

(19)



(11)

EP 2 525 519 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.11.2012 Patentblatt 2012/47

(51) Int Cl.:
H04K 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12002958.2**

(22) Anmeldetag: **27.04.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
 • **Mietzner, Jan Dr.**
89077 Ulm (DE)
 • **Nickel, Patrick**
89584 Ehingen (DE)
 • **Meusling, Askold, Dr.**
83607 Holzkirchen (DE)

(30) Priorität: **17.05.2011 DE 102011101712**

(71) Anmelder: **EADS Deutschland GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(74) Vertreter: **Riegel, Werner**
EADS Deutschland GmbH
Patentabteilung CLI
88039 Friedrichshafen (DE)

(54) **Verfahren zur Zeitsynchronisation von Störsendern**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur zeitlichen Synchronisation von mehreren kooperierenden reaktiven Störsendern zum Stören von Zielsignalen, wobei zur zeitlichen Synchronisation ein oder mehrere Störsen-

der durch einen geeigneten, aufwandsarmen Mechanismus von einem Störbetrieb in einen speziellen Synchronisationsmodus umgeschaltet werden, der zeitlich sehr kurz ist und einen geringen Ressourceneinsatz erfordert, so dass eine hohe Störeffizienz erhalten bleibt.

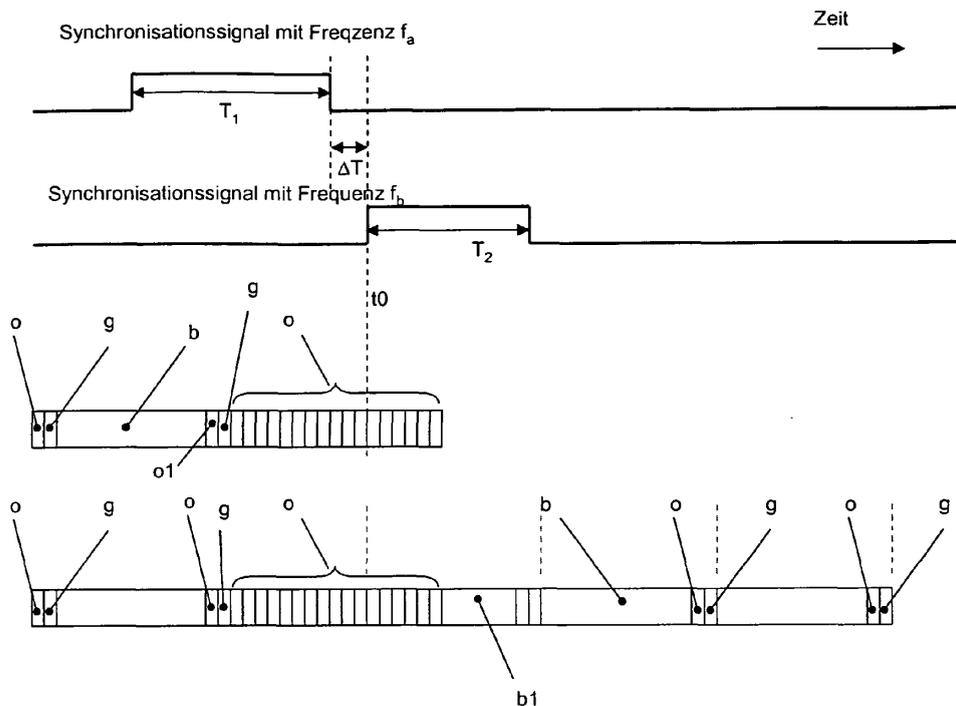


Fig. 3

EP 2 525 519 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zeitsynchronisation von Störsendern gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0002] Allgemein machen Störsender für Funksignale den einwandfreien Empfang von Funknachrichten schwierig oder unmöglich. Der Störsender sendet dabei, wie der zu störende Sender, Energie in Form von elektromagnetischen Wellen aus und überlagert die ursprünglichen Wellen ganz oder teilweise. Er kann auf der gleichen Mittenfrequenz wie der gestörte Empfänger arbeiten oder auf einer benachbarten Mittenfrequenz. Dabei sind die Feldstärke, die Modulation des Störsignals sowie die der gestörten Nachricht von Bedeutung.

[0003] Aus der DE 10 2008 038 315 A1 ist ein Verfahren bekannt, das eine effiziente und zuverlässige Störung eines Zielsignals innerhalb von geographisch vorgegebenen Grenzen ermöglicht.

