



(10) **DE 10 2013 100 603 B3** 2014.05.15

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 100 603.5**
(22) Anmeldetag: **22.01.2013**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.05.2014**

(51) Int Cl.: **H04L 12/42 (2006.01)**
H04L 12/40 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**dspace digital signal processing and control
engineering GmbH, 33102, Paderborn, DE**

(72) Erfinder:
Cherkaoui, Abdallah, 33178, Borcheln, DE;
Dierkes, Christian, 33100, Paderborn, DE; Kopka,
Lars, 33102, Paderborn, DE

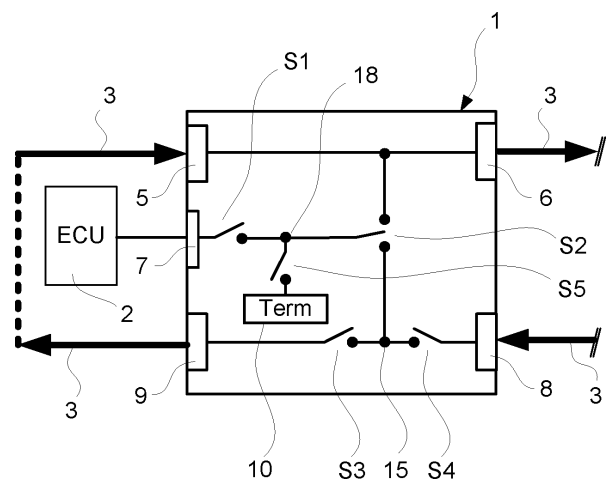
(56) Ermittelter Stand der Technik:
EP 2 001 169 A1

DIEKSTALL, K.; SCHÜTTE, H.; WÄLTERMANN,
P.: Hardware-in-the-Loop-Test verteilter Kfz-
Elektroniksysteme. In ATZ - Automobiltechnische
Zeitschrift, 2004, Nr. 4, S. 416-425. - ISSN 0001-
2785

JANSSEN, Dirk; BÜTTNER, Holger: EtherCAT –
Der Ethernet-Feldbus. In Elektronik, 2003, Nr. 23,
S. 64-72 und Nr. 25, S. 62-67. - ISSN 0013-5658

(54) Bezeichnung: **Schaltungsanordnung zur universellen Anschaltung eines Busteilnehmers an wenigstens einen Bus**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung (1) zum Anschließen eines Busteilnehmers (2) an wenigstens einen Bus (3, 4), insbesondere einen CAN Bus, mit einer Schnittstelle (7) zur Verbindung des Busteilnehmers (2) mit der Schaltungsanordnung (1), einem ersten Buseingang (5) und einem ersten Busausgang (6), zwischen die der Busteilnehmer (2) über die Schnittstelle (7) schaltbar ist. Die Schaltungsanordnung umfasst einen zweiten Buseingang (8) und einen zweiten Busausgang (9) zum Anschluss des Busses (3, 4) an die Schaltungsanordnung (1) in einer Ringtopologie derart, dass der erste Busausgang (6) zumindest mittelbar über den Bus (3, 4) mit dem zweiten Buseingang (8) und der zweite Busausgang (9) zumindest mittelbar über den Bus (3, 4) mit dem ersten Buseingang (5) verbunden ist, wobei der Bus (3, 4) in der Schaltungsanordnung (1) zum Erhalt einer Linientopologie auftrennbar ist, und die Schaltungsanordnung (1) an einem der Buseingänge (5, 8) oder Busausgänge (6, 9) als busterminierend konfigurierbar ist. Des Weiteren umfasst die Erfindung ein System zur Funktionsüberprüfung von Busteilnehmern (ECU1, ECU2, ECU3) an einem Bus (3, 4) in einer Simulationsumgebung umfassend eine Simulatoreinheit (20) zur Simulation von Steuersignalen auf dem Bus (3, 4) und mehrere der genannten Schaltungsanordnungen (1a, 1b, 1c), mittels welchen jeweils einer der Busteilnehmer (ECU1, ECU2, ECU3) mit dem Bus (3, 4) verbindbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Anschließen eines Busteilnehmers an wenigstens einen Bus, insbesondere einen CAN Bus, mit einer Schnittstelle zur Verbindung des Busteilnehmers mit der Schaltungsanordnung, einem ersten Buseingang und einem ersten Busausgang, zwischen die der Busteilnehmer über die Schnittstelle schaltbar ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Busteilnehmer, insbesondere ein elektronisches Steuergerät für Kraftfahrzeuge, mit einer derartigen integrierten Schaltungsanordnung. Ferner betrifft die Erfindung ein System zur Funktionsüberprüfung von Busteilnehmern an einem Bus in einer Simulationsumgebung umfassend mehrere Schaltungsanordnungen und einen Bus, insbesondere einen CAN Bus, wobei die Busteilnehmer jeweils mittels einer der Schaltungsanordnungen mit dem Bus verbindbar sind, und ferner umfassend eine Simulatoreinheit zur Simulation von Steuersignalen auf dem Bus.

[0002] Allgemein betrifft die Erfindung das technische Gebiet der Funktionsüberprüfung von einem oder mehreren elektronischen Steuergeräten mittels einer Simulationsumgebung, was allgemein als „Hardware in the Loop“ (HIL) genannt wird. Dabei stellt das elektronische Steuergerät ein eingebettetes System dar, das mit seinen Ein- und Ausgängen an eine Simulatoreinheit angeschlossen ist, die die reale Umgebung des Systems, d. h. des bzw. der elektronischen Steuergeräte nachbildet. Die Funktionsüberprüfung umfasst insbesondere das Testen von Funktionen und des Fehlerverhaltens der Steuergeräte. Sie dient der Unterstützung während der Entwicklung der Hard- und Software der Geräte.

[0003] Das HIL-Verfahren ist insbesondere im Automobilbereich weit verbreitet. Dabei wird das zu steuernde System, d. h. das Fahrzeug, über Modelle simuliert, um die korrekte Funktion des zu entwickelnden Steuergeräts, beispielsweise eines Motorsteuergeräts zu prüfen. Das Steuergerät kann eine beliebige elektronische, mechatronische oder magnetische Aktorik und/oder Sensorik sein, die beispielsweise zur Ansteuerung eines Elektromotors oder Betätigung eines Magnetventils dient. Die Simulation läuft in der Regel in Echtzeit. Die Eingänge einer Steuereinheit werden mit Sensordaten aus dem Modell beaufschlagt, und die in Reaktion auf die Eingangssignale am Ausgang der Steuereinheit erzeugten Ausgangssignale werden zurück in das Modell gegeben, so dass eine geschlossene Regelschleife vorliegt (Loop) vorliegt.

[0004] Für die Überprüfung der Funktionalität und Funktionsfähigkeit einzelner oder mehrerer Steuergeräte werden diese nach dem Stand der Technik an einen bestimmten Bus, z. B. einen Hauptbus (Mainbus) oder einen lokalen Bus (Localbus), durch ei-

ne entsprechende Verkabelung angeschlossen. Dies führt jedoch zu einem sehr unflexiblen Testaufbau. Eine Änderung der Busstruktur ist nur mit hohem Aufwand möglich, insbesondere muss eine Umschaltung vom Haupt- zum Lokalbus durch Änderung der Verkabelung erfolgen.

[0005] In der Vergangenheit wurden sogenannte Matrix-Boards verwendet, die Anschlüsse für mehrere Busse und mehrere Steuergeräte bereitstellen. Die Busleitungen und die Steuergeräteleitungen kreuzen sich in der Art einer Matrix, wobei an jedem Kreuzungspunkt eine Verbindung zwischen dem entsprechenden Bus und der entsprechenden Steuergeräteleitung herstellbar ist, so dass jedes Steuergerät wahlweise an einen der Busse anschließbar ist. Der Nachteil eines solchen Matrix-Boards liegt darin, dass nur eine begrenzte Anzahl an Steuergeräten bzw. Busteilnehmern anschließbar ist.

[0006] Eine Schaltungsanordnung der einleitend genannten Art ist aus der EP 2 001 169 A1 bekannt. Sie beschreibt insbesondere eine Vorrichtung zum Anschließen von Komponenten an eine Buslinie. Auf beiden Seiten einer Komponente können von der Vorrichtung unterschiedliche Abschlusswiderstände zugeschaltet werden.

[0007] Aus der Druckschrift „Janssen, Dirk; Büttner, Holger: EtherCAT – Der Ethernet-Feldbus. In: Elektronik (2003), Nr. 23/2003, S. 64–72 und Nr. 25, S. 62–67“ ist ein auf Ethernet basierender Feldbus bekannt, bei dem zur Erzielung einer Schleifentopologie die Rückleitung durch die einzelnen Teilnehmer durchgeschleift wird.

[0008] Aus der Druckschrift „Diekstall, K.; Schütte, H.; Wältermann, P.: Hardware-in-the-Loop-Test verteilter Kfz-Elektroniksysteme. In ATZ – Automobiltechnische Zeitschrift, 2004, Nr. 4, S. 416–425“ ist ein Simulator zum Test von CAN-Bus basierten Kfz-Steuergeräten bekannt, wobei die CAN-Topologie über ein CAN-Matrix-Modul variabel umgeschaltet wird.

[0009] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zu schaffen, eine hohe Flexibilität bei der Gestaltung der Busstruktur, insbesondere hinsichtlich der Wahl der Stelle der Terminierung des Busses, sowie eine hohe Flexibilität bei der Anzahl und der Verschaltung der Busteilnehmer mit einem bestimmten Bus zu erhalten, wobei der Arbeits- und Verkabelungsaufwand gleichzeitig gering sein soll und eine Änderung der Busstruktur sowie Umschaltung von einem auf einen anderen Bus während des HIL-Simulatorbetriebes ermöglicht werden soll.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 sowie durch ein System nach Anspruch 17 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildung-

gen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

[0011] Erfindungsgemäß wird eine Schaltungsanordnung zum Anschließen eines Busteilnehmers an wenigstens einen Bus, insbesondere einen CAN Bus, vorgeschlagen, mit einer Schnittstelle zur Verbindung des Busteilnehmers mit der Schaltungsanordnung, einem ersten Buseingang und einem ersten Busausgang, zwischen die der Busteilnehmer über die Schnittstelle schaltbar ist, wobei die Schaltungsanordnung einen zweiten Buseingang und einen zweiten Busausgang umfasst zum Anschluss des Busses an die Schaltungsanordnung in einer Ringtopologie derart, dass der erste Busausgang zumindest mittelbar über den Bus mit dem zweiten Buseingang und der zweite Busausgang zumindest mittelbar über den Bus mit dem ersten Buseingang verbunden ist, und wobei der Bus in der Schaltungsanordnung zum Erhalt einer Linientopologie auftrennbar ist, und die Schaltungsanordnung an einem der Buseingänge oder Busausgänge als busterminierend konfigurierbar ist.

[0012] Eine derartige Schaltungsanordnung verbindet den Busteilnehmer mit dem Bus in der Art eines Gateway-Moduls. Ein Kernaspekt der Erfindung ist, dass der zweite Buseingang und Busausgang nicht für den Anschluss eines zweiten Busses sondern für denselben Bus vorgesehen sind, der schaltungstechnisch zunächst zu einer weiteren, identischen Schaltungsanordnung verläuft und dann von dieser wieder zurückkommt. Der Bus ist damit zweimal durch die Schaltungsanordnung durchgeleitet oder zumindest durchleitbar. Durch diese Verschaltbarkeit der Schaltungsanordnung nach Art einer Ringtopologie kann eine beliebige Anzahl von Busteilnehmern in eine HIL-Simulationsumgebung eingebettet und einzeln oder gemeinsam getestet werden.

[0013] Ein weiterer Kernaspekt der Erfindung besteht darin, dass die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung so konfiguriert werden kann, dass sie einen der Buseingänge oder Busausgänge terminiert. Dies ist dann von Vorteil, wenn der Busteilnehmer keine integrierte Terminierung aufweist und er oder die Schaltungsanordnung an einem Busende abgeschlossen werden soll.

[0014] Jede Schaltungsanordnung kann den an ihr angeschlossenen Busteilnehmer an den Bus anschließen oder von diesem trennen und die Busleitung sowohl zwischen dem ersten Buseingang und ersten Busausgang als auch zwischen dem zweiten Buseingang und zweiten Busausgang durchleiten oder auftrennen. Sie ermöglicht damit eine flexible Änderung der Busstruktur dahingehend, dass der Bus bei jeder Schaltungsanordnung aufgetrennt und an der dadurch entstehenden offenen Stelle als terminierend verschaltet werden kann.

[0015] Bei einer Hardware-Simulationsumgebung mit mehreren Busteilnehmern unterschiedlicher Varianten können diese dann während der HIL-Simulation getestet werden. Jede Schaltungsanordnung kann einen Busteilnehmer mit dem Bus verbinden, den Bus alternativ durchschleifen und optional den Bus terminieren.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante kann die Schnittstelle über eine erste Schaltergruppe wahlweise mit dem ersten Buseingang und ersten Busausgang oder dem zweiten Buseingang und dem zweiten Busausgang verbunden werden, und die Verbindung von der ersten Schaltergruppe zum zweiten Buseingang und zum zweiten Busausgang jeweils durch eine Trennschaltergruppe aufgetrennt werden, um die Ringtopologie des Busses in eine Linientopologie zu ändern. Die Schaltungsanordnung besitzt in dieser Ausführungsvariante dann folglich eine erste Trennschaltergruppe, um die Verbindung zwischen dem zweiten Busausgang und der ersten Schaltergruppe aufzutrennen, sowie eine zweite Trennschaltergruppe, um die Verbindung zwischen dem zweiten Buseingang und der ersten Schaltergruppe aufzutrennen.

[0017] Die beiden Trennschaltergruppen sind vorzugsweise unabhängig voneinander schaltbar. Ist die zweite Trennschaltergruppe geschlossen, besteht eine Verbindung zwischen dem zweiten Buseingang zur ersten Schaltergruppe. Ist die erste Trennschaltergruppe geschlossen, besteht eine Verbindung zwischen dem zweiten Busausgang zur ersten Schaltergruppe. Sind beide Trennschaltergruppen geschlossen, liegt folglich eine Verbindung zwischen dem zweiten Buseingang und dem zweiten Busausgang vor. Wird eine der Trennschaltergruppen betätigt, d. h. die Verbindung geöffnet, während die andere Trennschaltergruppe geschlossen verbleibt, liegt ein offenes Ende des Busses an der ersten Schaltergruppe vor, sofern der Busteilnehmer nicht über die erste Schaltergruppe mit diesem Ende verbunden wird bzw. verbunden ist.

[0018] Dieses durch die Auftrennung entstehende offene Ende des Busses ist elektrisch abzuschließen, um Reflexionen zu vermeiden und um die Buskommunikation nicht zu beeinflussen. Hierzu kann die Schaltungsanordnung eine Terminierungseinheit des Busses, insbesondere einen Abschlusswiderstand, aufweisen, die über zumindest einen Terminierungsschalter in Abhängigkeit der Stellung der Schalter der Trennschaltergruppe an den zweiten Buseingang und/oder den zweiten Busausgang anschaltbar ist. Der Terminierungsschalter schaltet die Terminierungseinheit zu oder ab. Wird die zweite Trennschaltergruppe geöffnet und die Terminierungseinheit zugeschaltet, wird nachfolgend von einer linksseitigen Terminierung gesprochen. Wird die erste Trennschaltergruppe geöffnet und die Terminierungsein-

heit zugeschaltet, wird entsprechend nachfolgend von einer rechtsseitigen Terminierung gesprochen.

[0019] Es sei angemerkt, dass der an den Bus anzuschließende Busteilnehmer grundsätzlich auch selbst bereits eine Terminierungseinheit aufweisen kann. Die Terminierung in der erfindungsgemäßen Schaltungseinheit bietet jedoch eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Anschlussmöglichkeiten des Busteilnehmers, ohne dabei eine Verkabelungsänderung vorzunehmen. So kann die Terminierungseinheit der Schaltungsanordnung sowohl zum terminieren des Busses, wenn der terminierende Busteilnehmer abgeklemmt ist, als auch für Busteilnehmer eingesetzt werden, die keine integrierte Terminierung besitzen. Dies kann beispielsweise bei Busteilnehmern der Fall sein, die sich noch in einer frühen Entwicklungsphase befinden, oder bei Busteilnehmern der Fall sein, die eigentlich für eine Anordnung mittig im Bus vorgesehen sind, aber zu Testzwecken an einen weiteren Bus als Endgerät angeschlossen werden sollen. Auch bietet die schaltungsintegrierte Terminierungseinheit den Vorteil, dass die Position eines Busteilnehmers am Bus geändert werden kann, ohne dass es hierzu einer Umverkabelung des Busteilnehmers oder eines manuellen Herstellens einer Terminierung bedarf. Eine solche Positionsänderung ist vor allem für Busteilnehmer aus unterschiedlichen Entwicklungsstufen interessant. Dies bietet große Vorteile, da zum Zeitpunkt der Verkabelung nicht klar sein muss welcher Busteilnehmer terminiert.

[0020] Grundsätzlich entsteht durch das Öffnen einer Trennschaltergruppe auch ein offenes Ende des Busses an der auftrennenden Trennschaltergruppe. Dieses muss jedoch nicht terminieren, wenn der dort ankommende Bus bereits durch eine andere Schaltungsanordnung „tot“ gelegt wurde, d. h. eine Auftrennung an der komplementären Trennschaltergruppe einer anderen Schaltungsanordnung erfolgt ist, die gemäß der Ringtopologie vor der erstgenannten Schaltungsanordnung am Bus angeschlossen ist. Damit ist die Gesamtbusstruktur dann derart, dass eine Schaltungsanordnung am Bus als rechtsterminierend und eine andere Schaltungsanordnung am Bus als linksterminierend zu konfigurieren ist. Der Busleitungsabschnitt, der zwischen einer linksterminierenden Schaltungsanordnung und einer rechtsterminierenden Schaltungsanordnung liegt, kann auf diese Weise folglich „tot“ gelegt werden.

[0021] Die Begriffe „Schaltergruppe“ und „Trennschaltergruppe“ umfassen hier sowie nachfolgend eine Gruppe von zwei oder mehr Schaltern, die dieselbe Funktion erfüllen und daher gleichzeitig geschaltet werden. Die Begriffe berücksichtigen die Tatsache, dass bei der Buskommunikation innerhalb der Schaltungseinheit bezüglich der Richtung (in/out) zu differenzieren ist, und dass bei mehradrigen Bussystemen, insbesondere bei Bussystemen, die Differenz-

signale mit komplementären Signalpegeln in den Leitungen verwenden, wie dies beim CAN Bus (Controller Area Network) nach ISO 11898 der Fall ist, entsprechende Schalter für jeden Signalpfad vorzusehen sind.

[0022] Vorteilhafterweise kann die Terminierungseinheit an einem Knoten zwischen der Schnittstelle und der ersten Schaltergruppe angeordnet sein. Damit wird erreicht, dass sie in Abhängigkeit der Stellung der ersten Schaltergruppe an den ersten Buseingang oder den zweiten Buseingang und zweiten Busausgang anschaltbar ist. Damit kann also alternativ auch der erste Buseingang in der Schaltungsanordnung als terminierend konfiguriert werden.

