

(19)



(11)

EP 4 249 345 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.09.2023 Patentblatt 2023/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 5/06 (2006.01) **B61L 5/10** (2006.01)
B61L 7/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22163470.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 5/062; B61L 5/102; B61L 5/107; B61L 7/081

(22) Anmeldetag: **22.03.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **ZURFLUH, Erwin Alex**
8706 Meilen (CH)
• **GSCHWEND, Patricius Johann**
8808 Pfäffikon (SZ) (CH)

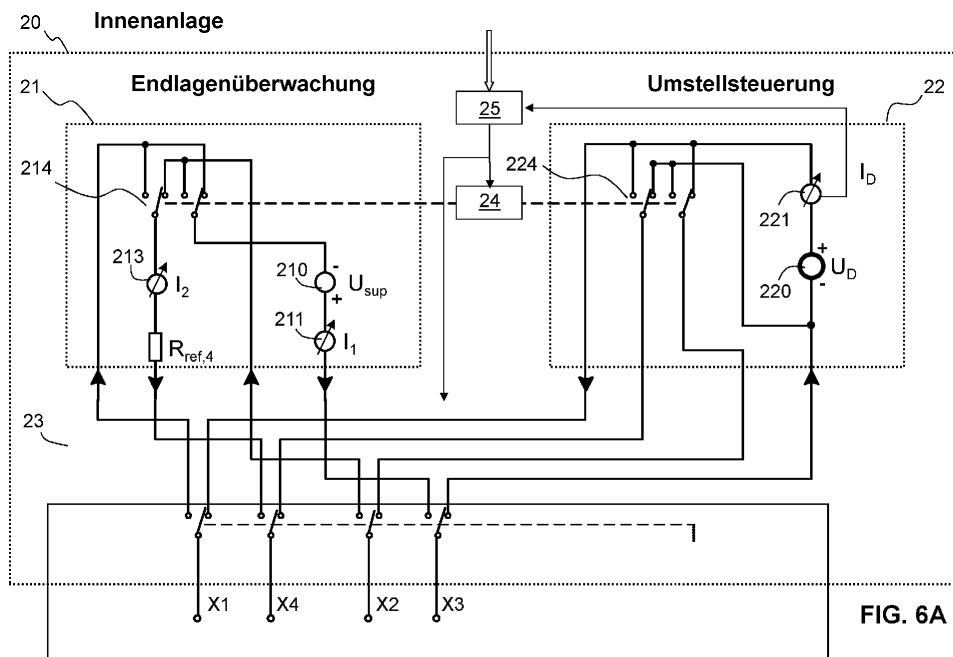
(71) Anmelder: **GTS Schweiz AG**
8055 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **Detken, Andreas**
Isler & Pedrazzini AG
Giesshübelstrasse 45
Postfach 1772
8027 Zürich (CH)

(54) **BETRIEB EINES FELDELEMENTS IN EINER EISENBAHNTECHNISCHEN ANLAGE ÜBER EINE VIERDRAHT-SCHNITTSTELLE**

(57) Eine Vorrichtung (20) zum Betrieb eines Feldelements in einer eisenbahntechnischen Anlage umfasst eine Überwachungseinrichtung (21) mit einer Überwachungs-Gleichspannungsquelle (210) zur Erzeugung einer Überwachungsspannung (U_{sup}) und zwei Stromdetektoren (211, 213) zur Messung der Ströme (I_1 , I_2) durch den dritten und vierten Anschluss (X3) der Vierdraht-Schnittstelle. Eine Auswerteeinrichtung (215) ermittelt basierend auf den vom ersten und zweiten Stromdetektor (211, 213) gemessenen Strömen (I_1 , I_2) ein

Überwachungssignal (E) und gibt dieses aus. Eine Umstellsteuerung (22) steuert das Feldelement an, um es von einer ersten Endlage in eine zweite Endlage umzustellen, und umfasst dazu eine Umstell-Gleichspannungsquelle (220) und einen Umstell-Ziellagenwahlschalter (224). Ausserdem offenbart ein Feldelement mit einem nichtlinearen Element zur Erzeugung einer Hilfsspannung sowie eine eisenbahntechnische Anlage, die eine Vorrichtung der genannten Art und ein Feldelement umfasst.

**FIG. 6A****EP 4 249 345 A1**

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Betrieb eines Feldelements in einer eisenbahntechnischen Anlage, wobei die Vorrichtung eine Vierdraht-Schnittstelle zum Feldelement aufweist. Die Erfindung betrifft ausserdem ein Feldelement, das zum Betrieb mit einer solchen Vorrichtung geeignet ist, und eine eisenbahntechnische Anlage, die eine solche Vorrichtung und ein Feldelement aufweist.

STAND DER TECHNIK

[0002] Eisenbahntechnische Anlagen können eine Vielzahl von motorisch angetriebenen Feldelementen wie Weichen, Barrieren oder Umspuranlagen aufweisen. Die Feldelemente befinden sich in einer Aussenanlage, während sich die Komponenten für die Ansteuerung und Überwachung der Feldelemente in einer Innenanlage befinden.

[0003] Beispielsweise werden in einer Weiche zur Bereitstellung eines Fahrweges bewegliche Teile der Weiche mechanisch zwischen einer linken und einer rechten Endlage verstellt. Um die Weiche zwischen der linken und rechten Endlage umzustellen, kommt ein Weichenantrieb mit einem Antriebsmotor zum Einsatz. Der Antriebsmotor wird traditionell mit einer Dreiphasenwechselspannung betrieben. In der Fig. 1A ist schematisch eine Weiche 11 mit Weichenantrieb 12 und Schubstange 13 in ihrer linken Endlage L illustriert, in der Fig. 1B in ihrer rechten Endlage R. Dabei beziehen sich die Bezeichnungen "links" und "rechts" auf die Lage bezüglich derjenigen Fahrtrichtung F, in der die Weiche eine Verzweigung bildet. Der Weichenantrieb 12 wird elektrisch von einer räumlich von der Weiche getrennten Steuer- und Überwachungsvorrichtung in der Innenanlage angesteuert und mit dieser überwacht. Die Steuer- und Überwachungsvorrichtung kommuniziert wiederum mit einem Stellwerksrechner.

[0004] Seit mehreren Jahrzehnten existiert mit der sogenannten "Vierdraht-Schnittstelle" eine standardisierte elektrische Schnittstelle zwischen der Steuer- und Überwachungsvorrichtung in der Innenanlage und dem Weichenantrieb in der Aussenanlage. Beispiele für Weichenantriebe, die mit der Vierdraht-Schnittstelle arbeiten, sind die Systeme Siemens S 700 K, Thales FieldTrac 6341 L700H und Thales FieldTrac 6343 L826H.

[0005] In der Fig. 2 ist das traditionelle Zusammenwirken eines Weichenantriebs 12 mit einer Steuereinheit 20 über eine Vierdraht-Schnittstelle illustriert. Der Weichenantrieb 12 weist einen Antriebsmotor mit drei Wicklungen L1, L2, L3 auf, deren gegenseitige Verschaltung durch die Stellung von zwei Endlagenschaltern m1 und m2 bestimmt ist. Der Weichenantrieb 12 und die Steuereinheit 20 weisen jeweils eine Vierdraht-Schnittstelle X1-X4 auf. Diese Vierdraht-Schnittstellen sind über ein vieradriges

Kabel 30 miteinander verbunden.

[0006] Die Vierdraht-Schnittstelle kann in zwei Betriebsmodi betrieben werden, nämlich im Überwacherbetrieb oder im Umstellbetrieb. Um zwischen den beiden Betriebsmodi umzuschalten, weist die Steuereinheit 20 einen Betriebsmodus-Umschalter 23 in Form eines vierpoligen Trennrelais auf. Der Betriebsmodus-Umschalter 23 verbindet den Weichenantrieb 12 wahlweise mit einer Endlagen-Überwachungseinrichtung 21 oder einer Umstellsteuerung 22. Im Überwacherbetrieb legt die Endlagen-Überwachungseinrichtung 21 an zwei der vier Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle eine Gleichspannung an und ermittelt einerseits den resultierenden Strom durch diese Anschlüsse und andererseits die an den anderen beiden Anschlüssen resultierende Spannung. Anhand der Spannungs- und Strommessungen kann festgestellt werden, ob die Weiche die zu überwachende Endlage einnimmt. Im Umstellbetrieb legt die Umstellsteuerung 22 über die Vierdraht-Schnittstelle X1-X4 eine dreiphasige Wechselspannung (typischerweise 3 x 400 VAC) an die Wicklungen L1-L3 des Antriebsmotors an.

[0007] Zur weiteren Erläuterung der beiden Betriebsmodi sind in den Figuren 3A-3D die Stellungen der Endlagenschalter m1, m2 für verschiedene Zustände der Weiche illustriert. In der Fig. 3A befinden sich die Endlagenschalter m1, m2 in derjenigen Stellung, die sie in der linken Endlage L der Weiche annehmen, in der Fig. 3B in derjenigen Stellung, die sie in der rechten Endlage R der Weiche annehmen. In der Fig. 3C befinden sich die Endlagenschalter m1, m2 in derjenigen Stellung, die sie im "aufgeschnittenen" Zustand der Weiche einnehmen, d.h. in einem Zustand, in dem sich die Weiche zwischen ihrer linken und rechten Endlage befindet. Diesen Zustand nimmt die Weiche einerseits während des Umstellens ein, und andererseits in den folgenden Situationen: wenn die Weiche beim Umstellen blockiert wird, so dass sie nicht ihre Endlage erreichen kann, oder wenn die Weiche aufgefahren wurde. Die Stellung der Fig. 3D wird im Betrieb nie eingenommen.

[0008] Im Umstellbetrieb wird der Antriebsmotor ausgehend von der linken Endlage der Fig. 3A oder der rechten Endlage der 3B anfänglich zweiphasig betrieben, bis die Endlagenschalter die Stellung der Fig. 3C annehmen. Nun erfolgt die weitere Umstellung im normalen Dreiphasenbetrieb. Dabei bestimmt die Phasenlage an den Wicklungen L1-L3 die Drehrichtung des Antriebsmotors. Wenn die gewünschte Endlage erreicht wird, erkennt dies die Umstellsteuerung 22 und schaltet das Trennrelais 23 in die Stellung für den Überwacherbetrieb.

[0009] Der Überwacherbetrieb wird anhand der Figuren 4A und 4B näher erläutert. In der Fig. 4A überwacht die Endlagen-Überwachungseinrichtung 21, ob die Weiche die linke Endlage einnimmt. Dazu ist in der Endlagen-Überwachungseinrichtung 21 eine Überwachungs-Gleichspannungsquelle 210 vorgesehen, die eine Überwachungsspannung U_{sup} von typischerweise 48 ... 60 VDC an die Anschlüsse X2 und X3 anlegt. Ein niederoh-

miger Stromdetektor 211, typischerweise ein niederohmiges Relais, das oberhalb einer bestimmten Stromschwelle schaltet, ist in Serie mit der Gleichspannungsquelle 210 angeordnet und ermittelt ein Mass für den von der Gleichspannungsquelle 210 bewirkten Strom I_1 durch den Anschluss X3. Ein hochohmiger Spannungsdetektor 212, typischerweise ein hochohmiges Relais, das oberhalb einer bestimmten Spannungsschwelle schaltet, ist an den Anschlüssen X1 und X4 angeschlossen. Der Stromdetektor 212 ermittelt ein Mass für die Spannung U_1 , die sich aufgrund der Überwachungsspannung U_{sup} an den Anschlüssen X1 und X4 ausbildet. Die Wicklungen L1-L3 sind bezüglich Gleichströmen niederohmig (typischerweise 10-15 Q). Wenn die Weiche die linke Endlage einnimmt (d.h. wenn die Endlagenschalter m1 und m2 die in Fig. 3A dargestellte Stellung einnehmen), fließt Strom seriell durch die niederohmigen Wicklungen L1-L3, den niederohmigen Stromdetektor 211 und den hochohmigen Spannungsdetektor 212. Der resultierende Strom I_1 ist durch den hohen Innenwiderstand des Spannungsdetektors 212 begrenzt und ist entsprechend klein. Die resultierende Spannung U_1 ist dementsprechend verhältnismässig gross. Wenn dagegen die Weiche den aufgeschnittenen Zustand einnimmt (d.h. wenn die Endlagenschalter m1 und m2 die in Fig. 3C dargestellte Stellung einnehmen), fließt der Strom nur durch die niederohmigen Wicklungen L2 und L3 und den niederohmigen Stromdetektor 211, nicht aber durch die Wicklung L1 und den Spannungsdetektor 212. Der resultierende Strom I_1 ist entsprechend hoch. Gleichzeitig wird die Spannung U_1 am Spannungsdetektor 212 Null. Dadurch kann eindeutig zwischen der linken Endlage und dem aufgeschnittenen Zustand unterschieden werden. Analoge Überlegungen gelten auch für die Überwachung der rechten Endlage, die in der Fig. 4B illustriert ist.

[0010] In diesem traditionellen Stand der Technik erfolgt die Überwachung der Endlagen via die Vierdraht-Schnittstelle also immer über eine Spannungsmessung (hochohmig) und eine Strommessung (niederohmig). Alle Elemente in der Aussenanlage (Wicklungen L1-L3 und Endlagenschalter m1 und m2) sind bezüglich Gleichströmen niederohmig, und der hochohmige Spannungsdetektor ist in der Innenanlage angeordnet.

[0011] Ähnliche Steuerungen werden auch für andere Arten von motorbetriebenen Feldelementen wie Barrieren oder Umspuranlagen eingesetzt.

[0012] Traditionell ist die Steuereinheit 20 gemeinsam mit dem Stellwerksrechner in einem zentralen Stellwerksgebäude angeordnet, d.h. die Innenanlage ist an einem einzigen Ort zentralisiert. Zwischen dem Stellwerksgebäude und den Feldelementen verlaufen in einer baumartigen Anordnung Kabel, die eine Länge von bis zu mehreren Kilometern aufweisen können. Diese Art der Anordnung wird im Folgenden als "traditionelle Stellwerksarchitektur" bezeichnet.

