

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 86810123.9

Int. Cl.⁴: **C25C 3/20**

Anmeldetag: 12.03.86

Priorität: 22.03.85 CH 1274/85

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.10.86 Patentblatt 86/41

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL SE

Anmelder: **SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM AG**

CH-3965 Chippis(CH)

Erfinder: Raboud, Pierre-Benoît
2, rue de l'envol
CH-1950 Sion(CH)

Erfinder: Füglistner, Hans
Pfannenstilstrasse 144
CH-8706 Meilen(CH)

Erfinder: Mariéthoz, Bruno

CH-3961 Mollens(CH)

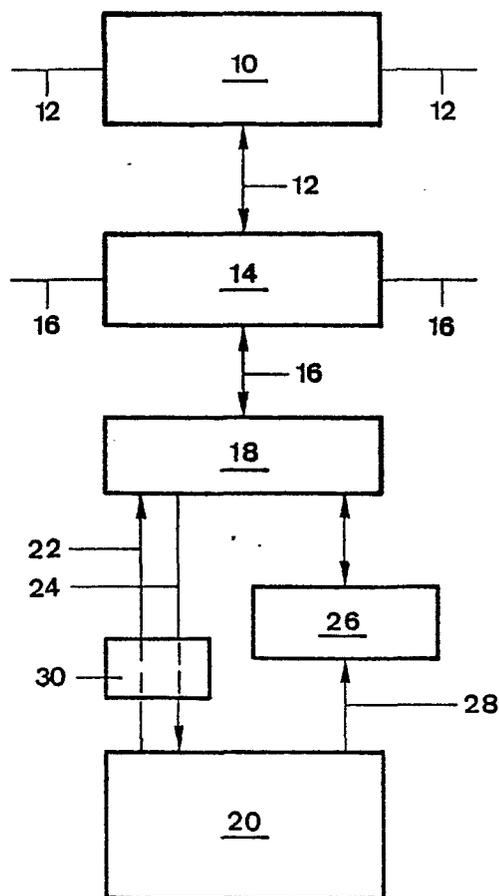
Erfinder: Gibbins, David
Trichtenhauserstrasse 44b
CH-8702 Zollikon(CH)

Dezentralisierte, automatische Steuerung des Betriebs einer Aluminiumhütte.

Der Betrieb einer Aluminiumhütte mit in Reihen angeordneten Schmelzflusselektrolysezellen (20) wird dezentralisiert und automatisch gesteuert. Die Prozesskontrolle und die Datenerfassung bzw. -aufarbeitung erfolgen in drei hierarchischen Stufen, welche einen zentralen Hauptcomputer (10), mehrere daran angeschlossene Verbindungscomputer (14) und mit diesen verbundene Mikroprozessoren (18,26) als Zellensteuerungscomputer umfassen.

Die Prozesskontrolle und die Datenerfassung bzw. -aufarbeitung erfolgen mittels zweier mit je einer oder je zwei Schmelzflusselektrolysezelle(n) (20) verbundener Mikroprozessoren (18,26).

Mit dem Verfahren können die Daten, insbesondere der Widerstand R, schneller und genauer erfasst werden.



EP 0 197 004 A1

Dezentralisierte, automatische Steuerung des Betriebs einer Aluminiumhütte

Die Erfindung bezieht sich auf eine dezentralisierte, automatische Steuerung des Betriebs einer Aluminiumhütte mit in Reihen angeordneten Schmelzflusselektrolysezellen, wobei die Prozesskontrolle und die Datenerfassung bzw. -aufarbeitung in drei hierarchische Stufen, umfassend einen zentralen Hauptcomputer, mehrere daran angeschlossene Verbindungscomputer und mit diesen verbundene Mikroprozessoren als Zellensteuerungscomputer, aufgliedert werden.

