

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
07. September 2023 (07.09.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2023/165902 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
H02H 9/00 (2006.01) G05B 19/042 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/054643

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Februar 2023 (24.02.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2022 105 194.3  
04. März 2022 (04.03.2022) DE

(71) Anmelder: ENDRESS+HAUSER SE GMBH+CO. KG  
[DE/DE]; Hauptstraße 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder: GERWIG, Simon; Hägiweg 3, 79650 Schopfheim (DE). STRITTMATTER, Christian; Im Schächle 14, 79736 Rickenbach (DE). KRETSCHMER, Lars; Tumringer Strasse 294A, 79539 Lörrach (DE). MUTTER, Christian; Am Rebhang 23/1, 79588 Huttingen (DE).

(74) Anwalt: LAUFER, Michael; Endress+Hauser Group Services, (Deutschland) AG+Co. KG, Colmarer Straße 6, 79576 Weil am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: ADAPTER FOR AN AUTOMATION FIELD DEVICE

(54) Bezeichnung: ADAPTER FÜR EIN FELDDERÄT DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

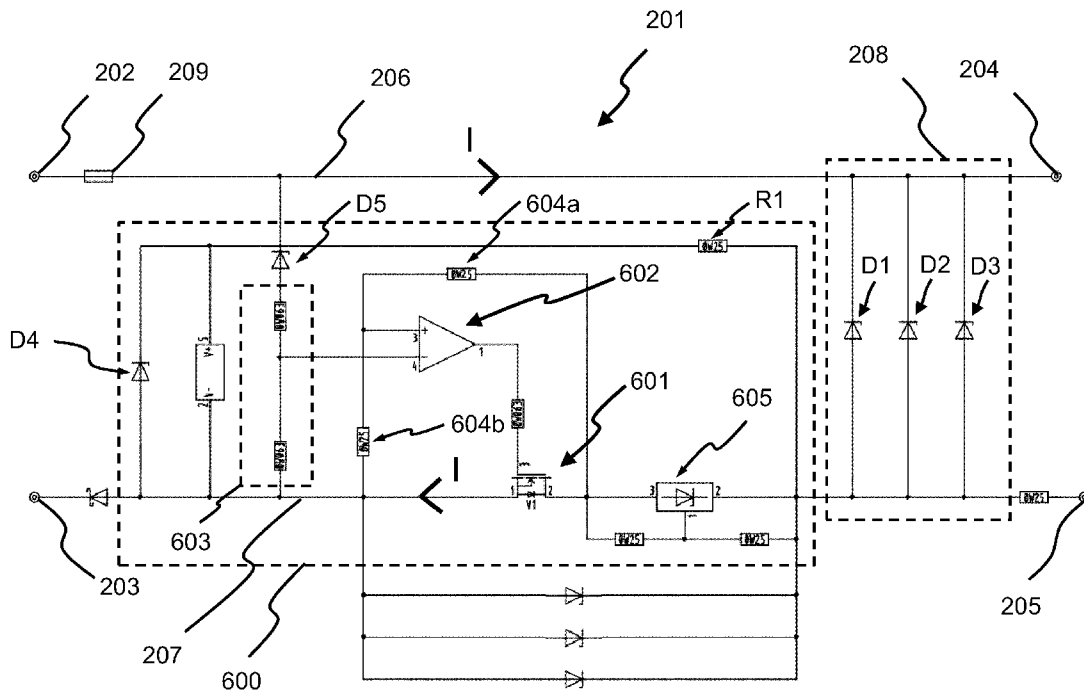


Fig. 2

(57) Abstract: Adapter for insertion into a two-wire line, comprising: an adapter housing (200); adapter electronics (201) which are disposed in the adapter housing and connect a first terminal element (202) to a third terminal element (204) through a first electrical connection line (206) and connect a second terminal element (203) to a fourth terminal element (205) through a second electrical connection line (207), wherein the adapter electronics also comprise an surge arrester (208) which is designed to limit a voltage applied between the third and fourth terminal elements to a first maximum value in the event of a fault, wherein the adapter electronics also comprise an overcurrent protection device (209) which is designed to prevent the loop current (I) from rising above a maximum current value in the event of a fault, and wherein the adapter electronics also comprise a circuit (600) which is designed, where no fault is



WO 2023/165902 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

present, to adjust a voltage applied to the surge arrestor, starting from a minimum input voltage, to a second maximum value which is smaller than the first maximum value.

**(57) Zusammenfassung:** Adapter zum Einbringen in eine Zweidrahtleitung aufweisend: ein Adaptergehäuse (200); eine in dem Adaptergehäuse angeordnete Adapterelektronik (201), die ein erstes Anschlusselement (202) mit einem dritten Anschlusselement (204) durch eine erste elektrische Verbindungsleitung (206) und ein zweites Anschlusselement (203) mit einem vierten Anschlusselement (205) durch eine zweite elektrische Verbindungsleitung (207) verbindet, wobei die Adapterelektronik ferner eine Überspannungsschutzeinrichtung (208) aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine zwischen dem dritten und vierten Anschlusselement anliegende Spannung im Fehlerfall auf einen ersten Maximalwert zu begrenzen, wobei die Adapterelektronik ferner eine Überstromschutzeinrichtung (209) aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen Anstieg des Schleifenstroms (I) im Fehlerfall über einen maximalen Stromwert zu verhindern, und wobei die Adapterelektronik ferner eine Schaltung (600) aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Nichtfehlerfall eine an der Überspannungsschutzeinrichtung anliegende Spannung, ab einer minimalen Eingangsspannung, auf einen im Verhältnis zu dem ersten Maximalwert kleineren zweiten Maximalwert zu regeln.

## Adapter für ein Feldgerät der Automatisierungstechnik

Die Erfindung bezieht sich auf einen Adapter zum Einbringen in eine Zweidrahtleitung zwischen ein Feldgerät der Automatisierungstechnik und einen nicht Ex-fähigen Speisetrenner, um das Feldgerät Ex-fähig, insb. Ex-ia-fähig zu machen sowie ein System der Automatisierungstechnik.

In der Automatisierungstechnik, insbesondere in der Prozessautomatisierungstechnik werden vielfach Feldgeräte eingesetzt, die zur Erfassung und/oder Beeinflussung von Prozessvariablen dienen. Zur Erfassung von Prozessvariablen dienen Sensoren, wie beispielsweise Füllstandsmessgeräte, Durchflussmessgeräte, Druck- und Temperaturmessgeräte, pH-Redoxpotentialmessgeräte, Leitfähigkeitsmessgeräte, usw., welche die entsprechenden Prozessvariablen Füllstand, Durchfluss, Druck, Temperatur, pH-Wert bzw. Leitfähigkeit erfassen. Zur Beeinflussung von Prozessvariablen dienen Aktoren, wie zum Beispiel Ventile oder Pumpen, über die der Durchfluss einer Flüssigkeit in einem Rohrleitungsabschnitt bzw. der Füllstand in einem Behälter geändert werden kann. Als Feldgeräte werden im Prinzip alle Geräte bezeichnet, die prozessnah eingesetzt werden und die prozessrelevanten Informationen liefern oder verarbeiten. Im Zusammenhang mit der Erfindung werden unter Feldgeräten also insbesondere auch Remote I/Os, Funkadapter bzw. allgemein Geräte verstanden, die auf der Feldebene angeordnet sind.