[0013] In jüngerer Zeit geht die Entwicklung allerdings in Richtung einer dezentralen Stellwerkarchitektur ("di-

gitale dezentrale Stellwerke"). Bei einer dezentralen Stellwerkarchitektur befinden sich die Steuer- und Überwachungsvorrichtungen dezentral in Schaltschränken nahe bei den zugeordneten Feldelementen. Die Steuer- und Überwachungsvorrichtungen sind über Datenleitungen (Kupfer oder Glasfaser) mit einem zentralen Stellwerkrechner verbunden. Dies erlaubt es insbesondere, aufwändigere Diagnostikfunktionen direkt an den Feldelementen zu erfassen und über die Datenleitung an den Stellwerkrechner zu übermitteln. Die entsprechende Spezifikation wird bei der Deutschen Bahn als "NeuPro" bezeichnet. Entsprechende Produkte werden z.B. unter der Produktbezeichnung "Distributed Controller Architecture (DCA)" von Thales oder unter den Produktbezeichnungen "SiNet" und "SiGrid" von der Siemens AG bereitgestellt. Eine dezentrale Stellwerkarchitektur bedingt auch ein geändertes Konzept bei der Energieversorgung. So wurde von Thales vorgeschlagen, die verteilten Schaltschränke über einen sogenannten "Power-Bus" mit einer Gleichspannung von 400 VDC oder 750 VDC zu versorgen.

[0014] EP3643579A1 offenbart eine Vorrichtung zur Überwachung des Betriebszustands einer Weiche, bei der ein Auslesesignal in Form eines AC-Signals erzeugt wird. Der Wert der Frequenz dieses Auslesesignals hängt vom ermittelten Betriebszustand der Weiche ab. Eine Koppeleinrichtung koppelt das Auslesesignal in eine elektrische Leitung zwischen einem Weichenantrieb der Weiche und einem Stellwerk ein. Eine entfernt von der Weiche angeordnete Auswerteeinrichtung koppelt das Auslesesignal aus der Leitung aus, führt eine spektrale Analyse des ausgekoppelten Auslesesignals durch und erzeugt in Abhängigkeit von einem Ergebnis der spektralen Analyse ein Ausgangssignal, das den Betriebszustand der Weiche repräsentiert.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0015] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Betrieb eines Feldelements über eine Vierdraht-Schnittstelle so weiterzubilden, dass sie sich besonders gut für eine dezentrale Stellwerkarchitektur mit Gleichspannungsversorgung eignet.

[0016] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 5 gelöst. Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0017] Die vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung ("Feldelement-Steuereinheit") zum Betrieb eines Feldelements in einer eisenbahntechnischen Anlage zur Verfügung, mit einer Vierdraht-Schnittstelle mit einem ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss. Gemäss einem ersten Aspekt der Erfindung weist die Vorrichtung eine Überwachungseinrichtung zur Überwachung eines Betriebszustands des Feldelements auf. Die Überwachungseinrichtung umfasst:

eine Überwachungs-Gleichspannungsquelle zur Erzeugung einer Überwachungsspannung zwischen

zwei Anschlüssen der Vierdraht-Schnittstelle;
 einen ersten Stromdetektor zur Messung eines Stroms durch einen derjenigen Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle, an denen die Überwachungsspannung erzeugt wird;
 einen zweiten Stromdetektor zur Messung eines Stroms zwischen denjenigen Anschlüssen der Vierdraht-Schnittstelle, zwischen denen nicht die Überwachungsspannung erzeugt wird; und
 eine Auswerteeinrichtung, die dazu ausgebildet ist, basierend auf den vom ersten und zweiten Stromdetektor gemessenen Strömen ein Überwachungssignal zu ermitteln und das Überwachungssignal auszugeben.

[0018] Mit dieser Überwachungseinrichtung erfolgt die Überwachung, anders als bei einer klassischen Überwachung mittels Vierdraht-Schnittstelle, durch zwei Strommessungen statt durch eine Spannungs- und eine Strommessung. Dadurch wird eine besonders zuverlässige Überwachung ermöglicht. Insbesondere können Isolationsfehler oder Aderschlüsse besonders zuverlässig erkannt und lokalisiert werden, da sich diese unmittelbar auf die gemessenen Stromwerte auswirken.

[0019] Die Auswerteeinrichtung ist vorzugsweise dazu ausgebildet, die vom ersten und zweiten Stromdetektor gemessenen Ströme miteinander zu vergleichen und das Überwachungssignal unter Berücksichtigung dieses Vergleichs zu ermitteln. Dadurch wird die Ermittlung des Betriebszustands besonders einfach und zuverlässig. Die Auswerteeinrichtung kann optional ausserdem dazu ausgebildet sein, den vom ersten Stromdetektor gemessenen Strom und den vom zweiten Stromdetektor gemessenen Strom jeweils mit einem Referenzwert zu vergleichen und das Überwachungssignal unter zusätzlicher Berücksichtigung dieses Vergleichs zu ermitteln. Dadurch kann die Zuverlässigkeit der Ermittlung des Betriebszustands weiter erhöht werden, und es können zusätzliche Fehlerzustände wie Aderschlüsse oder Isolationsfehler erkannt werden, die sich in Abweichungen von erwarteten Stromwerten äussern.

[0020] Stromdetektoren sind aus prinzipiellen Gründen verhältnismässig niederohmig. Der erste und zweite Stromdetektor weisen vorzugsweise jeweils einen Innenwiderstand bezüglich Gleichströmen von weniger als 20 Ω auf, besonders bevorzugt weniger als 10 Ω und insbesondere weniger als 5 Ω . Vorzugsweise stimmen die Innenwiderstände des ersten und zweiten Stromdetektors überein, um einen direkten Vergleich zu erleichtern.

[0021] Die Vorrichtung kann insbesondere zur alternativen Überwachung von zwei Ziellagen des Feldelements ausgebildet sein, z.B. der Endlagen einer Weiche oder Barriere. Insbesondere kann die Vorrichtung zum Einsatz mit einem Feldelement mit einem ersten und einem zweiten Endlagenschalter eingesetzt werden, wobei diese Endlagenschalter wie in den vorstehend erläuterten Figuren 3A-3D miteinander verschaltet und mit der Vierdraht-Schnittstelle des Feldelements verbunden sind.

Konkret kann die Vorrichtung einen Überwachungs-Ziellagenwahlschalter aufweisen, der dazu ausgebildet ist, zwischen einem ersten Überwachungszustand zur Überwachung einer ersten Ziellage und einem zweiten Überwachungszustand zur Überwachung einer zweiten Ziellage umzuschalten. Im ersten Überwachungszustand liegt die Überwachungsspannung zwischen dem zweiten und dritten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle an, und der zweite Stromdetektor misst den Strom zwischen dem ersten und vierten Anschluss, und im zweiten Überwachungszustand liegt die Überwachungsspannung zwischen dem ersten und dritten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle an, und der zweite Stromdetektor misst den Strom zwischen dem ersten und vierten Anschluss. Der erste Stromdetektor misst unabhängig vom Überwachungszustand immer den Strom durch den dritten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle.

[0022] Gemäss einem zweiten Aspekt der Erfindung weist die Vorrichtung eine Umstellsteuerung zum Umstellen des Feldelements zwischen einer ersten und einer zweiten Ziellage auf. Diese umfasst:

eine Umstell-Gleichspannungsquelle zur Erzeugung einer Umstellspannung; und
 einen Umstell-Ziellagenwahlschalter, der dazu ausgebildet ist, die Umstellspannung alternativ mit einer ersten Polarität für die erste Ziellage oder mit einer dazu entgegengesetzten zweiten Polarität für die zweite Ziellage an zwei Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle, insbesondere an den zweiten und vierten Anschluss, anzulegen.

[0023] Die Umstellsteuerung ist ausserdem dazu ausgebildet, die Umstellspannung an die anderen beiden Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle, insbesondere an den ersten und dritten Anschluss anzulegen, vorzugsweise mit einer festen Polarität.

[0024] Auf diese Weise ist die Vorrichtung in besonderer Weise dazu ausgebildet, ein Feldelement über die Vierdraht-Schnittstelle mit Energie zum Umstellen durch eine Gleichspannungsquelle zu versorgen. Die gewünschte Ziellage wird über die Polarität der Umstellspannung an zwei der vier Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle kodiert. Die Energieübertragung erfolgt über alle vier Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle, um Leitungsverluste zu minimieren.

[0025] Der erste und zweite Aspekt der Erfindung können in vorteilhafter Weise kombiniert werden. Die Vorrichtung kann dazu einen Master-Betriebsmodus-Umschalter aufweisen, der dazu ausgebildet ist, die Vorrichtung zwischen einem Überwacher-Betriebsmodus und einem Umstell-Betriebsmodus umzuschalten, wobei im Überwacher-Betriebsmodus der Master-Betriebsmodus-Umschalter die Überwachungseinrichtung mit der Vierdraht-Schnittstelle verbindet und im Umstell-Betriebsmodus der Master-Betriebsmodus-Umschalter die Umstellsteuerung mit der Vierdraht-Schnittstelle verbindet. Dabei sind die Umstellspannung und die Überwa-

chungsspannung vorzugsweise so gepolt, dass sie Ströme mit entgegengesetzten Stromrichtungen durch einen der Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle, vorzugsweise den dritten Anschluss, bewirken, wenn mit der Vorrichtung ein Feldelement betrieben wird. Konkret ist vorzugsweise im Überwacher-Betriebsmodus ein Pol der Überwachungs-Gleichspannungsquelle mit dem betreffenden Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden, und im Umstell-Betriebsmodus ist ein Pol der Umstell-Gleichspannungsquelle mit diesem Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden, wobei diese Pole entgegengesetzte Vorzeichen aufweisen.

[0026] Die Vorrichtung kann eine Mastersteuerung aufweisen, die dazu ausgebildet ist, von einer Stellwerkfunktion einen Umstellbefehl zur Umstellung des Feldelements in eine neue Ziellage zu empfangen und in Abhängigkeit von dem Umstellbefehl den Master-Betriebsmodus-Umschalter vom Überwacher-Betriebsmodus in den Umstell-Betriebsmodus zu bringen sowie den Überwachungs-Ziellagenwahlschalter und den Umstell-Ziellagenwahlschalter entsprechend der neuen Ziellage zu betätigen.

[0027] Um ein automatisches Zurückschalten in den Überwacher-Betriebsmodus zu ermöglichen, sobald ein Umstellvorgang beendet ist, kann die Umstellsteuerung einen Umstellstromdetektor zur Messung eines Umstellstroms, der im Feldelement durch die Umstellspannung bewirkt wird, aufweisen, und die Mastersteuerung kann dazu ausgebildet sein, den vom Umstellstromdetektor gemessenen Umstellstrom zu erfassen und in Abhängigkeit von dem Umstellstrom den Master-Betriebsmodus-Umschalter vom Umstell-Betriebsmodus in den Überwacher-Betriebsmodus zurückzuschalten. Dies beruht auf der Erkenntnis, dass der Umstellstrom nach Beendigung des Umstellvorgangs stark absinkt. Dieses Absinken kann von der Mastersteuerung erkannt werden und zum Umschalten des Betriebsmodus herangezogen werden.

[0028] Die vorliegende Erfindung stellt ausserdem ein Feldelement zur Verfügung, das zum Betrieb mit einer Vorrichtung der vorstehenden Art ausgebildet ist. Das Feldelement weist auf:

eine Vierdraht-Schnittstelle mit einem ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss;
einen ersten Endlagenschalter; und
einen zweiten Endlagenschalter,
wobei der erste Endlagenschalter eine erste Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement in einer ersten Endlage befindet und eine zweite Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement ausserhalb der ersten Endlage befindet,
wobei der zweite Endlagenschalter eine erste Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement in einer zweiten Endlage befindet und eine zweite Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement ausserhalb der zweiten Endlage befindet,
wobei jeder der Endlagenschalter als Wechselschal-

ter mit einem Mittenkontakt und zwei Aussenkontakten ausgebildet ist,

wobei jeder der Aussenkontakte jedes Endlagenschalters mit jeweils einem der Aussenkontakte des anderen Endlagenschalters verbunden ist, um jeweils einen gemeinsamen Aussenkontakt zu bilden, und

wobei das Feldelement dazu ausgebildet ist, einen Betriebsmodus einzunehmen, in dem der Mittenkontakt des ersten Endlagenschalters mit dem ersten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, der Mittenkontakt des zweiten Endlagenschalters mit dem zweiten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, einer der gemeinsamen Aussenkontakte mit dem dritten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, und der andere gemeinsame Aussenkontakt mit dem vierten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist.

[0029] Das Feldelement weist ausserdem ein bezüglich Gleichströmen nichtlineares Element auf, das derart im Feldelement angeordnet ist, dass es von einem durch den dritten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle fließenden Strom durchflossen wird und dadurch eine Hilfsspannung erzeugt, die nichtlinear von diesem Strom abhängt.

[0030] Das Feldelement ist also schaltungstechnisch im Grundsatz nach den Prinzipien aufgebaut, wie sie vorstehend anhand der Figuren 3A-3D erläutert wurden. Zusätzlich erzeugt ein nichtlineares Element eine Hilfsspannung. Dadurch steht im Feldelement eine flexibel einsetzbare Energiequelle zur Verfügung, die unabhängig von der Grösse des durch die Vierdraht-Schnittstelle fließenden Stroms zur Energieversorgung von zusätzlichen Funktionen des Feldelements herangezogen werden kann, ohne dass dazu weitere Adern zwischen der Steuer- und Überwachungsvorrichtung und dem Feldelement benötigt werden. Die Hilfsspannung kann insbesondere zur Speisung einer Hilfsstromversorgung und/oder zum Laden eines Energiespeichers herangezogen werden. Mit der Hilfsstromversorgung kann z.B. eine Einrichtung zur Erzeugung eines AC-Auslegesignals wie in EP3643579A1 betrieben werden. Weitere mögliche Verwendungen der Hilfsspannung werden nachstehend noch näher beschrieben.

