



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 195 43 321 B4** 2006.11.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **195 43 321.1**
 (22) Anmeldetag: **21.11.1995**
 (43) Offenlegungstag: **22.05.1997**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **16.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H04B 7/26** (2006.01)
H04B 7/195 (2006.01)
H01Q 3/36 (2006.01)
G05D 3/12 (2006.01)

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

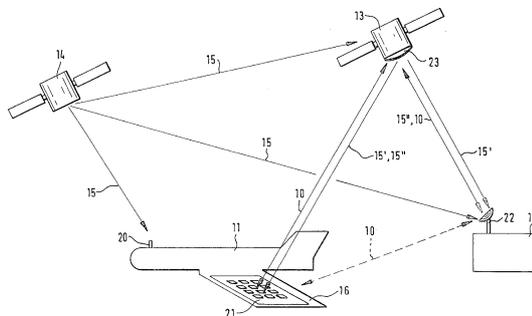
(73) Patentinhaber:
Diehl Stiftung & Co.KG, 90478 Nürnberg, DE

(72) Erfinder:
Drummer, Clemens, 91301 Forchheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 29 10 956 C2
DE 37 20 173 A1
DE 33 13 648 A1
GB 21 44 008 A
US 54 63 656 A
US 53 47 286 A
EP 06 00 699 A1
"Die Relais-Drohne". In: Wehrtechnik, 1995, Heft
9, Seite 48;

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Einrichtung zum drahtlosen Austausch von Informationen zwischen Stationen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum drahtlosen Austausch von Informationen zwischen einer ersten, insbesondere flugkörperfesten, Station (11) und einer zweiten, insbesondere stationären, Station (12) über eine Relais-Station (13) mittels einer richtungsoptimierbaren Antenne (21), wobei eine Antennenausrichtung zwischen erster und Relais-Station (11 bzw. 13) nach Maßgabe einer Richtungsinformation erfolgt, die aus einem Vergleich der momentanen Ortsdaten der ersten Station (11) mit den bekannten aktuellen Ortsdaten der Relais-Station (13) berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Relais-Station 13 ihre aktuellen Ortsdaten aus ein Satellitennavigationssystem korrigiert oder gewinnt und an die erste Station (11) übermittelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Einrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

Stand der Technik

[0002] Diese Maßnahmen sind aus der US 5 463 656 A in der Art bekannt, dass eine Berechnung der Antennenausrichtung aus den aktuellen Ortsdaten eines Flugzeugs und der bekannten Satelliten-Ephemeride der Relais-Station erfolgen kann. Eine exakte Antennenausrichtung auf die Relais-Station ist hierbei nur möglich, wenn keinerlei Abweichungen des Relais-Satelliten von der als exakt angenommenen Ephemeride vorliegen. Irgendwelche Überlegungen zur Korrektur der Ortsdaten im Fall einer Abweichung des Relais-Satelliten von der vorab festgelegten Bahn werden in dieser Publikation nicht angestellt.

[0003] In der US 5 347 286 A ist der Einsatz eines Global Positioning Systems (GPS) bei einer Richtantenne zur zuverlässigeren Informationsübertragung von einer Richtantenne an einen Satelliten beschrieben. Die mittels GPS gewinnbaren Ortsdaten dienen der schnellen und genauen Ausrichtung einer Richtantenne auf den Satelliten.

[0004] Die EP 0 600 699 A1 sieht vor, die Antennengruppe eines mobilen Empfängers auf einen Sendesatelliten auszurichten, indem ein Kontrollsignal für die Antennen erzeugt wird, das auf Ortsdaten des mobilen Empfängers, gewonnen über einen Satellitennavigations-Empfänger, und auf im Vorfeld abgespeicherten Ortsinformationen über den Sendesatelliten basiert. Eine Verbesserung des Informationsaustausches zwischen einem Flugkörper und einer Boden-Station über eine Relais-Station kommt nicht zur Sprache.

