



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **265 019 A1**

4(51) G 08 C 25/02
G 05 B 9/00
B 61 L 7/08
G 06 F 15/20

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 08 C / 309 265 5	(22)	20.11.87	(44)	15.02.89
(71)	VEB Elektropjekt und Anlagenbau Berlin, Rhinstraße 100, Berlin, 1140, DD				
(72)	Nikolaizik, Jürgen, Dipl.-Ing.; Klaus, Jürgen, DD				
(54)	Schaltungsanordnung zur signaltechnisch sicheren Ansteuerung und Überwachung von Prozeßelementen				

(55) Schaltungsanordnung, Steuerung, Überwachung, Prozeßelement, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Modul, Kopplung, Information, Übertragung, Lichtwellenleiter, Einchipmikrorechner, digital, Signalprozessor, Ein-/Ausgabe

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur signaltechnisch sicheren Steuerung und Überwachung von Prozeßelementen auf der Basis von digitalen Signalprozessoren bzw. Einchipmikrorechnern, die überall dort einsetzbar ist, wo hohe Sicherheitsanforderungen bestehen, wie z. B. bei der Prozeßsteuerung in Kraftwerken, der Chemie und insbesondere beim schienengebundenen Verkehr. Erfindungsgemäß besteht die Schaltungsanordnung aus einem aus einer Sende-, Empfangseinheit und einer Koppereinheit bestehenden Sende-/Empfangsmodul, der über zwei Lichtwellenleiter mit einem aus einer Steuer-/Rückmeldeeinheit, einer Ausgabeschaltung, einer Ein-/Ausgangsschaltung sowie einer Sperrschaltung bestehenden Steuer-/Rückmeldemodul gekoppelt ist.

Patentansprüche:

1. Schaltungsanordnung zur signaltechnisch sicheren Steuerung und Überwachung von Prozeßelementen unter Verwendung eines aus zwei galvanisch getrennten Übertragungskanälen bestehenden Übertragungssystems, wobei der erste aus einer Sendeeinheit, einem Lichtwellenleiter sowie einer Empfangereinheit bestehende Übertragungskanal zur Übermittlung von Steuerdaten an Prozeßelemente dient und der zweite, analog aufgebaute Übertragungskanal zur Übertragung von Zustandsdaten, die von bei den Prozeßelementen angeordneten Überwachern generiert werden, vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Sende-/Empfangsmodul (SEM), das eine Sende- (SE) und Empfangseinheit (EE) enthält, die über eine Koppereinheit (KE) miteinander und jeweils mit einem Ein-/Ausgabebus (EAB 1, EAB 2) bidirektional verbunden sind, über zwei Lichtwellenleiter (LWL 1, LWL 2) mit einem vor Ort befindlichen Steuer-/Rückmeldemodul (SRM) verknüpft ist, wobei dieser aus einer Steuer-/Rückmeldeeinheit (SRE), die einerseits über eine steuerbare Ausgabeschaltung (AS) mit einer ersten Schalteinheit (SEi. 1) und andererseits über eine steuerbare Ein-/Ausgangsschaltung (EAS) mit einer zweiten Schalteinheit (SEi. 2) und einer Überwachungseinrichtung (UEi) des jeweilig zu steuernden und zu überwachenden Sicherheitsstromkreises (SSKi) verbunden ist, besteht und daß die Steuer-/Rückmeldeeinheit (SRE) über eine durch sie steuerbare Sperrschaltung (SP) mit der Ein-/Ausgangsschaltung (EAS) gekoppelt ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuer-/Rückmeldeeinheit (SRE) des Moduls (SRM) durch einen Einchipmikrorechner (EMR) realisiert ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sende- (SE) und Empfangseinheit (EE) jeweils einen Einchipmikrorechner enthält.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ein-/Ausgangsschaltung (EAS) ein Ausgabe-(AT 2) und ein Eingabeter (ET) enthält, wobei der Ausgang des Ausgabeteres (AT 2) zusätzlich an den Eingang bzw. auf einen weiteren Eingang des Eingabeteres (ET) geschaltet ist.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einchipmikrorechner (EMR) des Moduls (SRM) über einen optoelektronischen Empfänger (E) mit dem Lichtwellenleiter (LWL 1) und über einen optoelektronischen Sender (S) mit dem Lichtwellenleiter (LWL 2) verbunden ist.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der jeweilige Sicherheitsstromkreis (SSKi) aus der Reinschaltung der Schalteinheiten (SEi. 1, SEi. 2), der Überwachungseinrichtung (UEi) sowie dem Prozeßelement (PEi) besteht.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Koppereinheit (KE) des Moduls (SEM) elektronische bzw. optoelektronische Bauelemente zur Realisierung eines galvanisch getrennten Informationsaustausches und zur Interruptsteuerung zwischen der Sende- (SE) und Empfangseinheit (EE) enthält.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Modul (SEM) und die Steuer-/Rückmeldeeinheit (SRE) auf der Basis von digitalen Signalprozessoren realisierbar ist.
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kopplung zwischen dem Modul (SEM) und dem Modul (SRM) durch eine elektrische Verbindung realisiert werden kann.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung, die überall dort einsetzbar ist, wo an die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Steuerung und Überwachung von Prozeßelementen, wie z. B. bei der Prozeßsteuerung in Kraftwerken, der Chemie und insbesondere beim schienengebundenen Verkehr, hohe Anforderungen gestellt werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, signaltechnisch sichere Schaltungen zur Steuerung und Überwachung von Prozeßelementen mit fehlersicheren Bauelementen, z. B. Signalrelais, aufzubauen. Diese fehlersicheren Bauelemente werden technologisch kompliziert hergestellt und sind daher teuer. In der Eisenbahnsicherungstechnik werden die Signalrelais zur Steuerung der Außenanlage zentral im Stellwerk angeordnet, so daß zu jedem Element der Außenanlage, z. B. jeder einzelnen Lampe eines Signales ein eigener Stromkreis geführt wird. Dadurch entsteht in Abhängigkeit der Entfernungen der Außenanlagen vom Stellwerk ein großer Aufwand an Kabeln.

