

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 265 020 A1

4(51) G 08 C 25/02
B 61 L 7/08

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 08 C / 303 266 3	(22)	20.11.87	(44)	15.02.89
(71)	VEB Elektrophjekt 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, Prozeßelemente, Signal, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Modul, Kopplung, Übertragung, Informationen, Lichtwellenleiter, Einchipmikrorechner, Signalprozessor

(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 Sende-/Empfangsmodul, welcher über zwei Lichtwellenleiter mit einem Steuer-/Rückmeldemodul gekoppelt ist, der mit Sicherheitsstromkreisen in Verbindung steht.

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, einen Lichtwellenleiter sowie einer Empfängereinheit 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) der eine Sende-(SE) und Empfangseinheit (EE) enthält, die über eine erste Koppereinheit (KE 1) miteinander und jeweils mit einer Buskoppereinheit (BK 1, BK 2) bidirektional verschaltet sind, über zwei galvanisch getrennte Lichtwellenleiter (LWL 1, LWL 2) mit einem vor Ort befindlichen Steuer-/Rückmeldemodul (SRM) verbunden ist, wobei dieser aus einer Steuer-(STE) und Rückmeldeeinheit (RE), die über eine zweite Koppereinheit (KE 2) miteinander und jeweils mit einer Ein-/Ausgangsschaltung (EAS 1, EAS 2) verknüpft sind, besteht und daß n Ausgänge jeder Ein-/Ausgangsschaltung (EAS 1, EAS 2) mit je einer Schalteinrichtung (SE 1.1 ... SE n.1, SE 1.2 ... SE n.2) und n Eingänge mit je einer Überwachungseinrichtung (UE 1.1 ... UE n.1, UE 1.2 ... UE n.2) der zu steuernden und überwachenden Sicherheitsstromkreise (SSK 1 ... SSK n) verbunden sind.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf redundanten Ein-/Ausgabebussen EAB 1, EAB 2 bereitgestellte Steuerdaten zum Ein-bzw. Ausschalten der Sicherheitsstromkreise (SSK 1 ... SSK n) erst nach Austausch über die Koppereinheit (KE 1) und anschließendem Vergleich der Steuerdaten in der Sende- (SE) und Empfangseinheit (EE) des Moduls (SEM) über den Lichtwellenleiter (LWL 1) zeitzyklisch zum Steuer-/Rückmeldemodul (SRM) übertragen werden, daß nach erfolgter Steuerdatenübertragung über den Lichtwellenleiter (LWL 1) durch Austausch der Informationen über die Koppereinheit (KE 2) in der Steuer- (STE) und Rückmeldeeinheit (RE) und anschließenden Vergleich redundante Steuerdaten bzw. Steuerelemente an die Ein-/Ausgangsschaltungen (EAS 1, EAS 2) bereitgestellt werden, daß die von den Überwachungseinrichtungen (UE 1.1 ... UE n.1, UE 1.2 ... UE n.2) erzeugten Rückmeldedaten wiederum zwischen der Steuer-(STE) und Rückmeldeeinheit (RE) ausgetauscht, verglichen und anschließend die getesteten Rückmeldedaten über den Lichtwellenleiter (LWL 2) zur Empfangseinheit (EE) des Moduls (SEM) übertragen werden und daß die getesteten Rückmeldedaten in der Sende- (SE) und Empfangseinheit (EE) gleichfalls ausgetauscht, verglichen und nach entsprechenden Plausibilitätstests entsprechende Meldungen auf die Ein-/Ausgabebusse (EAB 1, EAB 2) abgesetzt und im Fehlerfall die Abschaltung des betreffenden Sicherheitsstromkreises (SSK i) eingeleitet bzw. ein sicherer Endzustand erzwungen wird.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sende- (SE) und Empfangseinheit (EE) jeweils einen Einchipmikrorechner (EMR 11, EMR 21) aufweist, dessen jeweiliger serieller Dateneingang (IN) mit einer Empfangsschaltung (EM 1, EM 2), die eingangsseitig jeweils mit Informationen vom jeweiligen Ein-/Ausgabebus (EAB 1, EAB 2), Informationen, die zwischen den Einchipmikrorechnern (EMR 11, EMR 21) auszutauschen sind und speziell der Einchipmikrorechner (EMR 21) mit Empfangsdaten vom Modul (SRM) beaufschlagt sind, gekoppelt ist, und daß jeder Einchipmikrorechner (EMR 11, EMR 21) weiterhin über eine Ansteuerschaltung (AS 1, AS 2) mit einer Fehleranzeige (FA 1, FA 2) sowie mit einer gemeinsamen Fehlermeldelogik (FML) gekoppelt ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuer- (STE) und Rückmeldeeinheit (RE) jeweils einen Einchipmikrorechner (EMR 12, EMR 22) aufweist, wobei der serielle Eingang (IN) des Einchipmikrorechners (EMR 12) mit einer Empfangsschaltung (EM) beschaltet ist, die über die Koppereinheit (KE 2) mit Ausgangsinformationen (OUT) des Einchipmikrorechners (EMR 22) sowie mit über eine Empfängerschaltung (E 2) bereitgestellte Steuerdaten (IN 0) beaufschlagt ist, und daß der Einchipmikrorechner (EMR 22) mit seiner seriellen Ausgangsleitung (OUT) mit einem Tor (T 2) und der Koppereinheit (KE 2) verbunden ist.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Ein-/Ausgangsschaltung (EAS 1, EAS 2) jeweils einen steuerbaren Eingangstreiber (ET 1, ET 2) und einen steuerbaren Ausgangstreiber (AT 1, AT 2) enthält, deren n Ein- bzw. Ausgänge mit den Sicherheitsstromkreisen (SSK 1 ... SSK n) gekoppelt sind.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Kuppeleneinheit (KE KE 2) elektronische bzw. optoelektronische Bauelemente zur Realisierung eines galvanisch getrennten Informationsaustausches und zur Interruptsteuerung zwischen der Sende- (SE) und Empfangseinheit (EE) bzw. der Steuer- (STE) und Rückmeldeeinheit (RE) enthält.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sende-/Empfangsmodul (SEM) und der Steuer-/Rückmeldemodul (SRM) auf der Basis von digitalen Signalprozessoren realisierbar ist.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kopplung zwischen Sende-/Empfangsmodul (SEM) und Steuer-/Rückmeldemodul (SRM) durch eine elektrische Verbindung realisiert werden kann.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung, die überall dort einsetzbar ist, wo an die Sicherheit und Zuverlässigkeit 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, Vergleich zu erreichen.

