



(11) **EP 1 655 540 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.04.2011 Patentblatt 2011/14

(51) Int Cl.:
F23N 1/00 (2006.01) **F23G 5/50** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04025933.5**

(22) Anmeldetag: **02.11.2004**

(54) **Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung**

Control System Limiting Refuse Flow

Régulation limitant le flux de déchets

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.05.2006 Patentblatt 2006/19

(73) Patentinhaber: **AE&E Inova AG**
8005 Zürich (CH)

(72) Erfinder: **Mercx, Josef**
5401 Baden (CH)

(74) Vertreter: **Schaad, Balass, Menzl & Partner AG**
Dufourstrasse 101
Postfach
8034 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 499 976 EP-A- 0 718 553
EP-A- 0 919 770 EP-A- 0 943 864
WO-A-01/25691

EP 1 655 540 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine Feuerleistungsregelung einer Müllverbrennungsanlage gemäss Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung gemäss Anspruch 11.

[0002] In Müllverbrennungsanlagen kann eine bei der Müllverbrennung anfallende Wärmeleistung für die Umwandlung in elektrische Energie genutzt werden. Zu diesem Zweck wird die Verbrennungswärme über Wärmetauscher mit Dampferzeugungen in Dampfkesseln gekoppelt. Der erzeugte Dampf wird über einen Dampfverteiler zu einer Dampfturbine geleitet und dient dort ihrem Antrieb. Als Mass für die erzeugte Dampfleistung wird im Allgemeinen ein Dampfmassenstrom in [kg/s] angegeben.

[0003] Für die Bereitstellung einer konstanten elektrischen Leistung durch die Dampfturbine ist es wiederum vorteilhaft, die Wärme- bzw. die Dampfleistung konstant zu halten. Heizwertschwankungen des Mülls, bedingt durch eine variierende stoffliche Zusammensetzung, unterschiedliche Porosität bzw. Stückigkeit und einen sich ändernden Wassergehalt, müssen zu diesem Zweck durch technische Massnahmen ausgeglichen werden. Zu diesen technischen Massnahmen gehört unter anderem eine Anpassung des Mülldurchsatzes.

[0004] Ein Verfahren zum Betreiben einer Müllverbrennungsanlage ist beispielsweise aus der EP-B-0499976 bekannt. Dabei wird zur gleichmässigen Erzeugung der Wärmemenge die Müllzufuhr und die Primärluftzufuhr mittels einer gleichsinnig wirkenden Kaskadenregelung beeinflusst. Die erzeugte Dampfmenge wird erfasst und dient als Hauptregelgrösse. Starke Änderungen der Müllbeschaffenheit und damit des Heizwertes, die eine Änderung der Betriebsparameter im gegenläufigen Sinn erfordern, werden von dieser Feuerleistungsregelung entsprechend unzureichend ausgeglichen.

[0005] Eine derartige Anforderung tritt beispielsweise dann auf, wenn feuchter Müll - also Müll mit einem stark verringerten Heizwert - dem Verbrennungsraum zugeführt wird. Bei einer gleichsinnigen Erhöhung des Mülldurchsatzes kann dies zu einer unvollständigeren Verbrennung führen, wobei die Wärmeleistung nicht adäquat erhöht wird. Im Extremfall kann es sogar zum Verlöschen des Feuers kommen.

[0006] In der WO-A-01/25691 wird ein Verfahren zur Müllverbrennung beschrieben, bei welchem diesem Umstand Rechnung getragen wird. Dazu werden ausgehend von zwei Regelgrössen, der erzeugten Dampfleistung und dem Sauerstoffgehalt im Verbrennungsraum, die Stellgrössen Mülldurchsatz und Luftzufuhr zum Verbrennungsraum beeinflusst. Die Regelung erfolgt dabei derart, dass durch ein Schutzelement beim Überschreiten eines vorbestimmten Maximalwertes durch wenigstens eine der Regelgrössen der Mülldurchsatz oder die Luftzufuhr verringert wird.

[0007] Da der Mülldurchsatz in diesem Verfahren indirekt über die erzeugte Dampfleistung erfasst wird, kann es in der Praxis zu Diskrepanzen zwischen diesem indirekt erfassten und dem tatsächlichen Mülldurchsatz kommen. Darüber hinaus handelt es sich bei dem indirekt erfassten Mülldurchsatz um einen quasi-aktuellen Momentanwert. In Bezug auf die gesamte Verweildauer des Mülls bei der Zufuhr und dem Transport durch den Verbrennungsraum, welche in der Grössenordnung von 2 h liegt, bedingt die indirekte Erfassung des quasi-aktuellen Momentanwertes eine stark zeitverzögerte Reaktionsmöglichkeit hinsichtlich der Beladung des Beschickungssystems.

[0008] Weitere Regelungen für die Verbrennung von Müll sind aus EP-A-0 943 864 und aus EP-A-0 718 553 bekannt.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Regelungseinheit für eine Feuerleistungsregelung einer Müllverbrennungsanlage bereitzustellen, mit welcher der tatsächliche Mülldurchsatz und damit der Beschickungszustand erfasst und ein andauernder, betriebstechnisch nicht erwünschter Überlastbetrieb der Müllverbrennungsanlage vermieden wird.

[0010] Die Aufgabe wird durch eine Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine nachgeordnete Feuerleistungsregelung einer Müllverbrennungsanlage gemäss Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 11 gelöst.

[0011] Die erfindungsgemässe Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung weist eine Mittelungseinheit, einen Mülldurchsatz-Begrenzungsregler und eine Minimeinheit auf. Ausgehend von wenigstens zwei Eingangssignalen, einem auf ein Beschickungssystem der Müllverbrennungsanlage aufgebrachten Müllgewicht und einem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz, erzeugt die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung ein Ausgangssignal für einen Dampfleistungssollwert zur Weiterverarbeitung in einer nachgeordneten Feuerleistungsregelung. Der Dampfleistungssollwert wird dabei derart angepasst, dass bei einem in Abhängigkeit vom Müllgewicht bestimmten gemittelten Mülldurchsatz, der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert im Wesentlichen verringert wird. Als Folge davon wird die nachgeschaltete Feuerleistungsregelung den Mülldurchsatz reduzieren.

