



18 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 10 544 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 04 L 29/00**  
G 05 B 19/04

21 Aktenzeichen: 199 10 544.8  
22 Anmeldetag: 9. 3. 1999  
43 Offenlegungstag: 14. 9. 2000

**DE 199 10 544 A 1**

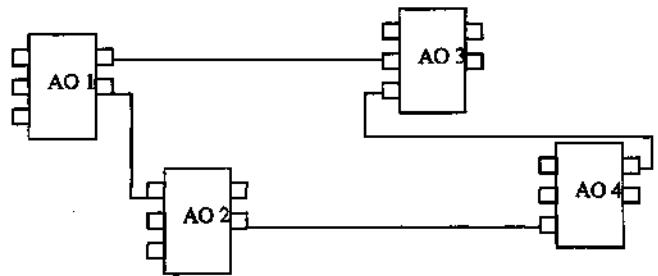
71 **Anmelder:**  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 **Erfinder:**  
Becker, Norbert, Dipl.-Ing., 91058 Erlangen, DE;  
Biehler, Georg, Dipl.-Inf., 90473 Nürnberg, DE;  
Diezel, Matthias, Dipl.-Inf., 90482 Nürnberg, DE;  
Donner, Albrecht, Dr.-Ing., 09236 Claußnitz, DE;  
Eckardt, Dieter, Dr.-Ing., 91074 Herzogenaurach, DE;  
Krämer, Manfred, Dipl.-Ing. (FH), 90530  
Wendelstein, DE; Lange, Ronald, Dipl.-Inf., 90768  
Fürth, DE; Langkafel, Dirk, Dipl.-Inf., 91090  
Effeltrich, DE; Leins, Ralf, Dipl.-Ing., 75228  
Ispringen, DE; Schneider, Karsten, Dipl.-Ing., 91088  
Bubenreuth, DE; Windl, Helmut, 93077 Bad Abbach,  
DE

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

54 **Verfahren zur impliziten Projektierung von Kommunikationsverbindungen**

- 57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur impliziten Projektierung von Kommunikationsverbindungen. Die Projektierung der Kommunikationsverbindungen geschieht in folgenden vier Schritten:
- Verschaltung der Automatisierungsobjekte
  - Einstellen des Quality of Service (QoS) der Kommunikationsbeziehungen
  - Zuordnung der Automatisierungsobjekte zu Geräten
  - Einspielen der Automatisierungslösung in die Anlage.



**DE 199 10 544 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur impliziten Projektierung von Kommunikationsverbindungen.

Ein derartiges Verfahren kommt insbesondere im Bereich der Automatisierungstechnik zum Einsatz. Eine Automatisierungslösung besteht in der Regel aus einer Vielzahl von einzelnen Automatisierungsobjekten, die häufig eine hohe Abhängigkeit des Automatisierungsobjekts vom jeweils verwendeten Engineeringssystem aufweisen. Dies hat zur Folge, daß häufig Automatisierungsobjekte eines Herstellers ein eigenes Engineeringssystem erfordern und nicht in anderen Systemen mit Automatisierungsobjekten anderer Hersteller verwendbar sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Projektierung von Kommunikationsverbindungen innerhalb von Automatisierungslösungen, insbesondere über Gerätegrenzen hinweg zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bisherige Lösungen eine Reihe von Nachteilen besitzen. Die bei der Erstellung der Automatisierungslösung verwendeten Automatisierungsobjekte besitzen Ein- und Ausgänge, über die sie mit anderen Automatisierungsobjekten kommunizieren können. Mittels dieser Ein- und Ausgänge läßt sich zum Projektierungszeitpunkt festlegen, welche Kommunikation zum Ablaufzeitpunkt der Automatisierungslösung stattfinden muß.

In existierenden Projektierungssystemen erfolgt die Projektierung der Kommunikation pro Gerät. Innerhalb eines Geräts werden Kommunikationsbeziehungen zwischen den Automatisierungsobjekten des Geräts durch sogenannte Verschaltungen etabliert. Eine Verschaltung verbindet einen Ausgang eines Automatisierungsobjekts mit einem Eingang eines Automatisierungsobjekts im Engineering und legt so die zur Runtime stattfindende Kommunikation fest. Ist eine geräteübergreifende Kommunikation notwendig, so muß diese mittels spezieller Kommunikationsbausteine projektiert werden.

