



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

PATENTCHRIFT A5

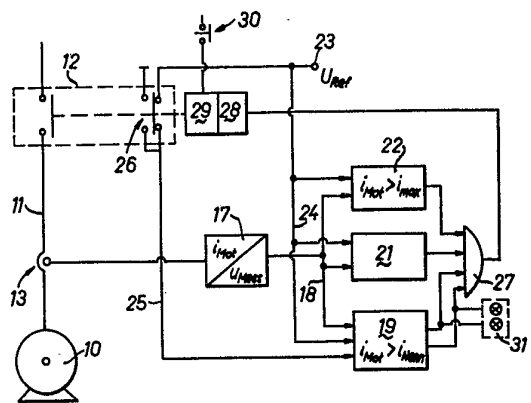
11

643 408

<p>21 Gesuchsnummer: 7501/78</p> <p>22 Anmeldungsdatum: 11.07.1978</p> <p>24 Patent erteilt: 30.05.1984</p> <p>45 Patentschrift veröffentlicht: 30.05.1984</p>	<p>73 Inhaber: Sprecher & Schuh AG, Aarau</p> <p>72 Erfinder: Heinz Unterweger, Aarau Gabriel Muller, Aarau Michael Hentschel, Hannover-Waldhausen (DE)</p> <p>74 Vertreter: Ritscher & Seifert, Zürich</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

54 Motorschutzschaltung.

57 Elektromotoren und insbesondere deren Wicklung können beschädigt oder zerstört werden, wenn der Betriebsstrom über den zulässigen Maximalstrom ansteigt, oder während einer längeren Betriebszeit grösser als der Nennstrom ist. Die beschriebene Motorschutzschaltung enthält darum eine Überstromüberwachung (22) für den Betriebsstrom, eine elektronische Motornachbildung (21), deren Ausgangssignal ein Mass für die Motorbetriebstemperatur ist und eine elektronische Schaltung (19), die den Anlaufstrom bzw. die Anlaufzeit und den Nennstrom überwacht. Jede dieser drei Einrichtungen ist über eine Torschaltung (27) mit einem Schwellwertauslöser (28) verbunden, der den Schalter (12) für den Motorstrom öffnet, sobald eine der überwachten Grösse den vorgegebenen Wert übersteigt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Motorschutzschaltung mit einem von einem Schwellwertauslöser (28) steuerbaren Schalter (12) für den Motorstrom, einem Strom-Spannungs-Wandler (17), der eine dem Motorstrom proportionale Messspannung erzeugt, und einer Referenzspannungsquelle (23) sowie einer Überstromüberwachung (22) und einer elektronischen Motornachbildung (21) zum Simulieren des thermischen Verhaltens des Motors (10), dadurch gekennzeichnet, dass der Überstromüberwachung (22) und der elektronischen Motornachbildung (21) eine elektronische Schaltung (19) zur Anlauf- und Nennstromüberwachung parallel geschaltet ist und zum unabhängigen Abschalten des Motors (10) durch jede dieser Einrichtungen der mindestens eine Ausgang jeder Einrichtung über eine Torschaltung (27) mit dem Schwellwertauslöser (28) verbunden ist.

2. Motorschutzschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Schaltung (19) einen Komparator enthält, dessen beide Eingänge mit den Zuleitungen für die Mess- bzw. die Referenzspannung verbunden sind, und einen Zeitgeber, dessen Steuereingang mit einem Steuerkontakt (26) des Motorstromschalters (12) verbunden ist.

3. Motorschutzschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitgeber (108, 109, 111), dem Komparator (89) nachgeschaltet ist und bewirkt, dass vom Zeitpunkt des Empfangs eines Steuersignals während einer vorgegebenen Zeitspanne ein positives Ausgangssignal des Komparators nicht weitergeleitet wird und ein am Ende dieser Zeitspanne vorhandenes positives Ausgangssignal am Komparator auf eine erste Ausgangsleitung (38) und ein nach dem Ende dieser Zeitspanne erscheinendes positives Ausgangssignal am Komparator auf eine zweite Ausgangsleitung (38*) weitergeleitet wird.

4. Motorschutzschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitgeber (147, 148) dem Komparator nachgeschaltet ist und bewirkt, dass vom Zeitpunkt des Empfangs eines Steuersignals während einer vorgegebenen Zeitspanne ein ununterbrochenes positives Ausgangssignal des Komparators (142) nicht weitergeleitet wird und ein am Ende dieser Zeitspanne vorhandenes ununterbrochenes positives Ausgangssignal am Komparator auf eine erste Ausgangsleitung (38) und ein während oder nach dieser Zeitspanne auf ein negatives Ausgangssignal am Komparator folgendes positives Ausgangssignal auf eine zweite Ausgangsleitung (38*) weitergeleitet wird.

5. Motorschutzschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitgeber (66, 67) die Zuleitung für die Referenzspannung beeinflusst und bewirkt, dass vom Zeitpunkt des Empfangs eines Steuersignals während einer vorgegebenen Zeitspanne ein höheres Referenzsignal als nach dieser Zeitspanne an den Referenzspannungseingang des Komparators (39') geleitet wird.

6. Motorschutzschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitgeber (44) die Zuleitung für die Messspannung beeinflusst und bewirkt, dass vom Zeitpunkt des Empfangs eines Steuersignals während einer vorgegebenen Zeitspanne (τ) der Messspannungseingang des Komparators (39) mit der Masseleitung verbunden ist.

7. Motorschutzschaltung nach einem der Ansprüche 3, 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Zeitgeber gesteuerte vorgegebene Zeitspanne der Anlaufzeit des Motors entspricht.

8. Motorschutzschaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitgeber (44) als Impulsgeber ausgebildet ist, der einen zwischen dem Messspannungseingang des Komparators (39) und der Masseleitung angeschlossenen Transistor (42) steuert.

9. Motorschutzschaltung nach Anspruch 5, dadurch

gekennzeichnet, dass der Zeitgeber als RC-Glied (66, 67) ausgebildet ist und die Spannung am Kondensator (67) zum Steuern eines Transistors (76) verwendet wird, der mit einem Seriewiderstand (79) dem Widerstand (78) eines Zweiges einer für die Referenzspannung am Kompensator (39') vorgesehenen Potentiometerschaltung (77, 78) parallel geschaltet ist.

10. Motorschutzschaltung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch zwei gleichartige FET (106, 107), deren Sources über den gleichen Arbeitswiderstand (104) mit der Referenzspannungsleitung (37) verbunden sind, und dadurch, dass das Gate des einen FET (106) mit einer konstanten Spannungsquelle und das Gate des anderen FET (107) mit dem Kondensator (108) eines als RC-Glied (108, 109, 111) ausgebildeten Zeitgebers verbunden ist und das Drain des einen FET die zweite und das Drain des anderen FET die erste Ausgangsleitung steuert.

11. Motorschutzschaltung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch zwei Transistoren (139, 152), von denen der eine (152) der einen und der andere (139) der anderen Ausgangsklemme (38 bzw. 38*) zugeordnet ist, und dadurch, dass der eine Transistor (152) von der Ladespannung des Kondensators (148) eines als RC-Glied (147, 148) ausgebildeten Zeitgebers gesteuert wird und die zugeordnete Ausgangsklemme (38) während der vorgegebenen Zeitspanne mit der Masseleitung verbindet und der andere Transistor (139) Teil eines Flip-Flops (139, 158, 156, 157) ist, der beim Einschalten der elektronischen Schaltung gesetzt wird und die zugeordnete Ausgangsklemme (38*) ebenfalls mit der Masseleitung verbindet, welcher Flip-Flop (139, 158, 156, 157) von einem negativen Ausgangssignal am Komparator (142) zurückgesetzt wird, wobei der andere Transistor (139) gesperrt und der eine Transistor (152) wieder in den leitfähigen Zustand geschaltet wird.

12. Motorschutzschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Verhindern der Entladung des Kondensators (108) eines als RC-Glied (108, 109, 111) ausgebildeten Zeitgebers beim Umschalten des Motorstromschalters von Stern auf Dreieck in der Steuersignalleitung ein Verzögerungsglied (125) vorgesehen ist, das den Spannungssprung beim Umschalten verflacht.

13. Motorschutzschaltung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass zum Verkürzen der vorgegebenen Zeitspanne bei einem zu starken Ansteigen des Motoranlaufstroms ein zusätzlicher Komparator (170) vorgesehen ist, dessen nichtinvertierender Eingang mit einer einstellbaren Spannung (U_{V+}) und dessen invertierender Eingang mit der Messspannung verbunden ist, welcher Komparator ein negatives Ausgangssignal erzeugt, wenn die Messspannung einen vorgegebenen Wert übersteigt und dadurch einen dem Ladewiderstand (147) des als zeitbestimmendes RC-Glied (147, 148) ausgebildeten Zeitgebers parallel geschalteten Transistor (174) in den leitfähigen Zustand schaltet.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Motorschutzschaltung mit einem von einem Schwellwertauslöser steuerbaren Schalter für den Motorstrom, einem Strom-Spannungs-Wandler, der eine dem Motorstrom proportionale Messspannung erzeugt, und einer Referenzspannungsquelle sowie einer Überstromüberwachung und einer elektronischen Motornachbildung zum Simulieren des thermischen Verhaltens des Motors.

Elektromotoren und insbesondere deren Wicklung können durch Überhitzen beschädigt oder zerstört werden, wenn

der Betriebsstrom über den zulässigen Maximalstrom ansteigt oder während einer langen Betriebsdauer nur wenig grösser als der Nennstrom ist. Es sind darum schon Überstromschalter bekannt, die den Motorstrom unterbrechen, wenn dieser über den zulässigen Maximalstrom ansteigt, und es sind auch schon elektronische Motornachbildungen bekannt, beispielsweise aus der CH-PS 534 444, die das Wärmeverhalten des Motors simulieren und ein Abschaltensignal erzeugen, wenn die simulierte Erwärmung einen vorgegebenen Wert erreicht.

Die elektronische Motornachbildung simuliert nicht nur das Erwärmen, sondern auch das Abkühlen des Motors. Das hat zur Folge, dass ein wegen zu hoher Erwärmung abgeschalteter Motor erst nach ausreichender Abkühlung wieder eingeschaltet werden kann. Dieses Verhalten kann insbesondere bei solchen Motoren nachteilig sein, die oft angelassen und ungleichmässig belastet werden, weil die Temperatur in solchen Motoren wegen des Anlaufstroms und häufigen Überstroms relativ rasch ansteigt und längere Abkühlpausen nicht erwünscht sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt darum die Aufgabe zugrunde, eine Motorschutzschaltung zu schaffen, die den Motor nicht nur bei Überstrom oder Übertemperatur abschaltet, sondern auch dann, wenn das Anlaufen länger dauert als eine vorgegebene Anlaufzeit und wenn der während des Motorlaufs aufgenommene Strom über den Nennwert ansteigt. Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe mit einer Motorschutzschaltung gelöst, bei der der Überstromüberwachung und der elektronischen Motornachbildung eine elektronische Schaltung zur Anlauf- und Nennstromüberwachung parallel geschaltet ist und zum unabhängigen Abschalten des Motors durch jede dieser Einrichtungen der mindestens eine Ausgang jeder Einrichtung über eine Torschaltung mit dem Schwellwertauslöser verbunden ist.

Die neue Motorschutzschaltung ermöglicht, die wichtigsten Betriebszustände eines Motors unabhängig voneinander zu überwachen und den Motor beim Erreichen eines kritischen Betriebszustandes abzuschalten. Ein besonderer Vorteil der neuen Motorschutzschaltung ist darin zu sehen, dass der Motor bei einem Schweranlauf oder bei Betrieb mit Überlast schon dann abgeschaltet wird, bevor die Motorerwärmung einen kritischen Wert erreicht, und darum nach einer solchen Abschaltung sofort wieder eingeschaltet werden kann.

Bevorzugte Ausführungsformen der neuen Motorschutzschaltung weisen eine elektronische Schaltung auf, die einen Komparator enthält, dessen beide Eingänge mit den Zuleitungen für die Mess- bzw. die Referenzspannung verbunden sind, und einen Zeitgeber, dessen Steuereingang mit einem Steuerkontakt des Motorstromschalters verbunden ist.

Im folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren und an einigen Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschema eines Motors mit einer Ausführungsform der neuen Motorschutzschaltung,

Fig. 2 eine grafische Darstellung einiger Spannungen vor, während und nach der Anlaufzeit des Motors,

Fig. 3 das Schaltbild einer ersten Ausführungsform der elektronischen Schaltung zur Anlauf- und Nennstromüberwachung,

Fig. 4 das Schaltbild einer zweiten Ausführungsform, soweit sie sich von der Ausführungsform nach Fig. 3 unterscheidet,

Fig. 5 das Schaltbild einer dritten Ausführungsform und
Fig. 6 das Schaltbild einer vierten Ausführungsform.

Das Blockschema gemäss Fig. 1 zeigt einen Motor 10, in dessen Stromzuleitung 11 ein elektromagnetisch betätigter Schalter 12 und eine Strommesseinrichtung 13 angeordnet sind. Einfacherweise sind nur eine Phase der Stromzuleitung und nur ein Kontaktpaar des Schalters gezeigt. Die Strom-

messeinrichtung ist mit dem Eingang eines Strom-Spannungs Wandlers 17 verbunden, an dessen Ausgang eine Messspannung U_{Mess} erscheint, die dem vom Motor aufgenommenen Strom i_{Mot} proportional ist. Der Ausgang des Wandlers ist über die Zweige einer ersten Signalleitung 18 mit je einem ersten Eingang einer elektronischen Schaltung 19 zum Überwachen des Anlauf- und Nennstroms des Motors, einer elektronischen Motornachbildung 21 zum Simulieren des thermischen Verhaltens des Motors und einer Überstromüberwachung 22 verbunden. Weiter ist eine Referenzspannungsquelle 23 gezeigt, von der eine zweite Signalleitung 24 zu einem zweiten Eingang der genannten drei Einrichtungen führt. Die elektronische Schaltung 19 zur Anlauf- und Nennstromüberwachung weist noch einen dritten Eingang auf, der über eine dritte Signalleitung 25 an zwei zusätzliche Kontaktpaare 26 des Schalters 12 angeschlossen ist. Je nach der Stellung des Schalters 12 verbinden diese Kontaktpaare die Leitung 25 mit der Referenzspannungsquelle 23 oder der Masseleitung. Die Ausgangsleitung der genannten drei Einrichtungen sind mit den Eingängen einer ODER-Schaltung 27 verbunden, deren Ausgang zu einem Schwellwertauslöser 28 geführt ist, der den Schaltmagneten 29 für den Schalter 12 erregt. Es ist auch eine Drucktaste 30 vorgesehen, mit der der Magnet 29 von Hand erregt werden kann. Bei der gezeigten Ausführungsform weist die elektronische Schaltung 19 zum Überwachen des Anlauf- und Nennstroms zwei getrennte Ausgänge auf, die, wie bereits erwähnt, mit zugeordneten Eingängen der ODER-Schaltung 27 und einer Anzeigeeinrichtung 31 verbunden sind.