Eine Vielzahl solcher Feldgeräte wird von der Firma Endress + Hauser hergestellt und vertrieben.

Viele Feldgeräte sind als sogenannte 2-Leiter Versionen (auch als Zweileiterfeldgerät bezeichnet) erhältlich. Hierbei erfolgt die Energieversorgung des Feldgeräts über das gleiche Leitungspaar (Zweileiterdraht) über das auch die Kommunikation erfolgt.

Insbesondere in der Prozessindustrie aber auch der Automatisierungstechnik müssen physikalische oder technische Größen durch die Feldgeräte oftmals in Bereichen gemessen bzw. ermittelt werden, in denen potentiell Explosionsgefahr besteht, sogenannte explosionsgefährdete Bereiche. Durch geeignete Maßnahmen in den Feldgeräten und Auswertesystemen (wie z. B. Spannungs- und Strombegrenzung) kann die elektrische Energie in dem zu übermittelnden Signal so begrenzt werden, dass dieses Signal unter keinen Umständen (Kurzschluss, Unterbrechungen, thermische Effekte, ...) eine Explosion auslösen kann. Hierfür sind in der IEC EN DIN 60079-ff entsprechende Schutzprinzipien festgelegt worden.

Gemäß dieser Norm sind basierend auf den anzuwendenden Zündschutzarten konstruktive und schaltungstechnische Maßnahmen für die Feldgeräte zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen definiert. Einer dieser Zündschutzarten stellen die Zündschutzart „Eigensicherheit“ (Kennzeichnung Ex-i, IEC EN DIN 60079-11, veröffentlicht Juni 2012) dar.

Die Zündschutzart „Eigensicherheit“ basiert auf dem Prinzip der Strom- und Spannungsbegrenzung in einem Stromkreis. Die Energie des Stromkreises, die in der Lage sein könnte, eine explosionsfähige Atmosphäre zum Zünden zu bringen, wird dabei so begrenzt, dass weder durch Funken noch durch unzulässige Erwärmung der elektrischen Bauteile die Zündung der umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre stattfinden kann.

Die Zündschutzart „Eigensicherheit“ definiert dabei drei Schutzniveaus: Ex-ia, Ex-ib und Ex-ic. Dabei ist mit Niveau a das höchste Niveau definiert, bei welchem zwei zählbare Fehler in ihrer Kombination nicht zu einer Fehlfunktion führen und somit eine Zündung hervorrufen dürfen (2-Fehler-Sicherheit). Das Niveau b definiert, dass ein zählbarer Fehler nicht zu einer Fehlfunktion führen und somit eine Zündung hervorrufen dürfen (1-Fehler-Sicherheit). Bei dem Niveau c ist entsprechend keine Fehlersicherheit definiert, sodass bei einer Fehlfunktion bereits eine Zündung hervorgerufen werden kann (0-Fehler-Sicherheit).

Um das Schutzniveau Ex-ia zu erreichen, ist es heute notwendig, dass ein sogenannter Ex-Speisetrenner eingesetzt wird, über den ein Eingangsstrom und eine Eingangsspannung, die an den beiden Anschlussklemmen eines Feldgerätes anliegt, begrenzt werden, z.B. auf eine Eingangsspannung kleiner 35 V und eine maximale Leistung von kleiner 0,8 W.

Allerdings gibt es eine Vielzahl von bereits bestehenden Installationen in Automatisierungsanlagen, bei denen die Feldgeräte ohne einen Ex-Speisetrenner betrieben werden. Derartige Feldgeräte müssen dann der Zündschutzart der Vergusskapselung Ex-m oder der Zündschutzart der druckfesten Kapselung Ex-d entsprechen.

Zur Erfüllung der Zündschutzart Ex-m sind somit die Teile des Feldgerätes, die eine explosionsfähige Atmosphäre durch Funken oder durch Erwärmung zünden könnten, so in eine Vergussmasse einzubetten, dass die explosionsfähige Atmosphäre nicht entzündet werden kann. Dies geschieht durch allseitiges Vergießen der Bauteile mit einer gegen physikalische - insbesondere elektrische, thermische und mechanische - sowie chemische Einflüsse resistenten Vergussmasse.

Zur Erfüllung der Zündschutzart Ex-d sind die Teile des Feldgerätes, die eine explosionsfähige Atmosphäre zünden können, so in einem Gehäuse anzuordnen, dass bei der Explosion eines explosionsfähigen Gemisches im Innern das Gehäuse dem Explosionsdruck sicher standhält und eine Übertragung der Explosion auf die das Gehäuse umgebende explosionsfähige Atmosphäre verhindert wird.

Derartige Feldgeräte benötigen keinen speziell ausgebildeten Ex-Speisetrenner, sondern können mit einem herkömmlichen Speisetrenner betrieben werden. Wenn nun in solchen bestehenden

Installationen ein neues Feldgerät eingesetzt werden soll, welches nicht entsprechend den Anforderungen an Ex-d und/oder Ex-m ausgebildet ist, bedarf es einer Umstellung auf einen speziell ausgebildeten Speisetrenner. Diese Umstellung bedeutet einen erhöhten Aufwand bei der Installation eines (neuen) Feldgerätes, um die Anforderungen an Ex-i zu erzielen.

5

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit aufzuzeigen, wie ein Feldgerät mit dem Schutzniveau Ex-ia entsprechen kann ohne, dass es einer Umstellung auf einen speziell ausgebildeten Speisetrenner in der bestehenden Installation bedarf..

10

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch den Adapter gemäß Patentanspruch 1 sowie dem System der Automatisierungstechnik gemäß Patentanspruch 12.

Der erfindungsgemäße Adapter zum Einbringen in eine Zweidrahtleitung zwischen ein Feldgerät der Automatisierungstechnik und einen nicht Ex-fähigen Speisetrenner, um das Feldgerät Ex-fähig, insb.

15

Ex-ia-fähig zu machen, umfasst:

- ein Adaptergehäuse mit einem ersten und einem zweiten Anschlusselement zum Anschließen einer ersten Zweidrahtleitung, über die der Adapter mit dem Speisetrenner verbindbar ist und mit einem dritten und vierten Anschlusselement zum Anschließen einer zweiten Zweidrahtleitung, über die der Adapter mit dem Feldgerät verbindbar ist;
- eine in dem Adaptergehäuse angeordnete Adapterelektronik, die das erste Anschlusselement mit dem dritten Anschlusselement durch eine erste elektrische Verbindungsleitung und das zweite Anschlusselement mit dem vierten Anschlusselement durch eine zweite elektrische Verbindungsleitung verbindet, so dass die erste Verbindungsleitung ein von dem Speisetrenner kommenden Schleifenstrom von dem ersten Anschlusselement zu dem an dem dritten Anschlusselement anschließbaren Feldgerät leitet und die zweite Verbindungsleitung den von dem Feldgerät kommenden Schleifenstrom über das vierte Anschlusselement zu dem zweiten Anschlusselement zurück an den Speisetrenner leitet, wobei die Adapterelektronik ferner eine Überspannungsschutzeinrichtung aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine zwischen dem dritten und vierten Anschlusselement anliegende Spannung im Fehlerfall auf einen ersten Maximalwert zu begrenzen, wobei die Adapterelektronik ferner eine Überstromschutzeinrichtung aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen Anstieg des Schleifenstroms im Fehlerfall über einen maximalen Stromwert zu verhindern, so dass eine an das Feldgerät abzugebende Leistung begrenzt ist, und wobei die Adapterelektronik ferner eine Schaltung aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Nichtfehlerfall eine an der Überspannungsschutzeinrichtung anliegende Spannung, ab einer minimalen Eingangsspannung, die zwischen dem ersten und zweiten Anschlusselement anliegt, auf einen im Verhältnis zu dem ersten Maximalwert kleineren zweiten Maximalwert zu regeln.

