

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2416/86

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : **G01M 13/00**  
G01M 19/00, //G01L 9/00, 19/12

(22) Anmeldetag: 9. 9.1986

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1990

(45) Ausgabetag: 11. 2.1991

(56) Entgegenhaltungen:

AT-PS 342892 GB-PS2099150 US-PS4026153

(73) Patentinhaber:

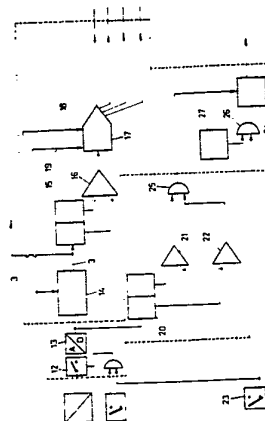
VOEST-ALPINE AKTIENGESELLSCHAFT  
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

SCELLENBERG EDUARD DIPL.ING.  
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).  
STEINBRUCKER GERHARD DIPL.ING.  
ZELTWEG, STEIERMARK (AT).

(54) EINRICHTUNG ZUM ÜBERWACHEN DES ZUSTANDES VON HYDRAULIK-, SCHMIER- ODER KÜHLFLÜSSIGKEITEN

(57) Bei einer Einrichtung zum Überwachen des Zustandes von Hydraulik-, Schmier- oder Kühlflüssigkeiten, welche über eine Pumpe und wenigstens ein Filter geführt sind, bei welcher in einer Flüssigkeitsleitung Drucksensoren (12) angeordnet sind, welche mit einer Signaleinrichtung zur Anzeige der Änderung des Druckabfalles am Filter verbunden sind, sind die Meßwerte eines Drucksensors oder der Drucksensoren (12) einer Auswerteschaltung zugeführt. Weiters umfaßt die Auswerteschaltung einen Mittelwertbildner (14) für die Bildung von Druckdifferenzmittelwerten in vorgegebenen Zeitintervallen und es sind die zeitlich aufeinander folgenden Druckdifferenzmittelwerte einem Schieberegister (1, 15) zur Speicherung zugeführt.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Überwachen des Zustandes von Hydraulik-, Schmier- oder Kühlflüssigkeiten, welche über eine Pumpe und wenigstens ein Filter geführt sind, bei welcher in einer Flüssigkeitsleitung Drucksensoren angeordnet sind, welche mit einer Signaleinrichtung zur Anzeige der Änderung des Druckabfalles am Filter verbunden sind.

5 Ölgeschmierte mechanische Teile, Hydraulikmotoren und auch hydraulische Zylinderkolbenaggregate sind naturgemäß während ihres Betriebes einem Verschleiß ausgesetzt, welcher immer dann noch deutlich zunehmen kann, wenn das Schmier- bzw. Hydraulikmittel Verunreinigungen aufweist. Die Überwachung des Betriebszustandes von Hydraulikflüssigkeiten, beispielsweise des Verschmutzungsgrades von Hydraulikflüssigkeiten, erlaubt es, Aufschlüsse über den Verschleiß der betriebenen Einrichtungen zu erlangen, und ein rechtzeitiges Erkennen von unzulässigen Abweichungen der Zusammensetzung von Hydraulikflüssigkeiten, insbesondere von übermäßiger Verschmutzung, könnte einen wesentlichen Beitrag für die Erhöhung der Lebensdauer der geschmierten oder mit Hydraulikmedium betriebenen Einrichtungen zur Folge haben. Es ist bereits bekannt, metallische Abriebteilchen in Schmiermitteln mit Detektoren, welche auf metallische Abriebteilchen ansprechen, zu erfassen. Derartige bekannte Detektoren arbeiten mit der Messung der Störung des magnetischen Flusses, welche vom Ausmaß und der Größe der metallischen Verunreinigungen im hydraulischen Medium abhängig ist. Mit derartigen Einrichtungen läßt sich zwar ein übermäßiger Verschleiß ohne weiteres erkennen, jedoch lassen sich einfache, im Betrieb unzulässige Zustände, wie beispielsweise das Fehlen eines Filters, nicht ohne weiteres rechtzeitig erkennen. Es ist weiters möglich, den Wassergehalt von hydraulischen Medien zu messen, wobei ein unerwünschter Wasserzutritt, beispielsweise auf einen defekten Kühler, auf Unachtsamkeit bei der Ölnachfüllung oder im Fall von untertägigen Bergbaumaschinen auf Undichtheiten der Wasserzuleitung zu Spüldüsen eines Schrämkopfes zurückzuführen sein kann. Mit Teilchendetektoren, die den Gehalt an Verschmutzungsteilchen feststellen sollen, läßt sich auch die Verschmutzungsgeschwindigkeit ermitteln, wobei diese Verschmutzungsgeschwindigkeit zur Grundlage von weiteren vorbeugenden Maßnahmen gemacht werden kann.

15 In der AT-PS 342 892 ist ein magnetischer Druckanzeiger beschrieben, bei welchem hin- und herbewegbare erste Körper in Abstand von drehbar gelagerten zweiten Körpern angeordnet sind, wobei die ersten Körper die zweiten Körper anziehen oder abstoßen. Es sind weiters Vorspannmittel für die hin- und herbewegbaren Körper in Richtung auf den drehbaren Körper oder einen Magnetanker oder in entgegengesetzter Richtung vorgesehen, und zweite Vorspannmittel auf den drehbaren Körper im Sinne einer Drehung um eine Achse angeordnet. Eine derartige spezielle Ausgestaltung ist wesentlich komplexer als eine Anordnung bei welcher in einer Flüssigkeitsleitung Drucksensoren angeordnet sind. Der magnetische Druckanzeiger mit den bewegbar gelagerten und unter Vorspannung stehenden, sich gegenseitig beeinflussenden permanentmagnetischen oder magnetisch anziehbaren Körpern, wie er der AT-PS 342 892 entnommen werden kann, ist als ein einheitlicher magnetischer Druckanzeiger aufzufassen.

35 Die Ausbildung nach der GB-PS 2 099 150 zeigt und beschreibt einen Druckdifferenzgeber. Auch hier handelt es sich um einen einzigen Bauteil, welcher zur Anzeige von Druckdifferenzen geeignet ist. Ein Druckdifferenzsensor kann insbesondere dann nicht mehr verwendet werden, wenn der Druck vor oder nach einem Filter gemessen werden soll.

40 Auch bei der US-PS 4 026 153 handelt es sich wiederum um einen magnetischen Druckaufnehmer, welcher einen Differentialdruck mißt. Im übrigen sind Konstruktionen, die den Differenzdruck zu messen gestatten, wesentlich aufwendiger und komplizierter und mit Rücksicht auf die vergleichsweise geringen mechanischen Wege derartiger Differenzdruckaufnehmer nicht in dem Maße störungsunempfindlich wie gesonderte Druckaufnehmer in einer Flüssigkeitsleitung.

