



F1000097262B

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

97262

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 11 11 1996

(51) Kv.1k.6 - Int.cl.6

H 03K 5/153, G 11C 5/14

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus - Patentansökning	944609
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	03.10.94
(24) Alkupäivä - Löpdag	03.10.94
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	04.04.96
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.07.96

(71) Hakija - Sökande

1. Nokia Mobile Phones Ltd, PL 86, 24101 Salo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Lehtikainen, Markku, Lämsänjärventie 11 B 9, 90230 Oulu, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

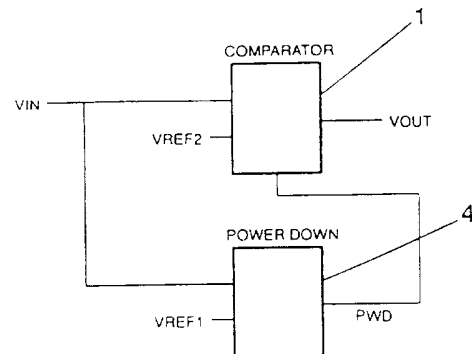
Tulosignaalin kynnysarvon ylityksen virtaa säästävä ilmaisu
Strömsnål detektering av överskriden insignaltröskel

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

CA A 2093834 (H 04B 1/40), EP A 368398 (H 03K 3/023)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja vertailupiiri tulosignaalin tason kynnysarvon ylityksen ilmaisemiseksi tarkasti ja virtaa säästävällä tavalla. Vertailu tehdään kahdessa vaiheessa, jolloin piirissä on karkean vertailun tekevä transistorikytkin (4) ja tarkan vertailun tekevä komparaattori (1). Kytkimen (4) lähtö (PWD) kytkee komparaattorin (1) ja tarkan referenssi-jännitteen (VREF2) generaattorin päälle, kun tulojännite (VIN) nousee kytkimen (4) kynnystason (VREF1) yli. Komparaattori (1) kytkee lähtöjännitteen (VOUT) päälle, kun tulojännite (VIN) ylittää tarkan referenssi-jännitteen (VREF2). Keksinnön vertailupiiriä käytetään esim. matkapuhelimissa.



Uppfinningen avser ett förfarande och en jämförelsesekret för strömsnål och exakt detektering av överskriden insignaltröskel. Jämförelsen görs i två faser, så att kretsen har en transistorswitch (4) som utför den grova jämförelsen och en komparator (1) som gör den exakta jämförelsen. Switchens (4) utgång (PWD) kopplar på både komparatorm (1) och generatorm för den exakta spänningsreferensen (VREF2) då ingångsspänningen (VIN) överskrider switchens (4) tröskelspänning (VREF1). Komparatorm (1) kopplar på utgångsspänningen (VOUT) då ingångsspänningen (VIN) överskrider den exakta spänningsreferensen (VREF2). Uppfinningen används t ex i mobiltelefoner.

Tulosignaalin kynnysarvon ylityksen virtaa säästävä ilmaisu - Strömsnål detektering av överskriden insignaltröskel

5 Keksinnön kohteena on menetelmä ja vertailupiiri tulosignaalin tason kynnysarvon ylityksen ilmaisemiseksi virtaa säästävällä piirillä.

Matkapuhelimeissa tunnettuna ongelmana ovat virtalähteiden eli akkujen rajallinen kapasiteetti ja niiden suhteellisen lyhyt käyttöaika latausten välillä. Kun pyrkimyk-
senä on pidentää matkapuhelimen käyttöaikaa akun latausten välillä, kytketään
10 kaikki puhelimen piirit pois päältä kun niitä ei käytetä. Kuitenkin esimerkiksi puhe-
limen virransyöttöpiirien eräät osat ovat jatkuvasti kytkettyinä akkuun, jolloin ny-
kyisissä laitteissa akusta kulkee jatkuva noin 400-500 μA purkausvirta. Lisäksi
akusta purkautuu sen oma itsepurkausvirta, suuruudeltaan noin 100 μA . Kun akku-
paketti on kiinni puhelimesta ja sen kapasiteetti on esim. 400 mAh, akkupaketti
purkautuu noin 28 vuorokaudessa, vaikka puhelinta ei käytetä ($400 \text{ mAh} / (500 \mu\text{A} +$
15 $100 \mu\text{A}) = 667 \text{ h} = 28 \text{ vrk}$).