[0004] Aus der US 2006/0153281 A1 sind Störvorrichtungen bekannt, umfassend eine Detektionseinrichtung zur Detektion eines Zielsignals beschrieben, das zwischen einer Sendeeinrichtung und einer Empfangseinrichtung ausgetauscht wird, und eine Störeinrichtung, die nach einer Detektion eines zu störenden Zielsignals dieses stört. Diese Systeme werden auch als reaktive Störsysteme bezeichnet.

[0005] Konventionelle 'Open-Loop'-Störer senden hingegen kontinuierlich Störsignale auf vordefinierten Frequenzbändern aus, unabhängig davon, ob dort momentan Signalaktivität vorliegt oder nicht. Reaktive Störsysteme führen somit in der Regel zu einer deutlich verbesserten Störeffizienz im Vergleich zu 'Open-Loop'-Störern.

[0006] Reaktive Störsysteme prüfen das empfangene Frequenzspektrum zunächst auf potentiell gefährliche Signale und senden dann gezielte Störsignale aus, um die erkannten Kommunikationen zu unterbinden. Dabei sind die Zyklen zwischen Beobachtung und Auswertung des Spektrums bis zum Aussenden der entsprechenden Störsignale relativ kurz. Reaktive Störsysteme kommen unter anderem in mobilen Fahrzeugen zum Konvoischutz gegen per Funk ferngezündete Sprengfallen zum Einsatz. Fahren mehrere reaktive Störsysteme innerhalb eines Konvois, so müssen die Lookthrough (LT)-Phasen, d.h. die Phasen in denen die Störsysteme ein vorgegebenes Frequenzspektrum nach potentiell gefährlichen Signalen absキャンen, der einzelnen Störsysteme zeitlich synchronisiert werden. Andernfalls würden die Störsysteme auf die ausgesendeten Störsignale der jeweils anderen Störsysteme reagieren, anstatt ihre Ressourcen auf tatsächliche Bedrohungssignale zu konzentrieren (sog. Ring-Around Effekt).

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Synchronisation von mehreren in einem Konvoi zusammengeschlossenen reaktiven Störsystemen anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des geltenden Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausge-

staltungen der Erfindung sind Gegenstand von weiteren Unteransprüchen.

[0009] Erfindungsgemäß werden zur zeitlichen Synchronisation von mehreren kooperierenden Störsendern ein oder mehrere Störsender von einem Störbetrieb in einen Synchronisationsmodus umgeschaltet, wobei der Störbetrieb eines Störsenders eine fortlaufende Folge von Störzyklen mit einem vorgegebenen zeitlichen Raster umfasst. Die Umschaltung erfolgt dabei gemäß folgender Schritte:

- Senden eines ersten Synchronisationssignals mit einer Zeitdauer T_1 und mit einer vorgebbaren Frequenz f_a ,
- die kooperierenden reaktiven Störsender schalten im Falle einer Detektion des Synchronisationssignals in der LT-Phase in einen Synchronisationszyklus um, wobei der Synchronisationszyklus eine Folge einer vorgebbaren Anzahl von aufeinander folgenden LT-Phasen umfasst,
- Senden eines zweiten Synchronisationssignals mit einer Zeitdauer T_2 und mit einer vorgebbaren Frequenz f_b ,
- die kooperierenden reaktiven Störsender schätzen durch Auswertung des in einer oder mehreren aufeinanderfolgenden LT-Phasen gemessenen spektralen Leistungspegels des zweiten Synchronisationssignals die zeitliche Position t_0 des Einschaltzeitpunkts des zweiten Synchronisationssignals,
- die kooperierenden reaktiven Störsender synchronisieren sich, wobei die zeitliche Position t_0 als gemeinsamer Ankerpunkt für das zeitliche Raster des Störzyklus verwendet wird.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur zeitlichen Synchronisation zweier oder mehrerer mobiler reaktiver Funkstörsysteme zum Schutz von Konvois oder Einzelfahrzeugen gegen per Funk ferngezündete Bomben. Ein derartiges reaktives Störsystem scannt regelmäßig breitbandig das Frequenzspektrum - während der LT-Phasen - um potentielle Bedrohungssignale zu erkennen. Dazu wird während einer gesonderten Berechnungsphase, vorzugsweise in Echtzeit, eine Spektralanalyse des interessierenden Frequenzbandes durchgeführt. In der darauf folgenden Störphase reagiert das Störsystem dann mit entsprechenden Störsignalen, um das mögliche Auslösen einer per Funk ferngezündeten Bombe in der Nähe des zu schützenden Konvois bzw. Einzelfahrzeugs zu verhindern.