[0023] Vorzugsweise weisen die Trennschaltergruppen jeweils Wechselschalter auf, wobei die den zweiten Buseingang und/oder den zweiten Busausgang wahlweise zur ersten Schaltergruppe hin oder zu einer Bypassleitung hin verbinden. Über die Bypassleitung können der zweite Buseingang und der zweite Busausgang ebenfalls direkt miteinander verbunden werden. Damit wird erreicht, dass die zur ersten Schaltergruppe führende Leitung mittels der Bypassleitung überbrückt wird, wenn beide Trennschaltergruppen auf die Bypassleitung geschaltet sind. Besagte Leitung würde kommunikationstechnisch eine „Sackgasse“ bedeuten, an deren Ende Reflexionen entstehen können. Durch die Umschaltung der Verbindung zwischen zweitem Buseingang und zweitem Busausgang auf die Bypassleitung wird die Entstehung von Reflexionen am offenen Ende besagter Leitung verhindert.

[0024] Es sei angemerkt, dass bei einer mehradrigen Verdrahtung des Busses, entsprechend so viele Bypassleitungen wie Adern vorgesehen sein können.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Schaltungsanordnung eine Überbrückungsschaltergruppe zur direkten Verbindung des ersten Buseingangs mit dem ersten Busausgang aufweisen. Als direkte Verbindung ist in diesem Sinne zu verstehen, dass der Bus vom ersten Buseingang zum ersten Busausgang durchgeleitet und nicht über den Busteilnehmer durchgeschleift ist. Die Überbrückungsschaltergruppe überbrückt demgemäß die erste Schaltergruppe. Dies hat den Vorteil, dass der Busteilnehmer im laufenden Betrieb vom Bus abgeklemmt werden kann, ohne dass die Buskommunikation unterbrochen wird.

[0026] Auch die Überbrückungsschaltergruppe kann aus mehreren Schaltern bestehen, sofern der Bus mehradrig ausgeführt ist, wobei dann für jede Ader, d. h. für jeden Signalweg ein Überbrückungsschalter vorgesehen sein kann. Die Überbrückungsschalter müssen hier jedoch nicht gleichzeitig schaltbar sein. Vielmehr ist es für einzelne Verschaltungsvari-

anten von Vorteil, die Überbrückungsschalter einer Überbrückungsschaltergruppe getrennt voneinander schaltbar zu haben.

[0027] Zusätzlich oder alternativ zu den vorgenannten Merkmalen kann die Schaltungsanordnung eine Aktivierungsschaltergruppe aufweisen, über die die Schnittstelle mit der ersten Schaltergruppe verbindbar ist. Die Aktivierungsschaltergruppe dient zur Ankopplung und Abkopplung des Busteilnehmers an den bzw. von dem Bus. Der Busteilnehmer kann damit eingeschaltet (enable) und ausgeschaltet (disable) werden.

[0028] Auch die Aktivierungsschaltergruppe kann aus mehreren Schaltern bestehen. So kann insbesondere ein Aktivierungsschalter für den Signaleingang, d. h. vom ersten Buseingang kommenden Signalweg, und ein Aktivierungsschalter für den Signalausgang, d. h. zum ersten Busausgang gehenden Signalweg vorgesehen sein, die gemeinsam ein Schalterpaar bilden.

[0029] Sofern der Bus mehradrig ausgeführt ist, kann die Aktivierungsschaltergruppe jeweils ein Schalterpaar für jede Leitung des Busses aufweisen. Diese Ausführungsvariante ist insbesondere für zweidrige CAN Busse geeignet, die differentielle Bussignale verwenden und eine Busleitung für High (H) und eine Busleitung für Low (L) verwenden. Vorzugsweise sind die Schalterpaare getrennt voneinander schaltbar. Dies hat den Vorteil, dass die Transceiver-Modi der Busteilnehmer einzeln getestet werden können, sowie die Notfallmodi überprüfbar sind, falls eine Leitung eine Unterbrechung oder einen Kurzschluss aufweist.

[0030] Jedes Schalterpaar der Aktivierungsschaltergruppe kann wiederum einen Schalter für den kommenden Signalweg (in) und den abgehenden Signalweg (out) in Bezug auf den Busteilnehmer aufweisen. In Summe umfasst die Aktivierungsschaltergruppe dann vier Schalter. Die Schalter eines jeweiligen Aktivierungsschalterpaars können gemeinsam angesteuert sein und entsprechend gleichzeitig schalten.

[0031] Vorzugsweise umfasst die erste Schaltergruppe mehrere Wechselschalter. Mittels der Wechselschalter kann wahlweise zwischen einer Verbindung der Schnittstelle respektive des Busteilnehmers zum ersten Busein- und Busausgang und einer Verbindung zum zweiten Busein- und Busausgang hergestellt werden. Insbesondere kann je ein Wechselschalter für den vom ersten Buseingang kommenden Signalweg (in) und für den zum ersten Busausgang abgehenden Signalweg (out) vorgesehen sein. Auch hier können diese Wechselschalter ein Schalterpaar bilden, die gemeinsam angesteuert werden.

[0032] Sofern der Bus mehradrig ausgeführt ist, kann für jede Busleitung H, L ein solches Schalterpaar für den kommenden und den abgehenden Signalweg (in, out) vorhanden sein. Vorzugsweise können alle Schalterpaare der ersten Schaltergruppe gleichzeitig miteinander schaltbar sein. Dies hat den Vorteil, dass letztendlich nur eine einzige Treiberschaltung für die Betätigung aller Schalter der ersten Schaltergruppe erforderlich ist.

[0033] Grundsätzlich hat die Zusammenlegung zu gemeinsam geschalteten Schalterpaaren oder Schaltergruppen bei allen Schaltern den Vorteil der Reduzierung des Ansteuerungsaufwandes aufgrund weniger Steuersignale sowie der Verringerung der Anzahl der Treiberschaltungen, so dass hierdurch sowohl eine Platzeinsparung in baulicher Hinsicht als auch eine Kosteneinsparung durch weniger erforderliche Komponenten erreicht wird.

[0034] Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung kann die Schaltungsanordnung weitere Anschlüsse zum Anschluss an einen zweiten Bus, insbesondere einen zweiten CAN Bus, aufweisen, und eine Busumschaltergruppe umfassen, mittels welcher die Schnittstelle wahlweise an den ersten Bus oder an den zweiten Bus anschließbar ist. Durch die Busumschaltergruppe kann somit festgelegt werden, ob der Busteilnehmer am ersten Bus oder am zweiten Bus kommuniziert.

[0035] Vorteilhaft ist es, wenn die Busumschaltergruppe schaltungstechnisch zwischen der Schnittstelle und der ersten Schaltergruppe angeordnet ist. Dadurch reduziert die Anzahl der für die Busumschaltergruppe benötigten Schalter und vereinfacht sich das Schaltungslayout der Schaltungsanordnung.

[0036] Vorzugsweise ist die Busumschaltergruppe durch Wechselschalter gebildet, mittels denen zwischen dem ersten Bus und dem zweiten Bus hin und her geschaltet werden kann. Dabei kann die Busumschaltergruppe mehrere Wechselschalter umfassen. Mittels dieser Wechselschalter kann wahlweise eine Verbindung der Schnittstelle respektive des Busteilnehmers zu dem ersten Bus oder zu dem zweiten Bus hergestellt werden. Dies bedeutet, dass entweder eine Verbindung der Schnittstelle mit dem ersten Buseingang und Busausgang des ersten Busses oder, in Abhängigkeit der Stellung des ersten Schalterpaares, mit dem zweiten Buseingang und Busausgang des ersten Busses herstellbar ist, oder dass eine Verbindung der Schnittstelle mit dem ersten Buseingang und Busausgang des zweiten Busses oder, in Abhängigkeit der Stellung eines zweiten Schalterpaares, mit dem zweiten Buseingang und Busausgang des zweiten Busses herstellbar ist.

[0037] Insbesondere kann je ein Wechselschalter für den zur Schnittstelle hingehenden Signalweg (in) und

für den von der Schnittstelle kommenden Signalweg (out) vorgesehen sein. Auch hier können diese Wechselschalter zu einem Schalterpaar zusammengefasst sein, wobei die Wechselschalter gemeinsam ansteuerbar sind.

[0038] Sofern die beiden Busse mehradrig ausgeführt sind, kann für jede Busleitung (H, L) ein solches Schalterpaar für den von der Schnittstelle kommenden und den zu ihr gehenden Signalweg vorhanden sein. Vorzugsweise können alle Schalterpaare der ersten Schaltergruppe gleichzeitig miteinander schaltbar sein. Dies hat auch hier den Vorteil, dass nur eine einzige Treiberschaltung für die Betätigung aller Schalter der Busumschaltergruppe erforderlich ist.

[0039] Die Schaltungsanordnung kann – wie zuvor bereits angesprochen – für den zweiten Bus ebenfalls einen ersten Buseingang, einen ersten Busausgang, einen zweiten Buseingang und einen zweiten Busausgang derart aufweisen, dass auch der zweite Bus in einer Ringtopologie derart verlegbar ist, dass der erste Busausgang zumindest mittelbar über den zweiten Bus mit dem zweiten Buseingang und der zweite Busausgang zumindest mittelbar über den zweiten Bus mit dem ersten Buseingang verbunden ist. Auch für den zweiten Bus wird dadurch ein Höchstmaß an Flexibilität hinsichtlich der Busstruktur des zweiten Busses, der Anschaltung des Busteilnehmers sowie auch hinsichtlich der Art der Anschaltung als busterminierend oder nicht busterminierend erreicht.

[0040] Wie ebenfalls bereits angesprochen, kann die Schaltungsanordnung in der Ausführungsvariante mit einer Anschlussmöglichkeit zu einem zweiten Bus eine zweite Schaltergruppe umfassen, mittels welcher die Schnittstelle in der den zweiten Bus auswählenden Stellung der Busumschaltergruppe wahlweise mit dem ersten Buseingang und ersten Busausgang des zweiten Busses oder dem zweiten Buseingang und zweiten Busausgang des zweiten Busses verbindbar ist. Die zweite Schaltergruppe kann aufgrund ihres gleichen Zwecks und gleicher Funktionalität wie die erste Schaltergruppe identisch zu dieser aufgebaut sein.

[0041] Wie bei der internen Verschaltung der vom ersten Bus kommenden (in) bzw. zum ersten Bus gehenden Signalwege (out) kann auch die Verbindung von der zweiten Schaltergruppe zum zweiten Buseingang und zum zweiten Busausgang des zweiten Busses jeweils durch eine Trennschaltergruppe auftrennbar ausgeführt sein, um die Ringtopologie des zweiten Busses in eine Linientopologie zu ändern. Diese Trennschaltergruppe kann identisch zu der zuvor beschriebenen Trennschaltergruppe ausgebildet sein.

[0042] Insbesondere können die beiden Trennschaltergruppen für den zweiten Bus jeweils Wechselschalter umfassen, die den zweiten Buseingang und/oder den zweiten Busausgang des zweiten Busses wahlweise zur zweiten Schaltergruppe hin oder zu einer weiteren Bypassleitung hin verbinden. Über die weitere Bypassleitung kann wie bei der anderen Bypassleitung eine direkte Verbindung zwischen dem zweiten Buseingang und dem zweiten Busausgang des zweiten Busses geschaffen werden, wodurch die Leitung von den Trennschaltergruppen zur zweiten Schaltergruppe überbrückt wird. Auch dies dient der Verhinderung von Reflexionen, die auftreten könnten, wenn der zweite Buseingang und der zweite Busausgang des zweiten Busses über diese Leitung zur zweiten Schaltergruppe miteinander verbunden wären.

[0043] Sofern der zweite Bus mehradrig, insbesondere zweiadrig ausgeführt ist, umfassen die Trennschaltergruppen jeweils einen Wechselschalter für jede Busleitung (H, L). Vorzugsweise sind die Wechselschalter einer Trennschaltergruppe gleichzeitig angesteuert, um die Anzahl der Schalteransteuerungen gering zu halten.

[0044] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann eine zweite Terminierungseinheit zum elektrischen Abschluss des zweiten Busses aufweisen, die über zumindest einen Terminierungsschalter in Abhängigkeit der Stellung der genannten Trennschaltergruppen an den zweiten Buseingang oder den zweiten Busausgang anschaltbar ist. Hierzu kann die zweite Terminierungseinheit an einem Knoten zwischen der Schnittstelle und der zweiten Schaltergruppe derart angeordnet sein, dass sie in Abhängigkeit der Stellung der zweiten Schaltergruppe entweder an den ersten Buseingang oder den zweiten Buseingang bzw. zweiten Busausgang des zweiten Busses anschaltbar ist. Hierdurch wird auch für den zweiten Bus ein Höchstmaß an Flexibilität bei der Beschaltung der Schaltungsanordnung mit dem zweiten Bus und für die entsprechende Gestaltung der Busstruktur erreicht.

[0045] Sofern der zweite Bus mehradrig, insbesondere zweiadrig aufgebaut ist, kann auch die zweite Schaltergruppe jeweils einen Wechselschalter für jede der Adern umfassen. Dies bedeutet beispielsweise für einen CAN Bus mit differenziellen Signalen H und L, d. h. für einen Bus mit zwei Adern, dass die zweite Schaltergruppe vier Wechselschalter aufweist, nämlich ein Wechselschalterpaar für jede Ader, wobei ein Wechselschalterpaar jeweils einen Wechselschalter für den Signaleingang und für den Signalausgang aufweist. Dies kann natürlich auch für den ersten Bus realisiert werden.

[0046] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Schaltungsanordnung auch für den zweiten

Bus eine Überbrückungsschaltergruppe zur direkten Verbindung des ersten Buseingangs mit dem ersten Busausgang des zweiten Busses aufweisen. Dies ermöglicht, dass auch der zweite Bus vom ersten Buseingang zum ersten Busausgang durchgeleitet und nicht über den Busteilnehmer durchgeschleift werden muss. Diese zweite Überbrückungsschaltergruppe überbrückt demgemäß die zweite Schaltergruppe und bietet damit den Vorteil, dass der Busteilnehmer im laufenden Betrieb vom zweiten Bus abgeklemmt werden kann, ohne dass die Buskommunikation auf dem zweiten Bus unterbrochen wird.

[0047] Auch die zweite Überbrückungsschaltergruppe kann aus mehreren Schaltern bestehen, sofern der zweite Bus mehradrig ausgeführt ist, wobei dann für jede Ader, d. h. für jeden Signalweg ein Überbrückungsschalter vorgesehen sein kann. Die Überbrückungsschalter müssen hier ebenfalls nicht unbedingt gleichzeitig schaltbar sein. Vielmehr ist es für einzelne Verschaltungsvarianten der Schaltungsanordnung von Vorteil, die Überbrückungsschalter der zweiten Überbrückungsschaltergruppe getrennt voneinander schaltbar zu realisieren.

[0048] Die mit dem ersten Bus verbindbare Terminierungseinheit und/oder die mit dem zweiten Bus verbindbare zweite Terminierungseinheit kann in einer sehr einfachen und deshalb bevorzugten Variante durch einen einzigen Abschlusswiderstand gebildet sein. Im Falle einer einzelnen Busader kann der Abschlusswiderstand den entsprechenden Bus dann gegen Masse abschließen. Sofern der Bus, bzw. der erste und/oder zweite Bus, zweiadrig ausgeführt ist/sind, kann der Abschlusswiderstand die erste Ader mit der zweiten Ader des jeweiligen Busses verbinden. Bei dieser Variante genügt ein einziger Terminierungsschalter, um den Abschlusswiderstand zwischen die beiden Adern des entsprechenden Busses zu schalten.

[0049] Gemäß einer alternativen Ausführungsvariante kann die mit dem ersten Bus verbindbare Terminierungseinheit und/oder die mit dem zweiten Bus verbindbare zweite Terminierungseinheit durch zwei Abschlusswiderstände gebildet sein, die gemeinsam über einen Kondensator zu Masse verbunden sind. Diese Ausführungsvariante erfordert für eine Terminierungseinheit zwei Terminierungsschalter, d. h. einen Schalter für jede Ader. Dabei wird der eine Abschlusswiderstand über einen ersten Terminierungsschalter mit einer der Busadern und der andere Abschlusswiderstand über einen weiteren Terminierungsschalter mit der anderen Busader verbunden. Grundsätzlich können auch hier die Terminierungsschalter unabhängig voneinander geschaltet werden. Da jedoch ohnehin stets beide Terminierungsschalter einer Terminierungseinheit zu betätigen sind, empfiehlt es sich auch hier, die Terminierungsschalter gemeinsam zu schalten.

[0050] Vorzugsweise ist die Schaltungsanordnung auf einer Platine aufgebaut. Dabei können zur Realisierung des ersten Buseingangs, ersten Busausgangs, des zweiten Buseingangs und zweiten Busausgangs des ersten Busses sowie zur Realisierung der korrespondierenden Ein- und Ausgänge für den zweiten Bus entsprechende elektrische Anschlüsse, insbesondere Schraub- oder Steckanschlüsse auf der Platine vorgesehen sein. Gleiches gilt für die Schnittstelle, an die der Busteilnehmer anzuschließen ist. Im Falle eines CAN Busses mit entsprechend zwei Adern pro Ein- und Ausgang sind insgesamt folglich acht Anschlüsse für den ersten Bus und acht Anschlüsse für den zweiten Bus an der Schaltungsanordnung vorgesehen. Ferner ist die Schnittstelle mit vier Anschlüssen vorzusehen.

[0051] Die einzelnen Schalter der Schaltergruppen, d. h. der ersten Schaltergruppe, der zweiten Schaltergruppe, der Trennschaltergruppen, der Busumschaltergruppe, sowie die Überbrückungsschalter und/oder die Terminierungsschalter, können beispielsweise durch Relais gebildet sein. Dabei können Schalterpaare durch ein einziges Relais geschaltet sein, das dann gezielt angesteuert wird. Es können jedoch auch Relais zusammengeschaltet sein und gemeinsam angesteuert werden. Gerade bei der ersten Schaltergruppe und bei der zweiten Schaltergruppe können die entsprechenden Schalterpaare gemeinsam angesteuert werden, um die Anzahl an Relais treibern zu reduzieren.

[0052] Die Steuerleitungen zur Ansteuerung der einzelnen Schalter bzw. Relais können zu einem gemeinsamen elektrischen Steueranschluss, insbesondere einem Schraub- oder Steckanschluss geführt sein, um die Schaltungseinheit mit entsprechenden Steuersignalen für die Schalter zu versorgen. An besagtem Steueranschluss kann beispielsweise ein Flachkabel anschließbar sein, das anderenfalls beispielsweise mit einem Computer verbindbar ist. Alternativ kann zur Steuerung ein Mikrokontroller auf der Platine der Schaltungsanordnung angebracht sein. Der Mikrokontroller kann seinerseits wieder über einen Konfigurationsbus mit einem Computer verbunden sein.

