



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **101 43 561.4**
 (22) Anmeldetag: **05.09.2001**
 (43) Offenlegungstag: **03.04.2003**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **15.12.2011**

(51) Int Cl.: **G01S 5/04 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
EADS Deutschland GmbH, 85521, Ottobrunn, DE

GRABAU, R.: Funküberwachung und Elektronische Kampfführung, 1986, Franckh'sche Verlagshandlung, W.Keller und Co. Stuttgart, ISBN 3- 440-05667-8, S. 337-343;

(72) Erfinder:
Winterling, Gerhard, Prof. Dr., 83607, Holzkirchen, DE; Benninghofen, Benjamin, Dr., 85521, Ottobrunn, DE

Taubenberger, K.; Ziegler, J.: Sensor Fusion for Modern Fighter Aircraft. In: AGARD Conference Proceedings, AGARD CP-581, 1996, 14-17 October, 28-1 - 28-7. [AGARD MSP Symposium]

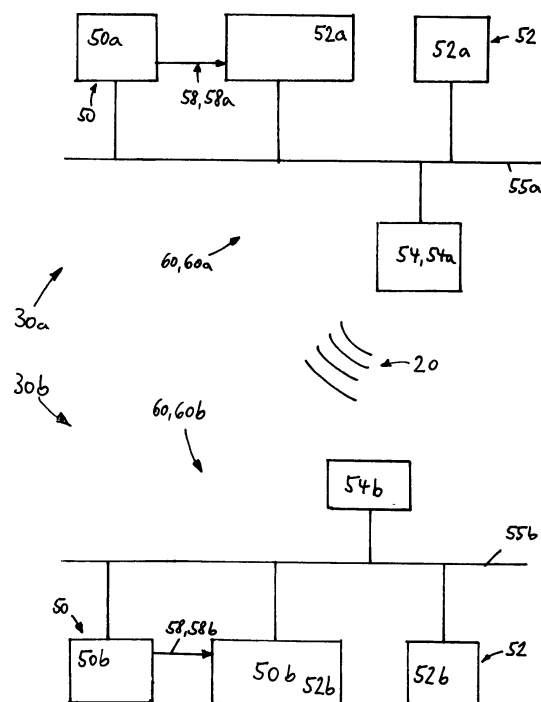
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

US	5 999 130	A
US	4 393 382	A
US	4 910 526	A
EP	0 843 179	A1

Ziegler, R.; Sachsenhauser, H.: MIDS Triangulation and De-ghosting of Intersection Points. RTO SCI Symposium on Sensor Data Fusion and Intergration of the Human Element. RTO MP-12. Ottawa, CA : RTO, 1998, 14-17 September. 11-1 - 11-18. - ISBN nicht vorhanden

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zur Lokalisierung von Emittlern**

(57) Zusammenfassung: Verfahren und System zur Lokalisierung von Emittlern im Radar-Frequenzbereich auf Basis der Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor zur Ermittlung von geometrischen und elektronischen Emittnerstrahl-Eigenschaften, wobei die fliegenden Plattformen untereinander Daten zur Beschreibung geometrischer und elektronischer Eigenschaften von Emittnerstrahlen austauschen, wobei aus der Vielzahl der sich aus der Emittner-Vermessung ergebenden möglichen Schnittpunkte der Peilstahlen diejenigen Schnittpunkte zur Bestimmung der Emittner-Position verwendet werden, bei denen die elektronischen Eigenschaften der sich schneidenden Emittner-Strahlen identisch sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Lokalisierung von Emittlern im Radar-Frequenzbereich auf Basis der Kreuzpeilung mit Flugzeug-gestützten passiven Hochfrequenz(HF)-Sensoren.

[0002] Emittler im Radar-Frequenzbereich werden heute von einem Einzelflugzeug durch fortlaufende Peilung und nachfolgende Triangulation der Peilstrahlen vermessen und lokalisiert. Bei nur kurz aufschaltenden Emittlern (Aufschaltdauer 15 Sekunden und kürzer) und Entfernungen zwischen dem Flugzeug und dem Emittler, die größer als etwa 25 km sind, ist dieses Verfahren nur noch mit unzureichender Genauigkeit anwendbar.

[0003] Es wurden deshalb Verfahren konzipiert, bei denen Peilstrahlen von zwei Flugzeugen verwendet werden, die gleichzeitig denselben Emittler auffassen. Dadurch kann die kurzzeitige Triangulationsbasis wesentlich vergrößert werden, so daß eine Lokalisierung selbst kurz aufschaltender Emittler möglich wird.

[0004] Dieses Prinzip der Kreuzpeilung wird u. a. zur Ortung von fliegenden Objekten mit am Boden stationierten, räumlich versetzten Sensoren verwendet. Hierzu sind Überlegungen und Modellrechnungen veröffentlicht worden, dieses Prinzip auf fliegende Plattformen zu übertragen, wobei sowohl fliegende Emittler als auch Boden-Emittler mit Hilfe der plattform-übergreifenden Triangulation von mehreren fliegenden Plattformen aus vermessen und lokalisiert werden. Dies ist beispielsweise in dem Vortrag „Sensorfusion for Modern Fighter Aircraft“ von K. Taubenberg und J. Ziegler auf dem AGARD MSP Symposium „Advanced Architectures for Aerospace Mission Systems“ in Istanbul, Turkey, 14–17 Oct. 1996 dargestellt, der in den AGARD Conference Proceedings AGARD CP-581 (erhältlich über Fachinformationszentrum Karlsruhe, Eggenstein-Leopoldshafen) veröffentlicht wurde.

[0005] Bei dem Auftreten von einem oder zwei Emittlern ist diese Plattform-übergreifende Triangulation anwendbar. Bei dem Auftreten von vielen Emittlern hat jedoch dieses Verfahren der Plattform-übergreifenden Triangulation den Nachteil, daß die Zahl der geometrischen Schnittpunkte wesentlich höher ist als die Zahl der realen Emittlerpositionen.

[0006] Um die sehr große Zahl von „virtuellen“ Schnittpunkte zu eliminieren, wird in dem Vortrag „MIDS Triangulation and De-ghosting of Intersection Points“ von J. Ziegler und H. Sachsenhauser auf dem RTO SCI Symposium an „Sensor Data Fusion and Integration of the Human Element“, Ottawa, Canada, 14–17 Sept. 1998, veröffentlicht in RTO MP-12 vor-

geschlagen, alle Schnittpunkte über einen Zeitraum zu verfolgen, um dann bewerten zu können, ob sie sich in ihren geometrischen und kinematischen Charakteristika wie wirkliche Emittlerziele verhalten. Zur Bewertung werden in dieser Veröffentlichung einige Glaubwürdigkeits-Kriterien beschrieben und in einer Modellrechnung verschiedene Szenarien untersucht.

[0007] Nachteilig ist bei der Anwendung dieser Methode. Daß bei dem Auftreten einer hohen Emittlerzahl mit wachsender Emittler-/Target-Zahl n die Zahl der Schnittpunkte in der Größenordnung n^2 anwächst und somit die Anforderungen an die Rechen-/Prozessorleistung sehr stark ansteigen. Zum andern ist bei nur kurzer zeitlicher Verfügbarkeit der „Emittler-Peilstrahlen“ die Beobachtungszeit in vielen Szenarien zu kurz, um virtuelle Schnittpunkte zuverlässig von einem echtem Target differenzieren zu können. Deshalb sind die Positionen der Emittler mit diesem Verfahren in einem Szenario mit mehreren bzw. vielen Emittlern, die nur kurz aufschalten, nicht eindeutig, d. h. nur mehrdeutig bestimmbar.

[0008] Aus der Veröffentlichung „Funkübertragung und Elektronische Kampfführung“, R. Grabau, 1986, Franck'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co. Stuttgart, ISBN 3-440-05667-8, Seiten 337 bis 343, sind Methoden zur Signalverarbeitung und Signalerkennung offenbart. Dabei wird zur Klassifizierung von Radargeräten eine Korrelation gleicher oder ähnlicher Signale vorgenommen. Durch Signalverarbeitung werden die einzelnen erfassten Signalanteile/Parameter von möglicherweise frequenzgleichen oder typengleichen Strahlungen verschiedener Strahlungsquellen zugeordnet. In einem Suchvorgang sollen die erfassten Impulsfolgen der Impulsfolge eines oder mehrerer Radargeräte zu finden, wozu die Zeitfolge der erfassten Einzelimpulse in einem Speicher abgelegt werden, die Differenzen zwischen verschiedenen Impulsen gemessen und mit den gewonnenen Zeitfolgen die gesamte Impulsfolge untersucht werden. Ergeben sich eine oder mehrere gleichförmige Impulsfolgen, so werden diese Parameter einer weiteren Untersuchung unterzogen oder unmittelbar zur Klassifizierung verwendet. In einer anderen Methode werden mehrere Testfolgen von Impulsen generiert und mit jeder erfassten Impulsfolge korreliert, wobei die Zahl der Übereinstimmungen von Parameterwerten maßgeblich dafür ist, ob ein Parameterwert für eine Klassifizierung verwendet wird. Bei einer Musteranalyse werden Merkmale von Einzelelementen der erfassten Quellen signalzerlegt und strukturiert. Bei einer Signalerkennung erfolgt eine Segmentierung, um zusammengehörige Signale und Signalanteile zu erkennen.

