



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 124 279.4**  
(22) Anmeldetag: **02.10.2018**  
(43) Offenlegungstag: **30.01.2020**

(51) Int Cl.: **H04L 12/24 (2006.01)**  
**H04L 12/403 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:  
**10 2018 118 380.1 30.07.2018**

(72) Erfinder:  
**Schmitz, Christian, 44575 Castrop-Rauxel, DE;**  
**Burchard, Bernd, Dr., 45276 Essen, DE**

(71) Anmelder:  
**ELMOS Semiconductor Aktiengesellschaft, 44227**  
**Dortmund, DE**

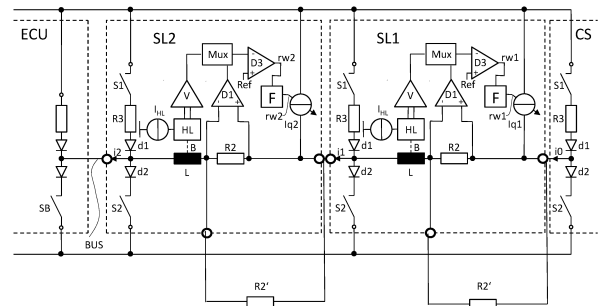
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**DE 42 05 241 C2**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Abwärtskompatibles Bussystem mit niedrigem Buswiderstand mit der Fähigkeit zur Vergabe der Busknotenadressen ohne oder mit niederohmigen Bus-Shunt**

(57) Zusammenfassung: Es wird also ganz allgemein ein Kommunikationsbus mit einer Busleitung und mit Busknoten vorgeschlagen. Ein Busmaster kann im Sinne dieses allgemeinen Abschnitts ebenfalls ein Busknoten sein. Die Busknoten sind durch die Busleitung miteinander verbunden. Bei zumindest einem Teil der Busknoten ist pro Busknoten, im Folgenden betreffender Busknoten genannt, dieser Busknoten ein magnetfelderzeugendes Element in die Busleitung geschaltet. Dieses magnetfelderzeugende Element erzeugt ein für den betreffenden Busknoten spezifisches zusätzliches Magnetfeld, das von dem Busstrom abhängt, der den betreffenden Busknoten durchströmt. Der betreffende Busknoten weist einen Magnetfeldsensor zur Erfassung dieses Magnetfeldes auf. Der Magnetfelssensor ist dazu vorgesehen, den Busstrom in der Busleitung, der den betreffenden Busknoten durchströmt, in Form eines Busstromparameters zu erfassen. Der so erfasste Busstromparameter wird für den Betrieb des Kommunikationsbusses verwendet. Diesem Busknoten entspricht ein Verfahren zum Betrieb eines solchen betreffenden Busknotens in dem besagten Kommunikationsbus mit mehreren Busknoten, die durch den Kommunikationsbus verbunden sind.



**Beschreibung**

## Oberbegriff

**[0001]** Die Erfindung richtet sich auf einen Busknoten für einen Eindrahtdatenbus mit der Fähigkeit zur Teilnahme an einem Autoadressierungsverfahren, wobei der Busknoten den Autoadressierungsstrom mittels eines magnetischen Feldes erkennt, und ein zugehöriges Verfahren.

## Allgemeine Einleitung

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur Adresszuweisung in LIN-Bus-Systemen bekannt. Hier sei beispielhaft auf die Schriften DE 10 2010 026 431 B1, DE 10 147 512 B4, EP 1490 772 B1 und US 9 331 866 B2 verwiesen.

**[0003]** Allen diesen Schriften ist gemeinsam, dass die Menge an durch den Busmaster adressierbaren Busknoten begrenzt ist, da für jeden Busknoten ein sogenannter bus-Shunt-Widerstand vorgesehen werden muss, der im Stand der Technik typischerweise bei 1 bis 2 Ohm liegt. Hierdurch steigt der Bus-Widerstand insgesamt, was Verschlechterungen der elektromagnetischen Verträglichkeit und andere Nachteile nach sich zieht. Auf dem Markt entstand daher das Bedürfnis nach einer technischen Lösung, die a) kompatibel zu den bisherigen Lösungen ist und b) ggf. mit einem geringeren Bus-Shunt-Widerstand auskommt.

## Aufgabe der Erfindung

**[0004]** Dem Vorschlag liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die die obigen Nachteile des Stands der Technik nicht aufweist und weitere Vorteile aufweist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach Anspruch ... und ein Verfahren nach Anspruch .... gelöst.

## Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe

**[0006]** Zur besseren Orientierung werden hier zunächst folgende Richtungen auf dem Datenbus vereinbart: Die Betrachtungsrichtung von einem Busknoten aus ist so, dass alles was sich in dem Datenbus zwischen Busknoten und Busmaster befindet, sich VOR dem Busknoten befindet und alles was sich zwischen dem Busknoten und dem Ende des Datenbusses befindet, sich NACH dem busknoten befindet. Diese Definitionen gelten für das ganze folgende Dokument.

**[0007]** Im Folgenden wird das Verfahren für die automatische Adressvergabe anhand eines standardkonformen LIN-Bus-Systems beschrieben, in das ein

Knoten mit einem gebrückten Bus-Shunt-Widerstand als Extremfall eingefügt wird. Im Gegensatz zu den Verfahren und Vorrichtungen der DE 10 147 512 B4, EP 1 490 772 B1 und US 9 331 866 B2 wird hier der Widerstandswert des Bus-Shunt-Widerstands dabei auf den beispielhaften Extremwert von 0 Ohm abgesenkt. Das Local Interconnect Network (LIN), auch LIN-Bus genannt, ist ein serielles Kommunikationssystem für die Vernetzung von Sensoren und Aktoren, ein Feldbus. LIN kommt dort zum Einsatz, wo die Bandbreite und Vielseitigkeit von CAN nicht benötigt wird. Typische Anwendungsbeispiele sind die Vernetzung innerhalb der Tür oder des Sitzes eines Kraftfahrzeugs. Der relevante Standard ist die ISO-Norm 17987-1, „Road vehicles - Local interconnect network (LIN) - Part 1-7“.

**[0008]** Bei der Vergabe der Busknotenadressen gemäß dem Stand der Technik signalisiert der Busmaster den Busteilnehmern, dass er eine Busknotenadresse vergeben will. Die Busknoten, die noch keine gültige Busknotenadresse haben, speisen daraufhin einen definierten Adressierungsstrom in die Busleitung ein, der jeweils zum Busmaster hinfließt. Diesen Adressierungsstrom eines Busknotens können alle anderen Busknoten vor dem einspeisenden Busknoten detektieren und daran erkennen, dass sie nicht die letzten Busknoten in Richtung des Endes des Datenbusses sind. Der letzte Busknoten ohne gültige Busknotenadresse erfasst keinen Adressierungsstrom eines nach ihm liegenden Busknotens ohne gültige Busknotenadresse, da es einen solchen ja nicht gibt und kann dann die vom Bus-Master angebotene neue Busknotenadresse übernehmen. Hierzu sind verschiedene Varianten bekannt, die mit dem hier beschriebenen Verfahren bzw. der hier beschriebenen Vorrichtung kombiniert werden können.

**[0009]** Grundidee des folgenden Verfahrens und der im Folgenden beschriebenen Vorrichtung ist es nun, statt des elektrischen Widerstands eines Bus-Shunt-Widerstands den elektrischen Adressierungsstrom durch den Datenbus in der Adressierungsphase durch eine Strommessvorrichtung zu erfassen, die nicht den Spannungsabfall erfasst, sondern das magnetische Feld, dass dieser elektrische Strom beim Durchfluss durch den Datenbus erzeugt.

**[0010]** Hierzu ist es beispielsweise sinnvoll, eine Hallmessvorrichtung vorzusehen, die mit einer Vorrichtung kombiniert ist, die in Abhängigkeit von dem Stromfluss durch den Datenbus ein Magnetfeld erzeugt, das die Hallmessvorrichtung durchdringt.

**[0011]** Im Markt ist eine Mischverbaufähigkeit zwingend erforderlich. Daher kann auf die konventionelle Vergabemethode nicht verzichtet werden. Daher ist es sinnvoll, wenn ein integrierter Schaltkreis, der die hier vorgeschlagene Methode unterstützen soll und gleichzeitig zum Stand der Technik kompatibel

sein soll, einen ersten Datenbuseingang und einen Datenbusausgang aufweist, der durch einen internen Bus-Shunt-Widerstand konventioneller Art verbunden ist. Eine konventionelle Teilvorrichtung innerhalb des integrierten Schaltkreises wertet den Spannungsabfall über den Bus-Shunt-Widerstand in der Adressierungsphase wie aus dem Stand der Technik bekannt aus, sodass die vorgeschlagene Vorrichtung zu dem bisherigen Stand der Technik voll kompatibel ist.

