

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) **FI 854938 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentsökan - Patent application **854938**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**H02M 5/257
B23K 9/10**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **13.12.1985**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **13.12.1985**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **15.06.1986**

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

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

14.12.1984 CH 5945/84-6

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Elpatronic AG, Baarerstrasse 117 Zug, Switzerland, SVEITSI, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Tengler, Hermann, Switzerland, SVEITSI, (CH)

2 • Mettler, Paul, Switzerland, SVEITSI, (CH)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Leitzinger Oy, High Tech Center, Tammasaarenkatu 1, 00180 Helsinki

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

Kyllästysvalvontalaite ja ohjausmenetelmä frekvenssimuuntaja-hitsauslaitetta varten.

Mättningsövervakningsanordning och styrförfarande för frekvensomvandlar-svetsanordning.

*Patenttivaatimusten neljä painovirhettä
kehoitetaan korjaamaan.*

HYV. 1.1.1971.

1
L6

Kyllästymisenvalvontajärjestely ja ohjausmenetelmä taajuusmuuttajahitsauslaitetta varten. - Mättningsövervakningsanordning och styrförfarande för frekvensomvandlar-svetsanordning.

Keksintö kohdistuu järjestelyyn taajuusmuuttajahitsauslaitetta varten hitsausmuuntajan kyllästymisen valvomiseksi, joka muuntaja saa ohjauslaitteen ohjaamilta tehopuolijohteilta positiivisia ja negatiivisia virtapulsseja ja jonka sydämessä on kolme haaraa, joista keskihaara kannattaa ensiö- ja toisiokäämiä.

Keksintö kohdistuu lisäksi menetelmään taajuusmuuttajahitsauslaitteen ohjaamiseksi.

Aikaisemmin tunnetaan (DE-patenttijulkaisu 11 25 573) valvontalaite vastushitsauslaitteita varten, jossa valvotaan hitsausmuuntajan jännitettä. Höyry- tai kaasupurkausputkilla varustettuja vastushitsauslaitteita käytettäessä on välttämätöntä valvoa hitsausvirtaa ja purkausputkia, koska jo yhden putken vikaantuessa ensiksikin virrasta tulee riittämätön kunnollisen hitsausjäljen aikaansaamiseen ja toisaalta seurauksena on kytketyn hitsausmuuntajan epäsymmetrinen magnetointi ja siten mahdollisesti sen tuhoutuminen. Tässä tunnetussa valvontalaitteessa hitsaustoimituksen valvonnassa tulevat käytännön syistä kysymykseen vain ensiövirran ja ensiöjännitteen valvonta. Tähän tarkoitukseen käytetään apumuuntajaa, joka on kytketty hitsausmuuntajan ensiökäämin rinnalle ja jännitteen esiintyminen tarkastetaan relepiirin ja ohjattavan kytkinelementin sarjakytken avulla ja tästä johdetaan päätös "sytytys suoritetaan" tai "sytytystä ei suoriteta". Tällä tunnetulla valvontalaitteella hitsausmuuntaja voidaan suojata vain jatkuvilta ei sallituilta virroilta, joita voi syntyä muuntajan rautasydämen kyllästymisestä johtuen putkihaaran vikaantumisen tai voimakkaasti epäsymmetrisen vaiheleikkauksen seurauksena. Kyllästymistä sinänsä, joka voi aiheutua myös silloin,

kun yhtään putkihaaraa ei ole vikaantunut tai kun voimakkaasti epäsymmetristä vaiheleikkausta ei esiinny, ei ilmeisestikään voida välttää tällä tunnetulla valvontalaitteella. Tunnetussa valvontalaitteessa on lisäksi haittana, että muuntajan tilan määrittämiseksi lähdetään ensiöpiirissä suoritetusta mittauksesta, kun sitä vastoin kuvaavampia suureita olisivat muuntajan muunto-ominaisuudet (toisiojännite tai toisiovirta).

Paremmen kuvan saamiseksi muuntajan tilasta eräässä tunnetussa muuntajan ja sen kytkinlaitteiden suojausjärjestelyssä (DE-kuulutusjulkaisu 10 29 457) muuntajan magneettivuota jäljitellään likimääräisesti kyllästyvässä kuristimessa. Tämän tunnetun laitteen tarkoituksena on varmistaa, että määrätty kytkentävirrän maksimiarvot säilytetään oikeavaiheisella päälle- ja poiskytkennällä siten, että muun muassa huolehditaan siitä, että muuntaja kytketään aina sellaisella jännitteen puoliallolla, joka on vastakkainen viimeksi kytketylle puoliallolle. Lisäksi on tarkoituksena estää, että putkien niin sanottua vastarinnankytkentää käytettäessä toisen putken vikaantuessa sen seurauksena muuntajalle kytkettäisiin vain enää toisen suuntaiset puoliallot. Tässä tapauksessa tapahtuisi nimittäin määrätyn puoliallojen lukumäärän jälkeen muuntajan kyllästyminen. Tunnetun järjestelyn tarkoituksena on täten kytkeä muuntaja oikea-aikaisesti pois siten, että muuntaja ja kytkinlaitteet tulevat suojatuiksi mahdollisesti erittäin suurten kyllästymisvirtojen jatkumiselta. Järjestely sisältää muuntajan rinnalle kytketyn sarjakytkennän, jossa on vastus ja kyllästyvä kuristin, jonka kyllästymisvuon on oltava ainakin yhtäsuuri kuin puoliallon jänniteaikaintegraali, jotta puoliallon jäädessä pois tai kuristimen väärän päällekytkentähetken tapauksessa kuristin kyllästyy ja vastukseen syntyy jännitepulssi, jota käytetään laukaisutoiminnan käynnistämiseen. Tässä tunnetussa laitteessa on haittana, että suojattavan muuntajan kyllästymistila voidaan määrätä vain likimääräises-

ti, koska kyllästyvä kuristin on kytketty muuntajan ensiökäämiin ja lisäksi muuntajan tila on määrättävä kuristimen tilasta.

Aikaisemmin on tosin tullut tunnetuksi koejärjestely hitsausmuuntajia varten (Meyer, K.: Sättungsvorgänge in periodisch geschalteten, einphasigen Transformatoren zur Widerstandsschweissung und Verfahren zum Schutz stromrichter-gesteuerter Widerstandsschweissanlagen, Dissertation, Technische Universität Berlin, 1962), jossa vuon havaitsemiseen käytetään hitsausmuuntajan sydämellä olevaa toista toisiokäämitystä. Tämä koejärjestely on kuitenkin vain Hypersil-hitsausmuuntajien sähköisen tilan tutkimista varten ja se johti siihen tulokseen, että tällaisissa hitsausmuuntajissa toimintasuureiden vaihtelusta käytännön hitsauksessa johtuvaa kyllästymistä ei voida välttää, minkä vuoksi kyllästymisen rekisteröinnistä ei myöskään voitu johtaa mitään päätöstä. Tällä tunnetulla koejärjestelyllä voitiin siten määrättyissä olosuhteissa tosin valvoa hitsausmuuntajan kyllästymistilaa, hitsauskäytön osalta tämä kyllästymisen oli kuitenkin sallittava. Tunnettu koejärjestely johti tämän vuoksi siihen, että Hypersil-hitsausmuuntajien tapauksessa palattiin ensiöjännitteen havaitsemiseen, millä on edellä esitetyt haitat ja jota ei voida käyttää sellaisessa hitsausmuuntajassa, jossa kyllästymisen ylipäänsä on vältettävä.

Taajuusmuuttajahitsauslaitteissa esiintyy lisäksi muita ongelmia, joita ei voida poistaa edellä selitetyillä tunnetuilla laitteilla ja järjestelyillä. Selitystä varten seuraavassa viitataan kuvioihin 1a, 1b ja 2, jotka esittävät yksittäisen hitsausvirtapulssin virran nousua ja virran laskua, samaa pulssia taajuusmuuttajaohjauksen tapauksessa sekä kyllästymisdiagrammia maksimaaliselle hitsausvirranohjaukselle.

Yksittäiselle hitsausvirtapulssille on käytettävissä määrätty hitsausvirta I_s ja hitsausaika t_s . Hitsauskoneen käyttäjän on valittava hitsausaika t_s siten, että hitsausmuuntaja ei tule kyllästymisalueelle, koska tällä alueella ensiövirta kohoaa halutun arvonsa yläpuolelle ja ohjatut tehopuolijohteet, joiden välityksellä virtapulssit syötetään hitsausmuuntajalle, voisivat vaurioitua. Tasasuuntaajakoneen käyttäjä valitsee siten kuvion 2 mukaisen diagrammin avulla kuvion 1a mukaisen hitsauspulssin pituuden ja taajuusmuuttajakoneen käyttäjä valitsee kuvion 1b mukaisen pulssin kestoajan t_s , toisin sanoen jakaa kuvion 1a mukaisen yksittäispulssin tässä valitussa esimerkissä kolmeksi yhtäpitkäksi napaisuudeltaan vuorottelevaksi yksittäispulssiksi, jolloin kuitenkin kuvion 2 kaavion mukaista sallittua aikaa ei saa ylittää. Kun käyttäjä siirtyy kuvion 2 diagrammin mukaisesti esimerkiksi portaasta 3/sarjakytkentä portaaseen 1/rinnakkaiskytkentä, tällöin on myös hitsausaikaa lyhennettävä neljällä verkkojaksolla, jotta hitsausmuuntaja ei tulisi 99 % hitsausvirtaohjauksen yläpuolella olettettuun kyllästymiseen. Koska ohjauslaitteen ohjausohjelma, johon koneenkäyttäjä syöttää hitsausvirran ja hitsausajan lisäksi vielä esipuristusajan, jälkipuristusajan, nostoajan, mahdollisen taukoajan, pulssilukumäärän, alkuvirran ja nousuajan, ei sisällä sisäänrakennettua varmistusta, joka suojaisi konetta näiden parametrien ei sallitun valinnan tai verkon ylijännitteentapauksessa ylikuormitukselta ja ohjattuja tehopuolijohteita suurien kyllästysvirtojen aiheuttamalta tuhoutumiselta, muuntajadiagrammeihin on varokeinona sisällytetty tietty varmuusreservi, joka kuitenkin estää hitsausmuuntajan optimaalisen hyväksikäytön.

