

19



Octrooiraad  
Nederland

11 Publikatienummer: 9202003

12 A TERINZAGELEGGING

21 Aanvraagnummer: 9202003

51 Int.Cl.<sup>5</sup>:  
G01K 15/00, G05D 23/24

22 Indieningsdatum: 17.11.92

30 Voorrang:  
26.11.91 US 798453

71 Aanvrager(s):  
Honeywell Inc. te Minneapolis, Minnesota,  
Ver. St. v. Am.

43 Ter inzage gelegd:  
16.06.93 I.E. 93/12

72 Uitvinder(s):  
John Thomas Adams te Minneapolis, Minnesota,  
Ver. St. v. Am.

74 Gemachtigde:  
Ir. L.C. de Bruijn c.s.  
Nederlandsch Octrooibureau  
Scheveningseweg 82  
2517 KZ 's-Gravenhage

54 Calibratiestelsel voor een frequentie-variërende temperatuursensor

57 Een goedkope temperatuursensor voor thermostaten maakt gebruik van een calibratieweerstand (25) en een microprocessor (40) met schakelbare poorten (B, C), waarbij de microprocessor een keuze maakt tussen een ingang met een hoge impedantie en een uitgang voor een temperatuurmeetelement (26) en een calibratieweerstand (25), waarbij door het selecteren van de ingang het elektrisch verbonden element effectief uit de schakeling wordt verwijderd, waardoor het stelsel in staat wordt gesteld zichzelf te calibreren.

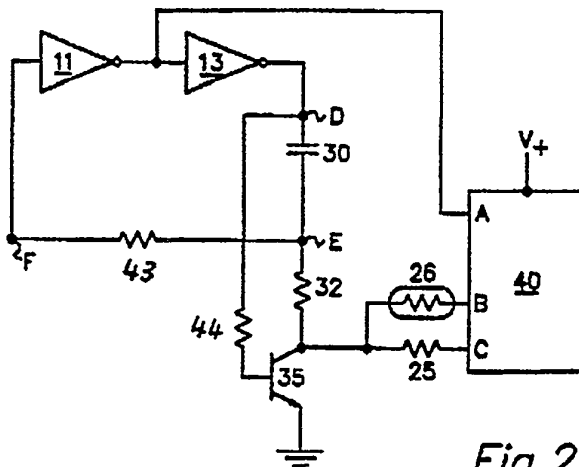


Fig. 2

NL A 9202003

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

**Calibratiestelsel voor een frequentie-variërende temperatuursensor.**

---

5 De onderhavige uitvinding heeft betrekking op elektronische thermostaten die een frequentievergelijking gebruiken om de temperatuur te bepalen. Meer in het bijzonder verschaft de onderhavige uitvinding een goedkoop calibratiestelsel voor het calibreren van het variabele frequentie-ingangssignaal van een frequentie-vergelijkende temperatuursensor of  
10 thermostaat.

De analoog-digitaal-omzeters die in huidige thermostaatontwerpen gebruikt worden om de kamertemperatuur te meten vertonen calibratieproblemen. Ofwel bezitten zij geen dynamische calibratie voor het corrigeren van fouten in het stelsel die veroorzaakt worden door veranderingen in de  
15 temperatuur en het verouderen van de apparatuur, of zijn voor ontwerpen die wel dynamische calibratie voor zelf-calibratie bezitten de zelf-calibrerende middelen duur en nemen de aanvullende componenten kostbare ruimte op de plaat met gedrukte bedrading in.

Elektronische thermostaten die frequentie-vergelijkingsmiddelen  
20 toepassen teneinde de onderhavige kamertemperatuur te bepalen vinden algemeen toepassing. Een voorbeeld van een dergelijk stelsel is weergegeven in het Amerikaanse octrooi Re32.960, getiteld "Electronic Thermostat", van Michael R. Levine, en is hier bij wijze van referentie opgenomen. Het stelsel van Levine en anderen, dat is weergegeven in het  
25 Amerikaanse octrooi Re32.960, is gevoelig voor fouten die geïntroduceerd kunnen worden door veranderingen in de werking van de componenten welke veroorzaakt worden door veroudering en temperatuurveranderingen. Stelsels die gebruikt zijn om dergelijke fouten te corrigeren maken gebruik van aanvullende componenten en verhogen daarmee zowel de kosten als de voor  
30 de schakeling op de plaat met gedrukte bedrading benodigde ruimte.