**[0012]** Über den Stand der Technik hinausgehend wird aber nun vorgeschlagen, dass zumindest einer der beiden Anschlüsse über eine magnetfelderzeugende Teilvorrichtung mit einem dritten Anschluss sehr niederohmig verbunden wird. Eine solche Der solche magnetfelderzeugende Teilvorrichtung kann beispielsweise eine in den integrierten Schaltkreis integrierte Flachspule sein, die sich über dem Hallelement einer Hall-Messvorrichtung befindet. Der so modifizierte Busknoten wird dann bevorzugt so angeschlossen, dass er mit seinem ersten Anschluss und dem dritten Anschluss in den Datenbus eingefügt wird. Bevorzugt wird der interne Bus-Shunt-Widerstand dabei extern durch Verbindung des zweiten Busanschlusses mit dem ersten Busanschluss kurzgeschlossen. Im Falle eines Busstromes erkennt dann die Busknotensteuerung eines erfindungsgemäßen Busknotens, dass das Hallmesssystem einen Busstrom meldet, während das Bus-Shunt-Messsystem keinen Spannungsabfall über den Bus-Shunt und damit keinen Busstrom detektiert.

**[0013]** Hierdurch erkennt die Busknotensteuerung, dass die Autoadressierung nicht mittels des Bus-Shunt-Widerstands, sondern mittels des Messwerts des Hallmesssystems durchzuführen ist.

**[0014]** Aus der noch unveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2017 122 365.7, die ein vollständiger Teil dieser Offenlegung ist, ist bekannt, dass eine Adressierung bevorzugt mit dem maximal möglichen Adressierungsstrom durchgeführt werden kann, wobei dann der Strommesswert des Spannungsabfalls über dem Bus-Shunt-Widerstand als Regelparameter für die Einspeisung des eigenen Adressierungsstromes benutzt wird. Erfolgt die Erfassung des Busstromes nun mittels der Hallmessvorrichtung, so schaltet die Busknotensteuerung diese ggf. vorhandene Adressierungsstromregelung so um, dass der Messwert, der durch die Hallmessvorrichtung erfasst wird, als Regelparameter an Stelle des Messwerts aus der Strommessung mittels Bus-Shunt-Widerstand verwendet wird.

**[0015]** Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren bekannt, die mit der erfindungsgemäßen Idee kombiniert werden können.

**[0016]** So wird hier ein Busknoten (**SL1, SL2, SL3**) für einen Eindrahtdatenbus (Bus) mit der Fähigkeit zur Teilnahme an einem Autoadressierungsverfahren vorgeschlagen. Als Autoadressierungsverfahren kommen insbesondere die technischen Lehren folgender Schriften als Basistechnologien in Betracht: EP 1490 772 B1, DE 10 2010 026 431 B4, EP 1 603 282 B1, EP 1 364 288 B1 sowie die noch unveröffentlichten deutschen Patentanmeldungen DE 10 2017 122 364.9, DE 10 2017 122 365.7; DE 10 2017 012 179.6; DE 10 2017 128 489.3; DE 10 2017 128 923.2; DE 10 2018 104 488.7, DE 10 2018 104 489.5, deren technische Lehre voll umfänglicher Teil dieser Offenlegung ist.

**[0017]** Vorzugsweise ist der Busknoten (**SL1, SL2, SL3**) dazu vorgesehen, in den Eindrahtdatenbus (Bus) eingefügt zu werden. Der Busknoten (**SL1, SL2, SL3**) ist bevorzugt mit einer Busknotensteuerung (**BS**) versehen, die die inneren Abläufe innerhalb des Busknotens (**SL1, SL2, SL3**) steuert. Neu gegenüber dem Stand der Technik ist die Verwendung einer magnetfelderzeugenden Teilvorrichtung (**L**), die bevorzugt eine Flachspule ist, die mit dem integrierten Schaltkreis des Busknotens (**SL1, SL2, SL3**) bevorzugt monolithisch mitintegriert wird. Diese Spule ist niederohmig und wird von dem Busstrom durchströmt. Erfindungsgemäß wurde nun erkannt, dass es sinnvoll ist, ein Messsystem (**HL**) zur Erfassung der von der Spule (**L**) erzeugten magnetischen Flussdichte (**B**) in der integrierten Schaltung des Busknotens (**SL1, SL2, SL3**) vorzusehen und so das Problem des zu hohen Buswiderstands zu lösen. Da die durch die Spule (**L**) erzeugte magnetische Flussdichte (**B**) proportional zu dem Busstrom (**i1, i2, i3**) ist, ist bei einer Erfassung dieser Flussdichte durch ein Messsystem (**HL**) für diese Flussdichte (**B**) der ermittelte Messwert als Messwert für den Busstrom (**i1, i2, i3**) benutzt werden. Besonders bevorzugt ist eine solche Messvorrichtung (**HL**) für diese Flussdichte (**B**) eine Hall-Messvorrichtung mit einer Hall-Struktur (Van-der-Pauw-Struktur). Die magnetfelderzeugende Teilvorrichtung (**L**) ist bevorzugt dazu vorgesehen, durch einen Busstrom (**i1, i2, i3**) des Eindrahtdatenbusses (**Bus**) zumindest zeitweise in der Adressierungsphase in Richtung auf einen Busmaster (**ECU**) durchströmt zu werden. Die magnetfelderzeugende Teilvorrichtung (**L**) erzeugt im Falle einer solchen Durchströmung durch den Busstrom (**i1, i2, i3**) einen magnetischen Fluss (**B**), der zumindest teilweise das Messsystem (**HL**) durchströmt. Streufelder können austreten. Bevorzugt weist der Busknoten (**SL1, SL2, SL3**) eine magnetische Abschirmung für das Messsystem (**HL**) für diese Flussdichte (**B**) auf. Erfindungsgemäß ist es nun bevorzugt so, dass die Adressvergabe durch die Busknotensteuerung (**BS**) in Abhängigkeit von dem erfassten Wert der magnetischen Flussdichte (**B**) erfolgt, der durch das Messsystem (**HL**) für die magnetische Flussdichte (**B**) erfasst wird. Der wesentliche Vorteil gegenüber

dem Stand der Technik liegt nun darin, dass kein interner Bus-Shunt-Widerstand ( $R_2$ ) und auch kein externer Bus-Shunt-Widerstand ( $R_s$ ) mehr benötigt werden oder dass diese einen sehr geringen Wert kleiner als  $1 \Omega$ , beispielsweise kleiner  $0,5 \Omega$  oder besser kleiner  $0,2 \Omega$  oder noch besser kleiner  $0,1 \Omega$  aufweisen. Hierdurch ist der Gesamtbuswiderstand erheblich abgesenkt und die elektromagnetische Robustheit gegen Einstrahlungen wird erheblich verbessert.

**[0018]** Bevorzugt wird das Messsystem (**HL**) für die magnetische Flussdichte (**B**) als ein Hall-Messsystem mit einer Hall-Messstruktur (**HP**) ausgeführt, da dieses besonders gut mit einem integrierten Schaltkreis in CMOS Technik auszuführen ist. Natürlich sind auch Mikrosysteme denkbar, die andere Prinzipien (z.B. AMR) verwenden.

**[0019]** Für die Erzeugung des magnetischen Flusses (**B**), der in das Messsystem (**HL**) eingekoppelt werden soll, wird bevorzugt eine Flachspule als magnetfelderzeugende Teilvorrichtung (**L**) verwendet, die bevorzugt unmittelbar oberhalb der Hall-Messstruktur (**HP**) angeordnet wird. Hierdurch sind die nicht verwendeten Streufelder minimiert.

**[0020]** Um das Problem der Abwärtskompatibilität zu lösen, ist es sinnvoll, wenn der Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) darüber hinaus auch über eine konventionelle Vorrichtung zur Vergabe einer Busadresse mittels eines Bus-Shunt-Widerstands ( $R_2$ ,  $R_s$ ) verfügt. Bevorzugt verfügt der Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) über einen ersten Anschluss und über einen zweiten Anschluss und über einen dritten Anschluss. Der Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) weist dann bevorzugt eine erste Messvorrichtung (**HL**) zur Messung eines ersten Messwertes des Busstromes (**i1**, **i2**, **i3**) auf, die einen Innenwiderstand kleiner als  $400\text{m}\Omega$  aufweist. Bevorzugt handelt es sich hierbei um die magnetfelderzeugende Teilvorrichtung (**L**) in Kombination mit dem Messsystem (**HL**) für die die magnetfelderzeugende Teilvorrichtung (**L**) in Abhängigkeit vom Busstrom (**i1**, **i2**, **i3**) erzeugte magnetische Flussdichte (**B**). Des Weiteren verfügt der Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) über eine zweite Messvorrichtung zur Messung eines zweiten Messwertes des Busstromes (**i1**, **i2**, **i3**), die einen Innenwiderstand größer als  $400\text{m}\Omega$  aufweist oder dazu ausgelegt ist, im Anwendungsfalle zusammen mit weiteren Komponenten, insbesondere einem Bus-Shunt-Widerstand ( $R_2$ ,  $R_s$ ) als weitere Komponente, einen Innenwiderstand von mehr als  $400\text{m}\Omega$  aufzuweisen. Hier handelt es sich bevorzugt um einen Vorrichtungsteil, wie er aus dem benannten Stand der Technik bekannt ist. Der Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) ist bevorzugt dazu ausgelegt, in einer Adressierungsphase des Bussystems diese zwei Werte des Busstromes (**i1**, **i2**, **i3**) zu erfassen. Die Busknotensteuerung (**BS**) des Busknotens (**SL1**, **SL2**, **SL3**) vergleicht den Betrag des erfassten ersten Messwerts mit einem ersten Schwell-

wert und vergleicht den Betrag des erfassten zweiten Messwerts mit einem zweiten Schwellwert. Diese Busknotensteuerung (**BS**) veranlasst den Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) in der Adressierungsphase des Bussystems nur dann eine Busadresse zu übernehmen oder zu erzeugen, wenn der Betrag des ersten Messwerts unterhalb des ersten Schwellwerts liegt und wenn gleichzeitig der Betrag des zweiten Messwerts ebenfalls unterhalb des zweiten Schwellwerts liegt, weder das Magnetfeld gesteuerte Messsystem (**HL**) noch das Messsystem auf Basis des Bus-Shunt-Widerstands ( $R_2$ ,  $R_s$ ) einen hinreichen großen Busstrom feststellen.