Lisäksi käyttäjän on hitsausvirranohjauksessa otettava huomioon hitsausmuuntajan ominaisuuksien ohella myös materiaalien vaatimukset. Hitsattaville materiaaleille on olemassa kokemusperäisiä arvoja taulukkomuodossa. Käyttäjän on luettava sallitut parametrit diagrammilehdiltä, jotka ovat erilaisia jokaiselle konetyypille. Tämä on monimutkaista eikä se sulje pois

väärää parametrivalintaa, kuten esimerkiksi väärää hitsausporasta. Kun parametrivalinnan virheet ovat suuria, varmuusreservi voi lopulta ylittyä ilman, että käyttäjä huomaa tätä ajoissa. Tämä voitaisiin saavuttaa vain kyllästymisen valvon-
nalla, johon edellä selitetyt tunnetut järjestelyt ja laitteet eivät kuitenkaan esitetyistä syistä sovellu.

Taajuusmuuttajakoneen nykyisissä hitsausvirranohjauksissa on aina toimittava samanpituusilla napaisuudeltaan vuorottelevilla osapulsseilla, koska vain yhtäpitkillä napaisuudeltaan vuorottelevilla pulsseilla voidaan estää muuntajan joutuminen kyllästystilaan. Jos koneen käyttäjä kuitenkin suorittaa puls-
sijaon virheellisesti, esimerkiksi valitsee kaksi osapulssia kolmen osapulssin sijasta, tällöin kumpikin osapulssi on liian pitkä niin, että hitsausmuuntaja voi kaikesta huolimatta joutua kyllästystilaan, vaikka se toimii yhtäpitkillä pulsseilla (edellytettäessä, että mainittu varmuusreservi ylitetään).

Keksinnön tehtävänä on toteuttaa johdannossa mainitun kaltainen järjestely siten, että se havaitsee varmasti kyllästymisen saavuttamisen hitsausmuuntajassa ja parantaa taajuusmuuttaja-
hitsauslaitteen ohjausta siten, että se on vähemmän riippuvainen käyttäjän suorittamasta parametrien antamisen luotettavuudesta ja sallii hitsausmuuntajan optimaalisen hyväksikäytön.

Tämän tehtävän ratkaisulle on keksinnön mukaan tunnusomaista mittauskäämi, joka on jaettu kahdelle keskihaarasta lähtevälle ikeelle ja jonka molemmat mittauskääminosat on kytketty sarjaan, mittauskäämiin yhdistetty generaattori määrätyn taajuisen mittausjännitteen kehittämiseksi ja generaattorin kanssa rinnan mittauskäämiin yhdistetty ilmaisimpiiri, joka tehopuo-
lijohteiden ohjauksen estävän signaalin kehittämiseksi määrää mittausjännitteen ja vertailujännitteen välisellä vertauksella, milloin mittauskäämin induktiivinen vastus alittaa kyllästymistä vastaavan kynnsarvon.

Keksinnön mukainen järjestely antaa tarkan tiedon hitsausmuuntajan sydämen kyllästymiskäyttäytymisestä ja katkaisee tehopuolijohteiden syttytyksen kyllästymistä vastaava kynnysarvo saavutettaessa. Tällöin virta voidaan antaa kuvion 1a mukaisena (tasavirtamuodossa), koska jako pulsseihin muuntajan maksimaalista hyväksikäyttöä vastaavasti kyllästymiseen asti voidaan tällöin ohjata automaattisesti. Koska mittauskäämistä saatu jännite pienenee kyllästymistä lähestyttäessä, kyllästymistä vastaavan kynnysarvon sopivalla valinnalla voidaan estää hitsausmuuntajan joutuminen kyllästystilaan. Kun hitsausmuuntajan kyllästymistä voidaan keksinnön mukaisesti valvoa, tarvitaan myös paljon pienemmät varmuusreservit. Hitsausmuuntajaa voidaan siten käyttää hyväksi optimaalisesti.

Patenttivaatimuksien 2 - 5 mukaisissa keksinnön toteutuksissa vältetään varmasti se, että verkkohäiriöt vaikuttaisivat haitallisesti mittaustuloksiin.

Patenttivaatimuksien 6 ja 7 mukaisissa keksinnön toteutuksissa estetään hitsauskäytössä värähtelykykyisen tilan syntyminen kyllästymisestä riippuvassa päälle- ja poiskytkennässä.

Keksinnön mukaisen järjestelyn käyttö patenttivaatimuksen 8 mukaisessa ohjausmenetelmässä johtaa taajuusmuuttajahitsauslaitteen käytön ja ohjauksen ylläpitävään yksinkertaistumiseen. Ohjaus yksinkertaistuu hitsausvirran ohjauksen ennakolta valittavien parametrien osalta, koska enää tarvitsee valita vain hitsausvirta ja kokonaishitsausaika, mutta ei hitsausajan jakoa määrättyyn lukumäärään osahitsauspulsseja, joiden lukumäärä on nykyisissä ohjausmenetelmissä valittava kyllästysdiagrammin avulla siten, että hitsausmuuntaja ei joudu kyllästysalueelle. Kun jokainen hitsauspulssi kestää ennalta valitun hitsausajan puitteissa niin kauan, kunnes kyllästymistä vastaava kynnysarvo saavutetaan, ohjaus määrää itsenäisesti hitsausajan jakautumisen mielivaltaisen pituisiin yksittäispuls-

seihin. Taajuusmuuttajahitsauslaite on siten vähemmän riippuvainen käyttäjän antamien parametrien luotettavuudesta keksinnön mukaista kyllästymisenvalvontajärjestelyä käytettäessä.

Jotta keksinnön mukainen kyllästymisenvalvontajärjestely voisi vaikuttaa ohjaukseen, riittää yksinkertaisesti, kun asetetaan käytettäväksi digitaalinen signaali, jolla on tilat "kyllästymistä vastaavaa kynnysarvoa ei saavutettu" ja "kyllästymistä vastaava kynnysarvo saavutettu". Tätä varten ilmaisimpiirissä verrataan komparaattorilla kyllästymiseen kääntäen verrannollista tasajännitesignaalia vertailuarvoon. Jos tasajännite on suurempi kuin vertailuarvo, komparaattorin lähdössä on looginen 1, jos jännite on pienempi, saadaan looginen 0. Loogiset signaaliarvot voidaan kääntää komparaattoria seuraavalla invertterillä oikeisiin arvovastaavuuksiin niin, että tällöin tarkoittaa "0" = "kyllästymistä vastaavaa kynnysarvoa ei ole saavutettu" ja "1" = "kyllästymistä vastaava kynnysarvo saavutettu". Tavanomaisissa jo olemassa olevissa hitsausvirran ohjauksissa tarvitaan tällöin vain digitaalinen lisätulo mainittuja binaarisignaaleja varten ja digitaalinen lähtö hälytysosoitusta varten. Niissä ei kuitenkaan enää tarvita pulssilaskuria, joka toteaa onko ennalta valittu pulssilukumäärä saavutettu, koska pulssilukumäärää ei enää tarvitse valita ennakolta.

Seuraavassa selitetään lähemmin keksinnön erästä suoritusesimerkkiä piirustuksiin viittaamalla. Piirustuksissa esittävät

kuvio 1a - 1b selittäviä kaavioita,

kuvio 2 portaittain kytkettävän hitsausmuuntajan kyllästymisdiagrammia,

kuvio 3 piirikaaviota taajuusmuuttajahitsauskoneesta, jossa on keksinnön mukainen kyllästymisenvalvontajärjestely,

kuvio 4 yksityiskohtaista esitystä kuvion 3 hitsausmuuntajan sydäimestä magneettivuon jakautumiseen,

kuvio 5 yksityiskohtaista esitystä kuvion 3 hitsausmuuntajaan kytketystä keksinnön mukaisesta kyllästymisenvalvontajärjestelystä,

kuvio 6 käyrädiagrammeja, jotka on mitattu kuvion 3 mukaisen taajuusmuuttajakoneen toiminnassa käytettäessä keksinnön mukaista kyllästymisenvalvontajärjestelyä,

kuvio 7 taajuusmuuttajahitsauskoneen, jossa ei ole keksinnön mukaista kyllästymisenvalvontajärjestelyä, ohjauksen vuokaaviota,

kuvio 8 taajuusmuuttajahitsauskoneen, jossa on keksinnön mukainen kyllästymisenvalvontajärjestely, ohjauksen vuokaaviota ja

kuvio 9 keksinnön mukaiseen kyllästymisenvalvontajärjestelyyn sisältyvän ilmaisimpiirin yksityiskohtaista piirikaaviota.

Kuvio 3 esittää taajuusmuuttajahitsauskonetta, jossa on hake-
tähtikytketty kolmivaiheinen verkkomuuntaja TR1, jonka lähtö-
puolella on sijoitettu kolme paria tyristorien TH1 - TH6 muo-
dostamia ohjattuja puolijohteita vastarinnankytkentään. Vuoro-
suuntaisen tasasuuntauksen avulla hitsausmuuntajaan TR2 syöte-
tään positiivisia ja negatiivisia virtapulsseja. Näiden virto-
jen amplitudi, niiden kesto aika sekä ajallinen kulku asetel-
laan tarkasti toimivalla digitaalisella ohjauslaitteella 202,
joka ohjaa sopivilla ohjaussignaaleilla kolmea tyristoriparia.
Hitsausmuuntajan TR2 kyllästymisen välttämiseksi ja sen pitä-
miseksi magneettisessa tasapainossa, ohjauslaite huolehtii li-
säksi peräkkäisten pulssien oikeasta napaisuudesta. Ohjauslai-
tetta 202 tukee tällöin lisäksi kyllästymisenvalvontajärjeste-

ly, joka muodostuu elektronisesta piiristä 203 ja hitsausmuuntajan TR2 sydämelle 206 lisäksi sjoitetusta mittauskäämistä 208.

