



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 657 947 A5

⑤① Int. Cl. 4: H 02 P 7/628
H 02 P 5/28

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

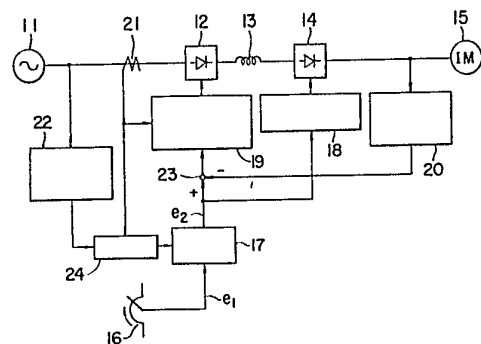
⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 5486/81</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 26.08.1981</p> <p>⑳③ Priorität(en): 29.08.1980 JP 55-118294</p> <p>㉔ Patent erteilt: 30.09.1986</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 30.09.1986</p>	<p>㉗ Inhaber: Tokyo Shibaura Denki Kabushiki Kaisha, Kawasaki-shi/Kanagawa-ken (JP)</p> <p>㉘ Erfinder: Hirata, Akio, Kata-Machi Fuchu-shi/Tokyo-to (JP)</p> <p>㉙ Vertreter: Patentanwaltbüro Feldmann AG, Opfikon-Glattbrugg</p>
--	--

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Regulieren eines Wechselstrommotors.

⑤⑦ Das Verfahren und die Vorrichtung zur Ausübung desselben dienen der Tourenzahlregulierung eines Wechselstrommotors (15), der über einen Frequenzumformer (14) aus einer Wechselstromquelle (11) gespeist wird. Insbesondere soll bei einem kurzzeitigen Spannungsunterbruch der Wechselstromquelle der Motor bei Spannungsrückkehr seine ursprüngliche Tourenzahl wieder erreichen. Dazu ist ein Begrenzer (24) an die Eingangsspannung und den Eingangstrom angeschlossen, der die Primärfrequenz rascher herabsetzt, als dem Tourenzahlabfall während des Spannungswegfalles entspricht. Dadurch kann der Motor mit einem auf einen vorbestimmten Wert begrenzten Primärstrom beschleunigen, wobei die Primärfrequenz und der Primärstrom in einem vorbestimmten Verhältnis stehen.

Bei bekannten Regelverfahren dieser Art konnte unter bestimmten Umständen der Motor die ursprüngliche Tourenzahl nicht mehr erreichen, weil er kein ausreichendes Drehmoment entwickeln konnte.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Regeln der Tourenzahl eines Wechselstrommotors (15), der aus einer Wechselstromquelle (11) über einen Frequenzumformer gespeist wird, wobei die Tourenzahl des Wechselstrommotors durch Regeln der Primärfrequenz und der Primärspannung des Motors mittels des Frequenzumformers (14) geregelt wird, wobei die Primärspannung über einen geschlossenen Kreis (22, 17, 19) geregelt wird, der einen Nebenkreis (21, 19) umfasst und wobei der Primärstrom des Motors von diesem Nebenkreis und die Primärfrequenz von einem offenen Kreis (18, 14) geregelt wird, gekennzeichnet durch die Schritte:

rascheres Absenken der Primärfrequenz des Frequenzumformers als dem Absinken der Tourenzahl des Motors während eines Spannungswegfalls der Wechselstromquelle entspricht und Beschleunigen des Motors auf seine ursprüngliche Tourenzahl, wobei der Primärstrom auf einen vorbestimmten Wert gehalten wird, der kleiner ist, als der vom Nebenkreis begrenzte Stromwert, während die Primärfrequenz und der Primärstrom in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

2. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens zur Tourenzahlregulierung eines Wechselstrommotors nach Anspruch 1, wobei der Wechselstrommotor (15) über einen Frequenzumformer (12-14) aus einer Wechselstromquelle (11) gespeist wird und die Tourenzahl nach Massgabe eines Tourenzahlwählers (16) durch Regeln der Primärfrequenz und der Primärspannung des Frequenzumformers geregelt wird, wobei die Primärspannung mit einem geschlossenen Kreis (22, 17, 19) geregelt wird, der einen Spannungsdetektor (22) und einen Nebenkreis (19, 21) mit einem Stromdetektor (21) umfasst, wobei der Primärstrom des Motors von diesem Nebenkreis, die Primärfrequenz von einem offenen Kreis (18, 14) mit einem Eingangsbegrenzer (17) geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Begrenzer (24) zwischen dem Eingangsbegrenzer (17) und dem Spannungsdetektor (22) angeordnet ist, der die Spannung der Wechselstromquelle (11) und des Stromdetektors (21) überwacht, wobei der Begrenzer (24) und der Eingangsbegrenzer (17) so geschaltet sind, dass sie die Primärfrequenz rascher absenken als dem Tourenzahlabfall des Motors (15) während eines kurzzeitigen Stromausfalles der Wechselstromquelle (11) entspricht und danach den Motor (15) auf seine ursprüngliche Tourenzahl beschleunigen, wobei der Primärstrom auf einen vorbestimmten Wert gehalten wird, der kleiner ist als der Wert der vom Nebenkreis begrenzt wird, wobei die Primärfrequenz und der Primärstrom in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Begrenzer (24) einen Komparator (25) umfasst, der den Primärstrom mit einem vorbestimmten Referenzstrom vergleicht, wobei ein Strombegrenzer (CL_2), der mit dem Ausgang des Komparators (25) verbunden ist, mehrere Steuersignale (e_{12} , e_{13}) abgibt und wobei der Eingangsbegrenzer (17) einen ersten Operator (OA_1) umfasst, der mit einem vom Tourenzahlwähler abgegebenen Referenzsignal (e_1) gespeist wird, während ein zweiter Operator (OA_2) das Ausgangs-Spannungs-Frequenz-Referenzsignal (e_2) an den primären, geschlossenen Spannungsregelkreis (22, 24, 17, 19) und an den geschlossenen Stromregelkreis (21, 24, 17, 12) abgibt, wobei ein Regelwiderstand (R_{13}), der vom Steuersignal (e_{13}) geregelt wird, zwischen die beiden Operatoren (OA_1 , OA_2) geschaltet ist (Fig. 6).

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Operator (OA_1) mit einem parallel dazu geschalteten Amplituden-Begrenzer (L_1) versehen ist, der von einem vom Strombegrenzer (CL_2) abgegebenen Steuersignal (e_{12}) gesteuert wird, während der zweite Operator (OA_2) durch einen Kondensator (C_{11}) überbrückt ist, dass der Eingangsbegrenzer (17) einen weiteren Regelwiderstand (R_{12}) umfasst, der zwischen den Eingang des ersten — und dem Ausgang des zweiten Operators geschaltet ist, der von einem vom Strombegrenzer (CL_2)

abgegebenen Steuersignal (e_{13}) geregelt wird, so, dass der Begrenzer (24) und der Eingangsbegrenzer (17) die Tourenzahlabnahme und die Beschleunigung des Motors (15) während eines kurzzeitigen Stromausfalles der Stromzufuhrquelle (11) regeln (Fig. 6).

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingangsbegrenzer (17) einen ersten Operator (OA_1) umfasst, der mit einem mittels des Tourenzahlwählers (16) eingestellten Steuersignal (e_1) gespeist wird, dass einem zweiten Operator (OA_2) das Ausgangssignal des ersten Operators (OA_1) zugeführt wird, dass ein Kondensator (C_{11}) parallel zum zweiten Operator (OA_2) geschaltet ist, dass ein Widerstand (R_{12}) zwischen den Eingang des ersten und dem Ausgang des zweiten Operators geschaltet ist, dass der Begrenzer (24) einen Komparator (25) umfasst, der den Eingangsstrom des Frequenzumformers mit einem vorbestimmten Referenzstrom vergleicht, dass ein Strombegrenzer (CL_2) mit dem Ausgang des Komparators (25) gespeist wird, dass ein Polaritäts-Discriminator (30) die Polarität des Ausgangs des Strombegrenzers (CL_2) feststellt und dass Mittel vorgesehen sind, die es dem Discriminator (30) ermöglichen, ein Ausgangssignal an den zweiten Operator (OA_2) zu liefern, welches diesen befähigt, ein Spannungs-Frequenz-Referenzsignal (e_2) zu erzeugen (Fig. 7).