**[0021]** Die erfindungsgemäße Idee der Nutzung einer solchen mikrosystemtechnischen Busstrommessung zur Autoadressierung kann auch so aufgefasst werden, dass ein Adressier-Busknoten als Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) für ein serielles Datenbussystem als Eindrahdatenbussystem mit einem an eine Busleitung (Bus) angeschlossenen Bus-Master (**ECU**) und mit mehreren aufeinanderfolgend an die Busleitung (Bus) angeschlossenen Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**), von denen einige Adressier-Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) sind und andere als Standard-Busknoten (**CS1**, **CS2**) mit bereits festgelegter Adresse ausgeführt sein können, wobei der Adressier-Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**) zur Zuweisung seiner Adresse durch den Busknoten vorgesehen ist. Der erfindungsgemäße Adressierbusknoten weist ein erstes Strommessmittel (**R2**) auf Basis der Messung eines Spannungsabfalls über einen Shunt-Widerstand zur Erfassung eines ersten Messwerts und ein zweites Strommessmittel (**HL**) auf Basis der Messung einer magnetischen Flussdichte (**B**) zur Erfassung eines zweiten Messwerts auf. Des Weiteren weist der betreffende Adressierbusknoten eine Adressierungsstromquelle zum Einspeisen eines Adressierungsstroms in die Busleitung (**Bus**) und durch diese Busleitung (**Bus**) zum Busmaster (**ECU**) auf. Dabei wird der Adressierungsstrom in dieser Konfiguration so eingespeist, dass er durch das erste und/oder zweite Strommessmittel des Busknotens miterfasst wird. Es ist denkbar, die Konfiguration im Gegensatz dazu so zu wählen, dass der Adressierungsstrom erst von dem Busknoten eingespeiste Adressierungsstrom erst von dem in Richtung **Bus-Master** (**ECU**) vorausgehenden Busknoten erfasst wird. In dem Fall funktioniert die unmittelbar folgend beschriebene Regelung nicht mehr und die Konstruktion des Busknotens muss so gewählt werden, dass dieser seinen Adressierungsstrom abschaltet, wenn der Busstrom einen Schwellwert überschreitet. Typischerweise weist der Busknoten eine Ruhestromquelle zum Einspeisen eines Ruhestroms in die Busleitung und durch diese zum Busmaster (**ECU**) auf, wobei die Ruhestromquelle mit der Adressierungsstromquelle identisch sein kann. Normalerweise umfasst der Busknoten für den Fall eines geregelten Adressierungsstroms eine Ansteuerereinheit zur Erhöhung des von der Adressierungsstrom-

quelle gelieferten Adressierungsstroms, die mit einer ggf. variablen Anstiegsrate erfolgt, bis zum potentiellen Überschreiten eines vorgebbaren Maximalstroms durch den ersten Messwert und/oder den zweiten Messwert und zur - mit einer ggf. ebenfalls variablen Verringerungsrate erfolgenden, und zwar insbesondere bis auf null erfolgenden - Verringerung des von der Adressierungsstromquelle gelieferten Adressierungsstroms beim potentiellen, einmaligen Überschreiten des Maximalwerts durch den ersten Messwert und/oder den zweiten Messwert. Die Regelung des den Busknoten in Richtung **Bus-Master (ECU)** verlassenden Busstroms (**i1, i2, i3**) erfolgt also so, dass das Maximum des ersten oder zweiten Messwerts bestimmend ist. Misst also das Magnetfeld gesteuerte Messsystem (**HL**) einen Busstrom (**i1, i2, i3**), so steuert dieses die Regelung des Adressierungsstromes im Falle eines geregelten Adressierungsstroms. Misst das spannungsgesteuerte, Bus-Shunt basierende Messsystem einen Busstrom (**i1, i2, i3**) und das andere nicht, so steuert dieses die Regelung des Adressierungsstromes im Falle eines geregelten Adressierungsstroms. So kann beispielsweise ein interner Bus-Shunt (**R2**) durch eine Drahtbrücke kurzgeschlossen werden und die Regelung erfolgt automatisch über das Hall-Messsystem (**HL**).

**[0022]** Im Falle eines nicht geregelten Adressierungsbusstromes, der die Messmittel des Busknotens der zugehörigen Adressierungsstromquelle nicht durchströmt, ergibt sich ein im Folgenden beispielhaft beschriebenes Verfahren zur Vergabe von Adressen in einem seriellen Datenbussystem. Das Datenbussystem weist wie zuvor eine Busleitung (**Bus**), einen Busmaster (**ECU**) und Busknoten (**SL1, SL2, SL3**) auf. Einerseits ist der Busmaster (**ECU**) an die Busleitung (**Bus**) angeschlossen und andererseits sind die Busknoten (**SL1, SL2, SL3**) aufeinanderfolgend an die Busleitung (**Bus**) angeschlossen oder besser beschrieben: eingefügt. Zumindest einige der Busknoten speisen in die Busleitung (**Bus**) jeweils einen zum Busmaster (**ECU**) fließenden Strom ein. Einer der Busknoten ist der am nächsten zum Busmaster (**ECU**) an die Busleitung angeschlossene erste Busknoten. Die anderen Busknoten sind stromauf des ersten Busknotens an die Busleitung angeschlossen. Einer der Busknoten ist der am weitesten entfernt vom Busmaster (**ECU**) an die Busleitung angeschlossene letzte Busknoten. Die anderen Busknoten sind stromab dieses letzten Busknotens zwischen diesem Busknoten und dem Busmaster (**ECU**) an die Busleitung angeschlossen. Zumindest zwei der Busknoten sind Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**), denen vom Busmaster (**ECU**) in einer Adressierphase jeweils eine Adresse zugeordnet wird. Weitere Busknoten können Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) mit jeweils bereits vor der Durchführung der Adressierphase festgelegter Adresse sein. Bei dem Verfahren speisen die Busknoten einen Ruhestrom in die Busleitung oder potentiell einen Ruhe-

strom in die Busleitung ein oder - alternativ - einige der Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) und/oder einige der Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) speisen einen Ruhestrom in die Busleitung ein und andere der Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) und/oder der Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) speisen keinen Ruhestrom in die Busleitung ein. Jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) speist typischerweise zu Beginn einer Adressvergabe-Phase in die Busleitung (**Bus**) einen Adressierungsstrom ein. Jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) detektiert nun mit Hilfe eines ersten Strommessmittels (**R2**), also z.B. mittels der Bus-Shunt-Methode, den ihn durchfließenden Busstrom als Summe der Ruhestrome sämtlicher stromauf angeordneter Busknoten und seines eigenen Adressierungsstroms und der Adressierungsströme sämtlicher stromauf angeordneter, noch nicht adressierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) als ersten Messwert und/oder mit Hilfe eines zweiten Strommessmittels (**HL**), also z.B. einer Flachspule und eines Hall-Sensorsystems, den ihn durchfließenden Busstrom als Summe der Ruhestrome sämtlicher stromauf angeordneter Busknoten und seines eigenen Adressierungsstroms und der Adressierungsströme sämtlicher stromauf angeordneter, noch nicht adressierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) als zweiten Messwert.

**[0023]** Es wird ein während der Adressierphase maximal zulässiger Maximal-Adressierungsstrom bestimmt, der zusammen mit der Summe aus sämtlichen eingespeisten Ruhestromen einen maximal zulässigen Maximal-Busstrom ergibt, welcher kleiner ist als derjenige in den Busmaster (**ECU**) fließende Busstrom, bei dem im Busmaster (**ECU**) ein Fehlerfall erkannt wird. In der Adressierphase werden mehrere jeweils für eine vorgebbare Zeitdauer andauernde Adressierzyklen zur Identifikation jeweils eines noch nicht adressierten Adressier-Busknotens (**SL1, SL2, SL3, SLx**) durchgeführt, wobei ein in einem Adressierzyklus identifizierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) an dem nachfolgenden Adressiervorgang nicht mehr teilnimmt, indem er sich z.B. wie ein Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) verhält.

