Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 80 (1989)

Heft: 7

Artikel: Crossfeed Monopuls : Flussbahnvermessung über See

Autor: Schenkel, A. E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903667

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Crossfeed Monopuls – Flugbahnvermessung über See

A. E. Schenkel

Bei der Verfolgung von Objekten über Wasserflächen mit Monopuls-Radargeräten treten häufig starke Fehlweisungen in der Elevation auf, die vom gleichzeitigen Eintreffen eines direkten und eines gespiegelten Signals herrühren. Eine neue Methode, Crossfeed genannt, eliminiert diese Fehlweisungen und ermöglicht eine bedeutend bessere Winkelvermessung bei tieffliegenden Objekten.

Lors de la poursuite d'objets volant au-dessus de l'eau, les radars utilisant le principe du Monopulse souffrent souvent d'erreurs systématiques qui proviennent d'un signal direct de l'objet et d'un signal réfléchi à la surface d'eau. Une nouvelle méthode dite Crossfeed permet d'éliminer l'effet miroir susmentionné et contribue à améliorer la poursuite d'objets volant à basse altitude.

Adresse des Autors
Dr. *Albert E. Schenkel*, dipl. El. Ing. ETH,
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, 8047 Zürich.

Radargeräte werden zur Detektion, Ortung und zur genauen Vermessung von Objekten eingesetzt. Detektion und Ortung in einem grossen Betrachtungsvolumen ist in der Regel die Aufgabe von Überwachungs- und Suchradargeräten. Ihre besondere Ausrichtung auf die Detektion einerseits und auf einen grossen Überwachungsraum anderseits wird meist mit dem Preis einer mässigen Vermessungsgenauigkeit bezahlt. Das Beobachtungsvolumen umfasst in der Regel im Azimut den vollen Winkel von 360°; in der Höhe wird gewöhnlich ein Kugelsegment einbezogen, welches lediglich eine Kalotte um den Zenith ausspart. Moderne leistungsfähige Geräte sind in der Lage, auch grosse Elevationswinkel zu überdecken. Innerhalb dieses Volumens beschränkt man sich meist auf eine Auflösung in der Grössenordnung der verwendeten Strahlbreite, muss doch die Entscheidung, ob sich innerhalb der momentanen Strahllage ein Objekt befindet, in sehr vielen zu beobachtenden Raumzellen und in sehr kurzer Zeit geschehen. Im positiven Entscheidungsfall ist der Lagewinkel also nur in der Grössenordnung einer Strahlbreite bekannt; die Entfernung ist durch die Signallaufzeit bestimmt, deren Auflösung zur Hauptsache durch die Dauer des ausgesendeten Radarpulses bestimmt wird. Die Raumkoordinaten eines derart entdeckten Objektes sind somit vor allem in der Elevation wegen der gewünschten grossen Überdeckungen recht ungenau, so dass meist nur von zwei Raumkoordinaten, nämlich Azimut und Entfernung, gesprochen wird. Treibt man in der Elevation den nötigen Aufwand für mehrere gestaffelte Strahlen, so kann auch in dieser Koordinate eine Auflösung erhalten werden (3-D-Radar). In jedem Fall bleibt jedoch die erreichbare Auflösung deutlich begrenzt.

Im weiteren ist die Tatsache hinderlich, dass die Vermessung nur kurzzeitig und in grösseren Intervallen erfolgt. Rechnerische Interpolationen (Track-while-scan) zwischen den aufeinanderfolgenden Messpunkten liefern ausreichend genaue Trajektorien zum Zwecke der Luftraumüberwachung. Für genaue Bahnvermessungen, wie sie beispielsweise für die Feuerleitung benötigt werden, sind sie jedoch nicht genügend. Geräte, die eine exakte Vermessung in allen Raumkoordinaten erlauben, arbeiten deshalb meist als Folgeradargeräte. Ein grundlegendes Merkmal dieser Geräteart ist die ununterbrochene Vermessung eines einmal ausgewählten Zieles, die bedeutend präzisere Trajektorien aufbaut. Weiter unterscheidet sich ein Folgeradar nicht nur durch eine grundsätzlich geringere Strahlbreite (Pencil Beam), die in der Regel für Azimut und Elevation etwa gleich ist, sondern auch dadurch, dass für die Winkelauflösung Verfahren eingesetzt werden, welche diese auf Bruchteile der Strahlbreite verbessern. Die Entfernungsauflösung gestaltet sich meist unproblematisch und kann durch passend kurze Sendepulse oder durch Kompressionsverfahren gewährleistet werden.

