



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 20 920 B4 2005.02.03**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 10 920.6**  
 (22) Anmeldetag: **13.03.2002**  
 (43) Offenlegungstag: **16.10.2003**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **03.02.2005**

(51) Int Cl.7: **H02H 3/08**  
**H02H 11/00, H02H 3/05**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**MOELLER GmbH, 53115 Bonn, DE**

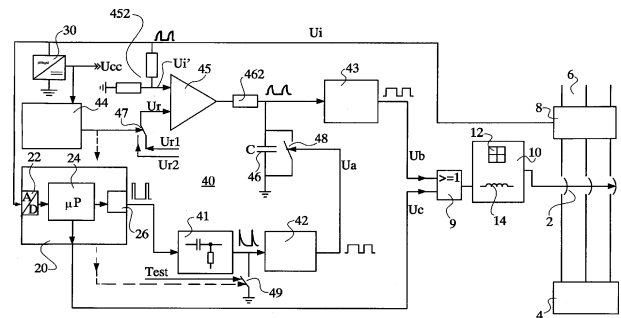
(72) Erfinder:  
**Arenz, Bernd, 53225 Bonn, DE; Schwarz,  
 Wolfgang, 50668 Köln, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 44 45 060 C1**  
**DE 199 27 030 A1**  
**DE 690 16 400 T2**  
**=EP 04 40 764 B1**  
**US 52 14 560 A**

(54) Bezeichnung: **Leistungsschalter mit elektronischem Auslöser**

(57) Hauptanspruch: Leistungsschalter mit elektronischem Auslöser, wobei

- Stromerfassungsmittel (8) sowohl Messsignale ( $U_i$ ) des zu überwachenden Stromes durch die Hauptkontakte (2) des Leistungsschalters als auch die Versorgungsenergie für den elektronischen Auslöser (20) liefern,
- der mikroprozessorgesteuerte Auslöser (20) die Messsignale ( $U_i$ ) verarbeitet und bei Überschreiten einstellbarer Grenzwerte eine Auslösespule (14) zum zwangsweisen Öffnen der Hauptkontakte (2) aktiviert,
- einer zur Überwachung des Mikroprozessors (24) dienenden Watchdog-Schaltung (26) ein Hochpass (41), ein erster Halbleiterschalter (48) und ein über diesen entladbarer Ladekondensator (46) nachgeordnet sind, und
- der Auslösespule (14) eine Aktivierungsschaltung (9) vorgeschaltet ist, die über einen ersten ODER-Eingang von dem elektronischen Auslöser (20) und über einen zweiten ODER-Eingang von dem Ladekondensator (46) in Abhängigkeit von dessen Ladezustand aktivierbar ist dadurch gekennzeichnet, dass
- eine ebenfalls von den Stromerfassungsmitteln (8) energieverstärkte Bypass-Schaltung (40) neben dem Hochpass (41), dem ersten Halbleiterschalter (48) und dem Ladekondensator (46) noch einen...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Leistungsschalter, insbesondere für Niederspannung, mit einem elektronischem, mikroprozessorgesteuertem Auslöser und einer Bypass-Schaltung.

## Stand der Technik

**[0002]** Aus der DE 44 45 060 C1 ist ein Leistungsschalter mit einer nicht näher ausgeführten Bypass-Schaltung bekannt, durch die zwangsläufig eine Auslösung des Leistungsschalters erfolgt, wenn – aus welchen Gründen auch immer – trotz Überschreitung einstellbarer Parameter, insbesondere von Auslösestrom und zugehöriger Verzögerungszeit, durch den elektronischen Auslöser keine Auslösung des Leistungsschalters erfolgt.

**[0003]** Aus der DE 199 27 030 A1 ist ein Leistungsschalter mit einem elektronischen, mikroprozessorgesteuertem Auslöser und einer nicht näher ausgeführten Bypass-Schaltung zur Herbeiführung einer zwangsläufigen Auslösung des Leistungsschalters bei einer ohne Auslösung erfolgenden Überschreitung des eingestellten Auslösestromes sowie einer Watchdog-Schaltung zur Überwachung der Funktion des Mikroprozessors bekannt. Die Bypass-Schaltung ist mit der Watchdog-Schaltung verbunden und weist nicht näher bezeichnete Schaltungsmittel zur Steuerung der strom- und zeitabhängigen Ansprechcharakteristik der Bypass-Schaltung in Abhängigkeit vom Ausfall eines von der Watchdog-Schaltung gemeldeten Funktionsbereiches des Mikroprozessors auf.