[0012] Durch eine derartige Regelung des Dampfleistungssollwertes als Führungsgrösse für die nachgeordnete Feuerleistungsregelung ist innerhalb des spezifizierten Arbeitsbereiches ein wirtschaftlicher Betrieb am vorbestimmten Arbeitspunkt sichergestellt, ein zeitlich begrenzter, wirtschaftlich sinnvoller und anlagentechnisch vertretbarer Betrieb im Überlastbereich ermöglicht und eine langandauernde Überbelastung durch eine ungehinderte Steigerung der Müllzufuhr bei der Verbrennung von Müll mit niedrigem Heizwert effizient verhindert.

[0013] Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung werden anhand der folgenden Figuren beschrieben. Die Fi-

guren zeigen im Einzelnen:

- Fig. 1 ein Feuerungsdiagramm mit einem Arbeitsbereich und einem tolerierbarem Überlastbereich;
- Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) ;
- Fig. 3 ein Diagramm mit einer zeitlichen Abfolge von Müllgewichten und einer Faltungsfunktion zur Bestimmung eines gemittelten Mülldurchsatzes;
- Fig. 4 ein Blockschaltbild eines Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers; und
- Fig. 5 ein Diagramm, welches die Abhängigkeit eines Ausgangssignals des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers (MBr) vom Mülldurchsatz unter Einbezug eines Totbandes darstellt.

[0014] Ein Feuerungsdiagramm 10, wie das in Fig. 1 gezeigte, bildet die Grundlage für die Auslegung einer Müllverbrennungsanlage. Die beim Verbrennungsprozess erzeugte Wärmeleistung PW wird in dem Feuerungsdiagramm 10 als Funktion des Mülldurchsatzes MD dargestellt. Als Parameter sind darin weiterhin Geraden von Heizwerten H0, H1, H2 verschiedener Müllqualitäten eingetragen. Ein sechseckiges Gebiet umrandet einen für die Müllverbrennungsanlage spezifizierten Arbeitsbereich 12, der alle vom Hersteller garantierten Dauerlastzustände umfasst.

[0015] Der Arbeitsbereich 12 wird begrenzt durch Geraden eines niedrigen Heizwertes H0 und eines hohen Heizwertes H2, einer minimalen Wärmeleistung 14 und maximalen Wärmeleistung 16 sowie einem minimalen Mülldurchsatz 18 und einem maximalen Mülldurchsatz 20. Die Wärmeleistung PW und der Mülldurchsatz MD eines angestrebten Arbeitspunktes im Arbeitsbereich 12 schwanken infolge einer inhomogenen Müllqualität und aufgrund einer diskontinuierlichen Beladung eines Beschickungssystems. Insbesondere bei Arbeitspunkten, die auf der Geraden der maximalen Wärmeleistung 16 und des maximalen Mülldurchsatzes 20 liegen, können diese Schwankungen zu Überlastzuständen führen. Kurzzeitige Überlastzustände im Bereich von Minuten führen in der Regel nicht zu einem Schaden für die Müllverbrennungsanlage. Hingegen sind länger andauernde Überlastzustände zu verhindern, um Folgeerscheinungen, wie eine Materialermüdung, Stauerscheinungen im Beschickungssystem, eine instabile Feuerlage oder ein Überschreiten gesetzlicher Bestimmungen zu vermeiden.

[0016] Entlang der Geraden der maximalen Wärmeleistung 16 können länger andauernde Überlastzustände effektiv durch oben genannte Feuerleistungsregelungen FLR verhindert werden. Im sich entlang der Geraden des maximalen Mülldurchsatzes 20 anschliessenden Über-

lastbereich 22, der im Feuerungsdiagramm 10 schraffiert ist, greift hingegen die nachfolgend beschriebene Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR ein, um länger andauernde Überlastzustände zu verhindern. Die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR tritt dabei im Sinne einer Kaskadenregelung als Führungsregler für die Führungsgrösse Dampfsollwert DS einer nachgeordneten Feuerleistungsregelung FLR, beispielsweise gemäss der EP-B-0499976, auf.

[0017] In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR gezeigt. Der Materialeintrag, das heisst die Beschickung mit Müll, erfolgt mit Hilfe eines Greifers 24 einer Krananlage. Der Müll wird dabei in einen nicht gezeigten Trichter eines Einfüllschachtes entlassen und belädt auf diese Weise ein ebenfalls nicht gezeigtes Zuteilersystem. Mit Hilfe einer Gewichtsmesszelle GM wird ein vom Greifer 24 aufgenommenes Müllgewicht MG bestimmt und über eine elektrische Signalleitung an die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR übermittelt. Die Erfassung der Müllgewichte MG ermöglicht eine detaillierte Kenntnis und Analyse des Momentanzustandes des Beschickungssystems (Beschickungszustand) und erlaubt ein gezieltes Eingreifen zur Anpassung des Beschickungszustandes bei sich ändernder Müllzusammensetzung. Darüber hinaus ist durch diese Kenntnis des Beschickungszustandes und unter Einbeziehung eines momentanen Dampfleistungswertes eine Extrapolation zukünftiger Lagen des Arbeitspunktes und damit zukünftiger Betriebszustände möglich.

[0018] Die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR ist in Fig. 2 durch eine gestrichelte Linie umgrenzt und weist in dieser bevorzugten Ausführungsform die folgenden Einheiten auf: eine Mittelungseinheit ME, einen Mülldurchsatzbegrenzungsregler MBr und eine Minimeinheit MIN. Die Einheiten ME, MBr, MIN sind in dieser Ausführungsform mittels elektronischer Bauelemente hardware- und/oder softwaremässig implementiert. Alternativ können die Einheiten ME, MBr, MIN jedoch auch mittels pneumatischer Komponenten realisiert werden.

[0019] Die Mittelungseinheit ME erhält als Eingangssignal die Müllgewichte MG des jeweils in den Trichter eingefüllten Mülls. Die Mittelungseinheit ME bestimmt daraus über einen Mittelungszeitraum von 1 h bis 5 h, vorzugsweise von 3,5 h einen gleitenden Mittelwert aus den Müllgewichten MG, dividiert diesen gleitenden Mittelwert durch den Mittelungszeitraum und erzeugt dadurch einen gemittelten Mülldurchsatz gMD. Bei der vorliegenden Ausführung werden dabei die Müllgewichte MG mit der in Fig. 3 gestrichelt gezeichneten Faltungsfunktion 26 gewichtet.