35

Erfindungsgemäß wird ein Adapter vorgeschlagen, bei dem ab einer definierten Eingangsspannung an den Anschlussklemmen, über die der Adapter mit einem Speisetrenner verbunden ist, die Spannung über einer Überspannungsschutzeinrichtung mit Hilfe einer Schaltung, insbesondere einer Halbleiterschaltung, auf eine bestimmte Maximalspannung begrenzt bzw. geregelt wird.

5

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Adapters sieht vor, dass die zwischen dem ersten und zweiten Anschlusselement anliegende minimale Eingangsspannung größer 3 Volt, vorzugsweise größer 5 Volt, besonders bevorzugt größer 10 Volt ist, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 10-15 Volt liegt.

10

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Adapters sieht vor, dass der zweite Maximalwert im Bereich von 5 bis 25 Volt, bevorzugt im Bereich von 7 Volt bis 25 Volt, besonders bevorzugt im Bereich von 12 bis 25 Volt, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 17 bis 22 Volt liegt.

15

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Adapters sieht vor, dass die Überspannungsschutzeinrichtung zumindest drei Zener-Dioden aufweist, die parallel zu dem dritten und vierten Anschlusselement geschaltet sind, wobei eine Kathode der Zener-Dioden jeweils mit der ersten Verbindungsleitung und eine Anode der Zener-Dioden jeweils mit der zweiten Verbindungsleitung verbunden sind. Insbesondere kann die Ausgestaltung vorsehen, dass die Zener-Dioden so gewählt sind, dass eine Z-Spannung im Bereich von 10-20 V liegt, vorzugsweise ca. 16 V beträgt.

20

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Adapters sieht vor, dass die Schaltung ein spannungsgesteuertes Schaltelement, insb. einen Feldeffekttransistor, zum Einstellen eines Spannungsabfalls aufweist, welches derartig in der ersten und/oder zweiten Verbindungsleitung angeordnet ist, dass das Schaltelement als Spannungsteiler zu einem an dem dritten und vierten Anschlusselement anschließbaren Feldgerät dient.

25

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Adapters sieht vor, dass die Schaltung ferner einen Operationsverstärker, einen Spannungsteiler sowie eine Feedbackschleife umfasst, wobei der Operationsverstärker dazu eingerichtet ist, das Schaltelement zu regeln, wobei der Spannungsteiler vorzugsweise dazu eingerichtet ist, einen negativen Eingang des Operationsverstärkers durch einen Zwischenabgriff in Abhängigkeit einer zwischen dem ersten und zweiten Anschlusselement anliegenden Eingangsspannung anzusteuern und/oder die Feedbackschleife vorzugsweise dazu dient, einen durch das Schaltelement erzeugten Spannungsabfall an einen positiven Eingang des Operationsverstärkers zurückzuführen.

30

35

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Adapters sieht vor, dass der Spannungsteiler zwischen die erste und die zweite Verbindungsleitung eingebracht ist und vorzugsweise als hochohmiger Spannungsteiler ausgeführt ist, so dass ein Querstrom durch den Spannungsteiler nicht größer als 20  $\mu\text{A}$ , bevorzugt nicht größer als 10  $\mu\text{A}$ , ganz besonders bevorzugt nicht größer als 5  $\mu\text{A}$  ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Adapters sieht vor, dass die Adapterelektronik ferner eine Spannungsregelungsseinheit zur Spannungsversorgung des Operationsverstärkers aufweist, die vorzugsweise derartig in die erste und/oder zweite Verbindungsleitung eingebracht ist, dass die Spannungsregelungseinheit in Reihe zu einem an dem dritten und vierten Anschlusselement anschließbaren Feldgerät geschaltet ist, so dass es zu keinem Parallelstrom zwischen der ersten und der zweiten Verbindungsleitung kommt. Insbesondere kann die Ausgestaltung vorsehen, dass die Spannungsregelungseinheit eine Diode, eine weitere Zener-Diode, einen weiteren Widerstand und/oder eine spannungsstabilisierende Schaltung, insb. eine Referenzspannungsschaltung oder einen Spannungsregler umfasst und/oder die Adapterelektronik ferner eine weitere Zener-Diode aufweist, die derartig ausgebildet ist, dass diese parallel zu der Spannungsregelungseinheit geschaltet ist, um eine Betriebsspannung für den Operationsverstärker auf einen maximalen Wert zu begrenzen und/oder die Adapterelektronik eine Vorwiderstand aufweist, der zum Schutz des Operationsverstärkers und/oder der Zener-Diode vor die Zener-Diode geschaltet ist.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein System der Automatisierungstechnik umfassend einen nicht Ex-i fähigen Speisetrenner, ein Feldgerät der Automatisierungstechnik, welches derartig ausgebildet ist, dass es die Anforderungen der Zündschutzart der Eigensicherheit Ex-i erfüllt und einen Adapter nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Adapter an dem ersten und zweiten Anschlusselement mittels einer Zweidrahtleitung mit dem nicht Ex-i fähigen Speisetrenner und an dem dritten und vierten Anschlusselement mittels einer weiteren Zweidrahtleitung mit dem Feldgerät verbunden ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems der Automatisierungstechnik und des Adapters sieht vor, dass das Feldgerät ferner dazu eingerichtet ist, den durch den Spannungsteiler hervorgerufenen Querstrom beim Übertragen von Mess- und/oder Stellwerten mittels des Schleifenstromes zu kompensieren.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: eine Anordnung umfassend einen erfindungsgemäßen Adapter, ein Feldgerät der Automatisierungstechnik und einen Speisetrenner, und

Fig. 2: eine erfindungsgemäße Adapterelektronik im Detail.

Figur 1 zeigt eine Anordnung, wie sie üblicherweise in einer Automatisierungsanlage zu finden ist. Hierbei ist ein Speisetrenner 100 über eine Zweidrahtleitung mit einem Feldgerät 300 verbunden. Über die Zweidrahtleitung können Mess- und/oder Stellwerte zwischen dem Feldgerät 300 und einer  
5 in Fig. 1 nicht gesondert dargestellten übergeordneten Einheit, bspw. einer Speicherprogrammierbaren Steuerung (kurz SPS) übertragen werden. Beispielsweise können die Mess- und/oder Stellwerte analog in Form eines 4-20 mA Stromsignals zwischen dem Feldgerät und der übergeordneten Einheit übertragen werden.

