



SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 70334

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 15 09 1986

(51) Kv.Ik.⁴/Int.Cl.⁴ G 06 G 7/161 // G 06 G 7/22

(21) Patentihakemus — Patentansökning	801247
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	18.04.80
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	18.04.80
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	17.11.80
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.02.86

(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet 16.05.79
Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken
Tyskland(DE) P 2919786.2

- (71) Siemens Aktiengesellschaft, Berlin/München, DE; Wittelsbacherplatz 2, 8000 München 2, Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Felix Blaschke, Erlangen, Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Pulssinleveydenkertoja - Pulsbreddmultiplikator

Keksinnön kohteena on pulssinleveydenkertoja, jossa tulon ensimmäistä tekijää vastaava tulojännite on kytkettävissä kytkimen ja kääntimen avulla etumerkkiä vuorotellen tyyntöelimeen ja kytkintä käytetään tulon toista tekijää edustavilla leveysmoduloiduilla impulsseilla.

Tällainen kertoja lähtösuureen $U_a = \frac{x}{y}$ muodostamiseksi tulojännitteistä x, y, z on kaupallinen tuote (Time-Division-Multiplizierer, Typ EL 1/299.02, Siemens AG, Preisliste RE 1, toukokuu 1972, sivu 6/33-36). Tässä rakenneosassa johdetaan tulojännitte z ensimmäisellä vaihtokytkimellä vuorotellen suoraan (kytkennän kesto t_1) ja kääntimen välityksellä, etumerkki vaihdettuna, tyyntöelimen tuloliittimeen (kytkennän kesto t_2). Kytkintä käytetään impulsseilla, jotka muodostetaan tulojännitteistä x ja y niin, että $(t_1 - t_2) / (T_1 + T_2) = x/y$ ja että tyyntöelimen lähtöliittimessä on lähtöjännite $U_a = z \cdot x/y$ (impulssileveyden kertomisen periaate).

KytKentäimpulssien muodostusta varten on varattu saha-aaltogene-
raattori, kaksipiste-elin (raja-arvonilmoitin) ja toinen vaihtokyt-
kin, joka johtaa tulojännitteen y vuorotellen suoraan ja toisen
kääntimen avulla eteenpäin ja vaihtaa kytkennän samanaikaisesti en-
simmäisen vaihtokytkimen kytkentäimpulssien kanssa. Saha-aallon ke-
hittämiseksi on I-elimien kääntötuloliittimessä tulojännite x ja toi-
sen vaihtokytkimen lähtösignaali y' . Kaksipiste-elimeen johdetaan
raja-arvona myös vaihtokytkimen lähtöjännite $y' = \pm y$ ja kaksipiste-
elimien lähtösignaalilla käytetään toista vaihtokytkintä, heti kun
I-elimien antama apujännite saavuttaa raja-arvon y . Toisen vaihto-
kytkimen kytkeydyttyä asentoon $y' = +y$ apujännitekäyrä nousee tulo-
suureiden $(x + y)$ integraation ansiosta lineaarisesti, kunnes se ajan
 t_1 kuluttua saavuttaa raja-arvon $+y$. Vaihtokytkin siirtyy silloin
heti asentoon $y' = -y$ ja apujännite laskee kytkentäkeston aikana t_2
lineaarisesti, I-elimien tulosuureita $(x - y)$ vastaavasti. Molempien
vaihtokytkimien kytkentäkestit t_1 ja t_2 täyttävät siten ehdon $x/y =$
 $(t_1 - t_2)/(t_1 + t_2)$. Tämä tunnettu jakaja käsittää 6 potentiometriä
viritystä ja normitusta varten.

Tällaisille pulssinleveyden kertojille on ominaista suuri
tarkkuus. Kytkentäelementti- ja viritystyökustannukset kuitenkin
kasvavat heti, kun tietyllä käyttöalueella, esimerkiksi ohjaukses-
sa, tarvitaan useita tällaisia kertomisia. Lisäksi tällaiset puls-
sinleveyden kertojat ovat tarkoitettut vakiotulosuureiden kertomiseen.
Muuttuvia tulosuureita käsiteltäessä voi tyyntöelin aiheuttaa ajal-
lisia vääristymiä. Niitä esiintyy esimerkiksi silloin, kun koneita
ohjataan pyörivien koneenosien asemista riippuvien suureiden avulla
ja kun koneenosien asemia vastaavia, ajallisesti muuttuvia tulosuu-
reita on osien analogiseksi ohjaamiseksi kerrottava keskenään ja
laskettava yhteen, jolloin yhteenlaskettavien tulojen yksittäiset
tekijät ovat samalla tavalla ajasta riippuvia. Jos näissä tapauksis-
sa jokaisen tulonmuodostukseen käytettäisiin tällaista pulssinlevey-
den kertojaa, syntyisi lähtösignaaleja yhteenlaskettaessa yksittäi-
sissä tyyntöelimissä interferenssejä ja värähtelyjä, jotka voidaan
välttää vain, jos yksittäisten tyyntöelinten viiveet on huolelli-
sesti viritetty päällekkäin. Koska kuitenkin tyyntöelimiin tarvit-
tavien, saatavissa olevien kondensaattorien kapasitanssiarvot ovat
jaksollisia ja niiden valmistustoleranssit ovat melkoisen suuria,

ovat tavalliset pulssinleveyden kertojat tällaiseen tarkoitukseen sopimattomia. Esimerkiksi epätahtikoneen ohjaukseen on varattu julkaisun DE-OS 19 41 312 mukaan ominaiskäyrän kertoja.

Keksinnön tehtävänä on ehdottaa summan $a = \sum_i b_i \cdot c_i$ laskemiseen tulojännitteiden b_i ja c_i tuloista analogista laskukytkentää, jossa tullaan toimeen mahdollisimman pienillä rakenne-elementti- ja virityskustannuksilla ja joka on suunniteltu ajallisesti muuttivien suureiden käsittelyyn ja toimii pulssinleveyden kertomisperiaatteella.

Tämä tehtävä ratkaistaan johdannossa ilmoitetun kaltaisella kertojalla keksinnön mukaisesti siten, että summan laskemiseksi kunkin kahden tekijän tuloista kaikille tulonmuodostuksille laskettavan summan rajoissa on varattu yhteinen tyyntöelin, jossa on sen eteen sijoitettu liitospiste, että kulloinkin tulon ensimmäistä tekijää vastaavat tulojännitteet on kytketty yhteiseen kääntimeen, että kääntimen lähtöjännitteet ja erillisten, jokaisen tulon kahden tekijää edustavilla kytkentäimpulsseilla käytettävien kytkimien kautta myös ensimmäisiä tekijöitä vastaavat tulojännitteet on kytketty sovituselimien avulla liitospisteeseen, ja että laskettava summa on otettu tyyntöelimen lähdöstä.