[0053] Insbesondere kann die Platine in einem Gehäuse untergebracht sein, das für eine Hutschiene montiert ist. Auf diese Weise kann die Verkabelung der Schaltungsanordnung, insbesondere mit mehreren Geräten, einfach und übersichtlich gemäß der „Quasi-Ringtopologie“ erfolgen.

[0054] Erfindungsgemäß kann die beschriebene Schaltungsanordnung Teil des an den ersten oder zweiten Bus anschließbaren bzw. anzuschließenden Busteilnehmers sein. Sie kann folglich baulich integriert mit diesem ausgeführt sein. Beispielsweise kann es sich bei dem Busteilnehmer um ein elektro-

nisches Steuergerät, insbesondere für Kraftfahrzeuge und Flugzeuge handeln. Es sind jedoch beliebige andere Steuergeräte denkbar, die für den Anschluss an einen CAN-Bus vorgesehen sind.

[0055] Des Weiteren kann die Schaltungsanordnung gemeinsam mit weiteren, insbesondere identisch ausgebildeten Schaltungsanordnungen Teil eines gesamten Systems zur Funktionsüberprüfung von Busteilnehmern an einem Bus in einer Simulationsumgebung sein. Erfindungsgemäß wird daher auch ein solches System vorgeschlagen, umfassend mehrere Schaltungsanordnungen und einen Bus, insbesondere einen CAN Bus, wobei die Busteilnehmer jeweils mittels einer der Schaltungsanordnungen mit dem Bus verbindbar sind, und ferner umfassend eine Simulatoreinheit zur Simulation von Steuersignalen auf dem Bus, wobei jede der Schaltungsanordnungen einen ersten und einen zweiten Buseingang sowie einen ersten und einen zweiten Busausgang aufweist und der Bus die Schaltungsanordnungen in einer Ringtopologie derart miteinander verbindet, dass jeder erste Busausgang einer der Schaltungsanordnungen entweder mit dem ersten Buseingang der nächsten Schaltungsanordnung oder mit dem zweiten Buseingang der eigenen Schaltungsanordnung verbunden ist, und jeder zweite Busausgang einer der Schaltungsanordnungen entweder mit dem zweiten Buseingang der nächsten Schaltungsanordnung oder mit dem ersten Buseingang der eigenen Schaltungsanordnung verbunden ist, wobei der Bus in jeder der Schaltungsanordnungen zum Erhalt einer Linientopologie auftrennbar ist und jede Schaltungsanordnung in einem der Buseingänge oder Busausgänge als busterminierend konfigurierbar ist.

[0056] In einer Weiterbildung kann das System einen zweiten Bus umfassen, der die Schaltungsanordnungen in gleicher Weise wie der erste Bus miteinander verbindet. Dabei kann der erste Bus einen Hauptbus und der zweite Bus einen lokalen Bus für eine Restbussimulation darstellen.

[0057] Bei dem erfindungsgemäßen System kann jede der dort vorgesehen Schaltungsanordnungen so ausgebildet sein, wie dies zuvor oben beschrieben worden ist.

[0058] Weitere Vorteile und Merkmale der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sowie des entsprechenden Systems werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der beigefügten Figuren erläutert.

[0059] Es zeigen:

[0060] Fig. 1: Schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen ersten Schaltungsanordnung für den Anschluss an nur einem Bus

[0061] Fig. 2: Schematische Darstellung der Verschaltung von drei Schaltungsanordnungen nach Fig. 1

[0062] Fig. 3: Beispiel einer ersten Verschaltungsart der drei Schaltungsanordnung nach Fig. 2

[0063] Fig. 4: Prinzipdarstellung der Busstruktur des ersten Beispiels

[0064] Fig. 5: Prinzipdarstellung der Busstruktur eines zweiten Beispiels

[0065] Fig. 6: Prinzipdarstellung der Busstruktur eines dritten Beispiels

[0066] Fig. 7: Prinzipdarstellung der Busstruktur eines vierten Beispiels

[0067] Fig. 8: Schematisches Blockschaltbild der erfindungsgemäßen ersten Schaltungsanordnung, konkretisiert hinsichtlich Signaleingang und Signalausgang

[0068] Fig. 9: Vollständiges Blockschaltbild der erfindungsgemäßen ersten Schaltungsanordnung

[0069] Fig. 10: Erstes Beispiel einer Terminierungseinheit

[0070] Fig. 11: Zweites Beispiel einer Terminierungseinheit

[0071] Fig. 12: Schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen zweiten Schaltungsanordnung für den Anschluss an zwei Busse

[0072] Fig. 13: Vollständiges Blockschaltbild der erfindungsgemäßen zweiten Schaltungsanordnung

[0073] Fig. 14: Baumstruktur der Relais-Schaltreihenfolge

[0074] Fig. 15: Beispiel einer fünften Verschaltungsart der drei Schaltungsanordnung nach Fig. 2

[0075] Fig. 16: Prinzipdarstellung der Busstruktur des fünften Beispiels nach Fig. 15

[0076] Fig. 17: Beispiel einer sechsten Verschaltungsart der drei Schaltungsanordnung nach Fig. 2

[0077] Fig. 18: Prinzipdarstellung der Busstruktur des sechsten Beispiels nach Fig. 17

[0078] Fig. 1 zeigt den Schaltplan einer ersten erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung **1** in einer vereinfachten Darstellung. Vereinfacht ist diese Darstellung hinsichtlich der Signalrichtungen der Buskom-

munikation sowie hinsichtlich einer etwaigen Mehradrigkeit des Busses.

[0079] Die Schaltungsanordnung **1** dient dem Anschließen eines Busteilnehmers **2** an einen CAN Bus **3**. Der Busteilnehmer **2** ist hier ein elektronisches Steuerungsgerät ECU (Electronic Control Unit). Die Schaltungsanordnung **1** weist eine Schnittstelle **7** auf, über die der Busteilnehmer **2** mit der Schaltungsanordnung **1** verbunden werden kann. Ferner weist sie einen ersten Buseingang **5** und einem ersten Busausgang **6** auf, zwischen die der Busteilnehmer **2** über die Schnittstelle **7** geschaltet werden kann. Ferner weist sie einen zweiten Buseingang **8** und einen zweiten Busausgang **9** auf, so dass der Bus **3** an die Schaltungsanordnung **1** in einer Ringtopologie derart angeschlossen werden kann, dass der erste Busausgang **6** mittelbar oder unmittelbar über den Bus **3** mit dem zweiten Buseingang **8** und der zweite Busausgang **9** mittelbar oder unmittelbar über den Bus **3** mit dem ersten Buseingang **5** verbunden ist. Der Bus **3** ist in der Schaltungsanordnung **1** zum Erhalt einer Linientopologie auftrennbar. Darüber hinaus kann die Schaltungsanordnung **1** so konfiguriert werden, dass sie an einem der Buseingänge **5, 8** oder Busausgänge **6, 9** den Bus terminiert, wie nachfolgend noch verdeutlicht wird.

[0080] Die Schnittstelle **7** kann über eine erste Schaltergruppe S2, die hier der Einfachheit halber nur als einzelner Wechselschalter dargestellt ist, wahlweise mit dem ersten Buseingang **5** und ersten Busausgang **6** (top) oder mit dem zweiten Buseingang **8** und zweiten Busausgang **9** (bottom) verbunden werden. Ferner umfasst die Schaltungsanordnung **1** eine Aktivierungsschaltergruppe S1, über die die Schnittstelle **7** zur Ankopplung und Abkopplung des Busteilnehmers **2** an den bzw. von dem Bus **3** mit der ersten Schaltergruppe S2 verbunden werden kann.

[0081] Des Weiteren ist in der Schaltungsanordnung **1** eine erste und eine zweite Trennschaltergruppe S3, S4 vorgesehen, um die Verbindung von der ersten Schaltergruppe S2 zum zweiten Buseingang **8**, siehe zweite Trennschaltergruppe S4, sowie von der ersten Schaltergruppe S2 zum zweiten Busausgang **9**, siehe erste Trennschaltergruppe S3, aufzutrennen. Zu diesem Zweck ist die erste Schaltergruppe S2 mit einem Knoten **15** zwischen den beiden Trennschaltergruppen S3, S4 verbunden. Die Trennschaltergruppen S3, S4 sind hier ebenfalls der Einfachheit halber nur als einzelne Schalter dargestellt.

[0082] Durch die Auftrennung der Verbindung verbleibt der jeweils andere Busanschluss **8, 9**, an der ersten Schaltergruppe S2. Sofern seitens des Busteilnehmers keine integrierte Terminierung zum elektrischen Abschluss des Busses vorhanden ist und der Busteilnehmer oder die Schaltungsanordnung dennoch an einem Busende angeschlossen werden soll

bzw. ein Busende bilden soll, muss eine entsprechende Terminierung außerhalb des Busteilnehmers vorgesehen werden.

[0083] Zu diesem Zweck weist die Schaltungsanordnung **1** eine integrierte Terminierungseinheit **10** auf, die über einen Terminierungsschalter S5 hinzu oder weggeschaltet werden kann. Im zugeschalteten Zustand ist die Terminierungseinheit **10** mit einem Knoten **18** zwischen der Schnittstelle **7** und der ersten Schaltergruppe S2 verbunden. Dies bedeutet, dass sie in Abhängigkeit der Stellung der ersten Schaltergruppe S2 entweder an den ersten Buseingang **5** und/oder ersten Busausgang **6**, oder an den zweiten Buseingang **8** und/oder zweiten Busausgang **9** angeschlossen werden kann, wie man sich anhand der **Fig. 1** klar machen kann. Die Verbindung zum zweiten Buseingang **8** und/oder zweiten Busausgang **9** ist abhängig von der Schalterstellung der Trennschaltergruppen S3, S4. Ist die erste Trennschaltergruppe S3 geöffnet und die zweite Trennschaltergruppe S4 geschlossen, liegt eine Terminierung am zweiten Buseingang **8** vor (bei gleichzeitig geschlossenem Terminierungsschalter und entsprechender Stellung der ersten Schaltergruppe), was hier als rechtsterminierend bezeichnet wird. Ist die zweite Trennschaltergruppe S4 geöffnet und die erste Trennschaltergruppe S3 geschlossen, liegt eine Terminierung am zweiten Busausgang **9** vor (bei gleichzeitig geschlossenem Terminierungsschalter und entsprechender Stellung der ersten Schaltergruppe), was hier als linksterminierend bezeichnet wird.

[0084] Die besonders hohe Flexibilität, die sich daraus ergibt, wird anhand der **Fig. 2** bis **Fig. 7** deutlich.

[0085] **Fig. 2** zeigt die Verschaltung von drei identischen Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** gemäß **Fig. 1** miteinander mittels des Busses in der Art einer Ringtopologie. Dabei ist der erste Busausgang **6** der ersten Schaltungsanordnung **1a** mit dem ersten Buseingang **5** der nächstfolgenden zweiten Schaltungsanordnung **1b** verbunden. Ferner ist der zweite Busausgang **9** der zweiten Schaltungsanordnung **1b** mit dem zweiten Buseingang **8** der ersten Schaltungsanordnung **1a** verbunden, so dass also zwei Busverbindungen zwischen der ersten und zweiten Schaltungsanordnung **1a, 1b** bestehen. In gleicher Weise ist der erste Busausgang **6** der zweiten Schaltungsanordnung **1b** mit dem ersten Buseingang **5** der nächstfolgenden dritten Schaltungsanordnung **1c** verbunden und der zweite Busausgang **9** der dritten Schaltungsanordnung **1c** mit dem zweiten Buseingang **8** der zweiten Schaltungsanordnung **1b** verbunden, so dass auch hier zwei Busverbindungen zwischen der zweiten und der dritten Schaltungsanordnung **1b, 1c** bestehen. Bei der dritten Schaltungsanordnung **1c** ist der erste Busausgang **6** über den Bus **3** mit ihrem zweiten Buseingang **8** verbunden. Dies kann unmittelbar oder mittelbar über eine zwischengeschaltete

Simulatoreinheit **20** erfolgen, die ebenfalls als Busteilnehmer an dem Bus hängt. Bei der ersten Schaltungsanordnung **1a** erfolgt dies in gleicher Weise, wobei hier der zweite Busausgang **9** über den Bus **3** unmittelbar mit ihrem ersten Buseingang **5** verbunden ist. Auf diese Weise ist der Bus **3** in der Art einer Ringtopologie mit den Schaltungsanordnungen verschaltet.

[0086] An der Schnittstelle **7** jeder Schaltungsanordnung **1a**, **1b**, **1c** ist ein Busteilnehmer **2**, ECU1, ECU2, ECU3 angeschlossen, der jeweils mit dem Bus **3** verbindbar ist. Die in **Fig. 2** gezeigte, rein schematisch dargestellte Anordnung und Verschaltung der Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** kann auch physisch so gewählt werden. So können die Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** wie in **Fig. 2** baulich nebeneinander beispielsweise auf einer Hut-schiene montiert und miteinander verdrahtet werden. Vorzugsweise können die Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** ihre Busanschlüsse jeweils seitlich haben, so dass die Anschlüsse benachbarter Schaltungsanordnungen einander zugerichtet sind. Auf diese Weise können die Busverbindungen kurz gehalten werden.

[0087] In den **Fig. 3** bis **Fig. 7** sind nun verschiedene Beispiele dargestellt, wie die einzelnen Busteilnehmer mit unterschiedlichen Schalterstellungen der Aktivierungsschaltergruppe S1, des Terminierungsschalters S5, der ersten Schaltergruppe S2 und der Trennschaltergruppen S3, S4 am Bus **3** verschaltet werden können.

[0088] In der **Fig. 3** ist die erste Schaltungsanordnung **1a** als linksterminierend konfiguriert, die zweite Schaltungsanordnung **1b** verbindet seinen Busteilnehmer **2** (ECU2) mittig mit dem Bus **3** und die dritte Schaltungsanordnung **1c** ist rechtsterminierend konfiguriert.

[0089] Dies bedeutet, dass bei der ersten Schaltungsanordnung **1a** die erste Trennschaltergruppe S3 geschlossen ist und die erste Schaltergruppe S2 nach unten (bottom) verbunden ist, d. h. zum zweiten Busausgang **9** geschaltet ist und die zweite Trennschaltergruppe S4 geöffnet ist. Der erste Busteilnehmer **2**, ECU1, besitzt keine interne Terminierung, so dass auch der Terminierungsschalter S5 geschlossen ist. Die Aktivierungsschaltergruppe S1 ist hier geöffnet.

[0090] Bei der zweiten Schaltungsanordnung **1b** ist die erste Schaltergruppe S2 nach oben (top) verbunden und die Aktivierungsschaltergruppe S1 ist geschlossen, so dass der zweite Busteilnehmer **2** (ECU2) zwischen den ersten Buseingang **5** und ersten Busausgang **6** geschaltet ist. Der Terminierungsschalter S5 ist wegen der Anordnung des Busteilnehmers in der Busmitte geöffnet. Die Stellung der

Trennschaltergruppen S3, S4 ist hier ohne Bedeutung, sie sind in **Fig. 3** beispielhaft geschlossen.

[0091] Die dritte Schaltungsanordnung **1c** ist im Wesentlichen identisch der ersten Schaltungsanordnung **1a** konfiguriert, wobei hier jedoch die erste Trennschaltergruppe S3 geöffnet ist und die zweite Trennschaltergruppe S4 geschlossen ist, um eine rechtsseitige Terminierung zu realisieren.

[0092] Die durch die entsprechende Konfiguration der einzelnen Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** entstehende Busstruktur ist in **Fig. 4** hervorgehoben. Man erkennt, dass die „quasi-Ringtopologie“ des Busses **3** aufgetrennt ist und zwischen der ersten und der dritten Schaltungsanordnung ein tot gelegter Leitungsabschnitt **21** vorliegt, der in **Fig. 4** gestrichelt dargestellt ist.

[0093] Aufgrund der vielfältigen Konfigurierbarkeit der Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c**, d. h. der vielen Einstellmöglichkeiten der Schaltergruppen S1, S2, S3, S4 und Schalter S5, kann eine flexible Anschaltung der Busteilnehmer **2** am Bus **3** erfolgen.

[0094] In **Fig. 5** ist beispielsweise die erste Schaltungsanordnung **1a** so konfiguriert, dass ihr Busteilnehmer **2**, ECU1, mittig am Bus **3** angeschlossen ist. Demgegenüber ist die zweite Schaltungsanordnung **1b** als den Bus **3** linksterminierend und die dritte Schaltungsanordnung **1c** als den Bus **3** rechtsterminierend konfiguriert, so dass der tote Leitungsabschnitt **21** nun zwischen der zweiten und dritten Schaltungsanordnung **1b**, **1c** liegt.

[0095] In **Fig. 6** ist die dritte Schaltungsanordnung **1c** so konfiguriert, dass ihr Busteilnehmer **2**, ECU3, mittig am Bus **3** angeschlossen ist. Demgegenüber ist die erste Schaltungsanordnung **1a** als den Bus **3** linksterminierend und die zweite Schaltungsanordnung **1b** als den Bus **3** rechtsterminierend konfiguriert, so dass der tote Leitungsabschnitt **21** nun zwischen der ersten und zweiten Schaltungsanordnung **1a**, **1b** liegt.

[0096] **Fig. 7** zeigt ein weiteres Beispiel in Anlehnung an die Konfiguration in **Fig. 6**. Hier ist der Busteilnehmer **2** der ersten Schaltungseinheit, ECU1, mit einer integrierten Busterminierung ausgestattet, so dass die Terminierungseinheit **10** der ersten Schaltungsanordnung **1a** nicht zugeschaltet werden braucht.

[0097] In **Fig. 8** ist eine genauere Darstellung der ersten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung **1** gezeigt, die die Kommunikationsrichtungen aus Sicht des Busses **3** konkretisiert. So ist in **Fig. 8** ersichtlich, dass Daten vom ersten Buseingang **5** oder zweiten Buseingang **8** zum Busteilnehmer **2** sowie vom Busteilnehmer zum ers-

ten Busausgang **6** oder zweiten Busausgang **9** übertragen werden können. Die erste Schaltergruppe S2 weist hierzu zwei Schalter auf, von denen jeweils ein Schalter den ersten Buseingang **5** mit dem entsprechenden Eingang (to ECU) des Busteilnehmers **2** verbinden kann und ein Schalter den ersten Busausgang **6** mit dem entsprechenden Ausgang (from ECU) des Busteilnehmers **2** verbinden kann. Damit kann der Busteilnehmer **2** mittels der ersten Schaltergruppe zwischen den ersten Buseingang und des ersten Busausgang geschaltet werden, so dass die Buskommunikation durch den Busteilnehmer hindurchgeschleift ist.

[0098] Die Aktivierungsschaltergruppe S1 umfasst gemäß der Darstellung in **Fig. 8** jeweils einen Schalter S1_1 für den vom ersten Buseingang **5** ankommenden Signalweg oder einen Schalter S1_2 für den zum ersten Busausgang **6** gehenden Signalweg.