[0020] Im Diagramm von Fig. 3 sind beispielhafte Müllgewichte MG als Funktion der Zeit t in Form von zeitlich diskret aufgetragen Balken dargestellt. Der Mittelungszeitraum erstreckt sich von -3,5 h bis 0 h und beträgt somit 3,5 h. Die in Fig. 3 eingezeichnete Faltungsfunktion 26 weist eine stetig ab dem Zeitpunkt 0 h ansteigende, zeitlich vorlaufenden Flanke 28 und eine stetig ab dem

Zeitpunkt - 3 h abfallende, zeitlich nachlaufende Flanke 30 auf. Zwischen der vorlaufenden und nachlaufenden Flanke 28, 30 verläuft die Faltungsfunktion 26 wenigstens nahezu konstant. Der Mittelungszeitraum kann natürlich spezifischen Erfordernissen angepasst werden. So erweist es sich in der Praxis beispielsweise als sinnvoll einen weiteren gleitenden Mittelwert über 8 h zu bilden, der in die Regelung mit einfließen kann oder einem Bediener als Zusatzinformation bereitgestellt wird. Wie der Mittelungszeitraum, kann natürlich auch die Faltungsfunktion 26 spezifischen Gegebenheiten angepasst werden.

[0021] Die Berechnung eines gleitenden zeitlichen Mittelwertes im Zeit-Raum entspricht einer Filterung im Frequenz-Raum. Daher ist die oben beschriebenen Mittelungseinheit ME äquivalent zu einem Tiefpassfilter und kann auch physisch durch einen derartigen Tiefpassfilter ersetzt werden. Entsprechend zur Anpassung der Faltungsfunktion 26 bei der Mittelungseinheit ME können auch bei einem Tiefpassfilter verschiedene Parameter den spezifischen Gegebenheiten angepasst werden. Im Sinne eines Tiefpassfilters stellt der gemittelte Mülldurchsatz gMD eine Glättung der diskret in den Trichter eingefüllten Müllgewichte MG dar.

[0022] Als Eingangssignal des der Mittelungseinheit ME nachgeordneten Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr wird neben dem gemittelten Mülldurchsatz gMD ein sogenanntes Totband TB zugeführt. Aus den beiden Eingangswerten gMD, TB bestimmt der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr einen geregelten Dampfleistungssollwert DSr. Eine detaillierte Beschreibung des Aufbaus und der Funktion des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr erfolgt in Zusammenhang mit Fig. 4.

[0023] Die im Signalfluss an den Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr anschliessende Minimumeinheit MIN erhält neben dem geregelten Dampfleistungssollwert DSr einen per Handeingriff vom Bediener bestimmten Dampfleistungssollwert DSh und einen berechneten Dampfleistungssollwert DSb. Der berechnete Dampfleistungssollwert DSb wird in einer Dampfleistungsberechnungseinheit DLB aus mindestens einem vom Bediener einzugebenden Heizwert HWh anhand von Modelrechnungen bestimmt. Die Minimumeinheit MIN ermittelt den kleinsten der drei Eingangssignale DSr, DSh, DSb und leitet dieses Ausgangssignal der Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR als Dampfleistungssollwert DS an die nachgeordnete Feuerleistungsregelung FLR weiter. Die Feuerleistungsregelung FLR generiert dann entsprechende Stellwerte, welche die Beladung des Beschickungssystems über den Greifer 24 beeinflusst.

[0024] In Fig. 4 ist ein detailliertes Blockschaltbild des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr dargestellt. Neben den bereits im Zusammenhang mit Fig. 2 genannten Eingangssignalen, dem gemittelten Mülldurchsatz gMD und dem Totband TB, weist der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr drei weitere, in der Überblicksdarstellung nicht gezeigte Eingangssignale auf: einen maximalen Mülldurchsatz MDmax, einen Skalierungsfaktor SF

und ein Ein/Aus-Schaltsignal E/A.

[0025] In Signalflussrichtung wird zunächst ein Differenzmülldurchsatz DMD aus der Differenz zwischen dem gemittelten Mülldurchsatzes gMD und dem maximalen Mülldurchsatz MDmax in einem Differenzglied DG ermittelt. Der Differenzmülldurchsatz DMD wird zusammen mit dem Totband TB, als Eingangssignal einem Totbandanpassungsglied TBA zugeführt.

[0026] Die Funktion des Totbandanpassungsgliedes TBA wird nun in Zusammenhang mit Fig. 5 erläutert. Das Diagramm in Fig. 5 zeigt ein Ausgangssignal tDMD des Totbandanpassungsgliedes TBA als Funktion des Differenzmülldurchsatzes DMD. Das Totbandanpassungsglied TBA gibt bei einem negativen Differenzmülldurchsatz DMD, was der Fall ist, wenn der gemittelte Mülldurchsatz gMD kleiner ist als der maximale Mülldurchsatz MDmax ($gMD < MDmax$), den Differenzmülldurchsatz DMD ($tDMD = DMD$) an seinen Ausgang und damit zu einem nachgeordneten PI-Regler PI-R weiter. Erreicht nun der Differenzmülldurchsatz DMD den Wert Null und überschreitet den Null-Wert bis zu einem durch das Totband TB vorgegebenen Wert ($0 \leq DMD \leq TB$), im gezeigten Fall um 5% bzw. 0,05, so wird der Ausgangswert tDMD des Totbandanpassungsgliedes TBA weiterhin auf Null gehalten ($tDMD = 0$). Dadurch wird erreicht, dass innerhalb des Intervalls $[0..TB]$ der PI-Regler PI-R im Wesentlichen nicht reagiert. Kleinere Schwankungen des gemittelten Mülldurchsatzes gMD in der Größenordnung des Totbandes TB, die an der Grenze des maximalen Mülldurchsatzes 20 auftreten, werden auf diese Weise unterdrückt bzw. geglättet. Dies führt zu einem ruhigeren Verlauf des Ausgangssignals DS der Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR und erlaubt den Überlastbetrieb in dem in Fig. 1 schraffierten Überlastbereich 22 des Feuerungsdiagramms 10.

[0027] Bei einem weiteren Anstieg des Differenzmülldurchsatzes DMD ($DMD > TB$) über den Wert des Totbandes TB hinaus, wird das Ausgangssignal $tDMD = DMD - TB$ um den Betrag des Totbandes TB abgesenkt. Zum Vergleich ist eine Strich-Punkt-Linie 32 in das Diagramm in Fig. 5 entlang der Funktion $tDMD = DMD$ eingetragen. Verringert sich der gemittelte Mülldurchsatz gMD und damit auch der Differenzmülldurchsatz DMD wieder, so durchläuft das Ausgangssignal tDMD die gestufte und in Fig. 5 durchgängig dick eingetragene Linie der Übertragungsfunktion 34 des Totbandanpassungsgliedes TBA in umgekehrter Richtung.

