

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 24 09 1936

(51) Kv.lk.⁴/Int.Cl.⁴ F 23 N 3/00

SUOMI—FINLAND

(FI)

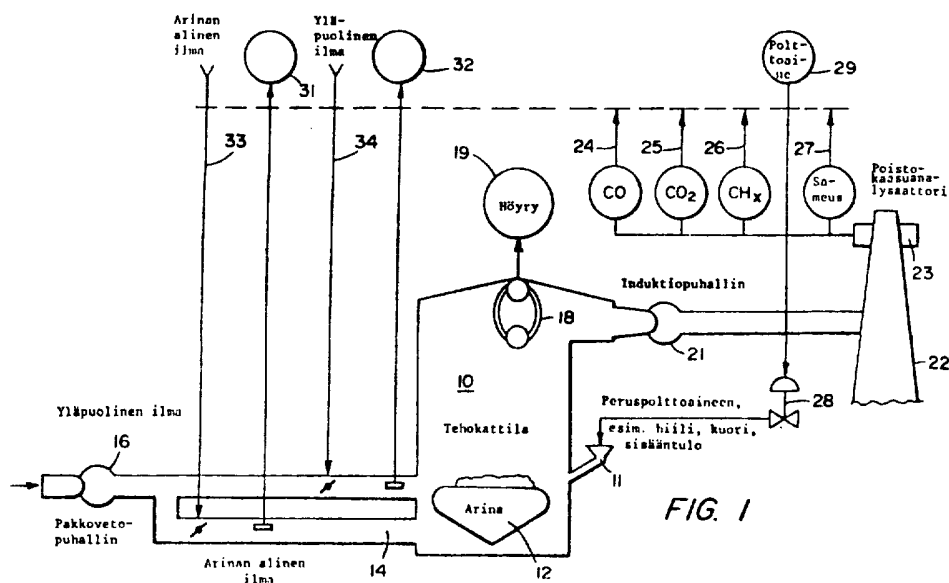
Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus — Patentansökning	820703
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	26.02.82
(23) Alkupaivä — Giltighetsdag	26.02.82
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	13.09.82
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	06.06.86
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	12.03.81
USA(US) 243170 Toteennäytetty-Styrkt	

- (71) Measurex Corporation, One Results Way, Cupertino, CA 95104, USA(US)
- (72) Laxmi K. Rastogi, San Jose, CA, Arthur D. Allen, Cupertino, CA,
John Y.H. Tsing, Cupertino, CA, USA(US)
- (74) Berggren Oy Ab
- (54) Menetelmä höyrykattilan kuumentuksen säätämiseksi - Förfarande för
reglering av uppvärmningen av en ångpanna

(57)Tiivistelmä

Menetelmä ja järjestelmä esimerkiksi hiilen tai kuoren palamisen säätämiseksi stoukkerikattilassa (10) tai mustaliipeän palamisen säätämiseksi soodakattilassa tarkoituksella saada toiminnalle maksimitehokkuus. Säätösilmukat on muodostettu primääriselle eli arinan (12) aliselle ilmalle (14) ja sekundääriselle eli yläpuoliselle ilmalle. Arinan (12) alisen ilman (14) säätösilmukkaa säädetään funktiona hiilidioksidista tai höyry/polttoaine-suhteesta ja yläpuolisen ilman säätösilmukkaa säädetään funktiona hiilimonoksidista. Hiilimonoksidin lisäksi voidaan käyttää hyväksi palavien ainesten määrää tai poistokaasun sameutta. Ilman uudelleenjakamista myös käytetään palavien ainesten, hiilimonoksidin tai sameuden minimoimiseksi.



(57) Sammandrag

Förfarande och system för reglering av förbränningen av t.ex. kol eller skal i en stokerboiler (10) eller svartlut i en sodapanna för att uppnå maximal effektivitet för driften. Reglerkretsar är anpassade till primärluften (14) eller luften under rosten (12) och till sekundärluften eller luften ovanför elden. Reglerkretsen för luften (14) under rosten (12) regleras som en funktion av koldioxiden eller ång/bränsle-förhållandet och reglerkretsen för luften ovan om elden regleras som en funktion av kolmonoxiden. Förutom kolmonoxid kan mängden av de brännbara ämnena eller opaciteten av förbränningsgaserna användas. Luftens omfördelning användes också för minimering av de brännbara ämnena, kolmonoxiden eller opaciteten.

Menetelmä höyrykattilan kuumennuksen säätämiseksi

Esillä oleva keksintö kohdistuu menetelmään höyrykattilan kuumennuksen säätämiseksi, jossa kattilassa on ilmansyöttö polttoainekerroksen alueella tämän alapuolelta sekä ilman-syöttö polttoainekerroksen yläpuolelta. Keksinnön periaatteet ovat suoraan sovellettavissa teollisuusjätteen talteenottokattiloihin kuten esimerkiksi sellaisiin kattiloihin, joita käytetään mustalipeän yhteydessä paperintuotannossa.

Stoukkerikattilat ovat kattilaluokka, jossa kiinteätä polttoainetta kuten esimerkiksi kivihiiltä tai kuorta poltetaan kerroksena. Tällaisiin kattiloihin päästetään ilmaa sekä palo- eli polttoainekerroksen alle (nimitetään arinan aliseksi ilmaksi) että polttoainekerroksen yläpuolelle. Yleensä arinan alinen ilma panee palamisen alkuun ja ajaa haihtuvat aineet ulos hiili- tai puukerroksesta ja yläpuolinen ilma synnyttää pyörteisen virtauksen ja polttaa hiilimonoksidin, joka on ajettu ulos palavasta kerroksesta. Talteenottokattilassa arinan alinen ilma aktiivisesti päästetään polttoainekerrokseen ja sitä nimitetään primääri-ilmaksi ja yläpuolista ilmaa nimitetään sekundääri-ilmaksi.

Toisin kuin öljyä tai kaasua polttavissa kattiloissa on stoukkerikattilan tulipesässä palava kerros. Tästä kerroksesta täytyy huolehtia koko ajan. Palamisen oikeaa säätelyä varten on varmistettava se, että parhaalla mahdollisella tavalla käytetään hyväksi poltettavaa polttoainetta. Täten tulisi vähentää sen liikailman määrää, joka päästetään savuhormiin samalla kun olisi vähennettävä häviötä, joka johtuu siitä, että epätäydellisesti palaneet palamistuotteet CH_x menevät savuhormiin. Vaikka nämä ovat primääriset päämäärät kaasua tai öljyä polttavien kattiloiden ohjauksessa, ei näin ole laita stoukkerikattiloissa eikä jätteen-

ottokattiloissakaan. Näissä kattiloissa on minimoitava palamatta jääneen polttoaineen määrä tuhkassa tai sulassa sekä palavien aineiden CH_x pääsy savuhormin lävitse.

