



SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) KUULUTUSJULKAISU UTLÄGGNINGSSKRIFT 68918

C (45) Patentti myönnetty 11.11.1985
Patent beviljad

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ G 05 F 1/02

(21) Patentihakemus — Patentansökning	782070
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	28.06.78
(23) Alkuperäpäivä — Giltighetsdag	28.06.78
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	30.12.78
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.07.85

(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet 29.06.77,
20.01.78 Etelä-Afrikan Tasavalta-Sydafrikanska
Republiken(ZA) 77/3923, 78/0375

(71) The National Institute for Metallurgy, 200 Hans Strydom Avenue,
Transvaal Province, Etelä-Afrikan Tasavalta-Sydafrikanska Republiken(ZA)

(72) Alistair Bruce Stewart, Randburg, Ian James Barker, Randburg,
Etelä-Afrikan Tasavalta-Sydafrikanska Republiken(ZA)

(74) Berggren Oy Ab

(54) Menetelmä ja laitteisto sähkökaariuunin ohjaamiseksi - Förfarande och
anordning för kontroll av en elektrisk ljusbågeugn

Tämä keksintö koskee sähkökaariuunien säätöä ja erityisesti tällaisen
uunin sekundäärisessä (teho)piirissä esiintyvien olosuhteiden joh-
tamista tällaisen säädön toteuttamiseksi.

Kaariuunien tehokasta säätöä yritettäessä optimoida niiden tehokkuut-
ta tai tuotantonopeutta, mahdollisesti ympäröivien olosuhteiden
asettamissa rajoissa, usein haittaa vaikeus tarpeellisessa virtojen
ja jännitteiden mittaamisessa sekundääripuolella muuntajia, joita
tavallisesti syötetään kolmivaiheisesta sähkövoimansyötöstä. Tästä
on seurauksena vaikeus tehon jakaantumisen mittaamisessa uunissa.

Vaikka tätä keksintöä voidaan soveltaa ja se on tarkoitettu pii-
riinsä sisältämään minkä tahansa tyyppiset monielektrodiset uunit,
tässä selityksessä käsitellään kolmielektrodisia uuneja, jotka kuu-
luvat varsin yleiseen tyyppiin. Kolmielektrodisia piirejä voidaan
pitää delta-tähti-yhdistelminä, missä jokaista piirin osaa voidaan
kuvata keskitetyillä parametreilla (induktanssi ja resistanssi),
joiden ei käyttäytymisessään tarvitse olla lineaarisia.

Tuotantouunissa teho syötetään muuntajilla, joissa on käämikytkimet tai muut laitteet, joilla on mahdollista asetella ja säätää sekundäärijännitteitä. Tavallisesti suoritetaan ja tarvitaan (muun muassa) seuraavat mittaukset:

- (a) primäärijännitteet, vaiheesta vaiheeseen
- (b) primäärivirrat (tavallisesti vain tähtivirrat mutta ei aina)
- (c) sekundääriset tähtivirrat (johdettuina primääripuolen mittauksista ja käämikytkimen asennosta)
- (d) sekundääriset jännitteet vaiheesta vaiheeseen pisteistä jossakin muuntajassa, kokoomakiskoissa, elektrodeissa tai johtimissa
- (e) sekundääriset vaiheesta kylpyyn jännitteet
- (f) muuntajan käämikytkimen (välioton) asento.

Sekundääripiirien mittausten tarkkuus on epäilyttävä seuraavista syistä. Jokainen jännitteenmittaus sekundääripiirissä, joka mittaus käsittää mittaussjohdinsilmukan, jonka lävitse sähkömagneettinen vuo voi kulkea, on yleensä virheellinen johtuen magneettisesti indusoituneista jännitteistä. On mahdollista kompensoida nämä indusoituneet virhejännitteet jos sekundäärivirrat ovat tunnettuja. Tämä tarkoittaa, että sekundääripiirin sähköiset parametrit, nimittäin kolme resistanssia ja kolme induktanssia, voidaan määrätä mittaamalla (i) jännitteet suhteessa elektrodikylpyyn ja (ii) sekundääripiirin virrat ja sitten laskemalla tulokset joko analogisin tai digitaalisin keinoin. Nämä menetelmät kuitenkin käsittävät mittaussyhdistyksen uunin kylpyyn, mikä ei aina ole mahdollinen eikä tämä yhdistys välttämättä ole jännitteen neutraalipisteeseen. Täten useimmissa tapauksissa on mahdotonta tarkkaan mitata tai laskea resistansseja ja induktansseja pelkästään sekundääripiirimittauksista.

Primääripiirimittaukset ovat pohjaltaan tarkempia kuin sekundääripiirimittaukset. On kuitenkin mahdotonta määrätä sekundääriresistansseja ja -induktansseja primäärimittauksista ja muuntajan käämikytkimen asennosta ilman muuta informaatiota.

Tämän keksinnön tarkoituksena on saada aikaan uunin säätämiseksi menetelmä, missä sekundääripiirin arvot johdetaan tavalla, joka ainakin monissa tapauksissa antaa tuloksille parannetun tarkkuuden edellä mainittuihin entisiin menetelmiin verrattuna ja näitä arvoja käytetään tällaisen uunin säätämiseen.

Paitsi edellä mainittua vaikeutta ennestään tunnetuissa menetelmissä uunien säätämiseksi nämä aikaisemmat menetelmät eivät yleensä ole antaneet keinoja tiettyjen muuttujien rajoittamiseksi ympäristöolosuhteiden vaatimalla tavalla. On yleensä toivottavaa, että sijoitetaan seuraavat rajat säätimen toiminnalle, niin että säädin ei tee yrityksiä, jotka johtaisivat muuttajat ylittämään sellaiset rajat kuin:

- (a) raja yksityisten elektrodien virroille elektrodien vahingoittamisen välttämiseksi; tai
- (b) raja muuntajan virralle tämän ylikuumenemisen välttämiseksi;
- (c) raja uunin kokonaisteholle. Tämä voi olla tarpeen silloin, kun sähkövoimaa myydään tariffilla, joka riippuu huipputehosta, vaikka muuntaja pystyisi suurempaankin ulostulotehoon. Huipputariffia ei ehkä käytetä siellä, missä sähkövoima on huokeaa (esimerkiksi vesivoimaa) ja mainittua rajaa sovelletaan vain siellä, missä se on tarpeellinen.
- (d) Raja muuntajien näennäisteholle MVA, muuntajien ylikuumenemisen välttämiseksi.
- (e) Muuntajan ulostulojännite voidaan valita vain niistä, jotka vastaavat käytettävissä olevia käämikytkimen asentoja.
- (f) Uunin tehollisen resistanssin täytyy osua tiettyihin rajoihin, muutoin voi uunin toiminta ja käyttö tulla vaikeaksi.
- (g) Lisärajoitukset silloin, kun elektrodi on "paistunut kiinni".

Tarkoituksella kuvata näiden rajojen mahdollisia vaikutuksia käytännössä on kuviossa 1 annettu graafinen esitys siitä, miten ne esiintyvät hypoteettisessa uunissa.

Edellä mainitussa graafisessa esityksessä käyrä 1 esittää uunin maksimaalista käytännöllistä toimintaresistanssia. Käyrä 2 esittää uunin käytännöllistä minimiresistanssia toiminnassa. Viiva 3 kuvaa elektrodivirran rajaa ja viiva 4 kuvaa muuntajan virran rajaa. Käyrä 5 esittää näennäistehorajaa (MVA). Asettelukäyrät 6, teho virran funktiona, vastaavat muuntajan käämikytkimen asentoja. Sallittu tai ainakin edullinen toiminta-alue on kuvattu varjostettuna alueena.

On selvää, että joissakin tapauksissa yksi tai useampia rajoja voi olla irrelevantteja, kuten edellä esitetyssä tapauksessa ylemmät kolme käämikytkimen asentoa eivät ole käytettävissä ja muuntajan virtaraja on täysin irrelevantti. Viimeksimainittu johtuu siitä,

että elektrodivirtaraja on vasemmalla muuntajan virtarajasta tässä esimerkissä.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on saada aikaan menetelmä ja järjestelmä uunin säätämiseksi, jolloin pidetään kiinni edellä kuvattua tyyppiä olevista relevanteista rajoista.

Tämän keksinnön mukaisesti sekundääristen vaihejännitteiden tai elektrodijännitteiden mittaus uunin kylpyyn nähden jätetään pois tai ainakin jätetään vaikuttamatta ohjaussuureisiin, ja että tämän sijasta lasketaan likiarvot uunin ohjausta varten tarvittaville ja elektrodijännitteistä riippuville ohjaussuureille, jolloin laskenta perustuu kullekin uunille valittuun yksinkertaistavaan olettamukseen koskien sekundääripiirien induktansseja ja näiden vaihteluja riippuen muista uunin muuttujien vaihteluista ja on tämän olettamuksen takia mahdollinen, sekä että mainitut likiarvot tai näitä vastaavat kehitetyt ohjaussuureet viedään kuhunkin vastaavaan uunin ohjauselimeen, joihin elimiin edullisesti myös voidaan vaikuttaa uunin muuttujille asetetuilla raja-arvoilla.

