



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 168 562
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85104731.6

51 Int. Cl.: B 66 C 23/90

22 Anmeldetag: 18.04.85

30 Priorität: 20.07.84 DE 3426746

71 Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft,**
Mannesmannufer 2, D-4000 Düsseldorf 1 (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 22.01.86
Patentblatt 86/4

72 Erfinder: **Behnke, Klaus, Dipl.-Ing., an der Stipskuhle 40,**
D-4600 Dortmund 1 (DE)
Erfinder: **Münzebrock, Anton, Dipl.-Ing.,**
Hausmannstrasse 9, D-4600 Dortmund (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH FR GB IT LI NL SE**

74 Vertreter: **Andrejewski, Walter et al, Patentanwälte**
Andrejewski, Honke & Partner
Postfach 10 02 54 Theaterplatz 3, D-4300 Essen 1 (DE)

54 **Hebezeug mit Überlastsicherung.**

57 Hebezeug mit zumindest einem Hubmotor, Schützensteuerung für den Hubmotor und auf die Schützensteuerung arbeitender Überlastsicherung, wobei die Überlastsicherung einen Seilkraftgeber mit Dehnungsmeßbrücke, ein Auswertegerät und eine Einrichtung zur Unterdrückung dynamischer Lastspitzen aus Lastschwingungen bestimmbarer Periodendauer aufweist. Die Dehnungsmeßbrücke ist mit zwei Anschlüssen an einen Brückenspeisespannungsgenerator angeschlossen und weist zwei Ausgangsanschlüsse zur Abnahme des Meßbrückenausgangssignals auf. Das Auswertegerät arbeitet auf die Schützensteuerung. Zwischen Dehnungsmeßbrücke und Auswertegerät ist ein Frequenzwandler mit Frequenzgenerator angeordnet, welcher das Meßbrückenausgangssignal in ein Frequenzsignal wandelt. Das Auswertegerät weist zumindest einen Zähler mit einstellbarem Anfangswert, zumindest einen Schalter und einen Frequenzteiler auf, der aus einer Referenzfrequenz eines Frequenznormals ein periodisches Steuersignal als Torzeit für den Zähler erzeugt. Mit dem Zähler sind während der Torzeit die Perioden zählbar, die das Frequenzsignal des Frequenzwandlers enthält. Der Schalter ist durch den Zähler ausschaltbar, wenn ein vorgegebener Zählerstand innerhalb der Torzeit erreicht oder überschritten ist. Die Torzeit ist so einstellbar, daß sie gleich oder größer ist als die Periodendauer der Lastschwingungen.

EP 0 168 562 A2

Hebezeug mit Überlastsicherung

Die Erfindung bezieht sich gattungsgemäß auf ein Hebezeug mit zumindest einem Hubmotor, Schützensteuerung für den Hubmotor und auf die Schützensteuerung arbeitender Überlastsicherung, wobei die Überlastsicherung einen Seilkraftgeber mit Dehnungsmeßbrücke, ein Auswertegerät und eine Einrichtung zur Unterdrückung dynamischer Lastspitzen aus Lastschwingungen bestimmbarer Periodendauer aufweist, wobei die Dehnungsmeßbrücke mit zwei Anschlüssen an einen Brückenspeisespannungsgenerator angeschlossen ist sowie zwei Ausgangsanschlüsse zur Abnahme des Meßbrücken-
10 ausgangssignals aufweist und wobei fernerhin das Auswertegerät auf die Schützensteuerung arbeitet. - Dehnungsmeßbrücke bezeichnet eine im allgemeinen mit Dehnungsmeßstreifen arbeitende Meßbrücke, wobei die Dehnungsmeßstreifen Dehnungen erfahren, die definiert von der Seilkraft abhängen.

