



RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Sicherheitsschaltvorrichtung (1) zum fehlersicheren Ein-oder Ausschalten einer technischen Anlage (10), mit einer fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit (28) mit einem Eingang (34) zum Aufnehmen eines Eingangssignals. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ist ausgebildet das Eingangssignal zu verarbeiten, um in Abhängigkeit davon zu einem Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1 , t_2) ein Ausgangssignal (A) zum Ein-oder Ausschalten der technischen Anlage (10) zu erzeugen. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) weist einen ersten Ausgang (36) auf zum Übermitteln des Ausgangssignals (A) an einen elektromechanischen Schalter (40). Der elektromechanische Schalter (40) weist einen Arbeitskontakt (42) zum Schalten eines Laststromkreises (49) der technischen Anlage (10) und einen zwangsgeführten Hilfskontakt (44) in einem Hilfskontaktstrompfad (45), über den bei einer angelegten definierten Spannung (V_1) ein Strom geführt werden kann zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts (42), auf. In dem Hilfskontaktstrompfad (45) ist ein Schaltelement (50) angeordnet. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ist ausgebildet zum Erzeugen eines Schaltsignals (S) zu einem Schaltsignal-Zeitpunkt (t_3 , t_4) mit einem zeitlichen Abstand (Δt_3 , Δt_4) zu dem Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1 , t_2), wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) einen zweiten Ausgang (52) aufweist zum Übermitteln des Schaltsignals (S) an das Schaltelement (50), das ausgebildet ist bei Empfang des Schaltsignals (S) den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad (45) zu schalten.

Sicherheitsschaltvorrichtung mit Schaltelement im Hilfskontaktstrompfad

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sicherheitsschaltvorrichtung zum fehlersicheren Ein- oder Ausschalten einer technischen Anlage. Die Sicherheitsschaltvorrichtung weist eine fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit mit einem Eingang zum Aufnehmen eines Eingangssignals auf. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit ist ausgebildet das Eingangssignal zu verarbeiten, um in Abhängigkeit davon zu einem Ausgangssignal-Zeitpunkt ein Ausgangssignal zum Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage zu erzeugen. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit weist einen ersten Ausgang auf zum Übermitteln des Ausgangssignals an einen elektromechanischen Schalter. Der elektromechanische Schalter weist einen Arbeitskontakt zum Schalten eines Laststromkreises der technischen Anlage und einen zwangsgeführten Hilfskontakt in einem Hilfskontaktstrompfad, über den bei einer angelegten definierten Spannung ein Strom geführt werden kann zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts, auf.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Sicherheitsschaltssystem mit einer solchen Sicherheitsschaltvorrichtung und mit einer räumlich getrennt angeordneten Schaltvorrichtung mit dem elektromechanischen Schalter.

[0003] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit einer Sicherheitsschaltvorrichtung zum fehlersicheren Ein- oder Ausschalten einer technischen Anlage. Das Verfahren beinhaltet die folgenden Schritte: Aufnehmen eines Eingangssignals an einem Eingang der fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit, Verarbeiten des Eingangssignals, um in Abhängigkeit davon zu einem Ausgangssignal-Zeitpunkt ein Ausgangssignal zum Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage zu erzeugen, und, an einem ersten Ausgang der fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit, Übermitteln des Ausgangssignals an einen elektromechanischen Schalter. Der elektromechanische Schalter weist einen Arbeitskontakt zum Schalten eines Laststromkreises der technischen Anlage und einen zwangsgeführten Hilfskontakt in einem Hilfskontaktstrompfad, über den bei einer angelegten definierten Spannung ein Strom geführt werden kann zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts, auf.

[0004] Eine Sicherheitsschaltvorrichtung und ein Sicherheitsschaltssystem dieser Art sind aus DE 10 2004 033 359 A1 bekannt.

[0005] Eine Sicherheitsschaltvorrichtung bzw. eine fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit im Sinne der vorliegenden Erfindung ist jede Schaltvorrichtung bzw. Steuer/Auswerteeinheit (zum Beispiel CPU oder Mikrokontroller), die die erforderlichen Sicherheitsnormen erfüllt, insbesondere zumindest die Kategorie 3, bevorzugt sogar die Kategorie 4, und/oder ein entsprechendes PL (Performance Level) nach der Norm EN ISO 13849-1 und/oder ein entsprechendes SIL (Safety Integrity Level) nach EN/IEC 62061 oder eine vergleichbare Sicherheitsnorm, beispielsweise die nun nicht mehr gültige europäischen Norm EN 954-1. Hierunter fallen insbesondere Schaltgeräte, Sicherheitssteuerungen, sowie Sensor- und Aktuatormodule, die für die Steuerung und Durchführung von sicherheitskritischen Aufgaben im Bereich industrieller Produktionsumgebungen eingesetzt werden. Dabei sind insbesondere Schaltgeräte bekannt, die die Betriebsstellung eines Not-Aus-Schalters oder einer Schutztür oder beispielsweise den Funktionszustand einer Lichtschranke überwachen und in Abhängigkeit davon eine Maschine oder

einen Maschinenbereich abschalten. Ein Versagen derartiger Sicherheitsschaltvorrichtungen kann für Maschinenpersonal lebensgefährliche Folgen haben, weshalb Sicherheitsschaltvorrichtungen nur verwendet werden dürfen, wenn sie durch die zuständigen Aufsichtsbehörden (in Deutschland beispielsweise die Berufsgenossenschaften) zugelassen sind.

[0006] Die zuvor genannte DE 10 2004 033 359 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Absichern eines automatisiert arbeitenden Roboters. Die Vorrichtung beinhaltet ein Sicherheitsschaltgerät, das ausgangsseitig zwei externe Schaltelemente ansteuert. Eingangsseitig erhält das Sicherheitsschaltgerät ein oder mehrere Eingabesignale von entsprechend angeschlossenen Signalgebern. Das oder die aufgenommenen Eingabesignale werden einer Auswerte- und Steuereinheit zugeführt, die bevorzugt mehrkanalig-redundant aufgebaut ist. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel beinhaltet das Sicherheitsschaltgerät zwei ausgangsseitige Relais, deren Schaltstellung von der Auswerte- und Steuereinheit bestimmt wird. Jedes Relais besitzt eine Anzahl von zwangsgeführten Schließer- und Öffnerkontakten.

[0007] In der Sicherheitstechnik weist der elektromechanische Schalter, beispielsweise ein Relais oder Schütz, meist einen Arbeitskontakt, auch Schließerkontakt genannt, und einen dazu zwangsgeführten Hilfskontakt, auch Öffnerkontakt genannt, auf. Zwangsgeführt bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Arbeitskontakt und der Hilfskontakt mechanisch derart miteinander verbunden sind, dass stets Arbeitskontakt und Hilfskontakt nicht gleichzeitig geschlossen sein können. Das heißt, der Hilfskontakt (bzw. Öffnerkontakt) ist geschlossen, wenn der Arbeitskontakt (bzw. Schließerkontakt) offen ist, und vice versa. Der Arbeitskontakt ist in dem Laststrompfad oder -kreis der technischen Anlage angeordnet, so dass er den Strom zu der technischen Anlage ein- oder ausschalten kann. Der Hilfskontakt ist in einem dazu separaten Hilfskontaktstrompfad oder -kreis angeordnet, auch Rückführkreis (RSK) genannt (im Englischen "feed back loop"). Durch einen Strom bzw. ein Signal in dem Hilfskontaktstrompfad kann aufgrund der Zwangsführung zwischen Arbeitskontakt und Hilfskontakt die Schaltstellung des Arbeitskontakts überprüft werden, beispielsweise durch eine Rückleselogik.

[0008] Der elektromechanische Schalter mit dem Arbeits- und Hilfskontakt kann räumlich getrennt von der Sicherheitsschaltvorrichtung angeordnet sein. Alternativ kann der elektromechanische Schalter aber auch innerhalb der Sicherheitsschaltvorrichtung bzw. des Gehäuses angeordnet sein.

[0009] Beispielsweise offenbart DE 199 54 460 A1 ein Sicherheitsschaltgerät zum Ein- und sicheren Ausschalten eines elektrischen Verbrauchers, insbesondere einer elektrisch angetriebenen Maschine, mit einem ersten und einem zweiten elektromechanischen Schaltelement, deren Arbeitskontakte in Reihe zueinander zwischen einer ersten Eingangsklemme und einer Ausgangsklemme des Schaltgerätes angeordnet sind. Darüber hinaus besitzt jedes der beiden Schaltelemente einen Hilfskontakt, der mit den jeweiligen Arbeitskontakten zwangsgeführt ist. Die Hilfskontakte der beiden Schaltelemente sind ebenfalls in Reihe zueinander verschaltet. Mit Hilfe eines Stromes, der über die Hilfskontakte geführt wird, ist es daher möglich, die Schaltstellung der Arbeitskontakte der Schaltelemente zu überprüfen, ohne direkt in den Arbeitskreis der Schaltelemente einzugreifen.

[0010] Eine Sicherheitsschaltvorrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise eine Sicherheitsschaltvorrichtung für eine konfigurierbare oder programmierbare Steuerung sein. Es kann eine Sicherheitsschaltvorrichtung für eine konfigurierbare Steuerung sein, wie beispielsweise jene, die die Anmelderin der vorliegenden Erfindung unter der Marke PNOZ® vertreibt, oder eine Sicherheitsschaltvorrichtung für eine programmierbare Steuerung, wie beispielsweise jene, die die Anmelderin der vorliegenden Erfindung unter der Marke PSS® vertreibt, oder eine dieser ähnliche. Unter konfigurierbar ist hier das Anpassen oder Einstellen eines Hardwarebestandteils der Steuerung zu verstehen, wie beispielsweise einer Verdrahtung. Unter programmierbar ist hier das Anpassen oder Einstellen eines Softwarebestandteils der Steuerung zu verstehen, beispielsweise mittels einer Programmiersprache.

[0011] In der Bedienungsanleitung „PNOZmm0p, Configurable Control System PNOZmulti, Operating Manual - No. 1001274-EN-04“ ist eine Sicherheitsschaltvorrichtung offenbart, die die Anmelderin der vorliegenden Erfindung unter der Marke PNOZ® vertreibt. An jedem Sicherheitsausgang O0, O1, O2, O3 mit erweiterter Fehlererkennung

dürfen bei Anwendungen nach EN IEC 62061, SIL CL 3 zwei Lasten angeschlossen werden. Voraussetzung hierfür ist unter anderem, dass ein Rückführkreis an einem Eingang angeschlossen ist.

[0012] In der Bedienungsanleitung „PSSuniversal, Programmable control systems PSS®, System Description - No. 21256-EN-04“ ist eine Sicherheitsschaltvorrichtung offenbart, die die Anmelderin der vorliegenden Erfindung unter der Marke PSS® vertreibt. Diese Vorrichtung besitzt einen Rückführkreis-Eingang (RFK-Eingang) und eine Rückführkreis-Logik (RFK-Logik).

[0013] Ein Thema bei derartigen Sicherheitsschaltvorrichtungen ist oftmals, den Energieverbrauch zu verringern bzw. zu optimieren.

[0014] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sicherheitsschaltvorrichtung, ein Sicherheitsschaltsystem und ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, die energiesparender bzw. energieeffizienter arbeiten.

[0015] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Sicherheitsschaltvorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, mit einem in dem Hilfskontaktstrompfad angeordneten Schaltelement, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit ausgebildet ist zum Erzeugen eines Schaltsignals zu einem Schaltsignal-Zeitpunkt mit einem zeitlichen Abstand zu dem Ausgangssignal-Zeitpunkt, und wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit einen zweiten Ausgang aufweist zum Übermitteln des Schaltsignals an das Schaltelement, das ausgebildet ist, bei Empfang des Schaltsignals den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad zu schalten.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zum Betreiben einer Steuer/Auswerteeinheit einer Sicherheitsschaltvorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, das folgende Schritte beinhaltet: Erzeugen eines Schaltsignals zu einem Schaltsignal-Zeitpunkt mit einem zeitlichen Abstand zu dem Ausgangssignal-Zeitpunkt, und an einem zweiten Ausgang der Steuer/Auswerteeinheit

Übermitteln des Schaltsignals an ein in dem Hilfskontaktstrompfad angeordnetes Schaltelement, das ausgebildet ist bei Empfang des Schaltsignals den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad zu schalten.

[0017] Die neue Sicherheitsschaltvorrichtung verwendet also ein zusätzliches Schaltelement in dem Hilfskontaktstrompfad oder -kreis, das von der Steuer/Auswerteeinheit angesteuert wird. Das Schaltelement ist insbesondere in Reihe zu dem Hilfskontakt angeordnet. Durch entsprechendes, von der Steuer/Auswerteeinheit gesteuertes, Schalten des Schaltelements kann so erreicht werden, dass nur zu bestimmten Zeitpunkten ein Strom im Hilfskontaktstrompfad fließt, und nicht dauerhaft. Der Strom im Hilfskontaktstrompfad kann daher nur wenn er gebraucht wird eingeschaltet werden. Dies führt zu einem geringeren Stromverbrauch und/oder Wärmeentwicklung im Hilfskontaktstrompfad, beispielsweise über einem Belastungselement. Es wird somit eine energiesparendere bzw. energieeffizientere Sicherheitsschaltvorrichtung bereitgestellt.