In Fig. 2 ist schematisch der zeitliche Verlauf der vom Wandler 17 erzeugten Messspannung U_{Mess} , der auf der Leitung 25 erscheinenden Signalspannung U_0 und der Referenzspannung U_{Ref} gezeigt. Vor dem Einschalten des Motors steht der Schalter 12 in der in Fig. 1 gezeigten Stellung. Dann fliesst kein Strom in der Leitung 11, und die Messspannung am Ausgang des Wandlers 17 ist Null. Dagegen ist die Signalleitung 25 über die Zusatzkontakte 26 mit der Referenzspannungsquelle 23 verbunden, so dass am dritten Eingang der elektronischen Schaltung 19 zur Anlauf- und Nennstromüberwachung eine Signalspannung U_0 liegt, die gleich der Referenzspannung ist. Die von der Stellung des Schalters 12 unabhängige Referenzspannung U_{Ref} weist einen voreingestellten Wert auf, der praktischerweise etwa der halben Speisespannung $U_{\text{V+}}$ über die elektronische Einrichtung der Motorschutzschaltung entspricht. Die Speisespannungsquelle und -leitungen sind weder in Fig. 1 noch in den weiteren Fig. 3, 4 oder 5 gezeigt.

Wenn der Schalter 12 zum Zeitpunkt t_0 geschlossen wird und der Motor anläuft, steigt die dem Motorstrom proportionale U_{Mess} zuerst steil an und fällt dann auf den dem Motor-nennstrom entsprechenden Wert U_{Mess}^* zurück. Der Wandler 17 ist so eingestellt, dass die Spannung U_{Mess}^* etwas kleiner ist als die Referenzspannung. Bei einem normalen Anlauf erreicht die Messspannung vor einem vorgegebenen Zeitpunkt t_a den Wert U_{Mess}^* . Bei einem Schweranlauf liegt die Messspannung zum Zeitpunkt t_a noch über der Referenzspannung (Kurve 33).

Wenn der Motor zu einem Zeitpunkt t_x stark belastet wird und der aufgenommene Strom über den Nennstrom ansteigt, dann steigt auch die Messspannung auf einen über der Referenzspannung liegenden Wert (Kurve 34).

Wenn aus irgendeinem Grunde der Anlaufstrom innert der vorgegebenen Anlaufzeit, d.h. vor dem Zeitpunkt t_a , nicht auf den Nennwert abgesunken ist oder irgendwann zu einem späteren Zeitpunkt t_x über den Nennstrom ansteigt, dann erzeugt die elektronische Schaltung 19 ein Ausgangssignal, was im folgenden anhand einiger bevorzugter Ausführungsformen dieser Schaltung beschrieben wird. Die elektronische

Schaltung 21 zum Simulieren des thermischen Verhaltens des Motors erzeugt ein Ausgangssignal, wenn die simulierte Motortemperatur einen vorgegebenen Wert übersteigt. Aufbau und Arbeitsweise einer solchen Schaltung sind in der bereits zitierten CH-PS 534 444 ausführlich beschrieben. Wenn der Anlaufstrom bzw. die diesem proportionale Messspannung vor dem Zeitpunkt t_a über den zulässigen Maximalwert ansteigt, dann erzeugt die Überstromüberwachung 22 ein Ausgangssignal. Jedes dieser Ausgangssignale wird durch die Torschaltung 27 an den Schwellwertauslöser 28 geleitet, der das Umschalten des Schalters 12 und Unterbrechen des Motorstroms bewirkt.

In Fig. 3 ist eine erste bevorzugte Ausführungsform der elektronischen Schaltung zum Überwachen des Anlauf- und des Nennstroms gezeigt. Die Schaltung enthält drei Klemmen 35, 36 und 37 für die Eingangsspannungen U_0 , U_{Mess} und U_{Ref} sowie eine Klemme 38 für das Ausgangssignal. Die Schaltung enthält einen Komparator 39, dessen invertierender Eingang mit dem Abgriff einer zwischen der Speisespannung U_{V+} und der Referenzspannung U_{Ref} angeschlossenen Potentiometerschaltung 40, 40' verbunden ist. Der nichtinvertierende Eingang des Komparators ist direkt mit dem Kollektor eines Transistors 42 und über einen Schutzwiderstand 41 mit der Klemme 36 verbunden. Der Emitter des genannten Transistors 42 ist zur Masseleitung geführt. Die Klemme 35 für die Signalspannung U_0 ist über einen Kondensator 43 mit dem Eingang eines Impulsgebers 44 verbunden, dessen Ausgang über eine Potentiometerschaltung 45, 45' an die Masseleitung geführt ist. Der Abgriff dieser Potentiometerschaltung ist mit der Basis des Transistors 42 verbunden.

Der Ausgang des Komparators 39 ist über eine Diode 46, eine aus einem Seriewiderstand 47, einem Kondensator 48 und einem Ableitwiderstand 49 gebildete Verzögerungsleitung, eine Zenerdiode 51 und nachgeschaltete Diode 52 mit der Basis eines Transistors 53 verbunden. Der Kollektor dieses Transistors führt direkt zur Ausgangsklemme 38 und der Emitter zur Klemme 37 für die Referenzspannung. Parallel zur Basis-Emitter-Strecke ist noch ein Widerstand 54 geschaltet.

Der Anschlusspunkt des Kondensators 48 ist weiter über einen FET 55, eine Diode 56 und einen strombegrenzenden Widerstand 57 mit dem nichtinvertierenden Eingang des Komparators 39 und über einen Transistor 58 und einen Widerstand 59 mit dem Gate des FET 55 verbunden. Die Leitung zwischen dem Transistor 58 und dem Widerstand 59 ist über einen normalerweise offenen Schalter 61 an einen Anschluss der Speisespannung U_{V+} geführt.

Bei der beschriebenen Schaltung liegt vor dem Einschalten des Motors 10, d.h. vor dem Zeitpunkt t_0 in Fig. 2, an der Eingangsklemme 35 eine der Referenzspannung entsprechende Gleichspannung, die den Impulsgeber 44 nicht beeinflusst. Am Ausgang des Impulsgebers erscheint darum auch keine Signalspannung, weshalb die Basis des Transistors 42 über den Widerstand 45' praktisch mit der Masseleitung verbunden und der Transistor im nichtleitenden Zustand ist. Die Eingangsklemme 36 und der mit dieser verbundene nichtinvertierende Eingang des Komparators 39 liegen praktisch ebenfalls an der Masseleitung. Dem invertierenden Eingang des Komparators wird eine Spannung zugeführt, die zwischen der Speisespannung und der Referenzspannung liegt und deren genauer Wert durch die Einstellung des Potentiometers 40' gegeben ist. Am Ausgang des Komparators erscheint keine Signalspannung.