Olettamus, joka koskee sekundääripiirien induktansseja, on se, että ne käyttäytyvät ennaltamäärätyllä tavalla, mutta usein, joskaan ei kaikissa tapauksissa, olettamuksena on, että induktanssit pysyvät yhtä suurina toistensa suhteen.

Arvojen laskeminen suoritetaan yleensä on-line-laskimella, joka on ohjattu tekemään edellä mainittu olettamus ja tällainen laskin voidaan kytkeä suorittamaan uunin tarvittu säätö taikka osoittamaan asetteluja, jotka on tehtävä uunin halutun toiminnan aikaansaamiseksi. Voidaan kuitenkin käyttää muita laskennallisia apuvälineitä vähemmän viisaissa järjestelmissä ja laskenta voidaan suorittaa käsilaskimella vaikkakin vaikeasti. Myöskin, riippuen induktanssien ennalta-arvioidusta käyttäytymismuodosta voivat käyrästöt pystyä antamaan induktanssiarvot uunin muiden muuttujien vaihteluiden mukaisesti.

Tällä keksinnöllä saadaan myös sähkökaariuunin ohjausjärjestely johon kuuluu välineet muiden tarpeellisten arvojen kuin jännitteiden suhteessa uunin kylpyyn ilmaisemiseksi, laskentavälineet, joihin mainitut arvot syötetään ja jotka on sovitettu laskemaan tarpeelliset valvonta-arvot siihen perustuen, että sekundääripiirien induktanssit ovat ennustettavat teoreettisesti piirien muiden vaihteluiden aikana ja välineet mainittujen valvonta-arvojen antamiseksi uunille joka optionaalisesti on uunin muuttujien haluttujen rajoitusten alaisena.

Sekundääri- tai tehopiirien induktanssit määrää pääasiassa virta-
teiden geometria. Täten induktanssit ovat herkkiä uunin yleisraken-
teelle, johtimien kulkuteille kuormassa ja elektrodien asennolle ja
pituudelle. Tämä merkitsee, että esimerkiksi seuraavat olettamukset
ovat järkeviä:

L on tietyn piirin induktanssi.

(a) $L_i = f_i (L_1, L_2, L_3)$, $i = 1, 2, 3$ (tai ekvivalenttiset kaavat,
mukaanluettuna $L_1 = L_2 = L_3$).

(b) $L_i = f_i$ (tähtijännitteet), $i = 1, 2, 3$ (tai ekvivalenttiset
kaavat).

(c) $L_i = f_i$ (elektrodivirrat), $i = 1, 2, 3$ (tai ekvivalenttiset
kaavat).

(d) $L_i = f_i$ (elektrodien nostoasennot), $i = 1, 2, 3$ (tai ekviva-
lenttiset kaavat).

(e) $L_i = f_i$ (keskitetyt tähtiresistanssit), $i = 1, 2, 3$ (tai ekvi-
valenttiset kaavat).

(f) $L_i = f_i$ (elektrodipituudet), $i = 1, 2, 3$.

(g) Edellä mainittujen yhdistelmät.

On sen vuoksi mahdollista tarkkailla tai valvoa suurtehopiiriä ja
siihen liitettyjä laitteita kolmielektrodisessa avokaarisessa tai
uppokaarisessa uunissa tämän optimaalista tuotantoa varten käyttä-
mällä hyväksi sitä tietoa sekundääripiirin elementeistä, jotka on
saatu primääri- tai sekundäärimittauksista taikka molemmista, käyt-
täen valittua olettamusta induktansseista. Sekundäärimittausten ta-
pauksessa ei ole tarpeen mitata jännitteitä uunin kylpyyn nähden ja
sen vuoksi vältetään tällaisiin mittauksiin liittyvät virheet.

Oheisissa piirustuksissa:

kuvio 1 on selitetty edellä;

kuvio 2 kuvaa laitetta lohkokaaavana ja kytkettynä tyypilliseen
uuniin;

kuvio 3 esittää yksinkertaistettuna kaaviota uunin sekundääripii-
ristä;

kuvio 4 on kaaviollinen sivukuva säädinyksiköstä ja

kuvio 5 kuvaa säätöyksikön laskimen noudattamaa ohjelmaa.

Seuraavassa selitetään esimerkki keksinnön käytäntöön soveltamisen teoriasta oheisiin piirustuksiin liittyen. Laite, joka on laskimeen perustuva, mittaa tiettyjä muuttujia kaariuunin 11 ja siihen liittyvien laitteiden kolmesta vaiheesta; suorittaa vaaditut laskemiset näihin muuttujiin perustuen määrätäkseen tiettyjen sähköisten muuttujien tilan, valvontayksikössä 12; näyttää näiden parametrien tilan tarkkailua varten valvontayksikön näyttöpaneelissa 13, ja antaa käskyt normaalille valvontakonsolille 14 muuntajan 15 käämikytkimen asentojen asettelemiseksi ja/tai asettelee yksityiset elektrodiasennot käyttölaitteella 16, uunin sähköisen tilan pitämiseksi tietyissä halutuissa rajoissa ja olennaisesti optimiolosuhteissa näiden rajojen sisäpuolella. Rajat ovat niitä, joita edellä aikaisemmin kuvattiin ja ne voidaan yksinkertaisesti syöttää laskimeen tai senkaltaiseen yhdessä sen ohjelman kanssa, joka sisältää olettamuksen induktansseista.

Laskin on kytketty uunia tarkkaileviin instrumentteihin ja tällä tavoin jokaisena valvontajaksona (esimerkiksi joka sekunti) se tässä tapauksessa saa seuraavat mittaukset:

- (i) Muuntajan käämikytkimen asento K
- (ii) Muuntajan primäärivirrat I_1', I_2', I_3' , jotka muuntajan muuntosuhteella käämikytkimen asennossa K voidaan muuntaa antamaan sekundäärivirrat I_1, I_2, I_3 .
- (iii) Muuntajan primäärijännitteet $V_{12}', V_{23}', V_{31}'$, jotka muuntajan muuntosuhteella käämikytkimen asennossa K muunnettuna antavat sekundäärijännitteet V_{12}, V_{23}, V_{31} .
- (iv) Kokonaispiiriteho, P .
- (v) Elektrodien nostoasennot h_1, h_2, h_3 .

Uunin tehopiiri voidaan kirjoittaa tähtenä, jossa reaktansseja ja resistansseja kussakin haarassa syötetään kolmio-jännitelähteestä, kuten on esitetty kuviossa 3.

Viimeksimainitussa kuviossa kolme osoitinsuuretta $\vec{V}_{12}', \vec{V}_{23}', \vec{V}_{31}'$ ja $\vec{I}_1', \vec{I}_2', \vec{I}_3'$ ovat kompleksilukuja. Mitatut suureet V_{12}, V_{23}, V_{31} ja I_1, I_2, I_3 ovat näiden osoittimien itseisarvoja ja reaalityyppisiä. Seuraavissa yhtälöissä ja tarkastelussa θ_{12}, θ_{23} ja θ_{31} ovat osoittimien $\vec{V}_{12}', \vec{V}_{23}', \vec{V}_{31}'$ kulmat suhteessa kiinteään nollasuuntaan. Täten nollasuunnan sopivalla valinnalla voidaan yksi kumista θ valita nollassi.

Voidaan kirjoittaa: (kun $i = \sqrt{-1}$)

$$\begin{aligned} \vec{V}_{12} &= V_{12} \exp(i\theta_{12}) \\ \vec{V}_{23} &= V_{23} \exp(i\theta_{23}) \\ \vec{V}_{31} &= V_{31} \exp(i\theta_{31}) \end{aligned} \quad \text{---(1)}$$

Koska jännitteet muodostavat kolmion, voidaan kirjoittaa:

$$\vec{V}_{12} + \vec{V}_{23} + \vec{V}_{31} = 0 \quad \text{---(2)}$$

Yhtälöllä 2 ovat kulmat θ yhtälöissä 1 riippuvaisia toisistaan ja vain yksi kulmista θ voidaan määritellä riippumattomasti. Valitsemalla esimerkiksi kulma θ_{12} nolllaksi, voidaan arvot kulmille θ_{23} ja θ_{31} laskea mittauksista V_{12} , V_{23} , V_{31} käyttäen kolmion cosinissäntöä. Näistä kulmista voidaan laskea osoittimet \vec{V}_{12} , \vec{V}_{23} , \vec{V}_{31} .

Seuraavassa on kulma β I_1 :n kulma suhteessa samaan nollasuuntaan kuin mitä käytettiin kulmien θ määrittämiseen. Kulmat ϕ_2 ja ϕ_3 ovat kulmat \vec{I}_2 :n ja \vec{I}_1 :n välillä ja \vec{I}_3 :n ja \vec{I}_1 :n välillä.