Eräs virransyöttöpiirien osa on jännitekomparaattori, jolla on pystyttävä tulojännit-
teen tarkkaan ilmaisuun eli jännitevertailuun. Tällöin analogisen tulonastan jännite
on ilmaistava hyvin tarkkaan tietyn mikropiirin käynnistämiseksi, ja tällöin myös
tulosignaalin ilmaisimen kynnysarvon on oltava tarkka. Laitteen ei tule toimia, jos
20 nastassa ei ole tätä tiettyä jännitettä, ja toisaalta laite on kytkettävä toimintaan heti
kun tämä tietty jännite on saatavissa.

Tekniikan tason kyseeseen tulevia vertailupiirejä tarkastellaan esimerkin avulla
oheisiin kuviin 1 ja 2 viitaten, joista kuva 1 esittää tulosignaalin tarkkaa ilmaisinerat-
kaisua eli vertailupiiriä ja kuva 2 sen signaaleja tulosignaalin jännitetason funktiona.
25 Kuvassa 1 on komparaattori 1, joka vertaa tulosignaalia VIN tarkkaan referenssijän-
nitteeseen VREF. Komparaattori 1 kytkee lähtöjännitteen VOUT päälle, kun tulo-
jännite VIN ylittää referenssijännitteen VREF. Kuvassa 2 on tulosignaalin tarkan
ilmaisineratkaisun signaaleja tulosignaalin jännitetason funktiona. Kuvassa tulojänni-
tettä VIN on kuvattu käyrällä 2 ja lähtöjännitettä VOUT käyrällä 3. Komparaattori 1
30 kytkee lähtöjännitteen VOUT päälle, kun tulojännite VIN ylittää referenssijännit-
teen VREF.

Kun matkapuhelimesta on käytössä edellä selitetyn kaltainen ratkaisu jännitteen il-
maisemiseksi, on akun purkausvirta lisäksi aivan liian suuri litium-akulle. Litium-
akun käyttäminen olisi mielenkiintoista, mutta tapauksesta riippuen sitä saa jatku-

vasti purkaa enintään 10-100 μA virralla. Tekniikan tason ratkaisuisa litium-akun käyttö ei ole mahdollista ilman kovokytkintä tai muuta vastaavaa kytkentää.

Keksinnön tavoitteena on nyt pienentää edellä selitettyä purkausvirtaa, ja tämän tehtävän toteuttamiseksi tutkitaan lähemmin edellä mainittua komparaattoriipiiriä.

- 5 Tavoitteen saavuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista, että tulosignaali ensin johdetaan ensimmäiselle vertailuelimelle, joka tuottaa lähtöonsä välilähtösignaalin vain kun tulosignaalin taso on karkean referenssijännitteen yläpuolella; välilähtösignaali kytkee päälle toisen vertailuelimen; ja tulosignaali johdetaan myös toiselle vertailuelimelle, joka tuottaa lähtöonsä ilmaisusignaalin vain
- 10 kun tulosignaalin taso on tarkan referenssijännitteen yläpuolella. Tällöin oletetaan, että tarkan referenssijännitteen absoluuttinen arvo on suurempi kuin karkean referenssijännitteen absoluuttinen arvo. Edullisessa tapauksessa välilähtösignaali myös kytkee päälle tarkan referenssijännitteen generaattorin.

- Keksinnön mukaisen menetelmän toteuttava vertailupiiri toteutetaan edullisesti niin,
- 15 että ensimmäinen vertailuelin on transistorikytkin, jolloin karkea referenssijännite on transistorin kynnysjännite. Transistorikytkimenä voi olla NPN-transistori, jonka kynnysjännite on noin 0,7 V; tällöin transistorin virtapiiri mitoitetetaan niin, että sen jännitelähteestä ottama virta on pieni, edullisesti suuruusluokkaa 100 μA , kun tulosjännite on pienempi kuin karkea referenssijännite.