[0011] Im Falle mehrerer reaktiver Störer, die in einem Verbund - zum Beispiel einem Konvoi - aktiv sind, ist eine zeitliche Synchronisation unerlässlich. Ansonsten kommt es zu einem Ring-Around-Effekt, bei dem die einzelnen Störsysteme auf die Störsignale der jeweils anderen Störsysteme reagieren, anstatt ihre Ressourcen auf tatsächliche Bedrohungssignale zu konzentrieren (da sie während ihrer LT-Phasen die Störsignale der anderen Störer detektieren). Zur Vermeidung des Ring-

Around-Effekts können alle beteiligten kooperativen reaktiven Störer die gleiche Dauer einer LT-Phase bzw. gleiche Dauer einer Störphase verwenden.

[0012] Das Einsatzszenario, in dem sich mehrere mobile Störssysteme innerhalb eines zu schützenden Konvois bewegen, ist in Fig. 1 zu sehen. Der Konvoi besteht beispielsweise aus einer Mehrzahl von Fahrzeugen F, wobei einige Fahrzeuge mit einem reaktiven Störer S ausgestattet sind. Die Störer S selbst umfassen mehrere Sende- und Empfangseinrichtungen zum Senden von Störsignalen bzw. zum Scannen des empfangenen Frequenzspektrum.

[0013] Die Erfindung wird im Weiteren anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 beispielhafter Fahrzeugkonvoi mit mehreren mobilen Störssystemen zum Schutz gegen per Funk ferngezündete Bomben,

Fig. 2 beispielhafte Abfolge von LT-/Berechnungsphasen und Störphasen a) im normalen operativen Betrieb und b) bei kurzzeitigem Wechsel in den Synchronisationszyklus,

Fig. 3 beispielhafte Darstellung des Ablaufs eines Synchronisationszyklus,

Fig. 4 beispielhafte Darstellung einer digitalen Signalverarbeitung im Empfangszweig eines reaktiven Störers.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt die LT-Phasen sowie die Spektralanalyse in den Empfangszweigen der reaktiven Störssysteme aus. Grundlage hierbei ist ein Synchronisationssignal, welches zweckmäßig innerhalb der Scanbandbreiten aller beteiligten Störssysteme liegt. Zweckmäßig wird dieses Synchronisationssignal von einem als Pilotsender ausgewählten kooperierenden reaktiven Störsender oder einem separaten Sender gesendet. Unter einem separaten Sender wird hierbei ein Sender verstanden, der sich entweder außerhalb des Konvois befindet oder innerhalb des Konvois, aber ohne Störaufgaben.

[0015] Zur Umschaltung in den Synchronisationsmodus und zur Aktivierung der Synchronisation werden von dem Pilotsender zwei Synchronisationssignale ausgesendet. Die erste Aktivierung des Pilotsenders, d.h. das Aussenden des ersten Synchronisationssignals, erfolgt bei einer festen, bekannten Frequenz f_a und signalisiert jeweils den Beginn eines neuen Synchronisationszyklus. Der normale operative Betrieb der reaktiven Störssysteme ist durch den kontinuierlichen Wechsel zwischen LT-Phasen (plus Berechnungsphasen) und Störphasen gekennzeichnet (s. Fig. 2a). Sobald das Umschalten in den Synchronisationsmodus durch die erstmalige Aktivierung des Pilotsenders signalisiert wird, wechseln die beteiligten reaktiven Störssysteme kurzzeitig in einen speziellen Synchronisationszyklus (s. Fig. 2b), welcher meh-

rere aufeinander folgende LT-Phasen beinhaltet (ohne zeitliche Lücken, d.h. die Berechnungsphasen müssen parallel zu den LT-Phasen abgearbeitet werden). Der normale Störbetrieb ist somit lediglich vorübergehend unterbrochen.

[0016] In den Fig. 2a und 2b sind mit "b" die Störphasen, mit "o" die LT-Phasen und mit "g" die Berechnungsphasen gekennzeichnet.

[0017] Die zweite Aktivierung des Pilotsenders erfolgt ebenfalls bei einer festen, bekannten Frequenz f_b und dient der eigentlichen zeitlichen Synchronisation der einzelnen reaktiven Störssysteme. Dazu beobachten die beteiligten reaktiven Störer den spektralen Leistungspegel des Pilotträgers während der aufeinander folgenden LT-Phasen und schätzen basierend darauf die genaue zeitliche Position t_0 der Einschaltflanke des zweiten Synchronisationssignals. Diese dient dann als Ankerpunkt für das nominelle zeitliche Raster aus LT-/Berechnungsphasen und Störphasen. Auf dieses Raster synchronisieren sich schließlich alle reaktiven Störssysteme, indem sie die Länge der nächsten Störphase entsprechend anpassen. Der vorgeschlagene Ablauf der zeitlichen Synchronisation ist in Fig. 3 schematisch dargestellt.

