
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8300641**

Nederland

⑲ **NL**

- ⑤4 **Geïntegreerde schakeling voor een thermokoppel.**
- ⑤1 Int.Cl.³: G01K 7/12.
- ⑦1 Aanvrager: Analog Devices, Inc. te Norwood, Massachusetts, Ver.St.v.Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8300641.
- ②2 Ingediend 21 februari 1983.
- ③2 Voorrang vanaf 26 februari 1982.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 352711.
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 september 1983.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Geïntegreerde schakeling voor een thermokoppel.

De uitvinding heeft betrekking op het meten van temperatuur door toepassing van thermokoppels. Meer in het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op versterkerschakelingen die met thermokoppels kunnen werken en voorzien in een compensatie van de koude overgang.

- 5 Thermokoppels zijn gedurende vele jaren toegepast om temperaturen te meten in een grote verscheidenheid van toepassingen. Zoals bekend leveren thermokoppels een uitgangsspanning die evenredig is aan het temperatuurverschil tussen de meetovergang (die aan de te meten temperatuur wordt blootgesteld) en een referentie-overgang (dikwijls "koude overgang" genoemd). Aangezien veranderingen in de temperatuur van de referentie-overgang het uitgangssignaal van het thermokoppel zal wijzigen, omvatten praktische installaties middelen voor het stabiliseren van de referentietemperatuur, doordat de referentie-overgang in een ijsbad (0°C) wordt geplaatst, of middelen voor het opwekken van een compensatiesignaal dat automatisch verandert met de temperatuur van de referentie-overgang, zodanig dat het uitgangssignaal voor een constante meettemperatuur wordt gehandhaafd. De uitvinding heeft betrekking op middelen voor het opwekken van zulk een compensatiesignaal.
- 10
15

- Diverse methoden zijn toegepast voor het uitvoeren van een compensatie van de koude overgang. Bijvoorbeeld kan een spanning worden opgewekt over een weerstand die in serie met de uitgang van het thermokoppel is geschakeld, doordat aan de weerstand een stroom wordt toegevoerd, die een eerste component heeft die door een constante spanningsbron wordt opgewekt, en een tweede component heeft die door een temperatuurtransducent wordt opgewekt, die reageert op de temperatuur van de referentie-overgang. Een temperatuurtransducent die voor dit doeleinde met succes kan worden gebruikt, is een transducent "model AD 590", die door "Analog Devices, Inc." wordt gefabriceerd en die een uitgangsstroom evenredig aan de absolute temperatuur kan leveren.
- 20
25

- Om diverse redenen zijn de thermokoppelversterker en compensatie-inrichtingen die tot nu toe worden toegepast, niet volledig bevredigend. Daarom heeft de uitvinding ten doel te voorzien in een verbeterde thermokoppel-versterker-compensator die de nadelen van de bekende inrichtingen vermijdt of zo klein mogelijk maakt.
- 30

- Bij een bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm van de uitvinding, die hierna zal worden beschreven, is voorzien in een geïntegreerde schakelingsplaat waarmee de thermokoppelleidingen zijn verbonden en die een versterkt uitgangssignaal levert, dat automatisch is gecomp-
- 35

seerd met betrekking tot wijzigingen in de temperatuur van de koude overgang. De inrichting is zeer nauwkeurig, werkt bij een laag vermogensniveau (minder dan 800 microwatt) en wordt niet nadelig beïnvloed door aardverbindingen die bij de thermokoppелеlementen kunnen worden
5 gemaakt.

Bij de beschreven uitvoeringsvorm ontvangt een versterker met een differentiële ingang het thermokoppelsignaal en een op temperatuur reagerend compensatiesignaal met een component die evenredig is aan de absolute temperatuur van de koude overgang. Het uitgangssignaal van de
10 versterker dient als het temperatuurmeetsignaal en wordt via een negatieve terugkoppelschakeling toegevoerd aan de versterkingang. Bij voorkeur omvat de versterker twee aangepaste verschilversterkers waarvan de uitgangen opgeteld aan de ingang van een hoofdversterker worden toegevoerd, die de terugkoppelschakeling bestuurt. In deze opstelling
15 ontvangt een verschilversterker het thermokoppelsignaal, terwijl de andere het terugkoppelsignaal tezamen met het compensatiesignaal van de koude overgang ontvangt. Bij voorkeur omvat het compensatiesignaal een eerste component die evenredig is aan de absolute temperatuur (PTAT) en die wordt toegevoerd aan een ingang van de verschilversterker, en een
20 tweede component die complementair is aan de absolute temperatuur (CTAT) en die wordt toegevoerd aan de andere ingang van die versterker. De twee compensatiesignalen tezamen leveren een nulonderdrukking met een referentiepunt bij 0°C.

De uitvinding zal hierna verder worden toegelicht aan de hand van
25 de tekeningen.

In de tekeningen tonen:

fig. 1 een blokschema waarin de principiële elementen van een versterker- en compensatieschakeling voor een thermokoppel volgens de uitvinding illustreert, en

30 fig. 2 een schakelschema in bijzonderheden van een bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm van de uitvinding.

Volgens fig. 1 omvat de versterker- en compensatieschakeling voor een thermokoppel (TAC) volgens de uitvinding een enkele geïntegreerde schakelingsplaat die gevormd is uit een paar aangepaste differentiële
35 of verschilversterkers aangegeven met 10 en 12. De ingangsklemmen 14, 16 van de bovenste versterker 10 zijn met de klemmen -IN en +IN van de schakelingsplaat verbonden, waarop de leidingen van het thermokoppel moeten worden aangesloten. De andere verschilversterker 12 ontvangt zowel een compensatiesignaal voor de koude overgang en een terugkoppel-
40 signaal, zoals zal worden beschreven.