[0005] Ähnliche Maßnahmen sind aus der DE 33 13 648 A1 in der Form bekannt, dass eine Submunition mittels eines Trägers über ein aufzuklärendes Gelände verbracht wird und nach der Freigabe vom Träger diesen noch als Relais-Station für die Informationsübermittlung zu einer abgesetzten Bodenstation verwendet. Da die Zeitspanne zwischen Aussetzen der Flugkörper-Station (Submunition) und Absturz der Relais-Station (Träger) systembedingt sehr kurz ist, sind auch keine großen Funkstrecken zwischen diesen beiden Stationen zu überbrücken. Irgendwelche Überlegungen zur leistungsmäßigen Optimierung des Funkverkehrs während dieser kurzen Betriebszeitspanne sind in jener Publikation deshalb nicht erwähnt.

[0006] Zur zuverlässigeren Informationsübertragung wird in der DE 29 10 956 C2 vorgeschlagen, für die Relaisfunktion nicht einen Satelliten oder ein

Flugzeug einzusetzen, sondern die zu übermittelnde Information in einen weiteren Flugkörper einzuspeichern, der sie erst nach Abschluß vom Aufklärungsflugzeug in Richtung auf die Bodenstation wieder aussendet.

[0007] Aus der Technik der drahtlosen Signalübertragung ist es allgemein bekannt, daß sich unter vergleichbaren Gegebenheiten der Sendeenergie-Bedarf reduziert, wenn die Abstrahlcharakteristik (die sogen. Keule) der Sendeantenne mit guter Bündelung auf die Empfangsantenne gerichtet ist. Für eine entsprechende Antennen-Nachführung zwischen bewegten Systemen ist es bekannt, empfängerseitig eine Richtungspeilung in Bezug auf die Herkunft der empfangenen Hochfrequenzenergie vorzunehmen. Dafür muß der Sender der anderen Station allerdings arbeiten. Und der schaltungstechnische, insbesondere der signalverarbeitungstechnische Aufwand für eine Richtungspeilung mit daraus abzuleitender Stellgröße für die Verschwenkung der Empfangsantenne ist trotz beschränkter Dynamik vergleichsweise sehr groß, selbst wenn keine mechanische Verschwenkung der Antenne vorgenommen wird, sondern wenn deren Richtcharakteristik über phasengesteuerte Antennenelemente elektronisch verschwenkt wird (vgl. DE 37 20 173 A1 oder GB 2 144 008 A). Eine aus solcher Richtungspeilung abgeleitete Nachführung der Antennen-Hauptkeule versagt deshalb bei sehr schnell manövrierenden Stationen wie etwa Sende- oder Empfangseinrichtungen an Bord von in niedriger Höhe über Grund operierendem Fluggerät.

Aufgabenstellung

[0008] In Erkenntnis dieser Gegebenheiten liegt vorliegender Erfindung die technische Problematik zugrunde, die gattungsgemäßen Maßnahmen dahingehend weiterzubilden, daß auch eine unter raschen Ortswechseln operierende Station im Interesse günstiger Funkübertragungsgegebenheiten mit einer stets optimalen Antennennachführung arbeitet.

[0009] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zusätzlich zu den gattungsgemäßen Maßnahmen auch die Merkmale entsprechend den Kennzeichnungsteilen der Hauptansprüche verwirklicht werden.

[0010] Die Lösung basiert demzufolge auf der grundsätzlichen Überlegung, die schaltungstechnischen und vor allem dynamischen Probleme der Richtungspeilung für die Antennennachführung dadurch zu eliminieren, daß eine Relais-Station mit an Bord des Projektils bekanntem Standort eingesetzt wird. Wenn dann der eigene Standort (etwa über die Satelliten-Navigation) sowie die eigene Orientierung im Raum ebenfalls aktuell bekannt sind, läßt sich unmittelbar, ohne Peilerfordernisse, eine Richtungs-

formation zur Relais-Station (z. B. bezogen auf ein flugkörperfestes Koordinatensystem) berechnen und die Flugkörper-Antenne entsprechend diesem Rechenergebnis ausrichten, vorzugsweise im Wege der Phasenansteuerung einer Multiarray-Antenne. Dies aus zwei Relativpositionen abgeleitete Antennenorientierung ist somit auch dann funktionsbereit, wenn die Partnerstation nicht auf Sendung ist, also nicht angepeilt werden könnte.