Het is een oogmerk van de onderhavige uitvinding om een zelf-calibrerende temperatuursensor te verschaffen die minder componenten vereist dan de bekende temperatuursensoren van het type dat in de aanhef van conclusie 1 is beschreven. Deze en andere oogmerken worden door de uit-  
35 vinding bereikt zoals is aangegeven in het kenmerk van conclusie 1. Voorkeursuitvoeringsvormen en toepassingen zijn in de afhankelijke conclusies beschreven.

De uitvinding verschaft derhalve een goedkope, zelf-calibrerende temperatuursensor die voor een thermostaat gebruik maakt van frequentie-

9202003

vergelijking. De onderhavige uitvinding geeft middelen weer waarmee de temperatuurmeetschakeling kan worden gec calibreerd die gebruikt wordt bij het verschaffen van een variabele frequentie in afhankelijkheid van de omgevingstemperatuur. Er zijn microprocessors die poorten bezitten die als ingangen of uitgangen kunnen worden gekozen, waarbij een ingangspoort 5 een zeer hoge impedantie bezit. Dankzij deze eigenschap is het mogelijk om onderling uitwisselbaar een thermistor, een meetelement, of het equivalent daarvan, en een calibratieweerstand in de oscillatorschakeling met een variabele frequentie te plaatsen. Door een eerste poort elektrisch te 10 verbinden met de thermistor en een tweede poort elektrisch te verbinden met een calibratieweerstand, en vervolgens de tegengestelde uiteinden van zowel de calibratieweerstand als de thermistor onderling elektrisch te verbinden, kan de microprocessor een keuze maken uit de thermistor en de calibratieweerstand. De calibratieweerstand en de thermistor zijn verder 15 elektrisch verbonden met de oscillatorschakeling. Door de eerste poort en de tweede poort van ingang naar uitgang en van uitgang naar ingang te schakelen, bepaalt de microprocessor welke weerstandsmiddelen in de frequentie-generatorschakeling gebruikt worden. De hoge-impedantie-modus die de meeste microprocessors gebruiken verwijdert in feite een weerstand 20 uit de oscillatorschakeling wanneer een weerstand elektrisch met een poort in de ingangsmodus is verbonden. Als de eerste poort als ingang is gekozen terwijl de tweede poort een uitgang is, verwijdert de eerste poort dus het meetelement uit de schakeling en plaatst de calibratieweerstand in de schakeling, en daardoor wordt de schakeling gec calibreerd. 25 Door toepassing van deze uitvinding zijn er in wezen slechts twee fouten die na calibratie in de inrichting aanwezig zullen zijn, te weten de aanvankelijke tolerantie van de calibratieweerstand en de aanvankelijke tolerantie van de thermistor, terwijl alle andere fouten in wezen geëlimineerd zijn.

30 De uitvinding zal in het onderstaande aan de hand van de figuren nader worden toegelicht.

Figuur 1 geeft een bekend stroom-calibratiestelsel weer voor een temperatuurdetectiestelsel met variabele frequentie.

35 Figuur 2 geeft een eerste uitvoeringsvorm van de uitvinding weer waarin niet-benutte knooppunten van een Hex-Schmidt worden gebruikt, waardoor een hoeveelheid onderdelen wordt gereduceerd.

Figuur 3 geeft een uitvoeringsvorm weer waarbij een enkele comparator wordt gebruikt om calibratie te verkrijgen.

Figuur 4 geeft een tweede uitvoeringsvorm van figuur 2 weer die een

microprocessor toepast met een N-kanaals open-collector-uitgang.