Koska keksinnön mukaan kaikkien tulojen tyyntöön käytetään yhtä ainoaa tyyntöelintä, voidaan ajallisesti muuttuvia tulojännitteitä muokata vääristymiä pelkäämättä, joita useat, vain vaikeasti toisiinsa viritettävät tyyntöelimet voisivat synnyttää signaalien sekoittuessa. Edellytyksenä on tällöin se, kuten yleensä pulssinleveyden kertojaa käytettäessä, että laskentataajuus, so. vastaavien kytkimien taajuus, on oleellisesti ajallisesti muuttuvien tulojännitteiden taajuuden yläpuolella. Lisäksi voi yksittäisten tulojen summaamiseen tarvittava liitospiste olla tyyntöelimeksi kytketyn operaatiovahvistimen tuloliittimessä, jolloin oma summausoperaatiovahvistin sekä perään kytketty käännin voivat jäädä pois, jota käännintä usein tarvitaan tällaisessa summausvahvistimessa lähtösignaalin oikean napaisuuden aikaansaantiin. Lisäksi myös kytkentätekniset kustannukset pienenevät, kun tekniikan tason mukaan

jokaisen tulon muodostamiseen tarvittava vaihtokäännin korvataan yhteydellä kääntimellä.

Monissa käyttötapauksissa, erikoisesti pyöriviä koneita ohjattaessa, on kahden summan $a_1 = b \cdot c + d \cdot e$ ja $a_2 = b \cdot f + d \cdot g$ muodostus tarpeellista. Keksintö mahdollistaa tällöin tämän samanaikaisen summanmuodostuksen vähäisin kustannuksin, lisäksi tarvitaan vain toinen tyyntöelin ja sen eteen kytketty liittospiste ja sovituselin sekä kaksi lisäkytkintä toisen summan muodostusta varten. Ensimmäisen summanmuodostukseen tarvittavan kääntimen lähtösignaali johdetaan toisella sovituselimellä toisen kääntimen liittospisteeseen. Lisäksi on kulloisiakin ensimmäisiä tekijöitä b tai d vastaavat tulojännitteet kytketty kumpikin toisella kytkimellä, jota käytetään vastaavasti toisilla tekijöillä f ja g , myös liittospisteeseen. Molempien tyyntöelimien lähtöliittimissä ovat molemmat laskettavat summat lähtöjännitteinä.

Erikoisen merkityksellistä on tällöin, kun $f = -e$ ja $f = c$. Jos nimittäin suureet c ja e ovat kulman φ $\cos \varphi$ ja $\sin \varphi$, mahdollista laskukytkentä karteesisessa koordinaattijärjestelmän koordinaatteina b ja d annetun vektorin a vastaavien yhtälöiden

$$\begin{aligned} a_1 &= b \cdot \cos \varphi + d \cdot \sin \varphi \\ a_2 &= b \cdot \sin \varphi + d \cdot \cos \varphi \end{aligned} \quad (1)$$

esittämisen koordinaateilla a_1 ja a_2 alkuperäisen koordinaattijärjestelmän suhteen kulmaan kierretyssä koordinaattijärjestelmässä. Täten voidaan esimerkiksi pyörivän koneen vektori, jonka koordinaatit määrätään kiinteässä koordinaattijärjestelmässä vastaavilla mitta-arvoilla, muuntaa koneen mukana pyörivään koordinaattijärjestelmään. Myös päinvastainen muunnos

$$\begin{aligned} a_1 &= b \cdot \cos \varphi - d \cdot \sin \varphi \\ a_2 &= b \cdot \sin \varphi + d \cdot \cos \varphi \end{aligned} \quad (2)$$

pyörivästä koordinaattijärjestelmästä kiinteään koordinaattijärjestelmään on helposti tehtävissä.

Koordinaattien muuntamiseen voidaan käyttää suunniteltua kytkentää, jossa käytetään kahta tyyntöelintä, jolloin $\cos \varphi$:n

muodostamiseksi tuloissa $b \cdot \cos \varphi$ ja $d \cdot \cos \varphi$ tarvitaan kytkimet, joita käyttävät samat kytkentäimpulssit. Tekijän - $\sin \varphi$ muodostamiseen tulossa - $b \cdot \sin \varphi$ voidaan käyttää jo tekijän $d \cdot \sin \varphi$ muodostamiseen tarvittuja kytkentäimpulsseja, jolloin tarvitsee vain vaihtaa kytkimen avaus kytkimen sulkemiseen, mikä on mahdollista siten, että vastaavassa kytkentäimpulssihoitimessa on NOR-elin.

Keksinnön mukainen kytkentä voidaan käyttää edullisesti, jos pyörivän vektorin, esimerkiksi kolmivaihekoneen vuovektorin asema ja/tai summa on siirrettävä esimerkiksi kiinteästä koordinaattijärjestelmästä toiseen järjestelmään. Kytkennälle annetaan tällöin tuloarvoiksi kiinteän järjestelmän vektorin koordinaattiarvot, jotka voidaan saada esimerkiksi koneen staattorin mittauksista. Tällainen käyttö on selitetty lähemmin suoritusmuotoesimerkeissä.

Keksintöä selitetään lähemmin käyttöesimerkin ja suoritusmuotoesimerkin sekä neljän kuvan avulla huomioon ottaen tekniikan tason.

Kuviossa on:

kuviossa 1 vektorin asema kahdessa toistensa suhteen kiertetyssä koordinaattijärjestelmässä,

kuviossa 2 järjestelmän lohkokaavio vektorin koordinaattien muuntamiseksi toisesta koordinaattijärjestelmästä toiseen koordinaattijärjestelmään,

kuviossa 3 kuvion 2 lohkokaaavion kytkentätekninen toteutus tekniikan tason mukaisilla elementeillä ja

kuviossa 4 kuvion 2 mukaisen lohkokaaavion kytkentätekninen toteutus keksintöä käyttämällä.

Käyttöesimerkin kohteena on epätahtikoneen kenttään kohdistettu säätö. Staattorikäymityksissä kulkevat virrat voidaan koota staattorivirtavektoriksi i , jonka koordinaatit on annettu staattorin koordinaattijärjestelmään vastaavista mittauksista. Staattorin suureista (virrat ja jännitteet) voidaan määrätä myös magneettivuovektorisumma Ψ .

Julkaisun DE-PS 19 41 312 mukaan voidaan epätahtikonetta ohjata ja säätää saattamalla sen staattorivirta riippuvaksi kahdesta sähköisestä suureesta, jotka ovat kentän akseliin suhteutettuja suureita. Tätä varten jaetaan staattorivirtavektori magneettivuovektorin suuntaiseksi ja sitä vastaan kohtisuoraksi komponentiksi,

so. staattorivirta esitetään karteesisessä, magneettivuovektorin mukana pyörivässä järjestelmässä. Kentän suuntainen virtakomponentti määrää silloin kentän summan ja kenttää vastaan kohtisuora komponentti koneen momentin. Kuviossa 1 on staattorin koordinaattijärjestelmän koordinaatit merkitty merkeillä s_1 ja s_2 ja kentän koordinaattijärjestelmän koordinaatit merkeillä f_1 ja f_2 . Komponentit i_{s1} ja i_{s2} ovat virtavektorin staattoriin suhteutettuja komponentteja ja i_{f1} sekä i_{f2} kenttään suhteutettuja komponentteja. Kulma f on kenttävektorin ψ tai siihen kuuluvan yksikkövektorin f_1 ja vektorin s_1 välinen kulma.