[0009] Aus der US 4,393,382 ist ein Gerät zum passiven Lokalisieren einer entfernt gelegenen Strahlungsquelle mit Empfangsantennen, die in einem räumlichen Dreiecksanordnung positioniert sind, um

aufgrund des Empfangs der Strahlungen elektrische Signale mit einer messbaren Zeitdifferenz abzuleiten, aus der ein Strahlungswinkel ermittelt wird. Daraus wird wiederum die Entfernung der Strahlungsquelle von den Empfangsantennen abgeleitet.

[0010] Aus der US 4,910,526 ist ein Verfahren und eine Einrichtung zur Aufklärung für ein Aufklärungsflugzeug offenbart, um die Position und die Positionsänderung einer Mehrzahl von Zielflugzeugen als Teil eines Bedrohungsszenarios zu ermitteln. Es werden verschiedene Faktoren zur Bestimmung der Position des Zielflugzeugs, wie Flughöhen, Zeitdifferenzen von rückgestrahlten Signalen verwendet. Die Kalman-Filtertechnik wird angewendet, um auf der Basis früherer Messungen eine Fehlerschätzung für die Position des Zielflugzeugs zu ermitteln. Inkorrekte Werte werden dabei mitgeführt, bis sich aufgrund eines abweichenden Schätzwertes für einen Signalwert dieser als inkorrekt erkannt wird. Dadurch ergibt sich ein sehr komplexes und dadurch aufwendiges Verfahren.

[0011] Weitere Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern sind aus EP 0 843 179 A1 und US 5,999,130 A bekannt.

[0012] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren auf der Basis der Plattform-übergreifenden Triangulation bereitzustellen, bei dem mit fliegenden Plattformen auch Radar-Emitter, die nur kurz, d. h. in Zeitspannen von 3 bis 15 Sekunden, aufschalten, eindeutig und mit hoher Genauigkeit lokalisiert werden können.

[0013] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, dass ein solches Verfahren auch bei einer aufgefassten Emittierzahl größer als zwei pro Frequenzband der beteiligten Sensoren mit begrenztem Rechenaufwand und bei begrenzter Übertragungsrate in einem Flugzeug-System implementiert werden kann.

[0014] Die Datenübertragungsrate zwischen heutigen Flugzeugen ist – im Gegensatz zur Vernetzung von Boden-gestützten Sensoren – begrenzt; z. B. liegt sie bei einem Flugzeug-Flugzeug Datenlink im UHF-Bereich derzeit bei etwa 0,2 bis 1 Kbit/s; derzeit im ECR-TOR implementiertes ODIN erlaubt nur eine UHF-Daten-Transmission im Handbetrieb. Auch mittelfristig kann – bei Installation neuer UHF-Kommunikationsgeräte – nur mit einer effektiven Datenrate von 3 bis 10 Kbit/s gerechnet werden.

[0015] Erfindungsgemäß werden die geometrischen Emitterstrahldaten, wie Flugzeugposition zum Zeitpunkt der Emittervermessung, Azimutwinkel, unter dem der Emitter vermessen wird, zwischen den beteiligten Plattformen zur Emitter-Lokalisierung ausgetauscht. Optional wird dabei auch der Elevations-

Winkel, der Azimuth-Winkelmeßfehler und/oder der Zeitpunkt der Emitter-Vermessung.

[0016] Weiterhin können zusätzlich auch Eigenschaften, die die wesentlichen Charakteristika des aufgefaßten HF-Signals sowie ihr zeitliches Verhalten beschreiben, zwischen den Plattformen übertragen werden.

[0017] Im folgenden wird die Erfindung an Hand der beiliegenden Figuren beschrieben, die zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) beispielhaft eine Konstellation mit zwei fliegenden Plattformen zur Aufnahme des erfindungsgemäßen Systems als Bestandteil eines militärischen Einsatz-Verbandes und mit einem in Bezug auf diese feindlichen Emitter mit einer schematischen Darstellung der von diesem ausgesendeten Pulsfolgen, wobei die Plattformen das erfindungsgemäße Verfahren anwenden, um den Emitter im Radar-Frequenzbereich auf Basis der Kreuzpeilung mit in den Plattformen bzw. in den Fluggeräten integrierten passiven HF-Sensoren zu entdecken und zu lokalisieren,

[0019] [Fig. 2](#) eine schematische und beispielhafte Darstellung von Pulsfolgen eines zu entdeckenden Emitter in ihrem zeitlichen Verlauf,

[0020] [Fig. 3](#) beispielhaft die Komponenten der Avioniksysteme einer ersten und einer zweiten fliegenden Plattform mit jeweils einem erfindungsgemäßen Emitter-Lokalisierungssystem zur Auffassung von Emittersignalen und zur Kommunikation zwischen den Plattformen,

[0021] [Fig. 4](#) eine Konstellation von zwei Plattformen und drei Emittlern zur beispielhaften Darstellung der von den beteiligten Plattformen mittels passiver HF-Sensoren aus den Signalen ermittelten virtuellen und realen Schnittpunkten, die sich aus dem Schneiden der von den feindlichen Emittlern ausgesandten Peilrichtungen/Emitterstrahlen ergeben,

[0022] [Fig. 5](#) den zeitlichen Verlauf einer Zeitdifferenz zwischen zwei aufeinander folgenden Pulsen des feindlichen Emitters beispielhaft für den Fall, daß diese Zeitdifferenz periodisch zwischen drei Werten geschaltet wird,

[0023] [Fig. 6](#) den zeitlichen Verlauf einer momentanen Emitterfrequenz beispielhaft für den Fall, daß die Frequenz periodisch zwischen 3 Werten geschaltet wird,

[0024] [Fig. 7](#) die Peilstrahlen von drei fliegenden Plattformen beispielhaft für den Fall von drei Emittlern im Gesichtsfeld der HF-Sensoren; wobei die Zahl der virtuellen Schnittpunkte deutlich größer ist als die Zahl der Emitterpositionen.

[0025] Die Anwendung der Erfindung ist bei einer Konstellation von zumindest zwei fliegenden Plattformen zur Aufnahme des erfindungsgemäßen Systems bzw. Verfahrens vorgesehen, wobei die fliegenden Plattformen bemannte oder unbemannte Fluggeräte sein können. Eine derartige Konstellation ist in der **Fig. 1** mit einer ersten fliegenden Plattform oder einem ersten Fluggerät oder Flugzeug **1a** und mit einer zweiten fliegenden Plattform oder einem zweiten Fluggerät oder Flugzeug **1b** dargestellt. Die fliegenden Plattformen **1a**, **1b** (gegebenenfalls weitere **1c**; siehe **Fig. 7**) sind Bestandteile eines militärischen Einsatz-Verbandes und haben die Aufgabe, feindliche Emittter im Radar-Frequenzbereich auf Basis der Kreuzpeilung mit in den Plattformen bzw. in den Fluggeräten integrierten passiven HF-Sensoren zu entdecken und zu lokalisieren. In der **Fig. 1** ist beispielhaft ein derartiger feindlicher Emittter E dargestellt.

[0026] Der Emittter E sendet im Radar-Frequenzbereich Pulsfolgen aus, von denen in der **Fig. 1** symbolisch zwei Pulsfolgen **11**, **12** dargestellt sind. Eine erste Pulsfolge **11** wird von der Plattform **1a** und eine zweite Pulsfolge **12** von der Plattform **1b** empfangen. Zwei Beispiele **13**, **14** derartiger Folgen von Pulsen **15** sind in der **Fig. 2** in ihrem Verlauf auf einem Zeitstrahl **16** dargestellt. Die Pulsfolge **13** zeigt eine Pulsfolge mit konstanten Zeitabständen **17** zwischen den Pulsen **15**. Demgegenüber weist die Pulsfolge **14** zwischen den einzelnen Pulsen **15** unterschiedliche Zeitabstände **17** auf. Generell können die gesendeten Folgen von Pulsen variabel sowohl hinsichtlich der zwischen den Pulsen **15** liegenden Zeitabschnitte **17** und auch hinsichtlich der Intensität der Pulse sein. Es ist davon auszugehen, daß die Plattformen **1a**, **1b** die von den Emitttern E gesendeten Pulsfolgen nur abschnittsweise auffassen, da im Regelfall der HF-Sensor in mehreren Frequenzbändern sequentiell und nicht gleichzeitig mißt.