**[0004]** Aus der US 5,214,560 A ist eine die Funktion einer Bypass-Schaltung ausübende Watchdog-Überwachungsschaltung für den Mikroprozessor des Elektronikauslösers eines Leistungsschalters bekannt. Die Überwachungsschaltung ist mit diskreten Bauelementen aufgebaut und besteht aus der Hintereinanderschaltung eines Hochpasses, eines Transistorschalters, einer Zeitschaltung mit einem Ladekondensator und eines Spannungskomparators. Der ordnungsgemäß arbeitender Mikroprozessor gibt laufend Watchdog-Impulse über den Hochpass an den Transistorschalter, dessen Ausgangsimpulse die Zeitschaltung laufend entladen, sodass in der Zeitschaltung kein Spannungsniveau aufgebaut werden kann, das zu einem Kippen des Komparators führen könnte. Bleiben dagegen infolge eines Ausfalls die Watchdog-Impulse aus, dann erreicht der Ladekondensator alsbald ein Spannungsniveau, das zu einem Kippen des Komparators führt, über dessen Ausgang wiederum eine Auslösespule erregt wird, worauf der Leistungsschalter geöffnet wird. Durch einen am Eingang des Hochpasses angeordneten Transistorschalter können die Watchdog-Impulse kurzgeschlossen werden, womit eine Fehlfunktion des Mikroprozessors zum Testen der Bypass-Schal-

tung simuliert werden kann.

**[0005]** Nach dem Einschalten derartiger Leistungsschalters erfolgt nur ein allmählicher Aufbau der Versorgungsspannung(en), so dass der Mikroprozessor und die Bypass-Schaltung erst mit Verzögerung ordnungsgemäß arbeiten können. Dies ist insbesondere dann von Nachteil, wenn der Leistungsschalter auf einen bereits vorhandenem Kurzschluss aufgeschaltet wird, was fatale Folgen für den Leistungsschalter selbst und/oder für die von dem Leistungsschalter zu schützende Anlage haben kann.

**[0006]** Aus der EP 0 440 764 B1 als nächstliegendem Stand der Technik ist ein gattungsgemäßer Leistungsschalter bekannt, der Stromerfassungsmittel, einen mikroprozessorgesteuerten Auslöser, eine Auslösespule sowie eine Watchdog-Schaltung enthält, der ein Hochpass, ein Halbleiterschalter und ein entladbaren Ladekondensator nachgeordnet sind. Der Leistungsschalter enthält weiterhin eine Aktivierungsschaltung, durch welche die Auslösespule über einen ersten ODER-Eingang von dem ansprechenden Auslöser oder über einen zweiten ODER-Eingang von dem Ladekondensator aktivierbar ist. Eine Zwangsöffnung der Hauptkontakte wird in beiden Fällen durch den Auslöser bewirkt: entweder durch Ausgabe eines Auslösesignals durch den Auslöser im funktionstüchtigen Zustand oder durch Ausbleiben der Watchdog-Impulse bei Ausfall des Auslösers. Eine Bypass-Schaltung, welche beim Überschreiten vorgegebener Grenzwerte unter Umgehung des Auslösers zwangsläufig eine Öffnung der Hauptkontakte bewirkt, weist dieser Leistungsschalter nicht auf.

## Aufgabenstellung

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Schutzfunktion des Leistungsschalters auch beim Aufschalten auf einen Kurzschluss sicherzustellen.

**[0008]** Ausgehend von einem Leistungsschalter der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst, während den abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

**[0009]** Die Erfindung nutzt die Tatsache aus, dass nach dem Einschalten des Leistungsschalters die Versorgungsspannung von Null beginnend stetig bis zu ihrem Endwert aufgebaut wird. Zu Beginn dieser Aufbauphase gibt die Watchdog-Schaltung noch keine Impulse ab, während die Bypass-Schaltung schon erheblich früher funktionsbereit ist. Dadurch werden im Falle einer Aufschaltung des Leistungsschalters auf einen bereits bestehenden Kurzschluss die von den Stromerfassungsmitteln entsprechend der Kurzschlussituation abgegebenen sehr hohen Messsig-