[0018] Bei bekannten Sicherheitsschaltvorrichtungen fließt dauerhaft ein Strom in dem Hilfskontaktstrompfad, beispielsweise über einem Belastungselement zum Festlegen eines definierten Stroms. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die technische Anlage für eine längere Zeit ausgeschaltet ist, das heißt die Arbeitskontakte im Laststromkreis der technischen Anlage geöffnet sind und die dazu zwangsgeführten Hilfskontakte daher geschlossen sind. Dieser dauerhafte Strom führt zu einer erhöhten Stromaufnahme bzw. zusätzlicher Wärmeentwicklung.

[0019] Insgesamt ermöglichen die neue Sicherheitsschaltvorrichtung, das neue Sicherheitsschaltsystem und das neue Verfahren daher eine erhöhte Energieeinsparung bzw. Energieeffizienz.

[0020] In einer Ausgestaltung ist die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit ausgebildet, wenn sie zu einem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt das Ausgangssignal in Form eines Einschaltsignals zum Einschalten der technischen Anlage erzeugt, das Schaltsignal in Form eines Einschaltsignals zum Einschalten des Schaltelements zu

einem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt, der vor dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt liegt, zu erzeugen.

[0021] In dieser Ausgestaltung kann ein Strom über den Hilfskontaktstrompfad nur kurz zum bzw. vor Einschaltung der technischen Anlage fließen. Der Strom fließt also nur, wenn er gebraucht wird, wie für das Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts bzw. das Einschalten der technischen Anlage bzw. gefährlichen Maschine. Es wird nur ein verwendeter Stromverbrauch und/oder Wärmeentwicklung beim Einschalten der technischen Anlage erreicht. Das Schaltelement ist insbesondere ausgebildet, bei Empfangen des Schaltsignals den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad einzuschalten.

[0022] In einer Variante dieser Ausgestaltung ist die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit ausgebildet, ein weiteres Schaltsignal in Form eines Ausschaltsignals zum Ausschalten des Schaltelements zu einem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt, der nach dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt liegt, zu erzeugen.

[0023] In dieser Variante wird das Schaltelement wieder ausgeschaltet, nachdem er nicht mehr gebraucht wird. Dies führt zu einem weiter verringerten Stromverbrauch und/oder Wärmeeffizienz, insbesondere wenn noch andere Elemente von dem Schaltelement angesteuert werden, wie zum Beispiel mehrere Hilfskontaktstrompfade der mehreren elektromechanischen Schaltern.

[0024] In einer alternativen oder kumulativen Ausgestaltung ist die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit ausgebildet, wenn sie zu einem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt das Ausgangssignal in Form eines Ausschaltsignals zum Ausschalten der technischen Anlage erzeugt, das Schaltsignal in Form eines Ausschaltsignals zum Ausschalten des Schaltelements zu einem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt, der nach dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt liegt, zu erzeugen.

[0025] In dieser Ausgestaltung kann ein Strom dem Hilfskontaktstrompfad nur kurz zum bzw. nach Ausschalten der Anlage zugeführt werden. Der Strom fließt daher nur, wenn er gebraucht wird, beispielsweise zum Überprüfen der Schaltstellung des

Arbeitskontakts bzw. Rücklesen nach Ausschalten der Maschine. Es wird so ein verringerter Stromverbrauch und/oder Wärmeentwicklung beim Ausschalten der Maschine bereitgestellt. Das Schaltelement ist insbesondere ausgebildet bei Empfang des Ausschaltsignals den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad auszuschalten.

[0026] In einer Variante dieser Ausgestaltung ist die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit ausgebildet, ein weiteres Schaltsignal in Form eines Einschaltsignals zum Einschalten des Schaltelements zu einem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt, der vor dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt liegt, zu erzeugen.

[0027] In dieser Variante wird das Schaltelement wieder eingeschaltet, bevor er wieder gebraucht wird, es wird so ein weiter verringerter Stromverbrauch und/oder Wärmeentwicklung bereitgestellt, insbesondere wenn noch andere Elemente von dem Schaltelement angesteuert werden, wie zum Beispiel mehrere Hilfskontaktstrompfade der mehreren elektromechanischen Schalter.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung hat die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit mindestens zwei erste Ausgänge zum Übermitteln jeweils eines Ausgangssignals an jeweils einen elektromechanischen Schalter, wobei insbesondere das Schaltelement in jedem der Hilfskontaktstrompfade der Hilfskontakte der elektromechanischen Schalter angeordnet ist.

[0029] In dieser Ausgestaltung wird ein einziges Schaltelement für Hilfskontaktstrompfade mehrerer elektromechanischer Schalter verwendet. Es wird so eine einfache und kostengünstige Implementierung bereitgestellt. Diese Ausgestaltung kann insbesondere in Verbindung mit dem oben genannten Wiederausschalten, nachdem der Strom gebraucht wird, und/oder dem oben genannten Wiedereinschalten, sobald der Strom wieder gebraucht wird, verwendet werden. In diesem Fall wird ein noch geringerer Stromverbrauch und/oder Wärmeeffizienz erreicht.

[0030] In einer weiteren Ausgestaltung hat die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit mindestens zwei erste Ausgänge zum Übermitteln jeweils eines Ausgangssignals

an jeweils einen elektromechanischen Schalter, wobei insbesondere die Sicherheits-schaltvorrichtung mindestens zwei Schaltelemente hat, die jeweils in einem der Hilfskontaktstrompfade der Hilfskontaktstrompfade der Hilfskontakte der elektromechanischen Schalter angeordnet sind.

[0031] In dieser Ausgestaltung wird jeweils ein Schaltelement für jeden Hilfskontaktstrompfad eines jeden von mehreren elektromechanischen Schaltern verwendet. Der Stromverbrauch bzw. die Energie kann so maximalerweise gesenkt werden.

[0032] In einer weiteren Ausgestaltung hat die Sicherheitsschaltvorrichtung eine Rückleselogik mit einem mit dem Hilfskontaktstrompfad verbundenen Eingang zum Empfangen eines Rücklesesignals zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts.

[0033] In dieser Ausgestaltung ist durch die Rückleselogistik eine Überprüfung möglich, ob der elektromechanische Schalter ordnungsgemäß funktioniert oder beispielsweise verschweißt ist. Es wird somit eine erhöhte Sicherheit bereitgestellt. Die Rückleselogik kann in der Steuer/Auswerteeinheit implementiert sein oder in einer separaten Verarbeitungseinheit. Vor die Rückleselogik kann eine Rückleseschaltung geschaltet sein, die eine Spannungsanpassung und/oder einen Filter aufweist.

[0034] In einer Variante dieser Ausgestaltung ist die Rückleselogik ausgebildet zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts zu einem ersten Rücklese-Zeitpunkt, der vor dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt liegt, insbesondere nach dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt liegt.

[0035] In dieser Variante ist eine Überprüfung des elektromechanischen Schalters vor dem Einschalten der technischen Anlage möglich. Es kann überprüft werden, ob der Arbeitskontakt wirklich zugegangen bzw. eingeschaltet ist und beispielsweise nicht verschweißt. Der erste Rücklese-Zeitpunkt kann insbesondere zwischen dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt und dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt liegen. Es wird so der

Zeitraum genutzt, in dem das Schaltelement eingeschaltet ist, aber der Hilfskontakt noch nicht geöffnet ist.

[0036] In einer alternativen oder kumulativen Variante ist die Rückleselogik ausgebildet zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts zu einem zweiten Rücklese-Zeitpunkt, der nach dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt liegt, insbesondere vor dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt liegt.

[0037] In dieser Variante ist eine Überprüfung des elektromechanischen Schalters nach dem Ausschalten möglich. Es kann so überprüft werden, ob der Arbeitskontakt wirklich aufgegangen bzw. ausgeschaltet ist und beispielsweise nicht verschweißt. Der zweite Rücklese-Zeitpunkt kann insbesondere zwischen dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt und dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt liegen. Es wird so der Zeitraum genutzt, in dem das Schaltelement eingeschaltet ist und der Hilfskontakt wieder geöffnet ist.

[0038] In einer weiteren Ausgestaltung hat die Sicherheitsschaltvorrichtung ein in dem Hilfskontaktstrompfad angeordnetes Belastungselement zum Festlegen eines definierten Stroms durch den Hilfskontaktstrompfad bei angelegter definierter Spannung.

[0039] In dieser Ausgestaltung kann ein definierter Strom in dem Hilfskontaktstrompfad bereitgestellt werden, insbesondere der einem Mindeststrom bzw. einer Mindestleistung entspricht oder überschreitet. Nur bei Vorhandensein oder Überschreiten dieses Mindeststroms bzw. Mindestleistung kann ein niederohmiger Übergangswiderstand des Hilfskontakts garantiert werden. Es wird daher eine verbesserte Kontaktsicherheit bereitgestellt. Der Mindeststrom bzw. die Mindestleistung ist eine Eigenschaft des jeweiligen Hilfskontakts, die beispielsweise vom Hersteller des elektromechanischen Schalters angegeben werden kann. Das Belastungselement kann insbesondere derart dimensioniert werden, dass der Mindeststrom und/oder die Mindestleistung gewährleistet wird. Der Stromverbrauch und/oder die Wärmeeffizienz des Belastungselements ist abhängig von dem jeweils gewählten Belastungselement. Das Belastungselement kann insbesondere ein Belastungswiderstand sein. Es wird so eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Festlegung des definierten Stroms bereitgestellt. Alternativ kann jedoch

auch jedes andere geeignete Belastungselement verwendet werden, wie beispielsweise eine Stromsenke (zum Beispiel elektronische Last).

[0040] In einer weiteren Ausgestaltung ist das Schaltelement ein elektronisches Schaltelement, insbesondere ein Transistor.

[0041] Mit dieser Ausgestaltung wird erreicht, dass das Schaltelement bzw. der Transistor viel schneller schaltet als der elektromechanische Schalter. Der zeitliche Abstand zwischen dem Schaltsignal-Zeitpunkt und dem Ausgangssignal-Zeitpunkt kann somit sehr viel kleiner sein als die maximale Schaltfrequenz des elektromechanischen Schalters.

[0042] In einer weiteren Ausgestaltung besitzt die Sicherheitsschaltvorrichtung den elektromechanischen Schalter.

[0043] In dieser Ausgestaltung ist der elektromechanische Schalter Bestandteil der Sicherheitsschaltvorrichtung. Insbesondere kann der elektromechanische Schalter innerhalb des Gehäuses der Sicherheitsschaltvorrichtung angeordnet sein. Es kann beispielsweise eine Ausgangsklemme am Gehäuse vorhanden sein, die an den Laststromkreis der technischen Anlage angeschlossen werden kann. Es wird so ein unmittelbares Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage ermöglicht. Es kann daher eine kompakte Sicherheitsschaltvorrichtung bereitgestellt werden. Die Sicherheitsschaltvorrichtung kann direkt an den Laststromkreis angeschlossen werden.

[0044] In einer weiteren Ausgestaltung hat die Sicherheitsschaltvorrichtung eine an einem Gehäuse der Sicherheitsschaltvorrichtung angeordnete und mit dem ersten Ausgang verbundene Ausgangsklemme zum Ansteuern des elektromechanischen Schalters.

[0045] In dieser Ausgestaltung ist der elektromechanische Schalter nicht Bestandteil der Sicherheitsschaltvorrichtung bzw. nicht innerhalb des Gehäuses der Sicherheitsschaltvorrichtung angeordnet. Es wird so ein mittelbares Ein- oder Ausschalten der

technischen Anlage ermöglicht. Der elektromechanische Schalter kann in einer von der Sicherheitsschaltvorrichtung räumlich getrennt angeordneten bzw. separaten Schaltvorrichtung angeordnet sein. Die Sicherheitsschaltvorrichtung und die Schaltvorrichtung bilden zusammen dann das Sicherheitsschaltssystem. Die räumlich getrennt angeordnete Schaltvorrichtung kann eine an einem Gehäuse der Schaltvorrichtung angeordnete Eingangsklemme zum Aufnehmen des Ausgangssignals aufweisen. Durch Verwendung einer räumlich getrennten Schaltvorrichtung wird so eine erhöhte Sicherheit bereitgestellt, insbesondere bei höheren zu schaltenden Strömen, wie bei der Verwendung von Schützen.

[0046] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0047] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung einer technischen Anlage mit einem Ausführungsbeispiel der Sicherheitsschaltvorrichtung,
- Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung,
- Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung,
- Fig. 4 Diagramme des zeitlichen Verlaufs von Zuständen verschiedener Elemente der Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem Schaltschema,

- Fig. 5 Diagramme des zeitlichen Verlaufs von Zuständen verschiedener Elemente der Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem weiteren Schalt-schema,
- Fig. 6 eine vereinfachte Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung,
- Fig. 7 eine vereinfachte Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung bzw. des Sicherheitsschaltsystems,
- Fig. 8 eine vereinfachte Darstellung eines fünften Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung, und
- Fig. 9 eine vereinfachte Darstellung eines sechsten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung.

