

19



Octroiraad  
Nederland

11 192891

12 C OCTROOI

21 Aanvraag om octrooi: 8401648

51 Int.Cl.<sup>6</sup>  
G05F3/20

22 Ingediend: 23.05.84

30 Voorrang:  
26.05.83 US 0000498343

43 Ter inzage gelegd:  
17.12.84 I.E. 84/24

44 Openbaargemaakt:  
01.12.97 I.E. 97/12

47 Dagtekening:  
02.04.98

45 Uitgegeven:  
02.06.98 I.E. 98/06

73 Octrooihouder(s):  
Honeywell Inc. te Minneapolis, Minnesota,  
Verenigde Staten van Amerika (US).

74 Gemachtigde:  
Ir. L.C. de Bruijn c.s. te 2517 KZ Den Haag.

54 Spanningsregelschakeling met bescherming tegen transiënten.

## Spanningsregelschakeling met bescherming tegen transiënten

De uitvinding heeft betrekking op een spanningsregelschakeling omvattende een eerste en een tweede transistor van tegengesteld geleidingstype, die met hun collector-emitterketen in serie zijn geschakeld  
5 tussen een spanningsbron en een geregelde uitgang; een zenerdiode; een eerste basis-stuurschakeling voor het toevoeren van een basisspanning aan de basis van de met de uitgang verbonden eerste transistor; en een tweede basis-stuurschakeling die is bestemd voor het toevoeren van een basisspanning aan de basis van de op de spanningsbron aangesloten tweede transistor en die is voorzien van een van de eerste basis-stuurschakeling deel uitmakende voorregelschakeling die een terugkoppelsignaal van de geregelde  
10 uitgang ontvangt.

Een spanningsregelschakeling van deze soort is bekend uit het artikel "Stabilisiertes Labor-Netzgerät für grossen Ausgangsspannungsbereich", D. Ulrich, Funkschav, deel 42, no. 2, 2 januari 1970.

Elektronische stelsels hebben vaak spanningsregulatoren of regelschakelingen die bij een ongeregelde voedingsspanning elektrische stroom opnemen en die een geregelde spanning aan een elektrische  
15 belasting afgeven. Bij de moderne systemen zijn vele belastingschakelingen, die elektrische voeding nodig hebben, geïntegreerde schakelingen. Geïntegreerde schakelingen en daarmee in samenhang gebruikte sensoren hebben betrekkelijk lage spanningen, kenmerkend van zes volt of minder, nodig. Het is in samenhang met deze schakelingen en sensoren gebruikelijk geworden om een spanningsregeling te verschaffen met behulp van geïntegreerde-schakelingspanningsregulatoren die op een afzonderlijke chip of  
20 op dezelfde chip als de geïntegreerde schakeling van voeding worden voorzien.

Monolytisch geïntegreerde schakelingen worden in toenemende mate in gemotoriseerde vervoerstoeppingen gebruikt. De gemotoriseerde vervoersomgeving stelt bijzonder strenge spanningsregeleisen. Er kunnen in de voedingsgeleiders spanningstransiënten van 80 of 90 volt van beide polariteiten ten opzichte van aarde optreden als gevolg van de wisselwerking van de alternator en de hoofdspansingsregulator,  
25 wanneer de motor afgeschakeld of snel gestart wordt of wanneer een batterijkabel weggenomen wordt of bepaalde andere elektrische verbindingen verbroken worden. Daarenboven moeten gemotoriseerde vervoersinrichtingen over een breed bereik van temperaturen kunnen werken.

Derhalve moet een spanningsregulator voor vele elektronische schakelingen in de gemotoriseerde vervoerstoeppingen een betrekkelijk strak geregelde lage spanning verschaffen vanuit de voedings-  
30 spanning die aan positieve en negatieve spanningsafwijkingen die vele malen de grootte van de geregelde spanning bedragen onderhevig is. Verder moet de spanningsregulator een dergelijke regeling of regulatie over een breed temperatuurbereik kunnen verschaffen. Uiteindelijk zijn bij gemotoriseerde vervoerstoeppingen de kosten en betrouwbaarheid van groot belang. De kosten moeten tot een minimum beperkt worden waarvoor derhalve een betrekkelijk eenvoudig schakelingsontwerp nodig is dat gemakkelijk vervaardigd kan  
35 worden.