Beim Einschalten des Motors zum Zeitpunkt t_0 wird die Signalleitung 25 über die Zusatzkontakte 26 im Schalter 12 (Fig. 1) mit der Masseleitung verbunden. Der entsprechende Spannungssprung wird vom Kondensator 43 an den Impulsgeber 44 übertragen, der dadurch angestoßen wird und an

dessen Ausgang ein positiver Impuls erscheint, dessen Dauer der vorgesehenen Anlaufzeit ($t_a - t_0$) des Motors entspricht. Dieser positive Impuls schaltet den Transistor 42 in den leitfähigen Zustand. Auf diese Weise wird der nichtinvertierende Eingang des Komparators während der Anlaufzeit mit der Masseleitung verbunden und wird die an der Eingangsklemme 36 erscheinende Messspannung zur Masseleitung abgeführt. Am Ende der vorgesehenen Anlaufzeit zum Zeitpunkt t_a , wenn am Ausgang des Impulsgebers wieder die der Masseleitung entsprechende Spannung erscheint, wird der Transistor 42 wieder in den nichtleitenden Zustand zurückgeschaltet, und die an die Klemme 36 geführte Messspannung erreicht den nichtinvertierenden Eingang des Komparators. Ist zu diesem Zeitpunkt die Messspannung kleiner als die am invertierenden Eingang liegende Referenzspannung, dann ändert sich die Spannung am Ausgang des Komparators nicht, und an der Ausgangsklemme 38 erscheint kein Signal. Ist die Messspannung zum Zeitpunkt t_a grösser als die Referenzspannung oder steigt sie zu irgendeinem Zeitpunkt t_x über die Referenzspannung an (entsprechend den Kurventeilen 33 bzw. 34 in Fig. 2), dann erscheint am Ausgang des Komparators eine positive Spannung, die nach einer durch das RC-Glied 47, 48 bedingten Verzögerung die Basis des Transistors 53 erreicht und diesen in den leitfähigen Zustand schaltet, worauf an der Ausgangsklemme 38 ein Ausgangssignal erscheint.

Die positive Spannung am Kondensator 48 wird über den leitenden FET 55 die Diode 56 und den Widerstand 57 auch an den nichtinvertierenden Eingang des Komparators zurückgeleitet, weshalb die positive Spannung am Komparatorausgang und das Signal an der Ausgangsklemme 38 bestehen bleiben, auch wenn die Messspannung an der Eingangsklemme 36 unter die Referenzspannung absinkt. Der beschriebene Rückhaltekreis wird unterbrochen, wenn der Schalter 61 kurzzeitig geschlossen und dadurch das Gate des FET mit der positiven Speisespannung verbunden wird.

Ist der Motor 10 ein Drehstrom-Asynchronmotor und der Schalter 12 als Stern-Dreieck-Schalter ausgebildet, dann ist es möglich, dass während der Anlaufzeit beim Umschalten des Motorstroms von Stern auf Dreieck die Zusatzkontakte 26 kurzzeitig in die in Fig. 1 gezeigt Stellung geschaltet werden. Dabei wird die Signalleitung 25 mit der Referenzspannungsquelle verbunden. Der entsprechende Sprung der Signalspannung U_0 an der Eingangsquelle 35 hat keinen Einfluss auf die beschriebene Arbeitsweise der Schaltung, weil der Signalgenerator 44 auf keine Eingangssignale anspricht, die während der Dauer eines Ausgangsimpulses erscheinen.

In Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform der elektronischen Schaltung gezeigt, die sich von der Ausführungsform gemäss Fig. 3 nur in dem Teil unterscheidet, der sich zwischen den Eingangsklemmen und dem Komparator befindet. Bei dieser Ausführungsform ist die Eingangsklemme 35 für die Signalspannung U_0 über ein Potentiometer 66 mit einem Kondensator 67 und mit dem Gate eines FET 68 verbunden. Parallel zum Potentiometer 66 liegen in Serieschaltung eine Diode 69 und ein Widerstand 71. Die Source des FET ist direkt mit der Klemme 37 für die Referenzspannung und der Drain ist über einen Schutzwiderstand 72 mit der Speisespannung sowie über einen Begrenzerwiderstand 74 mit der Basis eines Transistors 76 verbunden. Der invertierende Eingang des Komparators 39' liegt am Abgriff einer Potentiometerschaltung, deren einer Zweig von einem zur Referenzspannung führenden einstellbaren Widerstand 77 und deren anderer Zweig von einem zur Speisespannung führenden Festwiderstand 78 gebildet ist. Parallel zum Festwiderstand 78 ist eine Serieschaltung, bestehend aus einem weiteren Widerstand 79 und dem bereits genannten Transistor 76, gelegt. Der nichtinvertierende Eingang des Komparators ist über einen

Schutzwiderstand 41' mit der Eingangsklemme 36 für die Messspannung verbunden.

Vor dem Einschalten des Motors liegt keine Spannung an der Eingangsklemme 36 und am damit verbundenen nichtinvertierenden Eingang des Komparators 39'. Die Klemme 35 ist mit der Referenzspannungsquelle verbunden, weshalb auch der Kondensator 67 auf die Referenzspannung aufgeladen ist und der FET 68 leitet. Dadurch wird an die Basis des Transistors 76 eine Steuerspannung geführt, die praktisch der Referenzspannung entspricht, weshalb auch der Transistor 76 leitet und der Widerstand 79 dem Widerstand 78 parallelgeschaltet ist. Die Spannung am invertierenden Eingang des Komparators liegt dann nahe der Speisespannung. Weil die Klemme 36 keine Spannung führt, erscheint am Ausgang des Komparators kein Signal.

Beim Einschalten des Motors zum Zeitpunkt t_0 wird die Eingangsklemme 35 über die Leitung 25 und den Kontakt 26 des Schalters 12 mit der Masseleitung verbunden. Dann wird der Kondensator 67 über den Widerstand 66 entladen, und die Leitfähigkeit des FET 68 nimmt ab. Die Kapazität des Kondensators 67 und der Widerstandswert des Widerstands 66 sind so gewählt, dass die Entladezeit praktisch der Anlaufzeit des Motors entspricht und der FET zum Zeitpunkt t_a sperrt. Dann wird auch der Transistor 76 in den nichtleitenden Zustand geschaltet, so dass die Parallelschaltung des Widerstands 79 zum Widerstand 78 unterbrochen und die Spannung am invertierenden Eingang des Komparators in den Bereich der Referenzspannung verschoben wird.

Das bedeutet, dass bei der Ausführungsform gemäss Fig. 4 während der Anlaufzeit dem invertierenden Eingang des Komparators eine Vergleichsspannung zugeleitet wird, die höher ist als das zu erwartende Maximum der Messspannung und nach der Anlaufzeit die Vergleichsspannung auf einen Wert abgesenkt wird, der nur wenig über der dem Nennstrom entsprechenden Messspannung liegt. Diese Ausführungsform der Schaltung erzeugt darum ein Ausgangssignal, wenn zum Zeitpunkt t_a die Messspannung noch über der Referenzspannung liegt oder während des Laufs des Motors zu einem Zeitpunkt t_r über die Referenzspannung ansteigt.

Wird die Schaltung gemäss Fig. 4 mit einem Stern-Dreieck-Schalter verwendet, dann wird der Kondensator 67 beim Umschalten von Stern auf Dreieck mindestens teilweise wieder aufgeladen, d.h. die durch das Entladen des Kondensators über den Widerstand 66 bestimmte Anlaufzeit wird verlängert. Dieser Nachteil kann praktisch ausgeglichen werden, wenn der Ladewiderstand 71 so gross ist, dass während des Umschaltens der Kondensator nur sehr wenig nachgeladen wird. Ausserdem kann eine Diode in Serie zum Potentiometer 66 geschaltet werden, die das Aufladen des Kondensators über dieses Potentiometer verhindert, ohne das Entladen zu beeinflussen.