**[0024]** Zu Beginn eines jeden Adressierzyklus speist jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) einen mit einer Anstiegsrate größer werdenden Adressierungsstrom in die Busleitung (**Bus**) ein. In der Adressierphase eines jeden Adressierzyklus misst jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) den ihn durchfließenden Busstrom als ersten Messwert mittels des ersten Strommessmittels und zweiten Messwert mittels des zweiten Strommessmittels. In dieser Adressierphase eines jeden Adressierzyklus vergleicht jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) den ersten Messwert mit dem Maximal-Busstrom vergleicht und

den zweiten Messwert mit dem Maximal-Busstrom. Beim Überschreiten des Maximal-Busstroms durch den ersten Messwert oder den zweiten Messwert verringert der betreffende Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) seinen in die Busleitung eingespeisten Adressierungsstrom mit einer Verringerungsrate. Alternativ misst jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) seinen in die Busleitung eingespeisten Adressierungsstrom und vergleicht diesen mit dem Maximal-Adressierungsstrom. Beim Überschreiten des Maximal-Adressierungsstroms verringert er dann seinen in die Busleitung eingespeisten Adressierungsstrom mit einer Verringerungsrate. Am Ende des Adressierzyklus verbleibt dann typischerweise ein einziger noch nicht adressierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**), der den Maximal-Adressierungsstrom in die Busleitung einspeist und damit identifiziert ist. Diesem identifizierten Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) wird dann eine Adresse zugewiesen.

**[0025]** Statt des zuvor beschriebenen, Verfahrens mit einem auf einen Maximalwert geregelten Adressierungsstrom kann der erfindungsgemäße Gedanke auch bei anderen Autoadressierungssystemen verwendet werden: Für diesen Fall wird ein Verfahren zur Vergabe von Adressen in einem seriellen Datenbussystem vorgeschlagen. Das vorgeschlagene Datenbussystem umfasst u.a. eine Busleitung, einen Busmaster und Busknoten. Einerseits ist der Busmaster an die Busleitung angeschlossen und andererseits sind die Busknoten aufeinanderfolgend an die Busleitung angeschlossen. Zumindest einige der Busknoten speisen in die Busleitung jeweils einen zum Busmaster fließenden Strom ein. Einer der Busknoten ist der am nächsten zum Busmaster (**ECU**) an die Busleitung angeschlossene erste Busknoten und die anderen Busknoten sind stromauf des ersten Busknotens an die Busleitung angeschlossen. Einer der Busknoten ist der am weitesten entfernt vom Busmaster (**ECU**) an die Busleitung angeschlossene letzte Busknoten und die anderen Busknoten sind stromab dieses letzten Busknotens zwischen diesem Busknoten und dem Busmaster (**ECU**) an die Busleitung angeschlossen. Zumindest zwei der Busknoten sind Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**), denen vom Busmaster (**ECU**) in einer Adressierphase jeweils eine Adresse zugeordnet wird. Weitere Busknoten können Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) mit jeweils bereits vor der Durchführung der Adressierphase festgelegter Adresse sein. Bei dem Verfahren speisen die Busknoten einen Ruhestrom in die Busleitung oder potentiell einen Ruhestrom in die Busleitung ein oder - alternativ - einige der Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) und/oder einige der Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) speisen einen Ruhestrom in die Busleitung ein und andere der Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) und/oder der Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) speisen keinen Ruhestrom in die Busleitung ein. Jeder noch nicht

adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) speist in die Busleitung einen Adressierungsstrom ein. Jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) erfasst mit Hilfe eines Strommessmittels (**HL**) den ihn durchfließenden Busstrom als Summe der Ruhestrome sämtlicher stromauf angeordneter Busknoten und seines eigenen Adressierungsstroms und der Adressierungsströme sämtlicher stromauf angeordneter, noch nicht adressierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) als Messwert. Ein während der Adressierphase maximal zulässiger Maximal-Adressierungsstrom wird bestimmt, der zusammen mit der Summe aus sämtlichen eingespeisten Ruhestromen einen maximal zulässigen Maximal-Busstrom ergibt, welcher kleiner als derjenige in den Busmaster (**ECU**) fließende Busstrom ist, bei dem im Busmaster (**ECU**) ein Fehlerfall erkannt wird. In der Adressierphase werden mehrere jeweils für eine vorgebbare Zeitdauer andauernde Adressierzyklen zur Identifikation jeweils eines noch nicht adressierten Adressier-Busknotens (**SL1, SL2, SL3, SLx**) durchgeführt, wobei ein in einem Adressierzyklus identifizierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) an dem 15 nachfolgenden Adressiervorgang nicht mehr teilnimmt, indem er sich z.B. wie ein Standard-Busknoten (**CS1, CS2**) verhält. Pro Adressierzyklus und zu Beginn eines Adressierzyklusses speist jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) einen mit einer Anstiegsrate größer werdenden Adressierungsstrom in die Busleitung ein. Während der Adressierphase misst jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) den ihn durchfließenden Busstrom als Messwert und vergleicht diesen Messwert mit dem Maximal-Busstrom. Bei Überschreiten des Maximal-Busstroms durch den Messwert verringert der Adressier-Busknoten seinen in die Busleitung eingespeisten Adressierungsstrom mit einer Verringerungsrate. Alternativ misst jeder noch nicht adressierte Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) seinen in die Busleitung eingespeisten Adressierungsstrom und vergleicht diesen Messwert des Adressierungsstroms mit dem Maximal-Adressierungsstrom. Bei Überschreiten des Maximal-Adressierungsstroms verringert der betreffende Adressier-Busknoten seinen in die Busleitung eingespeisten Adressierungsstrom mit einer Verringerungsrate. Am Ende des Adressierzyklus verbleibt ein einziger noch nicht adressierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**), der den Maximal-Adressierungsstrom in die Busleitung einspeist und damit identifiziert ist. Diesem identifizierten Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) wird dann abschließend eine Adresse zugewiesen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein noch nicht adressierter Adressier-Busknoten (**SL1, SL2, SL3, SLx**) einen magnetischen Fluss (**B**) in Abhängigkeit von dem ihn durchfließenden Busstrom als Summe der Ruhestrome sämtlicher stromauf angeordneter Busknoten und seines eigenen Adressie-

rungsstroms und der Adressierungsströme sämtlicher stromauf angeordneter, noch nicht adressierter Adressier-Busknoten (**SL1**, **SL2**, **SL3**, **SLx**) erzeugt und diesen magnetischen Fluss (**B**) mit Hilfe eines Flussmessmittels (**HL**) als Messwert für den ihn durchfließenden Busstrom erfasst und verwendet.

**[0026]** Eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Gedankens betrifft ein weiteres Verfahren zum Adressieren der Teilnehmer eines Bussystems. Dabei umfasst das Bussystem unter anderem eine Steuereinheit, einen von der Steuereinheit ausgehenden Bus und mehrere adressierbare Teilnehmer, die an dem Bus angeschlossen sind. Bei dem Verfahren speist jeder noch nicht adressierte Teilnehmer zum Identifizieren einen Identifizierstrom in den Bus ein. Sämtliche Identifizierströme fließen durch den Bus in Richtung auf die Steuereinheit. Jeder noch nicht adressierte Teilnehmer detektiert den durch den Bus fließenden Strom. Lediglich derjenige noch nicht adressierte Teilnehmer, der keinen Strom oder lediglich einen Strom detektiert, der kleiner als ein vorgegebener erster Schwellwert ist, wird als ein noch nicht adressierter Teilnehmer identifiziert. Dem so identifizierten Teilnehmer wird zwecks Adressierung eine Adresse zugeordnet. Die zuvor genannten Schritte werden ohne den jeweils zuletzt adressierten Teilnehmer durchgeführt, bis sämtliche noch nicht adressierten Teilnehmer adressiert sind. Erfindungsgemäß ist das Verfahren dann dadurch gekennzeichnet, dass der den Bus durchfließende Strom zumindest eine erste Messvorrichtung zumindest eines noch nicht adressierten Teilnehmers durchströmt oder eine zweite Messvorrichtung des noch nicht adressierten Teilnehmers durchströmt oder die erste und zweite Messvorrichtung des noch nicht adressierten Teilnehmers durchströmt und dass dieser zumindest eine noch nicht adressierte Teilnehmer den durch die erste Messvorrichtung fließenden Strom als ersten Messwert detektiert und dass dieser zumindest eine noch nicht adressierte Teilnehmer den durch die zweite Messvorrichtung fließenden Strom als zweiten Messwert detektiert. Dieser zumindest eine noch nicht adressierte Teilnehmer wird dann als derjenige noch nicht adressierte Teilnehmer identifiziert, der keinen Strom oder lediglich einen Strom detektiert, der kleiner als ein vorgegebener erster Schwellwert ist, und somit als ein noch nicht adressierter Teilnehmer identifiziert, wenn sein erster Messwert kleiner als der erste Schwellwert ist und wenn gleichzeitig sein zweiter Messwert kleiner als der erste Schwellwert ist.

**[0027]** Bevorzugt weist die erste Messvorrichtung einen Innenwiderstand größer als 200mOhm auf und die zweite Messvorrichtung einen Innenwiderstand kleiner als 200mOhm auf.