Een probleem dat bij schakelingen, die voorzien zijn van bipolaire transistoren, ontmoet wordt is dat dergelijke transistoren, die spanningstransiënten van de bij gemotoriseerde vervoerstoeppingen verwachte grootte kunnen hebben, moeilijk gefabriceerd worden met behulp van de gebruikelijke processen voor het vervaardigen van monolytisch geïntegreerde schakelingen. Dienovereenkomstig moeten geïntegreerde-  
40 schakelingspanningsregulatoren in gemotoriseerde vervoerstoeppingen enige vorm van bescherming tegen transiënte spanningen hebben. Verschillende schakelingsontwerpen en technieken voor het verschaffen van bescherming tegen transiënte spanningen zijn bekend.

De uitvinding heeft tot doel om een spanningsregelschakeling te verschaffen die van een ander type is dan de schakeling bekend uit het artikel van Ulrich.

45 De spanningsregelschakeling volgens de uitvinding heeft daartoe het kenmerk, dat een stroombegrenzingselement is aangebracht in serie met de serieschakeling van de beide transistors; dat een diode aanwezig is tussen een referentiespanning en het verbindingspunt van beide transistoren; dat de beide basis-stuurschakelingen tijdens bedrijf constante basisspanningen leveren; en dat de eerste basis-stuurschakeling de zenerdiode omvat, die is opgenomen in de basisketen van de eerste transistor en die  
50 door een van de eerste basis-stuurschakeling deel uitmakende voorspansschakeling is doorlaatrichting is ingesteld.

De spanningsregelschakeling volgens de uitvinding heeft als voordeel dat deze een eenvoudige integreerbare constructie heeft. Verder is de spanningsregelschakeling volgens de uitvinding in staat om hoge stoorspanningen van beide polariteiten uit te regelen. Tevens verschaft de spanningsregelschakeling  
55 volgens de uitvinding een aanzienlijk toegenomen doorslaggrens voor de gehele spanningsregelschakeling en een spanningsregeling tot aan de doorslaggrens. In geval van transistordoorslag wordt de stroom door de spanningsregelschakeling door inwendige impedanties beperkt. Derhalve zal een overschrijding van de

transistordoorslagspanning niet noodzakelijkerwijs resulteren in vernietiging van de spanningsregelschakeling.

Opgemerkt wordt dat uit het Amerikaanse octrooischrift 3.428.820 een spanningsregelschakeling bekend is voorzien van een eerste en een tweede transistor, elk in de vorm van een Darlington-paar. De basis-  
5 spanning van één van de transistoren is ingesteld met behulp van een zenerdiode. Bovendien is in serie met de twee transistoren een weerstand aangebracht, alsmede een diode tussen het verbindingspunt van beide transistoren en aarde.

Een voorkeursuitvoeringsvorm van de spanningsregelschakeling volgens de uitvinding betreft een spanningsregelschakeling, waarbij de geregelde spanning aan de uitgang positief is ten opzichte van de  
10 referentiespanning, waarbij de eerste transistor van het NPN-type en de tweede transistor van het PNP-type is, en waarbij de emitter van de eerste transistor de uitgang vormt, en heeft tot kenmerk dat het stroombegrenzingselement tussen de emitter van de tweede transistor en de voedingsspanningsbron is aangebracht, en dat de diode met zijn kathode op het verbindingspunt van beide transistoren en met zijn anode op de referentiespanning is aangesloten. Een aldus gekenmerkte schakeling heeft tot nader kenmerk, dat  
15 het stroombegrenzingselement een weerstand van het P-type geleidingsvermogen is, die in een elektrisch geïsoleerde put van het N-type geleidingsvermogen ingediffundeerd is. Door toepassing van een weerstand wordt de stroom door de voorregelt transistor beperkt wanneer deze in elektrische doorslagtoestand komt als gevolg van een buitensporige spanning van de tweede polariteit. De keuze van een gediffundeerde weerstand van het P-type geleidingsvermogen in een elektrisch geïsoleerde put van het N-type geleidings-  
20 vermogen heeft tot doel om transiënte spanningen van de eerste polariteit verder te blokkeren.

