

(19)



(11)

EP 1 968 158 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.10.2016 Patentblatt 2016/40

(51) Int Cl.:
H01Q 3/26 ^(2006.01) **H01Q 19/19** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08003887.0**

(22) Anmeldetag: **03.03.2008**

(54) **Systemintegriertes Bodenstationsantennen-Kalibrierungssystem inkl. Phasenabgleich für automatisches Tracking (Autotracking)**

System-integrated earth station antenna calibration system incl. phase compensation for automatic tracking (autotracking)

Système de calibrage d'antennes de stations au sol intégré au système, y compris l'égalisation de phases pour la recherche automatique (autotracking)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **07.03.2007 DE 102007011469**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.09.2008 Patentblatt 2008/37

(73) Patentinhaber: **Airbus DS GmbH**
82024 Taufkirchen (DE)

(72) Erfinder:
• **Eckert, Gerald**
85716 Unterschleissheim (DE)

• **Wolf, Helmut**
83607 Holzkirchen (DE)
• **Hötzel, Christian**
85640 Putzbrunn (DE)

(74) Vertreter: **Frenkel, Matthias Alexander**
Wuesthoff & Wuesthoff
Patentanwälte PartG mbB
Schweigerstrasse 2
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 112 894 GB-A- 2 199 447
JP-A- 2002 261 541 US-A- 5 721 554
US-B1- 6 531 989 US-B1- 7 119 739

EP 1 968 158 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein systemintegriertes Bodenstationsantennen-Kalibrierungssystem inkl. Phasenabgleich für automatisches Tracking (Autotracking).

[0002] Als Alternative zum automatischen Tracking ist das so genannte Programm-Tracking bekannt. Beim Programm-Tracking wird eine Satellitenbahn aufgrund der letzten vermessenen, geflogenen Bahn für den nächsten Überflug berechnet. Dies ist jedoch eine komplett andere Trackingart als das Autotracking. Das Programm-Tracking ist aufgrund der vorausberechneten Flugbahn ungenauer als das Autotracking, bei dem sich die Bodenstationsantenne auf das Sendesignal des Satelliten selbstständig einstellt und die Antenne automatisch, gemäß der Flugbahn des Satelliten, nachgeführt wird.

[0003] Zur Kalibrierung und für Systemtests von Bodenstationsantennen gibt es in der Regel zu jeder Bodenstationsantenne eine Gegenstellenantenne, welche sich im Fernfeld der Bodenstationsantenne befindet. Das Fernfeld der Antenne ist der Bereich des Feldes, in welchem von einer ebenen Wellenfront, d.h. Wellen von gleichmäßiger Amplitude und gleichmäßiger Phase, der ausgestrahlten Wellen ausgegangen werden kann. Der Abstand des Fernfeldes von der Antenne hängt von der verwendeten Frequenz der abgestrahlten Welle und der Größe der Antennenapertur ab. Je höher die Frequenz des verwendeten Signals oder je größer die Antennenapertur ist, desto größer ist die Entfernung, bei der das Fernfeld beginnt.

[0004] Das ESA ESTRACK Netzwerk und EUMETSAT verwenden Signale im S-Band (2 GHz). Die bestehenden Bodenstationsantennen des ESA ESTRACK Netzwerkes und von EUMETSAT besitzen alle Gegenstellenantennen, welche bezüglich des S-Bandes (2 GHz) im Fernfeld der Antenne befinden. Die vorliegende Erfindung ist aber weder auf das ESA ESTRACK Netzwerk und EUMETSAT noch auf Signale im S-Band oder irgendeinem anderen Band beschränkt; diese sind hier nur beispielhaft genannt.

[0005] Für wissenschaftliche Anwendungen werden zunehmend höhere Datenraten benötigt. Deswegen geht die European Space Agency (ESA) dazu über, zukünftige Satelliten nur noch mit X-Band-Transpondern, auch für die Steuerung der Satelliten (TT&C), auszustatten.

[0006] Daraus ergibt sich ein Problem für die Bodenstationsantennen, da sich bei Verwendung des X-Band (bei 15 m Aperturdurchmessern ab ca. 8 GHz) die Gegenstellenantennen im Nahfeld der Antenne befinden. Um in diesem Falle die Bodenstationsantennen weiterhin auf die bekannte Art kalibrieren zu können, wäre eine Verlagerung bzw. Neubau einer Gegenstellenantennen in den Fernfeldbereich des X-Bandes notwendig. Eine solche Vorgehensweise ist einerseits mit hohen Kosten verbunden und andererseits häufig aufgrund geographi-

scher Gegebenheiten und der Erdkrümmung nicht machbar.

[0007] Aus der US-B1-7 119 739 ist ein Kalibrierungssystem für eine Reflektorantenne bekannt, bei dem eine Testantenne über verschiedene Testpunkte vor der Reflektorantenne bewegt wird. Jedem Messpunkt wird dabei eine bestimmte Phase und Amplitude für ein ausstrahlendes Testsignal zugeordnet, um so eine einfallende ebene Wellenfront zu simulieren. Allerdings besitzt dieses System den Nachteil, dass eine aufwendige mechanische Vorrichtung zum Bewegen der Testantenne vorgesehen werden muss.

[0008] Aus der JP2002-261541A ist ein Kalibrierungssystem für die Empfangsphase einer Spiegelreflektorantenne bekannt, durch das der Betrag eines Spiegelversatzes anhand der Phasendifferenz zwischen zwei Empfängern geschätzt wird. Hierzu wird eine kleine Anzahl an Strahlungsquellen für die Kalibrierung verwendet. Die Strahlungsquellen können in Nachbarschaft zu Streben auf dem Haupt-Spiegelreflektor der Antenne oder auf seiner Rückseite angeordnet sein.