[0031] Das Feldelement kann ausserdem aufweisen:

eine Motorsteuerung;
einen von der Motorsteuerung angesteuerten Antriebsmotor, wobei es sich bei dem Antriebsmotor vorzugsweise um einen Gleichstrommotor, insbesondere um einen bürstenlosen, elektronisch kommutierten Gleichstrommotor handelt, und wobei die Motorsteuerung dazu ausgebildet ist, Antriebsenergie für den Antriebsmotor über die Vierdraht-Schnittstelle zu beziehen; und
einen Feldelement-Betriebsmodus-Umschalter, der dazu ausgebildet ist, abhängig von einer Stromrich-

tung des durch den dritten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle fließenden Stroms das Feldelement zwischen einem Überwacher-Betriebsmodus und einem Umstell-Betriebsmodus des Feldelements umzuschalten, wobei der Feldelement-Betriebsmodus-Umschalter vorzugsweise dazu ausgebildet ist, Energie aus der Hilfsspannung zu beziehen, wobei im Überwacher-Betriebsmodus der Mittenkontakt des ersten Endlagenschalters mit dem ersten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, der Mittenkontakt des zweiten Endlagenschalters mit dem zweiten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, einer der gemeinsamen Aussenkontakte mit dem dritten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, und der andere gemeinsame Aussenkontakt mit dem vierten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, wobei im Umstell-Betriebsmodus alle vier Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle mit der Motorsteuerung verbunden sind, wobei die Motorsteuerung vorzugsweise dazu ausgebildet ist, eine Polarität einer Spannung, die zwischen dem zweiten und vierten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle anliegt, zu bestimmen und eine Bewegungsrichtung des Antriebsmotors in Abhängigkeit von der Polarität zu steuern, und wobei die Motorsteuerung vorzugsweise dazu ausgebildet ist, einen ersten Teil der Antriebsenergie für den Antriebsmotor aus der Spannung, die zwischen dem zweiten und vierten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle anliegt, unabhängig von der Polarität dieser Spannung zu beziehen und einen zweiten Teil der Antriebsenergie aus einer Spannung, die zwischen dem ersten und dritten Anschluss anliegt, zu beziehen.

[0032] Das Feldelement ist dadurch in besonderer Weise dazu ausgebildet, mit einer Gleichspannungsversorgung über die Vierdraht-Schnittstelle betrieben zu werden und dazu durch eine Vorrichtung der vorstehend beschriebenen Art angesteuert zu werden.

[0033] Das Feldelement kann einen wiederaufladbaren Energiespeicher aufweisen, der dazu ausgebildet ist, zumindest im Überwacher-Betriebsmodus des Feldelements Ladeenergie aus der Hilfsspannung zu beziehen und bedarfsweise Zusatzenergie an die Motorsteuerung abzugeben.

[0034] Die vorliegende Erfindung stellt ausserdem eine eisenbahntechnische Anlage zur Verfügung, die in ihrer Aussenanlage ein Feldelement und in ihrer Innenanlage eine Vorrichtung zum Betrieb des Feldelements der vorstehend angegebenen Art aufweist. Ein Kabel mit vier Adern verbindet die Vierdraht-Schnittstelle der Vorrichtung mit der Vierdraht-Schnittstelle des Feldelements. Das Feldelement weist einen ersten Endlagenschalter und einen zweiten Endlagenschalter auf. Der erste Endlagenschalter nimmt eine erste Stellung ein, wenn sich das Feldelement in einer ersten Endlage be-

findet und eine zweite Stellung, wenn sich das Feldelement ausserhalb der ersten Endlage befindet. Der zweite Endlagenschalter nimmt eine erste Stellung ein, wenn sich das Feldelement in einer zweiten Endlage befindet und eine zweite Stellung, wenn sich das Feldelement ausserhalb der zweiten Endlage befindet. Das Feldelement ist dazu ausgebildet, einen Betriebsmodus einzunehmen, in dem die Endlagenschalter derart mit der Vierdraht-Schnittstelle des Feldelements verbunden sind, dass die Überwachungsspannung einen Strom bewirkt, der sowohl den ersten als auch den zweiten Stromdetektor durchfließt, wenn sich der erste Endlagenschalter in der ersten Stellung und der zweite Endlagenschalter in der zweiten Stellung befindet oder wenn sich der zweite Endlagenschalter in der ersten Stellung und der erste Endlagenschalter in der zweiten Stellung befindet, und dass die Überwachungsspannung einen Strom bewirkt, der ersten Stromdetektor, aber nicht den zweiten Stromdetektor durchfließt, wenn sich sowohl der erste als auch der zweite Endlagenschalter in der zweiten Stellung befinden. Das Feldelement kann insbesondere so ausgebildet sein, wie das vorstehend näher beschrieben wurde.

[0035] Die Anlage kann ausserdem einen oder mehrere Referenzwiderstände aufweisen, die derart im Feldelement und/oder in der Vorrichtung zu dessen Betrieb angeordnet sind, dass sie Ströme durch die Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle des Feldelements, die durch die Überwachungsspannung bewirkt sind, beeinflussen. Vorzugsweise sind mindestens zwei Referenzwiderstände vorhanden, wobei mindestens einer der Referenzwiderstände im Feldelement angeordnet ist und mindestens einer der Referenzwiderstände in der Vorrichtung angeordnet ist, wobei die Referenzwiderstände vorzugsweise den gleichen Widerstandswert aufweisen. Das erleichtert die Erkennung von Aderschlüssen und Isolationsfehlern. Die Referenzwiderstände haben vorzugsweise jeweils einen Widerstandswert zwischen 20 und 200 Ω .

[0036] In einer bevorzugten Ausgestaltung sind mindestens ein erster und zweiter Referenzwiderstand vorhanden, wobei der erste Referenzwiderstand derart angeordnet ist, dass er von einem Strom durch den ersten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle durchflossen wird, und wobei der zweite Referenzwiderstand derart angeordnet ist, dass er von einem Strom durch den zweiten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle durchflossen wird. Optional ist ausserdem ein dritter Referenzwiderstand vorhanden, wobei der dritte Referenzwiderstand derart angeordnet ist, dass er von einem Strom durch den vierten Anschluss der Vierdraht-Schnittstelle durchflossen wird. Bevorzugt sind der erste und zweite Referenzwiderstand im Feldelement und der dritte Referenzwiderstand in der Überwachungseinrichtung angeordnet.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0037] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1A eine schematische Darstellung einer Weiche in ihrer linken Endlage;
 Fig. 1B eine schematische Darstellung einer Weiche in ihrer rechten Endlage;
 Fig. 2 einen schematischen Schaltplan einer traditionellen Vierdraht-Schnittstelle mit einem zugehörigen Weichenantrieb und einer zugeordneten Steuereinheit;
 Fig. 3A-3D mögliche Stellungen der Endlagenschalter des Weichenantriebs der Fig. 2 für verschiedene Zustände der Weiche;
 Fig. 4A-4B Diagramme zur Illustration der Funktionsweise einer traditionellen Endlagenüberwachung über eine Vierdraht-Schnittstelle;
 Fig. 5A-5D Diagramme zur Illustration der Funktionsweise einer Endlagenüberwachung über eine Vierdraht-Schnittstelle gemäss einer Ausführungsform der Erfindung; und
 Fig. 6A-6B ein Diagramm zur Illustration der Funktionsweise einer vollständigen Weichensteuerung gemäss einer Ausführungsform der Erfindung.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Definitionen und Konventionen

[0038] Feldelement: Als "Feldelement" wird eine eisenbahntechnische Einrichtung bezeichnet, die sich üblicherweise an einer Bahnstrecke befindet und zur Steuerung, Signalisation oder Überwachung der Bahnstrecke dient. Feldelemente können motorbetrieben sein. Beispiele für motorbetriebene Feldelemente in der stationären Eisenbahntechnik sind Weichen, Barrieren (Bahnschranken), Schaltposten und Umspuranlagen.

[0039] Feldelement-Steuereinheit (Object-Controller): Eine Feldelement-Steuereinheit ist einem Feldelement zugeordnet und dient dazu, das Feldelement anzusteuern und/oder zu überwachen. Die Feldelement-Steuereinheit nimmt Befehle eines Stellwerkrechners ("Stellwerkfunktion") entgegen und interagiert basierend auf diesen Befehlen mit dem zugeordneten Feldelement. Die Feldelement-Steuereinheit kann dazu ausgebildet sein, den Betriebszustand des zugeordneten Feldelements zu überwachen und ein Überwachungsergebnis an die Stellwerkfunktion auszugeben.

[0040] Innenanlage: Als Innenanlage wird derjenige Ort bezeichnet, an dem eine Feldelement-Steuereinrichtung angeordnet ist. Die Innenanlage kann z.B. in einer traditionellen Stellwerkarchitektur ein Stellwerkraum sein. In einer dezentralen Stellwerkarchitektur kann die

Innenanlage z.B. ein räumlich vom Stellwerk getrennt angeordneter Schaltschrank zwischen Stellwerk und Aussenanlage sein bzw. einen solchen Schaltschrank umfassen. Der Schaltschrank kann in Gleisnähe angeordnet sein. Ein solcher Schaltschrank wird bei Thales auch als "Trackside Control Unit (TCU)" bezeichnet.

[0041] Aussenanlage: Als Aussenanlage wird derjenige Ort bezeichnet, an dem sich das Feldelement befindet.

[0042] Stromrichtungen: Für die Stromrichtungen wird die Vorzeichenkonvention gewählt, dass ein Strom von der Innenanlage zur Aussenanlage ein positives Vorzeichen und ein Strom von der Aussenanlage zur Innenanlage ein negatives Vorzeichen aufweist.

[0043] Endlagenschalter: Als Endlagenschalter dient im Rahmen der vorliegenden Offenbarung ein mindestens einpoliger Wechselschalter (englisch häufig als "Single Pole Changeover Switch", SPCO Switch bezeichnet), dessen Stellung vom Betriebszustand eines Feldelements abhängt. Der Wechselschalter verbindet einen Mittelanschluss (englisch "Common", COM) alternativ mit einem von zwei Aussenanschlüssen. Der Endlagenschalter kann von der Bauart "make-before-break" (MBB) oder "break-before-make" (BBM) sein.

Endlagenüberwachung

[0044] Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Endlagenüberwachung wird nachstehend anhand der Steuerung und Überwachung eines Feldelements in Form einer Weiche erläutert. Die Weiche weist einen Weichenantrieb in der Aussenanlage auf. Dieser ist über eine Vierdraht-Schnittstelle mit einer Steuereinheit in der Innenanlage verbunden. Anders als in dem Beispiel der Fig. 2 erfolgt die Übertragung der benötigten Antriebsenergie von der Steuereinheit zum Weichenantrieb allerdings nicht dadurch, dass eine Dreiphasenwechselspannung über die Vierdraht-Schnittstelle eingespeist wird. Stattdessen wird die Antriebsenergie durch eine Gleichspannungsversorgung bereitgestellt. Ein Ausführungsbeispiel für diese Art der Energieübertragung wird nachstehend im Zusammenhang mit den Figuren 6A und 6B näher erläutert. Zunächst soll aber anhand der Figuren 5A bis 5D ein Ausführungsbeispiel einer Endlagen-Überwachungseinrichtung illustriert werden. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit wurden in den Figuren 5A bis 5D die Komponenten für die Übertragung der Antriebsenergie weggelassen.

[0045] Anstelle der drei Wicklungen des Antriebsmotors werden in diesem Ausführungsbeispiel drei Referenz-Widerstände $R_{ref,1}$, $R_{ref,2}$ und $R_{ref,4}$ vorgesehen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind zwei dieser Referenzwiderstände, nämlich $R_{ref,1}$ und $R_{ref,2}$, in der Aussenanlage (d.h. im oder beim Weichenantrieb) angeordnet und mit dem jeweiligen Mittelanschluss der Endlagenschalter m1 und m2 verbunden. Der Referenzwiderstand $R_{ref,1}$ befindet sich in einer Leitung zum Anschluss X1 der Vierdraht-Schnittstelle, der Referenzwiderstand

$R_{ref,2}$ in einer Leitung zum Anschluss X2. Diese beiden Referenzwiderstände ersetzen die Wicklungen L1 und L2 der Fig. 2. Der dritte Referenzwiderstand, $R_{ref,4}$, ist dagegen in der Innenanlage (d.h. bei der Steuereinrichtung) angeordnet. Der Referenzwiderstand $R_{ref,4}$ befindet sich in einer Leitung zum Anschluss X4, so dass der Strom durch den Anschluss X4 diesen Referenzwiderstand durchfließt. Der Referenzwiderstand $R_{ref,4}$ ersetzt insofern nicht unmittelbar die Wicklung L3 der Fig. 2, die ja in der Aussenanlage angeordnet ist und mit dem Anschluss X3 der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist. Die Referenzwiderstände haben alle denselben Wert $R_{ref} = R_{ref,1} = R_{ref,2} = R_{ref,4}$.

[0046] Zwischen der Innenanlage und der Aussenanlage verläuft ein vieradriges Kabel, dessen Adern jeweils einen Kabelwiderstand R_{line} aufweisen.

[0047] Wie im Stand der Technik der Figuren 4A und 4B ist eine Gleichspannungsquelle 210 vorhanden, die eine Überwachungsspannung U_{sup} bereitstellt, und ein erster niederohmiger Stromdetektor 211 ist mit der Gleichspannungsquelle 210 in Serie geschaltet, so dass er den durch den Anschluss X3 fließenden Strom I_1 ermittelt. Anders als im Stand der Technik ist ein zweiter niederohmiger Stromdetektor 213 vorgesehen. Dieser ist mit dem Referenzwiderstand $R_{ref,4}$ in Serie geschaltet und ermittelt den durch den Anschluss X4 fließenden Strom I_2 . Die Ausgangssignale der beiden Stromdetektoren 211, 213 sind zu einer Auswerteeinrichtung 215 geführt, die diese Ausgangssignale miteinander und mit Referenzwerten vergleicht, um daraus auf den Betriebszustand der Weiche zu schließen.

[0048] Ein Überwachungs-Ziellagenwahlschalter 214 in Form eines Relais mit einem zweipoligen Wechselschalter (engl. "Double Pole Double Throw [DPDT] Switch" oder "Double Pole Changeover [DPCO] Switch") verbindet je nach Stellung den nicht mit X3 verbundenen Pol der Gleichspannungsquelle 210 mit dem Anschluss X1 der Vierdraht-Schnittstelle und den nicht mit X4 verbundenen Anschluss des Stromdetektors 213 mit dem Anschluss X2, oder umgekehrt. Die Stellung dieses Ziellagenwahlschalters 214 bestimmt, welche der beiden Endlagen (linke oder rechte Endlage) überwacht werden soll.

