

Meßgeräte und ihre Anwendung

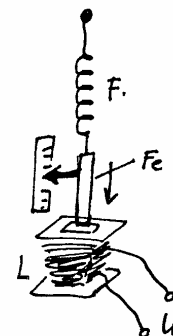
Während in der Praxis analoge Meßgeräte zunehmend von Digitalanzeigen verdrängt werden, verlangt der Prüfungsfragenkatalog in erster Linie Kenntnisse bei analogen Instrumenten. Mit Ausnahme der Funktion des Meßwerkes gelten aber alle für Zeigerinstrumente gemachten Aussagen, was Meßmethoden, Messbereichserweiterungen etc. angeht, auch für digitale Meßwerke.

Hochwertige (analoge) Drehspulmesswerke sind heutzutage teurer als digitale Anzeigen. Das Zeigerinstrument hat aber gegenüber digitalen Anzeigen den Vorteil, Trends zu verdeutlichen ohne daß man die jeweiligen sich ändernden Meßwerte ablesen und im Kopf vergleichen muß. In der Reparaturpraxis wird es daher von vielen Fachleuten immer noch bevorzugt.

Zum Messen von Stromstärke, Spannung, Widerstand usw. benötigen wir ein Meßwerk, das eine Wirkung des elektrischen Stromes, z.B. Lichtwirkung, chemische Wirkung, Wärmewirkung oder Magnetwirkung, in einen der Wirkungsstärke entsprechenden Zeigerausschlag umsetzt.

Im einfachsten Fall könnte dies ein an einer Feder F . (mit einer Skala) aufgehängtes Stück Eisen (Fe) sein, das vom Magnetfeld in eine Spule L hineingezogen wird. Tnx DF1CA, Michael, für die Zeichnung!

Die Stärke des Magnetfeldes (und damit die Kraft) ist proportional zum Strom durch die Spule. Und dieser wiederum ist über den Widerstand R der Spule von der Spannung U abhängig. Bei Wechselstrom spielt auch die Größe der Induktivität L eine Rolle, so daß das Meßwerk bei höheren Frequenzen nicht mehr richtig anzeigen wird.

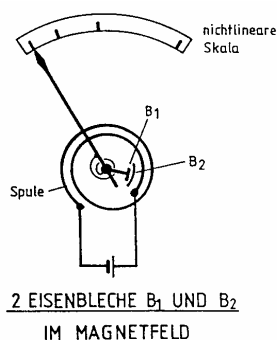
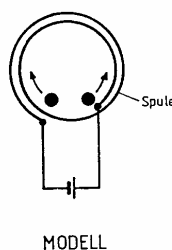


Aufgabe 1: Gib eine Formel an, mit der man diese Grenzfrequenz grob abschätzen könnte.

$$f_g =$$

Auf der magnetischen Wirkung des Stromes bauen auch die beiden in der Praxis am häufigsten angewendeten Instrumente auf: das Dreheiseninstrument und das Drehspulinstrument.

1. Das Dreheiseninstrument



Ein Weicheisenstück im Magnetfeld eines Elektromagneten wird in Abhängigkeit von der Stromstärke mehr oder weniger stark magnetisiert. Zwei derartige Weicheisenstücke stoßen sich gegenseitig ab, da sie immer gleiche Pole haben - egal wie herum der Strom fließt. Das Dreheiseninstrument kann daher für Messungen von Gleich- und Wechselströmen verwendet werden. Es braucht aber relativ viel elektrische Leistung, und ist daher zur Messung kleiner Ströme und Spannungen ungeeignet. Auch die Skala ist alles andere als linear.

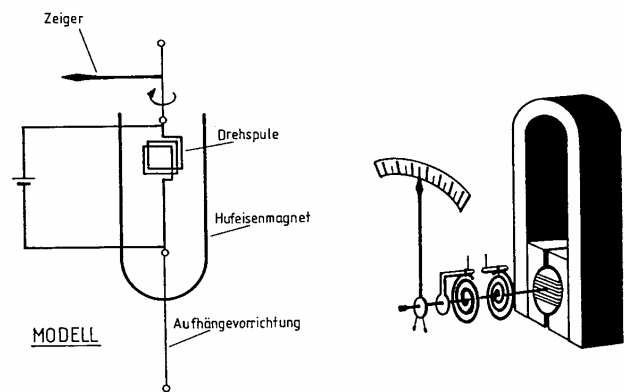
2. Das Drehspulinstrument

Drehspulinstrumente findet man in vielen Meßgeräten und (älteren) Funkgeräten. Bei diesem Meßwerk ist eine kleine Magnetspule drehbar im Feld eines Dauermagneten gelagert. Es sind nur Gleichstrommessungen möglich. Dafür haben Drehspulinstrumente einen recht geringen Energiebedarf - sie sind also wesentlich empfindlicher - und sie haben eine lineare Skala.