[0009] Die US5,721,554 beschreibt ein Verfahren zum Erzeugen einer ebenen Welle im Nahfeld einer zu testenden Antenne, bei dem mindestens drei Sendeantennen benutzt werden, um eine synthetisierte eindimensionale lineare Strahlungsebene über 10 bis 20 Wellenlängen an einer bestimmten Position der zu testenden Antenne bei einer bestimmten Frequenz und einem bestimmten Abstand, typischerweise in einem Bereich von 100 bis 200 Fuss, zu erzeugen.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Kalibrierungssystem anzugeben, welches es ermöglicht Bodenstationsantennen ohne Verwendung von Gegenstellenantennen zu kalibrieren.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Kalibrierungssystem nach Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung befinden sich in den Unteransprüchen.

[0012] Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem für eine Antenne umfassend mehrere Testantennen, welche mehrere Einzelfelder erzeugen, wobei die Testantennen in einem Strahlungssystem der Antenne so angeordnet sind, dass aus den Einzelfeldern ein elektromagnetisches Feld in einer Einspeisevorrichtung der Antenne erzeugt wird, welches einer einfallenden ebenen Wellenfront einer anderen Antenne entspricht.

[0013] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Testantennen in zumindest einem Teil einer Kontur eines Hauptreflektors eines Strahlungssystems der Antenne angeordnet werden.

[0014] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei darüber hinaus die Anordnung in der Kontur eines Hauptreflektors eines Strahlungssystems der Antenne weitestgehend kreisförmig und mit im Wesentlichen gleichen Winkeln um die Haupteinspeisevorrichtung der Antenne erfolgt.

[0015] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Testantennen in zumindest einem Teil einer Kontur eines Subreflektors eines Strahlungssystems der Antenne angeordnet werden.

[0016] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei darüber hinaus die Anordnung in der Kontur eines Subreflektors eines Strahlungssystems der Antenne weitestgehend kreisförmig und mit im Wesentlichen gleichen Winkeln um die Haupteinspeisevorrichtung der Antenne erfolgt.

[0017] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Testantennen an zumindest einem Teil einer Haupteinspeisevorrichtung eines Strahlungssystems der Antenne angeordnet werden.

[0018] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei darüber hinaus die Anordnung an einem Teil einer Haupteinspeisevorrichtung eines Strahlungssystems der Antenne weitestgehend kreisförmig und mit im Wesentlichen gleichen Winkeln um die Haupteinspeisevorrichtung der Antenne erfolgt.

[0019] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei Phasen- und/oder Amplitudengewichtungen von einzelnen Testsignalen der Testantennen unterschiedlich gewichtet werden und zwar so, dass eine definierte Fehlauslenkung der Antenne gegenüber der anderen Antenne simuliert wird.

[0020] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Antenne ein automatisches Trackingsystem umfasst und das simulierte Signal zur Kalibrierung des automatischen Trackingsystems der Antenne verwendet wird.

[0021] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Testantennen Mehrfrequenzstrahler und/oder Einzelfrequenzstrahler sind.

[0022] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Mehrfrequenzstrahler und/oder Einzelfrequenzstrahler Apertur-, Helix-, und/oder Dipolstrahler sind.

[0023] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Anzahl der Testantennen 2 oder 4 ist.

[0024] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die Testantennen so orientiert sind, dass sie im Wesentlichen mit ihrer Peilrichtung auf den Fokus eines Hauptreflektors oder eines Subreflektors ausgerichtet sind.

[0025] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem, wobei das Strahlungssystem der Antenne ein Cassegrain-System ist. Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Antenne eine Bodenstationsantenne ist.

[0026] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Er-

findung ist ein Kalibrierungssystem, wobei die andere Antenne eine Gegenstellenantenne im Fernfeld ist.

[0027] Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Kalibrierungssystems ist, dass keine Verlagerung (z.B. Neubau) von Gegenstellenantenne in das Fernfeld benötigt wird.

[0028] Ein weiterer Vorteil ist, dass das in das Strahlungssystem (z.B. Cassegrain-System) integrierte Kalibrierungs- und Testsystem in jeder Azimut- und Elevationsposition verwendet werden kann. Es können somit gravitationsbedingte, positionsabhängige Reflektorverformungen bei der Kalibrierung berücksichtigt werden, ein gerade für große Strukturen wichtiger und interessanter Vorteil.

[0029] Ein weiterer Vorteil ist, dass das erfindungsgemäße Kalibrierungssystem die Möglichkeit der verbesserten Kalibrierung der Bodenstationsantenne für die erwarteten Elevations- und Azimut-Positionen der zu trackenden Satellitenbahn ermöglicht.

[0030] Ferner ermöglicht das erfindungsgemäße Kalibrierungssystem die Berücksichtigung und Vermessung von Fehlausrichtungen des Subreflektors und des Einspeisevorrichtungssubsystems (Feed-Subsystems).

[0031] Darüber hinaus kommt es bei dem erfindungsgemäßen Kalibrierungssystem zu keiner Degradation aufgrund von Störungen und Mehrwegeausbreitungen auf der Teststrecke zwischen Gegenstellenantenne und Bodenstationsantenne (Device under Test).

[0032] Es zeigen:

- Figur 1 ein Fernfeldkalibrierungssignal eingespeist aus der Peilrichtung
- Figur 2 ein Fernfeldkalibrierungssignal eingespeist von außerhalb der Peilrichtung
- Figur 3 beispielhafte Positionen für die Testantennen
- Figur 4 Antennendraufsicht (Top View) mit Einspeisevorrichtung (Feed) und Testantennen
- Figur 5 Antennenseitenansicht (Side View) mit Einspeisevorrichtung und Testantennen

[0033] Die Unabhängigkeit des erfindungsgemäßen Kalibrierungssystems von Gegenstellenantennen wird dadurch gewährleistet, dass das Kalibrierungssystem ein Empfangssignal, welches im Fernfeld einer Bodenstationsantenne erzeugt wurde (Testsignal), generiert bzw. simuliert.