Täten virroille voidaan kirjoittaa:

$$\begin{aligned} \vec{I}_1 &= I_1 \exp(i\beta) \\ \vec{I}_2 &= I_2 \exp(i(\beta + \phi_2)) \\ \vec{I}_3 &= I_3 \exp(i(\beta + \phi_3)) \end{aligned} \quad \text{---3}$$

ja koska virrat ovat tasapainossa tähtipisteessä, niin

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 = 0$$

Jälleen ovat kulmat yhtälöissä (3) toisistaan riippuvaisia. Kirjoittamalla kulmat kuten on esitetty yhtälöissä (3), ϕ_2 ja ϕ_3 voidaan laskea mittauksista I_1 , I_2 , I_3 ja kulma β jää valittavaksi riippumattomasti.

Kulma β riippuu kulmista θ_{12} , θ_{23} , θ_{31} tehon P kautta. Tehon mittauksesta kaksivattimittarimenetelmällä voidaan kirjoittaa:

$$P = \vec{I}_2 \vec{V}_{12} + \vec{I}_3 \vec{V}_{13} = \vec{I}_2 \vec{V}_{12} - \vec{I}_3 \vec{V}_{31}$$

(negatiivinen merkki on seuraus \vec{V}_{13} :n suunnan muuttamisesta \vec{V}_{31} :ksi) ja sen vuoksi,

$$P = I_2 V_{12} \exp i(\theta_{12} + \beta + \phi_2) - I_3 V_{31} \exp i(\theta_{31} + \beta + \phi_3) \quad \text{--- (5)}$$

68918

Kaikki muuttujat yhtälöissä (5) ovat tunnetut paitsi β ja niin voidaan β laskea. Tästä kulma-arvosta β yhdessä kulmien ϕ_2 ja ϕ_3 kanssa voidaan laskea virtaosoittimet $\vec{I}_1, \vec{I}_2, \vec{I}_3$.

Nyt voidaan uunin piirin kunkin haaran resistanssit ja reaktanssit yhdistää kompleksisiksi impedansseiksi

$$\begin{aligned} Z_1 &= R_1 + iX_1 \\ Z_2 &= R_2 + iX_2 \\ Z_3 &= R_3 + iX_3 \end{aligned} \quad \text{-- (6)}$$

Jännitetasapainosta piirissä saadaan

$$\begin{aligned} \vec{I}_2 Z_2 - \vec{I}_1 Z_1 &= \vec{V}_{12} \\ \vec{I}_3 Z_3 - \vec{I}_2 Z_2 &= \vec{V}_{23} \\ \vec{I}_1 Z_1 - \vec{I}_3 Z_3 &= \vec{V}_{31} \end{aligned} \quad \text{-- (7)}$$

Käyttämällä alaindeksiä R reaalille termille ja I imaginaariselle termille, saadaan

$$\begin{aligned} \vec{I}_1 &= I_{1R} + iI_{1I} : \vec{I}_2 = I_{2R} + iI_{2I} : \vec{I}_3 = I_{3R} + iI_{3I} \\ \vec{V}_{12} &= V_{12R} + iV_{12I} : \vec{V}_{23} = V_{23R} + iV_{23I} : \vec{V}_{31} = V_{31R} + iV_{31I} \end{aligned}$$

Muuttamalla yhtälöryhmän (7) yhtälöt reaali- ja imaginaariosiksi, saadaan:

$$\begin{aligned} (I_{2R} \times R_2 - I_{2I} \times X_2) - (I_{1R} \times R_1 - I_{1I} \times X_1) &= V_{12R} \\ (I_{2I} \times R_2 + I_{2R} \times X_2) - (I_{1I} \times R_1 + I_{1R} \times X_1) &= V_{12I} \end{aligned} \quad \text{-- (8)}$$

$$\begin{aligned} (I_{3R} \times R_3 - I_{3I} \times X_3) - (I_{2R} \times R_2 - I_{2I} \times X_2) &= V_{23R} \\ (I_{3I} \times R_3 + I_{3R} \times X_3) - (I_{2I} \times R_2 + I_{2R} \times X_2) &= V_{23I} \end{aligned} \quad \text{-- (9)}$$

$$\begin{aligned} (I_{1R} \times R_1 - I_{1I} \times X_1) - (I_{3R} \times R_3 - I_{3I} \times X_3) &= V_{31R} \\ (I_{1I} \times R_1 + I_{1R} \times X_1) - (I_{3I} \times R_3 + I_{3R} \times X_3) &= V_{31I} \end{aligned} \quad \text{-- (10)}$$

Edellä olevissa kuudessa yhtälössä on kuusi tuntematonta, nimittäin R_1, R_2, R_3, X_1, X_2 ja X_3 . Kuitenkin yksi pari yhtälöitä (esim. (10): llä numeroidut) itse asiassa on yhdistelmä kahdesta muusta (esim. numerolla (8) ja (9) merkityistä) käyttäen tosiseikkaa, että $\vec{V}_{12} + \vec{V}_{23} + \vec{V}_{31} = 0$. Tämä jättää neljä yhtälöä ja kuusi tuntematonta. Jos tehdään olettaus reaktanssien riippuvuudesta toisistaan voidaan nämä neljä yhtälöä ratkaista. Tämä voidaan tehdä usealla tavalla, nimittäin:

63918

(i) olettamalla $X_1 = X_2 = X_3 = X$. Vaikka tämä olettamus ei anna täysin tarkkaa ratkaisua, se antaa paljon parannetun tuloksen verrattuna vaihtoehtoiseen tekniikkaan, jossa käytetään mittauksia elektrodien ja uunin panoksen välisistä jännitteistä. Tässä tapauksessa neljä tuntematonta ovat siten R_1, R_2, R_3, X .

$$\begin{aligned} \text{(ii) olettamalla } X_1 &= X + f (l_1) \\ X_2 &= X + g (l_2) \\ X_3 &= X + h (l_3) \end{aligned}$$

Tässä kunkin reaktanssin oletetaan omaavan yhteisen perusarvon plus termin, joka on riippuvainen elektrodien pituuksista l_1, l_2, l_3 .

(iii) muut edellä mainittuihin keskinäisiin riippuvaisuuksiin perustuvat olettamukset ovat mahdollisia.

Kun resistanssit on laskettu edellä kuvatulla tavalla, valvojan on päätettävä, onko elektrodia siirrettävä vaiko ei, jotta saavutettaisiin haluttu resistanssi. Halutut asettelupisteet resistansseille voidaan viedä etukäteen valvontalaitteeseen.

Sen määrittämiseksi, onko elektrodia siirrettävä, karkeasti lasketut resistanssit pannaan ensin läpi digitaalisen suodattimen niiden tasoittamiseksi. Jos F on R_1 :n suodatettu arvo ja α on vakio, joka on suhteessa suodattimen aikavakioon, silloin suodatinyhtälö on:

$$F_n = \alpha F_o + (1-\alpha) R_1 \quad \textcircled{3} \quad \text{missä } F_n \text{ on nykyinen arvo ja } F_o \text{ on välittömästi edellinen arvo}$$

Tämän suodatetun arvon F annetaan pysyä tietyllä säätämättömällä alueella asettelupisteen kahden puolen ilman, että ryhdytään mihinkään toimenpiteisiin. Jos arvo F menee tämän säätämättömän alueen ulkopuolelle, silloin lähetetään pulssi sen mekanismin käynnistämiseksi, joka aiheuttaa elektrodin siirtymisen vastaavasti ylöspäin tai alaspäin. Tämän pulssin pituus on suhteellinen erotukseen R_1 :n ja asettelupisteen välillä. On tietysti tarpeen tarkistaa se, että pulssit ovat järkevällä alueella epänormaalin käyttäytymisen estämiseksi.

Samalla kertaa kun R_1 tarkistetaan edellä selitetyllä tavalla, samalla tavoin tarkistetaan R_2 ja R_3 ja suoritetaan vastaavat toimenpiteet. Resistanssien lisäksi tarkistetaan myös toimintarajat.

Kysymyksen ollessa toiminnan rajoista, pätöteho P , jännitteet V_{12} , V_{23} , V_{31} , virrat I_1 , I_2 , I_3 ja näennäisteho (reaktiivinen komponentti mukaanluettuna), jotka voidaan helposti laskea osana resistanssilaskelmia, kaikkia näitä suureita verrataan niiden raja-arvoihin. Näistä muuttujista tarkastellaan lähemmin vain sitä, joka on lähinnä raja-arvoaan. Päätösprosessi on samanlainen kuin resistanssipäätösprosessi. Suurimman muuttujan suhde raja-arvoonsa suodatetaan jälleen. Jos tämä suodatettu arvo menee ulkopuolelle pienen säätämättömän alueen arvon 1,0 kahden puolen (huomaa että kun muuttuja on = raja-arvo, silloin suhde on 1,0), muuntajan käämikytöntä nostetaan tai lasketaan vastaavasti.

Täten on edellä kuvattu, miten valvontalaite suorittaa tehtävän uunin sähköisen puolen valvomiseksi. Tämän lisäksi se voi myös näyttää niiden muuttujien arvot, jotka se on mitannut tai laskenut ja myös osoittaa tilansa, kuten mitä rajaa vastaan se toimii. Tarkkaillemalla sitä, onko elektrodi siirtynyt vaiko ei sitä siirtämään käskevän pulssin lähettämisen jälkeen valvontalaite voi antaa varoituksen, jos nostomekanismi on juuttunut kiinni. Tämän tyyppinen varmistus tekee turvallisemmaksi uunin käyttämisen täysin automaattisesti valvontalaitteen alaisena, koska valvontalaite voi kutsua apua tarvittaessa.

