

meterausschlag auf weniger als 1" genau erfolgen kann. Bei Messung nach der Interferenzmethode ist die Genauigkeit nur durch die Ablesegenauigkeit des Drehkondensators gegeben, ist also noch erheblich größer. (1" entspricht etwa 1 mm auf der Eichskala).

Durch die Tatsache, daß das Meßaudion während der Messung in der Hand gehalten wird und dadurch zusätzliche Kapazitäten und eine Verstimmung entstehen, tritt eine gewisse Ungenauigkeit der Messung auf. Es wurde ermittelt, daß das Meßaudion hierdurch bei 50 MHz um etwa 50 KHz, bei 25 MHz um 25 KHz verstimmt wird. Diese Werte entsprechen aber 0,25" Kondensatorteilung. Etwa dieselbe Größe hat die Frequenzänderung durch Betriebsspannungsänderungen. Bei einem Ansteigen der Anodenspannung von 30 auf 120 Volt würde die Frequenz 30 MHz um 40 KHz verstimmt.

Die Kondensatoreichung wurde, wie bereits oben erwähnt, durch Vergleich mit Normalquarzen gewonnen und ist deshalb auf den Bruchteil eines Grades genau.

Nimmt man also 2" als bestmöglich erzielbare Meßgenauigkeit an, so entsprechen diese 2" folgenden Werten:

0,4 MHz im Anfangsdrehbereich des Kondensators, d. h. bei einer Frequenz von etwa 50 MHz, und

Weniger als 0,2 MHz im Endbereich, d. h. bei einer Frequenz von etwa 25 MHz.

Bei Berücksichtigung aller Fehler erhält man also eine Meßgenauigkeit von 1‰ der zu messenden Frequenz. Unberücksichtigt bleiben dabei die beim Nähern an fremde Geräteteile entstehenden Ungenauigkeiten durch Zusatzkapazitäten.

Nimmt man aber einen Gesamtfehler der Frequenzmessung durch das Meßaudion von 1‰ an, so ist dieser Fehler nicht größer als bei den besten Wellenmessern mit Resonanzanzeige. Als Interferenzwellenmesser ist das Meßaudion, wie alle Frequenzmesser dieser Art, noch wesentlich genauer.

VI. Zusammenfassung.

Es wurde ein Frequenzmeßgerät für das UKW-Gebiet von 25 — 50 MHz beschrieben. Durch die Kombination eines Meßsenders mit einem Absorptionsfrequenzmesser erlaubt es sowohl die Messung von oszillierenden wie nicht oszillierenden Kreisen. Infolge der geringen Energie, die es für die Messungen benötigt, arbeitet es bei losester Kopplung und hat eine Genauigkeit von + 1‰. Die Ausmaße des Gerätes sind extrem klein und die Handhabung sehr bequem, so daß es auch die Messung eingebauter Kreise gestattet.

Der DVL-Hell-Eisensucher

von K. Bär.

I. Einleitung.

Ein Kompaß erfährt durch magnetische Metalle, die sich in seiner Nähe befinden, Fehlanzeigen, die als solche oft nicht erkennbar sind, besonders wenn die magnetischen Metalle, wie im Flugzeug, verdeckt oder verkleidet sind.

Auf Anregung und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof, wurde ein Gerät entwickelt, welches das Vorhandensein magnetischer Metalle, die auf die Anzeige eines Kompasses störend wirken können, anzeigt.

Das zu untersuchende Material wird dabei mit einer Suchspule abgetastet, die in einem Zweige einer Wechselstrombrücke eingeschaltet ist und deren Scheinwiderstandsänderung eine Richtverstärkeranordnung derart steuert, daß nur der Einfluß von magnetischen Metallen auf die Suchspule zur Anzeige kommt, während nichtmagnetische Metalle das Anzeiginstrument nicht beeinflussen.

In folgendem wird zunächst der Einfluß von magnetischen und nichtmagnetischen Metallen auf das magnetische Wechselfeld einer Spule untersucht, bevor auf die eigentliche Meßanordnung eingegangen wird.

II. Der Einfluß von magnetischen und nichtmagnetischen Metallen auf das magnetische Wechselfeld einer Spule.

In der Nähe einer von Wechselstrom durchflossenen stabförmig ausgebildeten Suchspule werden in unmittelbarer Reihenfolge die gleichen Mengen Eisen, Aluminium und Messing gebracht. Dadurch erfolgt eine Aenderung des Scheinwiderstandes der Suchspule (Abb. 1). Während Eisen mit abnehmender Frequenz ein Ansteigen der Scheinwiderstandsänderung bewirkt, wird im Gegensatz dazu die Scheinwiderstandsänderung durch Messing und Aluminium mit abnehmender Frequenz kleiner.