Es ist weiterhin bekannt, die Stellwerksinnenanlage mit elektronischen Bauelementen aufzubauen und die notwendige signaltechnische Sicherheit der Stellwerkeinrichtung durch entsprechende Systemgestaltung wie z. B. redundante Systeme mit Vergleich zu erreichen.

Einrichtungen zum Steuern und Überwachen der Außenanlagen können hierbei auch elektronische Schaltungen sein, wobei sie dann meist redundant in einem Verbraucherstromkreis angeordnet werden.

Diese Einrichtungen sind aber auch zentral im Stellwerk angeordnet und es entsteht somit ein ebenso großer Kabelaufwand für den Anschluß der Außenanlagen wie bei der Anwendung von Signalrelais.

Ein weiteres Problem entsteht durch die elektrische Traktion bei der Eisenbahn, da dadurch die parallel zu den Gleisen liegenden Kabel zu den Außenanlagen beeinflusst werden.

Diese Beeinflussungsspannungen sind abhängig von der Kabellänge und können im Falle des Erdschlusses eines Stromkreises signaltechnisch gefährliche Auswirkungen auf diesen Stromkreis haben.

Um diese Möglichkeiten auszuschließen ist es bekannt die Stromkreise zu den Außenanlagen mit Erdschlußmeldeeinrichtungen auszurüsten und auf Erdfreiheit zu prüfen.

Das bedeutet einen erheblichen zusätzlichen Aufwand.

Es ist weiterhin bekannt, ein Teil der Einrichtungen, die der Verknüpfung und der Steuerung und Überwachung der Außenanlagen dienen, dezentral in unmittelbarer Nähe der Außenanlagen anzuordnen, um somit Kabel einzusparen. In diesem Fall sind die dezentralen Einrichtungen meist aufwendig und komplizieren dadurch die Wartung und Instandhaltung. Weiterhin müssen bei diesen Einrichtungen für die Informationsübertragungen zwischen zentralen und dezentralen Einrichtungen aufwendige Übertragungssysteme eingesetzt werden. Bei der Anwendung von Kupferkabeln für den Übertragungskanal müssen außerdem Maßnahmen zur Unterdrückung der Wirkung von Beeinflussungsspannungen ergriffen werden.