- 20 Keksinnön mukaisen ratkaisun etuna on, että laitteen virtalähteenä voidaan käyttää litium-akkua.

Keksinnön muita ominaisuuksia ja etuja ilmenee seuraavan suoritusesimerkin avulla, jota yksityiskohtaisesti selitetään oheiseen piirustukseen viitaten, jossa:

kuvat 1 ja 2 esittävät jo edellä selitettyä tekniikan tasoa,

- 25 kuva 3 esittää tulosignaalin keksinnön mukaisen tarkan ilmaisinaratkaisun lohkokäviönä,

kuva 4 esittää kuvan 3 ilmaisimen signaaleja tulosignaalin jännitetason funktiona, ja

kuva 5 esittää kuvan 3 ilmaisimen piirikaavion.

- Keksinnön mukaisessa menetelmässä tulosignaalin tason kynnysarvon ylitys ilmaistaan vertailuelimen ja siihen johdetun referenssijännitteen avulla. Menetelmää voidaan toteuttaa vaiheissa, jolloin kuvien 3 ja 4 merkintöjä avuksi käyttäen:
- 30

- a) tulosignaali VIN (5) johdetaan ensimmäiselle vertailuelimelle eli transistorille 4 (POWER DOWN), joka tuottaa lähtönsä välilähtösignaalin PWD (6) vain kun tulosignaalin VIN (5) taso on karkean referenssijännitteen VREF1 yläpuolella;
- b) välilähtösignaali PWD (6) kytkee päälle toisen vertailuelimen 1 (COMPARE-
5 TOR) ja tarkan referenssijännitteen VREF2 generaattorin (9, kuvassa 5); ja
- c) tulosignaali VIN (5) johdetaan myös toiselle vertailuelimelle 1, joka tuottaa lähtönsä ilmaisusignaalin VOUT (7) vain kun tulosignaalin VIN (5) taso on tarkan referenssijännitteen VREF2 yläpuolella.

10 Tarkan referenssijännitteen VREF2 absoluuttinen arvo on suurempi kuin karkean referenssijännitteen VREF1 absoluuttinen arvo, eli alan ammattilaisen ymmärtämällä tavalla jännitelogiikka voi olla positiivinen tai negatiivinen logiikka. Seuraavissa esimerkeissä lähdetään positiivisesta jännitelogiikasta, eli jännitteet ovat positiivisia vertailupiirin maahan eli nollaan verrattuna.

15 Kuvassa 3 on esitetty keksinnön mukainen tulosignaalin tarkka ilmaisinratkaisu karkeana lohkokaaavana. Ratkaisu käsittää komparaattorin 1 sekä kytkimen 4. Laitteen ollessa levossa komparaattori 1 on kytketty pois päältä eikä täten kuluta virtaa akusta. Tulojännite ilmaistaan karkeasti kytkimen 4 avulla. Kun tulojännite VIN karkeassa ilmaisussa nousee kytkimen 4 vertailutason VREF1 yli, kytkimen 4 lähtö (PWD) kytkee komparaattorin 1 päälle, mikä sallii tarkan ilmaisun. Komparaattori 1 vertaa
20 tulosignaalia VIN tarkkaan referenssijännitteeseen VREF2. Komparaattori 1 kytkee lähtöjännitteen VOUT eli ilmaisutuloksen päälle, kun tulojännite VIN ylittää referenssijännitteen VREF2. Kytkin 4 on toteutettu siten, että se kuluttaa merkittävästi vähemmän tehoa kuin komparaattori 1.

