



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: H 04 L 1/00
H 04 L 1/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENT A5

11

632 365

(21) Gesuchsnummer: 984/78

(73) Inhaber:
Patelhold Patentverwertungs- und
Elektro-Holding AG, Glarus

(22) Anmeldungsdatum: 30.01.1978

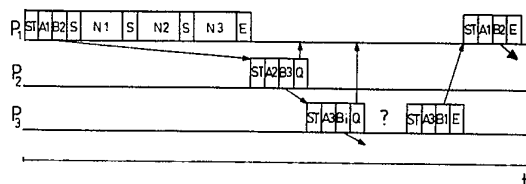
(24) Patent erteilt: 30.09.1982

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 30.09.1982

(72) Erfinder:
Gerhard Funk, Ennetbaden

(54) Datenaustauschverfahren zwischen mehreren Partnern.

(57) Es wird ein Datenaustauschverfahren zwischen mehreren Teilnehmern bzw. Partnern (P1, P2, P3) und deren Prozessoren angegeben, das ohne Haupt- oder Zentralprozessor auskommt und dadurch mehr Redundanz aufweist und bezüglich des Ausfalls von Nutz-Nachrichten weniger störanfällig ist. Für zu übertragende Nutz-Nachrichten wird keine Empfängeradresse gebildet, da jede gesendete Nachricht stets an alle anderen Partner übermittelt wird. Die zu übermittelnden Nutzinformationen werden fehlergesichert in Datenblöcken mit konstanter Länge übertragen. Die Erlaubnis zum Senden wird allen Partnern zyklisch zugewiesen, wobei jeder sendende Partner einem anderen Partner den Sendezutritt gemäss einer gespeicherten Tabelle über aktive und nichtaktive Partner zuteilt. Nichtaktive Partner erhalten zyklisch die Möglichkeit, sich wieder in den Datenaustausch einzuschalten. Alle aktiven Partner quittieren den Empfang einer Nachricht. Bei fehlerhafter Übertragung bzw. bei fehlerhaftem Empfang enthält die Quittier-Nachricht anstelle eines Quittierzeichens (Q) ein Endezeichen (E). Massnahmen zur Wiederholung von Nutz-Nachrichten, zur Alarm-Anzeige und zur Weitergabe des Sendezutritts bei auftretenden Fehlern sind angegeben.



PATENTANSPRÜCHE

1. Datenaustauschverfahren zwischen mehreren Partnern (P1, P2, P3), wobei jeder Partner wenigstens einen Prozessor (1, 6) aufweist, der über Datenübertragungsgeräte (2-5, 7-10) an mindestens eine, allen Partnern gemeinsame Datenschiene (I, II, 49) angeschlossen ist, bei welchem Verfahren jeder Partner gleichberechtigten Zutritt zur Datenschiene für einen Datenaustausch hat, dadurch gekennzeichnet, dass

a) im Ruhezustand, d. h., wenn keine Nutzinformation zu übertragen ist, auf der gemeinsamen Datenschiene ein zyklischer Umlauf der Zutrittsfreigaben von Partner zu Partner erfolgt, indem ein Partner, der den Zutritt zum Senden einer Nachricht gewonnen hat, durch ein Zutritts-Telegramm den Zutritt an den nächsten Partner weitergibt, wobei dieses Zutritts-Telegramm folgende Informationen enthält:

- Absender-Adresse (A1, A2, A3),
- Zieladresse (B1, B2, B3), d. h., Adresse des Partners, der als nächster Zutritt erhalten soll,

b) bei Übertragung einer Nutzinformation von einem Partner an andere Partner dies mit einer Nutz-Nachricht erfolgt, die folgende Informationen enthält:

- Absender-Adresse (A1, A2, A3),
- Zieladresse (B1, B2, B3),
- Art der Nachricht bzw. Datentyp (TYP)
- Datenfeld (DT, PR; N1; N2; N3) zur Aufnahme von Nutzinformation, wobei die Datenfelder in Form von Blöcken konstanter Länge bzw. einem ganzzahligen Vielfachen dieser konstanten Länge ausgelegt sind,

c) jede Nachricht vom sendenden Partner fehlergesichert an alle übrigen Partner übertragen wird, wobei alle empfangenden Partner den fehlerfreien und fehlerhaften Empfang der Nutz-Nachrichten bestätigen und entscheiden, welche Nachrichten für sie bestimmt sind,

d) die im regelmässigen zyklischen Zutritt liegende Redundanz wird als Mittel gegen Übertragungsfehler im Zutritts-Telegramm ausgenutzt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestätigung eines fehlerfreien und fehlerhaften Empfangs einer Nutznachricht durch eine Quittier-Nachricht erfolgt, die folgende Informationen aufweist:

- Absender-Adresse (A1, A2, A3)
- Zieladresse (B1, B2, B3)
- Fehlererkennungszeichen (Q, E), d. h., Quittierzeichen (Q) bei fehlerfreiem Empfang bzw. Datenaustausch, andernfalls ein Fehler kennzeichnendes Endezeichen (E).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Partner, nachdem er eine Nutznachricht gesendet hat, den Zutritt zum Senden an einen anderen Partner abgibt, selbst wenn er weitere Nutznachrichten sendebereit hat.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zu jedem Datenblock ein Prüffeld (PR) zugehörig ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass jede Nachricht mit einem Start-Synchronisationszeichen (ST) beginnt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung redundant ausgelegt ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Partner Empfangseinrichtungen mit Selektionskriterien aufweisen, durch die sie anhand der Absenderadresse und des Datentyps einer Nutz-Nachricht entscheiden können, welche Informationsarten von welchen Absendern (A) zur Weiterleitung an ihre Prozessoren (1, 6) auszuwählen sind.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Selektionskriterien der Empfangseinrichtungen unter Programmkontrolle der betreffenden Prozessoren stehen und

beim Initialisieren oder auch während des Betriebes gesetzt werden können.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder empfangende Partner, der eine Nutz-Nachricht fehlerfrei erhalten hat, in den Fällen mit einem Quittierzeichen (Q) quittiert, wenn er

a) aufgrund der Selektionskriterien entschieden hat, die Nachricht nicht an seinen Prozessor weiterzuleiten, oder

b) aufgrund der Selektionskriterien entschieden hat, die Nachricht an seinen Prozessor weiterzuleiten und dieser aufnahmebereit war.