nale von dem Komparator zu Ladeimpulsen für den Ladekondensator verarbeitet, die innerhalb einer sehr kurzen Zeit zu einer Aktivierung der Auslösespule führen. Dabei sorgt vor dem Überschreiten der Schwellenspannung durch die Versorgungsspannung die von der Überwachungsschaltung an den zweiten Komparatoreingang angelegte höhere, erste Referenzspannung dafür, dass nicht schon bei relativ geringen Überströmen eine Abschalten des Leistungsschalters über die Bypass-Schaltung erfolgt. Im Normalbetrieb übernimmt die Bypass-Schaltung nach dem Überschreiten der Schwellenspannung durch die Versorgungsspannung die Überwachung der Watchdog-Impulse. Währenddem sorgt die an den zweiten Komparatoreingang angelegte niedrigere, zweite Referenzspannung dafür, dass beim Ausbleiben der Watchdog-Impulse schon bei mäßig hohen Überströmen ein Abschalten des Leistungsschalters über die Bypass-Schaltung erfolgt.

**[0010]** Eine zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die erste Referenzspannung dem maximal einstellbaren Auslösestrom, insbesondere dem maximal einstellbaren Kurzschlussstrom entspricht. Damit erfolgt die quasi unverzögerte Abschaltung beim Aufschalten auf einen Kurzschluss niemals unterhalb des tatsächlich eingestellten Auslösestromes. Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass das Umschalten der Referenzspannungen durch die Überwachungsschaltung nach einer Schwellenzeit erfolgt, die das erfahrungsgemäße Erreichen des Schwellenwertes der Versorgungsspannung nachbildet.

**[0011]** Eine erste Impulsformerstufe erzeugt den Watchdog-Impulsen zuzuordnende Entladeimpulse ausreichender Dauer zum Entladen des Ladekondensators. Eine zweite Impulsformerstufe liefert unabhängig von der Form der Ausgangssignale des Komparators Aktivierungssignale ausreichender Breite; somit reagiert die Bypass-Schaltung auch ordnungsgemäß bei stark verzerrten eingangsseitigen Messsignalen, denn insbesondere bei hohen Kurzschlussströmen liefern übliche Stromerfassungsmittel nur stark verkürzte Messimpulse.

**[0012]** In zweckmäßiger Weise erfolgt die Umschaltung der Referenzspannungen elektronisch, beispielsweise mit Halbleiterschaltern. Eine Unterdrückung der Watchdog-Impulse ist von Vorteil, um zum einen mit höherer Sicherheit ein Entladen des Ladekondensators in der ersten Phase nach dem Einschalten zu unterbinden und um zum anderen zum Testen der Bypass-Schaltung einen Ausfall des Mikroprozessors nachzubilden.

**[0013]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden, anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispiel. Es zeigen

**[0014]** Fig. 1: eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Leistungsschalters in schematischer Darstellung;

**[0015]** Fig. 2: beispielhafte Impulsdiagramme zur Darstellung der Wirkungsweise der Erfindung.

**[0016]** Fig. 1 zeigt einen dreipoligen Leistungsschalter, der über seine Hauptkontakte **2** einen Verbraucher **4** mit einer Niederspannungs-Energiequelle **6** verbindet. Das Öffnen und Schließen der Hauptkontakte **2** erfolgt über Betätigungsmittel **10**, die in üblicher Weise einen Betätigungsmechanismus **12** und eine elektromagnetische Auslösespule **14** enthalten. Der über die Hauptkontakte **2** zu dem Verbraucher **4** fließende Hauptstrom wird über Stromerfassungsmittel **8**, beispielsweise Stromwandler oder magnetische Stromsensoren, erfasst. Die von den Stromerfassungsmitteln **8** ausgegebenen Messsignale  $U_i$  werden einem elektronischen Auslöser **20** zugeführt. Der elektronische Auslöser **20** wandelt die Messsignale  $U_i$  mittels eines AD-Wandlers **22** in digitale Signale um, die von einem Mikroprozessor **24** ausgewertet werden. Überschreiten die Messsignale  $U_i$  bestimmte einstellbarer Parameter, insbesondere von Auslösestrom und zugehöriger Verzögerungszeit, dann gibt der Auslöser **20** ein erstes Auslösesignal  $U_c$  an einen ersten ODER-Eingang einer Aktivierungsschaltung **9** zum Erregen der Auslösespule **14** und damit zum zwangsweisen Öffnen der Hauptkontakte **2** aus. Der Mikroprozessor **24** bzw. der Auslöser **20** umfasst weiterhin eine Watchdog-Schaltung **26**, die bei ordnungsgemäßer Arbeitsweise des Mikroprozessors **24** laufend Watchdog-Impulse ausgibt. Die Messsignale  $U_i$  werden außerdem einer Versorgungsschaltung **30** zugeführt, die daraus eine Versorgungsspannung  $U_{cc}$  zur Energieversorgung des elektronischen Auslösers **20** und einer Bypass-Schaltung **40** bereitstellt.