25 Kuvassa 4 on esitetty keksinnön mukaisen tulosignaalin tarkan ilmaisinratkaisun signaalit tulosignaalin jännitetason funktiona. Kuvassa tulojännitettä VIN on kuvattu käyrällä 5, kytkimen 4 lähtöjännitettä PWD on kuvattu käyrällä 6 ja lähtöjännitettä VOUT on kuvattu käyrällä 7. Kun kytkimen 4 lähtöjännite PWD (6) on ylhäällä, eli käytännöllisesti katsoen syöttöjännitteen VDD tasolla (ei esitetty kuvassa 3), komparaattori 1 on kytketty pois päältä. Kun tulojännite VIN nousee kytkimen 4 vertailutason VREF1 yli, kytkimen 4 lähtö 6 menee lähes nollassa eli kytkin yhdistää läh-
30 töpisteen vertailupiiriin maahan. Tällöin komparaattori 1 kytketään maahan ja se voi ottaa virtaa käyttöjännitteestä VDD. Komparaattori 1 taas kytkee lähtöjännitteen VOUT (7) päälle, kun tulojännite VIN (5) ylittää referenssijännitteen VREF2.

35 Kuvassa 5 on esitetty keksinnön mukaisen tulosignaalin tarkan ilmaisinratkaisun eli vertailupiiriin kytkentäjärjestelyn piirikaavio. Vertailupiiri käsittää komparaattorin 8,

referenssijännitegeneraattorin 9 (VOLTREF), transistorin 10, ylösvetovastuksen 11 (Rpullup) ja alasvetovastuksen 12 (Rpulldown). Piiriä syötetään käyttöjännitteestä VDD. Piirin lähtösignaalilla VOUT ohjataan matkapuhelimen muuta logiikkaa (ei esitetty). Transistori 10 on NPN-transistori, jolloin kynnysjännite on n. 0,7 V. Kyt-

5 kimenä voi toimia myös n-kanava FET, jolloin kynnys on tyypistä riippuen n. 1-4 V. Komparaattori voi olla esimerkiksi operaatiovahvistin.

Kun tulojännite VIN on pienempi kuin NPN-transistorin 10 avausjännite eli kynnys-

jännite VREF1, transistorin kollektorilla olevassa lähdössä vaikuttaa vastuksen 11

10 kautta käyttöjännite VDD. Tällöin komparaattori 8 ja referenssijännitegeneraattori 9 ovat pois päältä eivätkä täten kuluta merkittävästi virtaa akusta. Alasvetovastus 12 pitää taas logiikalle menevän lähtösignaalin VOUT alhaalla, jolloin tätäkään kautta akusta ei kulu merkittävästi virtaa ja ohjausjännite VOUT ei ole epämääräinen.

Kun NPN-transistorin 10 kannalle johdettu tulojännite VIN nousee kynnysjännitettä VREF1 suuremmaksi, transistori 10 kytkee välilähtösignaalilla PWD komparaattorin

15 8 sekä referenssijännitegeneraattorin 9 päälle. Tunnetulla tavalla tällaisen transisto-

rin kynnysjännite (VREF1) eli pienin kanta-emitterijännite johtavalla transistorilla on noin 0,7 V. Lähtösignaali PWD on nyt kytketty käytännöllisesti katsoen maihin transistorin 10 kautta, jolloin generaattori ja komparaattori myös on kytketty maihin. Komparaattori 8 vertaa tulosignaalia VIN referenssijännitegeneraattorin 9 antamaan

20 tarkkaan referenssijännitteeseen VREF2. Jos tulojännite VIN on alempi tai jos tulo-

jännite VIN menee alemmaksi kuin referenssijännitegeneraattorin 9 antama refe-

rensijännite VREF2, lähtöjännite VOUT pysyy alhaalla. Komparaattori 8 kytkee logiikalle menevän lähtöjännitteen VOUT päälle, kun tulojännite VIN ylittää refe-

rensijännitegeneraattorin 9 antaman referenssijännitteen VREF.

25 Keksinnön mukaisen ratkaisun avulla akusta purkautuva virta saadaan pienenemään lähes pelkästään akun itsepurkausvirran suuruiseksi. Tällöin transistoriksi 10 voi-

daan valita sellainen transistorityyppi, jonka vuotovirrat ovat hyvin pienet. Samaten transistorin 10 virtapiiri voidaan nyt mitoittaa niin, että sen jännitelähteestä VDD

ottama virta on pieni, edullisesti suuruusluokkaa 100 μ A tai jopa sen alle, kun tulo-

30 jännite VIN on pienempi kuin karkea referenssijännite VREF1. Käytännössä transis-

torin 10 läpi menee olematon virta (α nA).