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Quittier-Nachricht durch das Endezeichen (E) abgeschlossen wird, wenn aufgrund von Selektionskriterien entschieden wurde, die Nachricht weiterzuleiten und der Prozessor nicht aufnahmebereit war, und dass ausserdem der empfangende Partner in diesem Fall ein Fehlerkriterium setzt.

11. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen der Quittierzeichen (Q) sämtlicher Partner im Quittierzyklus die Sendeprozedur abgeschlossen ist und der Partner, der eine Nachricht gesendet hat, den Zutritt zum Senden abgibt, und zwar auch dann, wenn eine weitere Nachricht auf Übertragung wartet.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei Fehlen mindestens eines Quittierzeichens (Q) die Nutz-Nachrichtensendung mit einem Wiederholungs-Kennzeichen (R) wiederholt wird, das die Wiederholung markiert, und dass die wiederholte Nutz-Nachricht (N1) nur von jenen Partnern ausgewertet wird, die bei der vorangegangenen Nutz-Nachrichtensendung einen Fehler (F) registriert haben.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der sendende Partner bei nicht gelungenem Erhalt aller Quittierzeichen (Q) nach einer vorgegebenen Anzahl von Wiederholungen den Alarm «Sendefehler» an seinen Prozessor abgibt und den Zutritt zum Senden weitergibt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Partner zur Konfigurationsüberwachung über eine «Soll-Konfigurations-Tabelle», verfügt, in der die Adressen der Partner stehen, die beim System-Endausbau vorhanden sind, und dass in einer anderen Tabelle, der «Ist-Konfigurations-Tabelle», dauernd registriert wird, welche Partner aktiv sind.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass beim Auftreten von Lücken der Ist-Konfiguration gegenüber der Soll-Konfiguration den nicht aktiven Partnern durch periodische Abfragen bzw. Zutrittsangebote die Möglichkeit geboten wird, aktiv zu werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass pro Adressen-Lücke in der aufsteigenden Folge von Partner-Adressen nur ein vergeblicher Aufruf verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass bei Nichtantworten des gerufenen Partners der rufende Partner (P3) sofort denjenigen nächsten Partner (P1) in der zyklischen Adressfolge aufruft, der gemäss Ist-Konfiguration aktiv ist, und dass bei Fehlen mehrerer Partner mit benachbarten Adressen (B_i, B_{i+1}) diese in aufeinanderfolgenden Zutrittszyklen gerufen werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausfall eines Partners durch das Datenübertragungsgerät (2, 7; 4, 9) jenen Partner erkannt hat, der dem ausgefallenen Partner den Bus-Zutritt übergeben will, und zwar dadurch, dass der gerufene Partner trotz wiederholtem Aufruf nicht antwortet, woraufhin der rufende Partner seine Ist-Konfigurationstabelle revidiert, den Alarm «Konfigurationsänderung» setzt und den nächsten aktiven Partner ruft.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Partner, der bei Erhalt der Zutrittsfreigabe feststellt, dass sich die Ist-Konfiguration seit dem letz-

ten Zutritt geändert hat, den Alarm «Konfigurationsänderung» setzt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass im Extremfall, wenn ein den Konfigurations-Änderungs-Alarm erhaltender Partner feststellt, dass er keinen anderen Partner hat, dieser Partner die Anweisung zum Überbrücken seines Datenübertragungsgerätes (2, 7; 4, 9) gibt, in welchem Zustand dieses Datenübertragungsgerät sende- und empfangsseitig von der Datenschiene abgekoppelt ist, damit aber nicht den übrigen Datenverkehr behindert, und dass dieses Datenübertragungsgerät in diesem Zustand vom Prozessor (1, 6) dieses Partners die Anweisung «Selbstprüfung» akzeptiert, welche Anweisung eine Überprüfung der Datenübertragungsgerät-Funktionen bewirkt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Partner bei abgeschalteter Speisung und ebenso kurz nach Einschaltung der Speisung im Zustand «überbrückt» ist, dass sein Datenübertragungsgerät (2, 7; 4, 9) auf Anweisung des zugehörigen Prozessors (1, 6) zunächst den Empfangsweg (45–47) freigibt, d. h. feststellt, ob ein Datenverkehr läuft, und dass bei Feststellung eines Datenverkehrs dieses Datenübertragungsgerät wartet, bis es einen auf sich gerichteten Adressenaufwurf empfängt, und daraufhin aktiv wird, indem es auch den Sendeweg (41–43) aktiviert bzw. freigibt und die Zutrittsweitergabe veranlasst.

22. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer durch das Datenübertragungsgerät (2, 7; 4, 9) festgestellten Inaktivität der Teilnahme am Datenaustausch, in welchem Fall es sich um eine Ersteinrichtung handelt, jeder Partner eine bestimmte, von seiner Partneradresse abhängende Zeit wartet und dann mit dem Bus-Zutritts-Zyklus beginnt.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinrichtung jedes Partners so programmiert ist, dass sie nur dann den Zutritt zum Senden annimmt bzw. akzeptiert, wenn

- a) das Telegramm der Zutritts-Aufforderung keinen Fehler erkennen lässt,
- b) der Aufruf vom gleichen Absender stammt wie der vorhergehende Aufruf oder die vorhergehenden Aufrufe und dass sie eine Nachricht dann als fehlerfrei annimmt, wenn
 - a) der Datenblock keinen Fehler erkennen lässt,
 - b) die Zutrittsaufforderung in der Zutritts-Nachricht keinen Fehler erkennen lässt,
 - c) die Absender-Adresse die gleiche ist wie in der vorangehenden Zutritts-Aufforderung.