45 Die Erfindung zielt nun darauf ab, eine Einrichtung zur Überwachung des Zustandes für Hydraulik-, Schmier- oder Kühlflüssigkeiten zu schaffen, bei welcher auch der Zustand und gegebenenfalls die Restlebensdauer von Filtern erfaßt werden kann, um auf diese Weise die einfachste Maßnahme, nämlich den Austausch eines zu stark verschmutzten Filters rechtzeitig zu empfehlen. Gleichzeitig soll mit einer möglichst einfachen, technischen Einrichtung Aufschluß über die Verschleißentwicklung, insbesondere über bevorstehende Lager- und Getriebebeschäden, erlangt werden und es sollen defekte Dichtungen, welche sich sowohl durch Eintritt von Schmutz in den Kreislauf des Hydraulikmediums als auch durch unerwünschten Druckabfall äußern können, gleichzeitig entdeckt werden.

50 Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die erfindungsgemäße Einrichtung im wesentlichen darin, daß die Meßwerte eines Drucksensors oder der Drucksensoren einer Auswerteschaltung zugeführt sind, daß die Auswerteschaltung einen Mittelwertbildner für die Bildung von Druckdifferenzmittelwerten in vorgegebenen Zeitintervallen umfaßt und daß die zeitlich aufeinanderfolgenden Druckdifferenzmittelwerte einem Schieberegister zur Speicherung zugeführt sind. Da der Druck vor und nach einer Drosselstelle, insbesondere vor oder nach einem Filter, überwacht wird, werden bei vorgegebenem Flüssigkeitsdurchfluß pro Zeiteinheit Druckänderungen rasch meßbar und die auf diese Weise gemessenen Druckänderungen lassen Rückschlüsse über den Betriebszustand der Hydraulikflüssigkeit und im besonderen den Betriebszustand des Filters zu. Ein hoher Differenzdruck bzw. eine hohe Änderung des Druckabfalles vor und nach einem Filter bedeutet beispielsweise, daß das Filter stark verschmutzt ist und ausgewechselt werden muß. Eine starke Druckzunahme innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls deutet auf außergewöhnliche Schmutzquellen, wie beispielsweise Schäden an Lagern und Getrieben

hin. Gleichzeitig können auch durch undichte Dichtungen oder durch Bruch von Leitungen Partikel in den Kreislauf gelangen, welche zu einer Druckzunahme führen können. Auch eine plötzliche Abnahme des Differenzdruckes läßt auf einen Wartungsmangel schließen. In diesen Fällen kann beispielsweise ein Filter ausgebaut worden sein, nicht aber durch ein neues Filter ersetzt worden sein. Ein fehlendes Filter führt in der Folge zu einem rascheren Verschleiß und es ist von wesentlicher Bedeutung, wenn ein derartiger Wartungsmangel rechtzeitig erkannt werden kann. Demgegenüber läßt eine langsame, überdurchschnittliche Druckzunahme auf stärkeren Verschleiß, beispielsweise bei mangelnder Ölversorgung, bei welcher die Lager nur unzureichend geschmiert sind, schließen. In diesen Fällen gelangen Verschleißpartikel in den Kreislauf. Grundsätzlich in Funktion von der Zeit unterschiedliche Druckverläufe lassen auf falsche Filter schließen, wobei eine geringe Druckabnahme auf Löcher im Filter hinweist. Durch Extrapolation der Druckdifferenzmeßwerte bzw. der Mittelwerte der Druckdifferenzen kann der Zeitpunkt des notwendig werdenden Filterwechsels bestimmt werden. Da der Drucksensor bzw. die Drucksensoren vor und nach einer Drossel bzw. dem Filter oder in eine Bypassleitung zu einem Filter eingeschaltet sind, kann der Betriebszustand des Filters durch Zuführen der Meßwerte des Drucksensors bzw. der Drucksensoren zu einer Auswerteschaltung in effizienter Weise überwacht werden und es wird die Voraussetzung geschaffen, auch den Zeitpunkt für den erforderlichen Filterwechsel vorauszuberechnen. Dadurch, daß weiters die Auswerteschaltung einen Mittelwertbildner für die Bildung von Druckdifferenzmittelwerten in vorgegebenen Zeitintervallen umfaßt und daß die zeitlich aufeinanderfolgenden Druckdifferenzmittelwerte einem Schieberegister zur Speicherung zugeführt sind, wobei mit Vorteil die Druckdifferenzwerte bzw. die Druckdifferenzmittelwerte in digitale Signale umgewandelt werden, wird eine leichte Speicherung ermöglicht. Im übrigen kann die Auswertung an sich auch analog erfolgen, jedoch ist mit Rücksicht auf die Speicherung in einem Schieberegister zumindest eine Analog-Digital-Wandlung vorteilhaft.

In besonders einfacher Weise ist die Einrichtung so weitergebildet, daß die Auswerteschaltung ein frei programmierbares Schaltwerk enthält, welches die Differenz aus einem aktuellen Druckdifferenzmittelwert und einem zeitlich vorangehenden Druckdifferenzmittelwert sowie die Differenz aus einem Maximalwert der Druckdifferenz und dem Druckdifferenzmittelwert bildet und die erste so erhaltene Differenz durch die zweite so erhaltene Differenz dividiert, und daß nach Multiplikation mit dem zeitlichen Abstand der zur Berechnung herangezogenen Druckdifferenzmittelwerte ein der Restlebenszeit des Filters entsprechendes Signal der Anzeigevorrichtung zugeführt ist. Drucksignale sind in der Regel verrauscht und die Bildung von Mittelwerten eignet sich aus diesem Grunde besser für die Ermittlung von Druckdifferenzen. Mit der auf diese Weise ausgebildeten Auswerteschaltung läßt sich die Restlebensdauer eines Filters ermitteln. Bei einer bestimmten maximalen Druckdifferenz ist es jedenfalls notwendig, das Filter zu wechseln. Die Restlebensdauerermittlung erfolgt mit der beschriebenen Einrichtung dadurch, daß zwei gemittelte Druckwerte linear extrapoliert werden. Zum Zeitpunkt, wo die Extrapolationsgerade den Maximaldruck erreicht, müßte das Filter gewechselt werden. Die Zeit zwischen dem letzten, gemittelten Druck bzw. Druckdifferenzsignal und dem Sollfilterwechsel kann als Restlebensdauer des Filters bezeichnet werden. Hierbei ist es lediglich erforderlich, den Zeitraum zwischen den zwei gemessenen Druckwerten bzw. Druckdifferenzwerten genügend groß im Vergleich zu demjenigen Zeitintervall zu wählen, welches zur Mittelwertbildung gewählt wurde. Die in einem Schieberegister gespeicherten, zeitlich hintereinander liegenden Druckmeßwerte bzw. Druckdifferenzmeßwerte können für die Ermittlung der Restlebensdauer dahingehend zur Verringerung des Speicherbedarfes verringert werden, daß beispielsweise nur jeder zehnte Mittelwert abgespeichert wird. Zu diesem Zweck kann ein Zähler vorgesehen sein, welcher die Abspeicherung in das Schieberegister überwacht.