Keksinnön mukaista ilmaisineratkaisua voidaan hyvin käyttää kannettavissa matka-

puhelinlaitteissa. Jos nyt matkapuhelimessa taas käytetään jo alussa mainitun tyyppistä akkua, jonka kapasiteetti on 400 mAh, niin keksinnön mukaisen ratkaisun an-

siosta akun purkautumisaika nousee 167 vuorokauteen ($400 \text{ mAh}/100 \text{ }\mu\text{A} = 4000 \text{ h} = 167 \text{ vrk}$) eli lähes kuusinkertaiseksi tunnettuun tekniikkaan verrattuna.

- 5 Keksinnön mukaista ilmaisinratkaisua voidaan hyvin käyttää yhdessä litium-akkujen kanssa. Keksinnön mukainen ratkaisu helpottaa litium-akun käyttöä, koska akusta purkautuva virta on niin pieni, ettei se vahingoita litium-akkua.

Alan ammattilainen ymmärtää, että edellä esitettyyn esimerkkiin voidaan tehdä muunnelmia ja muutoksia ja toisaalta voidaan käyttää vastaavia vaihtoehtoisia ratkaisuja, jotka edelleen pysyvät oheisten patenttivaatimusten suoja-alan puitteissa.

- 10 Edellä mainittiin jo, että tässä suoritus esimerkissä olevan positiivisen jännitelogiikan sijasta sama tehtävä voitaisiin korvata negatiivisen jännitelogiikan piirillä, jolloin esim. NPN-transistorin sijasta on käytettävä PNP-transistoria. Tällainen PNP-transistori voidaan myös valita niin, että se täyttää edellä mainitut vaatimukset eli että sillä on pienet vuotovirrat ja kynnyksjännite on samaa suuruusluokkaa kuin NPN-transistorilla.