[0011] Wenn die Relais-Station geostationär ist, beispielsweise in Form eines sehr hohen Sendeturmes oder in Form einer erdfest rotierenden künstlichen Satelliten, dann kann deren Ortsinformation an Bord des Projektils fest eingespeichert sein. Wenn die Konstanz der Ortskoordinaten der Relais-Station aber nicht zuverlässig ist, etwa aufgrund von Bahnfehlern eines an sich geostationären Satelliten, dann ist es zweckmäßig, daß die Relais-Station eine etwaige aktuelle Abweichung von ihrer Soll-Position aus dem gleichen Satelliten-Navigationssystem ermittelt, auf welches das Projektil zur eigenen Ortsbestimmung zurückgreift. Dann kann eine Ortsinformation, zweckmäßigerweise als Korrekturinformation zur abgespeicherten Ortsinformation, von der Relais-Station zur Flugkörper-Station übermittelt werden, wodurch die Richtungsberechnung beschleunigt und vor allem die Antennenorientierung noch verbessert wird. Diese Variante ist von besonderem Interesse, wenn als Relais-Station wenigstens ein Satellit mit niedriger Umlaufbahn (sog. LEO) dient. Dessen Standort kann auch von der Boden-Station ermittelt und von Zeit zu Zeit zur Aktualisierung des Positionsspeichers an Bord des Flugkörpers übertragen werden.

[0012] Eine weitere Steigerung der Genauigkeit ergibt sich, wenn die Boden-Station (mit der die Flugkörper-Station über die Relais-Station kommuniziert) von Zeit zu Zeit auch eine eigene Ortsbestimmung unter Rückgriff auf das weltumspannende System von Navigationssatelliten (GPS oder GLONASS) vornimmt. Da die eigenen stationären Ortskoordinaten hinreichend zuverlässig bekannt sind, ergibt diese Ortsbestimmung einen der Satellitennavigation aktuell anhaftenden Fehler, der zur Präzisierung der Richtungsbestimmung vom Flugkörper zur Relais-Station, und weiter über diese an die Flugkörper-Station, als aktuelle Satellitenkorrekturinformation übermittelt werden kann.

[0013] Zusätzliche Alternativen und Weiterbildungen sowie Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen und, auch unter Berücksichtigung der Darlegungen in der Zusammenfassung, aus nachstehender Beschreibung eines in der Zeichnung unter Beschränkung auf das Wesentliche stark abstrahiert und nicht maßstabsgerecht skizzierten bevorzugten Realisierungsbeispiels zur erfindungsgemäßen Lösung.

Ausführungsbeispiel

[0014] In der Zeichnung zeigt:

[0015] [Fig. 1](#) ein Szenario für die Informationsübertragung über eine Relais-Station und

[0016] [Fig. 2](#) die Signalverarbeitung zur optimalen Antennenorientierung an Bord eines Flugkörpers.

[0017] Bei dem in [Fig. 1](#) dargestellten Szenario geht es darum, zwischen einer ersten Station **11** und einer zweiten Station **12** wenigstens eine Information **10** auszutauschen. Wenn deren Antennen **21** bzw. **22** aus Praktikabilitätsgründen nicht in größere Höhe über Grund aufragen können, dann ist eine zuverlässige Funkverbindung für den Austausch der Informationen **10** mittels eines typischerweise oberhalb der UKW-Frequenzen liegenden Trägers wegen der durch Bodenunebenheiten und Bewuchs hervorgerufenen Abschattungen nicht gewährleistet. Das gilt insbesondere, wenn wenigstens eine der Stationen (hier **11**) in niedriger Höhe beweglich arbeitet und die andere (**12**) weit davon entfernt geostationär installiert ist. Eine solche Konstellation ist etwa dann gegeben, wenn es sich bei der ersten Station **11** um einen in niedriger Höhe operierenden Flugkörper (wie etwa eine Aufklärungsdrohne oder ein Kampfhubschrauber) handelt, der zur Übergabe von Aufklärungsdaten oder zur Übernahme von Einsatzorders möglichst ständig und zuverlässig in Funkverbindung mit einer entfernten Boden-Station **12** stehen soll.