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zum Regulieren der Tourenzahl eines Wechselstrommotors mittels eines Frequenzumwandlers.

Die Bezeichnung Wechselstrommotor ist gewählt worden, weil sich das Verfahren sowohl auf Synchronmotoren, als auch auf Induktionsmotoren bezieht, während als Frequenzwandler sowohl Strom-Wechselrichter als Spannung-Wechselrichter wie Cycloconverter in Frage kommen.

Fig. 1 zeigt beispielsweise eine bekannte Regulier Vorrichtung für einen Wechselstrommotor in der 11 eine Wechselstromquelle, 12 einen Gleichrichter, 13 eine Drosselspule, 14 einen Wechselrichter, 15 einen Induktionsmotor, 16 einen Tourenzahlwähler in Form eines Regelwiderstandes, 17 einen Eingangsbegrenzer, 18 einen Frequenzregler, 19 einen Ausgangsspannungsregler, 20 einen Ausgangsspannungsdetektor, 21 einen Eingangsstromdetektor in Form eines Stromtransformators und 22 einen Eingangsspannungsdetektor darstellt, die wie dargestellt miteinander verbunden sind. Mit der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung lässt sich die Tourenzahl des Induktionsmotors 15 regulieren. Dazu wird ein Strom-Wechselrichter verwendet, der den Strom aus der Quelle 11 mittels des Gleichrichters 12 gleichrichtet, mit der Drossel 13 glättet und danach mittels des Wechselrichters 14 wieder in Wechselstrom umwandelt, der dem Motor 15 zugeführt wird.

Die dem Motor zugeführte Leistung wird geregelt nach Massgabe des Frequenz-Referenzsignals e_2 , dessen Wert ein Vergleichswert zum Steuersignal e_1 darstellt und mittels dem Tourenzahlwähler 16 eingestellt und dem Eingangsbegrenzer 17 zugeführt wird. Die Primärfrequenz der dem Induktionsmotor 15 zugeführten Spannung wird bestimmt vom Eingangssignal das den Thyristoren des Wechselrichters 14 aus dem Frequenzregler 18, entsprechend dem Referenzsignal e_2 zugeführt wird. Andererseits wird die Primärspannung, die dem Induktionsmotor 15 zugeführt wird, von den Eingangssignalen bestimmt, die die Thyristoren des Gleichrichters 12 aus dem Spannungsregler 19 erreichen, die ebenfalls dem Referenzsignal e_2 entsprechen.

Die Primärspannung wird vom Ausgangs-Spannungsdetektor 20 festgestellt und mit der Spannung und der Frequenz des Signals e_2 vom Komparator 23 in einem geschlossenen Schaltkreis verglichen.

Der Strom wird von einem geschlossenen Nebenschaltkreis kontrolliert, der den Eingangsstrom-Detektor 21 umfasst, da-

mit der Ausgangsstrom des Gleichrichters 12 einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Mit anderen Worten, wenn der Ausgangsstrom des Gleichrichters 12 infolge eines Kurzschlusses oder Überlast des Motors 15 ansteigt, wird er unabhängig von der Spannung und der Frequenz des Signals e_2 auf den bestimmten Wert begrenzt. Während also die Primärspannung und die Primärfrequenz für den Motor 15 entsprechend dem Signal e_2 geregelt werden, wird im Fall, dass der Ausgangsstrom einen vorbestimmten Wert übersteigt, die Primärspannung gesenkt, um so den Ausgangsstrom zu begrenzen.

Spannungsänderungen der Wechselstromquelle 11 werden vom Eingangsspannungs-Detektor 22 festgestellt. Fällt die Spannung kurzzeitig aus, stoppt Detektor 22 die Wirkung des Frequenzumformers.

In Fig. 2 ist ein solcher Fall schematisch dargestellt. Hierin stellt die Kurve (a) die Spannung der Wechselstromquelle 11 dar, Kurve (b) zeigt das Signal, Kurve (c) die Tourenzahl des Motors und Kurve (d) das Referenz-Spannungs-Frequenz-Signal e_2 .