Die verbesserte Winkelauflösung wird heute meist durch das *Monopulsverfahren* erreicht. Wie der Name ausdrückt, kann dabei die Lage des Objektes aus einem einzigen Puls ermittelt werden. Das Verfahren, welches 1944 [1] erstmals beschrieben wurde, benützt meist eine Antenne mit vier leicht gegeneinander geneigten Strahlachsen. Diese gestatten, durch Signalvergleich eine weit bessere Auflösung zu erhalten, als es der Strahlbreite ent-

spricht. Üblicherweise wird dieser Vergleich aufgrund der Amplitudenverhältnisse durchgeführt (Amplitudenmonopuls). Die Winkelfehlersignale werden als Quotienten aus dem Elevations- und Azimutsignal zum Summensignal gebildet.

Sie zeigen so nicht nur einen schönen linearen Verlauf der Fehlerspannung, sondern auch eine Steilheit der Kurven, die nicht mehr von der Empfangssignalstärke abhängt. Diese Verfeinerung der Winkelauflösung ist im Einzelfall wesentlich durch die Signalgüte *(S/N)* begrenzt, weiter aber auch durch die Genauigkeit, mit welcher die Lage der Radarachse (Symmetrieachse) reproduzierbar vermessen werden kann. Es werden typische Auflösungen in der Grössenordnung von wenigen Prozenten der Strahlbreite erhalten. Dies bedeutet mithin in der Praxis, ausgehend von Strahlbreiten der Grössenordnung von 20...40 mrad, dass Winkelvermessungen bis auf Bruchteile von Milliradians möglich sind.

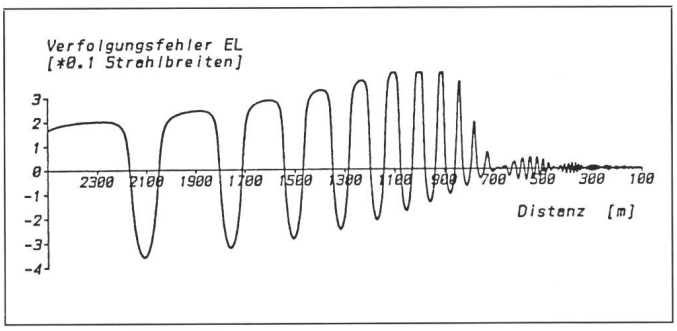
In einer realen Umgebung auftretende störende Einflüsse, wie Clutter (Streureflexionen) von Regenwolken, Bodenerhebungen usw. können normalerweise durch geeignete Verfahren in der Signalverarbeitung (Filterung, Glättung) soweit reduziert werden, dass die Signalgüte *(S/N)* lediglich eine graduelle Beeinträchtigung der Auflösung bewirkt.