**[0028]** Eine weitere Verfahrensvariante ergibt sich als weiteres Verfahren zum Adressieren der Teilnehmer eines Bussystems. Auch hier umfasst das Bus-

system eine Steuereinheit, einen von der Steuereinheit ausgehenden Bus und mehrere adressierbare Teilnehmer, die an dem Bus angeschlossen sind. Wie zuvor speist jeder noch nicht adressierte Teilnehmer zum Identifizieren einen Identifizierstrom in den Bus in diesem weiteren Verfahren ein. Sämtliche Identifizierströme fließen durch den Bus in Richtung auf die Steuereinheit. Jeder noch nicht adressierte Teilnehmer detektiert den durch den Bus fließenden Strom. Lediglich derjenige noch nicht adressierte Teilnehmer, der keinen Strom oder lediglich einen Strom detektiert, der kleiner als ein vorgegebener erster Schwellwert ist, wird als ein noch nicht adressierter Teilnehmer identifiziert. Dem so identifizierten Teilnehmer wird dann wieder zwecks Adressierung eine Adresse zugeordnet, wobei die zuvor genannten Schritte ohne den jeweils zuletzt adressierten Teilnehmer durchgeführt werden, bis sämtliche noch nicht adressierten Teilnehmer adressiert sind. Das vorgeschlagene Verfahren ist dann dadurch gekennzeichnet, dass der den Bus durchfließenden Strom im Bereich zumindest eines noch nicht adressierten Teilnehmers einen magnetischen Fluss (**B**) hervorruft und dass dieser zumindest eine, noch nicht adressierte Teilnehmer diesen magnetischen Fluss als ersten Messwert als Messwert für den Bus durchfließenden Strom detektiert. Dabei wird dann dieser zumindest eine, noch nicht adressierte Teilnehmer als derjenige noch nicht adressierte Teilnehmer identifiziert, der keinen Strom oder lediglich einen Strom detektiert, der kleiner als ein vorgegebener erster Schwellwert ist, und als ein noch nicht adressierter Teilnehmer identifiziert wird, wenn dieser Messwert kleiner als der erste Schwellwert ist.

**[0029]** Zusammengefasst handelt es sich also um einen Busknoten für ein Bussystem mit einem Bus-Master, das zur Durchführung eines Autoadressierungsverfahrens zur Vergabe von Busadressen mittels eines Adressierungsstromes als Stromanteil eines Busstromes in Richtung auf den Bus-Master in einer Adressierungsphase geeignet ist. Der Busknoten ist dadurch gekennzeichnet, dass der Busknoten über ein erstes Mittel zur Erzeugung eines Magnetfeldes mit einer Flussdichte in Abhängigkeit vom Busstrom im Bereich des Busknotens verfügt und dass der Busknoten über zweite Mittel zur Ermittlung eines Messwertes in Abhängigkeit von der magnetischen Flussdichte in diesem Bereich des Busknotens verfügt und dass die Vergabe der Busadressen in Abhängigkeit von der Flussdichte in diesem Bereich des Busknotens erfolgt.

**[0030]** Es wird also erfindungsgemäß ein Busknoten (**BK**) für einen Eindrahtdatenbus (**Bus**) mit der Fähigkeit zur Teilnahme an einem Autoadressierungsverfahren vorgeschlagen, der im Gegensatz zum Stand der Technik einen geringeren oder gar keinen Bus-Shunt-Widerstand aufweisen kann. Im Stand der Technik kann der Bus-Shunt-Widerstand nämlich ei-

nen Wert von ca. 500mΩ nicht unterschreiten, ohne dass es bei einem Masseversatz längs des Busystems zwischen dem Masse-Anschluss des Bus-Master und dem Masse-Anschluss des jeweiligen Busknotens zu negativen Spannungswerten unterhalb des Massepotenzials des betreffenden Busknotens an den Anschlüssen dieses jeweiligen Bus-Shunt-Widerstands kommt. Diese Begrenzung wird durch das vorgeschlagene Verfahren gesprengt. Somit werden auch Busketten mit mehr als ca. 15 Busteilnehmern diesem Adressierungsverfahren zugänglich. Der Busknoten (**BK**) ist somit dazu vorgesehen, in den Eindrahdatenbus (Bus) eingefügt zu werden. Er umfasst eine Busknotensteuerung (**BS**), eine Koppelvorrichtung mit einem Innenwiderstand kleiner als 0,5 Ω, hier insbesondere eine magnetfelderzeugende Teilvorrichtung (**L**) in Kombination mit einem Messsystem (**HL**) zur Erfassung der magnetischen Flussdichte (**B**), die diese Teilvorrichtung (**L**) erzeugt. Die Koppelvorrichtung (**L, HL**) ist bevorzugt dazu vorgesehen, durch einen Busstrom ( $I_{BUS}$ ) des Eindrahdatenbusses (**Bus**) zumindest zeitweise in der Adressierungsphase in Richtung auf einen Bus-Master (**BM**) durchströmt zu werden. Die Koppelvorrichtung (**L, HL**) erzeugt im Falle einer solchen Durchströmung durch den Busstrom ( $I_{BUS}$ ) einen Messwert oder ein Messwertsignal, der / das von dem den Busstrom ( $I_{BUS}$ ) abhängt. Die Adressvergabe durch die Busknotensteuerung (**BS**) erfolgt dann in Abhängigkeit von diesem Messwert, der durch das Messsystem (**HL**) erfasst wird.

**[0031]** Statt der magnetischen Kopplung sind auch andere Möglichkeiten denkbar, um das Koppellement (**D1, R2**) zu realisieren. Diese Möglichkeiten können auch kombiniert angewendet werden (siehe z.B. **Fig. 4**). Die Erfindung betrifft dann wieder einen Busknoten (**BK**) für einen Eindrahdatenbus (**Bus**) mit der Fähigkeit zur Teilnahme an einem Autoadressierungsverfahren. Der Busknoten (**BK**) wird durch eine positive Versorgungsspannungsleitung und eine negative Versorgungsspannungsleitung mit elektrischer Energie versorgt. Der Busknoten (**BK**) ist nun wieder dazu vorgesehen, in den Eindrahdatenbus (**Bus**) eingefügt zu werden. Er umfasst wieder eine Busknotensteuerung (**BS**) und eine Koppelvorrichtung (**D1, R2**) mit einem Innenwiderstand kleiner als 0,5 Ω und/oder kleiner als 0,3 Ω und/oder kleiner als 0,2 Ω und/oder kleiner als 0,1 Ω und/oder kleiner als 0,05 Ω. Nun jedoch verfügt die Koppelvorrichtung (**D1, R2**) über einen Bus-Shunt-Widerstand (**R2**) mit einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss, der dazu vorgesehen ist, durch den Busstrom ( $I_{BUS}$ ) des Eindrahdatenbus (**Bus**) zumindest zeitweise in der Adressierungsphase in Richtung auf einen Bus-Master (**BM**) durchströmt zu werden. Die magnetfelderzeugende Vorrichtung (**L**) und die Messvorrichtung (**HL**) sind also nicht unbedingt nötig. Die Koppelvorrichtung (**R2, D1**) ist wieder dazu vorgesehen, durch einen Busstrom ( $I_{BUS}$ ) des Eindrah-

datenbus (**Bus**) zumindest zeitweise in der Adressierungsphase in Richtung auf einen Bus-Master (**BM**) durchströmt zu werden. Die Koppelvorrichtung (**R2, D1**) erzeugt im Falle einer solchen Durchströmung durch den Busstrom ( $I_{BUS}$ ) einen Messwert des Busstroms ( $I_{BUS}$ ), der von dem den Busstrom ( $I_{BUS}$ ) abhängt. Im konkreten Fall ist ein Differenzverstärker (**D1**) des Busknotens (**BK**), der Teil dieser Koppelvorrichtung (**R2, D1**) ist, mit seinem negativen Eingang mit dem ersten Anschluss des Bus-Shunt-Widerstands (**R2**) verbunden und mit seinem positiven Eingang mit dem zweiten Anschluss des Bus-Shunt-Widerstands (**R2**) verbunden. Das Spannungs- oder Stromsignal am Ausgang des Differenzverstärkers (**D1**) wird bevorzugt als Messwertsignal des Messwerts der Koppelvorrichtung (**D1, R2**) verwendet. Der Differenzverstärker (**D1**) ist bevorzugt dazu ausgelegt, diese Differenzspannung an den Anschlüssen des Bus-Shunt-Widerstands (**R2**) zu erfassen, auch wenn das negativste Potenzial des ersten Anschlusses des Bus-Shunt-Widerstands (**R2**) und/oder des zweiten Anschlusses des Bus-Shunt-Widerstands (**R2**) mehr als 0,5V und/oder 1,0V und/oder 1,5V und/oder 2,0V und/oder 2,5V unterhalb des Potentials der negativen Versorgungsspannungsleitung (Masse) des Busknotens (**BK**) liegt. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers (**D1**) kann als Messwert der Koppelvorrichtung (**R2, D1**) für den Busstrom ( $I_{BUS}$ ) verwendet werden. Wieder erfolgt die Adressvergabe durch die Busknotensteuerung (**BS**) in Abhängigkeit von diesem Messwert des Busstroms ( $I_{BUS}$ ), der durch die Koppelvorrichtung (**R2, D1**) erfasst wird. Hier erfolgt damit bevorzugt die Adressvergabe in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Operationsverstärkers (**D1**). Um sicherzustellen, dass der Differenzverstärker (**D1**) auch bei einem ungünstigen Masseversatz arbeitet, wird vorgeschlagen, dass zumindest der Differenzverstärker (**D1**), bevorzugt aber auch der Rest der Schaltung bei monolithischer Integration in SOI-Technologie isoliert vom Halbleitersubstrat gefertigt wird. Dies ermöglicht einen Versatz des Differenzverstärkers (**D1**) auf Potentiale unterhalb des Substratpotenzials. Bevorzugt wird in dem Fall die Energieversorgung des Differenzverstärkers (**D1**) durch eine Charge-Pump (Ladungspumpe) vorgenommen, die den Differenzverstärker (**D1**) mit einem negativen Betriebsspannungspotenzial tiefer oder gleich tief wie das tiefste zu messende Potenzial versorgt. Der Differenzverstärker (**D1**) kann auch auf einem separaten Dice oder in einem separaten Bauelement getrennt vom Rest der Busknoten-schaltung untergebracht werden.