Die Erfindung betrifft ein Datenaustauschverfahren zwischen mehreren Partnern nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es sind Prozessor-Verbundbetriebe mit Datenaustausch über gemeinsame Datenschiene bekannt, bei denen die Freigabe von Zutrittswünschen zur Kommunikation von einer Zentrale aus gesteuert wird, wobei zeitraubende Abfrage- und Antwort-Telegramme ausgetauscht oder zusätzliche Signalladern benötigt werden, um die Nutzinformation zu vermitteln. Der Nachteil der zentral gesteuerten Kommunikationssysteme im Hinblick darauf, dass sie bei Ausfall der Zentrale insgesamt ausfallen, wird bisweilen durch Einsatz von redundanten Zentralen bekämpft, doch sind die beim Ausfall der Zentrale erforderlichen Umschaltmechanismen problematisch, da die Umschaltung selbst störanfällig ist und Nachrichten bei der Umschaltung verlorengehen können.

Ferner sind Prozessor-Verbundsysteme bekannt, bei denen die Teilnehmer durch ring- oder schleifenförmige Datenschie-

nen verbunden sind und bei denen die für die Steuerung eines sequentiell ablaufenden Datenverkehrs notwendigen organisatorischen Funktionen dezentral, d. h. auf alle Teilnehmer gleichmässig verteilt, angeordnet sind; jedoch erfüllen die bekannten Verfahren nicht die Bedingung, dass eine Nachricht von einem beliebigen Teilnehmer fehler- und verlustgesichert an wählbar viele andere Teilnehmer quasi gleichzeitig abgesetzt werden kann. Diese Bedingung muss aber in jenen Datensystemen erfüllt werden, in denen nicht nur die Erfassung von Daten dezentral erfolgen soll, sondern auch Auswertungen ein und derselben Nachricht bisweilen in mehreren Prozessoren gleichzeitig ablaufen sollen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der bekannten Systeme zu vermeiden und ein Verfahren zu schaffen, das die in Prozessor-Verbundsystemen gestellten hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Effizienz der Systemfunktionen mit einem vorausberechenbaren stufenweisen Abbau dieser Eigenschaften bei Ausfall von Komponenten erfüllt.

Die Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gemäss dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass das Datenaustauschverfahren ohne Haupt- oder Zentralprozessor auskommt und damit eine höhere Ausfallsicherheit aufweist. Es braucht keine Empfängeradresse zusammen mit der Nutznachricht übermittelt zu werden, da jede gesendete Nachricht allen Partnern übermittelt wird und diese Partner dann entscheiden, ob sie die Nachricht verwerten wollen oder nicht. Durch zyklische Zutrittsfreigaben können sich nichtaktive Partner wieder in den Datenaustausch einschalten.

Gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein hohes Mass an Verfügbarkeit durch eine redundante Auslegung der Übertragung erreicht, derart, dass jene Einrichtungen bzw. Funktionen, die für die Gesamtfunktion von entscheidender Bedeutung sind, redundant ausgelegt werden, d. h., dass für die gleiche Funktion bzw. Aufgabe mehrere Prozessoren und/oder Datenübertragungsgeräte und Busankoppler mit zugehörigen zusätzlichen Datenschiene vorgesehen sind.

Soll eine Nutzinformation gesendet werden, so wartet der betreffende Partner zunächst bis er Zutritt zum Senden erhält. Sobald dieser gewonnen wird, beginnt der sendende Partner mit der gleichen Zutritts-Weitergabe-Prozedur wie im Ruhezustand und fügt die zu sendende Nutzinformation bei. Im Kopf der Nachricht ist ein Datenfeld reserviert, das die Art der Information bezeichnet, und am Ende enthält die Nachricht ein Prüfteil, das die Nachricht gegen Übertragungsfehler schützt.

Die Empfangseinrichtung jedes Partners enthält Selektionskriterien, durch die sie anhand der Informationsart und des Absenders der empfangenen Nachricht entscheiden kann, ob diese Nachricht ihrem zugehörigen Prozessor weiterzuleiten ist oder nicht.

Die Selektionskriterien der Empfangseinrichtung stehen unter Programmkontrolle der betreffenden Prozessoren und können beim Initialisieren oder auch während des Betriebes gesetzt werden. Im Zutritts-Weitergabe-Zyklus, der sich an die Nutz-Nachrichten-Sendung mit der Nutzinformation anschliesst, erwartet der sendende Partner Quittungen bzw. Quittier-Nachrichten, die einen fehlerfreien Empfang bestätigen, von allen anderen aktiven Partnern.

Jeder empfangende Partner, der eine Nachricht fehlerfrei empfangen hat, quittiert, wenn:

- a) aufgrund der Selektionskriterien entschieden wurde, die Nutz-Nachricht nicht an den Empfangs-Prozessor bzw. den Prozessor des empfangenden Partners weiterzuleiten,
- b) aufgrund der Selektionskriterien entschieden wurde, die Nutz-Nachricht an den Empfangs-Prozessor weiterzuleiten,

und dieser aufnahmebereit war.

Die Quittung wird durch ein spezielles Endezeichen im Zutritts-Weitergabe-Telegramm bzw. in der Quittier-Nachricht gekennzeichnet.

Ist eine der genannten Bedingungen nicht erfüllt, so wird keine Quittung gesendet, d. h., das Zutritts-Weitergabe-Telegramm wird durch ein normales Endezeichen abgeschlossen. Ausserdem setzt der die Quittier-Nachrichten einsammelnde Partner, der zuletzt eine Nutz-Nachricht gesendet hat, in diesem Fall ein Fehlerkriterium.

Enthält der Quittierzyklus die Quittungen sämtlicher Partner, so ist die Sendeprozedur abgeschlossen, und der sendende Partner gibt den Zutritt ab, und zwar auch dann, wenn eine weitere Nutz-Nachricht auf die Übertragung wartet.