De uitvinding zal nader worden toegelicht aan de hand van de tekening, waarin

figuur 1 een schema geeft van een eerste uitvoeringsvorm van een spanningsregelschakeling volgens de uitvinding; en

25 figuur 2 een schema geeft van een tweede uitvoeringsvorm van een spanningsregelschakeling volgens de uitvinding.

In figuur 1 is een ingangsklem 11 aangegeven voor het opnemen van een ongeregelde spanning die aan aanzienlijke positieve en negatieve spanningstransiënten onderworpen is. Deze spanning wordt geregeld en  
30 als een constante spanning aan een uitgangsklem 12 toegevoerd. De regelschakeling is ontworpen om op voordelige wijze als monolytisch geïntegreerde schakeling onder toepassing van gebruikelijke epitaxiale fabricageprocessen vervaardigd te worden.

Bij de regelschakeling wordt de uiteindelijke regeling of regulatie verkregen door middel van een regeldoorlaattransistor 13 die als een NPN-transistor is aangegeven waarvan de emitter met de uitgangs-  
35 klem 12 is verbonden. De ingangsklem 11 is via een voorregelschakeling 14 verbonden met de collector van de transistor 13. Een constante spanning voor de basissturing van de transistor 13 wordt verkregen door middel van een zenerdiode 15 waarvan de kathode die verbonden is met de basis van de transistor en waarvan de anode met aarde of een andere referentiepotentiaalbron 16 is verbonden. De diode 15 wordt door middel van een voorspansschakeling 17 tot in doorslag voorgespannen. Zoals in detail hierna zal  
40 worden toegelicht zijn zowel de voorregelschakeling 14 als de voorspansschakeling 17 ontworpen om te verhinderen dat buitensporige positieve en negatieve spanningstransiënten de regeldoorlaattransistor 13 bereiken.

De voorregelschakeling 14 heeft een PNP-transistor 20 waarvan de emitter via een weerstand 21 met de voedingsklem 11 en waarvan de collector met de collector van de regeldoorlaattransistor 13 is verbonden.  
45 Ten behoeve van hierna toe te lichten doeleinden is de weerstand 21 bij voorkeur een gediffundeerde weerstand van P-type materiaal in een elektrisch geïsoleerde N-type put. Het verbindingspunt van de collectoren van de transistoren 13 en 20 is verbonden met aarde 16 via een diode 22 waarvan de kathode met de collectorjunctie en waarvan de anode met aarde is verbonden. De basis van de transistor 20 is verbonden met de afvoerelektrode van een veldeffecttransistor (FET) 23 waarvan de poortelektrode met  
50 aarde 16 en waarvan de bronelektrode met de collector van een NPN-transistor 24 is verbonden. De transistor 24 is verbonden met een NPN-transistor 25 om een stroomspiegel te vormen. Meer in het bijzonder zijn de bases van de transistoren 24 en 25 met elkaar en zijn de emitters van deze transistoren met aarde 16 verbonden. De collector van de transistor 25 is verbonden met de bases van de transistoren en via een weerstand 26 met de uitgangsklem 12. Van een veldeffecttransistor 27 is de afvoerelektrode  
55 verbonden met de basis van de transistor 20 en zijn de bronelektrode en de poortelektrode verbonden met aarde 16.

Bij een feitelijke uitvoering was de voorregelschakeling 14 ontworpen om de positieve spanning aan de

collector van de regeldoorlaattransistor 13 te beperken tot bij benadering 34 volt, waardoor deze transistor 13 tegen buitensporige positieve voedingstransiënten beschermd werd. Deze klemwerking wordt verschaft door de diode 22 waarbij de transistor 20 dient voor beperking van de stroom wanneer de diode 22 doorslaat. De transistor 20 en de weerstand 21 beperken de stroom wanneer de voedingsspanning ten opzichte van aarde negatief gaat. Meer in het bijzonder vormen zowel de transistor 20 als de weerstand 21 voorgespannen dioden wanneer zij aan een negatieve voedingsspanning onderworpen zijn. Daarom zullen noch de transistor noch de weerstand onder deze spanningspolariteitcondities stroom geleiden.

