



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

83145

(11) 83145
Pat. 1. 1. 1985
(51) Kv.1k.5 - Int.c1.5

H 05B 1/02, G 05D 23/19

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	855198
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	31.12.85
(24) Alkupäivä - Löpdag	31.12.85
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	10.07.86
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.02.91
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
09.01.85 SE 8500094 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Aktiebolaget Electrolux, Luxbacken 1, Stockholm, Sverige, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Axelson, Claes Johan Henning, Hjalmar Söderbergs Väg 16 D, Stockholm, Sverige, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

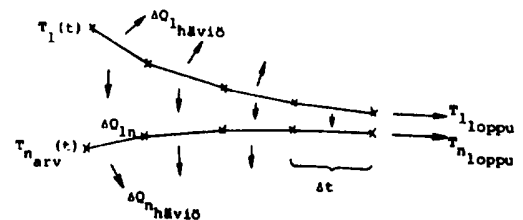
Keittoastian nestemäisen sisällön lämmityksen ohjausmenetelmä
Förfarande för styrning av uppvärmningsförloppet för en i ett kokkärl befintlig

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keittoastian nestemäisen sisällön lämmityksen ohjausmenetelmä, joka keittoastia on sijoitettu sähköllä kuumennetulle levyille tai liedelle. Lämmityksen aikana kerätään toistuvilla mittauksilla saadut keittolevyn (T_1) ja keittoastian (T_a) lämpötilaa vastaavat mitta-arvot ja jokaisen mittaukseen liittyen laske-taan kerättyjen mitta-arvojen avulla sisällön loppulämpöti-la ($T_{n\text{ loppu}}$), joka saavutettaisiin, jos levyn energiansaanti loppuisi sillä hetkellä. Energiantulo keittolevyyn katkaistaan silloin kun laskettu loppulämpötila ($T_{n\text{ loppu}}$) täsmää ennalta-määrätyn lämpötila-arvon kanssa.

Förfarande för styrning av uppvärmningsförloppet för en i ett kokkärl befintlig, vätskeformig last, där kokkärlet är placerat på en elektriskt upphettad kokplatta eller kokhäll. Under uppvärmningsförloppet insamlas vid upprepade måttill-fällen mätvärden svarande mot kokplattans (T_p) respektive kokkärlets (T_k) temperatur och i anslutning till varje mät-tillfälle beräknas med hjälp av de insamlade mätvärdena en sluttemperatur ($T_v\text{ slut}$) för lasten som skulle uppnås om energitillförseln till plattan då avbröts. Energitillförseln till kokplattan avbrytes när den beräknade sluttemperaturen ($T_v\text{ slut}$) överensstämmer med ett förinställt temperaturvärde.



Keittoastian nestemäisen sisällön lämmityksen ohjausmenetelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä keittoastian nestemäisen sisällön lämmityksen ohjaamiseksi, jolloin keittoastia on asetettu sähköllä kuumennetulle keittolevyllä tai liedelle.

Optimaaliseen kiehauttamiseen pyrittäessä termostaattiohjaetuilla sähkölevyillä tai -liesillä on toivottavaa, että maksimitehoa käytetään niin kauan kuin mahdollista ilman että levy on keittoastian sisällön saavuttaessa kiehumispisteensä tarpeettoman kuuma. Tunnetut termostaatit toimivat siten, että ne kytkevät tehon pois päältä kun mitattu lämpötila T_F on saavuttanut ennaltasäädetyn arvon. Lämpötila T_F on sekoitus keittolevyn lämpötilaa T_1 ja keittoastian lämpötilaa T_a , jossa sekoitussuhde R_{1a} on hyvin riippuvainen keittoastian ja keittolevyn kosketuksen tiiviyydestä ja nestesisällön määrästä m_n (sisällön lämpömassasta). Ajankohta jolloin teho kytketään pois päältä, ei välttämättä aina olekaan optimaalinen, vaan vaihtelee.

Keksinnön päätarkoituksena on osoittaa sellainen nestemäisen sisällön lämmityksen ohjausmenetelmä, jossa edellä esitetty heikkous on voitettu ja jossa sen sijaan teho kytketään päältä niin hyvissä ajoin, että keittolevyn lämpö riittää juuri sopivasti sisällön lämmittämiseksi ennaltasäädettyyn lämpötilaan eli yleensä kiehumislämpötilaan. Jatkokeitin aikana käytetään alhaisempaa tehoa, jolloin myös keittolevyn lämpötila on alhaisempi. Keksinnön avulla päästään siihen, että keittolevyn lämpötila laskee kiehauttamisvaiheessa vallinneesta korkeammasta arvosta alhaisempaan lämpötilaan sinä aikana, jolloin sisältö saavuttaa kiehumislämpötilansa. Näin saavutetaan pehmeä lämpötilan nousu haluttua loppulämpötilaa (esim. kiehumislämpötilaa) kohti edettäessä ilman ylä- ja alahuippuja, joita tunnetuissa termostaattiohjaetuissa keittolevyissä usein ilmenee ennen kuin keittolevy saavuttaa tasaisen, loppulämpötilaa vastaavan lämpötila-arvon.

Mainittu tarkoitus saavutetaan menetelmällä, joka tunnetaan patenttivaatimuksessa 1 esitetyistä erityispiirteistä. Keksinnön mukaisen menetelmän edullisimmat esimerkit käyvät ilmi alivaatimuksista.