On tunnettua, että stoukkerikattilan polttoainekerroksessa on useita erilaisia palamisvyöhykkeitä. Siinä on esimerkiksi hapettumisvyöhyke, jossa hiili muutetaan hiilidioksidiksi CO_2 ja vyöhyke, missä hiilidioksidi voi tulla pelkistetyksi hiilimonoksidiksi CO . Sen lisäksi on muita vyöhykkeitä. Joka tapauksessa tapahtuu hyvin monimutkainen sarja kemiallisia reaktioita, jotka vaihtelevat kattilasta toiseen riippuen monista parametreista. Jätteen talteenottokattiloissa tapahtuu analogisia reaktioita.

Jotta saavutettaisiin optimaalinen palamistehokkuus, on käytetty savukaasuanalysointilaitteita, jotka mittaavat hiilimonoksidin, hiilidioksidin ja myös palavien kaasujen CH_x määrän. Ja tietysti on ympäristönsuojeluviranomaisia varten suoritettu mittauksia typpioksidulista tai typpioksidista, rikkidioksidista ja sameudesta (joka on mitta savukaasussa olevalle noelle tai tuhkalta). Lisäksi on joko ehdotettu tai todellisuudessa käytetty takaisinkytkentä-säätötekniikoja, joissa jotakin edellä mainituista parametreista on käytetty säätämään palamisen tehokkuutta. Esimerkiksi teoksessa North American Combustion Handbook, 1978, toinen painos, julkaisija North American Manufacturing Company, sivuilla 67 ja 68 osoitetaan, että optimaalinen terminen hyötysuhde voidaan saavuttaa tuottamalla maksimaalinen suhteellinen määrä hiilidioksidia savukaasuun. Lisäksi on säädetty arinan alista ilmavirtaa funktiona hiilimonoksidin tai hapen määrästä poistokaasussa selektiivisen päämääräarvon saavuttamiseksi.

Esillä olevan keksinnön yleisenä kohteena on saada aikaan parannettu järjestelmä ja menetelmä palamisen optimoimiseksi kattilassa.

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on keksinnölle tunnusomais- ta se, että mitataan savukaasun hiilidioksidi- ja hiilimonok- sidipitoisuutta, että kattilaan tuodun alapuolisen ilman mää- rää säädetään joko hiilidioksidipitoisuuden funktiona tai höyry/polttoainesuhteen funktiona, ja että kattilaan tuodun yläpuolisen ilman määrää säädetään hiilimonoksidipitoisuuden funktiona.

Menetelmässä on edullista, että hiilidioksidipitoisuus sää- detään maksimaalisen suuruiseksi ja hiilimonoksidipitoisuus säädetään ohjearvon suuruiseksi.

Keksintöä ja sen muita piirteitä selostetaan seuraavassa viitaten oheisiin piirustuksiin.

Kuvio 1 on kaaviokuva stoukkerikattilasta, jossa on käytet- ty esillä olevaa keksintöä.

Kuvio 2 on yksityiskohtainen leikkauskuva kuviossa 1 kaa- viollisesti kuvatusta kattilasta.

Kuvio 3 on piirikaavio säätöjärjestelmästä, jossa on käy- tetty esillä olevaa keksintöä.

Kuvio 4 kuvaa kuvion 3 mukaisen järjestelmän toimintaa.

Kuvio 5 on taulukko, joka kuvaa kuvion 3 mukaisen järjes- telmän toimintaa.

Kuvio 6 on piirikaavio ja kaaviollinen kuva osasta kattilan ilmansyöttöä kuvaten keksinnön vaihtoehtoista suoritusmuo- toa.

Kuvio 7 on kaaviokuva jätteen talteenottokattilasta, jossa on käytetty esillä olevaa keksintöä.

Kuviossa 1 on esitetty stoukkerityyppinen tehokattila 10, jossa polttoainetta kuten esimerkiksi kivihiiltä tai kuorta syötetään kohdassa 11 liikkuvalla arinalla 12. Palamista ylläpidetään yläpuolisella ilmalla 13 ja arinan alisella ilmalla 14. Pakkovetopuhallin (FD-puhallin) 16 tuottaa tä- män syöttöilman.

Polttoainekerros 17 arinalla 12 kehittää höyryä kattilaput- kissa 18 ja höyryn lähtömäärää on merkitty viitenumerolla 19.

Poistokaasu vedetään induktiopuhaltimella 21 hormiin 22. Tässä hormissa on poistokaasuanalysaattori 23, jossa on yksilölliset ja tunnetut tuntoyksiköt, jotka osoittavat hiilimonoksidin CO, hiilidioksidin CO₂ ja palavien CH_x määrän poistokaasussa ja tämän kaasun sameuden OP. Näitä yksiköjä on merkitty viitenumeroilla 24 - 27. Lisäksi on polttoaineen sisäänmenon säätö kaaviollisesti osoitettu porttiyksiköllä 28; arvon suuruus on osoitettu sanan FUEL (polttoaine) sisältävällä ympyrällä 29.

Syötön kannalta katsottuna määritetään yläpuolisen ja arinan alisen ilman määrät tuntoelimillä, näiden määrien arvoja on osoitettu kohdissa 31 ja 32; säätösisäänmenot näiden ilmavirtojen säätämiseksi venttiileillä tai pelleillä on osoitettu kohdissa 33 ja 34.

Yhdessä sovellutuksessa voidaan esillä olevaa keksintöä käyttää levitinstoukkerissa, kuten on esitetty kuviossa 2. Kattilassa on ilmatila 41, johon on arinan alinen ilman sisäänmeno 42 ja joka on peitetty liikkuvalla stoukkeriketjulla 43. Stoukkeriketjun päällä kuljetetaan polttoainekerrosta 17, johon yläpuolinen ilma päästetään edestä, sivuilta ja takaa. Etupuolista yläpuolisen ilman tuloa on merkitty viitenumerolla 44 ja takaa tulevaa yläpuolista ilmaa viitenumeroilla 46 ja 47. Hiilen syöttösuppilo 48 ja syötin 49 tuovat polttoaineen tulipesään. Stoukkeriketjun 43 yläosa liikkuu kohti tuhkabunkkeria 51.

