



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **176725**

(13) B

(51) Int Cl<sup>6</sup> C 25 B 15/02, 1/34

Styret for det industrielle rettsvern

---

(21) Søknadsnr	890863	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	01.03.89	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	01.03.89	(30) Prioritet	17.03.88, FR, 8803446
(41) Alm. tilgj.	18.09.89		
(44) Utlegningsdato	06.02.95		

(71) Patentsøker	Atochem, 4 & 8, cours Michelet, la Défense 10, F-92800 Puteaux, FR
(72) Oppfinner	Bernard Bouche-Pillon, Lavera, FR Clair René, Martigues, FR Jean-Pierre Caujolle, Chaponost, FR
(74) Fullmektig	Jan E. Helgerud, Bryns Patentkontor AS, Oslo

---

(54) Benevnelse **Frengangsmåte for regulering av en elektrolysecelle og anvendelse av denne på en klor/soda-elektrolysecelle**

(56) Anførte publikasjoner EP A3 136806

(57) Sammendrag

Denne cellen omfatter måleanordninger og reguleringsanordninger for innløps- og utløpsmengder, for elektrolytt-temperaturen, for forskjellige konsentrasjoner og intensiteten; alle disse anordningene er forbundet med et beregningssystem som bestemmer verdiene for de mest sannsynlige mengder, konsentrasjoner og intensitet som betegnes koherensbehandling og som således leverer signalene til reguleringsanordningene. Denne frengangsmåten er særlig nyttig for elektrolyse av NaCl ved fremstillingen av klor og natriumhydroksyd.

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for regulering av en elektrolysecelle.

Oppfinnelsen angår også anvendelsen av denne fremgangsmåte på en klor/soda-elektrolysecelle ved elektrolyse av vandige oppløsninger av natriumklorid, en prosess som er den eneste industrielle prosess for å fremstille klor og natriumhydroksyd.

Meget kort, i stedet for å benytte for eksempel et mål på mengden for å bevirke en mengderegulering og samtidig en konsentrasjonsmåling for å virke på en temperaturregulator, sentraliseres alle disse mål, man slår målene sammen med cellens totale balanse og man avgir signaler til forskjellige regulatorer.

Elektrolyse er en prosess som industrielt benyttes for fremstilling for eksempel av alkalimetallklorater eller -hydroksider. Elektrolysen av natriumkloridoppløsninger for å fremstille klor og natriumhydroksyd er den viktigste hva produktvekten angår og fordi den er den eneste som i dag benyttes industrielt, se for eksempel KIRK-OTHMER, "Encyclopedia of Chemical Technology", 3. utgave, side 799 å 865.

Man vet at funksjonsregulering av en elektrolysecelle eller et antall slike generelt oppnås ved hjelp av en styreinnretning som benytter parameterverdier som gis av følere karakteristiske for det eller de elementer eller sammensetninger som benyttes ved innløpet til eller utløpet fra installasjonen. Disse verdier tillater å regulere installasjonens drift takket være reguleringsmidlene til hvilke de angjeldende signaler føres samt signaler som tilsvarer visse av parametrene (for eksempel mengdene av restforbindelser ved utløpet av installasjonen). Disse reguleringsmidler tilveiebringer et styringssignal som spesielt tillater å styre reguleringsmidler for mengden av forbindelser som føres til installasjonen.

Denne type regulering er velkjent i teknikken og benytter minst en reguleringsløyfe, men den oppviser mangler som resulterer i at parameterverdiene som avgis av sensorene kun er tilnærmede verdier for de karakteristiske parametre og ikke helt nøyaktige verdier. Dette resulterer i en reguleringsanordning som virker direkte ut fra karakteristiske parameterverdier, tilveiebragt av sensorene, men tillater ikke å oppnå en optimal regulering slik at elektrolysecellen kan arbeide med optimalt utbytte.

Den kjente teknikk foreslår spesifikke reguleringsystemer for elektrolyseceller. US-PS 4.035.268 foreslår en innretning for å regulere anordningen av elektrodene i en celle ved en prosess som kalles "med kvikksølv". EP 99795 beskriver et system for regulering av strømstyrken for et antall elektrolyseceller. Som tidligere er disse innretninger ikke annet enn forbedrede konvensjonelle reguleringsanordninger, det vil si at man har analysert og målt en parameter noe nøyaktigere og at den oppnådde verdi er sendt til en konvensjonell regulator.

Oppfinnelsen har til hensikt å bøte på manglene ved de kjente innretninger for regulering av driften av en elektrolysecelle, spesielt ved å benytte verdiene for et stort antall parametre, og ved en korrektivberegning av verdiene for disse parametre på en måte som tillater regulering av driften av installasjonen til et maksimalt utbytte. Denne korrektivberegning er en koherensberegning av de målte parameterverdier.

