

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 863493 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **863493**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC⁵)
G01R 19/255
G01R 19/02

(22) Tekemispäivä - Ingningsdag - Filing date **25.01.1985**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **28.08.1986**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **28.08.1986**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **25.01.1985 PCT/SU1985/000008**
Internationell ansökan - International
application

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Kievsky politekhnicheskyy institut imeni, Prospekt Brest-Litovsky, 39 Kiev, USSR, U.R.S.S., (SU)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Litvikh, Viktor Viktorovich, USSR, U.R.S.S., (SU)

2 •Gubar, Valentin Ivanovich, USSR, U.R.S.S., (SU)

3 •Tuz, Julian Mikhailovich, USSR, U.R.S.S., (SU)

4 •Rupsky, Viktor Ottovich, USSR, U.R.S.S., (SU)

5 •Krotov, Mikhail Dmitrievich, USSR, U.R.S.S., (SU)

6 •Seliste, Matti Axelevich, USSR, U.R.S.S., (SU)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Digitaalinen RMS -vaihtojännitevolttimittari.

Digital RMS-växelspänningsvoltmätare.

Digitaalinen RMS-vaihtojännitevolttimittari

Tekniikan ala

5 Tämä keksintö liittyy sähkömittauksiin ja erityisesti se käsittelee digitaalista tehollisarvoistavaa vaihtojännitevolttimittaria.

Tekninen tausta

10 Digitaalisiin RMS-vaihtojännitevolttimittareihin kohdistuva päävaatimus on suuri tarkkuus. Tehokas tapa suuren tarkkuuden saavuttamiseksi on käyttää digitaalisen volttimittarin muuntumissuhteen moninkertaistavaa korjausta, jolloin erityistä testijännitettä käytetään korjauskertoimen laskemiseen, joka sitten otetaan huomioon vaihtojännitettä mitattaessa volttimittarin piiristöön sisäänrakennetun tietokoneen avulla.

20 Alalla tunnetaan digitaalinen RMS-vaihtojännitevolttimittari, joka käsittää sarjapiirin, joka sisältää vaihtojännitevahvistimen, RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen, A/D-muuntimen, digitaalisen tietokoneen ja testivaihtojännitelähteen (vertaa Hewlett Packard Journal v. 34, Nro 2, helmikuu, 1983: Jack P. Trautman, Lawrence A. DesJardin, "A portable, low-cost, high-performance digital multimeter for the HP-IL", sivut 3-10).

25 Muuntumissuhteen korjaus tässä volttimittarissa on toteutettu syöttämällä ennalta määrätty testijännite volttimittarin sisääntuloon. Tämä jännite mitataan ja korjauskerroin lasketaan testijännitteen todellisen arvon suhteena testijännitteen mittaustulokseen. Kun vaihtojännitettä mitataan, tämä tekijä otetaan huomioon kertomalla tietokoneessa vaihtojännitemittaustulos korjauskertoimella. Tämä kyky sal-
30 lii volttimittarin perusvirheen eliminoinnin. RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen epälineaarisen vasteen aiheuttamaa lisävirhettä ei voida eliminoida vakioarvoisella testijännitteellä.

Epälineaarisuuden aiheuttaman virheen vähentämiseksi on tarpeen muodostaa testijännite, jonka tulisi olla arvoltaan mahdollisimman lähellä mitattavaa jännitettä.

Siten alalla tunnetaan digitaalinen RMS-vaihtojännitevolttimittari (vertaa SU-keksijän todistus Nro 606 207, Off. Bull. Nro 17, 1978), jossa epälineaarisuuden aiheuttama virhe, joka on tunnusomainen yllä kuvatulle volttimittarille, on oleellisesti alhaisempi. Volttimittari käsittää sarjapiirin, joka sisältää vaihtojännitevahvistimen, RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen ja A/D-tietokoneen samoin kuin tasajännite-vaihtojännitemuuntimen, analogisen muistin ja kytkimiä. Tämä volttimittari toimii kaksivaiheisesti. Ensimmäisessä vaiheessa mitattava jännite muunnetaan tasajännitteeksi, joka tallennetaan analogiseen muistiin. Toisessa vaiheessa tämä tasajännite muunnetaan testijännitteeksi tasajännite-vaihtojännitemuuntimella. Testijännite syötetään digitaalisen volttimittarin sisääntuloon ja muutetaan tasajännitteeksi. Korjauskerroin lasketaan A/D-tietokoneessa testijännitteen muodostamiseen käytetyn tasajännitteen suhteena testijännitteen muuntamisen jälkeen saatuun tasajännitteeseen. Mittaustulos muodostetaan A/D-tietokoneessa kertomalla tasajännite, joka on saatu mitattavan vaihtojännitteen muuntamisen tuloksena, korjauskertoimella.

Koska testijännite muodostetaan tässä volttimittarissa verrannollisesti mitattavaan jännitteeseen, toisin sanoen on arvoltaan lähellä mitattavaa jännitettä, epälineaarisen vasteen aiheuttama virhe on oleellisesti alentunut ja virheen lasku tulee olemaan sitä suurempi, mitä lähempänä testijännite on mitattavaa jännitettä.