Levitinstoukkerikattilassa suunnataan polttoaine yleensä yli tulen tasaisesti levitettävällä toiminnalla. Tämä tekee mahdolliseksi hienojen polttoaineosasten suspensiopalamisen ja raskaammat kappaleet, joita kaasuvirtaus ei pysty kantaan, putoavat liikkuvalla arinalle palaakseen ohuena, nopeasti palavana kerroksena, joka liikkuu kohti kattilan etupäätä. Tämä polttamismenetelmä aiheuttaa erittäin suuren herkkyyden kuorman heilahteluille, koska syttyminen on

lähes silmänräpäyksellinen palamisnopeuden kasvaessa. Lisäksi voidaan polttoainekerros haluttaessa nopeasti polttaa loppuun.

Kuvio 3 kuvaa säätöjärjestelmää kuvion 1 mukaiselle tehokattilalle ja kuvion oikeaan reunaan on merkitty eri sisäänmenot ja ulostulot. Tämä tarkoittaa, että useat tuntoelimet tuntevat höyryn, polttoaineen, hiilidioksidin, sameuden, hiilimonoksidin ja palavat. Näiden tuntoelinten antoja käsitellään jäljempänä kuvatulla tavalla ja mittauksilla olemassaolevat arinan alinen U.G. ja yläpuolinen O.F. ilma 31, 32 muodostetaan kaksi säätösilmukkaa asianomaisten ilmavirtojen säätöä varten johdoissa 33, 34.

Mitä ensiksi tulee arinan alisen ilman säätösilmukkaan, ratkaisuna on maksimoida todettu hiilidioksidi. Täten hiilidioksidin toteaminen kohdassa 25 on kytketty ääriarvosäätöyksikköön 52, joka nousevalla tai portaittaisella toiminnalla tuntee hiilidioksidin maksimimäärän ja muuttaa arinan alista ilmaa kohdassa 33 vastaavasti. Toisin sanoen ja yksinkertaisemmin ilmaistuna hiilidioksidin ulostulon vaihtelu arinan alinen ilma parametrina on käyrä, jolla on maksimi; ja arinan alisen ilman sisäänvientiä vaihdellaan, kunnes on mitattu maksimimäärä hiilidioksidia. Tätä ääriarvosäätöä on kuvattu kuviossa 5, jossa on kuvattu arinan alisen ilman muutoksia (olettaen polttoaineen syöttö vakioiksi). Huomioidaan se, onko viimeisen hiilidioksidimittauksen arvo kasvava vaiko pienenevä, kunnes ääriarvo eli maksimipiste on saavutettu. Ääriarvosäätö on sinänsä tunnettu alan ammattimiehille, sitä on käsitelty esimerkiksi artikkelissa Extremum Control Systems - an Area for Adaptive Control?, Jan Sternsby, 1980 Joint Automatic Control Conference, 13-15 elokuuta 1980, San Francisco, California. Tässä nimenomaan käytettynä säätötekniikkana on samanlainen kuin mainituksessa artikkelissa selitetty "portaittainen menetelmä". Tässä artikkelissa käsitellään myös muita menetelmiä, joita

voidaan käyttää, kuten esimerkiksi gradienttitekniikkaa (kts. Mode Oriented Methods).

Vaihtoehtona arinan alisen ilman säätämislle mittaamalla hiilidioksidi voidaan käyttää höyry/polttoaine-suhdetta, kuten on osoitettu kohdassa 53. Tämä on erityisen käyttökelpoinen kattiloissa, joissa on tarkat polttoaineen ja höyryn mittaukset ja sillä voidaan myös todeta joitakin ei-toivottuja tiloja kuten polttoaineen kasaantuminen kattiloissa. Täten yleensä CO_2 :n tai höyry/polttoainesuhteen käyttäminen joko erikseen tai yhdistelmänä määräytyy niiden luotettavuustasoista. Tietysti höyry/polttoainesuhde on lopullinen mitta kattilan tehokkuudelle, koska se vastaa ulostuloenergian suhdetta sisäänmenoenergiaan. Täten tosiasiassa käytetään poikittaisrajoittavaa kaaviota höyry/polttoaine-suhteeseen nähden tämän suhteen vaihteluille, koska mahdollisesti heterogeeniset polttoainekerros-olosuhteet voivat johtaa siihen. Kuviossa 5 on myös esitetty tämä suhde S/F vaihtoehtona hiilidioksidille.

Vaihtoehtoiseen menetelmään ääriarvosäädölle sisältyy CO_2 :n neliöllisen polynomin käyttäminen funktiona menneistä arvoista ilma/polttoainesuhteessa ja polttoaineen virtauksessa. Toista neliöllistä polynomifunktiota höyry/polttoaine-suhteelle myös käytetään funktiona viimeisistä ilma/polttoainesuhteista ja polttoainevirtauksesta. Rekursiivista eksponentiaalisesti painotettua pienimmän neliön menetelmää, jollainen on esitetty teoksessa Dynamic System Identification, Section 7.3.1, tekijät G.C. Goodwin ja R.L. Payne, Academic Press, sivu 180, 1977, käytettiin polynomisten parametrikertoimien laskemiseen.

Sitten käytettiin kalkylointiteoriaa ilmaisun löytämiseksi ilma/polttoaine-suhteiden paikkojen estimoinnille, joissa esiintyy maksimaalinen CO_2 arvo ja maksimaalinen höyry/polttoaine-suhde.

Oletettakoon esimerkiksi polynoominen höyry/polttoainesuhde seuraavaksi:

$$S/F = A_1 A/F^2 + A_2 A/F + A_3 F + A_4 A/F \cdot F + A_5 \quad (1)$$

Kun $A_1 < 0$ esiintyy maksimaalinen höyry/polttoainesuhde, kun

$$\frac{d S/F}{d A/F} = 0 = 2 A_1 A/F + A_2 + A_4 F \quad (2)$$

$$\text{so. maksimaalisella } S/F\text{:llä on } A/F = \frac{-A_2}{2A_1} - \frac{A_4 F}{2A_1} \quad (3)$$

missä S/F = höyry/polttoaine-suhde

A/F = ilma/polttoaine-suhde

A_i = indentifioidut parametrit i :n arvoilla 1, 2, 3, 4, 5

Ilmaisu ilma/polttoaine-suhteelle, joka vastaa maksimaalista CO_2 :ta, eli A/F maksimaalisella CO_2 :lla voidaan kirjoittaa samalla tavoin kuin yhtälö (3).