Es ist auch bekannt, die Innenanlage eines Stellwerkes vollelektronisch aufzubauen und die Signale über Lichtwellenleiter (LWL) sternförmig anzuschließen. Hierbei werden die zur Steuerung aller zu einem Signal gehörenden Signallampen erforderlichen Daten über eine Ader des LWL zum Signal übertragen. Dort erfolgt die Aufschlüsselung der Daten auf die einzelnen Lampenstromkreise und über Stellerschaltungen die Verknüpfung mit der Stellenergie. In den Lampenstromkreisen sind weiterhin Überwacher angeordnet, die eine Meldung über den Zustand des jeweiligen Stromkreises erzeugen.

Die Meldungen aller Stromkreise eines Signals werden zusammengefaßt und über eine zweite Ader des LWL zur Innenanlage übertragen. Bei dieser Anordnung wird die Datenübertragung zum Signal und vom Signal zur Innenanlage in bestimmtem Zyklus ständig wiederholt. Zugleich ist am Signal ein Schaltglied angeordnet, das durch die zyklisch sich wiederholenden Daten, u. U. antivalenten Daten, gesteuert wird und bei Ausfall der zyklischen Datenübertragung die andere Lage einnimmt und dadurch am Signal einen ungefährlichen Zustand einstellt. Die signaltechnische Sicherheit wird bei dieser Anordnung durch die zusätzliche Einbeziehung sicherungstechnischer Schaltmittel (z. B. Signalrelais) in die An- bzw. Abschaltfunktion erreicht. Auf Grund des Umstandes, daß die eben diskutierte Schaltungsanordnung von einem nicht näher dargestellten sicheren Mikrocomputer gesteuert wird, kann die Ansteuerung nur einkanalig erfolgen, was vom Standpunkt der Sicherheit eine Schwachstelle darstellt. Darüber hinaus kann diese Einrichtung nicht autark arbeiten, sondern beansprucht einen sicheren Mikrocomputer für die Steuerung und Überwachung der Prozeßelemente. Dies wirkt sich negativ im Hinblick auf die durchgängige Diagnostizierbarkeit der Schaltungsanordnung und insbesondere bei Ausfall des vorgeschalteten sicheren Mikrorechners aus.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, den Aufwand bei der Überwachung und Steuerung sicherungstechnischer Verbraucher zu senken, insbesondere den Aufwand an Kabeln und sicherungstechnischen Spezialbauelementen. Dabei sollten alle sicherungstechnischen Forderungen eingehalten werden, d. h. die Stör- und Beeinflussungssicherheit der Gesamtanlage gewährleistet werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zu realisieren, mit der Prozeßelemente signaltechnisch sicher angesteuert und überwacht werden können, wobei die Sicherheit ohne Anwendung sicherungstechnischer Spezialbauelemente in den Umsetzungs-, Steuerungs-, Überwachungs- und Übertragungseinrichtungen durch Verwendung redundanter Kanäle erreicht werden soll. Darüber hinaus soll die Schaltungsanordnung einfach im Aufbau und durchgängig diagnostizierbar sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Sende-/Empfangsmodul, das eine Sende- und eine Empfangseinheit enthält, die über eine Koppereinheit miteinander und jeweils mit einem Ein-/Ausgabebus bidirektional verbunden sind, über zwei Lichtwellenleiter mit einem vor Ort befindlichen Steuer-/Rückmeldemodul verknüpft ist. Dieser Steuer-/Rückmeldemodul besteht aus einer Steuer-/Rückmeldeeinheit, die einerseits über eine steuerbare Ausgabeschaltung mit einer ersten Schalteinheit und andererseits über eine steuerbare Ein-/Ausgangsschaltung mit einer zweiten Schalteinheit und einer Überwachungseinrichtung des jeweilig zu steuernden und zu überwachenden Sicherheitsstromkreises verbunden ist. Gleichzeitig ist die durch einen Einchipmikrorechner realisierte Steuer-/Rückmeldeeinheit über eine durch sie steuerbare Sperrschaltung mit der Ein-/Ausgangsschaltung gekoppelt. Die Ein-/Ausgangsschaltung enthält erfindungsgemäß ein Ausgabebitor sowie ein Eingabebitor, wobei der Ausgang des Ausgabebitors mit der zweiten Schalteinheit des jeweiligen Sicherheitsstromkreises und zusätzlich mit einem weiteren Eingang des Eingabebitors verknüpft ist. Der jeweilige Sicherheitsstromkreis besteht dabei aus der Reihenschaltung der ersten und zweiten Schalteinheit, der Überwachungseinrichtung sowie dem Prozeßelement, das gesteuert und überwacht werden soll. Erfindungsgemäß ist der Einchipmikrorechner des Steuer-/Rückmeldemoduls über einen optoelektronischen Empfänger mit dem die Steuerinformationen übertragenden Lichtwellenleiter und über einen optoelektronischen Sender mit dem die Rückmeldedaten übertragenden Lichtwellenleiter verknüpft.