De uitgangssignalen van de verschilversterkers 10, 12 worden toe-
gevoerd aan de respectieve ingangen 20, 22 van een hoofdversterker 24
die een spanning (V_0) levert, die de som van de twee ingangssignalen
voorstelt. Deze spanning wordt aan een negatieve terugkoppelschakeling
5 26 toegevoerd, die bestaat uit een weerstand R54 die met de niet-inver-
terende ingang 28 van de onderste verschilversterker 12 is verbonden.
Een CTAT-sigitaal (dat complementair is aan de absolute temperatuur) uit
een CTAT-bron 30 wordt tevens aan deze ingang toegevoerd. De invert-
rende ingang 32 van de onderste versterker 12 ontvangt een PTAT-sigitaal
10 (dat evenredig is aan de absolute temperatuur) uit een PTAT-bron 34.

Het blijkt dat de bovenste verschilversterker 10 van de terugkop-
pelschakeling is geïsoleerd. Aldus kan het thermokoppel rechtstreeks
met de ingangsklemmen +IN en -IN worden verbonden zonder de terugkop-
pelschakeling te belasten.

15 Veranderingen in de thermokoppelspanning die differentieel aan de
bovenste versterker 10 worden toegevoerd, worden omgezet in een enkel-
zijdig sigitaal dat de hoofdversterker 24 bestuurt. Het uitgangssigitaal
van de hoofdversterker verandert overeenkomstig daarmee en bestuurt de
onderste versterker 12 via de terugkoppelschakeling 26. De terugkoppe-
20 ling dwingt de spanning tussen de ingangsklemmen 20, 21 van de hoofd-
versterker naar nul. Om dit resultaat te bereiken dwingt de terugkoppe-
ling het differentiële ingangssigitaal van de onderste versterker 12 om
gelijk te zijn aan het differentiële ingangssigitaal van de bovenste
versterker 10, aangezien de twee ingangsversterkers gelijk zijn.

25 Het uitgangssigitaal uit deze schakelopstelling is alsof het ther-
mokoppelsigitaal rechtstreeks aan de inverterende ingang van de onderste
versterker 12 werd toegevoerd. Dat wil zeggen dat in feite een "vir-
tueel thermokoppel" dat zo genoemd zou kunnen worden, met de ingangs-
schakeling van de versterker is verbonden. Aangezien er echter in wer-
30 kelijkheid een gescheiden zwevende versterkeringang voor het thermokop-
pelsigitaal aanwezig is, behoeft het ingangssigitaal uit het thermokoppel
niet een op aarde betrokken sigitaal te zijn en kan worden gebruikt bin-
nen een praktisch gebied van gemeenschappelijke modus.

De niet-inverterende ingang 28 van de onderste versterker ontvangt
35 een PTAT-compensatiesigitaal van de koude overgang uit de PTAT-bron 34.
Dit compensatiesigitaal heeft aldus betrekking op absolute nul. Omdat
het echter de voorkeur verdient om de themokoppelcompensatie te betrek-
ken op 0°C, wordt een extra compensatiesigitaal toegepast om dat resul-
taut te bereiken. Zulk een extra compensatiesigitaal kan de vorm hebben
40 van een vaste spanning om het PTAT-compensatiesigitaal te verschuiven,

of een nulonderdrukking daarop toe te passen. Echter zouden speciale en dure middelen nodig zijn om de spanning voldoende dicht bij de vaste spanning te houden om geschikt nauwkeurige temperatuurmetingen te kunnen uitvoeren. Om deze eis te vermijden wordt een betere methode bij de
 5 beschreven uitvoeringsvorm toegepast. Deze methode omvat het besturen van de niet-inverterende ingang 28 van de onderste versterker 12 met een CTAT-compensatiesignaal, d.w.z. een signaal met een temperatuurscoëfficiënt die qua teken tegengesteld is aan die van het PTAT-signaal op de inverterende ingang.

10 De compensatieschakeling is zodanig ingericht, dat de CTAT-spanning op de niet-inverterende ingang 28 van de onderste versterker 12 bij 0°C hoofdzakelijk gelijk is aan de PTAT-spanning op de inverterende ingang 32. Indien de temperatuur van de schakelingsplaat 0°C zou zijn, zou de uitgangsspanning (V_O) daarvan slechts de thermokoppelspanning
 15 vertegenwoordigen. Bij andere temperaturen van de schakelingsplaat zullen zowel de PTAT- als CTAT-spanningen wijzigen om een netto compensatiesignaal op te wekken, dat gelijk is aan de spanning die zou worden opgewekt door een thermokoppel waarvan de meetovergang op de temperatuur van de schakelingsplaat ligt en waarvan zijn referentieovergang op
 20 0°C ligt. Daarom bestaat het uitgangssignaal (V_O) uit een spanning die evenredig is aan de thermokoppelingangsspanning (hoofdzakelijk betrokken op de werkelijke temperatuur van de schakelingsplaat), plus een spanning die evenredig is aan het verschil tussen de temperatuur van de schakelingsplaat en 0°C. Het resultaat is alsof het uitgangssig-
 25 naal van het thermokoppel dat op 0°C is betrokken, eenvoudigweg werd versterkt. Derhalve is het versterkte uitgangssignaal van de schakeling een nauwkeurige weergave van de temperatuur van het thermokoppel, maar zonder de eis van een werkelijke referentietemperatuur van 0°C.

