



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 055 071 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

15.09.2004 Patentblatt 2004/38

(21) Anmeldenummer: 99950623.1

(22) Anmeldetag: 05.10.1999

(51) Int Cl.7: **F04B 49/06, H02P 7/628**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
PCT/EP1999/007399

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
WO 2000/034659 (15.06.2000 Gazette 2000/24)

### (54) REGELVORRICHTUNG FÜR EINE MEMBRANPUMPE

CONTROL DEVICE FOR A MEMBRANE PUMP

DISPOSITIF DE REGLAGE D'UNE POMPE A MEMBRANE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: 09.12.1998 DE 29821910 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
29.11.2000 Patentblatt 2000/48

(73) Patentinhaber: ABEL GmbH & Co. KG  
21514 Büchen (DE)

(72) Erfinder: ABEL, Goerdt  
D-21514 Büchen (DE)

(74) Vertreter: Patentanwälte  
Hauck, Graafls, Wehnert, Döring, Siemons,  
Schildberg  
Neuer Wall 41  
20354 Hamburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP-A- 0 833 436 WO-A-95/09305  
DE-C- 4 335 403 US-A- 5 668 457

• NAFPAKTITIS D ET AL: "EIN VORSCHLAG ZUR  
VERBESSERUNG DES ANLAUFVERHALTENS  
VON STROMRICHTERMOTOREN"  
ELEKTROTECHNIK UND  
INFORMATIONSTECHNIK, AT, SPRINGER  
VERLAG, WIEN, Bd. 108, Nr. 10, Seite 435-438  
XP000265603 ISSN: 0932-383X

EP 1 055 071 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Regelvorrichtung für eine Membranpumpe nach dem Patentanspruch 1.

**[0002]** Membranpumpen werden vielseitig eingesetzt. Sie sind entweder mechanisch oder hydraulisch betrieben. Sie dienen etwa zur Beschickung von Filterpressen oder ähnlichen Verbrauchern, wie z. B. Sprühturmbeschickungen und dergleichen.

**[0003]** Bei der Beschickung einer Filterpresse nimmt deren Aufnahmefähigkeit während eines Filtrations-Zyklus ab in dem Maße, wie sich Kuchen aufbaut. In ähnlichem Maß steigt der Druck. Bei dem Betrieb der Pumpe ist daher auf dieses Verhalten Rücksicht zu nehmen. Es ist bekannt, mit ansteigendem Druck den Membranhub zu verringern, um eine Abnahme der Fördermenge bis gegen Null bei Erreichen eines vorher fixierten Filtrationsdruckes vorzusehen.

**[0004]** Es ist ferner bekannt, den Antriebsmotor, beispielsweise einen Drehstrommotor, über einen Frequenzumrichter zu betreiben und die Anpassung der Fördermenge und des Pumpendruckes in Abhängigkeit vom gemessenen Druck vorzunehmen. Zu diesem Zweck wird der Leitung zwischen Pumpe und Filterpresse ein Druckmeßumformer zugeordnet, dessen Ausgangssignal auf eine speicherprogrammierbare Steuerung gegeben wird. Diese erzeugt nach einem vorgegebenen Programm das entsprechende Stellsignal für den Frequenzumrichter zur Anpassung der Drehzahl des Antriebsmotors an die Druckverhältnisse durch Veränderung der Ausgangsfrequenz des Umrichters. Speicherprogrammierbare Steuerungen, wie sie für derartige Drehzahlregelungen erforderlich sind, sind verhältnismäßig aufwendig.

**[0005]** Aus DE 43 35 403 ist auch bekannt, eine Kunststoffspritzeßmaschine mittels eines Drehstromsynchronmotors und einem Frequenzumrichter zu steuern. Auch bei dieser Anordnung wird der Spritzeinrichtung zugeführte Druck gemessen und zur Einstellung der Hydraulikpumpe verwendet.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Regelvorrichtung für eine Membranpumpe zu schaffen, welche mit einem minimalen apparativen Aufwand arbeitet.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Ein elektrischer Antriebsmotor, insbesondere ein Drehstromasynchronmotor, treibt die Membranpumpe an. Der Antriebsmotor wird über einen in seiner Frequenz veränderlichen Frequenzumrichter versorgt, der seinerseits mit dem Netz verbunden ist, beispielsweise einem 50 oder 60 Hz-Netz. Der Frequenzumrichter hat einen analogen Ausgang, an dem ein Signal ansteht, beispielsweise ein Strom, der repräsentativ ist für das jeweilige Motormoment.