Die Erfindung ist weiterhin dadurch charakterisiert, daß die Sendeeinheit und die Empfangseinheit des Sende-/Empfangsmoduls jeweils einen Einchipmikrorechner aufweist, wobei die Koppereinheit zur Realisierung eines galvanisch getrennten Informationsaustausches und zur Interruptsteuerung zwischen den beiden o.g. Einheiten über elektronische bzw. optoelektronische Bauelemente verfügt.

Anstelle der im Sende-/Empfangsmodul und Steuer-/Rückmeldemodul eingesetzten Einchipmikrorechner können auch digitale Signalprozessoren zur Anwendung gelangen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: das Gesamtschaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung und

Fig. 2: eine Ausführungsvariante des Steuer-/Rückmeldemoduls mittels eines Einchipmikrorechners

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung nach Fig. 1 besteht aus einem Sende-/Empfangsmodul SEM, zwei Lichtwellenleitern LWL 1, LWL 2 als Übertragungskanal und einem Steuer-/Rückmeldemodul SRM, der mit Prozeßstromkreisen, im speziellen Fall mit einem Sicherheitsstromkreis SSKI, gekoppelt ist. Ein solcher Sicherheitsstromkreis SSKI besteht jeweils aus der Reihenschaltung zweier Schalteinheiten SE1, SE2, einer Überwachungseinrichtung UEI sowie dem zu steuernden und zu überwachenden Prozeßelement PEI.

Der nahe einem übergeordneten Rechnersystem (hier nicht dargestellt) angeordnete Sende-/Empfangsmodul SEM besteht aus einer Sende- SE und einer Empfangseinheit EE, die zum Zwecke des Datenaustausches durch eine Koppereinheit KE miteinander und jeweils mit seriellen Ein-/Ausgabebussen EAB 1, EAB 2 verbunden sind. Die Sende- SE und Empfangseinheit EE ist dabei jeweils auf der Basis von Einchipmikrorechnern realisiert, wobei auch digitale Signalprozesse zur Anwendung kommen können. Die Koppereinheit KE hingegen enthält elektronische bzw. optoelektronische Bauelemente zur Realisierung eines galvanisch getrennten Informationsaustausches und zur Interruptsteuerung zwischen Sende- SE und Empfangseinheit EE.

Die zur Steuerung der Prozeßelemente dienenden Stellbefehle bzw. Steuerinformationen werden sowohl durch die Sende- SE als auch durch die Empfangseinheit EE vom übergeordneten Rechnersystem über die Ein-/Ausgabebusse EAB 1, EAB 2 übernommen, aufbereitet und zum Zwecke eines Eingangsdatenvergleiches über die Koppereinheit KE ausgetauscht. Dieser Datenvergleich findet nach dem (2 von 2)-Prinzip in beiden Mikrorechnern (hier nicht dargestellt) des Moduls SEM statt.