Figuur 1 geeft een configuratie weer die momenteel gebruikt wordt als temperatuurgevoelige, zelf-calibrerende sensor voor thermostaten die vandaag de dag op de markt zijn. De comparatoren 10, 12 en 14 worden 5 gebruikt om drempelwaarden te meten en de analoge multiplexer 16 van het type MC14052 wordt gebruikt om te kiezen tussen de calibratieweerstand 25 en de meetweerstand 26. De meetweerstand 26 van deze uitvoeringsvorm is een NTC-thermistor, maar elke elektrische inrichting waarvan de weerstand op een berekenbare manier met de temperatuur varieert kan worden ge- 10 bruikt. De comparatoren 10, 12 en 14 omvatten drie van de vier comparatoren die beschikbaar zijn op een quad-comparator van het type LP339. De onderhavige uitvinding stelt een manier voor om zowel de comparatoren 10, 12 en 14 als de multiplexer 16 te elimineren.

De meeste microprocessors hebben poorten die naar keuze als in- 15 gangen of uitgangen kunnen worden gebruikt. Deze schakelbare poorten kunnen derhalve als multiplexers worden gebruikt. Door een poort een ingang te maken is de daarmee verbonden weerstand in feite niet langer in de schakeling aanwezig. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat wanneer een poort als ingang wordt gekozen een dergelijke poort bij de meeste 20 microprocessors een hoge ingangsweerstand-modus bezit. De poort C in figuur 2 kan derhalve als ingangspoort worden ingesteld, terwijl de poort B een uitgangspoort is. Dit plaatst het meetelement 26 in de schakeling en verwijdert het calibratie-element 25 uit de schakeling. Het calibratie-element 25 voor deze uitvoeringsvorm is een calibratieweerstand met 25 een fout kleiner dan 1%. De poort B wordt dan als ingang geschakeld en de poort A als uitgang, waardoor de calibratieweerstand 25 in de werkzame schakeling wordt geplaatst en het meetelement 26 uit de schakeling wordt verwijderd.

De uitvoeringsvorm van figuur 2 is opgebouwd uit de microprocessor 30 40 die poorten bezit die als ingangs- of uitgangspoorten kunnen worden gekozen, zoals eerder is beschreven. Deze uitvoeringsvorm omvat verder een meetweerstand 26, die in deze uitvoeringsvorm een NTC-thermistor is; echter kan elke elektrische inrichting worden gebruikt waarvan de weerstand op een berekenbare wijze met de temperatuur varieert. De meetweerstand 26 heeft een eerste uiteinde dat elektrisch is verbonden met de 35 poort B van de microprocessor 40. De calibratieweerstand 25 van deze uitvoeringsvorm is een precisieweerstand met een fout van +/- 1% en bezit een eerste uiteinde dat elektrisch is verbonden met de poort C van de microprocessor 40. De tweede uiteinden van zowel de meetweerstand 26 als

de calibratieweerstand 25 zijn elektrisch verbonden en zijn verder elektrisch verbonden met de collector van de transistor 35, waarbij de transistor 35 een bipolaire junctietransistor (BJT) van het NPN-type is. De collector van de transistor 35 is verder elektrisch verbonden met het eerste uiteinde van de weerstand 32, waarbij het tweede uiteinde van de weerstand 32 elektrisch is verbonden met het eerste uiteinde van de condensator 30, dat het knooppunt E zal worden genoemd. Het tweede uiteinde van de condensator 30 is elektrisch verbonden met de uitgang van de invertor 13, waarbij de uitgang van de invertor 13 door middel van een weerstandsbelasting 44 ook is verbonden met de basis van de transistor 35. De emitter van de transistor 35 is elektrisch met aarde verbonden. Het knooppunt E is door weerstandsmiddelen 43 elektrisch verbonden met het knooppunt F, waarbij het knooppunt F de ingang van de invertor 11 is. De uitgang van de invertor 11 is elektrisch verbonden met de ingang van de invertor 13 en ook met de ingangspoort van de microprocessor 40, die de poort A is. De invertoren 11 en 13 zijn Hex-Schmidt-invertoren van het type MC14584. De meeste thermostaatontwerpen omvatten een bewakingstijdopnemer die kan worden opgebouwd uit een Hex-Schmidt-invertor van het type MC14584. De bewakingstijdopnemer gebruikt in de meeste ontwerpen slechts vier van de zes beschikbare invertoren, waardoor twee van de invertoren gebruikt kunnen worden zoals in figuur 2 is getoond, waarbij dit de invertoren 11 en 13 zijn.