Ääriarvosäättöä käytetään sitten muuttamaan ilma/polttoaine-suhteen tavoitearvoa jollakin seuraavista kolmesta tavasta:

- A/F maksimaalisella S/F arvolla
- A/F maksimaalisella CO_2 arvolla
- kohtien a. ja b. algebrallinen yhdistelmä.

Avainominaisuutena tälle säädölle on, että nämä ilma/polttoaine-suhteen arvot muuttuvat polttoaineen koostumuksen ja jakaantumisen vaihteluiden mukana sekä kattilan toimintaolosuhteiden muutosten mukana. Identifikaatio käyttää todellisia mittauksia kahden neliöllisen polynoomisen parametrin päivittämiseen kun uudet mittaukset tulevat tunnetuiksi ja ennustaa ilma/polttoaine-suhteen arvot optimaaliselle höyry/polttoainesuhteelle ja optimaaliselle CO_2 :lle koko ajan.

Ääriarvosäädöllä 52 on myös sameussisäänmeno 27, jota käytetään lisäämään arinan alista ilmaa, jos yläpuolinen ilman sisäänmeno on maksimissa. Tämän tarkoituksena on täyttää ympäristöviranomaisten vaatimukset. Arinan alisen ilman indikaatio 31 asetetaan suhteeseen höyry-ulostulon 19 tai polttoaineen sisäänmenon 29 kanssa ja summataan kohdassa 54 säätäjän 52 asettelupisteen ulostulon kanssa. Täten saadaan arinan alinen ilma/höyry tai arinan alinen ilma/polttoaine virhesignaali säätäjälle C5. Tämä muodostaa siten välisäätösilmukan. Lopuksi muodostetaan sisin ohjaussilmukka (säätösilmukka) summauksella kohdassa 56, joka vastaanottaa arinan alisen ilman sisäänmenon 31 ja säätäjän C5 ulostulon, jotka käsiteltynä säätöyksiköllä 57 muodostavat tosiasiallisen arinan alisen ilman virhesignaalin, joka on arinan alisen ilman säätöjohto 33.

Kuvion 3 mukaisesti säädetään yläpuolista O.F. ilmaa kolmella rinnakkaisella säätimellä C1, C2 ja C3, joista vain yksi on aktiivinen minä tahansa ajankohtana ja joilla on vastaavat sisäänmenot palavan asettelupiste S.P., hiili-monoksidi-asettelupiste ja sameusasettelupiste, kuten kuvioista nähdään. Nämä summataan kohdissa 61, 62 ja 63 näiden parametrien asianomaisten todellisten arvojen kanssa. Yhden näistä parametreista valinta toimimaan tavoitteena yläpuoliselle ilmalle on osoitettu kytkimellä T. Tämä valinta suoritetaan kuitenkin sarjalla tilanmuutos-logiikkayhtälöitä, jotka on esitetty taulukossa I jäljempänä. Tuloksena oleva tavoite johdolla 64 summataan kohdassa 66 sisäänmenon 67 kanssa, joka on joko yläpuolisen ilman suhde höyryyn tai yläpuolisen ilman suhde polttoaineeseen. Tuloksena oleva summaus 66 on yläpuolinen virhesignaali, jota käsitellään säätimellä C4. Tämä muodostaa täten välisäätösilmukan. Lopullinen sisin säätösilmukka yläpuolisen ilman sisäänmenolle 32 ja ohjausulostulo 34 toteutetaan summausyksiköllä 68, joka vastaanottaa yläpuolisen ilman sisäänmenon 32, säätäjän C4 ulostulon ja tuottaa yläpuolisen ilman virhesignaalin säätäjään 69, joka käyttää yläpuolisen ilman säätöjohtoa 34.

Yleensä ei välisäätsilmukka, joka käyttää hyväksi yläpuolisen ilman ja höyryn tai polttoaineen suhdetta 67, ole ehdottomasti välttämätön tässä säättösuunnitelmassa.

Täten osittaisena yhteenvetona esillä olevasta keksinnöstä ja kuvioon 3 viitaten mainittakoon, että arinan alisen ilman säätö, joka ilma voi muodostaa jopa 80 prosenttia kokonaispalamisilmasta monissa kattiloissa, toteutetaan yksinomaan hiilidioksidin mittauksella (ja/tai höyry/polttoainesuhteen mittauksella). Ekvivalenttinen olisi luonnollisesti happokonsentraation mittaus. Uskotaan, että ei ole olemassa mitään teoreettista perustetta hiilimonoksidin käyttämiselle tähän tarkoitukseen.

Toiselta puolen hiilimonoksidia käytetään (kuten jäljempänä tarkastellaan, vaihtoehtoisesti palavien tai sameuden kanssa) yläpuolisen ilman säätämiseen. Tämä johtuu siitä, että hiilimonoksidin läsnäolo poistokaasussa on yleensä osoitus yläpuolisen ilman ei-sopivasta sekoittumisesta hiilimonoksidiin taikka stökiömetristen palamisolosuhteiden lähenemisestä hapettumisvyöhykkeessä kerroksen yläpuolella. Se paljastaa hyvin rajoitetusti tietoa itse tulikerroksen tilasta. Toiselta puolen uskotaan, että hiilidioksidin mittaus (tai vaihtoehtoisesti höyry/polttoaine-suhteen mittaus) paljastaa enemmän tukikerroksen tilaa. Täten edellä esitetty edustaa osittaista yhteenvetoa kuviossa 3 esitetyn säätöjärjestelmäsuunnitelman syystä.