[0034] Figur 1 zeigt das erfindungsgemäße Phasenabgleichskonzept für eine aus Hauptstrahlrichtung einfallende ebene Wellenfront. Dabei zeigt Figur 1 die bisherige Situation (1. Fall) bei dem ein Signal einer Gegenstellenantenne/Satellitenantenne, welche sich im Fernfeld befindet und an der Bodenstation eine einfallende ebene Wellenfront aus Hauptstrahlrichtung für den Phasenabgleich erzeugt. Ferner zeigt Figur 2 die erfindungsgemäße Situation (2. Fall), bei der ein Signal durch zirkular polarisierte Testantennen (Probes) eingespeist wird, wobei diese Testantennen eine einfallende ebene Wellenfront aus Hauptstrahlrichtung entsprechend der Situation im 1. Fall simulieren.

[0035] Figur 2 zeigt das erfindungsgemäße Phasenabgleichskonzept für eine schräg einfallende ebene Wellenfront unter einem definierten Winkel. Dabei zeigt Figur 2 die bisherige Situation (1. Fall) des Signals einer Gegenstellenantenne/Satellitenantenne, welche sich im Fernfeld befindet und an der Bodenstation eine definierte schräg einfallende ebene Wellenfront für den Phasenabgleich erzeugt. Ferner zeigt Figur 2 die erfindungsgemäße Situation, bei welcher ein Signal durch zirkular polarisierte Testantennen (Probes) eingespeist wird, wobei diese Testantennen eine schräg einfallende ebene Wellenfront unter einem definierten Winkel entsprechend der Situation im 1. Fall simulieren.

[0036] Die Erfindung basiert auf dem Prinzip, dass mittels mehrerer Testantennen (Probes), welche sich z.B. in der Kontur des Hauptreflektors befinden, wie im Fall 2 in Figur 1 gezeigt ist, ein aus mehreren Einzelfeldern bestehendes elektromagnetisches Feld in der Einspeisevorrichtung (Feed) der Bodenstationsantenne erzeugt wird. Dieses Feld entspricht einer einfallenden ebenen Wellenfront, die von einer Gegenstellenantenne im Fernfeld generiert wird (1. Fall in Figur 1). Durch unterschiedliche Phasen- und Amplitudengewichtung der einzelnen Testsignale der Testantennen (Probes) (2. Fall in Figur 2) ist es somit möglich, eine definierte Fehlauslenkung der Bodenstationsantenne gegenüber einer gedachten Gegenstellenantenne zu simulieren (1. Fall in Figur 2), welches einer schräg einfallenden ebenen Wellenfront entspricht. Dieses Signal kann dann für die Kalibrierung des automatischen Trackingsystems der Bodenstationsantenne verwendet werden (2. Fall in Figur 2). Eine Gegenstellenantenne wird somit nicht mehr benötigt.

[0037] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden mehrere einzelne Testantennen in einer Kontur eines Hauptreflektors eines Strahlungssystems einer Bodenstationsantenne so angeordnet, dass es möglich ist, ein Testsignal zu simulieren/erzeugen, welches dem Signal einer Gegenstellenantenne im Fernfeld, sowohl in Peilrichtung als auch außerhalb der Peilrichtung, entspricht.

[0038] Die Figuren 3 bis 5 zeigen beispielhafte Anordnungen von Testantennen in der Kontur des Hauptreflektors des Strahlungssystems einer Bodenstationsantenne.

[0039] Mögliche Testantennen (Probes) können Mehrfrequenzstrahler oder Einzelfrequenzstrahler in verschiedenen Ausführungsformen (z.B. Apertur-, Helix-, oder Dipolstrahler etc.) sein.

[0040] Die Anzahl der Testantennen ist nicht beschränkt. Allerdings hat sich die Verwendung von 2 oder 4 Testantennen als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0041] Die Anordnung in der Kontur des Strahlungssystems des Hauptreflektors erfolgt weitestgehend kreisförmig mit im Wesentlichen gleichen Winkeln (90° im Falle von vier Testantennen) um die Haupteinspeisevorrichtung der Antennen.

[0042] Ein Beispiel einer Anordnung und Ausrichtung der Testantennen ist in den Figuren 3 bis 5 gezeigt. Die

gezeigte Anordnung und Ausrichtung ist allerdings nur beispielhaft; die Erfindung nicht darauf beschränkt.

[0043] Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass während der Kalibrierungsprozedur für die Phasebestimmung für das S- und X-Band Autotracking die Ausrichtung bzw. die Fehlausrichtung des Subreflektors, die Ausrichtung bzw. die Fehlausrichtung des Einspeise-Subsystems und dessen Anpassung mit berücksichtigt werden können. Ferner erfolgt keine Verschlechterung während der Kalibrierungsprozedur, welche auf Bedingungen der Teststrecke zurückzuführen ist (z.B. durch Reflektionen des Bodens, hoher Vegetation, Mehrwegeausbreitung zwischen Bodenstationsantenne und Gegenstellenantenne (Multipath Fading) und Störsignale durch die Anwesenheit anderer Antennensysteme).

[0044] Mit Hilfe der Erfindung ist es möglich, definierte Kalibrierungswinkel während des Autotrack-Phasings über die Gegenstellenantenne (Boresight-Tower), z.B. 0,3 Grad im S-Band und 0,08 Grad im X-Band durch die Einspeisung eines definiert phasenverschobenen und amplitudengewichteten Signals zu simulieren, welches durch mehrere einzelne, z.B. vier, Testantennen ausgestrahlt wird, welche z.B. in der Kontur des Hauptreflektors des Strahlungssystems der Bodenstationsantenne, z.B. ein Cassegrain-System, angeordnet sind.

[0045] Die tatsächliche Anordnung der Testantennen und ihre Anzahl wird durch Simulation, z.B. mit Hilfe des Grasp Antenna Analysis Tools, ermittelt.

[0046] Dabei ist das Antennendiagramm der Bodenstationsantenne im Fernfeld zu berücksichtigen. Weiterhin ist die Anordnung abhängig von der verwendeten Positioniereinrichtung (Servosystem) der Bodenstationsantenne (z.B. Elevation über Azimuth) und der Art des angewendeten automatischen Trackingsystems (Art der verwendeten Trackingmoden in der Einspeisevorrichtung (Feed) und Lage der Modenkoppler zur Bewegungsrichtung der Positioniereinrichtung) zu berücksichtigen.