[0099] Darüber hinaus weist die Schaltungsanordnung **1** gemäß **Fig. 8** eine Überbrückungsschaltergruppe S6 auf. Sie dient der direkten Verbindung des ersten Buseingangs mit dem ersten Busausgang. Durch Schließen dieser Überbrückungsschaltergruppe S6 kann der Busteilnehmer **2** im laufenden Betrieb vom Bus genommen werden, ohne dass die Buskommunikation unterbrochen werden muss.

[0100] Ein weiteres besonderes Merkmal der Schaltungsanordnung **1** in **Fig. 8** ist die Bypassleitung **19**. Die erste und zweite Trennschaltergruppe S3, S4 umfassen hier jeweils Wechselschalter, die den zweiten Buseingang **8** und den zweiten Busausgang **9** wahlweise zur ersten Schaltergruppe S2 hin oder zu besagter Bypassleitung **19** hin verbinden. Sind beide Trennschaltergruppen S3, S4 zu der Bypassleitung **19** geschaltet, sind der zweite Buseingang **8** und der zweite Busausgang **9** direkt miteinander verbunden und überbrücken die Verbindung zur ersten Schaltergruppe S2.

[0101] Ein vollständiges elektrisches Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung **1** für eine CAN Bus Verdrahtung ist in **Fig. 9** abgebildet. Der Bus **3** ist zweiadrig ausgeführt und weist entsprechend eine Busleitung H (high) und eine, die komplementären Signale tragende, Busleitung L (low) auf. Entsprechend besitzt jeder der Busanschlüsse **5**, **6**, **8** und **9** zwei Anschlüsse H, L. Unter Berücksichtigung der am Busteilnehmer **2** ankommenden und von diesem abgehenden beiden Signalwege, ist dieser mittels vier Leitungen an der Schaltungsanordnung **1** angeschlossen. Aus Sicht des Busteilnehmers ist jede dieser Leitungen hinter der Schnittstelle **7** schaltbar. Hierzu weist die Aktivierungsschaltergruppe S1 jeweils ein Schalterpaar [S1_1H, S1_2H] und [S1_1L, S1_2L] für jede Leitung H, L des Busses **3** auf. Die Schalter eines jeden Schalterpaares sind gemeinsam schaltbar, wohingegen die Schalterpaare selbst

[S1_1H, S1_2H], [S1_1L, S1_2L] unabhängig voneinander geschaltet werden können, um das Übertragungs- und Kommunikationsverhalten des Busteilnehmers auch in einem Fehlerfall untersuchen zu können, beispielsweise bei Unterbrechung einer Leitung H, L oder bei einem Kurzschluss auf einer der Leitungen H, L.

[0102] Wie aus **Fig. 9** ersichtlich ist weist auch die erste Schaltergruppe S2 vier Wechselschalter S2_Hin, S2_Hout, S2_Lin, S2_Lout auf. Ein erster Wechselschalter S2_Hin verbindet den Signaleingang für das Highsignal H am Busteilnehmer **2** mit der entsprechenden Busleitung an dem ersten Buseingang **5** oder dem zweiten Buseingang **8**. Ein zweiter Wechselschalter S2_Hout verbindet den Signalausgang für das Highsignal H am Busteilnehmer **2** mit der entsprechenden Busleitung an dem ersten Busausgang **6** oder dem zweiten Busausgang **9**. Ein dritter Wechselschalter S2_Lin verbindet den Signaleingang für das Lowsignal L am Busteilnehmer **2** mit der entsprechenden Busleitung an dem ersten Buseingang **5** oder dem zweiten Buseingang **8**. Schließlich verbindet ein vierter Wechselschalter S2_Lout den Signalausgang für das Lowsignal L am Busteilnehmer **2** mit der entsprechenden Busleitung an dem ersten Busausgang **6** oder dem zweiten Busausgang **9**. Alle Wechselschalter S2_Hin, S2_Hout, S2_Lin, S2_Lout werden gleichzeitig geschaltet.

[0103] Die Überbrückungsschaltergruppe S6 besteht ebenfalls aus jeweils einem Überbrückungsschalter S6_1, S6_2 pro Leitung, die zudem unabhängig voneinander geschaltet werden können, so dass jede Busleitung H, L entweder zwischen dem ersten Buseingang **5** und dem ersten Busausgang **6** durchgeschleift oder zum Busteilnehmer **2** geführt werden kann.

[0104] Auch bei den Trennschaltergruppen S3, S4, ist jeweils ein Schalter, hier insbesondere ein Wechselschalter, für jede Busleitung H, L vorgesehen, so dass sowohl die erste Trennschaltergruppe S3 zwei Wechselschalter S3_1, S3_2, als auch die zweite Trennschaltergruppe S4, zwei Wechselschalter S4_1, S4_2 aufweist. Die Wechselschalter [S3_1, S3_2], [S4_1, S4_2] einer Trennschaltergruppe S3, S4 werden jeweils gemeinsam geschaltet.

[0105] Die Terminierungseinheit **10** kann, wie in **Fig. 10** dargestellt ist, durch einen einzelnen Abschlusswiderstand von 120 Ω gebildet sein, der zur Bustermiierung zwischen die beiden Busleitungen H, L geschaltet wird. Hierfür sind zwei Terminierungsschalter S5_H, S5_L vorgesehen, die jeweils ein Ende des Abschlusswiderstandes kontaktieren und dieses mit einer Busleitung H, L verbinden. Grundsätzlich genügt bei einem einzigen Abschlusswiderstand auch nur ein Terminierungsschalter.

[0106] Eine alternative Ausgestaltung der Terminierungseinheit **10** ist in **Fig. 11** dargestellt. Diese besteht aus zwei in Reihe geschalteten Widerständen zu je 60 Ω , die an ihrem Mittenabgriff über einen Kondensator zu Masse (GND) verbunden sind. Bei dieser Ausgestaltung der Terminierungseinheit **10** sind beide Terminierungsschalter S5_H, S5_L erforderlich, die hier gemeinsam angesteuert sind.

[0107] Eine zweite Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung **1** ist in **Fig. 12** in vereinfachter Darstellung gezeigt. Auch hier ist aus Gründen besserer Übersichtlichkeit nicht zwischen den ankommenden und abgehenden Signalwegen und auch nicht hinsichtlich der Mehradrigkeit des Busses differenziert. Gemäß der zweiten Ausführungsvariante kann die Schaltungsanordnung **1** an einen zweiten CAN Bus **4** angeschlossen werden. Hierzu weist sie einen ersten Buseingang **11**, einen ersten Busausgang **12**, einen zweiten Buseingang **14** und einen zweiten Busausgang **13** derart auf, dass auch der zweite Bus **4** in einer Ringtopologie so angeschlossen werden kann, dass der erste Busausgang über den zweiten Bus **4** mit dem zweiten Buseingang **14** und der zweite Busausgang **13** über den zweiten Bus **4** mit dem ersten Buseingang **11** verbunden ist. Dies kann jeweils unmittelbar oder mittelbar über eine weitere Schaltungseinheit erfolgen, wie dies in den **Fig. 2 bis Fig. 7** gezeigt ist.

[0108] Die Schaltungsanordnung **1** weist eine Busumschaltergruppe S10 auf, mittels welcher die Schnittstelle **7** wahlweise an den ersten Bus **3** oder an den zweiten Bus **4** geschaltet werden kann. Die Busumschaltergruppe S10 ist schaltungstechnisch zwischen der Schnittstelle **7** und der ersten Schaltergruppe S2 angeordnet.

[0109] Aufgrund der Anschlussmöglichkeit an den zweiten Bus **4** sind in der Schaltungsanordnung **1** sämtliche Schaltergruppen doppelt ausgeführt. So ist eine zweite Schaltergruppe S7 vorhanden, die identisch zur ersten Schaltergruppe S2 aufgebaut ist. Über die zweite Schaltergruppe S7 kann die Schnittstelle **7** in der den zweiten Bus **4** auswählenden Stellung der Busumschaltergruppe S10 wahlweise mit dem ersten Buseingang **11** und ersten Busausgang **12** oder dem zweiten Buseingang **14** und zweiten Busausgang **13** des zweiten Busses **4** verbunden werden.

[0110] Auch eine dritte und vierte Trennschaltergruppe S8, S9 sind – wie für den ersten Bus **3** – für den zweiten Bus **4** vorhanden. Sie können die Verbindung von der zweiten Schaltergruppe S7 zum zweiten Buseingang **14** und zum zweiten Busausgang **13** des zweiten Busses **4** auftrennen, um die Quasiringtopologie des zweiten Busses **4** in eine Linientopologie zu ändern.

[0111] Schließlich weist die Schaltungsanordnung **1** auch zwei Terminierungseinheiten **101**, **102** auf, eine erste Terminierungseinheit **101** zum elektrischen Abschluss des ersten Busses **3** und eine zweite Terminierungseinheit **102** zum elektrischen Abschluss des zweiten Busses **4**. Jede der Terminierungseinheiten **101**, **102** kann eine der in den **Fig. 10** und **Fig. 11** gezeigten Ausgestaltungen haben. Zumindest ein erster Terminierungsschalter S5_1 schaltet in Abhängigkeit der Stellung der genannten ersten beiden Trennschaltergruppen S3, S4 die erste Terminierungseinheit **101** an den zweiten Buseingang **8** und/oder zweiten Busausgang **9** des ersten Busses **3**, und zumindest ein zweiter Terminierungsschalter S5_2 schaltet in Abhängigkeit der Stellung der dritten und vierten Trennschaltergruppe S8, S9 die zweite Terminierungseinheit **102** an den zweiten Buseingang **14** und/oder zweiten Busausgang **13** des zweiten Busses **4**.

[0112] Die erste Terminierungseinheit **101** ist an einem Knoten **18** zwischen der Schnittstelle **7** und der ersten Schaltergruppe S2 angeordnet. Ferner ist die zweite Terminierungseinheit **102** ist an einem Knoten **17** zwischen der Schnittstelle **7** und der zweiten Schaltergruppe S7 angeordnet. Die erste Terminierungseinheit **101** kann damit in Abhängigkeit der Stellung der ersten Schaltergruppe S2 entweder an den ersten Buseingang **5** oder den zweiten Buseingang **8** und/oder zweiten Busausgang **9** des ersten Busses **3** angeschaltet werden. In entsprechender Weise kann die zweite Terminierungseinheit **102** in Abhängigkeit der Stellung der zweiten Schaltergruppe S7 entweder an den ersten Buseingang **11** oder den zweiten Buseingang **14** und/oder zweiten Busausgang **13** des zweiten Busses **4** angeschaltet werden.

[0113] Ein vollständiges elektrisches Blockschaltbild der zweiten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zeigt **Fig. 13**. Gegenüber der Darstellung in **Fig. 12** sind in **Fig. 13** alle Signalwege (in/out) sowie die beiden Leitungen H, L des jeweiligen CAN Busses **3**, **4** berücksichtigt. Die Schaltergruppen besitzen damit für jede Busleitung bzw. jeden Signalweg jeweils einen Schalter.

[0114] So umfasst die Aktivierungsschaltergruppe S1 vier einfache Schalter, nämlich einen Aktivierungsschalter S1_1H für den Signaleingang High und einen Aktivierungsschalter S1_1L für den Signaleingang Low sowie einen Aktivierungsschalter S1_2H für den Signalausgang High und einen Aktivierungsschalter S1_2L für den Signalausgang Low. Die derselben Busleitung H, L zugeordneten Schalter S1_1H, S1_2H einerseits und S1_1L, S1_2L andererseits bilden jeweils ein gemeinsam geschaltetes Paar.

[0115] Die Busumschaltergruppe S10 umfasst vier als Wechselschalter ausgeführte Busumschalter. Ein erster Busumschalter S10_1H verbindet wahlweise den High-Eingang des Busteilnehmers **2** mit einem

High-Eingang des ersten Busses **3** oder mit einem High-Eingang des zweiten Busses **4**. Ein zweiter Busumschalter S10_2H, verbindet wahlweise den High-Ausgang des Busteilnehmers **2** mit einem High-Ausgang des ersten Busses **3** oder mit einem High-Ausgang des zweiten Busses **4**. Ein dritter Busumschalter S10_1L verbindet wahlweise den Low-Eingang des Busteilnehmers **2** mit einem Low-Eingang des ersten Busses **3** oder mit einem Low-Eingang des zweiten Busses **4**. Und ein vierter Busumschalter S10_2L, verbindet wahlweise den Low-Ausgang des Busteilnehmers **2** mit einem Low-Ausgang des ersten Busses **3** oder mit einem Low-Ausgang des zweiten Busses **4**. Auch hier bilden die derselben Busleitung H, L zugeordneten Schalter S10_1H, S10_2H einerseits und S10_1L, S10_2L andererseits jeweils ein gemeinsam geschaltetes Paar.

[0116] Die erste Schaltergruppe S2 umfasst ebenfalls vier als Wechselschalter ausgeführte Schalter, die wahlweise zum ersten Buseingang **5** und ersten Busausgangs **6** (top) oder zweiten Buseingang **8** und zweiten Busausgang **9** des ersten Busses **3** verbinden. Die erste Schaltergruppe S2 umfasst einen ersten Schalter S2_Hin, um den High-Eingang des Busteilnehmers **2** mit dem entsprechenden High-Eingang des ersten Busses **3** am oberen (top) Busanschluss (erster Buseingang **5**) oder am unteren (bottom) Busanschluss (zweiter Buseingang **8**) zu verbinden. Sie umfasst ferner einen zweiten Schalter S2_Hout, um den High-Ausgang des Busteilnehmers **2** mit dem entsprechenden High-Ausgang des ersten Busses **3** am oberen (top) Busanschluss (erster Busausgang **6**) oder am unteren (bottom) Busanschluss (zweiter Busausgang **9**) zu verbinden. Sie umfasst einen dritten Schalter S2_Lin, um den Low-Eingang des Busteilnehmers **2** mit dem entsprechenden Low-Eingang des ersten Busses **3** am oberen (top) Busanschluss (erster Buseingang **5**) oder am unteren (bottom) Busanschluss (zweiter Buseingang **8**) zu verbinden. Und sie umfasst schließlich einen vierten Schalter S2_Lout, um den Low-Ausgang des Busteilnehmers **2** mit dem entsprechenden Low-Ausgang des ersten Busses **3** am oberen (top) Busanschluss (erster Busausgang **6**) oder am unteren (bottom) Busanschluss (zweiter Busausgang **9**) zu verbinden. Auch hier bilden die dieselbe Busleitung H, L schaltenden Schalter S2_Hin, S2_Hout einerseits und S2_Lin, S2_Lout andererseits jeweils ein gemeinsam geschaltetes Schalterpaar.

[0117] Einen zur ersten Schaltergruppe S2 identischen Aufbau weist die zweite Schaltergruppe S7 auf, umfassend die Wechselschalter S7_Hin, S7_Hout, S7_Lin und S7_Lout, wobei die Schalter der zweiten Schaltergruppe S7 die Verbindung zum zweiten Bus **4** bewerkstelligen. Ebenfalls bilden die dieselbe Busleitung H, L schaltenden Schalter S7_Hin, S7_Hout einerseits und S7_Lin, S7_Lout andererseits jeweils ein gemeinsam geschaltetes Schalterpaar.

[0118] Die oberen Busanschlüsse, d. h. der erste Buseingang **5**, **11** und der erste Busausgang **6**, **12** des ersten und zweiten Busses können jeweils mittels Überbrückungsschaltern S6_1, S6_2, S11_1 und S11_2 direkt miteinander verbunden und die erste und/oder zweite Schaltergruppe S2, S7 auf diese Weise überbrückt werden. Ein erster Überbrückungsschalter S6_1 verbindet beim ersten Bus **3** den High-Eingang mit dem High-Ausgang, ein zweiter Überbrückungsschalter verbindet beim ersten Bus **3** den Low-Eingang mit dem Low-Ausgang. In entsprechender Weise ist für den zweiten Bus **4** ein erster Überbrückungsschalter S11_1 zur Verbindung des High-Eingangs mit dem High-Ausgang sowie ein zweiter Überbrückungsschalter S11_2 zur Verbindung des Low Eingangs mit dem Low Ausgang vorgesehen. Die Überbrückungsschalter sind alle getrennt voneinander schaltbar.

[0119] Zwischen den unteren Busanschlüssen, d. h. zwischen den zweiten Buseingängen **8**, **14** und den zweiten Busausgängen **9**, **13** des ersten und zweiten Busses **3**, **4** sind jeweils zwei Trennschaltergruppen S3, S4 und S8, S9 vorgesehen. Jede Trennschaltergruppe besitzt einen Trennschalter für die High-Busleitung und einen Trennschalter für die Low Busleitung. Die Trennschalter sind als Wechselschalter ausgebildet und verbinden den entsprechenden Busanschluss entweder mit einer der beiden Schaltergruppen S2, S7 oder mit einer Bypassleitung.

[0120] Die erste Trennschaltergruppe S3 umfasst einen ersten Trennschalter S3_1 für die High-Busleitung und einen zweiten Trennschalter S3_2 für die Low-Busleitung des ersten Busses **3**. Diese vermögen die Verbindung zwischen dem zweiten Busausgang **9** und der ersten Schaltergruppe S2 aufzutrennen. Die zweite Trennschaltergruppe S4 umfasst einen ersten Trennschalter S4_1 für die High-Busleitung und einen zweiten Trennschalter S4_2 für die Low-Busleitung des ersten Busses **3**, die die Verbindung zwischen dem zweiten Buseingang **8** und der ersten Schaltergruppe S2 aufzutrennen können. In entsprechender Weise ist für den zweiten Bus **4** eine dritte Trennschaltergruppe S8 vorgesehen, umfassend einen ersten Trennschalter S8_1 für die High-Busleitung und einen zweiten Trennschalter S8_2 für die Low-Busleitung des zweiten Busses **4**. Diese vermögen die Verbindung zwischen dem zweiten Busausgang **13** und der zweiten Schaltergruppe S7 aufzutrennen. Eine vierte Trennschaltergruppe S9 umfasst einen ersten Trennschalter S9_1 für die High-Busleitung und einen zweiten Trennschalter S9_2 für die Low-Busleitung des zweiten Busses **4**, die die Verbindung zwischen dem zweiten Buseingang **14** und der zweiten Schaltergruppe S7 aufzutrennen können.

[0121] Die Trennschalter jeder Trennschaltergruppe S3, S4, S8, S9 werden gemeinsam geschaltet. Zu-

sätzlich sind in der Ausführungsvariante nach **Fig. 13** die erste und dritte Trennschaltergruppe S3, S8 einerseits und die zweite und vierte Trennschaltergruppe S4, S9 mit demselben Ansteuersignal angesteuert, so dass diese ebenfalls gleichzeitig schalten.