Einrichtungen zum Steuern und Überwachen der Außenanlagen können hierbei auch elektronische Schaltungen sein, wobei 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, den der 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 Höhe der Außenanlagen anzuordnen, um somit Kabel einzusparen. In diesem Fall sind die dezentralen Einrichtungen meist aufwendig und komplizieren dadurch die Wartung und Instandhaltung. Weiter 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 jeweils Überwacher angeordnet, die eine Meldung über den Zustand des jeweiligen Stromkreises erzeugen. Die Meldungen aller Stromkreise 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. antivalente Daten gestellt 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, ist die Anssteuerung 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 lag die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zu schaffen, mit der Prozeßelemente signaltechnisch sicher angesteuert und überwacht werden können, wobei die Sicherheit ohne Anwendung sicherungstechnischer Spezialbauelemente in die Umsetzungs-, Steuerungs- und Übertragungseinrichtungen durch die Verwendung redundanter Kanäle erreicht werden soll.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Sende-/Empfangsmodul, das eine Sendeeinheit und eine Empfangseinheit enthält, die über eine erste Koppelereinheit miteinander und jeweils mit einer Buskoppelereinheit bidirektional verschaltet sind, über zwei getrennte Lichtwellenleiter mit einem vor Ort befindlichen Steuer-/Rückmeldemodul verbunden ist. Dabei werden über den einen Lichtwellenleiter nur Steuerdaten bzw. Steuerkommandos und über den anderen nur Rückmelde- bzw. Zustandsdaten und Diagnosedaten übertragen. Der Steuer-/Rückmeldemodul besteht erfindungsgemäß aus einer Steuereinheit und einer Rückmeldeeinheit, die über eine zweite Koppelereinheit miteinander und jeweils mit einer Ein-/Ausgangsschaltung verknüpft sind. Die n Ausgänge der beiden Ein-/Ausgangsschaltungen sind jeweils mit einer Schalteinrichtung und die n Eingänge mit je einer Überwachungseinrichtung der zu steuernden und überwachten Sicherheitsstromkreise verknüpft.

Die Sende- und Empfangseinheit ist realisierbar auf der Basis von Einchipmikrorechnern, deren jeweiliger serieller Dateneingang mit jeweils einer Empfangsschaltung gekoppelt ist. Eingangsseitig sind die beiden Empfangsschaltungen jeweils mit Informationen, die zwischen den beiden Einchipmikrorechnern auszutauschen sind, beaufschlagt. Darüber hinaus ist die Empfangsschaltung, die dem Einchipmikrorechner der Empfangseinheit zugeordnet ist, mit den Rückmeldedaten vom Steuer-/Rückmeldemodul beschaltet. Jeder Einchipmikrorechner des Sende-/Empfangsmoduls ist weiterhin jeweils über eine Ansteuerschaltung mit einer Fehlanzeige sowie mit einer gemeinsamen Fehlermeldelogik gekoppelt.