Diese Lösung besitzt folgende Nachteile:

- Explizite Projektierung der Kommunikation: Geräteübergreifende Kommunikation muß explizit projektiert werden. Dazu müssen geeignete Kommunikationsbausteine ausgewählt werden. Diese müssen dann entsprechend parametrisiert und mit den eigentlichen Automatisierungsobjekten verschaltet werden.
- Festlegung der Geräte vor Erstellung der Automatisierungslösung: Bevor mit der Entwicklung der Automatisierungslösung begonnen werden kann, müssen zuerst die Geräte festgelegt werden, auf denen später die projektierte Lösung ablaufen soll. Erst danach kann, jeweils auf einem Gerät, mit der Entwicklung der Lösung begonnen werden.
- Aufwendige Änderung der Gerätezuordnung: Ist ein Gerät ausgewählt, so können die auf ihm projektierten Automatisierungsobjekte nicht ohne weiteres auf ein anderes Gerät übertragen werden.
- Festlegung der Kommunikationsprotokolle: Durch die Verwendung von bestimmten Kommunikationsbausteinen legt man sich automatisch auf ein bestimmtes Kommunikationsprotokoll fest.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird im Engineering die Automatisierungslösung sukzessive durch die Verwendung von Automatisierungsobjekten zusammengesetzt. Bei den Automatisierungsobjekten handelt es sich um eine Art von

Bausteinen, die eine bestimmte Funktionalität besitzen. Die Automatisierungsobjekte besitzen Ein- und Ausgänge mit deren Hilfe Werte für die Berechnungen vorgegeben werden können bzw. das Ergebnis der Berechnungen abgegriffen werden kann.

Das eigentliche Erstellen der Automatisierungslösung erfolgt durch das Verschalten der entsprechenden Ein- und Ausgänge der Automatisierungsobjekte. Diese Verschaltungen legen dann die Kommunikation fest, die zur Laufzeit auf der Anlage stattfindet. Der Inhalt der Kommunikation ist beliebig. Dabei kann es sich beispielsweise um Daten oder Ereignisse handeln. In dem nachfolgenden Bild sind die Verschaltungen zwischen den Ein- und Ausgängen der Automatisierungsobjekte AO1, AO2, AO3 und AO4 durch Linien dargestellt.

Bei einer Verschaltung handelt es sich um ein eigenständiges Objekt, das eindeutig eine Kommunikationsbeziehung zwischen zwei Automatisierungsobjekten festlegt. Dazu wird für die Datenquelle ein Verweis auf den entsprechenden Ausgang eines Automatisierungsbausteins und für die Datensenke ein Verweis auf den entsprechenden Eingang eines Automatisierungsbausteins verwaltet. Die Verschaltungsobjekte sind auch unabhängig von den Automatisierungsobjekten, was sich darin äußert, daß die Einrichtung einer Verschaltung keinerlei Änderungen in den verschalteten Automatisierungsobjekten hat.

Da die Automatisierungsobjekte in diesem Schritt unabhängig sind von Geräten, entfällt hier die Unterscheidung von geräteinterner und geräteübergreifende Kommunikation.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Darstellung zur Projektierung durch Verschaltungen,

Fig. 2 eine schematische Darstellung zur Projektierung des sogenannten "Quality of Service (QoS)",

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel für eine Zuordnung der Automatisierungsobjekte zu Geräten und

Fig. 4 eine beispielhafte Darstellung zum Einspielen einer Automatisierungslösung in eine Automatisierungsanlage.

Fig. 1 zeigt eine prinzipielle Darstellung zur Projektierung durch Verschaltungen. Im Engineering wird die Automatisierungslösung sukzessive durch die Verwendung von Automatisierungsobjekten zusammengesetzt. Bei den Automatisierungsobjekten handelt es sich um eine Art von Bausteinen, die eine bestimmte Funktionalität besitzen. Die Automatisierungsobjekte besitzen Ein- und Ausgänge mit deren Hilfe Werte für die Berechnungen vorgegeben werden können bzw. das Ergebnis der Berechnungen abgegriffen werden kann.

Das eigentliche Erstellen der Automatisierungslösung erfolgt durch das Verschalten der entsprechenden Ein- und Ausgänge der Automatisierungsobjekte. Diese Verschaltungen legen dann die Kommunikation fest, die zur Laufzeit auf der Anlage stattfindet. Der Inhalt der Kommunikation ist beliebig. Dabei kann es sich beispielsweise um Daten oder Ereignisse handeln. In dem nachfolgenden Bild sind die Verschaltungen zwischen den Ein- und Ausgängen der Automatisierungsobjekte AO1, AO2, AO3 und AO4 durch Linien dargestellt.