Taulukko I

$T = 0$ tai 1 tai 2

Aloits: $T = 1$ so. CO säätö

Tilan siirtymälogiikka:

$$\begin{array}{l}
 3 \left\{ \begin{array}{l} T \longrightarrow 0 \text{ jos } CH_x > CH_{xx} \text{ ja } OP^* < OP_x \text{ ja } CO < CO_x \\ \text{Aktivoi} \\ CH_x \text{ säätö jos } CH_x > CH_{xsp} + CH_{DZ} \text{ ja } OP < OP_{sp} \text{ ja } CO < CO_{sp} \end{array} \right. \\
 2 \left\{ \begin{array}{l} T \longrightarrow 1 \text{ jos } CO > CO_x \text{ ja } OP < OP_x \\ \text{Aktivoi} \\ CO \text{ säätö jos } CO > CO_{sp} + CO_{DZ} \text{ ja } CH_x < CH_{xsp} \text{ ja } OP < OP_{sp} \end{array} \right. \\
 1 \left\{ \begin{array}{l} T \longrightarrow 2 \text{ jos } OP > OP_x \\ \text{Aktivoi} \\ \text{sameus-} \text{ jos } OP > OP_{sp} + OP_{DZ} \text{ ja } CH_x < CH_{xsp} \\ \text{säätö} \end{array} \right. \\
 \uparrow
 \end{array}$$

Prioriteetti

$^*OP = \text{sameus}$

Taulukko I ja kuvio 4 kuvaavat siirtymälogiikkayhtälöitä yhden kolmesta rinnakkaisesta säätösisäänmenosta valitsemiseksi yläpuoliselle ilmalle, kuten on kuvattu kuviossa 3; nämä kolme ovat palavien määrä, hiilimonoksidin määrä tai sameus. Taulukon I muutoslogiikkayhtälöiden termit ovat ekvivalenttiset kuvion 4 merkintöjen kanssa. Säätöprioriteetti on osoitetulla tavalla sameus ensin, hiilimonoksidi toiseksi ja CH_x kolmanneksi. Yleensä sameussäätö ohittaa hiilimonoksidisäädön, jos sameus ylittää ennaltamäärätyn rajan. Hiilimonoksidisäätö ohittaa CH_x säädön, jos hiilimonoksidin tunnistettu määrä ylittää ennaltamäärätyn rajan.

Tätä kaikkea on kuvattu kuviossa 4, jossa kun tarkastellaan esimerkiksi kaavion hiilimonoksidiosaa, hiilimonoksidin

asettelupisteeseen CO S.P. sisältyy hiilimonoksidin kuollut vyöhyke (CO_{DZ}). Tällainen kuollut vyöhyke estää heilunnan. Kuolleet vyöhykkeet ovat myös muissa säätökanavissa. Maksimaalinen hiilimonoksiditaso on CO_x , jossa tapahtuu hälytystila. Sama pätee palavien maksimille CH_{xx} . Mitä tulee sameuteen, on ympäristösäännösten loukkaustasoa merkitty OP_x . Tyypillisiä arvoja, joihin eri asettelupisteet on asetettu, ovat asettelualue 0,1-1 prosenttia CH_x :lle, 200-1500 ppm hiilimonoksidille ja 10-20 prosenttia sameudelle. Luonnollisesti riippuvat nämä arvot kattilatyypistä ja kunakin aikana käytetyn polttoaineen tyypistä. Arvot riippuvat myös ympäristöä koskevista säännöksistä. Esimerkiksi hyviä stökiömetrisiä olosuhteita varten voi olla, että yhdessä kattilassa tai tietyn tyyppisellä kuoripolttoaineella hiilimonoksidin asettelupiste olisi kriittisemmin säädeltävä suhteellisesti alhaisempaan arvoon kuin muut asettelupisteet. Joka tapauksessa on tästä muutoslogiikan tilasta selvää, että vain yksi säädin kerrallaan on aktiivinen kysymyksen ollessa yläpuolisesta ilmasta. Taulukko II esittää todellisia toiminta-arvoja esillä olevaa keksintöä käytettäessä yhdelle kuorta ja kahdelle kivihiiltä polttavalle stoukkerikattilalle.

Taulukko II

Polttoainetyyppi	Kuori	Kivihiili n:o 1	Kivihiili n:o 2
Happi %	4,2	10,1	9,5
CO PPM	580	171	233
CO ₂ %	14,8	12,1	12,1
Sameus %	? ^x	31,2	-
Palavat ^{xx} %	0,1	0,1	0,1
Polttoainevirtaus MPPH	92	48	53
Höyryvirtaus MPPH	254	158	154
Arinan alisen ilman virtaus MPPH	319	127	155
Höyry/polttoaine tuotos	2,76	3,29	2,91
Ilma/polttoaine % (ilma/höyry)	139,5	(79)	(100)
Yläpuolinen ilma	Paine 5,6 cm vesipatsasta	Virtaus 55 MPPH	Virtaus 29 MPPH

^xKäyttää märkää kaasunpesulaitetta, sameus ei ole tärkeä ympäristösuojelun kannalta

^{xx}Mittauksia ei tunneta; esitetyt arvot ovat arvioita.

Levitinstoukkerissa siirtyy syttymistaso (palamistaso) ylöspäin läpi kerroksen samaan suuntaan kuin arinan alinen eli primääri-ilma, joka syöttää palamiseen tarvittavan hapen. Haihtuvat eroavat suoraan polttoainekerroksen yläpuoliseen vyöhykkeeseen hapettamista varten. Johtuen hienojen polttoaineosasten ja haihtuvien suspensiopalamisesta, tarvitsevat levitinstoukkerit oikean sekundääri-ilman (yläpuolisen ilman) jakaantumisen kaikissa kuormitusolosuhteissa. Sopimattomasta ilman jakaantumisesta on seurauksena kattilan tehokkuuden aleneminen noen muodostumisen johdosta (mihin liittyy sameusongelmia) ja siitä syystä, että lentotuhkaa ja palavia hiilivetyjä menee ylös hormista. Heikko palaminen kerroksen ympärillä myös aiheuttaa lisääntymisen hiilen suhteellisessa osuudessa tuhkassa, johtuen sen säteilylämmön vähenemisestä, joka polttoainekerrokseen suuntautuu ylhäältä.

Levitinsoukkerissa ei syttymisvyöhyke (palamisvyöhyke) ole selvästi määritetty. Pikemminkin sen voidaan sanoa sijaitsevan kahdessa kohdassa: 1) liekin juuressa kerroksen yläpuolella, jossa tapahtuu suspensiopalaminen ja 2) karkeasti yhdensuuntaisena polttoainekerroksen pinnan kanssa. Haihtuvat pääsevät suoraan sekundääriseen hapettamisvyöhykkeeseen kerroksen yläpuolella, kun tuore pudotettu hiili vajoaa syttymistasoon (polttotasoon). Koska haihtuvien annetaan saavuttaa levitinsoukkerin sekundäärinen hapettamisvyöhyke ilman että niiden täytyy poikittaa syttymistaso (polttotasoo), niin näiden haihtuvien ja hiilimonoksidin, jotka nousevat polttoainekerroksesta, täydellinen hapettaminen vaatii yläpuolisen ilman oikeata syöttämistä ja jakaantumista.