[0018] Deshalb wird die Kommunikation zwischen den Stationen **11–12** über eine hoch darüber positionierte dritte oder Relais-Station **13** geführt. Diese nimmt die Information **10** von der einen Station (**11** bzw. **12**) auf und strahlt sie wieder ab, so daß sie von der anderen Station (**12** bzw. **11**) angenähert vertikal und deshalb praktisch ungestört empfangen und weiterverarbeitet werden kann.

[0019] Um dafür mit möglichst geringen Sendeleistungen auszukommen, werden die Richtcharakteristiken der Antennen **21–22–23** möglichst gut aufeinander ausgerichtet. Das ist unproblematisch, wenn deren erdbezogenen Koordinaten bekannt sind. Andernfalls müßte die Richtung zwischen Sendee- und Empfangsantennenpaar nach den Methoden der Funkpeilung aus einer empfangenen Information **10** ermittelt werden, während der Partner sendet, um dementsprechend die aktuellen Antennenorientierungen abgleichen zu können. Das wäre aber insbesondere dann sehr zeitaufwendig, wenn es bei wenigstens einer der Stationen **11, 12, 13** (wie im Falle der [Fig. 1](#) bei der Flugkörper-Station **11**) sich um eine relativ zu wenigstens einer der anderen rasch bewegende handelt. Denn dann ergäben sich Korrekturforderungen in der Antennennachführung schneller, als sich die entsprechende Peilinformation aus der

empfangenen Information **10** an Bord ermitteln ließen. Außerdem ist der schaltungstechnische Zusatzaufwand für die Richtungspeilung recht erheblich, was sich insbesondere bei der apparativen Auslegung einer nicht-stationären Station **11** nachteilig auswirkt.

[0020] Deshalb erfolgt gemäß vorliegender Erfindung die Antennen-Nachführung bezüglich der Relais-Station **13** nicht über eine Richtungspeilung, sondern durch Berücksichtigung der Ortsinformationen für einerseits die Relais-Station **13** für und andererseits die Sende- oder Empfangs-Stationen **11–12**, und dabei insbesondere für die sehr mobile Flugkörper-Station **11** im Szenario nach [Fig. 1](#). Denn ebenso wie die Position einer Boden-Station **12** ist auch die Position einer Satelliten-Relaisstation **13** – selbst dann, wenn sie nicht geostationär ist, sondern sich gemäß einer bekannten Bahnkurve ändert, wie etwa im Falle der LEOs – relativ genau bekannt. Wenn außerdem an Bord der Flugkörper-Station **11** ständig die Eigenposition ermittelt (oder zwischen Stützstellen mitgekoppelt) wird, dann genügt es für die optimale Ausrichtung derer Antenne **21**, die quasi-stationären absoluten Positionsdaten von Flugkörper-Station **11** und Relais-Station **13** relativ zueinander auszuwerten. Das ist apparativ wesentlich sparsamer und vor allem auch wesentlich schneller realisierbar, als die herkömmliche Funkpeilung zur Ermittlung der relativen Momentanrichtung zum Funkpartner.