Tehtäväksi tulee siis laskea vektorin perusvektorin suuntainen ja sitä vastaan kohtisuora komponentti, jolloin perusvektorin ja vektorin koordinaatit on annettu kulloinkin karteesisen koordinaattijärjestelmän koordinaatteina. Koska perusvektori pyörii ja vektorin asema perusvektorin suhteen muuttuu, ovat laskukytkentään annettavat tulosuureet ajallisesti muuttuvia, jolloin tämä muutos on kuitenkin hidas laskukytkennän toimintataajuuteen verrattuna.

Ensiksi täytyy magneettivuovektorin staattoriin suhteutetut koordinaatit muuntaa vastaaviksi yksikkövektorin koordinaateiksi, jotta uuden koordinaattijärjestelmän asema, so. kulma f saataisiin selville. Tähän tarkoitukseen sopii kuviota 2 vastaava vektori-analyssaattori, kuten esimerkiksi US-patentissa nro 3 671 731 on esitetty. Tällöin tulosuureet ψ_{s1} ja ψ_{s2} jaetaan ensiksi jakajissa 2 ja 3 vektorin summalla ψ ja jakajien lähtösuureet kerrotaan kertojissa 4 ja 5 tulosuureilla ψ_{s1} ja ψ_{s2} niin, että summaavassa liittospisteessä 6 on suure $\psi_{s1}^2/\psi + \psi_{s2}^2/\psi$. Tämä suure ψ , joka voidaan ottaa liittospisteestä 6, johdetaan samalla jakajien 2 ja 3 jakajan tuloliittimiin.

Jakajan 2 lähtöliittimessä on siis suure $\psi_{s1}/\psi = \cos\psi_s$, joka voidaan ottaa lähtöliittimestä 8. Vastaavaan lähtöliittimeen 7 johdetaan suure $\psi_{s2}/\psi = \sin\psi_s$ jakajan 3 lähtöliittimestä.

Tämän perusvektorin ψ analyysin jälkeen tapahtuu sitten vektorin i muuntaminen vektorinpyörittäjässä 10, kuten esimerkiksi mainitussa patentissa DE-PS 19 41 312 on kuviossa 6 esitetty. Tämä koodrinaattien muuntaminen tapahtuu tunnetun kaavan (1) mukaan:

$$\begin{aligned} i_{f1} &= i_{s1} \cos f_s + i_{s2} \sin f_s \\ i_{f2} &= -i_{s1} \sin f_s + i_{s2} \cos f_s \end{aligned} \quad (3)$$

Koska pulssinleveyden kertominen voidaan suorittaa suurella tarkkuudella, olisi toivottavaa, että kuviossa 2 esitetty lohko-kaavio voitaisiin toteuttaa pulssinleveyden kertojassa.

Kuviossa 3 on numerolla 20 osoitettu jo johdannossa mainittu pulssinleveyden kertoja. I-elimien 21 toiseen tuloliittimeen on kytketty x-lähetä ja ensimmäisen vaihtokytkimen 22 lähtöliitin. I-elimien lähtöliitin on kytketty raja-arvon ilmoittajaan 23, joka antaa binäärin lähtösignaalin ja muuttaa signaalinsa heti, kun I-elimistä johdettu jännite on sama kuin vaihtokytkimen 22 lähtöliittimestä takaisin johdettu jännite $y' = \pm y$. Vaihtokytkintä 22 käytetään raja-arvon ilmoittajan signaalilla, joka kytkin vaihtaa kytkentää y-tuloliittimeen johdetun ja yhtäsuuren vastakkaismerkkisen jännitteen välillä, jota varten on varattu käännin 24. z-lähtöliittimessä oleva jännite kytketään myös vuorotellen kääntimen 25 ja toisen vaihtokytkimen 26 muodostamalla vaihtokytkinlaitteella tyyntöelimeen 27 raja-arvon ilmoittajan 23 tahdissa. Aikana t_1 jännite johdetaan suoraan ja aikana t_2 vastakkaismerkkisenä kytkimellä eteenpäin niin, että siihen liitetty tyyntöelin 27 muodostaa keskiarvon $U_a = (z \cdot t_1 - z \cdot t_2) / (t_1 + t_2)$. Koska aikoihin t_1 ja t_2 pätee kuitenkin yhtälö $(t_1 - t_2) / (t_1 + t_2) = x/y$, on pulssinleveyden kertojan 20 lähtöliittimessä 28 jännite $z \cdot x/y$. Annetussa käyttötapauksessa on $y = \Psi$ ja $x = z = \mathcal{P}_{s1}$, jolloin vektorien yksittäisille määresuureille ja niihin kuuluville jännitteille on valittu samat tunnuksat.

Pulssinleveyden kertoja 20 käsittää siis kuviossa 2 olevan jakajan 2 ja kertojan 4 yhdistelmän suureen Ψ_{s1}^2 / Ψ muodostamiseksi. Suureen Ψ_{s2}^2 / Ψ muodostamiseen käytetään täysin samalla tavalla rakennettua pulssinleveyden kertojaa 30. Molempien pulssinleveyden kertojien lähtösignaalit lasketaan yhteen summaimessa 31, jonka perään on kytketty käännin 32, jotta saataisiin tasajännite $\Psi = (\Psi_{s1}^2 + \Psi_{s2}^2) / \Psi$, joka johdetaan molempien pulssinleveyden kertojien y-tuloliittimiin ja lisäksi se voidaan ottaa lähtöliittimestä 33. Tällöin ei suureita $\cos \mathcal{P}_s = \Psi_{s1} / \Psi$ ja $\sin \mathcal{P}_s = \Psi_{s2} / \Psi$ muuteta tasajännitteiksi, vaan impulssijonoksi (sakarakäyräksi), esimerkiksi "High" ja "Low" signaaleista, jotka johdetaan johtimilla 34, 35 vektorianalysointirista.