Es ist der Fall dargestellt, dass im Moment t_1 die Spannung der Quelle 11 unter einen vorbestimmten Wert sinkt und im Zeitpunkt t_2 sich wieder erholt. Während des Zeitintervalles T_c wird die Wirkung des Gleichrichters 12 und des Wechselrichters 14 unterbrochen und während dieser Zeit sinkt die Tourenzahl des Induktionsmotors 15 um den Wert ΔN . Aus diesem Grund sinkt die Spannung des Referenzsignals e_2 um den Wert ΔE , die der Tourenzahl des Motors entspricht. Dies wird vom Verlauf des Drehmomentes T und des Stromes I wie in Fig. 3 dargestellt verursacht. In Fig. 3 ist die Tourenzahl N als Abszisse und das Drehmoment T sowie der Primärstrom des Motors als Ordinate aufgetragen. Bei einer Primärfrequenz F_1 entspricht der Drehmoment-Verlauf der Kurve T_1 , die Stromaufnahme der Kurve I_1 und die synchrone Tourenzahl N_{01} . Hat die Primärfrequenz den Wert F_2 , entspricht das Drehmoment der Kurve T_2 , der Primärstrom der Kurve I_2 und die synchrone Tourenzahl N_{02} , wobei $F_1 < F_2$ ist. Wird der Primärstrom auf den Wert I_{21} für die Frequenz begrenzt, hat das Drehmoment einen Wert entsprechend der Kurve T_2 im Tourenzahlbereich zwischen $N_{21} - N_{22}$. Bei anderen Tourenzahlen aber nimmt das Drehmoment entsprechend den schraffierten Flächenteilen ab.

Nehmen wir an, dass der Motor 15 bis zum Zeitpunkt t_1 mit einer Primärfrequenz F_2 betrieben wurde und dass während eines Zeitintervalles T_c ein Stromunterbruch stattfindet. Im Zeitpunkt t_2 wird er wieder mit einer Frequenz F_2 gespeist. Ist jetzt die Tourenzahl des Motors höher als N_{21} kann er wieder anlaufen und seine ursprüngliche Tourenzahl erreichen. Ist dagegen die Tourenzahl unter den Wert N_{21} abgesunken, wird der Ausgangsstrom des Wechselrichters 14 (bzw. des Gleichrichters 12) auf den Wert I_{21} begrenzt; demzufolge sinkt das Drehmoment des Motors und er kann seine ursprüngliche Tourenzahl, wie sie vor dem Zeitpunkt t_1 war, nicht mehr erreichen. Sinkt also die Primärfrequenz von F_2 auf F_1 entsprechend einem Wert ΔN , lässt sich im Zeitpunkt t_2 ein Drehmoment T_1 erreichen und kann der Motor wieder seine ursprüngliche Tourenzahl erreichen unter der Voraussetzung dass die Synchrongeschwindigkeit $N_{02} - N_{01} \cong \Delta N$ ist.

Aus dem vorhergehenden ist ersichtlich, dass bei kurzzeitigem Spannungsausfall der Motor wieder anlaufen und nur dann seine ursprüngliche Tourenzahl erreichen kann, wenn die Frequenz der Signalspannung e_2 um einen Wert ΔE entsprechend dem Tourenzahlabfall ΔN während des Intervalles T_c abnimmt, weil ja der Ausgangsstrom des Wechselrichters auf den Wert I_{21} begrenzt wird, wodurch das Drehmoment sinkt und es kaum möglich wäre, die ursprüngliche Tourenzahl wieder zu erreichen.

Die Feststellung, wie stark die Tourenzahl absinken darf, also die Bandbreite ΔN , bietet einige Probleme. Sowohl die Dauer des Unterbruches T_c , als die Belastung des Motors 15 spielen

eine Rolle. Wählt man den Wert ΔE für die Referenzspannung e_2 gross, dauert es lange bis der Motor wieder seine ursprüngliche Tourenzahl erreicht hat. Wählt man ΔE zu klein, kann der Motor seine ursprüngliche Tourenzahl überhaupt nicht mehr erreichen.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung mit deren Hilfe die Tourenzahl eines Wechselstrommotors geregelt werden kann. Die Erfindung stellt sich zur Aufgabe, ein Verfahren anzugeben und eine Vorrichtung dieser Art zu schaffen bei der bei kurzzeitigem Spannungswegfall der Wechselstrom-Quelle, der Motor wieder auf eine ursprüngliche Tourenzahl kommt.