Kuviossa 4 on esitetty yksityiskohtaisesti hitsausmuuntajan TR2 sydän 206 käämeineen. Sydämessä 206 on keskihaara 206a ja kaksi ulkohaaraa 206b, jotka on yhdistetty toisiinsa ikeillä 206c. Keskihaaraan 206a on sijoitettu ensiökäämi W1 ja toisio-käämi W2 esitetyllä tavalla. Mittauskäämi 208 muodostuu kahdesta samanlaisesta mittauskäämin osasta 208' ja 208'', jotka on kumpikin sijoitettu yhdelle ikeistä 206c keskihaaran 206a molemmille puolille ja kytketty sarjaan. Kummallakin ikeellä 206c on siten puolet mittauskäämin kerrosmäärästä. Nm. mittauskäämiin 208 tuodaan seuraavassa vielä lähemmin selitettävällä tavalla mittausjännite. Mittauskäämin osin 208' ja 208'' synnyttämät vuot kumoutuvat keskihaarassa 206a niin, että mittausjännite ei vaikuta muuntajan hitsausvirtaan. Ensiökäämin W1 indusoima vuo ei aiheuta rezultoivaa jännitettä mittauskäämiin, koska käämin osien 208' ja 208'' jännitteet kumoavat toisensa. Energian siirtäminen ja signaalin siirtäminen ovat siten täydellisesti toisistaan erotettuja.

Kuvio 5 esittää yksityiskohtaisempaa esitystä kyllästymisenvalvontalaitteesta. Mittauskäämiin 208 on liitetty elektroninen piiri 203, joka sisältää ilmaisimpiirin 204 ja signaalitaajuusgeneraattorin 220. Signaalitaajuusgeneraattori 220 on kytketty mittauskäämiin 208, generaattorin sisäinen vastus Ri on noin 100 ohmia ja se synnyttää suorakulmiojännitteen, jonka signaalitaajuuden arvo on alueella 5 - 20 kHz ja edullisimmin noin 10 kHz. Mittauskäämin ohminen vastus on tässä merkityksellömän pieni ja induktiivinen vastus riippuu sydämen 206 magneettisesta tilasta, sydänmateriaalista ja kierrosluvusta. Signaalitaajuusgeneraattorin 220 ja mittauskäämin 208 välisiin yhteyksiin on kytketty rinnan ilmaisimpiirin 204 tulo (navat 2 ja 3), ja ilmaisimpiirin 204 lähtö (navat c22, 7 - 12) on yhdistetty ohjauslaitteeseen 202 (kuvio 3). Ilmaisimpiiri 204

muodostuu ylipäästösuotimesta 204a, joka estää kaikki 1 kHz alapuolella olevat taajuudet ja päästää läpi kaikki 1 kHz yläpuolella olevat taajuudet, amplitudidemodulaattorista 204b ja diskriminaattoripiiristä 204c. Suodin 204a estää verkkohäiriöiden tunkeutumisen hitsausmuuntajan TR2 kautta ilmaisinpiiriin 204. Suodin 204a antaa lähtöön sinijännitteen, jonka taajuus vastaa generaattorisignaaliaa. Tämä jännite otetaan jännitteenjakajasta, jonka sisäinen vastus R_i ja mittauskäämi 208 muodostavat, ja se edustaa resurtoivaa jännitettä, joka on käytettävissä vielä mittauskäämissä. Kun hitsausmuuntajan TR2 ensiö- ja toisiokäämissä kulkevat virrat kyllästävät sydämen 206, sydämen magneettinen tila muuttuu ja mitä enemmän tämä kyllästyy sitä pienemmäksi tulee kelan magneettinen vastus ja siten myös mittauskäämistä 208 otetun jännitteen amplitudi. Amplitudidemodulaattori 204b antaa lähtöönsä tasajännitteen, joka on verrannollinen signaalitaajuuden sinijännitteen $\hat{u}_F$ amplitudiin. Jännitteen $\hat{u}_F$ amplitudi on puolestaan verrannollinen mittauskäämin 208 magneettiseen vastukseen, joka riippuu suoraan sydämen 206 kyllästymistilasta. Mitä enemmän sydän 206 kyllästyy, sitä enemmän magneettiset kenttäviivat kulkevat ilman kautta, jolloin mittauskäämin 208 magneettinen vastus tulee sitä pienemmäksi niin, että lopulta vaikuttaa vain enää pieni kuparivastus. Diskriminaattoripiiriä 204c on selitetty enemmän myöhemmin kuvioon 9 viitaten.

Kuvio 6 havainnollistaa kyllästymisenvalvontajärjestelyn toimintatapaa yksipulssisen hitsauksen esimerkkiin liittyen. Kuvion 6a käyrä esittää kellosignaaleja, jotka kehittää ohjauslaitteeseen 202 sisältyvä kellogeneraattori (ei esitetty). Käyrä 6d esittää hitsausvirtaa I_s (mitattu ohitusvastuksen jännitteenä u). Käyrä 6c esittää amplitudidemodulaattorin 204b lähtösignaalia. Kuvion 6 vasemmasta osasta voidaan siten havaita, että hitsausvirran I_s kasvaessa amplitudidemodulaattorin lähtösignaali pysyy aluksi lähes muuttumattomana. Kun hitsausmuuntaja lähestyy kyllästymistä, amplitudidemodulaattorin lähtösignaali alkaa pudota. Kun se saavuttaa kyllästymistä

vastaavan kynnysarvon, jonka kehittämistä selitetään enemmän seuraavassa kuvioon 9 ja diskriminaattoripiiriin 204c viitta-
ten, kehitetään kuviossa 6b esitetty estosignaali (komparaat-
tori N11 kuviossa 9), joka estää seuraavien sytytyspulssien
antamisen tyristoreille TH1 - TH6 (kuvio 3). Estosignaali an-
netaan napaan c22 kuviossa 9. Kyllästymistä vastaava kynnysar-
vo valitaan siten, että sydämen 206 kyllästymisen vältetään
varmasti.

Kuvion 9 piirikaaviossa signaalitaajuusgeneraattori 220, suo-
din 204a ja amplitudidemodulaattori 204b on ympäröity piste-
katkoviivoilla. Näitä kolmea piirielementtiä ei tarvitse se-
littää yksityiskohtaisesti, koska ne ovat tavanomaisia kauppal-
lisesti saatavia piirejä. Kuvion 9 mukaisessa piirissä käyte-
tyt komponentit ilmenevät selityksen lopussa esitetystä osa-
luettelosta. Mainittujen piirielementtien lisäksi kuviossa 9
on esitetty diskriminaattoripiiri 204c, joka sisältää kompa-
raattorin N11 ja jolla kyllästymistä vastaava kynnysarvo ase-
tellaan. Tämän kyllästymiskynnysarvon asettelu tapahtuu ase-
teltavalla vastuksella R104. Tältä vastukselta otetaan jänni-
te, joka johdetaan komparaattorin N11 invertoivaan tuloon.
Komparaattorin N11 ei-invertoivassa tulossa 7 on amplitudide-
modulaattorin 204b lähtöjännite. Komparaattori N11 vertaa mo-
lempia jännitteitä ja liipaisee kyllästymiskynnysarvo saavu-
tettaessa estosignaalin (kuvio 6b), joka tulee lähtöön c22.
Kaksi rinnankytkettyä diodia V101 ja V102 on yhdistetty ku-
viossa 9 esitetyllä tavalla toiselta puolelta invertterin V3
välityksellä komparaattorin N11 lähtöön ja toiselta puolelta
vastuksen R105 välityksellä komparaattorin N11 invertoivaan
tuloon. Tällä piirillä kehitetään hystereesi, jotta kyllästy-
miskynnysarvo, joka saa kyllästymisenvalvontalaitteen havahtu-
maan, on suurempi kuin arvo, joka asettaa sen jälleen lepoti-
laan. Muussa tapauksessa voisi muodostua värähtelykykyinen ti-
la.

Hystereesi synnytetään seuraavasti. Vastuksen R104 asettelu määrää määrätyn vertailujännitteen, jolla kyllästymisenvalvontajärjestelyn on havahduttava. Kun se on havahtunut, tätä vertailujännitettä korostetaan niin, että poiskytkennän (estosignaalin oikea reuna kuviossa 6b) kynnsarvo ei ole sama kuin päällekytkennän tapauksessa. Vastuksen R104 komparaattorin N11 invertoivaan tuloon 6 antama vertailujännite pysyy aluksi samana, kun sitä vastoin komparaattorin N11 ei-invertoivassa tulossa 7 oleva mittausjännite laskee kyllästymisaluetta kasvavasti lähestyttäessä ja pienenee vertailujännitteen alapuolelle. Kun mittausjännite alittaa vertailujännitteen, komparaattori N11 antaa binaarisignaalin nolla, joka lähtönavan c22 eteen kytketty invertteri V3 muuntaa binaarisignaaliaksi yksi. Sama ykkössignaali tulee myös diodeille V101 ja V102 ja se johdetaan vastuksen R105 välityksellä komparaattorin vertailujännitetuloon 6, minkä vaikutuksesta vertailujännite on suurempi kyllästymisenvalvontajärjestelyn havahtumisen jälkeen. Kun vertailujännite on nyt suurempi, kyllästymisen on oltava pienempi tämän signaalin kytkemiseksi jälleen lepotilaan ja erikoisesti pienempi kuin se kyllästymisen, joka on osoittanut, että kyllästymiskynnsarvo on saavutettu ja estosignaali on kehitetty, on jonkin verran pienempi kuin jännite, joka tällöin osoittaa, että kyllästymiskynnsarvo on jälleen alitettu. Hitsausvirta voidaan täten katkaista varmasti kaikissa tapauksissa ja lisäksi tarvittaessa voidaan estää, että seuraava tyristori sytytettäisiin samalla tavalla jälleen uudelleen.