[0028] Durch diese Auslegung des Totbandanpassungsgliedes TBA ist sichergestellt, dass die Müllverbrennungsanlage nahe am maximalen Mülldurchsatz 20, MDmax gefahren und somit wirtschaftlich betrieben wird, wobei gleichzeitig Überlastzustände in einem vorgegebenen Masse toleriert werden.

[0029] Der Ausgangswert tDMD wird zum PI-Regler PI-R bekannten Aufbaus und Funktion geführt. Eine Proportionalbeiwert und eine Nachstellzeit sind als Parameter des PI-Reglers PI-R einstellbar aber in Fig. 4 nicht gesondert als Eingangssignale aufgeführt. Das Ein-

gangssignal tDMD wird vom PI-Regler PI-R als eine Regelabweichung behandelt, die entsprechend der gewählten Parameter minimiert wird. Im Wesentlichen erhöht zu diesem Zweck der PI-Regler ein Ausgangssignal ds bei einer negativen Regelabweichung, das heisst, solange der gemittelte Mülldurchsatz gMD kleiner als der maximale Mülldurchsatz MDmax ist, und verringert das Ausgangssignal sobald der Regelabweichung ein positives Vorzeichen aufweist, also der gemittelte Mülldurchsatz gMD abzüglich dem Totband TB den maximalen Mülldurchsatz MDmax überschreitet.

[0030] Alternativ zu beschriebener Ausführung mit einem PI-Regler kann natürlich auch ein PID-Regler oder ein Fuzzy-Regler eingesetzt werden.

[0031] Das Ausgangssignal ds des PI-Reglers PI-R wird durch Multiplikation mit dem Skalierungsfaktor SF an einem Multiplikationsglied P in den geregelten Dampfsollwert DSr umgerechnet und der nachfolgenden Minimumeinheit MIN zugeführt.

[0032] Das weitere Eingangssignal E/A erlaubt es, den automatischen Betrieb der Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR mit dem Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr ein- bzw. auszuschalten.

[0033] Im Folgenden wird die Funktion der MBR ausgehend von drei wesentlichen Situationsszenarien beschrieben:

1. Der gemittelte Mülldurchsatz gMD liegt unterhalb des maximalen Mülldurchsatzes 20, MDmax, also im Arbeitsbereich 12. Das Differenzglied DG des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr liefert entsprechend ein negatives Eingangssignal DMD < 0 an die Totbandanpassungseinheit TBA, welche aufgrund ihrer oben beschriebenen Übertragungsfunktion 34 den Wert des Differenzmülldurchsatzes DMD an den PI-Regler PI-R weitergibt. Auf die entsprechend negative Regelabweichung reagiert der PI-Regler PI-R (unter Vernachlässigung seines Zeitverhaltens) mit einer Erhöhung seines Ausgangssignals ds. Nach der Skalierung des Ausgangssignals ds im Multiplikationsglied P wird der Dampfleistungssollwert DSr im nachfolgenden Minimumglied MIN ausgewertet. Ist der so bestimmte Dampfleistungssollwert DSr kleiner als der handeingestellte oder berechnete Dampfleistungssollwert DSh, DSb, so wird dieser als der aktuelle Führungswert an die Feuerleistungsregelung FLR weitergeleitet. Dieser Regelungsablauf wird solange den Dampfleistungssollwert DS erhöhen, bis das Minimumeinheit MIN einen geänderten handeingestellten oder berechneten Dampfleistungssollwert DSh, DSb als Minimum auswählt. Durch die Feuerleistungsregelung FLR kann die Müllzufuhr auf diese Weise weiter erhöht werden und ein wirtschaftlicher Betrieb am vorbestimmten Arbeitspunkt ist sichergestellt.

2. Der gemittelte Mülldurchsatz gMD liegt oberhalb des maximalen Mülldurchsatzes 20, MDmax, ist

aber kleiner als die Summe aus dem maximalen Mülldurchsatz MDmax und dem Totband TB. Der Arbeitspunkt im Feuerungsdiagramm 10 liegt also im tolerierbaren Überlastbereich 22. Das Differenzglied DG des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr liefert entsprechend ein positives Eingangssignal DMD kleiner gleich dem Totband TB an die Totbandanpassungseinheit TBA. Gemäss seiner Übertragungsfunktion 34 gibt er den Wert Null an den PI-Regler PI-R weiter. Auf die Regelabweichung von Null reagiert der PI-Regler (unter Vernachlässigung seines Zeitverhaltens) im Wesentlichen derart, dass er unverändert den letzten Ausgabewert des Ausgangssignals ds vor Erreichung dieses "Gleichgewichtszustandes" beibehält. Nach der Skalierung des Ausgabesignals ds im Multiplikationsglied P, wird dieser so bestimmte Dampfleistungssollwert DSr im nachfolgenden Minimumeinheit MIN ausgewertet. Haben sich seit der letzten Veränderung des geregelten Dampfleistungssollwertes DSr der handeingestellte oder berechnete Dampfleistungssollwert DSh, DSb ebenfalls nicht geändert, so bleibt der an die Feuerleistungsregelung FLR weitergeleitete Dampfleistungssollwert DS unverändert. Auf diese Weise wird ein wirtschaftlich sinnvoller und anlagentechnisch vertretbarer (begrenzter) Betrieb im Überlastbereich gewährleistet.