[0047] Die Testantennen sind so orientiert, dass sie mit ihrer Peilrichtung auf den Fokus des Hauptreflektors oder des Subreflektors ausgerichtet sind.

[0048] Um ein Testsignal zu simulieren/erzeugen, werden, gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung, mehrere einzelne Testantennen in der Kontur eines Subreflektors eines Strahlungssystems einer Bodenstationsantenne angeordnet. Ansonsten entspricht diese Ausführungsform der ersten Ausführungsform.

[0049] Um ein Testsignal zu simulieren/erzeugen, werden gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mehrere einzelne Testantennen an einer Haupteinspeisevorrichtung (Einspeisekonus) eines Strahlungssystems einer Bodenstationsantenne angeordnet. Ansonsten entspricht diese Ausführungsform der ersten Ausführungsform.

[0050] Die Erfindung ist insbesondere für die Einstellung der Phasen für das automatische Trackingsystem (z.B. Monopulstracking, Autotracking) verwendbar. Das Testsignal kann insbesondere zur Simulation einer fehl-

ausgerichteten Bodenstationsantenne in Azimut und Elevation verwendet werden, insbesondere, um das System für automatisches Tracking (z.B. Monopulstracking) in beiden Achsen (Azimut und Elevation) zu kalibrieren.

[0051] Bei Bodenstationsantennen mit einem Tiltmechanismus berücksichtigt die Erfindung ebenso den Tiltwinkel für die Kalibrierung der Phasen in Azimut und Elevation.

Patentansprüche

1. Kalibrierungssystem für eine Antenne umfassend mehrere Testantennen, welche mehrere Einzelfelder erzeugen, wobei die Testantennen in einem Strahlungssystem der Antenne so angeordnet sind, dass mittels der Testantennen aus den Einzelfeldern der Testantennen ein elektromagnetisches Feld in einer Einspeisevorrichtung der Antenne erzeugt wird, welches einer einfallenden ebenen Wellenfront einer anderen Antenne entspricht, und das Strahlungssystem die Einspeisevorrichtung der Antenne und mindestens einen Reflektor aufweist, wobei die Testantennen in zumindest einem Teil einer Kontur eines Hauptreflektors des Strahlungssystems der Antenne, in zumindest einem Teil einer Kontur eines Subreflektors des Strahlungssystems der Antenne oder an zumindest einem Teil einer Hauptspeisevorrichtung des Strahlungssystems der Antenne angeordnet sind.
2. Kalibrierungssystem nach Anspruch 1, wobei die Anordnung in der Kontur eines Hauptreflektors des Strahlungssystems der Antenne weitestgehend kreisförmig und mit im Wesentlichen gleichen Winkeln um die Haupteinspeisevorrichtung der Antenne erfolgt.
3. Kalibrierungssystem nach Anspruch 1, wobei die Anordnung in der Kontur eines Subreflektors des Strahlungssystems der Antenne weitestgehend kreisförmig und mit im Wesentlichen gleichen Winkeln um die Haupteinspeisevorrichtung der Antenne erfolgt.
4. Kalibrierungssystem nach Anspruch 1, wobei die Anordnung an einem Teil einer Hauptspeisevorrichtung des Strahlungssystems der Antenne weitestgehend kreisförmig und mit im Wesentlichen gleichen Winkeln um die Haupteinspeisevorrichtung der Antenne erfolgt.
5. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei Phasen- und/oder Amplitudengewichtungen von einzelnen Testsignalen der Testantennen unterschiedlich gewichtet werden und zwar so, dass eine definierte Fehlauslenkung der Antenne gegenüber der anderen Antenne simuliert wird.

6. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Antenne ein automatisches Trackingsystem umfasst und das simulierte Signal zur Kalibrierung des automatischen Trackingsystems der Antenne verwendet wird.
7. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Testantennen Mehrfrequenzstrahler und/oder Einzelfrequenzstrahler sind.
8. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Mehrfrequenzstrahler und/oder Einzelfrequenzstrahler Apertur-, Helix-, und/oder Dipolstrahler sind.
9. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Anzahl der Testantennen 2 oder 4 ist.
10. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Testantennen so orientiert sind, dass sie im Wesentlichen mit ihrer Peilrichtung auf den Fokus eines Hauptreflektors oder eines Subreflektors ausgerichtet sind.
11. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Strahlungssystem der Antenne ein Cassegrain-System ist.
12. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Antenne eine Bodenstationsantenne ist.
13. Kalibrierungssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die andere Antenne eine Gegenstellenantenne im Fernfeld ist.

Claims

1. Calibration system for an antenna comprising several test antennas which generate several individual fields, wherein the test antennas have been arranged in a radiation system of the antenna in such a way that by means of the test antennas an electromagnetic field that corresponds to an incident plane wavefront of another antenna is generated in a feeding device of the antenna from the individual fields of the test antennas, and the radiation system exhibits the feeding device of the antenna and at least one reflector, wherein the test antennas have been arranged in at least one part of a contour of a main reflector of the radiation system of the antenna, in at least one part of a contour of a subreflector of the radiation system of the antenna, or on at least one part of a main feed device of the radiation system of the antenna.

2. Calibration system according to Claim 2, wherein the arrangement in the contour of a main reflector of the radiation system of the antenna is undertaken very largely in the form of a circle and with substantially equal angles around the main feed device of the antenna. 5
3. Calibration system according to Claim 1, wherein the arrangement in the contour of a subreflector of the radiation system of the antenna is undertaken very largely in the form of a circle and with substantially equal angles around the main feed device of the antenna. 10
4. Calibration system according to Claim 1, wherein the arrangement on a part of a main feed device of the radiation system of the antenna is undertaken very largely in the form of a circle and with substantially equal angles around the main feed device of the antenna. 15 20
5. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein phase weightings and/or amplitude weightings of individual test signals of the test antennas are weighted differently, specifically in such a way that a defined faulty deflection of the antenna with respect to the other antenna is simulated. 25
6. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein the antenna encompasses an automatic tracking system, and the simulated signal is used for calibrating the automatic tracking system of the antenna. 30
7. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein the test antennas are multi-frequency emitters and/or single-frequency emitters. 35
8. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein the multi-frequency emitters and/or single-frequency emitters are aperture emitters, helical emitters and/or dipole emitters. 40
9. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein the number of test antennas is two or four. 45
10. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein the test antennas have been oriented in such a way that their bearing directions are substantially aligned with the focus of a main reflector or of a subreflector. 50
11. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein the radiation system of the antenna is a Cassegrain system. 55
12. Calibration system according to one of the preceding

claims, wherein the antenna is a ground-station antenna.