Keksinnön muut tarkoitukset ja edut selviävät seuraavasta yksityiskohtaisesta keksinnön mukaisen menetelmän selityksestä, jossa viitataan oheisiin kuviin, joista kuva 1 esittää kaaviomaisesti keittolevyä ja -astiaa eri parametrien kanssa. Kuva 2 on kaavio, jossa mainitut parametrit on esitetty graafisesti. Kuva 3 on sisällön loppulämpötilan T_n loppu laskemiseen soveltuvan tietokoneen virtauskaavio. Kuva 4 havainnollistaa lopuksi toistuvan laskutapahtuman sisällön loppulämpötilan T_n loppu) ja keittolevyn loppulämpötilan (T_1 loppu) laskemiseksi.

Kuten edellä on esitetty, on keksinnön tarkoituksena nopeasti lämmittää nestemäinen sisältö ennaltamäärättyyn lämpötilaan, yleensä kiehumispisteeseen. Lämmityksen tulee tapahtua täydellä teholla ja tehoa tulee pienentää juuri oikeaan aikaan, ettei sisältö kiehuisi yli. Jos sisältöä keitetään edelleen tulee tämän tapahtua - jos mahdollista - ilman merkittäviä vaihteluita kiehumisen voimakkuudessa. Tähän tarkoitukseen pääsemiseksi menetelmä merkitsee lyhykäisyydessään sitä, että toistuvilla keittolevyn lämpötilan T_1 ja keittoastian lämpötilan T_a mittauksilla laskettujen, tunnettujen tai arvioitujen parametrien avulla määritellään sisällön loppulämpötila T_n loppu, jonka se saavuttaisi jos keittolevy kytkettäisiin päältä juuri k.o. hetkellä. Kun tämä laskettu loppulämpötila täsmää sisällön ennaltamäärätyn lämpötilan - esim. kiehumislämpötilan - kanssa kytkeytyy lämpöteho pois päältä ja keittolevyyn ja -astiaan varastoitunut lämpö vastaa tämän jälkeen "pehmeästä" lämmityksestä kiehumislämpötilaan saakka.

Kuvaan 1 viitaten esitellään seuraavat viitenumerot. Oletetaan, että vedestä koostuva sisältö 10 täytyy lämmittää kattilassa 11, joka on asetettu keittolevylle 12, joka lämpiää päätteiden 14,15 kautta sähköverkkoon kytketyllä lämpökieru-

kalla. Vesimäärää edustaa lämpömassa m_n , jonka lämpötila on T_n . Keittolevyllä on samoin lämpömassa m_l ja levyn lämpötilaa merkitään T_l :llä. Kattilan lämpötilaa, joka on sisällön lämpötilan eräs mitta, merkitään T_a :lla. Lämpökierukalla 13 kuumennettu keittolevy, jonka maksimitehoa merkitään P_{max} :lla, luovuttaa kattilalle 11 lämpötehon tai lämpövirran $\dot{Q}_1$, jonka suuruuden keittolevyn ja kattilan välinen lämpövastus R_{la} määrää. Sisällön häviö $\dot{Q}_n$ häviö (säteilily ja höyrystyminen) ja keittolevyn häviö $\dot{Q}_l$ häviö muodostavat häviöt ympäristöön. Keittolevy on tavallisesti kiinnitetty lieteen, jota ei ole merkitty kuvaan, ja $\dot{Q}_l$ häviö:llä tarkoitetaan juuri kiinnityksen kautta tapahtuvaa häviötä ympäristöön.

Jos lähdetään siitä, että keittolevyn lämpöparametrit ovat tunnettuja, voidaan mitatusta ajankulusta $T_l = f(t)$ ja $T_a = f(t)$ määrittellä niiden parametrien arvot, joilla on merkitystä T_n loppu:a määriteltäessä. Lämpötilat T_l ja T_a mitataan antureilla, jotka tuntevat keittolevyvaloksen lämpötilan (T_l) ja ovat vastaavasti kosketuksessa kattilan pohjaan (T_a). T_l :n lämpöanturi tulee sijoittaa siten, että se tuntee keittolevyn keskilämmön. Ylijohdetta lämpökierukasta 13 anturiin ei saa esiintyä. Lämpötila T_a on kattilan pohjan yläpinnan keskikohdan lämpötila.

T_n loppu määrittellään käytännössä toistuvalla laskutapahtumalla, joka edullisesti suoritetaan tietokoneella. Laskun periaate käy ilmi kuvan 3 virtauskaaviosta, joka sisältää ne laskut, joiden tuloksena saadaan T_n loppu. Laskenta on lyhyesti kerrottuna sellainen, että lyhyin väliajoin, esim. joka kymmenes minuutti mitataan yhteenkuuluvat arvot T_l ja T_a , minkä jälkeen simuloidaan kullekin saadulle arvoparille lämpötilantasointus, joka tapahtuisi, jos keittolevy suljettaisiin ja ainoastaan keittolevyyn ja vastaavasti kattilaan varastoitunut lämpö vaikuttaisi. Lämpötilojen T_l ja T_a tasointus esitetään kuvassa 4, josta käy ilmi, että T_l ja T_a :lle määritetään uudet arvot tasaisin väliajoin, esim. joka 30. sekunti, kunnes T_n loppu ja sitä vastaava T_l loppu ja sitä vastaava T_l loppu on saatu. Se, miten todetaan, että T_n - ja T_l -loppuarvot on saatu, selos-

tetaan viitaten kuvaan 3. Tässä yhteydessä selitetään ainoastaan uudet esille tulevat viitenumerot.