Seuraavassa selitetään kuvioihin 1, 7 ja 8 viittaamalla kuinka kyllästymisenvalvontajärjestely yksinkertaistaa ja parantaa huomattavasti taajuusmuuttajahitsauskoneen nykyistä ohjausta. Hitsauskoneen käyttäjä asettaa halutun hitsausohjelman koodikytkimillä varustetulla ohjauspaneelilla tai vuoropuhelukonsoloin avulla. Sitä varten on asetettava, tai mikro-ohjauksen tapauksessa ohjelmoitava, joukko erilaisia ohjausparametrejä. Nykyisen ohjauksen yksinkertaisimmassa tapauksessa näitä ovat

puristusparametrit (esipuristusaika, jälkipuristusaika ja nostoaika, jotka ovat kulloinkin 0 ... 99 jaksoa), virtaparametrit, nimittäin hitsausaika t_s , (kuvio 1b), joka on 0 ... 7 jaksoa, taukoaika, joka on 1 ... 99 jaksoa, pulssilukumäärä 1 ... 999 jaksoa, alkuvirta I_A (kuvio 1a), joka on 30 ... 95 %, nousuaika t_A (kuvio 1a) 0 ... 79 jaksoa ja hitsausvirta, joka on 30 ... 99 %. Kaikki ajat mitataan tällöin jaksoina t_s . verkkotaajuuden jaksoina. Seuraavassa esimerkissä tarkastellaan vain virtaparametrejä ja oletetaan, että hitsausvirtapulssien välillä ei ole taukoajoja (kuvio 1b).

Nykyisissä ohjausmenetelmissä koneen käyttäjä asettaa kuvion 7 vähimmäisohjelman mukaisesti hitsausvirran aloitusnapaisuuden. Lisäksi käyttäjän on asetettava tietty hitsauspulssilukumäärä (kuvion 1b esimerkissä on kolme hitsauspulssia). Ohjauslaitteen 202 sisältämä pulssilaskuri, joka aluksi palautetaan, määrää onko asetettu pulssilukumäärä suoritettu vai ei. Kun ei ole, jaksolaskuri palautetaan, jotta se voi todeta verkkojaksoja laskemalla hitsausvirtapulssille, onko asetettu hitsausaika t_s' saavutettu vai ei. Kun s on palautettu nolleen, hitsausaika ei ole suoritettu, minkä vuoksi tuloksena on EI. Vaiheleikkausohjauksen sytytyskulma asetellaan tällöin hitsausvirran asetuksen mukaisesti, jotta haluttu hitsausvirta voidaan saavuttaa. Tyristorisytytys vapautetaan tällöin yhdeksi verkkojaksoksi ja jaksolaskuria kasvatetaan ykkösellä, koska vapautus tapahtuu yhdeksi jaksoksi. Tämän jälkeen jaksolaskuri tarkastaa jälleen, onko hitsausaika saavutettu. Näin ei taaskaan ole ja jälleen kehitetään sytytyspulssi, joka kasvatetaan jälleen jaksolaskuria ykkösellä jne., kunnes jaksolaskuri toteaa, että hitsausaika t_s' on lopussa. Jaksolaskurin kysely antaa tällöin tuloksen KYLLÄ, mikä aikaansaa hitsausvirran napaisuuden vaihtamisen. Jaksolaskuri palautetaan uudelleen ja sama toiminta toistuu napaisuudeltaan vastakkaiselle hitsauspulssille.

Kuvion 8 vuokaavio on rakenteeltaan oleellisesti samanlainen kuin kuvion 7 vuokaavio, siitä puuttuu vain pulssilaskuri, koska hitsausaikana ei pidetä osahitsauspulssien aikaa t'_s , vaan koko hitsausaikaa t_s (vrt. kuviot 1a ja 1b). Lisäksi jaksolaskurin sisällön hitsausaikaan vertaamisen jälkeen määrätään aina, onko kyllästymiskynnysarvo jo saavutettu vai ei. Tällä kyllästymisenvalvonnan huomioon ottaen toimivalla ohjauksella on seuraava kulku.

Aluksi asetetaan jälleen hitsausvirran aloitusnapaisuus (itse hitsausvirta I_s asetetaan myöhemmin sytytyskulmalla). Jaksolaskuri palautetaan noltaan. Koska sen sisältö on nolla eli pienempi kuin asetettu hitsausaika, vastauksena on EI. Kysymykseen onko kyllästyminen saavutettu on samoin vastaus EI, koska hitsaustoimitus ei ole vielä alkanut. Tämän jälkeen vaiheiden R, S ja T sytytyskulma valitaan ennakolta hitsausvirran asetuksen mukaisesti, tässä kohdassa asetetaan siis hitsausvirta I_s . Tyristorisytytys vapautetaan yhdeksi verkkojaksoksi niin, että hitsausvirta kulkee nyt yhden verkkojakson ajan, ja jaksolaskuri lisätään ykkösellä. Tarkastus onko kyllästyminen jo saavutettu, antaa jälleen tuloksen Ei, koska yhden verkkojakson jälkeen kyllästymiskynnysarvoa ei voi olla saavutettu. Tällöin hitsataan uudelleen yhden verkkojakson ajan jne., kunnes kyllästymiskynnysarvo saavutetaan.

Kuvion 8 mukaisen ohjauksen ja kuvion 7 mukaisen nykyisen ohjauksen välisenä oleellisena erona on, että hitsauspulssin pituus ei enää ole rajoitettu määrättyyn jaksolukumäärään, vaan että pulssi tehdään niin pitkäksi, että hitsausmuuntaja saavuttaa kyllästymiskynnysarvon. Täten toimitaan pulssinpituuksella, jota koneen käyttäjän ei tarvitse asettaa ennakolta ja jota käyttäjä ei myöskään voi tietää ennakolta.

Kun hitsauspulssi on päättynyt, hitsausvirran I_s napaisuus vaihdetaan. Tällöin käännetyllä hitsauspulssilla hitsataan, kunnes kyllästymiskynnysarvo jälleen saavutetaan. Mikäli hit-

sausajan päättymisen saavutettaisiin aikaisemmin, hitsaus luonnollisesti lopetetaan ennen kyllästymiskynnysarvon saavuttamista. Kuvion 7 mukaisessa ohjauksessa hitsausmuuntaja voi tahattomasti joutua kyllästymisalueelle, kun koneen käyttäjä on valinnut kuvion 2 mukaisen kyllästymisdiagrammin avulla määrätylle muuntajaportaalle sopimattoman osahitsauspulssilukumäärän, mikä on selitetty yksityiskohtaisemmin johdannossa. Kuvion 8 mukaisessa ohjauksessa käyttäjän on asetettava valituksessa esimerkissä enää vain hitsausvirta ja kokonaishitsausaika t_s ja ohjaus suorittaa tällöin automaattisesti hitsausajan ja osapulsseihin kyllästymiskynnysarvon valvonnasta riippuvaisesti. Tässä ohjausmenetelmässä ei enää tarvita yhtäpitkiä osapulsseja, koska vaihto osapulssista toiseen tapahtuu aina kyllästymiskynnysarvosta riippuvaisesti niin, että ensimmäisestä pulssista toiseen siirtymisen jälkeen toinen pulssi voi ilman muuta olla pidempi kuin ensimmäinen pulssi.

Kuviossa 6d esitetty käyrä saatiin koetoteutuksessa, minkä vuoksi hitsausvirta I_s ei laske heti nolnaan estosignaalin etureunan jälkeen (vasen reuna kuviossa 6b), vaikka kyllästymisarvo on jo saavutettu. Syynä on se, että viimeksi johtava tyristori lakkaa johtamasta vasta silloin, kun sen läpi kulkeva virta on laskenut nolnaan. Koetoteutuksessa tutkittiin vain yhdellä tyristorilla synnytettyä hitsauspulssia eli sen sytytyspulssien katkaisuun ei liittynyt vastakkaisnapaisen toisen tyristorin sytytystä. Käytännön tilanteessa johtavan tyristorin katkaisun jälkeen sytytetään seuraava vastakkaisnapainen tyristori, joka vetää tällöin virran nolnaan ja vastakkaiseen suuntaan niin, että kuvioista 6d ilmenevä katkaisuvärähtelytapahtuma jää pois.

Luettelo käytetyistä komponenteista (kuvion 9 mukainen kytkentä):

Viite- merkki	Nimitys/tunnus				
C1	tantaalikondensaattori	22 μ F	10%	35V	
C2	tantaalikondensaattori	22 μ F	10%	35V	
C3	keraaminen kerroskondensaattori	10nF	10 %	50V	
C4	keraaminen kerroskondensaattori	22nF	10 %	50V	
C6	polypropyleenikondensaattori	10nF	1%	63V	
C7	polypropyleenikondensaattori	10nF	1%	63V	
C8	polypropyleenikondensaattori	10nF	1%	63V	
C9	keraaminen kerroskondensaattori	220nF	10%	50V	
	CW30C224M245				
	B37984-J5224-K				
C14	keraaminen kerroskondensaattori	47nF	10%	50V	
	CW20C473M242				
	B37987-J5473-K				
N1	operaatiovahvisti	J-FET			
	LF411CN				
N2	nelikökomparaattori	LM 339			
N4	operaatiovahvistin	J-FET			
	LF411CN				
N5	operaatiovahvistin	J-FET			
	LF411CN				
N6	operaatiovahvistin	J-FET			
	LF411CN				
N10	kaksikko-operaatiovahvistin	LM358N			
N11	komparaattori	MC1556			
R1	metallikalvovastus	20 kohm	1%	1/4W	
R2	metallikalvovastus	20 kohm	1%	1/4W	
R3	metallikalvovastus	20 kohm	1%	1/4W	
R4	hiilikalvovastus	10 kohm	5%	1/5W	
R5	hiilikalvovastus	22 kohm	5%	1/5W	

