

Werkstattbuch Nr. 269	Sonderbetrieb „Nürnberg II“ der Anlagen FuSE 62 und FuSE 65	E01-9e
--------------------------	----------------------------------------------------------------	---------------

A. Allgemeine Angaben

Der Hörzusatz „Nürnberg II“ dient zur Aussiebung und Hörbarmachung niederfrequenter Modulation, die in den von Flugzielen zurückgestrahlten Signalen enthalten ist. Die Aussiebung ist entfernungsabhängig; jedes im Meßbereich erscheinende Signal kann getrennt abgehört werden.

Auf diese Weise ist es möglich, die den Flugzeugen eigentümliche Maschinenmodulation (auch Propellermodulation genannt) zur Erkennung und Unterscheidung gegenüber anderen Zielen auszunutzen. Weiterhin läßt sich bei Anwendung des Sonderbetriebes „Würzlaus“ die durch die Entfernungsänderung entstehende Dopplerfrequenz hörbar machen. Die Maschinenmodulation bevorzugt ein Frequenzband von etwa 100 Hz, während die Dopplerfrequenz abhängig von der Zielbewegung ist und wesentlich höhere Werte annehmen kann.

Neben diesen erwünschten Merkmalen von Flugzielen treten bei den mit rotierendem Dipol arbeitenden Funkmeßgeräten zwei Störerscheinungen auf, die nur durch besondere und umfangreiche Gegenmaßnahmen beseitigt werden können:

1. Die Peilmodulation: Infolge ungleichmäßiger Anstrahlung des Zieles bei nicht genauer Winkelmessung entsteht eine zusätzliche Modulation mit der Umlauffrequenz des Dipols. Der Modulationsgrad dieser Störfrequenz hängt vom Winkelmeßfehler ab und wird mit abnehmendem Meßfehler kleiner.
2. Die Polarisationsmodulation: Infolge linear polarisierter Sende- und Empfangsantenne und häufiger Bevorzugung einer bestimmten Polarisationssebene des Meßobjektes entsteht eine Modulation mit der doppelten Umlauffrequenz des Dipols. Der Modulationsgrad dieser Störfrequenz hängt von den Polarisationsseigenschaften des angemessenen Zieles ab und wird um so geringer, je weniger eindeutig diese sind.

B. Schaltung und Wirkungsweise

Der Sonderbetrieb „Nürnberg II“ bedingt eine Abänderung der Stufe D des Anzeigegerätes ANG 62 bzw. ANG 65. Er enthält drei Hauptteile:

1. die Schaltröhre,
2. die Siebkette,
3. die Niederfrequenz-Verstärkerröhre mit Ausgangsübertrager.

1. Die Schaltröhre.

Sie hat die Aufgabe, aus der Vielzahl der Empfangszeichen nur dasjenige an die Siebkette (s. u.) weiterzuleiten, das jeweils durch das Entfernungsanzeigegerät des Funkmeßgerätes angemessen wird. Hierdurch wird die für die Zielerkennung notwendige entfernungsmaßige Zuordnung sichergestellt. Verwendet wird eine Pentode LV1 (Rö 8), die durch hohe negative Gittervorspannung sowie durch Fehlen der Schirmgitterspannung gesperrt ist. Die negative

Gitterspannung wird durch den Spannungsteiler W 41/W 202 erzeugt, der zur Vermeidung einer Gegenkopplung mit der Kapazität C 38 überbrückt ist.

Zur laufzeitmäßig richtigen Auftastung der Schaltröhre wird dem Steuergitter ein positiver, mit dem für die E-Messung verwendeten Dunkelpunktimpuls synchroner Impuls zugeführt, der an der Kathode der Röhre RÖ 9 des Entfernungsanzeigerates entnommen wird.