Kuten edellä jo mainittiin, mitataan ensin T_1 ja vast. T_a ja saaduista arvoista voidaan määritellä arvioitu sisällön lämpötila T_n arv yhtälöstä:

$$T_n \text{ arv} = T_a - \frac{R_{an}}{R_{1a}} \cdot (T_1 - T_a)$$

R_{an} on keittoastian ja sisällön välinen lämpövastus, joka riippuu T_a :sta yhtälön $R_{an} = a \cdot \sqrt{T_a}$ mukaan, jossa a on vakio.

R_{1a} (ks. kuva 1) saadaan yhtälöllä

$$R_{1a} = \frac{T_1 - T_a}{\phi_1} \quad [^{\circ}\text{C/W}]$$

jossa lämpövirtaus ϕ_1 puolestaan määritellään yhtälöllä

$$\phi_1 = P - \frac{dT_1}{dt} \cdot m_1 - \phi_1 \text{ häviö} \quad [\text{W}]$$

P on keittolevyn kytketty teho, joka voi vaihdella suurimmasta arvosta $P_{\max}$ nolnaan. Jos halutaan olla tarkempia, voidaan P korvata teholla P_{filt} , mikä on P filteroitu levyn lämpökierukan aikavakion kanssa.

$\frac{dT_1}{dt}$, joka on T_1 :n aikaderivaatta, voidaan määritellä yksinkertaisesti kahta lähellä olevaa T_1 -arvoa vertailemalla.

ϕ_1 häviö on suhteellinen T_1 :ään verrattuna seur. yhtälön mukaan:

$$Q_1 \text{ häviö} = l \cdot T_1, \text{ jossa } l \text{ on vakio.}$$

Kun T_n arv on määritelty muotoutuvat ennaltamäärätyn aikavälin Δt :n jopa esim. 30 sekunnin aikana käytettyä lämpömäärää varten. Lämpömäärät ovat:

$$\Delta Q_1 \text{ häviö} = \phi_1 \text{ häviö} \cdot \Delta t$$

$$\Delta Q_n \text{ häviö} = \phi_n \text{ häviö} \cdot \Delta t$$

$$\Delta Q_{1n} = \frac{T_1 - T_n}{R_{1a}} \cdot \Delta t$$

Aiemmin tunnettujen suureiden lisäksi täytyy nyt saada tietoon Q_n häviö, joka määritellään T_n arv:lla seur. yhtälön mukaan:

$$Q_n \text{ häviö} = m \cdot T_n \text{ arv}, \text{ jossa } m \text{ on vakio.}$$

Seuraavassa laskuvaiheessa lasketaan T_1 :n ja T_n :n uudet arvot ajan Δt jälkeen seur. yhtälöiden mukaan:

$$T_1(t + \Delta t) = T_1(t) - (\Delta Q_{1n} + \Delta Q_1 \text{ häviö}) / m_1$$

$$T_n(t + \Delta t) = T_n(t) + (\Delta Q_{1n} - \Delta Q_n \text{ häviö}) / m_n$$

joissa t ilmoittaa lähinnä edellisen T_1 :n ja T_n :n mittauksen ajankohdan. Keittolevyn lämpömassalla m_1 on tietty arvo joka ilmaistaan $J/^\circ C$:llä. Sisällön suuruus ilmaistuna lämpömassana m_n lasketaan käyttäen yhtälöä

$$m_n = \frac{\phi_1}{\frac{dT_n}{dt}} [J/^\circ C]$$

$\frac{dT_n}{dt}$ on sisällön lämpötilan aikaderivaatta ja sen voidaan

katsoa täsmäävän kyllin tarkasti $\frac{dT_a}{dt}$:n kanssa.

Virtauskaavion seuraavassa vaiheessa vertaillaan $T_n(t + \Delta t)$:a $T_n(t)$:hen, ja niin kauan kuin edellinen arvo on suurempi kuin jälkimmäinen viedään ohjelmaa kuvassa 3 esitetyllä tavalla eteenpäin, jolloin näin saadut T_1 :n ja T_n :n arvot ovat uudet sisääntuloarvot uusien arvojen saamiseksi uuden ajan Δt jälkeen.

Kun T_n muutaman laskukerran jälkeen pyrkii laskemaan ja $T_n(t + \Delta t)$ on näin ollen pienempi kuin $T_n(t)$, merkitsee se sitä, että T_n loppu ja sitä vastaava T_1 loppu on saavutettu.

Kuvattu toistuva laskutapahtuma toistuu lämmityksen aikana, esimerkiksi joka kymmenes sekunti. Laskutapahtumaa havainnollistetaan kuvan 4 kaaviossa. Oletetaan, että energiantulo keittolevyyn keskeytetään hetkellä t , minkä jälkeen levyn lämpötila jatkuvasti laskee sen luovuttaessa kunkin aikavälin Δt aikaa lämpö määrän ΔQ_1 häviö ympäristöön ja lämpö määrän ΔQ_{1n} keittoastian sisällölle. Nämä lämpö määrät määritellään yllä esitettyjen kaavojen mukaan kaavion jokaisen ristillä merkityn kohdan kohdalla. Sisällön lämpötila T_n nousee vastaavasti sen vastaanottaessa lämpö määrän ($\Delta Q_{1n} - \Delta Q_n$ häviö). Aikavälien Δt jälkeen on lämpötilat T_1 loppu ja T_n loppu saavutettu, mikä - kuten jo todettiin - tapahtuu, kun T_n loppu pyrkii laskemaan.