**[0009]** Bei der Erfindung ist ferner ein Drehzahlsollwertgeber vorgesehen, der nicht einen konstanten

Drehzahlwert vorgibt, sondern eine Sollwertkurve, die im Drehzahlsollwertgeber gespeichert ist. Die Kurve besteht zum einen aus einem konstanten Ast, der einer maximalen Drehzahl entspricht. Da der Ausgang des

5 Frequenzumformers über einen Inverter auf den Eingang des Drehzahlsollwertgebers gegeben wird, führt ein kleines Signal (Motormoment) am Ausgang zu einem großen Signal (Motor-Drehzahl) am Eingang des Drehzahlsollwertgebers. Mit anderen Worten, bei relativ 10 kleinen Momenten gibt der Drehzahlsollwertgeber einen maximalen Drehzahlwert vor. Dieser kann durchaus höher liegen als zum Beispiel ein solcher, wie er bei 50 oder 60 Hertz erreicht wird. Es kann sogar ein Drehzahlwert vorgegeben werden, der zum Beispiel einer 15 Frequenz von 130 Hz entspricht. Ein derartiger Drehzahlsollwert wird so lange gefahren, bis das Moment einen kritischen Wert erreicht. Dies entspricht einer Betriebsphase, bei der der Verbraucherdruck den Abregeldruck des Prozesses erreicht hat. Ab diesem Punkt wird 20 der Drehzahlsollwert entlang einer vorgegebenen abfallenden Kurve gefahren, vorzugsweise entlang einer Geraden. Der Verlauf der abfallenden Kurve bzw. der Geraden ist derart, daß ein gewünschter Verbraucherdruck bzw. Druckverlauf erhalten wird. Dieser richtet sich be- 25 kanntlich nach dem jeweiligen Betriebszustand des Verbrauchers, beispielsweise einer Filterpresse.

**[0010]** Der abfallenden Kurve wird bis zu einer minimalen Drehzahl gefolgt, die dann konstant gehalten wird, beispielsweise auf einem Wert, bei dem der Elektromotor gerade noch rundläuft. Dies entspricht zum 30 Beispiel einer Drehzahl von 2,0 U/min.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung enthält auch ein Dämpfungsglied. Dieses sorgt dafür, daß die bei einer Membranpumpe zwangsläufig auftretenden 35 periodischen Schwankungen des Ist-Signals so weit gedämpft werden, daß ein verarbeitbares Signal erhalten wird.

**[0012]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, daß sie einen herkömmlichen Frequenzumrichter 40 verwenden kann, der nur minimal durch entsprechende Schaltungsteile zu ergänzen ist. Externe Steuer- und Regeleinrichtungen sind nicht erforderlich. Insbesondere kann ein Druckaufnehmer zu Regelungszwecken vollständig in Fortfall kommen. In der Praxis 45 hat sich herausgestellt, daß es mit der Erfindung ohne weiteres möglich ist, proportional auf den sich in der Filterpresse aufbauenden Schlammdruck über das Drehmoment des Motors zu reagieren.

**[0013]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von 50 Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Blockschaltbild nach der Erfindung.

55 Fig. 2 zeigt ein Diagramm über den Druck- und Drehzahlverlauf bei einer Filterpressenbeschickung mit einer Vorrichtung nach Fig. 1.

[0014] In Fig. 1 ist eine Membranpumpe 18 dargestellt, die von einem Drehstrommotor 16 angetrieben ist. Der Drehstrommotor 16 ist über einen Frequenzumrichter 21 an das Stromnetz angeschlossen. Die Frequenz des Motors lässt sich zwischen 2 Hz und 130 Hz verändern. Die in einem Wechselrichter 20 ermittelten Motorströme werden ermittelt und erscheinen an einem Analogausgang 22 als Ist-Signale für das Drehmoment des Motors 16. Das Signal ist ein Stromsignal, das sich zwischen 0 und 21 mA bewegt. Strom 0 bedeutet unendlich kleines Drehmoment und maximaler Strom bedeutet maximales Drehmoment.

[0015] Da die Pumpe einen schwelenden Druck erzeugt, ist das Signal am Ausgang 22 entsprechend schwelend. Ein Dämpfungsglied 23 sorgt für eine entsprechende Vergleichsmäßigung des Ist-Signals. Die Bedämpfung des Ist-Signals erfolgt vorzugsweise mit einer Filterzeitkonstanten, zum Beispiel 8 Sekunden. Gleichzeitig kann mit dieser Konstanten eine Anpassung an die jeweilige Pumpengröße erreicht werden.