De basisaandrijving voor de transistor 20 wordt verkregen door middel van de weerstand 26 en de uit de transistoren 24 en 25 bestaande stroomspiegel. De emitterstroom in de transistor 25 wordt bepaald door de geregelde spanning aan de uitgangsklem 12 en de weerstandswaarde van de weerstand 26. De transistoren 24 en 25 zijn met geschikte parameters uitgevoerd teneinde de emitterstroom met een gewenst veelvoud (bijvoorbeeld 5 maal) in de transistor 24 te doen vergroten. De collectorstroom in de transistor 24 wordt via de veldeffecttransistor 23 toegevoerd aan de basis van de transistor 20. De veldeffecttransistor 23 dient voor het begrenzen van de spanning waaraan de collector van de transistor 24 onderworpen is teneinde de transistor tegen de invloed van grote positieve voedingsspanningstransiënten te beschermen. De veldeffecttransistor 27 verzekert een voldoende basisaandrijfstrom voor de transistor 20 om het starten van de regelschakeling te initiëren.

De voorspanschakeling 17 verschaft een stroom die voldoende is om de zenerdiode 15 in doorslag te houden terwijl de basis van de transistor 13 tegen buitensporige spanningstransiënten beschermd wordt. De voorspanschakeling bevat een stroomspiegel bestaande uit de PNP-transistoren 30 en 31 waarvan de emitters via een weerstand 32 met de voedingsklem 11 verbonden zijn. De transistoren 30 en 31 en de weerstand 32 blokkeren op dezelfde wijze als de transistor 20 en de weerstand 21 negatieve voedingstransiënten. De collector van de transistor 30 is verbonden met de afvoerelektroden van de veldeffecttransistoren 33 en 34 waarvan de poortelektroden met aarde 16 zijn verbonden. De bronelektrode van de veldeffecttransistor 33 is verbonden met de basis van de NPN-transistor 35 en de collector van een NPN transistor 36. De bronelektrode van de veldeffecttransistor 34 is verbonden met de collector van de transistor 35. De emitter van de transistor 35 is rechtstreeks met de basis van de transistor 36 en via een weerstand 37 met aarde 16 verbonden. De emitter van de transistor 36 is eveneens met aarde 16 verbonden.

In bedrijf is de collectorstroom in de transistor 30 gelijk aan de som van de stromen door de veldeffecttransistoren 33 en 34. De emitterstroom van de transistor 30 wordt in de transistor 31 met een vooraf bepaalde factor (bijvoorbeeld 4 maal) vermenigvuldigd en als voorspanstroom voor de zenerdiode 15 toegevoerd. Door het deel van de collectorstroom in de transistor 30, dat door de veldeffecttransistor 33 vloeit, wordt de transistor 35 ingeschakeld, die de aan de veldeffecttransistor 34 toegevoerde stroom via de weerstand 37 naar 16 geleid. De transistor 36 begrenst de collectorstroom van de transistor 35 tot een waarde bepaald door de basis-emitterspanning van de transistor 36 gedeeld door de weerstandswaarde van de weerstand 37. De stroom door de veldeffecttransistor 33 wordt op effectieve wijze door de karakteristieken van die inrichting beperkt tot de stroom die deze geleidt wanneer zijn poortelektrode en bronelektrode kortgesloten zijn. Derhalve wordt een vaste stroom aan de voorspandioden 15 verschaft. De veldeffecttransistor 34 dient voor het beschermen van de transistor 35 tegen positieve voedingstransiënten. Wanneer de stroom door de transistor 30 strak geregeld is wordt de aan de kathode van de diode 15 toegevoerde stroom eveneens strak geregeld en wordt de spanning aan de basis van de transistor 13 beschermd tegen de invloeden van positieve en negatieve voedingstransiënten.

Bij de boven toegelichte uitvoeringsvorm van figuur 1 verschaft de zenerdiode 15 een spanningsreferentie aan de doorlaattransistor 13. Bij een dergelijke kenmerkende uitvoeringsvorm werden de waarden van de schakelingscomponenten gekozen om een geregelde spanning van ongeveer 5,4 volt te verschaffen. Bij de uitvoeringsvorm van de schakeling van figuur 2 wordt een bandintervalreferentie gebruikt om een temperatuur gestabiliseerde geregelde spanning van ongeveer 3,2 volt op te wekken. Behalve voor wat betreft de spanningsreferentie-inrichting of schakeling zijn de schakelingen van de figuren 1 en 2 in wezen identiek. Dezelfde componenten in de schakelingen van de beide figuren zijn door dezelfde verwijzingscijfers aangeduid. Een beschrijving van de uitvoeringsvorm van figuur 2 zal tot de referentieschakeling voor de bandintervalspanning beperkt blijven.