De alarmschakeling die hoofdzakelijk met 40 is aangegeven, is aan-
 30 gebracht om aan te geven wanneer een (of beide) van de thermokoppelleidingen 42 naar de klemmen +IN en -IN open is. Door zulk een open keten wordt de hoofdversterker 24 overbelast, waardoor een alarm-detectie-transistor Q21 wordt aangeschakeld, zoals hierna wordt beschreven.

Thans wordt de bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm in bij-
 35 zonderheden beschreven aan de hand van fig. 2. De basisinstelstroom wordt afgeleid uit een "crossed-quad"-schakeling die als geheel met 100 is aangegeven en bestaat uit Q1, Q2, Q3 en Q4. (Opmerking: achtergrondinformatie over "crossed-quad"-schakelingen worden gevonden in het Amerikaanse octrooischrift 4.268.759 van "Barrie Gilbert" verleend op 19
 40 mei 1981). De basisstroom voor Q3 en Q4 wordt geleverd door Q6 wanneer

zijn basis positief wordt bestuurd door de excitatiestroom voor de "quad", aanvankelijk geleverd door een FET Q49. De excitatie van de "quad" door de stroom door Q4 en Q2 stabiliseert de emitterspanning van Q1. Aangezien Q1 een transistor met een dubbele emitter is, wordt deze spanning met betrekking tot de gemeenschappelijke spanning op de emitter van Q2 bepaald door de uitdrukking:

$$V_{E1} = \frac{kT}{q} \ln 2$$

10 Deze spanning wordt over de weerstanden R50 en R51 opgewekt, waardoor een PTAT-stroom door Q1 en Q3 vloeit.

De transistoren Q25, Q26, Q27 en Q28 vormen tezamen een verbeterde stroomspiegel van Wilson, die als geheel met 102 wordt aangegeven. Met Q5 is een wijziging toegevoegd, die "Congdon"-verbetering wordt genoemd. De kleine weerstand R69, tezamen met de verhoogde collector-basiscapaciteit van Q27 zijn voor de frequentiestabilisatie van de lus die door Q5 wordt gesloten.

De versterker-compensatieschakeling die hier wordt beschreven, kan werken met een negatieve voedingsspanning van 0 tot -25 Volt, zodat de poortelektrodespanning toegevoerd aan Q49 onderhevig is aan grote variatie. De toevoeging van R68 vermindert de uiteindelijke variatie in de werkelijke afvoerelektrodestroom. De FET-weerstandscombinatie levert een minimale instellingsstroom op, die voldoende is om een stroom in de "crossed-quad"-100 te initiëren bij aanschakelen. De PNP-stroomspiegel 102 keert deze stroom om en reflecteert deze regeneratief terug op de Q2- en Q4-zijde. Deze stroom zal stijgen tot een PTAT-waarde afhankelijk van R50 en R51 en de spanning V_{E1} . De maximale afvoerelektrodestroom van Q49 moet kleiner zijn dan deze PTAT-stroom om de juiste instelniveaus te kunnen opwekken.

30 Wanneer de schakeling eenmaal is aangeschakeld vloeit een PTAT-stroom met een grootte die door R50 en R51 wordt bepaald, naar beide zijden van de "crossed-quad"-100, zodat basisstroomfouten worden verminderd. Zowel Q2 als Q3 werken op dezelfde PTAT-stroom. Als gevolg daarvan is de basisspanning van Q3 goed gedefinieerd en wordt gebruikt 35 om een CTAT-sigitaal in het schakelingspunt 104 op te wekken. Deze spanning wordt verlaagd door de spanningsdeler bestaande uit R52 en R53, om het vereiste CTAT-temperatuurverschuivingsigitaal op te wekken. De terugkoppelweerstand R54 is aangesloten op deze verlaagde spanning die Q32 via R63 bestuurt. Dit verbindingspunt komt overeen met de onderste 40 niet-inverterende ingang 28 van fig. 1. De weerstand R63 dient voor het

balanceren van de spanningsval die door de basisstroom wordt opgewekt over de thermokoppel-ingangsbeschermingsweerstand R65.

De inverterende ingang 32 van de versterker 12 krijgt het PTAT-compensatiesignaal uit de spanningsdelers R50/R51, welk signaal via een basisstroom-compensatiweerstand R64 wordt toegevoerd aan Q33. De spanning in het verbindingspunt van R50 en R51 is een op juiste wijze gewogen versie van de PTAT-spanning op de emitter van Q1. De twee PNP-transistoren Q32 en Q33 kunnen worden beschouwd als emittervolgers die de emitters van Q7 en Q8 besturen, die tezamen met Q10 zijn geschakeld op een wijze die gelijk is aan die van een stroomspiegel van Wilson. De "onderzijde" van de spiegel heeft echter niet een gemeenschappelijke verbinding voor Q7 en Q8. In plaats daarvan wordt de differentiële ingangsspanning daartussen toegevoerd. Deze spanning verstoort de spiegelwerking, zodanig dat de verhouding tussen ingangsstroom en uitgangsstroom een functie is van het ingangssignaal dat aan Q32 en Q33 wordt toegevoerd. De PTAT-ingangsstroom voor de schakeling Q7, Q8 en Q10 wordt toegevoerd uit Q30.

