt als een stroombron gebruikt. Dit resulteert in het feit, dat de uitgangsstroom gestabiliseerd kan worden, onafhankelijk van 55 variaties van de bronspanning. Eveneens kunnen deze uitvoeringsvormen gebruikt worden als een constante stroombron, die een constante stroom opwekt met dezelfde temperatuurkarakteristiek als een basis-emitterspanning van de eerste transistor Q1.

Conclusies

1. Constante stroom opwekkende schakeling, omvattende:
 - een eerste transistor (Q1) van een eerste geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij de eerste elektrode met een eerste potentiaalpunt (GND) is verbonden, en waarbij de basiselektrode via een eerste weerstand (R1) met het eerste potentiaalpunt (GND) is verbonden;
 - een tweede transistor (Q2) van het eerste geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij de eerste elektrode verbonden is met de basiselektrode van de eerste transistor (Q1), en waarbij deze basiselektrode verbonden is met de tweede elektrode van de eerste transistor (Q1); en
 - een uitgangsaansluiting,gekenmerkt door:
 - een derde transistor (Q3) van een tweede geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode en de tweede elektrode met elkaar zijn verbonden en met de tweede elektrode van de tweede transistor (Q2) zijn verbonden, en waarbij deze eerste elektrode verbonden is met een tweede potentiaalpunt (VCC);
 - een vierde transistor (Q4) van het tweede geleidbaarheidstype die is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode met die van de derde transistor (Q3) is verbonden, waarbij de eerste elektrode met het tweede potentiaalpunt is verbonden, waardoor in combinatie met de derde transistor (Q3) een stroomspiegelschakeling wordt gevormd, en waarbij deze tweede elektrode verbonden is met de tweede elektrode van de eerste transistor (Q1); en
 - een vijfde transistor (Q5) van het tweede geleidbaarheidstype die voorzien is van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij de basiselektrode verbonden is met die van de derde transistor (Q3), en waarbij de eerste elektrode verbonden is met het tweede potentiaalpunt (VCC), waardoor in combinatie met de derde transistor (Q3) een stroomspiegelschakeling wordt gevormd, en waarbij de tweede elektrode met de uitgangsaansluiting is verbonden.
2. Constante stroom opwekkende schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de eerste elektrode van de derde (Q3), vierde (Q4) en vijfde transistor (Q5) respectievelijk via een tweede weerstand (R2), een derde weerstand (R3), en een vierde weerstand (R4) met het tweede potentiaalpunt (VCC) verbonden is.
3. Constante stroom opwekkende schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat is voorzien in een startschakeling (S) omvattende een zesde transistor (Q6) en een vijfde weerstand (R5), waarbij de zesde transistor (Q6) is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode met die van de derde transistor (Q3) is verbonden, waarbij de tweede elektrode verbonden is met het tweede potentiaalpunt (VCC), en waarbij de vijfde weerstand (R5) tussen de eerste elektrode en het eerste potentiaalpunt geschakeld is.
4. Constante stroom opwekkende schakeling volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat is voorzien in compensatieschakeling die de thermische karakteristiek van de eerste weerstand (R1) onwerkzaam maakt en die een zevende (Q7) en een achtste transistor (Q8) van het eerste geleidingstype alsmede een zesde weerstand (R6) omvat, waarbij de zevende transistor (Q7) is voorzien van een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode, waarbij deze basiselektrode en de tweede elektrode met elkaar en met de tweede elektrode van de vijfde transistor (Q5) verbonden zijn, waarbij de achtste transistor (Q8) een eerste en een tweede elektrode en een basiselektrode omvat, waarbij deze basiselektrode met die van de zevende transistor (Q7) verbonden is, waarbij de eerste elektrode met het eerste potentiaalpunt (GND) en de tweede elektrode met de uitgangsaansluiting is verbonden, en waarbij de zesde weerstand (R6) tussen de eerste elektrode van de zevende transistor (Q7) en het eerste potentiaalpunt (GND) is geschakeld.