3. Der gemittelte Mülldurchsatz gMD ist grösser als die Summe aus dem maximalen Mülldurchsatz 20, MDmax und zuzüglich des Totbandes TB, der Arbeitspunkt liegt also ausserhalb des Arbeitsbereiches 12 und des tolerierbaren Überlastbereichs 22. Das Differenzglied DG des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr liefert ein negatives Eingangssignal DMD an die Totbandanpassungseinheit TBA, welche unter Berücksichtigung des Totbandes TB einen positiven Wert, der grösser ist als Null an den PI-Regler PI-R weitergibt. Auf die entsprechend positive Regelabweichung reagiert der PI-Regler PI-R (unter Vernachlässigung seines Zeitverhaltens) mit einer Verringerung seines Ausgabesignals ds. Nach der Skalierung des Ausgabesignals ds im Multiplikationsglied P, wird der so bestimmte geregelte Dampfleistungssollwert DSr in der nachfolgenden Minimumeinheit MIN ausgewertet. Unter der Annahme, dass der handeingestellte und berechnete Dampfleistungssollwert DSh, DSb seit der letzten Änderung des geregelten Dampfleistungssollwertes DSr nicht verändert wurde, leitet nun die Minimumeinheit MIN den verringerten geregelten Dampfleistungssollwert DSr als neuen aktuellen Dampfleistungssollwert DS an die Feuerleistungsregelung FLR weiter. Durch diese Verringerung des Dampfleistungssollwertes DS wird eine weitere Erhöhung der Müllzufuhr durch die bestehende Feuerleistungsregelung FLR effizient verhindert.

[0034] Das Verfahren zum Betrieb der oben beschriebenen Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR umfasst wenigstens den Schritt, dass ausgehend von wenigstens zwei Eingangssignalen, namentlich dem Müllgewicht MG und dem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz MDmax, ein Ausgangssignal Dampfleistungssollwert DS zur Weiterverarbeitung in der Feuerleistungsregelung FLR derart generiert wird, dass bei dem in Abhängigkeit vom Müllgewicht MG bestimmten gemittelten Mülldurchsatz gMD, der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz MDmax abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert DS verringert wird, um einen andauernden Überlastbetrieb der Müllverbrennungsanlage zu verhindern. Bei dem Verfahren wird vorzugsweise ein weiteres Eingangssignal, namentlich ein Totband TB derart einbezogen wird, dass es bei einem gemittelten Mülldurchsatz gMD, der grösser ist als der maximale Mülldurchsatz MDmax und kleiner bzw. gleich dem Grenzwert, der sich aus der Summe der Werte des maximalen Mülldurchsatzes MDmax und des Totbandes TB ergibt, der Dampfleistungssollwert DS (bei unverändertem handeingestellten und berechneten Dampfleistungssollwert DS_h, DS_b) konstant bleibt. Der gemittelte Mülldurchsatz gMD wird in einem vorhergehenden Verfahrensschritt als ein gleitender zeitlicher Mittelwert aus den Müllgewichten MG in der Mittelungseinheit ME bestimmt.

Patentansprüche

1. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine nachgeordnete Feuerleistungsregelung (FLR) einer Müllverbrennungsanlage bei welcher eine langandauernde Überbelastung aufgrund einer ungehinderten Steigerung einer Müllzufuhr bei der Verbrennung von Müll mit einem niedrigem Heizwert (H₀) durch Anpassen des Dampfleistungssollwertes (DS) verhindert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) mit einem Mülldurchsatz-Begrenzungsregler (Mbr) und einer Mittelungseinheit (ME) ausgestattet ist und ausgehend von wenigstens zwei Eingangssignalen, namentlich einem auf ein Beschickungssystem der Müllverbrennungsanlage aufgebrachten Müllgewicht (MG) und einem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz (MDmax), den Dampfleistungssollwert (DS) zur weiterverarbeitung in der Feuerleistungsregelung (FLR) derart anpasst, dass bei einem in Abhängigkeit vom Müllgewicht (MG) bestimmten gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz (MDmax) abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert (DS) verringert wird.
2. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler (MBr) einen Propor-

tional-Integral (PI) - Regler (PI-R) aufweist.

3. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler (MBr) eine Totbandanpassungseinheit (TBA) zur Verarbeitung eines weiteren Eingangssignals, namentlich eines Totbandes (TB) aufweist, wodurch der Dampfleistungssollwert (DS) derart bestimmt ist, dass er bei einem gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als der maximale Mülldurchsatz (MDmax) und kleiner bzw. gleich dem Grenzwert, der sich aus der Summe der Werte des maximalen Mülldurchsatzes (MDmax) und des Totbandes (TB) ergibt, der Dampfleistungssollwert (DS) im Wesentlichen konstant bleibt.
4. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert des Totbandes (TB) 0% bis 20%, vorzugsweise 5% beträgt.
5. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Mittelungseinheit (ME) der gemittelte Mülldurchsatz (gMD) als ein gleitender zeitlicher Mittelwert aus den Müllgewichten (MG) bestimmt ist.
6. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Mittelungseinheit (ME) der gemittelte Mülldurchsatz (gMD) bestimmt wird durch eine gleitende zeitliche Mittelung mit einer gewichtenden, an ihrer zeitlich vorlaufenden Flanke (28) langsam ansteigenden und an ihrer nachlaufenden Flanke (30) langsam abfallenden Faltungsfunktion (26).
7. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorlaufende Flanke (28) der Faltungsfunktion (26) über einen Zeitraum von 0,1 h bis 2 h, vorzugsweise über einen Zeitraum von 0,5 h linear ansteigt, die Faltungsfunktion (26) zwischen der vorlaufenden und nachlaufenden Flanke (28, 30) wenigstens nahezu konstant ist und die nachlaufende Flanke (30) der Faltungsfunktion (26) über einen Zeitraum von 0,1 h bis 2 h, vorzugsweise über einen Zeitraum von 0,5 h linear abfällt.
8. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die gleitende zeitliche Mittlung über einen Zeitraum von 1 h bis 5 h, vorzugsweise über 3.5 h erstreckt.
9. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittelungseinheit (ME) als ein Tiefpassfilter

ausgeführt ist.

10. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) eine Minimum-Einheit (MIM) aufweist, die den Dampfleistungssollwert (DS) als Minimum eines vom Mülldurchsatz-Begrenzungsregler gelieferten Ausgangssignals (DSr), eines handeingestellten Dampfleistungssollwertes (DSH) und eines berechneten Dampfleistungssollwertes (DSb) bestimmt.
11. Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine nachgeordnete Feuerleistungsregelung (FLR) einer Müllverbrennungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei welchem eine langandauernde Überbelastung aufgrund einer ungehinderten Steigerung einer Müllzufuhr bei der Verbrennung von Müll mit einem niedrigem Heizwert (H0) durch Anpassen des Dampfleistungssollwertes (DS) verhindert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ausgehend von wenigstens zwei Eingangssignalen, namentlich einem auf ein Beschickungssystem der Müllverbrennungsanlage aufgetragenen Müllgewicht (MG) und einem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz (MDmax), der Dampfleistungssollwert (DS) zur Weiterverarbeitung in der Feuerleistungsregelung (FLR) derart angepasst wird, dass bei einem in Abhängigkeit vom Müllgewicht (MG) bestimmten gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz (MDmax) abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert (DS) verringert wird.
12. Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt ein weiteres Eingangssignal, namentlich ein Totband (TB) zur Bestimmung des Dampfleistungssollwertes (DS) derart einbezogen wird, dass er bei einem gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als der maximale Mülldurchsatz (MDmax) und kleiner bzw. gleich dem Grenzwert, der sich aus der Summe der Werte des maximalen Mülldurchsatzes (MDmax) und des Totbandes (TB) ergibt, der Dampfleistungssollwert (DS) im Wesentlichen konstant bleibt.
13. Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt der gemittelte Mülldurchsatz (gMD) als ein gleitender zeitlicher Mittelwert aus den Müllgewichten (MG) bestimmt wird.

Claims

1. Waste-throughput limiting control for a primary combustion control (FLR), connected downstream, of a waste incineration plant, in which waste-throughput limiting control prolonged overloading on account of an unhindered increase in a waste feed during the incineration of waste having a low calorific value (H0) is prevented by adapting the steam output setpoint (DS), **characterized in that** the waste-throughput limiting control (MBR) is equipped with a waste-throughput limiting controller (Mbr) and an averaging unit (ME), and, starting from at least two input signals, namely a waste weight (MG) applied to a charging system of the waste incineration plant and a predetermined maximum waste throughput (MDmax), the steam output setpoint (DS), for further processing in the primary combustion control (FLR), is adapted in such a way that, at an averaged waste throughput (gMD) which is determined as a function of the waste weight (MG) and is greater than a limit value dependent upon the maximum waste throughput (MDmax), the steam output setpoint (DS) is reduced.
2. Waste-throughput limiting control according to Claim 1, **characterized in that** the waste-throughput limiting controller (Mbr) has a proportional-plus-integral (PI) controller (PI-R).
3. Waste-throughput limiting control according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the waste-throughput limiting controller (Mbr) has a dead-band adapting unit (TEA) for processing a further input signal, namely a dead band (TB), as a result of which the steam output setpoint (DS) is determined in such a way that, at an averaged waste throughput (gMD) which is greater than the maximum waste throughput (MDmax) and is less than or equal to the limit value which results from the sum of the values of maximum waste throughput (MDmax) and the dead band (TB), the steam output setpoint (DS) remains essentially constant.
4. Waste-throughput limiting control according to Claim 3, **characterized in that** the value of the dead band (TB) is 0% to 20%, preferably 5%.
5. Waste-throughput limiting control according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the averaged waste throughput (gMD) is determined from the waste weights (MG) as a sliding time average in the averaging unit (ME).
6. Waste-throughput limiting control according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that**, in the averaging unit (ME), the averaged waste throughput (gMD) is determined by sliding time averaging with a weighted convolution function (26) rising slowly at

its leading flank (28) with respect to time and falling slowly at its trailing flank (30).

7. Waste-throughput limiting control according to Claim 6, **characterized in that** the leading flank (28) of the convolution function (26) rises linearly over a period of 0.1 h to 2 h, preferably over a period of 0.5 h, the convolution function (26) is at least virtually constant between the leading and the trailing flank (28, 30), and the trailing flank (30) of the convolution function (26) falls linearly over a period of 0.1 h to 2 h, preferably over a period of 0.5 h. 5
8. Waste-throughput limiting control according to one of Claims 5 to 7, **characterized in that** the sliding time averaging extends over a period of 1 h to 5 h, preferably over 3.5 h. 10
9. Waste-throughput limiting control according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the averaging unit (ME) is designed as a low-pass filter. 15
10. Waste-throughput limiting control according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the waste-throughput limiting control (MBR) has a minimum unit (MIN) which determines the steam output setpoint (DS) as a minimum of an output signal (DSr), delivered by the waste-throughput limiting controller, of a manually set steam output setpoint (DSH) and of a calculated steam output setpoint (DSb). 20
11. Method of operating a waste-throughput limiting control for a primary combustion control (FLR), connected downstream of a waste incineration plant according to one of Claims 1 to 10, in which method prolonged overloading on account of an unhindered increase in a waste feed during the incineration of waste having a low calorific value (HO) is prevented by adapting the steam output setpoint (DS), **characterized in that**, starting from at least two input signals, namely a waste weight (MG) applied to a charging system of the waste incineration plant and a predetermined maximum waste throughput (MDmax), the steam output setpoint (DS), for further processing in the primary combustion control (FLR), is adapted in such a way that, at an averaged waste throughput (gMD) which is determined as a function of the waste weight (MG) and is greater than a limit value dependent upon the maximum waste throughput (MDmax), the steam output setpoint (DS) is reduced. 25
12. Method of operating a waste-throughput limiting control according to Claim 11, **characterized in that** a further input signal, namely a dead band (TB), for determining the steam output setpoint (DS), is included in a further method step in such a way that, at an averaged waste throughput (gMD) which is 30

greater than the maximum waste throughput (MDmax) and less than or equal to the limit value which results from the sum of the values of the maximum waste throughput (MDmax) and the dead band (TB), the steam output setpoint (DS) remains essentially constant.

13. Method of operating a waste-throughput limiting control according to Claim 11 or 12, **characterized in that**, in a further method step, the averaged waste throughput (gMD) is determined from the waste weights (MG) as a sliding time average. 35