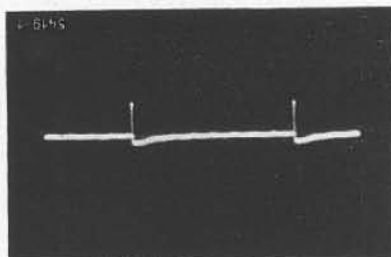


Abb. 1 Auftastimpuls, am Gitter 1 der Schaltröhre RÖ 8 gemessen, ZF-Kabel herausgezogen

Ist gleichzeitig mit dem Auftastimpuls eine Schirmgitterspannung gewisser Mindesthöhe vorhanden, so ist der Innenwiderstand der Schaltröhre gering, und die Kondensatoren C 72/C 74 werden rasch entladen. Solange die Röhre gesperrt ist, laden sich die Kondensatoren über den Widerstand W 203 langsam auf. Dadurch bildet sich eine Sägezahnspannung im Anodenkreis der Röhre RÖ 8.

An Stelle einer Gleichspannung werden dem Schirmgitter der Röhre RÖ 8 die gleichgerichteten und verstärkten Empfangsimpulse über den Kondensator C 201 zugeführt. Das Schirmgitter ist über Widerstand W 127 mit der Kathode der Röhre RÖ 18 verbunden und erhält hierdurch eine negative Vorspannung von etwa 3,5 V.

Durch den hierdurch festgelegten Nullpegel werden Rauschspannungen und Signale unterhalb einer bestimmten Amplitude (etwa 2 mm auf der Höhen- bzw. Seitenröhre) überhaupt nicht hörbar, während größere Amplituden sofort mit voller Lautstärke einfallen. Bei genauer laufzeitmäßiger Übereinstimmung der Sperrlücke mit einem Meßimpuls wächst die am Anodenkreis der Schaltröhre entstehende negative Sägezahnspannung verhältnismäßig mit der Amplitude des Meßimpulses, so daß sich ein Anodenspannungsverlauf der Schaltröhre gemäß Abb. 2 ergibt.

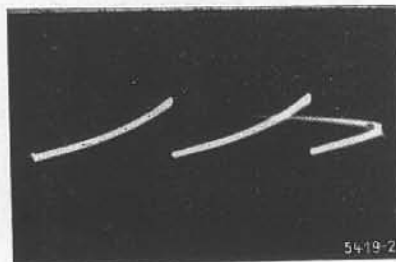


Abb. 2 Sägezahnspannung an der Anode der Schaltröhre RÖ 8 beim Anmessen eines unmodulierten Signales, gemessen hinter C 44.
Amplitude des Meßsignales etwa 20 mm auf der Höhen- bzw. Seitenröhre

Ist bei fehlendem Rauschen keine genaue laufzeitmäßige Übereinstimmung zwischen Auftast- und Meßimpuls vorhanden, so tritt keine Bildung eines Sägezahnes ein. Wird die Verstärkung des Zwischenfrequenzverstärkers ZFV 62 bis in das Rauschen hochgeregelt, so ruft dieses naturgemäß ebenfalls Sägezahnspannungen hervor. Abb. 3 zeigt die durch Rauschen hervorgerufene Sägezahnbildung.

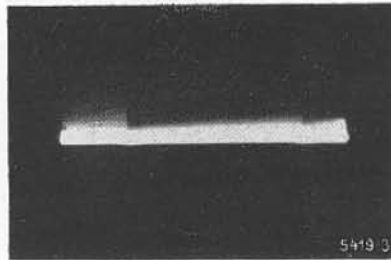


Abb. 3 Durch Rauschen hervorgerufene aufgerissene Sägezahnspannung, gemessen hinter C 44.
(Amplitude des Rauschens etwa 5...8 mm auf der Höhen- bzw. Seitenröhre)

2. Die Siebkette.

Ihre Aufgabe besteht in der Siebung der NF-Spannung.

Durch die Sägezahnbildung in der Schaltung werden verhältnismäßig große Modulationspannungen am RC-Glied erzeugt, die im Rhythmus der niederfrequenten Modulation

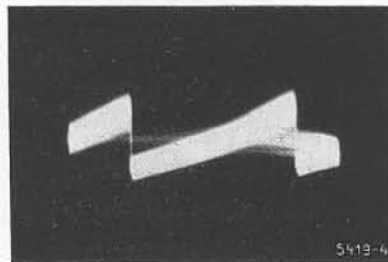


Abb. 4 Sägezahnspannung beim Anmessen eines modulierten Signales, gemessen hinter C 44.
Amplitude des Meßsignales etwa 20 mm auf der Höhen- bzw. Seitenröhre

schwanken. Da sie jedoch zu viele Oberwellen unter Bevorzugung der Impulsfrequenz enthalten, ist eine Glättung der NF-Spannung erforderlich. Hierzu dient die aus dem RC-Glied