Kuvio 6 kuvaa kaaviota tämän yläpuolisen ilman jakaantumisen säätämiseksi. Tässä on yläpuolista pääilmavirtausta indikoitu tuntoelimellä 32' ja tätä säädetään venttiilillä tai pellillä 83. Tätä venttiiliä säädetään normaalisti kuviossa 3 esitetyllä säätöulostulolla 34. Tämä sekundääri-ilman siisäntulo on kuitenkin jaettu sivu-, taka- ja etukanaviin. Ainakin etu- ja takakanavat nähdään kuviossa 2 viitemerkeillä 44 ja 46, 47 osoitettuina. Kuviossa 6 esitetyissä sivu- ja takakanavissa on säädettävät venttiilit 81 ja 82. Käytettäessä tätä yläpuolisen ilman putkistoa ja venttiileitä tai peltejä määrittämään ilman jakaantuminen kattilan etusivun, takasivun ja sivujen kesken, voidaan tällaisella uudelleenjakamisella suuresti parantaa kattilan tehokkuutta. Tämän jakamisen apuna voidaan käyttää palavien aineiden kanavaa 26. Tämä on kytketty säätimeen 84, joka suorittaa kaksidimensionaalisen haun yläpuolisten ilmavirtausten sallitusta alueesta CH_x arvon minimoimiseksi. Täten säädin 84 säätää säätösilmuksia 86 ja 87, jotka liittyvät peltien 81 ja 82 säätöön. Takaisinkytkentäosoitus näiden peltien tilasta on toteutettu yksiköillä 88 ja 89. Täten kuviossa 6 esitettyä tekniikkaa käyttämällä voidaan palavien aineiden

määrä minimoida säätämällä sekundääri-ilman jakaantumista. Lisäksi voidaan CO ja sameus samalla tavoin minimoida yläpuolisen ilman jakaantumista säätämällä.

Kuvio 7 esittää jätteen talteenottokattilaa, jossa on käytetty esillä olevan keksinnön periaatetta. Yleensä käytetään luonnollisesti talteenottokattilaa käsittelemään paperinvalmistusprosessissa muodostunutta mustalipeää. Suihkutus-suuttimet 71 ja 72, jotka sijaitsevat uunin molemmilla sivuilla, purkavat mustalipeän hienojakoisina suihkuina uuniin. Palamisilma tuodaan pakkovetopuhaltimilla 74 ja 74a ja ilmavirta on kuvatulla tavalla jaettu primääri-ilmatielle 75, sekundääri-ilmatielle 76 ja joissakin talteenottokattilatyypeissä tertiääri-ilmatielle 77. Sopivia ilmansäätöventtiilejä 75a, 76a ja 77a käytetään ilmamäärien määrittämiseen.

Primääri-ilma 75 päästetään sisään venttiileistä 78 palavan kerroksen tasolla. Sitä voidaan kuitenkin käsitellä samalla tavalla kuin arinan alista ilmaa ja keksinnön periaatteen mukaisesti sitä voidaan nimittää arinan aliseksi ilmaksi. Samalla tavoin sekundääri-ilma 76 päästetään sisään venttiileistä 79 ja sitä voidaan käsitellä yläpuolisena ilmana. Tertiääri-ilmaa 77 ei ole kaikissa talteenottokattiloissa ja sitä voidaan käsitellä osana sekundääri-ilmaa. Täten säädön kannalta katsottuna ja viitaten kuvioon 3 primääri-ilma 75 ja sekundääri-ilma 76, 77 säädetään samalla tavoin kuin arinan alinen ilma ja yläpuolinen ilma.

Yhteenvetona tulkoon mainituksi, että esillä olevalle keksinnöllä saadaan aikaan parannettu kattilan säätöjärjestelmä.