R6	hiilikalvovastus	1 kohm	5%	1,5W
R7	hiilikalvovastus	1,8 kohm	5%	1,5W
R8	hiilikalvovastus	3,9 kohm	5%	1,5W
R9	hiilikalvovastus	150 kohm	5%	1,5W
R10	hiilikalvovastus	1 kohm	5%	1,5W
R11	hiilikalvovastus	6,8 kohm	5%	1,5W
R12	hiilikalvovastus	27 kohm	5%	1,5W
R13	hiilikalvovastus	27 kohm	5%	1,5W
R14	hiilikalvovastus	100 kohm	5%	1,5W
R21	metallikalvovastus	47 kohm	1%	1/4W
R22	metallikalvovastus	2,2 kohm	1%	1/4W
R23	metallikalvovastus	2,2 kohm	1%	1/4W
R24	metallikalvovastus	2,2 kohm	1%	1/4W
R25	metallikalvovastus	2,2 kohm	1%	1/4W
R26	metallikalvovastus	5,6 kohm	1%	1/4W
R27	metallikalvovastus	47 kohm	1%	1/4W
R28	metallikalvovastus	47 kohm	1%	1/4W
R29	metallikalvovastus	10 kohm	1%	1/4W
R30	metallikalvovastus	10 kohm	1%	1/4W
R31	metallikalvovastus	4,7 kohm	1%	1/4W
R32	metallikalvovastus	10 kohm	1%	1/4W
R33	metallikalvovastus	10 kohm	1%	1/4W
R47	metallikalvovastus	15 kohm	1%	1/4W
R48	metallikalvovastus	680 ohm	1%	1/4W
R49	hiilikalvovastus	100 kohm	5%	1/5W
R50	hiilikalvovastus	100 kohm	5%	1/5W
R69	metallikalvovastus	10 kohm	1%	1/4W
R101	metallikalvovastus	390 ohm	1%	1/4W
R102	lankapotentiometri	1 kohm	1%	1/4W
R103	metallikalvovastus	2 kohm	1%	1/4W
R104	lankapotentiometri	1 kohm	1%	1/4W
R105	metallikalvovastus	1 kohm	1%	1/4W

V1	piensignaalitransistori 1N4448 / BAX 13	NPN	50V	4nS
V6	nopea diodi 1N4448 / BAX 13	75mA	50V	4nS
V7	nopea diodi 1N4448 / BAX 13	75mA	50V	4nS
V101	diodi 1N4148 / BAX 13			
V102	1N4148 / BAX 13			

Patenttivaatimukset

1. Järjestely taajuusmuuttajahitsauslaitetta varten hitsausmuuntajan kyllästymisen valvomiseksi, joka muuntaja saa ohjauslaitteen ohjaamilta tehopuolijohteilta positiivisia ja negatiivisia virtapulsseja ja jonka sydämessä on kolme haaraa, joista keskihaara kannattaa ensiö- ja toisiokäämiä, t u n n e t t u mittauskäämistä (208), joka on jaettu kahdelle keskihaarasta (206a) lähtevälle ikeelle (206c) ja jonka molemmat mittauskääminosat (208', 208'') on kytketty sarjaan, mittauskäämiin yhdistetystä generaattorista (220) määrätyn taajuisen mittausjännitteen kehittämiseksi ja generaattorin (220) kanssa rinnan mittauskäämiin (208) yhdistetystä ilmaisimpiiristä (204), joka tehopuolijohteiden (TH1 - TH6) ohjauksen estävän signaalin (kuvio 6b) kehittämiseksi määrää mittausjännitteen ja vertailujännitteen välisellä vertauksella, milloin mittauskäämin (208) induktiivinen vastus alittaa kyllästymistä vastaan kynnysarvon.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että generaattori (220) on signaalitaajuusgeneraattori ja kehittää suorakulmiojännitteen, jonka taajuus on alueella 5 - 20 kHz.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että signaalitaajuusgeneraattori (220) kehittää suorakulmiojännitteen, jonka taajuus on 10 kHz.

4. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että ilmaisimpiiri (204) sisältää suotimen (204a), amplitudidemodulaattorin (204b) ja diskriminaattoripiirin (204c).

5. Patenttivaatimuksen 3 ja 4 mukainen järjestely, t u n -
n e t t u siitä, että suodin läpäisee kaikki taajuudet alkaen
arvosta 1 KHz.

6. Patenttivaatimuksen 4 ^{ta} ~~ja~~ 5 mukainen järjestely, t u n -
n e t t u diskriminaattoriin (204c) yhdistetystä hyste-
reesipiiristä (V101, V102, R105) mittauskäämin (208) induktiivisen vastuksen kynnysarvoa vastaavan vertailujännitteen suurentamiseksi aina kynnysarvon saavuttamisen jälkeen.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että diskriminaattoriin (204c) sisältää komparaattorin (N11), jonka ei-invertoiva tulo on yhdistetty amplitudidemodulaattorin (204b) lähtöön (5), jonka invertoiva tulo on yhdistetty jännitteenjakajaan kynnysarvoa vastaavan vertailujännitteen asettelemiseksi ja jonka lähtö on yhdistetty sekä ohjauslaitteeseen (202) että myös diodi- ja vastuspiiriin (V101, V102, R105) kautta sen invertoivaan tuloon.

8. Menetelmä taajuusmuuttajahitsauslaitteen ohjaamiseksi, t u n n e t t u siitä, että siinä käytetään jonkin patenttivaatimuksista 1 - 7 mukaista järjestelyä, että hitsaustapahtuman kokonaishitsausaika valitaan tasavirtamuotoisesti ja että sekä yksi- että monipulssihitsauksessa hitsausvirtaa kehitetään ennalta valitun hitsausajan sisällä kulloinkin kyllästymistä vastaavan kynnysarvon saavuttamiseen asti.

21
22
A 10Patentkrav

1. Anordning för en frekvensomvandlarsvetsapparat för övervakning av mättningen hos svetstransformatorn, som från effekthalvledare styrda av en styranordning får positiva och negativa strömimpulser och som har en kärna med tre grenar, av vilka mittलगrenen uppbär primär- och sekundärlindningen, k ä n n e t e c k n a d av en mätlindning (208), som uppdelats på två från mittलगrenen (206a) utgående armar (206c) och vars bägge mätlindningsdelar (208', 208'') kopplats i serie, av en med mätlindningen förenad generator (220) för alstring av en mätspänning av bestämd frekvens och av en parallellt med generatorn (220) med mätlindningen (208) förenad detektorkrets (204), som för att alstra en effekt-halvledarnas (TH1 - TH6) styrning hindrande signal (fig. 6b) fastställer genom jämförelse mellan mätspänningen och en referensspänning, när mätlindningens (208) induktiva motstånd understiger ett mättningen motsvarande tröskelvärde.

2. Anordning enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att generatorn (220) är en signalfrekvensgenerator och alstrar en rektangelspänning, vars frekvens ligger i området 5 - 20 kHz.

3. Anordning enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att signalfrekvensgeneratorn (220) alstrar en rektangelspänning, vars frekvens är 10 kHz.

4. Anordning enligt något av patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att detektorkretsen (204) består av ett filter (204a), en amplitudmodulator (204b) och en diskriminatorkrets (204c).

5. Anordning enligt patentkraven 3 och 4, k ä n n e t e c k n a d därav, att filtret genomsläpper alla frekvenser från värdet 1 kHz uppåt.

22
23

eller

6. Anordning enligt patentkraven 4 ~~och~~ 5, k ä n n e t e c k n a d av en med diskriminatorkretsen (204c) förenad hystereskrets (V101, V102, R105) för att förstora en referensspänning, som motsvarar tröskelvärde för mätlinndningens (208) induktiva motstånd, efter varje uppnående av tröskelvärde.

7. Anordning enligt patentkrav 6, k ä n n e t e c k n a d därav, att diskriminatorkretsen (204c) innehåller en komparator (N11), vars icke inverterande ingång förenats med amplituddemulatorns (204b) utgång (5), vars inverterande ingång förenats med en spänningsfördelare (R103, R104) för inställning av den tröskelvärde motsvarande referensspänningen och vars utgång förenats såväl med styranordningen (202) som med dess inverterande ingång via en diod- och motståndskrets (V101, V102, R105).

8. Förfarande för styrning av en frekvensomvandlarsvetsanordning, k ä n n e t e c k n a d därav, att användes en anordning enligt något av patentkraven 1 - 7, att den totala svetstiden för ett svetsskede väljes likströmformat och att såväl vid en- som flerpulssvetsning alstras svetsströmmen inom den valda svetstiden alltid tills det mättningen motsvarande tröskelvärde uppnås.