[0027] Die Plattformen **1a**, **1b** haben zumindest zeitweise miteinander Funkverbindung, die symbolisch in den **Fig. 1** und **Fig. 3** eingezeichnet und mit dem Bezugszeichen **20** versehen ist. Bei dem Funkverkehr handelt es sich um einen automatisierten Datenverkehr. In einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist der Datenverkehr bi-direktional, d. h. die Plattformen **1a**, **1b** sind kommunikations-technisch gleichberechtigt und arbeiten beide als Master. In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann eine Plattform als Master und die andere als Sklave arbeiten, wobei dann die Datenübertragung nur unidirektional von der „Slave“- zur „Master“-Plattform erfolgt. Das erfindungsgemäße Emittter-Lokalisierungssystem, das die Übertragung von relevanten Daten zwischen mindestens zwei Plattformen beinhaltet, kann auch derart gestaltet sein, daß es von einer Kommunikation zwischen gleichberechtigten Plattformen und einer Master-Slave-Kommunikation auch während des Einsatzes umschaltbar ist. Der Vorteil

einer Master-Slave-Kommunikation kann in einer Erhöhung der effektiven Datenrate der Übertragung gegenüber der Kommunikation zwischen gleichberechtigten Plattformen liegen.

[0028] Die Erfindung ist in einem Avionik-System **30** einer fliegenden Plattform implementiert. Die **Fig. 3** zeigt beispielhaft relevante Komponenten eines Avioniksystems **30a** einer ersten Plattform **1a** und eines Avioniksystems **30b** einer zweiten Plattform **1b**. Die erste Plattform **1** weist ein Datenübertragungs-Modul **54a** und die zweite Plattform **2** ein Datenübertragungs-Modul **54b** auf, die jeweils zum Senden und/oder Empfangen von Daten im UHF-Bereich vorgesehen sind. Mit diesen sind beide Avionik-Systeme **54**, **54a** bzw. **54b** in der Lage, miteinander zu kommunizieren. Weiterhin weist die erste Plattform **1a** einen HF-Sensor **50a**, einen Fusionsrechner **52a**, einen Datenbus **55a** sowie optional einen Hauptrechner **57a** und die zweite Plattform **1b** in entsprechender Weise einen HF-Sensor **50b**, einen Fusionsrechner **52b**, einen Datenbus **55b** sowie einen Hauptrechner **57b** auf. Der HF-Sensor **50a** bzw. **50b** bildet zusammen mit dem Fusionsrechner **52a** bzw. **52b** und dem Datenbus **55a** bzw. **55b** ein Emittter-Lokalisierungssystem **60**, **60a** bzw. **60b**. Die beschriebenen Module könne Geräte-technisch in verschiedener Form realisiert sein und auf verschiedene Weise zusammenwirken. Der Haupt-Rechner **57**, **57a** bzw. **57b** kann die funktion eines Bus-Controllers haben, um die mit den Datenbus **55a**, **55b** verbundenen Module funktional zu verbinden. Es kann zumindest ein weiterer interner Bus **58**, **58a** bzw. **58b** zur Herstellung einer leistungsstarken Kommunikation insbesondere zwischen dem HF-Sensor und dem Fusionsrechner **52** vorgesehen sein.

[0029] Das Datenübertragungs-Modul **54**, **54a**, **54b** liefert Daten, die für eine Plattform-übergreifende Korrelation geeignet sind, so daß diese über den Avionik-Bus **55** oder gegebenenfalls den weiteren internen Bus **58** an andere Komponenten des Avionik-Systems **30a** bzw. **30b** zur Verarbeitung durch dieselben zu senden. Bei der Plattform-übergreifenden Korrelation wirken zumindest zwei Avionik-Systeme **30a**, **30b** verschiedener Plattformen **1a**, **1b** zusammen, um die von den jeweils zugeordneten HF-Sensoren **50a** bzw. **50b** ermittelten Daten zumindest eines Emittters E zu korrelieren und damit den jeweiligen Emittter E eindeutig zu lokalisieren. Zu diesem Zweck weist das Datenübertragungs-Modul **54**, **54a**, **54b** vorzugsweise eine Automatisierungsschaltung auf, die nach Eingang einer über den Avionik-Bus **55**, **55a** bzw. **55b** empfangenen Nachricht ein automatisiertes Versenden der UHF-Nachricht auslöst, die dann vom Datenübertragungsmodul der kommunizierenden Plattformen empfangen wird.

[0030] Der Fusionsrechner **52** der miteinander kommunizierenden Plattformen **1a**, **1b** kann eine Kom-

munikations-Steuerung aufweisen, durch die die Art der Kommunikation, also z. B. eine gleichberechtigte oder eine Master-Slave-Kommunikation durchgeführt und gegebenenfalls konfiguriert oder angewählt wird.

[0031] Eine Konstellation von zwei Plattformen **1a**, **1b** mit den Flugrichtungen **2a** bzw. **2b** und drei realen Emittern E1, E2, E3 ist in der **Fig. 4** dargestellt. Die Plattformen **1a** und **1b** empfangen von den Emittern E1, E2 und E3 Signale und bestimmen aus den empfangenen Signalen die Richtung des Emitters relativ zur messenden Plattform. In **Fig. 4** sind entsprechend für die Plattform **1a** die Strahlen S11, S12 und S13, die die Plattform **1a** vermessen hat, und die Strahlen S21, S22 und S23, die die Plattform **1b** vermessen hat, eingetragen. Die Schnittpunkte dieser Strahlen sind mögliche Positionen für die Emittter E1, E2, E3. Es ergeben sich insgesamt neun mögliche geometrische Schnittpunkte. Die Zahl der Schnittpunkte ist also wesentlich höher als die Zahl (drei) der tatsächlichen Emittterpositionen. Von der Plattform **1a** gesehen ergeben sich als mögliche Positionen für den ersten Emittter E1 die Standorte E11, E12, E13, für den zweiten Emittter E2 die möglichen Positionen E21, E22 und E23, für den dritten Emittter **3** die möglichen Positionen E31, E32, E33. Es ist leicht erkennbar, daß nur auf Basis der Richtungs-Informationen, die zwischen den beiden Plattformen **1a**, **1b** ausgetauscht werden, keine eindeutige Zuordnung der Emittter-Standorte E1, E2 und E3 möglich ist.

[0032] Zur Bestimmung der Positionen der Emittter-Standorte E1, E2 und E3 wird erfindungsgemäß diese Mehrdeutigkeit dadurch eliminiert, daß zusätzlich zu den Richtungs-Informationen elektronische Eigenschaften der aufgefaßten Signale, also der Pulsfolgen **11**, **12**, zwischen den Plattformen ausgetauscht werden. Aus der Vielzahl möglicher geometrischer Schnittpunkte werden durch Korrelation der verwendeten elektronischen Eigenschaften diejenigen als Emittter-relevant ausgewählt, bei denen die elektronischen Eigenschaften der sich schneidenden Strahlen gleich sind.

[0033] Im Beispiel der **Fig. 4** haben gleiche elektronische Eigenschaften die Strahlen S11 und S21 und entsprechend ist der Schnittpunkt E11 die reale Position des Emitters E1. Analog ergeben sich die realen Positionen der Emittter E2 und E3 mit E22 bzw. E33. Durch den Austausch der elektronischen Eigenschaften lassen sich im Prinzip schon nach einer Peilung oder Vermessung aus der Vielzahl der geometrischen Schnittpunkte die virtuellen Schnittpunkte eliminieren und die realen Emittter-Positionen herausfiltern. Dies ist insbesondere relevant bei einer großen Anzahl von Emitttern oder Plattformen und kann Mehrdeutigkeiten bei der Lokalisierung kurz aufschaltender Emittter, im Gegensatz zum heutigen Stand der Technik, effektiv reduzieren.