Oppfinnelsen angår således en fremgangsmåte for regulering av en elektrolysecelle omfattende å

- a) tilveiebringe målesignaler for mengdene av minst ett av innløpsmaterialene og minst ett av utløpsproduktene fra måleinnetninger;

- b) eventuelt regulere for mengden av minst ett innløpsmateriale eller utløpsprodukt med reguleringsmidler;
- c) måle elektrolytt-temperatur med minst en måleinnretning og eventuelt regulere denne temperatur med minst ett reguleringsmiddel;
- d) beregne mengden ved hjelp av beregningsmidler forbundet med måleinnretningene a, og elektrolytt-temperaturen med midlene for måling c av elektrolytt-temperaturen,
- e) eventuelt måle (måle)signaler for mengdene av minst et av produktene valgt blant innløpsmaterialer og utgangsprodukter ved hjelp av målemidler og sende signalene til beregningsmidler (d); og
- f) eventuelt måle minst en parameter valgt blant trykk og temperatur idet parameteren tilhører minst et av elementene omfattende innløpsmaterialer, utgangsprodukter og deler av cellen ved hjelp av målemidler og at måleinnretningene er forbundet med minst en beregningsinnretning (d),
- og denne fremgangsmåte karakteriseres ved at
- I beregningsmidlene d er forbundet med minst en måleinnretning for strømstyrken;
- II beregningsmidlene d gjennomfører samordningen av mengdemålingene fra midlene a og strømstyrkemålingene; og
- III beregningsmidlene tilveiebringer minst ett forbedret signal ved samordningsbehandlingen for anvendelse i minst ett av elementene i gruppen som består av reguleringsmidlene b for mengden, en reguleringsanordning for strømstyrke og en reguleringsanordning for temperaturen.

Med elektrolysecelle menes enhver innretning i hvilken det skjer minst en kjemisk reaksjon under påvirkning av en potensial-differanse og en strømstyrke som tilveiebringes ved hjelp av en elektrisk generator; dette gjelder for eksempel elektrolyse av natriumklorid for å fremstille natriumklorat, pluss syre for å fremstille elementært fluor eller natriumklorid i vandig oppløsning for å fremstille klor og natriumhydroksid, noe man kaller "klor-soda elektrolyse". Denne siste gjennomføres generelt i henhold til tre prosesser, alle tre benyttes industrielt, nemlig:

- kvikksølvprosessen
- diafragmaprosessen og
- membranprosessen.

Uttrykket "elektrolysecelle" betyr også et antall elektrolyseceller. Som innløpsmateriale menes enhver materialstrøm som går inn i cellen, for eksempel natriumklorid-oppløsning. Analog til dette er et utløpsprodukt enhver strøm av materiale som går ut av cellen, for eksempel en natriumhydroksidoppløsning eller natriumklorid ved en diafragma-prosess, eller natriumhydroksidoppløsninger og natriumklorid-oppløsninger ved membran- eller kvikksølvprosessen. For eksempel er også gass-strømmen i det vesentlige bestående av hydrogen også et utløpsprodukt fra en klor-sodaelektrolyse-celle. Måleinnetningene a er et hvilket som helst vanlig system for måling av en gass- eller væskemengde, for eksempel en diafragma, en venturi eller en teller. Alle disse systemer avgir et signal som representerer mengden idet signalet kan være av elektrisk type rettet mot spenning eller strømstyrke, og det kan være analogt eller nummerisk, eller også være av radioelektrisk form. Det kan videre være et pneumatisk signal som man omdanner til et elektrisk signal.

Reguleringsmidlene b er for eksempel midler som virker ved variasjon i trykkfallet for et innløpsmateriale eller utløpsprodukt. Generelt benytter man pneumatiske ventiler

eller elektroventiler. Man kan også benytte pumper med hastighetsvariasjon.

5 Midlene c for måling av temperaturen i elektrolytten er i og for seg kjente midler, disse kan befinne seg i cellen nær elektrodene eller i en rørledning gjennom hvilke elektrolytt trer inn eller trer ut av cellen. Som midler a avgis det signaler, oftest elektriske, som representerer temperaturen. Reguleringsmidlene for temperaturen i elektrolytten kan 10 velges blant kjente midler for termiske endringer, man kan likeledes påvirke temperaturen i elektrolytten ved innløpet til cellen ved hjelp av disse midler.