Ohne auf die bekannten Ursachen, welche diesem Frequenzgang der Scheinwiderstandsänderung zugrunde liegen, näher einzugehen, können wir aus dem Verlauf der Kurven die für die Empfindlichkeit des Gerätes günstigste Frequenz erkennen. Wir sehen auch, daß bei Frequenzen über 50 Hz der gleichzeitige Einfluß des nichtmagnetischen Metalles auf die Anzeige des magnetischen Metalles „dämpfend“ wirken würde, weil in einem Falle eine Scheinwiderstandszunahme und im anderen Falle

eine Scheinwiderstandsabnahme erfolgt. Es ist jedoch nicht günstig, eine zu tiefe Frequenz zu wählen, weil mit abnehmender Frequenz die Phase der Suchspule schlechter und damit die Empfindlichkeit des Gerätes herabgesetzt wird.

Als günstigste Frequenz wurden ca. 25 Hz ermittelt.

III. Die Meßmethode.

Das Prinzip der Messung ist aus Bild 2 zu sehen. Das Gerät besteht aus einem Generator G, einer Phasenbrücke PBr, einem Verstärker V, einer Gleichrichterbrücke GBr und einem Indikator J.

Die an der Generatorwicklung I liegende Hilfsspannung U_h erzeugt je nach Polarität in den beiden Zweigen der Gleichrichterbrücke GBr durch Pfeile angedeutete, gleich große, entgegengesetzt gerichtete Ströme. Die Verschiedenheit der Gleichrichterdurchlaßwiderstände wird durch das Potentiometer P ausgeglichen. Der mittlere Gleichstrom bzw. die Gleichspannung am Widerstand R_1 ist dann Null. Die Gittervorspannung der Röhre ist so groß gewählt, daß gerade kein Anodenstrom mehr fließt. Die an R_1 liegende, der Gittervorspannung überlagerte Wechselfspannung muß durch eine der Indikatorröhre vorgeschaltete Siebanordnung vermindert werden, damit die Röhre durch die Spitzen der Wechselfspannung nicht geöffnet wird.

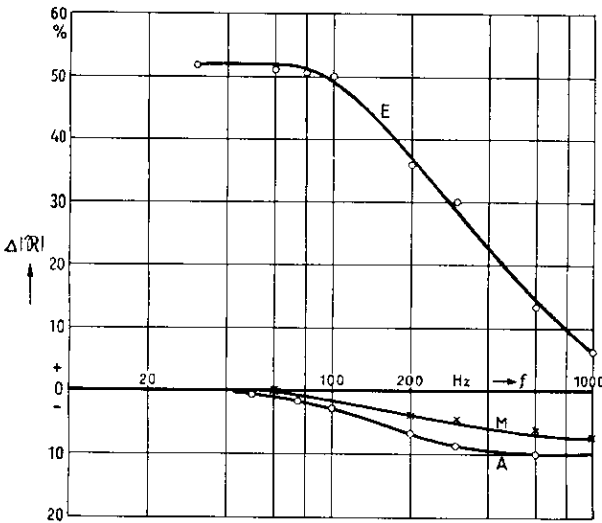


Abb. 1: Änderung des Scheinwiderstandes der Suchspule durch den Einfluß verschiedener Metalle.

E Eisen A Aluminium M Messing

Die Phasenbrücke besteht aus der Suchspule S, der Nachbildung N der Suchspule und den die Phasenlage von U_m bestimmenden Kondensatoren C. Die Scheinwiderstände der Suchspule und der Nachbildung stimmen nicht nur für die Betriebsfrequenz 25 Hz, sondern auch für die in der Nähe liegenden Frequenzen überein (Bild 3). Dadurch braucht an die Frequenzkonstanz des Generators keine hohe Anforderung gestellt werden. Die Werte

R_1 , R_2 und L der Nachbildung lassen sich aus dem Scheinwiderstandsverlauf der Suchspule nach bekannter Konstruktion entnehmen. Die Nachbildung darf im Gegensatz zu der Suchspule durch magnetische Metalle nicht beeinflussbar sein. Die Induktivität der Nachbildung muß deshalb einen ge-