Andere Verhältnisse liegen bei der Verfolgung tieffliegender Ziele über Wasser oder anderen stark spiegelnden Oberflächen vor. Sie zeigen sich typischerweise als systematische Fehlweisungen in der Elevation. Deshalb sind in der Radartechnik Elevationsfehler bei der Verfolgung solcher Ziele eine bekannte Erscheinung, die meist mit dem Begriff «Elevationsmissweisung durch Spiegeleffekt» bezeichnet wird. Die typischen, oszillierenden Abweichungen der Radarachse um die korrekte Lage, wie in Figur 1 dargestellt, sind eine Folge des Interferenzbildes zwischen dem direkt empfangenen und dem an der Wasseroberfläche gespiegelten Signal. Die Figur 2 zeigt ein einfaches Reflexionsmodell für eine spiegelnde Oberfläche. Dieses dient als Basis für die nachfolgenden Betrachtungen. Die Ursache der Verfolgungsfehler, welche nicht nur falsche Elevationsvermessungen ergeben, sondern häufig auch zum Zielverlust führen, ist die Tatsache, dass die Signalvektoren (Summen- und Differenzsignale) nicht mehr in Phase sind, wie im spiegelungsfreien Fall. In Figur 3 ist ersichtlich, wie ein allgemeines komplexes Vektordiagramm für diesen Fall entsteht. Die gebräuchliche Art der Signalauswertung berücksichtigt nur die Realteile der Signale. Die Figur 3 zeigt, dass sich die erhaltenen Fehlersignale mit der Phasendifferenz zwischen dem direkten und dem gespiegelten Anteil ändern. Sie hängen somit nicht mehr, wie gewünscht, allein von der Geometrie ab.

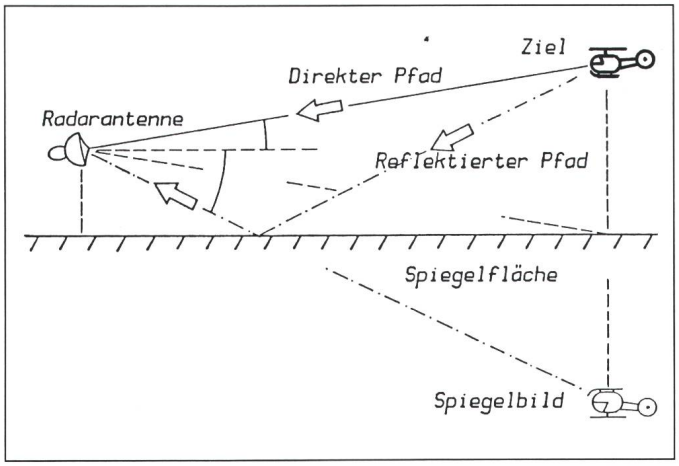
Es wurden viele Untersuchungen angestellt, um diese Situation zu meistern. Erwähnenswert sind die Vorschläge von *Dax* [2] und *Sherman* [3] [1].

Beide Ansätze benötigen A-priori-Informationen über die Zielgeometrie und über die Reflexionsverhältnisse oder eine genaue Kalibrierung der Fehlerspannungskurve, Informationen, die normalerweise nicht verfügbar sind. Aus diesen Gründen haben sich diese Methoden nicht durchgesetzt.

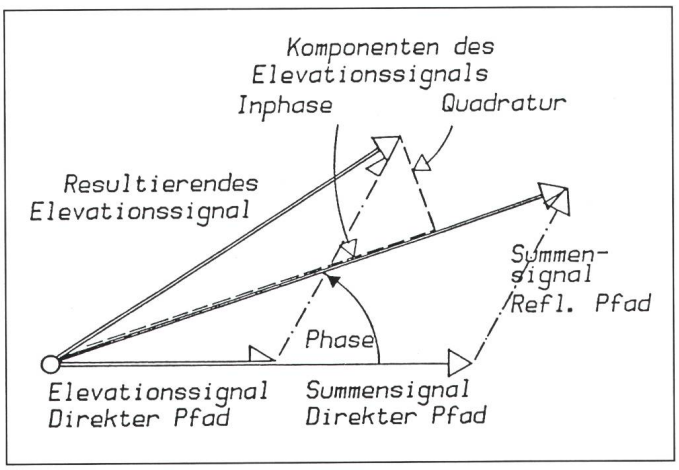
[1] *Dax* zeigt, dass unverfälschte Nullstellen entstehen, wenn in einer Anordnung mit symmetrischer Fehlerspannungskurve die Symmetrieachse auf das Ziel ausgerichtet wird. Sherman anderseits nützt die im allgemeinen Vektordiagramm enthaltene Informatik durch eine komplexe Signalverarbeitung aus.