[0018] Das erste und zweite Synchronisationssignal können entweder von einer separaten Quelle stammen oder von einem der beteiligten reaktiven Störer bereitgestellt werden.

[0019] Die Anzahl der LT-Phasen innerhalb eines Synchronisationszyklus kann entweder fest oder parametrisierbar sein.

[0020] Für die Durchführung der einzelnen Synchronisationszyklen kann zum Beispiel ein fester Ablaufplan verwendet werden, welcher sich nach dem zu erwartenden zeitlichen Drift der beteiligten reaktiven Störer richtet. Alternativ können Synchronisationszyklen auch nach Bedarf gestartet werden, vorausgesetzt es existiert ein geeigneter Kontrollmechanismus, welcher die zeitliche Synchronisation aller reaktiven Störer überwacht.

[0021] In einer Ausführungsform der Erfindung können mehrere Synchronisationszyklen kurz hintereinander durchgeführt werden, so dass sich auch diejenigen reaktiven

[0022] Störer synchronisieren können, die das Startsignal des ersten Synchronisationszyklus nicht detektieren konnten - sei es auf Grund von destruktiven Ausbreitungsbedingungen oder auf Grund einer ungünstigen Lage der LT-Phase. Die Anzahl kurz aufeinander folgender Synchronisationszyklen kann dabei parametrisierbar bzw. dynamisch regelbar sein.

[0023] Die Frequenz f_b des zweiten Synchronisationssignals, die bei der zweiten Aktivierung des Pilotsenders verwendet wird, kann entweder gleich oder unterschiedlich zur Frequenz f_a des ersten Synchronisationssignals sein. Letztere Variante ermöglicht es den beteiligten reaktiven Störern, das Startsignal für einen neuen Synchronisationszyklus vom eigentlichen Synchronisationssignal zu unterscheiden.

[0024] Die Zeitdauer T_1 , während der das erste Syn-

chronisationssignal bei der Frequenz f_a gesendet wird, kann so gewählt werden, damit die beteiligten reaktiven Störer es mit einer beliebigen zeitlichen Lage ihrer LT-Phase detektieren können. In diesem Fall ist T_1 von der verwendeten Stördauer abhängig.

[0025] Die Verzögerung ΔT , mit der das zweite Synchronisationssignal auf der Frequenz f_b nach dem Ende des ersten Synchronisationssignals gesendet wird, kann auf die Gesamtlänge der im Synchronisationszyklus verwendeten LT-Phasen abgestimmt sein. Dadurch kann sicher gestellt werden, dass jeder der beteiligten reaktiven Störer die Einschaltflanke innerhalb seiner aufeinander folgenden LT-Phasen detektieren kann.

[0026] Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren an einem Beispiel näher erläutert. Hierbei wird das erste und zweite Synchronisationssignal, im weiteren synonym als Pilotsignal bezeichnet, von einem der beteiligten reaktiven Störer bereitgestellt. D.h. zu Beginn der Mission wird ein Störer im Konvoi als so genannter 'Master'-Störer erklärt. Bei der Schätzung der Lage der Einschaltflanke t_0 des zweiten Synchronisationssignals wird ein besonders einfach zu implementierendes Verfahren gewählt.

[0027] Das Pilotsignal des Master-Störers basiert auf dem selben internen Signalgenerator, der auch zur Erzeugung der Störsignale ('Exciter') verwendet wird. Dies erlaubt eine besonders aufwandsarme Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Umschaltung vom Störbetrieb in einen Synchronisationsmodus. Sobald ein Synchronisationszyklus absolviert werden soll, reserviert der Master-Störer einen seiner Exciter für das Pilotsignal ('Pilot-Exciter'). Dieser steht dann nicht mehr für den reaktiven Störbetrieb zur Verfügung (auf Grund der festen Frequenz f_a). Um den Synchronisationszyklus einzuleiten, aktiviert der Master-Störer das Pilotsignal, d.h. das erste Synchronisationssignal wird gesendet, für eine komplette Störphase (d.h. T_1 entspricht in diesem Fall der verwendeten Stördauer, vgl. Fig. 3). In der nächsten Störphase wird dann das Pilotsignal (zweites Synchronisationssignal) für die eigentliche Synchronisation gesendet (d.h. ΔT entspricht der Summe aus LT- und Berechnungsdauer).