[0021] Navigationsfehler, die im Laufe der Zeit zu einer Fehlansichtung der Antenne **21** führen würden, lassen sich eliminieren, wenn zumindest von Zeit zu Zeit die an Bord der Flugkörper-Station **11** ermittelte Eigenposition über Kontaktaufnahme zu einem Ortungssatelliten-System **14** aktualisiert wird. Darüber läßt sich bekanntlich mit großer Präzision der aktuelle eigene Standort ermitteln, und daraus dann die genaue Richtung von dieser Station **11** aus zu dem Standort der Relais-Station **13**.

[0022] In gleicher Weise kann die Relais-Station **13** vom Ortungssatelliten-System **14** Ortsdaten **15** über den eigenen momentanen Standort beziehen und als Ortsdaten **15'** für die Feinausrichtung von Antennen **21, 22** abstrahlen. Das ist insbesondere erforderlich, wenn die Relaisfunktion nicht wenigstens quasi-stationär realisiert wird, sondern etwa mittels eines Kleinflugzeuges (vgl. die Relais-Drohne in WEHRTECHNIK 1995 Heft 9 Seite 48 unten links).

[0023] Auch dann, wenn die Positionsdaten der ortsfesten Station **12** bekannt sind, kann es zweckmäßig sein, hier zusätzlich Ortsdaten **15** vom Ortungssatelliten-System **14** aufzunehmen. Sofern diese von den gesicherten eigenen Positionsdaten abweichen, ist damit eine Korrekturgröße **15''** gewonnen, die über die bidirektionalen Funkstrecken zur Relais-Station **13** und von dieser weiter zur Flugkörper-

Station **11** für eine noch präzisere Richtungssteuerung der Antenne **21** an Bord der Flugkörper-Station **11** verfügbar wird.

[0024] Um die Stabilitätsprobleme einer mechanisch verschwenkbaren Antenne **21** und den Raumbedarf für deren Verschwenkmechanismen zu vermeiden, ist an Bord der Flugkörper-Station **11** eine Phased-Array-Antennenstruktur vorgesehen, im Falle eines Tragflüglers wie einer Aufklärungs-Drohne als Flugkörper-Station **11** etwa auf die Oberfläche wenigstens einer ihrer Flügel **16** aufgebracht ([Fig. 1](#)). Die aktuelle Richtungsinformation **17** zur Relais-Station **13** wird an Bord der Flugkörper-Station **11** in einem Prozessor **18** ermittelt. In diesen werden dafür die momentanen eigenen Ortsdaten **15** eingespeist, die von einem Navigations-Empfänger **19** mit Satelliten-Antenne **20** an Bord der Flugkörper-Station **11** ermittelt werden. Außerdem liefert die für die Flugkörper-Steuerung ohnehin vorhandene Fluglage-Sensorik **24** eine aktuelle Raum-Orientierungsinformation **25** ([Fig. 2](#)). Die im Prinzip bekannte geostationäre Position der Relais-Station **13** wird in einem Speicher **26** mitgeführt. Die darin abgespeicherten Ortsdaten **15** können wie oben beschrieben an Bord der Relais-Station **13** anhand des Ortungssatelliten-Systemes **14** überprüft werden um dem Prozessor **18** erforderlichenfalls korrigierte Ortsdaten **15'**, und ggf. außerdem eine aktuelle Korrekturgröße **15''** von der Boden-Station **12**, zur Verfügung zu stellen.

[0025] Die so aus der eigenen momentanen Position, aus der eigenen momentanen Lage im Raum und aus dem bekannten Standort der Relais-Station **13** gewonnene aktuelle Richtungsinformation **17** von der Flugkörper-Station **11** zur Relais-Station **13** steuert einen Multiplex-Phasenschieber **27** für die zeitversetzte Anregung der Array-Elemente, also der elektronisch verschwenkbaren Flugkörper-Antenne **21**. Deren Hauptempfindlichkeitsrichtung ist so elektronisch immer exakt auf den momentanen Relativstandort der Relais-Station **13** ausgerichtet. Deshalb bestehen optimale Funkgegebenheiten für die dorthin übermittelten oder von dort empfangenen Informationen **10**, also insbesondere für den kontinuierlichen Betrieb eines leistungsarmen Senders bzw. Empfängers **28** an Bord der Flugkörper-Station **11**.