Muuntamissuhdetta korjataan yllä kuvatuissa volttimittareissa ainoastaan yhdellä taajuudella vastaten testijännitteen taajuutta. Samalla kertaa RMS-vaihtojännitteen mittaukseen tarkoitettujen laajakaistaisten volttimittarien, joiden taajuusalue on aina 100 MHz asti tarkkuuden rajoitusten pääsyy on volttimittariin rakennetun vaihtojännitevahvistimen taajuusvirhe. Testijännite tulisi muodostaa

spektrikoostumukseltaan samaksi kuin mitattava jännite, jos halutaan vähentää vaihtojännitevahvistimen taajuusvirhettä ja tämä on toteutettu käyttäen testikanavaa.

Alalla tunnetaan laajakaistainen vaihtojännitevolttimittari, joka käsittää mittauskanavan ja testikanavan, jotka molemmat koostuvat sarjapiiristä, joka sisältää kytkimen, vaihtojännitevahvistimen ja vaihtojännite-tasajännitemuuntimen, jonka ulostulot on kytkettyinä analogisen tietokoneen sisääntuloihin, testikanavan vaihtojännitevahvistimen ulostulon ollessa kytkettynä jännitejakajan kautta mittauskanavan kytkimen ensimmäiseen sisääntuloon, jonka kytkimen toinen sisääntulo on kytketty testikanavan kytkimen ensimmäiseen sisääntuloon ja joka on volttimittarin sisääntulo ja testikanavan kytkimen toinen sisääntulo on kytketty yhteiseen väylään (vertaa SU-keksijän todistus Nro 478 258, Off. Bull. Nro 27, 1975).

Testijännite muodostetaan yllä kuvatussa volttimittarissa jännitejakajan ulostulossa vahvistamalla mitattavaa jännitettä testikanavan vaihtojännitevahvistimessa, mitä seuraa sen vaimentaminen jännitteenjakajassa. Tästä syystä testijännitteellä on sama spektrikoostumus kuin mitattavalla jännitteellä. Korjauskerroin muodostetaan analogisessa tietokoneessa testikanavan vahvistimen ulostulossa olevan vaihtojännitteen muuntamisen tuloksena saadun tasajännitteen (joka on sitten on verrannollinen testijännitteeseen) suhteena tasajännitteeseen, joka on saatu testijännitteen muuntamisen tuloksena mittauskanavassa. Kun mitattava vaihtojännite syötetään mittauskanavan sisääntuloon, korjauskerroin otetaan huomioon kertomalla mitattavan jännitteen muuntamisen tuloksena saatu tasajännite mittauskanavassa korjauskertoimen arvolla. Tämä kyky sallii sekä epälineaarisuuden aiheuttaman virheen että mittauskanavassa olevan taajuusvirheen eliminoinnin. Kuitenkin muuntamissuhteen virhe vaihtojännite-tasajännitemuuntimelle tässä volttimittarissa sisältyy täysin mittaustuloksen virheeseen.

Alalla tunnetaan digitaalinen RMS-vaihtojännite-volttimittari (SU-keksijän todistus Nro 473 958, Off. Bull. Nro 22, 1975), jossa testikanavan RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen muuntumissuhteen virheen vaikutus mittaus-
 5 tuloksen virheeseen on paljon alhaisempi verrattuna yllä kuvattuun volttimittariin.

Volttimittari käsittää mittauskanavan ja testikanavan, jotka molemmat koostuvat sarjapiiristä, jotka sisältävät kytkimen, vaihtojännitevahvistimen ja RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen, jossa sisääntulo mittauskanavaan on kytkettynä saman kanavan vaihtojännitevahvistimen ulostuloon ja ulostulo on kytkettynä A/D-tietokoneen ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on kytkettynä RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen ulostuloon testikanavassa ja jonka ulostulo on kytkettynä näyttöyksikköön, testikanavan vaihtojännitevahvistimen ulostulon ollessa kytkettynä ensimmäisen jännitteenjakaajan kautta mittauskanavan kytkimen ensimmäiseen sisääntuloon, jonka kytkimen toinen sisääntulo on kytketty testikanavan kytkimen ensimmäiseen sisääntuloon ja joka on digitaalisen volttimittarin sisääntulo ja testikanavan kytkimen toinen sisääntulo on kytketty yhteiseen väylään, RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen ulostulon ollessa kytkettynä toisen jännitteenjakaajan sisääntuloon, jonka ulostulo on kytketty kytkentäpiirin ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on sähköisesti kytketty RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen sisääntuloon testikanavassa ja ohjausyksikön ulostulot on kytketty kytkimien ohjaussisääntuloihin mittaus- ja testikanavissa, kytkentäpiirissä ja A/D-tietokoneessa.

30 Tämän volttimittarin kytkentäpiirin kolmas sisääntulo on kytketty testikanavan vaihtojännitevahvistimen ulostuloon. Testikanavan RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen sisääntulo on kytketty kytkentäpiirin kautta joko vaihtojännitevahvistimen ulostuloon tai toisen jännitteenjakaajan
 35 ulostuloon. Volttimittari käyttää elektronista kytkentäpiiriä, koska mekaanista avainta (tai relettä) ei voida käyttää johtuen sen lyhyestä käyttöiästä ennen ensimmäistä vaurioitumista.