Näitä impulssijonoja voidaan käyttää impulssinleveyden kertomiseen vektorinpyörittäjässä 40. Yhtälön $i_{\mathcal{P}1} = i_{s1} \cdot \cos \mathcal{P}_2 + i_{s2}$

$\sin \varphi_s$ muodostamiseen käytetään kaksoiskertojaa 41. Tuloliittimeen 42 johdetaan jännite i_{s1} , joka johdetaan analogisesti kääntimen 43 ja vaihtokytkimen 44 avulla etumerkkiä vuorotellen tyyntöelimeen 45. Vaihtokytkintä 44 käytetään suureen $\cos \varphi_s$ muodostavalla impulssi-jonolla johtimen 34 välityksellä. Tyyntöelimessä 45 muodostetaan sitten keskiarvo laskemalla kytkentäkestoja t_1 ja t_2 vastaavat painotetut jännitteet $+i_{s1}$ ja $-i_{s1}$, jotka muodostavat ensimmäisen tulon.

Toinen tulo muodostetaan tuloliittimessä 46 olevasta tulojännitteestä i_{s2} toisen kääntimen 47, vaihtokytkimen 48 (jota käytetään suureen $\sin \varphi_s$ muodostavilla kytkentäimpulsseilla johtimen 35 välityksellä) tyyntöelimen 49 avulla. Molemmat tulot lasketaan välittömästi yhteen. Koska tyyntöelin ja summain kootaan edullisesti operaatiovahvistimista, on perään kytketty käännin tarpeen oikean etumerkin aikaansaamiseksi.

Toinen kaksoiskertoja 50 yhtälön $i_{f2} = -i_{s1} \sin \varphi_s + i_{s2} \cos \varphi_s$ muodostamiseksi voi olla rakennettu analogisesti aivan samalla tavalla ja sen suureiden i_{s1} ja i_{s2} tai $\sin \varphi_s$ ja $\cos \varphi_s$ on kytketty myös johtimiin 42, 46 tai 34, 35. Tämän lisäksi tarvitaan vain negatiivisen etumerkin muodostamiseen käännin 51.

Tällainen rakenne mahdollistaa tulojen summan laskemisen suurella tarkkuudella. Tällöin tullaan toimeen kahdella kytkentäimpulssigeneraattorilla. Tällainen kytkentäimpulssigeneraattori käsittää, kuten on selitetty, raja-arvon ilmoittajan 23, jonka lähtösignaali on binäärinen ja johon on annettu saha-aaltojännitekäyrä ja apujännite (tässä tapauksessa $y' = \pm \Psi$) ja joka muuttaa lähtöjännitettään joka kerta, kun saha-aaltokäyrä leikkaa apujännitteen.

Tulosuureet Ψ_{s1} ja Ψ_{s2} tai i_{s1} ja i_{s2} ovat kiertokenttäkooneen taajuutta vastaavasti ajasta riippuvia. Nämä ajasta riippuvuudet tasottuvat tulojen summaa muodostettaessa kuitenkin suurin piirtein ja tuloksena olevat suureet Ψ tai i_{e1} ja i_{e2} ovat vähemmän ajasta riippuvia. Ellei nyt kulloinkin summanmuodostukseen tarvittuja tyyntöelimiä (esim. 43 ja 47) viritetä keskenään huolellisesti, niin voi summattaessa esiintyä värähtelyjä kytkettyjen summanvahvistimien tuloliitännässä, jotka värähtelyt vääristävät ajasta riippuvuutta. Lisäinterferenssejä voi syntyä siitä syystä, että käytetään kahta, eri taajuuksilla toimivaa saha-aaltogeneraattoria.

Keksinnön mukaan suoritetaan tulojen summanmuodostus laskukytkennässä 60 (kuvio 4), joka korvaa rakenneosat 25, 26, 27, 25',

26', 27', 31 ja 32. Summan $\Psi_{s1} \cos \varphi_s + \Psi_{s2} \sin \varphi_s$ muodostamiseen käytetään nyt vain yhtä ainoaa tyyntöelintä 51, edullisesti operaatiovahvistinta 61, jonka vastakytkentä käsittää vastuksen ja kapitan sin rinnankytkennän. Tämän operaatiovahvistimen tuloliittimessä 62 on liitospiste, joka aikaansaa operaatiovahvistimeen kytkettyjen tulojännitteiden summauksen. Laskukytkentään syötettävät ensimmäiset tekijät Ψ_{s1} ja Ψ_{s2} johdetaan tähän liitospisteeseen yhteisellä kääntimellä 63 ja vastuksella 64. Lisäksi kytketään nämä tekijät kytkimillä 65 ja 66 ja vastaavilla vastuksilla 67 ja 68 tähän liitospisteeseen, jolloin vastusten 67 ja 68 resistanssi on kulloinkin puolet vastuksen 64 resistanssista ja ne toimivat sovituselimenä, jonka vahvistuskerroin on 2. Kytkimet 65 ja 66 sulkemalla lisätään siis kääntimen 63 antamiin, käännettyihin jännitteisiin niitä kaksi kertaa suuremmat jännitteet Ψ_{s1} ja Ψ_{s2} tässä liitospisteessä niin, että kytkimen sulkuaikana (t_1) tulojännitteillä on alkuperäinen etumerkkinsä ja aukioloaikana (t_2) päinvastainen etumerkki. Kytkimiä 65 ja 66 käytetään analogisesti aivan samalla tavalla kuin kuviossa 3 olevia kytkimiä 26, 26' kytkentäimpulsseilla, jotka ovat pulssinleveyden kertolaskussa tekijöinä $\cos \varphi$ ja $\sin \varphi$.

Tämän laskukytkennän 50 kytkentätekniset kustannukset ovat suhteellisen pienet. Erikoisen edullista siinä on se, että pulssitettujen jännitteiden tyyntö tapahtuu vasta niiden summauksen jälkeen yhteisessä tyyntöelimessä ja tyyntöelimen viivästys vaikuttaa siksi samalla tavalla molempiin summattaviin. Siinä ei synny mitään häiritseviä interferenssejä.

Kytkimien 65 ja 66 kytkentäimpulssien muodostus voi periaatteessa tapahtua, kuten kuviossa 3. Kuitenkin voidaan käyttää edullisesti kuvion 4 mukaista järjestelmää, jossa tullaan toimeen yhdellä ainoalla, vakiotaajuuden kehittäväällä saha-aaltogeneraattorilla. Tällainen, saksalaisessa patentissa P29 08 942.7 selitetty saha-aaltogeneraattori on merkitty numerolla 70. Tämä generaattori käsittää taajuudenturin 71, joka vaihtokytkinlaitteen kytkimien 72 avulla kytkee tuloliittimessä 73 tulojännitteen etumerkkiä vuorotellen integraattoriin 74. Integraattorin lähtösignaali on kolmiokäyrä, joka johdetaan vaihtokytkinlaitteen tuloliittimessä olevaan liitospisteeseen 75 vastakytkentäpiirillä, jossa on tasasuuntaaja, esimerkiksi täysaaltotasasuuntaaja 76, tyyntöelin 77, sovi-

tuselin 78 ja PI-säädin 79. Täysaaltotasasuuntauksessa vastaa tyyntöelimen 77 lähtösignaalin amplitudi kolmiojännitteen puolta amplitudia. Tämän vuoksi tämä signaali kaksinkertaistetaan sovituselimesssä 78 ja kun sitä verrataan PI-säätimen tuloliittimessä tuloliittimessä 73 olevaan jännitesignaaliin, aikaansaadaan se, että saha-aaltajännitteen amplitudi on tarkassa suhteessa navassa 73 olevaan tulojännitteeseen. Tässä tapauksessa napaan 73 johdetaan laskukytken 60 lähtöjännite Ψ .