13. Calibration system according to one of the preceding claims, wherein the other antenna is a remote-terminal antenna in the far field.

Revendications

1. Système pour calibrer une antenne comprenant plusieurs antennes d'essai, lesquelles créent plusieurs champs individuels, lesdites antennes d'essai étant agencées dans un système de rayonnement de l'antenne de façon à générer à l'aide desdites antennes d'essai et à partir desdits champs individuels un champ électromagnétique dans un dispositif d'alimentation de l'antenne, lequel champ correspond à un front d'onde plan incident d'une autre antenne, et le système de rayonnement présentant le dispositif d'alimentation de l'antenne et au moins un réflecteur, les antennes d'essai étant agencées dans au moins une partie de contour d'un réflecteur principal du système de rayonnement de l'antenne, dans au moins une partie de contour d'un réflecteur secondaire du système de rayonnement de l'antenne ou sur au moins une partie d'un dispositif d'alimentation principal du système de rayonnement de l'antenne.
2. Système de calibrage selon la revendication 1, l'agencement dans le contour d'un réflecteur principal du système de rayonnement de l'antenne étant autant que possible réalisé en cercle et suivant des angles sensiblement égaux autour du dispositif d'alimentation principal de l'antenne.
3. Système de calibrage selon la revendication 1, l'agencement dans le contour d'un réflecteur secondaire du système de rayonnement de l'antenne étant autant que possible réalisé en cercle et suivant des angles sensiblement égaux autour du dispositif d'alimentation principal de l'antenne.
4. Système de calibrage selon la revendication 1, l'agencement sur une partie d'un dispositif d'alimentation principal du système de rayonnement de l'antenne étant autant que possible réalisé en cercle et suivant des angles sensiblement égaux autour du dispositif d'alimentation principal de l'antenne.
5. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, des pondérations de phase et/ou d'amplitude des signaux de test individuels provenant des antennes d'essai étant pondérées différemment et ce de manière à simuler une erreur de déviation définie de l'antenne par rapport à l'autre antenne.

6. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, l'antenne comprenant un système de poursuite automatique et le signal simulé étant utilisé pour calibrer le système de poursuite automatique de l'antenne. 5
7. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, les antennes d'essai consistant en des émetteurs multifréquence et/ou en des émetteurs mono-fréquence. 10
8. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, lesdits émetteurs multifréquence et/ou mono-fréquence étant des antennes à ouverture rayonnante, des antennes hélice et/ou des antennes dipôle. 15
9. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, les antennes d'essai étant au nombre de 2 ou de 4. 20
10. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, les antennes d'essai étant orientées de manière à être dirigées sensiblement sur le foyer d'un réflecteur principal ou d'un réflecteur secondaire. 25
11. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, le système de rayonnement de l'antenne consistant en un système de type Cassegrain. 30
12. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, l'antenne consistant en une antenne de station au sol. 35
13. Système de calibrage selon l'une des revendications précédentes, l'autre antenne étant une antenne correspondante située dans le champ lointain. 40