Toistuva T_n loppu:n laskeminen kuvan 3 mukaan tehdään esim. joka kymmenes sekunti ja jokaista saatua arvoa verrataan ennaltamäärättyyn loppulämpötilaan, yleensä sisällön kiehumislämpötilaan. Kun T_n loppu täsmää ennaltamäärätyn loppulämpötilan kanssa kytketään keittolevy pois päältä ja varsinainen lämpötilantasointu alkaa. T_1 :n ja T_a :n mittaukset jatkuvat kuten aiemmin. Kun T_1 nyt laskee, pienenevät laskelmien virheet ja T_n loppu-arvot saadaan vähitellen yhä tarkemmin. Tasoituksen aikana voidaan tehdä korjauksia tasapainoon pääsemiseksi antamalla tarvittaessa ylimääräisiä tehosykyksiä keittolevylle. Kun tasapaino arvioidaan saavutetuksi ja T_n on päässyt ennaltamäärättyyn lämpötilaan, kytketään levy uudelleen päälle, mutta tällä kertaa pienemmälle teholle kypsytyksen ajaksi. Silloin tavallisesti pidetään keittoastian lämpötila T_a samana.

Kuvassa 2 selostetaan tuloksia kokeesta, jossa keitettiin yksi litra vettä kahden litran kannettomassa kattilassa. Kiehauttamista seurasi termostaattiohjattu kypsytyk-
 ii

voi tulla kysymykseen, kun keitetään jotakin, mikä vaatii kypsyttämistä alhaisessa lämpötilassa. Kuvan kaaviossa on ylä- ja alaosa. Yläosassa on kuvattu lämpötilat T_1 , T_a , T_n , T_n arv ja T_n loppu sekä keittolevyn päällekytkemisteho P . Alaosassa on kuvattu $m_n:n$, $\phi_1:n$ ja $R_{1a}:n$ käyrät.

Keittolevy, jonka maksimiteho on 1500 W ja edelleen 180 mm:n halkaisija, kytketään päälle hetkellä $t=0$ ja se on päällä kunnes T_n loppu-arvo on saavuttanut 100°C , jolloin levy kytketään päältä. Tämä tapahtuu n. 6 minuutin kuluttua. Lämmityksen aikana T_1 nousee n. 300°C :een laskeakseen tämän jälkeen lämpötilantasoituksen aikana n. 170°C :een eli lämpötilaan, joka sopii kypsyttämiseen. Kuten kaaviostakin näkyy, seuraa T_n T_n loppu-käyrää ja saavuttaa n. 7 minuutin jälkeen kiehumislämpötilan 100°C . T_n -käyrä seuraa lämpötilakäyrää tiiviisti kiehumislämpötilaa kohden mentäessä ilman heilahduksia. Myös päällekytketyn tehon $P:n$ aika on piirretty kuvaan. P on ilmaistu prosentteina täydestä tehosta. Se kytketään päältä n. 6 minuutin kuluttua, mutta kytketään jälleen päälle kun keittolevyn lämpötila n. 9 minuutin jälkeen on laskenut kypsytystasolle.

Kaavion alaosassa on kuvattu $m_n:n$, $\phi_1:n$ ja $R_{1a}:n$ ajat. Kattilaan viety lämpövirta ϕ_1 kasvaa odotetusti lämpötilaerotuksella $(T_1 - T_a)$ ja saavuttaa n. 5 minuutin kuluttua loppuarvonsa joka on n. 1200 W. Lämpövastus R_{1a} saavuttaa hyvin nopeasti tasaisen arvon, joka on n. $0,20^\circ\text{C}/\text{W}$. Sisällön määrän käyrä m_n osoittaa suurempia muutoksia, mutta tämänkin suureen arvo tasaantuu n. 3 minuutin kuluttua. Esimerkissä m_n vastaa n. 1,2 l vettä, mihin sisältyy myös kattilan lämpömassa.

Toistuvan T_n loppu-laskutapahtuman yhteydessä määriteltiin myös vastaava $T_1:n$ loppulämpötila eli T_1 loppu. Tällä lämpötilalla ei ole merkitystä lämmityksen aikana, mutta sitä voidaan käyttää sen hetken määrittämiseen, jolloin teho täytyy kytkeä uudelleen päälle kypsytysvaihetta varten. Tästä on se etu, että T_1 loppu ilmoittaa sen $T_1:n$ tason, jossa luovutettu ja vastaanotettu energia ovat tasapainossa ja joka ottaa

huomioon lämpövastukset R_{1a} ja R_{an} . Jos näin ollen kypsytyksen tulee tapahtua mahdollisimman alhaisella voimakkuudella, voi järjestelmä toimia pelkällä T_1 loppu-lämmöllä.

Toinen tapa löytää se hetki, jolloin T_1 on laskenut toivotulle tasolle, on kytkeä termostaatti päälle, kun T_n loppu on saavutettu ja teho on kytketty pois päältä, joka termostaatti kytkee tehon jälleen päälle, kun keittolevy on saavuttanut halutun lämpötilan. Haluttu T_1 :n arvo on kuitenkin määritettävä kaikille keittotapahtumille sopivaksi, eikä yhdessä yksittäisessä tapauksessa voida ottaa huomioon erilaisten keittoastioiden sopivuutta keittolevyn halkaisijaan nähden tai kosketuspinnan tiiviyyttä keittolevyn kanssa.