Bei einer Verschaltung handelt es sich um ein eigenständiges Objekt, das eindeutig eine Kommunikationsbeziehung zwischen zwei Automatisierungsobjekten festlegt. Dazu wird für die Datenquelle ein Verweis auf den entsprechenden Ausgang eines Automatisierungsbausteins und für die

Datensenke ein Verweis auf den entsprechenden Eingang eines Automatisierungsbausteins verwaltet. Die Verschaltungsobjekte sind auch unabhängig von den Automatisierungsobjekten, was sich darin äußert, daß die Einrichtung einer Verschaltung keinerlei Änderungen in den verschalteten Automatisierungsobjekten hat. Da die Automatisierungsobjekte in diesem Schritt unabhängig sind von Geräten, entfällt hier die Unterscheidung von geräteinterner und geräteübergreifende Kommunikation.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung zur Projektierung des sogenannten "Quality of Service (QoS)". Für die etablierten Verschaltungen läßt sich zusätzlich der Quality of Service der Kommunikationsbeziehung einstellen. Ein Beispiel ist die Einstellung der Zykluszeit, mit der bei der Datenquelle auf Änderungen geprüft wird. Ist die Zykluszeit relativ lang, so bedeutet dies, daß relativ wenig Kommunikation zwischen den Automatisierungsobjekten stattfindet. Daher ist eine Verteilung auf verschiedene Geräte eher unkritisch, da die erzeugte Netzlast niedrig ist.

In Bild 2 wird für die Verschaltung zwischen Automatisierungsobjekt AO2 und AO3 eine Zykluszeit von 20 Millisekunden eingestellt.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Zuordnung der Automatisierungsobjekte zu Geräten. Nach der Erstellung der Automatisierungslösung erfolgt eine Zuordnung der Automatisierungsobjekte zu Geräten. Bei den Geräten handelt es sich um Repräsentanten realer Geräte der Anlage (wie speicherprogrammierbare Steuerungen oder Antriebe) in der Projektierungsumgebung. Die Projektierung der Geräte und der zugehörigen Netze erfolgt separat. Die Repräsentanten der Geräte in der Projektierungsumgebung genügen dabei einem einheitlichen Gerätemodell und bilden so eine Abstraktion der realen Geräte.

Für jedes Automatisierungsobjekt wird nun festgelegt, auf welches Gerät das Automatisierungsobjekt später in der Anlage ausgeführt werden soll. In einem graphischen Editor kann dies beispielsweise mittels Drag and Drop implementiert werden. Erst durch die Zuordnung wird festgelegt, welche Verschaltungen geräteübergreifende und welche geräteinterne Kommunikation repräsentieren. In Bild 3 resultiert aus der Zuordnung der Automatisierungsobjekte AO1 und AO2 zu G1 und AO3 und AO4 zu G2, daß die Kommunikation sowohl zwischen AO1 und AO2 als auch zwischen AO3 und AO4 geräteintern ist, während die Kommunikation zwischen AO1 und AO3 sowie AO2 und AO4 geräteübergreifend ist.

In einer effektiven Implementierung der Zuordnung können die Daten der Geräte (und Netze) und der etwaige vorgegebene Quality of Services benutzt werden, um eine erste Plausibilitätsprüfung bezüglich etwaiger Echtzeitanforderungen an die Automatisierungslösung durchzuführen.

Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Darstellung zum Einspielen einer Automatisierungslösung in eine Automatisierungsanlage. Die soweit projektierte Automatisierungslösung wird im letzten Schritt in die reale Anlage eingespielt. Dieser Vorgang wird mit Download bezeichnet. Der Download wird aus der Projektierungsumgebung heraus angestoßen und wird für jedes Gerät, genauer den Repräsentanten des Geräts, in der Projektierungsumgebung durchgeführt. Jeder Geräterepräsentant kennt sein reales Gegenstück in der Anlage und kann mit ihm über die Kommunikationsverbindung der Projektierungsumgebung zur Anlage kommunizieren. Im ersten Schritt werden für jeden Geräterepräsentanten die ihm zugeordneten Automatisierungsobjekte die entsprechenden Gegenstücke im physikalischen Gerät erzeugt. Im Fall eines freiprogrammierbaren Geräts bedeutet dies, daß ein entsprechendes Stück Code in das Gerät gespielt wird. Für ein Gerät mit fester Funktionalität wird das entspre-