15 Beregningsmidlene d er likeledes i og for seg kjente midler og omfatter for eksempel elektroniske kretser for analog, numerisk eller analog og numerisk beregning og disse er forbundet med måleinnretningene a og c ved hjelp av konvensjonelle forbindelser. Beregningsmidlene d er fortrinnsvis innretninger av datamaskintypen som kan gjennomføre 20 numeriske og logiske operasjoner i henhold til på forhånd programmerte instruksjoner og i henhold til på forhånd registrerte verdier samt på basis av verdier eller informasjoner som oversendes fra måleinnretningene a og c. Beregningsinnretningene d er fortrinnsvis komplettert av 25 visualiseringsmidler som skjermer eller skrivere og også midler for å bevare disse informasjoner slik som for eksempel magnetbånd eller lignende.

30 Strømstyrken i cellen er den elektriske strømstyrke man måler mellom elektroden eller for eksempel mellom anoden og kvikksølvskjiktet i det tilfelle det er en kvikksølvcelle. "Strømstyrken" angir også strømstyrken for et antall celler. Midlene for måling av strømstyrken er vanlige midler som benyttes av elektrikerne selv for reguleringsmidlene for 35 denne strømstyrke. For å regulere strømstyrken kan man for eksempel påvirke spenningen på diodene, på benyttede likerettere eller også på spenningsvinkelen for likeretternes

tyristorer. Måleinnretningene kan også være felles med reguleringsmidlene.

Måleinnretningene for strømstyrken avgir på samme måten som midlene a og c signaler som representerer denne strømstyrke. Disse analoge eller numeriske signaler er fortrinnsvis av elektrisk art. Midlene for måling av strømstyrken forbindes med beregningsanordningen d. Disse forbindelseselementer er oftest vanlige kabler for elektrisk ledning, men det er ikke utenfor oppfinnelsens ramme å benytte for eksempel radio-bølger eller infrarød stråling.

Målingen av strømstyrken, mål tilveiebragt av midlene a og målene for temperaturen, tilveiebragt av innretningen c, forbindes i beregningsinnretningen d som gjennomfører en koherensbehandling av disse mål; det vil si at beregningsmidlene ved hjelp av matematiske metoder og de lover for fysikk og kjemi som gjelder for elektrolyse, sammenligner disse mål seg imellom, korrelerer dem med den eventuelt partielle balanse for elektrolysecellen og bestemmer de mest sannsynlige verdier, de målte verdier og de andre verdier som man ikke har målt og som man slutter seg til på basis av beregningen, og kan således avgi et forbedret signal (ved hjelp av disse beregningsmidler d) som kan benyttes av reguleringsmidlene, enten på en av mengdene, på strømstyrken eller på temperaturen i elektrolytten.

Man sier at beregningsmidlene d gjennomfører en koherensbehandling. Prinsippet for koherensbehandling skal forklares nærmere nedenfor.

Ifølge oppfinnelsen er det vesentlig å måle mengden til et av produktene som føres til eller fra, man kan for eksempel ved klor-sodaelektrolyse velge mengden saltoppløsning eller mengden vann, eller mengden av triumhydroksyd. Det er likeledes vesentlig å måle temperaturen i elektrolytten samt den elektriske strømstyrke, derefter samordnes alle disse mål

og til slutt forbindes de med de fysikalsk-kjemiske lover de må overholde, for eksempel kan hydrogenmengden forbindes med strømstyrken. Beregningsmidlene d avgir minst et regulerings-signal som kan anvendes i midlene for regulering av 5 strømstyrke eller et av innløpsmateriale eller utløpsproduktene, eller temperaturen. Man kan velge å regulere et innløpsmateriale eller utløpsprodukt som er forskjellig fra det man måler for koherensberegningen. For eksempel kan utløpshydrogenmengden fra cellen, elektrolytt-temperaturen og 10 strømstyrken benyttes i en beregningsinnretning for å gi et signal som anvendes for regulering av mengden av oppløsning som skal elektrolyseres.

Beregningsmidlene d avgir i parallell signaler for regulering 15 av de kohererte verdier for mengder og strømstyrke. Man kan således få god kjennskap til funksjonsbetingelsene i elektrolysecellen. Signalene som føres til reguleringsmidlene representerer kommandoelementer for de forskjellige regulatorer. Disse signaler representerer verdier for mengde, 20 temperatur eller strømstyrke, oppnådd ved koherensberegningen, og et eller flere kriterier som fikseres, for eksempel maksimal produksjon eller en verdi for spenningen som ikke skal overskrides og så videre. Man kan også ut fra den koherente balanse fra koherensberegningen og, i henhold 25 til de forskjellige kriterier, virke på en eller flere regulatorer, det vil si at man manuelt kan modifisere de fastlagte punkter for regulatorene.