Figur 1
Verfolgung eines horizontal anfliegenden Ziels
Es handelt sich um eine Simulation, die bei 2500 m mit einer Zielelevation von 0,4 Strahlbreiten über die Spiegelfläche startet. Der Reflexionskoeffizient wurde mit 0,9 angenommen.



Figur 2 Modell der Reflexionsgeometrie mit Ziel und Spiegelbild



Figur 3 Komplexes Zeigerdiagramm des Summen- und Elevationssignals
Das Zeigerdiagramm wird erzeugt durch das direkte und das an der Spiegelfläche reflektierte Signal

Grundsätzliche Ideen der Crossfeedmethode

Die nachfolgend beschriebene, vom Verfasser zusammen mit *U. Leuenberger* entwickelte, Methode benützt die zitierten Ansätze und erweitert sie in spezifischer Weise, um zu einer Lösung zu gelangen, welche keine A-priori-Kenntnisse über die Zielgeometrie oder die Reflexionsverhältnisse mehr verlangt. Um dies zu erreichen, werden die folgenden drei Grundlagen benützt:

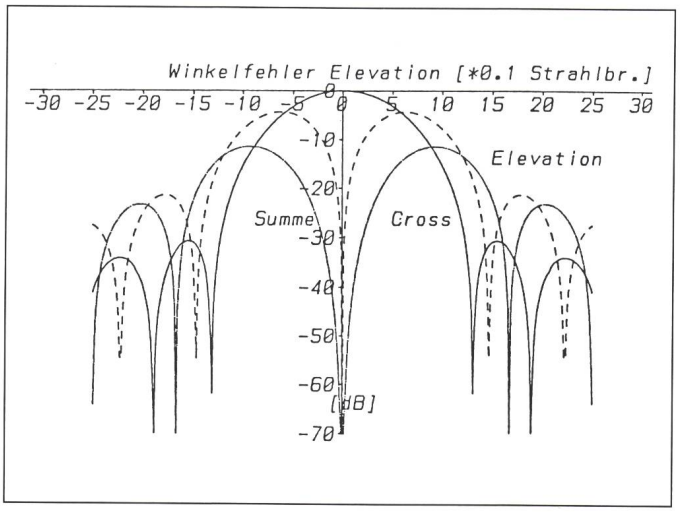
a. Die gebräuchliche Anordnung der Primärstrahler mit horizontalen und vertikalen Paaren wird durch eine solche ersetzt, die diagonal, d. h. um 45 Grad gedreht, angeordnet ist.

b. Der freie Ausgang des Komparators, welcher das Kreuzdifferenzsignal bildet, wird mitbenützt. Dieses Signal wird in der Regel nicht aus dem Komparator herausgeführt, sondern ist intern mit einem Widerstand abgeschlossen. In den Lehrbüchern wird es meist als «Nonsense Signal» bezeichnet, weil es in der gebräuchlichen Strahleranordnung bei Auslenkung des Ziels in einer der Achsen allein kein Signal liefert.

c. Die Phasenbeziehungen zwischen allen empfangenen Signalen werden in der Verarbeitung ausgenützt.

Aufgrund der gedrehten Feedanordnung und der Ausnützung des Kreuzfehlersignals wurde die nachstehend beschriebene Methode mit dem Namen *Crossfeed* bedacht. Die Antennencharakteristiken entsprechen einer normalen Monopulsanordnung. Summen- und Differenzkurven in der Elevationsebene sind zusammen mit der Kreuzfehlerdifferenzkurve in Figur 4 gezeichnet. Dieser neu definierte Kanal, im folgenden *Crosskanal* genannt, liefert wertvolle Informationen zur Problemlösung. In der logarithmischen Betragsdarstellung sieht die Crosskurve ähnlich aus wie die normalen Differenzkurven. Sie hat aber tiefere Maxima und eine breitere Nullregion. Am wichtigsten ist aber die Tatsache, dass im Gegensatz zu den gebräuchlichen Differenzkurven bei der Nullstelle *keine Phasenumkehr* auftritt. Wie für das Monopulsverfahren üblich, werden die Winkelfehlersignale durch Normierung (Quotientenbildung) der Differenzsignale mit dem Summensignal gewonnen. Das Kreuzfehlersignal wird ebenso behandelt und liefert in diesem Sinne ein verallgemeinertes Differenzsignal.