Anschließend erfolgt die Übertragung der Steuerinformationen zum Steuer-/Rückmeldemodul SRM ausschließlich über den Lichtwellenleiter LWL 1. In diesem Modul SRM, der sich in unmittelbarer Nähe der Prozeßelemente PEI befindet, werden die Stellbefehle entschlüsselt und in einzelne Daten (Bits) zur Ansteuerung der Schalteinheiten SE1, SE2 umgewandelt. Die Überwachungseinrichtung UEI im Sicherheitsstromkreis SSKI erzeugt daraufhin eine Information über den Zustand in diesem Stromkreis. Diese Zustandsinformation wird durch eine Steuer-/Rückmeldeeinheit SRE des Moduls SRM aufbereitet und über den Lichtwellenleiter LWL 2 zur Empfangseinheit EE des Moduls SEM übertragen. Über die Koppereinheit KE erfolgt nunmehr zusätzlich die Übergabe der Rückmeldedaten an die Sendeeinheit SE. Diese Rückmeldedaten werden dann in jedem Einchipmikrorechner des Moduls SEM auf Richtigkeit überprüft. Entsprechen die Rückmeldedaten nicht den ausgegebenen Stellbefehlen, so kann sofort darauf durch Ausgabe anderer Stellbefehle reagiert oder gegebenenfalls die Rückmeldedaten (evtl. in komprimierter Form) durch die Sende- SE und Empfangseinheit EE zum übergeordneten Rechnersystem übertragen werden. Da dieses Rechnersystem in bezug auf den Modul SEM immer priorisiert ist, kann auch durch dieses als Reaktion auf fehlerhafte Rückmeldedaten die Ausgabe veränderter Steuerinformationen veranlaßt werden.

Die Stellbefehle werden von der Sendeeinheit SE zyklisch ausgesendet, wobei die Rückmeldedaten im gleichen Zyklus in der Empfangseinheit EE eintreffen müssen. Bei Unterbrechungen oder Überschreitung der Zykluszeit werden vom Modul SEM geeignete Fehlerbehandlungsmaßnahmen eingeleitet.

Der im rechten Teil der Fig. 1 dargestellte erfindungswesentliche Modul SRM besteht aus einer

- Steuer-/Rückmeldeeinheit SRE,
- Ausgabeschaltung AS, die mit der Schalteinheit SE1 des jeweiligen Stromkreises SSKI gekoppelt ist,
- Ein-/Ausgangsschaltung EAS, die ausgangsseitig mit der Schalteinheit SE2 und eingangsseitig mit der Überwachungseinrichtung UEI des jeweiligen Sicherheitsstromkreises SSKI verbunden ist und die zusätzlich über eine interne Verbindung zum Rücklesen von ausgegebenen Daten verfügt und
- einer durch die Steuer-/Rückmeldeeinheit SRE steuerbaren Sperrschaltung SP.

Eine spezielle Realisierungsvariante des o.g. Moduls SRM zeigt Fig. 2. Gemäß dieser Ausführung besteht die Steuer-/Rückmeldeeinheit SRE aus einem Einchipmikrorechner EMR, an dessen seriellen Eingang IN über einen optoelektronischen Empfänger E der Lichtwellenleiter LWL 1 und an dessen seriellen Ausgang OUT über einen optoelektronischen Sender S der Lichtwellenleiter LWL 2 angeschlossen ist. Die Ein-/Ausgangsschaltung EAS nach Fig. 1 enthält ein Ausgabe- AT2 und ein Eingabeter ET, wobei der Ausgang des Ausgabeteres AT2 zusätzlich auf einen zweiten Eingang des Eingabeteres ET rückgeführt ist. Die Sperrschaltung SP steht über eine Steuerleitung S2 mit dem Einchipmikrorechner EMR und über eine weitere Steuerleitung S3 mit einem Steuereingang des Ausgabeteres AT2 in Verbindung.

Entsprechend der gegebenen Datenbreite der Tore AT1, AT2 und ET können entsprechend viele Sicherheitsstromkreise SSKI angeschlossen werden. Nach Fig. 2 besteht ein solcher Stromkreis SSKI aus der Reihenschaltung der Schalttransistoren T1, T2, dem zu steuernden Prozeßelement PEI (bspw. eine Signallampe) und einem Optokupppler OKI mit nachgeschaltetem Schwellwertechalter Si als Überwachungseinrichtung UEI.