Druckänderungen bzw. Druckdifferenzänderungen können auch nach anderen Gesichtspunkten ausgewertet werden, wobei auch hier immer wieder zeitlich aufeinanderfolgende gemittelte Werte in einem Schieberegister gespeichert werden. Durch Differenzbildung wird eine mittlere Druckmittelwertdifferenz gebildet, welche in einfacher Weise für andere Aussagen über den Betriebszustand der Hydraulikflüssigkeit herangezogen werden. Zu diesem Zweck ist die Einrichtung mit Vorteil so ausgebildet, daß die in dem Schieberegister gespeicherten, aufeinanderfolgenden Druckdifferenzmittelwerte jeweils voneinander subtrahiert werden und das so erhaltene Differenzsignal einem Komparator zugeführt ist, welchem außerdem ein dem Zeitintervall für die Mittelwertbildung proportionales Signal und gegebenenfalls vorgegebene Vergleichssignale zugeführt sind. Die zulässige Druckänderung, welche dem normalen Betrieb entspricht, zeichnet sich hierbei dadurch aus, daß ein im wesentlichen linearer Anstieg über den Zeitraum für die Mittelwertbildung beobachtet wird. Zu diesem Zweck wird das für die Mittelwertbildung herangezogene Zeitintervall mit einem Proportionalitätsfaktor multipliziert, welcher als Toleranzgrenze bezeichnet werden kann. Solange die Druckdifferenzänderung kleiner oder gleich diesem Produkt ist, kann von einem normalen Betriebszustand gesprochen werden. Langsame überdurchschnittliche Zunahme des Druckdifferenzwertes zeichnet sich dadurch aus, daß die Differenz der Druckdifferenzmittelwerte größer wird als der einem normalen Anstieg entsprechende Betriebszustand, aber immer noch kleiner bleibt als ein gleichfalls im Bezug auf das Mittelwertbildungszeitintervall beispielsweise durch Multiplizieren mit einem anderen Proportionalitätsfaktor vorgegebener Grenzwert. Eine rasche überdurchschnittliche Zunahme läßt sich mit einem derartigen Komparator ebenso wirkungsvoll und rasch auffinden, wie eine Druckabnahme, welche beispielsweise auf ein Loch im Filter zurückzuführen ist, oder ein Grenzwert, welcher dann auftritt, wenn überhaupt kein Filter eingesetzt ist.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher

erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 die zeitliche Abhängigkeit des Differenzdruckes vor und nach einem Filter bei normalem Verlauf; Fig. 2 bis 7 vom normalen Verlauf der Druckdifferenz über die Betriebszeit abweichende Betriebszustände in analoger Darstellung wie Fig. 1; Fig. 3 eine analoge Darstellung wie Fig. 1 zur Erläuterung der Ermittlung der Restlebensdauer des Filters; Fig. 9 eine prinzipielle Schaltungsanordnung zur Ermittlung der Restlebensdauer des Filters entsprechend der Darstellung nach Fig. 8; Fig. 10 eine kombinierte Schaltungsanordnung mit welcher auch andere Betriebszustände bzw. Zustände der Hydraulikflüssigkeiten überwacht werden können, und Fig. 11 bis 14 verschiedene mit der Schaltungsanordnung nach Fig. 10 feststellbare Betriebszustände.

In Fig. 1 ist der normale Verlauf der Druckdifferenzmeßwerte über die Betriebszeit ersichtlich. Nach einem kurzen Anstieg gelangt die Druckdifferenzkurve in einen im wesentlichen linearen Bereich und erreicht einen vorbestimmten Druckdifferenzgrenz-Wert  $P_{Max}$ , welcher den Filterwechsel notwendig macht. Bei der Darstellung nach Fig. 2 tritt vorzeitig eine rasche Zunahme der Druckdifferenz auf, woraus auf eine Reihe von unzulässigen Betriebszuständen geschlossen werden kann. Derartige rasche Zunahmen der Druckdifferenz deuten auf einen Defekt in der Hydraulik hin. Die in Fig. 3 dargestellte, langsame überdurchschnittliche Zunahme der Druckdifferenz bedeutet einen Verschleiß, beispielsweise der Lager oder Getriebeteile, und kann auch auf andere Verschmutzungsquellen zurückgeführt werden.

Die in Fig. 4 dargestellte plötzliche Druckabnahme und damit das Absinken des Differenzdruckes auf den Leerlaufdruck bedeutet, daß das Filter nicht eingebaut ist oder aber zur Gänze zerstört ist. Eine geringere Druckabnahme, wie sie beispielsweise in Fig. 5 dargestellt ist, läßt auf Löcher im Filter schließen. Die in Fig. 6 dargestellten, außerhalb der Norm liegenden Druckdifferenzverläufe bedeuten im Falle des konstant zu hohen Differenzdruckes ein zu grobes Filter und im Falle des konstant zu niedrigen Differenzdruckes ein zu feines Filter. In Fig. 7 ist schematisch ausgehend von einem letzten Meßwert  $\bar{P}_K$  für die Druckdifferenz, schematisch die durch Extrapolation errechenbare restliche Filterlebensdauer  $RT$  ersichtlich. Dies wird in Fig. 8 näher erläutert.