De in fig. 1 getoonde bovenste verschilversterker 10 is samengesteld uit Q34, Q35, Q13, Q14 en Q16. Deze schakeling is identiek aan de versterkerschakeling 12 die wordt gebruikt als temperatuurcompensatieschakeling en terugkoppelingangsschakeling en die wordt bestuurd door een PTAT-stroom uit Q31 die aangepast is aan die van Q30. De uitgangsstroom uit Q16 van de ingangstrap 10 wordt vergeleken met de stroom uit Q10 van de andere ingangstrap 12 om de hoofdversterker te besturen, die als geheel met 24 is aangegeven. Het uitgangssignaal V_o van de hoofdversterker bestuurt de terugkoppeling via de weerstand R54 om het verschil tussen de stromen van Q10 en Q16 zo klein mogelijk te maken.

Het verschil van deze twee stromen wordt afgeleid uit een stroomspiegel 112 die bestaat uit Q36, Q37, Q38 en Q45. De nettostroom op de collectoren van Q16 en Q37 bestuurt de basis van de emittervolger Q40 die op zijn beurt de basis van een spanningsversterkingstrap Q41 bestuurt. De collector van Q41 is verbonden met de collector van Q12, die zijn instelstroom levert. De collectorspanning van Q41 bestuurt de basis van de emittervolger Q18 die daarna de uitgangspen (V_o) van de schakelingsplaat via R60 bestuurt, die de begrenzingsweerstand voor de positieve stroom is. De collector van Q41 bestuurt ook de volgens een Darlington paar geschakelde PNP-transistoren Q43 en Q44, zodat de uitgangsstroom kan opnemen wanneer negatieve uitgangssignalen worden toegepast. Een begrenzing van de negatieve stroom wordt uitgevoerd door een grote β -stroomreductie in deze twee transistoren en de begrensde

besturingsstroom beschikbaar uit Q12.

De besturingsstroom voor Q12 wordt afgeleid uit de uitgangsstroom van de ingangsversterker 12 voor de temperatuurterugkoppeling. Meer in het bijzonder bestuurt de stroom uit Q10 de juist beschreven hoofd-
 5 stroomspiegel 112. In deze stroomspiegel vormen Q36, Q38 en Q45 een andere stroomspiegel van Wilson, waarbij de collectorstroom van Q38 de ingangsstroom uit Q10 spiegelt. De stroom uit Q38 bestuurt de spiegel-schakeling met een verhouding 1 tot 6, die bestaat uit Q11, R55, Q12 en R56.

10 Een van de extra instelschakelingen wordt gevormd door Q24 die een PNP-transistor met een gesplitste collector is die door de voorspanning wordt bestuurd, die door Q25 wordt opgewekt. Door deze spanning wordt de emitterstroom van Q24 gelijk aan de emitterstroom van Q25, die de basis PTAT-instelstroom benadert. Deze stroom, minder de basisstroom,
 15 wordt nauwkeurig verdeeld in de collector en voorziet in een gelijkstroominstelling van de aangepaste ingangstrappen 10, 12 door middel van de in cascade geschakelde PNP-transistoren Q30 en Q31 die eerder zijn genoemd.

Een andere instelgelijkstroom wordt door Q46 afgeleid uit de basis-spanning van de stroomspiegel 112. Deze stroom dient voor de gelijkstroominstelling van Q40. De weerstand R57 verkleint enigszins de basisbesturingsstroom, zodat de som van de collectorstroom van Q46 en de basisstroom van Q41 de emitterstroom van Q38 zal benaderen. Deze compensatie vermindert de fout die het gevolg zou zijn van een verschil
 25 van de basisstromen van Q38 en Q40.

Een positieve stroombegrenzing wordt door Q17 uitgevoerd. Wanneer de belastingsstroom voldoende is om over R60 een spanning van ongeveer 600 mV op te wekken, geleidt Q17 en trekt de basisbesturingsstroom naar Q18 via Q23 weg. De functie van Q23 is het afschakelen van de collector-basisovergang van Q17 wanneer negatieve belastingen worden be-
 30 stuurd. Zonder Q23 zou de collector-basisovergang van Q17 een in doorlaatrichting ingestelde diode zijn vanaf de basis van Q43 naar de uitgang.

Wanneer Q17 geleidt om de besturingsstroom uit Q18 te "stelen" zal
 35 het versterkergedeelte Q41 tot hoge stroomniveaus uitsturen, totdat deze overbelast wordt. Om de dissipatie op de schakelingsplaat te regelen wordt ook de collectorstroom van Q41 begrensd. Deze begrenzing wordt uitgevoerd door middel van Q42 en R59. Tijdens normaal bedrijf heeft R59 slechts een ondergeschikt effect bij het verlagen van de lusversterking. Wanneer Q41 sterk in overbelaste toestanden wordt uitge-
 40

stuurd, laat Q59 echter toe dat de emitter en dus de basis negatief wordt. Wanneer dit gebeurt wordt de basis van Q42 ook negatief. Aangezien zijn emitter met de emitter van Q31 is verbonden, wordt de basis-emitterovergang van Q42 in doorlaatrichting voorgespannen door de extreme besturing van Q41. Als gevolg daarvan wordt de emitterstroom van Q31 weggetrokken, waardoor de besturing van de ingangstrap 10 wordt verminderd. Door deze vermindering wordt de besturing van Q40 en Q41 door middel van Q16 verminderd, totdat een evenwicht is bereikt.

