Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 42 (1969)

Heft: 7

Artikel: Standortangabe ohne Sextant und Funk

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-562812

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. Siehe Rechtliche Hinweise.

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. Voir Informations légales.

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. See Legal notice.

Download PDF: 21.05.2025

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

629.7.054 : 530.152.1

Feststellungen über den Funkpolizei-Einsatz an der Übung GOTTARDO

Dank dem gewählten Standort konnten alle Stationen der Führungsfunk- und Kommandofunknetze verfolgt und überwacht werden.
Für weitere Übungen empfiehlt es sich, diesen Teil des Napf-Gebietes wieder zu beziehen; sei es für Empfangsverhältnisse, Zufahrt, Räumlichkeiten, die Alp Ahorn ist in jeder Beziehung günstig, z. B. freie Sicht über das Mittelland. Ein Helilandeplatz ist sogar vorhanden, kam leider am 7. Juni nicht zum Gebrauch.
Wenn im Laufe des Samstags Verstösse den einzelnen Zentren gemeldet wurden, hat sich die Funkdisziplin am Sonntag wesentlich verbessert, so dass weniger grobe Fehler während dem zweiten Übungsteil festgestellt wurden.
In einem Netz wurde ein KFF-Gespräch verfolgt, deren Leitstation eine von ihren Gegenstellen auf das Vorhandensein der Funkpolizei aufmerksam machte.
Erfreuliche Ergebnisse sind auch besonders aufgefallen, wie eine A3a-Verbindung zwischen Tessin und dem Zentrum Langnau; weiter wurde ein Funkspruch über die Transitstation Hörnli unter den besten Verhältnissen empfangen (Hörnli-Alp Ahorn, 120 km).
Am Sonntag wurde mehr Schnelligkeit und Genauigkeit in der Abwicklung des Funkverkehrs beobachtet, was auch schon durch eine gewisse «Erfahrung» zu begründen ist.
Der Einsatz der Funkpolizei darf als positiv betrachtet werden, sei es durch die Anzahl und Qualität der verfolgten Verbindungen oder auch durch den Wirkungsgrad der Funküberwachung.
Bei solchen Übungen ist nämlich wichtig, dass jeder ein Ziel hat sich bemüht, dieses Ziel durch ständige Verbesserung zu erreichen.

Antrag für weitere Funkpolizei-Einsätze

Material: Funkpolizei-Ausrüstung, Funküberwachungswagen.

Mannschaft: Um das entsprechende Material bedienen zu können, ist der Einsatz Fk Pol Spezialisten nötig. Zu diesem Zwecke sind die einzelnen Sektionen frühzeitig zu orientieren, damit die entsprechenden Spezialisten in genügendem Mass aufgeboten werden können.

Schlussfolgerung

Obgleich man sich über den Einsatz der Funkpolizei bei der Übung GOTTARDO freuen kann, hätten die Ergebnisse erhöht werden können, indem geeignetes Material eingesetzt wurde (Möglichkeiten von Tonbandaufnahmen zwecks späterer Übungsbesprechung, Ausbildung).

Der Chef der Det Funkpolizei
Lt Magni

Standortangabe ohne Sextant und Funk

Trägheitsnavigation in der Erprobung unabhängig von Bodenstation und Wetter

Langstreckenflugzeuge werden in weniger als einem Jahr über Meere und Kontinente fliegen, ohne dass sie einen menschlichen Navigator an Bord haben und ohne Hilfe von Navigationsstationen am Boden benötigen. Alle Navigationsaufgaben löst vollkommen selbsttätig ein neues System — das Trägheitsnavigationssystem.

Bisher benutzte und benutzt der menschliche Navigator bei der Langstreckennavigation vor allem drei Verfahren: die Astronavigation, die bodenabhängige Funknavigation und die Doppler-Radar-Navigation.

Die Astronavigation basiert auf der Überlegung, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt von jedem georaphischen Ort aus die Himmelskugel anders erscheint. Man kann aus den Winkeln, unter denen die Gestirne, auch Sonne und Mond sind eingeschlossen, dem Betrachter erscheinen, auf seinen Standort schliessen. Und das mit einfachen Mitteln; ein Sextant zur Bestimmung des Elevationswinkels der Gestirne und eine genaugehende Uhr genügen.