Die Fehlerstrategie ist dahingehend realisiert, dass bei Fehlen mindestens einer Quittung die Nutz-Nachrichtensendung mit einem Wiederholungs-Kennzeichen wiederholt wird, das die Wiederholung markiert. Die wiederholte Nutz-Nachricht wird nur von jenen Empfangseinrichtungen anderer aktiver Partner ausgewertet, die bei der vorangegangenen Nutz-Nachrichtensendung einen Fehler registriert haben. Gelingt es der Sendeeinrichtung des eine Nutz-Nachricht wiederholt sendenden Partners nach einer vorgegebenen Anzahl von Wiederholungen nicht, alle Quittungen zu erhalten, so gibt sie den Alarm: «Sendefehler» an ihren Prozessor ab und gibt den Zutritt weiter. Damit gibt die Sendeeinrichtung die Verantwortung für die weitere Behandlung des Fehlers, die applikationsabhängig ist, an ihren Prozessor ab.

Zur Konfigurationsüberwachung enthält das Datenübertragungsgerät jedes Partners eine «Soll-Konfigurations-Tabelle», in der die Adressen der Partner stehen, die beim System-Endausbau vorhanden sind. In einer anderen Tabelle, der «Ist-Konfigurations-Tabelle», wird dauernd registriert, welche Partner aktiv sind.

Weist die Ist-Konfiguration gegenüber der Soll-Konfiguration Lücken auf, so wird den nicht aktiven Partnern durch periodische Abfragen die Möglichkeit geboten, aktiv zu werden: pro Adressen-Lücke in der aufsteigenden Folge der Partner-Adressen (modulo n , n = Gesamtzahl der Partner gemäss Sollkonfiguration) wird jedoch nur ein (vergeblicher) Aufruf an inaktive Partner verwendet. Falls der gerufene Partner nicht antwortet, ruft der sendende Partner sofort denjenigen nächsten Partner in der zyklischen Adressfolge auf, der gemäss Ist-Konfiguration aktiv ist. Fehlen mehrere Partner mit benachbarten Adressen, so werden diese in aufeinanderfolgenden Zutrittszyklen gerufen.

Fällt ein Partner aus, so erkennt dies zuerst das Datenübertragungsgerät jenes Partners, der dem ausgefallenen Partner den Bus-Zutritt übergeben will, da er trotz wiederholtem Aufruf nicht antwortet.

Der rufende Partner revidiert daraufhin seine Ist-Konfigurations-Tabelle, setzt den Alarm «Konfigurationsänderung» und ruft den nächsten Partner. Im nachfolgenden Zutritts-Zyklus erfährt jeder Partner durch Vergleich der früheren Ist-Konfigurations-Tabelle mit der neuen Ist-Konfiguration den Unterschied und gibt den Konfigurations-Änderungsalarm an seinen Prozessor ab. Die weitere Behandlung dieses Fehlers ist weitgehend applikationsabhängig und fällt in die Kompetenzen der Prozessoren, die die Konfigurations-Änderungs-Alarme erhalten. In dem Extremfall, wenn ein Partner feststellt, dass er keinen anderen Partner hat, liegt der Verdacht nahe, dass das eigene Datenübertragungsgerät defekt ist; in diesem Fall gibt der Prozessor dieses Partners die Anweisung zum Überbrücken des Datenübertragungsgerätes dieses Partners. In diesem Zustand ist das Datenübertragungsgerät von der Datenschiene sende- und empfangsseitig abgekoppelt, behindert damit aber nicht den übrigen Datenverkehr.

Bei dieser Sachlage akzeptiert das Datenübertragungsge-

rät die Anweisung «Selbstprüfung» vom Prozessor. Diese Anweisung bewirkt eine Überprüfung der Datenübertragungsgerät-Funktionen. Die Prozedur wird, falls Fehler festgestellt werden, mit entsprechenden Alarm-Meldungen abgeschlossen.

Die Behandlung der eventuellen Fehler liegt im Verantwortungsbereich des Prozessors. Falls kein Fehler festgestellt wird, kann, wie im folgenden beschrieben, die Initialisierung veranlasst werden.

Bei abgeschalteter Speisung des Partners und ebenso nach Einschaltung der Speisung ist der Partner im Zustand «Überbrückt», d. h. der Partner ist sowohl sendeseitig als auch empfangsseitig von der Datenschiene abgekoppelt und beeinflusst den übrigen Datenverkehr nicht.

Der Prozessor gibt die Anweisung zum «Anschluss» des Datenübertragungsgerätes an die Datenschiene. Damit gibt das Datenübertragungsgerät zunächst den Empfangsweg frei, d. h. das Datenübertragungsgerät «hört» ab, ob ein Datenverkehr läuft. Ist dies der Fall, so wartet das Datenübertragungsgerät, bis es einen auf sich gerichteten Adressenauftrag empfängt, und wird daraufhin aktiv, indem es auch die Sendeseite aktiviert und die Zutrittsweitergabe veranlasst.

Findet das Datenübertragungsgerät das System inaktiv vor, so handelt es sich um eine Ersteinschaltung. Um in diesem Fall den Initialisierungskonflikt auszuschliessen, der beim gleichzeitigen Einschalten von mehreren Partnern entstehen könnte, wartet jeder Partner eine bestimmte Zeit, die von seiner Partneradresse abhängt, und beginnt dann mit dem Bus-Zutritts-Zyklus.