In het geval van een positieve overbelasting van de uitgang wordt de collectorstroom van Q42 gebruikt om de alarmschakeling te activeren. Deze stroom die gewoonlijk nul is, zal stijgen indien de uitgang van de versterker wordt overbelast, of indien de ingangen worden overbelast in een richting waarin de uitgang in positieve richting wordt bestuurd. De basisstroom van Q34 zal zulk een ingangsoverbelasting tot gevolg hebben, indien de ingangspen +IN voor het thermokoppel is onderbroken. Indien in het andere geval de ingangspen -IN (of beide + en -) voor het thermokoppel is onderbroken, zal de collectorstroom Q16 tot nul dalen, waardoor de hoofdstroomspiegel 112 de basis van Q40 positief kan opslingeren. Aangezien het ingangssignaal van de spiegel uit Q10 niet wordt beïnvloed door de ingangsoverbelastingen van het thermokoppel, zal de collector van Q37 in positieve richting opslingeren, totdat de basis-emitterovergang van Q39 in doorlaatrichting wordt ingesteld. Op dit punt zal de uitgangsstroom van de spiegel op de collector Q39 verschijnen, die op effectieve wijze een gemeenschappelijke basischakeling is.

Voor elke combinatie van overbelastingen zal de gecombineerde collectorstroom van Q39 en Q42 stijgen boven het normale nulniveau. Deze stroom zal de basis van Q19 besturen, die volgens een Darlington-verbinding Q21 bestuurt. Daarom zal Q21 worden aangeschakeld, wanneer een overbelasting bestaat. De weerstand R61 dient voor het neerhouden van Q21 om lekstroom daarvan en met β vermenigvuldigde lekstroom van Q19 af te voeren. In het algemeen wordt aangenomen dat Q21 zal worden toegepast als een schakelaar om de overbelasting te signaleren. Aangezien deze in een verscheidenheid van configuraties kan worden geschakeld, is overbelastingsbescherming inbegrepen. De emitterstroom van Q21 die door R62 vloeit, wekt een spanning over de basis-emitterovergang van Q20 op. Wanneer deze spanning voldoende groot wordt, zal Q20 worden aangeschakeld en de resterende basisbesturingsstroom van Q19 wegtrekken. De schakeling zal een evenwicht bereiken met een veilig stroomniveau door Q21.

De collectorstroom van Q19 wordt slechts door de beschikbare ba-

sisbesturingsstroom begrensd en door de β van Q19. De basisbesturingsstroom wordt geregeld, wanneer Q21 in een stroombegrenzende toestand is. Indien Q21 enigszins wordt belast, kan de collectorstroom van Q19 betrekkelijk hoog worden. Een extra emitterpunt op Q21 wordt gebruikt
 5 als een geïnverteerde collector om de stuurstroom van Q19 te regelen. Indien Q21 in zijn verzadigingstoestand wordt uitgestuurd, zal de collector-basisovergang in doorlaatrichting worden ingesteld. Als gevolg daarvan zal de geïnverteerde collector geleiden en een gedeelte van de basisstuurstroom van Q19 wegtrekken, dat overvloedig is om Q21 in de
 10 verzadigde toestand te houden.

Indien hetzij het alarm of de normale uitgang overbelast is, zal de dissipatie van de schakelingsplaat wezenlijk stijgen. De resulterende temperatuurverandering zal de compensatie van de koude overgang verstoren en het uitgangssignaal kan fout zijn wanneer de overbelasting
 15 wordt gecorrigeerd. Een juiste werking zal worden hersteld wanneer de schakelingsplaat kan worden gekoeld tot omgevingstemperatuur.

De schakeling is ontworpen voor continu bedrijf, waarbij de negatieve voedingsspanning tot nul wordt verlaagd, zolang negatieve uitgangsspanningen niet vereist zijn. De punten +C, -C, +T, -T, terugkoppeling en uitgang zijn toegankelijk gemaakt, zodat de schakeling fijn
 20 kan worden afgeregeld. De waarden van de componenten van de schakeling werden gekozen voor het gebruik van een thermokoppel van het type J, echter kunnen de spanningsdelerverhoudingen essentieel worden gewijzigd voor de aanpassing aan thermokoppels van een type dat afwijkt van het
 25 type J.

Opgemerkt wordt dat de spanning-stroomoverdrachtsfunctie van de ingangstrappen 10, 12 niet lineair is, echter verschijnt deze niet-lineariteit niet in het versterkte uitgangssignaal V_o . Aangezien bij de twee gelijke trappen door de terugkoppeling de onderste of referentieingang 12 met hetzelfde differentiële signaal wordt bestuurd als de
 30 bovenste of thermokoppelingang 10, wordt de niet-lineariteit niet in de totale overdrachtsfunctie van de gesloten lus geïntroduceerd.

De hierboven beschreven schakelinrichting is ingericht voor een gemakkelijke calibratie. De grootte van de PTAT-spanning afgegeven aan
 35 de klem 28, kan op de juiste waarde worden ingesteld door het afregelen van R50 of R51. Op soortgelijke wijze kan de grootte van CTAT-spanning afgegeven aan de klem 32, op de juiste wijze worden ingesteld door het afregelen van R52 of R53, teneinde bij 0°C tot nul te onderdrukken. De totale versterking van de versterker kan worden ingesteld door het af-
 40 regelen van de terugkoppelweerstand R54, hetzij door deze of in verband

met verdere afregeling van de nulinstellingsweerstanden.