40

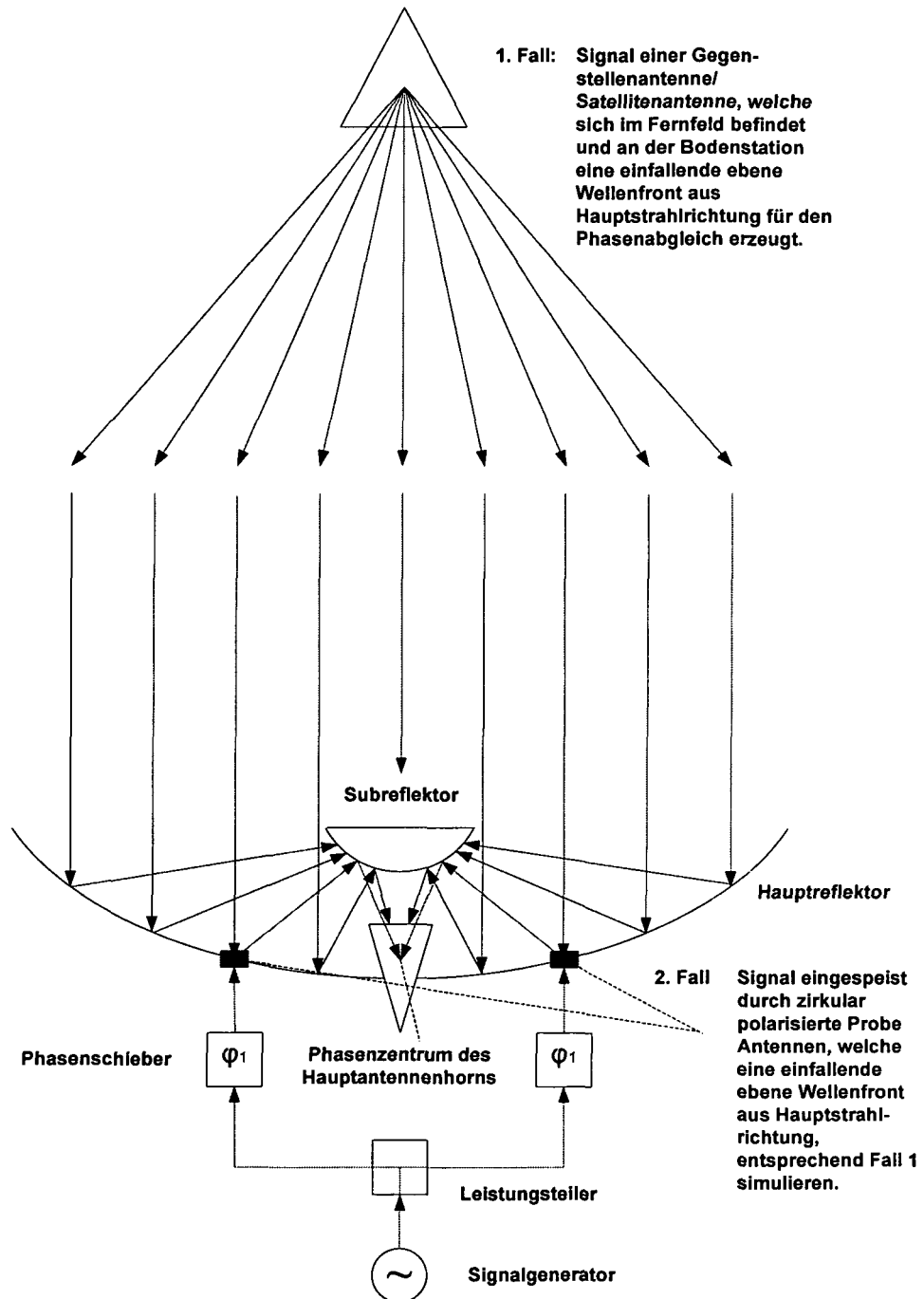
45

50

55

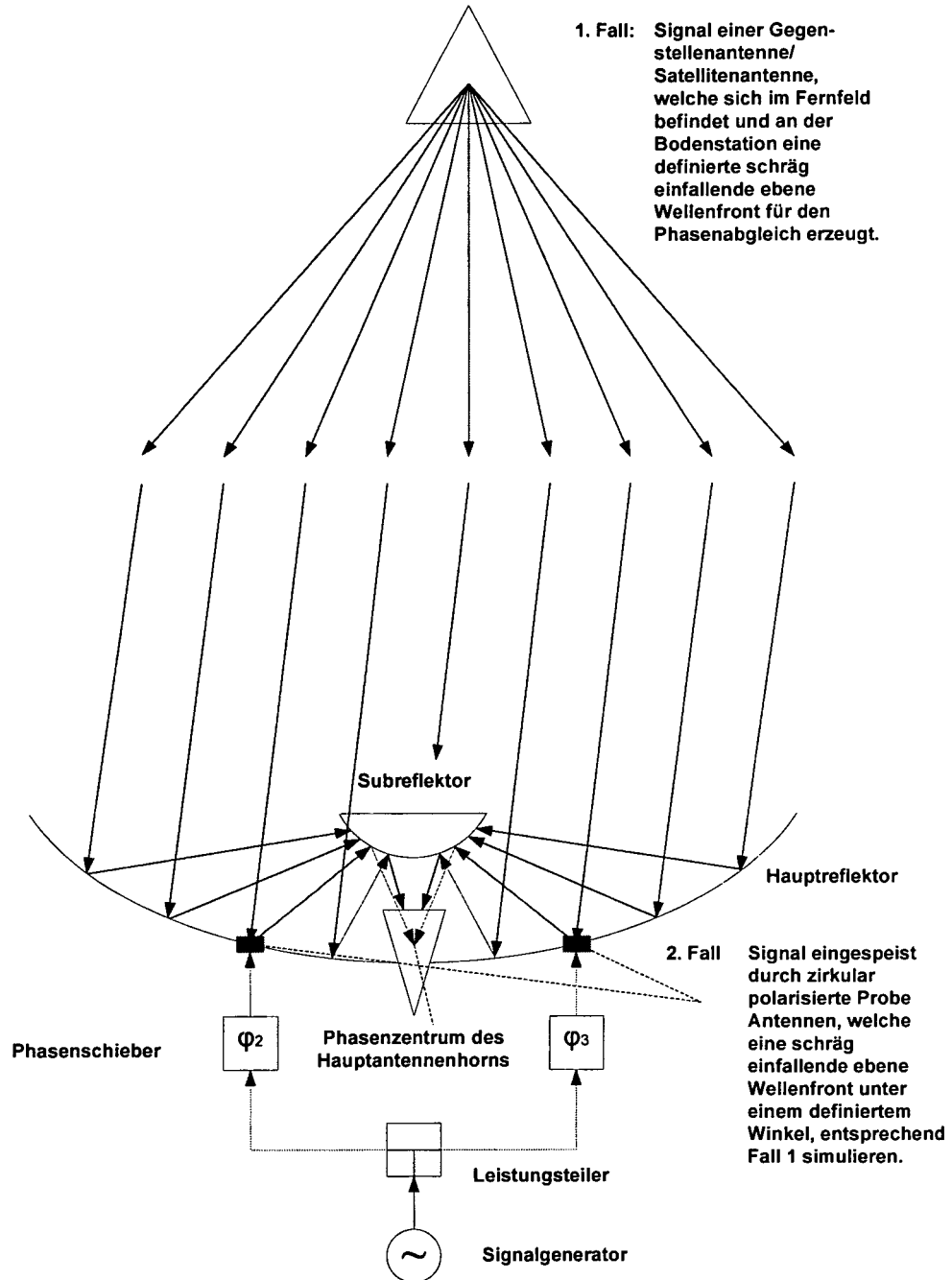
Zeichnungen

Phasenabgleichskonzept für eine aus Hauptstrahlrichtung einfallende ebene Wellenfront