Keksinnön käytännön sovellutuksessa mainitut muuttujat mitataan ja edellä selitetyt laskelmat suoritetaan. Nykyisin käsittää elektrodin pituuden määrittäminen elektrodien mittaamisen ajoittain ja tuloksena olevien laskettujen tehojen käyttäminen kutakin elektrodia varten elektrodin eroosiomallissa elektrodien eroosion ennustamiseksi. Mittaamalla myös elektrodin liukuminen on mahdollista kohtalaisen tarkka elektrodin pituuden määrittäminen.

Käytännössä käytetään sopivan tyyppistä laskinta, edullisesti mutta ei välttämättömästi kytkettynä uuniin on-line. Laskimeen syötetään ohjelma käyttäen uunin induktansseja koskevaa olettamusta. Ohjelma käsittää edullisesti myös edellä kuvatut rajat sen varmistamiseksi, että uunia ei käytetä sen tyyppisen ennaltamäärätyn alueen ulkopuolella, jota esimerkkinä on kuvattu kuviossa 1. Vaihtoehtoisesti rajat voidaan tehdä tarvittaessa muutettaviksi ja tällaisessa tapauksessa pyöritettäviä kytkimiä 40 voidaan käyttää valvontapaneelissa 41 vaadittujen rajojen asettelemiseksi aika-ajoin. Pyöräkytkimiä

paneelissa 41 voidaan käyttää myös sen informaation valitsemiseksi, joka on näytettävä näyttöpaneelissa 13, jos viimeksimainittu on rakennettu näyttämään vain yhtä arvoa/vaihe kerrallaan.

Edellä esitetyn lisäksi on edullista sisällyttää ohjelmaan vaihtoehtoinen sarja muutettavia rajoja jokaista elektrodia varten silloin kun se on "paistunut kiinni". Yhden tai useamman elektrodin kiinnipaistumistapaus voidaan automaattisesti hoitaa valvontalaitteella. On todella edullista pitää kiinnipaistumistapaus laskimen valvonnan alaisena, koska käsiohjaus, josta on seurauksena uunin epätasapaino, mitä seuraa kiinnipaistuminen, usein johtaa pahempaan epätasapainoon ja lisähäiriöihin.

Kiinnipaistumisohjelmaan kuuluu käynnistäminen alemmalla virralla kuin normaalivirta ja virran vähittäin nostaminen muuntajan käämikytkimellä, kunnes on saavutettu normaalin käyttövirta. Tämän "kiinnipalamisen" aikana elektrodia ei tule siirtää "green-break"-ilmiön pelosta. Tällaisen kiinnipaistumis-ohjelman valinta voidaan tehdä ohjauslaitteessa manuaalisesti paneelin 41 valintakytkimellä.

Laskimen ohjausyksikössä on ulostulot, jotka on sovitettu muuttamaan käämikytkimen asentoja ja nostamaan tai laskemaan elektrodeja riippumattomasti tarpeen mukaan. Ulostulo on edullisesti muuttuva mitä tulee ohjaustoiminnan laajuuteen tarkoituksella aikaansaada uunin asetteluissa korjaava toiminta suhteessa poikkeamiseen halutuista arvoista tiettyinä ajankohtana.

Valvontayksikössä on edullisesti joko tuloskirjoitusulostulo tai näyttöulostulo, jotta käyttäjä pystyisi täsmällisesti määräämään uunin tilan minä tahansa ajankohtana. Näytetty informaatio voi olla elektrodivirta, teho, käämikytkimen asento, rajoittava tekijä, jota vastaan tiettyinä aikana toimitaan, onko jokin elektrodi "kiinnipaistumis"-ohjelmassa ja muu senkaltainen informaatio. Valvontalaite voidaan täten tehdä antamaan vaadittu informaatio minä tahansa haluttuna ajankohtana. Se voi myös olla sovitettu ilmaisemaan vika-tilanteen uunissa, kuten esimerkiksi sen, että elektrodi ei liiku käskyn mukaisesti ja antamaan vikaa kuvaava varoitus.

Laskimella valvotun uunin edellä kuvattua toimintaa kuvataan seuraavassa edelleen erityisesti kuvioihin 4 ja 5 liittyen. Kaapelit 42

uunin instrumentteihin ja instrumenteista on kytketty liitännäkiskoon 43 valvontalaitteen rungossa 12 ja kytkennät konverttereihin 44 on tehty uunista tulevien signaalien muuttamiseksi laskimelle sopiviksi signaaleiksi. Konverttereista signaalit sitten syötetään laskimen elektroniikkaan 45. Ulostulo 46 laskimen elektroniikasta syötetään rajapinta-piiripaneeliin 47, joka valvoo releitä 48, jotka valvovat sähkötehon syöttöä uunin valvontainstrumentteihin.

Laskimen elektroniikalla on toinen sisäänmeno 49 käsikytkinpaneelistä niin että kytkimillä valitut arvot saadaan syötetyiksi laskimen elektroniikkaan. Lisäulostulo 50 laskimen elektroniikasta on kytketty muodostamaan vaaditut arvot näyttöpaneeliin suunnittelun mukaan ja tarpeen vaatiessa.

Laskimen elektroniikka on tässä tapauksessa ohjelmoitu toistamaan sarja vaiheita joka sekunti. Laskimella suoritettava vaihesarja on kuvattu kuviossa 5. Ensimmäisenä vaiheena laskimella on tutkia jännitteiden, virtojen, tehon ja nostoasentojen lukemat uunin instrumenteista, mitä toimintaa on kuvattu lohkolla 51 kuviossa 5. Samanaikaisesti luetaan käsikytkimillä annettu informaatio ja resistanssit ja muut tarvittavat arvot lasketaan edellä kuvatulla menetelmällä vaiheessa 52. Seuraava vaihe 53 on muuttujien tarkistaminen rajojen suhteen ja päätöksenteko siitä, onko muuttajan käämikytkimen asentoja muutettava. Tässä vaiheessa 53 sovelletaan edellä kuvattua kapean säätämättömän alueen tekniikkaa lukemiin tarkoituksella päättää, onko muuntajan käämikytkimen asentoja muutettava vaiko ei. Jos käämikytkimen asentoja on muutettava, laskin lähettää signaalin muuntajan käämikytkimen asennon nostamiseksi tai laskemiseksi, mitä on kuvattu lohkolla 54.

Seuraavassa vaiheessa tarkistetaan laskettu resistanssi tämän resistanssin asetteluarvon suhteen ja päätetään, onko yhtä tai useampaa elektrodia nostettava tai laskettava. Tosiasiassa kutakin elektrodia käsitellään erikseen syklisesti ja sen vuoksi toistosarja on osoitettu lohkolla 56 kuviossa 5. Jos näiden laskelmien tulokset osoittavat, että yhtä tai useampaa elektrodia on nostettava tai laskettava, laskin lähettää signaalit uunin valvontalaitteelle elektrodin nostamiseksi tai laskemiseksi tarpeen mukaan kuten on osoitettu lohkolla 57 kuviossa 5.

Sitä seikkaa, onko laskimen antamat käskyt toteutettu vaiko ei, tarkkaillaan lohkolla 58 ja jos jokin virhe todetaan, laskin aktivoi viankäsittelyrutiinin 59, mistä on seurauksena hälytyksen antotaikka vika osoitetaan näyttöpaneelissa sen mukaan kuin on tarpeellista. Kaikki informaatio siitä, onko käämikytkimen asentoa nostettu tai laskettu, onko elektrodi nostettu tai laskettu sekä vioista, jotka on todettu, lähetetään laskimesta näyttöön, mitä on osoitettu lohkolla 60. Kaikki informaatio voidaan kytkeä näytettäväksi näyttöpaneelissa ja sen vuoksi uunin käyttäjän on helppo todeta, mitä rajaa vastaan uuni kulloinkin toimii.

Edellä esitetystä käy ilmi, että mikrolaskin (mikroprosessori) on riittävä kaariuunin valvonnan toteuttamistarkoituksiin ja laskin voidaan helposti ohjelmoida.

On huomattava, että valvontalaitteen täsmällisen mekaanisen ja sähköisen toiminnan pystyy uunin valvonnan ammattimies soveltamaan käytäntöön ja ohjelmoitsija pystyy helposti kirjoittamaan tarpeellisen ohjelman laskimelle.