[0016] Das Ist-Signal wird vom Ausgang 22 über eine Leitung 24 auf den Eingang eines Inverters 28 gegeben, der seinerseits mit einem Drehzahlsollwertgeber 30 verbunden ist.

[0017] Bei kleinem Moment erscheint mithin am Eingang des Sollwertgebers 30 ein hohes Signal. Bei diesem Signal wird im Sollwertgeber 30 ein maximaler Wert für die Drehzahl vorgegeben, wobei dieser Wert entlang eines waagerechten Astes nach Fig. 2, der mit 9 bezeichnet ist, über einen vorgegebenen Bereich konstant gehalten wird. Steigt der Druck im Verbraucher an, was sich in einer Erhöhung des Ist-Signals bemerkbar macht, wird das Ausgangssignal des Sollwertgebers 30 entlang eines zweiten Kurvenastes 10, nämlich einer abfallenden Geraden, reduziert, und zwar allmählich auf einen vorgegebenen minimalen Drehzahlwert, der zum 2,0 U/min betragen kann. Die Mindestdrehzahl entspricht der Mindestdurchflußmenge der Pumpe und hält mithin den erreichten maximalen Druck  $P_{max}$  annähernd konstant bis zum Pressenabschaltdruck.

[0018] Es sei noch erwähnt, daß, wie an sich bekannt, im Frequenzumformer 21 ein Drehzahlregler integriert ist, der die Drehzahl nach Maßgabe des Drehzahlsollwertes regelt, damit die Pumpe mit der erforderlichen Drehzahl angetrieben wird. Ein solcher Regler ist zum Beispiel ein PID-Regler.

## Patentansprüche

1. Regelvorrichtung für eine Membranpumpe zur Filterpressenbeschickung oder ähnlicher Verbraucher, mit
  - einem Frequenzumrichter;
  - einem elektrischen Drehstromantriebsmotor (16) für die Pumpe (18), der über dem in seiner Frequenz veränderlichen Frequenzumrichter

(20) mit dem Versorgungsnetz verbunden ist, wobei der Frequenzumrichter einen analogen Ausgang (22) aufweist, an dem ein dem jeweiligen Motormoment entsprechendes Ist-Signal erscheint,

- einem Drehzahlsollwertgeber (30), auf dessen Eingang das Ist-Signal über einen Inverter (28) gegeben wird und in dem eine Abhängigkeit zwischen dem Motormoment und der Drehzahl herstellende Soll-Kurve gespeichert ist derart, daß bei Ist-Signalwerten unterhalb eines Grenzwerts die Drehzahl einen konstanten maximalen Wert ( $n_{max}$ ) aufweist und bei Erreichen des Grenzwertes mit größer werdenden Ist-Signalwerten allmählich auf eine Mindestdrehzahl ( $n_{min}$ ) abfällt, und
- einer Dämpfungsstufe (23) für das Ist-Signal.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der abfallende Kurvenabschnitt (10) eine Gerade ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Drehzahlsollwertgeber (30) ein unterer Drehzahlwert ( $n_{min}$ ) gespeichert ist und das Motormoment konstant bleibt, wenn der untere Drehzahlwert ( $n_{min}$ ) erreicht.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der obere Drehzahlwert ( $n_{max}$ ) einer Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters (20) entspricht, die oberhalb der Netzfrequenz liegt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kurve (9, 10) programmierbar ist und an den jeweiligen Verbraucher für die Pumpe angepaßt werden kann.

## Claims

1. A control device for a diaphragm pump to feed a filter press or similar user unit, comprising
  - a frequency converter
  - a three-phase electric driving motor (16) for the pump (18) which is connected to the supply means via the variable-frequency converter (20), which frequency converter has an analogue output (22) at which a signal will appear which corresponds to the respective actual motor torque,
  - a standard r.p.m. set-point adjuster (30) to the input of which the actual torque signal is provided via an inverter (28) and in which a graph is stored which produces an interdependence between the motor torque and the speed such