15 Revendications

1. Régulation de limitation du débit d'ordures pour une régulation aval (FLR) de la puissance de feu d'une installation d'incinération d'ordures dans laquelle une surcharge de longue durée provoquée par une augmentation non freinée de l'apport d'ordures lors de l'incinération d'ordures à bas pouvoir calorifique (HO) est empêchée par adaptation de la valeur de consigne (DS) de production de vapeur, **caractérisée en ce que** la régulation (MBR) de limitation du débit d'ordures est dotée d'un régulateur (Mbr) de limitation du débit d'ordures et d'une unité (ME) de formation de moyenne et **en ce que**, partant d'au moins deux signaux d'entrée, à savoir un poids d'ordures (MG) placé sur un système d'alimentation de l'installation d'incinération d'ordures et un débit maximum prédéterminé d'ordures (MDmax), la valeur de consigne (DS) de production de vapeur destinée à être encore traitée dans la régulation (FLR) de la puissance de feu est adaptée de telle sorte que la valeur de consigne (DS) de production de vapeur est diminuée lorsqu'un débit moyen d'ordures (gMD) défini en fonction du poids d'ordures (MG) est supérieur à une valeur limite qui dépend du débit maximum d'ordures (MDmax). 40
2. Régulation de limitation du débit d'ordures selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le régulateur (Mbr) de limitation du débit d'ordures présente un régulateur (PI-R) proportionnel-intégral (PI). 45
3. Régulation de limitation du débit d'ordures selon les revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le régulateur (Mbr) de limitation du débit d'ordures présente une unité (TBA) d'adaptation de bande morte qui traite un autre signal d'entrée, à savoir une bande morte (TB), grâce à quoi la valeur de consigne (DS) de la production de vapeur est définie de telle sorte que la valeur de consigne (DS) de production de vapeur reste essentiellement constante lorsque le débit moyen d'ordures (gMD) est supérieur au débit maximum d'ordures (MDmax) et inférieur ou égal à 50

la valeur limite qui découle de la somme des valeurs du débit maximum d'ordures (MDmax) et de la bande morte (TB).

4. Régulation de limitation du débit d'ordures selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la valeur de la bande morte (TB) est de 0 % à 20 % et est de préférence de 5 %.
5. Régulation de limitation du débit d'ordures selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** dans l'unité (ME) de formation de moyenne, le débit moyen d'ordures (gMD) est défini comme valeur moyenne temporelle glissante découlant du poids d'ordures (MG).
6. Régulation de limitation du débit d'ordures selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** dans l'unité (ME) de formation de moyenne, le débit moyen d'ordures (gMD) est déterminé par formation d'une moyenne temporelle glissante avec une fonction de convolution (26) pondératrice qui monte lentement sur son flanc avant (28) et qui descend lentement sur son flanc arrière (30).
7. Régulation de limitation du débit d'ordures selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le flanc avant (28) de la fonction de convolution (26) monte de manière linéaire pendant un intervalle de temps de 0, 1 à 2 h et de préférence pendant un intervalle de temps de 0,5 h, **en ce que** la fonction de convolution (26) est au moins presque constante entre le flanc avant et le flanc arrière (28, 30) et **en ce que** le flanc arrière (30) de la fonction de convolution (26) descend de manière linéaire pendant un intervalle de temps de 0,1 h à 2 h et de préférence pendant un intervalle de temps de 0,5 h.
8. Régulation de limitation du débit d'ordures selon l'une des revendications 5 à 7, **caractérisée en ce que** la formation de la moyenne temporelle glissante s'étend sur une durée de 1 h à 5 h et de préférence sur 3,5 h.
9. Régulation de limitation du débit d'ordures selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** l'unité (ME) de formation de moyenne est configurée comme filtre passe-bas.
10. Régulation de limitation du débit d'ordures selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** la régulation (MBR) de limitation du débit d'ordures présente une unité de minimum (MIN) qui définit la valeur de consigne (DS) de production de vapeur en tant que minimum d'un signal de sortie (DSr) délivré par le régulateur de limitation du débit d'ordures, d'une valeur de consigne (DSH) manuelle de production de vapeur et d'une valeur de consigne

calculée (DSb) de la production de vapeur.

11. Procédé d'utilisation d'une régulation de limitation du débit d'ordures pour une régulation aval (FLR) de la puissance de feu d'une installation d'incinération d'ordures selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel une surcharge de longue durée provoquée par une augmentation non freinée de l'apport d'ordures pendant l'incinération d'ordures à bas pouvoir calorifique (H0) est empêchée par adaptation de la valeur de consigne (DS) de production de vapeur, **caractérisé en ce que** partant d'au moins deux signaux d'entrée, à savoir un poids d'ordure (MG) appliqué sur un système d'alimentation de l'installation d'incinération d'ordures et un débit maximum prédéterminé d'ordures (MDmax), la valeur de consigne (DS) de production de vapeur destinée à être traitée dans la régulation (FLR) de la puissance de feu est adaptée de telle sorte que la valeur de consigne (DS) de production de vapeur est diminuée si un débit moyen d'ordures (gMD) défini en fonction du poids (MG) des ordures est supérieur à un débit maximum d'ordures (MDmax).
12. Procédé d'utilisation d'une régulation de limitation du débit d'ordures selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** dans une autre étape de traitement, un autre signal d'entrée, à savoir une bande morte (TB), est utilisé pour déterminer la valeur de consigne (DS) de la production de vapeur de telle sorte que la valeur de consigne (DS) de production de vapeur reste essentiellement constante lorsque le débit moyen d'ordures (gMD) est supérieur au débit maximum d'ordures (MDmax) et inférieur ou égal à la valeur limite qui résulte de la somme des valeurs du débit maximum d'ordures (MDmax) et de la bande morte (TB).
13. Procédé d'utilisation d'une régulation de limitation du débit d'ordures selon les revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** dans une autre étape de traitement, le débit moyen d'ordures (gMD) est déterminé comme valeur moyenne temporelle glissante à partir des poids d'ordures (MG).