De schakeling van figuur 2 is een oscillatorschakeling waarvan het frequentie-uitgangssignaal een functie van de thermistorweerstand is. In een eerste configuratie is de poort C een ingang en poort B een uitgang, die is ingesteld op een hooglogisch niveau (+5 Volt). Neem aan dat de condensator 30 ontladen is en dat het knooppunt D hoog is. De spanning die wordt waargenomen op het knooppunt F is gelijk aan de spanning op het knooppunt D. Dit komt door het ontladen van de condensator 30 op dit moment (zowel het knooppunt D als het knooppunt F ligt op +5 Volt). De transistor 35 geleidt en de weerstand 32 en het meetelement 26 worden op aardpotentiaal gehouden, hetgeen de condensator 30 in staat stelt zich door de weerstand 32 op te laden. Wanneer de spanning op de condensator 30 bij het knooppunt E afneemt tot een niveau dat onder de drempelwaarde ligt die voor de Schmidt-trigger 11 nodig is om te schakelen, gaat het uitgangssignaal op het knooppunt D naar "laag", en zal op diens beurt de transistor 35 doen sperren. Nu zal de condensator 30 opladen via de weerstand 32 en het meetelement 26. Wanneer het knooppunt E de hoge drempelwaarde van de Schmidt-trigger 11 bereikt, zal het uitgangssignaal de

Schmidt-trigger 11 schakelen en zal het knooppunt D naar het hoge niveau brengen, waarna de cyclus wordt herhaald. Aangezien de condensator 30 continu wordt geladen en ontladen zal hetingangssignaal van de microprocessor 40 op het knooppunt A een periodiek digitaal signaal zijn. De frequentie van het ingangssignaal is een variabele frequentie die afhangt van de weerstand van het meetelement 26. Teneinde dit stelsel te calibreren en daardoor mogelijke fouten te verwijderen, afgezien van die welke veroorzaakt worden door de aanvankelijke tolerantie van het meetelement 26 en van de calibratieweerstand 25, wordt het knooppunt B als ingang gekozen en C als uitgang. Dit plaatst de calibratieweerstand 25 in de schakeling en verwijdert de meetweerstand 26. Derhalve wordt een bekende weerstand in de schakeling toegepast en kan de microprocessor 40 dienovereenkomstig instellen. Door een bekende weerstand in de schakeling te plaatsen is het mogelijk om de oscillator te calibreren en rekening te houden met alle fouten in het stelsel die veroorzaakt worden door veroudering en temperatuurvariaties. Dit wordt bereikt door de microprocessor bij diens berekeningen van de omgevingstemperatuur rekening te laten houden met de fouten. Wanneer de temperatuur-variabele sensor wordt toegepast meet de schakeling derhalve uitsluitend veranderingen die veroorzaakt worden door variatie in het temperatuurgevoelige element. Voor de voorkeursuitvoeringsvorm wordt de calibratieweerstand 25 eenmaal per tien minuten voor een calibratiecyclus gebruikt, waardoor alle fouten worden geëlimineerd die veroorzaakt kunnen worden door temperatuurveranderingen of het verouderen van de componenten, met uitzondering van de thermistor. Door de aanwezigheid van een bekende calibratieweerstand 25 in de schakeling kan elke variatie die door omgevingscondities optreedt geëlimineerd worden.