Die Steuer- und Rückmeldeeinheit ist ebenfalls jeweils auf der Basis von Einchipmikrorechnern realisiert, wobei der serielle Eingang des Einchipmikrorechners der Steuereinheit ebenfalls mit einer Empfangsschaltung gekoppelt ist. Eingangsseitig ist diese Empfangsschaltung mit den über eine Empfängerschaltung bereitgestellten Steuerdaten des Sende-/Empfangsmoduls sowie Ausgangsinformationen des Einchipmikrorechners der Rückmeldeeinheit beschaltet. Der serielle Ausgang des Einchipmikrorechners der Rückmeldeeinheit ist hingegen mit der Koppelereinheit und mit einem Tor, welches über eine Sendeschaltung mit dem Lichtwellenleiter für die Rückmeldedaten verbunden ist, verknüpft.

Die Ein-/Ausgangsschaltungen des Steuer-/Rückmeldemoduls beinhalten jeweils einen steuerbaren Ein- und Ausgangstreiber, deren n Ein- bzw. Ausgänge mit den Sicherheitsstromkreisen gekoppelt sind.

Jede der beiden Koppelereinheiten realisiert den erforderlichen galvanisch getrennten Informationsaustausch sowie die Interruptsteuerung im Sende-/Empfangs- sowie Steuer-/Rückmeldemodul.

Die Erfindung ist weiterhin dadurch gekennzeichnet, daß die auf den Ein-/Ausgabebussen bereitgestellten Steuerdaten erst nach Austausch über die erste Koppelereinheit und anschließendem Vergleich der Steuerdaten in der Sende- und Empfangseinheit zeitzyklisch zum Steuer-/Rückmeldemodul übertragen werden. Nach erfolgter Übertragung der Steuerdaten werden durch erneuten Informationsaustausch in der Steuer- und Rückmeldeeinheit über die zweite Koppelereinheit sowie anschließenden Vergleich redundante Steuerdaten bzw. Steuerkommandos an die Ein-/Ausgangsschaltungen bereitgestellt. Die von den Überwachungseinrichtungen der Sicherheitsstromkreise generierten Rückmeldedaten werden wiederum zwischen der Steuer- und Rückmeldeeinheit ausgetauscht, verglichen und nachfolgend die getesteten Rückmeldedaten bzw. Zustandsdaten zur Empfangseinheit übertragen. Nach beendeter Übertragung der getesteten Zustandsdaten erfolgt in der Sende- und Empfangseinheit ein Vergleich der ausgetauschten Daten sowie entsprechende Plausibilitätschecks. Nach diesen Aktivitäten werden entsprechende Meldungen auf die Ein-/Ausgabebusse abgesetzt und im Fehlerfall die Abschaltung des betreffenden Sicherheitsstromkreises eingeleitet bzw. ein sicherer Endzustand erzwungen. Durch diesen erfindungsgemäß vorgegebenen Arbeitsablauf ist sichergestellt, daß ein Ausbleiben oder Verfälschen von Informationen innerhalb des Ringes Sendeeinheit — Steuereinheit — Rückmeldeeinheit — Empfangseinheit — Sendeeinheit mehrfach erkannt wird und damit eine vorgeschriebene Reaktion von mehreren unabhängigen Einheiten und auf mehreren unabhängigen Wegen erfolgt.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: das Gesamtschaltbild der Erfindung

Fig. 2: eine Ausführungsform des Sende-/Empfangsmoduls

Fig. 3: eine Ausführungsform des Steuer-/Rückmeldemoduls

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 besteht aus zwei Modulen, dem

- Sende-/Empfangsmodul SEM und
- Steuer-/Rückmeldemodul SRM, die über einen ersten und zweiten Lichtwellenleiter LWL 1, LWL 2 miteinander verbunden sind. Der Lichtwellenleiter LWL 1 dient hierbei ausschließlich zur Übertragung von Steuerinformationen für eine Menge von n Sicherheitsstromkreisen SSK 1 ... SSK n. Dagegen ist der Lichtwellenleiter LWL 2 nur für die Übermittlung von Rückmeldedaten bzw. Zustandsdaten von den o. g. Sicherheitsstromkreisen an das Sende-/Empfangsmodul SEM vorgesehen.

Die wesentlichen Bestandteile des Moduls SEM sind eine

- Sendeeinheit SE mit einer Buskoppereinheit BK 1 und einer (optoelektronischen) Sendeschaltung S 1,
- Empfangseinheit EE mit einer Buskoppereinheit BK 2 und einer (optoelektronischen) Empfängerschaltung E 1 und
- eine Koppereinheit KE 1 zwischen Sende- SE und Empfangseinheit EE (s. Fig. 1 und 2).

Der Steuer-/Rückmeldemodul SRM setzt sich vor allem aus einer

- Steuereinheit STE mit einer (optoelektronischen) Empfängerschaltung E 2 und einer Ein-/Ausgangsschaltung EAS 1,
- Rückmeldeeinheit RE mit einer (optoelektronischen) Sendeschaltung S 2 und einer Ein-/Ausgangsschaltung EAS 2 und
- einer Koppereinheit KE 2 zwischen Steuer- STE und Rückmeldeeinheit RE zusammen (s. Fig. 1 u. 3).

Sowohl der Sende-/Empfangsmodul SEM als auch der Steuer-/Rückmeldemodul SRM sind vorzugsweise jeweils mit digitalen Signalprozessoren bzw. Einchipmikrorechnern realisiert.