Samoin kuin yllä kuvatussa volttimittarissa testijännitettä ensimmäisen jännitteenjakajan ulostulossa käytetään korjaamaan koko mittauskanavan muuntamissuhdetta laskemalla korjauskerroin, joka otetaan huomioon mittausvaiheessa A/D-tietokoneessa. Lisäksi käyttäen testijännitettä toisen jännitteenjakajan ulostulossa testikanavan RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen muuntamissuhde on korjattu laskemalla toinen korjauskerroin, joka myös otetaan huomioon vaihtojännitteen mittauksen aikana tämän muuntimen muuntamissuhteen virheen alentamiseksi.

Elektronisen kytkentäpiirin sovittaminen digitaalisen RMS-vaihtojännitevolttimittarin testikanavan RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen sisääntuloon rajoittaa volttimittarin tarkkuutta. Koska vaihtotestijännitteen ei sallita päästä kytkentäpiirin läpi, sen muuntamissuhdetta ei korjata ja tämän tekijän virhe sisältyy täysin tuloksena olevaan mittausvirheeseen. Koska elektroninen kytkentäpiiri suorittaa kytkemisen RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen sisääntulossa, sillä tulisi olla hyvin alhainen kontaktiresistanssi (ottaen huomioon RMS-vaihtojännitemuuntimen sisääntulon alhainen tasavirtaresistanssi), sen tulisi varmistaa laajakaistaisen vaihtojännitteen poisto suljettuna, sillä tulisi olla alhainen kontaktiresistanssi ja tasainen taajuusvaste vaihtojännitteelle johtavuustilassaan ja sen tulisi myös varmistaa siirto RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimelle amplitudisuhteella 1:10. Tällaisella elektronisella kytkimellä on virhe, joka on yhteismittainen vaihtojännitevahvistimen virheen kanssa.

Keksinnön yhteenveto

Keksintö perustuu digitaalisen RMS-vaihtojännitevolttimittarin muodostamisen ongelmaan, jossa vaihtojännite testikanavavahvistimen ulostulosta ja tasajännite toisen jännitteenjakajan ulostulosta kytketään testikanavan RMS-vaihtojännitemuuntimen sisääntulon kautta sillä tavoin, että eliminoidaan kytkentäpiirin aiheuttama virhe ja parannetaan digitaalisen volttimittarin mittaustarkkuutta.

Tämä ongelma on ratkaistu digitaalisella RMS-vaihtojännitevolttimittarilla, joka käsittää mittauskanavan ja testikanavan, jotka molemmat koostuvat sarjapiiristä, joka sisältää kytkimen, vaihtojännitevahvistimen, RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen, jonka sisääntulo on kytketty mittauskanavassa saman kanavan vaihtojännitevahvistimen ulostuloon ja jonka ulostulo on kytketty A/D-tietokoneen ensimmäiseen sisääntuloon, jonka tietokoneen toinen sisääntulo on kytketty testikanavan RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen ulostuloon ja jonka ulostulo on kytketty näyttöyksikköön, testikanavan vaihtojännitevahvistimen ulostulo on kytketty ensimmäisen jännitteenjakaajan kautta mittauskanavan ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on kytketty testikanavan kytkimen ensimmäiseen sisääntuloon ja muodostaa sisääntulon digitaaliseen volttimittariin, ja testikanavan kytkimen toinen sisääntulo on kytketty yhteiseen väylään, RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen ulostulon ollessa kytkettynä toisen jännitteenjakaajan sisääntuloon, jonka ulostulo on kytketty kytkentäpiirin ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on sähköisesti kytketty testikanavan RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen sisääntuloon ja ohjausyksikön ulostulojen ollessa kytkettyinä mittaus- ja testikanavakytkimien, kytkentäpiirin ja A/D-tietokoneen ohjaussisääntuloihin, joka volttimittari keksinnön mukaisesti edelleen käsittää integroivan vahvistimen, jonka ensimmäinen sisääntulo on kytketty kytkentäpiirin toiseen sisääntuloon, toinen sisääntulo on kytketty testikanavan vaihtojännitevahvistimen ulostuloon ja ulostulo on kytketty saman vaihtojännitevahvistimen ohjaussisääntuloon, testikanavan vaihtojännitevahvistimen ulostulon ollessa kytkettynä saman kanavan RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen sisääntuloon.

Keksinnön mukainen digitaalinen RMS-vaihtojännitevolttimittari sallii mittaustarkkuuden lähes kaksinkertaisen parantamisen.

Lyhyt piirustusten selitys

Keksintöä kuvataan nyt viitaten sen erityiseen suoritustemuotoon, joka on esitetty oheisissa piirustuksissa, joissa:

5 kuvio 1 on lohkokkaavio keksinnön mukaisesta digitaaliseen RMS-vaihtojännitevolttimittarista,

 kuvio 2 on jänniteaikadiagrammi A/D-tietokoneen integroivan piirin ulostulossa.

Paras tapa keksinnön toteuttamiseksi

10 Digitaalinen RMS-vaihtojännitevolttimittari käsittää mittauskanavan 1 (kuvio 1), joka koostuu sarjapiiristä, joka sisältää kytkimen 2, vaihtojännitevahvistimen 3 ja RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 4 samoin kuin samanlaisen testikanavan 5, joka koostuu sarjapiiristä, joka sisältää
15 kytkimen 6, vaihtojännitevahvistimen 7 ja RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 8. Vaihtojännitevahvistimen 7 ulostulo on kytketty ensimmäisen jännitteenjakaajan 9 kautta kytkimen 2 ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on kytketty kytkimen 6 ensimmäiseen sisääntuloon ja joka on volt-
20 timittarin sisääntulo. Kytkimen 6 toinen sisääntulo on kytketty yhteiseen väylään.

 Vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 4 ulostulo on kytketty toisen jännitteenjakaajan 10 sisääntuloon, jonka ulostulo on kytketty kytkentäpiiriin 11 ensimmäiseen sisääntuloon,
25 jonka toinen sisääntulo on kytketty integroivan vahvistimen 12 ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on kytketty vaihtojännitevahvistimen 7 ulostuloon. Integroivan vahvistimen 12 ulostulo on kytketty vaihtojännitevahvistimen 7 ohjaussisääntuloon.

30 Tässä digitaalisen volttimittarin suoritustemuodossa integroiva vahvistin 12 on rakennettu operaatiovahvistimen 13 ympärille, jonka takaisinkytkentäpiirissä on kondensaattori 14, vahvistimen inverttoimattoman sisääntulon ollessa kytkettynä vastuksen 15 kautta yhteiseen väylään ja inverttoivan sisääntulon ollessa kytkettynä vastuksen 16 kautta integroivan vahvistimen 12 toiseen sisääntuloon.
35

Vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 8 ulostulo on kytketty A/D-tietokoneen 17 toiseen sisääntuloon, jossa on ensimmäinen sisääntulo, johon on kytketty vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 4 ulostulo.

5 Tässä digitaalisen volttimittarin suoritusmuodossa A/D-tietokone 17 käsittää integroivan piirin 18, jonka ulostulo on kytketty nollailmaisimen 19 sisääntuloon ja jonka sisääntulo on kytketty kytkentäpiiriin 20 kautta A/D-tietokoneen 17 toiseen sisääntuloon, sarjapiirin kautta, joka sisältää kytkentäpiirin 21 ja invertterin 22 A/D-tietokoneen 17 ensimmäiseen sisääntuloon ja kytkentäpiiriin 23 kautta tietokoneen 17 vertailujännitelähteeseen 24. Integroiva piiri 18 on operaatiovahvistimen 25 muodossa, jossa on vastus 26 ja kondensaattori 27 kytkettyinä sen inverttoivaan sisääntuloon negatiivisen takaisinkytkentäsilmmukan muodostamiseksi.

A/D-tietokone 17 käsittää myös aikaväli-digitaalikoodimuuntimen 28, jonka sisääntulo on kytketty nollailmaisimen 19 ulostuloon ja jonka ulostulo on kytketty digitaalisen volttimittarin näyttöyksikköön 29.

20 Digitaalinen volttimittari käsittää ohjausyksikön 30, jonka vastaavat ulostulot on kytketty kytkimien 2 ja 6, kytkentäpiiriin 11 ja A/D-tietokoneen 17 ohjaussisääntuloihin erityisesti kytkentäpiirien 20, 21, 23 ja muuntimen 28 ohjaussisääntuloihin.

25 Digitaalinen RMS-vaihtojännitevolttimittari toimii kaksivaiheisesti seuraavalla tavalla.

Ensimmäisessä vaiheessa kytkimet 2 ja 6 ovat asennossa "I" ja kytkentäpiiri 11 on avoin. Mitattava jännite U_x syötetään kytkimen 6 kautta vaihtojännitevahvistimen 7 sisääntuloon, vahvistetaan ja syötetään RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimelle 8. Koska potentiaali integroivan vahvistimen 12 ensimmäisessä sisääntulossa on yhtä kuin nolla, vahvistimen ulostulojännitteen tasajännitekomponentti, joten muuntimen 8 sisääntulojännitteen tasajännitekomponentti on yhtä kuin nolla. Tämän mukaisesti tasajännite U_1 muuntimen 8

sisääntulossa on verrannollinen ainoastaan mitattavan jännitteen U_x RMS-arvoon ja se määritetään yhtälöllä:

$$U_1 = U_x \cdot K_7 \cdot (1 + \gamma_7) \cdot K_8 \cdot (1 + \gamma_8),$$

missä K_7 , K_8 ovat vaihtojännitevahvistimen 7 nimellisyvahvistus ja vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 8 nimellinen muuntamissuhde vastaavasti,

γ_7 , γ_8 ovat vastaavasti vahvistimen 7 kertautuva (taajuus) virhe ja muuntimen 8 kertautuva virhe.

Vaihtojännite kulkee vaihtojännitevahvistimen 7 ulostulosta ensimmäisen jännitteenjakaajan 9 ja kytkimen 2 kautta vaihtojännitevahvistimen 3 sisääntuloon ja testijännite U_{01} on:

$$U_{01} = U_x \cdot K_7 \cdot (1 + \gamma_7) \cdot K_9,$$

missä K_9 on ensimmäisen jännitteenjakaajan 9 nimellinen siirtovahvistus.

Koska suhteelle $K_7:K_9$ on annettu ehto $K_9=1/K_7$ testijännite U_{01} on yhtä kuin mitattava jännite U_x vaihtojännitevahvistimen 7 virheen sallimalla tarkkuudella, toisin sanoen se määräytyy seuraavasti:

$$U_{01} = U_x (1 + \gamma_7)$$

ja sillä on sama spektrikoostumus kuin jännitteellä U_x .