Für die elektrolytische Gewinnung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumoxid wird dieses in einer Fluoridschmelze gelöst, die zum grössten Teil aus Kryolith besteht. Das kathodisch abgeschiedene Aluminium sammelt sich unter der Fluoridschmelze auf dem Kohleboden der Zelle, wobei die Oberfläche des flüssigen Aluminiums die Kathode bildet. In die Schmelze tauchen von oben Anoden ein, die bei konventionellen Verfahren aus amorphem Kohlenstoff bestehen. An den Kohleanoden entsteht durch die elektrolytische Zersetzung des Aluminiumoxids Sauerstoff, der sich mit dem Kohlenstoff der Anoden zu CO₂ and CO verbindet. Die Elektrolyse findet in einem Temperaturbereich von etwa 940-970°C statt.

Im Verlauf des Elektrolyseprozesses erniedrigt sich der Gehalt an gelöstem Aluminiumoxid. Beim Erreichen einer Konzentration von 1 bis 2 Gew.-% Aluminiumoxid im Elektrolyten bildet sich der Anodeneffekt, welcher sich in der Erhöhung der Spannung der Elektrolysezelle von 4 bis 4,5 V auf 30 V und mehr ausdrückt. Der Anodeneffekt wird beispielsweise durch vermehrte Zufuhr von Aluminiumoxid in den Schmelzfluss und durch Gaszufuhr unter die Anoden beseitigt.

In den Sechzigerjahren sind Computer für die Prozesskontrolle zur Herstellung von Aluminium mittels Schmelzflusselektrolyse eingeführt worden. Zahlreiche zentrale Steuerungssysteme sind bei den verschiedenen Aluminiumproduzenten entstanden.

Diese Systeme erlaubten, in bestimmten Zeitabständen durchgeführte Messungen zu wiederholen, sie auszuwerten und Kontrollhandlungen auf den Elektrolysezellen zu unternehmen, welche hauptsächlich auf der Regelung der Interpolardistanz und der Speisung der Elektrolysezelle mit Aluminiumoxid basierten. Dabei sind Rechenverfahren angewendet worden die sich auf folgende Parameter stützen:

-Widerstand und sein dynamisches Verhalten,

-Spannung und ihr dynamisches Verhalten,

-Traversenposition, und

-Entwicklung des Stromes der Elektrolysehalle.

Seit Ende der Siebzigerjahre, nach der Entwicklung von Mikrocomputern, werden die zentralen Steuerungssysteme allmählich verdrängt. Mikrocomputer erlauben eine dezentralisierte Steuerung der Elektrolysezellen. Dies hat folgende Vorteile:

-Erhöhte Behandlungs und Uebermittlungsgeschwindigkeit der Informationen,

-grössere Zuverlässigkeit der Steuerung und Kontrolle der Elektrolysezellen,

-Durchführung der ganzen Zellenkontrolle mit einem Mikrocomputer (8 oder 16 bits Mikrorechner),

-Erhöhung der Anzahl von digitalen und analogen Eingängen/ Ausgängen und damit eine weiter ausgebildete Automatisierung der Elektrolysezelle, welche auch von deren mechanischer und konstruktiver Entwicklungsstufe und von den Messapparaturen abhängt.

Dezentralisierte, automatische Steuerungssystem des Betriebs von Aluminiumhütten mit in Reihen angeordneten Schmelzflusselektrolysezellen werden in "Light Metals", Jahrgang 1982, Seiten 595-608, und in der Firmenzeitschrift 126345 PA 11832 der Firma Siemens beschrieben.

Bei diesen beiden bekannten Systemen erfolgt die Prozesskontrolle und die Datenerfassung bzw. -aufarbeitung in drei hierarchischen Stufen, welche einen zentralen Hauptcomputer, mehrere daran angeschlossene Verbindungscomputer und mit diesen verbundenen Mikroprozessoren als Zellensteuerungscomputer umfassen. Es ist vorgesehen, eine oder zwei Schmelzflusselektrolysezellen zur Herstellung von Aluminium mit einem Mikroprozessor auszurüsten.

Mit einem Gerät pro Elektrolysezelle oder pro zwei Elektrolysezellen ist die Erfassung der Daten schnell, aber die Prozesskontrolle langsam. Falls der Takt des Gerätes nach der Datenerfassung ausgerichtet würde, bliebe für die Prozesskontrolle weniger Zeit oder -anders gesagt -arbeiten die Prozesskontrolltasks mit einer kleineren Frequenz.