Man kan i henhold til en foretrukket utførelsesform av 30 oppfinnelsen gjennomføre en koherensbehandling av flere verdier og bevirke at beregningsmidlene d mater flere regulerings-signaler til et eller flere elementer i gruppen bestående av reguleringsmidlene b for mengde, en innretning for regulering av strømstyrken og et middel for regulering av 35 temperaturen.

Koherensbehandlingen skal forklares i detalj nedenfor ut fra et beregningseksempel.

Man betrakter en transportledning for et ikke-komprimerbart fluid og i denne ledning er det installert to vektmengde-  
5 målere A og B.

Mengdemåleren A har for eksempel en turbinsamler og måleren B har en mer varierbar munning. Man går samtidig ut fra  
10 følgende gitte verdier for de to apparater:

For måleren A verdien  $m_A = 100$ ;

For måleren B verdien  $m_B = 105$ .

15 Under disse betingelser er det et mål av samme størrelsesorden for de to uavhengige midler som gir to forskjellige verdier for den sanne verdi av målet, kalt M nedenfor.

20 Det dreier seg om å beregne to verdier  $\hat{m}_A$  og  $\hat{m}_B$  som ligger nærmere M som ikke er verdiene  $m_A$  og  $m_B$ .

Konstruktøren av apparat A antyder at han har med mengden M gjennomført en serie på n forsøk som har gitt ham et antall  
25  $W_A$  av målinger M.

Avstandstypen av antallet  $W_A$  er for eksempel  $s_A = 2$  og middelverdien er M.

30 Antallet  $W_A$  har en vanlig fordelingslov, det vil si at sannsynlighetsdensiteten for loven på i og for seg kjent måte er:

$$\frac{1}{s_A \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{M - m}{s_A} \right)^2}$$

35

Konstruktøren for apparat B antyder at også han har gjennomført en serie på n forsøk med mengder M og har oppnådd et

antall  $W_B$  av målinger av  $M$ . På samme måte gjelder her for antallet  $W_B$  for eksempel  $s_B = 4$  og middelveien er  $M$ .

Dette antall har likeledes en sannsynlighetsdensitet:

$$\frac{1}{s_B \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{M - m}{s_B} \right)^2}$$

I antallet  $W_A$  har sannsynligheten for å oppnå en verdi  $m'_A$ , også så nær som mulig verdien  $m_A$ , ligningen:

$$\text{Prob} (m_A - dm/2 < m'_A \leq m_A + dm/2) = \frac{1}{s_A \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{M - m'_A}{s_A} \right)^2} \cdot dm$$

der  $dm$  er differensialelementet for variabelen  $m$ .

I antall  $W_B$  har sannsynligheten for å oppnå en verdi  $m'_B$ , likeledes så nær som mulig verdien  $m_B$ , ligningen:

$$\text{Prob} (m_B - dm/2 < m'_B \leq m_B + dm/2) = \frac{1}{s_B \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{M - m'_B}{s_B} \right)^2} \cdot dm$$

Når to evenementer  $A$  og  $B$  er uavhengige har den sammensatte sannsynlighet for samtidig å realisere  $A$  og  $B$ , ligningen:

$$\text{Prob} (A \cap B) = \text{prob} (A) \times \text{prob} (B)$$

Ved innsetting av variablene i henhold til:

$$x_A = \frac{M - m'_A}{s_A} \quad \text{og} \quad x_B = \frac{M - m'_B}{s_B}$$

har sannsynligheten for samtidig realisering i antallene  $W_A$  og  $W_B$ , av verdiene  $m'_A$  og  $m'_B$  til så nær som mulig de observerte verdier  $m_A$  og  $m_B$ , ligningen:

$$\text{Prob} \left[ (m_A - dm/2 < m'_A \leq m_A + dm/2) \cap (m_B - dm/2 < m'_B \leq m_B + dm/2) \right] =$$

$$\frac{dm^2}{2\pi \cdot S_A \cdot S_B} \cdot e^{-\frac{X_A^2}{2}} \cdot e^{-\frac{X_B^2}{2}} = \frac{e^{-\left(\frac{X_A^2}{2} + \frac{X_B^2}{2}\right)}}{2\pi \cdot S_A \cdot S_B} \cdot dm^2$$