Alan ammattimiehille on ilmeistä, että keksintöä voidaan soveltaa eri tavoin ja eri tyyppisten laskimien avulla tietyn halutun valvonnan toteuttamiseksi kaariuuneissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä monivaiheisen kaariuunin (11) käyttämiseksi käsittäen valittujen muuttujien analogisen tai digitaalisen ohjauksen tai säädön tätä varten sovitettujen uunin ohjaus-elinten (12, 13, 14, 16) avulla, ainakin toisaalta elektrodien korkeusasennon ohjauksen uunin kylpyyn nähden tätä varten sovitettujen elektrodinostimien avulla ja toisaalta elektrodien työjännitteiden ohjauksen vaihtokytkettävän syöttömuuntajan (15) avulla, jonka ensiöpuoli on liitetty syöttävään sähköverkkoon ja jonka toisiopuoli syöttää elektrodeja, ja käsittäen primääri- tai sekundäärimuuttujien suoran tai epäsuoran mittauksen, t u n n e t t u siitä, että sekundääristen vaihejännitteiden (V_{12} , V_{23} , V_{31}) tai elektrodijännitteiden mittausta uunin kylpyyn nähden jätetään pois tai ainakin jätetään vaikuttamatta ohjaussuureisiin, ja että tämän sijasta lasketaan likiarvot uunin ohjausta varten tarvittaville ja elektrodijännitteistä riippuville ohjaussuureille, jolloin laskenta perustuu kullekin uunille valittuun yksinkertaistavaan olettamukseen koskien sekundääripiirien induktansseja (X_1 , X_2 , X_3) ja näiden vaihteluja riippuen muista uunin muuttujien vaihteluista ja on tämän olettamuksen takia mahdollinen, sekä että mainitut likiarvot tai näitä vastaavat kehitetyt ohjaussuureet viedään kuhunkin vastaavaan uunin ohjauselimeen, joihin elimiin edullisesti myös voidaan vaikuttaa uunin muuttujille asetetuilla raja-arvoilla.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että laskeminen ja optionaalisesti valvonta toteutetaan laskimen avulla, joka on ohjelmoitu toimimaan perustuen olettamukseen joka koskee sekundääripiirin induktansseja.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että laskin on ohjelmoitu valvomaan uunia toiminnan estämiseksi tiettyjen toimintarajojen ulkopuolella, jotka on valittu ryhmästä, johon kuuluvat yksityisten elektrodien virrat; uunin kuluttama kokonaispätöteho; muuntajien näen-

näisteho (MVA); ja uunin resistanssi ja jännite.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että rajojen asettelu on toteutettu ulkopuolelta manuaalisesti käytettävien valintakytkimien avulla.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että olettamuksena on, että sekundääripiirien induktanssit (X_1, X_2, X_3) pysyvät yhtä suurina toisiinsa nähden uunin toimintaalueilla piirien muiden muutosten aikana.

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se on varustettu mahdollisuudella valvoa jokaista elektrodia erityisten muuttuvien rajojen antamiseksi sen tiloille silloin kun tällainen elektrodi on "paistunut kiinni" uunin muun osan jäädessä normaalin valvonnan alaiseksi.

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että laskettuja arvoja uunin muuttujista käytetään aikaansaamaan tarpeen mukaan yksityisten elektrodien muuntajan käämikytkimen asentojen nostaminen tai laskeminen.

8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että elektrodipiirien yksilölliset resistanssit (R_1, R_2, R_3) lasketaan ja laskettuja arvoja käytetään määräämään, onko uunin elektrodeja nostettava tai laskettava resistanssien muuttamiseksi kohti haluttua arvoa.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että elektrodipiirien resistanssien muuttaminen toteutetaan vain jos lasketut arvot poikkeavat halutuista arvoista enemmän kuin ennaltamäärätyllä määrällä niin että muodostuu säätämätön alue, jolla ei aktivoida mitään säätöaktiiviteettia.

10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että valittuihin primääri- ja sekundääripiirimittauksiin sisältyy seuraavat mittaukset:

- (i) muuntajan käämikytkimen asento K
- (ii) muuntajan primäärivirrat I_1' , I_2' , I_3' , jotka muuntajan muutossuhteella käämikytkimen asennossa voidaan muuntaa sekundäärivirroiksi I_1 , I_2 , I_3
- (iii) muuntajan primäärijännitteet V_{12}' , V_{23}' , V_{31}' , jotka muuntajan muuntosuhteella käämikytkimen asennossa K voidaan muuttaa sekundäärijännitteiksi V_{12} , V_{23} , V_{31}
- (iv) kokonaispiiriteho P
- (v) elektrodien nostoasennot h_1 , h_2 , h_3 .

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että laskeminen toteutetaan ratkaisemalla kaksi yhtälöparia seuraavista kolmesta yhtälöparista tai näiden ekvivalenteista käyttäen hyväksi olettamusta, että sekundääripiirien induktanssien (X_1 , X_2 , X_3) käyttäytyminen on ennustettava:

$$\left. \begin{aligned} (I_{2R} \times R_2 - I_{2I} \times X_2) - (I_{1R} \times R_1 - I_{1I} \times X_1) &= V_{12R} \\ (I_{2I} \times R_2 + I_{2R} \times X_2) - (I_{1I} \times R_1 + I_{1R} \times X_1) &= V_{12I} \end{aligned} \right\} \text{-- (8)}$$

$$\left. \begin{aligned} (I_{3R} \times R_3 - I_{3I} \times X_3) - (I_{2R} \times R_2 - I_{2I} \times X_2) &= V_{23R} \\ (I_{3I} \times R_3 + I_{3R} \times X_3) - (I_{2I} \times R_2 + I_{2R} \times X_2) &= V_{23I} \end{aligned} \right\} \text{-- (9)}$$

$$\left. \begin{aligned} (I_{1R} \times R_1 - I_{1I} \times X_1) - (I_{3R} \times R_3 - I_{3I} \times X_3) &= V_{31R} \\ (I_{1I} \times R_1 + I_{1R} \times X_1) - (I_{3I} \times R_3 + I_{3R} \times X_3) &= V_{31I} \end{aligned} \right\} \text{-- (10)}$$

12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että olettamuksena on, että vaiheiden induktanssit ovat yhtä suuret, so. $X_1 = X_2 = X_3 = X$.

13. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että olettamuksena on, että

$$\begin{aligned} X_1 &= X + f(l_1) \\ X_2 &= X + g(l_2) \\ X_3 &= X + h(l_3). \end{aligned}$$

14. Sähköisen monivaiheisen kaariuunin valvonnan järjestely, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu välineet (42, 43) muiden tarpeellisten arvojen kuin jännitteiden suhteessa uunin kylpyyn ilmaisemiseksi, laskentavälineet (45), joihin mainitut arvot syötetään ja jotka on sovitettu laskemaan tarpeelliset valvonta-arvot siihen perustuen, että sekundääripiirien induktanssit (X_1, X_2, X_3) ovat ennustettavat teoreettisesti piirien muiden vaihteluiden aikana ja välineet (46-50) mainittujen valvonta-arvojen antamiseksi uunille joka optionaalisesti on uunin muuttujien haluttujen rajoitusten alaisena.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen sähkökaariuunin valvontajärjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (42, 43, 44) uunin tarpeellisten arvojen ilmaisemiseksi on sovitettu ilmaiseemaan:

- (i) muuntajan käämikytkimen asento K
- (ii) muuntajan primäärivirrat I_1', I_2', I_3' , jotka muuntajan muuntosuhteella käämikytkimen asennossa K voidaan muuntaa sekundäärivirroiksi I_1, I_2, I_3
- (iii) muuntajan primäärijännitteet $V_{12}', V_{23}', V_{31}'$, jotka muuntajan muuntosuhteella käämikytkimen asennossa K voidaan muuntaa sekundäärijännitteiksi V_{12}, V_{23}, V_{31}
- (iv) kokonaispiiriteho P
- (v) elektrodien nostoasennot h_1, h_2, h_3 .

16. Patenttivaatimuksen 14 tai 15 mukainen monivaiheisen sähkökaariuunin valvontajärjestely, t u n n e t t u siitä, että laskentavälineet (45) on sovitettu ratkaisemaan kaksi yhtälöparia seuraavista kolmesta samanaikaisesta yhtälöparista siihen perustuen, että sekundääripiirien induktanssit ovat ennustettavat:

$$\begin{aligned} (I_{2R} \times R_2 - I_{2I} \times X_2) - (I_{1R} \times R_1 - I_{1I} \times X_1) &= V_{12R} \\ (I_{2I} \times R_2 + I_{2R} \times X_2) - (I_{1I} \times R_1 + I_{1R} \times X_1) &= V_{12I} \end{aligned} \quad \text{-- (8)}$$

$$\begin{aligned} (I_{3R} \times R_3 - I_{3I} \times X_3) - (I_{2R} \times R_2 - I_{2I} \times X_2) &= V_{23R} \\ (I_{3I} \times R_3 + I_{3R} \times X_3) - (I_{2I} \times R_2 + I_{2R} \times X_2) &= V_{23I} \end{aligned} \quad \text{-- (9)}$$

$$\begin{aligned} (I_{1R} \times R_1 - I_{1I} \times X_1) - (I_{3R} \times R_3 - I_{3I} \times X_3) &= V_{31R} \\ (I_{1I} \times R_1 + I_{1R} \times X_1) - (I_{3I} \times R_3 + I_{3R} \times X_3) &= V_{31I} \end{aligned} \quad \text{-- (10)}$$

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen monivaiheisen sähkökaariuunin valvontajärjestely, t u n n e t t u siitä, että laskentaväli-
neet on sovitettu käsittelemään sekundääripiirien induktansse-
ja niin kuin ne olisivat yhtä suuret, so. $X_1 = X_2 = X_3 = X$.