[0122] Schließlich umfasst die Schaltungsanordnung **1** noch eine erste Terminierungseinheit **101** und eine zweite Terminierungseinheit **102**. Die erste Terminierungseinheit **101** ist über die Terminierungsschalter S5_1H und S5_1L zwischen die High und die Low Busleitung des ersten Busses **3** schaltbar. In Abhängigkeit der Schaltposition der Schalter S2_Hin und S2_Lin der ersten Schaltergruppe S2 erfolgt dies wahlweise an die oberen Busanschlüsse, hier an den ersten Buseingang **5**, oder an die unteren Busanschlüsse, hier an den zweiten Buseingang **8** oder an den zweiten Busausgang **9** je nachdem, welche Trennschaltergruppe S3, S4 geöffnet ist. Denn dies ist abhängig von den Schalterpositionen der Schalter der ersten und zweiten Trennschaltergruppe S3, S4. Bei geöffneter zweiter Trennschaltergruppe S4 (S4_1, S4_2) ist eine Linksterminierung des ersten Busses **3** konfiguriert. Dies bedeutet, dass die erste Terminierungseinheit **101** am zweiten Busausgang **9** des ersten Busses **2** (CAN1) anliegt und dort die High und Low Busleitung miteinander verbindet. Bei geöffneter erster Trennschaltergruppe S3 (S3_1, S3_2) ist eine Rechtsterminierung konfiguriert. Dies bedeutet, dass die erste Terminierungseinheit **101** am zweiten Buseingang **8** des ersten Busses **3** anliegt und dort die High und Low Busleitung miteinander verbindet.

[0123] Die zweite Terminierungseinheit **102** ist über die Terminierungsschalter S5_2H und S5_2L zwischen die High und die Low Busleitung des zweiten Busses **4** (CAN2) schaltbar. In Abhängigkeit der Schaltposition der Schalter S7_Hin und S7_Lin der zweiten Schaltergruppe S7 erfolgt dies wahlweise an die oberen Busanschlüsse, hier an den ersten Buseingang **11**, oder an die unteren Busanschlüsse, hier an den zweiten Buseingang **14** oder den zweiten Busausgang **13**, je nachdem, welche Trennschaltergruppe S8, S9 geöffnet ist. Dies ist abhängig von den Schalterpositionen der Schalter der dritten und vierten Trennschaltergruppe S8, S9. Bei geöffneter vierter Trennschaltergruppe S9 (S9_1, S9_2) ist eine Linksterminierung des zweiten Busses **4** konfiguriert. Dies bedeutet, dass die zweite Terminierungseinheit **102** am zweiten Busausgang **13** des zweiten Busses **4** anliegt. Bei geöffneter dritter Trennschaltergruppe S8 (S8_1, S8_2) ist eine Rechtsterminierung konfiguriert. Dies bedeutet, dass die zweite Terminierungseinheit **102** am zweiten Buseingang **14** des zweiten Busses **4** anliegt.

[0124] Die zu derselben Terminierungseinheit **101**, **102** gehörenden Terminierungsschalter [S5_1H, S5_1L], [S5_2H, S5_2L] bilden jeweils ein Paar und werden gemeinsam betätigt. Hierzu ist jeweils ein Relais

vorgesehen. Die beiden Relais sind unabhängig voneinander ansteuerbar.

[0125] Auch alle anderen Schalter sind in dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 13** mittels Relais betätigt. Dies bedeutet, dass alle Schalter durch mechanische Kontaktschalter gebildet sind, die elektromechanisch betätigt werden können.

[0126] Die Aktivierungsschalter S1_1H, S1_2H, und S1_1L, S1_2L, die jeweils einer selben Busleitung High bzw. Low zugeordnet sind, sind jeweils durch ein Relais gemeinsam betätigt. Auch diese Relais sind unabhängig voneinander ansteuerbar. Auf diese Weise können der High-Eingang und Ausgang des Busteilnehmers, und sein Low-Eingang und Ausgang unabhängig voneinander getestet werden.

[0127] Die Busumschalter S10_1H, S10_2H, und S10_1L, S10_2L, die jeweils einer selben Busleitung High bzw. Low zugeordnet sind, sind ebenfalls jeweils durch ein Relais gemeinsam betätigt. Die Ansteuerleitungen dieser Relais sind miteinander verbunden, so dass diese Relais gleichzeitig ansteuerbar sind. Dies reduziert den Steuerungsaufwand. Eine getrennte Ansteuerbarkeit ist hier nicht erforderlich, weil die High und Low Anschlüsse des Busteilnehmers stets am selben Bus angeschlossen sein müssen.

[0128] Bei der ersten Schaltergruppe S2 sind ebenfalls diejenigen Schalter [S2_Hin, S2_Hout] und [S2_Lin, S2_Lout] durch jeweils ein Relais gemeinsam betätigt, die mit einer selben Busleitung High/Low verbunden sind. Die Ansteuerleitungen dieser Relais sind miteinander verbunden, so dass diese Relais gleichzeitig ansteuerbar sind. Dasselbe gilt für die zweite Schaltergruppe S7. Hier sind ebenfalls diejenigen Schalter [S7_Hin, S7_Hout] und [S7_Lin, S7_Lout] durch jeweils ein Relais gemeinsam betätigt, die mit einer selben Busleitung High/Low verbunden sind. Die Ansteuerleitungen dieser Relais sind ebenfalls miteinander verbunden, so dass diese Relais gleichzeitig ansteuerbar sind. Zudem sind die Ansteuerleitungen der Relais der ersten und der zweiten Schaltergruppe S2, S7 zusammenschaltet. Hierdurch wird ebenfalls der Ansteueraufwand (Leitungen, Anschlüsse, Signalverarbeitung) reduziert.

[0129] Die Überbrückungsschalter sind alle einzeln betätigbar. Somit ist jedem Überbrückungsschalter ein eigenes Relais zugeordnet, die unabhängig voneinander ansteuerbar sind.

[0130] Schließlich besitzt jede Trennschaltergruppe S3, S4, S8, S9 ein eigenes Relais, das die zwei Trennschalter der entsprechenden Gruppe jeweils betätigt. Diejenigen Trennschaltergruppen, die für eine Terminierung derselben Seite verantwortlich sind, sind hier zusammenschaltet, d. h. gemeinsam angesteuert. Deren Ansteuerleitungen sind entsprechen

miteinander verbunden. Dies gilt für die erste und dritte Trennschaltergruppe S3, S8 einerseits und die zweite und vierte Trennschaltergruppe S4, S9 andererseits.

[0131] In Summe umfasst die Ausführungsvariante in **Fig. 13** folglich **Fig. 18** Relais, die über **12** unabhängige Steuerleitungen angesteuert werden. Diese Ansteuerleitungen sind zu einem zentralen Anschluss **22** geführt, an dem ein Steckkontakt vorgesehen ist. Über diesen Steckkontakt können die Ansteuerleitungen beispielsweise mittels eines Flachbandkabels an eine Steuerungseinheit angeschlossen werden.

[0132] Um die Stichleitung des CAN Busses möglichst kurz zu halten, wird hinter der Schnittstelle **7** vor dem Anschluss an das Steuergerät **2** die Verbindung zwischen Eingangs- und Ausgangssignale hergestellt. Die ECU besitzt nur jeweils einen Anschluss für das High-Signal und das Low-Signal des CAN Busses.

[0133] **Fig. 14** zeigt eine Baumstruktur einer möglichen Relais-Schaltreihenfolge und möglicher Schaltzustände der einzelnen Schalter bzw. Schaltergruppen, die für ein Anschalten des Busteilnehmers **2** an den Bus verwendet werden kann.

[0134] Zu Beginn der Baumstruktur steht die Auswahl, ob der Busteilnehmer nur mit dem High-Anschluss (CAN_H) oder nur mit dem Low-Anschluss (CAN_L) oder sowohl mit dem High (CAN_H) als auch mit dem Low-Anschluss (CAN_H) angeschlossen werden soll. Diese Auswahl erfolgt mit den Aktivierungsschaltern.

[0135] Danach wird die Auswahl getroffen, ob der Busteilnehmer mit dem ersten oder zweiten Bus (CAN1 or CAN2) verbunden werden soll. Dies erfolgt über die Busumschalter.

[0136] Sodann wird ausgewählt, ob die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung **1** einen der Busse CAN1, CAN2 terminieren soll. Dies erfolgt wenn ein am Busende angeschlossenes Steuergerät keine interne Terminierung aufweist oder der Bus ohne angeschlossenes Steuergerät terminiert werden soll. Ferner ist es auch möglich, dass beide Busse CAN1, CAN2 terminiert werden. Anstelle einer Terminierung können der erste und/oder der zweite Bus mittels der Überbrückungsschalter auch durch die Schaltungsanordnung **1** durchgeschliffen werden.

[0137] Für jeden der Busse kann der Busteilnehmer dann an den ersten Buseingang/ersten Busausgang, in **Fig. 14** mit TOP bezeichnet, oder an den zweiten Buseingang/zweiten Busausgang, in **Fig. 14** mit BOT bezeichnet, verbunden werden. Dies erfolgt mittels der ersten Schaltergruppe S2 im Falle der Aus-

wahl des ersten Busses (CAN1) und mit der zweiten Schaltergruppe S7 im Falle der Auswahl des zweiten Busses (CAN2). Die Auswahl der Verbindung mit dem ersten Buseingang und ersten Busausgang ist für Busteilnehmer vorgesehen, die mittig am Bus angeschlossen werden sollen, d. h. den Bus nicht terminieren sollen. Dagegen ist die Einstellung Bottom, d. h. die Auswahl der Verbindung mit dem zweiten Buseingang und zweiten Busausgang für Busteilnehmer vorgesehen, die den Bus terminieren sollen.

[0138] Nur für die Auswahl der Verbindung mit dem zweiten Buseingang und zweiten Busausgang ist schließlich zu wählen, ob eine rechtsseitige oder eine linksseitige Terminierung erfolgen soll, d. h. die Terminierungseinheit an dem zweiten Buseingang oder an dem zweiten Busausgang angeschlossen sein soll. Dies erfolgt über die Trennschalter.

[0139] In der **Fig. 15** ist die erste Schaltungsanordnung **1a** für den ersten Bus als linksterminierend konfiguriert und verbindet den ersten Busteilnehmer **2** (ECU1) mit dem ersten Bus **3**. Die zweite Schaltungsanordnung **1b** verbindet seinen Busteilnehmer **2** (ECU2) mittig mit dem ersten Bus **3** ohne Terminierung und die dritte Schaltungsanordnung **1c** ist für den ersten Bus **3** als rechtsterminierend konfiguriert und verbindet seinen Busteilnehmer **2** (ECU3) mit dem ersten Bus **3**. Die Stellung der dritten Trennschaltergruppe S3 und der vierten Trennschaltergruppe S4 ist bei allen drei Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** in diesem Beispiel ohne Bedeutung, sie sind in **Fig. 15** beispielhaft geöffnet. Bei allen drei Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** verbindet die Busumschaltergruppe S10 die Aktivierungsschaltergruppe S1 mit der ersten Schaltergruppe S2. Die zweite Schaltergruppe S7 aller drei Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** ist hier nach unten (bottom) verbunden, dies ist jedoch ohne Auswirkung auf die Schaltung. Der zweite Terminierungsschalters S5_2 ist hier bei allen drei Schaltungsanordnungen geschlossen und verbindet jeweils die zweite Terminierungseinheit **102** mit der zweiten Schaltergruppe S7.

[0140] Dies bedeutet, dass bei der ersten Schaltungsanordnung **1a** die erste Trennschaltergruppe S3 geschlossen ist und die erste Schaltergruppe S2 nach unten (bottom) verbunden ist, d. h. zum zweiten Busausgang **9** geschaltet ist und die zweite Trennschaltergruppe S4 geöffnet ist. Der erste Busteilnehmer **2** (ECU1) besitzt keine interne Terminierung, so dass auch der erste Terminierungsschalter S5_1 geschlossen ist und die erste Terminierungseinheit **101** mit dem ersten Bus **3** verbindet. Die Aktivierungsschaltergruppe S1 ist hier geschlossen. Die dritte Trennschaltergruppe S8 und die vierte Trennschaltergruppe S9 sind hier geöffnet.

[0141] Bei der zweiten Schaltungsanordnung **1b** ist die erste Schaltergruppe S2 nach oben (top) verbun-

den und die Aktivierungsschaltergruppe S1 ist geschlossen, so dass der zweite Busteilnehmer ECU2 zwischen den ersten Buseingang **5** und ersten Busausgang **6** geschaltet ist. Der erste Terminierungsschalter S5_1 ist wegen der Anordnung des Busteilnehmers in der Busmitte geöffnet.

[0142] Die dritte Schaltungsanordnung **1c** ist im Wesentlichen identisch der ersten Schaltungsanordnung **1a** konfiguriert, wobei hier jedoch die erste Trennschaltergruppe S3 geöffnet ist und die zweite Trennschaltergruppe S4 geschlossen ist, um eine rechtsseitige Terminierung zu realisieren.

[0143] Die Simulatoreinheit **20** (IO) ist fest mit dem ersten Bus **3** und dem zweiten Bus **4** verbunden.

[0144] Die durch die entsprechende Konfiguration der einzelnen Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** entstehende Busstruktur ist in **Fig. 16** hervorgehoben. Man erkennt, dass die „quasi-Ringtopologie“ des Busses **3** aufgetrennt ist und zwischen der ersten und der dritten Schaltungsanordnung ein tot gelegter Leitungsabschnitt **21** vorliegt, der in **Fig. 16** gestrichelt dargestellt ist. Mit dem zweiten Bus **4** ist nur die Simulatoreinheit **20** verbunden, daher ist der ganze zweite Bus **4** ein tot gelegter Leitungsabschnitt **21** und in **Fig. 16** gestrichelt dargestellt.

[0145] In der **Fig. 17** ist die erste Schaltungsanordnung **1a** für den ersten Bus **3** als linksterminierend konfiguriert und verbindet den ersten Busteilnehmer **2** (ECU1) mit dem ersten Bus **3**. Die zweite Schaltungsanordnung **1b** ist für den zweiten Bus rechtsterminierend konfiguriert und verbindet seinen Busteilnehmer **2** (ECU2) mit dem zweiten Bus **4**. Die dritte Schaltungsanordnung **1c** ist für den ersten Bus **3** als rechtsterminierend konfiguriert und verbindet seinen Busteilnehmer **2** (ECU3) mit dem ersten Bus **3**.

[0146] Dies bedeutet, dass bei der ersten Schaltungsanordnung **1a** die erste Trennschaltergruppe S3 geschlossen ist und die erste Schaltergruppe S2 nach unten (bottom) verbunden ist, d. h. zum zweiten Busausgang **9** geschaltet ist. Der erste Busteilnehmer **2** (ECU1) besitzt keine interne Terminierung, so dass auch der erste Terminierungsschalter S5_1 geschlossen ist. Die Aktivierungsschaltergruppe S1 ist hier geschlossen. Die Busumschaltergruppe S10 verbindet die Aktivierungsschaltergruppe S1 mit der ersten Schaltergruppe S2. Die zweite Schaltergruppe S7 ist hier nach unten (bottom) verbunden. Der zweite Terminierungsschalters S5_2 ist hier geöffnet und verbindet die zweite Terminierungseinheit **102** nicht mit der zweiten Schaltergruppe S7. Die Stellung der dritten und der vierten Trennschaltergruppe S8, S9 ist hier ohne Bedeutung, sie sind in **Fig. 17** beispielhaft geöffnet.

[0147] Bei der zweiten Schaltungsanordnung **1b** ist die zweite Schaltergruppe S7 nach unten (bottom) verbunden und die Aktivierungsschaltergruppe S1 ist geschlossen, so dass der zweite Busteilnehmer **2** (ECU2) zwischen den zweiten Buseingang **14** und den zweiten Busausgang **13** des zweiten Busses **4** geschaltet ist. Der zweite Terminierungsschalter S5_2 ist geschlossen und verbindet die zweite Terminierungseinheit **102** mit dem zweiten Bus. Die dritte Trennschaltergruppen S8 ist geöffnet und die vierte Trennschaltergruppe S9 ist geschlossen, sodass sich eine rechtsseitige Terminierung des zweiten Busses **4** ergibt. Die Busumschaltergruppe S10 verbindet die Aktivierungsschaltergruppe S1 mit der zweiten Schaltergruppe S7. Die erste Schaltergruppe S2 ist hier nach oben (top) verbunden. Die Stellung der ersten und der zweiten Trennschaltergruppe S3, S4 ist hier ohne Bedeutung, sie sind in **Fig. 17** beispielhaft geöffnet.

[0148] Die dritte Schaltungsanordnung **1c** ist im Wesentlichen identisch der ersten Schaltungsanordnung **1a** konfiguriert, wobei hier jedoch die erste Trennschaltergruppe S3 geöffnet ist und die zweite Trennschaltergruppe S4 geschlossen ist, um eine rechtsseitige Terminierung des ersten Busses zu realisieren. Die dritte und die vierte Trennschaltergruppe **8**, **9** sind geschlossen um eine Verbindung der zweiten Schaltungsanordnung **1b** mit der Simulatoreinheit **20** (IO) über den zweiten Bus **4** zu ermöglichen.

[0149] Die Simulatoreinheit **20** ist fest mit dem ersten Bus **3** und dem zweiten Bus **4** verbunden. Die Simulatoreinheit terminiert den zweiten Bus **4**.

[0150] Die durch die entsprechende Konfiguration der einzelnen Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** entstehende Busstruktur ist in **Fig. 18** hervorgehoben. Man erkennt, dass die „quasi-Ringtopologie“ des Busses **3** aufgetrennt ist und zwischen der ersten und der dritten Schaltungsanordnung ein tot gelegter Leitungsabschnitt **21** vorliegt, der in **Fig. 18** gestrichelt dargestellt ist. Mit dem zweiten Bus **4** ist die Simulatoreinheit **20** und die zweite Schaltungsanordnung **1b** verbunden.

[0151] Allen gezeigten Ausführungsvarianten liegt ein System zur Funktionsüberprüfung von Busteilnehmern ECU1, ECU2, ECU3 an einem Bus **3**, **4** (CAN1, CAN2) in einer Simulationsumgebung zu Grunde. Das System umfasst mehrere Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** und einen Bus **3**, **4**, insbesondere einen CAN Bus, wobei die Busteilnehmer ECU1, ECU2, ECU3 jeweils mittels einer der Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** mit dem Bus **3**, **4** verbindbar sind. Ferner umfasst das System eine Simulatoreinheit **20** zur Simulation von Steuersignalen auf dem Bus. Jede der Schaltungsanordnungen **1a**, **1b**, **1c** weist einen ersten und einen zweiten Buseingang **5**, **8** sowie einen ersten und einen zweiten

Busausgang **6, 9** auf. Ferner verbindet der Bus **3, 4** die Schaltungsanordnungen in einer Ringtopologie derart miteinander, dass jeder erste Busausgang **6** einer der Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** entweder mit dem ersten Buseingang **5** der nächsten Schaltungsanordnung **1b, 1c** oder mit dem zweiten Buseingang **8** der eigenen Schaltungsanordnung **1c** verbunden ist, und jeder zweite Busausgang **9** einer der Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** entweder mit dem zweiten Buseingang **8** der nächsten Schaltungsanordnung **1a, 1b** oder mit dem ersten Buseingang **5** der eigenen Schaltungsanordnung **1a** verbunden ist, wobei der Bus **3, 4** in jeder der Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** zum Erhalt einer Linientopologie auf-trennbar ist und jede Schaltungsanordnung **1a, 1b, 1c** an einem der Buseingänge **5, 8** oder Busausgängen **6, 9** als busterminierend konfigurierbar ist.