[0026] So kann die Orientierung der Flugkörper-Antenne **21** auch bei sehr schnellen Flugmanövern immer unmittelbar auf die Relais-Station **13** ausgerichtet bleiben, weil keine zeitaufwendige Funkpeilung realisiert wird, sondern unmittelbar die aktuellen Positionsdaten der miteinander kommunizierenden Stationen **11–13** für die Ansteuerung der Array-Antenne **21** verglichen werden.

[0027] Um die Ausstattung des Flugkörpers zu minimieren, kann im Rahmen vorliegender Erfindung abweichend vom beschriebenen Ausführungsbeispiel

auch vorgesehen sein, die Berechnung der Richtungsinformation **17** extern (in der Relais- oder in der Boden-Station **13**, **12**) durchzuführen und über Funk zum Antennen-Phasenschieber **27** zu übermitteln. Wenn auch die Schwenk-Antenne **21** vom Flugkörper fort in die Relais-Station **13** verlegt wird, dann ist allerdings eine ungünstige räumliche Momentan-Lage der dort verbleibenden, starr orientierten Antenne nicht mehr kompensierbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum drahtlosen Austausch von Informationen zwischen einer ersten, insbesondere flugkörperfesten, Station (**11**) und einer zweiten, insbesondere stationären, Station (**12**) über eine Relais-Station (**13**) mittels einer richtungsoptimierbaren Antenne (**21**), wobei eine Antennenausrichtung zwischen erster und Relais-Station (**11** bzw. **13**) nach Maßgabe einer Richtungsinformation erfolgt, die aus einem Vergleich der momentanen Ortsdaten der ersten Station (**11**) mit den bekannten aktuellen Ortsdaten der Relais-Station (**13**) berechnet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relais-Station **13** ihre aktuellen Ortsdaten aus ein Satellitennavigationssystem korrigiert oder gewinnt und an die erste Station (**11**) übermittelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Station (**12**) ihre stationären Ortskoordinaten gegenüber einem Satellitennavigationssystem überprüft und eine etwaige Abweichung als Korrekturgröße an die Relais-Station (**13**) und über diese an die erste Station (**11**) übermittelt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer phasengesteuerten Array-Antenne deren Hauptkeule nach Maßgabe der Richtungsinformation verschwenkt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Station (**11**) ihre aktuellen Ortsdaten aus einem Satellitennavigationssystem gewinnt.

5. Einrichtung zum drahtlosen Austausch von Informationen (**10**) zwischen einer ersten, insbesondere flugkörperfesten Station (**11**) und einer zweiten, insbesondere stationären, Station (**12**) über eine Relais-Station (**13**) mittels einer richtungsoptimierbaren Antenne (**21**), wobei an Bord der ersten Station (**11**), zum Ausrichten ihrer Antenne (**21**), mittels eines Prozessors (**18**) eine aktuelle Richtungsinformation (**17**) zur Relais-Station (**13**) aus hier verfügbaren Ortsdaten (**15'**) der Relais-Station (**13**) im Vergleich zu aktuell navigatorisch ermittelten eigenen Ortsdaten (**15**) sowie sensorisch ermittelten Lage-Orientierungsinformationen (**25**) gewinnbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (**18**) von der Relais-Station (**13**) satellitengestützte Ortsdaten (**15'**)

empfängt.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Boden-Station (**12**) satellitengestützte Ortsdaten (**15'**) an die Relais-Station (**13**) und die erste Station (**11**) übermittelt..