18. Jonkin patenttivaatimuksista 14-17 mukainen monivaiheisen
sähkökaariuunin valvontajärjestely, t u n n e t t u siitä,
että laskentavälineinä on sopivasti ohjelmoitu laskin.

19. Jonkin patenttivaatimuksista 14-18 mukainen monivaiheisen
sähkökaariuunin valvontajärjestely, t u n n e t t u siitä,
että välineinä valvonta-arvojen antamiseksi uunille on normaali
valvontakonsoli ja toimilaitteyhdistelmä (14).

Patentkrav

1. Förfarande för drivning av en flerfas ljusbågsugn (11), innefattande analog eller digital styrning eller reglering av valda variabler med hjälp av härför anordnade ugnsstyrdsdon (12, 13, 14, 16), åtminstone dels styrning av elektrodernas höjdlägen i förhållande till ugnsbadet medelst härför anordnade elektrodhissar och dels styrning av elektrodernas arbetsspänningar medelst en omkopplingsbar matningstransformator (15), vars primärsida är ansluten till det matande elnätet och vars sekundärsida matar elektroderna, och innefattande direkt eller indirekt mätning av primära och sekundära variabler, k ä n n e t e c k n a t av att direkt mätning av sekundära fasspänningar (V_{12} , V_{23} , V_{31}) eller elektrodspänningar relativt ugnsbadet utelämnas eller åtminstone lämnas utan inflytande på några styrstorheter och att istället närmevärden beräknas för de för styrningen av ugnen erforderliga och av elektrodspänningarna beroende styrstorheterna, varvid beräkningen baseras på och möjliggöres av ett för varje ugn valt förenklande antagande beträffande sekundärkretsarnas induktanser (X_1 , X_2 , X_3) och deras variation i beroende av andra ugnsvariablers variation, samt att nämnda närmevärden eller mot dessa svarande alstrade styrstorheter tillföres till sina tillhörande ugnsstyrorgan, vilka företrädesvis även är påverkbara av för ugnsvariablerna uppställda gränsvärden.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t av beräkandet, och den eventuella ytterligare styrningen genomföres med tillhjälp av en dator programmerad att arbeta på basis av antagandet beträffande sekundärkretsens induktanser.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t av att datorn är programmerad att styra ugnen att förhindra drift utanför vissa driftsbegränsningar, vilka begränsningar är valda från den grupp som består av individuella elektrodströmmar, total aktiv effekt, som förbrukas av ugnen, skenbar effekt (MVA) för transformatorerna och resistans och spänning för ugnen.

4. Förfarande enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a t av att inställningen av nämnda gränser genomföres externt medelst manuellt inställbara väljare eller omkopplare.
5. Förfarande enligt ett av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t av att antagandet är att sekundärkretsarnas induktanser (X_1, X_2, X_3) förblir lika med varandra inom ugnens arbetsområden under andra ändringar hos kretsarna.
6. Förfarande enligt ett av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t av att utrustning är anordnad för styrning av en godtycklig elektrod för uppställning av särskilda variabla gränser för dess arbetsförhållanden, medan en sådan elektrod "bränns in" och med återstoden av ugnen fortfarande under normal drift eller styrning.
7. Förfarande enligt ett av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t av de beräknade värdena för ugnsvariablerna utnyttjas för att genomföra höjning eller sänkning av transformatoruttagslägena för de individuella elektroderna allt efter behov.
8. Förfarande enligt ett av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t av att de individuella resistanserna (R_1, R_2, R_3) hos elektrokretsarna beräknas och att de beräknade värdena utnyttjas för att bestämma huruvida ugnselektroderna bör höjas eller sänkas för att ändra resistanserna i riktning mot ett önskat värde.
9. Förfarande enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k n a t av att ändringen av elektrokretsarnas resistanser endast utföres, ifall de beräknade värdena skiljer sig från de önskade värdena med mera än ett förutbestämt belopp, varigenom åstadkommes ett dödgångsband, inom vilket ingen styraktivitet igångsättes.

10. Förfarande enligt ett av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t av att de valda primär- och sekundärkretsmätningarna, som äger rum, innefattar följande:

- (I) Transformatoruttagsläge K,
- (II) Transformatorns primära strömmar I'_1 , I'_2 och I'_3 , vilka kan skalenligt omräknas med transformatorns översättningsförhållande vid uttagsläget K för att ge sekundära strömmar I_1 , I_2 och I_3 ,
- (III) Primära transformatorspänningar V'_{12} , V'_{23} och V'_{31} , vilka kan nedräknas med transformatorns översättningsförhållande vid uttagsläget K för att ge sekundära spänningar V_{12} , V_{23} och V_{31} ,
- (IV) Kretsens totala effekt P,
- (V) Elektrodhisslägen h_1 , h_2 och h_3 .

11. Förfarande enligt patentkravet 10, k ä n n e t e c k n a t av att beräkningen utföres genom lösning av två godtyckliga par av följande tre par av ekvationer eller likvärdiga ekvationssystem under användning av antagandet att beteendet för sekundärkretsarnas induktanser (X_1 , X_2 , X_3) är förutsägbart:

$$(I_{2R} \cdot R_2 - I_{2I} \cdot X_2) - (I_{1R} \cdot R_1 - I_{1I} \cdot X_1) = V_{12R}) - (8)$$

$$(I_{2I} \cdot R_2 + I_{2R} \cdot X_2) - (I_{1I} \cdot R_1 + I_{1R} \cdot X_1) = V_{12I})$$

$$(I_{3R} \cdot R_3 - I_{3I} \cdot X_3) - (I_{2R} \cdot R_2 - I_{2I} \cdot X_2) = V_{23R}) - (9)$$

$$(I_{3I} \cdot R_3 + I_{3R} \cdot X_3) - (I_{2I} \cdot R_2 + I_{2R} \cdot X_2) = V_{23I})$$

$$(I_{1R} \cdot R_1 - I_{1I} \cdot X_1) - (I_{3R} \cdot R_3 - I_{3I} \cdot X_3) = V_{31R}) - (10)$$

$$(I_{1I} \cdot R_1 + I_{1R} \cdot X_1) - (I_{3I} \cdot R_3 + I_{3R} \cdot X_3) = V_{31I})$$

12. Förfarande enligt ett av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t av att antagandet är att fasernas induktanser är lika, d.v.s. att $X_1 = X_2 = X_3 = X$.

13. Förfarande enligt ett av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t av att antagandet är följande:

$$X_1 = X + f(1_1)$$

$$X_2 = X + g(1_2)$$

$$X_3 = X + h(1_3)$$

14. Styrordning för en elektrisk flerfas ljusbågsugn, k ä n n e t e c k n a d av organ (42, 43) för detektering av erforderliga värden utom spänningar i förhållande till ugnsbadet, beräknings- eller datororgan (45), till vilka sådana erforderade värden matas, varvid nämnda beräknings- eller datororgan är anordnade att beräkna de erforderade styrvärdena på basis av att induktanserna (X_1 , X_2 , X_3) hos sekundärkretsarna är teoretiskt förutsägbara under andra ändringar i kretsarna, och att organ (46-50) för tillförande av nämnda styrvärden till ugnen lämpligen är underkastade varje önskat gränsvärde som uppställs för ugnens variabler.

15. Styrordning enligt patentkravet 14, k ä n n e t e c k n a d av att organen (42, 43, 44) för detektering av erforderade värden hos en ugn är utförda att avkänna följande:

- (I) Transformatoruttagsläge K,
- (II) primära transformatorströmmar I'_1 , I'_2 , I'_3 , vilka kan omräknas med transformatorns översättningsförhållande vid uttagsläget K för att ge sekundära strömmar I_1 , I_2 och I_3 ,
- (III) primära transformatorspänningar V'_{12} , V'_{23} och V'_{31} , vilka kan omräknas med transformatorns översättningsförhållande vid uttagsläget K för att ge de sekundära spännignarna V_{12} , V_{23} och V_{31} ,
- (IV) kretsens totala effekt P,
- (V) elektrodhisslägen h_1 , h_2 och h_3 .

16. Styrordning enligt patentkravet 14 eller 15, k ä n n e t e c k n a d av att beräkningsorganen (45) är anordnade att lösa två av följande tre par av simultana ekvationer på basis att sekundärkretsarnas induktanser är förutsägbara:

$$(I_{2R} \cdot R_2 - I_{2I} \cdot X_2) - (I_{1R} \cdot R_1 - I_{1I} \cdot X_1) = V_{12R} \quad (8)$$

$$(I_{2I} \cdot R_2 + I_{2R} \cdot X_2) - (I_{1I} \cdot R_1 + I_{1R} \cdot X_1) = V_{12I}$$

$$(I_{3R} \cdot R_3 - I_{3I} \cdot X_3) - (I_{2R} \cdot R_2 - I_{2I} \cdot X_2) = V_{23R} \quad (9)$$

$$(I_{3I} \cdot R_3 + I_{3R} \cdot X_3) - (I_{2I} \cdot R_2 + I_{2R} \cdot X_2) = V_{23I}$$

$$(I_{1R} \cdot R_1 - I_{1I} \cdot X_1) - (I_{3R} \cdot R_3 - I_{3I} \cdot X_3) = V_{31R} \quad (10)$$

$$(I_{1I} \cdot R_1 + I_{1R} \cdot X_1) - (I_{3I} \cdot R_3 + I_{3R} \cdot X_3) = V_{31I}$$

där beteckningar har samma betydelse som i patentkravet 11.