[0152] Insbesondere im Hinblick auf die Ausführungsvarianten in **Fig. 15** bis **Fig. 18** umfasst das System zusätzlich einen zweiten Bus **4** (CAN2), der die Schaltungsanordnungen **1a, 1b, 1c** (ECU1, ECU2, ECU3) in gleicher Weise wie der erste Bus **3** miteinander verbindet.

Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b, 1c	Schaltungsanordnungen
2	Busteilnehmer
3	Erster Bus, CAN1
4	Zweiter Bus, CAN2
5	Erster Buseingang für CAN1
6	Erster Busausgang für CAN1
7	Schnittstelle zu Busteilnehmer
8	Zweiter Buseingang für CAN1
9	Zweiter Busausgang für CAN1
10, 101, 102	Terminierungseinheit
11	Erster Buseingang für CAN2
12	Erster Busausgang für CAN2
13	Zweiter Busausgang für CAN2
14	Zweiter Buseingang für CAN2
15	Knoten für Verbindung der ersten Schaltergruppe zum zweiten Buseingang und zweiten Busausgang
16	Bypassleitung CAN2
17	Knoten für CAN2-Terminierung
18	Knoten für CAN1-Terminierung
19	Bypassleitung CAN1
20	Simulatoreinheit/IO
21	Toter Busabschnitt

22	Relaisanschlüsse
S1	Aktivierungsschaltergruppe
S1_1	Aktivierungsschaltergruppe für Busteilnehmereingang
S1_1H	Aktivierungsschalter für Eingang H
S1_1L	Aktivierungsschalter für Eingang L
S1_2	Aktivierungsschaltergruppe für Busteilnehmerausgang
S1_2H	Aktivierungsschalter für Ausgang H
S1_2L	Aktivierungsschalter für Ausgang L
S2	erste Schaltergruppe zur Auswahl des ersten Buseingangs und Busausgangs oder zweiten Buseingangs und Busausgangs des ersten Busses
S2_H	Wechselschalterpaar für die High Busleitung
S2_Hin	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Buseingangs H oder zweiten Buseingangs H (top/bottom)
S2_Hout	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Busausgangs H oder zweiten Busausgangs H (top/bottom)
S2_L	Wechselschalterpaar für die Low Busleitung
S2_Lin	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Buseingangs L oder zweiten Buseingangs L (top/bottom)
S2_Lout	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Busausgangs L oder zweiten Busausgangs L (top/bottom)
S3	Trennschaltergruppe für zweiten Busausgang von CAN1
S3_1	Trennschalter für zweiten Busausgang H von CAN1
S3_1	Trennschalter für zweiten Busausgang L von CAN 1
S4	Trennschaltergruppe für zweiten Buseingang von CAN1
S4_1	Trennschalter für zweiten Buseingang H von CAN1
S4_1	Trennschalter für zweiten Buseingang L von CAN1
S5	Terminierungsschalter/Terminierungsschaltergruppe
S5_1	Terminierungsschalter für CAN1
S5_2	Terminierungsschalter für CAN2

S5_H	Terminierungsschalter für H Busleitung		gang und erstem Busausgang von CAN2
S5_L	Terminierungsschalter für L Busleitung	S11_H	Überbrückungsschalter für CAN2 H
S6	Überbrückungsschaltergruppe zwischen erstem Buseingang und erstem Busausgang von CAN1	S11_L	Überbrückungsschalter für CAN2 L
Patentansprüche			
S6_H	Überbrückungsschalter für CAN1 H		
S6_L	Überbrückungsschalter für CAN1 L		
S7	erste Schaltergruppe zur Auswahl des ersten Buseingangs und Busausgangs oder zweiten Buseingangs und Busausgangs des zweiten Busses		
S7_Hin	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Buseingangs H oder zweiten Buseingangs H (top/bottom)		
S7_Hout	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Busausgangs H oder zweiten Busausgangs H (top/bottom)		
S7_Lin	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Buseingangs L oder zweiten Buseingangs L (top/bottom)		
S7_Lout	Wechselschalter zur Auswahl des ersten Busausgangs L oder zweiten Busausgangs L (top/bottom)		
S8	Trennschaltergruppe für zweiten Busausgang von CAN2		
S8_1	Trennschalter für zweiten Busausgang H von CAN2		
S8_1	Trennschalter für zweiten Busausgang L von CAN2		
S9	Trennschaltergruppe für zweiten Buseingang von CAN2		
S9_1	Trennschalter für zweiten Buseingang H von CAN2		
S9_1	Trennschalter für zweiten Buseingang L von CAN2		
S10	Busumschaltergruppe		
S10_1H	Busumschalter für Eingang H		
S10_2H	Busumschalter für Ausgang H		
S10_1L	Busumschalter für Eingang L		
S10_2L	Busumschalter für Ausgang L		
S11	Überbrückungsschaltergruppe zwischen erstem Busein-		

1. Schaltungsanordnung (1) zum Anschließen eines Busteilnehmers (2) an wenigstens einen Bus (3, 4) mit einer Schnittstelle (7) zur Verbindung des Busteilnehmers (2) mit der Schaltungsanordnung (1), einem ersten Buseingang (5) und einem ersten Busausgang (6), zwischen die der Busteilnehmer (2) über die Schnittstelle (7) schaltbar ist, sowie mit einem zweiten Buseingang (8) und einem zweiten Busausgang (9) zum Anschluss des Busses (3, 4) an die Schaltungsanordnung (1) in einer Ringtopologie derart, dass der erste Busausgang (6) zumindest mittelbar über den Bus (3, 4) mit dem zweiten Buseingang (8) und der zweite Busausgang (9) zumindest mittelbar über den Bus (3, 4) mit dem ersten Buseingang (5) verbunden ist, wobei der Bus (3, 4) in der Schaltungsanordnung (1) zum Erhalt einer Linientopologie auftrennbar ist, und die Schaltungsanordnung (1) an einem der Buseingänge (5, 8) oder Busausgänge (6, 9) als busterminierend konfigurierbar ist.

2. Schaltungsanordnung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnittstelle (7) über eine erste Schaltergruppe (S2) wahlweise mit dem ersten Buseingang (5) und ersten Busausgang (6) oder dem zweiten Buseingang (8) und zweiten Busausgang (9) verbindbar ist, und die Verbindung von der ersten Schaltergruppe (S2) zum zweiten Buseingang (8) und zum zweiten Busausgang (9) jeweils durch eine Trennschaltergruppe (S3, S4) auftrennbar ist, um die Ringtopologie des Busses (3, 4) in eine Linientopologie zu ändern.

3. Schaltungsanordnung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass, sie eine Terminierungseinheit (10, 101) zum elektrischen Abschluss des Busses (3, 4) aufweist, die über zumindest einen Terminierungsschalter (S5, S5_1) in Abhängigkeit der Stellung der Trennschaltergruppe (S3, S4) an den zweiten Buseingang (8) und/oder den zweiten Busausgang (9) anschaltbar ist.

4. Schaltungsanordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trennschaltergruppen (S3, S4) jeweils Wechselschalter umfassen und den zweiten Buseingang (8) und/oder den zweiten Busausgang (9) wahlweise zur ersten Schaltergruppe (S2) hin oder zu einer Bypassleitung (19) hin verbinden.

5. Schaltungsanordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

sie eine Überbrückungsschaltergruppe (S6) zur direkten Verbindung des ersten Buseingangs (5) mit dem ersten Busausgang (6) aufweist.

6. Schaltungsanordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnittstelle (7) über eine Aktivierungsschaltergruppe (S1) zur Ankopplung und Abkopplung des Busteilnehmers (2) an den bzw. von dem Bus (3, 4) mit der ersten Schaltergruppe (S2) verbindbar ist.

7. Schaltungsanordnung (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktivierungsschaltergruppe (S1) jeweils ein Schalterpaar ([S1_1H, S1_2H], [S1_1L, S1_2L]) für jede Leitung (H, L) des Busses (3, 4) aufweist, und die Schalterpaare ([S1_1H, S1_2H], [S1_1L, S1_2L]) unabhängig voneinander schaltbar sind.

8. Schaltungsanordnung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie an einen zweiten Bus (4) anschließbar ist und eine Busumschaltergruppe (S10) umfasst, mittels welcher die Schnittstelle (7) wahlweise an den ersten Bus (3) oder an den zweiten Bus (4) anschließbar ist.

9. Schaltungsanordnung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie für den zweiten Bus (4) einen ersten Buseingang (11), einen ersten Busausgang (12), einen zweiten Buseingang (14) und einen zweiten Busausgang (13) derart aufweist, dass auch der zweite Bus (4) in einer Ringtopologie derart verlegbar ist, dass der erste Busausgang (12) zumindest mittelbar über den zweiten Bus (4) mit dem zweiten Buseingang (14) und der zweite Busausgang (13) zumindest mittelbar über den zweiten Bus (4) mit dem ersten Buseingang (11) verbunden ist.

10. Schaltungsanordnung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine zweite Schaltergruppe (S7) umfasst, mittels welcher die Schnittstelle (7) in der den zweiten Bus (4) auswählenden Stellung der Busumschaltergruppe (S10) wahlweise mit dem ersten Buseingang (11) und ersten Busausgang (12) oder dem zweiten Buseingang (14) und zweiten Busausgang (13) für den zweiten Bus (4) verbindbar ist.

11. Schaltungsanordnung (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindung von der zweiten Schaltergruppe (S7) zum zweiten Buseingang (14) und zum zweiten Busausgang (13) für den zweiten Bus (4) jeweils durch eine Trennschaltergruppe (S8, S9) auftrennbar ist, um die Ringtopologie des zweiten Busses (4) in eine Linientopologie zu ändern, und dass sie eine zweite Terminierungseinheit (102) zum elektrischen Abschluss des zweiten Busses (4) aufweist, die über zumindest einen Terminierungsschalter (S5_2) in Abhängigkeit der Stellung der genannten Trennschaltergruppen (S8, S9)

an den zweiten Buseingang (14) oder den zweiten Busausgang (13) anschaltbar ist.

12. Schaltungsanordnung (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trennschaltergruppen (S8, S9) jeweils Wechselschalter umfassen und den zweiten Buseingang (14) und/oder den zweiten Busausgang (13) für den zweiten Bus (4) wahlweise zur zweiten Schaltergruppe (S7) hin oder zu einer weiteren Bypassleitung (16) hin verbinden.

13. Schaltungsanordnung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Überbrückungsschaltergruppe (S6, [S6_H, S6_L]) zur direkten Verbindung des ersten Buseingangs (5) mit dem ersten Busausgang (6) für den ersten Bus (3) und/oder eine Überbrückungsschaltergruppe (S11, [S11_H, S11_L]) zur direkten Verbindung des ersten Buseingangs (11) mit dem ersten Busausgang (12) für den zweiten Bus (4) aufweist.

14. Schaltungsanordnung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und/oder der zweite Bus (3, 4) zweiadrig ausgeführt ist/sind, und dass die erste Schaltergruppe (S2) und/oder die zweite Schaltergruppe (S7), sowie die Trennschaltergruppen (S3, S4, S8, S9) jeweils einen Schalter für jede der beiden Busleitungen (H, L) umfassen.

15. Schaltungsanordnung (1) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Terminierungseinheit (10) und/oder die zweite Terminierungseinheit (102) durch einen Abschlusswiderstand gebildet ist, der mittels des entsprechenden Terminierungsschalters (S5, S5_1, S5_2) zwischen die Leitungen (H, L) des entsprechenden Busses (3, 4) schaltbar ist.

16. Schaltungsanordnung (1) nach einem der Ansprüche 11, 12 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Terminierungseinheit (10) und/oder die zweite Terminierungseinheit (102) durch zwei Abschlusswiderstände gebildet ist, die gemeinsam über einen Kondensator zu Masse verbunden sind, wobei der eine Abschlusswiderstand über den Terminierungsschalter (S5_1) mit einer der Busleitungen (H) und der andere Abschlusswiderstand über einen weiteren Terminierungsschalter (S5_2) mit der anderen Busleitung (L) verbindbar ist.

17. System zur Funktionsüberprüfung von Busteilnehmern (ECU1, ECU2, ECU3) an einem Bus (3, 4) in einer Simulationsumgebung umfassend mehrere Schaltungsanordnungen (1a, 1b, 1c) und einen Bus (3, 4) wobei die Busteilnehmer (ECU1, ECU2, ECU3) jeweils mittels einer der Schaltungsanordnungen (1a, 1b, 1c) mit dem Bus (3, 4) verbindbar sind, und ferner umfassend eine Simulatoreinheit (20) zur Simulation von Steuersignalen auf dem Bus (3, 4), wobei jede

der Schaltungsanordnungen (**1a**, **1b**, **1c**) einen ersten und einen zweiten Buseingang (**5**, **8**) sowie einen ersten und einen zweiten Busausgang (**6**, **9**) aufweist und der Bus (**3**, **4**) die Schaltungsanordnungen in einer Ringtopologie derart miteinander verbindet, dass jeder erste Busausgang (**6**) einer der Schaltungsanordnungen (**1a**, **1b**, **1c**) entweder mit dem ersten Buseingang (**5**) der nächsten Schaltungsanordnung (**1b**, **1c**) oder mit dem zweiten Buseingang (**8**) der eigenen Schaltungsanordnung (**1c**) verbunden ist, und jeder zweite Busausgang (**9**) einer der Schaltungsanordnungen (**1a**, **1b**, **1c**) entweder mit dem zweiten Buseingang (**8**) der nächsten Schaltungsanordnung (**1a**, **1b**) oder mit dem ersten Buseingang (**5**) der eigenen Schaltungsanordnung (**1a**) verbunden ist, wobei der Bus (**3**, **4**) in jeder der Schaltungsanordnungen (**1a**, **1b**, **1c**) zum Erhalt einer Linientopologie auftrennbar ist und jede Schaltungsanordnung (**1a**, **1b**, **1c**) an einem der Buseingänge (**5**, **8**) oder Busausgänge (**6**, **9**) als busterminierend konfigurierbar ist.

18. System nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen zweiten Bus (**4**) umfasst, der die Schaltungsanordnungen (**1a**, **1b**, **1c**) in gleicher Weise wie der erste Bus (**3**) miteinander verbindet.

19. System nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der Schaltungsanordnungen (**1a**, **1b**, **1c**) nach einem der Ansprüche 1 bis 16 ausgebildet ist.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