En undersøkelse av det analytiske uttrykket som kvantifiserer den ønskede sannsynlighet viser klart at sannsynligheten øker lineært når uttrykket:

$$\frac{X_A^2 + X_B^2}{2} \text{ synker.}$$

Sagt på en annen måte: sannsynligheten for samtidig i antallene  $W_A$  og  $W_B$  å oppnå verdiene  $m_A$  og  $m_B$  er maksimum når uttrykket:

$$\frac{X_A^2 + X_B^2}{2} \text{ er minimum.}$$

Når videre

$$\frac{X_A^2 + X_B^2}{2} \text{ er et minimum,}$$

er de mest sannsynlige verdier for  $\hat{m}_A$  og  $\hat{m}_B$ :

$$\hat{m}_A = m_A + S_A X_A = M + m_A - m'_A$$

$$\hat{m}_B = m_B + S_B X_B = M + m_B - m'_B$$

Da apparatene A og B måler en og samme størrelse M må man søke likhet for verdiene  $\hat{m}_A$  og  $\hat{m}_B$ .

Man merker seg at  $y = \hat{m}_A - \hat{m}_B$  som logisk betingelse for estimeringene m. Det numeriske problem er så samtidig å beregne:

$$\frac{X_A^2 + X_B^2}{2} \text{ minimum under betingelsen } y = 0.$$

Når  $y = 0$  er dette ekvivalent med å minimalisere hjelpe-funksjonen

$$z = \frac{x_A^2 + x_B^2}{2} + k \cdot y.$$

der  $k$  er en ny problem-ukjent og som man kaller Lagrange-multiplikatoren.

Funksjonen  $z$  har en grenseverdi når derivatene av  $x_A$  og  $x_B$  opphever hverandre, det vil si:

$$\frac{\delta z}{\delta x_A} = 0 \quad \text{og} \quad \frac{\delta z}{\delta x_B} = 0$$

og for alle beregninger gjennomført, har disse to ligninger som uttrykksystem:

$$(1) \begin{cases} x_A + kS_A = 0 \\ x_B - kS_B = 0 \end{cases}$$

Variablene  $x_A$  og  $x_B$ , satt inn i uttrykket til betingelsen ( $m_A + S_A x_A = m_B + S_B x_B$ ), gir således:

$$kS_A^2 + kS_B^2 = m_A - m_B$$

det vil si:

$$k = \frac{m_A - m_B}{S_A^2 + S_B^2}$$

Verdien for  $k$ , satt inn systemet 1 gir:

$$x_B = \frac{-S_A \cdot (m_A - m_B)}{S_A^2 + S_B^2}$$

Tilslutt gir dette:

$$\hat{m}_A = m_A - \frac{S_A^2 \cdot (m_A - m_B)}{S_A^2 + S_B^2} \quad \text{og} \quad \hat{m}_B = m_B + \frac{S_B^2 \cdot (m_A - m_B)}{S_A^2 + S_B^2}$$

Den numeriske anvendelse av de foregående resultater er:

$$\hat{m}_A = 100 - \frac{4 (100 - 105)}{4 + 16} = 100 + 1 = 101$$

$$\hat{m}_B = 105 + \frac{16 (100 - 105)}{4 + 16} = 105 - 4 = 101$$

Den mest sannsynlige verdi (og ikke den i sikkerhet nærmeste verdi) for M er lik 101.

De koherente verdier for målene  $\hat{m}_A$  og  $\hat{m}_B$  er:

$$\hat{m}_A = \hat{m}_B = 101$$

Sannsynligheten for å oppnå verdier m som ligger nærmere den sanne verdi og som ikke er de gitte verdier m, oppnås ved å gjenta de gitte utgangsverdier og deres behandling.

Feilreduksjonen er 50% for målet A og 66% for målet B i det tilfelle der den virkelige verdi er lik 102 og restfeilen for B endrer seg på samme måte.

Effektiviteten for behandlingen øker med antall tilgjengelige utgangsverdier og med antall gjentatte behandlinger og også med nøyaktigheten og/eller den absolutte feil for målingen. Koherensberegningen kan anvendes på et hvilket som helst antall utgangsverdier som er belagt med et visst antall forutsetninger, forutsatt at antall betingelser er under antall målinger. Man kan for eksempel benytte den metode som er beskrevet av G.V. Reklaitis, A. Ravindran og K.M. Ragsdell i "Engineering optimization, Methods and applications", John

Wiley and sons 1983, sidene 184-189. Koherensberegningen trekker for eksempel fordel av opprettholdelse av atomene i en kjemisk reaksjon, opprettholdelse av entalpi-balansen, opprettholdelse av elektroner, ladninger eller elektrokjemisk balanse.