Im kräftigen homogenen Magnetfeld zwischen den kreisförmig ausgeschnittenen Polen des Permanentmagneten und einem Weicheisenzylinder ist die Drehspule angeordnet.

Der Strom wird über zwei Spiralfedern zugeführt, die gleichzeitig auch die Rückstellkraft ausüben. Das Gewicht des Zeigers ist über kleine Gegengewichte sorgfältig ausgeglichen.

Durch diese Maßnahmen erreicht man eine Genauigkeit in der Gegend von 1 % und eine weitgehende Lageunabhängigkeit.



3. Spannungs-, Strom und Widerstandsmessung

Alle grundlegenden Messungen - seien es Strom-, Spannungs- oder Widerstandsmessungen - beruhen letztlich auf der Auswertung der Wirkung eines fließenden Stromes. Spannungsmessungen, die die Kraftwirkung des elektrischen Feldes ausnutzen sind nur bei hohen Spannungen möglich und heute unüblich.

Die **elektrische Spannung** ist der Potentialunterschied zwischen zwei Polen einer Batterie, zwischen den Anschlüssen eines stromdurchflossenen Widerstandes oder allgemein zwischen zwei Punkten in einer Schaltung. Spannungsmessungen können jederzeit während des Betriebes zwischen zwei Leitern unterschiedlichen Potentials erfolgen. Das gilt sowohl für Gleichspannungen (mit Angabe der Polarität + oder -) als auch bei Wechselspannung.

Wichtig ist, daß das Spannungsmessgerät (umgangssprachlich "Voltmeter") möglichst wenig Strom aufnimmt und dadurch die Potentialverhältnisse in der Schaltung nicht verändert.

Elektrische Ströme sind fließende Ladungsmengen; d.h. der Strommesser muß in den Stromkreis eingeschleift werden, was meist Probleme bereitet, da dazu Geräte ausgeschaltet und Stromkreise aufgetrennt werden müssen.

In jedem Fall sollten Strommessgeräte (umgangssprachlich "(Milli-)Ampèremeter") einen geringen Innenwiderstand haben, damit der Spannungsabfall am Meßgerät möglichst klein bleibt. (Verfälschung der Messung)

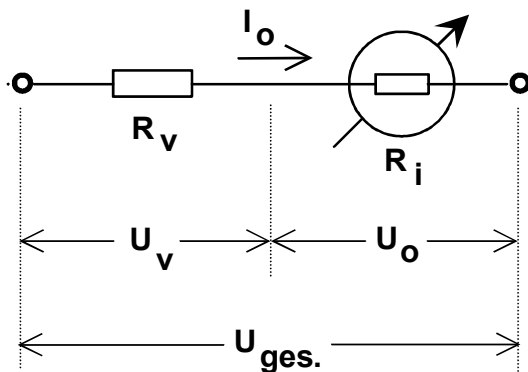
Die **Widerstandsmessung** ist im Prinzip eine Messung des Stromes, den eine (bekannte!) Batteriespannung durch den - unbekannt - Widerstand treibt. Die mA- oder μ A-Skala wird dazu einfach mit den entsprechenden Ohm-Werten beschriftet. Dabei liegt Null Ohm beim Vollausschlag (rechts) und unendlich beim Strom Null (links). Die Skala ist nichtlinear!

4. Messbereichserweiterungen

Spannungsmessungen

Ein typisches Drehspul-Messwerk hat einen Vollausschlag bei z. B. $U_0 = 50 \text{ mV}$ und $I_0 = 0,1 \text{ mA}$ ($100 \mu\text{A}$). Es hat damit einen Innen-Widerstand von $R_i = U_0 / I_0 = 50 \text{ mV} / 0,1 \text{ mA} = 500 \Omega$. Üblicherweise werden für ein Meßwerk nur zwei dieser drei Werte angegeben, da man den dritten jederzeit leicht berechnen kann.