Das erfindungsgemässe Verfahren zeichnet sich aus durch die Schritte: rascheres Absenken der Primärfrequenz des Frequenzumformers als dem Absinken der Tourenzahl des Motors während eines Spannungswegfalles der Wechselstromquelle entspricht und Beschleunigen des Motors auf seine ursprüngliche Tourenzahl, wobei der Primärstrom auf einen vorbestimmten Wert gehalten wird, der kleiner ist, als der vom Nebenkreis begrenzte Stromwert, während die Primärfrequenz und der Primärstrom in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Begrenzer zwischen dem Eingangsbegrenzer und dem Spannungsdetektor angeordnet ist, der die Spannung der Wechselstromquelle und des Stromdetektors überwacht, wobei der Begrenzer und der Eingangsbegrenzer so geschaltet sind, dass sie die Primärfrequenz rascher absenken als dem Tourenzahlabfall des Motors während eines kurzzeitigen Stromausfalles der Wechselstromquelle entspricht und danach den Motor auf seine ursprüngliche Tourenzahl beschleunigen, wobei der Primärstrom auf einen vorbestimmten Wert gehalten wird, der kleiner ist als der Wert der vom Nebenkreis begrenzt wird, wobei die Primärfrequenz und der Primärstrom in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel anhand der Fig. 4 bis 7 erläutert.

Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 ein Blockschema einer bekannten Regulier Vorrichtung für einen Induktionsmotor;

Fig. 2 ein Diagramm, das die Arbeitsweise der Vorrichtung nach Fig. 1 darstellt im Falle eines kurzzeitigen Stromausfalles; Fig. 3 zeigt Drehmoment-Strom-Tourenzahl-Charakteristik eines Induktionsmotors;

Fig. 4 ein Block-Diagramm einer Regulier Vorrichtung nach der Erfindung;

Fig. 5 ein Diagramm der Arbeitsweise der Vorrichtung nach Fig. 4 im Falle eines kurzzeitigen Stromausfalles;

Fig. 6 ein Block-Diagramm eines Teiles der Schaltung nach Fig. 4 und

Fig. 7 ein Verbindungs-Diagramm einer Variante zum Diagramm nach Fig. 6.

Fig. 4 zeigt eine erste Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes.

Die einzelnen Teile 11 bis 23 haben dieselbe Funktion wie diejenigen nach der Fig. 1. Ein Begrenzer 24 ist hier zwischen den Eingangsspannungs-Detektor 22, den Eingangsstrom-Detektor 21 und den Eingangs-Begrenzer 17 geschaltet. Die Wirkungsweise des Begrenzers 24 wird anhand des Wirkungsweise-Diagramms beschrieben und ein Beispiel des Begrenzers 24 ist in Fig. 6 dargestellt.

Fig. 5 zeigt die Kurvenform der Signale verschiedener Teile für den Fall, dass die Spannung der Wechselstromquelle 11 im Moment t_1 unter einen bestimmten Wert sinkt und im Zeitpunkt t_2 wieder den Normalwert erreicht. Auf gleiche Weise wie bei Fig. 2 beschrieben, zeigt Kurve (a) die Spannung der Wechselstromquelle, Kurve (b) ein Steuersignal, Kurve (c) die Drehzahl des Induktionsmotors 15, Kurve (d) die Frequenz-Spannungskurve des Referenzsignals e_2 und Kurve (e) den Primär-

strom (Eingangsstrom zum Gleichrichter 12) des Induktionsmotors 15. Auf gleiche Weise wie bei Fig. 2 ist während des Zeitintervalles T_c zwischen den Zeiten t_1 und t_2 die Wirkung des Gleichrichters 12 und des Wechselrichters 14 unterbrochen. Der Spannungsdetektor 22 stellt fest, wann die Quellenspannung wieder da ist, so dass der Gleichrichter und der Wechselrichter wieder den Betrieb aufnehmen können.

Wie zuvor beschrieben, entspricht im Zeitpunkt t_2 der Tourenzahlabfall ΔN_{11} nicht der Änderung ΔE_{11} des Referenzsignals e_2 .