Patenttivaatimukset

1. Keittoastian nestemäisen sisällön lämmityksen ohjausmenetelmä, joka keittoastia on sijoitettu sähköllä kuumentulle keittolevylle tai liedelle, tunnettu siitä, että kerätään lämmityksen aikana toistuvilla mittauksilla saadut mittausarvot, jotka vastaavat keittolevyn (T_1) ja vastaavasti keittoastian (T_a) lämpötiloja, että jokaiseen mittaukseen liittyen lasketaan kerättyjen mittausarvojen avulla sisällön loppulämpötila (T_n loppu), joka saavutettaisiin, jos energiantulo lakkaisi sillä hetkellä, ja että keittolevyn energiansaanti lopetetaan silloin, kun laskettu loppulämpötila (T_n loppu) täsmää ennalta määrätyn lämpötila-arvon kanssa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sisällön loppulämpötila (T_n loppu) lasketaan ottaen huomioon keittolevyn lämpötila (T_1), sisällön arvioitu lämpötila (T_n arv), keittolevyn ja -astian välinen lämpövastus (R_{1a}), sisällön lämpömassa (m_n) sekä keittolevyn häviöt ($\emptyset_1$ häviö) sekä sisällön häviöt ($\emptyset_n$ häviö).

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sisällön arvioitu lämpötila, T_n arv, lasketaan seuraavan yhtälön mukaan:

$$T_n \text{ arv} = T_a - R_{an} / R_{1a} \cdot (T_1 - T_a), \text{ jossa}$$

T_a on keittoastian lämpötila,

R_{an} on keittoastian ja sisällön lämpövastuksen arvioitu

arvo yhtälön $R_{an} = a \cdot \sqrt{\frac{1}{T_a}}$ mukaan,

R_{1a} on keittolevyn ja keittoastian välinen lämpövastus ja

T_1 on keittolevyn lämpötila.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että keittolevyn ja -astian välinen lämpövastus (R_{1a}) lasketaan seuraavan yhtälön mukaan:

$R_{1a} = (T_1 - T_a) / \phi_1$, jossa

ϕ_1 on keittoastiaan luovutettu teho, joka lasketaan yhtälöllä

$$\phi_1 = P_{\max} - \frac{dT_1}{dt} \cdot m_1 - \phi_1 \text{ häviö},$$

$P_{\max}$ on keittolevyn maksimiteho,

$\phi_1 \text{ häviö} = b \cdot T_1$ on keittolevyn ympäristöön luovutettava häviöteho ja

$\frac{dT_1}{dt} \cdot m_1$ on keittolevyn lämmitykseen tarvittava teho,

jolloin m_1 on keittolevyn lämpömassa ja $\frac{dT_1}{dt}$ keittolevyn lämpötilan aikaderivaatta.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sisällön lämpömassa m_n lasketaan yhtälöllä

$$m_n = \frac{\phi_1}{\frac{dT_a}{dt}}, \text{ jossa } \frac{dT_a}{dt} \text{ on keittoastian lämpötilan}$$

aikaderivaatta.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sisällön loppulämpötila (T_n loppu) määritellään toistuvalla menetelmällä, jossa kullekin mitta-arvoparille (T_a, T_1) simuloidaan lämpötilantasoitus siten, että ensin määritetään sisällön lämpötila (T_n arv) mitatuilla lämpötila-arvoilla (T_a, T_1), minkä jälkeen vastaava määrittäminen tehdään aikojen $\Delta t, 2 \Delta t, 3 \Delta t$ jne. jälkeen lähinnä edellisen laskun yhteydessä saaduilla keittolevyn lämpötilan (T_1) ja sisällön lämpötilan (T_n arv) arvoilla, jolloin jokaista laskettua sisällön lämpötilan (T_n arv) arvoa verrataan edelliseen arvoon ja sisällön loppulämpötilaksi (T_n loppu) määritetään ensimmäinen sisällön lämpötilan arvo (T_n arv), joka alittaa lähinnä edellisen arvon.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jokaiselle mitta-arvoparille (T_a , T_1) määritetään sisällön lämpötila (T_n arv) ja muodostetaan lämpömäärät

$$\Delta Q_1 \text{ häviö} = \varnothing_1 \text{ häviö} \cdot \Delta t$$

$$\Delta Q_n \text{ häviö} = \varnothing_n \text{ häviö} \cdot \Delta t$$

$$\Delta Q_{1n} = \frac{T_1 - T_n \text{ arv}}{R_{1a}} \cdot \Delta t,$$

jossa $\varnothing_n$ häviö = $m \cdot T_n$ arv ja m on vakio, jolloin lämpömäärät käytetään uusien keittolevyn lämpötilan (T_1) ja sisällön lämpötilan (T_n arv) arvojen määrittämiseen yhtälöllä

$$T_1(t + \Delta t) = T_1(t) - \frac{\Delta Q_{1n} + \Delta Q_1 \text{ häviö}}{m_1}$$

$$T_n \text{ arv}(t + \Delta t) = T_n \text{ arv}(t) + \frac{\Delta Q_{1n} - \Delta Q_1 \text{ häviö}}{m_n}$$

minkä jälkeen verrataan keskenään $T_n \text{ arv}(t + \Delta t)$ ja $T_n \text{ arv}(t)$ sisällön loppulämpötilan (T_n loppu) määrittämiseksi.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sisällön loppulämpötilaa (T_n loppu) vastaava keittolevyn lämpötilan (T_1 loppu) arvo määritetään ja sitä käytetään säätölämpötilana seuraavaa pienemmän lämpötehon kytkemistä varten kypsyttämisessä.

9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sisällön loppulämpötila lasketaan myös sen jälkeen, kun levyn energiansaanti on katkaistu ja että korjauksia tehdään pienillä energiansykyäyksillä, mikäli laskettu arvo jää ennalta määrätyn lämpötila-arvon alle.

10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ennalta määrätty lämpötila-arvo määritetään sisällön kiehumislämpötilan perusteella.