Die vom Sende-/Empfangsmodul SEM über den Lichtwellenleiter LWL 1 übertragenen Steuerinformationen bzw. Stellbefehle werden über den Empfänger E in den Einchipmikrorechner EMR eingelesen, auf Plausibilität geprüft und zwischengespeichert. Vom Zwischenspeicher werden die Daten zyklisch in die Ausgabeter AT1 und AT2 eingeschrieben und ihre Freigabe über die Signale auf den Steuerleitungen S1 bzw. S3 bewirkt. Gleichzeitig wird in kurzem Zyklus die Sperrschaltung SP vom Einchipmikrorechner EMR über die Steuerleitung S2 mit Impulsen beaufschlagt. Damit erfolgt die Wirksamerschaltung des jeweiligen Sicherheitsstromkreises SSKI. Die Sperrschaltung SP wirkt funktionell wie ein nachtriggerbarer Monoflop. Wenn die o.g. Sperrschaltung keine Impulse mehr enthält (bzw. in längeren Abständen als notwendig), ändert sie ihr Ausgangssignal über die Steuerleitung S3 und setzt damit das Ausgabeter AT2 zurück und hält es in dieser Lage fest. Das bedeutet, daß der

entsprechende Stromkreis SSKi über den Schalttransistor Ti.2 abgeschaltet wird, unabhängig davon, welche Stellbefehle vom Einchipmikrorechner EMR ausgegeben werden. Vom Einchipmikrorechner EMR wird, wenn er fehlerfrei arbeitet, abgesichert, daß über die Leitung S2 die Ausgabe des Impulses zur Sperrschaltung SP erfolgt. Somit ist die zyklische Impulsausgabe für die Sperrschaltung SP ein Kriterium für die richtige Arbeitsweise des Rechners EMR. Die Haltzeit für die Sperrschaltung SP kann auch so bemessen sein, daß die Ausgabe von Impulsen auch beim Einlesen und bei der Ausgabe der Rückmeldedaten zum Sende-/Empfangsmodul SEM notwendig ist. Das Einlesen der Rückmeldedaten ist jedoch nur dann möglich, wenn über die Steuerleitung S4 die Erlaubnis dafür erteilt wird.

Die betriebsmäßige Abschaltung eines Stromkreises SSKi erfolgt derart, daß im Rechner EMR zunächst der Datenausgabezyklus nicht mehr abgearbeitet wird. Dadurch wird der jeweilige Sicherheitsstromkreis SSKi über den Schalttransistor Ti.2 abgeschaltet. Danach folgt ein Rücklesezyklus, bei dem über das Eingabeter ET die Rückmeldedaten vom Stromkreis SSKi (vom Optokoppler OKi über Schwellwertschalter Si) sowie Ausgabedaten vom Ausgabeter AT2 in den Einchipmikrorechner eingelesen und ausgewertet werden. Durch diese Auswertung kann die ordnungsgemäße Funktion der Sperrschaltung, des Ausgabeteres AT2, der Schalteinheit SE.2 bzw. Ti.2, der Überwachungseinheit ÜEi und des Eingabeteres ET überprüft werden. Danach folgt ein Prüfzyklus, indem das Ausgabeter AT1 über die Steuerleitung S1 zurückgesetzt wird und in das Ausgabeter AT2 wieder Daten zur Ansteuerung des Transistors Ti.2 eingeschrieben werden. Dann werden erneut die Rückmeldedaten über das Eingabeter ET in den Einchipmikrorechner EMR eingelesen.

Durch die Auswertung im Rechner EMR kann festgestellt werden, ob das Ausgabeter AT1 und der nachgeschaltete Transistor Ti.1 ebenfalls fehlerfrei arbeiten. Durch diese o. g. Maßnahmen ist eine durchgängige Diagnose der gesamten Schaltungsanordnung möglich.