[0049] Ein nichtlineares Bauelement in Form einer Zenerdiode (heutzutage meist als Z-Diode bezeichnet) D1 befindet sich in der Aussenanlage (d.h. im oder beim Weichenantrieb) in einer Leitung zum Anschluss X3. Die Überwachungsspannung U_{sup} und die Z-Diode D1 sind derart zueinander gepolt, dass die Z-Diode D1 in Sperrrichtung durchflossen wird, so dass an ihr eine Durchbruchspannung abfällt, die eine Hilfsspannung U_{aux} bildet. Parallel zur Z-Diode ist eine Hilfsstromversorgung 14 geschaltet, deren Funktion im Zusammenhang mit der Fig. 6 noch näher erläutert wird. Ein Teil des Stroms I_1 speist die Hilfsstromversorgung 14, ein anderer Teil durchfließt die Z-Diode D1. Die Hilfsspannung U_{aux} hängt nur schwach vom Stromanteil ab, der die Z-Diode durchfließt, und kann daher in erster Näherung als kon-

stant angesehen werden. Diese Anordnung ermöglicht es, der Hilfsstromversorgung 14 eine elektrische Leistung zuzuführen, deren Maximum in erster Näherung dem Produkt der Hilfsspannung U_{aux} und dem Strom I_1 entspricht. Die Hilfsspannung U_{aux} liegt vorzugsweise im Bereich von 5%-60% der Überwachungsspannung U_{sup} , in absoluten Zahlen vorzugsweise zwischen 3 und 30 V.

[0050] Die Aussenanlage wirkt im Überwachungsbetrieb hochohmiger als die Innenanlage und ist dadurch strombestimmend, anders als im Stand der Technik der Figuren 4A und 4B, wo die Innenanlage hochohmiger und damit strombestimmend ist.

[0051] In der Fig. 5A nimmt die Weiche ihre linke Endlage ein. Die Endlagenschalter m1, m2 befinden sich in der Stellung der Fig. 3A, und der Ziellagenwahlschalter 214 befindet sich in der linken Stellung, in der die Endlagen-Überwachungseinrichtung überprüft, ob das Feldelement die linke Endlage auch tatsächlich einnimmt. Der von der Überwachungsspannung U_{sup} bewirkte Strom durchfließt alle drei Referenzwiderstände sowie alle vier Adern des Verbindungskabels. Es resultieren die folgenden Stromwerte:

$$I_1 = I_2 = \frac{U_{sup} - U_{aux}}{3R_{ref} + 4R_{line}}.$$

[0052] In einem Rechenbeispiel gilt $U_{sup} = 48$ V, $U_{aux} = 24$ V, $R_{ref} = 39 \Omega$, $R_{line} = 2 \Omega$. Es folgt dann $I_1 = I_2 = 192$ mA. Die Auswerteeinrichtung 215 ermittelt, ob die beiden Ströme I_1 und I_2 gleich sind und ob ihr Betrag im erwarteten Bereich liegt, und schließt dadurch auf das korrekte Vorliegen der linken Endlage.

[0053] In der Fig. 5B nimmt das Feldelement seine rechte Endlage ein. Die Endlagenschalter m1, m2 befinden sich in der Stellung der Fig. 3B, und der Ziellagenwahlschalter 214 befindet sich in der rechten Stellung, in der die Endlagen-Überwachungseinrichtung überprüft, ob das Feldelement die rechte Endlage auch tatsächlich einnimmt. Die Ströme I_1 und I_2 nehmen die gleichen Werte wie in Fig. 5A an, und entsprechend kann in gleicher Weise auf das korrekte Vorliegen der rechten Endlage geschlossen werden.

[0054] In der Fig. 5C befindet sich das Feldelement im Transit von der rechten in die linke Endlage bzw. in einem aufgefahrenen Zustand aus der linken Endlage heraus. Von einem aufgefahrenen Zustand wird gesprochen, wenn eine Weiche mit einer korrekten Endlage falsch vom Weichenherz her befahren wird. Durch den Spurkanz wird die Weichenzunge weggedrückt. Der selbe schalttechnische Zustand kann auch durch «Nichterreichen der Endlage» resultieren. Die Ursache können eingeklemmte Steine, mechanische Justierungsfehler, mechanischer Verzug oder Störungen der Endschalter m1 und m2 sein. Man spricht auch allgemeiner von einer "aufgeschnittenen" Weiche. In diesem Zustand befinden sich die Endlagenschalter m1, m2 in der Stellung der Fig. 3C, und der Ziellagenwahlschalter 214 befindet sich in

der linken Stellung, in der die Endlagen-Überwachungseinrichtung überprüft, ob das Feldelement die linke Endlage einnimmt. Im Stromkreis befinden sich nun nur noch die Gleichspannungsquelle 210, der Stromdetektor 211, die Z-Diode D1, der Referenzwiderstand $R_{ref,2}$ und zwei Adern für die Anschlüsse X2 und X3 der Vierdraht-Schnittstelle. Es resultierenden die folgenden Stromwerte:

$$I_1 = \frac{U_{sup} - U_{aux}}{R_{ref} + 2R_{line}},$$

$$I_2 = 0.$$

[0055] Im vorstehenden Rechenbeispiel folgt: $I_1 = 558$ mA, $I_2 = 0$. Der Strom I_1 ist also um deutlich mehr als das Doppelte höher als beim Erreichen der Endlage, und der Strom I_2 ist Null. Die Auswerteeinrichtung 215 ermittelt, ob der Strom I_2 tatsächlich Null ist und ob er Strom I_1 im erwarteten Bereich liegt, und schliesst so auf das Vorliegen des aufgeschnittenen Zustands.

[0056] In der Fig. 5D befindet sich das Feldelement im Transit von der rechten in die linke Endlage bzw. in einem aufgefahrenen/aufgeschnittenen Zustand aus der rechten Endlage heraus. Wie sich leicht verifizieren lässt, resultieren die selben Stromwerte wie in der Fig. 5C.

[0057] Wie sich ebenfalls leicht verifizieren lässt, können mit dieser Anordnung auch Aderschlüsse zwischen den einzelnen Adern im Verbindungskabel oder Isolationsfehler erkannt werden. So bewirken sämtliche mögliche Kombinationen von Aderschlüssen Stromwerte I_1 und I_2 , die von den Stromwerten in den Endlagen abweichen. Die Auswerteeinrichtung 215 kann dementsprechend dazu ausgestaltet sein, diese Stromwerte mit Referenzwerten zu vergleichen, um Aderschlüsse oder Isolationsfehler zu ermitteln und zu lokalisieren, d.h. einen erkannten Aderschluss einem Leitungspaar zuzuordnen. Dies wird in der vorliegenden Anordnung dadurch erleichtert, dass sich der Referenzwiderstand $R_{ref,4}$ in der Innenanlage befindet, während sich die anderen beiden Referenzwiderstände $R_{ref,1}$ und $R_{ref,2}$ in der Aussenanlage befinden, so dass bei bestimmten Aderschlüssen diese Referenzwiderstände je nach Betriebszustand nicht mehr von Strom durchflossen werden.

[0058] Einige mögliche Aderschlüsse (X2 nach X3 oder X1 nach X3) bewirken je nach Betriebszustand einen Kurzschluss, bei dem sich im Stromkreis nur noch die Gleichspannungsquelle 210 und der Stromdetektor 211 befinden. Zur Begrenzung des Kurzschlussstroms kann die Gleichspannungsquelle 210 mit einer Strombegrenzungsfunktion ausgestattet sein. Optional kann in der Innenanlage in der Leitung zum Anschluss X3 ein vierter Referenzwiderstand vorgesehen werden, der den Kurzschlussstrom begrenzt. Allerdings wird dadurch der Störspannungsabstand zur Auflösung der anderen Aderschlusskombinationen ungünstiger.

Vollständiger Weichenantrieb

[0059] In den Figuren 6A und 6B wird nun ein Ausführungsbeispiel erläutert, bei dem nicht nur die Endlagenüberwachung über die Vierdraht-Schnittstelle erfolgt, sondern zudem auch die Antriebsenergie durch eine Gleichspannungsversorgung über die Vierdraht-Schnittstelle bereitgestellt wird. Dabei illustriert die Fig. 6A den schaltungstechnischen Aufbau der Innenanlage, Fig. 6B denjenigen der Aussenanlage.

[0060] Eine Steuereinheit 20 in der Innenanlage umfasst einerseits eine Überwachungseinrichtung 21 und andererseits eine Umstellsteuerung 22. Ein Master-Betriebsmodus-Umschalter 23 in Form eines Trennrelais mit einem vierpoligen Wechselschalter verbindet die Aussenanlage wahlweise mit der Überwachungseinrichtung 21 ("Überwacherbetrieb") oder der Umstellsteuerung 22 ("Umstellbetrieb"). Die Betätigung des Master-Betriebsmodus-Umschalters 23 erfolgt mittels einer Mastersteuerung 25, die digitale Stellbefehle von einer Stellwerksfunktion empfängt.

[0061] Die Überwachungseinrichtung 21 der Innenanlage ist wie in den Figuren 5A und 5B aufgebaut, und es wird auf die vorstehenden Ausführungen zu den Figuren 5A und 5B verwiesen. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit wurde die Auswerteeinrichtung 215 in der Fig. 6A weggelassen.

[0062] Die Umstellsteuerung 22 umfasst eine Gleichspannungsquelle 220 hoher Leistung, die eine Antriebsspannung U_D bereitstellt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel hat die Antriebsspannung U_D denselben Betrag wie die Überwachungsspannung U_{sup} . Ein Umstellstromdetektor 221 ist in Serie mit der Gleichspannungsquelle 220 geschaltet. Der Umstellstromdetektor 221 gibt ein Ausgangssignal, das vom Strom I_D durch den Umstellstromdetektor 221 abhängt, an die Mastersteuerung 25 ab. Der Anschluss X3 der Vierdraht-Schnittstelle ist im Umstellbetrieb mit dem Minuspol der Gleichspannungsquelle 220 verbunden, der Anschluss X1 mit dem Pluspol. Die Polarität der Anschlüsse X2 und X4 hängt von der gewünschten Umlagerung bzw. der Ziellage ab: Zum Umstellen in Richtung der linken Endlage wird der Anschluss X4 mit dem Pluspol und der Anschluss X2 mit dem Minuspol verbunden, zum Umstellen in Richtung der rechten Endlage wird diese Polarität umgekehrt. Dazu dient ein als Polwender verschalteter zweipoliger Wechselschalter, der im Folgenden als Umstell-Ziellagenwahlschalter 224 bezeichnet wird und der mit dem Überwachungs-Ziellagenwahlschalter 214 der Endlagen-Überwachungseinrichtung 21 zwangsgekoppelt ist und gemeinsam mit diesem als ein gemeinsames Relais 24 durch die Mastersteuerung 25 betätigt wird. Anhand der Polarität der Spannung zwischen den Anschlüssen X2 und X4 kann die Aussenanlage erkennen, in Richtung welcher Ziellage der Weichenantrieb betrieben werden soll, ohne dass zur Übermittlung dieser Information eine weitere Ader im Kabel 30 benötigt wird. Die Ziellage wird also anders als im Stand der Technik nicht durch die

Phasenlage einer Dreiphasenwechselspannung an den Anschlüssen X1, X2 und X3 bestimmt, sondern durch die Polarität einer Gleichspannung an den Anschlüssen X2 und X4.

[0063] Aufgrund der unterschiedlich gepolten Spannungsquellen 210, 220 ist die Stromrichtung des Stroms, der im Überwacherbetrieb durch den Anschluss X3 fließt, entgegengesetzt zur Stromrichtung, die im Umstellbetrieb durch diesen Anschluss fließt. Dies ermöglicht es den Komponenten des Weichenantriebs in der Aussenanlage, zu erkennen, in welchem Betriebsmodus der Weichenantrieb betrieben werden soll, ohne dass zur Übermittlung dieser Information eine weitere Ader im Kabel 30 benötigt wird.

[0064] Insgesamt kodiert die Steuereinheit 20 in der Innenanlage also den Betriebsmodus durch die Stromrichtung des Stroms durch den Anschluss X3 und die Ziellage im Umstellbetrieb durch die Polarität einer Gleichspannung an den Anschlüssen X2 und X4.

[0065] Das Feldelement 12 in der Aussenanlage weist einen zweipoligen Wechselschalter 123 auf, der dazu dient, das Feldelement abhängig von Stromrichtung des Stroms durch den Anschluss X3 zwischen dem Überwacherbetrieb und dem Umstellbetrieb umzuschalten. Dazu verbindet der Wechselschalter 123 die Anschlüsse X2 und X4 der Vierdraht-Schnittstelle wahlweise mit den Endlagekontakten m1, m2 oder mit einer Motorsteuerung 121. Die Ansteuerung des Wechselschalters 123 erfolgt mit Stellelementen 142, 143, deren Funktionsweise nachstehend noch näher beschrieben werden. Gemeinsam bilden der Wechselschalter 123 und die Stellelemente 142, 143 einen Feldelement-Betriebsmodus-Umschalter in der Aussenanlage.

[0066] Die Motorsteuerung 121 steuert einen DC-Motor 120 an. Der DC-Motor ist vorzugsweise ein bürstenloser Motor mit Hall-Element-gesteuerter elektronischer Kommutierung. Die Motorsteuerung 121 weist mehrere Anschlüsse wie folgt auf. Zwei Anschlüsse DP+ und DP- dienen zur Energieversorgung der Motorsteuerung im Umstellbetrieb. Diese Anschlüsse sind im Umstellbetrieb über Dioden D7 und D8 derart mit den Anschlüssen X1-X4 der Vierdraht-Schnittstelle verbunden, dass unabhängig von der gewählten Ziellage (d.h. unabhängig von der Polarität der Anschlüsse X2 und X4) immer zwei Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle einen Versorgungsstrom von der Hochleistungs-Spannungsquelle 220 der Steuereinrichtung 20 zum positiven Anschluss DP+ hin führen (nämlich X1 und je nach Ziellage X2 oder X4) und die anderen beiden Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle den in der Gegenrichtung fließenden Strom vom negativen Anschluss DP- abführen (nämlich X3 und je nach Ziellage X4 oder X2). Durch diese gleichmässige Verteilung des Versorgungsstroms auf die vier Anschlüsse der Vierdraht-Schnittstelle werden Leitungsverluste in den einzelnen Adern des Verbindungskabels 30 zwischen Innenanlage und Aussenanlage minimiert.