Tällä tavalla kehitetty saha-aaltovertausjännitekäyrä johdetaan kahteen raja-arvon ilmoittajaan 80 ja 81, joihin on kytketty raja-arvoiksi jännitteet Ψ_{s1} ja Ψ_{s2} . Nämä raja-arvonilmoittajat kehittävät binäärisen signaalin, joka kulloinkin muuttuu vertailujännitekäyrän ja irtikytkettyjen raja-arvojen leikkauspisteessä. Näitä signaalijonoja (sakara-aaltojännitekäyriä) voidaan nyt käyttää kytkentäsignaaleina suureita $\cos f_s = \Psi_{s1}/\Psi$ ja $\sin f_s = \Psi_{s2}/\Psi$ muodostettaessa. Tällöin on mahdollista myös suureiden $-\cos f_s$ ja $-\sin f_s$ muodostaminen siten, että impulssien tehtävät vastaavien kytkimien sulkemisessa ja avaamisessa vaihdetaan. Tämä voi tapahtua niin, että kummankin raja-arvonilmoittimen perään kytketään kieltoväline (NOR-elin) 82, 83, joka kääntää raja-arvonilmoittajien binäärisen lähtösignaalin arvon. Koska laskukytken 60 kytkimet 65 ja 66 johtavat tulojännitteet alkuperäisine merkkeineen vain silloin tyyntöelimeen 61, kun raja-arvonilmoittajat 80 ja 81 reagoivat, so. vertailusaha-aaltojännitekäyrä on raja-arvojen Ψ_{s1} ja Ψ_{s2} yläpuolella ja kun tyyntöelin antaa pulssitettujen tulojännitteiden negatiivisen keskiarvon, otetaan kytkentäimpulssit kytkimille 65 ja 66 NOR-elimien 82, 83 lähtöliittimestä.

Suureiden i_{f1} ja i_{f2} laskemiseksi kaavan (3) mukaan kerrotaan suureiden $\overline{\cos f}$ ja $\overline{\sin f}$ sakara-aaltokäyrät vektorinpyörittämässä 90 tulojännitteillä i_{s1} ja i_{s2} . Tällainen vektorinpyörittäjä voidaan rakentaa edullisesti myös keksinnön mukaiseen laskukytkentään. Ensiksi muodostetaan summa $a_1 = b \cdot c + d \cdot e$, jolloin tuloliittimiin b ja d kytketään suureet i_{s1} ja i_{s2} , tuloliittimiin c ja e suureet $\sin f_s$ ja $\cos f_s$. Tämän lisäksi summataan aivan samalla tavalla kuin laskentakytken 60 jännitteet b ja d kääntimen 91 tuloliittimessä. Kääntimen lähtösignaali johdetaan vastuksella 92 tyyntöelimeen 93. Lisäksi johdetaan jännitteet b ja d kytkimillä 94 ja 95 ja vas-

taavilla vastuksilla 96 myös tyyntöelimen 93 tuloliittimeen. Kun vastuksien 96 resistanssi on kulloinkin puolet vastuksen 92 resistanssista, vaikuttavat ne, kuten sovituselien ja kaksinkertaistavat kytkimistä 94 ja 95 tulevat jännittet, jotka liitetään tuloliittimessä 93 lisäävästi kääntimestä 91 tulevaan jännitteeseen. Suure $a_1 = i_{f1}$ voidaan ottaa tyyntöelimen 93 lähtöliittimestä.

Suureen i_{f2} muodostamiseksi täytyy samanaikaisesti muodostaa summa $a_2 = b \cdot f + d \cdot g$. Tämä tapahtuu siten, että kääntimen 91 lähtösignaali johdetaan toisella vastuksella 87 tyyntöelimeen 98. Lisäksi lisätään jännitteet b ja d kytkimillä 100 ja 101 ja vastuksilla 102 tyyntöelimen 98 tuloliittimessä kääntimen lähtöjännitteeseen. Kun vastusten 102 resistanssi on jälleen puolet vastuksen 97 resistanssista, muodostavat ne sovituselimen, joka kaksinkertaistaa siinä olevan jännitteen. Summa otetaan lähtöliittimestä a_2 .

Kaavan (3) toteuttamiseksi käyttävät NOR-elimien 82 ja 83 lähtöimpulssit kytkimiä 94 ja 95. Kun tässä tapauksessa on asetettava $f = -e$ ja $g = c$, käyttää jännitteelle b kuuluvaa toista kytkintä 100 kytkimeen 95 kuuluvan kytkentäsignaalin komplementtignaali, so. tarvittava etumerkin kääntö johdetaan loogisella vaihdolla raja-arvonilmoittajan 81 samasta lähtösignaalista. Kytkimiä 101 ja 94, joita tarvitaan saman tekijän $\cos f_s$ muodostamiseen, käytetään raja-arvonilmoittajan 80 samalla lähtösignaalilla.

Myös vektorinpyörittäjän 90 suhteen pätee se, että käyttämällä jokaisen summan muodostukseen yhteistö tyyntöelintä, vältetään häiritsevien, ajallisten vääristymien esiintyminen suurin piirtein, koska jokaisen summan kaikkiin tekijöihin vaikuttaa vastaavan tyyntöelimen sama viiveaika. Tällöin jää aikaa kuluttava viritystyö kokonaan pois. Lisäksi ilmenee tästä vektorinpyörittäjästä vielä entistä selvemmin, että keksintö vähentää kytkentätekniisiä kustannuksia melkoisesti.

Keksinnön mukaisen laskukytken edut saavutetaan jo yksistään vektorianalysointorilla tai vektorinpyörittäjällä ja lisääntyvässä määrässä molemmista rakenneosista kootulla kytkennällä ja myös muilla kytkennöillä, joissa on muodostettava summa kahden tekijän useista tuloista. Tällä tavalla voidaan muodostaa yksinkertaisesti myös kolmen tai useamman tulon summa. Kuviossa 4 esitetylle järjestelmälle on epäoleellista, palautetaanko suureet $\cos f_s$ ja

$\sin \varphi_s$ muodostavassa vektorianalyssaattorissa kytkennän lähete Ψ kytkentäimpulssien muodostamiseen tarvittavaan saha-aaltogeneraattoriin tai välitetäänkö se muulla tavalla. Lisäksi vektorinpyörittäjää 80 voidaan käyttää myös kaavan (2) toteuttamiseen, jos esimerkiksi kenttään suhteistetussa järjestelmässä annettu vektori on muunnettava takaisin staattoriin suhteistettuun järjestelmään. Tässä tapauksessa on vain muutettava kulmafunktioiden etumerkit, so. kiellettyä vain vastaavat kytkentäimpulssit.