De multiplexer-eigenschap die door sommige multiprocessoren wordt geboden, zoals eerder is uiteengezet, kan bereikt worden door open-drain-uitgangen te gebruiken. Voor bepaalde schakelingen, zoals die welke in figuur 2 is getoond, is het vereist dat de uitgangen de "hoge" toestand (V+) aannemen wanneer zij in de schakeling zijn en dat zij de hoge-impedantie-toestand aannemen wanneer zij uit de schakeling zijn. Een microprocessor met een P-kanaals open-collector-uitgang verschaft daarbij de hoge-impedantie-poort.

Figuur 3 geeft een manier weer waarop een enkele comparator wordt gebruikt om hetzelfde resultaat als in figuur 2 te bereiken. Deze benadering is mogelijk met verschillende microprocessoren die vervaardigd worden met ingebouwde comparatoren. De comparator 14 is elektrisch verbonden

met de opslagcondensator 30. De opslagcondensator 30 wordt opgeladen en ontladen via de weerstand 33. De transistor 34 wordt geleidend en niet-geleidend gemaakt door middel van de comparator 14. Wanneer de transistor 34 geleidend wordt gemaakt, ontladt de condensator 30 zich via de weerstand 33 en de transistor 34. Wanneer de transistor 34 niet-geleidend is gemaakt, wordt de condensator 30 opgeladen via de weerstand 33 en ofwel het temperatuurgevoelige element 26 of het calibratie-element 25, zoals door de microprocessor 42 is gekozen. Met gebruikmaking van het ontwerp van figuur 3 is het mogelijk om met een nog kleiner aantal onderdelen dan in figuur 2 te volstaan, terwijl hetzelfde resultaat wordt bereikt.

De microprocessor SMC621A van Seiko is in staat om een N-kanaals open-collector-poort te gebruiken. In figuur 4 is een schakeling weergegeven die vergelijkbaar is met de schakeling van figuur 2. Wanneer ofwel het knooppunt B of het knooppunt C als uitgang wordt gekozen, zal het knooppunt naar aarde worden getrokken. In de ingangstrap zal de microprocessor 41 een open collector verschaffen die effectief een ingang met een hoge impedantie vormt. De in figuur 4 getoonde schakeling is een modificatie van de in figuur 2 getoonde schakeling en werkt op een vergelijkbare manier als die van figuur 2; in plaats van een NPN-transistor te gebruiken wordt echter een PNP-transistor 37 gebruikt waarvan de emitter elektrisch is verbonden met de voedingsspanning V+.

## Conclusies

1. Zelf-calibrerende temperatuursensor, welke sensor is ingericht voor het berekenen van de omgevingstemperatuur door het verschaffen van  
5 een signaal met een variabele frequentie, waarbij de frequentie afhankelijk is van de omgevingstemperatuur, en waarbij de sensor omvat:

- a) een microprocessor (40, 41, 42) met eerste (B) en tweede (C) poorten; en
- b) middelen voor het opwekken van een signaal met een variabele frequentie en met een karakteristiek die als functie van de omgevings-  
10 temperatuur varieert, waarbij de middelen een oscillator omvatten met een temperatuurafhankelijk element (26), waarbij het temperatuurafhankelijke element een variabele weerstand bezit die afhangt van de omgevingstemperatuur, waarbij de frequentie van de oscillator  
15 varieert in afhankelijkheid van de variabele weerstand van het temperatuurafhankelijke element (26), en waarbij de oscillator verder een resistief calibratie-element (25) bezit;

met het kenmerk, dat

- c) de poorten (B, C) van de microprocessor (40, 41, 42) zijn ingericht  
20 om als ingang of als uitgang te worden geselecteerd, waarbij een ingang een hoge impedantie bezit,
- d) een eerste uiteinde van het temperatuurafhankelijke element (26) elektrisch is verbonden met de eerste poort (B) en een eerste uiteinde van het calibratie-element (25) elektrisch verbonden is met de  
25 tweede poort (C);
- e) een tweede uiteinde van het temperatuurafhankelijke element (26) elektrisch is verbonden met een tweede uiteinde van het calibratie-element (25); en
- f) de microprocessor (40, 41, 42) afwisselend het calibratie-element  
30 (25) of het temperatuurafhankelijke element (26) selecteert door afwisselend de eerste poort (B) en de tweede poort (C) als ingangs- of als uitgangspoort te selecteren.