Von den verschiedenen bodenabhängigen Funknavigationsverfahren haben sich besonders die Hyperbelverfahren, vor allem Loran, für die Langstreckennavigation bewährt. Allen Hyperbelnavigationsverfahren ist gemeinsam, dass mindestens zwei Bodenstationen zusammenarbeiten. Die Bodenstationen senden Impulse aus, deren Zeitdifferenz an Bord des Flugzeuges gemessen wird. Orte gleicher Zeitdifferenz sind zugleich Orte gleicher Entfernungsdifferenz zu den Funkstationen. Zwei Bodenstationen liefern somit eine Hyperbel als Standlinie. Eine dritte Station, die mit einer der beiden anderen zusammenarbeitet oder ein weiteres Sonderpaar ergeben eine weitere Standlinie. Der Schnittpunkt der beiden Standlinien markiert den Standort des Flugzeuges.

Bei der Doppler-Radar-Navigation werden unter Ausnützung des Doppler-Effektes für elektromagnetische Wellen die Geschwindigkeit des Flugzeuges über Grund und die Abtrift bestimmt. Die Doppler-Radar-Anlage des Flugzeuges sendet drei Leitstrahlen unter bestimmten Winkeln zur Erde. Ein Teil der ausgesendeten elektromagnetischen Energie wird reflektiert und wieder empfangen. Die Frequenzverschiebung zwischen den ausgesendeten und empfangenen Signalen wird gemessen und aus ihr dann Grundgeschwindigkeit und Abtrift ermittelt. Neben diesen konventionellen Navigationsverfahren ist in jüngster Zeit die Trägheitsnavigation als neues, vollkommen bordautarkes Navigationssystem entwickelt worden. Aufgrund ihrer universellen Anwendbarkeit und hohen Genauigkeit hat sich die Trägheitsnavigation sehr rasch durchgesetzt. Grossflugzeuge vom Typ «Boeing 747» und die kommenden Überschallflugzeuge werden nur noch Trägheitsnavigationssysteme erhalten.

Das Prinzip der Trägheitsnavigation hat zwei Ursprünge, die ihrem Wesen nach zwar verschieden sind, sich jedoch bei der technischen Realisierung verschmelzen. Der ältere Grundgedanke ist die Ermittlung des zurückgelegten Weges durch eine zweimalige Integration der Beschleunigung: Eine 1911 von dem K. u. K. Korvettenkapitän Johann Maria Boykow vertretene Idee. Dr. Siegfried Reisch hat sich während seines Studiums an der Technischen Hochschule Wien mit diesem Grundgedanken befasst und erkannte, dass bei unvollkommener technischer Realisierung die Fehler im zurückgelegten Weg mit der dritten Potenz der Zeit anwachsen können. Jahre später

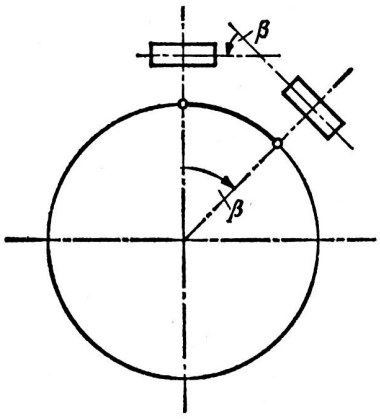
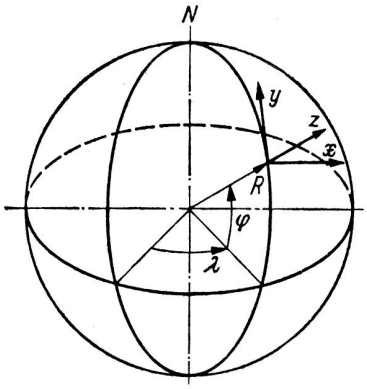


Fig. 1: Prinzip der Lotwinkelmessung. Der zurückgelegte Weg kann durch Messung des Lotwinkels β ermittelt werden. Das Lot soll als die Normale auf eine in der Horizontalebene ausgerichtete Plattform realisiert werden.



λ = geographische Länge
φ = geographische Breite
R = Erdradius

Fig. 2: Das geographische Bezugssystem

schlug er vor, den bei einer Bewegung auf der Erde zurückgelegten Weg mit Hilfe der Lotwinkelmessung zu bestimmen. Figur 1 zeigt das Prinzip der Lotwinkelmessung, das von Dr. Reisch 1940/41 patentiert wurde.

Eine laufende Messung des Lotwinkels, etwa durch Integration der Lotverdrehgeschwindigkeit, ergibt den auf der Erde zurückgelegten Weg, und damit bei bekanntem Ausgangsort die Position zu jedem späteren Zeitpunkt. Eine unvollkommene technische Verwirklichung dieses Gedankens führt zu Fehlern beim zurückgelegten Weg, die aber nur linear mit der Zeit anwachsen.