Die in Fig. 5 gezeigte Ausführungsform der neuen elektronischen Schaltung weist die gleichen drei Eingangsklemmen 35, 36 und 37 für die Signal-, die Mess- bzw. die Referenzspannung auf wie die beiden vorgängig beschriebenen Ausführungsformen, enthält aber zwei getrennte Ausgangsklemmen 38 und 38*. Diese Ausführungsform ermöglicht, die am Ende der Anlaufzeit oder während der Laufzeit erscheinenden Ausgangssignale an nur eine der beiden Ausgangsklemmen zu leiten. Die Signale können dann beispielsweise an nichtgezeigte Auswerteeinrichtungen weitergeleitet werden oder an eine optische Anzeigeeinrichtung (31 in Fig. 1), die dem Bedienungspersonal anzeigt, ob das Abschalten des Motors durch einen Schweranlauf oder eine nach dem Anlauf aufgetretene Überlast bewirkt wurde.

Bei dieser Schaltung ist die Eingangsklemme 35 für die Signalspannung U_0 über einen Schutzwiderstand 81 und eine erste Diode 82 mit einem ersten Flip-Flop 83, einem zweiten

Flip-Flop 84 und dem Drain eines FET 86 verbunden. Vom Schutzwiderstand 81 führt eine direkte Leitung zu einem dritten Flip-Flop 87. (Die im gestrichelt gezeichneten Block 125 gezeigte Verzögerungsschaltung wird später noch beschrieben werden).

Die Eingangsklemme 36 für die Messspannung U_{Mess} ist über einen Schutzwiderstand 88 direkt mit dem nichtinvertierenden Eingang eines Komparators 89 verbunden. Der invertierende Eingang dieses Komparators liegt am Abgriff eines Potentiometers 91, das zwischen der Speisespannung U_{V+} und der Referenzspannung angeschlossen ist. Der Ausgang des Komparators ist über einen Schutzwiderstand 92 mit dem Kollektor eines ersten Transistors 93 und über eine zweite Diode 94 mit der einen Ausgangsklemme 38* verbunden.

Eine weitere Leitung führt vom Ausgang des Komparators über einen Widerstand 96 an einen vierten Flip-Flop 97 und über einen weiteren Widerstand 98 an den Kollektor eines zweiten Transistors 99 und über eine dritte Diode 101 an die Ausgangsklemme 38. Die Emitter des ersten und des zweiten Transistors 93 bzw. 99 sind mit der Masseleitung verbunden.

Von der Eingangsklemme 37 für die Referenzspannung führt eine Leitung an den ersten Flip-Flop 83, an ein mit der Masseleitung verbundenes Potentiometer 102, 103, über einen Widerstand 104 an die Verbindung der Sources zweier als Differenzverstärker geschalteter FET 106, 107, an ein über einen Kondensator 108 mit der Masseleitung verbundenes Potentiometer 109, 111 sowie über nochmals einen Widerstand 112 an den zweiten Flip-Flop 84.

Das Gate des FET 106 ist mit dem Abgriff des Potentiometers 102 verbunden, das Drain mit einem zur Masseleitung führenden Widerstand 113, dem ein Kondensator 114 parallelgeschaltet ist, mit dem Flip-Flop 97 und dem Gate des FET 86. Die Source dieses FET 86 ist mit der Masseleitung verbunden, und parallel zu Drain und Source liegt ein Kondensator 116.

Das Gate des FET 107 ist mit der Verbindungsleitung zwischen dem Potentiometer 109, 111 und dem Kondensator 108 verbunden, das Drain mit der Basis des zweiten Transistors 99 und über einen Widerstand 117 mit dem zweiten Flip-Flop 84.

Der erste Flip-Flop 83 ist über zwei Widerstände 118, 119 mit der Masseleitung und über einen Widerstand 121 mit der Leitung zwischen der Diode 82 und dem Kondensator 116 verbunden. Die Verbindung zwischen den beiden Widerständen 118, 119 ist an die Basis des ersten Transistors 93 geführt.

Vor dem Einschalten des Motors, d.h. vor dem Zeitpunkt t_0 (Fig. 2) liegt an der Eingangsklemme 35 eine Spannung, die praktisch der Referenzspannung entspricht. Diese Spannung setzt den ersten, den zweiten und den dritten Flip-Flop 83, 84 bzw. 87 und ladet den Kondensator 116. Die Klemme 37 ist direkt mit der Referenzspannung verbunden, die über den Widerstand 104 die Spannung für die Sources der FET 106, 107 und über das Potentiometer 102, 103 die Vorspannung für das Gate des FET 106 liefert. Weil der erste Flip-Flop 83 gesetzt ist, ist auch das Potentiometer 118, 119 mit der Referenzspannungsleitung verbunden, und an der Basis des Transistors 93 liegt eine positive Spannung, d.h. der Transistor bildet einen leitenden Nebenschluss zur Ausgangsdiode 94. Weil auch der dritte Flip-Flop 87 gesetzt ist, sind der Fusspunkt des Potentiometers 109, 111 und das Gate des FET 107 mit der Masseleitung verbunden. Dann ist das Gate des FET 107 negativer als das Gate des FET 106, und es fliesst ein Strom von der Referenzspannungsleitung durch den Widerstand 104 und den FET 107 zur Basis des zweiten Transistors 99, der in den leitfähigen Zustand geschaltet wird und einen leitenden Nebenschluss zur Ausgangsdiode 101 bildet. Der gesetzte zweite Flip-Flop 84 verbindet den Abgriff des Potentiometers 112, 117 mit der Masseleitung, was die bisher beschriebene

Arbeitsweise der Schaltung nicht beeinflusst.

Beim Einschalten des Motors zum Zeitpunkt t_0 wird die Eingangsklemme 35 mit der Masseleitung verbunden. Das hat zur Folge, dass der dritte Flip-Flop 87 zurückgesetzt und der Kondensator 108 über die Widerstände 109, 111 geladen wird. Die Diode 82 verhindert das Entladen des Kondensators 116, weshalb der erste und der zweite Flip-Flop 83 bzw. 84 gesetzt bleiben. Wenn die ab dem Zeitpunkt t_0 ansteigende und dem nichtinvertierenden Eingang des Komparators zugeführte Messspannung über die am invertierenden Eingang liegende Vergleichsspannung ansteigt und am Komparatorausgang ein positives Signal erscheint, dann wird dieses über den ersten und den zweiten Transistor 93 bzw. 99 an die Masseleitung abgeführt und erscheint nicht an den Ausgangsklemmen 38 bzw. 38*. Weiter wird durch ein positives Komparatorausgangssignal der vierte Flip-Flop 97 gesetzt, was die bisher beschriebene Arbeitsweise der Schaltung nicht beeinflusst.

Die Widerstände 109, 111 und der Kondensator 108 sind so abgestimmt, dass die Spannung am Kondensator nach der vorgegebenen Motoranlaufzeit, d.h. zum Zeitpunkt t_a , den gleichen Wert erreicht wie die Spannung am Abgriff der Potentiometerschaltung 102, 103. Dann hat zum Zeitpunkt t_a das Gate des FET 107 die gleiche Spannung wie das Gate des FET 106. Wenn die Kennlinien der beiden FET praktisch gleich sind, übernimmt darum der FET 106 ab dem Zeitpunkt t_a die Stromleitung von der Referenzspannungsleitung über den Widerstand 104 und den vierten gesetzten Flip-Flop 97 zur Masseleitung, während gleichzeitig der FET 107 gesperrt wird. Das Sperren des FET 107 hat zur Folge, dass die Basis des Transistors 99 über den noch gesetzten zweiten Flip-Flop 84 praktisch mit der Masseleitung verbunden ist und der Transistor in den nichtleitenden Zustand geschaltet wird.