- that if the actual-signal rates are smaller than a limit the speed runs along a constant maximum value ( $n_{\max}$ ) and if the limit is reached for the actual torque signal the speed gradually declines to a minimum value ( $n_{\min}$ ), and
- an attenuation member (23) for the actual signal.
2. The device according to claim 1, **characterized in that** the declining graph portion (10) is a straight line.
3. The device according to claim 1 or 2, **characterized in that** a lower speed rate ( $n_{\min}$ ) is stored in the standard r.p.m. set-point adjuster (30) and the motor torque is kept constant when the lower speed rate ( $n_{\min}$ ) has been reached.
4. The device according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the upper speed rate ( $n_{\max}$ ) corresponds to a frequency of the frequency converter (20) which is above the frequency of the supply means.
5. The device according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the graph (9, 10) may be programmed and may be adapted to the respective user unit of the pump.
- 5
- chute graduellement à une vitesse de rotation minimale ( $n_{\min}$ ), et
- un étage (23) d'amortissement pour le signal instantané.
2. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie descendante (10) de la courbe est une droite.
- 10 3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, dans le générateur de valeur de consigne de vitesse de rotation (30), une valeur inférieure de la vitesse de rotation ( $n_{\min}$ ) est mise en mémoire, et le couple moteur reste constant quand la valeur minimale ( $n_{\min}$ ) de la vitesse de rotation est atteinte.
- 15
4. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la valeur maximale ( $n_{\max}$ ) de la vitesse de rotation correspond à une fréquence de sortie du convertisseur de fréquence (20), qui est située au-dessus de la fréquence du réseau.
- 20
5. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la courbe (9, 10) peut être programmée et peut être ajustée à chaque utilisateur concerné pour la pompe.
- 25
- 30

## Revendications

1. Dispositif de régulation pour une pompe à membrane pour l'alimentation de filtres-presses, ou d'utilisateurs analogues, comportant
- un convertisseur de fréquence,
  - un moteur d'entraînement électrique à courant alternatif (16) pour la pompe (18), qui est relié au réseau d'alimentation par l'intermédiaire du convertisseur de fréquence (20) dont la fréquence est modifiable, le convertisseur de fréquence présentant une sortie (22) analogique, sur laquelle apparaît un signal instantané correspondant à chaque couple concerné du moteur,
  - un générateur de valeur de consigne de vitesse de rotation (30), sur l'entrée duquel est délivré le signal instantané par l'intermédiaire d'un inverseur (28), et dans lequel est mise en mémoire une courbe de consigne établissant la dépendance entre le couple moteur et la vitesse de rotation, de telle façon que, si la valeur du signal instantané est inférieure à une valeur limite, la vitesse de rotation présente une valeur maximale constante ( $n_{\max}$ ) et, si la valeur limite est atteinte lorsque la valeur du signal instantané devient plus grande, la vitesse de rotation
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