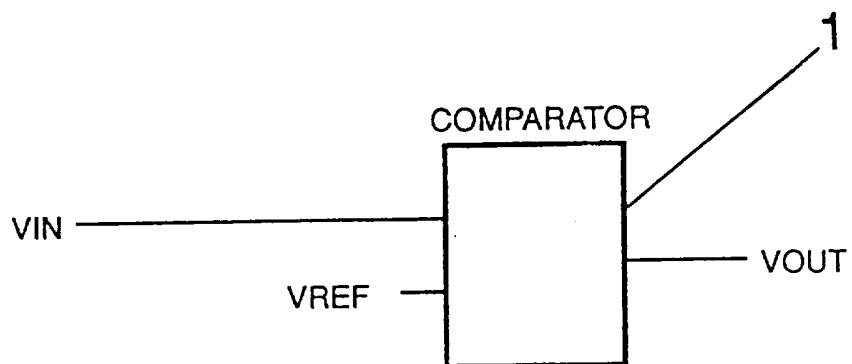
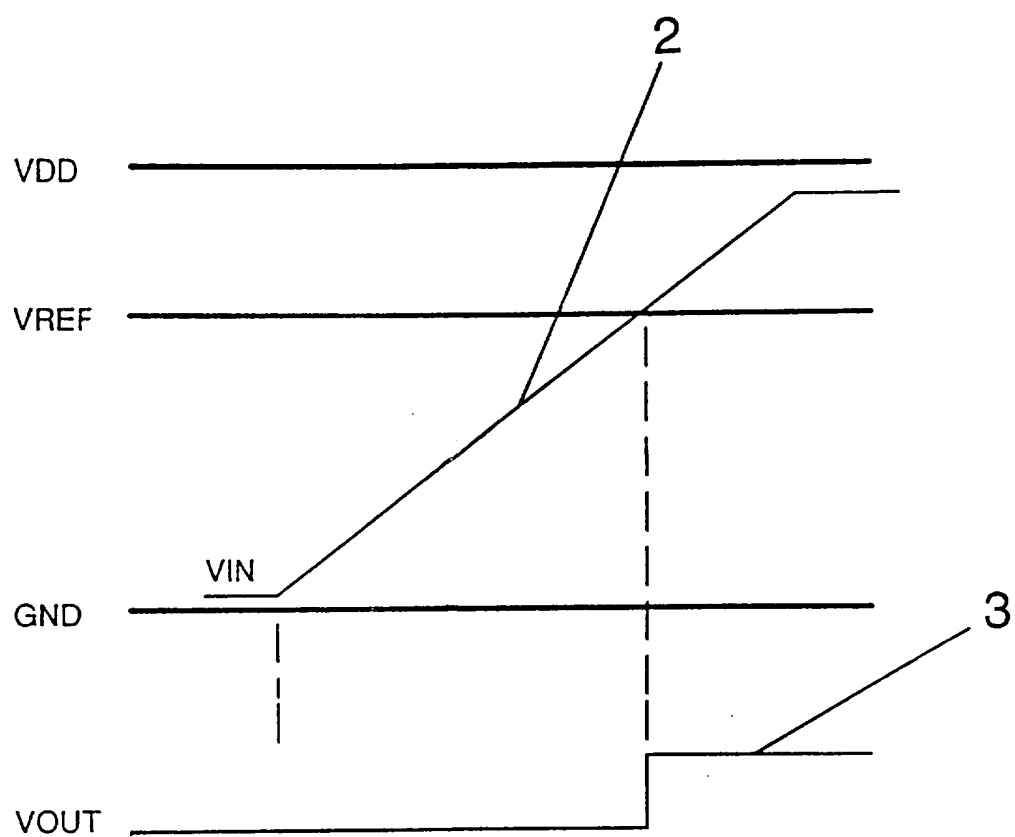
- 15 Transistorit 10, operaatiovahvistimet 8 ja referenssijännitegeneraattori 9 voidaan edullisesti toteuttaa tähän tarkoitukseen erikseen suunniteltuna ASIC-piirinä (Application Specific Integrated Circuit, sovelluspiiri). Samaa piirin voidaan luonnollisesti integroida myös vastukset 11 ja 12.