Während der Modul SEM über redundante serielle Ein-/Ausgabebusse EAB 1, EAB 2 die Kommunikation mit einem übergeordneten redundanten Rechnersystem (hier nicht dargestellt) wahrnimmt, führt der Steuer-/Rückmeldemodul SRM vor Ort die Steueraufträge von der Sendeeinheit SE aus und liefert die entsprechenden Rückmeldedaten an die Empfangseinheit EE zurück (Fig. 1). Die Steueraufträge werden dabei zeitzyklisch über den Lichtwellenleiter LWL 1 an die Steuereinheit STE übertragen. Analog hierzu erfolgt die Sendung der Rückmeldedaten von der Rückmeldeeinheit RE über den Lichtwellenleiter LWL 2 an die Empfangseinheit EE. Beim Ausbleiben der Steueraufträge bzw. den Steueraufträgen entsprechenden Rückmeldedaten über eine festgelegte Zykelseinheit hinaus ist durch die erfindungsgemäße Lösung mit hoher Sicherheit ein definiertes Abschalten und eine Fehlermeldung gewährleistet. Dies wird dadurch erreicht, daß ein Ausbleiben oder Verfälschen von Informationen an irgendeiner Stelle in dem Ring Sendeeinheit SE — Steuereinheit STE — Rückmeldeeinheit RE — Empfangseinheit EE — Sendeeinheit SE mehrfach erkannt wird und damit gesichert ist, daß eine vorgeschriebene Reaktion von mehreren unabhängigen Einheiten und auf mehreren unabhängigen Wegen erfolgt. Prozeßelemente PE_i, deren stromführender Zustand eine Gefährdung darstellen könnte, werden im Fehlerfall bleibend abgeschaltet und Moldeinrichtungen ME_k, deren stromführender Zustand ein Gefahrenmoment signalisiert, werden angeschaltet (s. Fig. 1).

Am Beispiel des Einsatzes von Einchipmikrorechnern, die die Funktion der Sende- SE, Steuer- STE, Rückmelde- RE und Empfangseinheit EE übernehmen, soll die Schaltungsanordnung bzw. der erfindungsgemäß vorgegebene Arbeitsablauf in 10 Schritten im Detail erläutert werden.

Schritt 1

Vom übergeordneten redundanten Rechnersystem werden zeitzyklisch Informationen an den Modul SEM übergeben. Zu diesem Zweck ist vorher auf die seriellen Ein-/Ausgabebusse EAB 1, EAB 2 die in den Buskoppereinheiten BK 1, BK 2 eingestellte Adresse des Moduls SEM zu legen. Nach Dekodierung der Adresse in der jeweiligen Buskoppereinheit wird jeweils über eine Steuerleitung S 0 ein aktives Signal an das Tor T 0 einer Empfängerschaltung EM 1 und EM 2 geführt, wodurch die Tore T 1 in der Empfängerschaltung EM 1 und die Tore T 1 und T 2 in der Empfängerschaltung EM 2 geschlossen werden und das Einlesen der Informationen von redundanten Rechnersystem in die Einchipmikrorechner EMR 11 und EMR 21 auf der jeweiligen seriellen IN-Leitung freigegeben ist. Die Informationen gelangen dann vom Ein-/Ausgabebus EAB 1, EAB 2 über die Buskoppereinheiten BK 1, BK 2, die IN 0-Leitung, Tor T 0 zum Einchipmikrorechner EMR 11, EMR 21 (siehe Fig. 2).

Schritt 2

Das Übertragungstelegramm vom übergeordneten Rechnersystem bzw. die Signatur davon wird über die Koppereinheit KE 1 zum Zwecke des Eingangsdatenvergleiches zwischen den Einchipmikrorechnern EMR 11, EMR 21 ausgetauscht. Dieser Datenvergleich findet in beiden Einchipmikrorechnern nach dem (2 von 2)-Prinzip statt. In Vorbereitung dessen sind bestimmte Signale auf den jeweils zugeordneten Steuerleitungen S_i (gestrichelt dargestellt) zu aktivieren.

Sendet z. B. der Einchipmikrorechner EMR 11 an EMR 21 muß der Rechner EMR 11 Signale auf den Leitungen S 1, S 3 und S 5 generieren, die das Sperren der Tore T 1 und T 3 sowie der Buskoppereinheit BK 1 bewirken und ein Signal auf die Steuerleitung S 4 legen, welches die Koppereinheit KE 1 für die Datenübertragung zum Rechner EMR 21 öffnet. Vom Rechner EMR 21 wird für die Vorbereitung des Datenaustausches über die Steuerleitung S 2 und S 3 das Tor T 2 und die Buskoppereinheit BK 2 gesperrt

und über die Leitung S 1 das Tor T 1 geöffnet. Eingeleitet wird der Sendevorgang über die Interruptleitung INT 1 bzw. INT 2. Der Vorgang des Eingangsdatenvergleiches wird vom jeweils anderen Einchipmikrorechner zeitlich überwacht. Nach einer bestimmten Zeit wird das Vergleichsergebnis dem jeweils anderen Partner mitgeteilt.