Um mit diesem Meßwerk höhere Spannungen messen zu können, muß man einen Widerstand in Serie zum Instrument schalten, an dem die zusätzliche Spannung abfällt. Der Strom, der bei Vollausschlag fließt (I_0) ändert sich dabei nicht.



Für einen Vollausschlag von $U_{ges} = 1$ Volt benötigt man also einen Vor-Widerstand R_V , an dem die Spannung $U_V = U_{ges} - U_0 = 950$ mV bei einem Strom von $I_0 = 0,1$ mA abfällt. Damit ergibt sich:

$$R_V = 950 \text{ mV} / 0,1 \text{ mA} = 9500 \Omega.$$

Das Verhältnis der Teilspannungen entspricht dem der Widerstände (Spannungsteiler!).

Der Gesamtwiderstand der Anordnung beträgt $9500 + 500 = 10000 \Omega = 10 \text{ k}\Omega$.

Dieser Gesamtwiderstand ergibt sich auch aus dem Quotienten U_{ges} / I_0 . Man sagt auch: das Instrument hat einen Innenwiderstand von 10 kΩ pro Volt.

Derartige Wertangaben findet man häufig auf guten Vielfach-Messinstrumenten, da sich daraus sehr einfach der Innenwiderstand bei den verschiedenen Spannungsmessbereichen ermitteln läßt.

Aufgabe 2:

Ein Drehspulmesswerk mit einem Widerstand von 400 Ohm und einem Vollausschlag von 250 μ A soll so erweitert werden, daß sich ein Vollausschlag von 250 Volt ergibt.

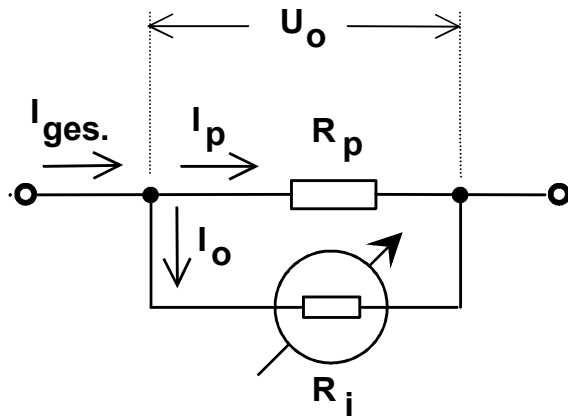
Bitte bei jeder Berechnung zuerst die allgemeine Formel hinschreiben!!!

- Wie groß ist die Spannung U_0 bei der das Meßwerk Vollausschlag zeigt?
- Berechne den Widerstandswert des Vorwiderstandes R_V .
- Für welche Leistung P_V muß der Widerstand R_V bemessen sein?
- Wie groß ist der „spezifische Innenwiderstand“ des Voltmeters in kΩ pro Volt ?
- Hausaufgabe für ganz Fleißige:
Versuche eine Formel für R_V aufzustellen, in der nur R_i , U_{ges} und U_0 vorkommen.
Hinweis: Lies zuerst 3 einfache Beziehungen aus dem Bild oben ab. Forme die Beziehungen dann so um, daß U_V und I_0 eliminiert werden können.

Merke: Zur Spannungsmessung bevorzugt man Messwerke mit großem spezifischen Innenwiderstand bzw. einem **keinen Strom bei Vollausschlag**. Bei 20 kΩ pro Volt wären das $I = U / R = 1 \text{ Volt} / 20 \text{ k}\Omega = 50 \mu\text{A}$

Strommessungen

Will man höhere Ströme messen, muß man den „überschüssigen Teil“ des Stromes mit einem Parallelwiderstand „am Instrument vorbei“ leiten.



Die bei Vollausschlag an der Parallelschaltung anliegende **Spannung** ändert sich dabei nicht. Zu bevorzugen sind im Fall der Strommessung also Meßwerke mit einer **kleinen Spannung U_0** für Vollausschlag.

Der Wert des Parallelwiderstandes (in der Fachsprache **Shunt**) kann bei hohen Strommessbereichen sehr klein werden. Damit Übergangswiderstände von Umschaltern oder Anschlußdrähten die Messung nicht verfälschen, haben niederohmige Shunts extra Anschlüsse, an denen das Meßwerk dem Shunt parallel geschaltet wird (und nicht umgekehrt).