chende Laufzeitgegenstück des Automatisierungsobjekts im physikalischen Gerät identifiziert. Im zweiten Schritt werden die durch die Verschaltungen beschriebenen Kommunikationsbeziehungen etabliert. Dabei erfolgt eine Erweiterung der Adressierung der Quelle und Senke einer Kommunikationsbeziehung um entsprechende Identifier der Ein- und Ausgänge der Laufzeitautomatisierungsobjekte. Solch ein Identifier setzt sich aus den Identifiern des physikalischen Geräts, des Laufzeitautomatisierungsobjekts und des Ein- bzw. Ausgangs zusammen. Dazu ist ein gemeinsames Gerätemodell der Laufzeitumgebung notwendig. Jeder Geräterepräsentant teilt nun seinem physikalischen Gegenstück die angereicherten Verschaltungen seiner Automatisierungsobjekte mit. Aufbauend auf der Verschaltungsinformation etabliert dann jedes Gerät seine internen und externen Kommunikationsbeziehungen. Dazu wird die angereicherte Information der Verschaltungen benutzt. Bei einer effizienten Implementierung kann die Tatsache ausgenutzt werden, daß jedes Gerät nur die Kommunikationsbeziehungen etablieren muß, bei denen es als Quelle (oder alternativ als Senke) auftritt.

In unserem Beispiel werden die Automatisierungsobjekte AO1 und AO2 auf das Gerät physikalischen RG1 als Laufzeitautomatisierungsobjekte RAO1 und RAO2 und AO3 und AO4 auf dem Gerät RG2 als RAO3 und RAO4 etabliert. Dann wird die Verschaltungsinformation wie beschrieben um entsprechende Informationen über die Laufzeitumgebung angereichert. Für die Kommunikationsbeziehung zwischen AO1 und AO3 sind dies die Identifier von RG1, RAO1, des Ausgangs von RAO1 für die Quelle sowie RG2, RAO3 und der Eingang von RAO3 für die Senke. Mit dieser Information kann dann die entsprechende Kommunikationsbeziehung zwischen RAO1 auf dem Gerät RG1 und RAO3 auf dem Gerät RG2 aufgebaut werden.

Die Entwicklung der Automatisierungsfunktionalität wird entkoppelt von den zu verwendenden Automatisierungsgeräten. Dadurch wird nicht mehr unterschieden zwischen der Projektierung von Kommunikation zwischen Automatisierungsobjekten innerhalb eines Geräts und auf verschiedenen Geräten. Im Falle der geräteübergreifenden Kommunikation muß dabei sichergestellt werden, daß die Echtzeitanforderungen der Anwendung eingehalten werden. Kommunikationsbeziehungen zwischen Automatisierungsobjekten werden uniform mittels Verschaltungen projektiert. Den Verschaltungen kann ein bestimmter Quality of Service zugeordnet werden, mittels dem für die Kommunikationsbeziehung bestimmte zu erfüllende Eigenschaften festgelegt werden können. Insbesondere im Falle einer geräteübergreifenden Kommunikationsbeziehung kann der Quality of Service benutzt werden, um zu prüfen, ob die Kommunikationsbeziehung durch die betroffenen Geräte eingerichtet (und gewährleistet) werden kann.

Dieser Ansatz bietet die folgenden Vorteile:

- Einheitliche Projektierung mittels Verschaltung: Die Projektierung der Kommunikation zwischen Automatisierungsobjekten erfolgt auf einheitliche Weise. Der Fall der geräteübergreifenden Kommunikation ist nicht mehr gesondert zu behandeln. Des weiteren kann die Projektierung unabhängig vom Inhalt der Kommunikation erfolgen (z. B. Daten oder Ereignisse).
- Geringerer Aufwand bei Projektierung: Im Fall einer geräteübergreifenden Projektierung entfällt die Verwendung und Projektierung spezieller Kommunikationsbausteine.
- Flexiblere Gerätezuordnung: Automatisierungsobjekte können nun jederzeit einem Gerät zugeordnet werden beziehungsweise kann die Zuordnung einfach

geändert werden.

- Änderungsfreundlichkeit: Durch den expliziten Vorgang der Zuordnung von Automatisierungsobjekten zu Geräten ist die Verwendung anderer Zielsysteme/Bus-systeme wesentlich vereinfacht.