Een speciaal kenmerk van de hierboven beschreven versterkerinrichting is dat de nettoverschuivingsspanning van de versterkeringangen in serie met de PTAT-spanning werkt, die op de klem 32 voorkomt. Onvolkomenheden bij het fabricageproces manifesteren zich overwegend als PTAT-verschuivingsspanningen in de versterkers. Daarom zal het duidelijk zijn, dat de effecten van zulke verschuivingen en verschuivingsdrift praktisch worden geëlimineerd door juiste afregeling van het netwerk van weerstanden, zoals hierboven is beschreven, zodanig dat de grootte van de PTAT-bron wordt ingesteld om het effect van de verschuivingsspanningen te bevatten. De PTAT-verschuivingsspanning kan als een deel van de PTAT-compensatiespanningen worden beschouwd, waardoor zulke verschuivingsspanningen als een foutfactor worden geëlimineerd, aangezien de versterker zodanig zal worden afgeregeld, dat een netto PTAT-spanning met inbegrip van de verschuiving wordt geleverd, waardoor een nauwkeurige werking ontstaat. Er wordt opgemerkt, dat de gelijkstroominstelling tijdens bedrijf voor de versterker wordt afgeleid uit de PTAT-bron om te verzekeren dat alle verschuivingen die terug te voeren zijn tot gelijkstroomeffecten, PTAT zal zijn.

De versterker van de hier beschreven bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm omvat bij voorkeur ook schakelmiddelen die ervoor zorgen dat het uitgangssignaal overeenkomt met het ingangssignaal voor thermokoppelspanningen waarvan de grootte de spanning van de negatieve voedingsleiding (V-) benadert. Hiervoor omvat de ingangsschakeling van de versterker 10 een paar PNP-transistoren Q34/Q35 die bij zulke spanningniveaus kunnen werken.

C O N C L U S I E S

1. Geïntegreerde schakelingsplaat waarmee een thermokoppel kan worden verbonden om een temperatuurmeetsignaal op te wekken met een re-
5 ferentie-overgangscompensatie, gekenmerkt door versterkermiddelen met differentiële ingangsmiddelen; ingangsklemmiddelen voor een thermokoppel die met de ingangsmiddelen zijn verbonden en voorzien in een referentie-overgang op de temperatuur van de plaat wanneer deze met de thermokoppelleidingen is verbonden; signaalbronmiddelen die op tempera-
10 tuur reageren en die additief met de genoemde ingangsmiddelen zijn gekoppeld met betrekking tot het thermokoppelsignaal, teneinde een referentie-overgangscompensatie uit te voeren, die overeenkomt met wijzigingen in de plaattemperatuur, en een negatieve terugkoppelschakeling die tussen de uitgang van de versterkermiddelen en de ingangsmiddelen is
15 aangesloten, waardoor het uitgangssignaal van de versterker veranderingen in de thermokoppelspanning volgt, die ontstaan uit veranderingen in de meettemperatuur.

2. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de signaalbronmiddelen een PTAT-bron omvat.

20 3. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 1, gekenmerkt door een CTAT-signaalbron die met de versterkeringangsmiddelen is verbonden om daaraan een spanning toe te voeren teneinde de nulonderdrukking van de referentie-overgangscompensatie tot stand te brengen.

4. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 3, met het
25 kenmerk, dat de CTAT-signaalbron is ingericht voor het opwekken van een netto compensatiesignaal dat betrokken is op 0°C.

5. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 1, met het
kenmerk, dat de signaalbronmiddelen een PTAT-signaalbron en een CTAT-signaalbron omvat die zijn ingericht om een netto compensatiesignaal op
30 te wekken dat op 0°C is betrokken.

6. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 1, met het
kenmerk, dat de versterkermiddelen eerste en tweede aangepaste differentiële versterkers bevatten, waarvan de uitgangen volgens een sommatiefunctie met elkaar zijn verbonden, dat de ingangsklemmiddelen voor
35 een thermokoppel met de eerste differentiële versterker zijn verbonden en dat de terugkoppelschakeling met de ingang van de tweede differentiële versterker is verbonden.

7. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 6, met het
kenmerk, dat de signaalbronmiddelen die op temperatuur reageren, zijn
40 verbonden met de ingang van de tweede differentiële versterker.

8300641

8. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat de signaalbronmiddelen die op temperatuur reageren, een PTAT-signaalbron en een CTAT-signaalbron bevatten.

9. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de tweede differentiele versterker eerste en tweede ingangsklemmen bevat, dat de PTAT-signaalbron met een van de ingangsklemmiddelen is verbonden en dat de CTAT-signaalbron is verbonden met de andere van de ingangsklemmen.

10. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de signaalbronmiddelen die op temperatuur reageren, een stel onderling verbonden transistoren omvatten, waarvan ten minste één een wezenlijk afwijkende stroomdichtheid heeft dan een andere van de genoemde transistoren, waardoor een PTAT-spanning wordt opgewekt voor de compensatie van de referentie-overgang.

11. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de signaalbronmiddelen die op temperatuur reageren, een transistor bevatten die een PTAT-stroom doorlaten, teneinde tussen de basis en emitter daarvan een CTAT-spanning op te wekken voor de compensatie van de referentie-overgang van het thermokoppel.