Ist beispielsweise ΔE_{11} klein, kann der Motor nicht genügend Drehmoment erzeugen um zu beschleunigen, so dass im Zeitintervall zwischen t_2 und t_{21} die Tourenzahl weiter um ΔN_{12} absinkt. Während dieses Zeitintervalles $t_2 - t_{21}$ stellt der Begrenzer 24 fest, dass die Quellenspannung wieder da ist und dass der Primärstrom des Motors den vorbestimmten Stromwert überschreitet. Der Begrenzer regelt nun das Spannungs-Frequenz-Referenzsignal e_2 um den Wert ΔE_{12} herunter bis der Primärstrom den Wert I_1 erreicht, der kleiner ist als der vorbestimmte Wert. Demzufolge kommt der Tourenzahlabfall ($\Delta N_{11} + \Delta N_{12}$) des Motors in das vorbestimmte Verhältnis ($\Delta E_{11} + \Delta E_{12}$) des Referenzsignals e_2 und der Motor beginnt wieder zu beschleunigen bis er im Zeitpunkt t_3 die ursprüngliche Tourenzahl wieder erreicht hat. Fig. 5 (e) zeigt den Fall, dass der Motor zwischen den Zeitpunkten t_{21} und T_3 beschleunigt, während der vorbestimmte Strom I_1 eingehalten wird.

Ein Schaltkreis, der dies erlaubt, zeigt Fig. 6, bei dem der Eingangsbegrenzer 17 die Operatoren OA_1 und OA_2 in Form von Operations-Verstärkern enthält.

Besteht ein Unterschied zwischen dem eingestellten Steuerungssignal e_1 und dem Ausgangs-Spannungs-Frequenzsignal e_2 , bildet der Operator OA_1 ein Signal e_{11} , dessen Amplitude vom Begrenzer L_1 begrenzt wird. Das Signal e_{11} steuert die Änderung des Ausgangssignals des Operators OA_2 , das heisst also das Ausgangs-Referenzsignal e_2 . Die Grösse der Änderung wird bestimmt nach dem Verhältnis $e_{11}/R_{13} \cdot C_{11}$ worin R_{13} ein variabler Widerstand ist der zwischen den Operatoren OA_1 und OA_2 geschaltet ist, während C_{11} ein Kondensator ist, der parallel zum Operator OA_2 geschaltet ist. Stimmt die Gleichung: $e_1/R_{11} = e_2/R_{12}$ wird das Ausgangssignal e_{11} des Operators OA_1 praktisch gleich Null, ändert sich das Signal e_2 nicht und bleibt konstant. In der obigen Gleichung ist R_{11} ein dem Operator OA_1 vorgeschalteter, fester Widerstand und R_{12} ein einstellbarer Widerstand der zwischen dem Eingang von OA_1 und dem Ausgang von OA_2 geschaltet ist.

Im Komparator 25 wird das Ausgangssignal I des Stromdetektors 21 verglichen mit dem vom Regelwiderstand 26 eingestellten Wert CL_1 . Die Differenz wird einem Strombegrenzer CL_2 zugeführt, der die Signale e_{12} und e_{13} abgibt. Während des Zeitintervalles T_c wird das eingestellte Signal e_1 um den Wert ΔE_{11} entsprechend dem Signal e_2 geändert und der Widerstandswert des Regelwiderstandes R_{12} verringert.

Während des Zeitintervalles zwischen t_2 und t_{21} in dem der

Primärstrom des Motors den vorbestimmten Wert I_1 überschreitet (wie bei Fig. 5e dargestellt), gibt der Strombegrenzer CL_2 ein Signal e_{13} ab, das den Widerstandswert der Regelwiderstände R_{12} und R_{13} verringert, so dass die Referenzspannung e_2 sich rasch um den Wert ΔE_{12} verringert. Sinkt der Primärstrom auf den vorbestimmten Wert I_1 im Zeitpunkt t_{21} , gibt der Strombegrenzer CL_2 kein Signal e_{13} mehr ab, aber erzeugt ein Signal e_{12} das die Geschwindigkeit der Änderung $d e_2/dt = e_{11}/R_{13} \cdot C_{11}$ der Referenzspannung e_2 bestimmt, indem sie die Amplitude des Signals e_{11} des Operators OA_1 regelt, damit der Motor 15 bis zum Zeitpunkt t_3 beschleunigt, während der Primärstrom den Wert I_1 nicht überschreitet. Im Zeitpunkt t_3 hat der Motor wieder seine ursprüngliche Tourenzahl erreicht. Der Strombegrenzer CL_2 sendet jetzt kein Signal e_{13} mehr aus und das Signal e_{11} nähert sich dem Wert Null, da die Gleichung $e_1/R_{11} = e_2/R_{13}$ stimmt.