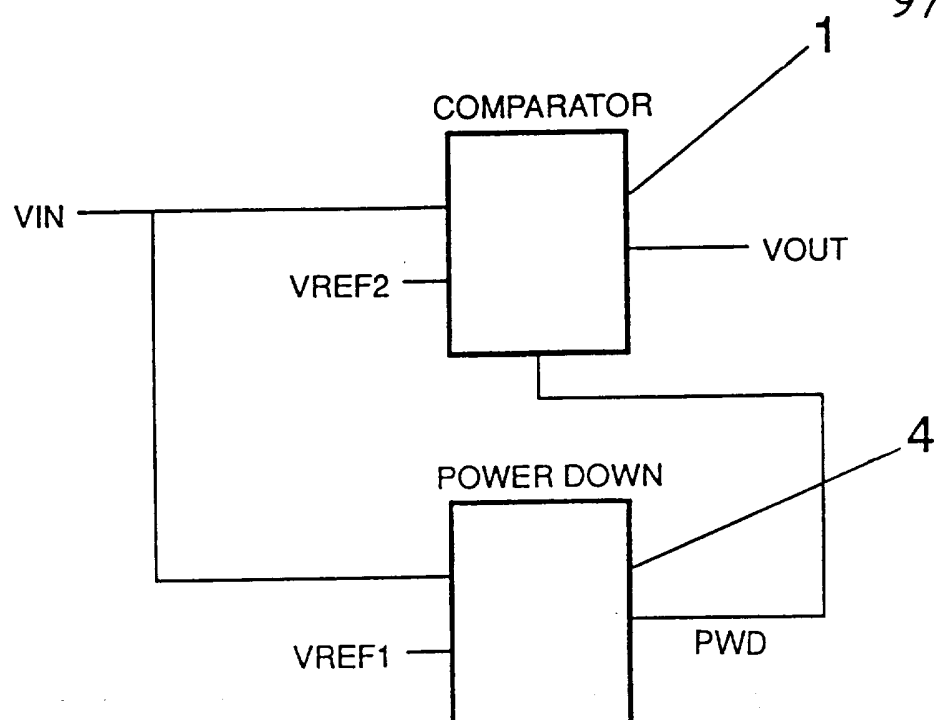
Patenttivaatimukset

1. Menetelmä tulosignaalin tason kynnysarvon ylityksen ilmaisemiseksi vertailuelimen ja siihen johdetun referenssijännitteen avulla, **tunnettu** vaiheista, joissa:
 - a) tulosignaali johdetaan ensin ensimmäiselle vertailuelimelle, joka tuottaa lähtöönsä välilähtösignaalin vain kun tulosignaalin taso on karkean referenssijännitteen yläpuolella;
 - b) välilähtösignaali kytkee päälle toisen vertailuelimen; ja
 - c) tulosignaali johdetaan myös toiselle vertailuelimelle, joka tuottaa lähtöönsä ilmaisusignaalin vain kun tulosignaalin taso on tarkan referenssijännitteen yläpuolella,
- 5 jolloin tarkan referenssijännitteen absoluuttinen arvo on suurempi kuin karkean referenssijännitteen absoluuttinen arvo.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa b) välilähtösignaali kytkee päälle tarkan referenssijännitteen generaattorin.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukaisen menetelmän toteuttava vertailupiiri, **tun-**
- 15 **nettu** siitä, että ensimmäinen vertailuelin on transistorikytkin, jolloin karkea referenssijännite on transistorin kynnysjännite.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen vertailupiiri, **tunnettu** siitä, että transistorikytkimenä on NPN-transistori, jonka kynnysjännite on noin 0,7 V.
5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen vertailupiiri, **tunnettu** siitä, että kytkimenä on
- 20 n-kanava FET, jolloin kynnysjännite on 1-4 V.
6. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen vertailupiiri, **tunnettu** siitä, että transistorin virtapiiri on mitoitettu niin, että sen jännitelähteestä ottama virta on pieni, edullisesti suuruusluokkaa 100 μ A, kun tulojännite on pienempi kuin karkea referenssijännite.
7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen vertailupiiri, **tunnettu** siitä,
- 25 että toinen vertailuelin on operaatiovahvistin.
8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen vertailupiiri, **tunnettu** siitä,
- että vertailuelimet ja referenssijännitegeneraattori on toteutettu ASIC-piirinä.
9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen vertailupiiri, **tunnettu** siitä,
- 30 että sen virtalähteenä on litium-akku.
10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukaisen vertailupiirin käyttö kannettavassa laitteessa.