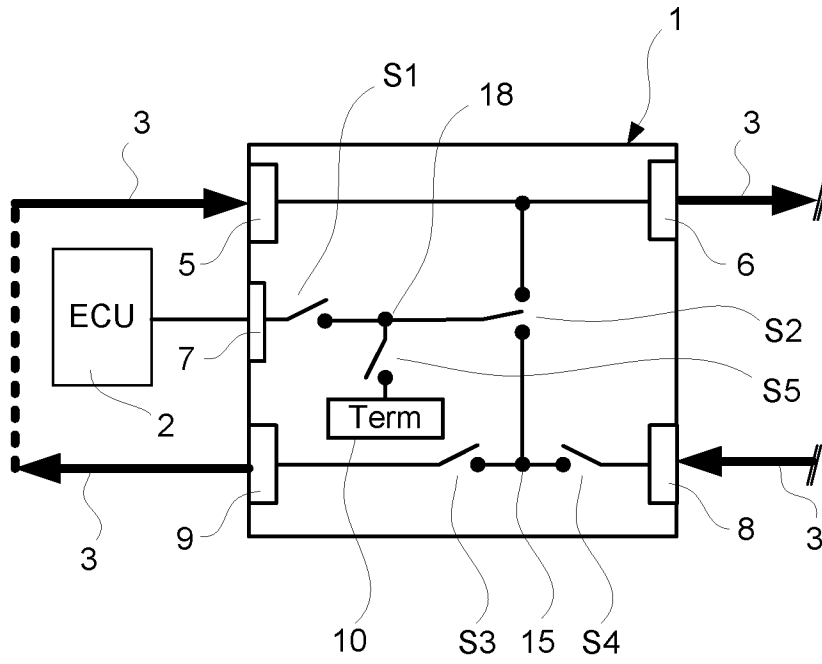


Fig. 1

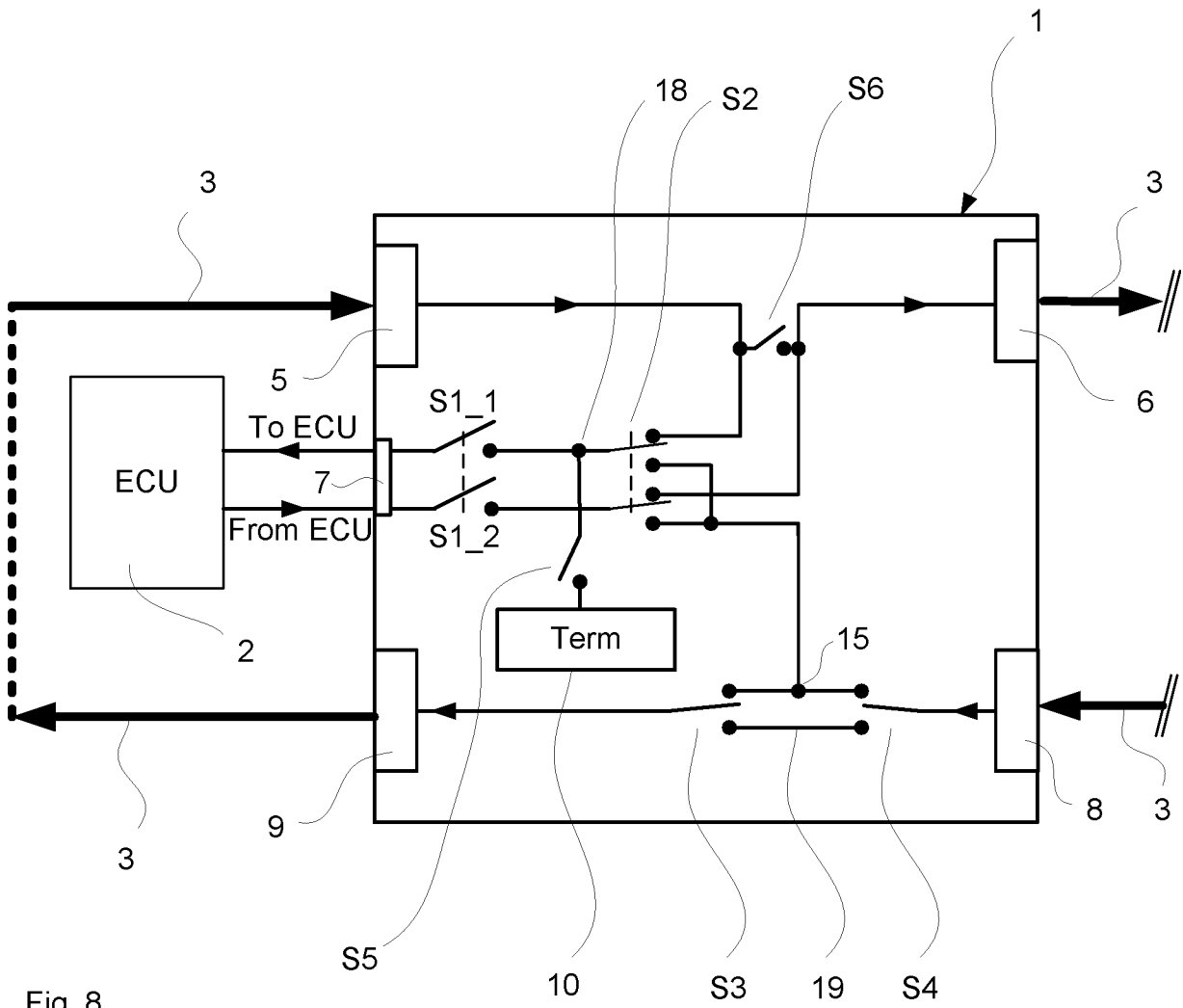


Fig. 8

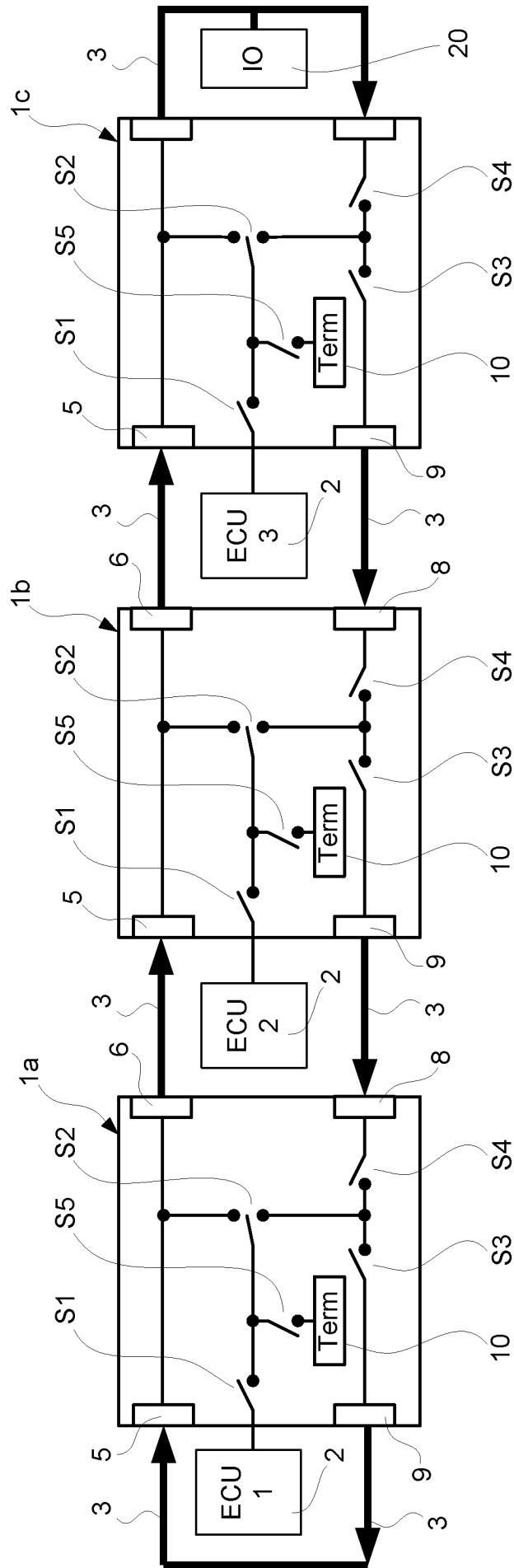


Fig. 2

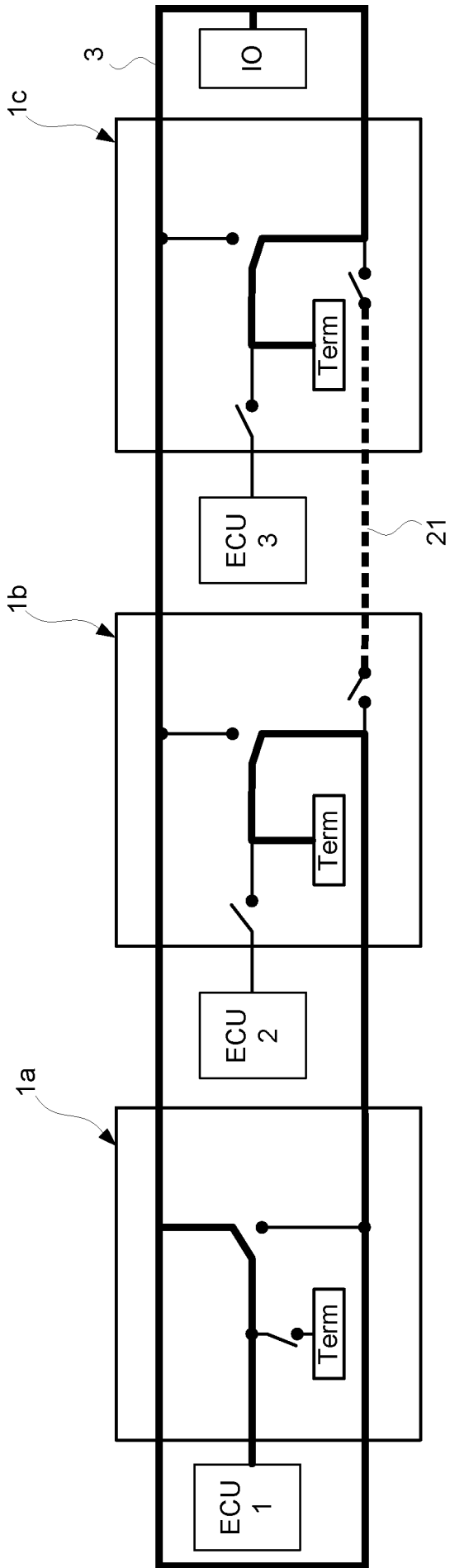


Fig. 5

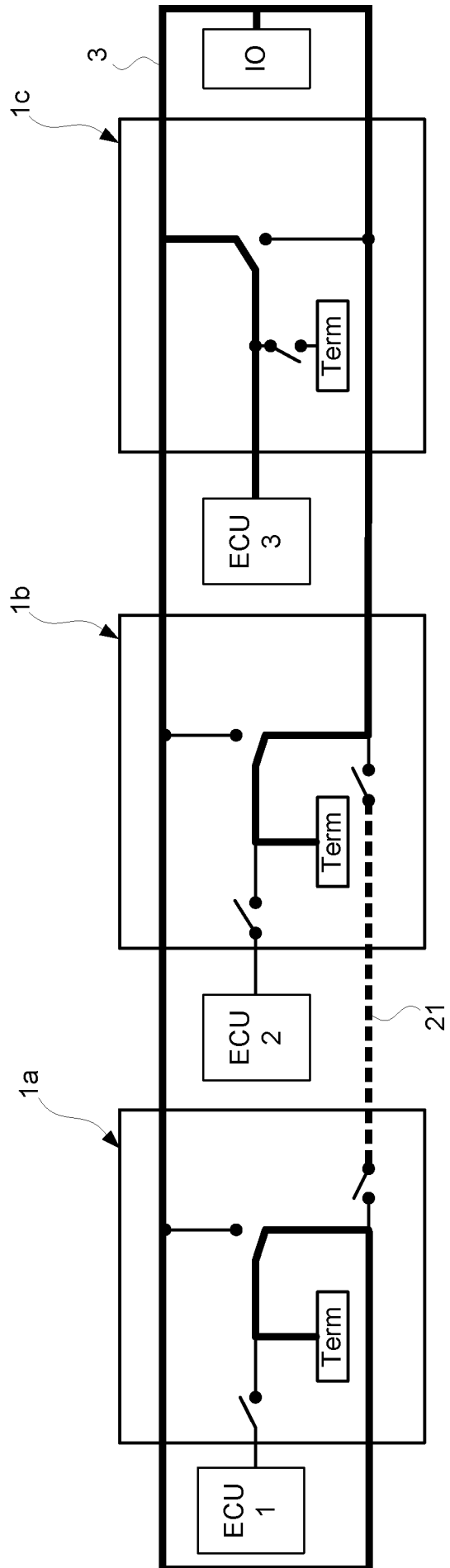


Fig. 6

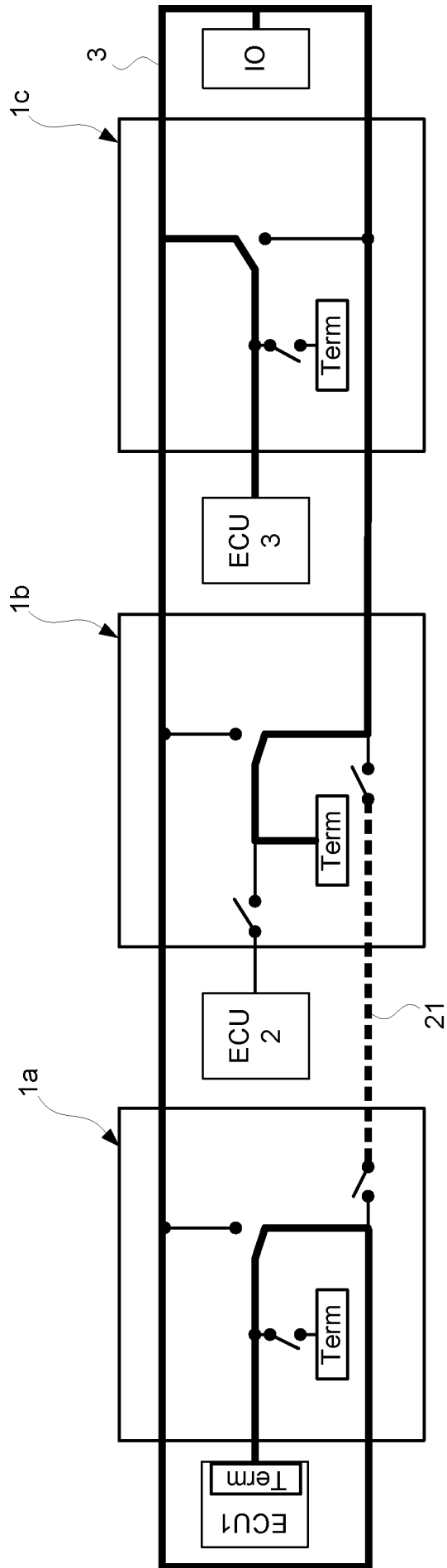


Fig. 7

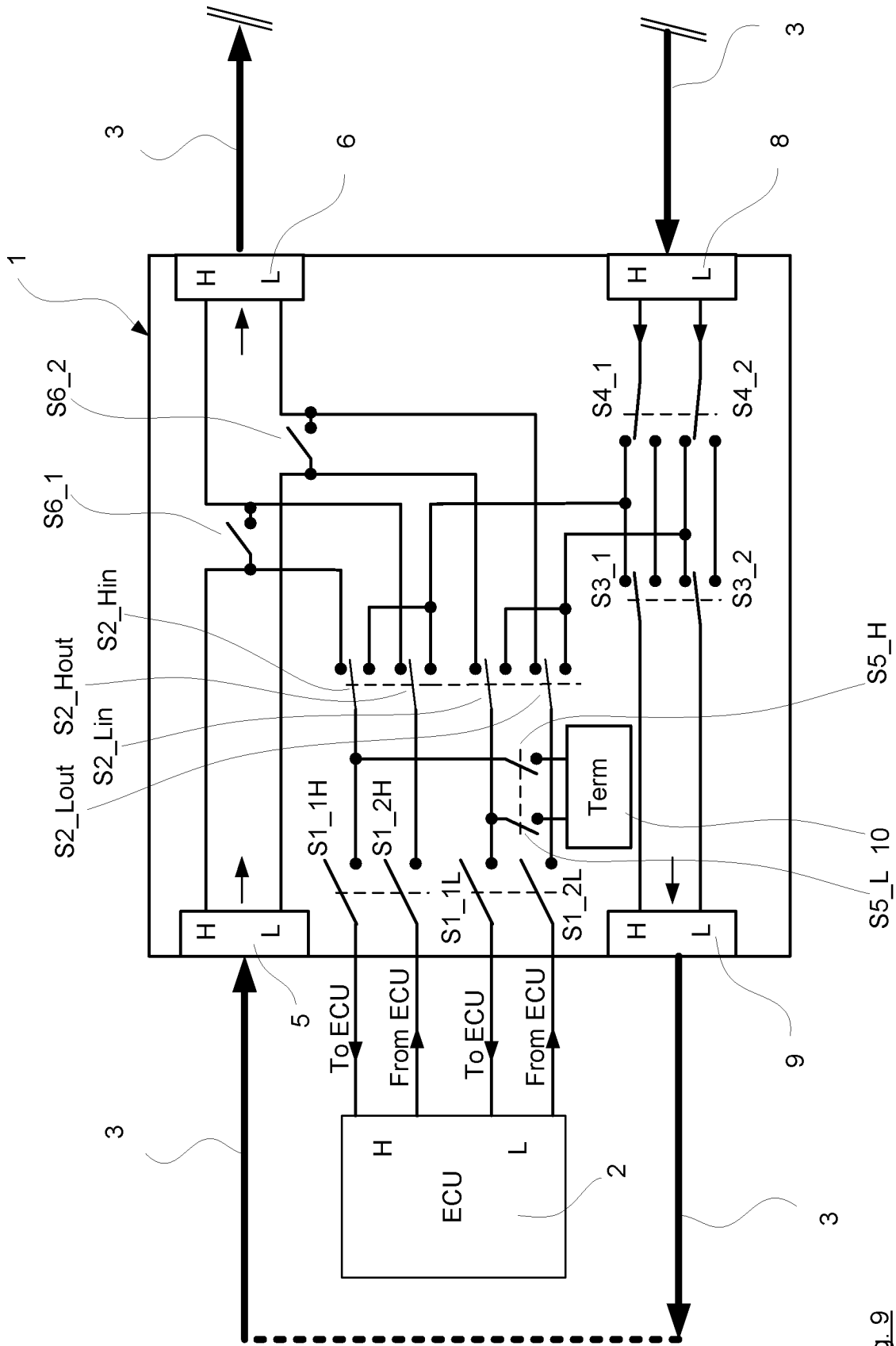


Fig. 9

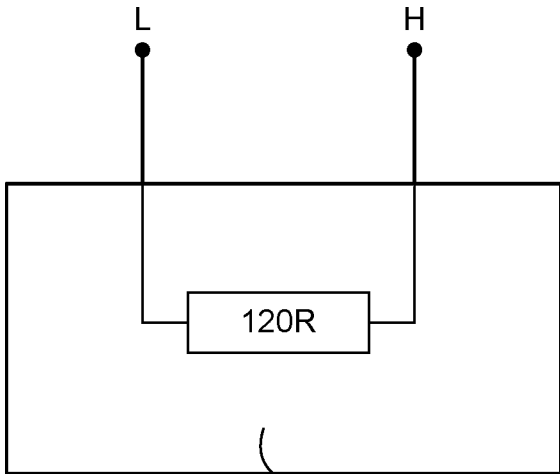


Fig. 10