10 Bei dem Speisetrenner 100 handelt es sich um einen nicht Ex-fähigen, d.h. einen nicht für den Einsatz in einem explosionsgefährdeten Bereich zugelassenen/geeigneten Speisetrenner, wie er bspw. in einer bereits bestehenden Installation in einer Automatisierungsanlage zu finden ist, in der Ex-d Geräte und/oder Ex-m Geräte eingesetzt werden bzw. vorhanden sind.

15 Bei dem Feldgerät 300 kann es sich um ein Feldgerät 300 handeln, welches derartig ausgelegt ist, dass es den Anforderungen der Zündschutzart der Vergusskapselung Ex-m oder der Zündschutzart der druckfesten Kapselung Ex-d genügt. Beispielsweise können Teile des Feldgerätes 300, die eine explosionsfähige Atmosphäre durch Funken oder durch Erwärmung zünden können, in eine Vergussmasse eingebettet sein, so dass die explosionsfähige Atmosphäre nicht entzündet werden  
20 kann und das Feldgerät Ex-m fähig ist. Alternativ können Teile des Feldgerätes 300, die eine explosionsfähige Atmosphäre zünden können, so in einem Gehäuse angeordnet sein, dass bei der Explosion eines explosionsfähigen Gemisches im Innern, das Gehäuse dem Explosionsdruck sicher standhält und eine Übertragung der Explosion auf die das Gehäuse umgebende explosionsfähige Atmosphäre verhindert wird und das Feldgerät Ex-d fähig ist.

25 Um die Anforderungen des Schutzniveaus Ex-ia der Zündschutzart „Eigensicherheit“ zu erfüllen, ist ein erfindungsgemäßer Adapter derartig in die Zweidrahtleitung eingebracht, dass der Adapter 200 zwischen dem nicht Ex-fähigen Speisetrenner und dem Feldgerät 300 angeordnet ist. Der Adapter 200 umfasst ein Adaptergehäuse 200 und eine in dem Adaptergehäuse 200 angeordnete  
30 Adapterelektronik 201 mit vier Anschlussklemmen 202, 203, 204, 205 zum Anschließen der Zweidrahtleitung.

Fig. 2 zeigt eine Adapterelektronik 201 im Detail. Die Adapterelektronik 201 umfasst eine erste und eine zweite Anschlussklemme 202, 203, die dazu dienen, jeweils eine Ader der ersten  
35 Zweidrahtleitung 400, die von dem Speisetrenner kommt, anzuschließen und eine dritte und eine vierte Anschlussklemme 204, 205, die dazu dienen, jeweils eine Ader der zweiten Zweidrahtleitung 500, die zu dem Feldgerät 300 führt anzuschließen. Ferner umfasst die Adapterelektronik 201 eine erste Leitung 206 (im Folgenden auch plus-Leitung genannt), die die erste Anschlussklemme 202 mit der dritten Anschlussklemme 204 verbindet, sowie eine zweite Leitung 207 (im Folgenden auch

minus-Leitung genannt), die die zweite Anschlussklemme 203 mit der vierten Anschlussklemme 205 verbindet.

Um im Fehlerfall eine Spannung an der dritten und vierten Anschlussklemme 204, 205, zu  
5 begrenzen, sind mehrere, vorzugsweise drei Zener-Dioden D1, D2, D3 parallel zu den  
Anschlussklemmen geschaltet. Die Zener-Dioden D1, D2, D3 sind dabei derartig verschaltet, dass  
eine Kathode der Zener-Dioden mit der plus-Leitung und eine Anode mit der minus-Leitung  
verbunden ist, so dass eine Z-Spannung der Zener-Dioden über der dritten und vierten  
10 Anschlussklemme 204, 205 anliegt und somit eine Ausgangsspannung des Adapters für das  
nachgeschaltete Feldgerät 300 im fehlerbehafteten Betrieb (Ex-Schutz-Maßnahme) definiert. Die  
Zener-Dioden D1, D2, D3 sind so gewählt, dass die Z-Spannung im Bereich von 10-20 V liegt,  
vorzugsweise ca. 16 V beträgt.

Um im Fehlerfall einen Strom, der von der dritten Anschlussklemme 204 zu dem Feldgerät 300 und  
15 über die vierte Anschlussklemme 204 wieder zurückfließt, zu begrenzen, ist eine  
Überstromschutzeinrichtung 209, bspw. in Form einer Schmelzsicherung, in die plus-Leitung  
eingebracht. Die Überstromschutzeinrichtung 209 ist in Kombination mit der Z-Spannung der Zener-  
Dioden D1, D2, D3 derartig ausgelegt, dass eine Leistung, die dem an der dritten und vierten  
20 Anschlussklemme 204, 205 angeschlossenen Feldgerät zur Verfügung gestellt wird, auf einen  
maximalen Wert (Ex-Leistung) begrenzt wird. Beispielsweise kann die Überstromschutzeinrichtung  
209 dazu ausgelegt sein, einen Anstieg des Stromes über einen maximalen Stromwert von 32mA zu  
verhindern. Somit wird in dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel, eine an der dritten und vierten  
Anschlussklemme zur Verfügung gestellte Ex-Leistung auf 870 mW ( $= 32\text{mA} * 16\text{V} * 1,7$ ) begrenzt,  
wobei der Faktor 1,7 ein Sicherheitsfaktor gemäß der Norm DIN EN 60079-11 darstellt.

25 Damit die Zener-Dioden D1, D2, D3 in dem Fall, dass an der ersten und zweiten Anschlussklemme  
202, 203 eine Eingangsspannung anliegt, die größer als die Z-Spannung der Dioden D1, D2, D3 ist,  
nicht leitend sind bzw. werden, weist die Adapterelektronik 201 erfindungsgemäß ein Schaltung 600  
auf, die dazu ausgebildet ist, einen Spannungsabfall über den Zener-Dioden D1, D2, D3 zu regeln  
30 bzw. zu begrenzen.

Hierzu umfasst die Schaltung 600 ein spannungsgesteuertes Schaltelement 601 zum Einstellen  
eines Spannungsabfalls, wobei das Schaltelement 601 derartig in der ersten und/oder zweiten  
Leitung 206, 207 angeordnet ist, dass das Schaltelement 601 als Spannungsteiler zu einem an den  
35 dritten und vierten Anschlussklemmen 204, 205 angeschlossenen Feldgerät 300 dient. Bei dem  
Schaltelement 601 kann es sich um einen Transistor, insb. einen Feldeffekttransistor, insb. einen n-  
Kanal Feldeffekttransistor handeln.