[0034] Vorteilhafterweise werden zwei bis drei Peilungen durch jede Plattform **1**, **2** abgewartet, bevor die gefilterten, d. h. mittels eines Vergleichs der elektronischen Eigenschaften der Emittter-Strahlen ermittelten Emittter-Positionen als vermessene Emittterpositionen deklariert und, im Fall bemannter Plattformen, zur Anzeige gebracht werden. Dadurch können virtuelle Positionen, die durch Sekundärstrahlen, z. B. durch Gelände-Reflexe, erzeugt werden, eliminiert werden.

[0035] Erfindungsgemäß werden folgende elektronischen Eigenschaften der Emittter-Strahlen zur Bestimmung von Emittter-Positionen zwischen den Plattformen ermittelt und ausgetauscht:

- die gemessene Frequenz der empfangenen Emittter-Signale,
- die Zeitdifferenzen **17** zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Pulsen **15** der empfangenen Pulsfolge **13**,
- ein zwischen den miteinander kommunizierenden Plattformen **1**, **2** vereinbartes Kurzzeichen, das die Folge der Zeitdifferenzen der vermessenen Pulsfolge klassifiziert.

[0036] Um den Korrelationsprozess zur Lokalisierung von Emitttern aufgrund des Vergleichs empfangener Emittter-Signal-Charakteristiken zu verbessern, können optional noch folgende elektronischen Eigenschaften der Emittter-Strahlen zwischen den Plattformen ermittelt und ausgetauscht werden:

- die Pulsdauer der empfangenen Pulsfolge **13**.
- die gemessene Frequenzbreite oder der minimale und maximale Frequenzwert für den Fall frequenz-agiler Emittter,
- die Polarisation des empfangenen Signals, die insbesondere bei dichteren Szenarien vorteilhaft für die Signal-/Peil-Linienkorrelation heranzuziehen ist,
- die gemessene mittlere Intensität des aufgefaßten Emitttersignals.

[0037] Erfindungsgemäß wird neben der gemessenen Frequenz, der Zeit-Differenzen zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Pulsen und einem Zeichen für die Folge der Zeitdifferenzen der vermessenen Pulsfolge optional zumindest eine der voranstehend genannten elektronischen Eigenschaften zur Bestimmung von Emittter-Positionen verwendet, wobei jedoch optional auch mehrere dieser zur Positions-Bestimmung herangezogen werden können.

[0038] Durch die erfindungsgemäße Lösung, die wesentlichen Eigenschaften der aufgefaßten Fragmente einer gesamten Emittter-Pulsfolge zu beschreiben und Kenndaten dieser Eigenschaften zwischen den Plattformen zu übertragen; ist eine direkte Zuordnung der aufgefaßten Signale zu einem bestimmten Emittter nicht erforderlich. Andernfalls wäre er zur Kennzeichnung eines Emitters mit einer Kodierung erforder-

derlich, daß eine ausreichende Vorkenntnis über die zu vermessenden Pulsfolgenzüge und die damit verbundenen charakteristischen Emitterparameter zum Zeitpunkt des Einsatzes und damit der Erfassung der Emitter-Signaturen bekannt ist. Denn nur dann lassen sich die Eigenschaften der in einer Datenbank abgelegten Emitter-Signale weiteren empfangenen Signalen zuordnen. Demgegenüber ist jedoch bei üblichen Anwendungsfällen diese Vorkenntnis häufig nicht gegeben, da die Signalparameter mehrmals im Verlauf eines Tages verändert werden können, so daß die Kennzeichnung der Emitter mit einer vorher vereinbarten Kodierung nur eine begrenzte Anwendungsrelevanz hat. Außerdem wird eine eindeutige Identifizierung von Emitter-Signalen bei nur kurz aufschaltenden Emittlern dadurch erschwert, daß die HF-Sensoren, die eine Vielzahl von Frequenzbändern absキャンen, die Emitter nur noch mit Meßzeiten erfassen, die deutlich kürzer sind als die Strahlzeit dieser Emitter. Häufig stehen dann nur Fragmente einer gesamten Emitter-Pulsfolge am Sensor-Ausgang zur Verfügung, so daß erst die erfindungsgemäße Verwendung genannter elektronischer Kenndaten der Emitter-Signale eine Emitter-Identifizierung im Fall komplexerer Signalformen und kurzer Emitter-Aufschaltzeiten ermöglicht.

[0039] Zur Korrelation der elektronischen Eigenschaften der Emitter-Signale werden die von einer Plattform **1**, **2** empfangenen Pulszüge nach Frequenz-Fenstern oder Frequenz-Bändern sortiert, wobei die Breite der Frequenz-Bänder vom Anwendungsfall und auch von Eigenschaften der beteiligten HF-Sensoren abhängt.

[0040] Bei einem Anwendungsfall der Erfindung, bei dem nur ein Emitter in dem betreffenden Frequenzfenster aufgefaßt wird, erübrigt sich die Übertragung weiterer Emitter-Eigenschaften. Im Regelfall werden aber mehrere Emitter in einem Frequenzband aufgefaßt, so daß erfindungsgemäß die weiteren optionalen Eigenschaften des Signals ausgetauscht werden, um Mehrdeutigkeiten zu eliminieren,.

[0041] Die zu übertragende Datenmenge wächst mit wachsender Zahl der Emitter, die sich im Gesichtsfeld der Sensoren **50**, **50a**, **50b** der empfangenden Plattformen **1a**, **1b** befinden, und würde bei hoher Emitter-Dichte möglicherweise die maximale Datenrate der verwendeten Datenlinks übersteigen. Erfindungsgemäß kann die zu übertragende Datenmenge insbesondere bei hoher Emitterdichte weiter reduziert und den Begrenzungen heutiger Daten-Links angepaßt werden, indem die geometrischen Daten und elektronischen Kenndaten der empfangenen Emitter-Signale neu auftauchender Emitter mit höherer Priorität und die Daten schon vermessener Emitter mit nachgeordneter Priorität übertragen werden. Je nach der Priorität wird eine entsprechende Wiederholrate für

die Übertragung der elektronischen Kenndaten der Emitter-Signale vorgesehen.

[0042] Dabei werden die Emitter-Signale beziehungsweise Peil-Strahlen für die Übertragung folgendermaßen sortiert:

- Strahlen, die nicht durch schon bekannte Emitter-Positionen gehen, werden sofort mit den nächsten beiden HF-Datenpaketen zwischen den Plattformen übertragen, während
- Strahlen, die schon bekannten oder vermessenen Emitter-Positionen zuzuordnen sind, erst dann in nachfolgenden Datenpaketen übertragen werden, wenn die danach empfangenen Signale bzw. Strahlen in der Korrelation zu einer eindeutigen Lokalisierung der neu aufgetauchten Emitter geführt haben.

[0043] Mit diesem Vorgehen ist es bei begrenzter Datenübertragungsrate möglich, auch in einem Szenario mit höherer Emitterdichte zügig ein aktualisiertes Bild der Emitterlage durch „bord-überschreitende“ Korrelation zu ermitteln und – im Fall von bemannten Flugzeugen – der Flugzeugbesatzung zur Anzeige zu bringen.

[0044] Zur weiteren Reduktion der zu übertragenden Datenmenge können die elektronischen Emitter-Parameter mit einer Kodierung gekennzeichnet werden, die die Emitter-Identifikation mit einem für den Einsatz-Verband bekannten, in einer Datenbank abgelegten Kurzzeichen beschreibt. Dabei wird nur diese Kodierung zusammen mit den genannten geometrischen Kenndaten übertragen.

[0045] Zur Anwendung des erfindungsgemäßen Emitter-Lokalisierungsverfahrens auf Emitter mit komplexen Signalen/Pulsfolgen:

Erfindungsgemäß wird eine zeitliche Synchronisierung/Gleichtaktung der Frequenzmeßfenster der beteiligten Flugzeug-Sensoren **50a**, **50b** vorgesehen. Dadurch sind die Meßzeitpunkte t_1 und t_2 der HF-Sensoren der beteiligten Flugzeuge im Frequenzfenster des aufgefaßten Emitters nicht unterschiedlich. Mit dieser Maßnahme werden bei Emittlern mit komplexen Pulsfolgen (vgl. **Fig. 5**) sowie bei frequenz-agilen Emittlern (vgl. **Fig. 6**) Probleme vermieden, die entstehen, wenn die zeitlichen Pulsabstände und/oder die Frequenzagilität über ein Zeitintervall moduliert sind, das deutlich länger ist als die Meßzeit in einem Frequenzfenster.