I henhold til en annen utførelsesform av oppfinnelsen blir signalet som er forbedret ved koherens-analysen ført direkte til minst ett av elementene fra gruppen bestående av reguleringsmidlene b for mengdene, et strømstyrkereguleringsmiddel og et temperaturreguleringsmiddel. Denne forbindelse skjer ved hjelp av de samme midler som for eksempel forbindelsen mellom måleinnretningene a og beregningsmidlene d, dette er analoge, numeriske, elektriske eller pneumatiske forbindelser, eller blandinger av slike teknikker, for eksempel som funksjon av avstander og styrken av de nødvendige signaler for å påvirke regulatorene. I henhold til en annen utførelsesform av oppfinnelsen er beregningsmidlene d ikke alle forbundet direkte med reguleringsmidlene. For eksempel kan man ha en direkte regulering for en innløpsmengde og et signal anvendbart på innløpstemperaturen for elektrolytten idet man manuelt modifierer fastpunktet for denne innløpstemperatur for elektrolytten.

I henhold til en annen foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen kan elektrolysecellen omfatte målemidler e som gir målesignaler for mengder av minst ett av produktene valgt blant innløpsmaterialene og utløpsproduktene og disse signaler kan så være forbundet med beregningsmidlene d.

Med "mengder" menes konsentrasjonene når det gjelder en væskefase eller pH-verdiene eller konsentrasjonen eller partialtrykket når det gjelder en gassfase. Det er ikke nødvendig å måle alle konsentrasjoner til et innløpsmateriale eller utløpsprodukt, det er for eksempel tilstrekkelig ved klor/soda-elektrolyse å kjenne mengden oksygen i utløpskloret. Dette mål føyer seg til de tidligere målinger, det

vil si mengden av et innløpsmateriale eller utløpsprodukt, elektrolytt-temperaturen og strømstyrken som tillater å forbedre koherensen. I henhold til en annen foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen kan man måle mengder av andre innløpsmaterialer eller utløpsprodukter eller flere mengder av ett av produktene og kun en mengde av et annet produkt. Når det for eksempel gjelder klor-soda-elektrolyse foretrekker man å måle oksygen-verdien i kloret og samtidig soda- og klormengden i utgangsproduktet fra cellen.

I henhold til en annen foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen kan beregningsmidlene d også gi et eller flere forbedrede signaler ved koherensbehandling og disse kan anvendes på kontrollmidlene for et element hva angår mengden av et innløpsmateriale eller utløpsprodukt. For eksempel kan man modifisere mengden av et produkt som tilsettes som forbindelse som skal elektrolyseres ved å tilsette et fortynningsmiddel eller et rent produkt for elektrolyse for å øke mengden. Således kan man for eksempel ved elektrolyse av natriumklorid sette natriumklorid til innløpsmaterialet for å øke konsentrasjonen av klorid eller å tilsette vann for å redusere denne konsentrasjon eller man kan modifisere pH-verdien.

Man kan, som for innløpsmaterialene og utgangsproduktene, måle en mengde og regulere en annen, enten den samme eller et annet innløpsmateriale eller utløpsprodukt. Midlene d kan videre gi signaler som kan anvendes og direkte anvendte signaler.

I henhold til en annen foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen kan cellen omfatte måleinnretninger f til minst en parameter, valgt blant trykk og temperatur, idet denne gjelder minst ett av elementene som består av gruppen innløpsmaterialer, utgangsprodukter og cellerommene, og at disse måleinnretninger f er forbundet med beregningsinnretninger d.

Selvfølgelig angår disse temperaturer ikke temperaturen i elektrolytten i elektrolysecellen som man alltid måler.

I henhold til en annen foretrukket utførelsesform av oppfinnelsen kan cellen inneholde reguleringsinnretninger g for minst en parameter valgt blant trykk og temperatur idet denne parameter gjelder minst ett av elementene omfattende innløpsmaterialer, utløpsprodukter. Disse beregningsmidler d gir reguleringssignaler der visse er anvendbare på reguleringsmidlene g og andre mates direkte til midlene g.

Trykket eller temperaturen som man regulerer via et signal fra beregningsinnretningene d kan være det man måler eller et annet. Det er derfor man for eksempel kan måle trykket i innløpsmaterialet til elektrolysøren, ta dette mål med i koherensberegningen og med et forbedret signal fra koherensberegningen og regulere med et forbedret signal fra koherensberegningen og avgitt av trykkberegningssmidler for en gass som utvikles ved en av elektrodene.

Foreliggende oppfinnelse er spesielt brukbar ved elektrolyse av klor-soda.