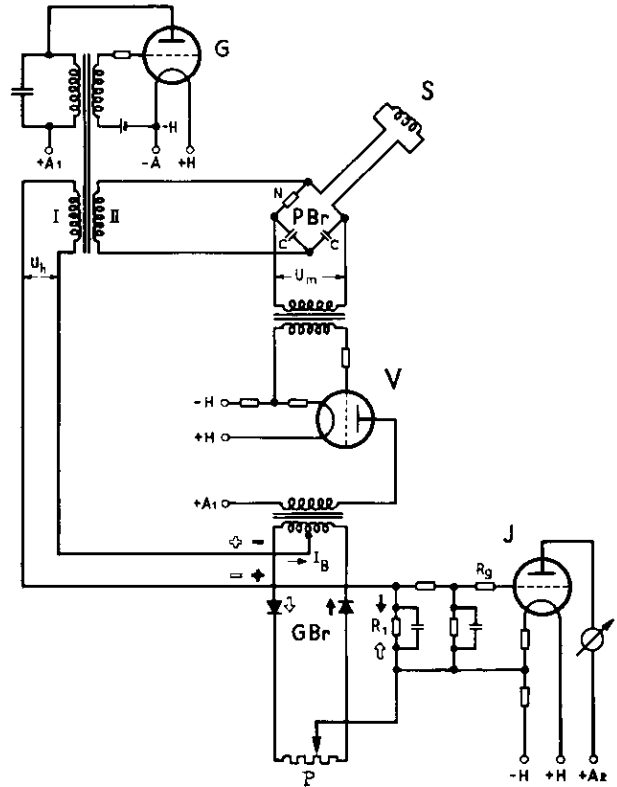


Abb. 2: Grundsätzliches Schaltbild des Eisensuchers.

- | | |
|--------------|-----------------------------|
| G Generator | PBr Phasenbrücke |
| S Suchspule | N Nachbildung der Suchspule |
| V Verstärker | GBr Gleichrichterbrücke |
| I Indikator | |

schlossenen Eisenkern besitzen und gut abgeschirmt sein.

Die Phasenbrücke ist so abgeglichen, daß am Eingang des Verstärkers keine Spannung liegt. Eine Scheinwiderstandsänderung der Suchspule erzeugt am Eingang des Verstärkers eine Spannung U_m und bewirkt im Differentialübertrager einen Strom I_B , der je nach Richtung den Strom in den Gleichrichterzweigen verstärkt oder schwächt. Die Ströme in den beiden Gleichrichterzweigen werden dadurch verschieden groß, so daß am Widerstand R_1 ein Spannungsabfall auftritt, der die Gitterspannung der Röhre verlagert.

Die Empfindlichkeit der Brücke ist dann am größten, wenn Hilfs- und Meßspannung in Phase sind. Die Phasenlage der Spannung U_m ist so eingestellt, daß eine Scheinwiderstandserhöhung der Suchspule einen Spannungsabfall am Widerstand R_1 hervorruft, welcher der Sperrspannung der Indikatorröhre entgegenwirkt und diese öffnet. Wir erkennen jetzt auch, daß das Zwischenschieben eines

nichtmagnetischen Metalles zwischen Suchspule und magnetischem Metall bei ungünstiger Wahl der Frequenz (siehe Bild 1) eine „Dämpfung“ bringen kann, weil bei einer Scheinwiderstandserniedrigung der Suchspule die Phase der Meßspannung sich gegenüber der Scheinwiderstandserhöhung um 180° ändert

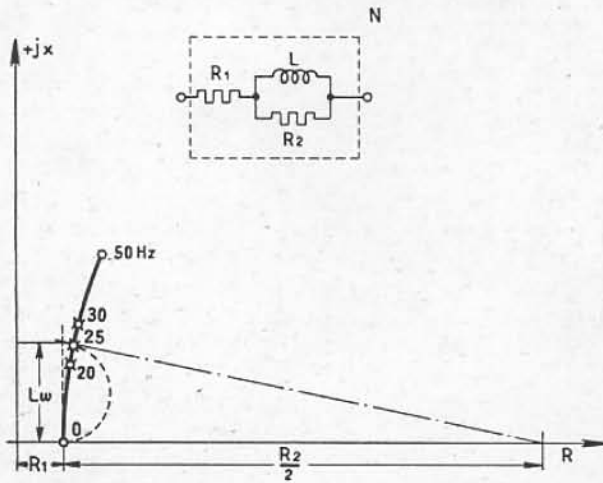


Abb. 3: Scheinwiderstand der Suchspule und der Nachbildung für verschiedene Frequenzen.

o Suchspule x Nachbildung.

und demzufolge die Gleichspannung an R_1 ihr Vorzeichen umkehrt.