[0046] Diese Probleme entstehen bei Verfahren nach dem Stand der Technik, wie im folgenden im Detail ausgeführt wird:

[0047] **Fig. 5** zeigt, auf der vertikalen Achse, den Zeitabstand PRI zwischen 2 auf einander folgenden Emitter-Pulsen. Nach einer Zeit t_{int} , die beispielsweise 10 bis 50 Emitter-Pulse beinhalten kann, wird der

PRI-Wert von PRI-a auf den höheren Wert PRI-b geschaltet und nach einem weiteren Zeitintervall auf den nächsten Wert PRI-c. Nach diesen drei Schaltintervallen kann sich die Modulation der PRI-Werte wiederholen, wie es in der [Fig. 5](#) beispielhaft dargestellt ist. Da nach dem Stand der Technik die Frequenz-Bänder/-Meßfenster der beteiligten HF-Sensoren nicht synchronisiert bzw. gleichgetaktet sind, vermessen die HF-Sensoren der beteiligten Flugzeuge im Stand der Technik das Frequenzband bzw. die Frequenzbänder (bei frequenzagilen Emittlern), in dem bzw. in denen der Emitter strahlt, zu unterschiedlichen Zeiten. In [Fig. 5](#) sind entsprechend die Meßzeiten t_1 und t_2 der Plattformen **1** und **2** unterschiedlich eingetragen. In der bei komplexen Emittlern häufig auftretenden Situation, bei der die Schaltintervalle t_{int} für den zeitlichen Pulsabstand PRI länger ist als die Meßdauer $\Delta t_{\text{meß}}$ (siehe [Fig. 5](#)), wird der Sensor **50a** auf Plattform **1a** zum Zeitpunkt t_1 einen anderen PRI-Wert erfassen, nämlich PRI-a, als der Sensor **50b** der Plattform **1b** zum Zeitpunkt t_2 , der dann PRI-c mißt. Nach einer Wiederholzeit t_{wi} , die unter anderem abhängig ist vom Verhältnis der Frequenzbreite des momentanen Meßfensters zum gesamten Frequenzbereich, in dem der HF-Sensor die Emitterstrahlen erfassen kann, wiederholt der HF-Sensor die Emittermessung in dem entsprechenden Frequenzmeßfenster. Die Wiederholzeit t_{wi} kann bei den Verfahren nach Stand der Technik von Plattform zu Plattform variieren, d. h. von der funktionalen Auslegung des jeweiligen Avionilsystems abhängen. Bei sehr empfindlichen HF-Sensoren ist das Frequenzband des Meßfensters üblicherweise wesentlich kleiner oder schmaler als der gesamte Frequenzbereich des Sensors und entsprechend ist die Wiederholzeit t_{wi} wesentlich länger als die Meßdauer $\Delta t_{\text{meß}}$ eines Frequenzbands. Dabei kann t_{wi} üblicherweise Werte im Bereich von etwa 1 bis 3 Sekunden haben. Es kann also bei Verfahren nach dem Stand der Technik bei Emittlern mit einer Pulsfolge entsprechend dem in [Fig. 5](#) skizzierten Beispiel der Fall eintreten, daß nicht nur die Plattform **1a** und **1b** unterschiedliche PRI-Werte messen, sondern daß auch auf Plattform **1a** bei der zweiten Vermessung nicht mehr der Wert PRI-a, sondern der Wert PRI-b gemessen wird. Entsprechendes gilt für den Sensor auf Plattform **1b**. Beim Stand der Technik kann also bei Emittlern mit komplexeren Pulsfolgen entsprechend dem an Hand der [Fig. 5](#) beschriebenen Beispiel der Fall eintreten, daß von ein und demselben Emitter unterschiedliche momentane elektronische Kenndaten, wie der Zeitabstand PRI zweier auf einander folgenden Pulse, von Plattform **1a** und Plattform **1b** vermessen werden. Aus diesem Grund ist für derartige komplexe Emitter eine schnelle Zuordnung der Peilstrahlen (von Plattform **1a** und **1b**) auf Basis der elektronischen Kenndaten ([Fig. 8](#)) nach dem Stand der Technik sehr erschwert und meistens nicht möglich. Erst nach einer häufigeren Wiederholung der Messung in dem relevanten (im Fall von sehr frequenzagilen

Emittlern in mehreren) Frequenzband werden ausreichend viele Pulse erfaßt, so daß auch bei einer komplexen und längeren Pulsfolge eine eindeutige Klassifizierung des Signals bzw. der Pulsfolge ermöglicht wird. Mit der dann erfolgten „elektronischen“ Klassifizierung können die einander entsprechenden Peilstrahlen zugeordnet werden. Mit diesem Vorgehen können auch bei mehreren ähnlichen Emittlern Mehrdeutigkeiten bei der Lokalisierung schließlich eliminiert werden, allerdings auf Kosten einer längeren Meßzeit. Die Verfahren nach dem Stand der Technik liefern beim Auftreten von mehreren komplexen Emittlern nur eindeutige Ergebnisse bei längeren Emitterstrahlzeiten.

[0048] Die Lokalisierung komplexer Emitter mittels plattform-übergreifenden Triangulation (mit passiven HF-Sensoren) wird erfindungsgemäß dadurch beschleunigt, daß die HF-Sensoren der beteiligten Flugzeuge veranlaßt werden, gleichzeitig dasselbe Frequenzfenster zu erfassen. Diese Gleichzeitigkeit wird beispielsweise dadurch erreicht, daß beide Flugzeuge jeweils einen Zeitgeber mit derselben Zeit verfügbar haben. Für die Zwecke der erfindungsgemäßen Anwendung ist eine Genauigkeit in der Größenordnung von etwa 0,1 msec ausreichend. Diese Genauigkeit kann durch die Nutzung eines Satelliten-Navigationssystems und/oder mit Hilfe eines Datenlinks zu einem externen Zeitgeber erreicht werden. Es wird dann zwischen den beteiligten Flugzeugen verabredet, daß zu bestimmten Uhrzeiten, die sich periodisch wiederholen, sowie über eine vorbestimmte Zeitdauer ausgewählte Frequenzbänder vermessen werden.

[0049] Sind nun die Frequenz-Meßfenster zwischen den beteiligten Plattformen gleich getaktet und erfolgt die Vermessung von Emittlern näherungsweise zeitgleich bei den beteiligten Flugzeugen, so können auch bei Emittlern mit komplexeren Signalen bzw. Pulsfolgen die Peilstrahlen, die von den beteiligten Flugzeugen vermessen werden, „emittergerecht“ zugeordnet werden. Auf diese Weise werden Zuordnungsprobleme bei der Erfassung von mehreren Emittlern vermieden, die zum Beispiel in [Fig. 7](#) beschrieben sind. Auch können fliegende Emitter, wenn diese nur kurz aufschalten, passiv getrackt werden, was mit dem heutigen Stand der Technik praktisch nicht möglich ist.

[0050] In der [Fig. 6](#) ist die Zuordnungsproblematik nach dem heutigen Stand der Technik für frequenzagile Emitter veranschaulicht. [Fig. 6](#) zeigt die momentane Emitterfrequenz beispielhaft für einen Emitter, bei dem die Frequenz von einem Wert f_1 nach einem Zeitintervall t_{int} auf den Wert f_2 und nach einem weiteren Zeitintervall auf den Wert f_3 geschaltet wird. Nach diesen drei Schaltintervallen kann sich die Frequenzfolge wiederholen. Nach dem Stand der Technik sind in der Regel die Zeiten t_1 und t_2 , in denen

die beteiligten Plattformen ECR1 und ECR2 für eine Zeitdauer $\Delta t_{\text{meß}}$ messen, unterschiedlich. Es werden dann die momentanen Frequenzen f_1 von Plattform ECR1 und f_3 von Plattform ECR 2 gemessen, wie in [Fig. 6](#) illustriert. Die Zuordnung der entsprechenden Peilstrahlen ist dann auf grund der vermessenen elektronischen Frequenz schwierig und kann bei mehreren aufgefaßten Emittoren in einem Frequenzband zu Mehrdeutigkeiten bei der plattformübergreifenden Triangulation führen.

[0051] Demgegenüber werden die Frequenz-Meßfenster der beiden Flugzeuge erfindungsgemäß gleichgetaktet, so daß die Messung in einem Frequenzband auf beiden Plattformen zur gleichen Zeit t_{gt} erfolgt. Dadurch wird in beiden Plattformen **1a**, **1b** die gleiche „momentane“ Frequenz f_2 gemessen.