Patenttivaatimukset

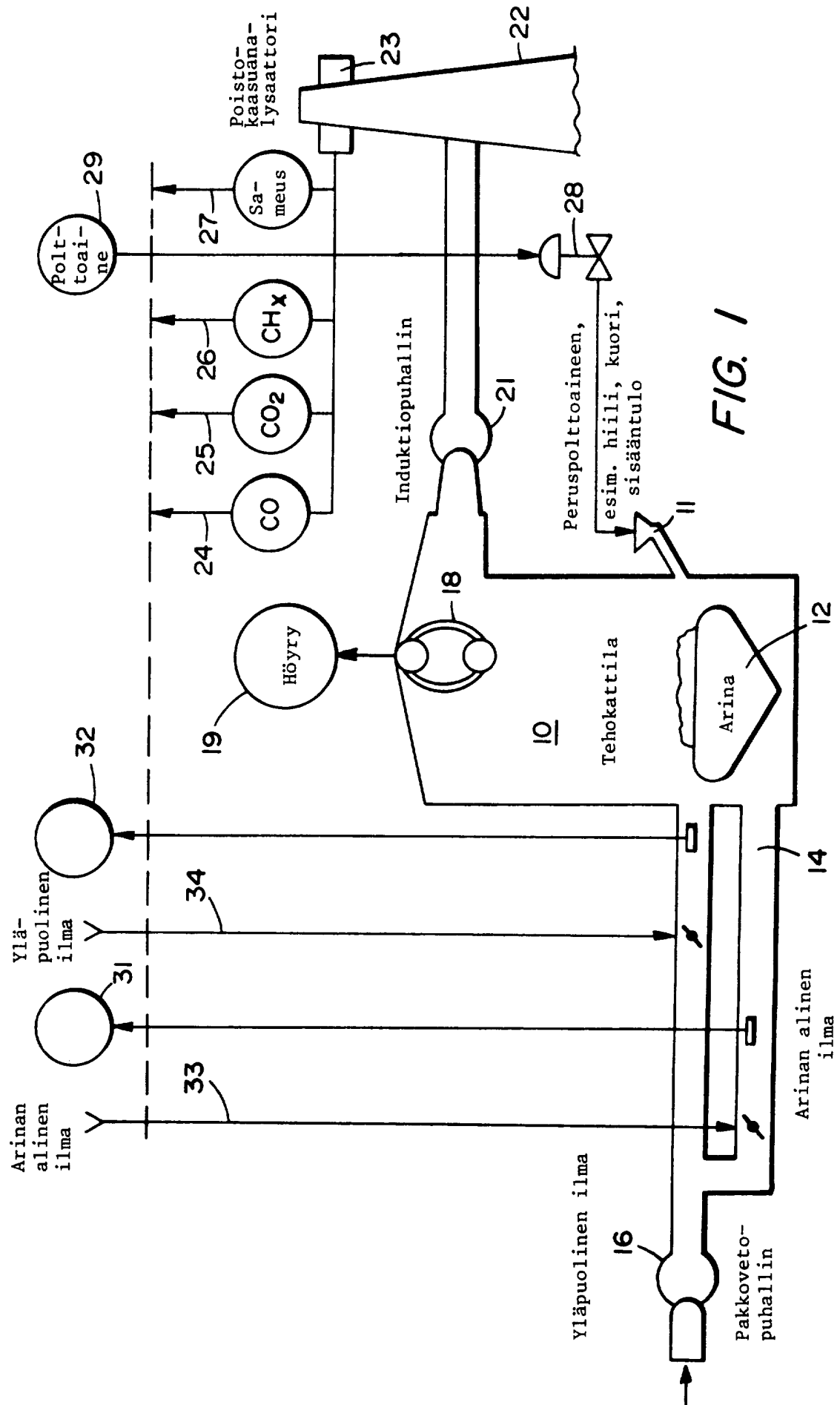
1. Menetelmä höyrykattilan kuumennuksen säätämiseksi, jossa kattilassa on ilmansyöttö polttoainekerroksen alueella tämän alapuolelta sekä ilmansyöttö polttoainekerroksen yläpuolelta, t u n n e t t u siitä, että mitataan savukaasun hiilidioksidi- ja hiilimonoksidipitoisuutta, että kattilaan tuodun alapuolisen ilman määrää säädetään joko hiilidioksidipitoisuuden funktiona tai höyry/polttoainesuhteen funktiona, ja että kattilaan tuodun yläpuolisen ilman määrää säädetään hiilimonoksidipitoisuuden funktiona.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hiilidioksidipitoisuus säädetään maksimaalisen suuruiseksi ja hiilimonoksidipitoisuus säädetään ohjearvon suuruiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hiilimonoksidi- ja hiilidioksidipitoisuuden ohella mitataan savukaasussa myöskin palavien osien (CHX) pitoisuutta sekä savukaasun valonläpäisemättömyyttä, että yläpuolista ilmansyöttöä säädetään funktiona valonläpäisemättömyysasteesta, palavien osien (CHX) pitoisuudesta sekä hiilimonoksidipitoisuudesta, puhtaan hiilimonoksidisäädön asemesta, silloin kun todettu valonläpäisemättömyysaste ylittää määrätyn rajan.
4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että säätötarkoituksella suoritettut korjaukset toteutetaan kulloinkin vasta edellisen korjauksen päätyttyä ja järjestelmän tasaannuttua.

Patentkrav

1. Förfarande för reglering av uppvärmningen av en ångpanna, vilken panna är försedd med luftinmatning inom området för bränsleskiktet från dettas undersida samt luftinmatning från översidan av bränsleskiktet, k ä n n e t e c k n a t av att man mäter koldioxid- och kolmonoxidhalten hos rökgasen, att den till pannan förda underluftens mängd regleras antingen såsom en funktion av koldioxidhalten eller av förhållandet ånga/bränsle, och att mängden av den till pannan förda överluften regleras såsom funktion av kolmonoxidhalten.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att koldioxidhalten regleras till maximal storlek och kolmonoxidhalten inregleras enligt ett börvärde.
3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att utöver kolmonoxid- och koldioxidhalten i rökgasen även mäts halten av brännbara beståndsdelar (CHX) samt rökgasens ljusgenomsläpplighet, att överluftens inmatning regleras såsom en funktion av ljusgenomsläpplighetsgraden, halten av brännbara beståndsdelar (CHX) samt kolmonoxidhalten, i stället för kolmonoxidregleringen, i det fall att den konstaterade ljusgenomsläpplighetsgraden överstiger en bestämd gräns.
4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t av att de i regleringssyfte utförda korrigeringarna städse genomförs först sedan den föregående korrigeringen avslutats och systemet stabiliserats.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar: 712/66 (F 23 N 5/08).
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 48 386 (F 23 N 1/02), USA(US) 3 607 117 (B 01 J 6/00), 3 814 570 (F 23 h 1/02), 4 262 843 (F 23 N 3/00), 4 278 052 (F 22 D 1/28).



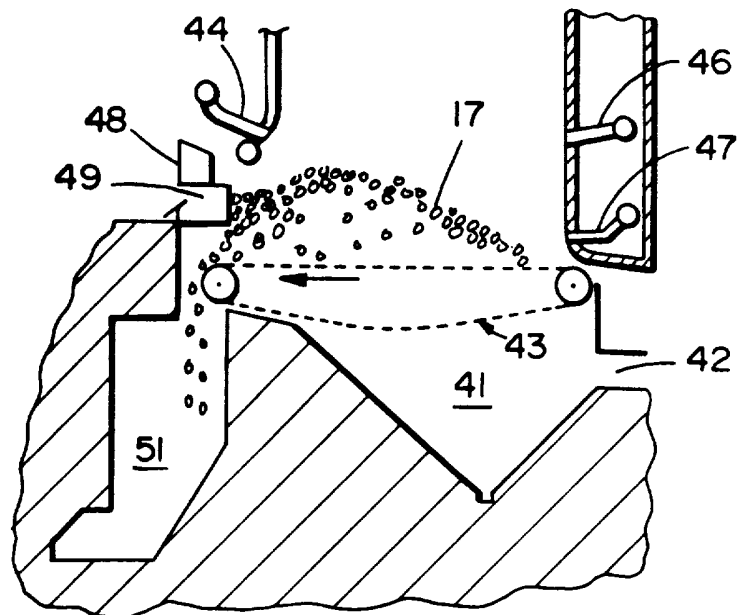


FIG. 2

Viimeinen CO ₂ (H/P.A.) mittaus	Viimeinen muu- tos ilma/ polttoaine	Tapahtuva muutos ilma/ polttoaine
Kasvaa	Kasvaa	Kasvaa
Kasvaa	Alenee	Alenee
Alenee	Kasvaa	Alenee
Alenee	Alenee	Kasvaa