De referentieschakeling voor de bandintervalspanning van figuur 2 bevat een NPN-transistor 40 waarvan de collector verbonden is met de uitgangsklem 12 en aan de basis waarvan een signaal wordt toegevoerd vanaf een spanningsdeler bestaande uit in serie tussen de uitgangsklem 12 en aarde 16 opgenomen weerstanden 41 en 42. De emitter van de transistor 40 is via de weerstanden 45 en 46 respectievelijk verbonden met collectoren van een paar NPN-transistoren 43 en 44. De weerstandswaarden van de

weerstand 45 en 46 kunnen ongelijk zijn. De collector van de transistor 43 is verbonden met de bases van de transistoren 43 en 44. De collector van de transistor 44 is verbonden met de basis van een NPN-transistor 47 waarvan de collector met de basis van de doorlaattransistor 13 en waarvan de emitter met aarde 16 is verbonden. De emitter van de transistor 43 is rechtstreeks met aarde 16 en de emitter van de transistor 44 is via een weerstand 48 rechtstreeks met aarde 16 verbonden. De transistoren 43 en 44 en de weerstand 48 vormen samen een logaritmische stroombron.

In bedrijf wordt de spanning aan de basis van de transistor 13 bepaald door de toestand van de transistor 47 die op zijn beurt door de transistor 40 gestuurd wordt. De spanning aan de basis van de transistor 40 is een temperatuurgestabiliseerde referentiespanning die gelijk is aan de som van de basis-emitterspanningsvallen van de transistoren 40 en 47 en de spanningsval over de weerstand 46. De stroom door de weerstand 46 wordt bepaald door de logaritmische stroombron. Daarom heeft de spanning over de weerstand 46 een positieve temperatuurcoëfficiënt die de negatieve temperatuurcoëfficiënten van de basis-emitterovergangen van de transistoren 40 en 47 compenseert. De uit de weerstanden 41 en 42 bestaande spanningsdeler verschaft een bijstelling van de referentiespanning.

In de schakeling van figuur 2 verschaft de bandintervalreferentie een lager geregelde spanning dan de zenerdiode 15 in figuur 1. De diode 15 in figuur 2 dient voor bescherming tegen willekeurige buitensporige positieve spanningstransiënten die te snel zijn voor een adequaat antwoord door de bandintervalreferentiespanning.

Volgens bovenvermelde toelichting wordt de geïntegreerde-schakelingspanningsregulator volgens de uitvinding gekenmerkt door een aanzienlijk hogere doorslaggrens dan bij de bekende geïntegreerde-schakelingsregulatoren. De regeling is niet verloren totdat de doorslaggrens overschreden is. In het geval van transistordoorslag gaan de inwendige schakelingsimpedanties door met het beperken van de stroom door de regulator zodat deze onder alle vermoedelijk te verwachten condities onbeschadigd blijft.

## Conclusies

1. Spanningsregelschakeling omvattende een eerste en een tweede transistor van tegengesteld geleidings-type, die met hun collector-emitterketen in serie zijn geschakeld tussen een spanningsbron en een geregelde uitgang; een zenerdiode; een eerste basis-stuurschakeling voor het toevoeren van een basis-spanning aan de basis van de met de uitgang verbonden eerste transistor; en een tweede basis-stuurschakeling die is bestemd voor het toevoeren van een basisspanning aan de basis van de op de spanningsbron aangesloten tweede transistor en die is voorzien van een van de eerste basis-stuurschakeling deel uitmakende voorregelschakeling die een terugkoppelsignaal van de geregelde uitgang ontvangt, met het kenmerk, dat een stroom-begrenzings-element (21) is aangebracht in serie met de serieschakeling van de beide transistors (13, 20); dat een diode (22) aanwezig is tussen een referentiespanning (16) en het verbindingspunt van beide transistoren (13, 20); dat de beide basis-stuurschakelingen (15, 17; 23-27) tijdens bedrijf constante basisspanningen leveren; en dat de eerste basis-stuurschakeling (15, 17) de zenerdiode (15) omvat, die is opgenomen in de basisketen van de eerste transistor (13) en die door een van de eerste basis-stuurschakeling (15, 17) deel uitmakende voorspannschakeling (17) in doorlaatrichting is ingesteld.

2. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 1, waarbij de geregelde spanning aan de uitgang positief is ten opzichte van de referentiespanning, waarbij de eerste transistor van het NPN-type en de tweede transistor van het PNP-type is, en waarbij de emitter van de eerste transistor de uitgang vormt, met het kenmerk, dat het stroombegrenzings-element (21) tussen de emitter van de tweede transistor (20) en de voedingsspanningsbron (11) is aangebracht; en dat de diode (22) met zijn kathode op het verbindingspunt van beide transistoren (13, 20) en met zijn anode op de referentiespanning (16) is aangesloten.

3. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het stroombegrenzings-element (21) een weerstand van het P-type geleidingsvermogen is, die in een elektrisch geïsoleerde put van het N-type geleidingsvermogen ingediffundeerd is.

4. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 3, waarbij de tweede basisstuurschakeling is voorzien van een veldeffecttransistor die is verbonden met de tweede transistor, met het kenmerk, dat de tweede basis-stuurschakeling is voorzien van een eerste stroomspiegel (24, 25) met een eerste, een tweede en een derde aansluiting, welke stroomspiegel (24, 25) bij een stroom van een voorafbepaalde grootte aan de tweede aansluiting een stroom van daarmee evenredige grootte aan de derde aansluiting teweegbrengt en waarvan de eerste aansluiting op de referentiespanning (16) aangesloten is, en van een weerstand (26) tussen de uitgang (12) en de tweede aansluiting van de eerste stroomspiegel (24, 25); en dat de veldeffect-

transistor (23) met zijn afvoer-bronkaten tussen de basis van de tweede transistor (20) en de derde aansluiting van de eerste stroomspiegel (24, 25) is opgenomen en met zijn stuur-elektrode op de referentiespanning (16) aangesloten is.

5. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de voorspanschakeling (17) is voorzien van een derde en een vierde transistor (36, 35) van het NPN-type geleidingsvermogen, waarbij de collector van de derde transistor (36) met de basis van de vierde transistor (35), de emitter van de vierde transistor (35) met de basis van de derde transistor (36) en de emitter van de derde transistor (36) met de referentiespanning (16) verbonden is; een weerstand (37) die de basis van de derde transistor (36) en de emitter van de vierde transistor (35) met de referentiespanning (16) verbindt; een tweede stroomspiegel (30, 31) met een eerste, een tweede en een derde aansluiting die bij een stroom met een vooraf bepaalde grootte aan de tweede aansluiting een evenredige stroom aan de derde aansluiting teweegbrengt; een weerstand (32) tussen de voedingsspanningsbron (11) en de eerste aansluiting van de tweede stroomspiegel (30, 31); een tweede en een derde veldeffecttransistor (33, 34) waarvan de poortelektroden op de referentiespanning (16) aangesloten zijn, waarvan de afvoerelektroden met de tweede aansluiting van de tweede stroomspiegel (30, 31) verbonden zijn en waarvan de bronelektroden met de collectoren van de derde en vierde transistor (36, 35) verbonden zijn, en een verbinding van de derde aansluiting van de tweede stroomspiegel (30, 31) met de basis van de eerste transistor (13) en met de kathode van de zenerdiode (15).
6. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de weerstand (32) tussen de voedingsspanningsbron (11) en de eerste aansluiting van de tweede stroomspiegel (30, 31) een weerstand van het P-type geleidingsvermogen is, die in een elektrisch geïsoleerde put van het N-type geleidingsvermogen ingediffundeerd is.
7. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de zenerdiode van de eerste basis-stuurschakeling (15, 17) tussen de basis van de eerste transistor (13) en de referentiespanning (16) geschakeld is.
8. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de eerste basis-stuurschakeling verder een referentiespanningsbron heeft die omvat: een vijfde transistor (47) van het NPN-type geleidingsvermogen, waarvan de collector met de basis van de eerste transistor (13) en waarvan de emitter met de referentiespanning (16) verbonden is; een logaritmische stroombron (43, 44, 48) met een eerste, een tweede, een derde en een vierde aansluiting, die bij een stroom met een eerste grootte aan de derde aansluiting een stroom met een eenduidig betrokken grootte op de vierde aansluiting teweegbrengt, waarbij de vierde aansluiting met de basis van de vijfde transistor (47) verbonden is; een weerstand (48) om de eerste en de tweede aansluiting van de logaritmische stroombron te verbinden met de referentiespanning (16); een zesde transistor (40) van het NPN-type geleidingsvermogen waarvan de collector met de emitter van de eerste transistor (13) en waarvan de emitter via weerstanden (45, 46) met de derde en vierde aansluiting van de logaritmische stroombron (43, 44, 48) verbonden is; en een derde basis-stuurschakeling (41, 42) voor het toevoeren van een in hoofdzaak constante spanning aan de basis van de zesde transistor (40).
9. Spanningsregelschakeling volgens een der conclusies 6, 7 of 8, met het kenmerk, dat de tweede basis-stuurschakeling verder een vierde veldeffecttransistor (27) heeft, waarvan de afvoerelektrode met de basis van de tweede transistor (20) en waarvan de bronelektrode en de poortelektrode met de referentiespanning (16) verbonden zijn.
10. Spanningsregelschakeling volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de derde basis-stuurschakeling uit een spanningsdeler (41, 42) tussen de uitgang (12) en de referentiespanning (16) bestaat.