In Fig. 8 wird von zwei gemittelten Druckwerten  $\bar{P}_K$  und  $\bar{P}_{K+100}$  ausgegangen. Das zeitliche Intervall zwischen diesen beiden Druckmeßwerten, welche selbst wiederum gemittelt sind, muß ein Vielfaches des Zeitintervalles zur Mittelwertbildung betragen und es wurde in der Darstellung nach Fig. 8 ein zeitlicher Abstand von 1000-mal dem Zeitintervall zur Mittelwertbildung, welcher mit  $TM$  bezeichnet wurde, gewählt. Ausgehend von diesen beiden Druckmittelwerten läßt sich zunächst eine Differenz dieser Druckmittelwerte rechnerisch bilden. In Kenntnis des Grenzdifferenzdruckes  $P_{Max}$  läßt sich auch die Differenz zwischen dem aktuellen jüngsten Druckmittelwert und dem maximalen Differenzdruck bilden. Die Filterrestlebensdauer  $RT$  zum Zeitpunkt des letzten aktuellen Druckmittelwertes  $\bar{P}_{K+100}$  ergibt sich in der Folge rechnerisch aus der Gleichung

$$RT = 1000 \times TM \cdot \frac{P_{Max} - \bar{P}_{K+100}}{\bar{P}_{K+100} - \bar{P}_K}$$

Die Operationen, wie sie in Fig. 8 veranschaulicht werden, sind mit einer Einrichtung, wie sie in Fig. 9 schematisch dargestellt ist, leicht zu verwirklichen. In einem Schieberegister (1) werden hierbei Druckdifferenzmittelwerte abgespeichert, wobei nur jeder zehnte Meßwert abgespeichert wird. Die Speicherung wird von einem Zähler (2) überwacht und die Druckdifferenzmittelwerte gelangen über eine Signalleitung (3) zum Schieberegister. Der älteste abgespeicherte Druckdifferenzmittelwert  $\bar{P}_K$  wird in der Folge vom aktuellen Druckdifferenzmittelwert  $\bar{P}_{K+100}$  in einer ersten Subtrahierschaltung (4) abgezogen, wobei der aktuelle Druckdifferenzmittelwert  $\bar{P}_{K+100}$  in einer zweiten Subtrahierschaltung (5) vom über eine Signalleitung (6) zur Verfügung gestellten maximalen Druckdifferenzwert subtrahiert wird. Die beiden so erhaltenen Differenzwerte werden einer Dividierschaltung (7) zugeführt, in welcher der Quotient

$$\frac{P_{Max} - \bar{P}_{K+100}}{\bar{P}_{K+100} - \bar{P}_K}$$

gebildet wird. Das für die Mittelwertbildung verwendete Zeitintervall  $TM$  wird über eine Signalleitung (8) als elektrisches Signal einer Multiplizierschaltung (9) zugeführt und mit 1000 multipliziert, wobei das so erhaltene Produkt mit dem zuvor erhaltenen Quotienten in einer zweiten Multiplizierschaltung (10) unmittelbar zur Erzielung eines Signales für die Restlebensdauer des Filters multipliziert wird. Das der Restlebensdauer des Filters entsprechende Signal kann über die Signalleitung (11) einer Anzeigevorrichtung zugeführt werden.

In Fig. 10 ist ein schematisches Schaubild einer erfindungsgemäßen Einrichtung ersichtlich, mit welcher auch andere Betriebszustände einwandfrei überwacht werden können. Die Druckmeßwerte werden von Sensoren (12) erfaßt und in der Folge in einem Analog-Digital-Wandler (13) in digitale Signale umgewandelt. In der Schaltungsanordnung (14) erfolgt die Mittelwertbildung unter Zugrundelegung eines Zeitintervalles  $T_M$  für die Mittelwertbildung. Das gemittelte Druckdifferenzsignal gelangt wiederum über die bereits in Fig. 9 dargestellte Signalleitung (3) entweder zu der in Fig. 9 dargestellten Schaltungsanordnung zur Ermittlung der Restlebensdauer des Filters oder in ein weiteres Schieberegister (15). Ein jeweils alter Druckdifferenzmittelwert wird in der Folge von einem jeweils neuen Druckdifferenzmittelwert in einer Subtraktionsschaltung (16) subtrahiert und die auf diese Weise gebildete Differenz der Druckdifferenzmittelwerte  $P$  einem Komparator (17) zugeführt. In diesem Komparator, welchem Festwerte, beispielsweise Konstanten A, B und C, über Signalleitungen (18) und das für die Mittelwertbildung verwendete Zeitintervall als elektrische Größe über die Signalleitung (19) zugeführt sind, lassen sich eine Reihe von in den Fig. 11 bis 14 näher erläuterten Aussagen treffen.

Das im Analog-Digital-Wandler (13) digitalisierte Signal kann vor der Mittelwertbildung (14) unmittelbar einem Schieberegister (20) zugeführt werden, wobei auch hier wiederum in der Folge ein Vergleich zwischen jeweils neuen und alten Druckdifferenzwerten erfolgen kann. Weiters kann ein Vergleich zwischen dem neuen Wert und einem vorgegebenen Grenzwert vorgenommen werden, wofür Komparatoren (21) und (22) verwendet werden. In Abhängigkeit von der Stellung eines Motorbetriebsschalters (23) wird jeweils ein Impulsgenerator zu einem Impulszähler (24) geschaltet, welcher die Betriebszeit des Filters ermittelt. Wenn der jeweils neue Druckdifferenzwert größer ist als ein vorangehender Druckdifferenzwert und gleichzeitig der neue Druckdifferenzwert größer ist als sein vorgegebener Grenzwert, welcher mit D bezeichnet ist, gelangt ein entsprechender Impuls über ein UND-Gatter (25) als Rücksetzimpuls an den Impulszähler, um auf diese Weise nach Filterwechsel die Filterbetriebszeitmessung auf 0 zu setzen. Auf Grund des UND-Gatters (26) gelangen die Signale des Impulsgenerators (27) nur dann zum Impulszähler und zählen als Betriebszeit, wenn auch der Motor auf Grund der Stellung des Motorschalters (23) in Betrieb ist.

Die auf diese Weise ermittelbaren Betriebszustände sind in den Fig. 11 bis 14 erläutert. Bei der Darstellung nach Fig. 11 beträgt die Differenz der Druckdifferenzmittelwerte  $P_N$  und  $P_{N+1}$  weniger als das Produkt aus einer vorgegebenen Proportionalitätskonstante und dem für die Mittelwertbildung angesetzten Zeitintervall. Solange diese Differenz maximal gleich diesem Produkt ist, kann von einer normalen Druckänderung gesprochen werden und der Proportionalitätsfaktor A kann als Toleranzgrenze bezeichnet werden. Eine langsame überdurchschnittliche Zunahme ist in Fig. 12 veranschaulicht. Hierbei verläßt die Differenz der Druckdifferenzmittelwerte das Toleranzfeld, bleibt jedoch kleiner als das Produkt aus einem entsprechend größerem Proportionalitätsfaktor B und dem für die Mittelwertbildung herangezogenen Zeitintervall  $T_M$ . Ein derartiger Zustand läßt auf Verschleiß schließen. Eine rasche überdurchschnittliche Zunahme der Druckdifferenz, welcher auf einen Defekt in der Hydraulik schließen läßt, tritt dann auf, wenn die Differenz der Druckdifferenzmittelwerte größer oder gleich ist dem Produkt dieses größeren Proportionalitätsfaktor B und dem Zeitintervall für die Druckmittelwertbildung  $T_M$ . Dies ist in Fig. 13 dargestellt.