Die Erfinder haben sich die Aufgabe gestellt, die Daten, insbesondere den Widerstand R, mit bekannten Mitteln schneller und genauer zu erfassen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Prozesskontrolle und die Datenerfassung bzw. -aufarbeitung mittels zweier mit je einer oder je zwei Schmelzflusselektrolysezelle/n verbundener Mikroprozessoren erfolgen.

Mit zwei Mikroprozessoren pro Elektrolysezelle oder pro zwei Elektrolysezellen kann mit zwei voneinander unabhängigen Takten gearbeitet werden:

-Der Mikroprozessor zur Prozesskontrolle in Intervallen von vorzugsweise 150 msec bis 5 min,

-der Mikroprozessor zur Datenerfassung bzw. -aufarbeitung in Intervallen von vorzugsweise 20-100 msec,

Wenn eine Unregelmässigkeit im Betrieb der Elektrolysezelle erfasst wird, kann das System mit mindestens 150 msec Verspätung reagieren.

In der Praxis haben sich für den Mikroprozessor zur Prozesskontrolle Intervalle von 200-500 msec, für den Mikroprozessor zur Datenerfassung bzw. -aufarbeitung Intervalle von 40-80 msec, insbesondere 60 msec, als besonders vorteilhaft bewährt.

Die erfindungsgemäss dezentralisierte, automatische Steuerung des Betriebs einer Aluminiumhütte ist mit bekannten Mitteln derart konzipiert, dass bei einem Ausfall des zentralen Hauptcomputers die den Elektrolysezellen zugeordneten Mikroprozessoren während einiger Tage ihre Funktion problemlos ausüben können.

Die Anwendung der Erfindung wird vorteilhaft unterstützt durch den Einsatz von

-eigens für die Schmelzflusselektrolyse von Aluminium konzipierten, wirkungsvollen Messgeräten, welche erlauben, dass die Spannung mit einer Genauigkeit von ± 2 mV, die Stromstärke mit einer Genauigkeit von ± 40 A und die

-Traversenposition mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2$ mm gemessen wird,

-einem wirksamen Rechenverfahren zur Ermittlung des Widerstands R unter Anwendung der Formel

5

$$R = \frac{U - U_P}{I} \cdot 10^3$$

wobei U die Zellenspannung (V), U_P die Polarisationsspannung (1,65 V), I die Stärke des elektrischen Gleichstroms (kA) und R den elektrischen Widerstand der Elektrolysezelle ($\mu\Omega$) bedeutet,

- exakten Rechenmethoden (relativer Fehler $< 2^{\circ}/00$), indem man pro Elektrolysezelle die Klemmenspannung (V), die verbrauchte elektrische Energie (kWh) und den Verbrauch an elektrischem Strom (kAh) misst, wobei diese Parameter für bestimmte Zeitperioden (z.B. 24 h) oder bei vorgegebenen Ereignissen (z.B. Anodeneffekt) bestimmt werden.

-einer Prüfung der Plausibilität (basierend auf der Ueberschreitung von Grenzwerten) für die Spannung, den Strom und die Traversenposition,

-einer Prüfung der Plausibilität (basierend auf zu schnellen Variationen eines Parameters zwischen zwei Probenahmen) für die Traversenposition und den Strom, und/oder

-einem Verfahren zur Erfassung von schnellen oder langsamen Schwankungen des Widerstandes R und des Stromes I, wobei hier unter einer schnellen Schwankung verstanden wird, dass die Messdauer zwischen 60 und 100 msec liegt, bei langsamen Schwankungen dagegen zwischen 1 und 3 sec.

Die Erfindung wird anhand der in der Zeichnung dargestellten einzigen Figure beispielsweise näher erläutert. An den zentralen Hauptcomputer 10 sind über Verbindungskabel 12 mehrere Verbindungscomputer 14 angeschlossen. In einer Aluminiumhütte mit beispielsweise 360 Elektrolysezellen können 24 Verbindungscomputer 14 mit dem zentralen Hauptcomputer 10 verbunden sein. Der zentrale Hauptcomputer 10 hat eine grosse Speicherkapazität auf externen Datenträgern bzw. -banken, welche auch der Datensicherung dienen. Weiter ist der zentrale Hauptcomputer 10 mit mindestens einem nicht dargestellten Schreiber und Plotter ausgerüstet. Bei einem allfälligen Ausfall des zentralen Hauptcomputers 10 bleiben die untergeordneten Einheiten während mindestens einiger Tage voll funktionsfähig.