Berechnung des Shunt

Aus dem Bild liest man ab: $R_P = \frac{U_0}{I_P}$ und $I_P = I_{ges} - I_0$ sowie $U_0 = R_i * I_0$

Setzt man die beiden Ausdrücke für I_p und U_0 in die linke Formel ein, ergibt sich

$$R_P = R_i \frac{I_0}{I_{ges} - I_0}$$

Aufgabe 3:

Aus einem Drehspulmesswerk mit 50 mV und 100 μ A Vollausschlag soll ein Amperemeter mit 20 A Vollausschlag werden.

- Wie groß ist der Innenwiderstand des Meßwerkes?
- Welchen Widerstand muß der Shunt haben?
- Welche Leistung wird am Shunt bei Vollausschlag verheizt?

Aufgabe 4:

Ein Voltmeter ist von 2V auf 20V zu erweitern. Eigenstrombedarf bei Vollausschlag = 2 mA. Mache eine Skizze und berechne das zusätzliche Bauteil.

Aufgabe 5:

Ein Amperemeter mit $R_i=5 \text{ Ohm}$ soll von 20 mA auf 300 mA erweitert werden. Fertige eine Schaltskizze an und bestimme die Größe und Belastbarkeit des zusätzlichen Bauteiles.

Aufgabe 6:

Ein Milliampereometer mit einem Endausschlag von 1 mA soll zur Spannungsmessung bis 300 V verwendet werden. Der geringe Innenwiderstand des Meßwerkes ist zu vernachlässigen. Wie ist der Vorwiderstand zu dimensionieren?

Aufgabe 7:

Wie mißt man den Wert R_x eines unbekanntes Widerstandes, wenn man dafür eine Batterie mit definierter Spannung und ein Amperemeter zur Verfügung hat. Mache eine Skizze und beschreibe den Rechenweg.

Lösungen:

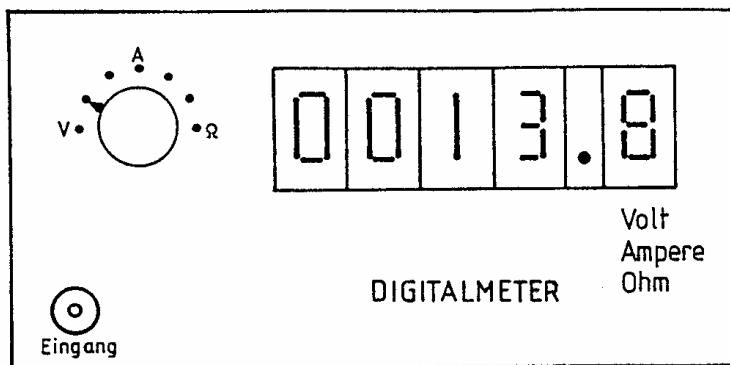
- $2\pi f_g L = R \rightarrow f_g = R / (2\pi L) \rightarrow$ Für Frequenzen oberhalb von f_g wird der induktive Widerstand größer als R und die Anzeige sicher deutlich zu klein sein.
- $U_0 = R_i \cdot I_0 = 400 \Omega \cdot 0,25 \text{ mA} = 100 \text{ mV}$
 - $R_v = (U_{ges} - U_0) / I_0 = (250 - 0,1) \text{ V} / 0,25 \text{ mA} = 999,6 \text{ k}\Omega \approx 1 \text{ M}\Omega$
 - $P_v = (U_{ges} - U_0) \cdot I_0 = 249,9 \text{ V} \cdot 0,25 \text{ mA} = 62,475 \text{ mW}$
 - $R_{spez.} = 1 / I_0 = 1 / 0,25 \text{ mA} = 4 \text{ k}\Omega/\text{V}$
 - $R_v = U_v / I_0$
 $U_v = U_{ges} - U_0$
 $I_0 = U_0 / R_i$
 $R_v = (U_{ges} - U_0) / (U_0 / R_i) = R_i \cdot (U_{ges} - U_0) / U_0$
oder nach der Regel:
In einer Serienschaltung verhalten sich die Teilspannungen wie die Widerstände:
 $R_v / R_i = U_v / U_0 = (U_{ges} - U_0) / U_0 \rightarrow R_v = R_i \cdot (U_{ges} - U_0) / U_0$
- $R_i = U_0 / I_0 = 50 \text{ mV} / 0,1 \text{ mA} = 500 \Omega$
 - Lösung 1: $R_p = U_0 / (I_{ges} - I_0) = 50 \text{ mV} / (20 \text{ A} - 0,0001 \text{ A}) = 2,5000125 \text{ m}\Omega \approx 2,5 \text{ m}\Omega$
Lösung 2 nach Formel aus Manuskript: $R_p = R_i \cdot I_0 / (I_{ges} - I_0) \approx 2,5 \text{ m}\Omega$
 - Lösung 1: $P = U_0^2 / R_p = 0,05^2 / 0,0025 = 1 \text{ W}$
Lösung 2: $P = U_0 \cdot (I_{ges} - I_0) = 50 \text{ mV} \cdot 19,9999 \text{ A} \approx 1 \text{ W}$
- $R_i = U_0 / I_0 = 2 \text{ V} / 2 \text{ mA} = 1 \text{ k}\Omega$
 $R_v = U_v / I_0 = (20 \text{ V} - 2 \text{ V}) / 2 \text{ mA} = 18 / 2 = 9 \text{ k}\Omega$
- In einer Parallelschaltung verhalten sich die Widerstände umgekehrt wie die Ströme.
 $R_p / R_i = I_0 / I_p \rightarrow R_p = R_i \cdot I_0 / I_p$
mit $R_i = 5 \Omega$, $I_0 = 20 \text{ mA}$, $I_p = 300 \text{ mA} - 20 \text{ mA} = 280 \text{ mA} \rightarrow R_p = 5 \cdot 20 / 280 = 357,14 \text{ m}\Omega$
Andere Wege sind möglich!
- $R_v = U_{ges} / I_0 = 300 \text{ V} / 1 \text{ mA} = 300 \text{ k}\Omega$
 $P_v = U_{ges} \cdot I_0 = 300 \text{ V} \cdot 1 \text{ mA} = 300 \text{ mW}$
- Ich schalte den Widerstand R in Serie / Reihe zum Amperemeter und schließe diese Kombination an die Batterie an. Der abgelesene Strom sei I_{mess} und die Batteriespannung U_{batt} . Dann ist $R = U_{batt} / I_{mess}$.