Schritt 3

Weist eines der Vergleichsergebnisse irgendeine Abweichung aus bzw. tritt eine Zeitüberschreitung auf, sind von jedem Rechner EMR 11, EMR 21 Meldungen zu generieren für

- das übergeordnete Rechnersystem,
- eine Fehleranzeige FA 1, FA 2 vor Ort und
- für eine Fehlermeldelogik FML, die mit einem unabhängigen Lampensystem (nicht dargestellt) verbunden ist. Für die Fehleranzeige FA 1 und FA 2 bzw. für die Fehlermeldelogik FML sind von den Rechnern EMR 11, EMR 21 die Ansteuererschaltungen AS 1, AS 2 über die Steuerleitungen S 6 und S 5 zu aktivieren und mit entsprechenden Daten zu versorgen. Darüber hinaus können bei bedenklichen Fehlern vom Rechner EMR 11 bewußt die zeitzyklischen Steuerinformationen an die Steuereinheit STE unterdrückt werden, um dadurch bei den Sicherheitsstromkreisen SSK 1 ... SSKn eine definierte Umschaltung herbeizuführen.

Schritt 4

Sind beim Eingangsdatenvergleich keine Fehler festgestellt worden, werden die Steuerinformationen, die aus einem Datenblock und einem dazugehörigen antivalenten Datenblock bestehen, ausschließlich durch den Rechner EMR 11 über die OUT-Leitung, das Tor T 3, Sendeschaltung S 1 und dem Lichtwellenleiter LWL 1 an die Steuereinheit STE zu einem vorgegebenen Zeitzyklus ausgegeben. Hierzu muß zuvor vom Rechner EMR 11 über die Steuerleitung S 3 und S 1 die Buskoppereinheit BK 1 und Tor T 1 gesperrt und über die Steuerleitung S 5 Tor T 3 geöffnet werden (Fig. 2).

Schritt 5

Die Steuerinformationen werden von der Empfängerschaltung E 2 über die IN 0-Leitung, Tor T 0 der Empfängerschaltung EM und IN-Leitung zum Einchipmikrorechner EMR 12 weitergeleitet (s. Fig. 3). Bevor bei den Sicherheitsstromkreisen SSK 1 ... SSKn Schaltvorgänge eingeleitet werden, erfolgt eine Übergabe der Steuerinformationen (der antivalente Datenblock) vom Rechner EMR 12 an EMR 22 (über die serielle OUT-Leitung des Rechners EMR 12, der Koppereinheit KE 2 und der seriellen IN-Leitung vom Rechner EMR 22). Dazu müssen auf den Steuerleitungen S 2 bzw. S 3 von den Rechnern EMR 12 bzw. EMR 22 Steuer signale

aktiviert werden. Der Informationsaustausch wird dann durch Interrupt auf den Leitungen INT 1 bzw. INT 2 eingeleitet. Die Übergabe der antivalenten Steuerinformationen wird vorgenommen, um zu gewährleisten, daß die o. g. Sicherheitsstromkreise auf zwei völlig voneinander getrennten Kanälen beeinflusst werden. Jeder dieser Sicherheitsstromkreise SSK 1 ... SSKn besteht aus der Reihenschaltung von zwei Schalteinheiten SEi.1, SEi.2, zwei gleichartigen Überwachungseinheiten UEi.1, UEi.2 und einem Prozeßelement PEi (siehe Fig. 1 bzw. 3).

Schritt 6

Entsprechend dem jeweiligen Steuerkommando übergeben die beiden Rechner EMR 12, EMR 22 Ausgangstreiber AT 1, AT 2 eine Bitfolge, die von diesen übernommen und zwischengespeichert werden, wenn die Steuerleitungen S5 und S7 ein aktives Signal führen. An die n Ausgänge der o. g. Ausgangstreiber sind im vorliegenden Beispiel Schalttransistoren Ti.1, Ti.2 angeschlossen, die das i-te Prozeßelement PEi (bzw. hier eine Signallampe Li) im Sicherheitsstromkreis SSKi ein- bzw. ausschalten. Die Rückmeldedaten bzw. Zustandsdaten von den Sicherheitsstromkreisen SSK 1 ... SSKn werden gemäß Fig. 3 über Optokoppler OKi.1, OKi.2, die mit Schwellwertschaltern Si.1, Si.2 verbunden sind, gewonnen und in Eingangstreibern ET 1, ET 2 nach Generierung eines Signals auf den Steuerleitungen S6 und S8 gespeichert und dann von den Rechnern EMR 12, EMR 22 separat eingelesen.