Hierbij 2 bladen tekening

FIG 1. (STAND VAN DE TECHNIEK)

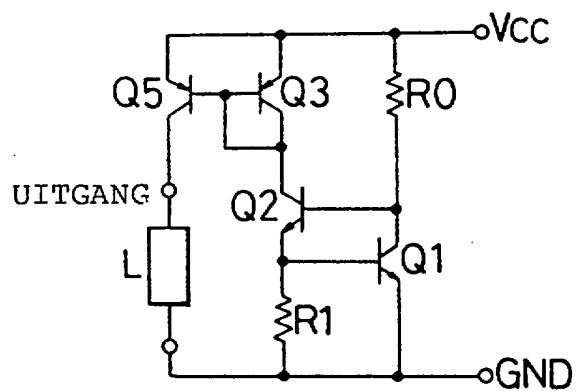
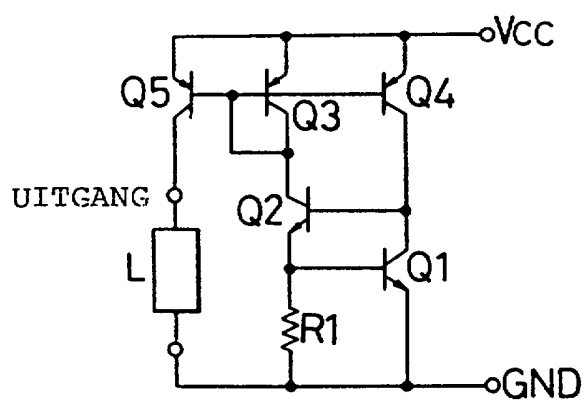
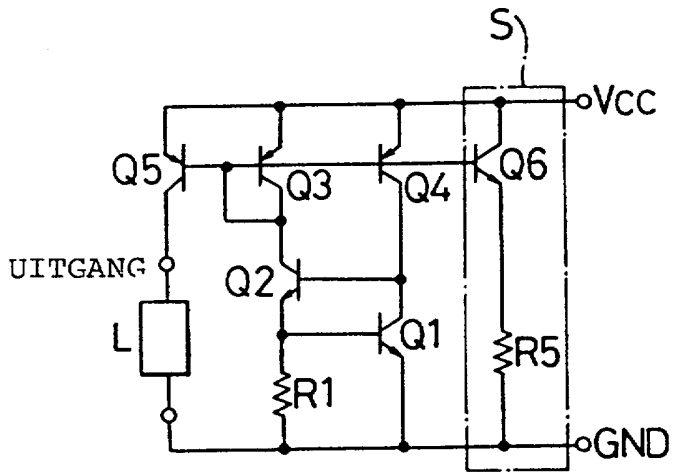


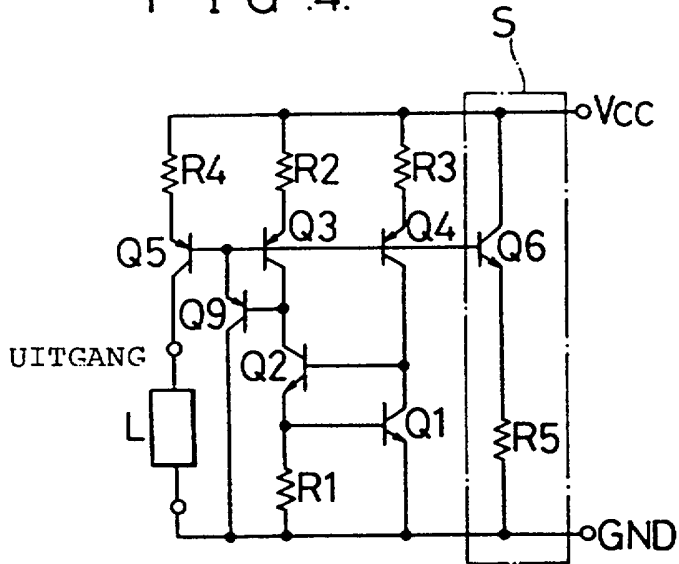
FIG 2.



F I G .3.



F I G .4.



F I G .5.