Meßtechnik Teil 2: Meßgeräte

5. Allgemeines

Die technischen Anforderungen der AFuV an die Amateurfunkstelle (§ 16(4,6), § 17, § 20(3), Anlage 1 zu § 1(6)) setzen das Vorhandensein gewisser Meßgeräte und das Wissen um ihre Anwendung voraus. In manchen, aber nicht allen Fällen können diese in die Sende- oder Empfangsgeräte eingebaut sein.

Allgemein unterscheidet man Meßgeräte mit **digitaler** und **analoger Anzeige**.

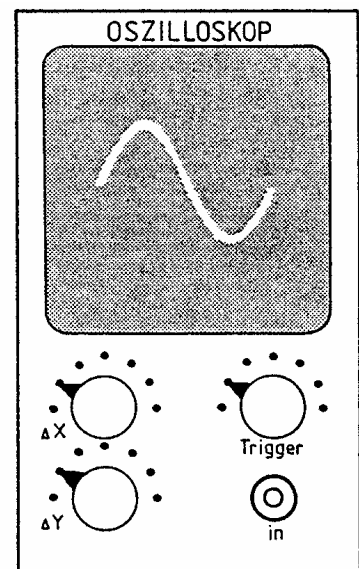
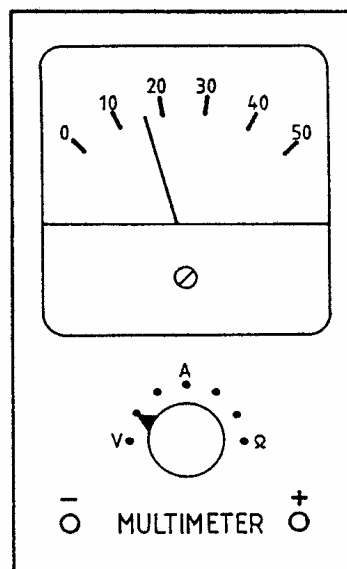


Die digitale Anzeige stellt den momentanen Meßwert mit hoher Auflösung dar. Die Ablesung ist sehr einfach, da die Wertangabe numerisch erfolgt. Nachteilig ist, daß große Spannungsänderungen schwierig zu bestimmen sind, weil sich die Anzeige sprunghaft ändert. Außerdem sind Tendenzen und kurzzeitige Änderungen (Dip beim Abstimmvorgang) schwierig bis gar nicht zu erkennen.