[0028] Obige Festlegungen haben folgende Konsequenzen:

- Da der Master-Störer während des gesamten Synchronisationszyklus das herkömmliche Raster aus LT/Berechnungsphasen und Störphasen verwendet, kann der Störbetrieb auf Basis der verbleibenden Exciter unverändert fortgesetzt werden. Der Master-Störer kann somit zumindest einen Teilschutz realisieren, während die übrigen reaktiven Störer ('Slave-Störer') ihren normalen Störbetrieb kurzzeitig unterbrechen (vgl. Fig. 2b bzw. Fig. 3), um in den Synchronisationsmodus zu wechseln.
- Die Einschaltflanke des Pilotsignals liegt sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Aktivierung auf dem nominellen zeitlichen Raster für die LT-/Berechnungsphasen und Störphasen.

Somit ist es nicht erforderlich, dass die "Slave"-Störer, d.h. die übrigen kooperativen reaktiven Störsysteme im Konvoi, das Startsignal von dem eigentlichen Synchronisationssignal unterscheiden können müssen. Man kann für die zweite Aktivierung des Pilotsignals daher die selbe Frequenz wählen wie für die erste Aktivierung ($f_b=f_a$).

- Fig. 3 zeigt ein Beispiel für eine Grobsynchronisation, wie sie zum Beispiel zu Beginn einer Mission durchgeführt werden kann. Im laufenden Betrieb hingegen wird in der Regel lediglich eine Feinsynchronisation nötig sein. In diesem Fall können die in Fig. 3 dargestellten aufeinander folgenden LT-Phasen der Slave-Störer teilweise durch eine weitere Störphase ersetzt werden (unmittelbar zu Beginn des Synchronisationszyklus). Auf diese Weise kann die Unterbrechung des normalen Störbetriebs bei den Slave-Störern weiter verkürzt werden. Die während der Feinsynchronisation verwendete Anzahl aufeinander folgender LT-Phasen im Folgenden mit N bezeichnet - richtet sich dabei nach dem zu erwartenden zeitlichen Drift der beteiligten Störer. Während eines Synchronisationszyklus ergibt sich für die Slave-Störer abhängig vom Parameter N eine prozentuale Einschränkung des normalen Störbetriebs von

$$\frac{NT_{LT}}{T_{Jam}} \cdot 100\%$$

($NT_{LT} < T_{Jam}$), wobei T_{LT} die Dauer der LT-Phase und T_{Jam} die Dauer der Störphase bezeichnet. Typischerweise ist die Störphase deutlich länger als die LT-Phase, z.B. $T_{Jam}=10T_{LT}$. Somit ergeben sich z.B. für $N=3$ typische Werte von 30%. Diese Einschränkung des Störbetriebs betrifft nur einen einzigen LT-/Störzyklus der Slave-Störer.

- Um allen Slave-Störern die Möglichkeit zur Synchronisation zu ermöglichen (auch denjenigen, deren LT-Phase beispielsweise mit der Berechnungsphase des Master-Störers zusammen fällt), können pro Synchronisation mehrere aufeinander folgende Synchronisationszyklen durchgeführt werden, unter Umständen mit leicht variierender Stördauer des Master-Störers. Dies kann zum Beispiel dann geschehen, wenn der Master-Störer feststellt, dass sich nach dem ersten Synchronisationszyklus nicht alle Slave-Störer hinreichend genau synchronisieren konnten.

[0029] Für die eigentliche zeitliche Synchronisation (bei der zweiten Aktivierung des Pilotsignals) verwenden die Slave-Störer die selbe Signalverarbeitung, die auch zur Analyse potentieller Bedrohungssignale verwendet wird. Ähnlich zum Master-Störer erlaubt dies eine beson-

ders aufwandsarme Implementierung des Synchronisationsmechanismus. Eine entsprechende digitale Signalverarbeitungskette ist in Fig. 4 dargestellt. Sie beinhaltet typischerweise im Wesentlichen die Blöcke 'digitale Filterung', 'Fensterung' und 'Spektralanalyse' (beispielsweise auf Basis einer Fast-FourierTransformation (FFT)).

[0030] Zur zeitlichen Synchronisation beobachten die Slave-Störer das Spektrum des vom Master-Störers ausgesendeten zweiten Pilotsignals und schätzen auf Basis des spektralen Leistungspegels (Betragsquadratbildung des berechneten FFT-Spektrums) dessen Startzeitpunkt t_0 . Dazu stellen sie zunächst fest, in welcher der aufeinander folgenden LT-Phasen die Einschaltflanke des Pilotsignals liegt (vgl. Fig. 3). Dies lässt sich z.B. dadurch realisieren, dass eine Folge von drei aufeinander folgenden LT-Phasen gefunden wird, in denen das Pilotsignal zunächst nicht vorhanden ist (erste LT-Phase), in der zweiten LT-Phase einen mittleren Leistungspegel aufweist und in der dritten LT-Phase einen maximalen Leistungspegel besitzt. Die Einschaltflanke liegt dann in der mittleren LT-Phase. Auf Basis des exakten spektralen Leistungspegels in der mittleren LT-Phase wird dann die genaue Position der Einschaltflanke geschätzt. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, dass der spektrale Leistungspegel umso größer ausfällt, je größer der aktive Anteil des Pilotsignals während der LT-Phase ist.