In Fig. 14 veranschaulicht die auftretende Druckabnahme zwischen aufeinanderfolgenden Druckdifferenzmittelwerten ein Loch im Filter, wobei die Differenz kleiner wird als das Produkt aus dem negativ gesetzten ersten Proportionalitätsfaktor A multipliziert mit dem Zeitintervall für die Mittelwertbildung. Wenn der aktuelle Druckdifferenzmittelwert kleiner ist als eine vorgegebene konstante Größe, kann darauf geschlossen werden, daß auf das Einsetzen des Filters überhaupt vergessen wurde.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zum Überwachen des Zustandes von Hydraulik-, Schmier- oder Kühlflüssigkeiten, welche über eine Pumpe und wenigstens ein Filter geführt sind, bei welcher in einer Flüssigkeitsleitung Drucksensoren angeordnet sind, welche mit einer Signaleinrichtung zur Anzeige der Änderung des Druckabfalles am Filter verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßwerte eines Drucksensors oder der Drucksensoren (12) einer Auswerteschaltung zugeführt sind, daß die Auswerteschaltung einen Mittelwertbildner (14) für die Bildung von Druckdifferenzmittelwerten in vorgegebenen Zeitintervallen umfaßt und daß die zeitlich aufeinanderfolgenden Druckdifferenzmittelwerte einem Schieberegister (1; 15) zur Speicherung zugeführt sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswerteschaltung ein frei programmierbares Schaltwerk enthält, welches die Differenz aus einem aktuellen Druckdifferenzmittelwert und einem zeitlich vorangehenden Druckdifferenzmittelwert sowie die Differenz aus einem Maximalwert der

Druckdifferenz und dem aktuellen Druckdifferenzmittelwert bildet und die erste so erhaltene Differenz durch die zweite so erhaltene Differenz dividiert, und daß nach Multiplikation mit dem zeitlichen Abstand der zur Berechnung herangezogenen Druckdifferenzmittelwerte ein der Restlebenszeit des Filters entsprechendes Signal der Anzeigevorrichtung zugeführt ist. (Fig. 10)

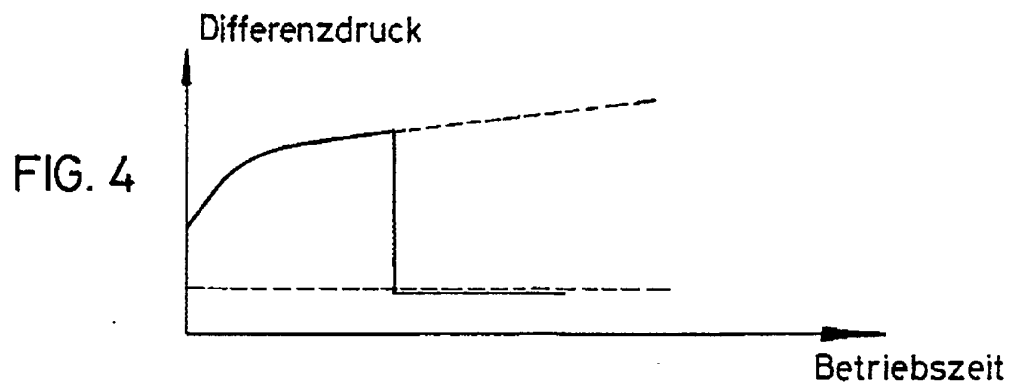
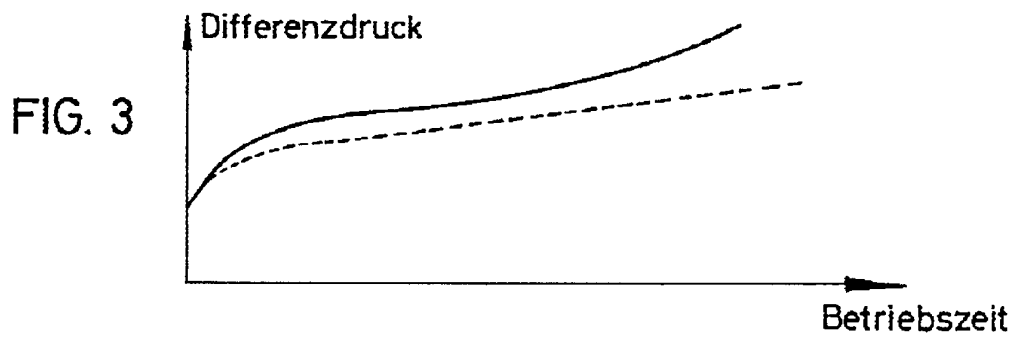
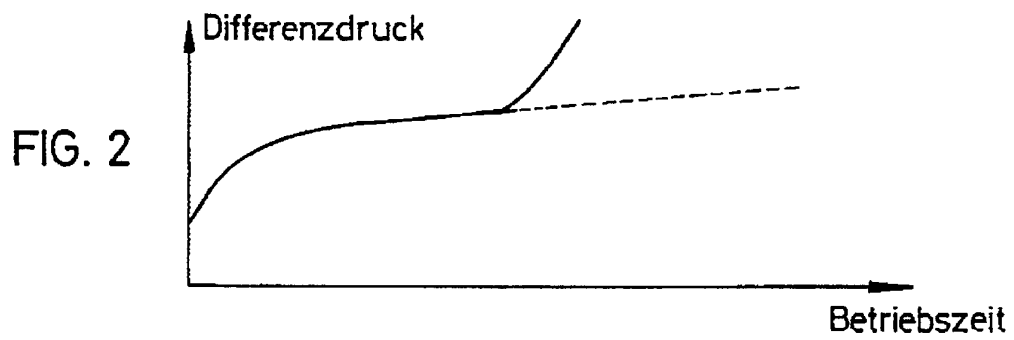
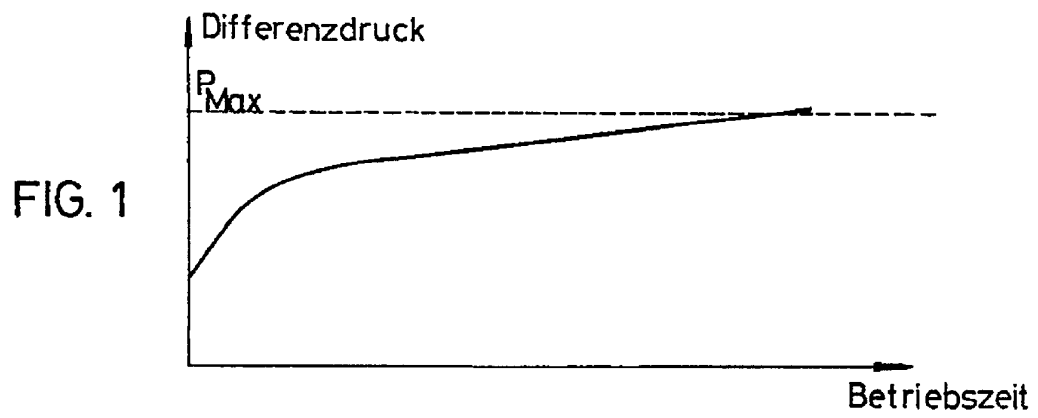
5