Digitale Anzeige

Die analoge Anzeige eignet sich besser zur überschaubaren Messung langsamer, veränderlicher Vorgänge, wie sie beispielsweise bei Abgleicharbeiten auftreten. Bei der analogen Anzeige ist eine stetige Ablesung möglich, die Ablesegenauigkeit ist meist geringer als bei der digitalen Anzeige, die Ablesung schwieriger.

Schnelle Vorgänge lassen sich am besten mit Hilfe des Oszilloskops darstellen. Das gilt auch für Modulationssignale aller Art (analoge und digitale Signale).



Analoge Anzeigen

Jeder Funkamateur sollte wenigstens einen Teil der nachfolgend besprochenen Meßgeräte wie SWR-Meter und Abschlußwiderstand (künstliche Antenne) besitzen.

Siehe hierzu auch den Fragenkatalog Abschnitt TJ

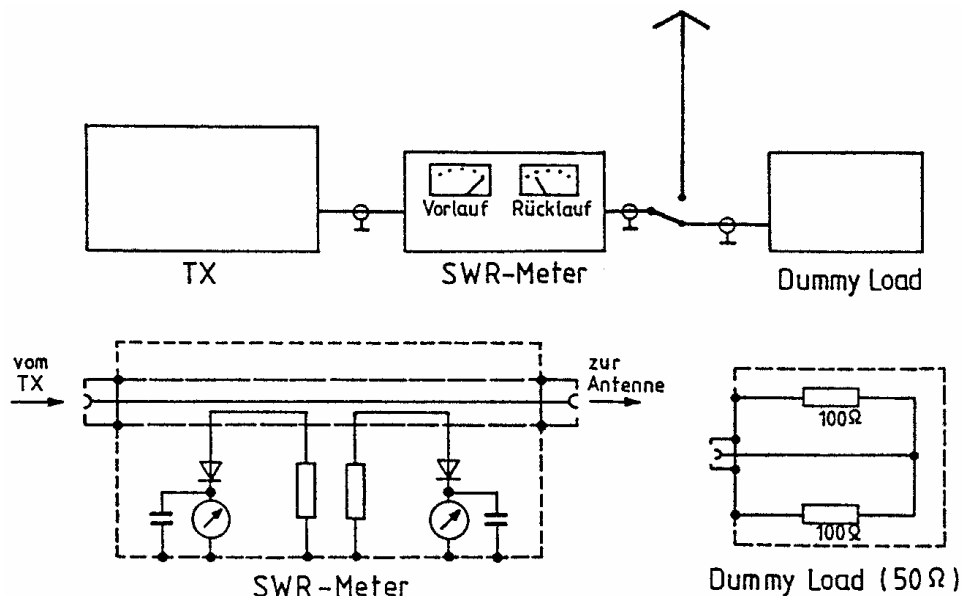
6. Stehwellenmeßbrücke (SWR-Meter)

Mit einem SWR-Meter (standing wave ratio, Stehwellenverhältnis) wird die vorwärts fließende und die reflektierte Leistung in nicht abgestimmten Speiseleitungen gemessen. Dazu benutzt man Koppelschleifen, die einen Teil der in einem Koaxialsystem fließenden Energie abzweigt, ohne den Wellenwiderstand zu stören. Die Koppelleitung wird an einem Ende mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen, am anderen Ende (entgegen der Energieflussrichtung) wird die ausgekoppelte Spannung gleichgerichtet und angezeigt.

Anwendung: Messen der Vorlaufleistung,
Messen der Rücklaufleistung,
Bestimmung des Stehwellenverhältnisses,
bei einigen Geräten Messung der Sendeleistung.

Bemerkung: Eine absolute Leistungsmessung ist nur bedingt bei korrektem Abschlußwiderstand möglich.

Das Gerät ist eines der wichtigsten Meßgeräte. Vorteilhaft sind SWR-Meßgeräte mit zwei Meßwerken, womit gleichzeitig Vor- und Rücklaufleistung ermittelt werden können. Das SWR-Meter wird in die Antennenleitung zwischen Sender und Antenne eingeschleift.



7. Künstliche Antenne (Dummy Load)

Für Überprüfungen und Abgleicharbeiten an Sendern (z.B. Modulationstest, Leistungstest usw.) ohne Störung anderer Amateurfunkstellen ist die Verwendung einer abgeschirmten "künstlichen Antenne" (Dummy Load) als Abschlußwiderstand vorgeschrieben.