[0052] Auf diese Weise können die Peilstrahlen auf Basis der „momentanen“ elektronischen Frequenz im vermessenen Zeitintervall zugeordnet werden, auch wenn eine eindeutige elektronische Identifizierung der Emittoren – aufgrund der begrenzten Pulszahl pro Frequenzmeßfenster – bei komplexeren Pulsfolgen noch nicht oder nur mit Mehrdeutigkeiten möglich ist. Die zeitliche Gleich-Taktung der Frequenz-Meßfenster ist besonders hilfreich bei der Lokalisierung von neueren Emittoren, wenn diese PRI- und frequenzagil sind und dabei nur kurz aufschalten, da dann von beiden Plattformen die gleiche „momentane“ elektronische Signatur gesehen wird.

[0053] Sind mehrere gleichartige Emittoren (z. B. zwei Bedrohungs-Radare vom gleichen Typ und ein Köder-Radar, die näherungsweise gleiche Frequenz oder vom HF-Sensor nicht auflösbare Frequenzunterschiede haben) im Gesichtsfeld der HF-Sensoren, so kann nach heutigem Stand der Technik folgender Fall auftreten: Selbst nach zwei Peilungen können auf Basis der vermessenen elektronischen Parameter die Peilstrahlen noch nicht oder nur mehrdeutig zugeordnet werden.

[0054] Sind in dem Szenario mehr als zwei Plattformen präsent, die die strahlenden Emittoren auffassen und vermessen, so kann das bei der kooperativen Peilung vorteilhaft zu schnelleren Elimination von virtuellen Schnittpunkten genutzt werden.

[0055] In [Fig. 7](#) ist die erfindungsgemäße Lösung schematisch veranschaulicht für den Fall von drei aufgefaßten Emittoren im Gesichtsfeld von drei Plattformen P1, P2 und P3. Jeder dieser drei Plattformen liefert zumindest drei Peilstrahlen entsprechend den drei aufgefaßten Emittoren. Dadurch ergeben sich beim Schneiden der insgesamt neun Peilstrahlen wesentlich mehr geometrische Schnittpunkte als wahre Emittoren-Positionen. In [Fig. 7](#) sind die virtuellen Schnittpunkte mit offenen Kreisen, die wahren Emittoren-Positionen mit gefüllten Kreisen dargestellt. Die

realen Emittorenpositionen fallen nun im Regelfall mit den Tripel-Schnittpunkten zusammen, während die virtuellen Schnittpunkte sich dadurch auszeichnen, daß sich hier nur zwei Peilstrahlen schneiden. Durch Aussondern der „Zweier-Schnittpunkte“ lassen sich die virtuellen Schnittpunkte eliminieren, ohne daß – wie es bei nur zwei beteiligten Plattformen erforderlich wäre – die elektronischen Signal-Eigenschaften im Detail, wie oben diskutiert, bekannt sein müssen. Es werden also die virtuellen Schnittpunkte von echten Emittoren-Positionen dadurch unterschieden, daß den Tripel-Schnittpunkten höchste Priorität und den paarweisen Schnittpunkten eine nachgeordnete Priorität zugeordnet wird.

[0056] Dieses Verfahren zur Elimination von virtuellen Schnittpunkten läßt sich vorteilhaft bei stationären Emittoren und vor allem dann anwenden, wenn die HF-Sensoren ausreichend empfindlich sind, um auch Nebenkeulen der Emittoren zu erfassen. Dies ist wichtig bei der Auffassung von Tracking-Radaren, die meistens die Hauptkeule nur in einem kleineren Raumwinkelbereich abstrahlen. Bei fliegenden Emittoren wird dieses erfindungsgemäße Verfahren vorteilhafterweise bei drei oder mehreren Plattformen angewendet, und insbesondere wenn (wie voranstehend beschrieben) zwischen den beteiligten Plattformen verabredet ist, daß die auffassenden HF-Sensoren gleichzeitig im selben Frequenzband messen.

[0057] Zusammenfassend ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur Lokalisierung von Emittoren im Radar-Frequenzbereich auf Basis der Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor zur Ermittlung von Emittorenstrahl-Eigenschaften vorgesehen, wobei die fliegenden Plattformen untereinander zur Bestimmung von geometrischen Eigenschaften der Emittorenstrahlen die Flugzeug-Position zum Zeitpunkt der Emittoren-Vermessung und den Azimuth-Winkel, unter dem der Emittoren vermessen wird, miteinander austauschen, wobei zusätzlich die gemessene Frequenz der empfangenen Emittoren-Signale, die Zeitdifferenzen **17** zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Pulsen **15** der empfangenen Pulsfolge **13**, ein Zeichen zur Klassifizierung der Folge der Zeitdifferenzen der vermessenen Pulsfolge ausgetauscht werden, und wobei aus der Vielzahl der sich aus der Emittoren-Vermessung ergebenden möglichen Schnittpunkte der Peilstrahlen diejenigen Schnittpunkte zur Bestimmung der Emittoren-Position verwendet werden, bei denen die elektronischen Eigenschaften der sich schneidenden Emittoren-Strahlen identisch sind. Zusätzlich kann die Pulsdauer der empfangenen Pulsfolge **13** des Emitters und/oder die gemessene Frequenzbreite oder der minimale und maximale Frequenzwert der empfangenen Pulsfolge **13** des Emitters und/oder die Polarisation des empfangenen Signals der empfangenen Pulsfolge **13** des Emitters und/oder die gemessene mittlere Intensität der emp-

fangenen Pulsfolge (13) des Emitters zwischen den Plattformen 1a, 1b ausgetauscht werden.

[0058] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern können die elektronischen Emitter-Parameter mit einer Kodierung verschlüsselt werden, die die Emitter-Identifikation mit einem für den Einsatz-Verband bekannten, in einer Datenbank abgelegten Kurzzeichen beschreibt. Weiterhin können die von den Plattformen 1a, 1b verwendeten Frequenz-Meßfenster zwischen den Plattformen gleich getaktet sein und die Vermessung der Emitter zeitgleich bei den beteiligten Flugzeugen erfolgen. In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens können die Frequenz-Meßfenster der beiden Plattformen 1a, 1b gleichgetaktet sein, so daß die Messung in einem Frequenzband auf beiden Plattformen zur gleichen Zeit t_{gt} erfolgt, um in den Plattformen 1a, 1b die gleiche momentane Frequenz f_2 zu messen.

[0059] Erfindungsgemäß kann das Verfahren in einem Emitter-Lokalisierungssystem einer fliegenden Plattform 1a zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung mittels einem HF-Sensor 50a implementiert sein, das über ein Datenübertragungs-Modul 54a Daten eines HF-Sensors 50b einer weiteren fliegenden Plattform 1b zur Beschreibung der Eigenschaften von Emitter-Strahlen empfangen kann, um ein Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche auszuführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern im Radar-Frequenzbereich auf Basis der Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor, welcher basierend auf detektierten pulsierenden Emitterstrahlen Emittereigenschaften ermittelt, wobei die fliegenden Plattformen untereinander zur Bestimmung von geometrischen Eigenschaften der Emitterstrahlen die Flugzeug-Position zum Zeitpunkt der Emitter-Vermessung und den Azimuth-Winkel, unter dem der Emitter vermessen wird, miteinander austauschen, wobei zusätzlich folgende elektronischen Eigenschaften der empfangenen Emitter-Strahlen ausgetauscht werden:

- die gemessene Frequenz der empfangenen Emitter-Signale,
- die Zeitdifferenzen (17) zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Pulsen (15) der empfangenen Pulsfolge (13),
- ein Zeichen zur Klassifizierung der Folge der Zeitdifferenzen der vermessenen Pulsfolge, wobei aus der Vielzahl der sich aus der Emitter-Vermessung ergebenden möglichen Schnittpunkte der Peilstahlen diejenigen Schnittpunkte zur Bestimmung der Emitter-Position verwendet werden, bei denen die elektroni-

schen Eigenschaften der sich schneidenden Emitter-Strahlen identisch sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

die elektronischen Emitter-Parameter mit einer Kodierung verschlüsselt werden, die die Emitter-Identifikation mit einem für den Einsatz-Verband bekannten, in einer Datenbank abgelegten Kurzzeichen beschreibt.

2. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die Pulsdauer der empfangenen Pulsfolge (13) des Emitters zwischen den Plattformen (1a, 1b) ausgetauscht werden.

3. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die gemessene Frequenzbreite oder der minimale und maximale Frequenzwert der empfangenen Pulsfolge (13) des Emitters zwischen den Plattformen (1a, 1b) ausgetauscht werden.

4. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Polarisation des empfangenen Signals der empfangenen Pulsfolge (13) des Emitters zwischen den Plattformen (1a, 1b) ausgetauscht werden.

5. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die gemessene mittlere Intensität der empfangenen Pulsfolge (13) des Emitters zwischen den Plattformen (1a, 1b) ausgetauscht werden.

6. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich der Elevations-Winkel der empfangenen Emitterstrahlen, der Azimuth-Winkelmeßfehler Winkel der empfangenen Emitterstrahlen und/oder der Zeitpunkt der Emitter-Vermessung zwischen den Plattformen (1a, 1b) ausgetauscht werden.

7. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrischen Da-

ten und elektronischen Kenndaten der empfangen Emitter-Signale neu auftauchender Emitter mit höherer Priorität und die Daten schon vermessener Emitter mit nachgeordneter Priorität übertragen werden und beim Austausch zwischen den Plattformen (**1a**, **1b**) in Abhängigkeit der Priorität eine entsprechende Wiederholrate für die Übertragung der elektronischen Kenndaten der Emitter-Signale vorgesehen ist.

8. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Plattformen (**1a**, **1b**) verwendeten Frequenz-Meßfenster zwischen den Plattformen gleich getaktet sind und die Vermessung der Emitter zeitgleich bei den beteiligten Flugzeugen erfolgt.

9. Verfahren zur Lokalisierung von Emittlern durch Kreuzpeilung von zumindest zwei fliegenden Plattformen mit jeweils zumindest einem passiven HF-Sensor nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz-Meßfenster der beiden Plattformen (**1a**, **1b**) gleichgetaktet sind, so daß die Messung in einem Frequenzband auf beiden Plattformen zur gleichen Zeit (t_{gt}) erfolgt, um in den Plattformen (**1a**, **1b**) die gleiche momentane Frequenz (f_z) zu messen.

10. Emitter-Lokalisierungssystem einer fliegenden Plattform (**1a**) zur Lokalisierung von Emitter-Pulsfolgen durch Kreuzpeilung mittels eines HF-Sensors (**50a**), das dafür vorgesehen ist, über ein Datenübertragungs-Modul (**54a**) folgende Daten eines HF-Sensors (**50b**) einer weiteren fliegenden Plattform (**1b**) zu empfangen:

- die gemessene Frequenz der empfangenen Emitter-Signale,
 - die Zeitdifferenzen (**17**) zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Pulsen (**15**) der empfangenen Pulsfolge (**13**),
 - ein Zeichen zur Klassifizierung der Folge der Zeitdifferenzen der vermessenen Pulsfolge,
- wobei ein Fusionrechner (**52a**) vorgesehen ist, mit dem aus der Vielzahl der sich aus der Emitter-Vermessung ergebenden möglichen Schnittpunkte der Peilstahnen beider Plattformen diejenigen Schnittpunkte zur Bestimmung der Emitter-Position ermittelt werden, bei denen die elektronischen Eigenschaften der sich schneidenden Emitter-Strahlen identisch sind.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