Patenttivaatimukset:

1. Pulssinleveydenkertoja, jossa tulon ensimmäistä tekijää vastaava tulojännite on kytkettävissä kytkimen ja kääntimen avulla etumerkkiä vuorotellen tyyntöelimeen ja kytkintä käytetään tulon toista tekijää edustavilla leveysmoduloduilla impulsseilla, t u n n e t t u siitä, että summan ($\sum_i b_i c_i$) laskemiseksi kunkin kahden tekijän (b_i, c_i) tuloista kaikille tulonmuodostuksille laskettavan summan ($\sum_i b_i \cdot c_i$) rajoissa on varattu yhteinen tyyntöelin (61), jossa on sen eteen sijoitettu liitospiste (62), että kulloinkin tulon ensimmäistä tekijää ($b_i = \psi_{s1}, \psi_{s2}$) vastaavat tulojännitteet on kytketty yhteiseen kääntimeen (63), että kääntimen lähtöjännitteet ja erillisten, jokaisen tulon kahta tekijää ($\bar{c}_i = \overline{\cos \varphi_s}, \overline{\sin \varphi_s}$) edustavilla kytkentäimpulsseilla käytettävien kytkimien (65, 66) kautta myös ensimmäisiä tekijöitä ($b_i = \psi_{s1}, \psi_{s2}$) vastaavat tulojännitteet on kytketty sovituselimen (67, 68, 64) avulla liitospisteeseen, ja että laskettava summa ($\psi_{s1} \cos \varphi_s + \psi_{s2} \sin \varphi_s$) on otettu tyyntöelimen (s1) lähdöstä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kertoja, t u n n e t t u siitä, että jokaisen tulon toisten tekijäin muodostamiseksi kummallekin on varattu raja-arvonilmaisina, jolla on binäärinen lähtösignaali (80, 81) ja jolle on annettu saha-aaltojännitekäyrä ja tekijää vastaava apujännite, ja että raja-arvonilmaisina muuttaa lähtösignaalinsa joka kerta saha-aaltojännitekäyrän ja apujännitteen leikkauskohdassa.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen kertoja, t u n n e t t u siitä, että kaikille tuloille kehitetään saha-aaltojännitekäyräksi yhteinen kolmiokäyrä, jonka amplitudi on ennaltamäärätty ja taajuus on vakio, ja että apujännitteet on annettu tulojen toisiin tekijöihin verrannollisina kolmioamplitudin murto-osina.

4. Patenttivaatimuksien 1 - 3 mukainen kertoja, t u n n e t t u siitä, että kahden summan $a_1 = b \cdot c + d \cdot e$ ja $a_2 = b \cdot f + d \cdot g$ samanaikaiseksi muodostamiseksi kulloinkin ensimmäisiä tekijöitä vastaavat tulojännitteet ($b = i_{s1}, d = i_{s2}$) on kytketty toisen, toisten tekijöiden ($f = -\sin \varphi_s, g = \cos \varphi_s$) mukaisesti käytettävän kytkimen (100, 101) ja toisen sovituselimen (92, 96) kautta toisen tyyntöelimen (98) eteen sijoitettuun toiseen

liitospisteeseen, johon on kytketty myös kääntimen (91) lähtöjännite, ja että laskettava toinen summa ($a_2 = i\varphi_2$) on otettu toisen tyyntöelimen (98) lähdöstä.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen kertoja, t u n n e t t u siitä, että silloin kun $f = -e$ ja $g = c$, on näiden tekijöiden f ja g muodostamiseen tarvittavat toisten kytkimien (100, 101) kytkentäimpulssit otettu tekijäin e ja c muodostamiseen käytetyistä kytkentäimpulsseista ja negatiivinen etumerkki on saatu kääntöelimen (83) avulla.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukaisen kertojan käyttö vektorianalyssaattorissa ja/tai vektorinkiertäjässä kiertokenttäkoneiden kenttään kohdistettua säätöä varten.

Patentkrav:

1. Pulsbreddmultiplikator, i vilken en ingångsspänning som motsvarar den första faktorn i en produkt medelst en omkopplare och en inverter med alternerande förtecken kan kopplas till en glättningsdel och i vilken omkopplaren manövreras medelst breddmodulerade impulser som representerar den andra faktorn i produkten, k ä n n e t e c k n a d därav, att för beräkning av en summa $(\sum_i b_i c_i)$ ur produkter av två faktorer (b_i, c_i) i varje enskilt fall för alla produktbildningar inom summan som skall beräknas $(\sum_i b_i \cdot c_i)$ tillhandahålles en gemensam glättningsdel (61) med ett förlagrat anslutningsställe (62), att ingångsspänningarna som i varje enskilt fall motsvarar den första faktorn $(b_i = \psi_{s1}, \psi_{s2})$ i en produkt är anslutna till en gemensam inverter (63), att inverters utgångsspänningar och även de ingångsspänningar som motsvarar de första faktorerna $(b_i = \psi_{s1}, \psi_{s2})$ är över separata omkopplare (65, 66), som manövreras medelst kopplingsimpulser som representerar de andra faktorerna $(\bar{c}_1 = \overline{\cos \varphi_s}, \overline{\sin \varphi_s})$ i varje produkt, medelst proportionaldelar (67, 68, 64) anslutna till anslutningsstället, och att summan $(\psi_{s1} \cos \varphi_2 + \psi_{s2} \sin \varphi_s)$ som skall beräknas uttages vid utgången av glättningsdelen (s1).

2. Multiplikator enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att för bildande av de andra faktorerna i varje produkt i varje enskilt fall tillhandahålles en gränsvärdesgivare med en binär utgångssignal (80, 81), vilken i förväg givits en sågtandspänningskurva och en hjälpspänning som motsvarar faktorn, och att gränsvärdesgivaren i varje enskilt fall vid skärningspunkten av sågtandspänningskurvan och hjälpspänningen ändrar sin utgångssignal.

3. Multiplikator enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att för alla produkter som sågtandspänningskurva alstras en gemensam triangelkurva med förutbestämd amplitud och konstant frekvens och att hjälpspänningarna givits som bråkdelar av triangelamplituden som är proportionella mot de andra faktorerna i produkterna.

4. Multiplikator enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att för att samtidigt kunna bilda två summor $a_1 = b \cdot c + d \cdot e$ och $a_2 = b \cdot f + d \cdot g$ är i varje

enskilt fall ingångsspänningarna ($b = i_{s1}$, $d = i_{s2}$), som motsvarar de första faktorerna, över en ytterligare omkopplare (100, 101) som manövreras i enlighet med de andra faktorerna ($f = -\sin \varphi_s$, $\bar{g} = \overline{\cos \varphi_s}$), och över en ytterligare proportionaldel (92, 96) kopplade till ett ytterligare anslutningsställe framför en ytterligare glättningsdel (98), till vilket anslutningsställe även inverterns (91) utgångsspänning är kopplad, och att den andra summan ($a_2 = i \varphi_2$) som skall beräknas uttages vid utgången av den ytterligare glättningsdelen (98).