[0067] Zwei Anschlüsse "Uml" dienen gemeinsam mit zwei Dioden D9 zur Erkennung der gewünschten Ziella-

ge anhand der Polarität zwischen den Anschlüssen X2 und X4 der Vierdraht-Schnittstelle. Je nachdem, an welchem dieser beiden Anschlüsse eine positive Spannung anliegt, wird auf die gewünschte Ziellage und damit auf die gewünschte Drehrichtung des Motors 120 geschlossen.

[0068] Zwei weitere Anschlüsse "EL" dienen zur Erkennung, ob die gewünschte Ziellage auch tatsächlich erreicht wurde (Endlagenerkennung). Anhand der Spannungen an diesen Anschlüssen erkennt die Motorsteuerung 121, in welcher Stellung sich die Endlagenschalter m1, m2 befinden.

[0069] Durch ein bipolares nichtlineares Element (konkret: eine Anordnung zweier in Serie geschalteter, gegensinnig gepolter Z-Dioden D2, D3) und einen Brückengleichrichter 141 wird eine Hilfsstromversorgung 14 mit einer Spannung U_{aux} versorgt. Die Hilfsstromversorgung 14 versorgt insbesondere die beiden Stellelemente 142, 143, mit Energie. Die Stellelemente 142, 143 erfassen die Stromrichtung durch das bipolare nichtlineare Element, indem sie die Polarität der Spannung an diesem Element erfassen, und ermitteln dadurch die Stromrichtung durch den Anschluss X3 der Vierdraht-Schnittstelle. Bei positiver Stromrichtung betätigt das Stellelement 142 den Wechselschalter 123 derart, dass er in die Stellung für den Überwacherbetrieb gelangt. Bei negativer Stromrichtung betätigt das Stellelement 143 den Wechselschalter 123 derart, dass er in die Stellung für den Umstellbetrieb gelangt, und übermittelt gleichzeitig an die Motorsteuerung 121 ein Signal, dass das Umstellen beginnen soll.

[0070] Optional ist zudem ein aufladbarer Energiespeicher 144 (z.B. eine aufladbare Batterie) vorgesehen, der im Umstellbetrieb die Versorgung der Motorsteuerung 121 mit Antriebsenergie unterstützt. Der Energiespeicher wird im Überwacherbetrieb laufend durch das Stellelement 142 geladen und kann im Umstellbetrieb Energie an die Motorsteuerung 121 abgeben. Ein solcher Energiespeicher ist insbesondere bei langen Leitungen zwischen Innen- und Aussenanlage sinnvoll, bei denen die Leitungsverluste im Umstellbetrieb erheblich sein können, da die Versorgungsspannung U_D verhältnismässig niedrig ist und dadurch die Ströme durch das Kabel 30 verhältnismässig hoch sind.

[0071] Zwei Dioden D3, D4 stellen sicher, dass im Umstellbetrieb ein Strom vom Anschluss X1 zum Anschluss X3 durch die Aussenanlage fließen kann, während im Überwacherbetrieb ein Strom vom Anschluss X3 zu den Endlagekontakten m1, m2 geführt wird.

Betrieb der Weichensteuerung

[0072] Wenn die Weiche in eine neue Ziellage umgestellt werden soll, wird wie folgt vorgegangen. Anfänglich befinden sich sowohl der Master-Betriebsmodus-Umschalter 23 der Innenanlage als auch der Feldelement-Betriebsmodus-Umschalter der Aussenanlage mit dem Wechselschalter 123 in der Stellung für den Überwacher-

betrieb. Die Master-Steuereinrichtung 25 empfängt einen Befehl zum Umstellen in eine neue Ziellage. Die Master-Steuereinrichtung 25 steuert nun die Elemente 23 und 24 derart an, dass mit den Ziellagen-Wahlschaltern 214, 224 die neue Ziellage eingestellt wird und der Master-Betriebsmodus-Umschalter 23 in die Stellung für den Umstellbetrieb gebracht wird. Diese Vorgänge bewirken eine Umkehrung der Stromrichtung durch den Anschluss X3 der Vierdraht-Schnittstelle. Dadurch wird in der Aussenanlage das Stellelement 143 aktiviert, und dieses schaltet den Wechselschalter 123 automatisch in die Stellung für den Umstellbetrieb. Die Motorsteuerung 121 empfängt nun einerseits vom Stellelement 143 ein Signal zum Umstellen und wird andererseits über die Vierdraht-Schnittstelle mit Antriebsenergie für den Antriebsmotor 120 versorgt. Anhand der Spannungen an den Anschlüssen "Uml" ermittelt die Motorsteuerung 121 die gewünschte Ziellage. Die Motorsteuerung 121 steuert den Motor 120 nun derart an, dass er sanft in die benötigte Richtung anläuft. Nach einer bestimmten Zeit oder einer bestimmten Zahl von Motorumdrehungen (bzw. Kommutatorpulsen) reduziert die Motorsteuerung 121 die Drehzahl des Motors 120, bis die Endlagenschalter m1, m2 der Motorsteuerung 121 an den Anschlüssen "EL" signalisieren, dass die gewünschte Endlage erreicht wurde. Die Motorsteuerung 121 stoppt nun den Motor 120. Die Motorsteuerung 121 bezieht dadurch massiv weniger Energie über die Vierdraht-Schnittstelle. Der Umstellstromdetektor 221 in der Umstellsteuerung 22 detektiert als Konsequenz davon einen stark verminderten Strom I_D . Das entsprechende Signal des Umstellstromdetektors 221 bewirkt, dass die Mastersteuerung 25 den Master-Betriebsmodus-Umschalter 23 wieder in die Stellung für den Überwacherbetrieb bringt. Dadurch kehrt sich die Stromrichtung durch den Anschluss X3 erneut um, und das Stellelement 143 der Aussenanlage stellt den Umschalter 123 in der Aussenanlage ebenfalls zurück in die Stellung für den Überwacherbetrieb.

[0073] Die Überwachung im Überwacherbetrieb erfolgt nun so, wie dies in Zusammenhang mit den Figuren 5A und 5B erläutert wurde.

Modifikationen

[0074] Die Erfindung wurde vorstehend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Selbstverständlich sind vielfache Abwandlungen möglich.

[0075] Insbesondere können statt mechanischer Schalter auch gesteuerte Halbleiter-Schaltelemente wie MOSFETs eingesetzt werden. Anstelle von Z-Dioden können auch andere nichtlineare Elemente eingesetzt werden, die die Auskopplung einer Hilfsspannung U_{aux} ermöglichen.

[0076] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel können alle Polaritäten umgekehrt werden, sofern die Durchflussrichtungen der Dioden entsprechend angepasst werden.

[0077] Die Überwachungsspannung U_{sup} und die An-

triebsspannung U_D können unterschiedlich sein. Insbesondere die Antriebsspannung U_D höher als die Überwachungsspannung U_{sup} sein, um die Ströme durch das Kabel 30 während des Umstellbetriebs zu verringern und dadurch Leitungsverluste zu minimieren. Das kann insbesondere bei einem langen Kabel 30 sinnvoll sein.

[0078] Die Endlagen-Überwachungseinrichtung kann auch mit nur einem einzigen Stromdetektor betrieben werden; damit ist allerdings eine Reduktion der Aussagekraft des Überwachungsergebnisses verbunden.

[0079] Die Zahl der Referenzwiderstände kann von drei abweichen, wobei aber mindestens ein Referenzwiderstand vorhanden sein sollte, um einen Kurzschluss zu vermeiden. Bevorzugt werden mindestens zwei Referenzwiderstände eingesetzt, die derart angeordnet sind, dass sie vom Strom durch die Anschlüsse X1 und X2 durchflossen werden.

[0080] Während der Antriebsmotor 120 vorzugsweise ein bürstenloser, elektronisch kommutierter Gleichstrommotor ist, kommen auch andere Motortypen in Betracht. Insbesondere kann es sich auch um einen Wechselstrommotor handeln, und die Motorsteuerung 121 kann dementsprechend einen Inverter aufweisen, der eine Wechselspannung für den Motor erzeugt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0081]

11	Weiche
12	Weichenantrieb/Feldelement
13	Schubstange
20	Steuereinrichtung
21	Endlagen-Überwachungseinrichtung
22	Umstellsteuerung
23	Betriebsmodus-Umschalter
24	Relais für Ziellagen-Wahlschalter
25	Mastersteuerung
30	Kabel
120	Antriebsmotor
121	Motorsteuerung
141	Brückengleichrichter
142	Stellelement für Überwacherbetrieb
143	Stellelement für Umstellbetrieb
144	Energiespeicher
210	Überwachungs-Gleichspannungsquelle
211	Stromdetektor
212	Spannungsdetektor
213	Stromdetektor
214	Überwachungs-Ziellagenwahlschalter
215	Auswerteeinrichtung
220	Umstell-Gleichspannungsquelle
221	Umstellstromdetektor
224	Umstell-Ziellagenwahlschalter
m1, m2	Endlagenschalter
D1-D10	Dioden
L1-L3	Wicklungen

X1-X4 Anschlüsse einer Vierdraht-Schnittstelle

U_{sup} Überwachungsspannung

U_D Antriebsspannung

U_{sup} Hilfsspannung

I_1, I_2 Ströme

$R_{ref,1...4}$ Referenzwiderstände

R_{line} Kabelwiderstand

Patentansprüche

1. Vorrichtung (20) zum Betrieb eines Feldelements (12) in einer eisenbahntechnischen Anlage, mit einer Vierdraht-Schnittstelle mit einem ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss (X1-X4) und mit einer Überwachungseinrichtung (21) zur Überwachung eines Betriebszustands des Feldelements (12), wobei die Überwachungseinrichtung (21) aufweist:

eine Überwachungs-Gleichspannungsquelle (210) zur Erzeugung einer Überwachungsspannung (U_{sup}) zwischen zwei Anschlüssen (X2-X3 oder X1-X3) der Vierdraht-Schnittstelle; und einen ersten Stromdetektor (211) zur Messung eines Stroms (I_1) durch einen derjenigen Anschlüsse (X3) der Vierdraht-Schnittstelle, an denen die Überwachungsspannung (U_{sup}) erzeugt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinrichtung (21) ausserdem aufweist:

einen zweiten Stromdetektor (213) zur Messung eines Stroms (I_2) zwischen denjenigen Anschlüssen (X1-X4 oder X2-X4) der Vierdraht-Schnittstelle, zwischen denen nicht die Überwachungsspannung (U_{sup}) erzeugt wird; und eine Auswerteeinrichtung (215), die dazu ausgebildet ist, basierend auf den vom ersten und zweiten Stromdetektor (211, 213) gemessenen Strömen (I_1, I_2) ein Überwachungssignal (E) zu ermitteln und das Überwachungssignal auszugeben.

2. Vorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei die Auswerteeinrichtung (215) dazu ausgebildet ist, die vom ersten und zweiten Stromdetektor (211, 213) gemessenen Ströme (I_1, I_2) miteinander zu vergleichen und das Überwachungssignal (E) unter Berücksichtigung dieses Vergleichs zu ermitteln, wobei die Auswerteeinrichtung (215) optional ausserdem dazu ausgebildet ist, den vom ersten Stromdetektor gemessenen Strom (I_1) und den vom zweiten Stromdetektor gemessenen Strom (I_2) jeweils mit einem Referenzwert zu vergleichen und das Überwachungssignal (E) unter zusätzlicher Berücksichtigung dieses Vergleichs zu ermitteln.

3. Vorrichtung (20) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste und zweite Stromdetektor (211, 213) jeweils einen Innenwiderstand von weniger als $20\ \Omega$ aufweisen, und wobei vorzugsweise die Innenwiderstände des ersten und zweiten Stromdetektors (211, 213) übereinstimmen.

4. Vorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend: einen Überwachungs-Ziellagenwahlschalter (214), der dazu ausgebildet ist, zwischen einem ersten Überwachungszustand zur Überwachung einer ersten Ziellage und einem zweiten Überwachungszustand zur Überwachung einer zweiten Ziellage umzuschalten, wobei der erste Stromdetektor (211) den Strom (I_1) durch den dritten Anschluss (X3) der Vierdraht-Schnittstelle misst, wobei im ersten Überwachungszustand die Überwachungsspannung (U_{sup}) zwischen dem zweiten und dritten Anschluss (X2, X3) der Vierdraht-Schnittstelle anliegt und der zweite Stromdetektor (213) den Strom (I_2) zwischen dem ersten und vierten Anschluss (X1, X4) misst, und wobei im zweiten Überwachungszustand die Überwachungsspannung (U_{sup}) zwischen dem ersten und dritten Anschluss (X1, X3) der Vierdraht-Schnittstelle anliegt und der zweite Stromdetektor (213) den Strom (I_2) zwischen dem ersten und vierten Anschluss (X1, X4) misst.

5. Vorrichtung (20) zum Betrieb eines Feldelements (12) in einer eisenbahntechnischen Anlage, mit einer Vierdraht-Schnittstelle mit einem ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss (X1-X4) und einer Umstellsteuerung (22) zum Umstellen des Feldelements (12) zwischen einer ersten und einer zweiten Ziellage, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umstellsteuerung (22) aufweist:

eine Umstell-Gleichspannungsquelle (220) zur Erzeugung einer Umstellspannung (U_D); und einen Umstell-Ziellagenwahlschalter (224), der dazu ausgebildet ist, die Umstellspannung (U_D) alternativ mit einer ersten Polarität für die erste Ziellage oder mit einer dazu entgegengesetzten zweiten Polarität für die zweite Ziellage an zwei Anschlüsse (X2, X4) der Vierdraht-Schnittstelle anzulegen, wobei die Umstellsteuerung (22) ausserdem dazu ausgebildet ist, die Umstellspannung (U_D) an den die anderen beiden Anschlüsse (X1, X3) der Vierdraht-Schnittstelle anzulegen, vorzugsweise mit einer festen Polarität.

6. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Vorrichtung (20) ausserdem gemäss Anspruch 5 ausgebildet ist, und

- wobei die Vorrichtung (20) einen Master-Betriebsmodus-Umschalter (23) aufweist, der dazu ausgebildet ist, die Vorrichtung (20) zwischen einem Überwacher-Betriebsmodus und einem Umstell-Betriebsmodus umzuschalten, wobei im Überwacher-Betriebsmodus der Master-Betriebsmodus-Umschalter (23) die Überwachungseinrichtung (21) mit der Vierdraht-Schnittstelle verbindet und im Umstell-Betriebsmodus der Master-Betriebsmodus-Umschalter (23) die Umstellsteuerung (22) mit der Vierdraht-Schnittstelle verbindet, wobei die Überwachungs-Gleichspannungsquelle (210) und die Umstell-Gleichspannungsquelle (220) vorzugsweise so gepolt sind, dass die Umstellspannung (U_D) im Umstell-Betriebsmodus mit einer entgegengesetzten Polarität als die Überwachungsspannung (U_{sup}) im Überwachungs-Betriebsmodus an einem der Anschlüsse (X3) der Vierdraht-Schnittstelle anliegt.
7. Vorrichtung (20) nach Anspruch 6, ausserdem aufweisend:
eine Mastersteuerung (25), die dazu ausgebildet ist, von einer Stellwerkfunktion einen Umstellbefehl zur Umstellung des Feldelements in eine neue Ziellage zu empfangen und in Abhängigkeit von dem Umstellbefehl den Master-Betriebsmodus-Umschalter (23) vom Überwacher-Betriebsmodus in den Umstell-Betriebsmodus zu bringen sowie den Überwachungs-Ziellagenwahlschalter (214) und den Umstell-Ziellagenwahlschalter (224) entsprechend der neuen Ziellage zu betätigen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
wobei die Umstellsteuerung (22) einen Umstellstromdetektor (221) zur Messung eines Umstellstroms (I_D), der im Feldelement (12) durch die Umstellspannung (U_D) bewirkt wird, aufweist, und
wobei die Mastersteuerung (25) dazu ausgebildet ist, den vom Umstellstromdetektor (221) gemessenen Umstellstrom (I_D) zu erfassen und in Abhängigkeit von dem Umstellstrom (I_D) den Master-Betriebsmodus-Umschalter (23) vom Umstell-Betriebsmodus in den Überwacher-Betriebsmodus zurückzuschalten.
9. Feldelement (12), das zum Betrieb mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist, aufweisend:
eine Vierdraht-Schnittstelle mit einem ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss (X1-X4);
einen ersten Endlagenschalter (m1); und
einen zweiten Endlagenschalter (m2),
wobei der erste Endlagenschalter (m1) eine erste Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) in einer ersten Endlage befindet und eine zweite Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) ausserhalb der ersten Endlage befindet,
wobei der zweite Endlagenschalter (m2) eine erste Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) in einer zweiten Endlage befindet und eine zweite Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) ausserhalb der zweiten Endlage befindet,
wobei jeder der Endlagenschalter (m1, m2) als Wechselschalter mit einem Mittenkontakt und zwei Aussenkontakten ausgebildet ist,
wobei jeder der Aussenkontakte jedes Endlagenschalters (m1, m2) mit jeweils einem der Aussenkontakte des anderen Endlagenschalters verbunden ist, um jeweils einen gemeinsamen Aussenkontakt zu bilden, und
wobei das Feldelement (12) dazu ausgebildet ist, einen Betriebsmodus einzunehmen, in dem der Mittenkontakt des ersten Endlagenschalters (m1) mit dem ersten Anschluss (X1) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, der Mittenkontakt des zweiten Endlagenschalters (m2) mit dem zweiten Anschluss (X2) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, einer der gemeinsamen Aussenkontakte mit dem dritten Anschluss (X3) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, und der andere gemeinsame Aussenkontakt mit dem vierten Anschluss (X4) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Feldelement (12) ausserdem aufweist:
ein bezüglich Gleichströmen nichtlineares Element (D1, D2), das derart im Feldelement (12) angeordnet ist, dass es von einem durch den dritten Anschluss (X3) der Vierdraht-Schnittstelle fliessenden Strom durchflossen wird und dadurch eine Hilfsspannung (U_{aux}) erzeugt, die nichtlinear von diesem Strom abhängt.
10. Feldelement (12) nach Anspruch 9, ausserdem aufweisend:
eine Motorsteuerung (121);
einen von der Motorsteuerung (121) angesteuerten Antriebsmotor (120), wobei es sich bei dem Antriebsmotor (120) vorzugsweise um einen Gleichstrommotor, insbesondere um einen bürstenlosen, elektronisch kommutierten Gleichstrommotor handelt, und wobei die Motorsteuerung (121) dazu ausgebildet ist, Antriebsenergie für den Antriebsmotor (120) über die Vierdraht-Schnittstelle zu beziehen; und
einen Feldelement-Betriebsmodus-Umschalter (123, 142, 143), der dazu ausgebildet ist, ab-

hängig von einer Stromrichtung des durch den dritten Anschluss (X3) der Vierdraht-Schnittstelle fließenden Stroms das Feldelement (12) zwischen einem Überwacher-Betriebsmodus und einem Umstell-Betriebsmodus umzuschalten, wobei der Feldelement-Betriebsmodus-Umschalter (123, 142, 143) vorzugsweise dazu ausgebildet ist, Energie aus der Hilfsspannung (U_{aux}) zu beziehen, wobei im Überwacher-Betriebsmodus der Mittenkontakt des ersten Endlagenschalters (m1) mit dem ersten Anschluss (X1) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, der Mittenkontakt des zweiten Endlagenschalters (m2) mit dem zweiten Anschluss (X2) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, einer der gemeinsamen Aussenkontakte mit dem dritten Anschluss (X3) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, und der andere gemeinsame Aussenkontakt mit dem vierten Anschluss (X4) der Vierdraht-Schnittstelle verbunden ist, wobei im Umstell-Betriebsmodus alle vier Anschlüsse (X1-X4) der Vierdraht-Schnittstelle mit der Motorsteuerung (121) verbunden sind, wobei die Motorsteuerung (121) vorzugsweise dazu ausgebildet ist, eine Polarität einer Spannung, die zwischen dem zweiten und vierten Anschluss (X2, X4) der Vierdraht-Schnittstelle anliegt, zu bestimmen und eine Bewegungsrichtung des Antriebsmotors (120) in Abhängigkeit von der Polarität zu steuern, und wobei die Motorsteuerung (121) vorzugsweise dazu ausgebildet ist, einen ersten Teil der Antriebsenergie für den Antriebsmotor (120) aus der Spannung, die zwischen dem zweiten und vierten Anschluss (X2, X4) der Vierdraht-Schnittstelle anliegt, unabhängig von der Polarität dieser Spannung zu beziehen und einen zweiten Teil der Antriebsenergie aus einer Spannung, die zwischen dem ersten und dritten Anschluss (X1, X3) anliegt, zu beziehen.

11. Feldelement (12) nach Anspruch 10, ausserdem aufweisend:
einen wiederaufladbaren Energiespeicher (144), der dazu ausgebildet ist, zumindest im Überwacher-Betriebsmodus Ladeenergie aus der Hilfsspannung (U_{aux}) zu beziehen und bedarfsweise Zusatzenergie an die Motorsteuerung (121) abzugeben.

12. Eisenbahntechnische Anlage, aufweisend:

eine Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8;
ein Feldelement (12), das eine Vierdraht-Schnittstelle mit einem ersten, zweiten, dritten und vierten Anschluss (X1-X4) aufweist; und
ein Kabel (30) mit vier Adern, das die Vierdraht-

Schnittstelle der Vorrichtung (20) mit der Vierdraht-Schnittstelle des Feldelements (12) verbindet,

wobei das Feldelement (12) einen ersten Endlagenschalter (m1) und einen zweiten Endlagenschalter (m2) aufweist,

wobei der erste Endlagenschalter (m1) eine erste Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) in einer ersten Endlage befindet und eine zweite Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) ausserhalb der ersten Endlage befindet;

wobei der zweite Endlagenschalter (m2) eine erste Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) in einer zweiten Endlage befindet und eine zweite Stellung einnimmt, wenn sich das Feldelement (12) ausserhalb der zweiten Endlage befindet,

wobei das Feldelement dazu ausgebildet ist, einen Betriebsmodus einzunehmen, in dem die Endlagenschalter (m1, m2) derart mit der Vierdraht-Schnittstelle des Feldelements verbunden sind, dass die Überwachungsspannung (U_{sup}) einen Strom bewirkt, der sowohl den ersten als auch den zweiten Stromdetektor (211, 213) durchfließt, wenn sich der erste Endlagenschalter (m1) in der ersten Stellung und der zweite Endlagenschalter (m2) in der zweiten Stellung befindet oder wenn sich der zweite Endlagenschalter (m2) in der ersten Stellung und der erste Endlagenschalter (m1) in der zweiten Stellung befindet, und dass die Überwachungsspannung (U_{sup}) einen Strom bewirkt, der den ersten Stromdetektor (211), nicht aber den zweiten Stromdetektor (213) durchfließt, wenn sich sowohl der erste als auch der zweite Endlagenschalter (m1, m2) in der zweiten Stellung befinden.

13. Eisenbahntechnische Anlage nach Anspruch 12, aufweisend:

einen oder mehrere Referenzwiderstände ($R_{ref,1}-R_{ref,4}$), die derart im Feldelement (12) und/oder in der Vorrichtung (20) zum Betrieb des Feldelements (12) angeordnet sind, dass sie Ströme durch die Anschlüsse (X1-X4) der Vierdraht-Schnittstelle des Feldelements (12), die durch die Überwachungsspannung (U_{sup}) bewirkt sind, beeinflussen,

wobei vorzugsweise mindestens zwei Referenzwiderstände ($R_{ref,1}-R_{ref,4}$) vorhanden sind, wobei mindestens einer der Referenzwiderstände ($R_{ref,1}-R_{ref,4}$) im Feldelement (12) angeordnet ist und mindestens einer der Referenzwiderstände ($R_{ref,1}-R_{ref,4}$) in der Vorrichtung (20) angeordnet ist,

wobei die Referenzwiderstände ($R_{ref,1}-R_{ref,4}$)

vorzugsweise den gleichen Widerstandswert aufweisen.

14. Eisenbahntechnische Anlage nach Anspruch 13,

5

wobei mindestens ein erster und zweiter Referenzwiderstand ($R_{ref,1}$, $R_{ref,2}$) vorhanden sind, wobei der erste Referenzwiderstand ($R_{ref,1}$) derart angeordnet ist, dass er von einem Strom durch den ersten Anschluss (X1) der Vierdraht-Schnittstelle durchflossen wird, und wobei der zweite Referenzwiderstand ($R_{ref,1}$) derart angeordnet ist, dass er von einem Strom durch den zweiten Anschluss (X2) der Vierdraht-Schnittstelle durchflossen wird,

10

15

wobei optional ausserdem ein dritter Referenzwiderstand ($R_{ref,4}$) vorhanden ist, wobei der dritte Referenzwiderstand ($R_{ref,4}$) derart angeordnet ist, dass er von einem Strom durch den vierten Anschluss (X4) der Vierdraht-Schnittstelle durchflossen wird,

20

wobei bevorzugt der erste und zweite Referenzwiderstand ($R_{ref,1}$, $R_{ref,2}$) im Feldelement (12) und der dritte Referenzwiderstand ($R_{ref,4}$) in der Überwachungseinrichtung (21) angeordnet ist.

25

15. Eisenbahntechnische Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das Feldelement (12) gemäss einem der Ansprüche 9 bis 11 ausgestaltet ist.

30

35

40

45

50

55

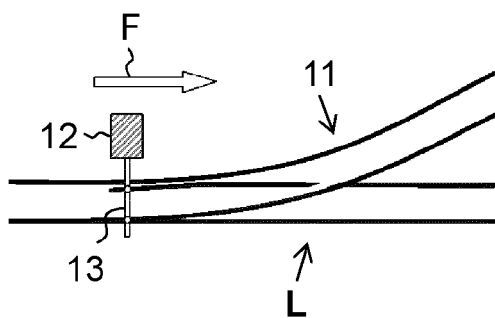


FIG. 1A
(Stand der Technik)

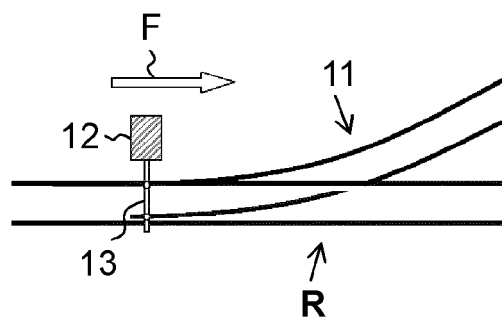


FIG. 1B
(Stand der Technik)