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in dem Schieberegister (15) gespeicherten, aufeinanderfolgenden Druckdifferenzmittelwerte jeweils voneinander subtrahiert werden und das so erhaltene Differenzsignal einem Komparator (17) zugeführt ist, welchem außerdem ein dem Zeitintervall für die Mittelwertbildung proportionales Signal und gegebenenfalls vorgegebene Vergleichssignale zugeführt sind.

10

Hiezu 6 Blatt Zeichnungen

15



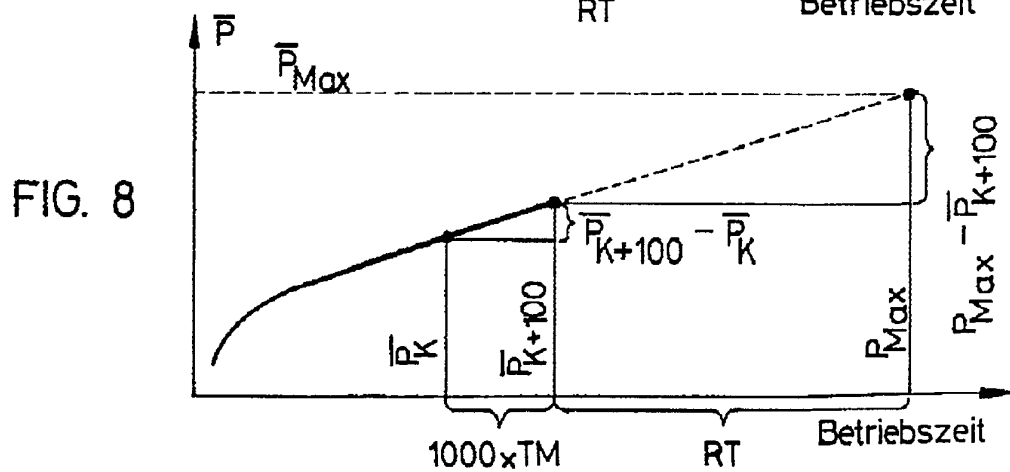
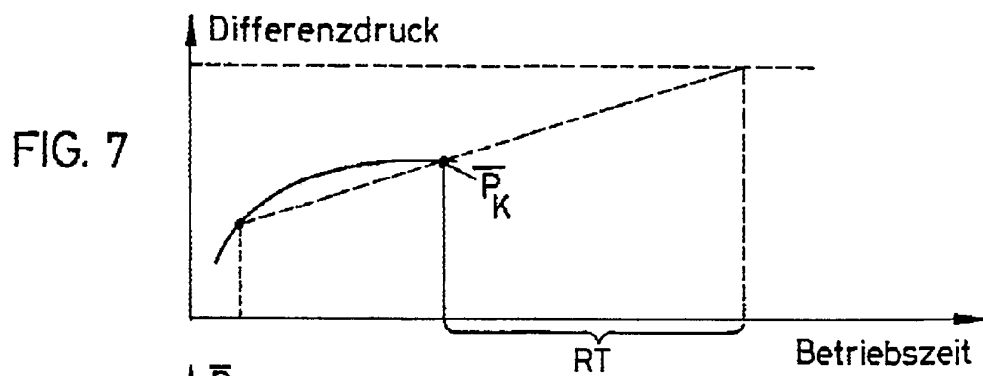
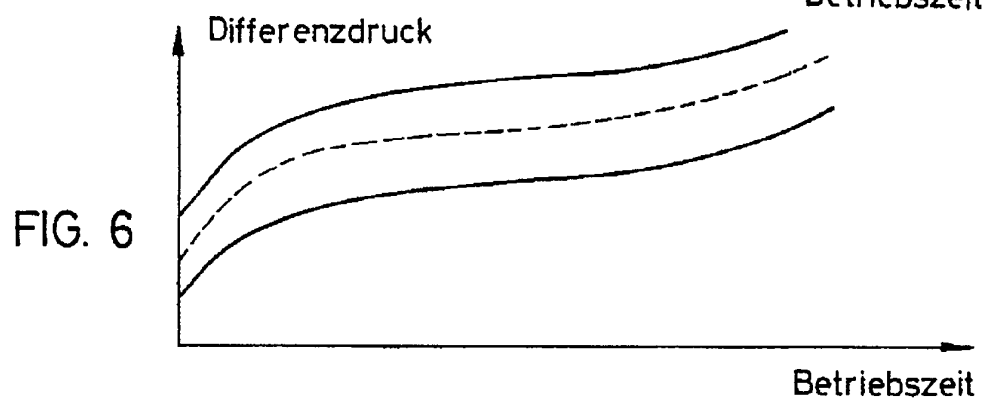
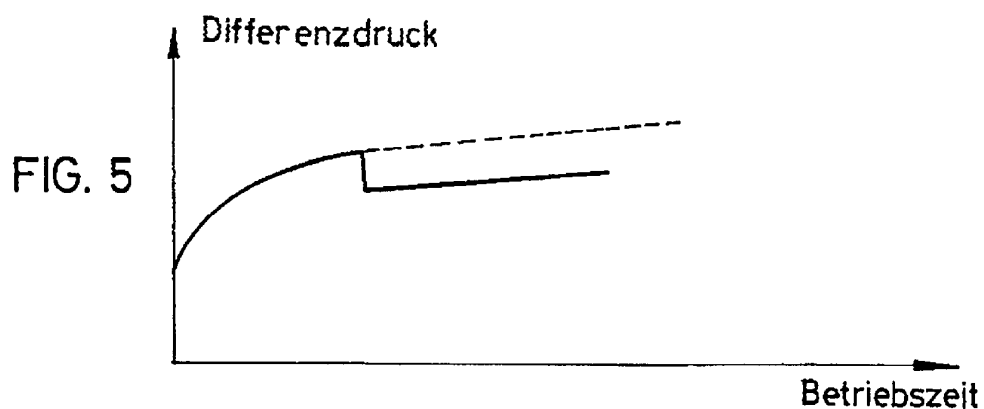