Wenn darum zum Zeitpunkt t_a die Messspannung an der Eingangsklemme 36 immer noch so hoch ist, dass am Komparatorausgang ein positives Signal erscheint, dann wird dieses positive Signal über den Widerstand 98 zur Ausgangsklemme 38 geleitet. Weil der erste Flip-Flop 83 immer noch gesetzt und der Transistor 93 immer noch im leitfähigen Zustand ist, erscheint am Ausgang 38* kein Signal.

Wenn die Messspannung zum Zeitpunkt t_a unter die Vergleichsspannung abgesunken ist und am Komparatorausgang ein negatives Signal erscheint, dann wird der vierte Flip-Flop 97 zurückgesetzt. Dann steigt wegen der Stromleitung des FET 106 die Spannung am Kondensator 114 und am Gate des FET 86, der zu leiten beginnt. Dabei wird der Kondensator 116 entladen. Das hat zur Folge, dass der zweite Flip-Flop 84 zurückgesetzt und der Transistor 99 über den Widerstand 117 wieder in den leitfähigen Zustand geschaltet wird. Der Transistor bildet dann wie während der Anlaufzeit einen leitenden Nebenschluss zur Diode 101, so dass kein Signal an die Ausgangsklemme 38 weitergeleitet wird. Durch das Entladen des Kondensators 116 wird auch der erste Flip-Flop 83 zurückgesetzt und die Basis des Transistors 93 über den Widerstand 119 mit der Masseleitung verbunden. Der Transistor ist dann im nichtleitenden Zustand. Wenn dann zu irgendeinem Zeitpunkt t_x die Messspannung am nichtinvertierenden Eingang des Komparators 89 über die Vergleichsspannung am invertierenden Eingang ansteigt und am Komparatorausgang ein positives Signal erscheint, so wird dieses über die Diode 94 an die Ausgangsklemme 38* geleitet.

Auch bei dieser Schaltung erscheint beim Umschalten von Stern auf Dreieck eine positive Spannung an der Eingangsklemme 35, die den dritten Flip-Flop 87 setzt und den Kondensator 108 mit der Masseleitung verbindet. Die Aufladung des zeitbestimmenden Kondensators 108 wird also beim Umschalten von Stern auf Dreieck unterbrochen bzw. erneut begonnen, was einer Verlängerung der vorgegebenen «Anlaufzeit» entspricht. Dieser scheinbare Nachteil kann

durch ein RC-Glied, das den beim Umschalten entstehenden Spannungsschoss verflacht, praktisch behoben werden. Ein geeignetes RD-Glied 121 mit einer Entladestrecke für den Glättungskondensator ist in Fig. 5 zwischen der Eingangsklemme 35 und dem Widerstand 81 mit gestrichelten Linien gezeichnet.

Es versteht sich, dass es auch möglich ist, den invertierenden Eingang des Komparators direkt mit der Referenzspannungsleitung und den nichtinvertierenden Eingang über eine Potentiometerschaltung mit der Messspannungsquelle zu verbinden, ohne dass der Aufbau der beschriebenen Schaltung oder deren Arbeitsweise geändert wird.

In Fig. 6 ist noch eine weitere Ausführungsform der neuen elektronischen Schaltung gezeigt. Diese Ausführungsform weist ebenso wie die vorgängig beschriebene zwei Ausgangsklemmen 38, 38* auf, wobei ein am Ende der vorgesehenen Motoranlaufzeit erzeugtes Überstromsignal an der einen Klemme 38 und ein zu einem späteren Zeitpunkt erzeugtes Signal an der Klemme 38* erscheint.

Bei dieser Schaltung ist die Eingangsklemme 35 für die Signalspannung U_0 mit einer zur Masseleitung führenden Potentiometerschaltung 130, 131 verbunden, an deren Abgriff das Gate eines ersten FET 132 angeschlossen ist. Die Eingangsklemme 35 ist weiter über eine Diode 133 und einen Seriewiderstand 134 mit einem auf die Referenzspannungsleitung abgestützten Kondensator 136 und mit einer anderen zur Masseleitung geführten Potentiometerschaltung 137, 138 verbunden. Der Abgriff dieser anderen Potentiometerschaltung führt zur Basis eines ersten Transistors 139.

Die Eingangsklemme 36 für die Messspannung U_{Mess} ist über einen Schutzwiderstand 141 direkt mit dem nichtinvertierenden Eingang eines Komparators 142 verbunden. Der invertierende Eingang dieses Komparators liegt am Abgriff eines Potentiometers 143, das zwischen der Speisespannung U_{V+} und der Referenzspannungsleitung angeschlossen ist. Der Ausgang des Komparators ist über einen Schutzwiderstand 144 mit der einen Ausgangsklemme 38 und über einen Parallelwiderstand 146 mit der anderen Ausgangsklemme 38* verbunden.

Von der mit der Eingangsklemme 37 verbundenen Referenzspannungsleitung führt ein einstellbarer Widerstand 147 an einen auf der Masseleitung abgestützten Kondensator 148. Die Verbindung zwischen dem Widerstand und dem Kondensator ist direkt mit dem Gate eines zweiten FET 149 und über einen Widerstand 151 mit dem Drain des ersten FET 132 verbunden, dessen Source an die Masseleitung geführt ist. Zwischen der Referenzspannungsleitung und der Masseleitung ist weiter ein Potentiometer 151 angeschlossen, dessen Abgriff zur Source des zweiten FET 149 geführt ist. Das Drain dieses zweiten FET ist direkt mit der Basis eines Transistors 152 und über einen Ableitwiderstand 153 mit der Masseleitung verbunden. Weiter führt von diesem Drain eine Leitung über einen Widerstand 154 zur anderen Ausgangsklemme 38*.

Der Emitter des bereits erwähnten Transistors 139 ist direkt und der Kollektor ist über eine Potentiometerschaltung 156, 157 an die Masseleitung geführt. Der Kollektor ist ausserdem mit der anderen Ausgangsklemme 38* verbunden. Vom Abgriff der Potentiometerschaltung 156, 157 führt eine Leitung zu einem Inverter 158, dessen Gegenanschluss über einen Widerstand 159 und eine erste Diode 161 mit dem Ausgang des Komparators 142 und über eine zweite Diode 162 mit dem Kondensator 136 verbunden ist.

Die in Fig. 6 gestrichelt gezeichneten Bauelemente bilden einen wahlweise verwendbaren Zusatz, der später noch beschrieben werden wird.

Vor dem Einschalten des Motors, d.h. vor dem Zeitpunkt t_0 (Fig. 2), liegt an der Eingangsklemme 35 eine Signalspannung U_0 , die praktisch der Referenzspannung entspricht. Die

Signalspannung bewirkt, dass der erste FET 132 in den leitfähigen Zustand geschaltet wird. Dabei wird der Kondensator 148 über diesen FET entladen und das Gate des zweiten FET 149 praktisch mit der Masseleitung verbunden, so dass dieser zweite FET ebenfalls in den leitfähigen Zustand geschaltet ist. Der über den zweiten FET und der Widerstand 153 fließende Strom erzeugt eine positive Spannung an der Basis des zweiten Transistors 152, der in den leitfähigen Zustand geschaltet wird und den einen Ausgang 38 mit der Masseleitung verbindet.