2. Sensor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de variabele frequentiebron verder een paar invertoren (11, 13) en een opslagcondensator (30) omvat, waarbij de opslagcondensator wordt opgeladen en ontladen  
35 via ofwel het temperatuurgevoelige element (26) of het calibratie-element (25), zoals door de microprocessor (40, 41) is geselecteerd, waarbij de condensator een tweede signaal verschaft aan het paar invertoren (11, 13) dat representatief is voor de lading op de condensator, waarbij het paar

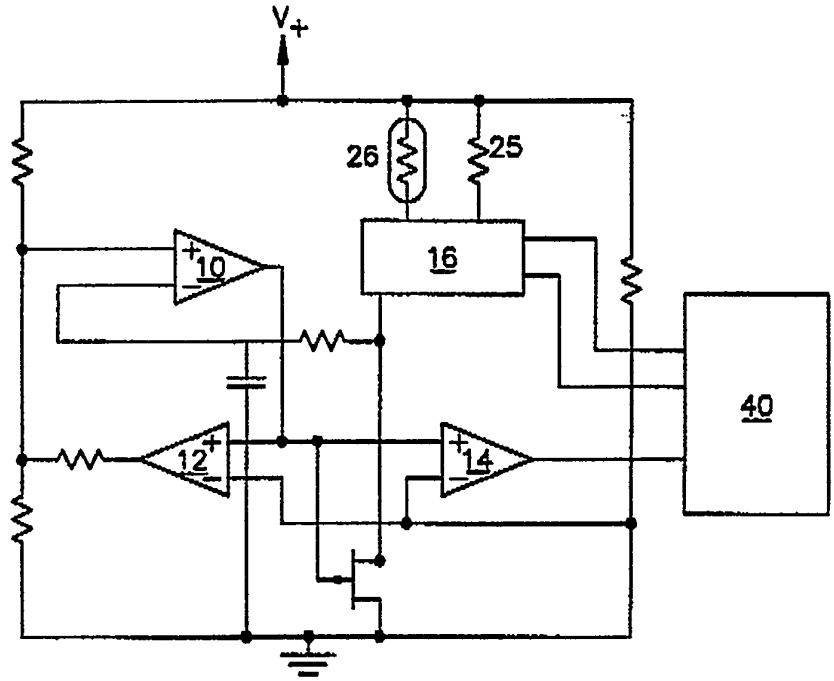
9202003

invertoren de variabele frequentie aan de microprocessor (40, 41) verschaft.

3. Sensor volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de variabele frequentiebron verder een comparator (14) en een opslagcondensator (30) 5 omvat, waarbij de opslagcondensator wordt opgeladen en ontladen met gebruikmaking van het temperatuurgevoelige element (26) of het calibratie-element (25) zoals door de microprocessor (42) is geselecteerd, waarbij het opladen en ontladen van de opslagcondensator een oscillatiesignaal aan de comparator verschaft, en waarbij de comparator een variabele fre- 10 quentie aan de microprocessor verschaft.

4. Sensor volgens conclusie 2 of 3, met het kenmerk, dat de ingangspoorten (B, C) van de microprocessor (40, 41, 42) een open collectorpoort omvatten.

5. Sensor volgens een van de voorgaande conclusies, gekenmerkt, door 15 de toepassing in een zelf-calibrerende thermostaat voor het regelen van de toevoer van elektrische energie aan een de temperatuur beïnvloedende belasting.