15

Bei dem bekannten gattungsgemäßen Hebezeug (DE-OS 25 16 768) ist die Schaltungsanordnung so getroffen, daß das Ausgangssignal der Meßbrücke über einen Verstärker als Eingangssignal für mehrere spannungsabhängige Schaltstufen des Auswertegerätes dient, welche
20 Schaltstufen jeweils einen Ausgangskontakt umschalten, wenn der Wert der Spannung an ihrem Eingang und damit die Größe der Last am Seil des Hebezeuges einen jeweils festliegenden Wert überschreitet. Eine Lastanzeigetafel ist zugeordnet. Die Ausgangskontakte der Schaltstufen wirken auf die Schützensteuerung, so daß das Hubwerk bei Über-
25 schreiten eines bestimmten Wertes der Last abgeschaltet wird. Auf der Lastanzeigetafel erscheint die Last, z. B. in digitalen Ziffern. Die Einrichtung zur Kompensation dynamischer Lastspitzen aus Lastschwin-

- gungen verlangt bei der bekannten Ausführungsform eine besondere Seiltraverse mit zwei gegenüberliegenden Seitenblechen, an denen über der Dehnungsmeßbrücke zugeordnete Dehnungsmeßstreifen angeordnet sind. Durch diese Anordnung soll eine Verfälschung bei quer zur
- 5 Traverse pendelnder Last ausgeglichen werden, da eine Traversenseite bei der pendelnden Last belastet, die andere Traversenseite gleichzeitig entlastet wird. Es sollen gleichsam Mittelwerte der Lastschwingung aufgenommen werden. Das gelingt nur mehr oder weniger genau. Außerdem wird bei sehr steil ansteigender Last (z. B. feststehendem
- 10 Lasthaken) eine unzulässig lange Abschaltverzögerung wirksam. Die bekannte Ausführungsform ermöglicht es, den Seilkraftgeber und das Auswertegerät getrennt abzugleichen und unabhängig voneinander ohne gemeinsamen Abgleich auszutauschen, was montagetechnisch und wartungstechnisch einen Vorteil darstellt. Um diese Austauschbarkeit zu
- 15 erreichen, müssen beim Seilkraftgeber Nullpunkt und Empfindlichkeit auf definierte Werte abgeglichen werden. Zusätzlich müssen im Auswertegerät die Versorgungsspannung für die Meßbrücke, die Verstärkung und die Offsetspannung des Differenzverstärkers sowie die spannungsabhängigen Schaltstufen abgeglichen werden. Die Genauigkeit
-) 20 und die Funktionssicherheit der gesamten Anordnung hängt im besonderen Maße von der Konstanz und Genauigkeit dieser Abgleiche und der verwendeten Bauteile ab. Das gilt insbesondere, wenn dynamische Lastspitzen auftreten.
- 25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem gattungsgemäßen Hebezeug einerseits die Funktionssicherheit und anderer-

- 3 -

seits die Genauigkeit zu verbessern, und zwar auch bei Auftreten dynamischer Lastspitzen.

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß zwischen
5 Dehnungsmeßbrücke und Auswertegerät ein Frequenzwandler mit
Frequenzgenerator geschaltet ist, welcher Frequenzwandler das Meß-
brückenausgangssignal in ein Frequenzsignal wandelt, daß das Aus-
wertegerät zumindest einen Zähler mit einstellbarem Anfangswert, zu-
mindest einen Schalter und einen Frequenzteiler aufweist, welcher
10 Frequenzteiler aus einer Referenzfrequenz einer Referenzquelle ein
periodisches Steuersignal als Torzeit für den Zähler erzeugt, daß mit
dem Zähler während der Torzeit die Perioden zählbar sind, die das
Frequenzsignal des Frequenzwandlers enthält, daß der Schalter durch
den Zähler ausschaltbar ist, wenn ein vorgegebener Zählerstand inner-
15 halb der Torzeit erreicht oder überschritten ist, und daß die Torzeit
so einstellbar ist, daß sie gleich oder größer ist als die Periodendauer
der Lastschwingungen. In Strenge handelt es sich um eine Abwärts-
zählung und, so betrachtet, um eine Unterschreitung der Torzeit. Um
ohne weiteres mit hoher Genauigkeit in bezug auf die Überlastsicherung
20 arbeiten zu können, ist eine bevorzugte Ausführungsform, in Kombi-
nation zu den vorbeschriebenen Merkmalen, dadurch gekennzeichnet,
daß der Frequenzwandler den Brückenspeisespannungsgenerator aufweist,
und daß dem Brückenspeisespannungsgenerator sowie dem Frequenz-
generator ein und dieselbe Referenzspannung der Referenzspannungsquelle
25 zuführbar ist, wobei das Verhältnis zwischen Referenzspannung und
Brückenspeisespannung abgleichbar ist. Zur Erhöhung der Funktions-
sicherheit trägt bei, daß der Frequenzwandler auf eine der Nulllast
entsprechende Mindestfrequenz abgleichbar ist. Aus gleichem Grunde
sind zweckmäßigerweise im Auswertegerät das Frequenzsignal sowie
30 die Torzeit überwachbar.