10

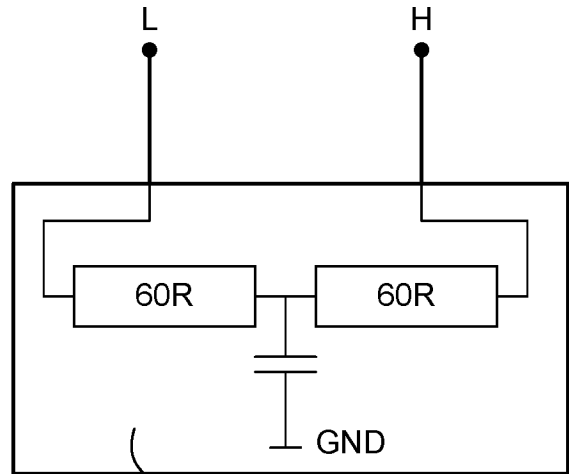


Fig. 11

10

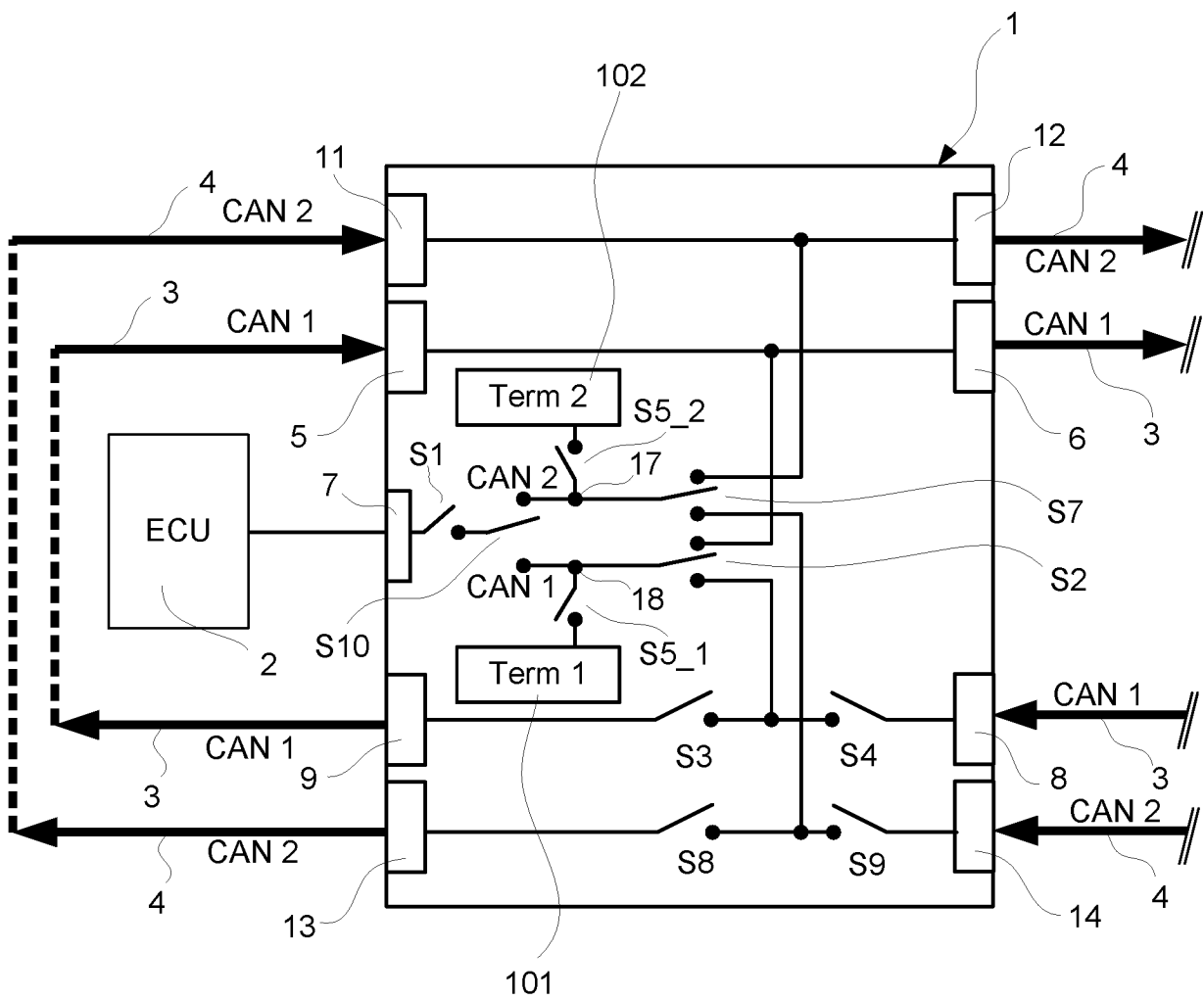
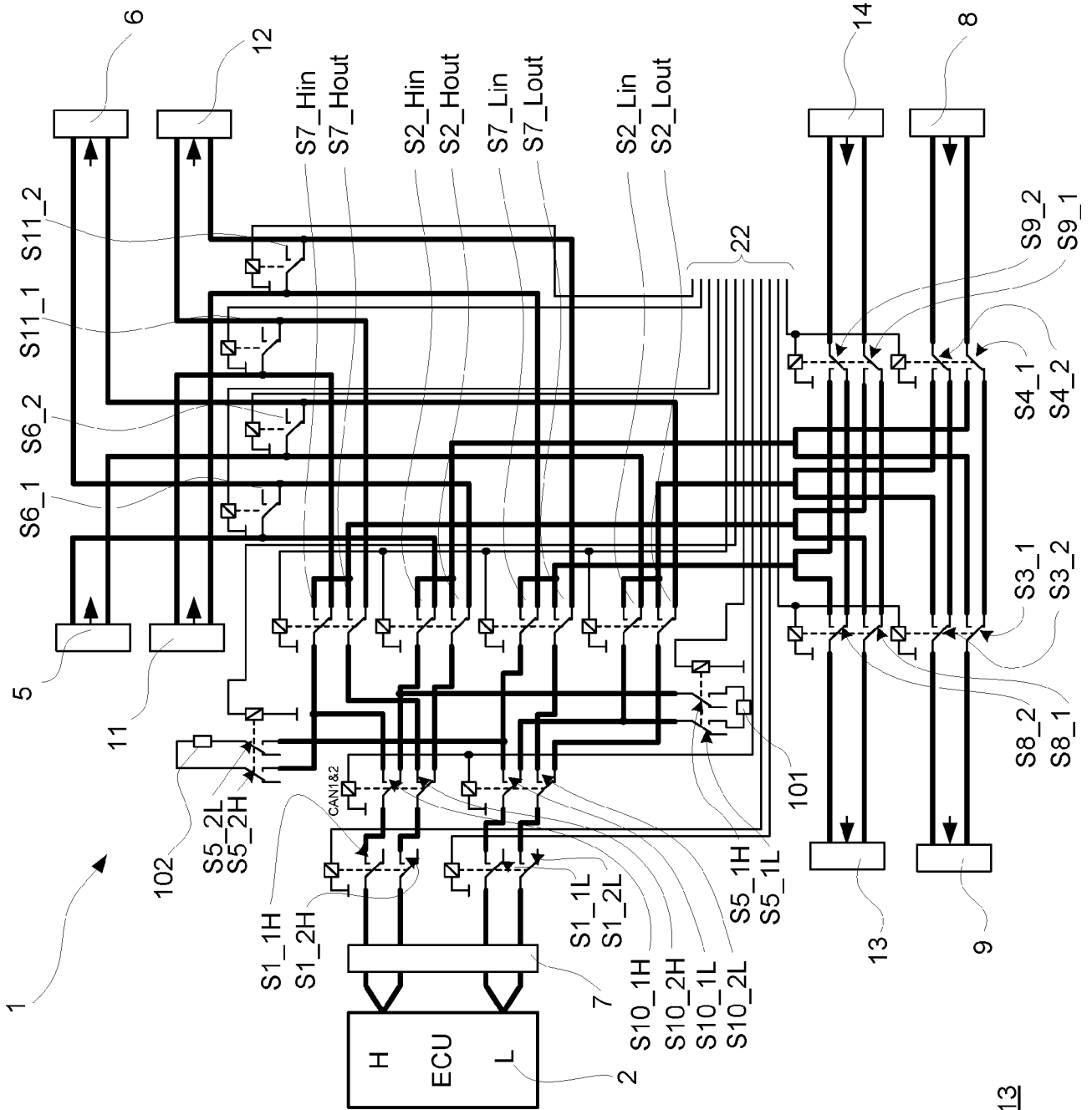


Fig. 12



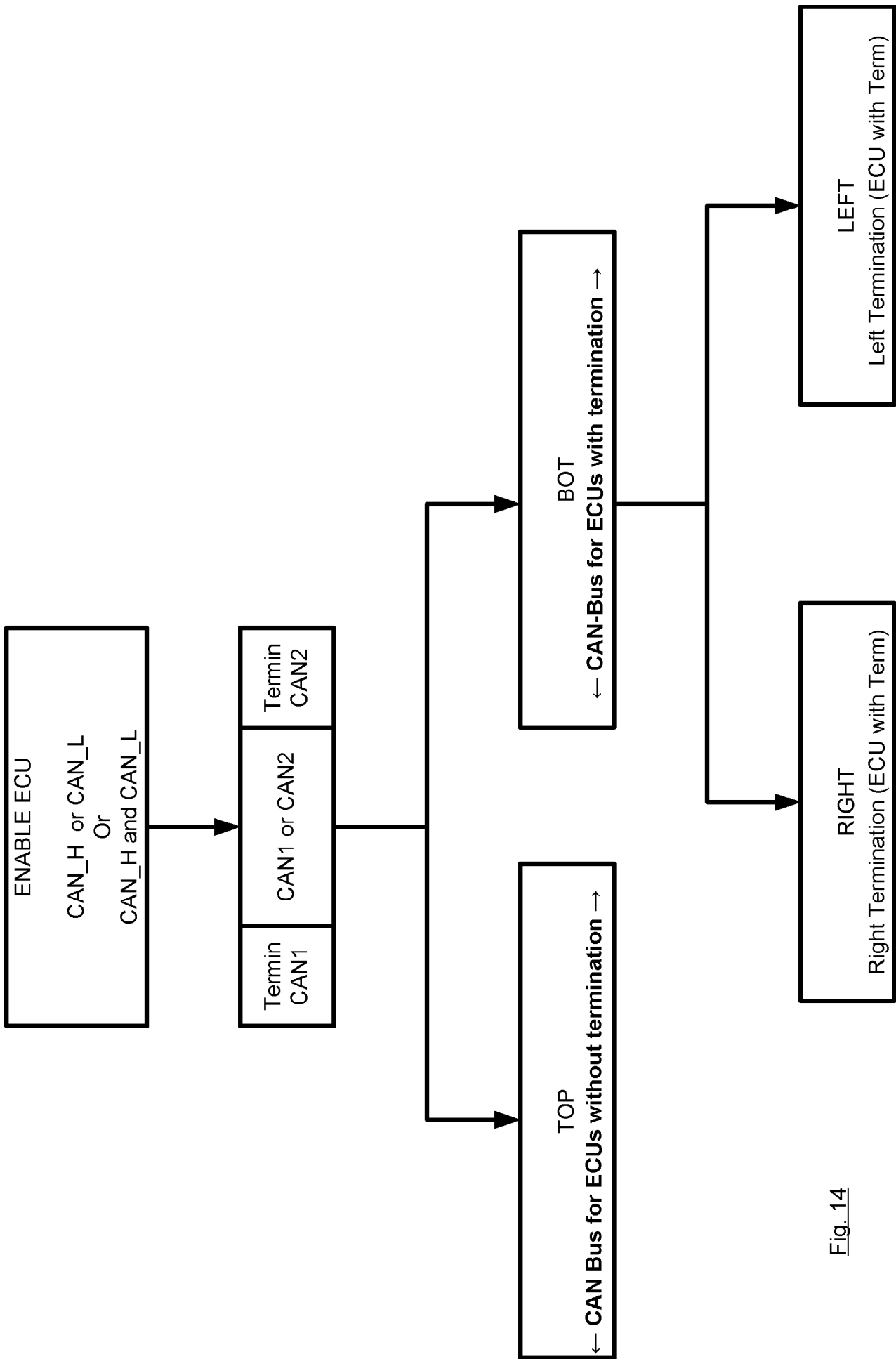


Fig. 14

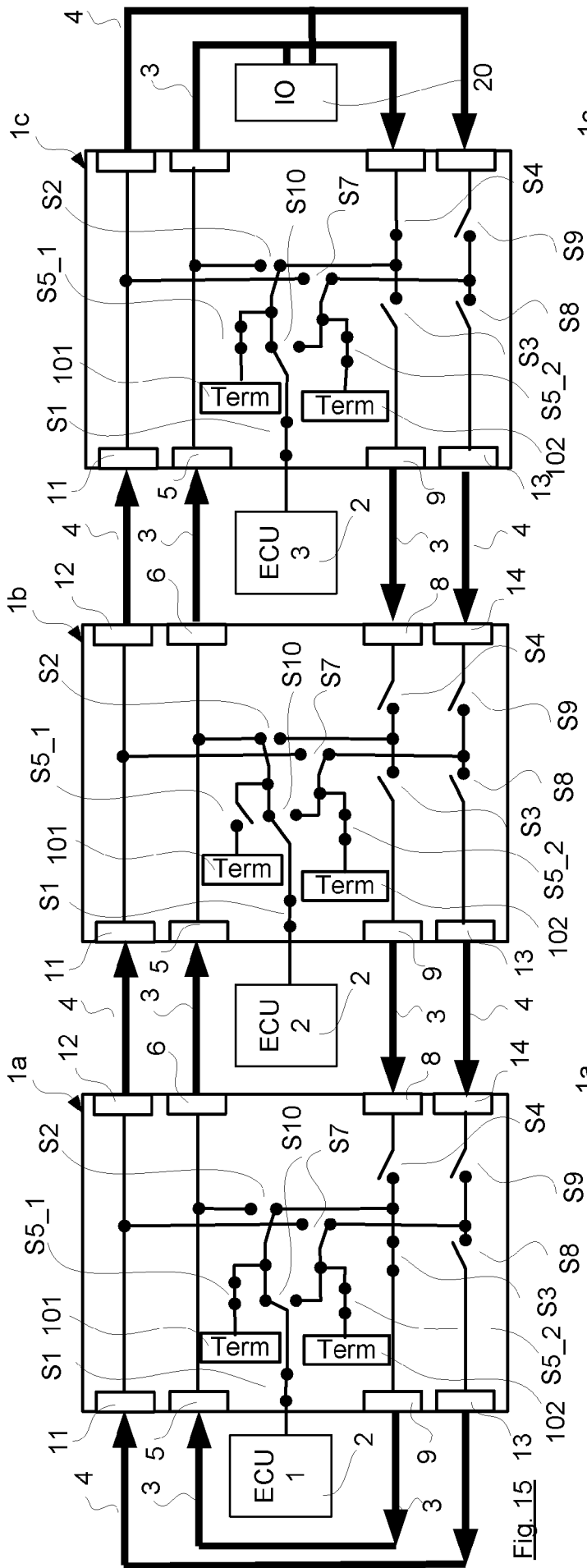


Fig. 15

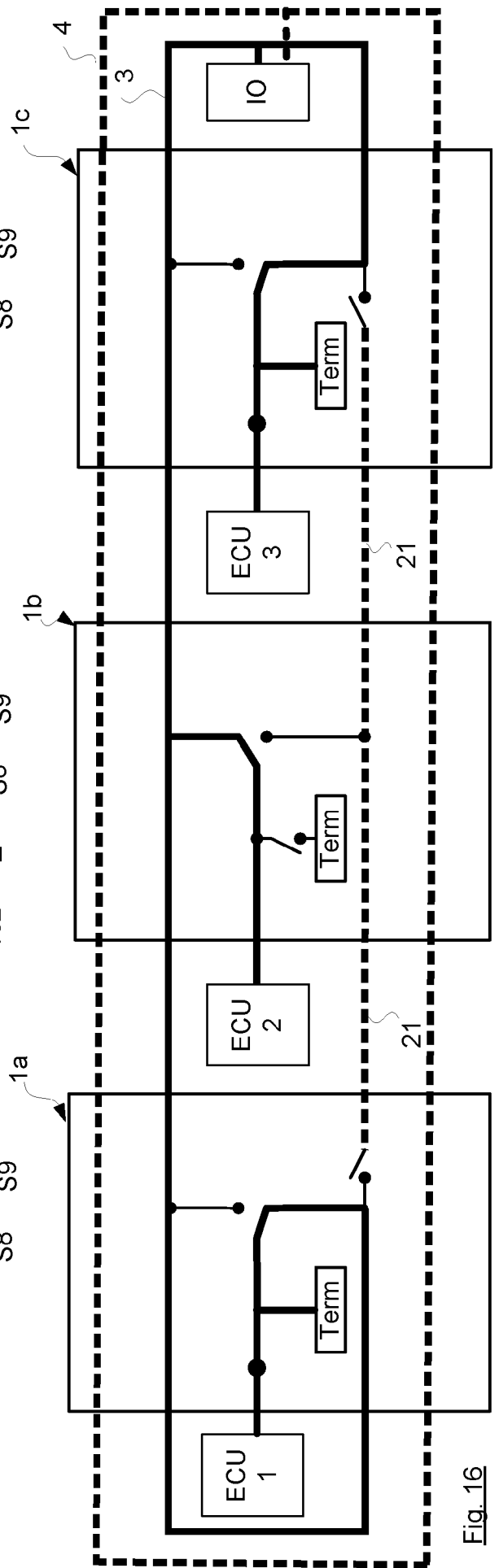


Fig. 16

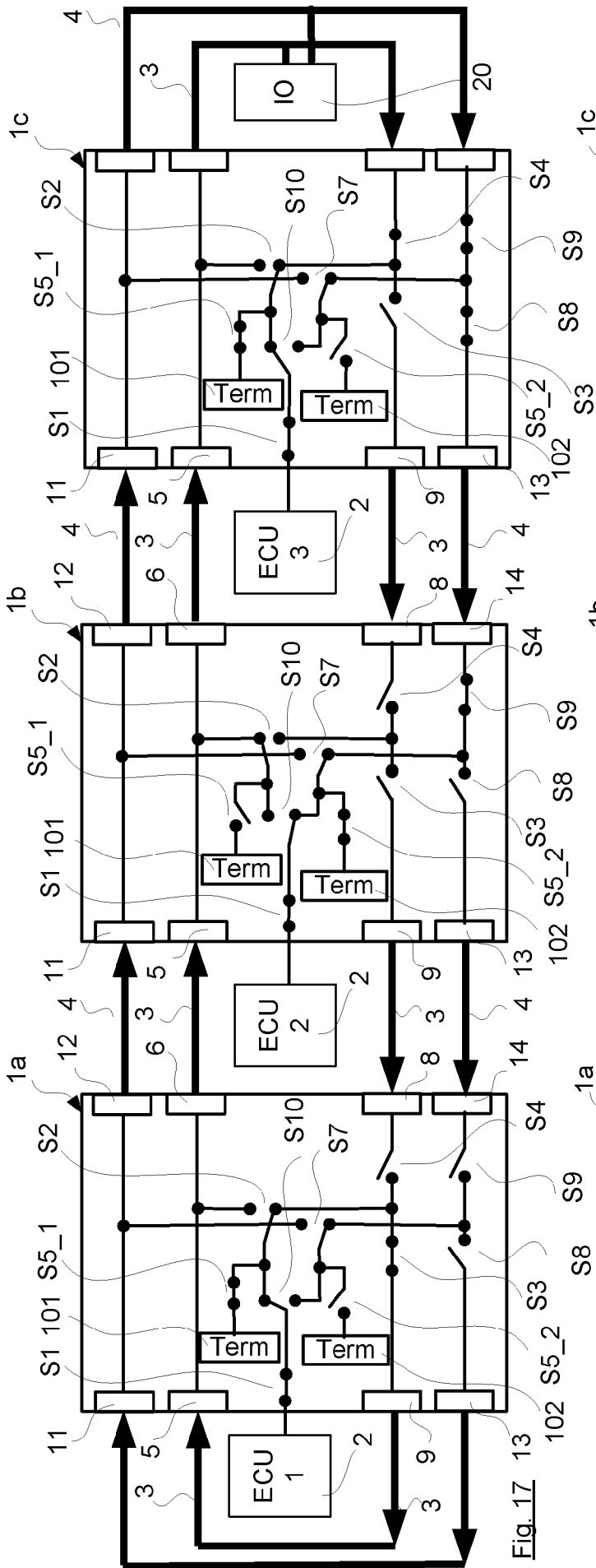


Fig. 17

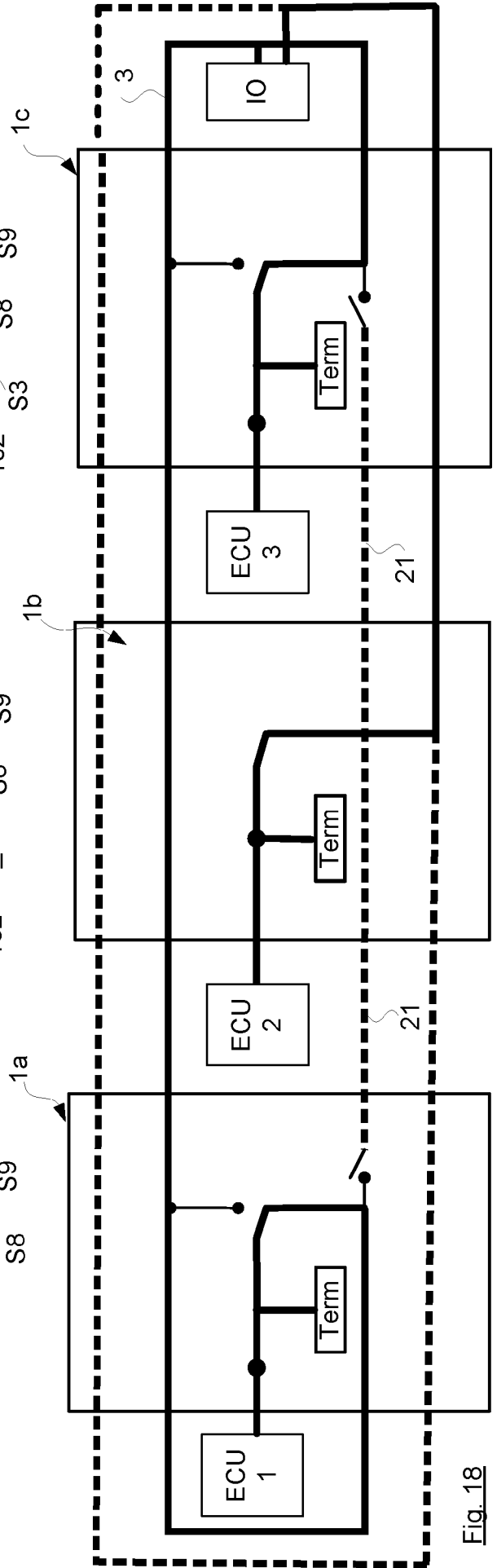


Fig. 18