5

#### Patentansprüche

Verfahren zur impliziten Projektierung von Kommuni- 10  
kationsverbindungen. Die Projektierung der Kommu-  
nikationsverbindungen geschieht in folgenden vier  
Schritten:

- Verschaltung der Automatisierungsobjekte
- Einstellen des Quality of Service (QoS) der 15  
Kommunikationsbeziehungen
- Zuordnung der Automatisierungsobjekte zu  
Geräten
- Einspielen der Automatisierungslösung in die  
Anlage 20

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

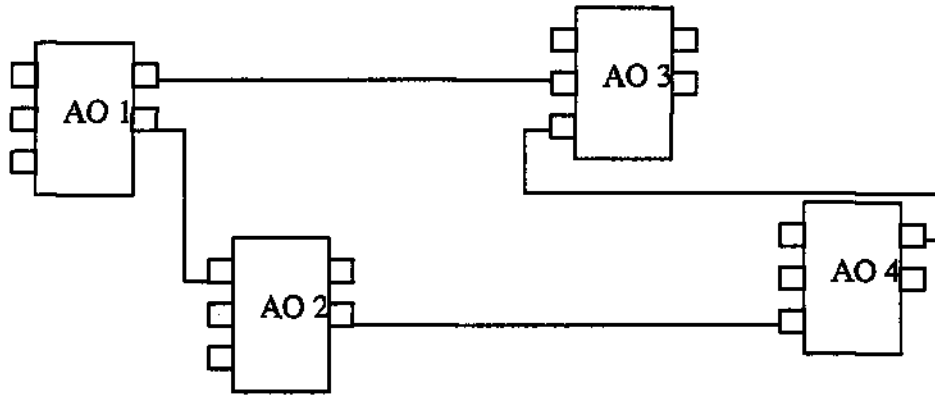


Fig. 1

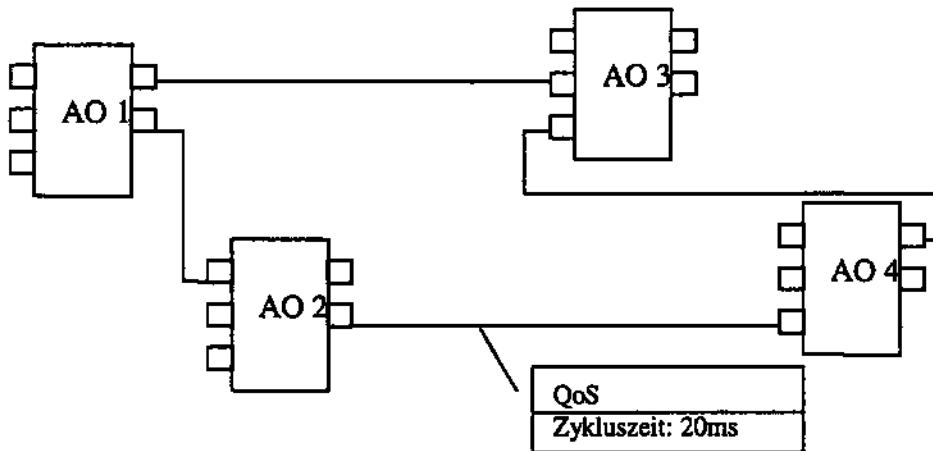


Fig. 2

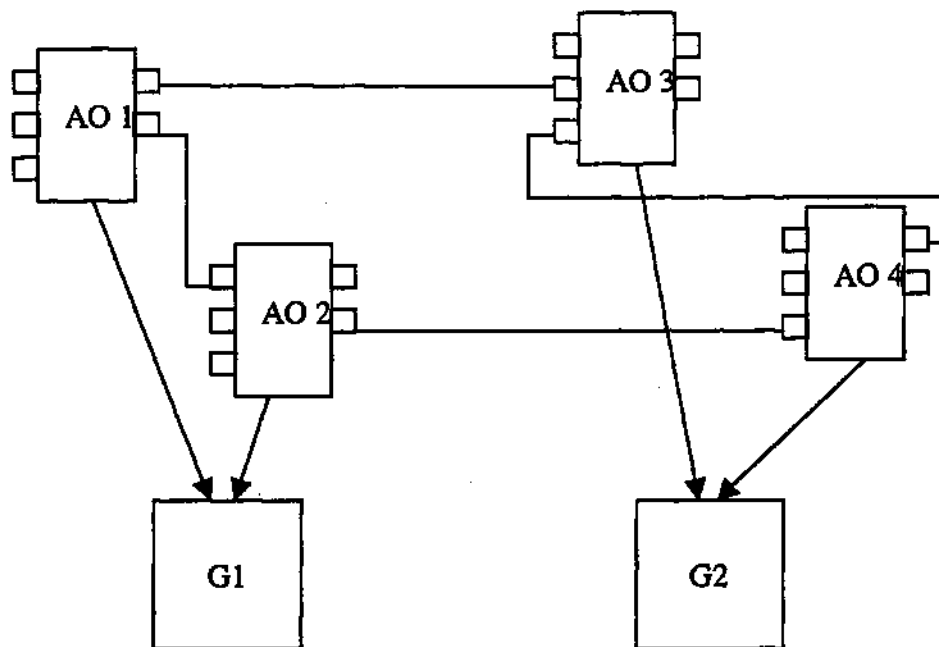


Fig. 3

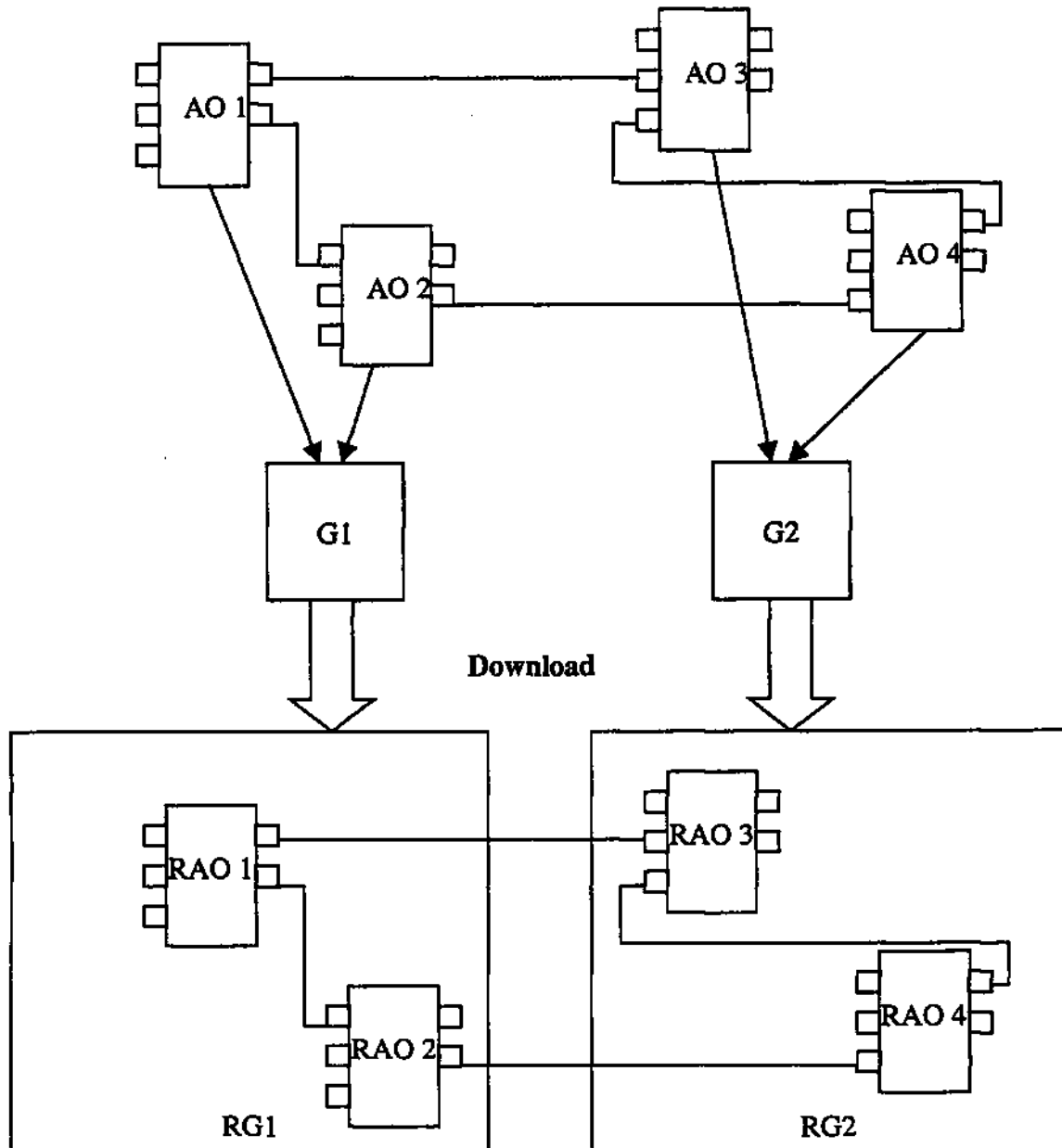


Fig. 4