Zur Begrenzung des Anodenstromes ist im Gitterkreis der Widerstand R_g eingeschaltet. Durch den Gitterstromereinsatz wird der Anodenstrom begrenzt, so daß auch bei starker Uebersteuerung der Indikatorröhre eine Beschädigung des Anzeigeinstrumentes nicht erfolgt.

IV. Ausführung und Bedienung des Gerätes.

Der Eisensucher ist zusammen mit einer 90 Volt Batterie und einem 6 Volt Sammler in einem tragbaren Tornisterkasten mit den Ausmaßen $210 \times 220 \times 340$ mm untergebracht (Abb. 4).

Die Suchspule ist durch ein ca. 5 m langes Kabel mit dem Gerät verbunden. Das Anzeigeinstrument ist in den Handgriff der Suchspule eingebaut. Durch diese Anordnung ist das Abtasten der zu untersuchenden Metallteile sehr erleichtert, weil die Anzeige unmittelbar ersichtlich ist. Die ununterbrochene Betriebsdauer ist durch die Kapazität des Sammlers auf ca. 13 Stunden begrenzt. Das Gerät ist mit einer RE 134 als Generator- und zwei KC3 als Verstärker- bzw. Indikatorröhre bestückt. Zur Ueberwachung der Betriebsspannungen ist ein auf Heiz- und Anodenspannung umschaltbares Voltmeter eingebaut.

Vor Beginn der Messung wird das Gerät zunächst geeicht. Die Suchspule (5) und das Anzeigeinstrument (4) wird durch das Kabel mit dem Gerät verbunden. Dabei muß beachtet

werden, daß in der Nähe der Suchspule keine magnetischen Metalle vorhanden sind. Die Heizspannung wird durch den Regelwiderstand (1) auf 4 Volt eingestellt. Die Ablesung erfolgt am Voltmeter (2). Die Anodenspannung muß in dem vorgeschriebenen Bereich liegen (blauer Bereich am Voltmeter). Durch das Potentiometer (3) wird ein etwa vorhandener Ausschlag am Anzeigeinstrument (4) auf Null gebracht. Das Gerät ist dann betriebsbereit.

V. Meßergebnisse.

Die Anzeige magnetischer Metalle ist nicht nur von der Größe des anzuzeigenden Metallkörpers und seiner Entfernung von der Suchspule, sondern auch, wie einleitend gezeigt wurde, von der Nachbarschaft nichtmagnetischer Metalle und von dem Größenverhältnis des magnetischen zum nichtmagnetischen Metall abhängig.

An das Gerät war die Forderung gestellt worden, kleine Eisenteile (Schrauben und Niete) in unmittelbarer Nähe der Suchspule unter Zwischenschieben einer 0,5 mm starken Aluminiumwand noch anzuzeigen. Eine Eisenschraube von $1,8 \times 12$ mm ruft in 1 mm Entfernung von der Suchspule einen Ausschlag von etwa $\frac{1}{5}$ des Vollausschlages hervor. Größere Eisenmengen, z. B. ein Eisenstück von $30 \times 30 \times 30$ mm, bringen in ca. 10 bis 15 mm Entfernung das Anzeigeinstrument zum Vollausschlag. Das Zwischenschieben einer 0,5

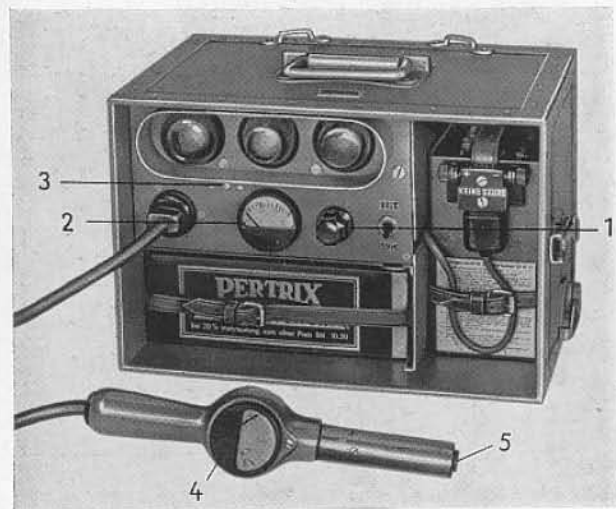


Abb. 4: Der Eisensucher als tragbares Gerät.

bis 1 mm starken Aluminiumwand ändert die Anzeige nur gering. Bei ungünstigem, d. h. kleinem Verhältnis von magnetischem zu nichtmagnetischem Metall, z. B. bei der angeführten 1,8 mm starken Eisenschraube, vermindert sich der Ausschlag des Anzeigeinstrumentes bei Zwischenschieben des Aluminiumbleches um ca. 10% .