Fällt also die Spannung der Wechselstromquelle kurzzeitig aus, wird die Primärfrequenz schneller verringert, als der Abnahme der Tourenzahl des Motors entspricht, so dass der Motor wieder bis zu seiner ursprünglichen Tourenzahl beschleunigen kann und dazu ein ausreichendes Drehmoment entwickelt. Der Betrieb kann daher auch bei kurzzeitigen Stromunterbrüchen aufrechterhalten werden.

Der Eingangsbegrenzer 17 und der Begrenzer 24 können auch anders als in Fig. 6 dargestellt ausgebildet sein. Es sind andere Schaltungen denkbar, die die Primärfrequenz (Ausgangsfrequenz des Referenzsignals e_2) rascher herabsetzen, als die Tourenzahl des Motors sinkt. Eine solche Schaltung ist in Fig. 7 dargestellt. Bei dieser Schaltung wird das Steuerungssignal e_1 dem Operator OA_1 über den Widerstand R_{11} zugeführt. Der Ausgang i_1 wird dem Operator OA_2 über den Widerstand R_{13} zugeführt, der das Ausgangs-Spannungs-Referenzsignal e_2 abgibt. Der Operator OA_2 ist durch den Kondensator C_{11} überbrückt. Der Widerstand R_{12} ist wie bei Fig. 6 dargestellt eingeschlossen.

In der Schaltung haben die Widerstände R_{12} und R_{13} einen festen Wert. Der Strombegrenzer CL_2 und der Komparator 25 sind wie bei Fig. 6 angeschlossen. Der Ausgangs-Strombegrenzer CL_2 ist mit dem Operator OA_1 über einen Polaritäts-Discriminator 30 verbunden der einen Strom $-i_2$ entsprechend der Polarität des Komparators 25 liefert.

Ist daher $i < -i_2$ entlädt sich der Kondensator C_{11} und erzeugt ein vorbestimmtes Signal e_2 . Das Anbringen des Polaritäts-Discriminators 30 erlaubt feste Widerstände R_{12} und R_{13} zu verwenden, so dass der Strombegrenzer CL_2 keine Signale e_{12} und e_{13} abzugeben braucht.

Ferner ist zu beachten, dass es nicht immer nötig ist, das Ausgangs-Spannungs-Frequenzsignal e_2 um einen Wert ΔE_{11} während des Spannungswegfalles zu verringern und dass ΔE_{11} gleich Null sein kann, was zur Folge hat, dass das Zeitintervall zwischen t_2 und t_{21} etwas länger ausfällt.

Es dürfte klar sein, dass sich die Erfindung auf jeden Frequenzumformer anwenden lässt.