**[0017]** Die Bypass-Schaltung **40** sorgt dafür, dass trotz eines Ausfalls des elektronischen Auslösers **20**, insbesondere bei Ausfall des Mikroprozessors **24**, beim Überschreiten vorgegebener Grenzströme ein zwangsweises Öffnen der Hauptkontakte **2** erfolgt. In der Bypass-Schaltung **40** sind ausgehend von der Watchdog-Schaltung **26** ein üblicher Hochpass **41** und eine erste Impulsformerstufe **42** hintereinander angeordnet. In der Bypass-Schaltung **40** sind weiterhin eine Überwachungsschaltung **44**, ein Spannungskomparator **45**, ein Ladekondensator **46** und eine zweite Impulsformerstufe **43** angeordnet. Vom Hochpass **41** werden die eingangsseitig anliegenden Watchdog-Impulse in Nadelimpulse umgewandelt, die allerdings unterbleiben, wenn keine Watchdog-Impulse ausgegeben werden, das heißt, wenn infolge einer Funktionsstörung des Mikroprozessors **24** die Watchdog-Schaltung **26** ausgangsseitig ständig auf dem High-Pegel oder dem Low-Pegel verharrt. Die Nadelimpulse werden von der ersten Im-

pulsformerstufe **42** in Entladeimpulse  $U_a$  ausreichender Impulsbreite umgewandelt.

**[0018]** Dem ersten Eingang des Spannungskomparators **45** werden die Messsignale  $U_i$  über einen Spannungsteiler **452** als abgeschwächte Messsignale  $U_i'$  zugeführt. Die Überwachungsschaltung **44** überwacht die Höhe der von der Versorgungsschaltung abgegebenen Versorgungsspannung  $U_{cc}$ , die nach dem Einschalten des Leistungsschalters von Null auf den Endwert hochläuft. Die Überwachungsschaltung **44** steuert einen elektronischen Umschalter **47**. Solange sich die hochlaufende Versorgungsspannung  $U_{cc}$  noch unterhalb eines vorher festgelegten Schwellenpegels befindet, gelangt in diesem Anfangszeitintervall ein erstes Referenzspannung  $U_{r1}$  über den Umschalter **47** an den zweiten Eingang des Komparators **45**. Überschreitet dagegen die hochlaufende Versorgungsspannung  $U_{cc}$  den festgelegten Schwellenpegel, dann gelangt eine zweite Referenzspannung  $U_{r2}$  über den Umschalter **47** an den zweiten Eingang des Komparators **45**. Die erste Referenzspannung  $U_{r1}$  ist einem durch entsprechende Messsignale  $U_i$  repräsentierten, über die Hauptkontakte **2** fließenden momentanen ersten Stromgrenzwert zugeordnet, der dem maximal mit dem elektronischen Auslöser **20** einstellbaren Auslösestrom entspricht, beispielsweise dem Zwölffachen des Nennstromes, für den der Leistungsschalter ausgelegt ist. Die zweite Referenzspannung  $U_{r2}$  liegt deutlich darunter und ist einem durch entsprechende Messsignale  $U_i$  repräsentierten niedrigeren, zweiten Stromgrenzwert zugeordnet, beispielsweise dem Vierfachen des Nennstromes. Während des Anfangszeitintervalls gibt der Komparator **45** demnach nur dann Ausgangssignale ab, wenn die abgeschwächten Messsignale  $U_i'$  die erste Referenzspannung  $U_{r1}$  überschreiten. In der auf das Anfangszeitintervall folgenden Zeit gibt der Komparator **45** schon dann Ausgangssignale ab, wenn die abgeschwächten Messsignale  $U_i'$  bereits die niedrigere Referenzspannung  $U_{r2}$  überschreiten.