Die einfachste Form eines Trägheitsnavigationsverfahrens, das sich für die Navigation auf der Erde eignet, ist das «nach geographisch Nord ausgerichtete Trägheitsnavigationssystem». Bei diesem Trägheitsnavigationssystem richtet sich vor dem Start die kreiselstabilisierte Plattform selbsttätig in der Horizontalebene und nach georgraphisch Nord aus, wobei die Erdbeschleunigung und die Erddrehung benutzt werden. Die drei Achsen der Plattform bilden dann das geographische Bezugssystem, wie es in Fig. 2 dargestellt ist.

Die Plattform muss aber auch während des gesamten Fluges immer in der Horizontalebene und immer nach geographisch Nord ausgerichtet bleiben, und zwar unabhängig von der Roll-, Nick- und Gierbewegung des Flugzeuges und unabhängig von der Bewegung des Flugzeuges über die Erdoberfläche sowie unbeeinflusst von der Erddrehung. Man erreicht dies durch «Plattformstabilisierung» und Plattformnachführung».

Die Plattformstabilisierung isoliert die Plattform von der Nick-, Roll- und Gierbewegung des Flugzeuges und macht sie raumstabil. Die Plattformnachführung bewirkt ein laufendes Nachdrehen der Plattform um ihre drei Achsen mit genau errechneten Winkelgeschwindigkeiten, so dass während des gesamten Fluges das geographische Bezugssystem erhalten bleibt. In Fig. 3 ist das vereinfachte Blockdiagramm für ein nach geographisch Nord ausgerichtetes Trägheitsnavigationssystem dargestellt.

Auf der Plattform sind drei Beschleunigungsmesser mit ihren Messachsen in Richtung der drei Koordinatenachsen montiert. Da sie alle auftretenden Beschleunigungen messen, jedoch nur die Flugzeugbeschleunigungen von Interesse sind, müssen die gemessenen Beschleunigungen um jene Anteile korrigiert werden, die von der Erddrehung und Erdbeschleunigung herrühren (Corioliskorrektur, Zentripetalbeschleunigungs- und Gravitikationskorrektur).

Das korrigierte Signal des Y-Beschleunigungsmessers wird einmal integriert und liefert die Geschwindigkeit v_y in Richtung der Y-Achse (Nordgeschwindigkeit). Diese Nordgeschwindigkeit durch den Erdradius dividiert, ergibt die Plattform-Verdrehgeschwindigkeit um die X-Achse und gleichzeitig die Änderung der geographischen Breite φ. Eine nochmalige Integration liefert unter Berücksichtigung der anfänglichen georaphischen Breite als Integrationskonstante die geographische Breite zu jedem gewünschten Zeitpunkt.

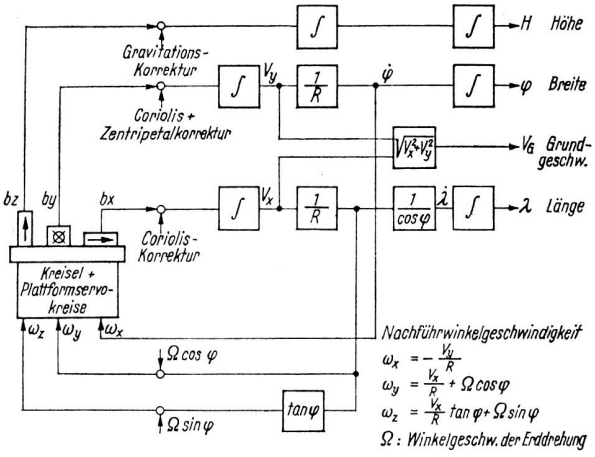


Fig. 3: Vereinfachtes Blockdiagramm für ein nach geographisch Nord ausgerichtetes Trägheitsnavigationssystem.

2500 Flugstunden mit guten Ergebnissen

Ebenso ergibt das korrigierte Signal des X-Beschleunigungsmessers nach der ersten Integration die Geschwindigkeit in Richtung der X-Achse (Ostgeschwindigkeit). Diese Geschwindigkeit wird ebenfalls durch den Erdradius dividiert. Man erhält dadurch jenen Anteil der Plattformnachdrehung um die Y-Achse, der wegen der Flugzeugbewegung erforderlich wird. Zum Ausgleich der Meridiankonvergenz muss noch durch den cos φ dividiert werden, um die Änderung der geographischen Länge λ zu erhalten. Eine nochmalige Integration liefert dann unter Berücksichtigung der anfänglichen geographischen Länge die geographische Länge zu jedem gewünschten Zeitpunkt.