17. Styrordning enligt patentkravet 16, k ä n n e t e c k -
n a d av att beräknings- eller dataorganen
är anordnade att behandla induktanserna hos sekundärkretsarna
såsom varande lika, d.v.s. $X_1 = X_2 = X_3 = X$.

18. Styrordning enligt ett av patentkraven 14-17,
k ä n n e t e c k n a d av att beräknings- eller datororganen
utgöres av en dator, som kan programmeras på lämpligt sätt.

19. Styrordning enligt ett av patentkraven 14-18, k ä n -
n e t e c k n a d av att organen för tillförande av styr-
värdena till ugnen utgöres av en normal styrkonsol- och
manöverenhet (14).

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patentijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 431 344 (H 05 B 7/18).

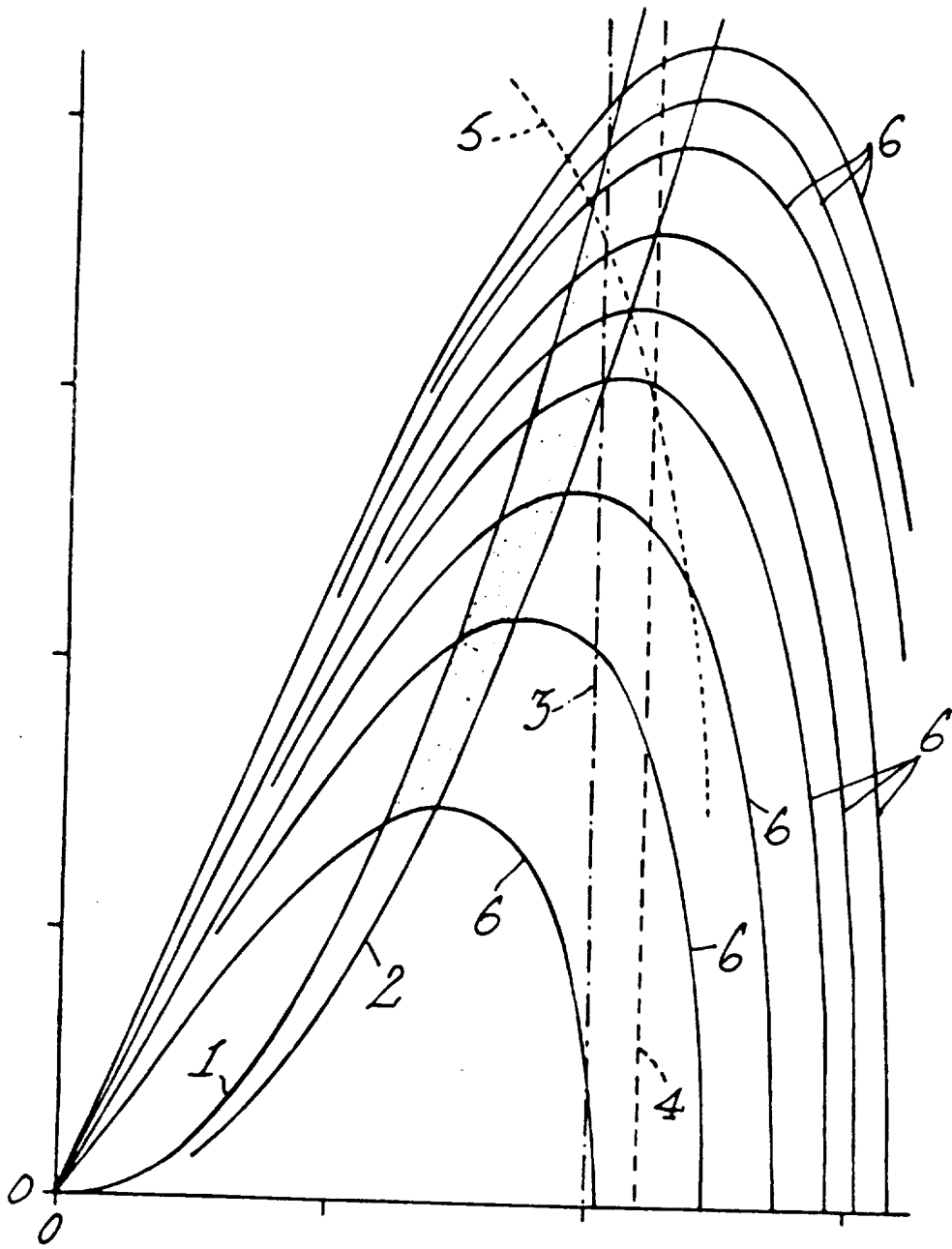


Fig 1.