**[0019]** Die Ausgangssignale des Komparators **45** werden über einen bedarfsweise vorzusehenden Ladewiderstand **462** von dem einseitig mit dem Bezugspotential verbundenen Ladekondensator **46** aufgenommen. Parallel zum Ladekondensator **46** ist ein erster Halbleiterschalter **48** angeordnet, dessen Steuerelektrode mit dem Ausgang der ersten Impulsformerstufe **42** verbunden ist. Liegen an dieser Steuerelektrode Entladeimpulse  $U_a$  an, dann wird der Ladekondensator **46** im Takt dieser Entladeimpulse kurzgeschlossen, und es kann sich unabhängig von dem durch die Stromerfassungsmittel **8** ausgegebenen Messsignale  $U_i$  kein erheblicher Spannungspegel über dem Ladekondensator **46** aufbauen. Die Taktfrequenz der Watchdog-Impulse bzw. der Entladeimpulse  $U_a$  ist um ein Vielfaches höher als die von der Energiequelle **6** angebotene Netzfrequenz. Un-

terbleiben die Entladeimpulse  $U_a$  infolge eines Versagens des Mikroprozessors **24**, dann lädt der Komparator **45** beim Auftreten entsprechender abgeschwächter Messsignale  $U_i'$ , welche die am zweiten Komparatoreingang anliegende erste oder zweite Referenzspannung  $U_{r1}$  bzw.  $U_{r2}$  übersteigt, in kurzer Zeit den Ladekondensator **46**. Die sich über dem Ladekondensator **46** aufbauenden, leicht verzögerten Spannungsimpulse werden von einer zweiten Impulsformerstufe **43** in zweite Auslösesignale  $U_b$  ausreichender Breite verarbeitet, die über einen zweiten ODER-Eingang der Aktivierungsschaltung **9** zum zwangsweisen Öffnen der Hauptkontakte **2** führen. Unmittelbar nach dem Einschalten des Leistungsschalters können zur Bildung von zweiten Auslösesignalen  $U_b$  nur abgeschwächte Messsignale  $U_i'$  führen, welche die erste Referenzspannung  $U_{r1}$  übersteigen. Hat die Versorgungsspannung  $U_{cc}$  dagegen den Schwellenwert überschritten, dann können zur Bildung von zweiten Auslösesignalen  $U_b$  bereits Messsignale  $U_i'$  führen, welche die niedrigere zweite Referenzspannung  $U_{r2}$  übersteigen. Bei Vorhandensein der Entladeimpulse  $U_a$  kann dagegen die Erregung der Auslösespule **14** nur durch erste Auslösesignale  $U_c$  bewirkt werden.

**[0020]** Zwischen dem Hochpass **41** und der ersten Impulsformerstufe **42** ist ein zweiter Halbleiterschalter **49** angeordnet, der durch Aktivieren seiner Steuerelektrode den Hochpass **41** an seinem Ausgang kurzschließt und dadurch die Weiterverarbeitung der Watchdog-Impulse unterdrückt. Das kann zum einen dazu genutzt werden, um bei funktionsfähigem Mikroprozessor **24** die Bypass-Schaltung **40** auf ihre Funktionsfähigkeit zu testen. Zum anderen kann der zweite Halbleiterschalter **49** dazu verwendet werden, dass die Weiterverarbeitung der Watchdog-Impulse und damit die Generierung von Entladeimpulsen  $U_a$  in dem Anfangszeitintervall vom Einschalten des Leistungsschalters bis zum Überschreiten der Schwellenspannung durch die Versorgungsspannung  $U_{cc}$  unterbleibt. Die letztgenannte Möglichkeit wird in **Fig. 1** durch die mit unterbrochenen Linien dargestellte Verbindung zwischen der Überwachungsschaltung **44** und dem zweiten Halbleiterschalter **49** angedeutet.

**[0021]** Anhand der Impulsdiagramme in **Fig. 2** werden nachfolgend die verschiedenen Auslösemöglichkeiten des Leistungsschalters aus **Fig. 1** veranschaulicht. Die einzelnen Impulszüge sind in **Fig. 2** mit unterschiedlichen Maßstäben dargestellt. Insbesondere ist der Impulszug der an dem ersten Eingang des Spannungskomparators **45** anliegenden Referenzspannung  $U_r$  in kleinerem Maßstab gegenüber dem Impulszug für die abgeschwächten Messsignale  $U_i'$  am zweiten Eingang des Komparators **45** dargestellt.