Das Meßsignal des Z-Beschleunigungsmessers würde bei Beachtung der Gravitationskorrektur nach zweimaliger Integration einen errechneten Wert für die Höhe ergeben. In der Luftfahrt macht man davon nicht Gebrauch, da alle Flugzeuge gemäss internationaler Vereinbarung nach Anzeigen von barometrischen Höhenmessern fliegen.

Position und Grundgeschwindigkeit nach Grösse und Richtung sind die primären Ausgangsinformationen des Systems für die navigatorischen Aufgaben, die Rechner moderner Trägheitsnavigationssysteme bieten aber noch viele zusätzliche Möglichkeiten. So kann beispielsweise der Sollflugwert durch Eingabe von Wegpunktkoordinaten im Rechner gespeichert werden. Der Flugzeugführer ist dann in der Lage, zusätzlich navigatorische Informationen, wie Entfernung und Zeit bis zum Zielort oder Ablage vom Sollflugweg, abzufragen. Durch eine Aufschaltung des Trägheitsnavigationssystems auf den Flugregler lässt sich der Sollflugweg automatisch so abfliegen, wie er durch die Wegpunkte festgelegt ist. Die Besatzung wird dadurch von Routinearbeit entlastet.

Weiterhin ist die Plattform des Trägheitsnavigationssystems ein ideales Lagenreferenzsystem, das gegenüber Flugzeugbeschleunigungen unempfindlich ist. Da die Fluglagensignale wichtige Eingangssignale für Flugregler, Flugkommandogerät und Wetterradar sind, kann die Arbeitsgenauigkeit dieser Systeme verbessert werden, wenn die Lageninformation einer Trägheitsplattform entnommen wird.

Im wesentlichen haben jedoch wirtschaftliche Erwägungen der Trägheitsnavigation zum entscheidenden Durchbruch verholfen. Nach einiger Übung kann der Flugzeugführer die Anlage bei geringem Arbeitsaufwand bedienen, so dass ein Navigator auf Langstreckenflügen entbehrlich wird.

Die Rechner der Trägheitsnavigationssysteme arbeiten so, dass immer der Grosskreis zwischen zwei Wegpunkten, und damit die kürzeste Entfernung zwischen ihnen, als Sollflugweg zugrunde liegt. Eine durch Wegpunkte vorgegebene Flugstrecke kann also immer auf dem kürzesten Weg geflogen werden.

Wenn man mit der Trägheitsnavigation auf Linienflügen genügend Erfahrung gesammelt hat, könnte die Verminderung der seitlichen Staffelung von Flugzeugen über dem Nordatlantik erneut in die Diskussion gebracht werden. Solche Überlegungen dürften in einigen Jahren durch das starke Anwachsen des Nordatlantikverkehrs sehr an Bedeutung gewinnen.

Als erste Fluggesellschaft der Welt hat die Deutsche Lufthansa zwei Seriengeräte jenes Trägheitsnavigationssystems gekauft, das für die «Boeing 747» vorgesehen ist. Diese beiden Systeme von der amerikanischen Firma AC Electronics wurden als zusätzliche Geräte in eines der Frachtflugzeuge vom Typ «Boeing 707» eingebaut.

Am 1. November 1968 hat die Lufthansa die Streckenflüge mit Trägheitsnavigation begonnen. Während das Flugzeug in herkömmlicher Weise navigiert wird, ermöglichen die parallel betriebenen Trägheitsnavigationssysteme eine Einweisung der Flugzeugbesatzung in deren Arbeitsweise unter realen Flugbedingungen.

Nach den ersten 2500 Flugstunden liegen in bezug auf Genauigkeit und aufgetretene Systemfehler folgende Ergebnisse vor: Bei 50 % aller etwa acht Stunden dauernden Atlantikflüge wurde nach Ankunft auf den Zielflughäfen festgestellt, dass das Ziel bei ausschliesslicher Anwendung der Trägheitsnavigation nur um höchstens 12,5 km verfehlt worden wäre. Bei 75 % aller Flüge wäre das Ziel bis auf wenigstens 22 km und bei 95 % bis auf mindestens 37 km genau erreicht worden. In dem betrachteten Zeitabschnitt sind neun Anlagenfehler am Boden aufgetreten; im Flug konnten bisher keine Ausfälle an Plattform und Rechner festgestellt werden.

Die Lufthansa bereitet sich mit diesem Erprobungsprogramm auf die zukünftige Langstreckennavigation vor. Wenn im Januar 1970 die ersten Boeing-747-Flugzeuge, die «Jumbo Jets», an die Lufthansa geliefert werden, haben die hierfür bestimmten Besatzungen bereits mehr als ein Jahr Flugerfahrung mit der Trägheitsnavigation sammeln können.