Um das Schaltelement 601 entsprechend zu regeln, umfasst die Schaltung 600 ferner einen Operationsverstärker 602, einen Spannungsteiler 603 sowie eine Feedbackschleife 604a, 604b. Der Spannungsteiler 603 dient dazu, einen negativen Eingang des Operationsverstärkers 602 anzusteuern. Hierzu ist der Spannungsteiler 603 zwischen die plus- und minus-Leitung 206, 207  
5 eingebracht und vorzugsweise als hochohmiger Spannungsteiler ausgeführt. Hochohmig bedeutet hierbei, dass ein Querstrom, der durch den Spannungsteiler fließt nicht größer als  $20\ \mu\text{A}$ , insbesondere nicht größer als  $10\ \mu\text{A}$ , ganz besonders nicht größer als  $5\ \mu\text{A}$  ist. Der Spannungsteiler 603 ist vorzugsweise in dem Verhältnis 1:10 ausgebildet, z.B. kann ein erster Widerstand, der mit der plus-Leitung verbunden ist, 1 Megaohm und der zweite Widerstand, der zu minus-Leitung  
10 verbunden ist, 100 Kiloohm aufweisen.

In die Querleitung des Spannungsteilers 603 ist ferner eine weitere Zener-Diode D5 eingebracht, deren Kathode vorzugsweise mit der plus-Leitung 206 und deren Anode vorzugsweise mit der minus-Leitung 207 verbunden ist. Die weitere Zener-Diode D5 ist derartig dimensioniert, dass eine  
15 Z-Spannung nicht größer als die Z-Spannung der anderen Zener-Dioden D1, D2, D3 ist. Beispielsweise kann die weitere Zener-Diode D5 eine Z-Spannung von ca. 13 V aufweisen. Über die Z-Spannung der weiteren Zener-Diode wird eine Ausgangsspannung des Adapters bzw. eine Eingangsspannung für das Feldgerät im fehlerfreien Betrieb definiert/festgelegt, sobald die Z Spannung erreicht bzw. überschritten ist.  
20

Die Feedbackschleife 604a, 604b umfasst einen aus zwei Widerständen 604a und 604b ausgebildeten Spannungsteiler, wobei der Spannungsteiler parallel zu dem Schaltelement 601 geschaltet ist, so dass ein durch das Schaltelement 601 erzeugter Spannungsabfall über dem Spannungsteiler anliegt und ein positiver Eingang des Operationsverstärkers 602 mit einem  
25 Mittelabgriff des Spannungsteilers verbunden ist. Der Spannungsteiler kann im Verhältnis 1:10 ausgebildet sein, bei dem der Widerstand mit dem höheren Wert am höheren Spannungspotential ansetzt. Beispielsweise kann der Spannungsteiler aus einem 100 Kiloohm und einem 10 Kiloohm Widerstand ausgebildet sein. Durch die Feedbackschleife 604a, 604b wird der Operationsverstärker 602 derartig angesteuert, dass dieser an seinem Ausgang solange schließt, bis der Spannungsabfall  
30 über dem Schaltelement 601 so groß ist, dass die über den Spannungsteiler am positiven Eingang des Operationsverstärkers 602 anliegende Spannung in etwa der Spannung am negativen Eingang des Operationsverstärkers 602 entspricht.

Zur Versorgung des Operationsverstärkers 602 kann die Adapterelektronik eine  
35 Spannungsregelungseinheit 605 aufweisen, die vorzugsweise derartig in die erste und/oder zweite Leitung 206, 207 eingebracht ist, dass diese in Reihe zu einem an der dritten und vierten Anschlussklemme 204, 205 angeschlossenen Feldgerät 300 geschaltet ist. Dies bietet den Vorteil, dass es zu keinem Parallelstrom zu der dritten und vierten Anschlussklemme kommt, so dass eine Beeinflussung des 4 – 20 mA Stromes vermieden werden kann. Die Spannungsregelungseinheit

605 kann bspw. eine Diode, eine weitere Zener-Diode, einen weiteren Widerstand und/oder eine Referenzspannungsschaltung aufweisen. Die Adapterelektronik kann ferner eine weitere Zener-Diode D4 umfassen, die derartig ausgebildet ist, dass diese parallel zu der Spannungsregelungseinheit 605 geschaltet ist, und eine Betriebsspannung für den Operationsverstärker auf einen maximalen Wert, z.B. 2 V, begrenzt. Ferner kann die Adapterelektronik 201 einen Vorwiderstand R1 aufweisen, der zum Schutz des Operationsverstärkers 602 und/oder der weiteren Zener-Diode D4 vor diese geschaltet ist.

Eine derartig ausgebildete Adapterelektronik 201 sorgt dafür, dass bei einer von dem Speisetrenner 100 bereitgestellten Eingangsspannung an der ersten und zweiten Anschlussklemme 202, 203, die kleiner als die Diodenspannung/Z-Spannung der Zener-Diode D1 ist, z.B. 12V, die Zener-Diode D1 noch keinen Strom fließen lässt und somit der negativ-Eingang vom Operationsverstärker 602 auf „low“ und der positive-Eingang auf „high“ ist, so dass auch der Ausgang des Operationsverstärkers 602 auf „high“ geht. Dies führt dazu, dass das Schaltelement 602 leitend wird und nahezu die komplette Spannung über der dritten und vierten Anschlussklemme 204, 205 für das Feldgerät 300 zur Verfügung steht.

Bei einer höheren Eingangsspannung an der ersten und zweiten Anschlussklemme 202, 203, z.B. 30 V, sorgt die Adapterelektronik 201 dafür, dass die weitere Zener-Diode D5 einen Strom fließen lässt und somit der negative Eingang vom Operationsverstärker 602 auf einem definierten Spannungswert liegt. Der Spannungswert wird über den Spannungsteiler 603 eingestellt. Diese Spannung ist nun abhängig von der Eingangsspannung an der ersten und zweiten Anschlussklemme 202, 203. Sobald die Eingangsspannung über die Diodenspannung von der Zener-Diode D1 steigt, steigt auch proportional die Eingangsspannung am Operationsverstärker 602.

Der Operationsverstärker 602 sorgt somit dafür, dass eine Spannungsdifferenz zwischen dem negativen- und positiven-Eingang minimiert wird, indem er seine Ausgangsspannung verändert und so die Spannung über dem Schaltelement 601 regelt. Die Spannung, die mit dem Schaltelement 601 geregelt wird, wird über die Feedbackschleife 604a, 604b auf den positiven-Eingang des Operationsverstärkers 602 gegeben. Dies führt dazu, dass der Operationsverstärker 602 bei steigender Eingangsspannung an der ersten und zweiten Anschlussklemme 202, 203 das Schaltelement 601 derartig ansteuert, dass dieses soweit schließt, bis die Spannung am positiven-Eingang des Operationsverstärkers 602 in etwa gleich der Spannung am negativen-Eingang des Operationsverstärkers 602 ist.