[0048] In Fig. 1 ist eine technische Anlage 10 mit einem Ausführungsbeispiel der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 zum fehlersicheren Ein- oder Ausschalten der technischen bzw. gefährlichen Anlage 10 bereitgestellt. Die Anlage 10 beinhaltet in diesem Ausführungsbeispiel beispielhaft einen Roboter 12, von dessen Bewegungen im Arbeitsbetrieb eine Gefahr für Personen ausgeht, die sich im Arbeitsbereich des Roboters 12 aufhalten. Aus diesem Grund ist der Arbeitsbereich des Roboters 12 mit einem Schutzzaun mit einer Schutztür 14 abgesichert. Die Schutztür 14 ermöglicht den Zugang in den Arbeitsbereich des Roboters 12, beispielsweise für Wartungsarbeiten oder für Einrichtarbeiten. Im normalen Arbeitsbetrieb darf der Roboter 12 jedoch nur arbeiten, wenn die Schutztür 14 geschlossen ist. Sobald die Schutztür 14 geöffnet wird, muss der Roboter 12 abgeschaltet werden oder auf andere Weise in einen sicheren Zustand gebracht werden.

[0049] Um den geschlossenen Zustand der Schutztür 14 zu detektieren, ist an der Schutztür 14 ein Schutztürschalter mit einem Türteil 16 und einem Rahmenteil 18 angebracht. Das Rahmenteil 18 erzeugt auf einer Leitung 20 ein Schutztürsignal, das über die Leitung 19 der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung 1 zugeführt ist.

[0050] Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 besitzt in diesem Ausführungsbeispiel einen E/A-Teil 24 mit einer Vielzahl von Anschlüssen (bzw. externen oder Geräteanschlüssen) 25. In einigen Ausführungsbeispielen sind die Anschlüsse 25a, 25b Anschlussklemmen oder Feldklemmen, die an einer Gehäuseseite des Gehäuses 27 der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 angeordnet sind. Beispielsweise kann es sich um Federzugklemmen oder um Schraubklemmen handeln. In anderen Ausführungsbeispielen können die Anschlüsse Stecker oder Buchsen sein, die mehrere Kontaktelemente (Pins) beinhalten, wobei jeweils ein Pin einen Anschluss bildet. Häufig werden M8-Buchsen mit fünf Kontaktpins für den Anschluss von Meldegeräten oder anderen Sensoren auf Feldebene verwendet. Dementsprechend können Ausführungsbeispiele der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung Feldgeräte sein oder umfassen, die außerhalb eines Schaltschranks in räumlicher Nähe zu dem Roboter 12 angeordnet sind.

[0051] Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 besitzt eine fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit 28. Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 besitzt in diesem Ausführungsbeispiel zwei redundante Signalverarbeitungskanäle. Beispielhaft sind hier zwei Verarbeitungseinheiten oder Mikrokontroller 28a, 28b dargestellt, die jeweils mit dem E/A-Teil 24 bzw. den Anschlüssen 25a, 25b verbunden sind. Die Mikrokontroller 28a, 28b verarbeiten hier redundant zueinander die an den Eingängen 34a, 34 b anliegenden Eingangssignale, die die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 an den Geräteanschlüssen 25a, 25b bzw. Eingängen des E/A-Teils 24 aufnimmt, und sie vergleichen ihre Ergebnisse, was mit einem Pfeil 29 dargestellt ist. Anstelle von zwei Mikrocontrollern 28a, 28b können Mikroprozessoren, ASICs, FPGAs und/oder andere Signalverarbeitungsschaltkreise verwendet sein. Bevorzugt besitzen Ausführungsbeispiele der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 daher zumindest zwei zueinander redundante Signalverarbeitungskanäle, die jeweils in der Lage sind, logische Signalverknüpfungen vorzunehmen, um in Abhängigkeit davon ein Ausgangssignal an jeweils einem Ausgang 36a, 36b zu erzeugen. Dieses Ausgangssignal wird dann verwendet, um ein Schaltelement 30a, 30b bzw. einen elektromechanischen Schalter 40a, 40b zum Abschalten der technischen Anlage 10 bzw. des Roboters 12 anzusteuern. Eine solche Sicherheitsschaltvorrichtung 1 kann dann zum fehlersicheren (FS) Abschalten der Anlage 10, hier des Roboters 12, verwendet werden.

[0052] In dem hier dargestellten Fall besitzt die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 zwei redundante Schaltelemente 30a, 30b, hier elektronische Schaltelemente 30a, 30b in Form eines Transistors. Jedes dieser beiden Schaltelemente ist in der Lage, ein hohes Spannungspotential V zu einem Geräteanschluss 38a, 38b der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 durchzuschalten, um einen Stromfluss zu einem elektromechanischen Schalter 40a, 40b zu ermöglichen, oder diesen Stromfluss zu unterbrechen. Damit kann jedes der Schaltelemente 30 einen elektromechanischen Schalter 40, wie einen Schütz, abschalten.

[0053] Die elektromechanischen Schalter 40a, 40b besitzen jeweils einen Arbeitskontakt 42a, 42b. Die Arbeitskontakte 42a, 42b sind hier in Reihe zueinander in einem Stromversorgungspfad oder Laststromkreis 49 von einer Stromversorgung 48 zu dem Roboter 12 angeordnet. Die elektromechanischen Schalter 40a, 40b besitzen weiterhin jeweils einen Hilfskontakt 44a, 44b, der zu dem entsprechenden Arbeitskontakt 42a, 42b zwangsgeführt ist. Die Hilfskontakte 44a, 44b sind hier in Reihe zueinander in einem Hilfskontaktstrompfad 45 mit einer angelegten Spannung V1 angeordnet. Die Spannung V1 des Hilfsstromkreises kann beispielsweise 24 V betragen. Die Spannung des Laststromkreises kann höher sein. Sobald die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 die elektromechanischen Schalter 40a, 40b abschaltet, fallen die Arbeitskontakte 42 ab und die Stromversorgung für den Roboter 12 wird abgeschaltet. Den einschlägigen Fachleuten ist klar, dass eine solche "radikale" Abschaltung hier beispielhaft beschrieben ist. Abweichend hiervon können bei einer Sicherheitsanforderung lediglich Teile des Roboters 12 abgeschaltet werden, wie etwa die gefährlichen Antriebe, während andere Teile des Roboters 12 funktionsbereit bleiben. Auch ein verzögertes Abschalten ist denkbar, damit der Roboter 12 ggf. vor dem Abschalten der Antriebe kontrolliert abgebremst werden kann.

[0054] Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 steuert die Schaltelemente 30a, 30b hier beispielhaft in Abhängigkeit von dem Eingangssignal des Schutztürschalters auf der Leitung 19 am Anschluss oder Eingang 25a und in Abhängigkeit von einem weiteren Eingangssignal von einem Not-Aus-Taster 32 am Anschluss oder Eingang 25b an. Auch der Not-Aus-Taster 32 ist über Leitungen mit Geräteanschlüssen der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 verbunden. Bevorzugt kann jedes der Eingangssignale redundant anliegen bzw. es können jeweils zwei Eingangs- und Ausgangsleitungen oder Anschlüsse vorge-

sehen sein (in Fig. 1 nicht dargestellt). In dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel können also für den Not-Aus-Taster 32 zwei Eingangsleitungen oder Eingänge 25b vorgesehen sein, die jeweils ein Eingangssignal von dem Not-Aus-Taster 32 liefern. Ähnliches gilt für das Signal des Schutztürschalters.

[0055] In einigen Ausführungsbeispielen erzeugt die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 Ausgabesignale, die den einzelnen Meldegeräten zugeführt sind. Beispielhaft ist ein solches Ausgabesignal über eine Leitung 33 zu dem Rahmenteil 18 des Schutztürschalters geführt. Das Rahmenteil 18 schleift das Ausgabesignal der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 von der Leitung 33 auf die Leitung 19, wenn sich das Türteil 16 in der Nähe des Rahmentails 18 befindet, das heißt wenn die Schutztür 14 geschlossen ist. Daher kann die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 den Schutztürschalter mit Hilfe des Ausgabesignals auf der Leitung 33 und mit Hilfe des Eingangssignals auf der Leitung 19 überwachen. In vergleichbarer Weise überwacht die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 hier den Not-Aus-Taster 32.

[0056] Abweichend von der Darstellung in Fig. 1 werden in der Praxis häufig zwei redundante Ausgabesignale der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 verwendet, die jeweils über eine separate Signalleitung zu einem Meldegerät geführt sind und über dieses Meldegerät zurück zur Sicherheitsschaltvorrichtung 1 geschleift sind. Beispielhaft für eine solche Realisierung sei auf DE 10 2004 020 995 A1 verwiesen, die hinsichtlich der Details einer solchen redundanten Überwachung eines Meldegerätes durch Bezugnahme aufgenommen ist. Auch der Not-Aus-Taster 32 wird in der Praxis häufig mit redundanten Eingangs- und Ausgangsleitungen überwacht, wie oben erwähnt.

[0057] Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung 1, beispielsweise der mit Bezug auf Fig. 1 beschriebenen Sicherheitsschaltvorrichtung. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit 28 hat einen ersten Eingang 34 zum Aufnehmen eines Eingangssignals und ist ausgebildet das Eingangssignal zu verarbeiten, um in Abhängigkeit davon zu einem Ausgangssignal-Zeitpunkt ein Ausgangssignal A zum Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage 10 zu erzeugen. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit 28 hat hierfür einen ersten Ausgang 36 zum Übermitteln des Ausgangssignals A an einen elektromechanischen Schalter 40. In

Fig. 2 ist eine entsprechende Verbindung oder Leitung zwischen dem ersten Ausgang 36 und dem elektromechanischen Schalter 40 zu sehen. Der elektromechanische Schalter 40 weist einen Arbeitskontakt 42 zum Schalten eines Laststromkreises 49 der technischen Anlage 10 und einen zwangsgeführten Hilfskontakt 44 in einem Hilfskontaktstrompfad 45 auf. Über den Hilfskontakt 44 bzw. den Hilfskontaktstrompfad 45 kann bei einer angelegten definierten Spannung V_1 (z.B. 24 V) ein Strom geführt werden zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts 42. Dies kann beispielsweise durch eine Rückleselogik erfolgen, die einen mit dem Hilfskontaktstrompfad 45 verbundenen zweiten Eingang 58 zum Empfangen eines Rücklesesignals zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts 44 hat. Wie in Fig. 2 zu sehen ist hierfür eine Verbindung oder Leitung von dem Hilfskontaktstrompfad 45 zu dem zweiten Eingang 58 vorgesehen. Es ist so eine Überprüfung möglich, ob der Arbeitskontakt 40 ordnungsgemäß funktioniert oder verschweißt ist. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Rückleselogik in der Steuer/Auswerteeinheit 28 implementiert. Alternativ kann die Rückleselogik auch in einer separaten Verarbeitungseinheit implementiert sein.

[0058] Das Sicherheitsschaltgerät 1 beinhaltet ein in dem Hilfskontaktstrompfad 45 angeordnetes Schaltelement 50. Das Schaltelement 50 ist in Reihe zu dem Hilfskontakt 44 angeordnet. Daher wird der Strom im Hilfskontaktstrompfad unterbrochen, sobald entweder der Hilfskontakt 44 oder das Schaltelement 50 geöffnet wird. Der Strom im Hilfskontaktstrompfad fließt nur, wenn sowohl der Hilfskontakt 44 als auch das Schaltelement 50 geschlossen sind. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit 28 ist ausgebildet zum Erzeugen eines Schaltsignals S zu einem Schaltsignal-Zeitpunkt mit einem zeitlichen Abstand zu dem Ausgangssignal-Zeitpunkt. Die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit 28 weist einen zweiten Ausgang 52 auf zum Übermitteln des Schaltsignals S an das Schaltelement 50, das ausgebildet ist, bei Empfang des Schaltsignals S den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad 45 zu schalten. In Fig. 2 ist eine entsprechende Verbindung oder Leitung zwischen dem zweiten Ausgang 52 und dem Schaltelement 50 zu sehen. Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 verwendet also ein zusätzliches Schaltelement 50 in dem Hilfskontaktstrompfad 45, das von der Steuer/Auswerteeinheit 28 angesteuert wird. Durch entsprechendes, von der Steuer/Auswerteeinheit 28 gesteuertes, Schalten des Schaltelements 50 kann so erreicht werden, dass nur zu bestimmten Zeitpunkten ein Strom im Hilfskontaktstrompfad 45 fließt, und nicht dauerhaft. Der zeitliche Abstand kann insbeson-

dere klein genug sein, so dass keine Verzögerung des Schaltvorgangs des elektromechanischen Schalters 40 auftritt und/oder groß genug sein, so dass ein nennenswerter Strom im Hilfskontaktstrompfad 45 fließen kann, wie beispielsweise zur Überprüfung der Schaltstellung des Arbeitskontakts 42 bzw. für ein Rücklesesignal benötigt. Der zeitliche Abstand zwischen dem Schaltsignal-Zeitpunkt und dem Ausgangssignal-Zeitpunkt kann beispielsweise im Mikrosekundenbereich liegen, zum Beispiel zwischen 1 und 100 msec, insbesondere zwischen 10 und 50 msec, insbesondere zwischen 20 und 40 msec.

[0059] In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Schaltelement 50 ein elektronisches Schaltelement in Form eines Transistors. Der Transistor 50 kann sehr viel schneller schalten als der elektromechanische Schalter 40. Der zeitliche Abstand zwischen dem Schaltsignal-Zeitpunkt und dem Ausgangssignal-Zeitpunkt kann somit sehr viel kleiner sein als die maximale Schaltfrequenz des elektromechanischen Schalters 40. Von den einschlägigen Fachleuten wird verstanden, dass auch eine andere geeignete Art von Schaltelement verwendet werden kann.