[0031] Die genaue Kennlinie für den Zusammenhang zwischen spektralem Leistungspegel und dem Zeitanteil des aktiven Pilotsignals hängt dabei stark von der verwendeten Fensterfunktion sowie der verwendeten Pilotfrequenz ab. Diese Kennlinie kann z.B. im Implementierungsstadium des erfindungsgemäßen Synchronisationsverfahren aufgenommen werden. Im laufenden Betrieb kann die Schätzung des Startzeitpunkts t_0 dann auf Basis eines einfachen Vergleichs des beobachteten Leistungspegels gegen die Kennlinie erfolgen, was einen sehr geringen Implementierungsaufwand bedeutet. Basierend auf der Schätzung des Startzeitpunkts t_0 erfolgt schließlich die zeitliche Synchronisation mit dem Master-Störer wie beschrieben.

[0032] Der Master-Störer (wie auch die anderen Störer) haben jeweils mehrere Exciter zum Stören von Zielsignalen zur Verfügung. Das erfindungsgemäße Synchronisationsverfahren ist auf die Randbedingungen in einem Verbund reaktiver Störer zugeschnitten.

[0033] Insbesondere

- erhält der Master-Störer seinen Störbetrieb während des Synchronisationszyklus weitestgehend aufrecht, während für die Slave-Störer die Einschränkung des normalen Störbetriebs zeitlich auf ein Minimum beschränkt wird,
- basiert das Verfahren zu einem großen Teil auf der bestehenden Signalverarbeitung eines reaktiven Störers, was den zusätzlichen Implementierungsaufwand gering hält,
- wird für die Schätzung des Zeitversatzes eine sehr

einfache Methode eingesetzt, was hinsichtlich einer Echtzeitimplementierung von Vorteil ist,

- benötigt der Master-Störer lediglich einen einzigen Exciter für Synchronisationszwecke (Pilot-Exciter), wodurch auch im Synchronisationsmodus eine hohe Störeffizienz gewährleistet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur zeitlichen Synchronisation von mehreren kooperierenden reaktiven Störern zum Stören eines oder mehrerer Zielsignale, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur zeitlichen Synchronisation ein oder mehrere Störsender von einem Störbetrieb in einen Synchronisationsmodus umgeschaltet werden, wobei der Störbetrieb eines Störsenders eine fortlaufende Folge von Störzyklen mit einem vorgegebenen zeitlichen Raster umfasst, wobei jeder Störzyklus eine Lookthrough (LT)-Phase zur Detektion eines oder mehrerer Zielsignale, eine Berechnungsphase zur Berechnung von entsprechenden Störsignalen und eine Störphase zum Senden der Störsignale umfasst, wobei die Umschaltung in den Synchronisationsmodus durch folgende Schritte erfolgt:

- Senden eines ersten Synchronisationssignals mit einer Zeitdauer T_1 und mit einer vorgebbaren Frequenz f_a ,

- die kooperierenden reaktiven Störsender schalten im Falle einer Detektion des Synchronisationssignals in der LT-Phase in einen Synchronisationszyklus um, wobei der Synchronisationszyklus eine Folge einer vorgebbaren Anzahl von aufeinander folgenden LT-Phasen umfasst,

- Senden eines zweiten Synchronisationssignals mit einer Zeitdauer T_2 und mit einer vorgebbaren Frequenz f_b ,

- die kooperierenden reaktiven Störsender schätzen durch Auswertung des in einer oder mehreren aufeinanderfolgenden LT-Phasen gemessenen spektralen Leistungspegels des zweiten Synchronisationssignals die zeitliche Position t_0 des Einschaltzeitpunkts des zweiten Synchronisationssignals,

- die kooperierenden reaktiven Störsender synchronisieren sich, wobei die zeitliche Position t_0 als gemeinsamer Ankerpunkt für das zeitliche Raster des Störzyklus verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und zweite Synchronisationssignal von einem als Pilotsender ausgewählten kooperierenden reaktiven Störsender oder einem separaten Sender

gesendet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
die Frequenz f_a des ersten Synchronisationssignals
gleich oder unterschiedlich zur Frequenz f_b des zwei-
ten Synchronisationssignals ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü- 10
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
das zweite Synchronisationssignal mit einer Verzö-
gerung ΔT nach dem Ausschaltzeitpunkt des ersten
Synchronisationssignals gesendet wird. 15