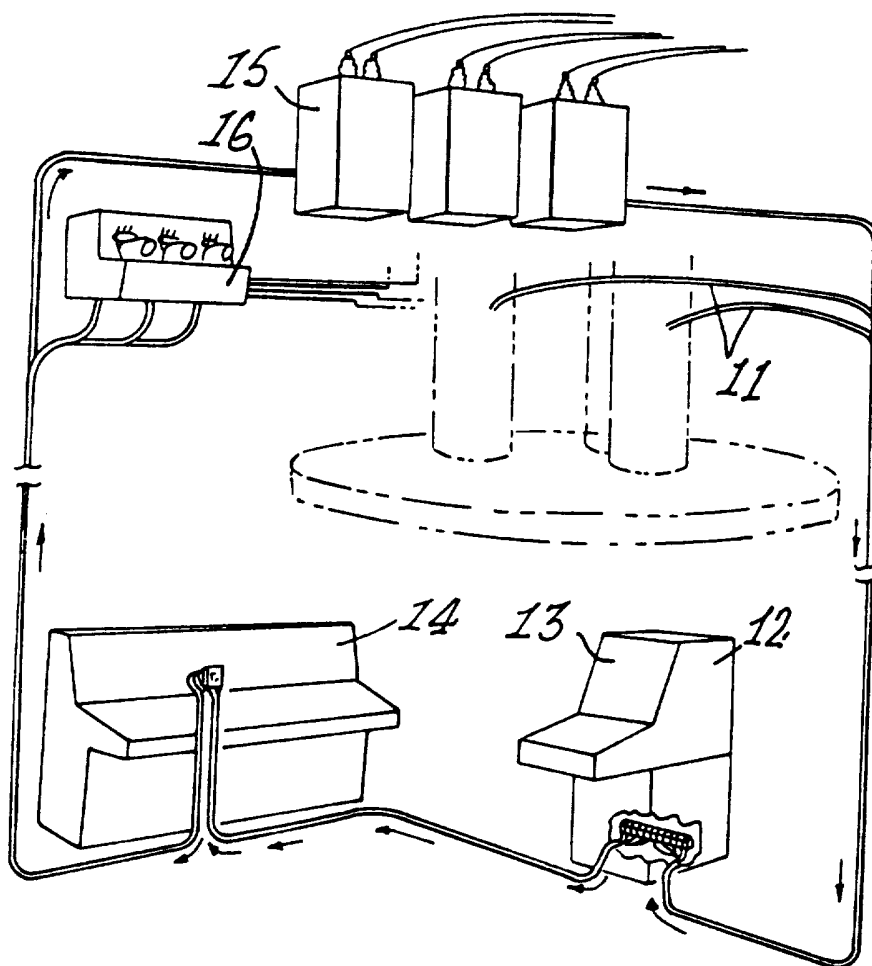


Fig 20

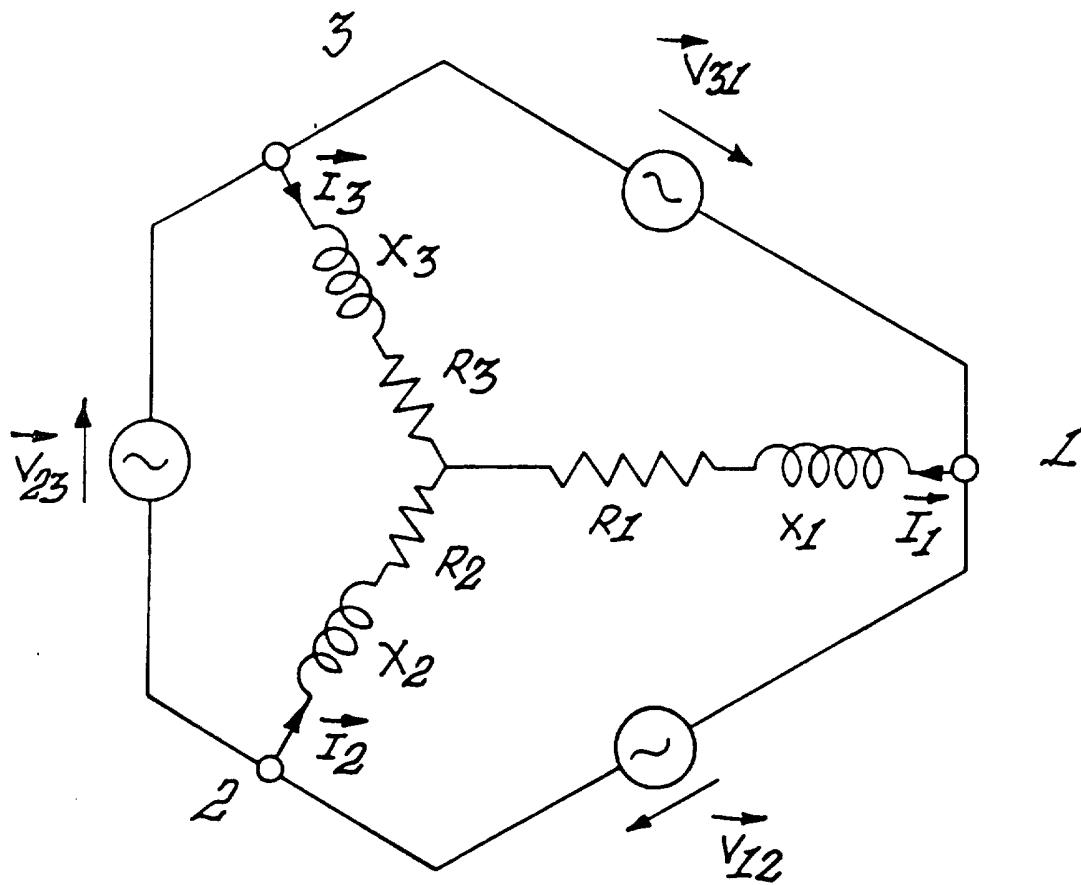


Fig 3

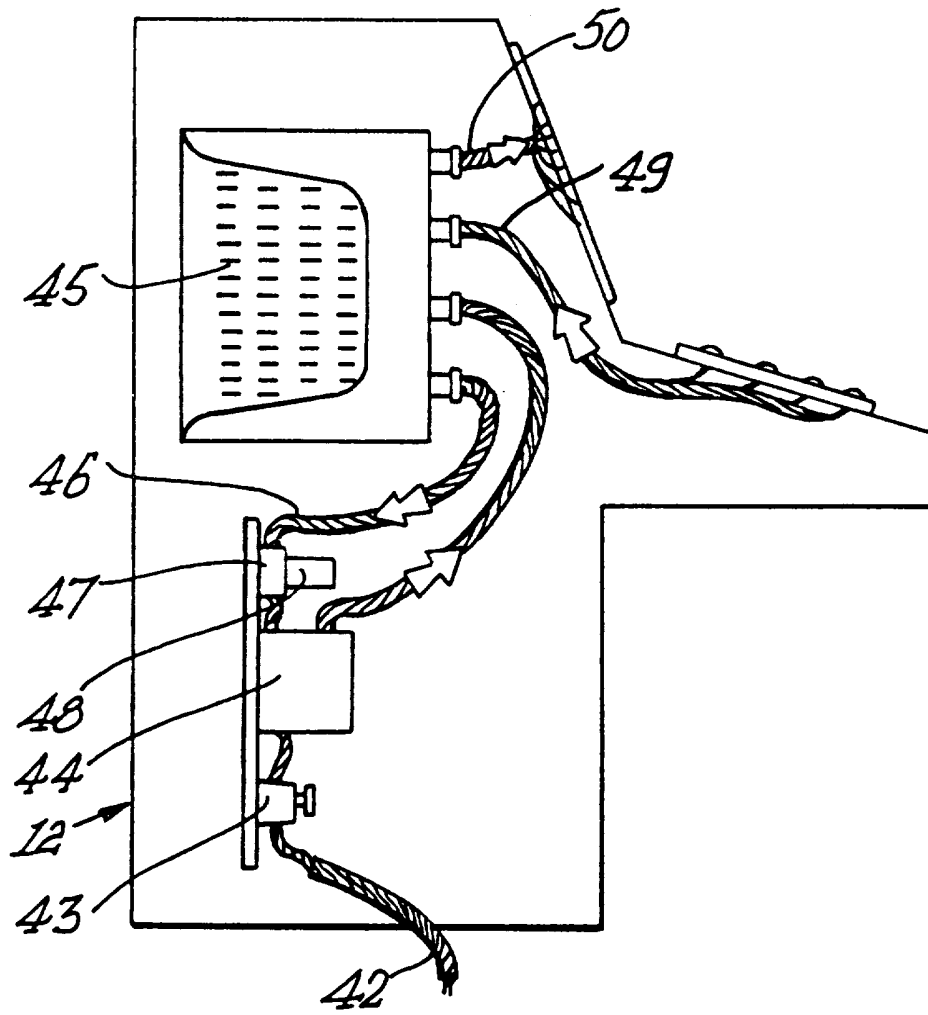


Fig. 4.

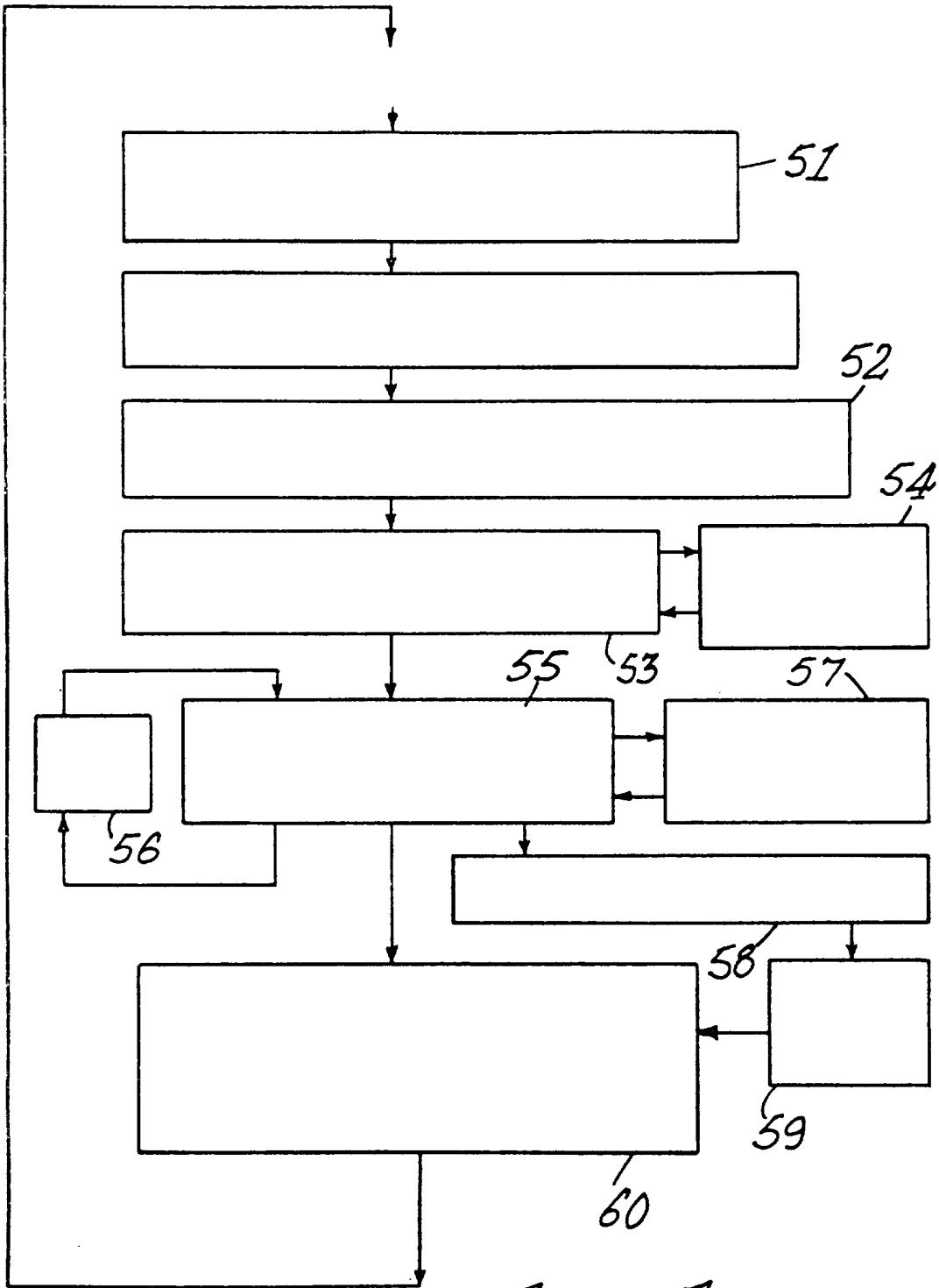


Fig 5