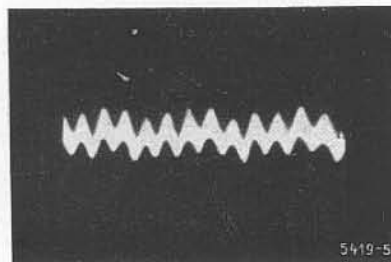


Abb. 5 Verlauf der NF-Spannung des Signales der Abb. 4 vor der Siebkette, gemessen hinter C 44 bei geringer Zeitdehnung, Modulationsfrequenz 150 Hz
(Zeitablenkung 10 Hz)

W128/C 73/W125 bestehende Siebkette. Die Modulationsfrequenzen werden praktisch ungeschwächt durchgelassen, die Oberwellen jedoch auf das erforderliche Maß geschwächt.

Die nunmehr an das Gitter der NF-Verstärkerröhre gelangende NF-Spannung hat den in Abb. 6 gezeigten Verlauf.

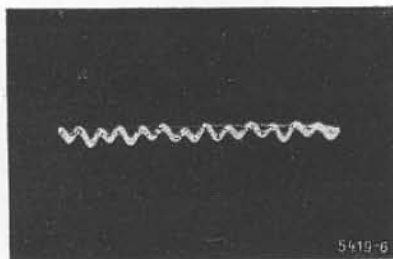


Abb. 6 NF-Spannung des Signales der Abb. 4 am Steuergitter der NF-Verstärkerröhre R₀ 18, gemessen am Sockelanschluß bei geringer Zeitdehnung, Modulationsfrequenz 150 Hz (Zeitablenkung 10 Hz)

3. Die NF-Verstärkerröhre mit Ausgangsübertrager.

Die NF-Röhre R₀ 18 dient zur Verstärkung der am Ausgang der Siebkette vorhandenen Modulationsfrequenz; der Ausgangsübertrager bevorzugt einen bestimmten Frequenzbereich und dient außerdem zur Unterersetzung für die Kopfhöreranpassung.

Als Verstärkerröhre R₀ 18 findet eine RV 12 P 2000 Anwendung, deren Gitter galvanisch an die Siebkette angeschlossen ist. Die erforderliche Gittervorspannung wird automatisch durch den Kathodenwiderstand W 129 erzeugt, wobei die Gegenkopplung durch den Kondensator C 76 auf ein geringes Maß herabgesetzt wird. Die Schirmgitterspannung ist durch den Kondensator C 77 verblockt und wird über den Vorwiderstand W 126/W 130 zugeführt, der so bemessen ist, daß eine gute Aussteuerfähigkeit auch bei hohem Modulationsgrad der Meßimpulse und damit eine große Lautstärke erzielt wird.

Der Anodenkreis der Röhre R₀ 18 besteht aus dem Übertrager Ü 8, der durch den Kondensator C 78 so abgestimmt ist, daß ein Frequenzband bis etwa 600 Hz mit Resonanzlage bei etwa 100...150 Hz übertragen wird. Mit seiner Sekundärseite sind parallelgeschaltete Doppelbuchsen für drei Kopfhörer verbunden, die das Abhören durch die Bedienungsleute B 1 bis B 3 gestatten. Abb. 7 zeigt die an der Sekundärseite des Übertragers Ü 8 vorhandene NF-Spannung bei Belastung durch einen Kopfhörer.