Die Signalspannung an der Eingangsklemme 35 ladet über den Widerstand 134 auch den Kondensator 136 und erzeugt am Abgriff der Potentiometerschaltung 137, 138 eine positive Spannung, die auch den zweiten Transistor 139 in den leitfähigen Zustand schaltet. Damit ist auch der andere Ausgang 38* direkt mit der Masseleitung verbunden, so dass an keiner der beiden Ausgangsklemmen ein Ausgangssignal erscheinen kann.

Beim Einschalten des Motors zum Zeitpunkt t_0 wird die Eingangsklemme 35 mit der Masseleitung verbunden, und die Messspannung an der Eingangsklemme 36 steigt steil an, weshalb nach kurzer zeitlicher Verzögerung ein positives Ausgangssignal am Komparator 142 erscheint. Der Transistor 139 bildet mit dem Inverter 158 und den beiden Dioden 161, 162 einen Flip-Flop, dessen Schaltzustand unverändert bleibt, wenn anstelle der Signalspannung an der Basis des Transistors 139 eine positive Spannung vom Ausgang des Komparators über den Widerstand 146 an den Kollektor dieses Transistors geleitet wird. Der Kondensator 136 und die beiden Widerstände 137, 138 in der Basisleitung des Transistors sind so bemessen, dass während der kurzen Zeitspanne zwischen dem Abschalten der Signalspannung an der Eingangsklemme 35 und dem Erscheinen eines positiven Ausgangssignals am Komparator die positive Spannung an der Basis des Transistors 139 erhalten bleibt.

Wenn zum Zeitpunkt t_0 die Eingangsklemme 35 mit der Masseleitung verbunden wird, wird das Gate des ersten FET 132 über den Widerstand 131 ebenfalls mit der Masseleitung verbunden und die Stromleitung durch den FET unterbrochen. Dann wird der Kondensator 148 über den Widerstand 147 aufgeladen. Der Kondensator und der Widerstand sind so gewählt, dass die Spannung am Kondensator nach der vorgegebenen Motoranlaufzeit, d.h. zum Zeitpunkt t_a , einen Wert erreicht hat, bei dem die Stromleitung durch den zweiten FET 149 unterbrochen wird. Dann ist die Basis des Transistors 152 über den Widerstand 153 mit der Masseleitung verbunden und der Transistor in den Sperrzustand geschaltet.

Verläuft die Messspannung vom Zeitpunkt t_0 bis zum Zeitpunkt t_a , wie es für den Kurvenast 33 in Fig. 2 gezeigt ist, und liegt während dieser Zeitspanne eine positive Spannung am Ausgang des Komparators 142, dann erscheint diese Spannung, sobald der Transistor 152 nicht mehr leitet, an der einen Ausgangsklemme 38.

Sinkt die Messspannung unter die Referenzspannung und

erscheint am Ausgang des Komparators ein negatives Signal, dann wird der Flip-Flop über die Diode 161 zurückgesetzt und der Transistor 139 in den nichtleitenden Zustand geschaltet. Ein folgendes positives Ausgangssignal am Komparator 142 erscheint dann an der anderen Ausgangsklemme 38*. Das gleiche positive Signal gelangt über die Widerstände 146 und 154 an die Basis des Transistors 152, der dann gleichzeitig die eine Ausgangsklemme 38 mit der Masseleitung verbindet.

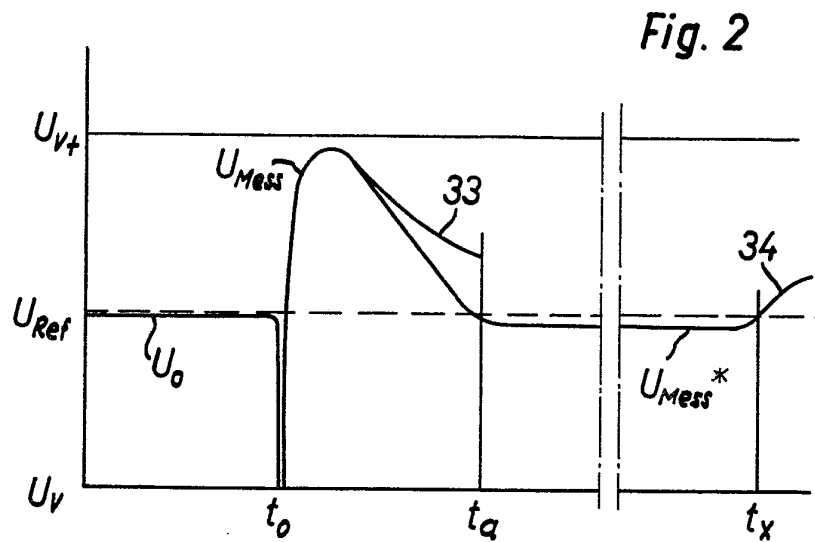
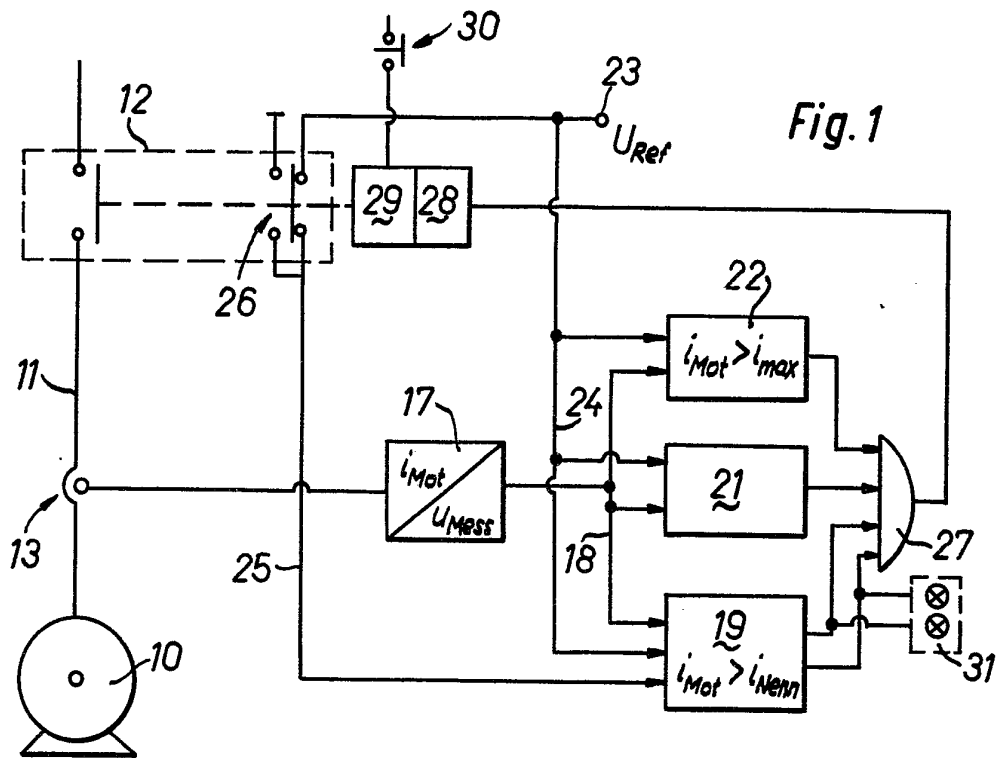
Die Ausführungsform gemäss der Fig. 6 weist noch eine mit gestrichelten Linien gezeichnete Hilfseinrichtung auf. Diese Hilfseinrichtung soll ein Ausgangssignal erzeugen, wenn der Motorstrom beim Anlaufen über einen vorgegebenen Maximalwert ansteigt, der noch unter der Ansprechschwelle der Überstromüberwachung liegt. Diese Hilfseinrichtung enthält einen Komparator 170, dessen nichtinvertierender Eingang mit einem Potentiometer 171 verbunden ist, das eine positive Vergleichsspannung liefert. Der invertierende Eingang ist mit der Messspannungsleitung verbunden. Der Ausgang des Komparators ist über einen Schutzwiderstand 172 an die Basis eines Transistors 174 geführt, dessen Kollektor mit der Referenzspannungsleitung und dessen Emitter mit der Leitung zwischen dem Ladewiderstand 147 und dem zeitbestimmenden Kondensator 148 verbunden ist.