**[0032]** Somit sind verschiedene Realisierungen für die Koppelvorrichtung (**L, HL, D1, R2**) möglich. Ein Busknoten (**BK**) kann, wie z.B. in **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt, auch mehrere verschiedenartige Koppelvorrichtungen (**L, HL, R2, D1**) umfassen.



**[0033]** Das hier beschriebene Hall-Verfahren und insbesondere die Verschaltung eines magnetfelderzeugenden Elements in einen Kommunikationsbus zur Messung des Busstroms auf Basis des erzeugten Magnetfeldes mittels eines Magnetfeldsensors ist aber auf den Anwendungsfall der Autoadressierung nicht beschränkt. Insoweit besteht also der allgemeine Erfindungsgedanken darin, einen Kommunikationsbus geschaffen zu haben, in dessen Busleitung pro Busknoten ein magnetfelderzeugendes Element geschaltet ist (gegebenenfalls zusätzlich zu einem Bus-Shunt, der bei Bedarf kurzgeschlossen sein bzw. werden kann), und zwar zu jedem Zweck, für den man in einem Datenkommunikationsbus den Busstrom bzw. pro Busknoten den Busstrom messen können muss. Die erfindungsgemäße Strommessmethode (mit erfindungsgemäßer Hardware) kann beispielsweise auch in einem Busmaster angewendet werden, in dem die Strommessung beispielsweise zum Zwecke der Kurzschlussdetektion oder Detektion eines vermeintlichen Kurzschlusses dient.

**[0034]** Es wird also ganz allgemein ein Kommunikationsbus mit einer Busleitung und mit Busknoten vorgeschlagen. Ein Busmaster kann im Sinne dieses allgemeinen Abschnitts ebenfalls ein Busknoten sein. Die Busknoten sind durch die Busleitung miteinander verbunden. Bei zumindest einem Teil der Busknoten ist pro Busknoten, im Folgenden betreffender Busknoten genannt, dieser Busknoten ein magnetfelderzeugendes Element in die Busleitung geschaltet. Dieses magnetfelderzeugende Element erzeugt ein für den betreffenden Busknoten spezifisches zusätzliches Magnetfeld, das von dem Busstrom abhängt, der den betreffenden Busknoten durchströmt. Der betreffende Busknoten weist einen Magnetfeldsensor zur Erfassung dieses Magnetfeldes auf. Der Magnetfeldsensor ist dazu vorgesehen, den Busstrom in der Busleitung, der den betreffenden Busknoten durchströmt, in Form eines Busstromparameters zu erfassen. Der so erfasste Busstromparameter wird für den Betrieb des Kommunikationsbusses verwendet. Diesem Busknoten entspricht ein Verfahren zum Betrieb eines solchen betreffenden Busknotens in dem besagten Kommunikationsbus mit mehreren Busknoten, die durch den Kommunikationsbus verbunden sind. Das vorgeschlagene Verfahren umfasst die Schritte

- Einspeisen eines Busstromes durch einen der mehreren Busknoten des Kommunikationsdatenbusses, wobei der betreffende Busknoten durch den Busstrom durchströmt wird;
- Erzeugen eines Magnetfeldes durch ein magnetfelderzeugendes Element des Busknotens in Abhängigkeit von dem Busstrom der diesen betreffenden Busknoten durchströmt;
- Ermitteln eines für den betreffenden Busknoten spezifischen Busstromparameters in Abhängigkeit von dem Magnetfeld;

- Verwendung des so erfassten für den betreffenden Busknoten spezifischen Busstromparameters für den Betrieb des Kommunikationsdatenbusses.

#### Vorteil der Erfindung

**[0035]** Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist, dass der Buswiderstand sinkt und sich somit nicht mehr von den Buswiderständen ohne Bus-Shunt-Widerstände unterscheidet. Hierdurch wird die Robustheit gegenüber elektromagnetischen Einstrahlungen massiv vermindert. Wesentlich ist auch, dass die vorgeschlagenen Busknoten trotzdem mit Busknoten im Mischverbau verwendet werden können, bei denen die Autoadressierung mittels eines Bus-Shunt-Widerstands erfolgt. Die Vorteile sind hierauf aber nicht beschränkt.

#### Bezugszeichenliste

<b>B</b>	magnetische Flussdichte, die durch die magnetfelderzeugende Teilvorrichtung ( <b>L</b> ) bei Durchströmung mit elektrischem Strom erzeugt wird;
<b>BK</b>	Busknoten
<b>BS</b>	Busknotensteuerung;
<b>Bus</b>	Busleitung, auch als Eindrahtdatenbus bezeichnet;
<b>ECU</b>	Bus-Master;
<b>HL</b>	Messsystem ( <b>HL</b> ) zur Erfassung der von der Spule ( <b>L</b> ) erzeugten magnetischen Flussdichte ( <b>B</b> ). Besonders bevorzugt ist eine solche Messvorrichtung ( <b>HL</b> ) für diese Flussdichte ( <b>B</b> ) eine Hall-Messvorrichtung mit einer Hall-Messstruktur ( <b>HP</b> ) (Van-der-Pauw-Struktur). Dieses Messsystem wird im Zusammenhang mit dieser Offenlegung auch als zweites Strommessmittel bezeichnet;
<b>HP</b>	Hallmessstruktur;
<b>i1</b>	Busstrom am Ausgang des ersten Busknotens ( <b>SL1</b> );
<b>i2</b>	Busstrom am Ausgang des zweiten Busknotens ( <b>SL2</b> );
<b>i3</b>	Busstrom am Ausgang des dritten Busknotens ( <b>SL3</b> );
<b>L</b>	magnetfelderzeugende Teilvorrichtung ( <b>L</b> ). Bei der magnetfelderzeugenden Teilvorrichtung ( <b>L</b> ) handelt es sich in der Regel bzw. bevorzugt um eine Flachspule;
<b>R2</b>	interner Bus-Shunt-Widerstand;

- R2'** zusätzlicher externer Bus-Shunt-Widerstand;  
**R<sub>s</sub>** externer Bus-Shunt-Widerstand:  
**SL1** erster Busknoten;  
**SL2** zweiter Busknoten;  
**SL3** dritter Busknoten;  
**SLx** x-ter Busknoten;

Liste der zitierten Druckschriften / Anmeldungen

DE 10 147 512 B4,  
DE 10 2010 026 431 B1,  
DE 10 2017 012 179.6,  
DE 10 2017 122 364.9,  
DE 10 2017 122 365.7,  
DE 10 2017 128 489.3,  
DE 10 2017 128 923.2,  
DE 10 2018 104 488.7,  
DE 10 2018 104 489.5,  
EP 1364 288 B1,  
EP 1 490 772 B1,  
EP 1603 282 B1,  
US 9 331 866 B2.

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- DE 102010026431 B1 [0002, 0035]
- DE 10147512 B4 [0002, 0007, 0035]
- EP 1490772 B1 [0002, 0007, 0016, 0035]
- US 9331866 B2 [0002, 0007, 0035]
- DE 102017122365 [0014, 0016, 0035]
- DE 102010026431 B4 [0016]
- EP 1603282 B1 [0016, 0035]
- EP 1364288 B1 [0016, 0035]
- DE 102017122364 [0016, 0035]
- DE 102017012179 [0016, 0035]
- DE 102017128489 [0016, 0035]
- DE 102017128923 [0016, 0035]
- DE 102018104488 [0016, 0035]
- DE 102018104489 [0016, 0035]

## Patentansprüche

### 1. Kommunikationsbus

- mit einer Busleitung und
- mit Busknoten und
- wobei ein Busmaster im Sinne dieses Anspruchs ebenfalls ein Busknoten sein kann und
- wobei die Busknoten durch die Busleitung miteinander verbunden sind, und
- wobei pro Busknoten bei zumindest einem Teil der Busknoten, im Folgenden betreffender Busknoten genannt, ein magnetfelderzeugendes Element in die Busleitung geschaltet ist, und
- wobei dieses magnetfelderzeugende Element ein für den betreffenden Busknoten spezifisches zusätzliches Magnetfeld erzeugt, das von dem Busstrom abhängt, der den betreffenden Busknoten durchströmt und
- wobei der betreffende Busknoten einen Magnetfeldsensor zur Erfassung dieses Magnetfeldes aufweist und
- wobei der Magnetfeldsensor dazu vorgesehen ist, den Busstrom in der Busleitung, der den betreffenden Busknoten durchströmt, in Form eines Busstromparameters zu erfassen und
- wobei der so erfasste Busstromparameter für den Betrieb des Kommunikationsbusses verwendet wird.