**[0022]** Im Zeitintervall  $t_0$  bis  $t_3$  wird beispielhaft vom

Einschalten des Leistungsschalters auf den Nennstrom und einem wesentlich später auftretenden Überstrom bei funktionierendem elektronischem Auslöser **20** ausgegangen. Zum Zeitpunkt  $t_0$  wird der Leistungsschalter auf den Nennstrom aufgeschaltet. Die abgeschwächten Messsignale  $U_i'$  haben einen dem Nennstrom entsprechenden Betrag  $U_n'$ . Mit dem Zeitpunkt  $t_0$  beginnt sich die Versorgungsspannung  $U_{cc}$  von Null beginnend aufzubauen. Mit geringer Verzögerung steht als Referenzspannung  $U_r$  am zweiten Eingang des Spannungskomparators **45** die höhere, erste Referenzspannung  $U_{r1}$  an, die von den abgeschwächten Messsignalen  $U_i'$  nicht überschritten werden. Zum Zeitpunkt  $t_1$  hat die Versorgungsspannung  $U_{cc}$  den vorgegebenen Schwellenwert überschritten, sodass die Referenzspannung  $U_r$  auf die niedrigere, zweite Referenzspannung  $U_{r2}$  übergeht. Ab dem Zeitpunkt  $t_1$  ist die volle Funktionsfähigkeit des elektronischen Auslösers **20** gegeben. Mit der Ausgabe von Watchdog-Impulsen kurz vor dem Zeitpunkt  $t_1$  stehen Entladeimpulse  $U_a$  zur Verfügung. Kurz vor dem Zeitpunkt  $t_2$  tritt ein Messsignal  $U_i$  auf, das den auf das Zweifache des Nennstroms eingestellten Überstrom entspricht. Zum Zeitpunkt  $t_2$  wird daraufhin ein vom elektronischen Auslöser **20** bewirktes erstes Auslösesignal  $U_c$  generiert, das zum Zeitpunkt  $t_3$  zum zwangsweisen Öffnen der Hauptkontakte **2** führt.

**[0023]** Im Zeitintervall  $t_4$  bis  $t_6$  wird beispielhaft vom Einschalten des Leistungsschalters auf einen bereits bestehenden Kurzschluss ausgegangen. Zum Zeitpunkt  $t_4$  wird der Leistungsschalter eingeschaltet. Die abgeschwächten Messsignale  $U_i'$  übersteigen die in dem Anfangszeitintervall maßgebliche erste Referenzspannung  $U_{r1}$ , d.h. das Zwölffache des dem Nennstrom entsprechenden Betrages  $U_n'$ . Mit geringer Verzögerung wird daraufhin zum Zeitpunkt  $t_5$  ein zweites Auslösesignal  $U_b$  über die Bypass-Schaltung **40** ausgegeben, dass zum Zeitpunkt  $t_6$  zum zwangsweisen Öffnen der Hauptkontakte **2** führt. Hervorzuheben ist, dass in dem Zeitintervall  $t_4$  bis  $t_6$  der elektronische Auslöser **20** noch funktionsunfähig ist.

**[0024]** Im Zeitintervall  $t_7$  bis  $t_{11}$  wird beispielhaft vom Einschalten des Leistungsschalters auf den Nennstrom und einem wesentlich später auftretenden Überstrom bei ausgefallenem elektronischem Auslöser **20** ausgegangen. Zum Zeitpunkt  $t_7$  wird der Leistungsschalter auf den Nennstrom aufgeschaltet. Zum Zeitpunkt  $t_8$  ändert sich die Referenzspannung  $U_r$  von  $U_{r1}$  auf  $U_{r2}$ . Zum Zeitpunkt  $t_9$  wird der Ausfall des Mikroprozessors **24** angenommen, worauf keine Entladeimpulse  $U_a$  mehr generiert werden. Es erfolgt allerdings noch keine zwangsweise Auslösung, solange die abgeschwächten Messsignale  $U_i'$  unterhalb der zweiten Referenzspannung  $U_{r2}$  verbleiben. Kurz vor dem Zeitpunkt  $t_{10}$  tritt allerdings ein abgeschwächtes Messsignal  $U_i'$  auf, das dem Vierfachen des dem Nennstrom entsprechenden Betrages  $U_n'$

entspricht. Zum Zeitpunkt  $t_{11}$  wird daraufhin von der Bypass-Schaltung **40** ein zweites Auslösesignal  $U_b$  erzeugt.