Figur 4 Antennensignale eines Crossfeed-Radars bei Auslenkung in der Elevationsebene



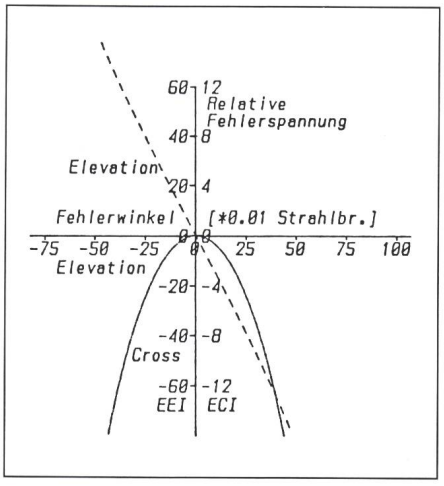
Aus Symmetriebetrachtungen ist ersichtlich, dass für die Kreuzfehlerdifferenzcharakteristik in Abhängigkeit von der Abweichung von der Radarachse eine gerade Funktion entsteht. Dies gilt für die Elevation wie auch für das Azimut. Diese Charakteristik, die nahezu parabelförmig ist, entsteht gleichzeitig mit den normalen linearen Fehlerkurven, die in den bekannten Systemen bisher allein genutzt wurden. In Figur 5 sind die neu gewonnene Kreuzfehlerkurve (Cross) und die bekannte lineare Fehlerkurve für die Elevation aufgezeichnet.

Aufgrund der geraden Symmetrie könnte diese Charakteristik für die Methode von Dax benützt werden. Durch die gleichzeitige geschickte Berücksichtigung der vorliegenden Phasenverhältnisse kann allerdings eine bedeutend elegantere Lösung gefunden werden, wenn die aus den Punkten a bis c resultierenden Informationen optimal ausgeschöpft werden. Diese Lösung, im folgenden Crossfeedmethode [4; 5] genannt, geht also wesentlich über den Ansatz von Dax hinaus. Dazu wird eine vollständige Verarbeitung der Signale nach Inphasen- und Quadraturkomponenten durchgeführt. Dies gestattet, alle zusätzlich benötigten Informationen über das Ziel und das Spiegelbild zu gewinnen und damit keine A-priori-Annahmen mehr zu benötigen. Im weiteren erlaubt die diagonale Anordnung der Primärstrahler, auch Diamantanordnung genannt, alle Summen- und Differenzsignale mit Hilfe von nur drei anstatt mit den sonst benötigten vier «Magic Tees» zu gewinnen.

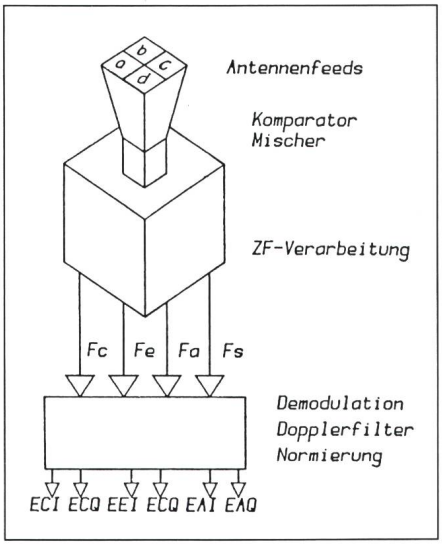
Wie in Figur 6 angedeutet wird, kann die Signalverarbeitung nach einer der bekannten Methoden vorgenommen werden, wie etwa mittels Dopplerfilterung oder mit anderen Clutterreduktionsmethoden. Es werden 3 Paare von Fehlersignalen für die Winkelauswertung gewonnen, die alle in Phase oder in Quadratur (um 90° verschoben) zum Summensignal sind. Die Distanzfehlersignale werden durch den Spiegeleffekt nicht beeinträchtigt und werden deshalb hier nicht weiter betrachtet.