Fig. 1a

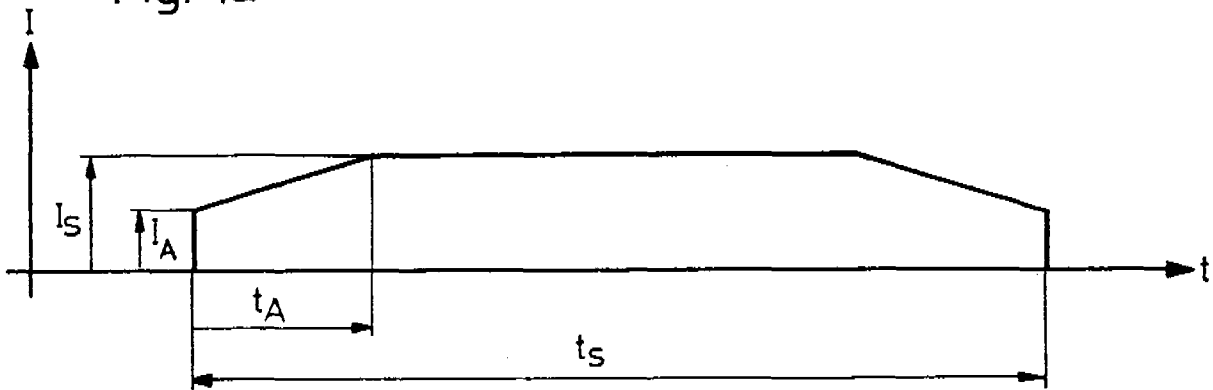


Fig. 1b

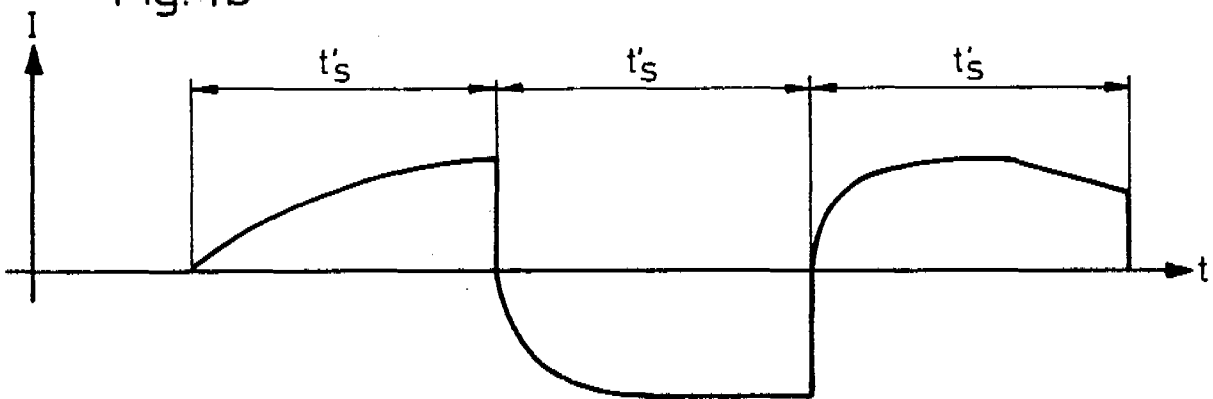


Fig. 1c

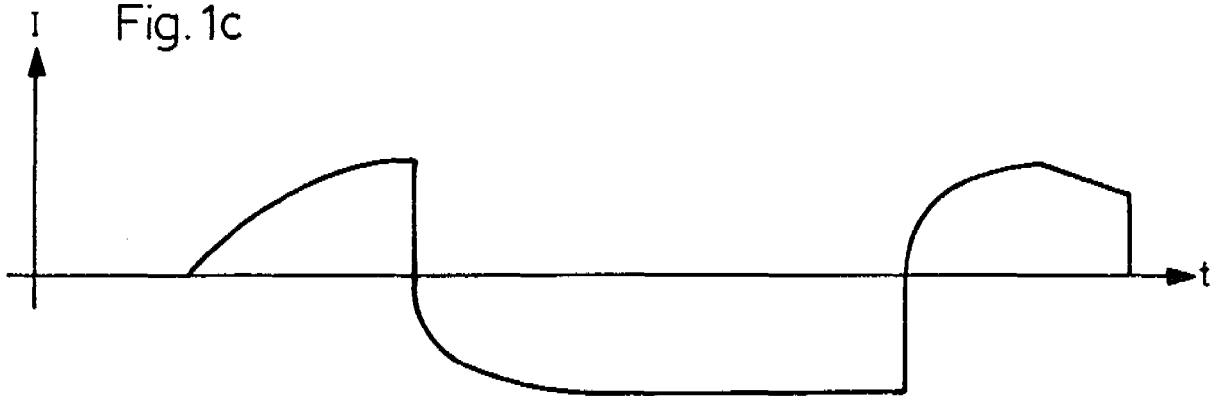
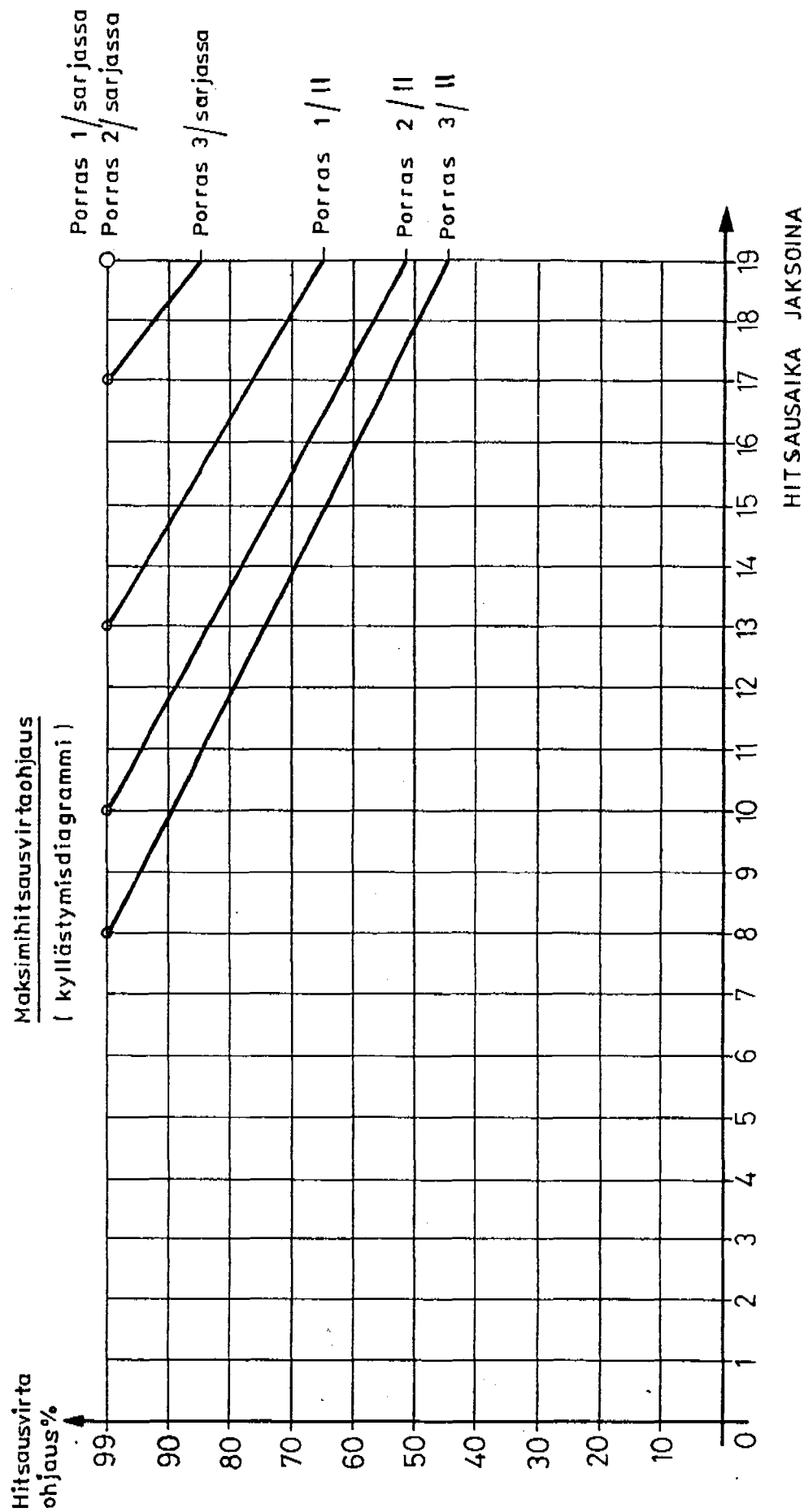


Fig.2



mitattu avoimella toisiopiirillä
pohjakuormavastus: $2 \times 9 \Omega$ II = $4,5 \Omega$