Anwendung: Bei Abgleicharbeiten des Senders erforderlich gemäß AFuV § 16(6).

Bemerkung: Beim Selbstbau muß darauf geachtet werden, den Abschlußwiderstand abzuschirmen, damit niemand gestört wird - auch nicht die eigenen Meßgeräte!

Ein Abschlußwiderstand soll in keiner Amateurfunkstelle fehlen. Er ist ein induktionsfreier Widerstand mit einem ohmschen Wert von allgemein 50 Ohm. Zur Erhöhung der Leistungsaufnahme besteht die künstliche Antenne meist aus mehreren parallel geschalteten Widerständen.

8. Grid-Dip-Meter

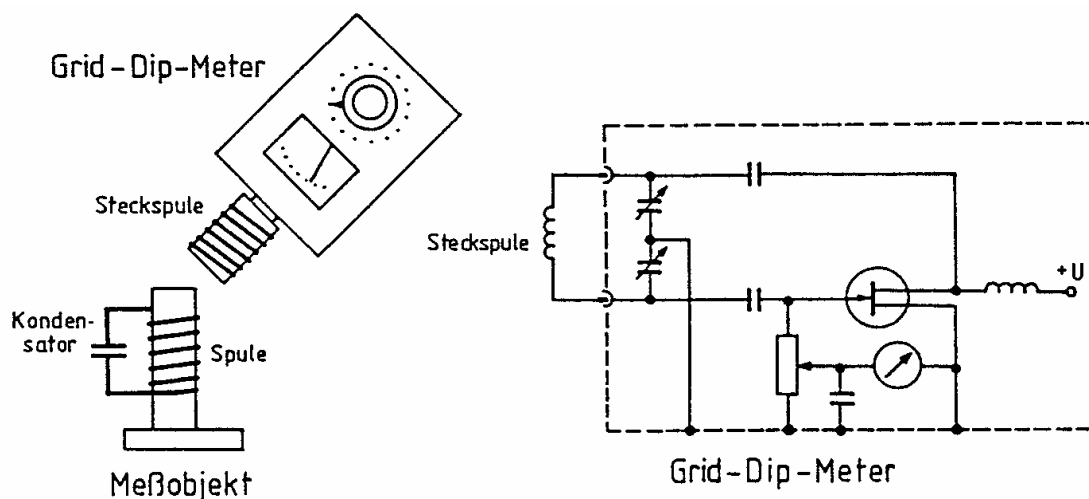
Das Grid-Dip-Meter, ein durchstimmbarer Oszillator, wird zur Ermittlung der Resonanzfrequenz von Schwingkreisen benutzt.

Anwendung: Bestimmung der Resonanzfrequenz von passiven und aktiven Schwingkreisen und Bestimmung des Wertes von Induktivitäten oder Kapazitäten.

Bemerkung: Die Genauigkeit liegt bei etwa 3 %.

Der Name "Grid-dipper" stammt noch aus der Zeit der Röhrentechnik, da der Gitterstrom (grid = Gitter, dip = Rückgang des Zeigerausschlages) der Oszillatordröhre gemessen wurde, sobald die Steckspule des Grid-Dip-Meters Energie an das in Resonanz befindliche Meßobjekt abgibt. Transistorisierte Geräte werden heute schlicht als DIP-Meter bezeichnet. Zur Messung der Resonanzfrequenz eines Schwingkreises wird die Dipper-Spule mit dem Meßobjekt (Spule) gekoppelt. Im Resonanzfall wird dem Schwingkreis des Grid-Dip-Meters etwas Energie entzogen, so daß am Anzeigeinstrument ein Dip (Rückgang des Zeigerausschlages) zu sehen ist. Auf der Skala kann die Frequenz abgelesen werden.

Wird ein schwingender Kreis gemessen, entsteht ein Hop (plötzlicher Zeigerausschlag), da die Steckspule zusätzliche Energie aufnimmt.



Resonanzfrequenzbestimmung mit dem Grid-Dip-Meter

Die unbekannte Induktivität einer Spule kann ermittelt werden, wenn man aus der Spule und einem Kondensator mit bekannter Kapazität einen Schwingkreis aufbaut. Dessen Resonanzfrequenz wird mit dem Dip-Meter ermittelt. Die Thomsonsche Schwingungsformel wird nach der Induktivität L aufgelöst; die Kapazität C und die Resonanzfrequenz f sind aus der Messung bekannt:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\cdot C}} \Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot C} \quad \text{bzw.} \quad L = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot C}$$

In entsprechender Weise kann eine unbekannte Kapazität bestimmt werden, wenn mit einer Spule bekannter Induktivität ein Schwingkreis aufgebaut wird:

$$C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L} \quad \text{bzw.} \quad C = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot L}$$

Mit Hilfe obiger Formeln wird die Induktivität bzw. die Kapazität berechnet.