Jeder Verbindungscomputer 14 ist seinerseits über Verbindungskabel 16 mit mehreren Mikroprozessoren 18 für die Prozesskontrolle verbunden. In der oben bereits beispielsweise erwähnten Elektrolysehütte mit 360 Elektrolysezellen und 24 Verbindungscomputern sind diese mit 12 oder 6 Mikroprozessoren 18 für die Prozesskontrolle verbunden, je nachdem ob die letzteren ihrerseits mit einer (wie in Fig. 1 dargestellt) oder zwei Elektrolysezellen 20 verbunden sind.

Die Verbindung zwischen dem Mikroprozessor 18 zur Prozesskontrolle und der Elektrolysezelle 20 besteht aus 20-30 Digitalinputs 22 und 20-30 Digitaloutputs 24.

15 Weiter ist der Mikroprozessor 18 zur Prozesskontrolle mit einem Mikroprozessor 26 zur Datenerfassung und -aufarbeitung verbunden, welcher seinerseits über 8-12 Analoginputs 28 zur Elektrolysezelle verfügt. Obwohl der Mikroprozessor 26 zur Datenerfassung und -aufarbeitung, auch ADS (Analog-Data-System) genannt, von selbst arbeitet, ist er im vorliegenden Fall dem Mikroprozessor 28 für die Prozesskontrolle untergeordnet und nicht direkt mit dem Verbindungscomputer 14 verbunden. Selbstverständlich kann auch der Mikroprozessor 26 zur Datenerfassung und -aufarbeitung mit einer oder zwei Elektrolysezellen verbunden sein. Für die Verbindung der beiden Mikroprozessoren 18 und 26 mit zwei Elektrolysezellen sprechen insbesondere wirtschaftliche Faktoren.

20 Die Anzeige der Digitaloutputs und die Drucktasten für manuelle Eingriffe sind auf einem an der Hallenwand befestigten Tableau 30 angeordnet.

25

30

Ansprüche

35 1. Verfahren zur dezentralisierten, automatischen Steuerung des Betriebs einer Aluminiumhütte mit in Reihen angeordneten Schmelzflusselektrolysezellen (20), wobei die Prozesskontrolle und die Datenerfassung bzw. -aufarbeitung in drei hierarchische Stufen, umfassend einen zentralen Hauptcomputer (10), mehrere daran angeschlossene Verbindungscomputer (14) und mit diesen verbundene Mikroprozessoren als Zellensteuerungscomputer, aufgegliedert werden,

40

45

45 dadurch gekennzeichnet, dass

die Prozesskontrolle und die Datenerfassung bzw. -aufarbeitung mittels zweier mit je einer oder je zwei Schmelzflusselektrolysezelle/n (20) verbundener Mikroprozessoren (18,26) erfolgen.

50

55

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor (26) zur Datenerfassung bzw. -aufarbeitung in Intervallen von 20-100 msec arbeitet.

60

65

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor (26) zur Datenerfassung bzw. -aufarbeitung in Intervallen von 40-80 msec, vorzugsweise von 60 msec, arbeitet.

70

75

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor (18) zur Prozesskontrolle in Intervallen von 150 msec -5 min, vorzugsweise von 200-500 msec, arbeitet.

80

85

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikroprozessor (26) zur Datener-

fassung bzw. -aufarbeitung dem Mikroprozessor (18) zur Prozesskontrolle unterordnet wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