Schritt 7

In jedem Rechner des Moduls SRM werden die Rückmeldedaten auf Plausibilität geprüft und das Ergebnis der Prüfung über die Koppereinheit KE 2 innerhalb einer vorgegebenen Zeit ausgetauscht. Sobald bei diesen Vorgängen irgendeine Unkorrektheit festgestellt wird (z. B. eine Rückmeldung nicht plausibel, Zeitüberschreitung bei der Übergabe der Prüfergebnisse, abweichende Ergebnisse in den einzelnen Rechnern) muß zur sicheren Seite reagiert werden, d. h. unter Umständen Abschaltungen eines, mehrerer oder sämtlicher Sicherheitsstromkreise vorgenommen werden.

Schritt 8

Die Rückmeldedaten müssen evtl. zusätzlichen Fehlerinformationen versehen innerhalb einer festgelegten Zeitspanne vom Einchipmikrorechner EMR 22 (und nur von diesem) zum Rechner EMR 21 des Moduls SEM übertragen werden. Dies geschieht auf dem Wege OUT-Leitung, Tor T2, Sendeschaltung S2 und dem Lichtwellenleiter LWL 2 (s. Fig. 3).

Schritt 9

Die Empfängerschaltung E 1 nimmt die Rückmeldedaten entgegen und leitet sie über die Eingangsleitung IN 2, Tor T2 der Empfangerschaltung EM 2 und Eingangsleitung IN zum Einchipmikrorechner EMR 21, der die Funktion der Empfangseinheit EE ausübt. Die Rückmeldedaten werden über die Koppereinheit KE 1 auch dem Rechner EMR 11 übermittelt (s. Fig. 2). Auf Grund des Austausches des Übertragungstelegramms gemäß Schritt 2 konnten beide Rechner EMR 11 und EMR 21 ermitteln, welche Rückmeldedaten im fehlerfreien Fall eintreffen müssen.

Schritt 10

Die Einchipmikrorechner EMR 11, EMR 21 überprüfen unabhängig voneinander jeweils die Rückmeldedaten auf Plausibilität und die Einhaltung des Zeitklusses. Im Fehlerfall wird, wie im Schritt 3 dargestellt, verfahren.

Die Vorgängen in den Schritten 1 bis 10 werden ständig wiederholt, wobei alte Steueraufträge wieder aufgefrischt bzw. neue ausgeführt werden. In Abhängigkeit vom zeitlichen Schaltvermögen der Schalteinheiten SE 1.1 ... SE n.1, SE 1.2 ... SE n.2 sind auch Prüfvorgänge möglich, in dem der jeweilige Sicherheitsstromkreis SSKi für eine kurze Zeit, die betriebstechnologisch vernachlässigbar ist, zweikanalig angesteuert wird und damit einen anderen Betriebszustand einnimmt. Um eine Ausfallunabhängigkeit der einzelnen Teilsysteme zu gewährleisten, sind sowohl in den Buskoppereinheiten BK 1, BK 2 als auch in den Koppereinheiten KE 1, KE 2 galvanische Trennungen realisiert.

Die erfindungsgemäße Lösung ist nicht an das Vorhandensein eines übergeordneten redundanten Rechnersystems gebunden, sondern kann auch autark betrieben werden.