Solange die dem Motorstrom proportionale Messspannung unter einer am Potentiometer 171 eingestellten Vergleichsspannung bleibt, erscheint am Komparatorausgang ein positives Signal, das den Transistor 174 für die Stromleitung sperrt. Wenn die Messspannung über die Vergleichsspannung ansteigt, dann erscheint am Komparatorausgang ein negatives Signal, das den Transistor 174 in den leitfähigen Zustand schaltet. Der Transistor bildet dann einen Nebenschluss zum Ladewiderstand 147, so dass der zeitbestimmende Kondensator 148 unverzüglich aufgeladen und, wie bereits oben beschrieben, die eine Ausgangsklemme 38 von der Masseleitung getrennt wird, so dass das positive Ausgangssignal vom Komparator 142 weitergeleitet werden kann.

Es versteht sich, dass die zuletzt beschriebene Hilfseinrichtung auch für die Ausführungsform gemäss der Fig. 5 verwendet werden kann.

Wird die Ausführungsform gemäss Fig. 6 mit einem Stern-Dreieck-Schalter verwendet, dann wird bei jedem Umschalten von Stern auf Dreieck der zeitbestimmende Kondensator 148 entladen, d.h. die vorgegebene Anlaufzeit verlängert. Um diesen Mangel zu vermeiden, kann in die Signalleitung ein Verzögerungsglied eingesetzt werden, entsprechend dem RC-Glied 125 in Fig. 5.

Auch bei der Ausführungsform gemäss Fig. 6 können anstelle der gezeigten Anschlüsse der invertierende Eingang des Komparators direkt mit der Referenzspannungsklemme 37 und der nichtinvertierende Eingang über eine Potentiometerschaltung mit der Messspannungsklemme 36 verbunden werden, was praktisch keinen Einfluss auf den Aufbau der weiteren Schaltung und deren Arbeitsweise hat.



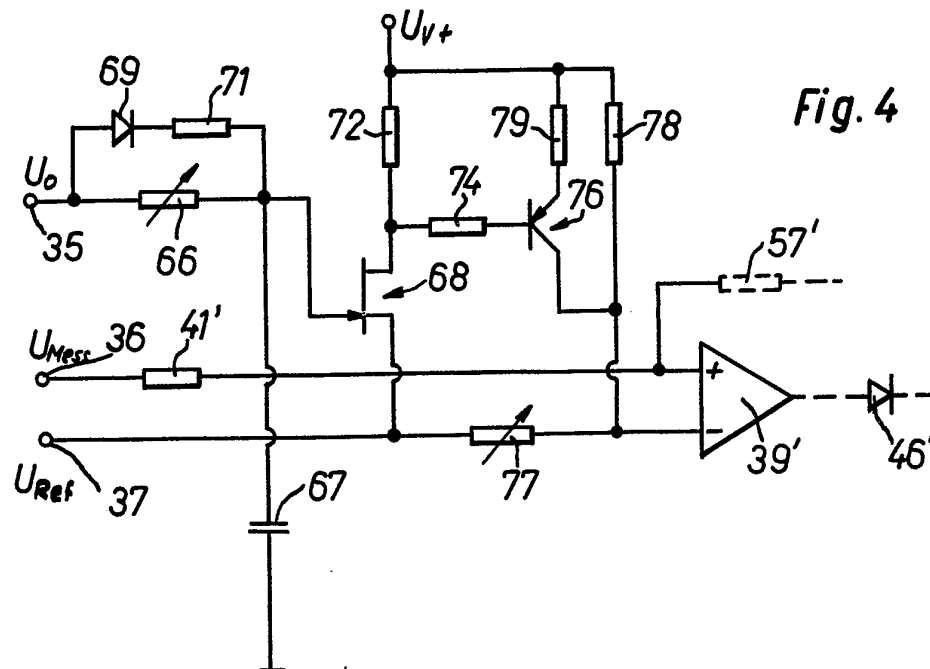
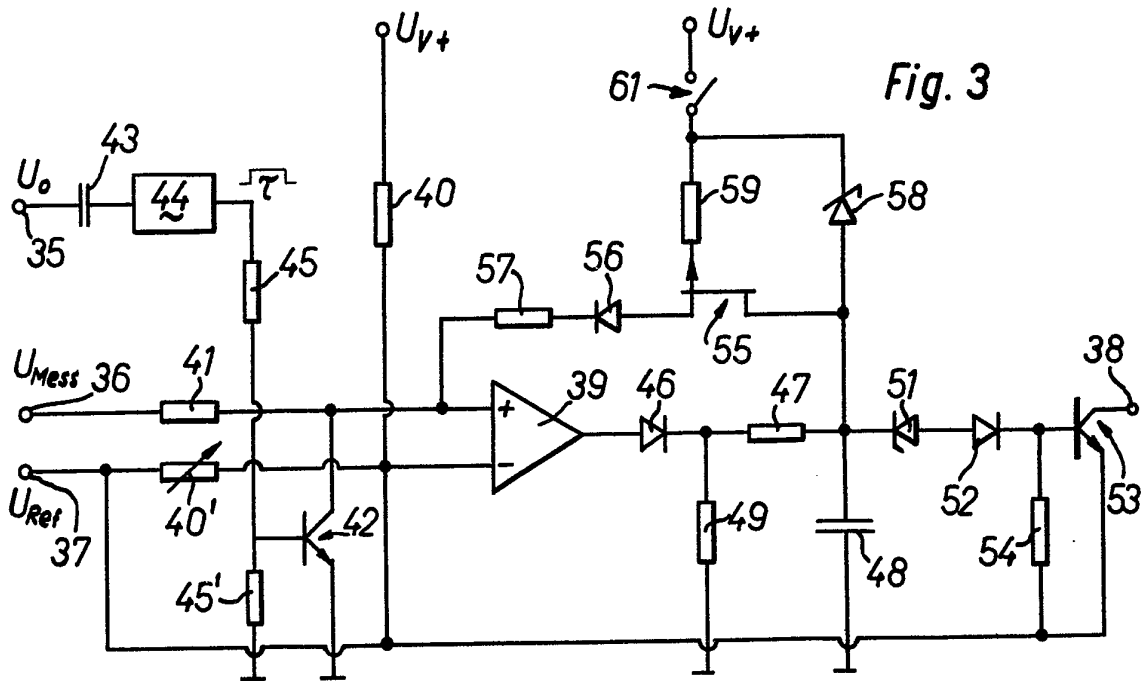


Fig 5