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zeitdauer T_1 des ersten Synchronisationssignals
größer oder gleich der zeitlichen Dauer eines Stör- 20
zyklus ist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass 25
für alle kooperierenden Störsender die Dauer der
LT-Phase sowie die Dauer der Störphase gleich
sind.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü- 30
che,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste und zweite Synchronisationssignal inner-
halb eines während der Lookthrough-Phasen der
beteiligten Störsysteme erfassbaren Frequenzbe- 35
reichs liegen.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass 40
mehrere Synchronisationszyklen kurz hintereinan-
der durchgeführt werden können.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-
che, 45
dadurch gekennzeichnet, dass
mehrere Synchronisationszyklen hintereinander
durchgeführt werden oder dass die Synchronisati-
onszyklen nach Bedarf durchgeführt werden. 50

55

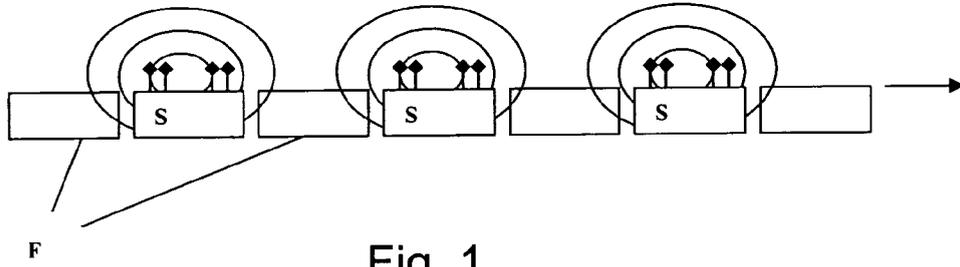


Fig. 1

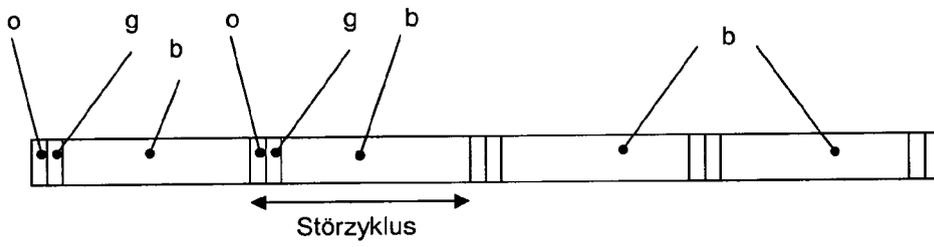


Fig. 2a

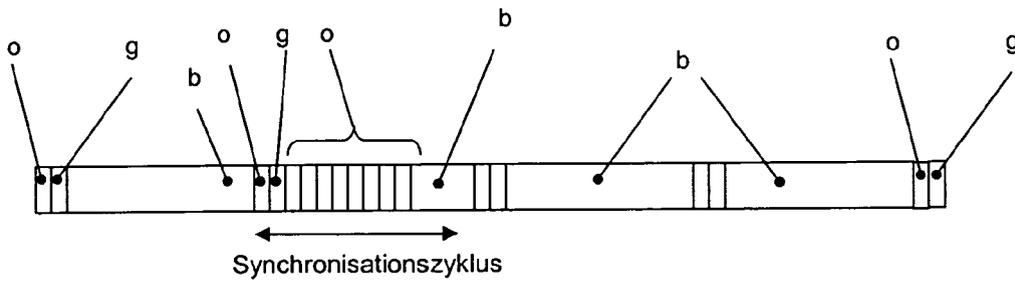


Fig. 2b

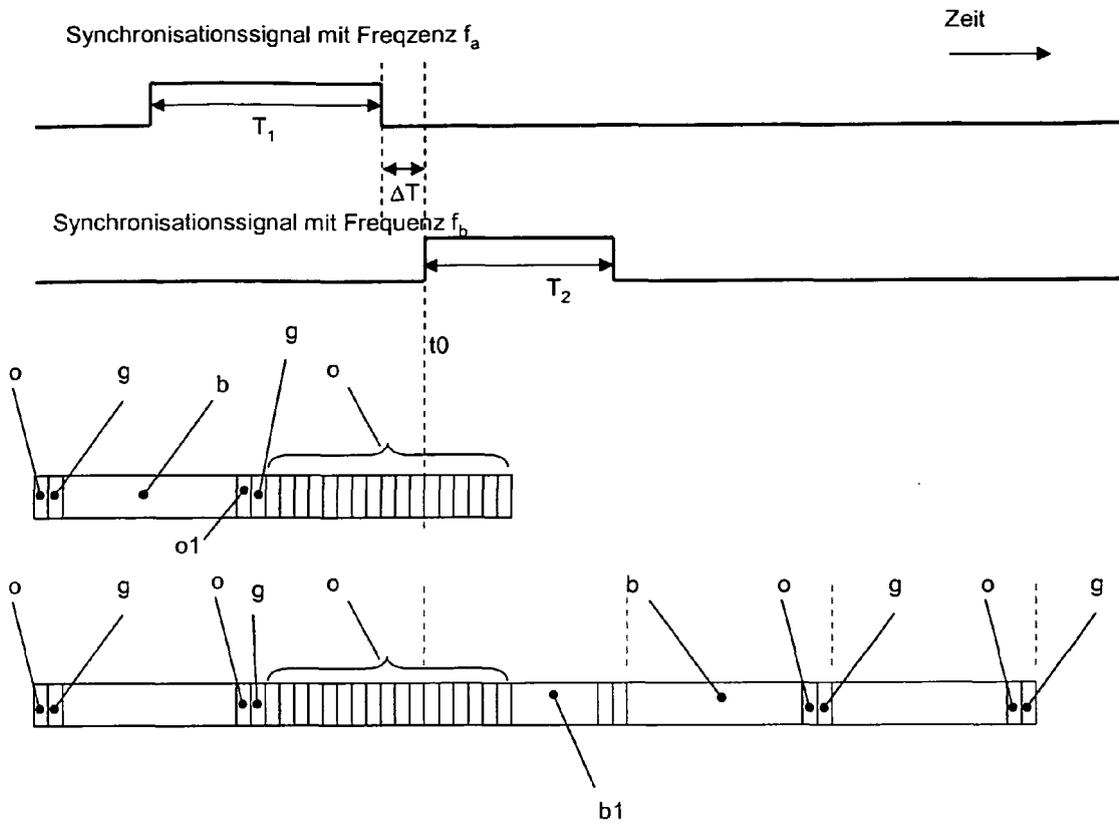


Fig. 3

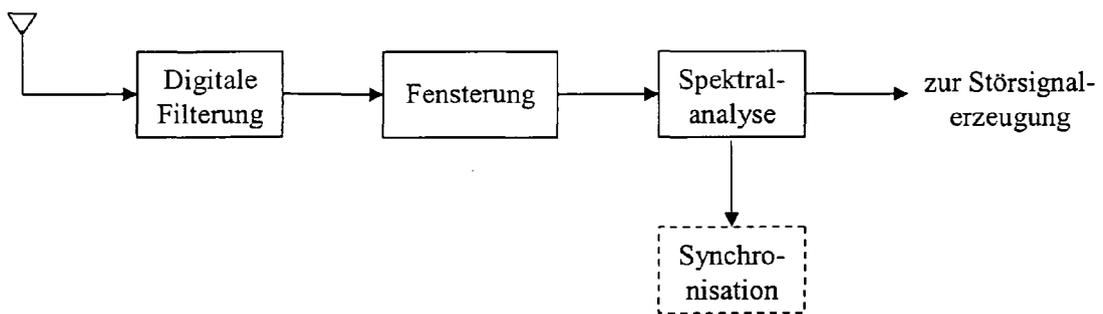


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 00 2958