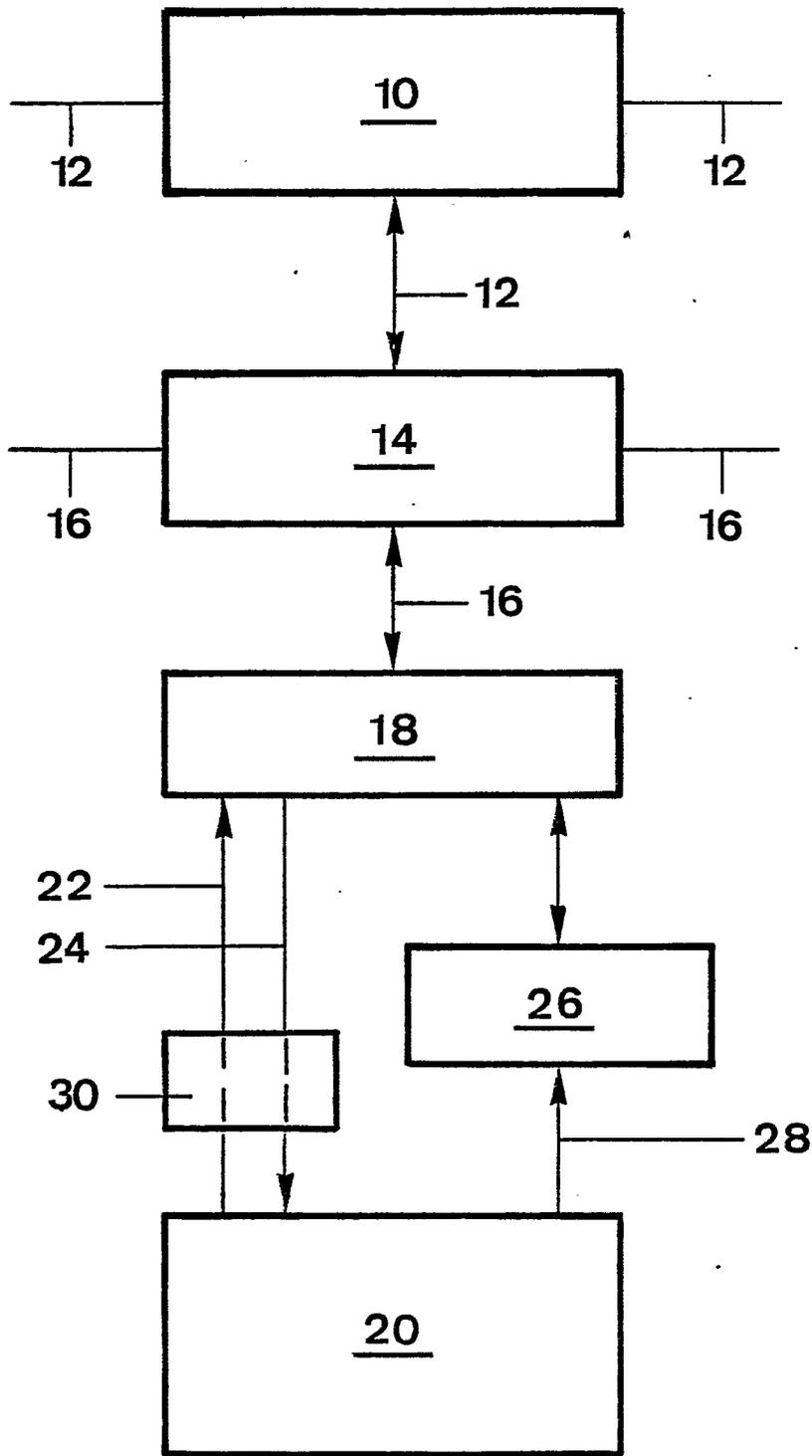


Fig.1



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y	ERZMETALL, Band 36, Nr. 9, September 1983, Seiten 409-413, Verlag Chemie GmbH, Weinheim, DE; S. KAMPFRAD: "Computer-Microprocessor-Steuerung in der Aluminium-Schmelzflusselektrolyse" * Der ganze Artikel *	1	C 25 C 3/20
Y	--- JOURNAL A, Band 25, Nr. 4, Oktober 1984, Seiten 201-208, Antwerpen, BE; P.L. SCHELLEKENS: "The use of local area networks in distributed process control systems" * Seite 203, Absatz 3.1 *	1	
A	--- US-A-4 024 034 (C. DÖRING) -----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4) C 25 C 3 G 05 B 15 G 05 B 19
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30-06-1986	Prüfer GROSEILLER PH. A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			