**[0025]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsform beschränkt, sondern umfaßt auch alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Ausführungsformen. So läßt sich die Erfindung beispielsweise dahingehend ausgestalten, dass das Umschalten von der ersten Referenzspannung  $U_{r1}$  auf die zweite Referenzspannung  $U_{r2}$  durch die Überwachungsschaltung **44** nicht originär beim Überschreiten der Schwellenspannung durch die sich aufbauende Schwellenspannung  $U_{cc}$  sondern vereinfachend beim Erreichen einer festgelegten Schwellenzeit vorgenommen wird. Diese Schwellenzeit wird so festgelegt, dass vom Einschalten des Leistungsschalters bis zu dieser Schwellenzeit die Versorgungsspannung  $U_{cc}$  den Schwellenwert erfahrungsgemäß überschritten hat. Die Schwellenzeit muss natürlich in Abhängigkeit der speziellen Ausgestaltung der maßgeblichen Komponenten, insbesondere der Stromerfassungsmittel **8** und der Versorgungsschaltung **30**, festgelegt werden.

### Patentansprüche

1. Leistungsschalter mit elektronischem Auslöser, wobei

- Stromerfassungsmittel (**8**) sowohl Messsignale ( $U_i$ ) des zu überwachenden Stromes durch die Hauptkontakte (**2**) des Leistungsschalters als auch die Versorgungsenergie für den elektronischen Auslöser (**20**) liefern,
- der mikroprozessorgesteuerte Auslöser (**20**) die Messsignale ( $U_i$ ) verarbeitet und bei Überschreiten einstellbarer Grenzwerte eine Auslösespule (**14**) zum zwangsweisen Öffnen der Hauptkontakte (**2**) aktiviert,
- einer zur Überwachung des Mikroprozessors (**24**) dienenden Watchdog-Schaltung (**26**) ein Hochpass (**41**), ein erster Halbleiterschalter (**48**) und ein über diesen entladbarer Ladekondensator (**46**) nachgeordnet sind, und
- der Auslösespule (**14**) eine Aktivierungsschaltung (**9**) vorgeschaltet ist, die über einen ersten ODER-Eingang von dem elektronischen Auslöser (**20**) und über einen zweiten ODER-Eingang von dem Ladekondensator (**46**) in Abhängigkeit von dessen Ladezustand aktivierbar ist

**dadurch gekennzeichnet**, dass

- eine ebenfalls von den Stromerfassungsmitteln (**8**) energieverSORgte Bypass-Schaltung (**40**) neben dem Hochpass (**41**), dem ersten Halbleiterschalter (**48**) und dem Ladekondensator (**46**) noch einen Spannungskomparator (**45**), der über seinen ersten Eingang mit den Stromerfassungsmitteln (**8**) und ausgangsseitig mit dem Ladekondensator (**46**) wirkverbunden ist, umfasst und

– eine Überwachungsschaltung (**44**) bei Unterschreitung bzw. beim Überschreiten eines vorgegebenen Schwellenpegels der Versorgungsspannung ( $U_{cc}$ ) eine erste bzw. zweite Referenzspannung ( $U_{r1}$ ;  $U_{r2}$ ) an den zweiten Eingang des Komparators (**45**) anlegt, wobei die erste Referenzspannung ( $U_{r1}$ ) einem ersten Stromgrenzwert und die zweite Referenzspannung ( $U_{r2}$ ) einem gegenüber dem ersten Stromgrenzwert kleineren, zweiten Stromgrenzwert zugeordnet ist.

tig zu dem Hochpass (**41**) geführt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

2. Leistungsschalter nach vorstehendem Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Referenzspannung ( $U_{r1}$ ) dem maximal einstellbaren Grenzwert für den Auslösestrom entspricht.

3. Leistungsschalter nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über die Überwachungsschaltung (**44**) vor bzw. nach Ablauf einer vom Einschalten des Leistungsschalters an gerechneten Schwellenzeit, in der der Schwellenpegel der Versorgungsspannung ( $U_{cc}$ ) überschritten wird, die erste bzw. zweite Referenzspannung ( $U_{r1}$ ;  $U_{r2}$ ) am zweiten Eingang des Komparators (**45**) anliegt.

4. Leistungsschalter nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Hochpass (**41**) und dem ersten Halbleiterschalter (**48**) eine erste Impulsformerstufe (**42**) angeordnet ist.

5. Leistungsschalter nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ladekondensator (**46**) und der Aktivierungsschaltung (**9**) eine zweite Impulsformerstufe (**43**) angeordnet ist.

6. Leistungsschalter nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Referenzspannung ( $U_{r1}$ ;  $U_{r2}$ ) über einen von der Überwachungsschaltung (**44**) umschaltbaren elektronischen Umschalter (**47**) zu dem Komparator (**45**) geführt ist.