[0060] In dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel hat die Sicherheits-schaltvorrichtung 1 ein in dem Hilfskontaktstrompfad 45 angeordnetes Belastungselement 54 zum Festlegen eines definierten Stroms durch den Hilfskontaktstrompfad 45 bei angelegter definierter Spannung V_1 . Es kann so ein Mindeststrom bzw. eine Mindestleistung des Hilfskontakts 44 in dem Hilfskontaktstrompfad 45 bereitgestellt bzw. gewährleistet werden. Nur bei Vorhandensein oder Überschreiten des Mindeststroms bzw. der Mindestleistung kann ein niederohmiger Übergangswiderstand des Hilfskontakts 44 garantiert werden. Das Belastungselement 54 kann insbesondere derart dimensioniert werden, dass der Mindeststrom und/oder die Mindestleistung gewährleistet wird. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Belastungselement 54 ein Belastungswiderstand. Alternativ kann jedoch auch jedes andere geeignete Belastungselement verwendet werden, wie beispielsweise eine Stromsenke (zum Beispiel elektronische Last). Beispielsweise kann das Belastungselement auch in einer Rückleseschaltung realisiert werden. In diesem Fall wäre die Rückleseschaltung ausgebildet zum Festlegen des definierten Stroms oder des Mindeststroms bzw. Mindestleistung.

[0061] Fig. 3 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung. Das zweite Ausführungsbeispiel der Fig. 3 basiert auf dem ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 2, so dass die Ausführungen zum Ausführungsbeispiel der Fig. 2 auch für das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 zutreffen. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist der Transistor 50 im Hilfskontaktstrompfad 45 oberhalb oder vor dem Hilfskontakt 44 angeordnet, und nicht unterhalb oder danach, wie in Fig. 2. Den einschlägigen Fachleuten ist klar, dass diese Anordnungen des Schaltelements bzw. Transistors im Hilfskontaktstrompfad austauschbar sind.

[0062] In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist weiterhin eine Rückleseschaltung 56 vor die Rückleselogik (hier in der Steuer/Auswerteeinheit 28) geschaltet. Die Rückleseschaltung beinhaltet beispielsweise eine Spannungsanpassung zum Umwandeln der Spannung V_1 des Hilfsstrompfads 45 in eine Spannung, die für den Eingang 58 der Rückleselogik bzw. der Steuer/Auswerteeinheit 28 geeignet ist. Die Rückleseschaltung beinhaltet beispielsweise auch einen Filter, wie einen Tiefpassfilter zum Filtern eines möglichen Prellens des Hilfskontakts 44.

[0063] Fig. 4 zeigt Diagramme des zeitlichen Verlaufs von Zuständen verschiedener Elemente der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 nach einem Schaltschema, insbesondere der zuvor mit Bezug auf Fig. 2 oder Fig. 3 beschriebenen Sicherheitsschaltvorrichtung 1. In Fig. 4a ist der Verlauf über die Zeit t des Schaltzustands ST42 des Arbeitskontakts 42 bzw. des Ausgangssignals A dargestellt. Unter dem Begriff Ausgangssignal A ist hier insbesondere ein Wechsel oder eine Flanke in dem Schaltzustand ST42 zu verstehen. In Fig. 4b ist der Verlauf über die Zeit t des Schaltzustands ST44 des zwangsgeführten Hilfskontakts 44 dargestellt. In Fig. 4c ist der Verlauf über die Zeit t des Schaltzustands ST50 des Schaltelements 50 bzw. des Schaltsignals S dargestellt. Unter dem Begriff Schaltsignal S ist hier insbesondere ein Wechsel oder eine Flanke in dem Schaltzustand ST50 zu verstehen. In Fig. 4a-c kennzeichnet der Zustand 0 jeweils den geöffneten Zustand des Kontakts bzw. Schaltelements und der Zustand 1 kennzeichnet jeweils den geschlossenen Zustand des Kontakts bzw. Schaltelements. Weiterhin ist in Fig. 4d der Verlauf über die Zeit t der Verlustleistung P_{V54} über dem Belastungselement 54 dargestellt.

[0064] Es wird nun zunächst das Verfahren zum Betreiben der Steuer/Auswerteeinheit 28 anhand der Fig. 4 erläutert. Das Verfahren beinhaltet zunächst das Aufnehmen des Eingangssignals an dem Eingang 34 der fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit 28, Verarbeiten des Eingangssignals, um in Abhängigkeit davon zu einem Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 , t_2 das Ausgangssignal A zum Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage 10 zu erzeugen, und, an dem ersten Ausgang 36 der fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit 28, Übermitteln des Ausgangssignals A an einen elektromechanischen Schalter 40. In dem in Fig. 4a dargestellten Verlauf des Ausgangssignals A wird zu einem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 das Ausgangssignal A in Form eines Einschaltsignals A1 zum Einschalten der technischen Anlage erzeugt. Das Einschaltsignal ist hier in Form einer positiven Flanke bzw. eines Wechsels vom Zustand 0 (geöffnet) in den Zustand 1 (geschlossen) dargestellt. Zu dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 wird der Arbeitskontakt 42 also geschlossen, wodurch der dazu zwangsgeführte Hilfskontakt 44 geöffnet wird, wie im Schaltzustand ST44 der Fig. 4b zu sehen. Die technische Anlage ist nun aufgrund des durch den Arbeitskontakt 42 geschlossenen Laststromkreises eingeschaltet. In dem in Fig. 4a dargestellten Verlauf des Ausgangssignals A wird dann zu einem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_2 das Ausgangssignal A in Form eines Ausschaltsignals A2 zum Ausschalten der technischen Anlage erzeugt. Das Ausschaltsignal ist hier in Form einer negativen Flanke bzw. eines Wechsels vom Zustand 1 (geschlossen) in den Zustand 0 (geöffnet) dargestellt. Zu dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_2 wird der Arbeitskontakt 42 also wieder geöffnet, wodurch der dazu zwangsgeführte Hilfskontakt 44 wieder geschlossen wird, wie im Schaltzustand ST44 der Fig. 4b zu sehen. Die technische Anlage ist nun aufgrund des durch den Arbeitskontakt 42 geöffneten Laststromkreises wieder ausgeschaltet.

[0065] Es wird weiterhin ein Schaltsignal S zu einem Schaltsignal-Zeitpunkt t_3 , t_4 mit einem zeitlichen Abstand Δt_3 , Δt_4 zu dem Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 , t_2 erzeugt, wie in Fig. 4c dargestellt. An dem zweiten Ausgang 52 der Steuer/Auswerteeinheit 28 wird das Schaltsignals S dann an das in dem Hilfskontaktstrompfad 45 angeordnete Schaltelement 50 übermittelt, das ausgebildet ist bei Empfang des Schaltsignals S den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad 45 zu schalten. In Fig. 4, wenn das Ausgangssignals A zu dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 in Form des Einschaltsignals A1 erzeugt wird, dann wird das Schaltsignal S in Form eines Einschaltsignals S1 zum Einschalten des

Schaltelements 50 zu einem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt t_3 , der vor dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_4 liegt, erzeugt. Das Schaltelement 50 schaltet bei Empfang des Ausschaltsignals S_1 den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad 45 aus. Der zeitliche Abstand zwischen dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt t_3 und dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 ist mit Δt_3 gekennzeichnet. Der Strom in dem Hilfskontaktstrompfad fließt also nur zwischen dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt t_3 , wenn das Schaltelement 50 bei geschlossenem Hilfskontakt 44 geschlossen wird, und dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 , wenn der Hilfskontakt 44 geöffnet wird. Der Strom über den Hilfskontaktstrompfad kann so nur kurz zum bzw. vor Einschaltung der technischen Anlage fließen. Eine Verlustleistung P_{V54} über dem Belastungselement 54 kann daher nur zwischen dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt t_3 und dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 auftreten, wie in Fig. 4d zu sehen.

[0066] Wenn hingegen zu dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_2 das Ausgangssignal A in Form des Ausschaltsignals A_2 erzeugt wird, dann wird das Schaltsignal S in Form eines Ausschaltsignals S_2 zum Ausschalten des Schaltelements 50 zu einem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt t_4 , der nach dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_3 liegt, erzeugt. Das Schaltelement 50 schaltet bei Empfang des Einschaltsignals S_2 den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad 45 ein. Der zeitliche Abstand zwischen dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_2 und dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt t_4 ist mit Δt_4 gekennzeichnet. Der Strom in dem Hilfskontaktstrompfad fließt also nur zwischen dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_2 , wenn der Hilfskontakt 44 bei geschlossenem Schaltelement 50 geschlossen wird, und dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt t_4 , wenn das Schaltelement 50 geöffnet wird. Der Strom über dem Hilfskontaktstrompfad kann so nur kurz zum bzw. nach Ausschalten der technischen Anlage fließen. Eine Verlustleistung P_{V54} über dem Belastungselement 54 kann daher nur zwischen dem zweiten Ausschalt-Zeitpunkt t_2 und dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt t_4 auftreten, wie in Fig. 4d zu sehen.

[0067] Fig. 5 zeigt Diagramme des zeitlichen Verlaufs von Zuständen verschiedener Elemente der Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem weiteren Schaltschema. Das Schaltschema der Fig. 5 basiert auf dem Schaltschema der Fig. 4, so dass die Ausführungen zum Schaltschema der Fig. 4 auch für das Schaltschema der Fig. 5 zutreffen. In Fig. 5a ist der Verlauf über die Zeit t des Schaltzustands ST42 des Arbeitskontakts

42 bzw. des Ausgangssignals A dargestellt, und in Fig. 4b ist der Verlauf über die Zeit t des Schaltzustands ST44 des zwangsgeführten Hilfskontakts 44 dargestellt. In Fig. 5c sind die Rücklese-Zeitpunkte t_{RL} der Rückleselogik dargestellt. In Fig. 5d ist der Verlauf über die Zeit t des Schaltzustands ST50 des Schaltelements 50 bzw. des Schaltsignals S dargestellt, und in Fig. 5e ist der Verlauf über die Zeit t der Verlustleistung P_{V54} über dem Belastungselement 54 dargestellt.

[0068] In Fig. 5 wird ein weiteres Schaltsignal S in Form eines Ausschaltsignals S2 zum Ausschalten des Schaltelements 50 zu einem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_5 , der nach dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 liegt, erzeugt. Der zeitliche Abstand zwischen dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 und dem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_5 ist mit Δt_5 gekennzeichnet. Das Schaltelement 50 wird so wieder ausgeschaltet, nachdem er nicht mehr gebraucht wird. In Fig. 5 wird weiterhin ein weiteres Schaltsignal S in Form eines Einschaltsignals S1 zum Einschalten des Schaltelements 50 zu einem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_6 , der vor dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_2 liegt, erzeugt. Der zeitliche Abstand zwischen dem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_6 und dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_2 ist mit Δt_6 gekennzeichnet. Das Schaltelement 50 wird so wieder eingeschaltet, bevor er wieder gebraucht wird. In dem Schaltschema der Fig. 5 wird das Schaltelement 50 also nach dem Einschalten der Anlage ausgeschaltet, und wieder eingeschaltet, bevor die Anlage ausgeschaltet wird. Somit ist das Schaltelement 50 in dem Zeitraum zwischen dem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_5 und dem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_6 ausgeschaltet. Dieses Schaltschema mit den weiteren Schaltsignal-Zeitpunkten t_5 , t_6 ist insbesondere vorteilhaft, wenn noch andere Elemente von dem Schaltelement 50 angesteuert werden, wie zum Beispiel mehrere Hilfskontaktschaltwege bei mehreren elektromechanischen Schaltern, wie noch in Bezug auf Fig. 8 näher erläutert werden wird.

[0069] Wie in Fig. 5c zu sehen, wird die Schaltstellung ST42 des Arbeitskontakts 42 durch die Rückleselogik zu einem ersten Rücklese-Zeitpunkt t_{RL1} überprüft, der vor dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt t_1 liegt. Es ist so eine Überprüfung des elektromechanischen Schalters 40 bzw. des Arbeitskontakts 42 vor dem Einschalten der technischen Anlage möglich. Es kann überprüft werden, ob der Arbeitskontakt 42 wirklich zugegangen bzw. eingeschaltet ist und beispielsweise nicht verschweißt. Der ersten

Rücklese-Zeitpunkt t_{RL1} liegt zudem nach dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt $t3$. In anderen Worten liegt der erste Rücklese-Zeitpunkt t_{RL1} zwischen dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt $t3$ und dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt $t1$. Der Zeitraum, in dem das Schaltelement 50 eingeschaltet ist und der Hilfskontakt 44 noch nicht geöffnet ist, wird so für das Rücklesen genutzt. Um eine noch genauere Überprüfung des Arbeitskontakts 42 beim Einschalten der Anlage zu ermöglichen, kann die Schaltstellung ST42 durch die Rückleselogik zusätzlich noch zu einem weiteren Rücklese-Zeitpunkt t_{RL3} überprüft werden, wie in Fig. 5c dargestellt. Es kann so sichergestellt werden, dass die Schaltstellung ST42 tatsächlich gewechselt hat bzw. eine positive Flanke vorhanden ist.