Ved den tilsiktede anvendelse av reguleringsinnretningen som anvendes ifølge oppfinnelsen, viser erfaringen at koherensbehandlingen som gjennomføres på verdiene av de målte mengder og strømstyrken tillater en funksjonering av installeringen nær optimum. I installasjoner ifølge den kjente teknikk og som ikke benytter koherensbehandling av den type som her beskrives og som spesielt ikke koherensbehandler mengdeverdiene for de reaktive forbindelser samt for strømstyrken, og eventuelt mengdeverdier for utløpsproduktene, oppnår mindre utbytte.

Foreliggende oppfinnelse finner mer spesielt anvendelse når det gjelder membran-elektrolyseprosessen idet hydrogenstrømmen kan forbindes direkte med elektronstrømmen.

Beregningsmidlene mater også de mellomliggende beregnings-  
trinn og gir således de mest sannsynlige verdier som man kan  
sammenligne med de målte verdier. Forskjellen uttrykkes i  
5 form av en korreksjonskoeffisient. Permanent anvendelse av  
disse korreksjonskoeffisienter tillater å styre celle-  
funksjonen (eller funksjonen til alle celler) og opprettholde  
cellens drift.

10 Det følgende eksempel viser en klor/soda-elektrolysecelle med  
membranprosessdrift.

	Saltopløsningsmengde inn	950
	Saltopløsningsstemperatur inn	44
15	NaCl-konsentrasjon inn	303,8
	Sulfatkonsentrasjon inn	2,9
	NaOH-konsentrasjon inn	0,22
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -konsentrasjon inn	0,87
	pH-verdi inn	8
20	Soda/vann mengde inn	74
	Soda/vann temperatur inn	40
	Soda/vann konsentrasjon inn (vekt-%)	0,0001
25	Soda mengde ut	229
	Soda temperatur ut	84
	Soda konsentrasjon ut (vekt-%)	33,1
	Saltopløsningsmengde ut	765
30	Saltopløsningsstemperatur ut	82
	Saltkonsentrasjon ut	209,1
	Sulfatkonsentrasjon ut	3,6
	ClO konsentrasjon ut	1,99
	ClO <sub>3</sub> konsentrasjon ut	0,16
35	pH-verdi ut	3,9

Oksygen i klor (volum-%)	2,4
Strømstyrke for cellen (kg-Amp)	70,5
Cellespenning (volt)	3,43
5 Trykk ut H <sub>2</sub>	40
Trykk ut Cl <sub>2</sub>	20
Omgivelsestemperatur	25
10 Forhold mellom relative feil for måling av strømstyrke og relative feil for andre strømmer	0,1

15 Tabell

Strømmålinger "DEMA" og korrigerede "DEMAC"	Målte verdier	Midlere feil i %	Koherens verdier	Spredning i %
20 Strømstyrke i ampère	70500,0	0,5	70453,6	0,065
Vann i saltoppløsning inn	831375,4	5,0	869903,7	-4,634
Salt i saltoppløsning inn	288610,0	5,0	302221,7	-4,716
Sulfat i saltoppløsning inn	4075,1	5,0	4074,8	0,006
HCl i saltoppløsning inn	0,0	5,0	0,0	0,000
25 Soda i saltoppløsning inn	209,0	5,0	209,0	0,007
Karbonat i saltoppløsning inn	826,5	5,0	826,7	0,035
Vann i saltoppløsning ut	680939,8	5,0	669913,4	1,619
Salt i saltoppløsning ut	159961,5	5,0	157264,5	1,685
Klor oppløst i saltopløsn. ut	156,1	5,0	156,1	-0,025
30 Sulfat i saltoppløsning ut	4073,6	5,0	4074,8	-0,029
Klorat i saltoppløsning ut	489,7	5,0	490,0	-0,057
Hypoklorit i saltoppløsning ut	1551,9	5,0	1555,4	-0,227
HCl i saltoppløsning ut	3,5	5,0	3,5	0,000

Tabell (forts.)

	Strømmålinger "DEMA" og korrigererte "DEMAC"	Målte verdier	Midlere feil i %	Koherens verdier	Spredning i %
5	Mengde vann i tilmatet vann/soda	73790,5	5,0	73535,9	0,345
	Mengde soda i tilmatet vann/soda	0,0	5,0	0,0	0,345
	Mengde vann i fremstilt soda	208252,1	5,0	201893,2	3,053
	Mengde soda i fremstilt soda	103036,5	5,0	99890,3	3,053
10	Mengde medført vann i fremstilt H <sub>2</sub>	8087,1	5,0	8081,8	0,065
	Mengde hydrogen i fremstilt H <sub>2</sub>	2630,2	5,0	2628,5	0,065
	Mengde medrevet vann i fremstilt Cl <sub>2</sub>	16704,4	5,0	17198,3	-2,956
15	Mengde klor i fremstilt Cl <sub>2</sub>	84037,1	5,0	86368,2	-2,773
	Mengde oksygen i fremstilt Cl <sub>2</sub>	909,0	5,0	913,1	0,454
	Mengde CO <sub>2</sub> i fremstilt Cl <sub>2</sub>	343,0	5,0	343,1	0,036