Das erfindungsgemäße Hebezeug kann ein Hubwerk mit nur einer Geschwindigkeit oder ein Hubwerk mit mehreren Hubgeschwindigkeiten aufweisen. Insbesondere liegt im Rahmen der Erfindung eine Ausführungsform mit einem Hubwerk für eine langsame Hubgeschwindigkeit in einer Anhebephase und einem Hubwerk für eine schnelle Hubgeschwindigkeit. Diese Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß das Auswertegerät zwei Zähler aufweist, die über den Frequenzteiler jeweils mit einer unterschiedlichen Torzeit versorgbar sind, deren erste einer vorgegebenen Teillast und einem ersten Zähler, deren zweite der Nennlast sowie einem zweiten Zähler zugeordnet ist, und daß während der Anhebephase die schnelle Hubgeschwindigkeit abschaltbar ist.

Im folgenden werden die Merkmale der Erfindung sowie die erreichten Vorteile anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Hebezeug mit zwei Hubmotoren und der zugeordneten Schaltungsanordnung in Form eines Blockschaltbildes,

Fig. 2 die Schaltungsanordnung des Frequenzwandlers aus dem Gegenstand nach Fig. 1 und

Fig. 3 die Schaltungsanordnung des Auswertegerätes aus dem Gegenstand der Fig. 1.

Die Fig. 1 zeigt beispielhaft ein Hebezeug, bei dem eine Dehnungsmeßbrücke 1 über die Anschlüsse 2 und 3 für die Brückenspeise-

- 5 -

spannung und über Ausgangsanschlüsse 4, 5 für die Brückenausgangsspannung mit einem Frequenzwandler 6 verbunden ist. Der Ausdruck Frequenzwandler meint einen Spannungs/Frequenz-Wandler. Der Frequenzwandler 6 wird über die Anschlußleitungen 7 und 8 mit einer Gleichspannung aus dem Auswertegerät 9 versorgt. Das Ausgangssignal des Frequenzwandlers 6 in der Form einer Spannung oder eines Stromes mit veränderlicher Frequenz wird über die Anschlußleitung 10 an das Auswertegerät 9 übertragen. Die Schützensteuerung 13 schaltet zwei Hubmotoren. Über die Ausgangsleitungen 11 und 12 wird die Steuerung der Motoren so geschaltet, daß die Hubbewegung bei Überlast zwangsweise abgeschaltet wird. - Fig. 2 zeigt im Detail den Aufbau des Frequenzwandlers 6 und die Anschaltung an die Dehnungsmeßbrücke 1. Die Dehnungsmeßbrücke 1 ist eine bekannte Brückenschaltung mit mindestens einem durch mechanische Dehnung veränderbaren Widerstand. Die Brückenspeisespannung wird durch den Operationsverstärker 62 aus der Spannung der Referenzspannungsquelle 61 erzeugt und verstärkt. Durch den Abgleichwiderstand 63 wird ein festes Verhältnis zwischen Referenzspannung und Brückenspannung eingestellt.

Das Meßbrückenausgangssignal wird durch den Operationsverstärker 64 verstärkt, dessen Ausgangssignal über die Verbindung 66 den Frequenzgenerator 65 steuert. Der Ausgang des Frequenzgenerators 65 liefert ein Frequenzsignal, das zwischen den Anschlußleitungen 8 und 10 gemessen wird, wobei sich die Frequenz proportional zur Änderung des Meßbrückenausgangssignals zwischen den Ausgangsanschlüssen 4 und 5 verändert. Der Frequenzgenerator 65 ist eine bekannte elektronische Schaltung, wobei die