Der Nachrichtenkopf, der den Bus-Zutritt steuert, muss in demselben Mass gegen nicht erkennbare Übertragungsfehler geschützt werden wie der Nutzdatenblock, weil z. B. eine nicht erkannte Verfälschung der Absender-Adresse einer Nachricht die gleichen schädlichen Folgen für die Prozess-Steuerung haben kann wie eine nicht erkennbare Verfälschung von Nutzdaten. Doch kann die Übertragungsredundanz im Nachrichtenkopf wesentlich eingeschränkt und dadurch die Effizienz der Kommunikation erhöht werden, wenn die Redundanz, die in der Regelmässigkeit des zyklischen Bus-Zutritts-Ablaufes liegt, ausgenutzt wird: Die Empfangseinrichtung jedes Partners ist so programmiert, dass sie nur dann den Zutritt annimmt, wenn

1) das Telegramm der Zutritts-Aufforderung keinen Fehler erkennen lässt
2) der Aufruf vom gleichen Absender stammt wie der vorhergehende Anruf (oder auch mehrere vorangehende Aufrufe).

Ferner nimmt die Empfangseinrichtung dann eine Nachricht als fehlerfrei auf, wenn

1) der Datenblock mit der Nutzinformation keinen Fehler erkennen lässt,
2) die Zutrittsaufforderung im Telegrammkopf keinen Fehler erkennen lässt,
3) die Absender-Adresse die gleiche ist, wie die Aufruf-Adresse in der vorangehenden Zutritts-Aufforderung.

Die Verfügbarkeits-Anforderungen oder die geforderte Übertragungsgeschwindigkeit können ergeben, dass mehrere Übertragungswege zur Verfügung stehen müssen.

In diesen Fällen werden die Übertragungseinrichtungen pro Partner und die verbindenden Datenschiene mehrfach angelegt.

In diesen Systemen können die Prozessoren Vorzugswege für die Nachrichtenübertragungen vorschreiben. Beispielsweise kann eine Applikation festlegen, dass dringende Kurznachrichten auf einem Weg, weniger dringende Nachrichten oder längere Nachrichtenketten auf einem anderen Weg gesendet werden. Die Treiber-Programme, die diese Nachrichten an die Übertragungsgeräte abgeben, berücksichtigen die Angaben der Applikations-Programme über Vorzugswege, solange die gewünschten Übertragungswege funktionieren. Fällt ein Übertragungsweg aus, leitet das Treiber-Programm

selbsttätig die Nachricht auf diejenigen Übertragungswege, die noch funktionieren.

Die Erfindung wird anhand der Fig. 1 bis 9 für den Fall einer maximalen Systemkapazität von 32 Partnern und mit spezifischen Nutz-Nachrichten-Blocklängen-Festlegungen beispielsweise näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Zutritts-Nachricht bzw. das Bus-Zutritts-Weitergabe-Telegramm, bestehend aus einem Telegramm-Kopf mit dem Start-Synchronisationszeichen ST, der Absender-Adresse A, der Zieladresse für die Zutrittsweitergabe B. Auf den Kopf folgt das Endezeichen E. ST und E sind Zeichen zu beispielsweise je 6 bit, Absender-Adresse A und Zieladresse B sind (der Systemkapazität von 32 Partnern entsprechend) durch z. B. je 5 bit ausgedrückt, jeweils ergänzt durch ein ungerades Paritätsbit.

Fig. 2 zeigt eine einzelne Nutz-Nachricht. Sie beginnt mit dem gleichen Telegrammkopf ST, A, B, der die Bus-Zutritts-Weitergabe steuert. Daran schliesst sich ein Synchronisationszeichen S und ein Datenfeld (1 byte), das die Informationsart («TYP») bezeichnet, an. Die folgenden 7 bytes stehen für frei wählbare Benutzer-Daten bzw. Nutzinformation DT zur Verfügung. Das anschliessende Prüfbyte PR dient der Überwachung der Nutz-Nachricht gegen Fehler. Abgeschlossen wird das Telegramm bzw. die Nutz-Nachricht durch das Endezeichen E.

Fig. 3 zeigt ein Quittungs-Telegramm, das sich vom Bus-Zutritts-Weitergabe-Telegramm (Fig. 1) nur durch ein spezielles Endezeichen Q unterscheidet.

Fig. 4 beschreibt den zeitlichen Ablauf eines Ruhezyklus RZ, für den Fall, dass drei Partner P1, P2, P3 mit den Adressen A1, A2 und A3 aktiv am Kommunikationssystem angeschlossen sind. Partner P1 sendet ein Telegramm bzw. eine Zutritts-Nachricht indem er zuerst die eigene Absender-Adresse A1 bekanntgibt und mit B2 die Zieladresse für die Weitergabe des Bus-Zutritts bzw. die Adresse desjenigen Partners kennzeichnet, der als nächster die Sendeerlaubnis erhält. Das Start-Synchronisationszeichen ST und das Endezeichen E bilden den Rahmen des Telegramms. Sobald der Partner P2 das Telegramm empfangen hat, übergibt dieser die Initiative zum Senden in der entsprechenden Weise weiter an Partner P3. Dem Partner P3 ist von vorangehenden Zyklen her bekannt, dass die Partner mit den Adressen 4 bis 32, die beim Endausbau vorhanden wären, bisher nicht aktiv waren, da er seine Tabelle über die «Ist-Konfiguration» ständig nachführt. Er gibt jedoch allen nicht aktiven Teilnehmern mit den Adressen 4 bis 32 jederzeit die Möglichkeit, aktiv zu werden, indem er bei jedem Zyklus RZ eine dieser Adressen aufruft. Antwortet der gerufene Partner nicht, so wird der Zutritt sofort an den aus der Istkonfigurationstabelle bekannten Partner P1 abgegeben: auf diese Art erhalten alle nicht aktiven Partner 4 bis 32 in aufeinanderfolgenden Zutritts-Weitergabezyklen die Möglichkeit, sich aktiv in das Kommunikationssystem einzuschalten.

Fig. 5 zeigt den zeitlichen Ablauf für 3 aktive Partner, wenn die Partner P1 und P2 jeweils einen Datenblock N1 bzw. N2 senden. Nach der Nutz-Nachrichten-Sendung von Partner P1 werden die Quittungen von den aktiven Partnern P2 und P3 eingesammelt, bevor Partner P2 seine Nutz-Nachricht senden kann, der seinerseits die Quittungen von den Partnern P3 und P1 einsammelt.