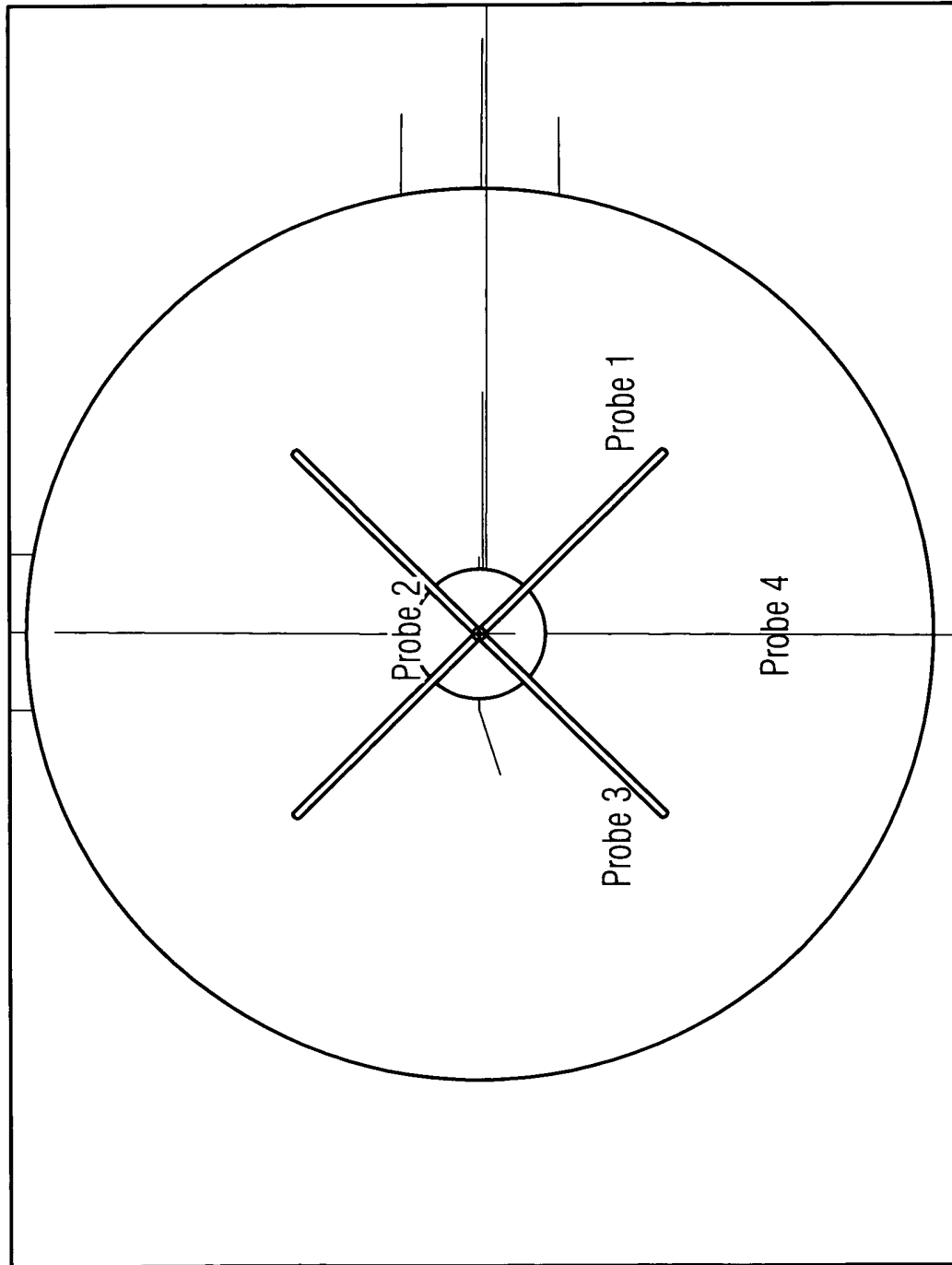
Figur 1: Fernfeldkalibrierungssignal eingespeist aus der Peilrichtung

Phasenabgleichskonzept für eine schräg einfallende ebene Wellenfront unter einem definierten Winkel



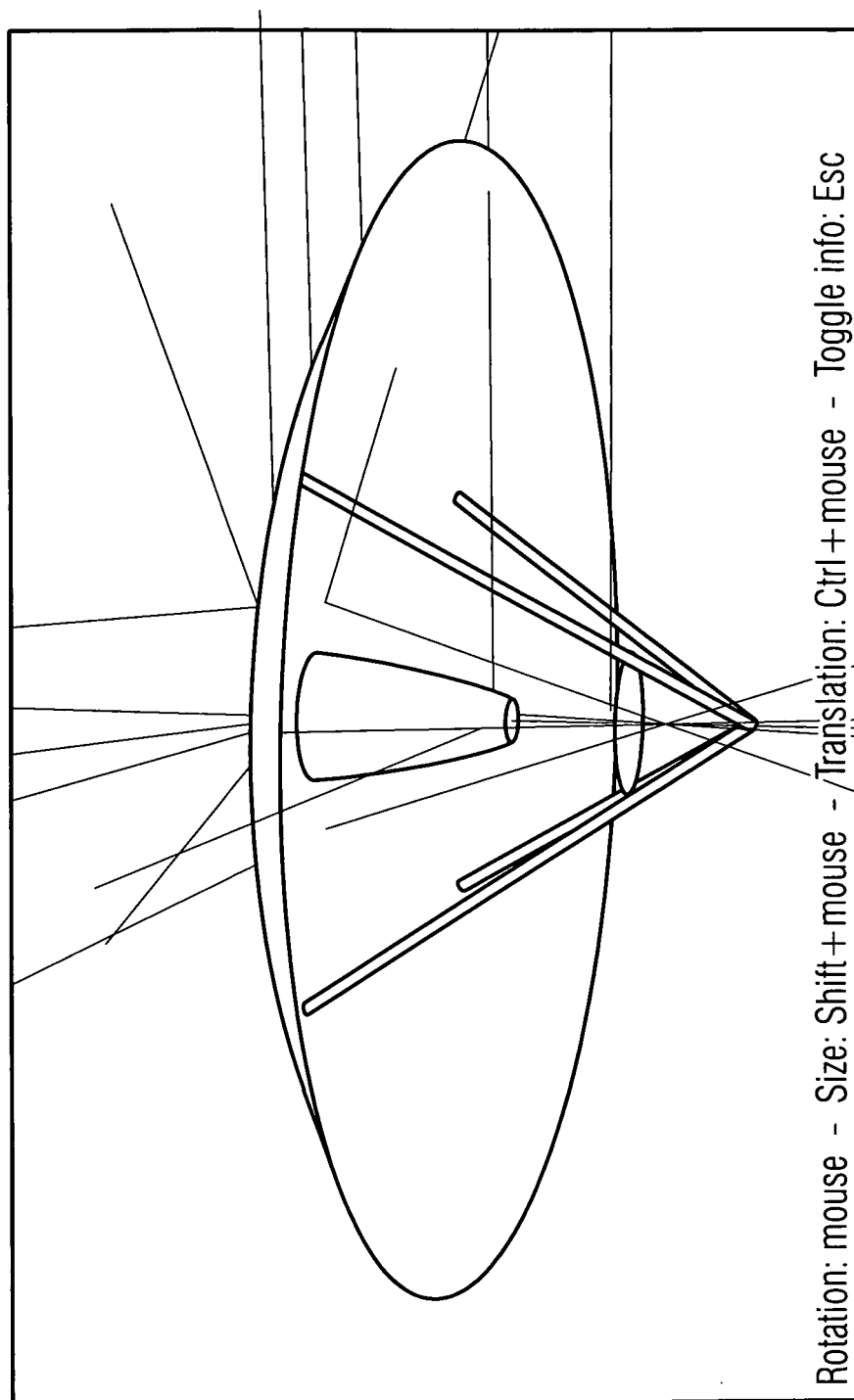
Figur 2: Fernfeldkalibrierungssignal eingespeist von außerhalb der Peilrichtung