BAD ORIGINAL

Ausgangsfrequenz proportional zum Steuersignal in der Verbindung 66 und zur Referenzspannung in der Verbindung 67 zwischen Frequenzgenerator 65 und Brückenspeisespannungsgenerator ist. Eine Änderung der Referenzspannung hin zu niedrigeren Werten bewirkt dabei eine proportionale Änderung der Ausgangsfrequenz zu höheren Werten. Da das Ausgangssignal der Dehnungsmeßbrücke 1 und damit das Steuersignal für den Frequenzgenerator 65 sich proportional und gleichsinnig mit der Brückenspeisespannung ändert, andererseits die Änderung der Ausgangsfrequenz des Frequenzgenerators 65 proportional aber gegensinnig zur Referenzspannungsänderung ist, kompensieren sich die Einflüsse von Referenzspannungsschwankungen auf das Ausgangssignal. Die erfindungsgemäße Kombination von Dehnungsmeßbrücke 1, Brückenspeisespannungsgenerator, Referenzspannungsquelle 61 und Frequenzgenerator 65 erlaubt es, die Schaltung nach Fig. 2 mit einer einfachen Gleichspannung zu speisen, die nicht die für Dehnungsmeßbrücken 1 sonst benötigte Genauigkeit und Konstanz erfüllen muß.

20 Mit den Abgleichwiderständen 67 und 68 kann die Offsetspannung der Dehnungsmeßbrücke 1 so abgeglichen werden, daß bei unbelasteter Dehnungsmeßbrücke 1 das Ausgangssignal eine festgelegte Grundfrequenz hat. Mit dem Abgleichwiderstand 68 wird über die Brückenspeisespannung die Empfindlichkeit der Dehnungsmeßbrücke 1 so abgeglichen, daß bei der Nenndehnung das Ausgangssignal die Nennfrequenz hat. Ein zusätzlicher Abgleich des Frequenzgenerators 65 ist nicht erforderlich.

In Fig. 3 ist die Ausbildung des Auswertegerätes 9 in Fig. 1 dargestellt worden. Das über die Anschlußleitung 10 zugeführte

- 7 -

Frequenzsignal wird in den voreinstellbaren Zählern 97 und 100 verarbeitet. Das Eingangssignal für den Zähler 100 wird zuvor durch den programmierbaren Frequenzteiler 102 im Verhältnis $1/n_2$ geteilt. Der Anfangswert für die Zähler 97, 100 wird durch
5 den mehrpoligen Schalter 96 eingestellt. Der Zähler 97 liefert mit dem Erreichen des Zählerstandes Null ein Ausgangssignal, dessen Dauer durch die abfallverzögerte Zeitstufe 98 verlängert wird, so daß mindestens die Dauer einer Torzeit erreicht wird. Ebenso verhält sich der Zähler 100 mit der nachgeschalteten Zeitstufe
10 101, dessen Ausgangssignal die Ausgangselemente, vorzugsweise Schaltrelais 104, 105, ansteuert, die über die Ausgangsleitungen 11, 12 die Hubmotoren abschalten. Das Ausgangssignal von der Zeitstufe 101 steuert über die Verbindungsleitung 106 ebenfalls den Frequenzteiler $1/n_2$, 102 in der Weise, daß das Verhältnis
15 zwischen Eingangs- und Ausgangsfrequenz größer wird. Das Ausgangssignal von der Zeitstufe 98 triggert eine monostabile Kippstufe 99, so daß für die Dauer der Rückfallzeit das Schaltrelais 105 über die Ausgangsleitungen 11 den Hubmotor mit der schnellen Hubgeschwindigkeit abschaltet.

20 Die Zeit zwischen den Setzvorgängen für die Zähler 97 und 100 wird durch die Torzeit bestimmt, die durch die Frequenzteiler $1/n_2$, 94 aus der Netzfrequenz des Wechselstromnetzes für die Stromversorgung erzeugt wird. Statt der Netzfrequenz kann auch
25 ein anderes Frequenznormal verwendet werden.