---

Hierbij 1 blad tekening

---

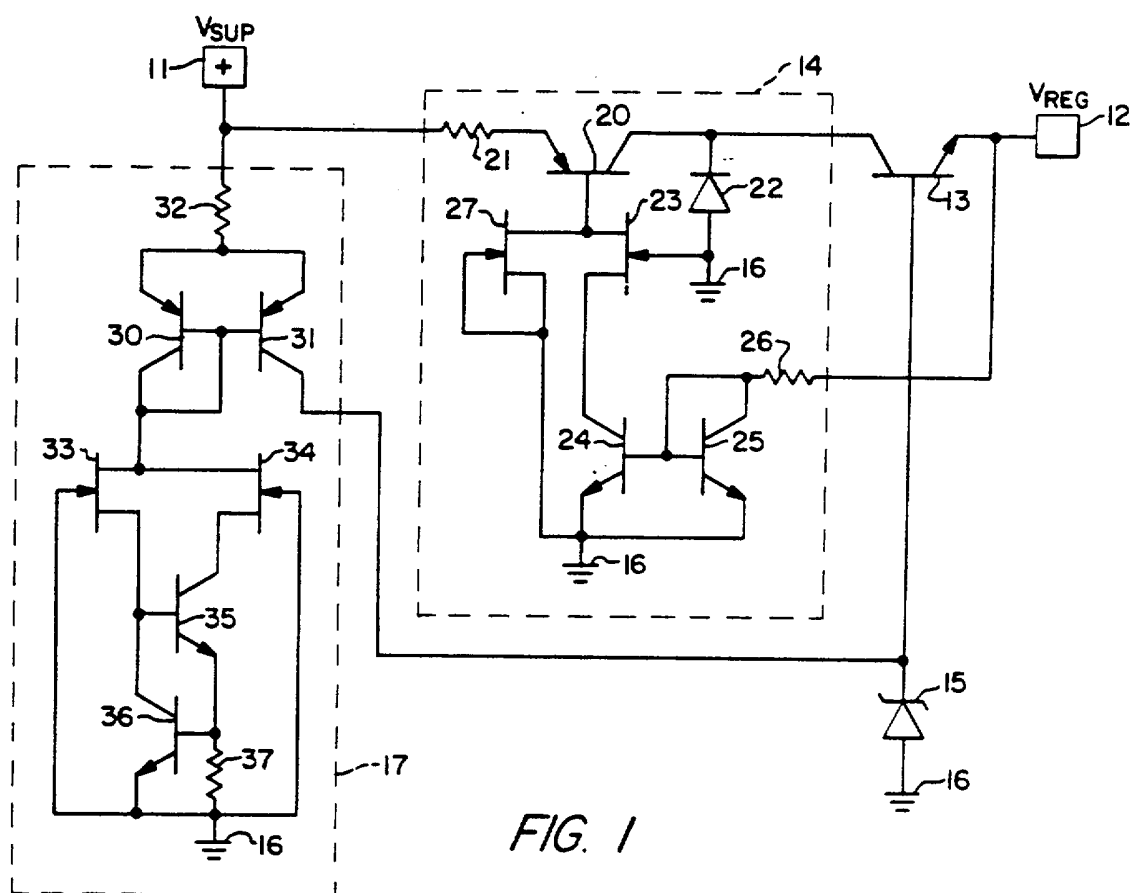