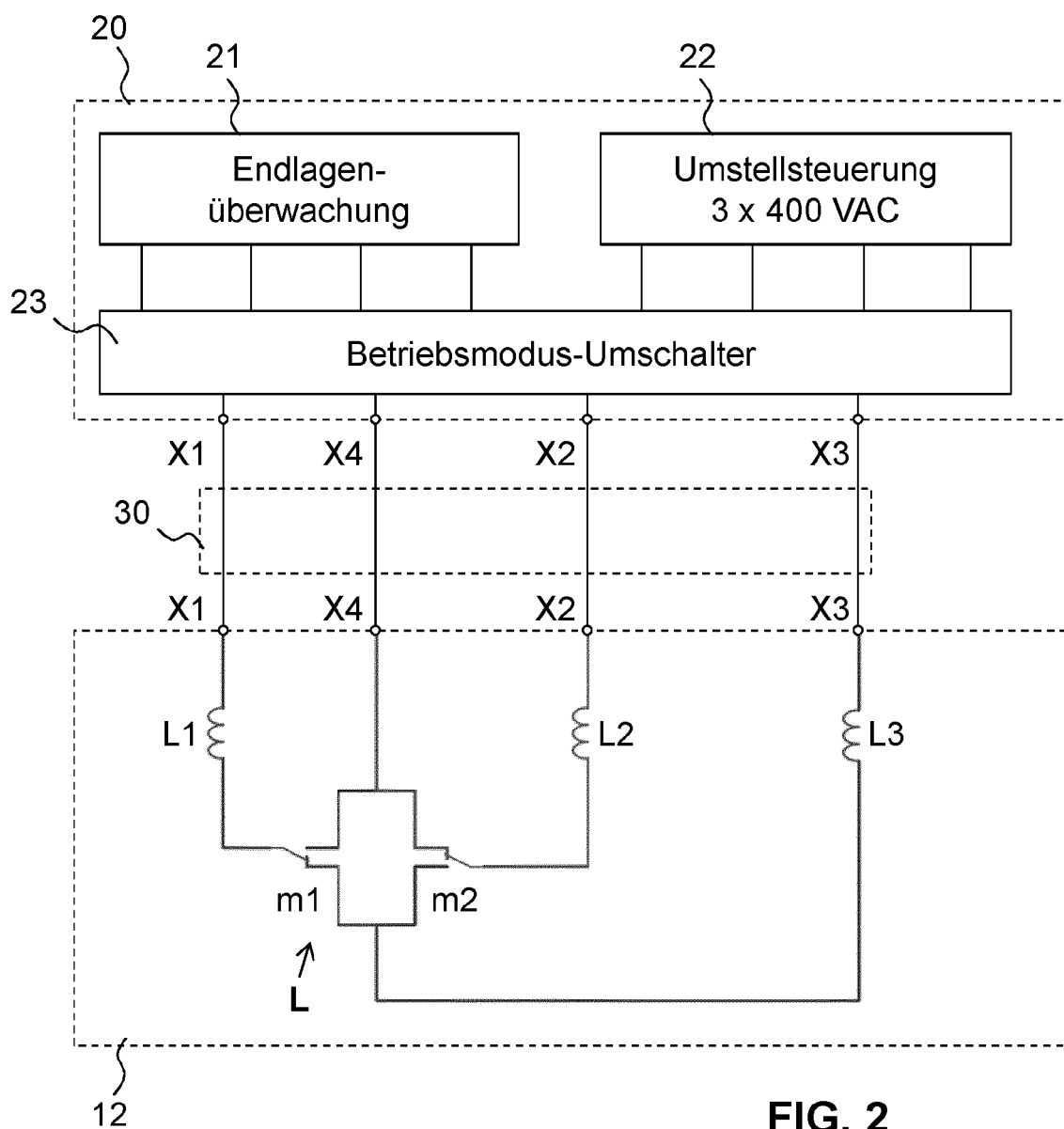


FIG. 2
(Stand der Technik)

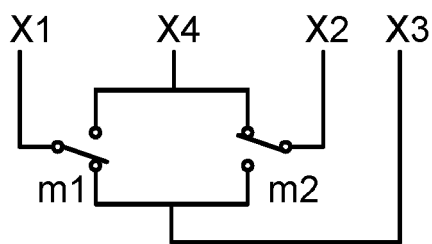


FIG. 3A
(Stand der Technik)

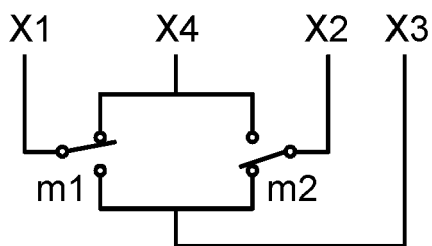


FIG. 3B
(Stand der Technik)

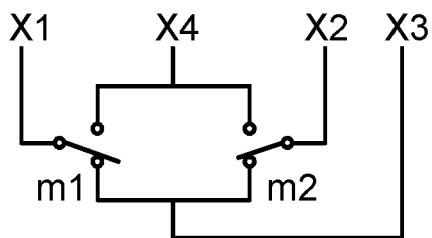


FIG. 3C
(Stand der Technik)

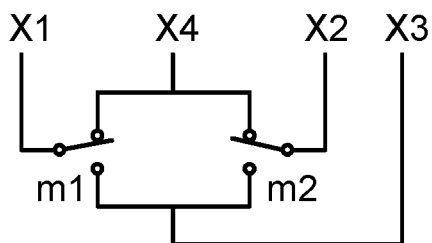


FIG. 3D
(Stand der Technik)

Linke Endlage

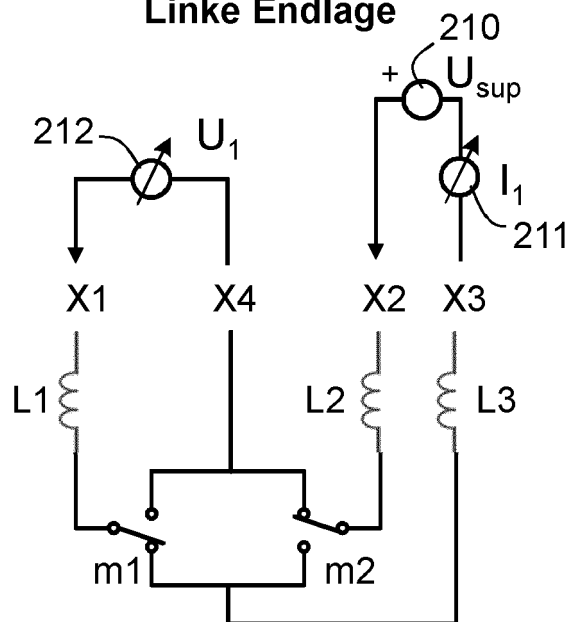


FIG. 4A
(Stand der Technik)

Rechte Endlage

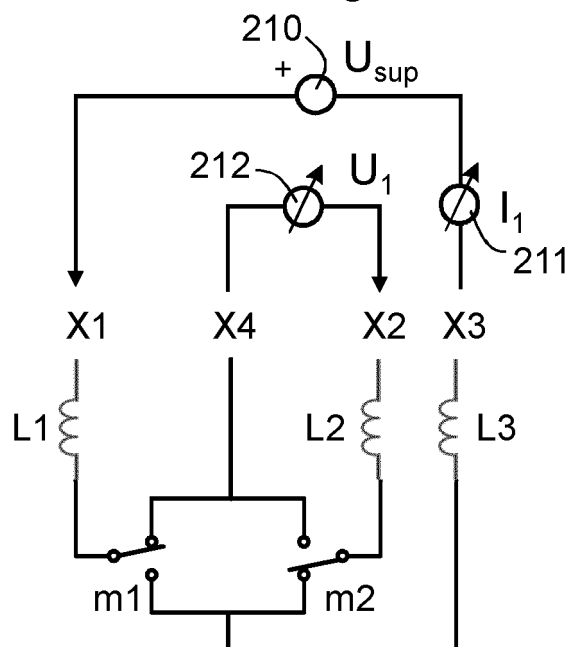


FIG. 4B
(Stand der Technik)