20 Rekonstituering av strømkohere

Cellestrømstyrke	70454 ampere
Katodisk Faraday-utbytte	95,01%
Anodisk Faraday-utbytte	92,56%
Anodisk Faraday-utbytte	95,34%
	etter deklorering

25

## Korrigert saltoppløsning inn

mengde	994,0	l/h
NaCl-konsentrasjon	304,0	g/l
Sulfat-konsentrasjon (som SO <sub>4</sub> )	2,77	g/l

30

## Korrigert saltoppløsning inn

mengde	752,6	l/h
NaCl-konsentrasjon	209,0	g/l
Sulfat-konsentrasjon (som SO <sub>4</sub> )	3,66	g/l
35 Klorat-konsentrasjon (som ClO <sub>3</sub> )	0,163	g/l
CLO-konsentrasjon (som ClO)	2,03	g/l

## Korrigert soda/vann inn

Mengde soda/vann inn	73,7	l/h
Konsentrasjon soda inn	0,0	%

## Korrigert soda ut

Mengde soda ut	222,0	l/h
Konsentrasjon soda ut	33,10	%

## Klorrenhet

Prosentandel oksygen/klor	2,33	%
---------------------------	------	---

## Celleproduksjon

Mengde klor celleklemme	86,368	kg/h
Mengde klor totalt	88,962	kg/h
Fremstilling 100% soda	99,890	kg/h
Fremstilling hydrogen	2,629	kg/h
HCl for deklorering	1,08	kg/h
		100%

## Strømforbruk

Fremstilling soda A	2419,0	kWt/torn
		100%
Fremstilling soda A	2716,0	kWt/torn
		klor tot.

I dette eksempel er kun vist resultatene av koherensberegningen. Det er for klarhetens skyld ikke mulig å vise variasjonene i disse parametre med tiden. Ved hjelp av de kohererte verdier kan man virke på visse punkter på regulatorene. I dette tilfelle har man valgt å regulere mengder og temperaturer for saltoppløsning inn samt mengde og temperatur for tilmatning av vann.

En annen fordel ved oppfinnelsen ligger her i at man ved å studere de relative avvik finner de mål som trenger justering.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for regulering av en elektrolysecelle omfattende å

10 a) tilveiebringe målesignaler for mengdene av minst ett av innløpsmaterialene og minst ett av utløpsproduktene fra måleinnretninger;

b) eventuelt regulere for mengden av minst ett innløpsmateriale eller utløpsprodukt med reguleringsmidler;

15 c) måle elektrolytt-temperatur med minst en måleinnretning og eventuelt regulere denne temperatur med minst ett reguleringsmiddel;

20 d) beregne mengden ved hjelp av beregningsmidler forbundet med måleinnretningene a, og elektrolytttemperaturen med midlene for måling c av elektrolytt-temperaturen,

25 e) eventuelt måle (måle)signaler for mengdene av minst et av produktene valgt blant innløpsmaterialer og utgangsprodukter ved hjelp av målemidler og sende signalene til beregningsmidler (d); og

30 f) eventuelt måle minst en parameter valgt blant trykk og temperatur idet parameteren tilhører minst et av elementene omfattende innløpsmaterialer, utgangsprodukter og deler av cellen ved hjelp av målemidler og at måleinnretningene er forbundet med minst en beregningsinnretning (d),

35 k a r a k t e r i s e r t v e d a t

I beregningsmidlene d er forbundet med minst en måleinnretning for strømstyrken;

II beregningsmidlene d gjennomfører samordningen av mengde-  
målingene fra midlene a og strømstyrkemålingene; og

5 III beregningsmidlene tilveiebringer minst ett forbedret  
signal ved samordningsbehandlingen for anvendelse i minst  
ett av elementene i gruppen som består av regulerings-  
midlene b for mengden, en reguleringsanordning for  
strømstyrken og en reguleringsanordning for temperaturen.

10 2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t  
v e d at beregningsmidlene (d) gir minst et regulerings-  
signal som direkte kan føres til minst et av elementene i  
gruppen midler (b) for regulering av mengdene, et  
15 reguleringsmiddel for strømstyrken og middelet for regulering  
av temperaturen.

3.

20 Anvendelse av fremgangsmåten ifølge krav 1 og 2 på en  
klor/soda-elektrolyse-celle.

25

30

35