FIG. 9

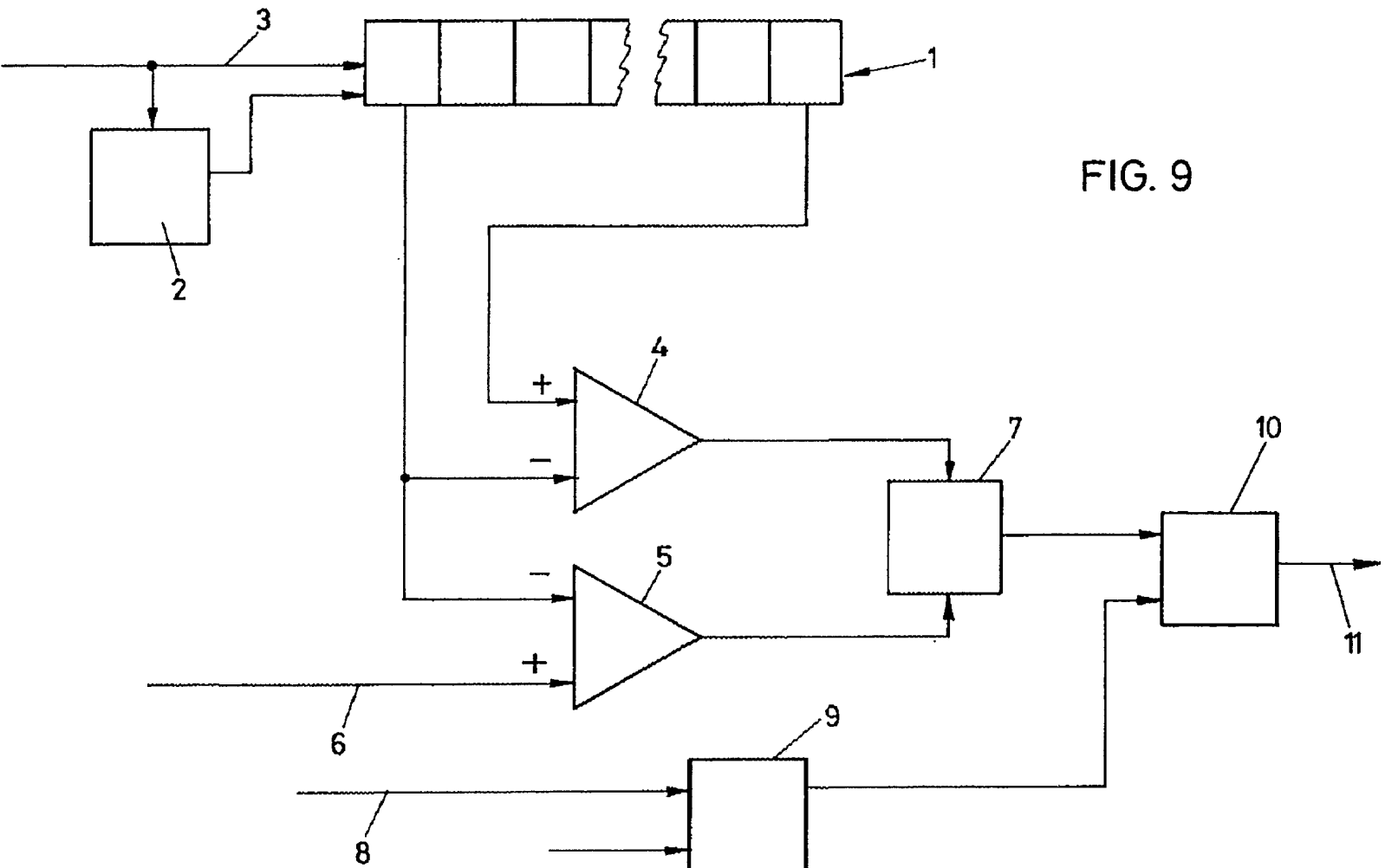


FIG. 10

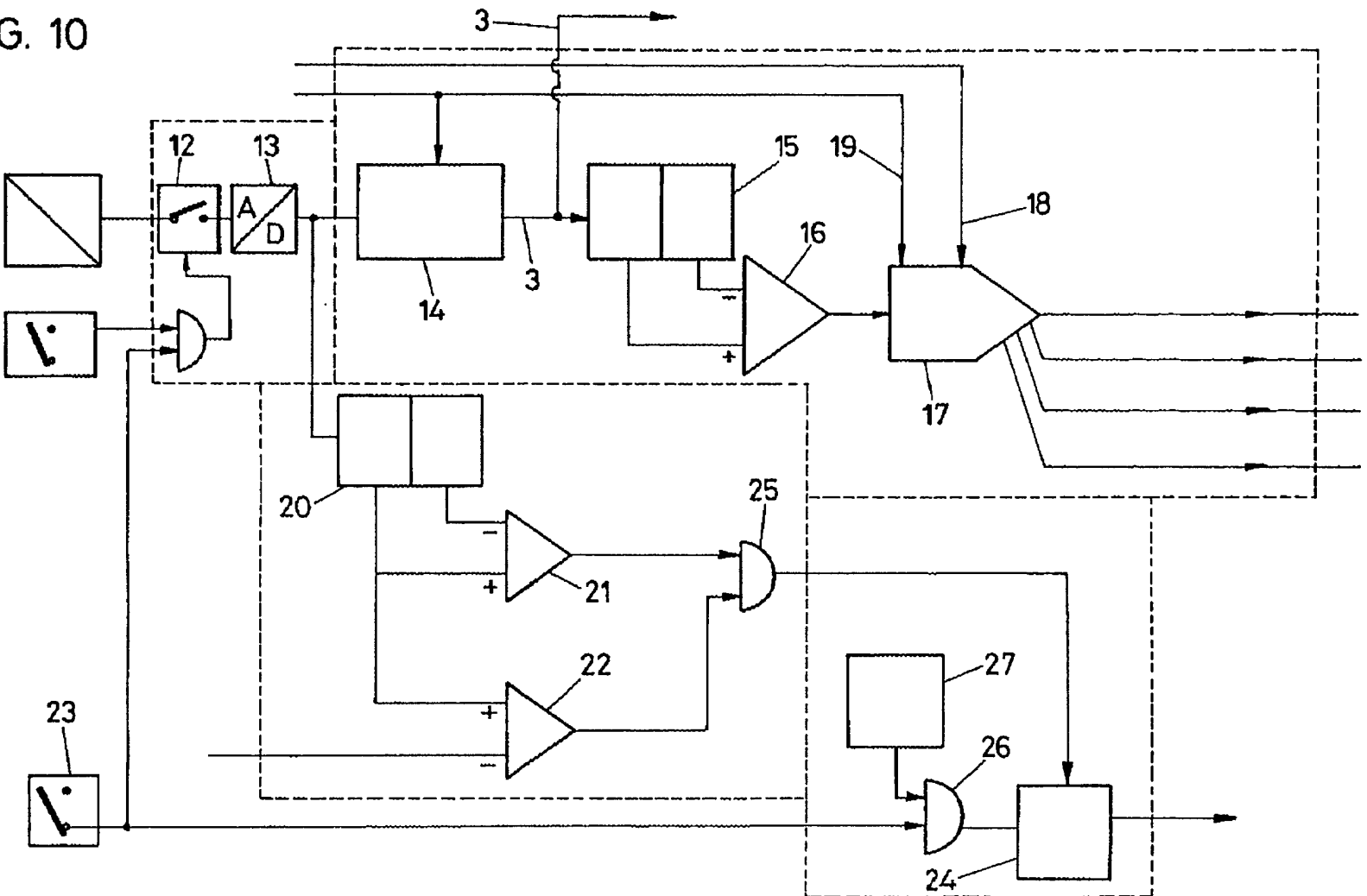


FIG. 11

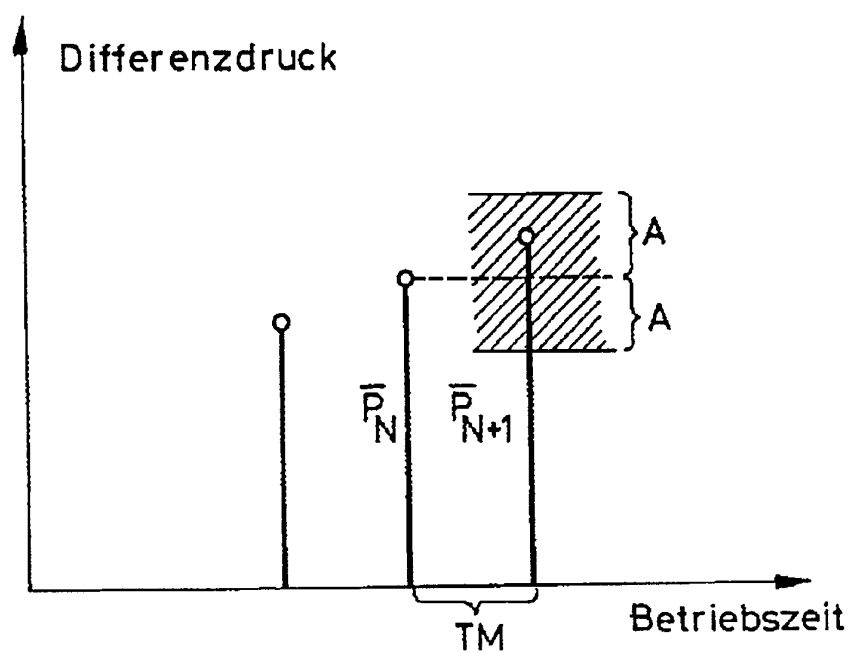