Der Crossfeed-Korrekturalgorithmus

In Figur 6 sind die gewohnten Fehlersignale mit *EAI* und *EAQ* für das Azimut, mit *EEI* und *EEQ* für die Elevation und für den neu definierten



Figur 5 Winkelfehlersignal in der Elevationsebene (Elevation und Cross)



Figur 6 Schematische Signalverarbeitung in einem Crossfeed-Radar

Antennencharakteristiken

Summe	$Fs = a+b+c+d$
Elevation	$Fe = b-d$
Azimut	$Fa = a-c$
Cross	$Fc = a-b+c-d$

$EE = Fe/Fs = (b-d)/(a+b+c+d)$

$EA = Fa/Fs = (a-c)/(a+b+c+d)$

$EC = Fc/Fs = (a-b+c-d)/(a+b+c+d)$

Crosskanal mit *ECI* und *ECQ* bezeichnet. Mit dem Suffix *I* sind jeweils die Inphasenkomponenten, mit dem Suffix *Q* die Quadraturkomponenten indiziert. Figur 7 zeigt die berechneten Fehlersignalverläufe für einen Spiegelfall. Es kann gezeigt werden, dass auf der Radarachse die folgende Beziehung gilt:

$$EEI/EEQ = ECI/ECQ$$

Dies bedeutet, dass die Quotienten aus den Inphasen- und Quadraturkomponenten gleich sind für die Elevations- und Crossignale; dies, obwohl sie unabhängig voneinander entstehen. Ohne hier die mathematischen Herleitungen aufzuführen, erscheint es plausibel, ein neues korrigiertes Fehlersignal in der folgenden Form anzugeben:

$$EE = EEI - EEQ \cdot ECI/ECQ$$

Wie die Figur 8 zeigt, hat dieses korrigierte Fehlersignal auch im Spiegeleffektfall eine Nullstelle, wenn die Radarachse auf das Ziel gerichtet ist. Simulationen von Fehlercharakteristiken, die nach gemessenen Antennencharakteristiken modelliert wurden, bestätigen den angegebenen Verlauf der Kurven und die gezeigten Zusammenhänge. Es werden auch dann brauchbare Fehlerkurvenverläufe erhalten, wenn die Radarachse vom Ziel abweicht. Kurven für einen typischen Fall sind in Figur 8 gezeichnet. Gemäss der Symmetrie der Anordnung wird ebenfalls eine Nullstelle erhalten, wenn die Radarachse auf das Spiegelbild gerichtet ist. Die beiden Nullstellen sind durch einen Pol getrennt, welcher ungefähr in der Mitte liegt und erreicht wird, wenn die Radarachse ungefähr auf die Spiegelfläche unterhalb des Ziels gerichtet ist. Durch Begrenzung des minimalen Elevationswinkels wird ein unerwünschtes Verfolgen des Spiegelbildes unterdrückt. Es genügt dazu, den Horizont näherungsweise zu kennen.

In der näheren Umgebung der Nullstelle ist der Verlauf der Fehlerspannungskurve genügend linear, wie aus Figur 8 ersichtlich ist. Dieser Bereich schrumpft allerdings mit abnehmender Separation zwischen Ziel und Spiegelbild.

Vorteile der Crossfeedmethode

Die Crossfeedmethode hat drei ausgeprägte Vorteile gegenüber den bisher propagierten Methoden zur Korrektur von Spiegeleffekten:

- Das korrigierte Fehlersignal kann bereits aus einem einzigen empfangenen Puls gewonnen werden. Die Crossfeedmethode ist somit im strengen Sinn eine Monopulsmethode.