Patentkrav

1. Förfarande för styrning av uppvärmningsförloppet för en i ett kokkärl befintlig, vätskeformig last, vilket kokkärl är placerat på en elektriskt upphettad kokplatta eller kokhäll, kännetecknat av att under uppvärmningsförloppet vid upprepade måttillfällen mätvärden svarande mot kokplattans (T_1) respektive kokkärlets (T_a) temperatur insamlas, att i anslutning till varje måttillfälle, med hjälp av de insamlade mätvärdena en sluttemperatur (T_n loppu) för lasten beräknas som skulle uppnås om energitillförseln till plattan då avbröts och att energitillförseln till kokplattan avbrytes när den beräknade sluttemperaturen (T_n loppu) överensstämmer med ett förinställt temperaturvärde.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat av att lastens sluttemperatur (T_n loppu) beräknas med hänsyn till kokplattans temperatur (T_1), lastens beräknade temperatur (T_n arv), den termiska resistansen (R_{1a}) mellan kokplatta och kokkärl, lastens termiska massa (m_n) samt förluster i kokplattan ($\emptyset_1$ häviö) liksom hos lasten ($\emptyset_n$ häviö).

3. Förfarande enligt patentkravet 2, kännetecknat av att lastens beräknade temperatur, T_n arv, beräknas enligt sambandet

$$T_n \text{ arv} = T_a - R_{an}/R_{1a} \cdot (T_1 - T_a), \text{ där}$$

T_a är kokkärlets temperatur,

R_{an} är ett uppskattat värde på den termiska resistansen mellan kokkärl och last enligt sambandet

$$R_{an} = a \cdot \sqrt{\frac{1}{T_a}}$$

R_{1a} är den termiska resistansen mellan kokplatta och kokkärl och

T_1 är kokplattans temperatur.

4. Förfarande enligt patentkravet 3, kännetecknat av att den termiska resistansen (R_{1a}) mellan kokplatta och kokkärl beräknas enligt sambandet

$$R_{1a} = (T_1 - T_a) / \phi_1, \text{ där}$$

ϕ_1 är den till kokkärlet avgivna effekten som beräknas enligt sambandet

$$\phi_1 = P_{\max} - \frac{dT_1}{dt} \cdot m_1 - \phi_1 \text{ häviö},$$

$P_{\max}$ utgöres av kokplattans maximala effekt,

$\phi_1 \text{ häviö} = b \cdot T_1$ är kokplattans till omgivningen avgivna förlusteffekt och $\frac{dT_1}{dt} \cdot m_1$ representerar

för kokplattans egenuppvärmning erforderlig effekt, varvid m_1 är kokplattans termiska massa och $\frac{dT_1}{dt}$

kokplattemperatures tidsderivata.

5. Förfarande enligt patentkravet 4, kännetecknat av att lastens termiska massa m_n beräknas ur sambandet

$$m_n = \frac{\phi_1}{\frac{dT_a}{dt}}, \text{ där } \frac{dT_a}{dt} \text{ är kokkärltemperatures tidsderivata.}$$

6. Förfarande enligt patentkravet 5, kännetecknat av att lastens sluttemperatur ($T_n \text{ loppu}$) bestämmes genom en iterativ metod enligt vilken för varje mätvärdespar (T_a , T_1) ett temperaturutjämningsförlopp simuleras på sådant sätt att lastens temperatur ($T_n \text{ arv}$) först bestämmes med de mätta temperaturvärdena (T_a , T_1), varefter motsvarande bestämning göres efter tiderna Δt , $2 \Delta t$, $3 \Delta t$ etc. och då på grundval av de vid närmast föregående beräkningstillfälle bestämda värdena på kokplattemperaturen (T_1) respektive lasttemperaturen ($T_n \text{ arv}$), varvid varje beräknat värde på lasttemperaturen ($T_n \text{ arv}$) jämföres med föregående värde och lastens sluttemperatur ($T_n \text{ loppu}$) fastställs till det första värde

på lasttemperaturen ($T_n \text{ arv}$) som understiger närmast föregående värde.

7. Förfarande enligt patentkravet 6, kännetecknat av att för varje mätvärdespar (T_a , T_1), lasttemperaturen ($T_n \text{ arv}$) bestämmes och man bildar värmemängderna

$$\begin{aligned}\Delta Q_1 \text{ häviö} &= \phi_1 \text{ häviö} \cdot \Delta t \\ \Delta Q_n \text{ häviö} &= \phi_n \text{ häviö} \cdot \Delta t \\ \Delta Q_{1n} &= \frac{T_1 - T_n \text{ arv}}{R_{1a}} \cdot \Delta t,\end{aligned}$$

där $\phi_n \text{ häviö} = m \cdot T_n \text{ arv}$ och m är en konstant,

varvid värmemängderna utnyttjas för bestämning av nya värden på kokplatttemperaturen (T_1) respektive lasttemperaturen ($T_n \text{ arv}$) enligt sambanden

$$T_1(t + \Delta t) = T_1(t) - \frac{\Delta Q_{1n} + \Delta Q_1 \text{ häviö}}{m_1}$$

$$T_n \text{ arv}(t + \Delta t) = T_n \text{ arv}(t) + \frac{\Delta Q_{1n} - \Delta Q_1 \text{ häviö}}{m_n}$$

varefter $T_n \text{ arv}(t + \Delta t)$ jämföres med $T_n \text{ arv}(t)$ för bestämning av lastens sluttemperatur ($T_n \text{ loppu}$).

8. Förfarande enligt patentkravet 7, kännetecknat av att det mot lastens sluttemperatur ($T_n \text{ loppu}$) svarande värdet på kokplatttemperaturen ($T_1 \text{ loppu}$) fastställs och utnyttjas som reglertemperatur för en efterföljande inkoppling av en lägre värmeeffekt i ett färdigkokningsförlopp.

9. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, kännetecknat av att lastens sluttemperatur beräknas även sedan energitillförseln till plattan avbrutits och att korrigering medelst extra energipulser sker, om den beräknade temperaturen understiger det förinställda temperaturvärdet.

10. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, kännetecknat av att det förinställda temperaturvärdet utgöres av lastens koktemperatur.

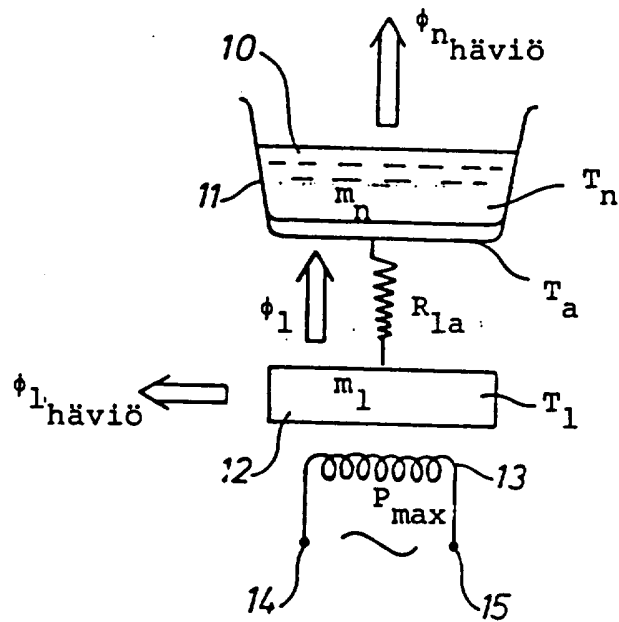


Fig. 1

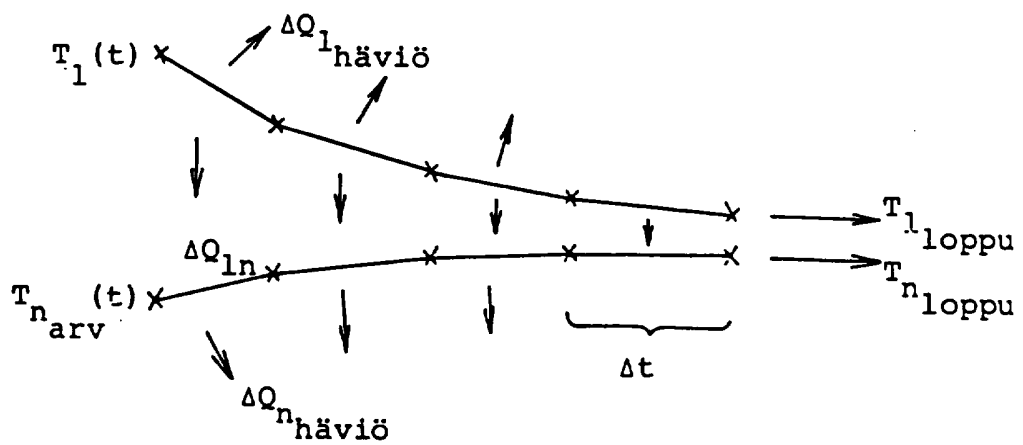


Fig. 4

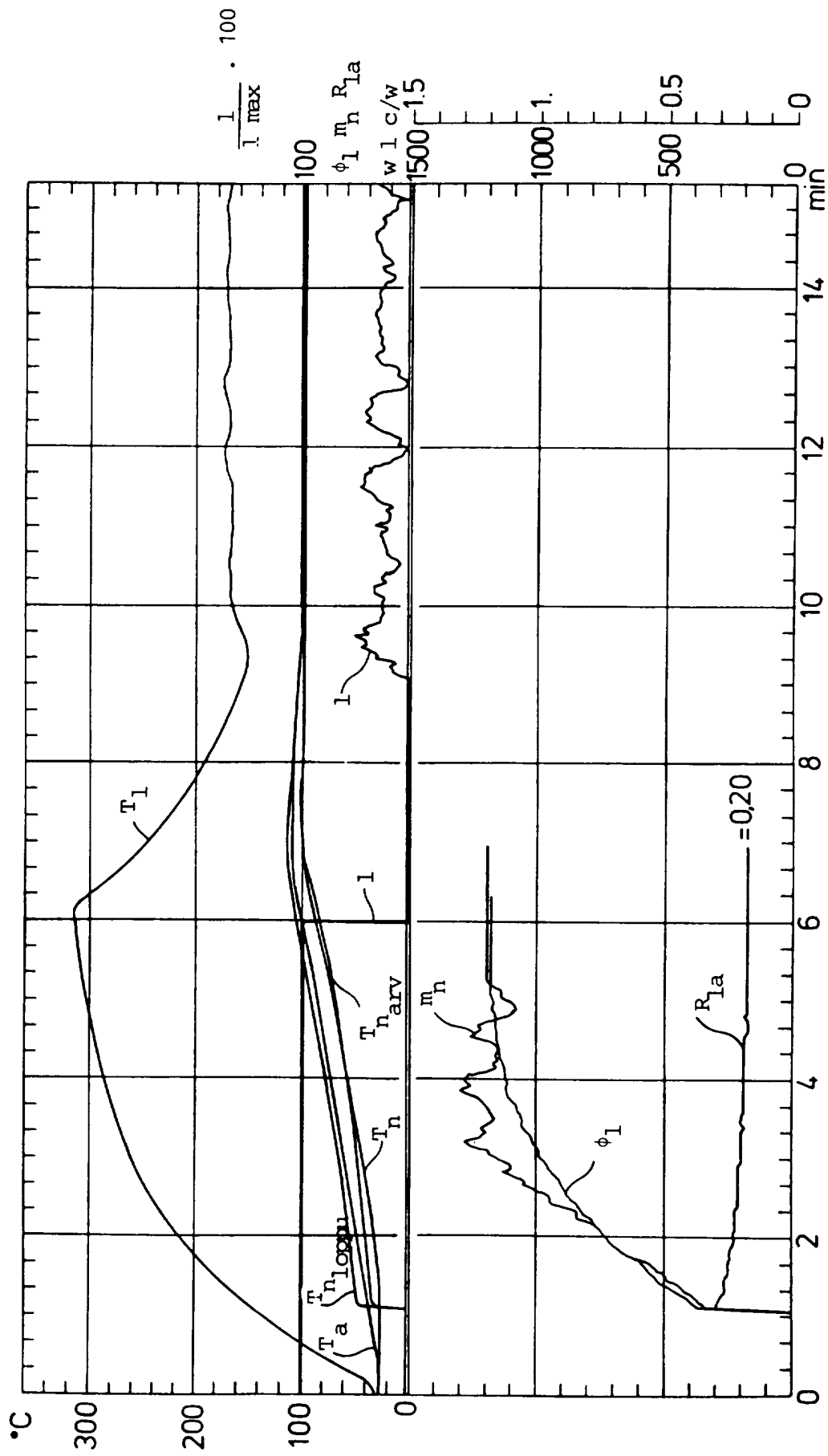


Fig. 2

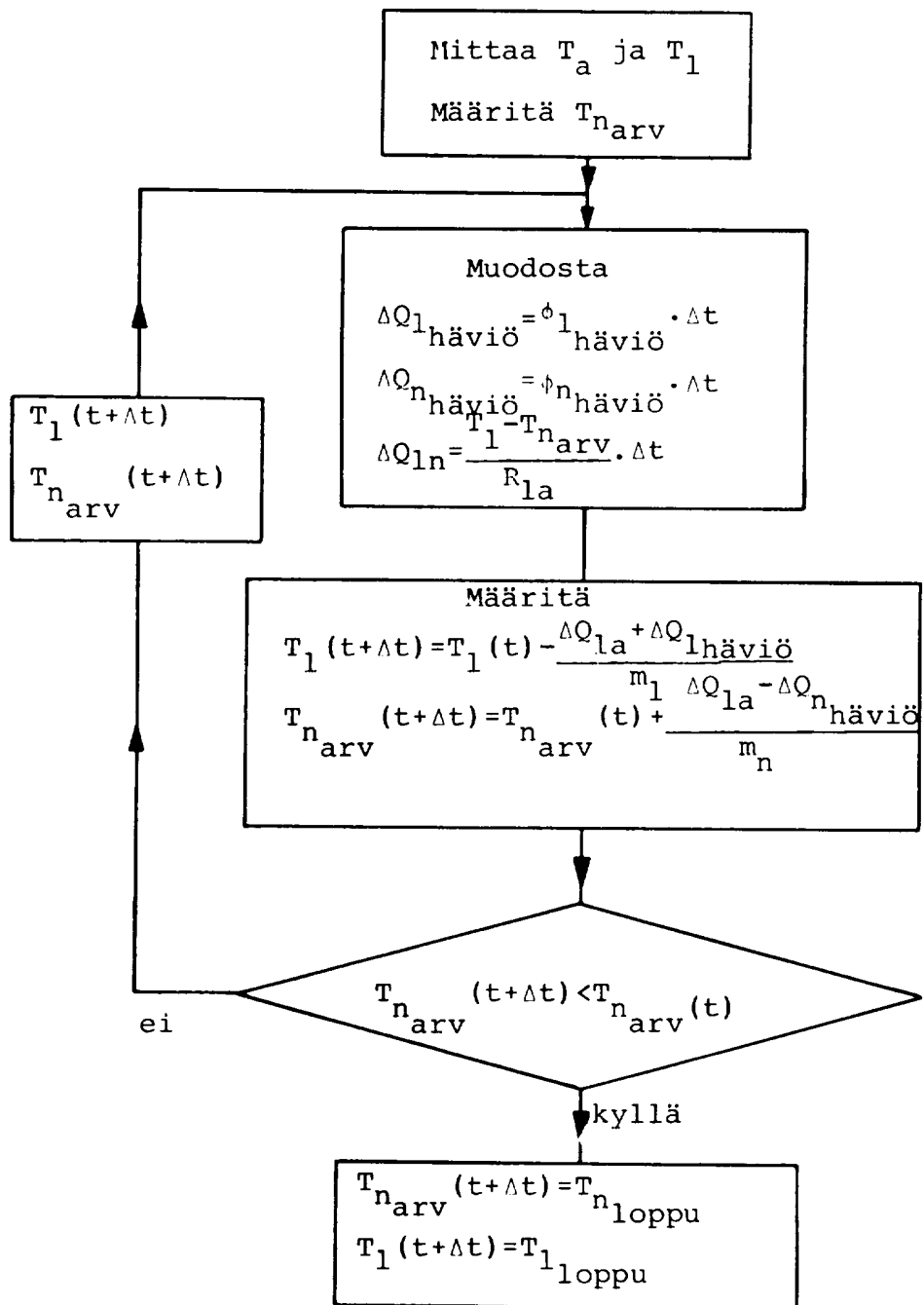


Fig. 3