[0070] Wie in Fig. 5c weiterhin zu sehen, wird die Schaltstellung des Arbeitskontakts 42 durch die Rückleselogik zu einem zweiten Rücklese-Zeitpunkt t_{RL2} überprüft, der nach dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt $t2$ liegt. Es ist so eine Überprüfung des elektromechanischen Schalters 40 bzw. des Arbeitskontakts 42 nach dem Ausschalten der technischen Anlage möglich. Es kann so überprüft werden, ob der Arbeitskontakt 42 wirklich aufgegangen bzw. ausgeschaltet ist und beispielsweise nicht verschweißt. Der zweite Rücklese-Zeitpunkt t_{RL2} liegt zudem vor dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt $t4$. In anderen Worten liegt der zweite Rücklese-Zeitpunkt t_{RL2} zwischen dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt $t2$ und dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt $t4$. Der Zeitraum, in dem das Schaltelement 50 eingeschaltet ist und der Hilfskontakt 44 wieder geöffnet ist, wird so für das Rücklesen genutzt.

[0071] Von den einschlägigen Fachleuten wird verstanden, dass die mit Bezug auf Fig. 5c erläuterten Möglichkeiten der Rücklese-Zeitpunkte nicht nur in Verbindung mit dem spezifischen Schaltschema der Fig. 5, sondern auch unabhängig davon realisiert werden können. Des Weiteren ist kann die Rückleselogik ausgebildet sein zum zyklischen Überprüfen der Schaltstellung ST42 des Arbeitskontakts. Beispielsweise kann ein Rücklese-Zeitpunkt mindestens einmal pro Zyklus stattfinden. Der Schaltzustand des Arbeitskontakts kann also mindestens einmal pro Zyklus erfasst werden. Dies kann insbesondere finden, wenn die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 für eine programmierbare Steuerung, wie beispielsweise jene, die die Anmelderin der vorliegenden Erfindung unter der Marke PSS® vertreibt, verwendet wird. In einer solchen sicherheitsprogrammierbaren Steuerung (SPS) kann die Kommunikation zyklisch erfolgen.

[0072] Fig. 6 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung 1, und Fig. 7 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines alternativen, vierten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung 1. Die Ausführungen zu den zuvor genannten Figuren treffen ebenfalls auf die Ausführungsbeispiele der Fig. 6 oder Fig. 7 zu. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6 beinhaltet die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 den elektromechanischen Schalter 40. Der elektromechanische Schalter 40 mit seinem Arbeitskontakt 42 und Hilfskontakt 44 ist also Bestandteil der Sicherheitsschaltvorrichtung. Der elektromechanische Schalter 40 ist, wie in Fig. 6 zu sehen, innerhalb des Gehäuses 27 der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 angeordnet. Es ist eine Ausgangsklemme 64 am Gehäuse 27 vorhanden, die an den Laststromkreis 49 der technischen Anlage 10 angeschlossen werden kann. Es wird so ein unmittelbares Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage ermöglicht. Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 kann direkt an den Laststromkreis 49 angeschlossen werden.

[0073] In dem alternativen Ausführungsbeispiel der Fig. 7 hat die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 eine an dem Gehäuse 27 der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 angeordnete und mit dem ersten Ausgang 36 verbundene Ausgangsklemme 38 zum Ansteuern des elektromechanischen Schalters 40. Der elektromechanische Schalter 40 ist hier also nicht Bestandteil der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 bzw. nicht innerhalb des Gehäuses 27 der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 angeordnet. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 7 ist der elektromechanische Schalter 40 mit seinem Arbeitskontakt 42 und Hilfskontakt 44 in einer von der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 räumlich getrennt angeordneten Schaltvorrichtung 60 angeordnet. Es wird so ein mittelbares Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage durch die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 ermöglicht. Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 und die Schaltvorrichtung 60 bilden zusammen das Sicherheitsschaltsystem. Die räumlich getrennt angeordnete Schaltvorrichtung 60 weist eine an einem Gehäuse 67 der Schaltvorrichtung 60 angeordnete Eingangsklemme 61 zum Aufnehmen des Ausgangssignals A bzw. des daraus resultierenden Spannungspotentials V vom Geräteanschluss 38 der Sicherheitsschaltvorrichtung 1. Die Schaltvorrichtung 60 weist weiterhin das Belastungselement 54 auf. Es sollte verstanden werden, dass das Belastungselement alternativ auch in der Sicherheitsschaltvorrichtung 1 angeordnet sein kann. Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 weist in diesem Ausführungsbeispiel einen Eingang 39 zum Aufnehmen des durch den Hilfskontakt 44 geschalteten Spannungspotentials V1 auf.

[0074] Obwohl in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen der Fig. 2 bis 7 die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit 28 als eine Einheit dargestellt ist, sollte verstanden werden, dass die Steuer/Auswerteeinheit 28 allgemein auch mindestens zwei Verarbeitungseinheiten oder Mikrokontroller 28a, 28b beinhalten kann, die redundant zueinander das Eingangssignal verarbeiten können, wie in Bezug auf Fig. 1 erläutert. Die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 besitzt dann zwei redundante Signalverarbeitungskanäle. Dementsprechend weist jede Steuer/Auswerteeinheit 28 dann zwei erste Ausgänge 36a, 36b auf zum Übermitteln eines Ausgangssignals A an jeweils einen elektromechanischen Schalter 40a, 40b. In diesem Falls sind die Arbeitskontakte 42a, 42b der elektromechanischen Schalter 40a, 40b meist in einem Laststromkreis 49 in Reihe zueinander geschaltet und die Hilfskontakte 44a, 44b sind in einem Hilfskontaktstrompfad 45 in Reihe zueinander geschaltet, wie in Bezug auf Fig. 1 erläutert. Die elektromechanischen Schalter 40a, 40b werden daher redundant zueinander angesteuert. Dies geschieht über die redundanten Ausgänge 36a, 36b der Steuer/Auswerteeinheit. Alternativ oder kumulativ können die Ausgänge der Steuer/Auswerteeinheit jedoch auch zwei logisch voneinander getrennte Ausgänge sein, wie im Folgenden mit Bezug auf Fig. 8 oder Fig. 9 erläutert.

[0075] Fig. 8 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines fünften Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung 1, und Fig. 9 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines sechsten Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung 1. Die Ausführungen zu den zuvor genannten Figuren treffen ebenfalls auf die Ausführungsbeispiele der Fig. 8 oder Fig. 9 zu. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 8 oder Fig. 9 hat die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit 28 mindestens zwei erste Ausgänge 36a, 36b zum Übermitteln jeweils eines Ausgangssignals Aa, Ab an jeweils einen elektromechanischen Schalter 40a, 40b. Die ersten Ausgänge 36a, 36b sind in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 8 oder der Fig. 9 zwei logisch voneinander getrennte Ausgänge. In diesem Fall sind die Arbeitskontakte 42a, 42b und die Hilfskontakte 44a, 44b nicht in Reihe zueinander geschaltet. Jeder Hilfskontakt 44a, 44b ist hier in einem eigenen Hilfskontaktstrompfad 45a, 45b angeordnet, wie in Fig. 8 oder Fig. 9 zu sehen. Auch jeder Arbeitskontakt 42a, 42b ist in einem eigenen Laststromkreis angeordnet. In Fig. 8 oder Fig. 9 werden die Arbeitskontakte 42a, 42b einzeln bzw. unabhängig voneinander überprüft. Hierzu sind zweite Eingänge 58a, 58b der Rückleselogik bzw. der Steuer/Auswerteeinheit 28 vorge-

sehen. Die zweiten Eingänge 58a, 58b empfangen jeweils ein Rücklesesignal zum Überprüfen der Schaltstellung eines der Arbeitskontakte 42a, 42b.

[0076] In dem in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Schaltelement 50 in jedem der Hilfskontaktstrompfade 45a, 45b der Hilfskontakte 44a, 44b der elektromechanischen Schalter 40a, 40b angeordnet. In anderen Worten ist das Schaltelement 50 sowohl im ersten Hilfskontaktstrompfad 45a mit dem ersten Hilfskontakt 44a als auch in dem zweiten Hilfskontaktstrompfad 45b mit dem zweiten Hilfskontakt 44b angeordnet. Es wird also ein einziges Schaltelement 50 für die beiden Hilfskontaktstrompfade 45a, 45b der beiden elektromechanischen Schalter 40a, 40b verwendet. Das Schaltelement 50 ist hier zwischen der definierten Spannung V_1 und den beiden Hilfskontakten 44a, 44b angeordnet. Dieses Ausführungsbeispiel der Fig. 8 kann insbesondere in Verbindung mit dem Schaltschema des Schaltzustands ST50 bzw. des Schaltsignals S der Fig. 5 verwendet werden, in dem das Schaltelement 50 nach dem Einschalten der Anlage ausgeschaltet wird, und wieder eingeschaltet wird, bevor die Anlage ausgeschaltet wird. Es wird so sichergestellt, dass in dem Zeitraum zwischen dem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_5 und dem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt t_6 , in dem das Schaltelement 50 ausgeschaltet ist, kein Element in einem anderen Hilfsstrompfad Energie verbrauchen kann.

[0077] In dem alternativen Ausführungsbeispiel der Fig. 9 hingegen, hat die Sicherheitsschaltvorrichtung 1 zwei Schaltelemente 50a, 50b, die jeweils in einem der Hilfskontaktstrompfade 45a, 45b Hilfskontaktstrompfade 45a, 45b der Hilfskontakte 44a, 44b der elektromechanischen Schalter 40a, 40b angeordnet sind. In anderen Worten ist das erste Schaltelement 50a in dem ersten Hilfskontaktstrompfad 45a mit dem ersten Hilfskontakt 44a angeordnet und das zweite Schaltelement 50b ist in dem zweiten Hilfskontaktstrompfad 45b mit dem zweiten Hilfskontakt 44b angeordnet. Es wird also jeweils ein Schaltelement 50a, 50b für jeden Hilfskontaktstrompfad 45a, 45b eines jeden der beiden elektromechanischen Schaltern 40a, 40b verwendet.

Patentansprüche

1. Sicherheitsschaltvorrichtung (1) zum fehlersicheren Ein- oder Ausschalten einer technischen Anlage (10)
mit einer fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit (28) mit einem Eingang (34) zum Aufnehmen eines Eingangssignals, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ausgebildet ist das Eingangssignal zu verarbeiten, um in Abhängigkeit davon zu einem Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1 , t_2) ein Ausgangssignal (A) zum Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage (10) zu erzeugen,
wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) einen ersten Ausgang (36) aufweist zum Übermitteln des Ausgangssignals (A) an einen elektromechanischen Schalter (40),
wobei der elektromechanische Schalter (40) einen Arbeitskontakt (42) zum Schalten eines Laststromkreises (49) der technischen Anlage (10) und einen zwangsgeführten Hilfskontakt (44) in einem Hilfskontaktstrompfad (45), über den bei einer angelegten definierten Spannung (V_1) ein Strom geführt werden kann zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts (42), aufweist,
gekennzeichnet durch
ein in dem Hilfskontaktstrompfad (45) angeordnetes Schaltelement (50),
wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ausgebildet ist zum Erzeugen eines Schaltsignals (S) zu einem Schaltsignal-Zeitpunkt (t_3 , t_4) mit einem zeitlichen Abstand (Δt_3 , Δt_4) zu dem Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1 , t_2), und
wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) einen zweiten Ausgang (52) aufweist zum Übermitteln des Schaltsignals (S) an das Schaltelement (50), das ausgebildet ist bei Empfang des Schaltsignals (S) den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad (45) zu schalten.
2. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ausgebildet ist, wenn sie zu einem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1) das Ausgangssignal (A) in Form eines Einschaltsignals (A1) zum Einschalten der technischen Anlage (10) erzeugt, das Schaltsignal (S) in Form eines Einschaltsignals (S1) zum Einschalten des Schaltelements (50) zu einem ers-

ten Schaltsignal-Zeitpunkt (t_3), der vor dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1) liegt, zu erzeugen.

3. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ausgebildet ist ein weiteres Schaltsignal (S) in Form eines Ausschaltsignals (S2) zum Ausschalten des Schaltelements (50) zu einem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt (t_5), der nach dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1) liegt, zu erzeugen.
4. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ausgebildet ist, wenn sie zu einem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_2) das Ausgangssignal (A) in Form eines Ausschaltsignals (A2) zum Ausschalten der technischen Anlage (10) erzeugt, das Schaltsignal (S) in Form eines Ausschaltsignals (S2) zum Ausschalten des Schaltelements (50) zu einem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt (t_4), der nach dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_2) liegt, zu erzeugen.
5. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) ausgebildet ist ein weiteres Schaltsignal (S) in Form eines Einschaltsignals (S1) zum Einschalten des Schaltelements (50) zu einem weiteren Schaltsignal-Zeitpunkt (t_6), der vor dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_2) liegt, zu erzeugen.
6. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) mindestens zwei erste Ausgänge (36a, 36b) zum Übermitteln jeweils eines Ausgangssignals (Aa, Ab) an jeweils einen elektromechanischen Schalter (40a, 40b) hat, wobei das Schaltelement (50) in jedem der Hilfskontaktstrome (45a, 45b) der Hilfskontakte (44a, 44b) der elektromechanischen Schalter (40a, 40b) angeordnet ist.
7. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die fehlersichere Steuer/Auswerteeinheit (28) mindestens zwei erste Ausgänge (36a, 36b)

zum Übermitteln jeweils eines Ausgangssignals (Aa, Ab) an jeweils einen elektromechanischen Schalter (40a, 40b) hat, wobei die Sicherheitsschaltvorrichtung mindestens zwei Schaltelemente (50a, 50b) hat, die jeweils in einem der Hilfskontaktstrompfade (45a, 45b) der Hilfskontakte (44a, 44b) der elektromechanischen Schalter (40a, 40b) angeordnet sind.

8. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einer Rückleselogik mit einem mit dem Hilfskontaktstrompfad (45) verbundenen Eingang zum Empfangen eines Rücklesesignals zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts (42).
9. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Rückleselogik ausgebildet ist zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts (42) zu einem ersten Rücklese-Zeitpunkt (t_{RL1}), der vor dem ersten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1) liegt, insbesondere nach dem ersten Schaltsignal-Zeitpunkt (t_3) liegt.
10. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, wobei die Rückleselogik ausgebildet ist zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts (42) zu einem zweiten Rücklese-Zeitpunkt (t_{RL2}), der nach dem zweiten Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_2) liegt, insbesondere vor dem zweiten Schaltsignal-Zeitpunkt (t_4) liegt.
11. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einem in dem Hilfskontaktstrompfad (45) angeordneten Belastungselement (54) zum Festlegen eines definierten Stroms durch den Hilfskontaktstrompfad (45) bei angelegter definierter Spannung (V_1).
12. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Schaltelement (50) ein elektronisches Schaltelement, insbesondere ein Transistor, ist.

13. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit dem elektromechanischen Schalter (40).
14. Sicherheitsschaltssystem mit einer Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, und mit einer räumlich getrennt angeordneten Schaltvorrichtung (60) mit dem elektromechanischen Schalter (40).
15. Verfahren zum Betreiben einer fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit (28) einer Sicherheitsschaltvorrichtung (1) zum fehlersicheren Ein- oder Ausschalten einer technischen Anlage (10), das Verfahren mit den Schritten:
 - Aufnehmen eines Eingangssignals an einem Eingang (34) der fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit (28),
 - Verarbeiten des Eingangssignals, um in Abhängigkeit davon zu einem Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1 , t_2) ein Ausgangssignal (A) zum Ein- oder Ausschalten der technischen Anlage (10) zu erzeugen, und
 - an einem ersten Ausgang (36) der fehlersicheren Steuer/Auswerteeinheit (28) Übermitteln des Ausgangssignals (A) an einen elektromechanischen Schalter (40), wobei der elektromechanische Schalter (40) einen Arbeitskontakt (42) zum Schalten eines Laststromkreises (49) der technischen Anlage (10) und einen zwangsgeführten Hilfskontakt (44) in einem Hilfskontaktstrompfad (45), über den bei einer angelegten definierten Spannung (V_1) ein Strom geführt werden kann zum Überprüfen der Schaltstellung des Arbeitskontakts (42), aufweist, gekennzeichnet durch
 - Erzeugen eines Schaltsignals (S) zu einem Schaltsignal-Zeitpunkt (t_3 , t_4) mit einem zeitlichen Abstand (Δt_3 , Δt_4) zu dem Ausgangssignal-Zeitpunkt (t_1 , t_2), und
 - an einem zweiten Ausgang (52) der Steuer/Auswerteeinheit (28), Übermitteln des Schaltsignals (S) an ein in dem Hilfskontaktstrompfad (45) angeordnetes Schaltelement (50), das ausgebildet ist bei Empfang des Schaltsignals (S) den Strom durch den Hilfskontaktstrompfad (45) zu schalten.