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2009/061759 A1 (STODDARD ROBERT EUGENE [US] ET AL) 5. März 2009 (2009-03-05) * Zusammenfassung * * Absatz [0025] - Absatz [0035] * * Absatz [0082] - Absatz [0090] * * Absatz [0101] * * Tabellen 1-4 * * Abbildungen 5-7,10 * -----	1-9	INV. H04K3/00
A	US 2004/263378 A1 (JOSSEF ABRAHAM [IL] ET AL) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) * Zusammenfassung * * Absatz [0014] - Absatz [0175] * * Absatz [0198] - Absatz [0378] * * Abbildungen 1-26 * -----	1-9	
A	US 3 739 281 A (DESERNO P ET AL) 12. Juni 1973 (1973-06-12) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 35 * * * Abbildungen 1-4 * -----	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H04K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 30. August 2012	Prüfer Dujardin, Corinne
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 2958

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-08-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009061759 A1	05-03-2009	KEINE	
US 2004263378 A1	30-12-2004	AU 2002341369 A1 EP 1436638 A2 US 2004263378 A1 WO 03034087 A2	28-04-2003 14-07-2004 30-12-2004 24-04-2003
US 3739281 A	12-06-1973	DE 977897 C FR 96667 E GB 1278771 A IT 1051708 B US 3739281 A	30-08-2012 23-09-1977 21-06-1972 20-05-1981 12-06-1973

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 102008038315 A1 [0003]
- US 20060153281 A1 [0004]