FIG. 12

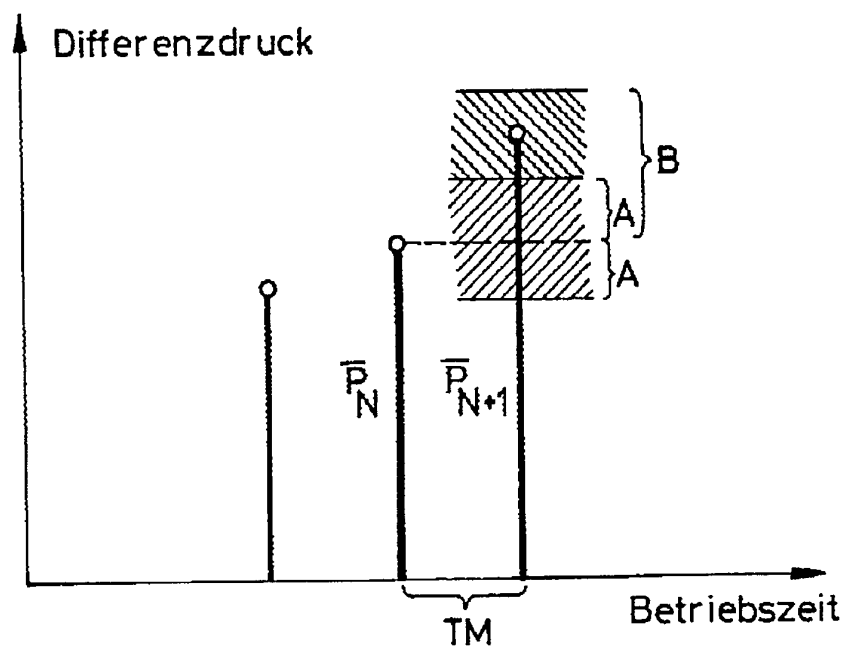


FIG. 13

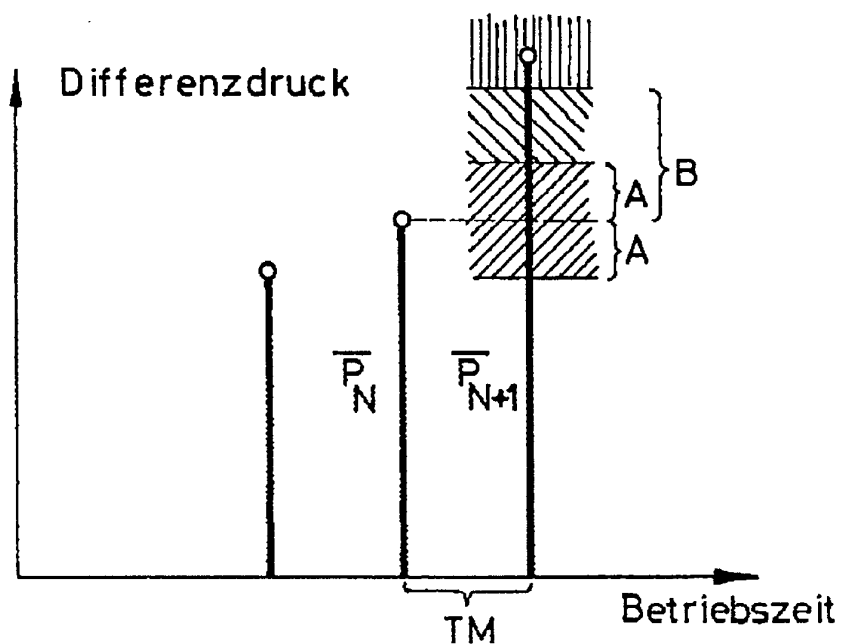


FIG. 14