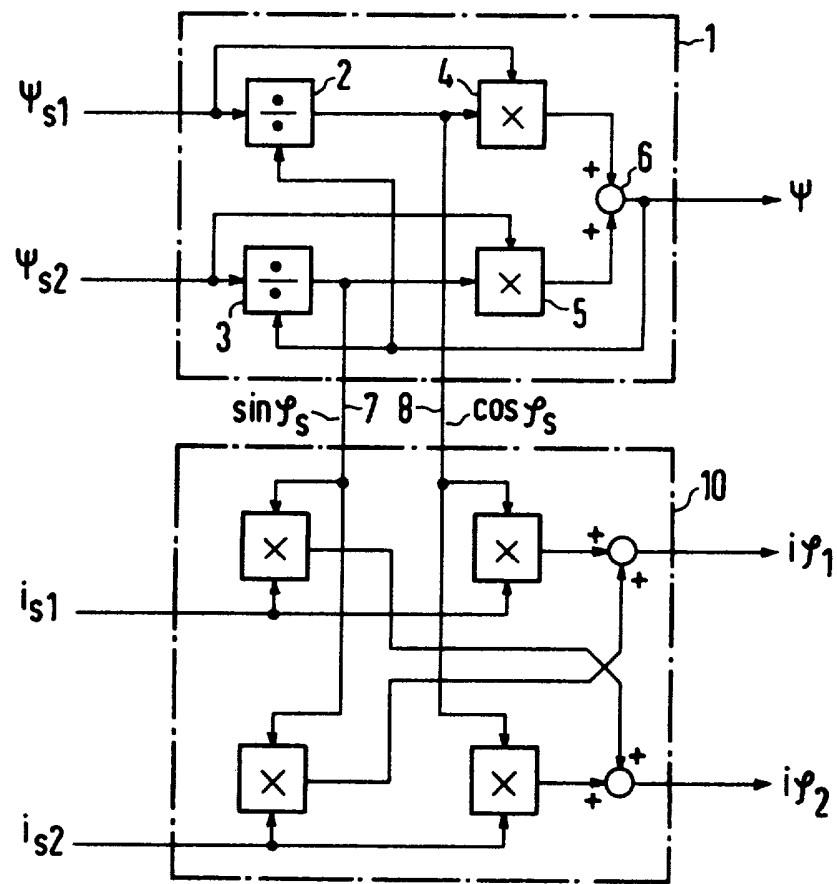
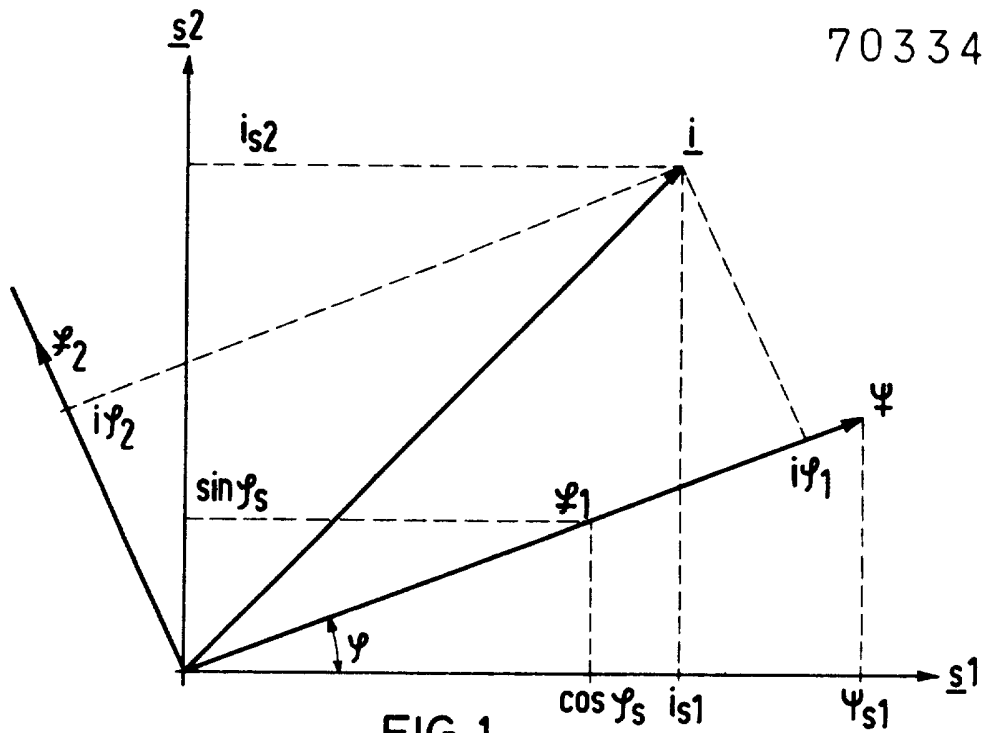
5. Multiplikator enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k - n a d därav, att i fall $f = -e$ och $g = c$ uttages de för bildande av dessa faktorer f och g behövliga kopplingsimpulserna i de ytterligare omkopplarna (100, 101) ur de för bildande av faktorerna e och c använda kopplingsimpulserna och det negativa förtecknet erhålles via en inversionsdel (83).

6. Användning av multiplikatorn enligt något av patentkraven 1 - 5 vid en vektoranalysator och/eller en vektorvridare för fältorienterad reglering av vridfältmaskiner.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Kuulutusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 1 170 685 (42 m - 14), 1 239 507 (42 m 4 - 7/16).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 466 460 (G 06 g 7/12), 3 536 904 (G 06 g 7/16), 3 569 688 (G 06 g 7/16).