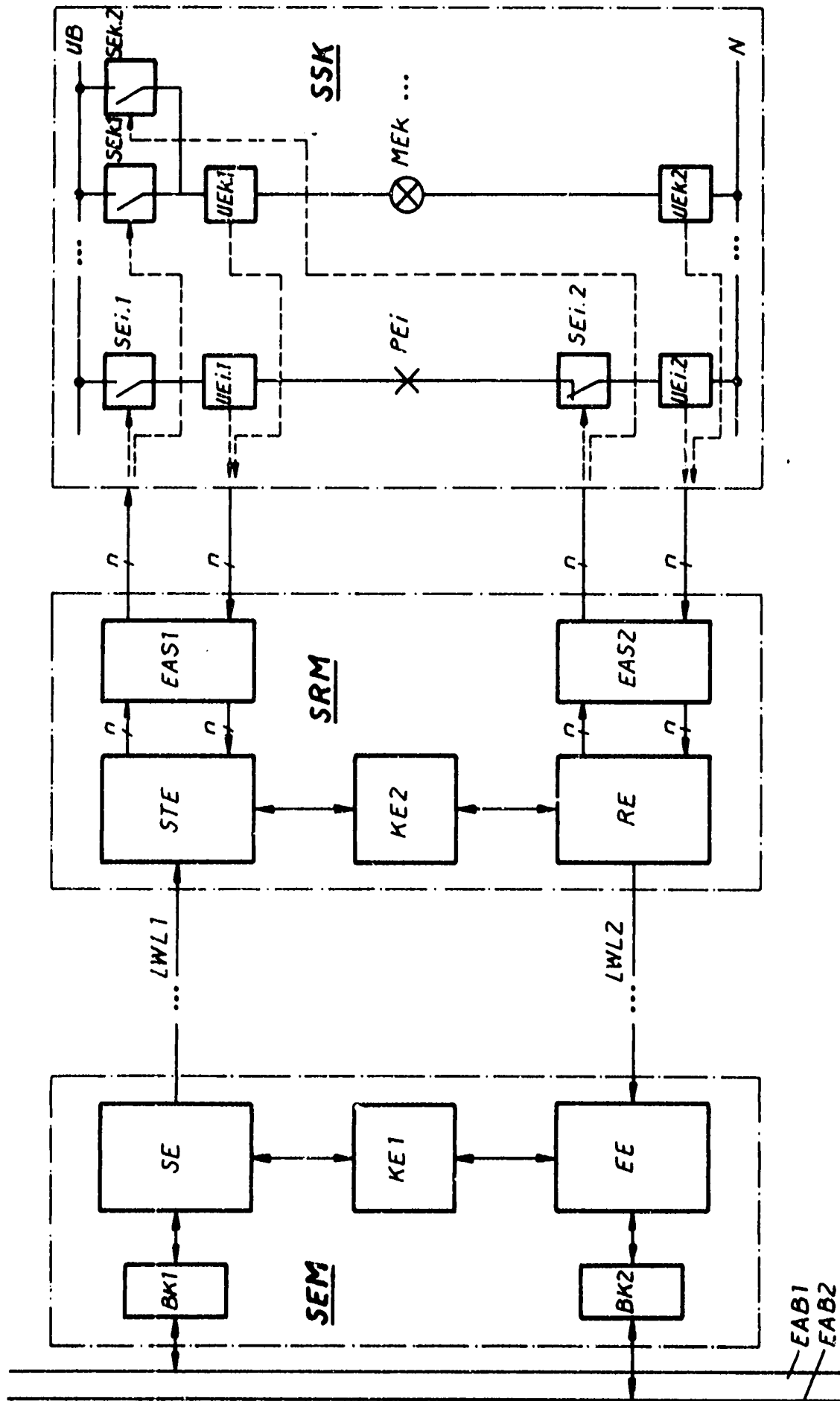


Fig. 1

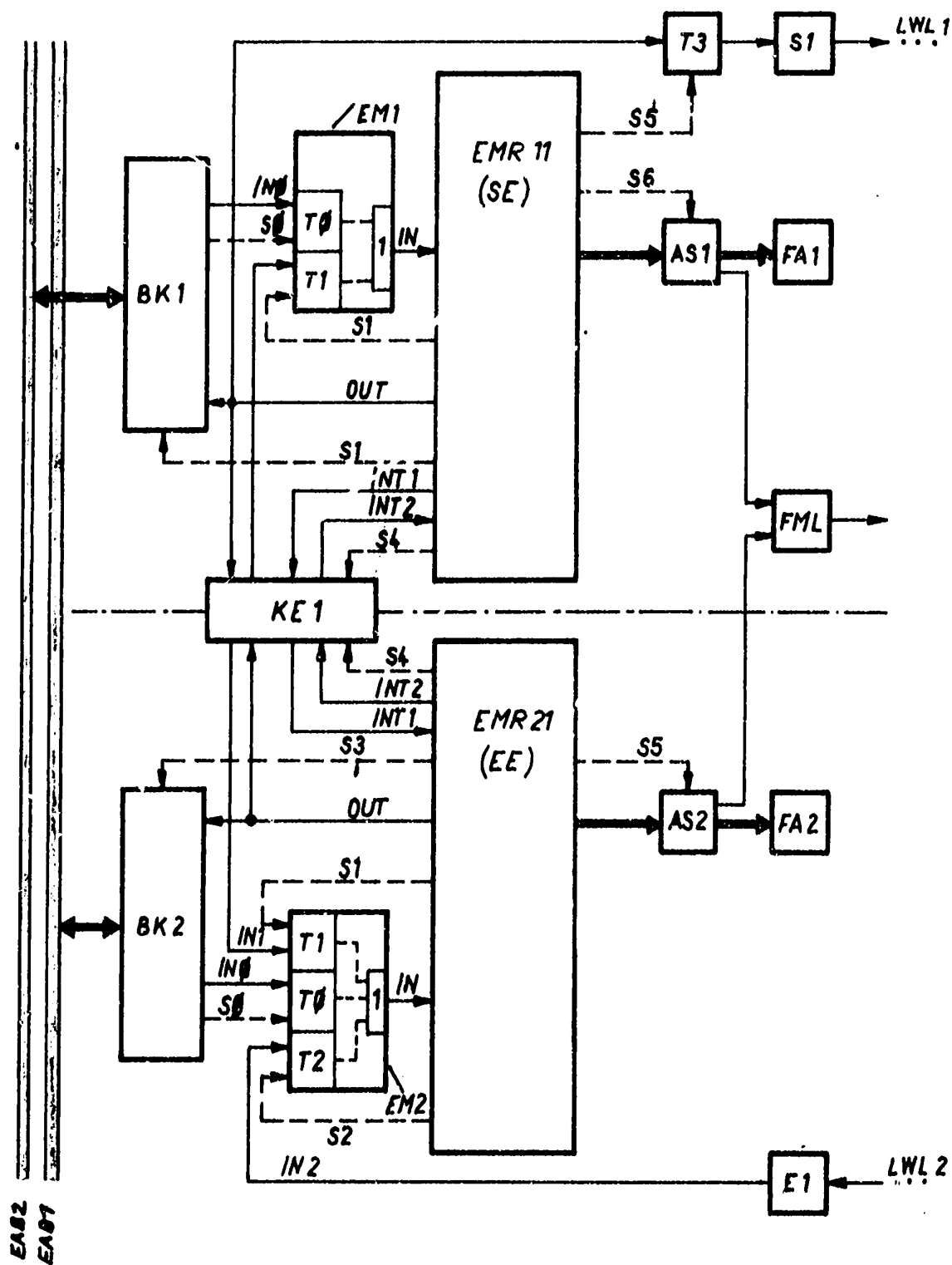