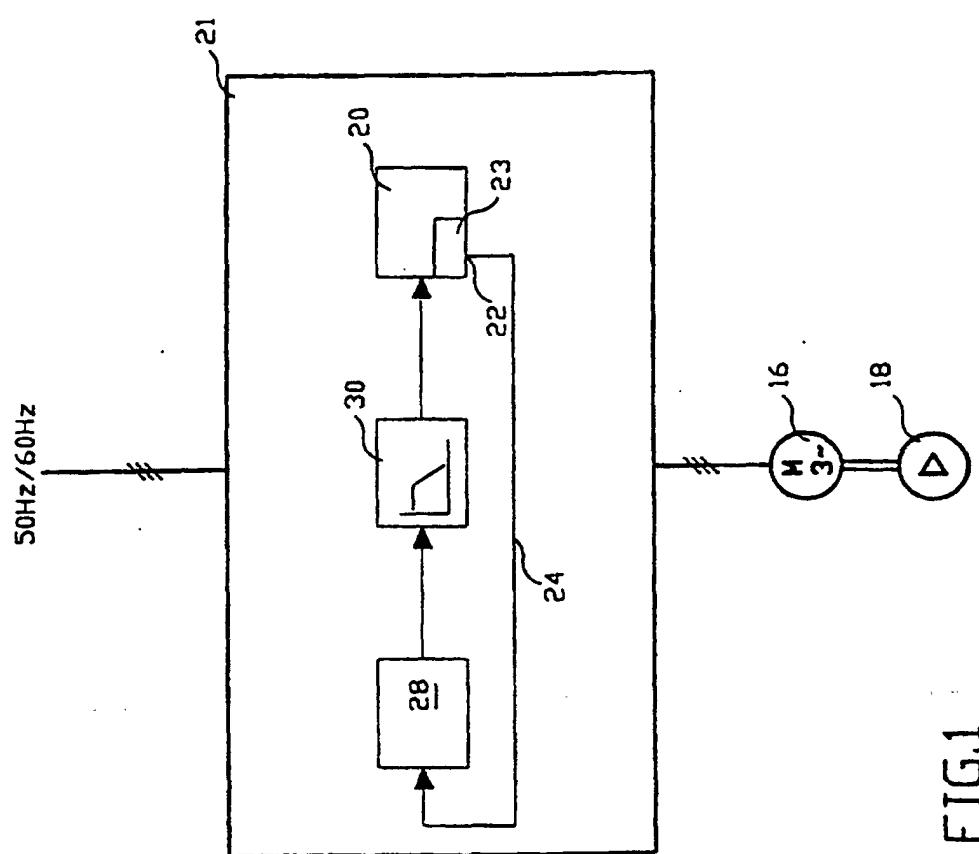


FIG.1

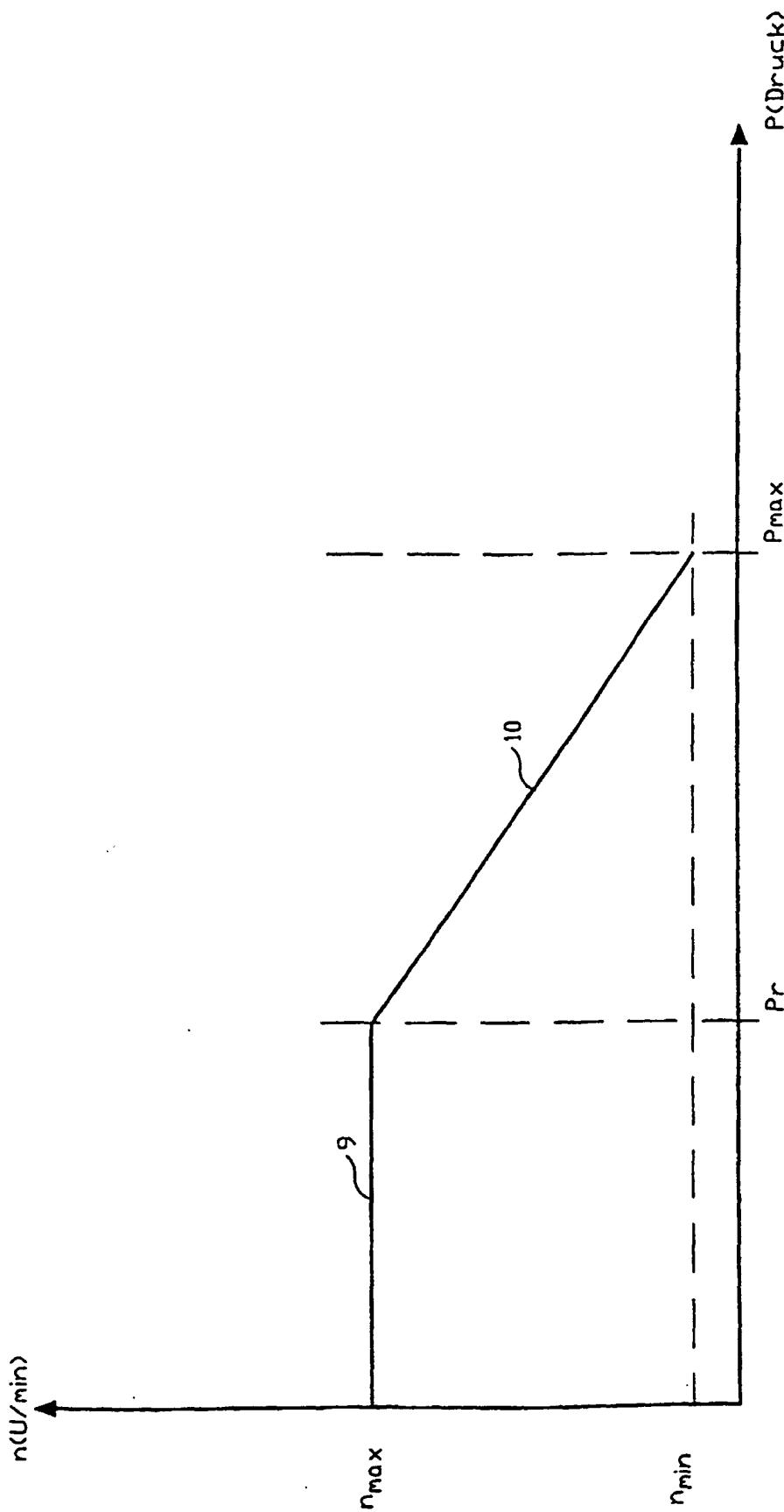


FIG.2