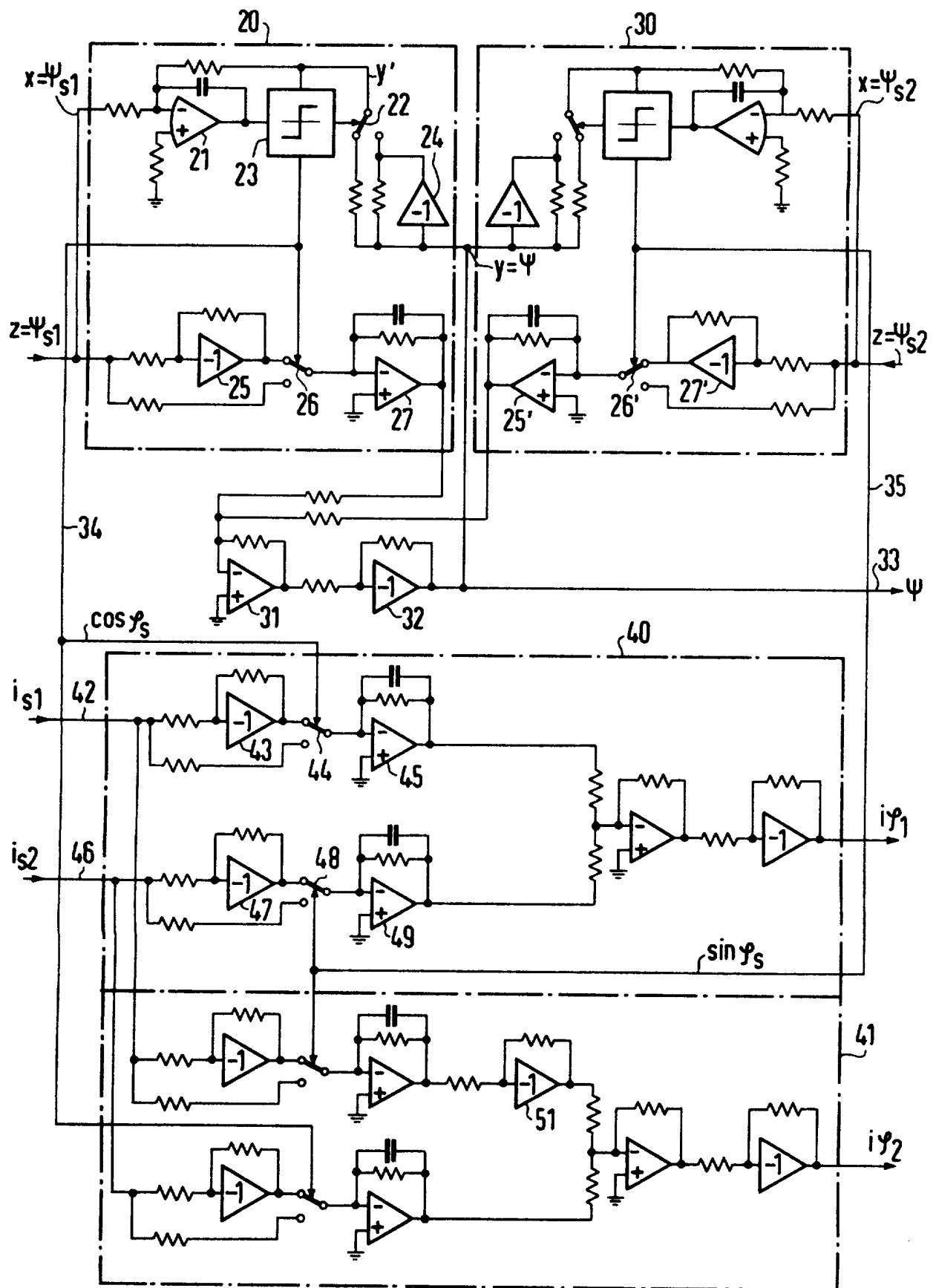


FIG 3

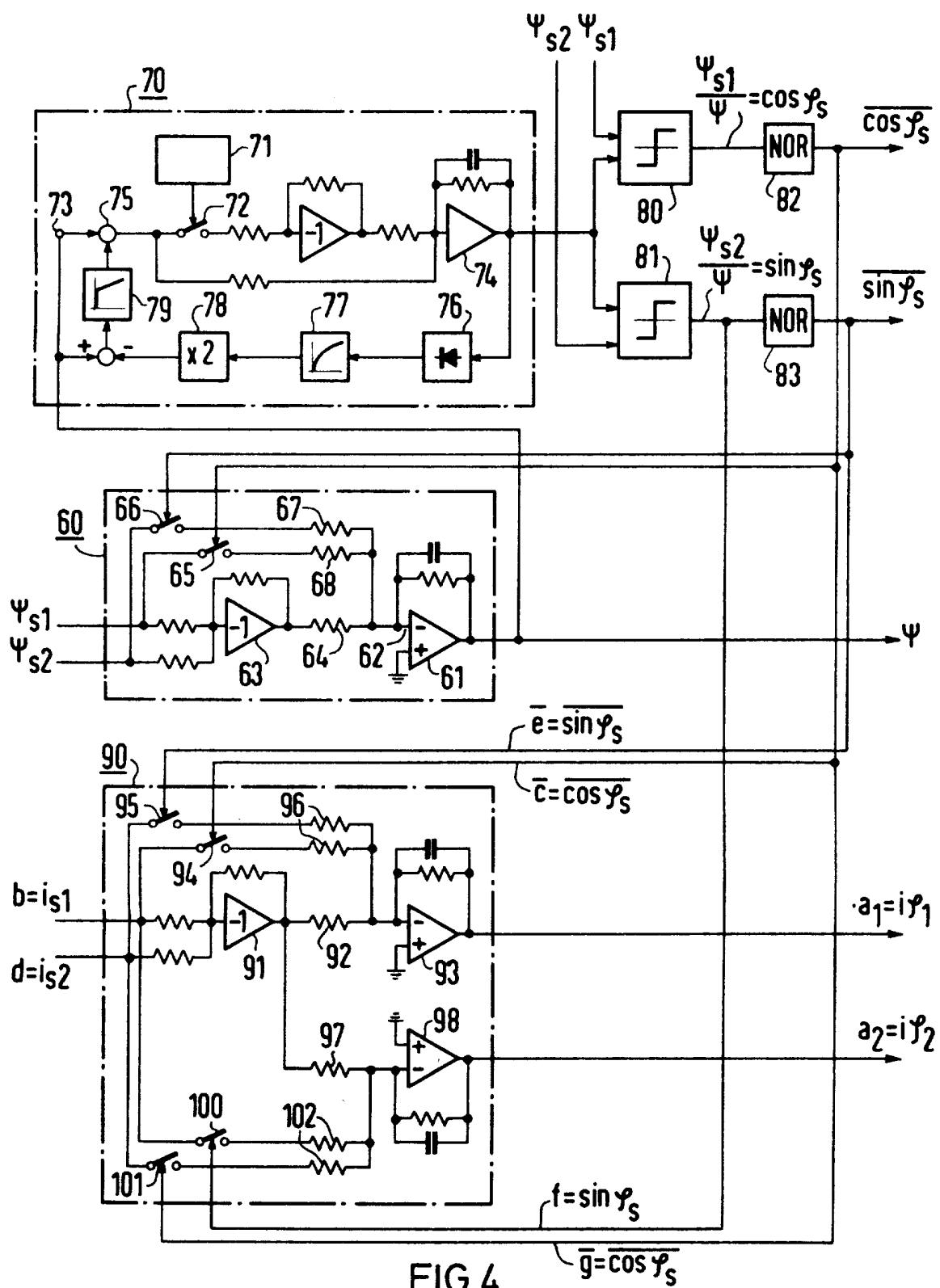


FIG 4