FIG. 5

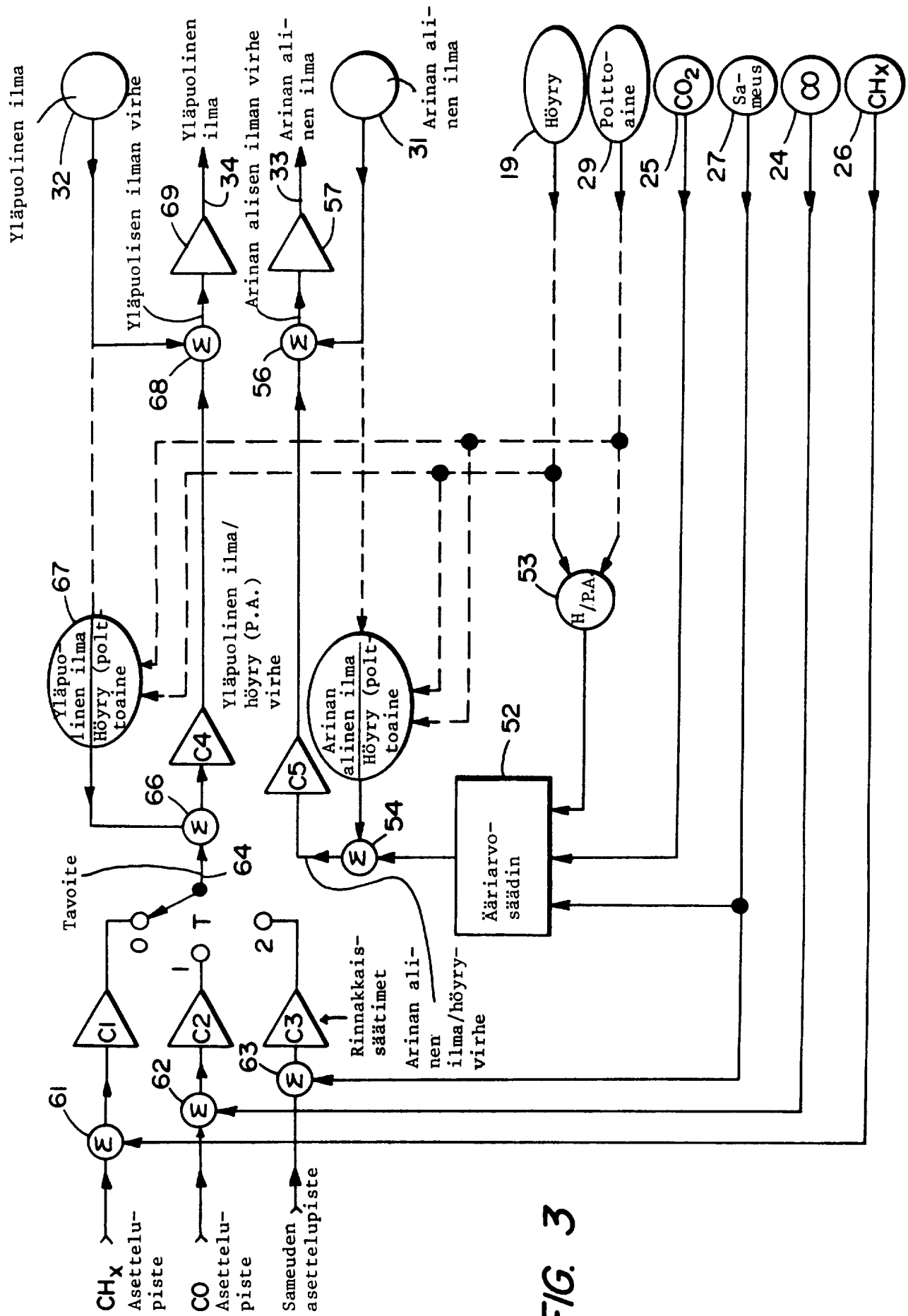


FIG. 3

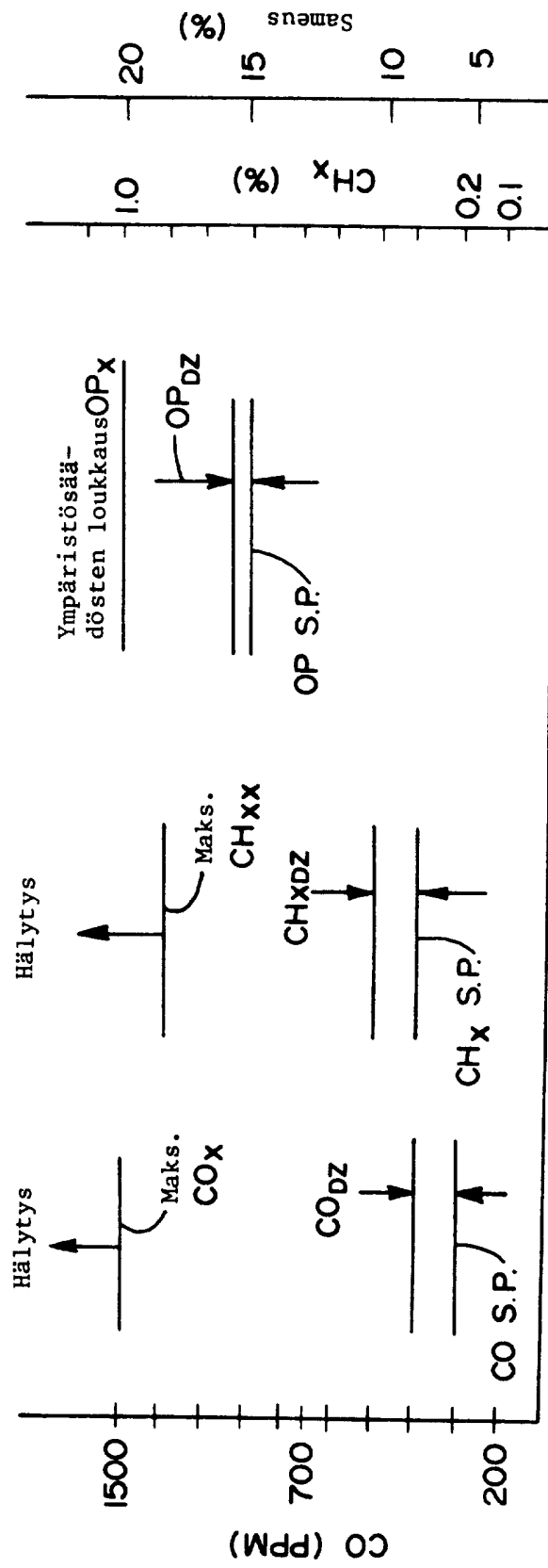


FIG. 4