Fig.3

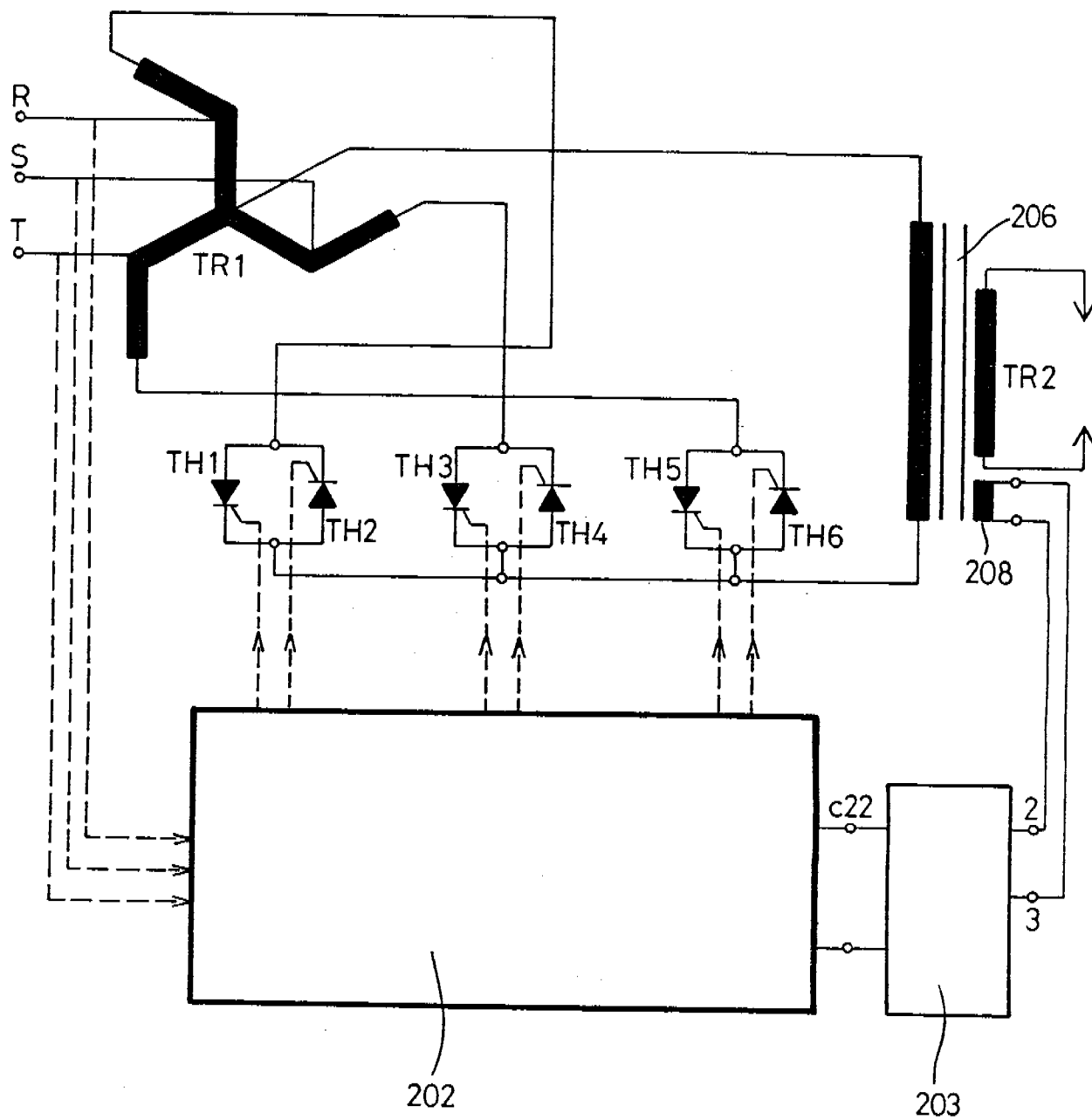


Fig. 4

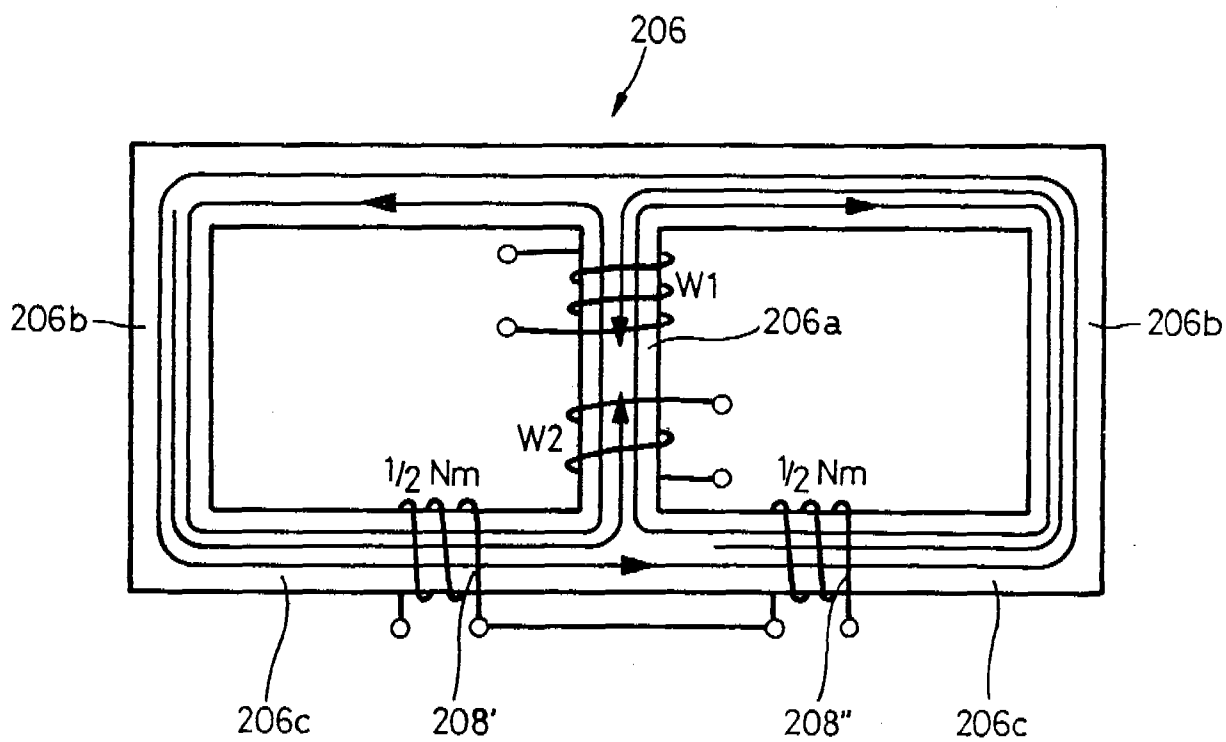


Fig. 5

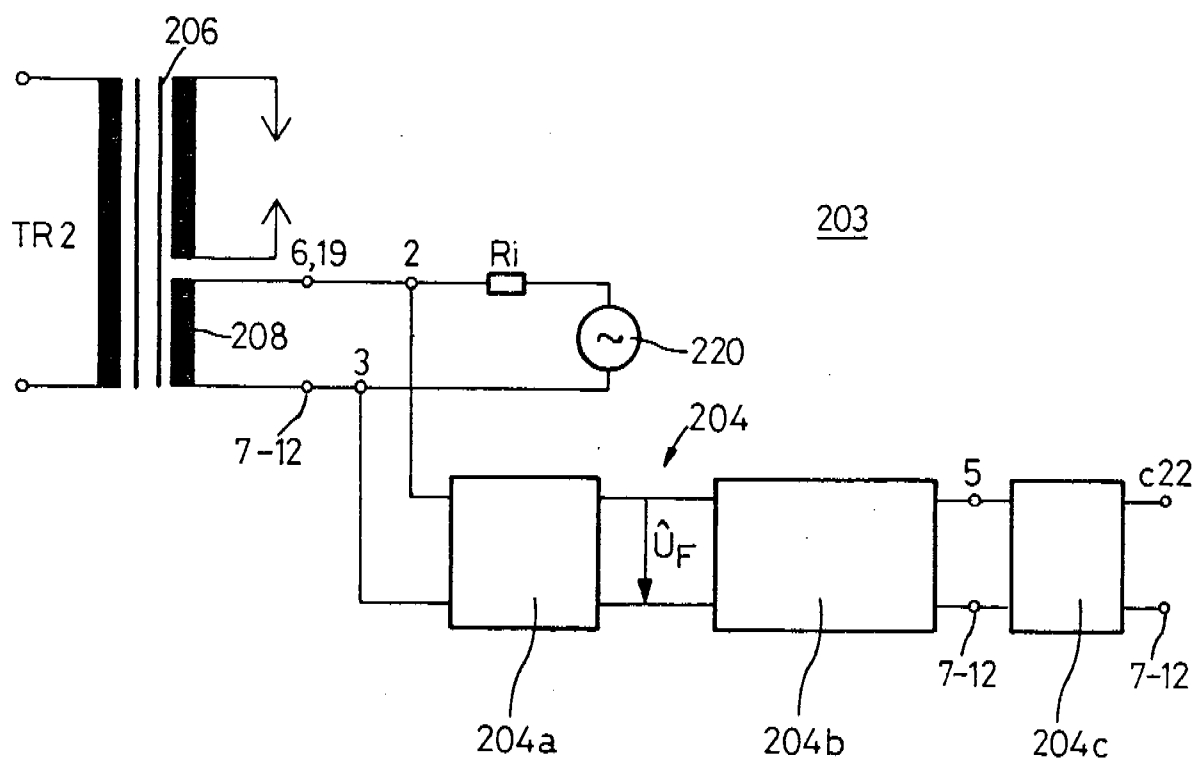


Fig. 6

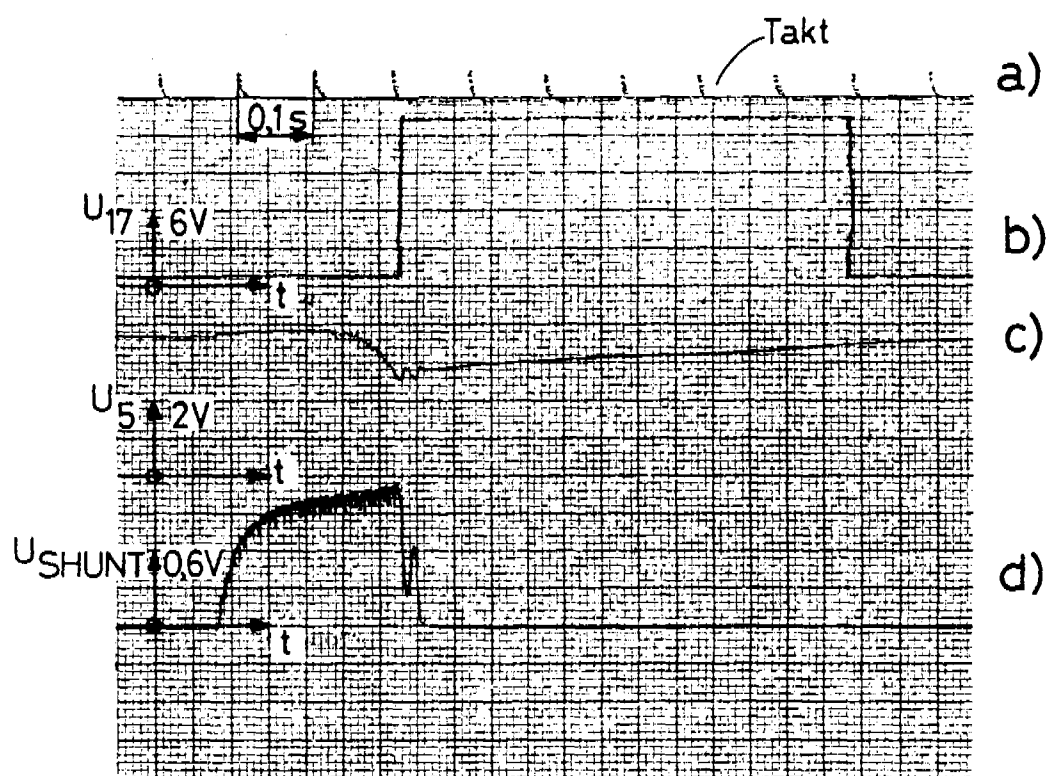


Fig. 7