Das Stromversorgungsteil 91 des Auswertegerätes 9 wird aus dem Wechselspannungsnetz gespeist und versorgt über die Anschlußleitungen 7, 8 den Frequenzwandler 6. Der Signalformer 92 erzeugt
30 aus der Netzfrequenz das Eingangssignal für den Frequenzteiler $1/n_1$, 93. Das Ausgangssignal des Teilers $1/n_1$, 93 setzt im Abstand einer ersten Torzeit, z. B. 80 ms über die Verbindungsleitung 103 den Zähler 97 auf den Anfangswert und ist Eingangssignal

BAD ORIGINAL

für den steuerbaren Frequenzteiler $1/n_1$ 94, der im Abstand einer zweiten oder dritten Torzeit den Zähler 100 über die Verbindungsleitung 109 auf den Anfangswert stellt. Die Torzeitfrequenz des Frequenzteilers $1/n_1$ 94 wird über die Anzeigelampe 107 angezeigt. Anhand der Blinkfrequenz der Anzeige kann die ordnungsgemäße Funktion des Torzeitgebers kontrolliert werden.

Beim Anheben einer Last arbeitet der Zähler 97 mit der ersten Torzeit, der Zähler 100 arbeitet mit einer längeren zweiten Torzeit; aufgrund des am Schalter 96 eingestellten Wertes erreicht der Zähler 97 bei einer vorgegebenen Teillast, z. B. 25 % der Nenntraglast, innerhalb der ersten Torzeit den Zählerstand Null und Zähler 100 bei der Grenztraglast, z. B. 105 % der Nenntraglast, innerhalb der zweiten Torzeit den Zählerstand Null.

Wenn die vorgegebene Teillast überschritten wird, triggert das Ausgangssignal vom Zähler 97 über die Zeitstufe 98, die monostabile Kippstufe 99 und schaltet damit für die eingestellte Rückfallzeit die schnelle Hubgeschwindigkeit ab.

Über die Verbindungsleitung 111 werden die Frequenzteiler $1/n_1$ 94 gesteuert, so daß Zähler 100 eine verkürzte dritte Torzeit erhält und der Frequenzteiler $1/n_1$ 102 gesteuert, so daß die Eingangsfrequenz für Zähler 100 entsprechend der verkürzten Torzeit heraufgesetzt wird. Durch das Abschalten der schnellen Hubgeschwindigkeit beim Anheben der Last und die gleichzeitige kürzere Torzeit wird die Ansprechzeit des Auswertegerätes 9 bei Überschreiten der Grenzlast verkürzt und der Nachlaufweg des Hubwerkes verkürzt.

Zur Synchronisation der Frequenzteiler 93, 94 werden diese über die Verbindungsleitung 110 durch das Triggersignal für die Kippstufe 99 rückgesetzt.

- 5 Nach Ablauf der Rückfallzeit der monostabilen Kippstufe 99 wird die schnelle Hubgeschwindigkeit wieder eingeschaltet, falls Zähler 100 nicht das Überschreiten der eingestellten Grenztraglast erkannt hat. Der Zähler 100 arbeitet dann wieder mit der zweiten Torzeit. Diese zweite Torzeit wird vorzugsweise so gewählt,
10 daß sie gleich oder größer als die Periodendauer der Lastschwingung einer hängenden Last ist. Dadurch wird nach dem Anheben der Last auch bei Seilschwingungen mit guter Annäherung durch den Zähler 100 der statische Mittelwert der Last gemessen.
- 15 Bei Hubwerken mit nur einer Hubgeschwindigkeit kann die Funktion der monostabilen Kippstufe 99 durch einen Schalter oder eine Kurzschlußbrücke gesperrt werden, so daß die Feinhubzeit beim Anheben entfällt. Die beiden Schaltrelais 104, 105 haben dadurch die gleiche Funktion und werden nur durch die Zeitstufe 101 ge-
20 schaltet, vorzugsweise beim Überschreiten der Grenzlast.

Zur Funktionsüberwachung der Schaltung überwacht eine nachtriggerbare monostabile Kippstufe 103 über die Verbindungsleitung 112 die Torzeit für Zähler 100 und über die Verbindungsleitung
25 113 die Mindestfrequenz, die der Frequenzgeber am Ausgang des Frequenzteilers $1/n$, erzeugen muß. Beim Unterschreiten des vorgegebenen Verhältnisses zwischen Torzeit und Netzperiode oder beim Unterschreiten der Mindestfrequenz wird die monostabile Kippstufe

103 nicht nachgetriggert, so daß der Ausgang den stabilen Zustand erreicht und über die Zeitstufe 101 die Hubbewegung abschaltet.