Fig. 6 zeigt den Fall der Übertragung einer Kette von Datenblöcken vom Partner P1. Die Datenblöcke N1, N2, N3 bestehen im beschriebenen Beispiel alle aus 8 Nutzbytes und einem Prüfbyte und sind voneinander durch ein Synchronisationszeichen S getrennt. Der letzte Datenblock wird durch das Endezeichen E abgeschlossen.

Fig. 7 zeigt den Fall einer gestörten Nachrichtenübertragung von Partner P1 an den Partner P3 (Fehler F). In diesem Fall fehlt in dem an die Nachrichtensendung angeschlossenen Quittier-Zyklus die Quittung von Partner P3 (Fragezeichen).

Partner P1 repetiert die Nutz-Nachricht und kennzeichnet dies durch ein spezielles Zeichen R. Partner P3, der den Fehler bei der 1. Sendung erkannt hat, erwartet diese Wiederholung und quittiert, falls die Repetition keinen Fehler enthält, diesmal im nachfolgenden Quittier-Zyklus. Partner P2, der die Nachricht beim Senden fehlerfrei empfangen hat, leitet die repetierte Nutz-Nachricht nicht an seinen Prozessor weiter, quittiert sie jedoch bei fehlerfreiem Empfang.

Fig. 8 zeigt zwei Partner (1–5 und 6–10) mit zwei Prozessoren 1 und 6, die über für alle Prozessoren gemeinsame Datenschiene I und II miteinander Daten austauschen können. Jeder dieser Prozessoren 1 bzw. 6 ist über mindestens ein Datenübertragungsgerät 2 bzw. 7 mit einem Busankoppler 3 bzw. 8 verbunden, welche Busankoppler eine Datenübertragung an eine gemeinsame Datenschiene I ermöglichen. Zur Erhöhung der Sicherheit der Nachrichtenübermittlung ist jeder Prozessor 1 und 6 mit einem zusätzlichen, redundanten Datenübertragungsgerät 4 bzw. 9 und Busankoppler 5 bzw. 10 an eine gemeinsame zweite Datenschiene II angeschlossen. Es können auch mehrere gemeinsame Datenschiene vorgesehen sein.

Fig. 9 zeigt ein Blockschaltbild von einem Datenübertragungsgerät 2 bzw. 4 bzw. 7 bzw. 9 gemäss Fig. 8, welches an eine Datenschiene II eines Prozessors, z. B. 1 oder 6 in Fig. 8, und über einen Busankoppler 48, entsprechend den Busankopplern 3, 5, 8, 10 in Fig. 8, an eine für alle Prozessoren gemeinsame Datenschiene 49 angeschlossen ist. Eine Adressenerkennungseinrichtung 14 kann über eine Adressleitung 12 und eine Steuersignalleitung 13 Informationen von der Datenschiene 11 erhalten und über diese Signalleitung 13 an die Datenschiene 11 und über eine Leitung 28 an eine zentrale Steuerung 33 abgeben. Über Datenleitungen 15 bis 19 können Daten von der Datenschiene 11 an einen Sendespeicher 21, ein Statusregister 22 und einen Tabellenspeicher 23 übertragen werden, wobei vom Statusregister 22, dem Tabellenspeicher 23 und einem Empfangsspeicher 24 Daten an die Datenschiene 11 übertragbar sind. Vom Sendespeicher 21 können Daten über eine Leitung 25, einen Parallel-Serie-Wandler 40, eine Leitung 41, einen Sendeschalter 42, eine Leitung 43 und den Busankoppler 48 an die gemeinsame Datenschiene 49 abgegeben werden. Über diese Datenschiene 49 stehen die gesendeten Daten gleichzeitig allen aktiven Partnern zum Empfang zur Verfügung.

Eine Sender-Steuerlogik 31 ist verantwortlich für das Abrufen der Informationen aus dem Sendespeicher 21, für die Parallel-Serie-Wandlung in den Parallel-Serie-Wandler 40 und die Zufügung des Prüfzeichens PR der ausgesendeten Nachricht. Ausserdem ist die Sender-Steuerlogik zuständig für die Erzeugung der Zutritts-Weitergabe-Telegramme und Quittungen.

Von anderen Prozessoren empfangene Nachrichten gelangen von der gemeinsamen Datenschiene 49 über den Busankoppler 48, eine Leitung 46, einen Empfangsschalter 45, eine Leitung 47, einen Serie-Parallel-Wandler 37 in den Empfangsspeicher 24. Eine Empfänger-Steuerlogik 35 ist verantwortlich für die Serie-Parallel-Wandlung im Serie-Parallel-Wandler 37 und die Ablage der Information im Empfangsspeicher 24. Zusätzlich ist die Empfänger-Steuerlogik 35 zuständig für die Überwachung des Prüfzeichens der ankommenden Nachricht, die Analyse von Übernahmekriterien, d. h. von Absender und Typ der gesendeten Nachricht, die Analyse des Zutritts-Weitergabe-Telegramms und für die Nachführung der Liste der aktiven Partner.

Sender- und Empfänger-Steuerlogik 31 bzw. 35, Statusregister 22 und Tabellenspeicher 23 geben ihre Informationen an die zentrale Steuerung 33, von der sie andererseits Steuerbefehle erhalten.

Stellt der Prozessor fest, dass er keinen anderen Partner hat, so werden die Leitungen 41 und 47 über die umgeschalteten Sende- und Empfangsschalter 42 und 45 mit der Bypasslei-

tung 44 verbunden. Bei Wiedereinschaltung auf Anweisung des Prozessors wird zunächst der Empfangsschalter 45 und danach der Sendeschalter 42 in die dargestellte Position gebracht. Der Zutritt zum Nachrichtenverkehr erfolgt für verschiedene Prozessoren nach vorgebbaren unterschiedlichen Wartezeiten.