Bei betriebsmäßig über einen sehr langen Zeitraum aktiv geschalteten Sicherheitsstromkreis SSKi ist es auch möglich, analog den oben beschriebenen Diagnoseschritten die Schalteinheiten SEi.1, SEi.2 bzw. Ti.1, Ti.2 abwechselnd kurzzeitig abzuschalten und danach ihre Schaltfähigkeit zu prüfen. Diese Prüfungen können so kurz gehalten werden, daß am zu steuernden Prozeßelement PEi keine durch den Prozeß erkennbare Veränderung eintritt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, auf die Umwandlung der elektrischen Signale in optische und umgekehrt zu verzichten und die Kopplung zwischen dem Sende-/Empfangsmodul SEM sowie Steuer-/Rückmeldemodul SSM durch elektrische Verbindungen zu realisieren.

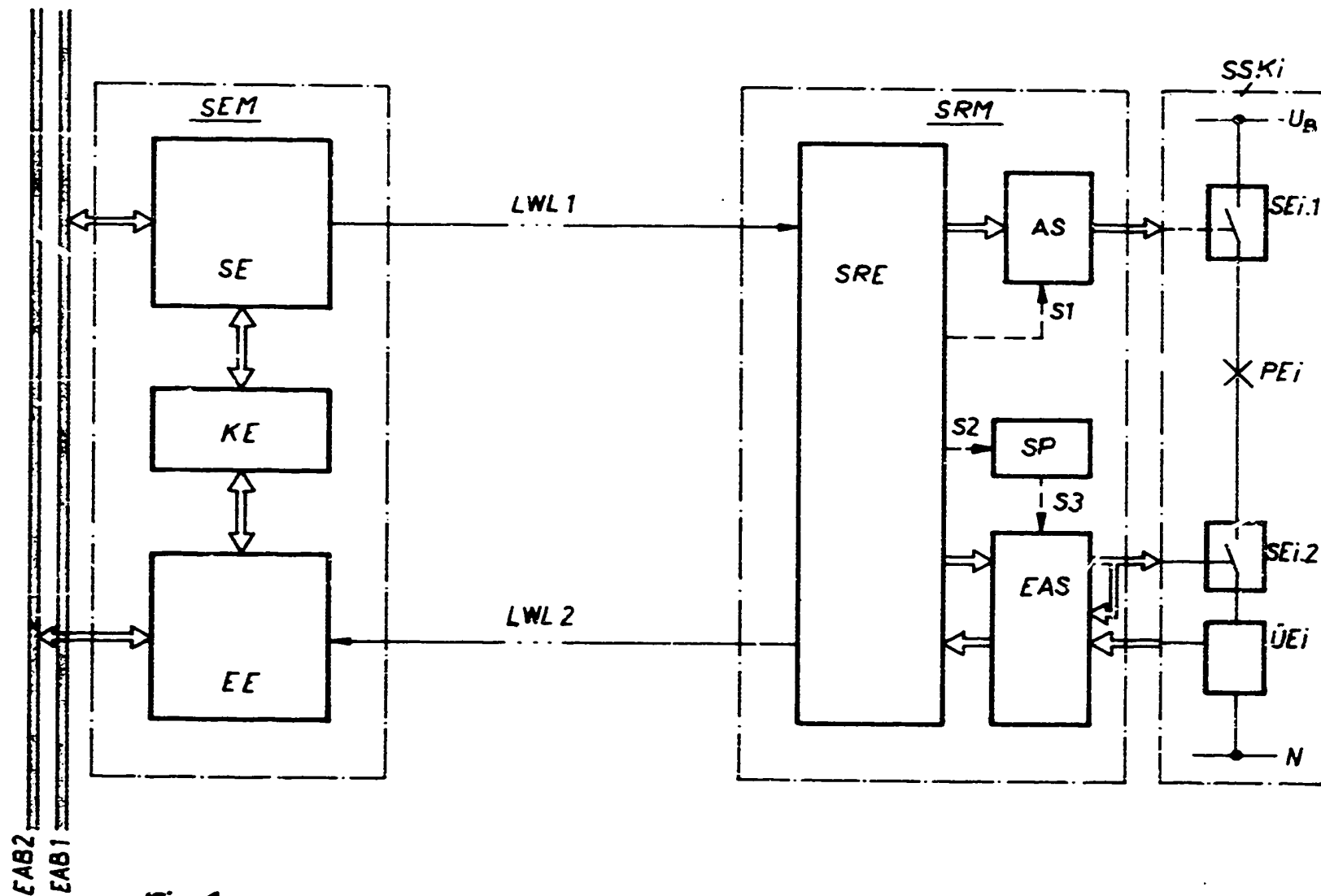


Fig.1

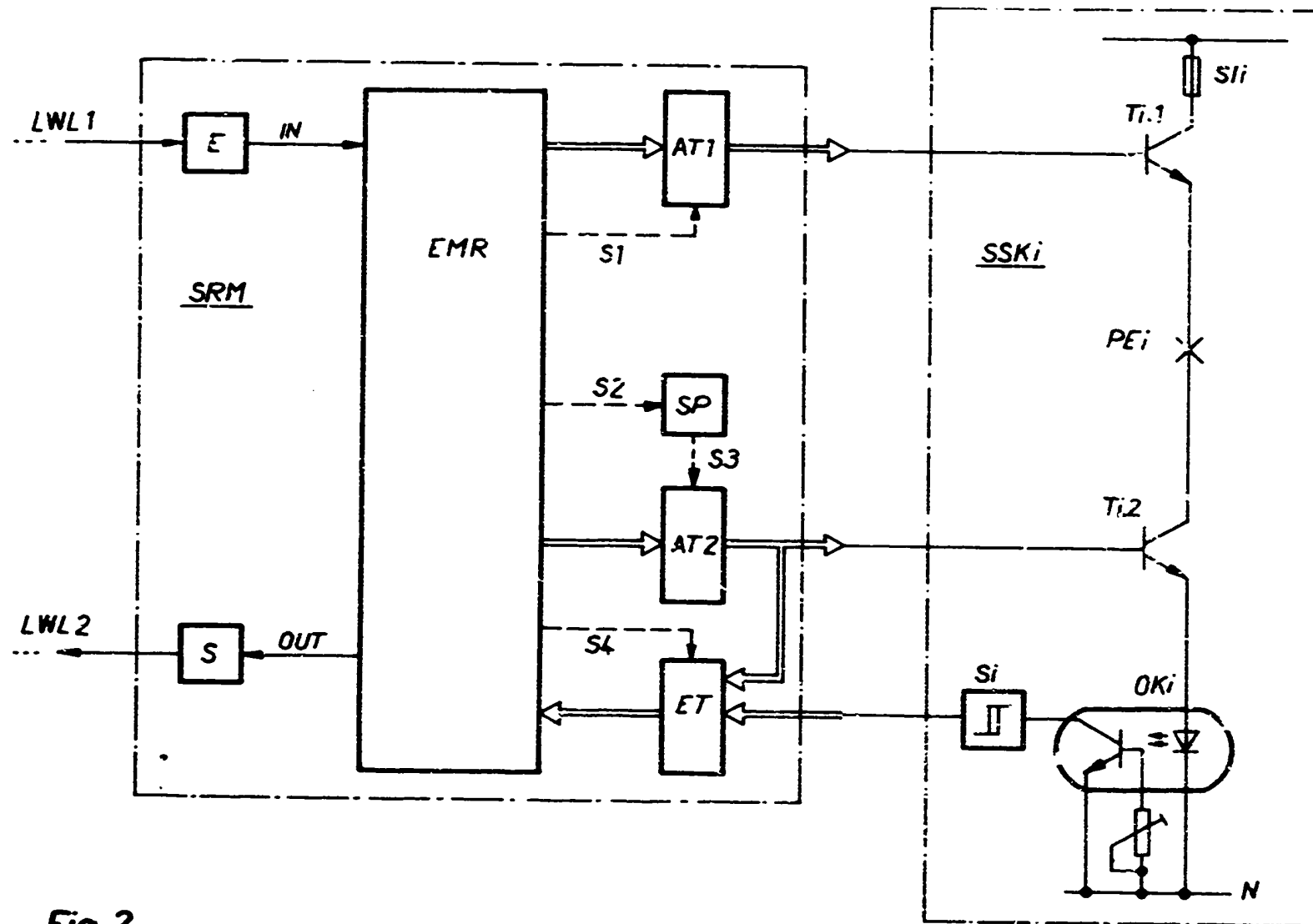


Fig. 2

265 049 6