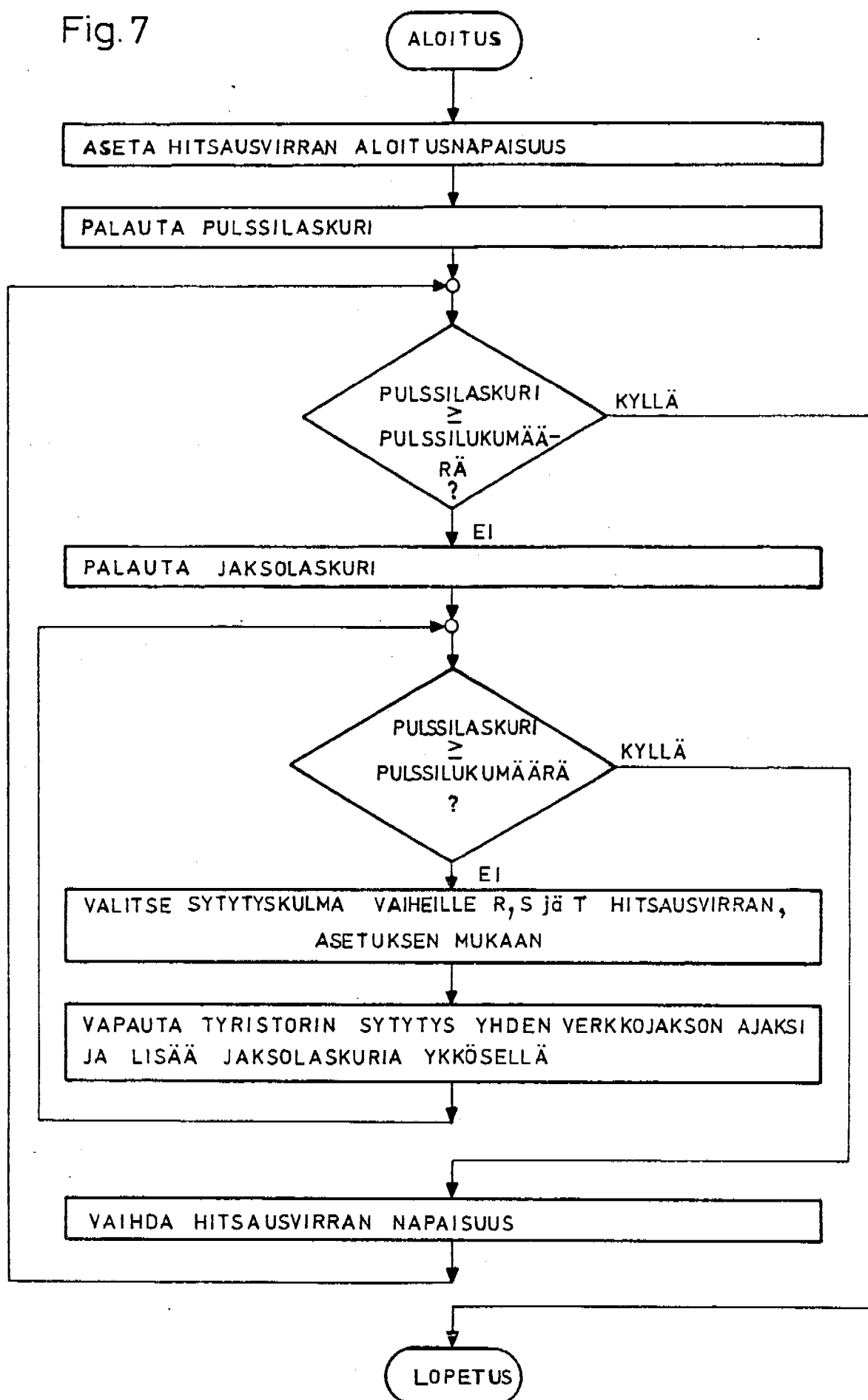


Fig. 8

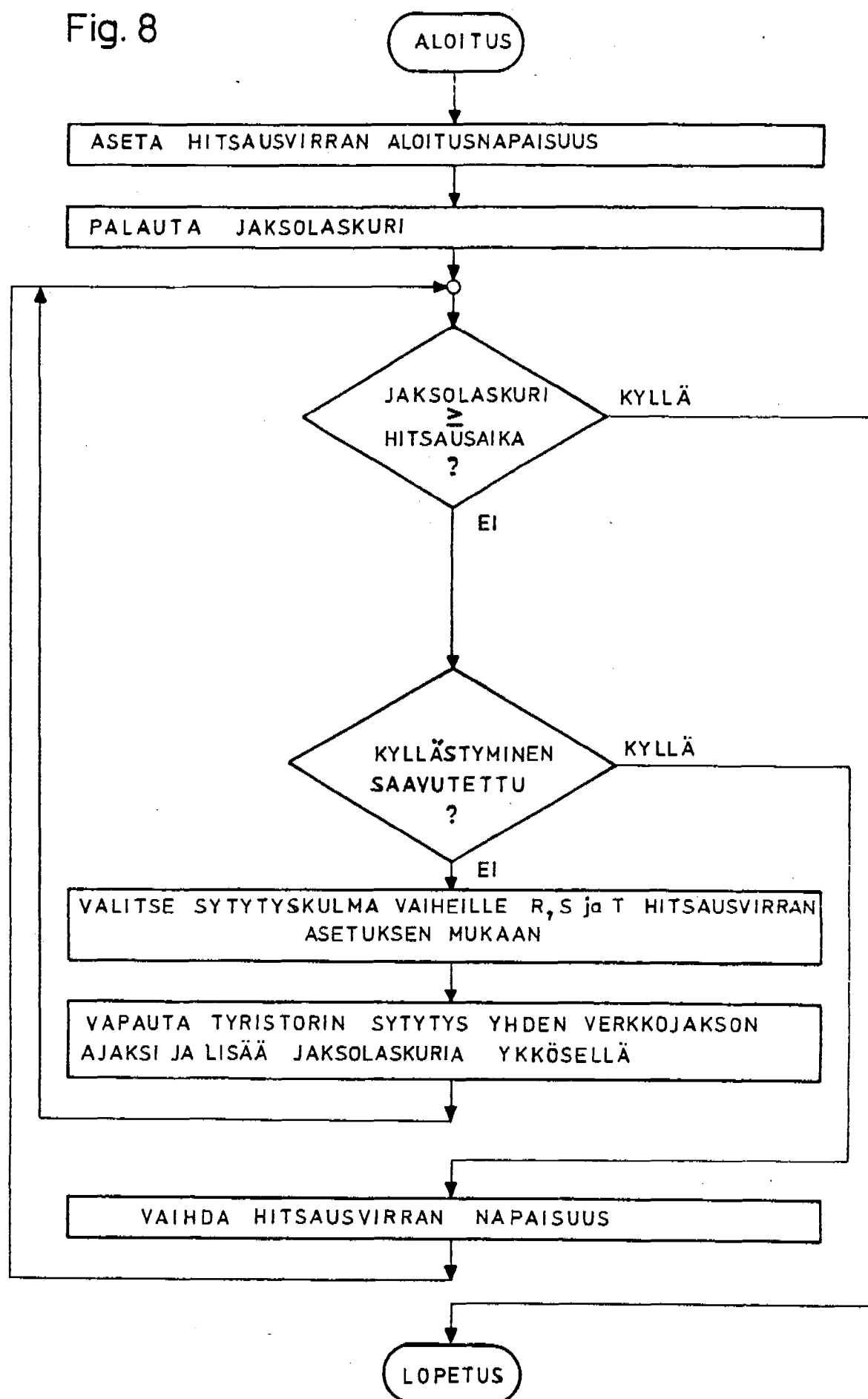
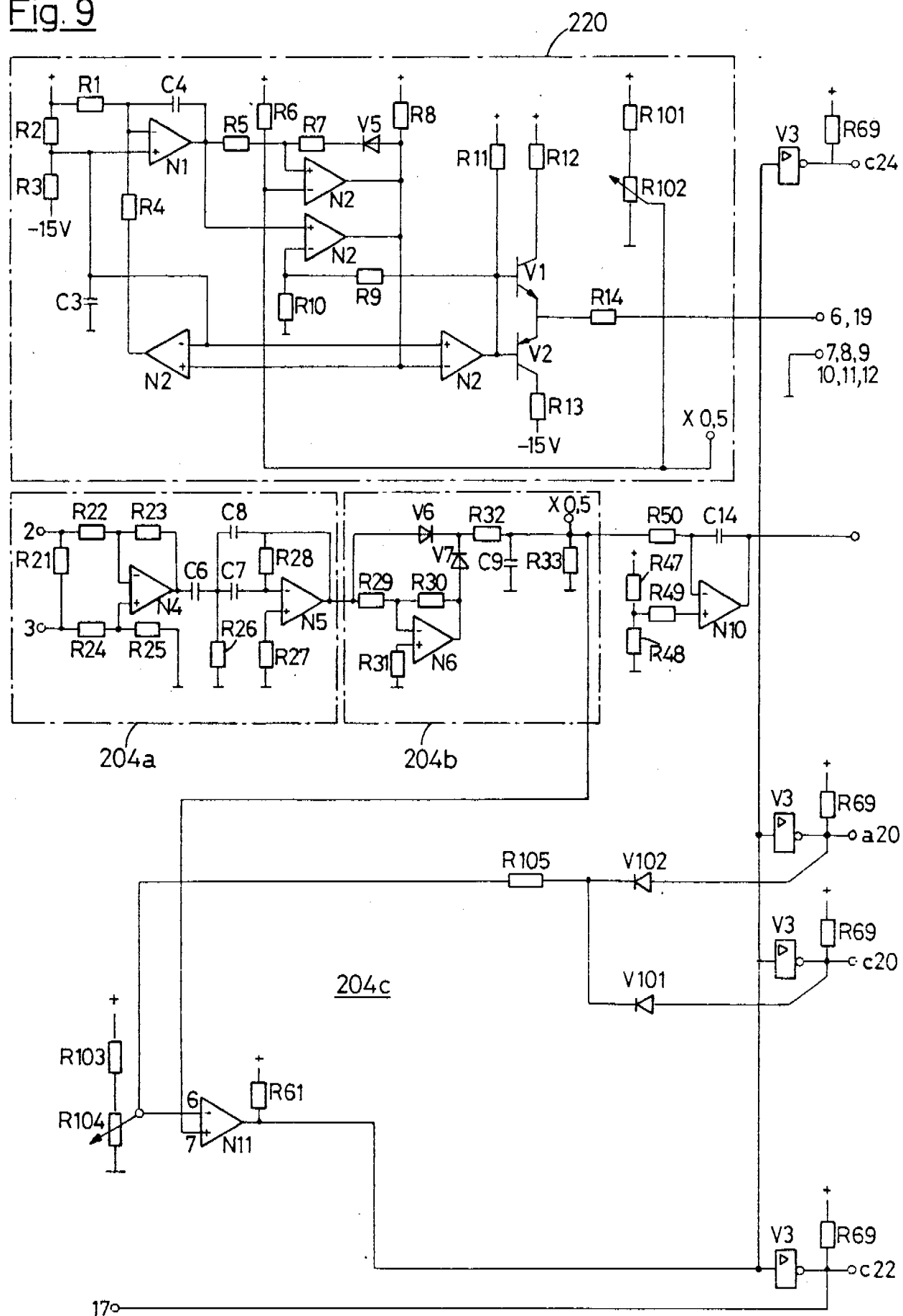


Fig. 9



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:

Alpo Laitinen

Allekirjoitus