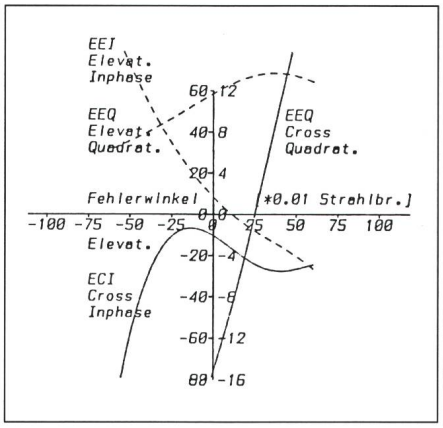
- Für Ziele mit grösserer Elevation sind die von Reflexionen stammenden Signalteile kleiner, d. h. die Fehlersignale nähern sich dem gewohnten Fall, bei welchem sie in Phase sind. Dies äussert sich in kleiner werdendem Quadraturanteil, so dass schliesslich der mit EEQ gewichtete Term an Gewicht verliert und sich das erhaltene Winkelfehlersignal demjenigen annähert, das ein konventionelles System im spiegelfreien Fall liefert. EEQ ist somit ein guter Indikator für das Vorhandensein von Spiegeleffekt.

- Von der Forderung abgesehen, dass die Radarachse oberhalb des Spiegelpunktes gehalten wird, sind keine A-priori-Kenntnisse nötig.

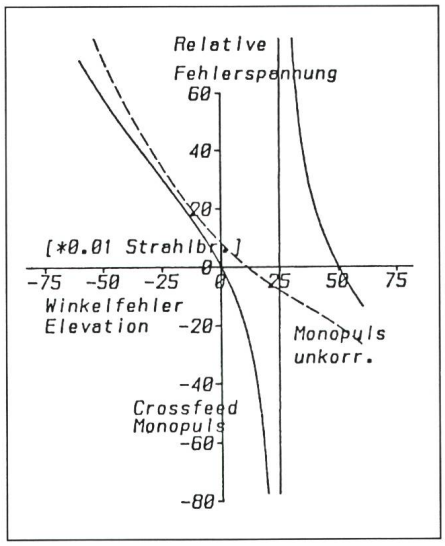
In einer nicht verkanteten Anordnung mit vertikaler Elevationsachse und horizontaler Spiegelfläche bleibt eine gute Symmetrie in Azimutrichtung erhalten. Deshalb beeinflusst der Spiegeleffekt die Azimutsignale kaum, so dass keine Missweisung in dieser Koordinate auftritt. Wenn diese Annahme infolge von Stampfen und Rollen des Schiffs als Trägers des Radars nicht mehr gilt, so kann der Crossfeedalgorithmus erweitert und in beiden Koordinaten angewendet werden.

Verifizierung und Versuche

Ausführliche Computersimulationen haben die Wirkung des oben beschriebenen Algorithmus bestätigt und eine bedeutende Verbesserung der Verfolgungsgenauigkeit in Aussicht gestellt. Für die praktische Ausführung und die Beurteilung der Methode darf jedoch nicht übersehen werden, dass der Algorithmus, obwohl einfach



Figur 7 Inphasen- und Quadraturkomponenten der Winkelfehlersignale unter Spiegeleffekteinfluss

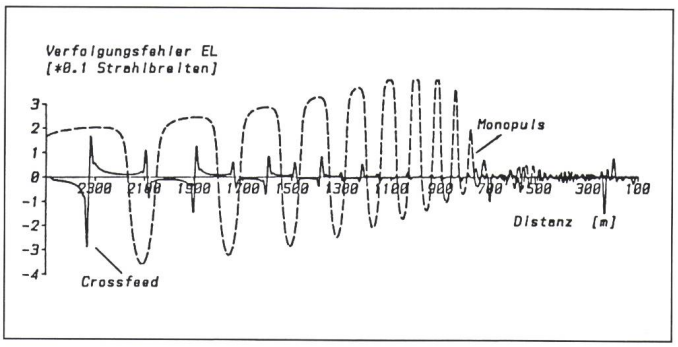


Figur 8 Elevations-Servosignal für normalen Monopuls und für Crossfeed-Monopuls

in der mathematischen Schreibweise, sehr anspruchsvoll ist hinsichtlich der gerätemässigen Realisierung. Dies gilt in gleicher Weise für die Antenne, die Mikrowellenteile und die vollständige Signalverarbeitung. Ausser der Notwendigkeit eines zusätzlichen Differenzkanals und der vollständigen Signalverarbeitung nach Inphasen- und Quadraturanteilen muss eine sehr gute Phasen- und Amplitudentreue unter stark wechselnden Signalbedingungen auf dem ganzen Verarbeitungspfad sichergestellt werden.