FIG. 3



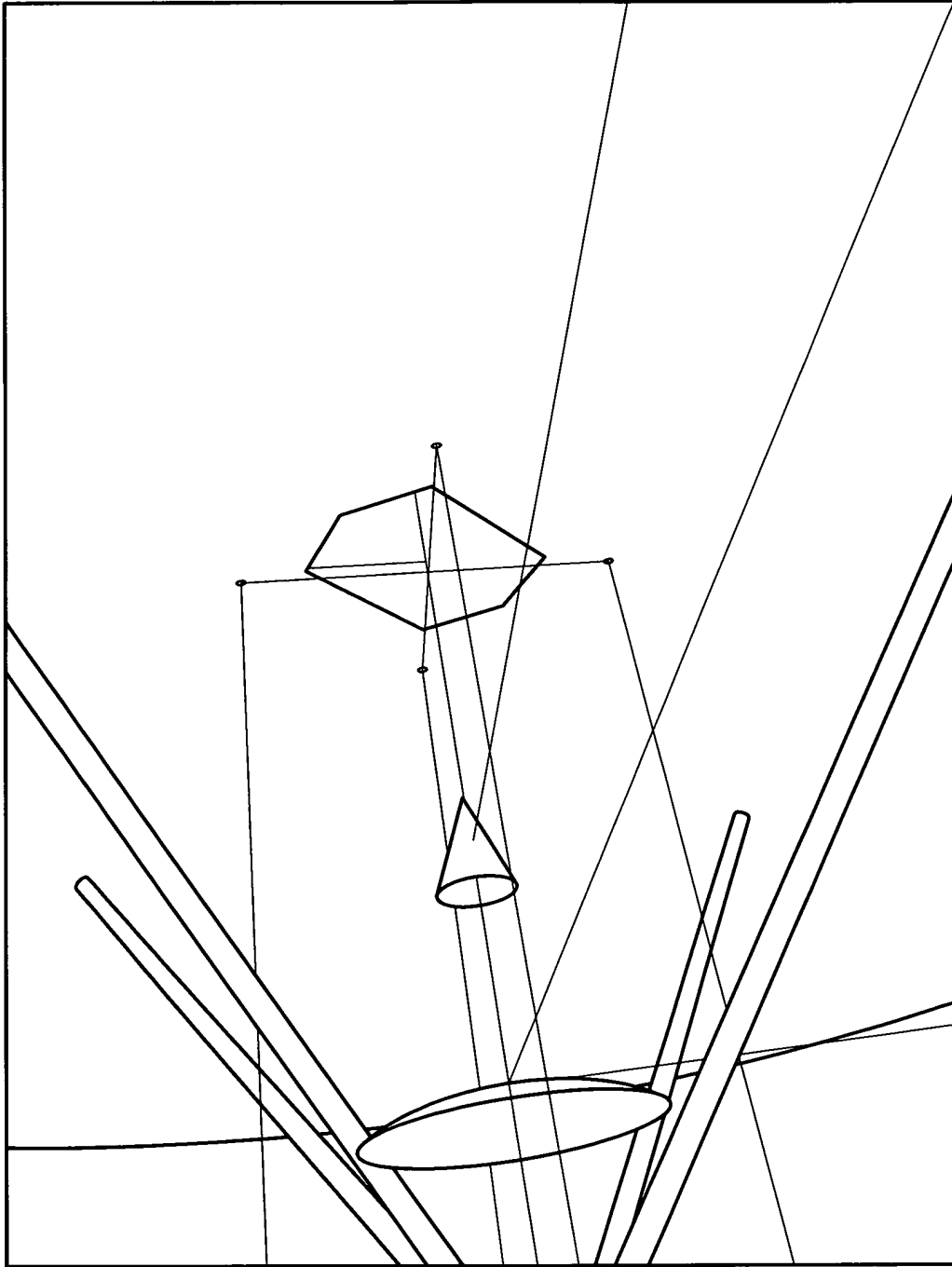
Beispielhafte Positionen für die Testantennen (Probes)

FIG. 4



Antennendraufsicht (Top View) mit Einspeisevorrichtung (Feed) und Testantennen

FIG. 5



Antennenseitenansicht (Side View) mit Einspeisevorrichtung (Feed) und Testantennen (Probes)

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 7119739 B1 [0007]
- JP 2002261541 A [0008]
- US 5721554 A [0009]