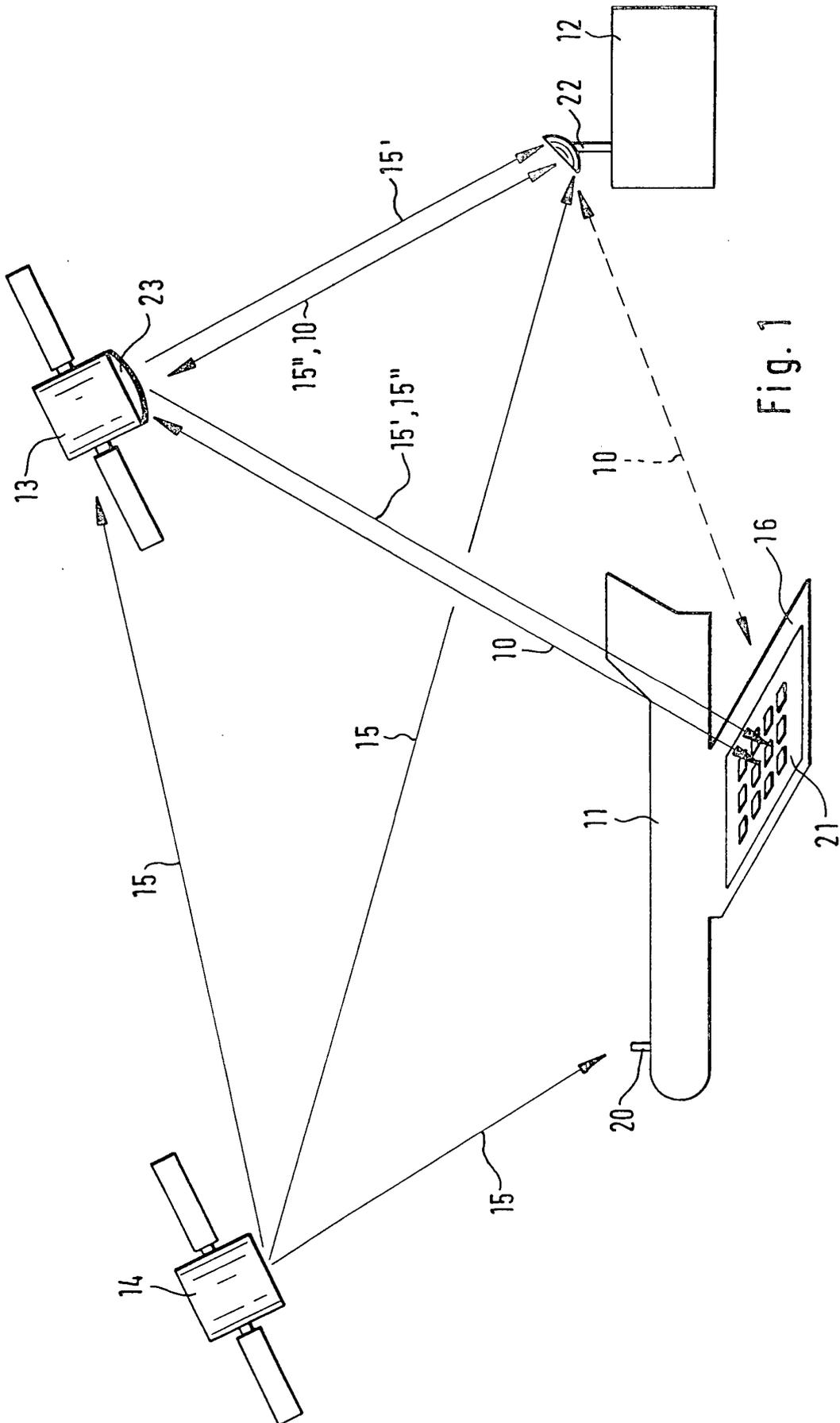
7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Station (**11**) in einem niedrig operierenden und schnell navigierenden Flugkörper angeordnet und als Relais-Station (**13**) ein möglichst geostationärer Satellit eingesetzt ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (**18**) einem Speicher (**26**) für die Relais-Ortsdaten (**15'**), einem Satellitennavigations-Empfänger (**19**) für die eigenen Ortsdaten (**15**) und einer eigenen Fluglage-Sensorik (**24**) für Orientierungsinformationen (**25**) nachgeschaltet ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessor (**18**) eine Richtungsinformation (**17**) an einen Phasenschieber (**27**) zur phasenversetzten Ansteuerung der Elemente einer Array-Antenne (**21**) speist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