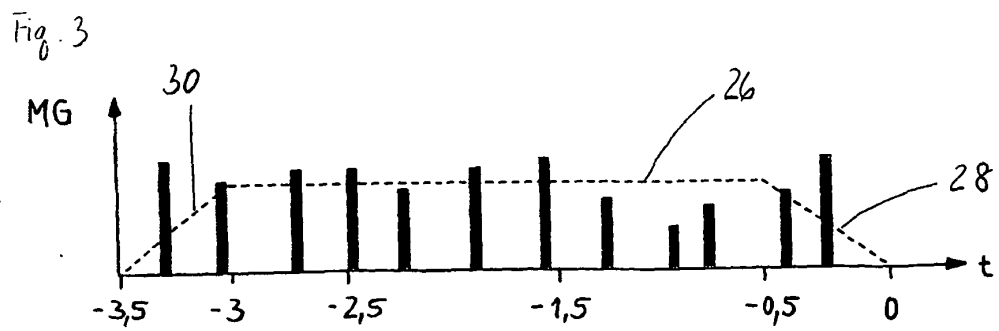
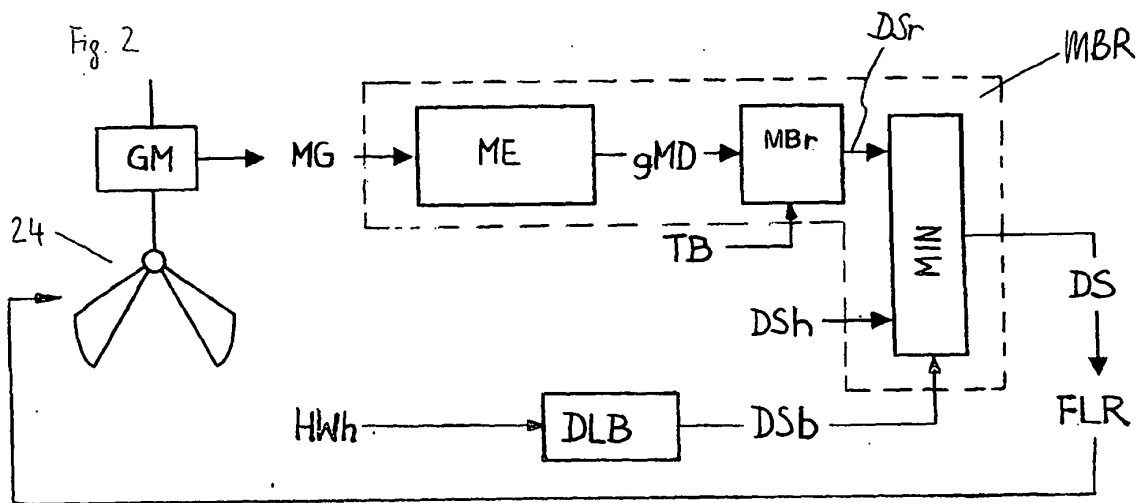
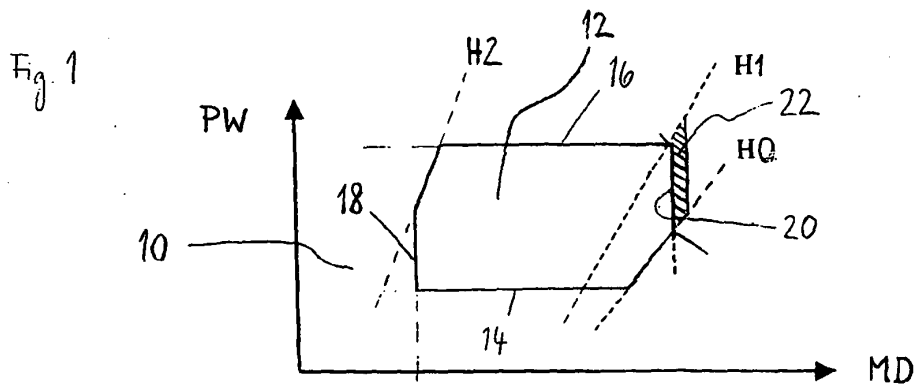


Fig. 4

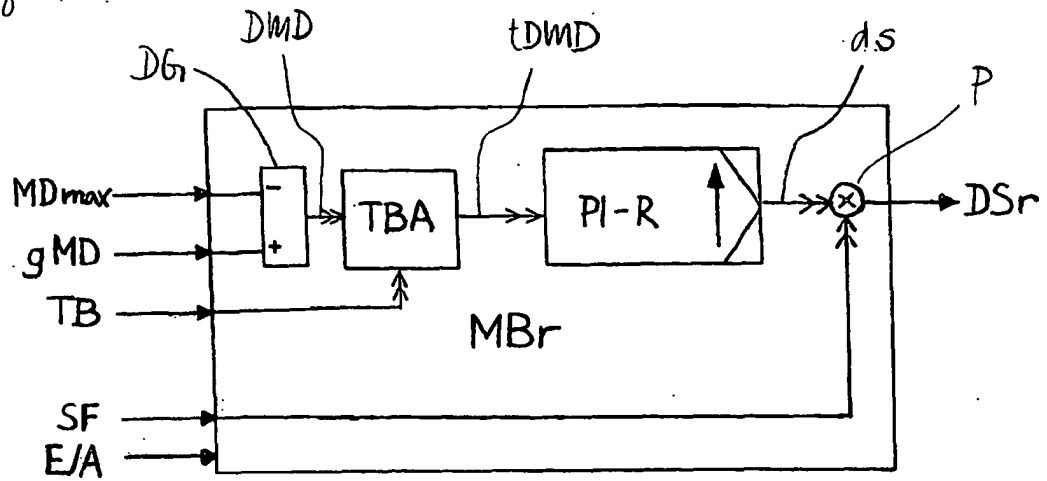
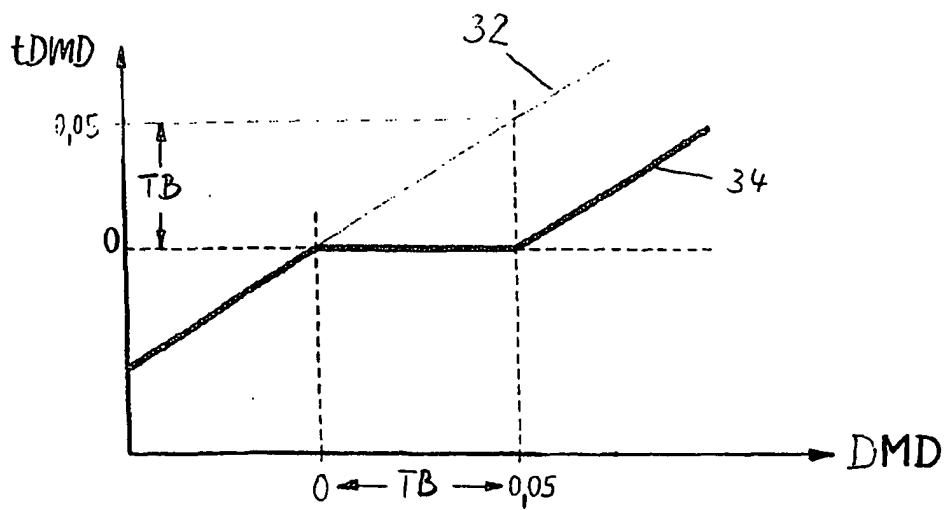


Fig. 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0499976 B [0004] [0016]
- WO 0125691 A [0006]
- EP 0943864 A [0008]
- EP 0718553 A [0008]