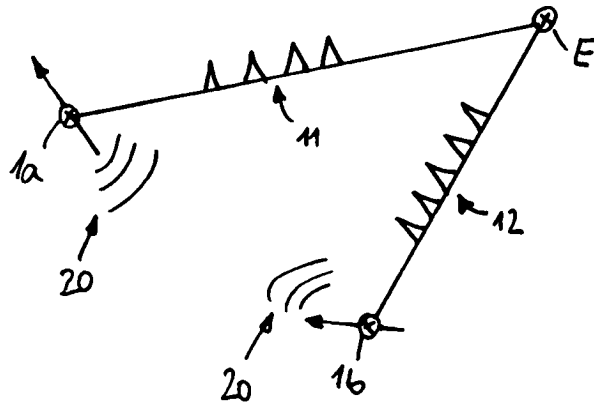


Fig. 1

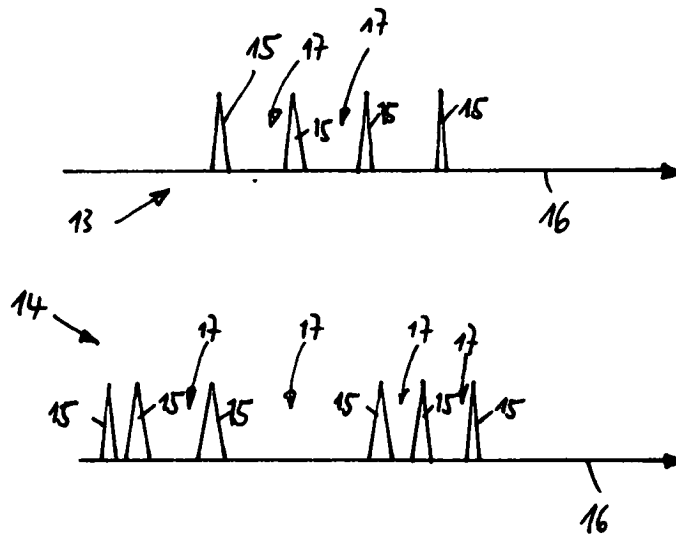


Fig. 2

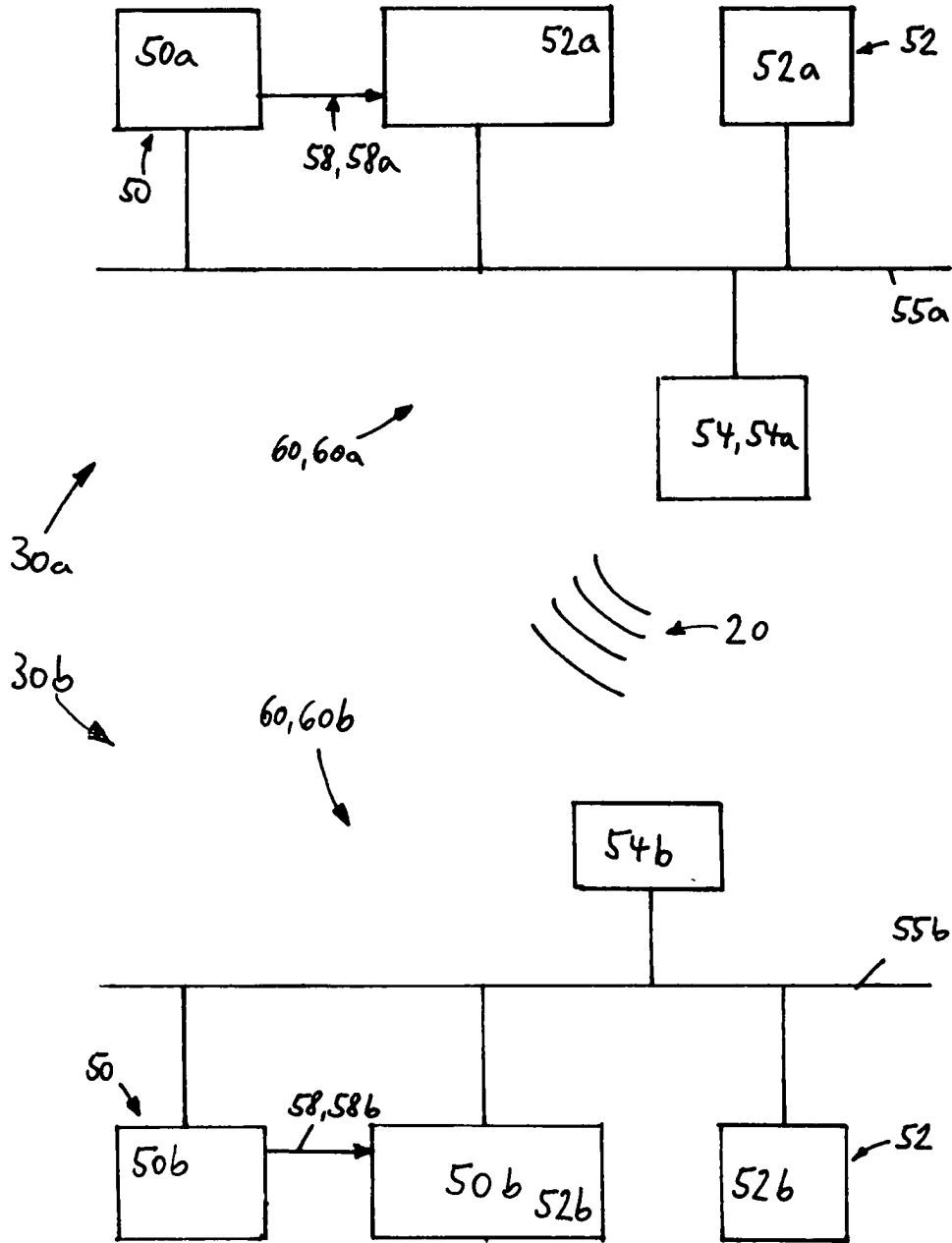


Fig. 3

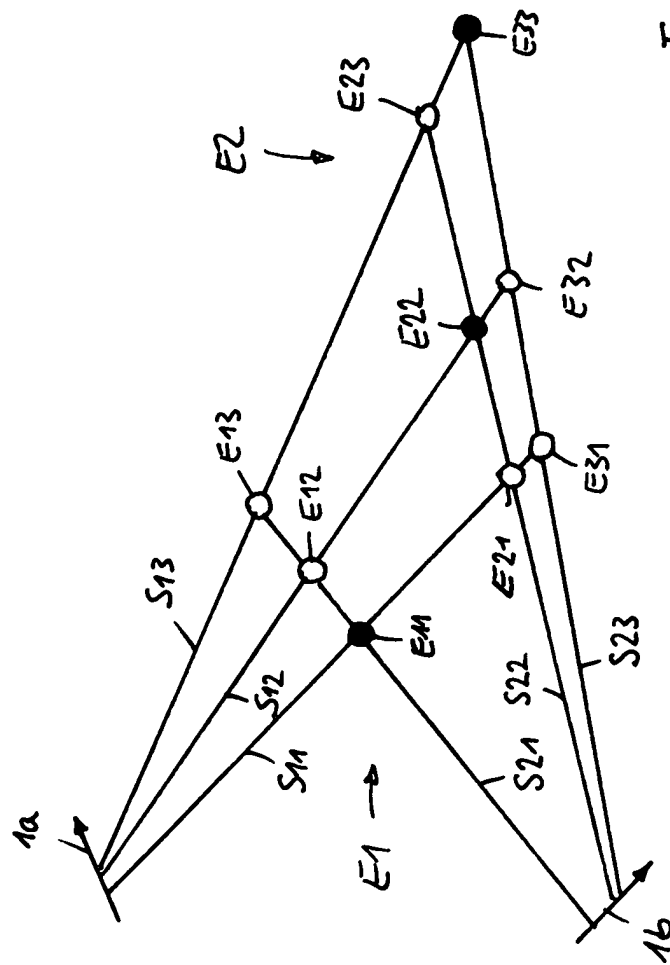


Fig. 4

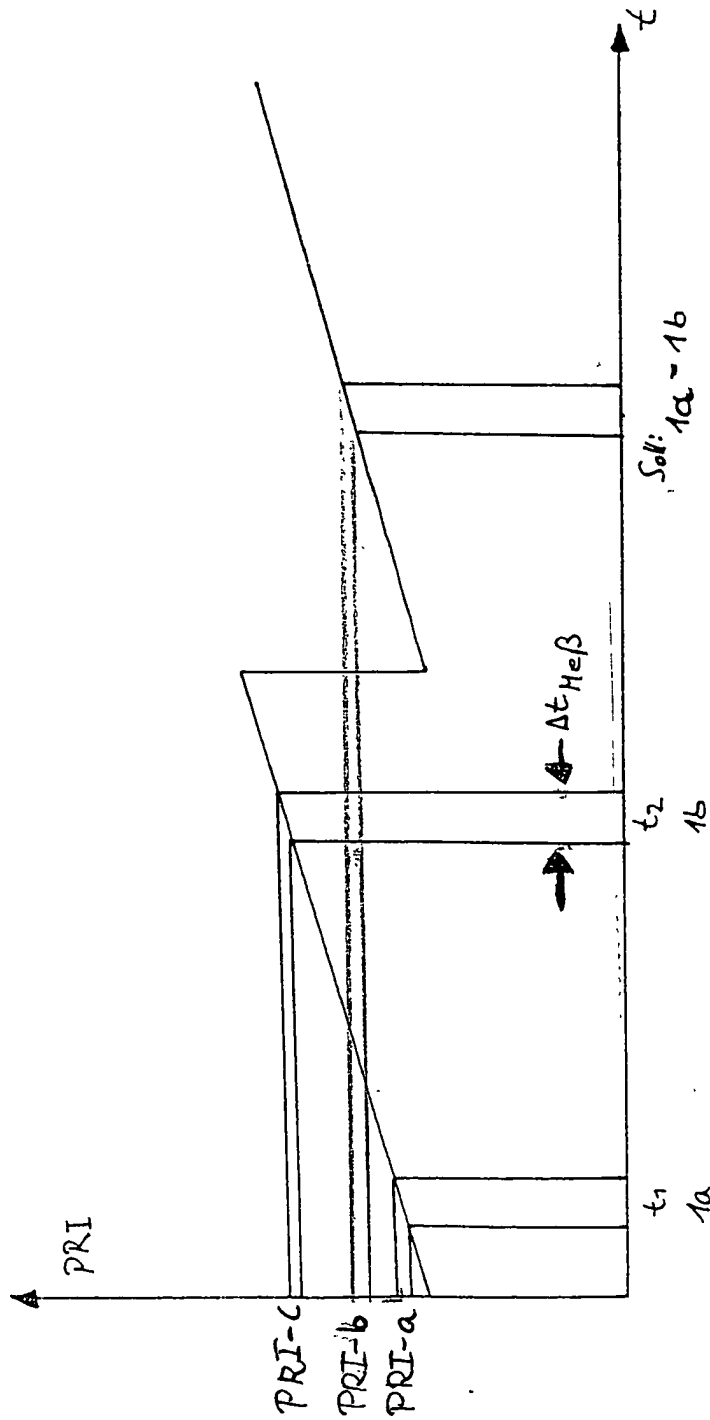


Fig. 5

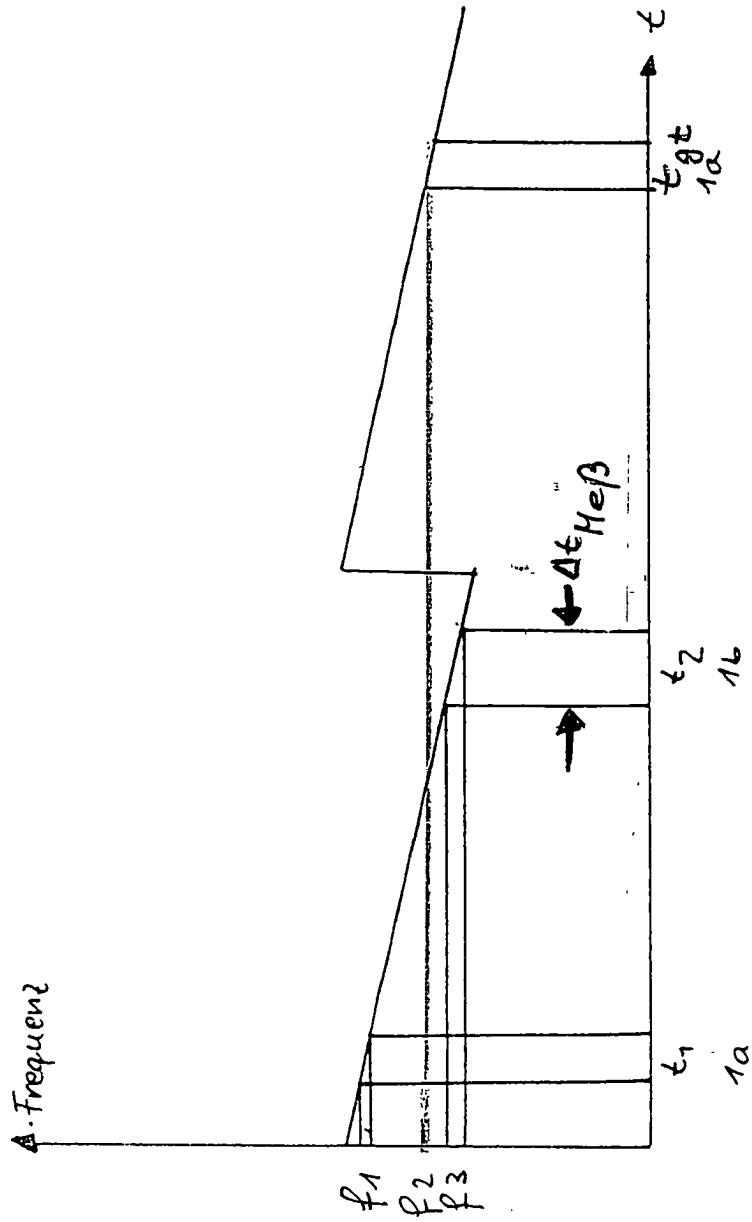


Fig. 6