**Bezugszeichenliste**

100	Nicht Ex-fähiger Speisetrenner
200	Adaptergehäuse
201	Adapterelektronik
202	Erstes Anschlusselement
203	Zweites Anschlusselement
204	Drittes Anschlusselement
205	Viertes Anschlusselement
206	Erste Verbindungsleitung
207	Zweite Verbindungsleitung
208	Überspannungsschutzeinrichtung
209	Überstromschutzeinrichtung
300	Feldgerät der Automatisierungstechnik
400	Erste Zweidrahtleitung
500	Zweidrahtleitung
600	Schaltung zum Regeln der Spannung an der Überspannungsschutzeinrichtung
601	Schaltelement, insb. einen Feldeffekttransistor
602	Operationsverstärker
603	Spannungsteiler
604a,	Feedbackschleife
604b	
605	Spannungsregelungseinheit
I	Schleifenstrom
D1	Erste Zener-Diode der Überspannungsschutzeinrichtung
D2	Zweite Zener-Diode der Überspannungsschutzeinrichtung
D3	Dritte Zener-Diode der Überspannungsschutzeinrichtung
D4	Weitere Diode zur Begrenzung der Betriebsspannung des Operationsverstärkers
R1	Vorwiderstand, der vor die weitere Diode D4 geschaltet ist

## Patentansprüche

1. Adapter zum Einbringen in eine Zweidrahtleitung zwischen ein Feldgerät der Automatisierungstechnik (300) und einen nicht Ex-fähigen Speisetrenner (100), um das Feldgerät Ex-fähig, insb. Ex-ia-fähig zu machen, aufweisend:

- ein Adaptergehäuse (200) mit einem ersten und einem zweiten Anschlusselement (202, 203) zum Anschließen einer ersten Zweidrahtleitung (400), über die der Adapter mit dem Speisetrenner (100) verbindbar ist und mit einem dritten und vierten Anschlusselement (204, 205) zum Anschließen einer zweiten Zweidrahtleitung (500), über die der Adapter mit dem Feldgerät (300) verbindbar ist;
- eine in dem Adaptergehäuse (200) angeordnete Adapterelektronik (201), die das erste Anschlusselement (202) mit dem dritten Anschlusselement (204) durch eine erste elektrische Verbindungsleitung (206) und das zweite Anschlusselement (203) mit dem vierten Anschlusselement (205) durch eine zweite elektrische Verbindungsleitung (207) verbindet, so dass die erste Verbindungsleitung (206) ein von dem Speisetrenner (100) kommenden Schleifenstrom (I) von dem ersten Anschlusselement (202) zu dem an dem dritten Anschlusselement (204) anschließbaren Feldgerät (300) leitet und die zweite Verbindungsleitung (207) den von dem Feldgerät kommenden Schleifenstrom (I) über das vierte Anschlusselement (205) zu dem zweiten Anschlusselement (203) zurück an den Speisetrenner (100) leitet, wobei die Adapterelektronik (201) ferner eine Überspannungsschutzeinrichtung (208) aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine zwischen dem dritten und vierten Anschlusselement (204, 205) anliegende Spannung im Fehlerfall auf einen ersten Maximalwert zu begrenzen, wobei die Adapterelektronik ferner eine Überstromschutzeinrichtung (209) aufweist, die dazu eingerichtet ist, einen Anstieg des Schleifenstroms (I) im Fehlerfall über einen maximalen Stromwert zu verhindern, so dass eine an das Feldgerät (300) abzugebende Leistung begrenzt ist, und wobei die Adapterelektronik (201) ferner eine Schaltung (600) aufweist, die dazu eingerichtet ist, im Nichtfehlerfall eine an der Überspannungsschutzeinrichtung (208) anliegende Spannung, ab einer minimalen Eingangsspannung, die zwischen dem ersten und zweiten Anschlusselement (202, 203) anliegt, auf einen im Verhältnis zu dem ersten Maximalwert kleineren zweiten Maximalwert zu regeln.

2. Adapter nach Anspruch 1, wobei die zwischen dem ersten und zweiten Anschlusselement (202, 203) anliegende minimale Eingangsspannung größer 3 Volt, vorzugsweise größer 5 Volt, besonders bevorzugt größer 10 Volt ist, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 10-15 Volt liegt.

3. Adapter nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Maximalwert im Bereich von 5 bis 25 Volt, bevorzugt im Bereich von 7 Volt bis 25 Volt, besonders

bevorzugt im Bereich von 12 bis 25 Volt, ganz besonders bevorzugt im Bereich von 17 bis 22 Volt liegt.

4. Adapter nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die  
5 Überspannungsschutzeinrichtung (208) zumindest drei Zener-Dioden (D1, D2, D3) aufweist, die parallel zu dem dritten und vierten Anschlusselement (204, 205) geschaltet sind, wobei eine Kathode der Zener-Dioden (D1, D2, D3) jeweils mit der ersten Verbindungsleitung (206) und eine Anode der Zener-Dioden (D1, D2, D3) jeweils mit der zweiten Verbindungsleitung (207) verbunden sind.

10 5. Adapter nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zener-Dioden (D1, D2, D3) so gewählt sind, dass eine Z-Spannung im Bereich von 10-20 V liegt, vorzugsweise ca. 16 V beträgt.

15 6. Adapter nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaltung (600) ein spannungsgesteuertes Schaltelement (601), insb. einen Feldeffekttransistor, zum Einstellen eines Spannungsabfalls aufweist, welches derartig in der ersten und/oder zweiten Verbindungsleitung (206, 207) angeordnet ist, dass das Schaltelement (601) als Spannungsteiler zu einem an dem dritten und vierten Anschlusselement (204, 205) anschließbaren Feldgerät (100) dient.

20 7. Adapter nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaltung (600) ferner einen Operationsverstärker (602), einen Spannungsteiler (603) sowie eine Feedbackschleife (604a, 604b) umfasst, wobei der Operationsverstärker (602) dazu eingerichtet ist, das Schaltelement (601) zu regeln, wobei der Spannungsteiler (603) vorzugsweise dazu eingerichtet ist, einen  
25 negativen Eingang des Operationsverstärkers (602) durch einen Zwischenabgriff in Abhängigkeit einer zwischen dem ersten und zweiten Anschlusselement (202, 203) anliegenden Eingangsspannung anzusteuern und/oder die Feedbackschleife (604a, 604b) vorzugsweise dazu dient, einen durch das Schaltelement (601) erzeugten Spannungsabfall an einen positiven Eingang des Operationsverstärkers (602) zurückzuführen.

30 8. Adapter nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Spannungsteiler (603) zwischen die erste und die zweite Verbindungsleitung (206, 207) eingebracht ist und vorzugsweise als hochohmiger Spannungsteiler ausgeführt ist, so dass ein Querstrom durch den Spannungsteiler nicht größer als 20  $\mu\text{A}$ , bevorzugt nicht größer als 10  $\mu\text{A}$ , ganz besonders bevorzugt nicht größer als  
35 5  $\mu\text{A}$  ist.

9. Adapter nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Adapterelektronik (201) ferner eine Spannungsregelungseinheit (605) zur Spannungsversorgung des Operationsverstärkers (602) aufweist, die vorzugsweise derartig in die erste und/oder zweite Verbindungsleitung (206, 207)  
40 eingebracht ist, dass die Spannungsregelungseinheit (605) in Reihe zu einem an dem dritten und

vierten Anschlusselement (204, 205) anschließbaren Feldgerät (100) geschaltet ist, so dass es zu keinem Parallelstrom zwischen der ersten und der zweiten Verbindungsleitung (206, 207) kommt.