Unter den in Figur 2 gezeigten idealen Spiegelverhältnissen liefert der Crossfeedalgorithmus eine vollständig fehlerfreie Verfolgung. In der Praxis lässt sich allerdings die erhobene Forderung nach Gleichlauf von Amplitude und Phase nur unvollkommen einhalten, so dass realistischerweise typische Restfehler in die Untersuchung einzubeziehen sind.

Einen Vergleich des Verfolgungsverhaltens eines normalen Monopulssystems mit einem Crossfeedsystem, das noch mit solchen Restfehlern behaftet ist, zeigt Figur 9. Schlechte Signalbedingungen entstehen jeweils dann, wenn Fading (Signalauslöschung) oder aber auch Phasengleichlauf zwischen den einfallenden Signalanteilen auftritt. In diesen Gebieten ist die Empfindlichkeit auf Restfehler höher als in den dazwischenliegenden Zonen. Der Ausweg aus dieser Situation besteht in einem Frequenzwechsel, da auf einer anderen Frequenz andere Phasenverhältnisse infolge der veränderten Wellenlänge zu erwarten sind.



Figur 9
Verbesserung der Verfolgungsfehler durch Crossfeed-Monopuls im Vergleich zu herkömmlichem Monopuls

Praktische Flugerprobungen mit Versuchsmustern haben die Wirksamkeit der Methode bestätigt und eine deutliche Verbesserung der Verfolgungsgenauigkeit ergeben, die erlaubt, Ziele zu vermessen, die wesentlich tiefer als eine Strahlbreite über der Spiegelfläche fliegen. Die Crossfeedmethode ist praktisch eingesetzt worden und bildet ein operationelles Element innerhalb des Nahbereichsverteidigungsystems CIWS von Seaguard.

Literatur

[1] *R.M.Page:* Accurate angle tracking by radar. NRL-Report RA 3A22A. Washington, Naval Research Laboratory, 1944.

[2] *P. R. Dax:* Accurate tracking of low elevation targets over the sea with a monopulse radar. International Conference on Radar – Present and Future. 23 ... 25 October 1973. IEE-Conference Publication 105(1973), p. 160 ... 171.

[3] *S. M. Sherman:* Complex indicated angles applied to unresolved radar targets and multipath. IEEE Trans. AES 7(1971)1, p. 160 ... 170.

[4a] *U. Leuenberger* und *A. E. Schenkel:* Verfahren zur Spiegeleffekt-Korrektur in Zielfolgeradaranlagen. Schweizer Patent Nr. 592 887, 1975.

[4b] *U. Leuenberger* und *A. E. Schenkel:* Anordnung zur Verbesserung der Winkelvermessung bei einem Folgeradar. Schweizer Patent Nr. 629 898.

[5] *A. E. Schenkel:* Crossfeed monopulse – a specific method to eliminate mistracking over sea. International Conference on Radar. IEE-Conference Publication 281 (1987), p. 428 ... 432.

ITG
SEV/ASE

Kennen Sie die ITG?

Die Informationstechnische Gesellschaft des SEV (ITG) ist ein *nationales Forum* zur Behandlung aktueller, anwendungsorientierter Probleme im Bereich der Elektronik und Informationstechnik. Als *Fachgesellschaft des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins* (SEV) steht sie allen interessierten Fachleuten und Anwendern aus dem Gebiet der Informationstechnik offen.

Auskünfte und Unterlagen erhalten Sie beim Schweizerischen Elektrotechnischen Verein, Seefeldstrasse 301, Postfach, 8034 Zürich, Telefon 01/384 91 11.