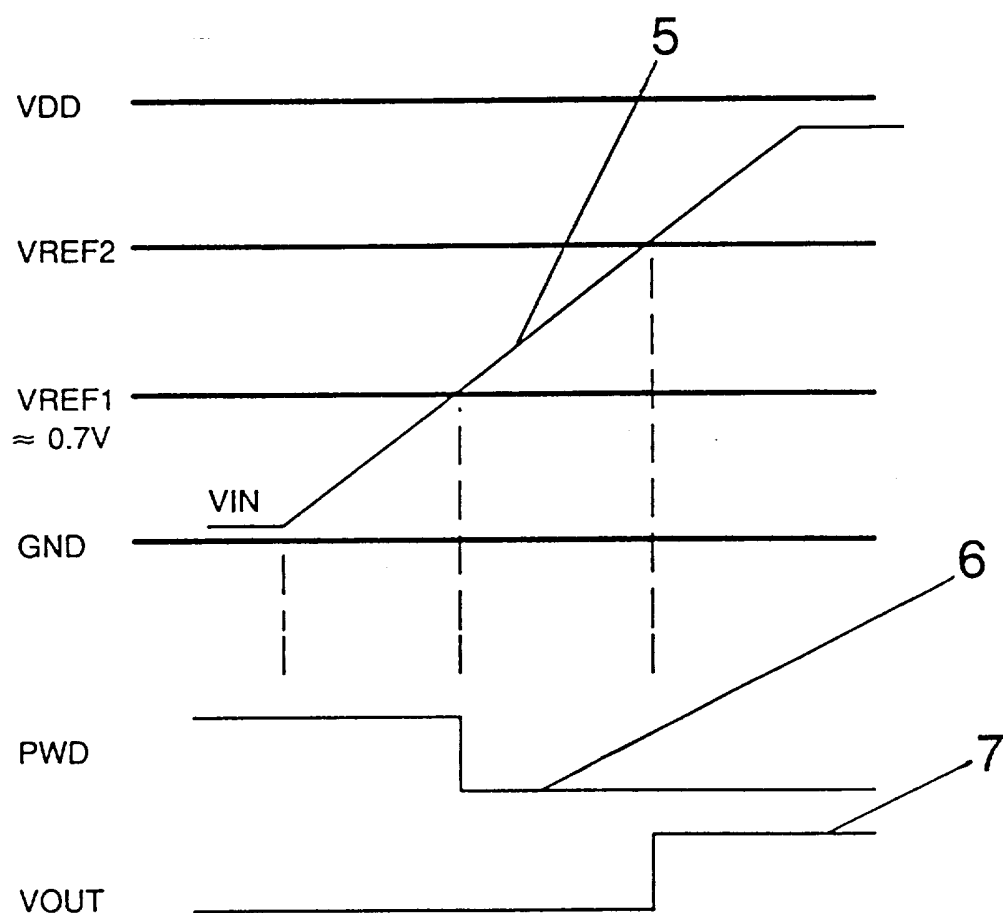
Patentkrav

1. Förfarande för att detektera ett överskridet tröskelvärde för en insignal med en komparator och därtill ledd referensspänning, **kännetecknat** av steg, i vilka:
 - a) insignalen först leds till en första komparator, som i sin utgång genererar en mellanutsignal endast då insignalens nivå ligger ovanför den ungefärliga referensspänningen;
 - b) mellanutsignalen kopplar på en andra komparator; och
 - c) insignalen leds även till den andra komparatorm, som i sin utgång genererar en detekteringssignal endast då insignalens nivå ligger ovanför den exakta referensspänningen, varvid den exakta referensspänningens absoluta värde är högre än den ungefärliga referensspänningens absoluta värde.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att i steg b) kopplar mellanutsignalen på generatorm av exakt referensspänning.
3. Jämförelsesekrets för att utföra förfarandet enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknad** av att den första komparatorm är en transistorkopplare, varvid den ungefärliga referensspänningen är transistorms tröskelspänning.
4. Jämförelsesekrets enligt patentkrav 3, **kännetecknad** av att som transistorkopplare används en NPN-transistor med en tröskelspänning på 0,7 V.
5. Jämförelsesekrets enligt patentkrav 3, **kännetecknad** av att kopplare består av en n-kanal FET, varvid tröskelspänningen är 1-4 V.
6. Jämförelsesekrets enligt patentkrav 3 eller 4, **kännetecknad** av att transistorms strömkrets dimensionerats så att den tar låg ström från spänningskällan, företrädesvis av storleksordningen 100 μ A, då matarspänningen är lägre än den ungefärliga referensspänningen.
7. Jämförelsesekrets enligt något av föregående patentkrav, **kännetecknad** av att den andra komparatorm är en operationsförstärkare.
8. Jämförelsesekrets enligt något av föregående patentkrav, **kännetecknad** av att komparatorerna och referensspänningsgeneratorm utförts som en ASIC-krets.
9. Jämförelsesekrets enligt något av föregående patentkrav, **kännetecknad** av att dess strömkälla består av en litium-ackumulator.
10. Användning av jämförelsesekretsen enligt något av föregående patentkrav i en portabel apparat.

**Kuva 1****Kuva 2**



Kuva 3



Kuva 4