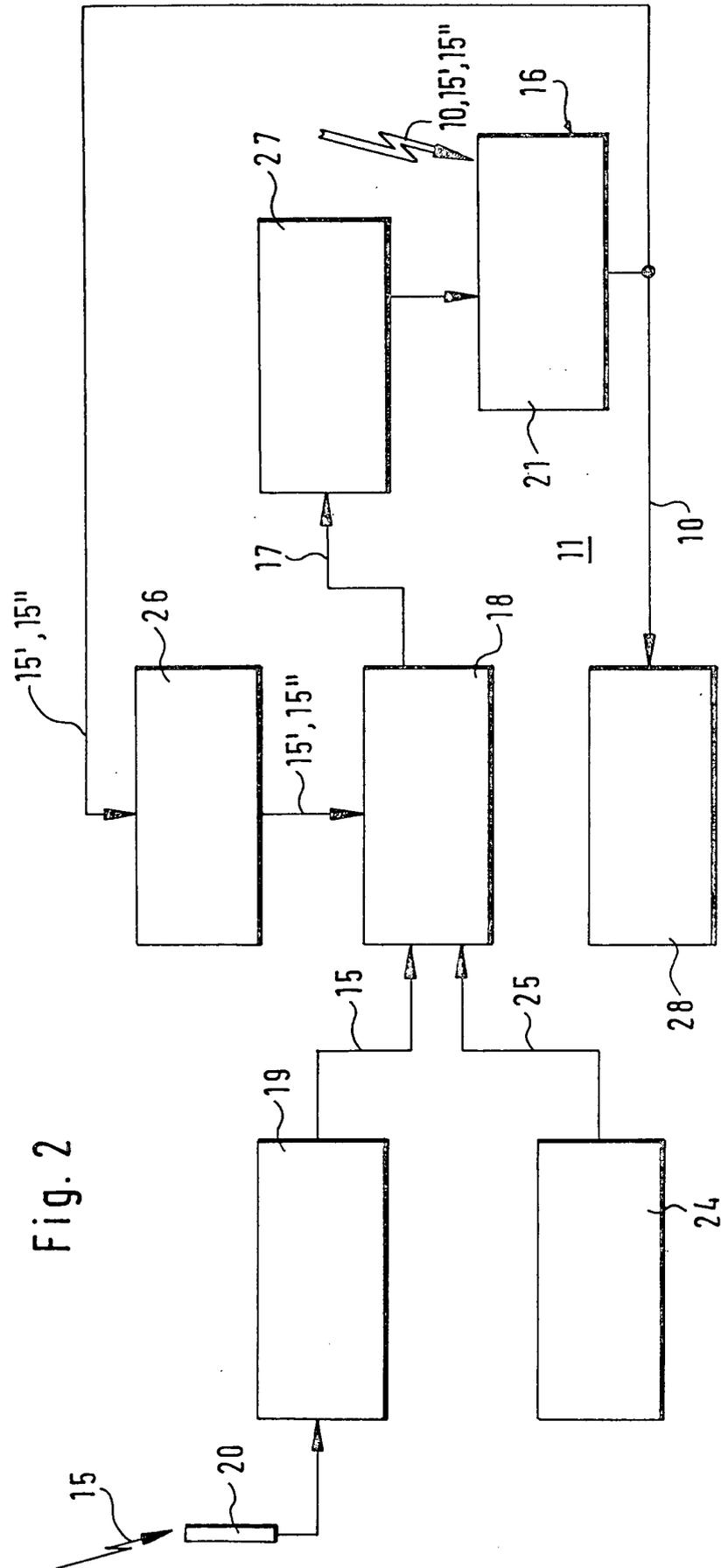


Fig. 2