### 2. Verfahren

- zum Betrieb eines betreffenden Busknotens in einem Kommunikationsbus mit mehreren Busknoten, die durch den Kommunikationsbus verbunden sind, mit den Schritten
- Einspeisen eines Busstromes durch einen der mehreren Busknoten des Kommunikationsbusses,
- wobei der betreffende Busknoten durch den Busstrom durchströmt wird;
- Erzeugen eines Magnetfeldes durch ein magnetfelderzeugendes Element des Busknotens in Abhängigkeit von dem Busstrom der diesen betreffenden Busknoten durchströmt;
- Ermitteln eines für den betreffenden Busknoten spezifischen Busstromparameters in Abhängigkeit von dem Magnetfeld;
- Verwendung des so erfassten für den betreffenden Busknoten spezifischen Busstromparameters für den Betrieb des Kommunikationsbusses.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

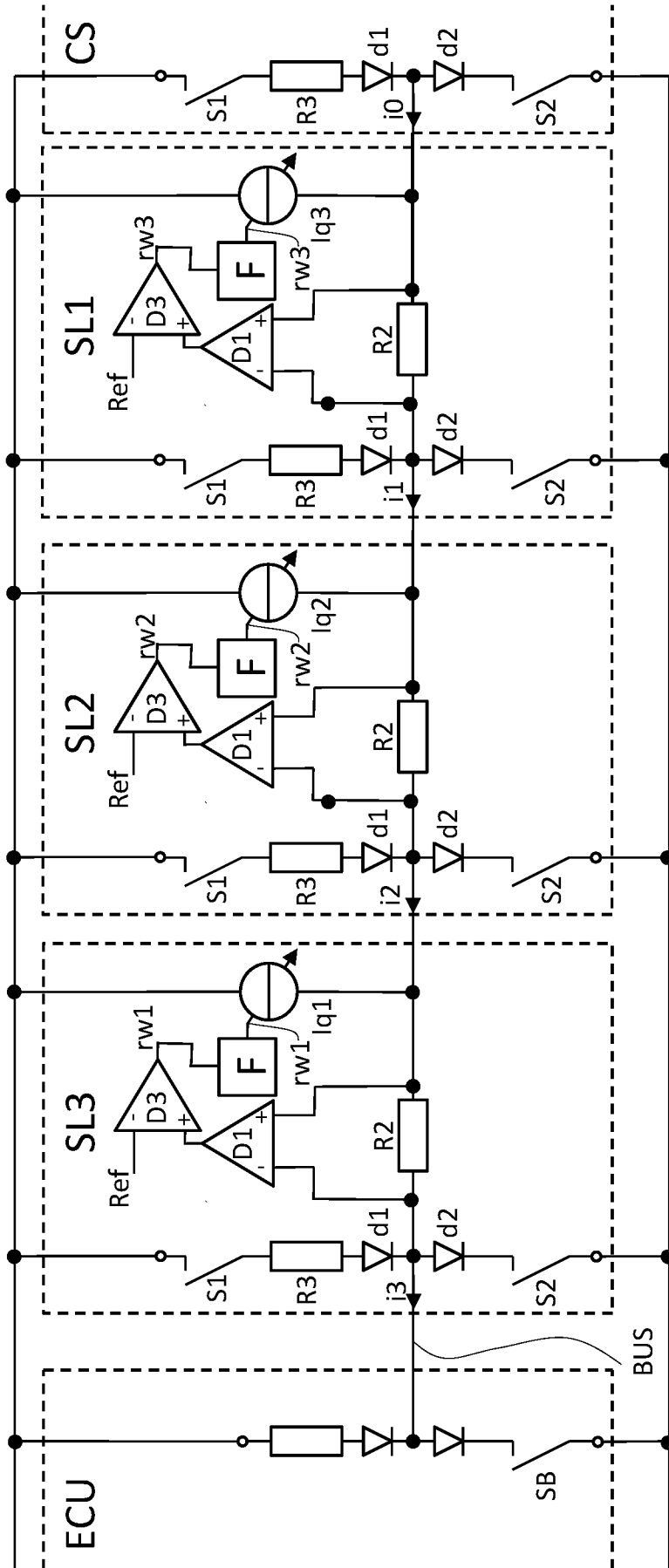


Fig. 1

SdT

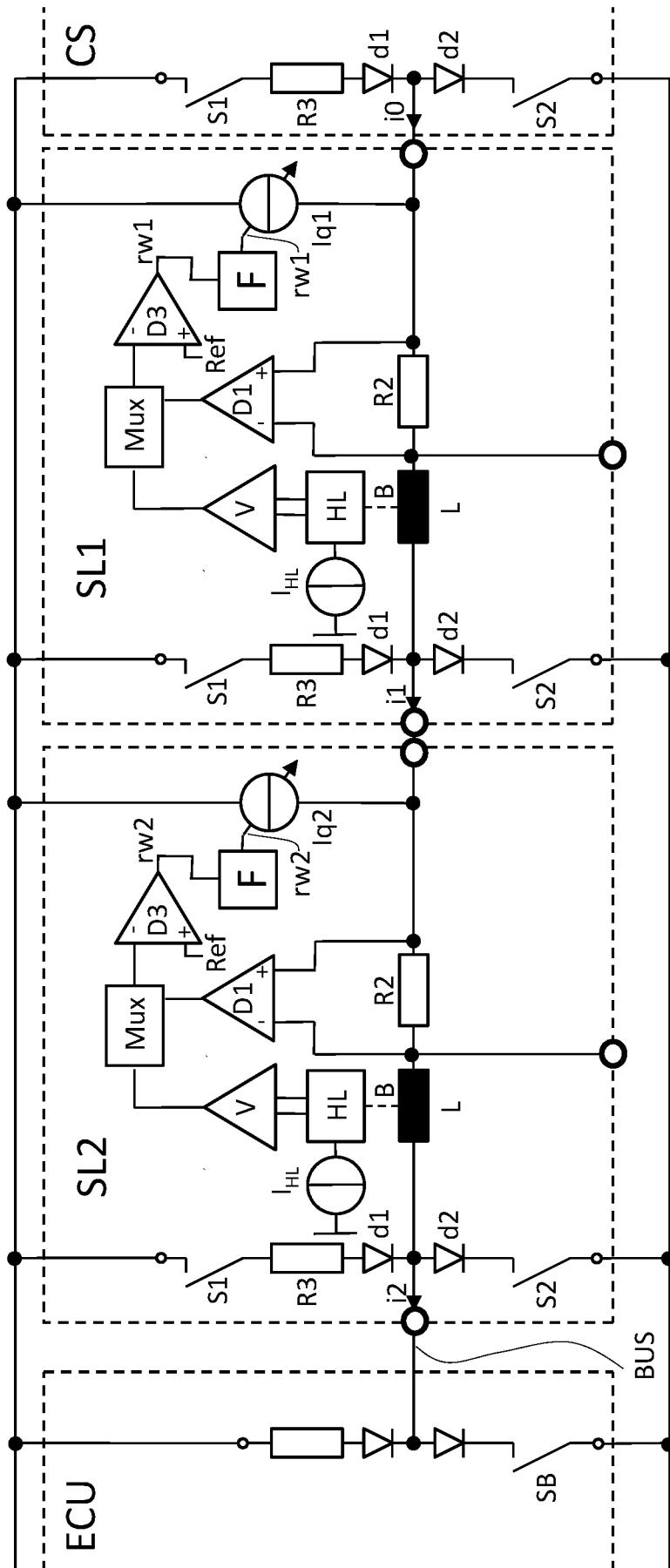


Fig. 2

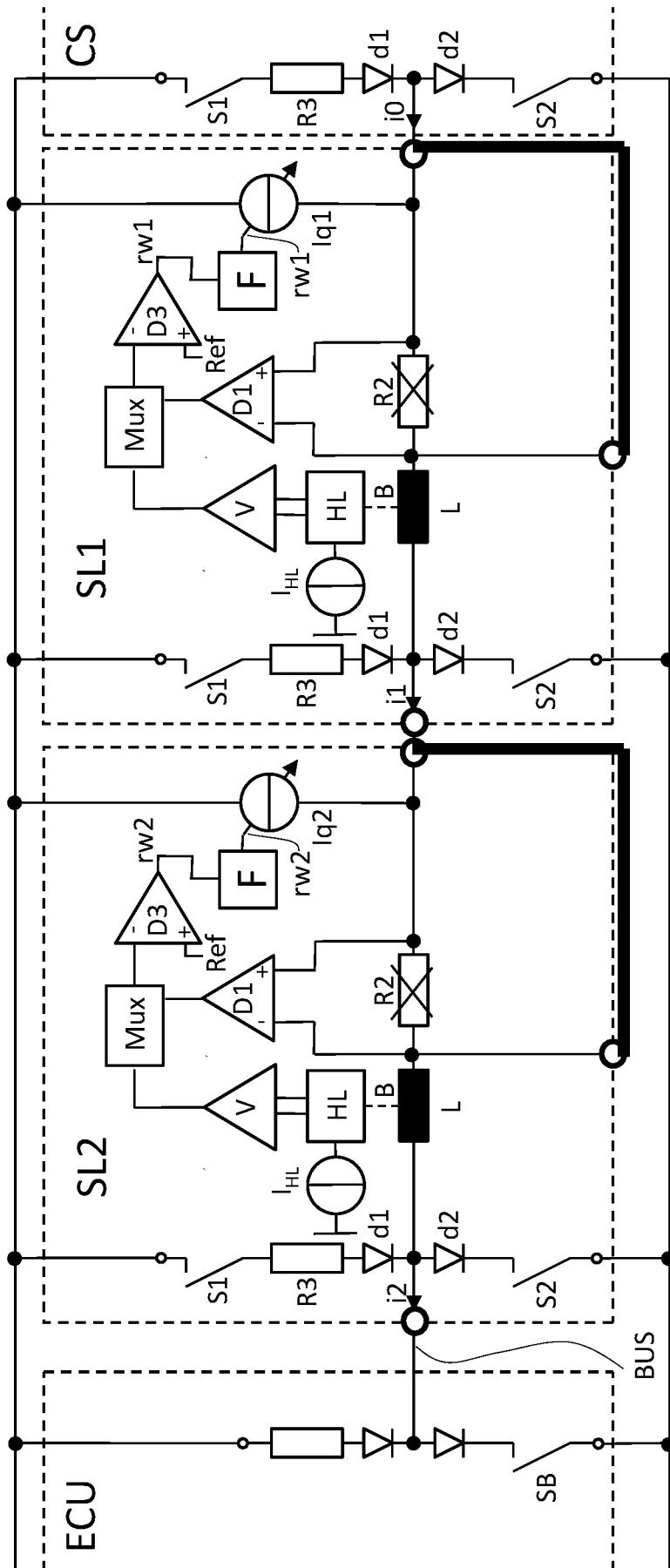


Fig. 3

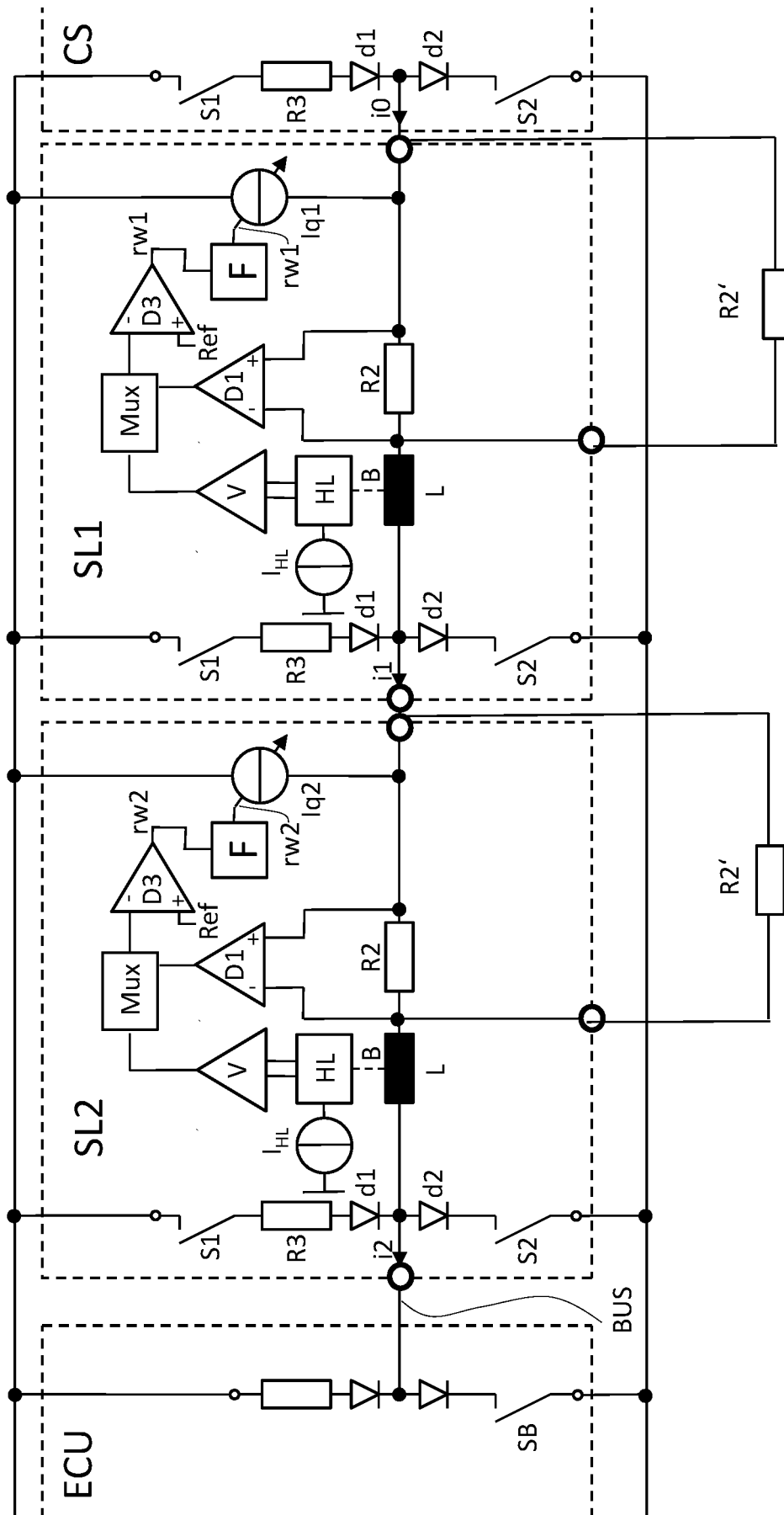


Fig. 4



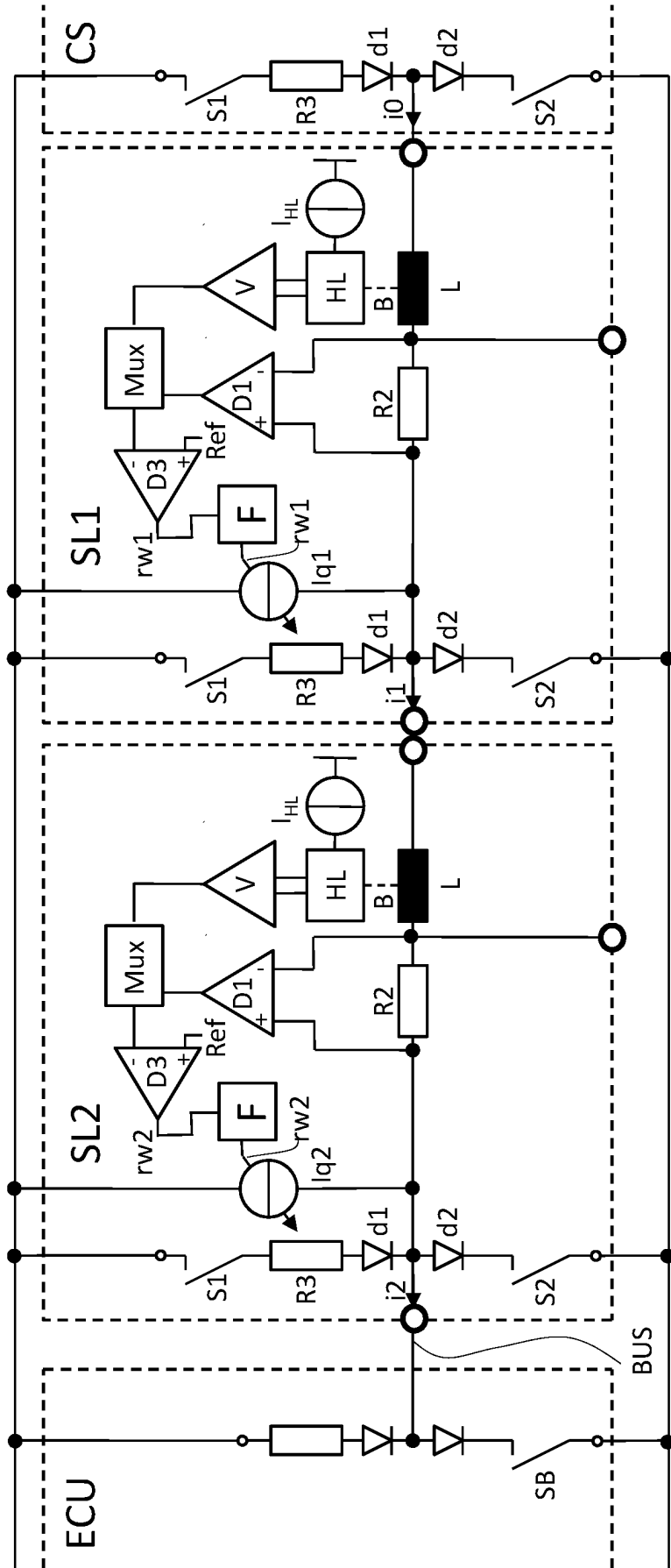


Fig. 5