12. Geïntegreerde schakelingsplaat waarmee een thermokoppel kan worden verbonden om een temperatuurmeetsignaal op te wekken met een referentie-overgangcompensatie, gekenmerkt door versterkermiddelen met ingangsmiddelen en uitgangsmiddelen, welke uitgangsmiddelen een uitgangsmeeetsignaal opwekken; ingangsklemmiddelen voor het thermokoppel die met de ingangsmiddelen zijn verbonden; signaalbronmiddelen die op temperatuur reageren en die met de genoemde ingangsmiddelen zijn verbonden om een referentie-overgangcompensatie uit te voeren overeenkomstig veranderingen in de plaattemperatuur; een alarmtransistor; en schakelmiddelen die met de versterkermiddelen zijn gekoppeld om de alarmtransistor te besturen in het geval dat de thermokoppelleiding wordt onderbroken.

13. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de schakelmiddelen de alarmtransistor kunnen activeren in het geval dat er een overbelasting op de uitgang van de versterkermiddelen is.

14. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 12, gekenmerkt door stroombegrenzingsmiddelen die met de alarmtransistor zijn gekoppeld om te verhinderen dat een overmaat aan stroom daar doorheen vloeit.

15. Thermokoppelversterker met referentie-overgangcompensatie, ge-

kenmerkt door een eerste verschilversterker met een ingangsketen die is ingericht voor het ontvangen van het thermokoppelsignaal; een tweede verschilversterker die aan de eerste versterker is aangepast; middelen voor het combineren van de uitgangssignalen van de twee versterkers om
 5 een uitgangssignaal op te wekken; een terugkoppelketen die de uitgang van de combinatiemiddelen verbindt met de ingang van de tweede differentiële versterker; en signaalbronmiddelen die met de ingang van de tweede differentiële versterker zijn gekoppeld om een referentie-overgangcompensatie uit te voeren.

10 16. Inrichting volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat de combinatiemiddelen een hoofdversterker omvatten, die reageert op de uitgangssignalen van beide differentiële versterkers en die het uitgangssignaal kunnen opwekken.

15 17. Inrichting volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat de signaalbronmiddelen een PTAT-bron omvatten.

18. Inrichting volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat de signaalbronmiddelen middelen omvatten om een nulonderdrukking op het compensatiesignaal uit te voeren, dat door de PTAT-bron wordt opgewekt, teneinde een referentiepunt bij 0°C tot stand te brengen.

20 19. Inrichting volgens conclusie 18, met het kenmerk, dat de nulonderdrukkingsmiddelen een CTAT-signaalbron omvatten.

20. Geïntegreerde schakelingsplaat waarmee een thermokoppel kan worden verbonden om een temperatuurmeetsignaal voort te brengen met een referentie-overgangcompensatie, gekenmerkt door versterkermiddelen met
 25 ingangsmiddelen en uitgangsmiddelen; ingangsklemmiddelen voor een thermokoppel die met de ingangsmiddelen zijn verbonden; signaalbronmiddelen die op temperatuur reageren en die met de ingangsmiddelen zijn gekoppeld om een referentie-overgangcompensatie uit te voeren overeenkomstig veranderingen in de plaattemperatuur; en signaalbronmiddelen die op
 30 temperatuur reageren en die een referentietemperatuur van 0°C voortbrengen.

21. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat de signaalbronmiddelen een PTAT-bron en een tweede signaalbron omvatten, welke laatste bron is ingericht voor de nulonderdrukking van de compensatie bij 0°C.
 35

22. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de tweede signaalbron een CTAT-signaalbron bevat.

23. Geïntegreerde schakelingsplaat waarmee een thermokoppel kan worden verbonden om een temperatuurmeetsignaal op te wekken met een referentie-overgangcompensatie, gekenmerkt door versterkermiddelen met
 40

ingangsmiddelen en uitgangsmiddelen; ingangsklemmiddelen voor het thermokoppel die met de ingangsmiddelen zijn verbonden; transistormiddelen; en schakelmiddelen die met de transistormiddelen zijn verbonden om daaruit een signaal op te wekken, dat afhankelijk is van de temperatuur van de plaat en dat dienst doet als een compensatiesignaal voor de referentie-overgang, dat verandert overeenkomstig veranderingen in de plaattemperatuur, waarbij de schakelmiddelen middelen bevatten die het compensatiesignaal verbindt met de versterkeringangsmiddelen om samen te werken met het thermokoppelsignaal, teneinde het uitgangssignaal van de versterkermiddelen te bepalen.

24. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 23, met het kenmerk, dat de transistormiddelen middelen bevatten voor het opwekken van een nulonderdrukkingssignaal in responsie op de plaattemperatuur.

25. Geïntegreerde schakelingsplaat waarmee een thermokoppel kan worden verbonden om een temperatuurmeetsignaal op te wekken met een referentie-overgangcompensatie, met het kenmerk, dat versterkermiddelen met ingangs- en uitgangsmiddelen aanwezig zijn, dat de versterkermiddelen zijn voorzien van een PTAT-verschuivingsspanning, dat de ingangsklemmiddelen voor het thermokoppel zijn verbonden met de ingangsmiddelen, dat de PTAT-signaalbron met de ingangsmiddelen is gekoppeld om een referentie-overgangcompensatie uit te voeren overeenkomstig veranderingen in de plaattemperatuur, en dat de grootte van het uitgangssignaal van de PTAT-signaalbron instelbaar is om te voorzien in een nulinstelling van de versterker met de PTAT-verschuivingsspanningen die effectief zijn gecombineerd met het uitgangssignaal van de PTAT-signaalbron om fouteffecten hoofdzakelijk zo klein mogelijk te houden, die het gevolg zijn van veranderingen in de verschuivingsspanningen bij veranderingen in de temperatuur van de plaat.

26. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 25, gekenmerkt door middelen voor het toevoeren van PTAT-instelgelijkstromen voor de geneemde versterkermiddelen.

27. Geïntegreerde schakelingsplaat waarmee een thermokoppel kan worden verbonden om een temperatuurmeetsignaal op te wekken met een referentie-overgangcompensatie, gekenmerkt door versterkermiddelen met ingangs- en uitgangsmiddelen; ingangsklemmiddelen voor een thermokoppel die met de ingangsmiddelen zijn verbonden; signaalbronmiddelen die op temperatuur reageren en die met de ingangsmiddelen zijn gekoppeld om een referentie-overgangcompensatie uit te voeren overeenkomstig veranderingen in de plaattemperatuur; positieve en negatieve voedingsleidingen voor de versterkermiddelen; en schakelmiddelen die deel uitmaken

van de genoemde versterkermiddelen voor het regelen van het uitgangssignaal van de genoemde versterker op thermokoppelspanningen waarvan de grootte gelijk kan zijn aan de spanning van de negatieve voedingsleiding.

- 5 28. Geïntegreerde schakelingsplaat volgens conclusie 27, met het kenmerk, dat de versterkeringangsmiddelen een gebalanceerd paar PNP-transistoren bevatten, waarvan de bases met de ingangsklemmiddelen voor het thermokoppel zijn verbonden en dat de collectoren van de genoemde transistoren met de negatieve voedingsleiding zijn verbonden.
-

Fig. 1.

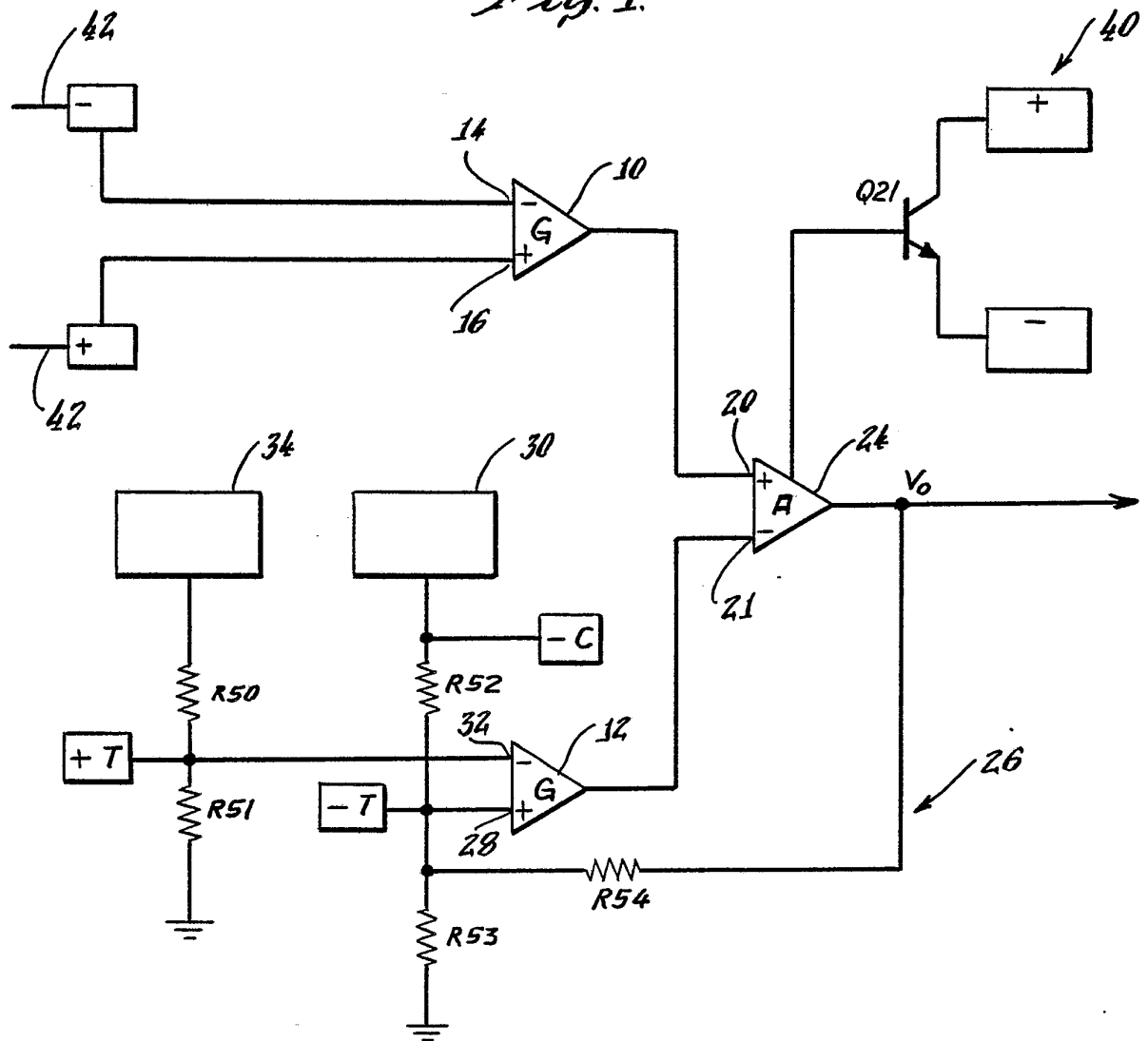


Fig. 2.