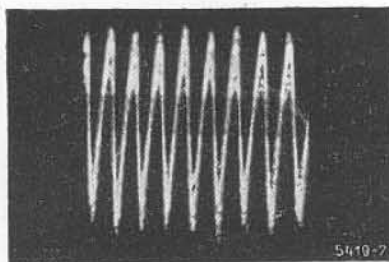


Abb. 7 NF-Spannung des Signales der Abb. 4 an der Sekundärseite des Ausgangsübertragers. Sekundärwicklung einseitig geerdet. Modulationsfrequenz 150 Hz (Zeitablenkung 15 Hz)

C. Handhabung des Hörzusatzes

Der Hörzusatz ist mit Herstellung der Meßbereitschaft des Funkmeßgerätes gleichzeitig betriebsfähig und bedarf außer dem Anschluß der drei Kopfhörer keiner weiteren Handhabung. Es ergeben sich bei der Meßtätigkeit folgende Hörscheinungen:

1. Rauschen.

Je nach der Amplitude ein mehr oder minder lautes unregelmäßiges Geräusch ohne Bevorzugung einer bestimmten Tonlage.

2. Festziele.

- a) Bei stehendem Dipol:
ein zischendes Geräusch oder tiefes Brummen.
- b) Bei rotierendem Dipol:
meistens starkes Brummen von doppelter Frequenz der Drehzahl des rotierenden Dipols (etwa 48 Hz).

3. Störende Dipolwolken.

Unregelmäßiges Atmen, vermischt mit Rauschen.

4. Flugzeuge ohne störende Dipolwolken.

Tiefer, gleichmäßiger Brumnton, bei mehrmotorigen Maschinen häufig ein langsames An- und Abschwellen der Tonstärke. Änderungen der Motordrehzahl sind deutlich wahrnehmbar. Bei rotierendem Dipol wird dem Brumnton die Peil- und Polarisationsmodulation überlagert, wodurch das Abhören zwar erschwert, jedoch in den meisten Fällen nicht unmöglich wird.

5. Flugzeuge in störenden Dipolwolken.

Brumnton höherer Frequenz, zeitweise mit klirrendem Geräusch verbunden. Bei Maschinen, die störende Dipole werfen, zeitweise An- und Abschwellen der Lautstärke.

6. Flugzeuge bei „Würzlaus“ Betrieb außerhalb und innerhalb von störenden Dipolwolken.

Sehr deutlich hörbarer Dopperton in Abhängigkeit von der Relativgeschwindigkeit zum Funkmeßgerät (v_r). Je höher diese ist, desto höher die Tonlage. Bei rotierendem Dipol ist die Peilmodulation schwach hörbar, sie wirkt in keinem Falle störend.

Je nach Größe der v_r ändert sich der Dopplerton im Bereich von etwa 0 (Wechselpunkt) bis 600 Hz (reiner Ab- bzw. Anflug); in der Nähe des Wechselpunktes ähnelt sein Verlauf dem Geräusch einer bremsenden bzw. anfahrenden Straßenbahn.

Im Wechselpunktbereich, der nur kurzzeitig ausgeprägt ist, oder bei drehendem Ziel geht der Dopplerton in den Brumnton über, der bei Normalbetrieb zu hören ist.

Für das Arbeiten mit Hörzusatz ist ferner wichtig:

Die Einstellung der Kopfhörermembran muß so vorgenommen werden, daß auch bei größten Amplituden kein Klirren oder gar Kleben eintritt. Dies äußert sich z. B. bei umlaufenden Zeichen dicht benachbarter Funkmeßgeräte durch regelmäßig wiederkehrendes hartes Knacken und kann das Heraushören schwacher Modulation beeinträchtigen.

Die Reichweite des Hörzusatzes beim Empfang einer Maschinenmodulation ist etwa gleich der Meßreichweite, während sie beim Empfang der Dopplerfrequenz gleich der Suchreichweite ist bzw. diese übersteigt.

Für das Anzeigegerät ANG 65 ist noch zu bemerken:

Die vom Hörzusatz für FuSE 65 abgegebene Tonfrequenz-Wechselspannung ist geringer als die bei FuSE 62D unter sonst gleichen Bedingungen. Dies rührt von der geringeren Tastfrequenz her, die einen entsprechend kleineren zeitlichen Mittelwert der Bildamplituden hervorruft. Infolge der logarithmisch verlaufenden Ohrempfindlichkeit macht sich diese Eigenschaft nicht nachteilig bemerkbar, zumal die Bedienung des Funkmeßgerätes FuSE 65 im geschlossenen Bedienungsstand den störenden Außengeräuschen weniger ausgesetzt ist als die des Funkmeßgerätes FuSE 62 D.