Fig. 2

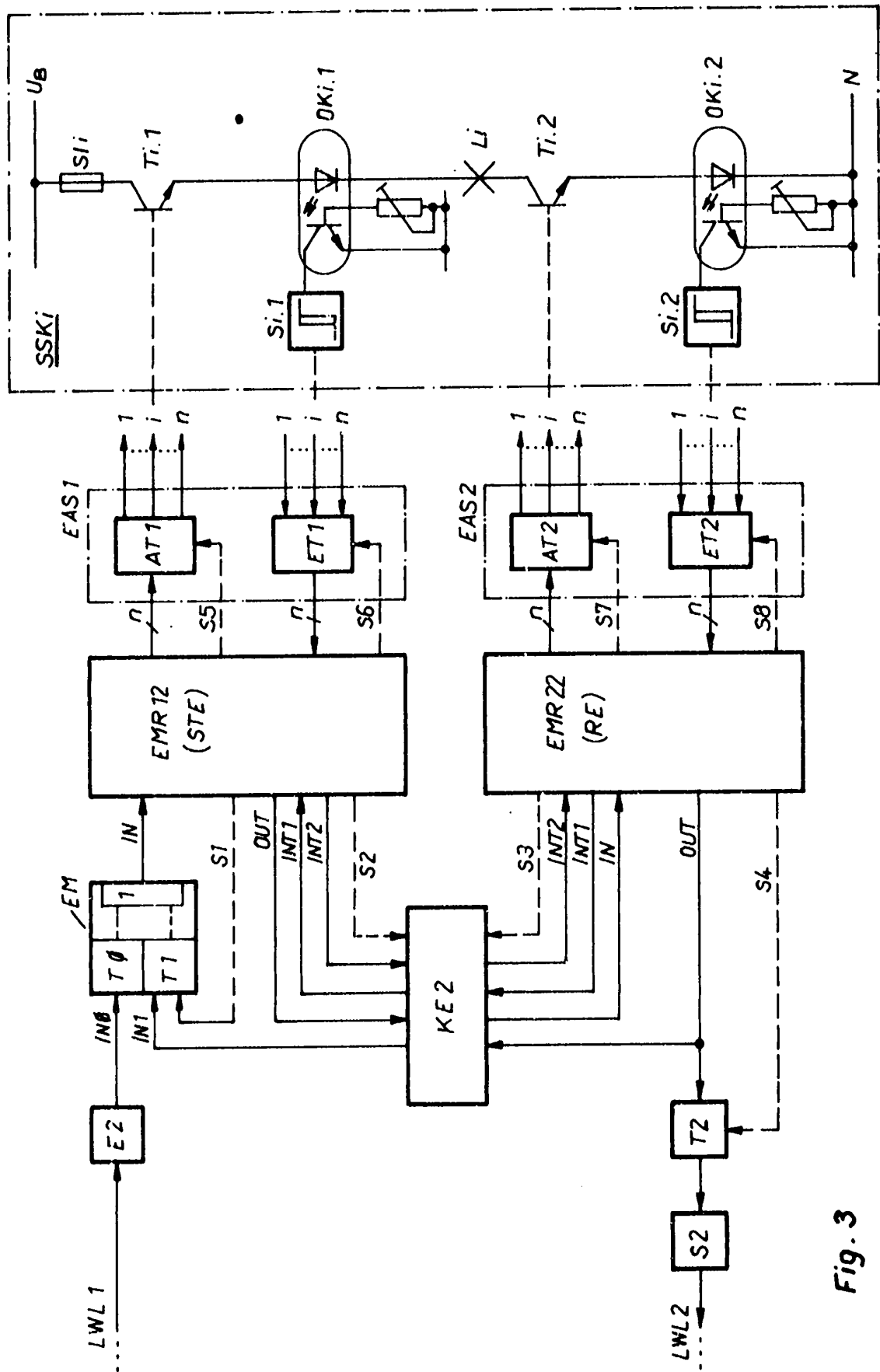


Fig. 3