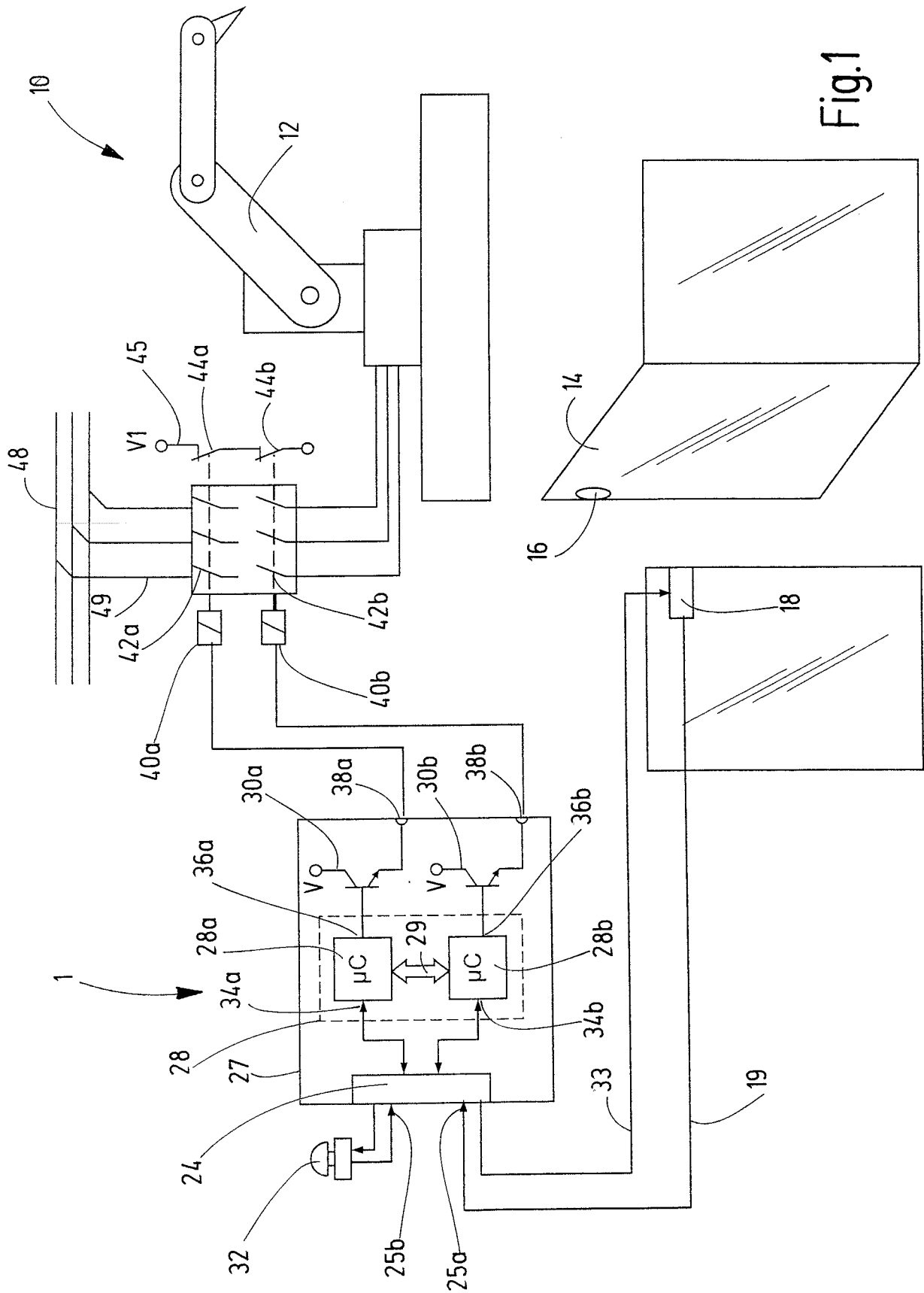


Fig.1

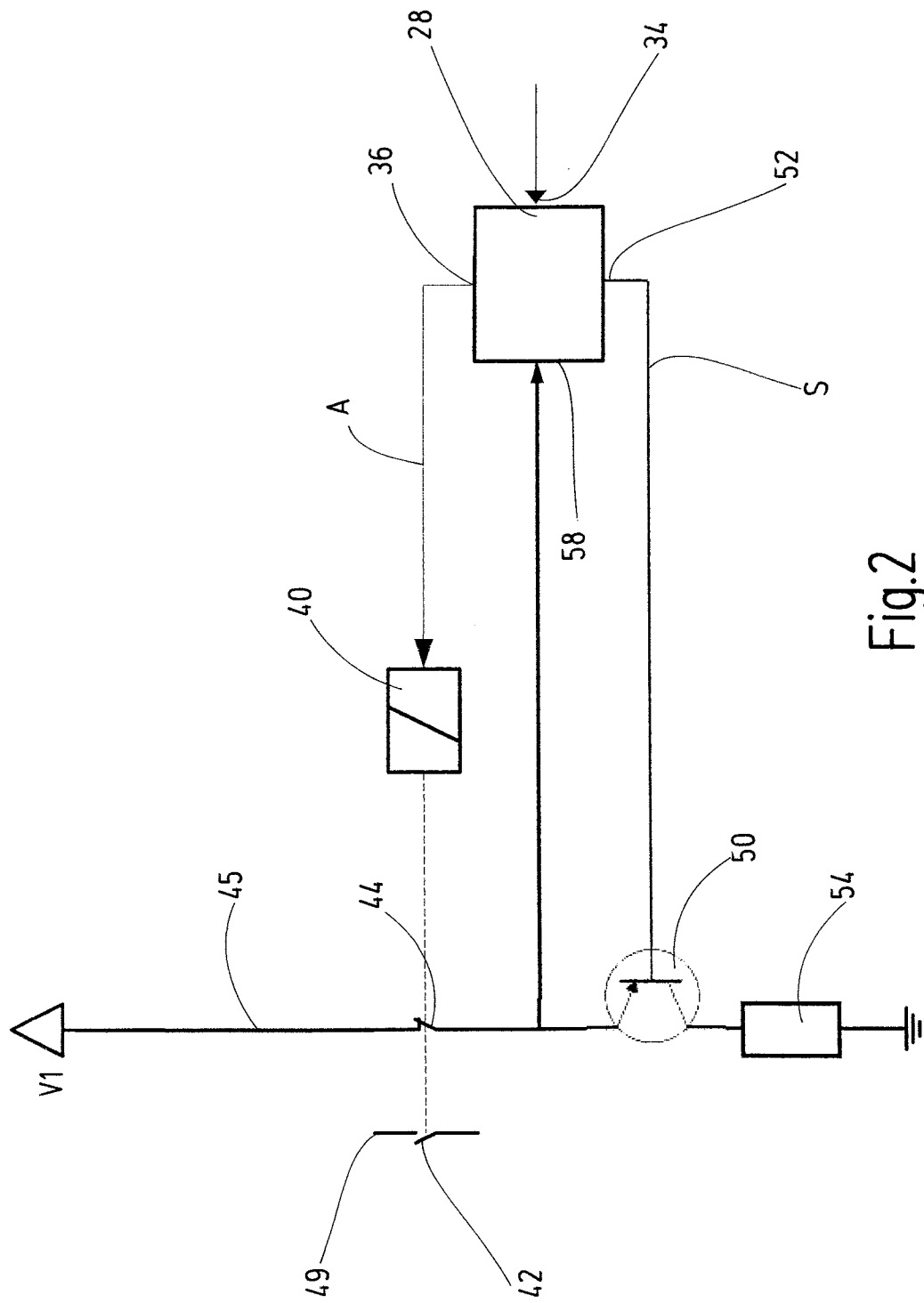


Fig. 2

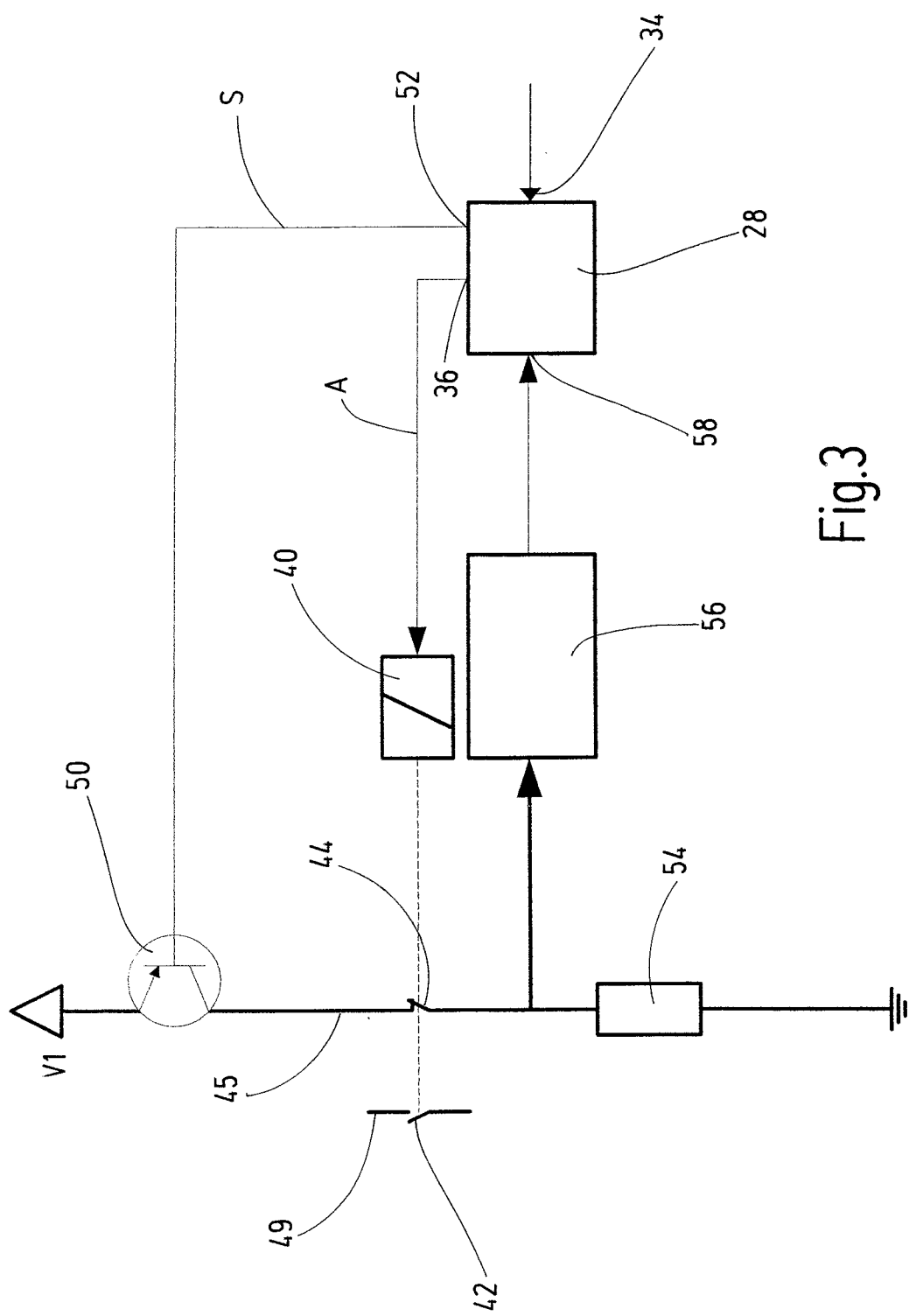


Fig.3

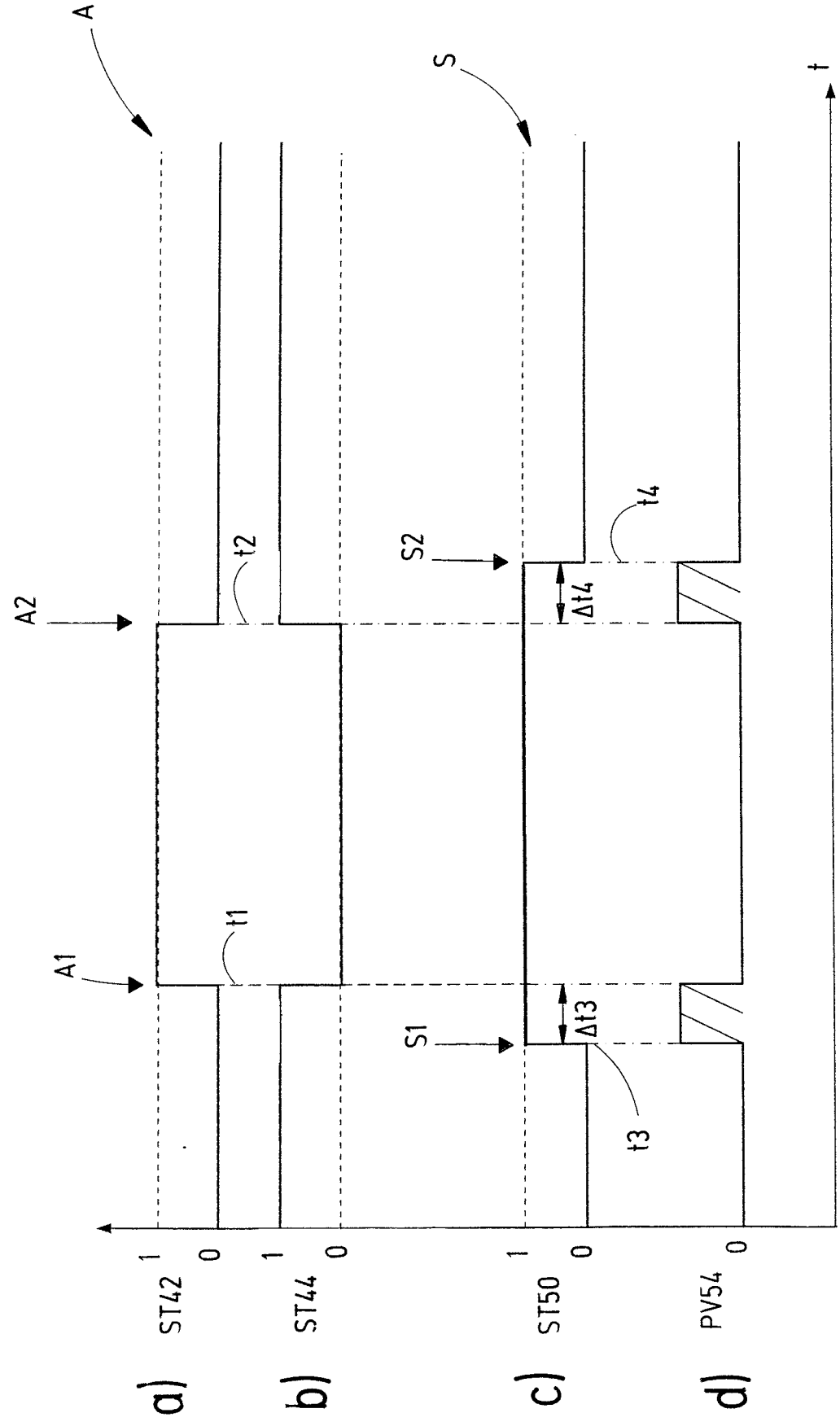


Fig.4

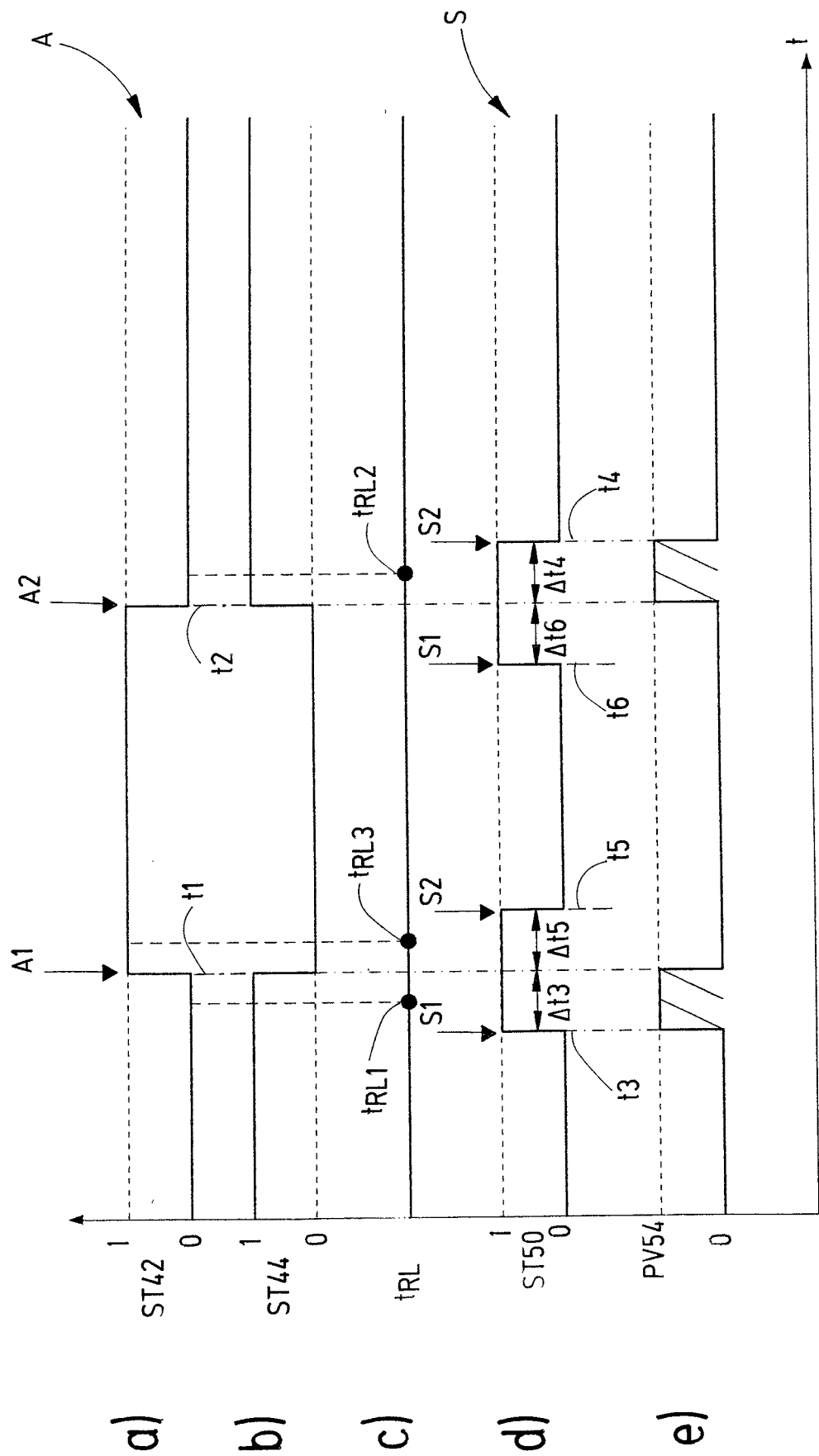


Fig.5

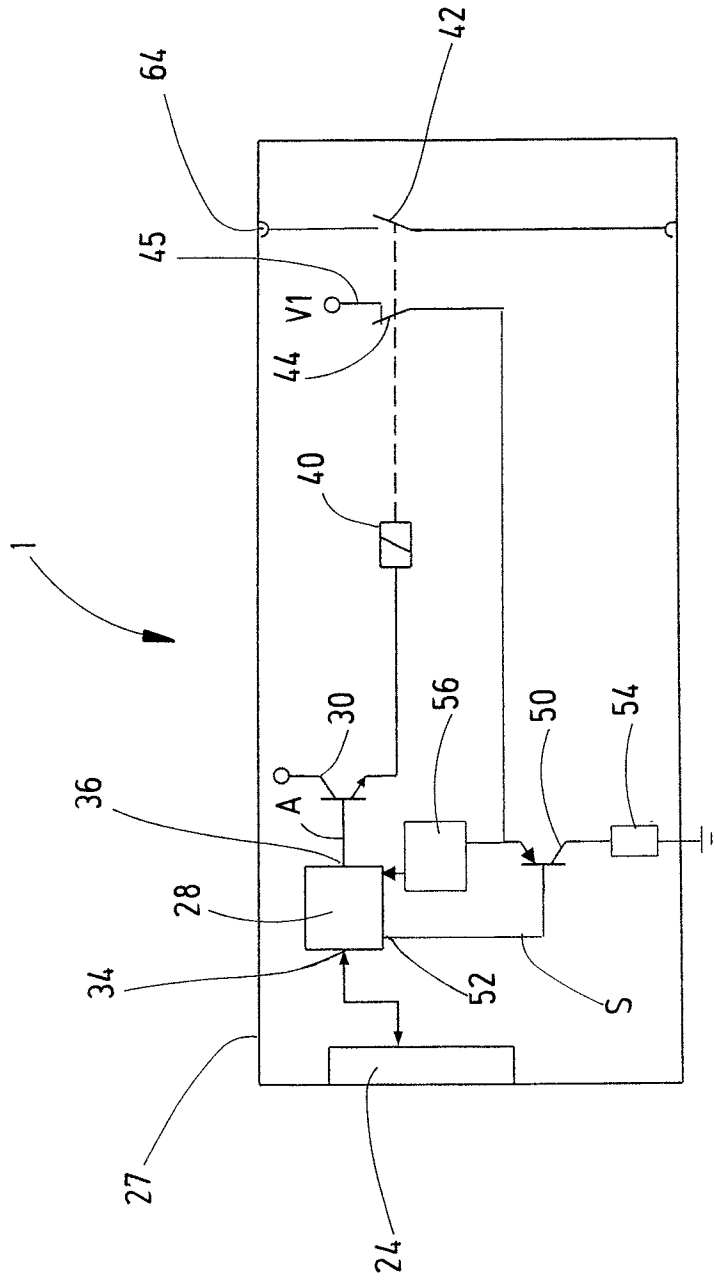


Fig.6

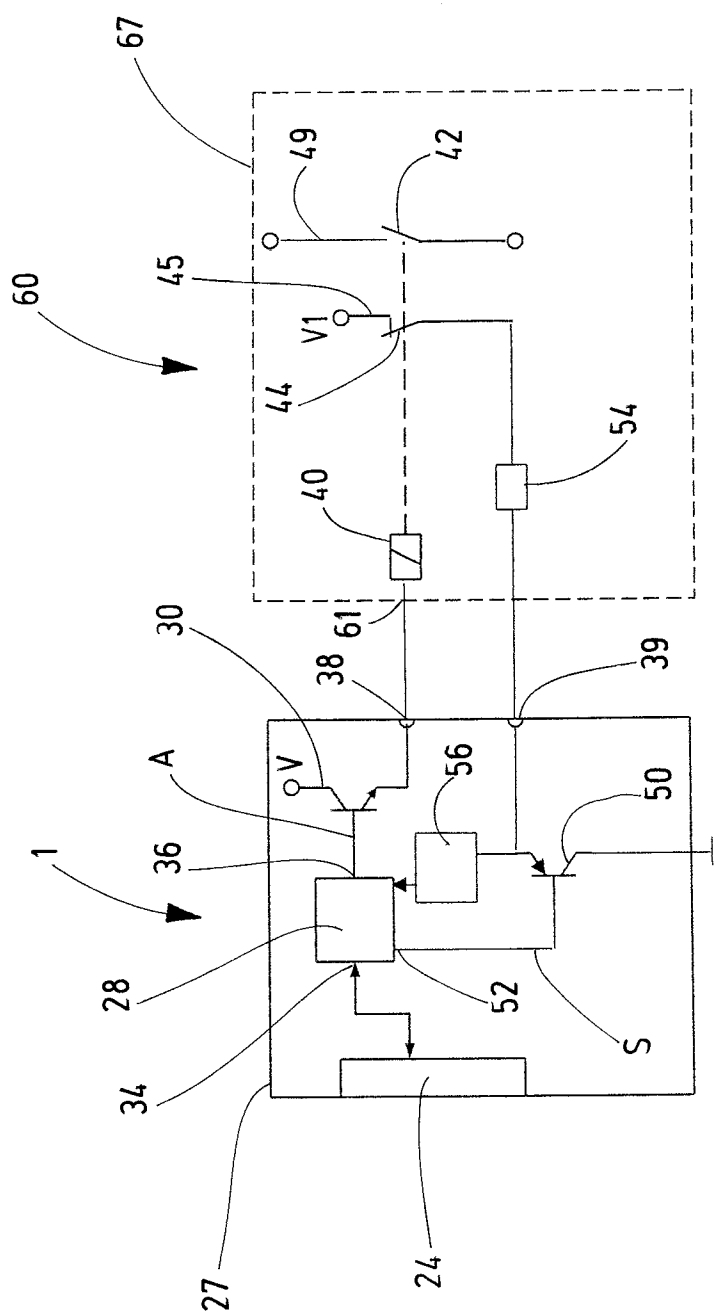


Fig. 7

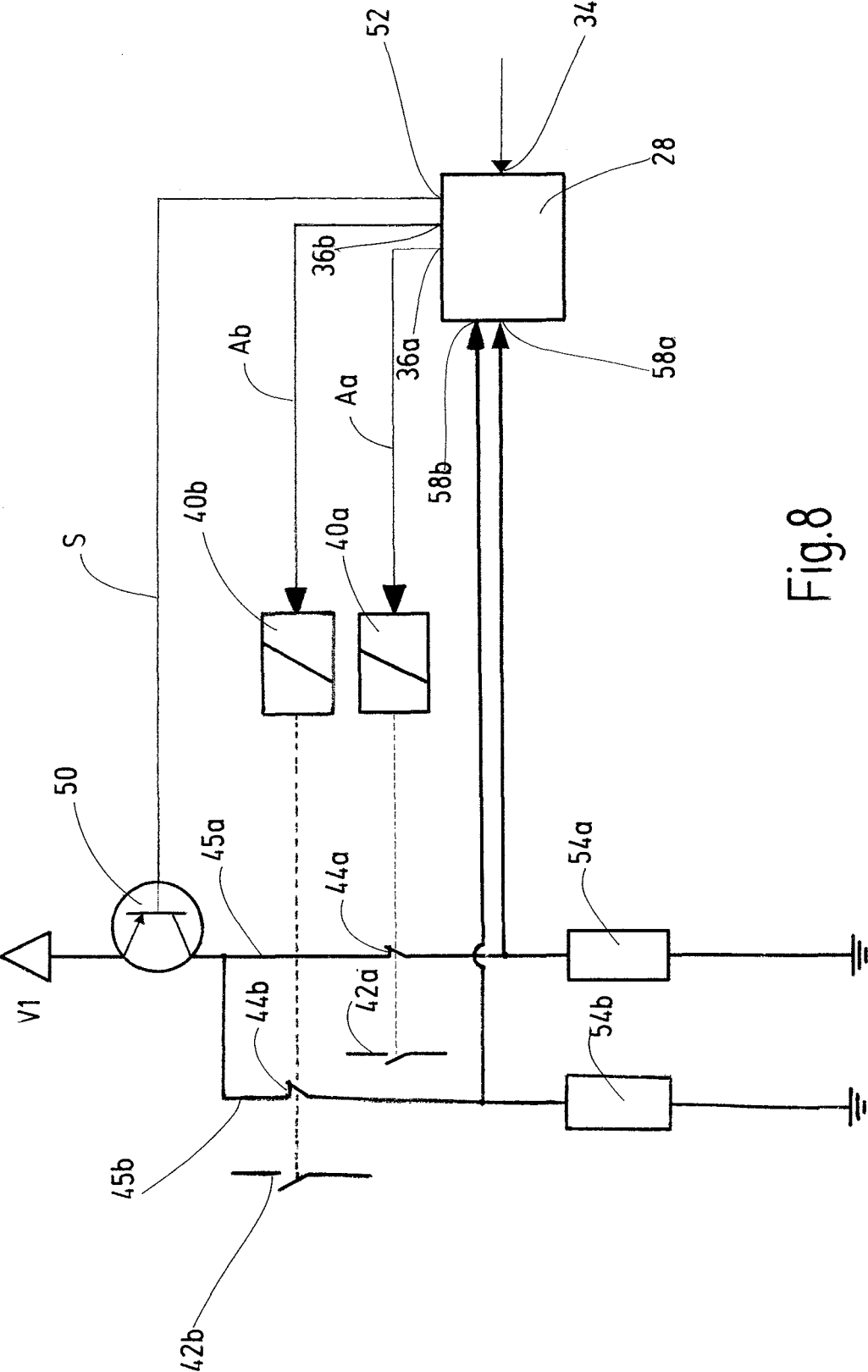


Fig.8

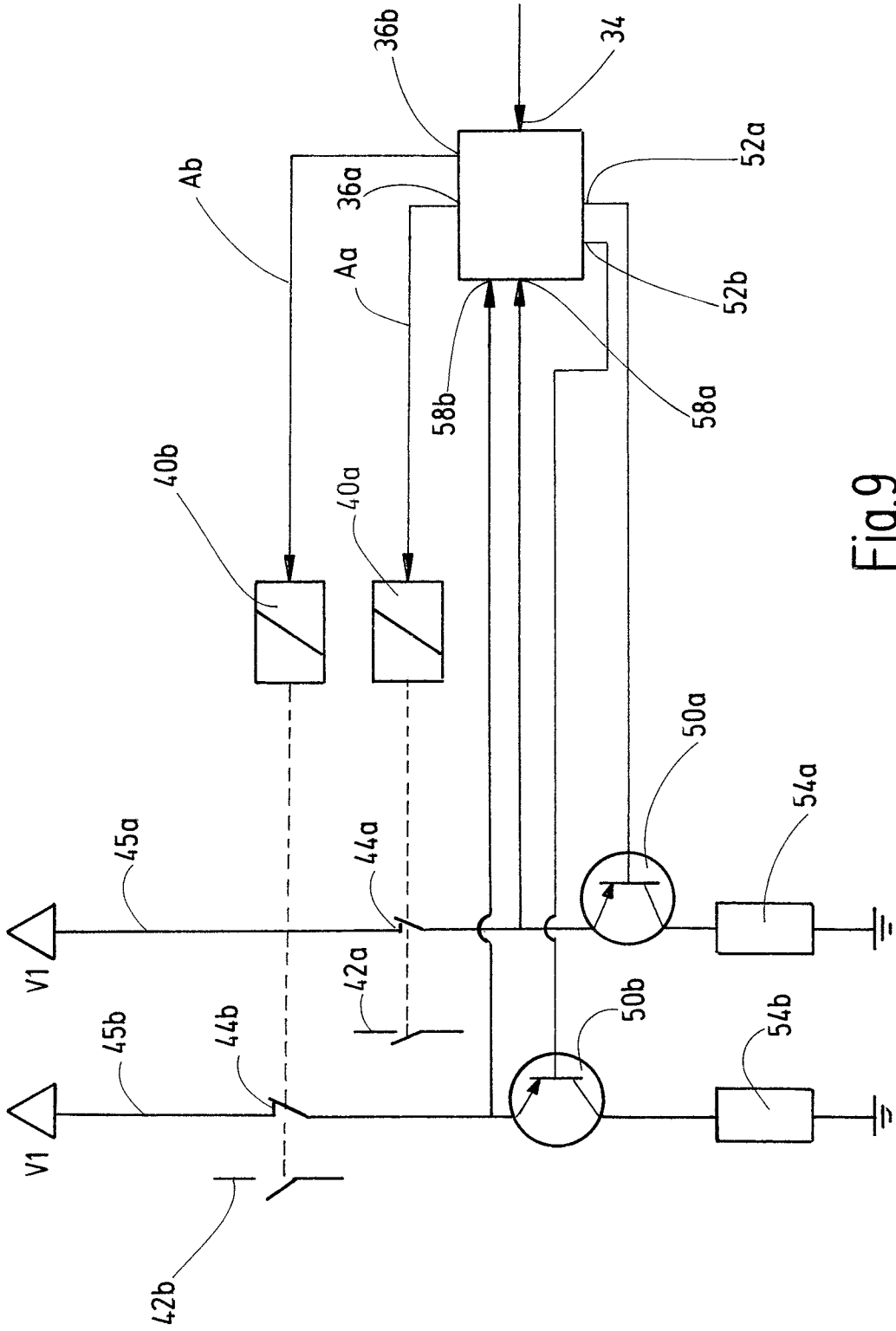


Fig.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/056517

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01H47/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/37302 A1 (PILZ GMBH & CO [DE]; DICKHOFF ROLF [DE]) 25 May 2001 (2001-05-25) cited in the application page 10 - page 16; figure 1 -----	1-15
A	DE 10 2004 033359 A1 (PILZ GMBH & CO KG [DE]) 9 February 2006 (2006-02-09) cited in the application paragraph [0026] - paragraph [0039]; figures 1,2 -----	1-15
A	DE 10 2007 052512 B3 (PILZ GMBH & CO KG [DE]) 9 April 2009 (2009-04-09) paragraph [0055] - paragraph [0082]; figure 1 ----- -/--	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 July 2013

Date of mailing of the international search report

10/07/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Drabko, Jacek

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/056517

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 053 625 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29 April 2009 (2009-04-29) paragraph [0020] - paragraph [0050]; figure 1 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/056517

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0137302	A1	25-05-2001	AT 268053 T 15-06-2004
		AU 1027401 A 30-05-2001	
		DE 19954460 A1 20-09-2001	
		EP 1228519 A1 07-08-2002	
		JP 4490616 B2 30-06-2010	
		JP 2003514361 A 15-04-2003	
		US 2002130557 A1 19-09-2002	
		WO 0137302 A1 25-05-2001	