Das Tabellenregister 23 weist Speicherplätze für Soll- und Ist-Konfigurationen der Partner, für Quittungen von empfangenen Nachrichten, für Übernahmekriterien, d. h. für Absender

und Typ der Nachricht, für Wiederholungen bei aufgetretenen Fehlern und für die eigene Adresse auf.

Ein Vorteil der Erfindung liegt darin, dass kein Haupt- oder Zentralprozessor erforderlich ist. Für zu übertragende Nachrichten wird keine Ziel- bzw. Empfängeradresse gebildet, da jede gesendete Nachricht stets an alle Prozessoren übermittelt wird. Die mit jeder Nachricht mitgesendete Zieladresse bestimmt lediglich den Partner, der als nächster Zutritt zum Senden erhalten soll.

ST	A	B	E
----	---	---	---

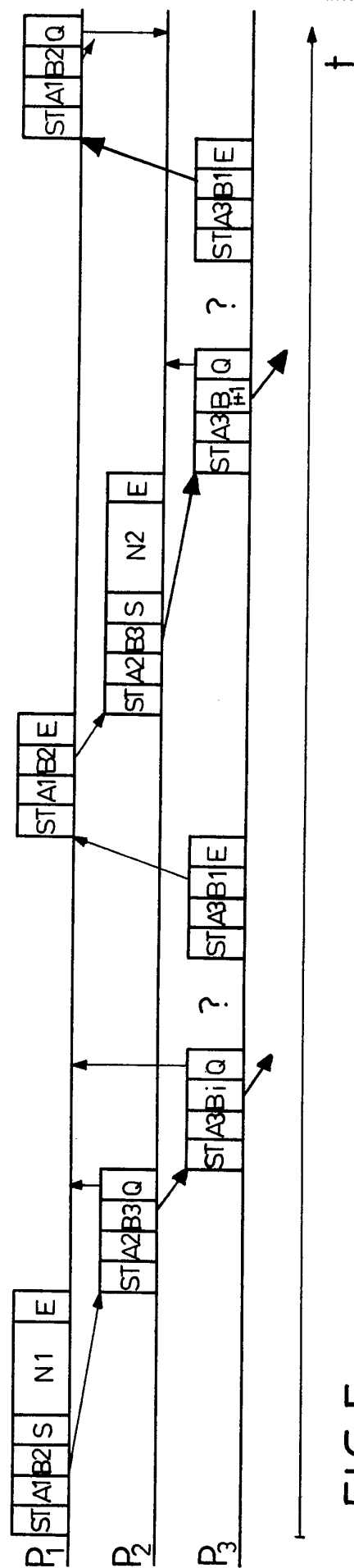
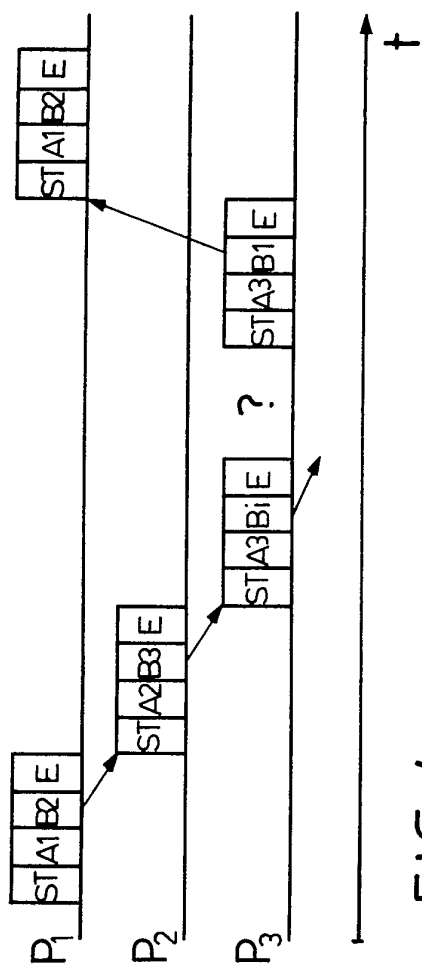
FIG.1