5 10. Adapter nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Spannungsregelungseinheit (605) eine Diode, eine weitere Zener-Diode, einen weiteren Widerstand und/oder eine Referenzspannungsschaltung umfasst und/oder die Adapterelektronik (201) ferner eine weitere Zener-Diode (D4) aufweist, die derartig ausgebildet ist, dass diese parallel zu der Spannungsregelungseinheit (605) geschaltet ist, um eine Betriebsspannung für den Operationsverstärker (602) auf einen maximalen Wert zu begrenzen und/oder die Adapterelektronik  
10 (201) einen Vorwiderstand (R1) aufweist, der zum Schutz des Operationsverstärkers (602) und/oder der weiteren Zener-Diode vor der weiteren Zener-Diode (D4) geschaltet ist.

15 11. System der Automatisierungstechnik umfassend einen nicht Ex-i fähigen Speisetrenner (100), ein Feldgerät der Automatisierungstechnik (300), welches derartig ausgebildet ist, dass es die Anforderungen der Zündschutzart der Eigensicherheit Ex-i erfüllt und einen Adapter nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Adapter an dem ersten und zweiten Anschlusselement (202, 203) mittels einer ersten Zweidrahtleitung (400) mit dem nicht Ex-i fähigen Speisetrenner (100) und an dem dritten und vierten Anschlusselement (204, 205) mittels einer zweiten Zweidrahtleitung (500) mit dem Feldgerät (300) verbunden ist.

20 12. System der Automatisierungstechnik nach dem vorhergehenden Anspruch und Adapter nach Anspruch 9, wobei das Feldgerät (300) ferner dazu eingerichtet ist, den durch den Spannungsteiler (603) hervorgerufenen Querstrom beim Übertragen von Mess- und/oder Stellwerten mittels des Schleifenstromes (I) zu kompensieren.