DE 102004033359 A1	09-02-2006	DE 102004033359 A1	09-02-2006
		WO 2006002725 A1	12-01-2006

DE 102007052512 B3	09-04-2009	AT 551639 T 15-04-2012	
		DE 102007052512 B3 09-04-2009	
		EP 2215533 A1 11-08-2010	
		HK 1144472 A1 02-11-2012	
		WO 2009052926 A1 30-04-2009	

EP 2053625	A1	29-04-2009	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/056517

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01H47/00

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 01/37302 A1 (PILZ GMBH & CO [DE]; DICKHOFF ROLF [DE]) 25. Mai 2001 (2001-05-25) in der Anmeldung erwähnt Seite 10 - Seite 16; Abbildung 1 -----	1-15
A	DE 10 2004 033359 A1 (PILZ GMBH & CO KG [DE]) 9. Februar 2006 (2006-02-09) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0026] - Absatz [0039]; Abbildungen 1,2 -----	1-15
A	DE 10 2007 052512 B3 (PILZ GMBH & CO KG [DE]) 9. April 2009 (2009-04-09) Absatz [0055] - Absatz [0082]; Abbildung 1 -----	1-15
A	EP 2 053 625 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29. April 2009 (2009-04-29) Absatz [0020] - Absatz [0050]; Abbildung 1 -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Juli 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/07/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Drabko, Jacek

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/056517

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0137302	A1	25-05-2001	AT 268053 T 15-06-2004
		AU 1027401 A 30-05-2001	
		DE 19954460 A1 20-09-2001	
		EP 1228519 A1 07-08-2002	
		JP 4490616 B2 30-06-2010	
		JP 2003514361 A 15-04-2003	
		US 2002130557 A1 19-09-2002	
		WO 0137302 A1 25-05-2001	

DE 102004033359 A1	09-02-2006	DE 102004033359 A1	09-02-2006
		WO 2006002725 A1	12-01-2006

DE 102007052512 B3	09-04-2009	AT 551639 T 15-04-2012	
		DE 102007052512 B3 09-04-2009	
		EP 2215533 A1 11-08-2010	
		HK 1144472 A1 02-11-2012	
		WO 2009052926 A1 30-04-2009	

EP 2053625	A1	29-04-2009	KEINE