Linke Endlage

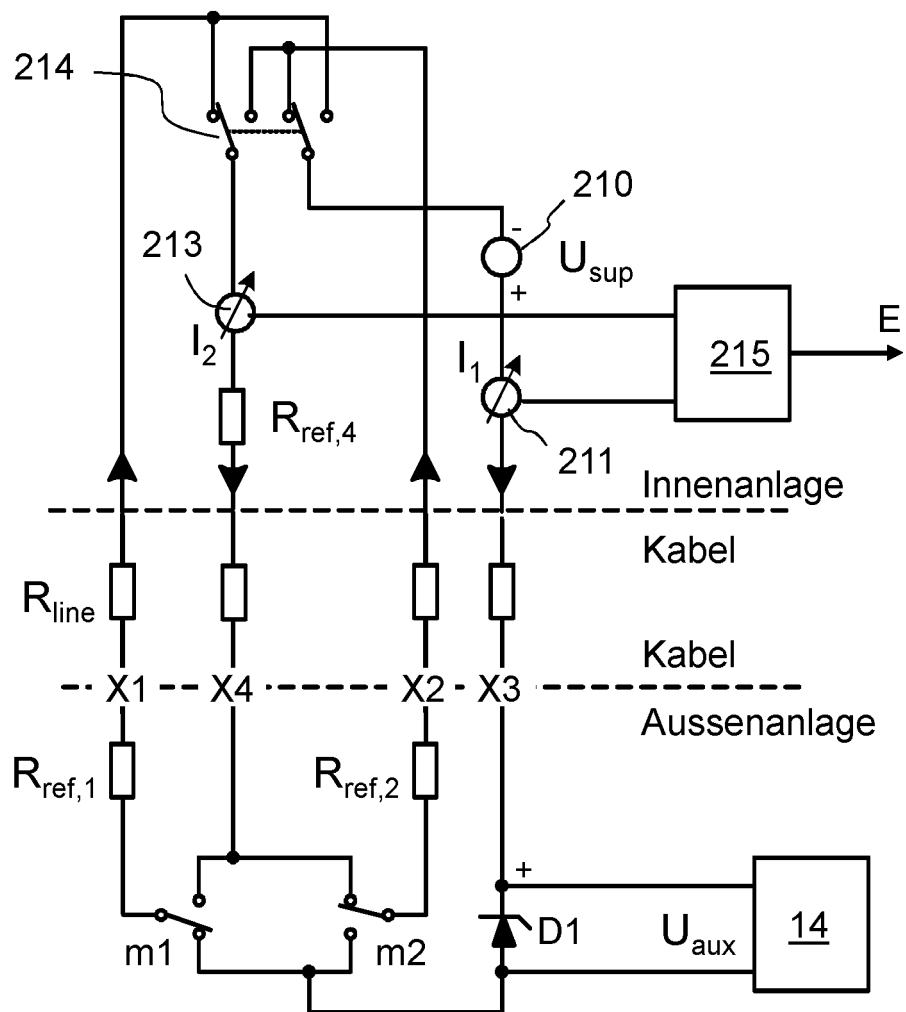


FIG. 5A

Rechte Endlage

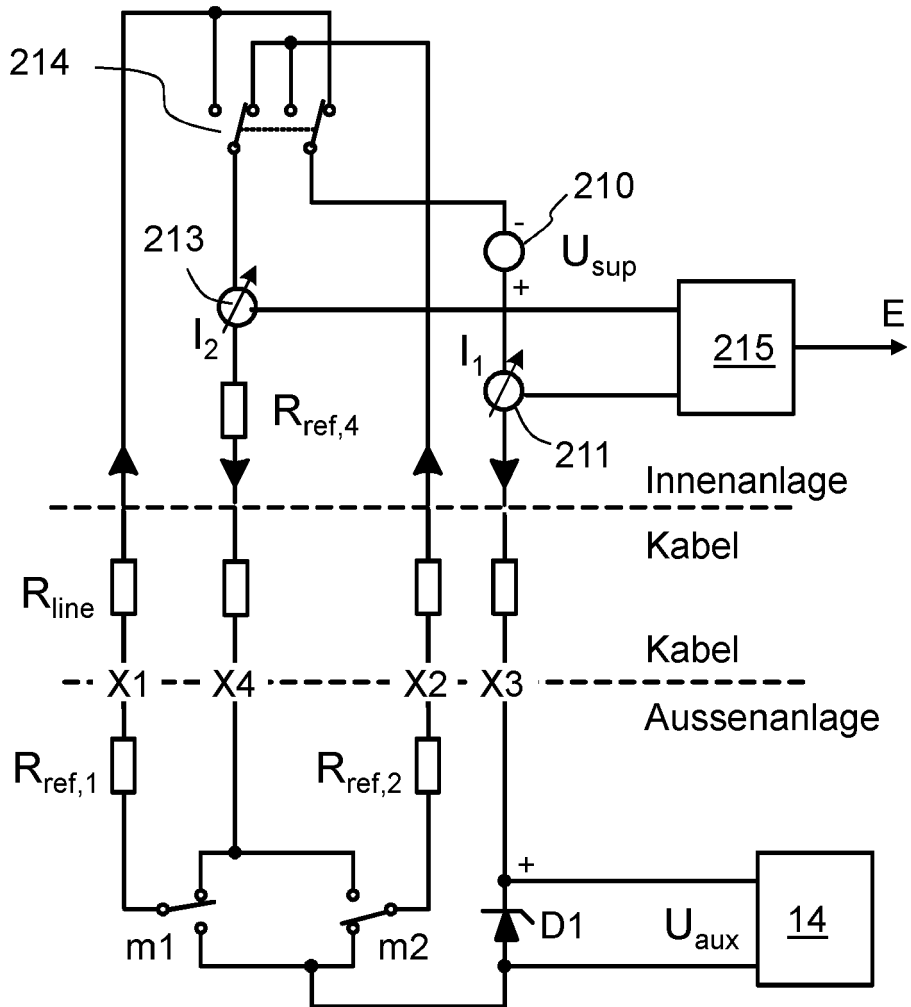


FIG. 5B

Aufgefahren ab linke Lage/
Transit nach links

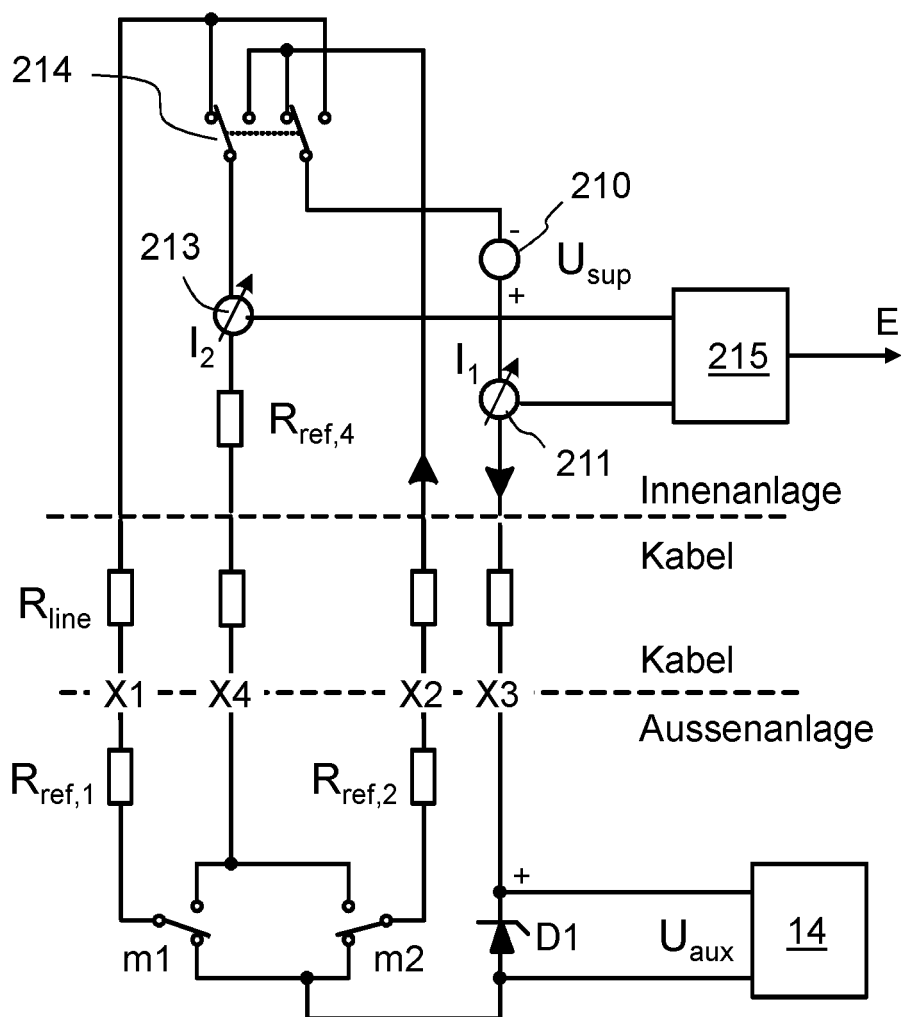


FIG. 5C

Aufgeschnitten ab rechte Lage/
Transit nach rechts

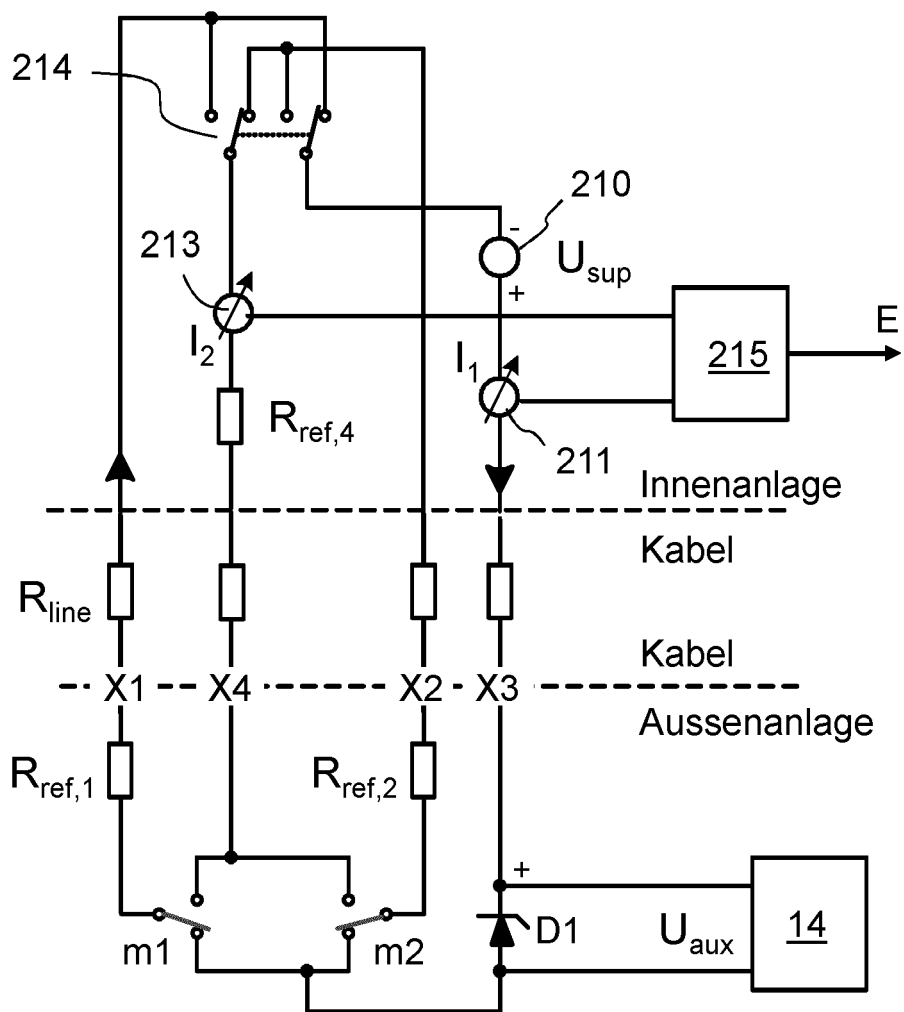


FIG. 5D

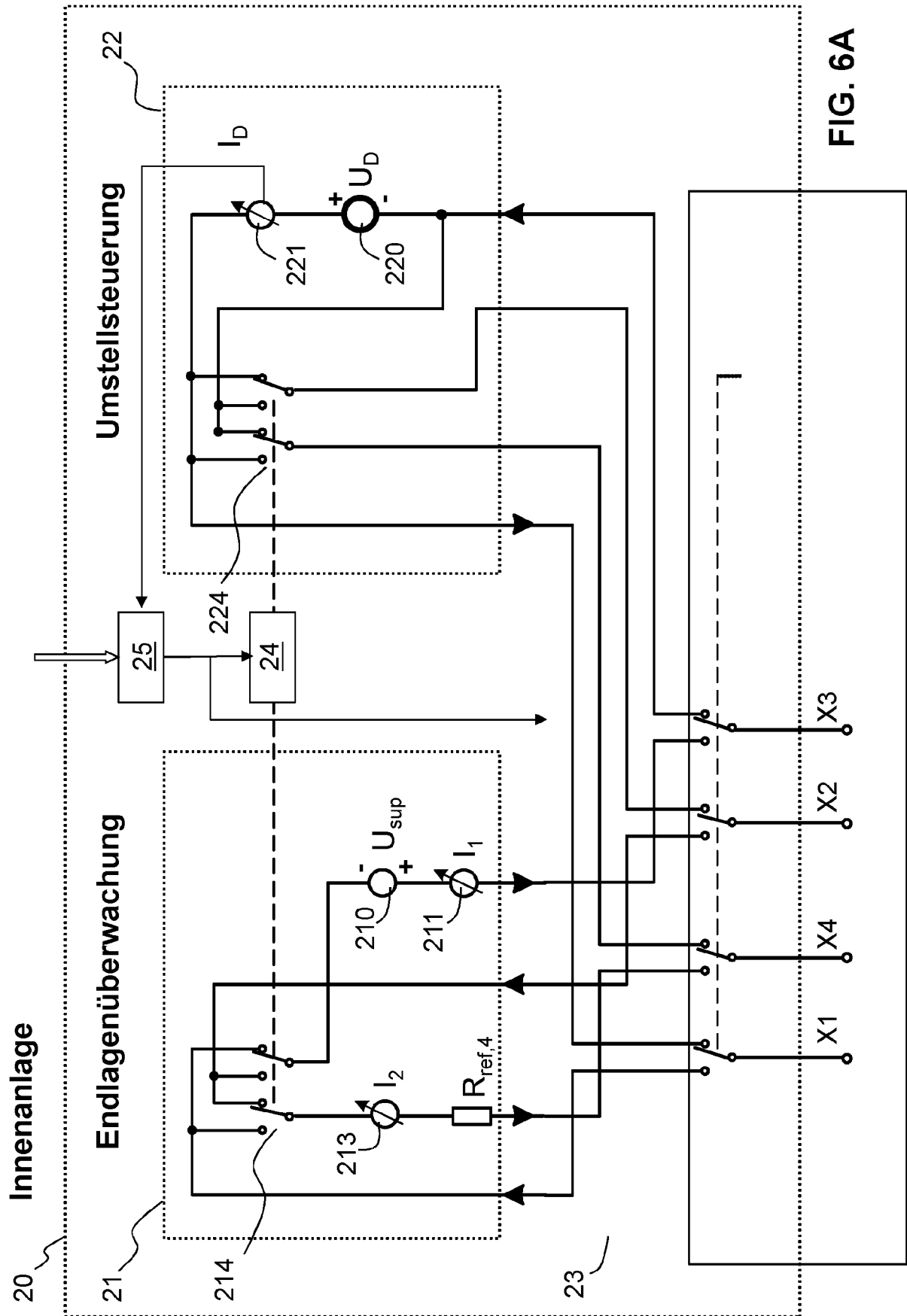


FIG. 6A

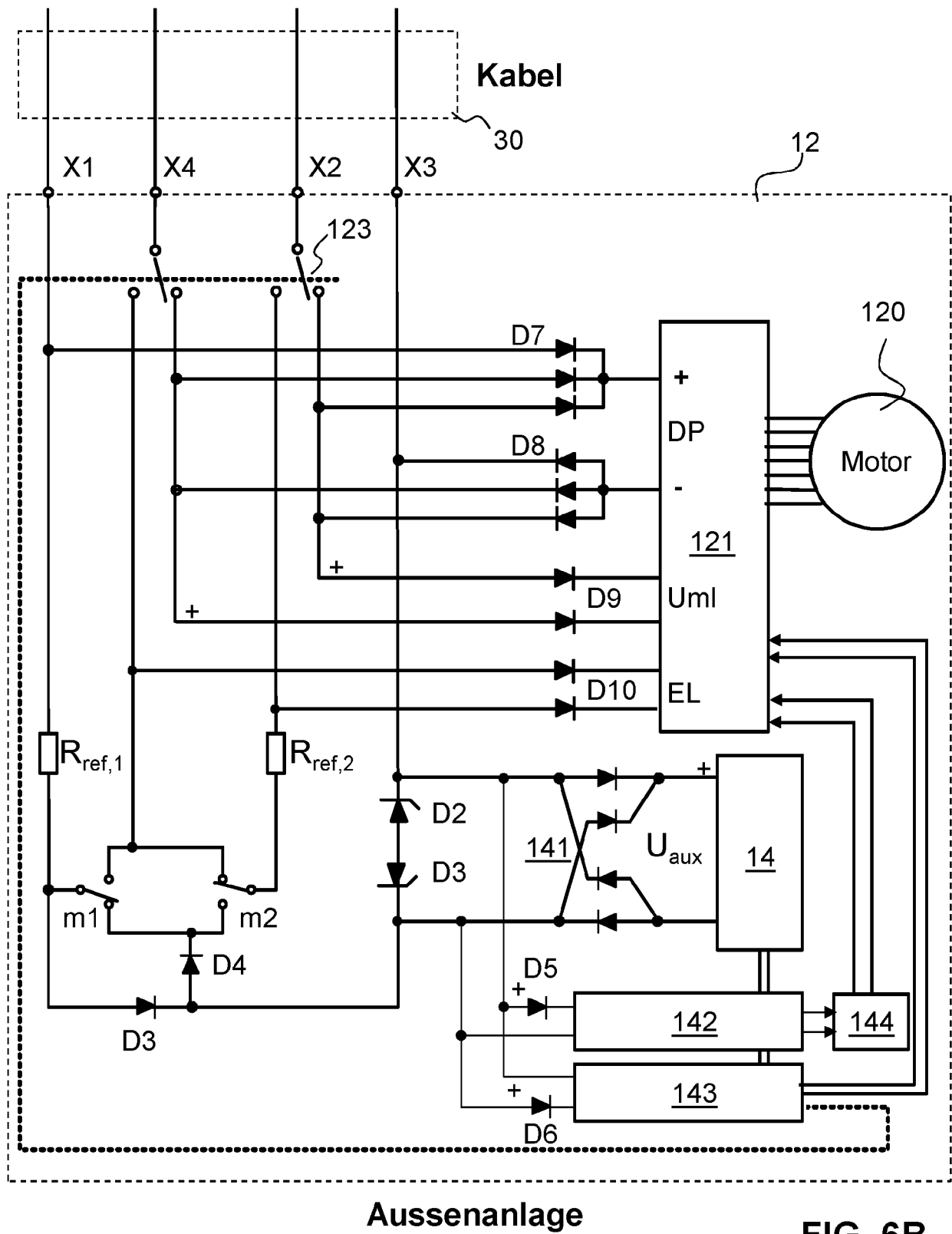


FIG. 6B



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 3470

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 3 643 579 A1 (THALES RAIL SIGNALLING SOLUTIONS AG [CH]) 29. April 2020 (2020-04-29) * das ganze Dokument *	1-15	INV. B61L5/06 B61L5/10 B61L7/08
X	DE 26 07 328 A1 (SIEMENS AG) 25. August 1977 (1977-08-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,8,9 *	1-4, 12-14	
Y		15	
A	* Seiten 3-4 *	6-8	
	* Seite 6, Zeile 29 - Seite 10, Zeile 6 *		
	* Seite 12, Zeile 10 - Seite 13, Zeile 15 *		
X	DE 37 15 478 C2 (LICENTIA GMBH [DE]) 16. Februar 1989 (1989-02-16) * Zusammenfassung; Abbildung *	1	
	* Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 5, Zeile 50 *		
X	GB 925 427 A (ASS ELECT IND) 8. Mai 1963 (1963-05-08) * Zusammenfassung; Abbildung *	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Seite 1, Zeile 14 - Seite 2, Zeile 96 *		B61L
X	EP 0 052 759 A2 (SIEMENS AG [DE]) 2. Juni 1982 (1982-06-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 *	9-11	
Y	* Seite 5, Zeile 1 - Seite 15, Zeile 6 *	15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. November 2022	Prüfer Robinson, Victoria
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Nummer der Anmeldung

EP 22 16 3470

5

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

10

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

15

- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

20

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

25

Siehe Ergänzungsblatt B

30

- ☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

35

- ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

- ☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

40

- ☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

45

50

- ☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).

55



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 3470

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-4 (vollständig); 6-8, 12-14 (teilweise)

**Vorrichtung zum Betrieb eines Feldelements mit einer
Überwachungseinrichtung**

2. Ansprüche: 5 (vollständig); 6-8, 12-14 (teilweise)

**Vorrichtung zum Betrieb eines Feldelements mit einer
Umstellsteuerung**

3. Ansprüche: 9-11, 15

Feldelement mit Element zur Erzeugung einer Hilfsspannung.

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 16 3470

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-11-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 3643579	A1	29-04-2020	KEINE
15	DE 2607328	A1	25-08-1977	AT 354516 B 10-01-1979 CH 605231 A5 29-09-1978 DE 2607328 A1 25-08-1977
	DE 3715478	C2	16-02-1989	KEINE
20	GB 925427	A	08-05-1963	KEINE
25	EP 0052759	A2	02-06-1982	AT 18745 T 15-04-1986 DE 3043661 A1 08-07-1982 EP 0052759 A2 02-06-1982 ZA 817991 B 27-10-1982
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3643579 A1 [0014] [0030]