FIG. 3

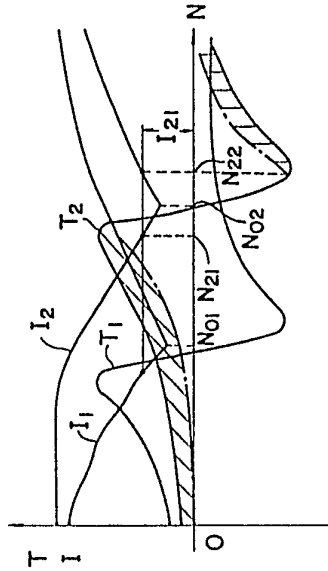


FIG. 4

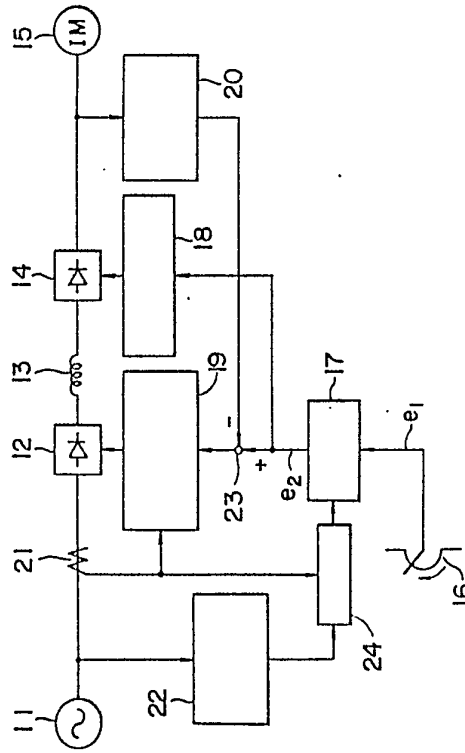


FIG. 1

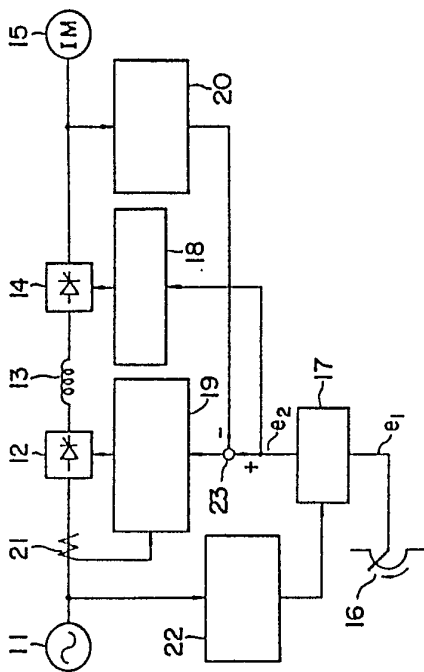


FIG. 2

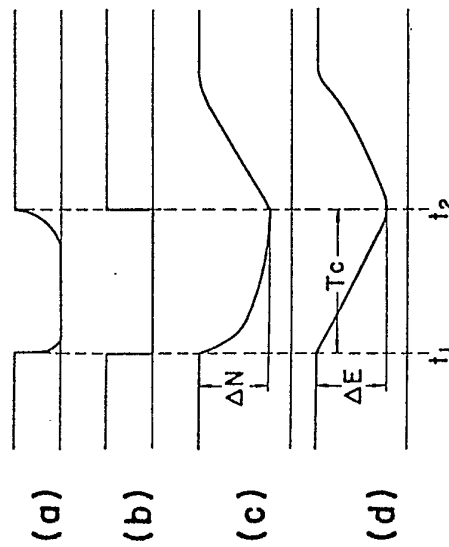


FIG. 5

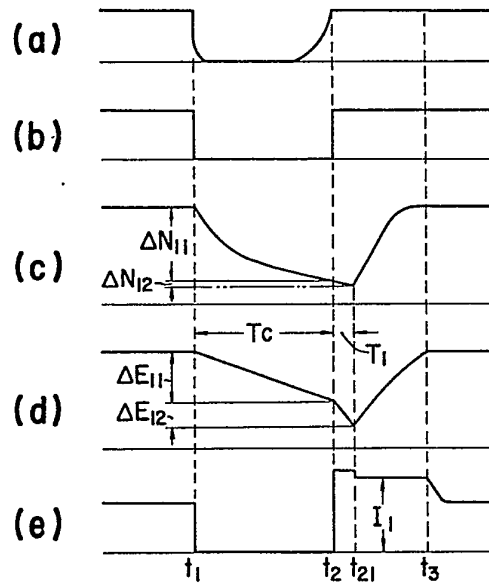


FIG. 6

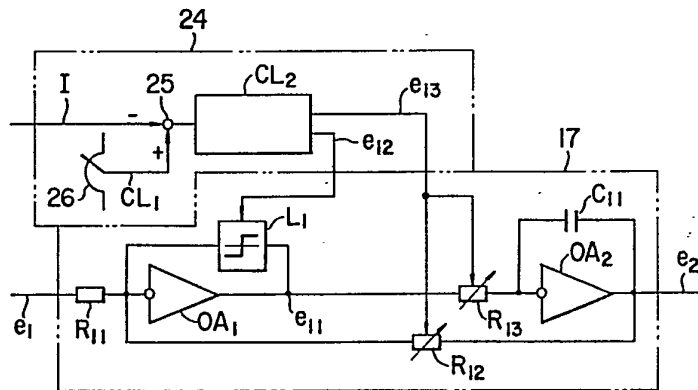


FIG. 7