( Stand van de  
techniek )

Fig.1

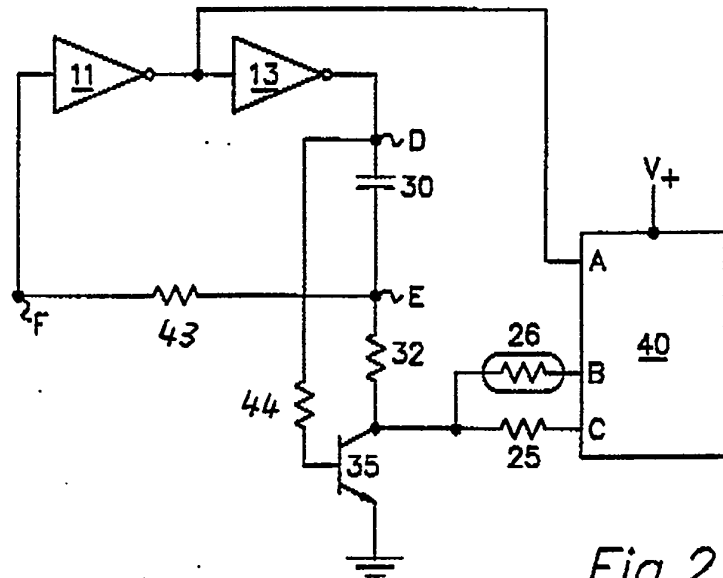


Fig.2

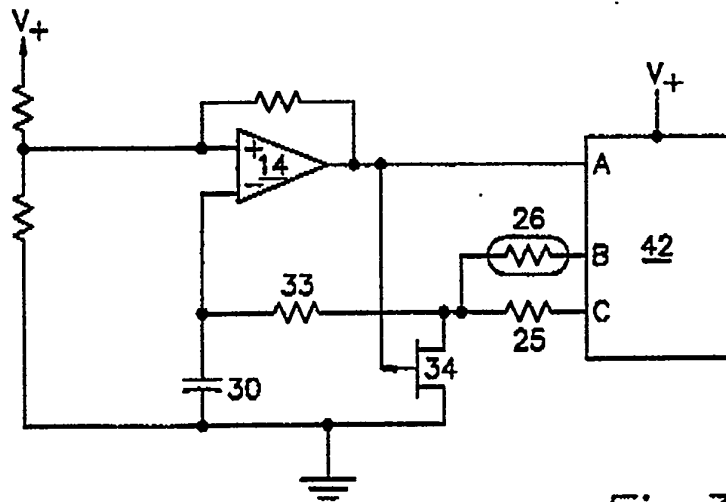


Fig. 3

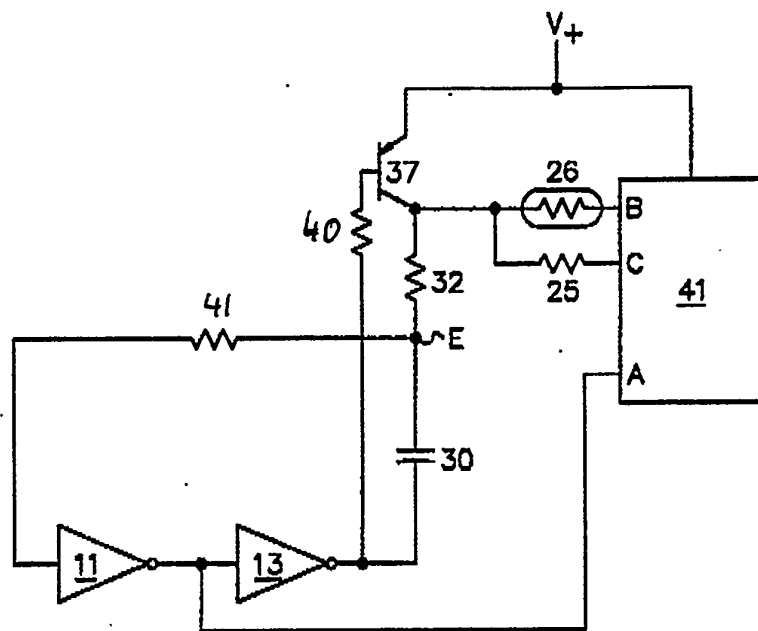


Fig. 4