Zur Funktionskontrolle durch eine Person wird der Testtaster 95
5 betätigt. Über die Leitung 114 werden dabei die Zähler 97 und
100 auf den Anfangswert gesetzt und die Frequenz $1/n_1$ 93 und
 $1/n_2$ 94 gesperrt, so daß durch die Betätigung des Testtasters
95 die Torzeit beliebig verlängert wird. Bei ordnungsgemäßer
Funktion von Geber und Auswertegerät 9 erreichen die Zähler 97
10 und 100 den Zählerstand Null, so daß die zugeordneten Abschalt-
funktionen des Hubwerks ausgelöst werden. Zusätzlich kann durch
eine Zeitmessung mit einer Stoppuhr bei leerem Lasthaken oder
bei bekannter Last die eingestellte Grenztraglast kontrolliert
werden. Für den verwendeten Seilkraftgeber sind sowohl die Aus-
15 gangsfrequenz ohne Last als die Ausgangsfrequenz bei der Nenn-
belastung bekannt. Zur Überprüfung der eingestellten Grenztrag-
last des Hubwerkes wird die monostabile Kippstufe 99 in der oben
beschriebenen Weise gesperrt, die Ausgänge des Auswertegerätes
9 schalten dann, wenn der Zähler 100 die Nullstellung erreicht.

20

Durch Betätigung des Testtasters 95 und Start der Stoppuhr wird
der Prüfvorgang gestartet. Die Stoppuhr wird angehalten, wenn
die Ausgänge abschalten. Bei dieser Prüfung wird der Zähler 100
mit einer bekannten Frequenz dekrementiert und hat am Ende der
25 gemessenen Zeit den Zählerstand Null. Aus der gemessenen Zeit
kann der Anfangswert des Zählers und dadurch die eingestellte
Grenzlast errechnet werden.

0168562

- 11 -

Patentansprüche:

1. Hebezeug mit zumindest einem Hubmotor, Schützensteuerung für den Hubmotor und auf die Schützensteuerung arbeitender Überlastsicherung, wobei die Überlastsicherung
- 5 einen Seilkraftgeber mit Dehnungsmeßbrücke,
- ein Auswertegerät und

eine Einrichtung zur Unterdrückung dynamischer Lastspitzen aus Lastschwingungen bestimmbarer Periodendauer

aufweist, wobei die Dehnungsmeßbrücke mit zwei Anschlüssen an einen
5 Brückenspeisespannungsgenerator angeschlossen ist sowie zwei Ausgangsanschlüsse zur Abnahme des Meßbrückenausgangssignals aufweist und wobei fernerhin das Auswertegerät auf die Schützensteuerung arbeitet, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen Dehnungsmeßbrücke (1) und Auswertegerät (9) ein Frequenzwandler
10 (6) mit Frequenzgenerator (65) angeordnet ist,

welcher Frequenzwandler (6) das Meßbrückenausgangssignal in ein Frequenzsignal wandelt,

15 daß das Auswertegerät (9) zumindest einen Zähler (100) mit einstellbarem Anfangswert, zumindest einen Schalter (104) und einen Frequenzteiler (93) aufweist,

20 welcher Frequenzteiler (93) aus einer Referenzfrequenz einer Referenzsignalquelle ein periodisches Steuersignal als Torzeit für den Zähler (100) erzeugt,

daß mit dem Zähler (100) während der Torzeit die Perioden zählbar sind, die das Frequenzsignal des Frequenzwandlers (6) enthält,

25

daß der Schalter (104) durch den Zähler (100) ausschaltbar ist, wenn ein vorgegebener Zählerstand innerhalb der Torzeit erreicht oder überschritten ist,

und daß die Torzeit so einstellbar ist, daß sie gleich oder größer ist als die Periodendauer der Lastschwingungen.

5 2. Hebezeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzwandler (6) den Brückenspeisespannungsgenerator aufweist, und daß dem Brückenspeisespannungsgenerator sowie dem Frequenzgenerator einunddieselbe Referenzspannung der Referenzspannungsquelle (61) zuführbar ist, wobei das Verhältnis zwischen Referenzspannung und
10 Brückenspeisespannung abgleichbar ist.