7. Leistungsschalter nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch von der Überwachungsschaltung (**44**) steuerbare Mittel (**49**) zum Unterdrücken der Watchdog-Impulse während der Unterschreitung des Schwellenwertes der Versorgungsspannung ( $U_{cc}$ ).

8. Leistungsschalter nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Mittel (**49**) zum Unterdrücken der Watchdog-Impulse zu Testzwecken.

9. Leistungsschalter nach einem der beiden vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Halbleiterschalter (**49**) ausgangssei-

Anhängende Zeichnungen

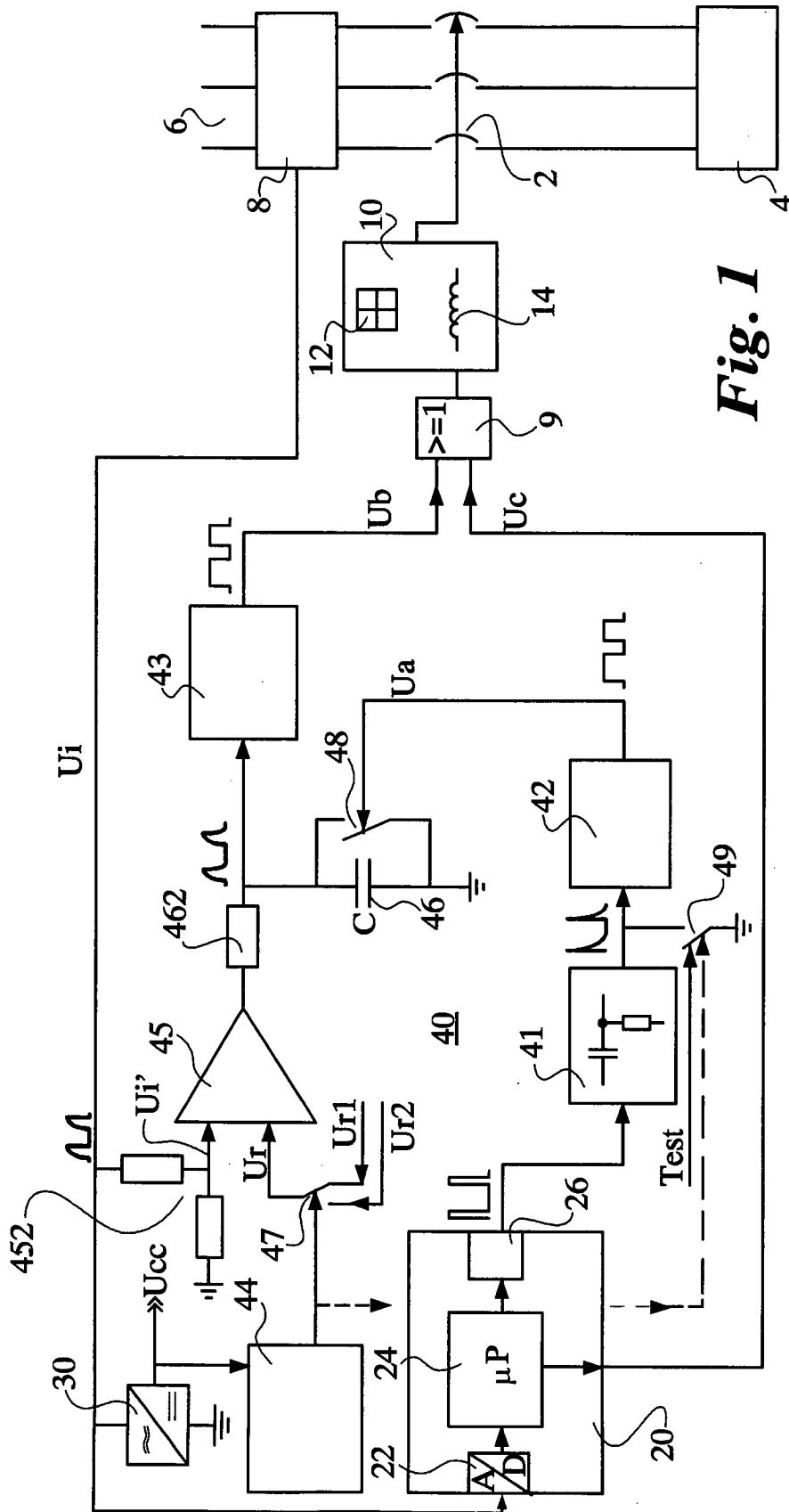


Fig. 1