Tasajännite U_2 vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 4 ulostulossa on seuraava:

$$U_2 = U_{01} \cdot K_3 (1 + \gamma_3) K_4 (1 + \gamma_4) = U_x K_7 (1 + \gamma_7) K_9 K_3 (1 + \gamma_3) K_4 (1 + \gamma_4),$$

missä K_3 , K_4 , K_9 ovat vastaavasti vaihtojännitevahvistimelle 3 nimellinen vahvistus, vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 4 nimellinen muuntamissuhde ja jännitteenjakaajan 9 nimellinen jännitteenjako suhde,

γ_3 , γ_4 ovat vastaavasti vahvistimen 3 kertautuva (taajuus) virhe ja muuntimen 4 kertautuva virhe.

Ensimmäinen korjauskerroin K_{01} lasketaan A/D-tietokoneessa seuraavasti:

$$K_{01} = U_1/U_2 = K_8 (1 + \gamma_8) / K_9 K_3 (1 + \gamma_3) K_4 (1 + \gamma_4).$$

Toisessa vaiheessa kytkimet 2 ja 6 on asetettu asentoon "II" ja kytkentäpiiri 11 on suljettuna. Mitattava jännite U_x syötetään kytkimen 2 kautta vaihtojännitevahvistimen 3 sisääntuloon, vahvistetaan ja muunnetaan tasajännitteeksi U_3 vaihtojännite-tasajännitemuuntimessa 4 seuraavasti:

$$U_3 = U_x K_3 (1 + \gamma_3) K_4 (1 + \gamma_4).$$

Tasajännite U_3 syötetään toisen jännitteenjakajan kautta nimellisellä jännitteenjakosuhteella K_{10} ja suljetun kytkentäpiirin 11 kautta integroivan vahvistimen 12 ensimmäiseen sisääntuloon testijännitteenä U_{02} . Integroiva vahvistin 12, joka vaikuttaa vaihtojännitevahvistimen 7 ohjaussisääntuloon muuttaa tasajännitetilaansa siten, että tasajännite integroivan vahvistimen 12 toisessa sisääntulossa ja siten jännite vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 8 sisääntulossa ovat yhtä kuin tasajännite integroivan vahvistimen 12 ensimmäisessä sisääntulossa, toisin sanoen jännite U_{02} . Koska vaihtojännitevahvistimen 7 sisääntulo on kytketty kytkimen 6 kautta yhteiseen väylään ainoastaan tasajännite U_{02} syötetään vaihtojännite-tasajännitemuuntimen 8 sisääntuloon, joka muunnetaan tasajännitteeksi U_4 seuraavasti:

$$U_4 = U_{02} K_8 (1 + \gamma_8) = U_x K_3 (1 + \gamma_3) K_4 (1 + \gamma_4) K_{10} K_8 (1 + \gamma_8).$$

Toinen korjauskerroin K_{02} lasketaan A/D-tietokoneessa seuraavasti:

$$K_{02} = U_3/U_4 = 1/K_{10} K_8 (1 + \gamma_8),$$

ja korjattu mittaustulos N_x muodostetaan kertomalla jännite U_3 ensimmäisellä ja toisella korjauskertoimella K_{01} ja K_{02} . Siten,

$$N_x = U_3 \cdot K_{01} \cdot K_{02} = U_x / K_9 K_{10}.$$

Yllä esitetystä yhtälöstä on ilmeistä, että käytetyn korjauksen johdosta vaihtojännitevahvistimien 3, 7 ja vaihtojännite-tasajännitemuuntimien 4, 8 virheet eivät sisälly mittaustulokseen. Lisäksi vaihtojännitteen kytkeminen vaihtojännitevahvistimen 7 ulostulosta ja tasajännitteen U_{02} jännitteenjakajan 10 ulostulosta on toteutettu vaihtojännite-

tasajännitemuuntimen 8 sisääntulossa aiheuttamatta lisävirhettä, joka vaikuttaisi RMS-jännitearvon mittauksen tarkkuuteen.

A/D-tietokone 17 on rakennettu tasajännite-aikaväli-
 5 muuntimen ympärille, joka toimii kaksoisintegroinnin pohjalla. Hetkeen t_0 asti, joka on esitetty kuvion 2 diagrammissa, jossa aika t on piirretty abskissa-akselille ja jännite U integroivan piirin 18 (kuvio 1) ulostulossa on piirretty ordinaatta-akselille, kytkentäpiirit 20, 21 ja 23 ovat avoinna. Ajan-
 10 hetkellä t_0 , joka seuraa signaalia, joka on syötetty ohjausyksiköltä 30, kytkentäpiiri 20 on suljettuna ajaksi t_0 (kuvio 2). Integroivan piirin 18 kondensaattori 27 (kuvio 1) varautuu jännitteeseen U_1 (kuvio 2). Tänä ajanhetkenä t_2 ajan T_0 kuluttua yksikkö 30 (kuvio 1) saa kytkentäpiirin 20
 15 avautumaan ja kytkentäpiirin 21 sulkeutumaan. Jännite U_2 invertoidaan invertterissä 22 ja syötetään jännitteen ($-U_2$) muodossa integroivan piirin 18 sisääntuloon kondensaattorin 27 purkautumisen aikaansaamiseksi. Tänä ajanhetkenä t_2 (kuvio 2), kun jännite integroivan piirin 18 (kuvio 1) ulos-
 20 tulossa tulee nollaksi, nollailmaisoin 19 aktivoituu aikaansaaden kytkentäpiirin 21 avautumisen yksikön 30 välioton kautta. Integroivan piirin 18 kondensaattorin 27 purkautumisaikaväli T_1 määräytyy yhtälöstä:

$$T_0 \cdot U_1 = T_1 \cdot U_2,$$

 25 toisin sanoen $T_1 = T_0 (U_1/U_2)$.
 Täten aikaväli T_1 on verrannollinen ensimmäiseen korjausker-
 toimeen K_{01} , toisin sanoen yhtälö

$$T_1 = T_0 K_{01}.$$

Toisessa vaiheessa ajanhetkellä t_3 (kuvio 2) seuraten
 30 signaalia ohjausyksiköltä 30 (kuvio 1) kytkentäpiiri 21 on suljettu ajaksi T_1 . Integroivan piirin 18 kondensaattori 27 varautuu jännitteeseen ($-U_3$). Ajanhetkellä t_4 (kuvio 2) ajan T_1 kuluttua ohjausyksikkö 30 (kuvio 1) saa kytkentäpiirin 21
 avautumaan ja kytkentäpiirin 20 sulkeutumaan. Jännite U_4 me-
 35 nee integroivan piirin 18 sisääntuloon aikaansaaden kondensaattorin 27 purkautumisen. Ajanhetkellä t_5 (kuvio 2), kun

jännite integroivan piirin 18 ulostulossa (kuvio 1) on yhtä kuin nolla, nollailmaisoin 19 aktivoituu saaden kytkentäpiirin 20 sulkeutumaan ohjausyksikön 30 välioton kautta. Integroivan piirin 18 kondensaattorin 27 purkausaikaväli T_2 määräytyy yhtälöstä:

$$T_1 \cdot U_3 = T_2 \cdot U_4,$$

$$\text{t.s. } T_2 = T_1 (U_3/U_4) = T_0 (U_1/U_2) (U_3/U_4).$$

Tämän johdosta aikaväli T_2 on verrannollinen korjauskertoimien K_{01} ja K_{02} tuloon, toisin sanoen

$$T_0 = T_0 K_{01} K_{02}.$$

Hetkellä t_6 (kuvio 2), joka seuraa signaalia ohjausyksiköltä 30 (kuvio 1), kytkentäpiiri 21 on suljettuna ajan T_2 . Integroivan piirin 18 kondensaattori 27 varautuu jännitteeseen $(-U_3)$. Hetkellä t_7 (kuvio 2) ajan T_2 kuluttua ohjausyksikkö 30 (kuvio 1) saa kytkentäpiirin 21 avautumaan ja kytkentäpiirin 23 sulkeutumaan. Jännite U_0 vertailujännitelähteen 24 ulostulosta syötetään integroivan piirin 18 sisääntuloon aikaansaamaan kondensaattorin 27 purkautuminen. Hetkellä t_8 (kuvio 2), kun jännite integroivan piirin 18 ulostulossa (kuvio 1) on yhtä kuin nolla, nollailmaisoin 19 aktivoituu aikaansaaden kytkentäpiirin 23 avautumisen ohjauspiirin 30 välioton kautta. Kondensaattorin 27 purkausaikaväli t_3 määräytyy yhtälöstä:

$$T_2 U_3 = T_3 U_0,$$

$$\text{t.s. } T_3 = T_2 (U_3/U_0) = (T_0/U_0) U_3 (U_1/U_2) (U_3/U_4) = (T_0 U_0) U_3 K_{01} K_{02}.$$

Täten aikaväli T_3 on verrannollinen jännitteeseen U_3 ja korjauskertoimien K_{01} ja K_{02} tuloon. Aikaväli T_3 muunnetaan muuntimessa 28 koodiksi $N_x = U_3 K_{01} K_{02}$, joka edustaa korjattua mitaustulosta esittäen vaihtojännitteen RMS-arvon ja seuraten signaalia ohjausyksiköltä 30 se siirretään näytölle 29.

Teollinen soveltuvuus

- 5 Digitaalista RMS-vaihtojännitevolttimittaria voidaan käyttää radioelektronisten laitteiden ja komponenttien kehityksessä ja tutkimuksessa vaihtojännitteen RMS-arvon tarkkaa mittausta varten laajalla taajuusalueella ja myös erilaisissa tietojenkäsittely- ja mittausjärjestelmissä radioelektronisten laitteiden parametrien tarkkailua varten.

Patenttivaatimus:

Digitaalinen RMS-vaihtojännitevolttimittari, joka käsittää mittauskanavan ja testikanavan (1, 5), jotka molemmat koostuvat sarjapiiristä, joka sisältää kytkimen (2, 6), vaihtojännitevahvistimen (3, 7) ja RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen (4, 8), joka on kytketty mittauskanavassa (1) saman kanavan (1) vaihtojännitevahvistimen (3) ulostuloon ja sen ulostulo on kytketty A/D-tietokoneen (17) ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on kytketty testikanavan (5) RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen (8) ulostuloon ja jonka ulostulo on kytketty näyttöyksikköön (29), testikanavan (5) vaihtojännitevahvistimen (7) ulostulon ollessa kytkettynä ensimmäisen jännitteenjakajan (9) kautta mittauskanavan (1) kytkimen (2) ensimmäiseen sisääntuloon, jossa on toinen sisääntulo, joka on kytketty testikanavan (5) kytkimen (6) ensimmäiseen sisääntuloon ja joka edustaa digitaalisen volttimittarin sisääntuloa, testikanavan (5) kytkimen (6) toisen sisääntulon ollessa kytkettynä yhteiseen väylään, mittauskanavan (1) RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen (4) ulostulon ollessa kytkettynä toisen jännitteenjakajan (10) sisääntuloon, jonka ulostulo on kytketty kytkentäpiiriin (11) ensimmäiseen sisääntuloon, jonka toinen sisääntulo on sähköisesti kytketty testikanavan (5) RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen (8) sisääntuloon, ja ohjausyksikön (30), jonka ulostulot on kytketty mittaus- ja testikanavien (1, 5) kytkimien (2, 6), kytkentäpiiriin (11) ja A/D-tietokoneen (17) ohjaussisääntuloihin, t u n n e t t u siitä, että se edelleen käsittää integroivan vahvistimen (12), jonka ensimmäinen sisääntulo on kytketty kytkentäpiiriin (11) toiseen sisääntuloon, toinen sisääntulo on kytketty testikanavan (5) vaihtojännitevahvistimen (7) ulostuloon ja ulostulo on kytketty saman vaihtojännitevahvistimen (7) ohjaussisääntuloon, vaihtojännitevahvistimen (7) ulostulon ollessa kytkettynä RMS-vaihtojännite-tasajännitemuuntimen (8) sisääntuloon.

Patentkrav:

Digital RMS-växelspänningsmätare som omfattar en mätkanal och en testkanal (1, 5), vilka vardera består av

5 en seriekrets som inkluderar en strömställare (2, 6), en växelspänningsförstärkare (3, 7), och en RMS-växelspänning/likspänning-omvandlare (4, 8), vilken i mätkanalen (1) kopplats till en utgång i växelspänningsförstärkaren (3) i samma kanal (1) och har sin utgång förenad med en första

10 ingång i en A/D-dator (17), vilken har en andra ingång kopplad till en utgång i RMS-växelspänning/likspänning-omvandlaren (8) i testkanalen (5) och en utgång kopplad till en återgivningsenhet (29), en utgång i växelspänningsförstärkaren (7) i testkanalen (5) har via en första spännings-

15 delare (9) kopplats till en första ingång i strömställaren (2) i mätkanalen (1), vilken strömställare har en andra ingång kopplad till en första ingång i strömställaren (6) i testkanalen (5) och vilken representerar ingången till den digitala spänningsmätaren, en andra ingång i strömställaren

20 (6) i testkanalen (5) har kopplats till en gemensam buss, en utgång från RMS-växelspänning/likspänning-omvandlaren (4) i mätkanalen (1) har kopplats till en ingång till en andra spänningsdelare (10), vilken har sin utgång förenad med en första ingång till en kopplingskrets (11), vilken

25 har en andra ingång elektriskt kopplad till ingången i RMS-växelspänning/likspänning-omvandlaren (8) i testkanalen (5), och en styrenhet (30), vilken har sina utgångar kopplade till styringångar i strömställarna (2, 6) i mät- och testkanalerna (1, 5), kopplingskretsen (11) och A/D-datorn

30 (17), k ä n n e t e c k n a d därav, att den ytterligare omfattar en integrerande förstärkare (12), vilken har en första ingång kopplad till en andra ingång i kopplingskretsen (11), en andra ingång kopplad till utgången från växelspänningsförstärkaren (7) i testkanalen (5), och en utgång

35 kopplad till en styringång i den samma växelspänningsförstärkaren (7), varvid utgången från växelspänningsförstärkaren (7) förenats med ingången till RMS-växelspänning/likspänning-omvandlaren (8).