ST	A	B	S	TYP	DT	PR	E
----	---	---	---	-----	----	----	---

FIG.2

ST	A	B	Q
----	---	---	---

FIG.3



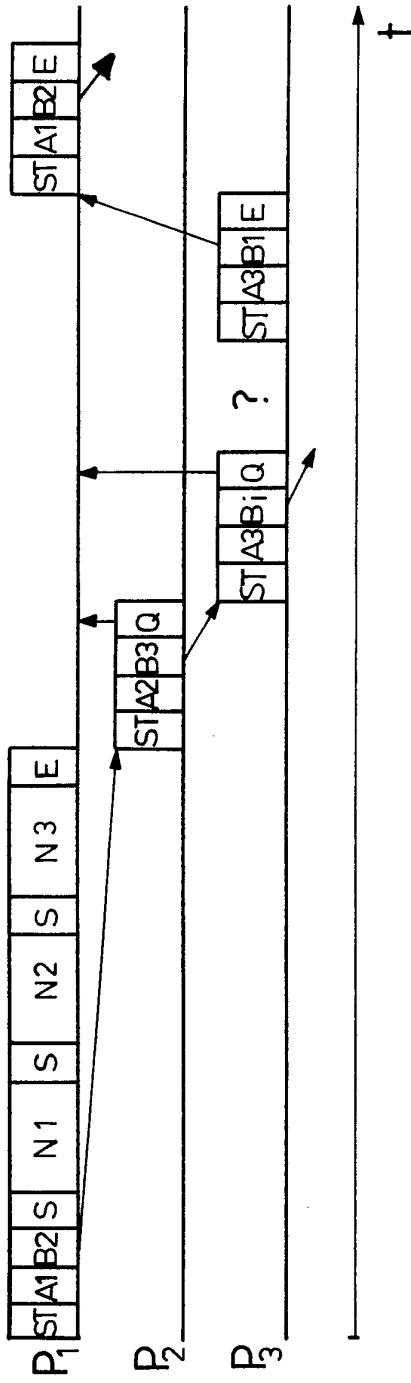


FIG. 6

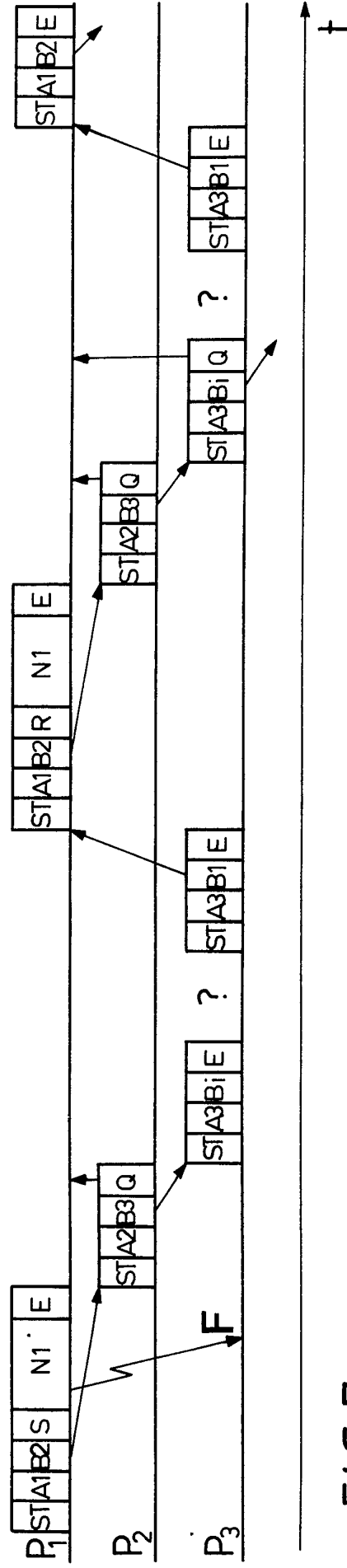


FIG. 7



FIG. 8

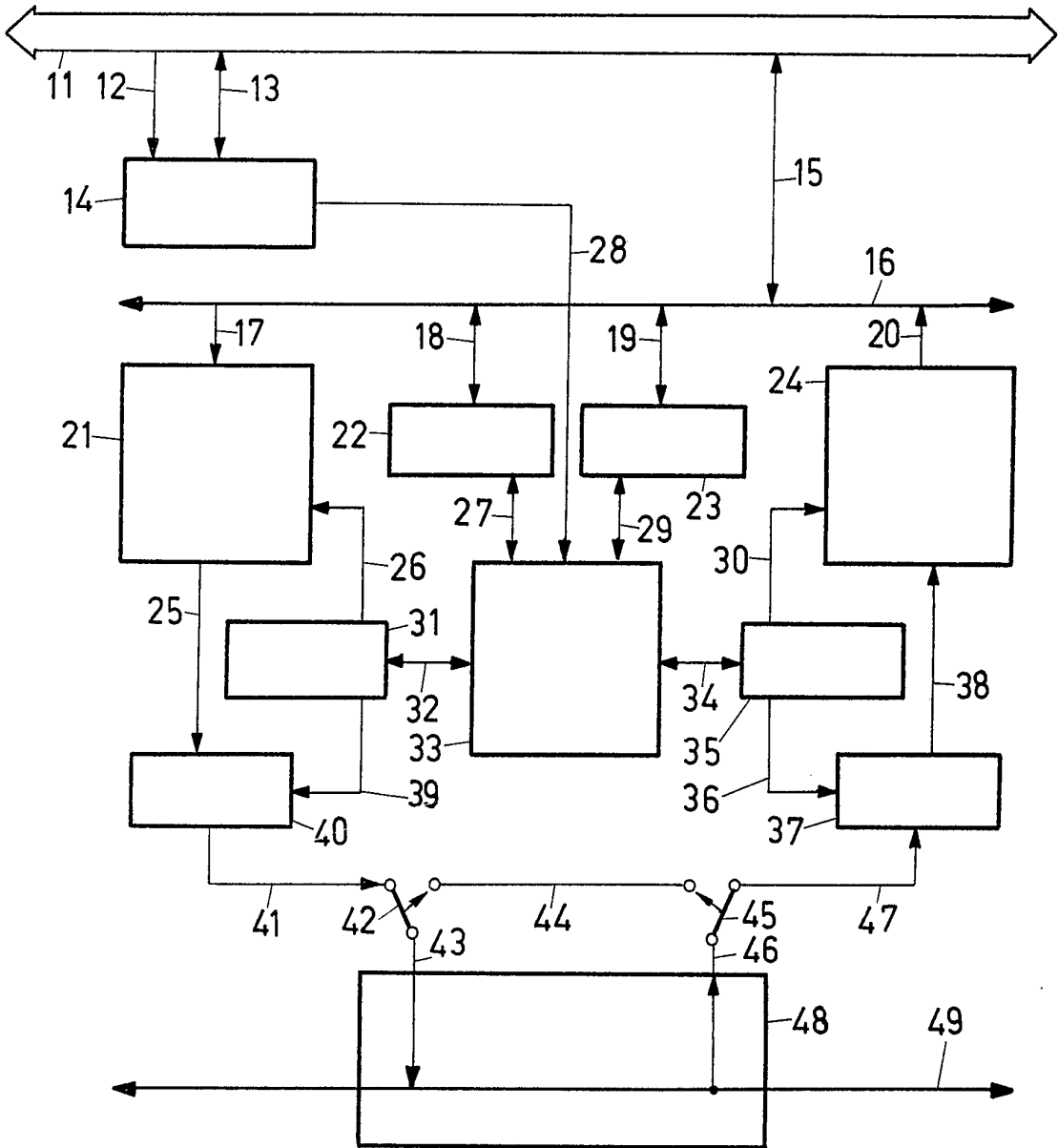


FIG.9