FIG. 1

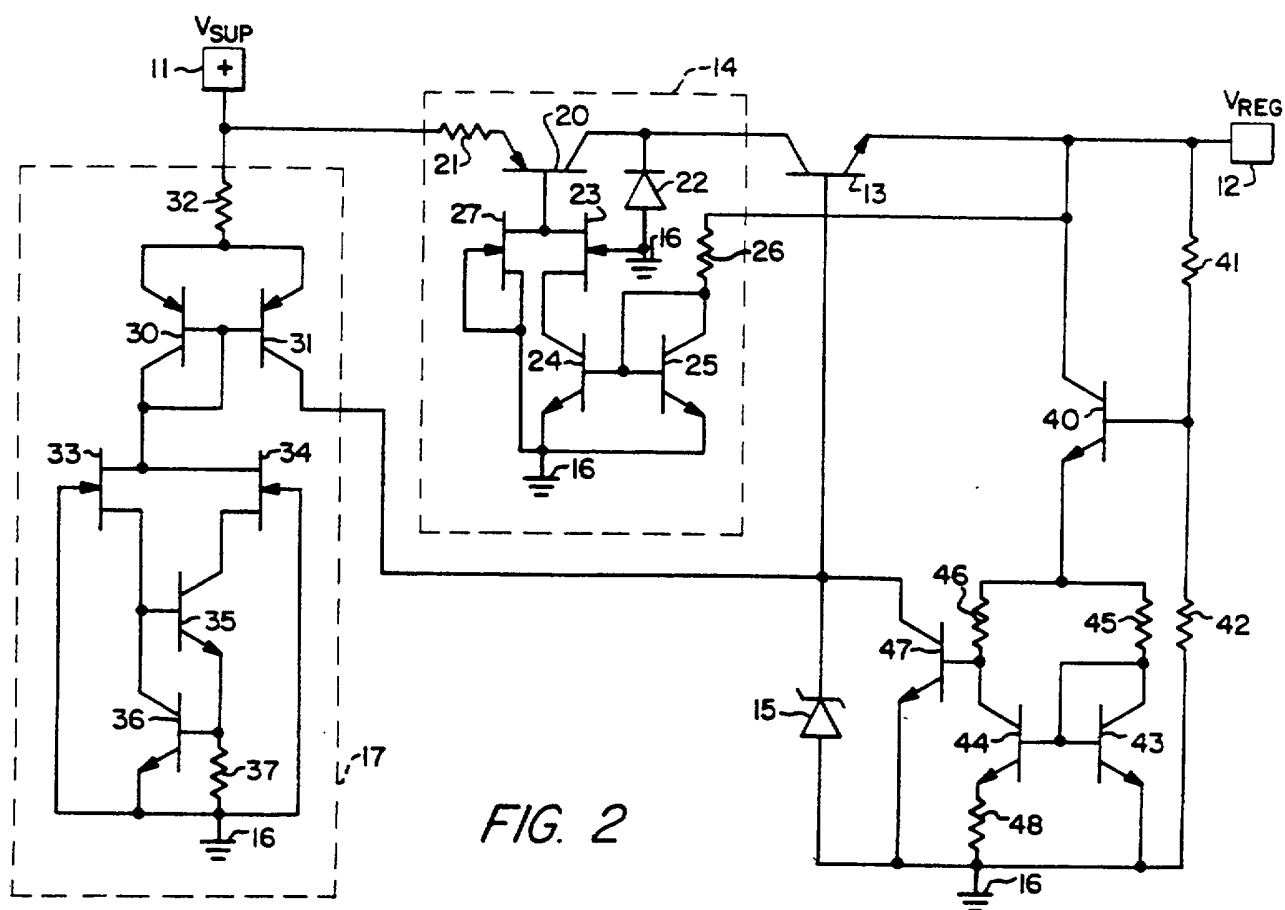


FIG. 2