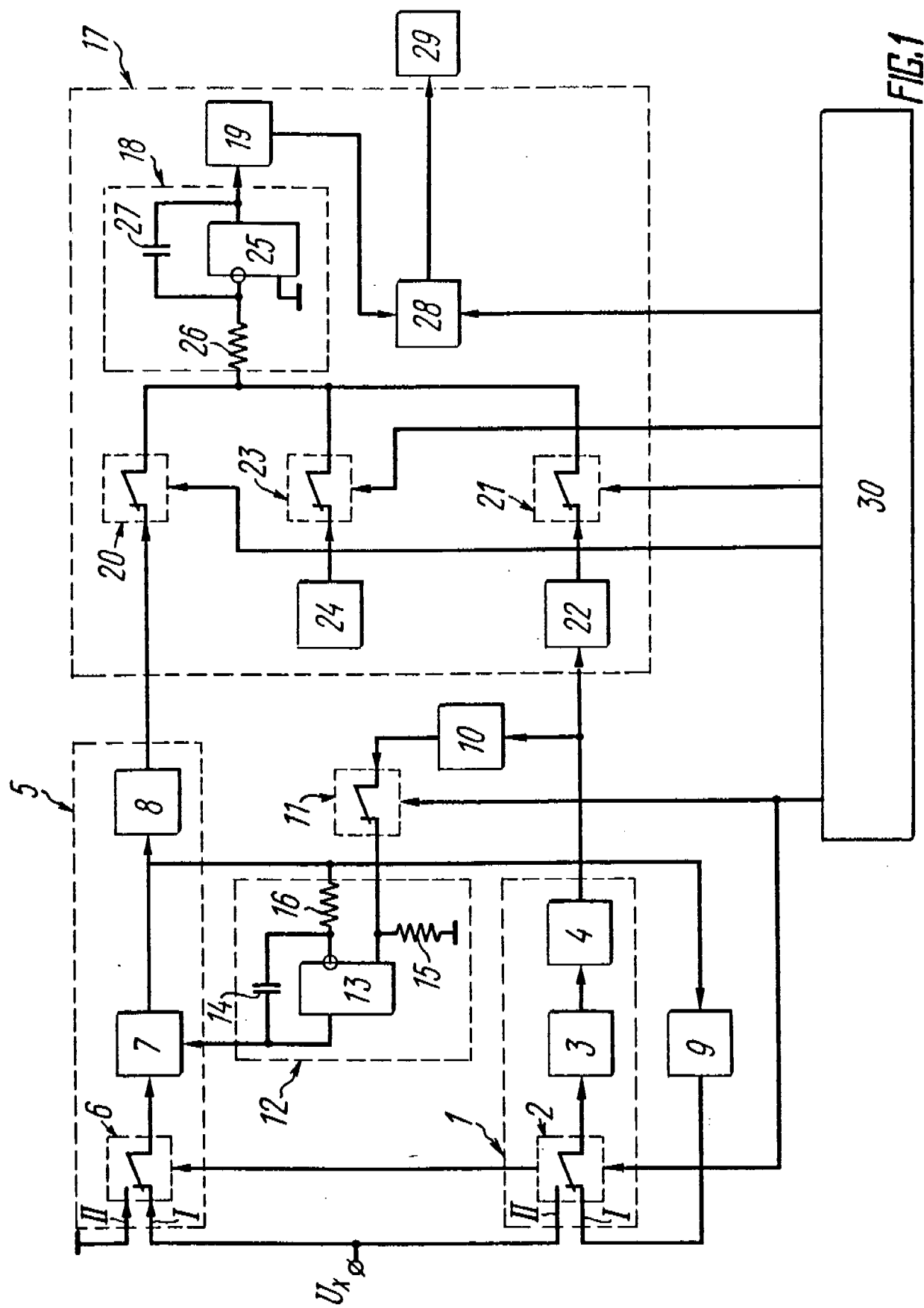


FIG.1

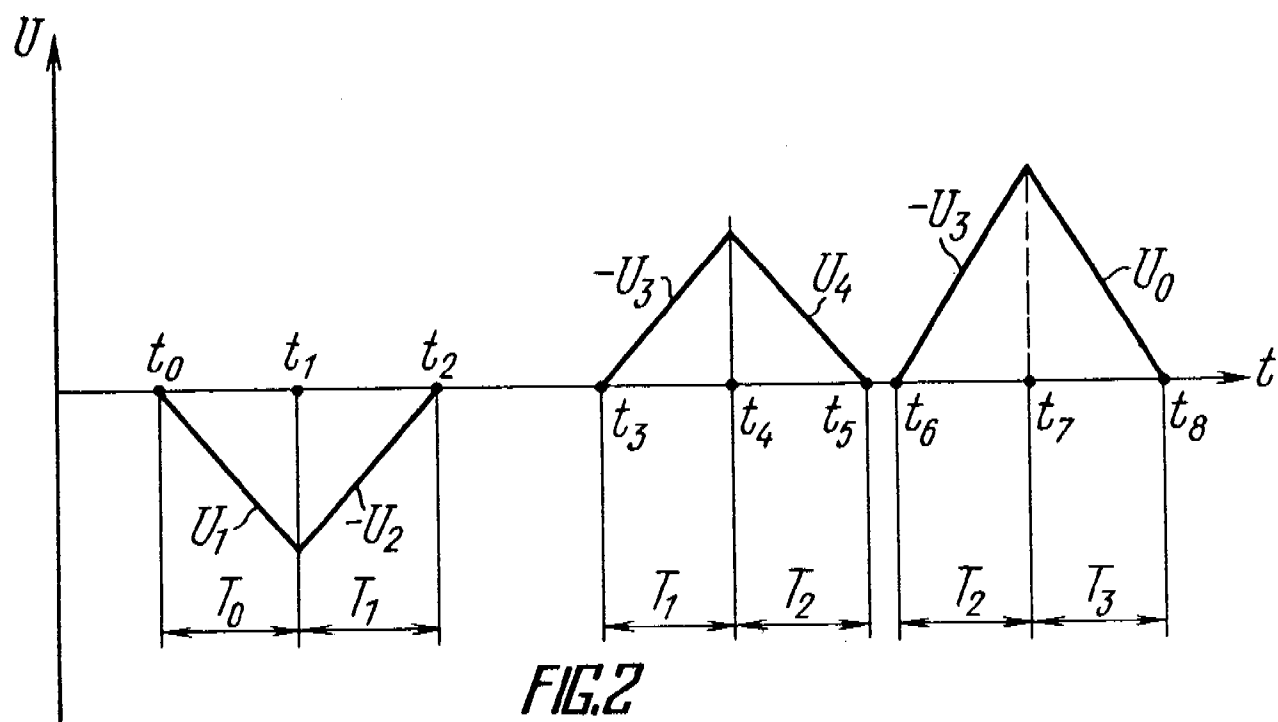


FIG.2

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer,
utläggnings- och patentskrifter:

FI _____

CH _____

DE _____

DK _____

FR _____

GB _____

NO _____

SE _____

US _____

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron
eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

EP

WO

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Anna Rajakangas

Allekirjoitus