25

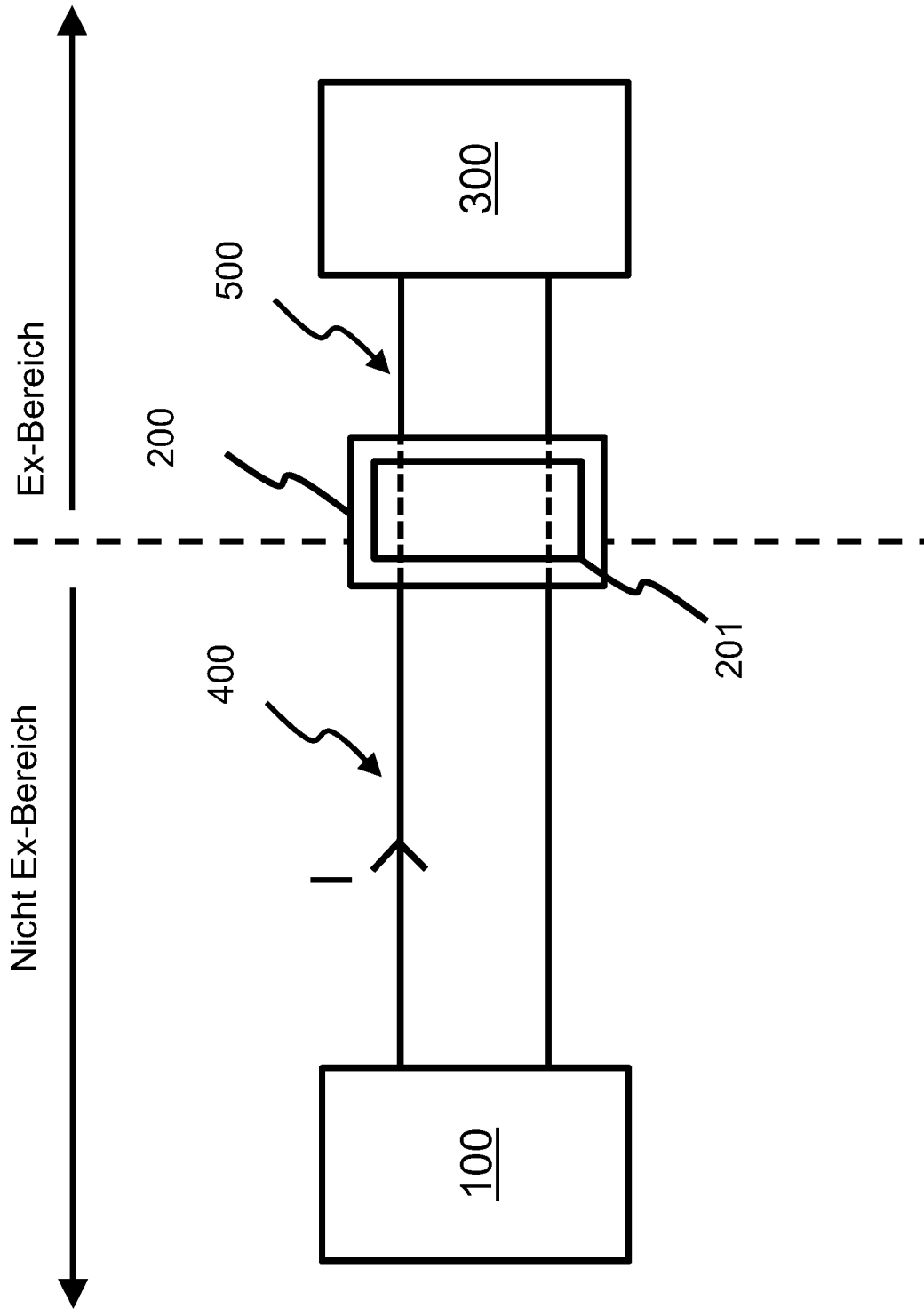


Fig. 1

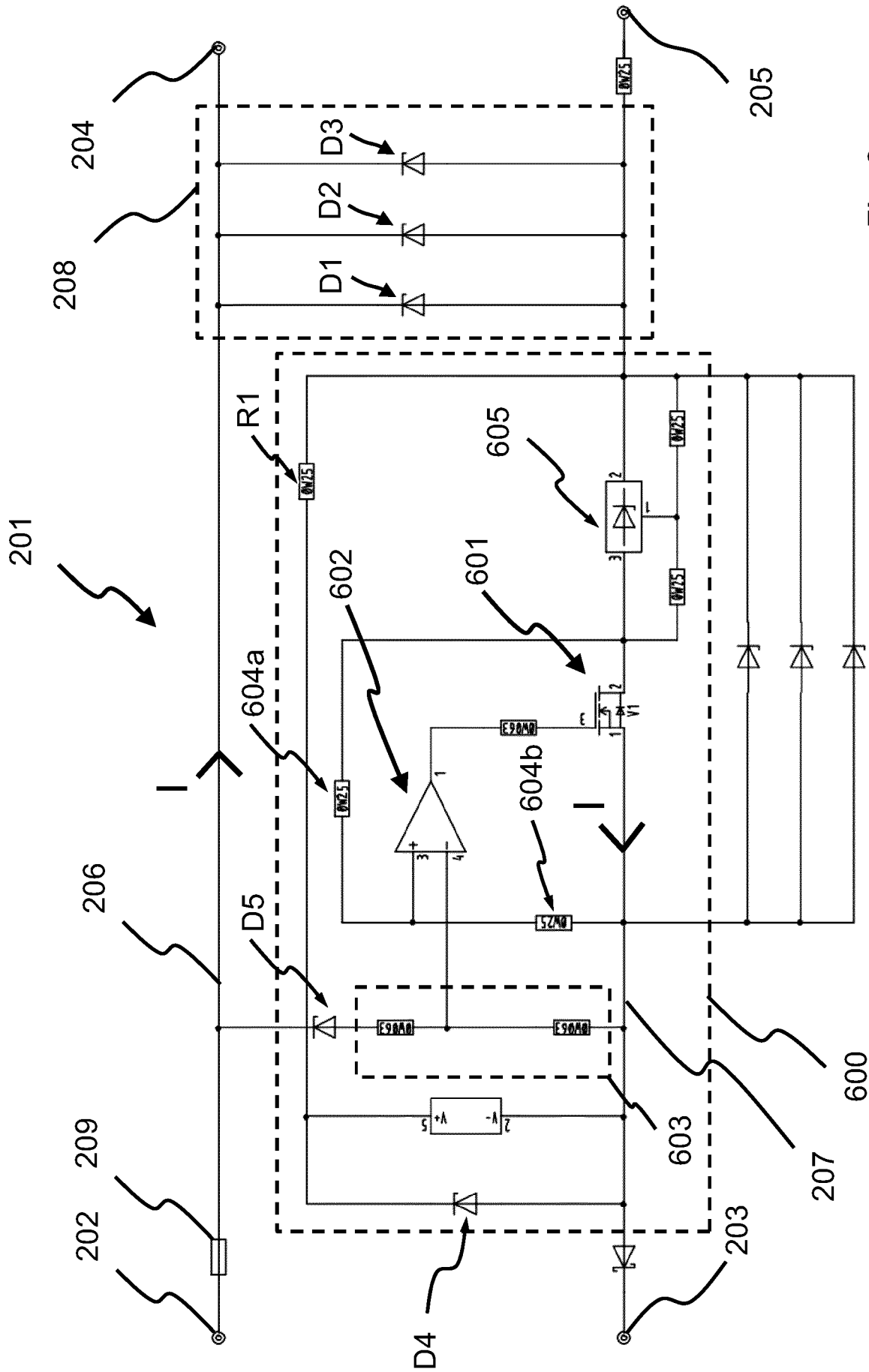


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2023/054643**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H02H 9/00</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/042</i> (2006.01)n  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02H; G05B; H05K  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 102020105605 A1 (ENDRESS HAUSER SE CO KG [DE]) 09 September 2021 (2021-09-09) paragraphs [0018], [0026] - [0041]; figure 2	1-12
Y	US 2013155564 A1 (SCHMIDT GLEN EUGENE [US]) 20 June 2013 (2013-06-20) paragraphs [0023] - [0029]; figures 1-3	1-12
Y	US 2019058326 A1 (ESPOSITO FREDERIC VLADIMIR [GB]) 21 February 2019 (2019-02-21) paragraphs [0065] - [0097]; figures 4-5	1,6-12
Y	DE 3931537 A1 (SIEMENS AG [DE]) 04 April 1991 (1991-04-04) the entire document	1-3,6-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>19 May 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>30 May 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Hermann, Robert</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2023/054643**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102020105605	A1	09 September 2021	CN	115210658	A	18 October 2022
				DE	102020105605	A1	09 September 2021
				EP	4115246	A1	11 January 2023
				US	2023123468	A1	20 April 2023
				WO	2021175787	A1	10 September 2021
-----							
US	2013155564	A1	20 June 2013	CN	103166439	A	19 June 2013
				EP	2605355	A1	19 June 2013
				US	2013155564	A1	20 June 2013
-----							
US	2019058326	A1	21 February 2019	CN	109219912	A	15 January 2019
				EP	3420621	A1	02 January 2019
				JP	7064441	B2	10 May 2022
				JP	2019509710	A	04 April 2019
				RU	2018132702	A	16 March 2020
				US	2019058326	A1	21 February 2019
				US	2022029412	A1	27 January 2022
				WO	2017144847	A1	31 August 2017
-----							
DE	3931537	A1	04 April 1991	NONE			
-----							

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/054643

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> <b>INV. H02H9/00</b> <b>ADD. G05B19/042</b>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>H02H G05B H05K</b>		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) <b>EPO-Internal, WPI Data</b>		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<b>DE 10 2020 105605 A1 (ENDRESS HAUSER SE CO KG [DE]) 9. September 2021 (2021-09-09)</b> <b>Absätze [0018], [0026] - [0041];</b> <b>Abbildung 2</b> -----	1-12
Y	<b>US 2013/155564 A1 (SCHMIDT GLEN EUGENE [US]) 20. Juni 2013 (2013-06-20)</b> <b>Absätze [0023] - [0029]; Abbildungen 1-3</b> -----	1-12
Y	<b>US 2019/058326 A1 (ESPOSITO FREDERIC VLADIMIR [GB])</b> <b>21. Februar 2019 (2019-02-21)</b> <b>Absätze [0065] - [0097]; Abbildungen 4-5</b> -----	1, 6-12
Y	<b>DE 39 31 537 A1 (SIEMENS AG [DE])</b> <b>4. April 1991 (1991-04-04)</b> <b>das ganze Dokument</b> -----	1-3, 6-12
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <b>19. Mai 2023</b>		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <b>30/05/2023</b>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter <b>Hermann, Robert</b>

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2023/054643**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>DE 102020105605 A1</b>	<b>09-09-2021</b>	<b>CN 115210658 A</b>	<b>18-10-2022</b>
		<b>DE 102020105605 A1</b>	<b>09-09-2021</b>
		<b>EP 4115246 A1</b>	<b>11-01-2023</b>
		<b>US 2023123468 A1</b>	<b>20-04-2023</b>
		<b>WO 2021175787 A1</b>	<b>10-09-2021</b>
-----			
<b>US 2013155564 A1</b>	<b>20-06-2013</b>	<b>CN 103166439 A</b>	<b>19-06-2013</b>
		<b>EP 2605355 A1</b>	<b>19-06-2013</b>
		<b>US 2013155564 A1</b>	<b>20-06-2013</b>
-----			
<b>US 2019058326 A1</b>	<b>21-02-2019</b>	<b>CN 109219912 A</b>	<b>15-01-2019</b>
		<b>EP 3420621 A1</b>	<b>02-01-2019</b>
		<b>JP 7064441 B2</b>	<b>10-05-2022</b>
		<b>JP 2019509710 A</b>	<b>04-04-2019</b>
		<b>RU 2018132702 A</b>	<b>16-03-2020</b>
		<b>US 2019058326 A1</b>	<b>21-02-2019</b>
		<b>US 2022029412 A1</b>	<b>27-01-2022</b>
		<b>WO 2017144847 A1</b>	<b>31-08-2017</b>
-----			
<b>DE 3931537 A1</b>	<b>04-04-1991</b>	<b>KEINE</b>	
-----			