3. Hebezeug nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzwandler (6) auf eine der Nullast entsprechende
15 Mindestfrequenz abgleichbar ist.

15 4. Hebezeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Auswertegerät (9) das Frequenzsignal sowie die Torzeit überwachbar sind.

20 5. Hubwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4 in der Ausführungsform mit einer langsamen Hubgeschwindigkeit für eine Anhebephase und einer schnellen Hubgeschwindigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswertegerät (9) zwei Zähler (97, 100) aufweist, die über den Frequenzteiler (102) jeweils mit einer unterschiedlichen Torzeit versorgbar
25 sind, deren erste einer vorgegebenen Teillast und einem ersten Zähler (97), deren zweite der Nennlast sowie einem zweiten Zähler (100) zugeordnet ist, und daß während der Anhebephase die schnelle Hubgeschwindigkeit abschaltbar ist.

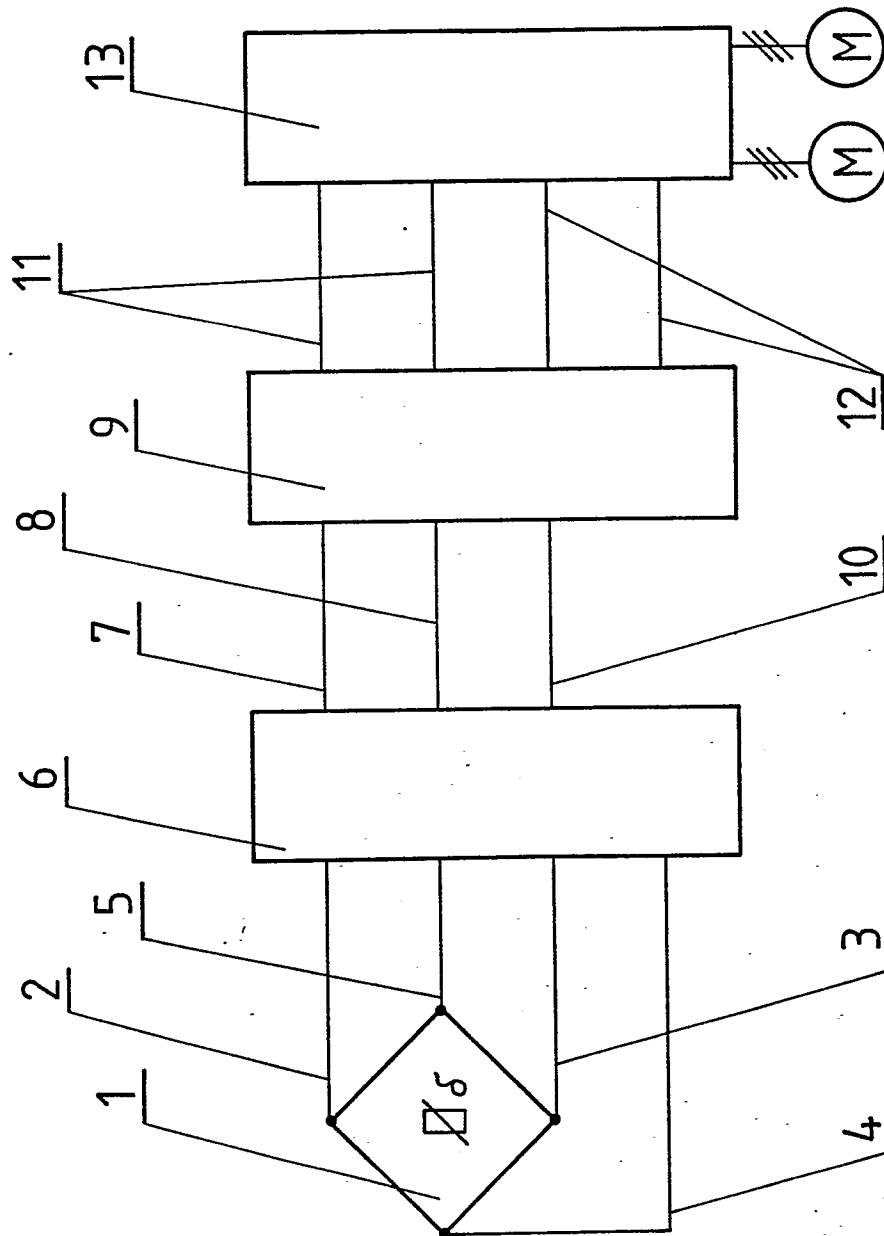


Fig. 1

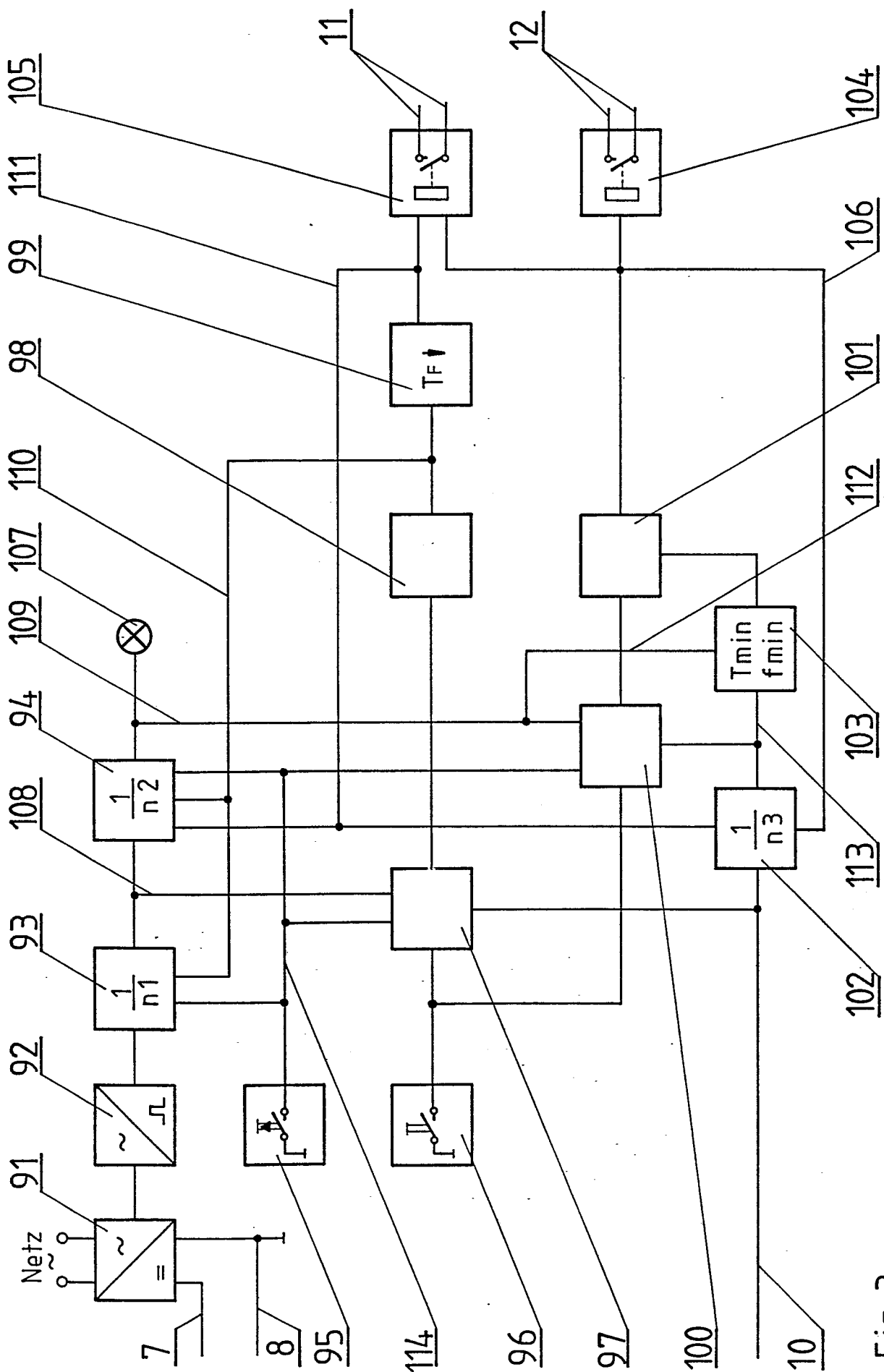


Fig. 3