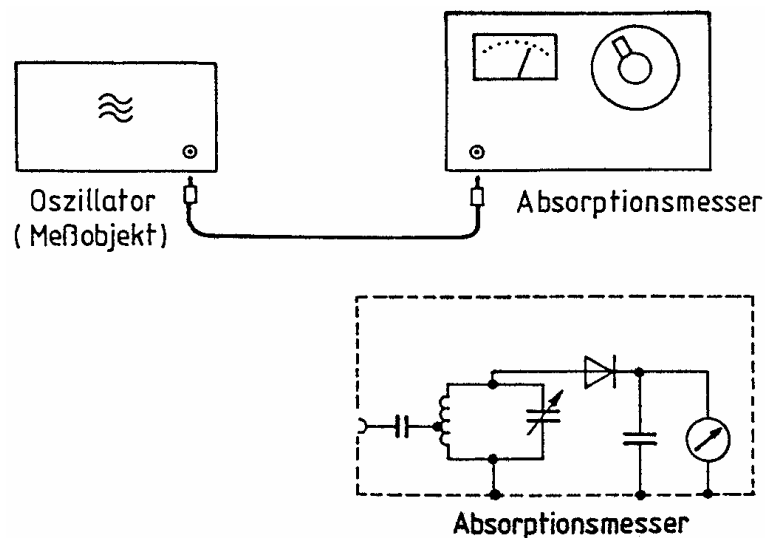
9. Absorptionsfrequenzmesser

Der Absorptionsfrequenzmesser ist ein abstimmbarer Schwingkreis mit geeichter Skala, der lose an eine Hochfrequenzquelle angekoppelt wird.

Anwendung: Frequenzbestimmung an schwingenden Hochfrequenzkreisen.

Bemerkung: Im Unterschied zum Grid-Dip-Meter ist eine Frequenzmessung an passiven, d.h. nicht schwingenden Kreisen nicht möglich.

Das Prinzip des Absorptionsfrequenzmessers ist gerade umgekehrt dem eines Grid-Dip-Meters. Beim Durchstimmen erhält man im Resonanzfall einen Hop, also einen positiven Zeigerausschlag auf dem Meßgerät. Auf der Skala läßt sich die Frequenz der Hochfrequenzquelle ablesen.



Frequenzbestimmung mit dem Absorptionsfrequenzmesser

Ein Absorptionsfrequenzmesser läßt sich auch gut zum Nachweis dafür verwenden, daß überhaupt HF einer bestimmten Frequenz vorhanden ist. Ein SWR-Meter ist weitgehend frequenzunabhängig.

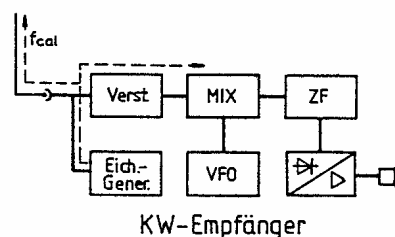
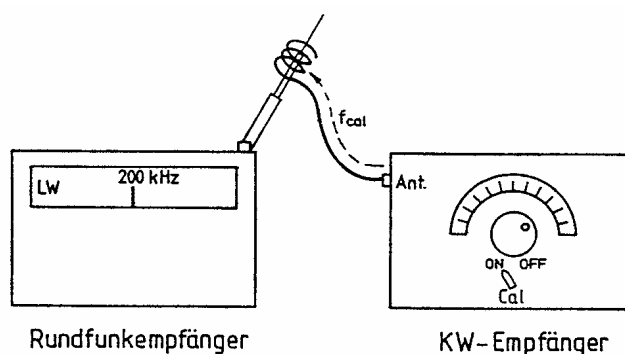
10. Eichgenerator (Eichmarkengeber)

Ein Eichmarkengeber ist ein quarzgesteuerter Oszillator. Die erzeugten HF-Schwingungen werden absichtlich stark verzerrt, so daß viele Oberwellen entstehen. So bringt ein Oszillator mit einer Grundfrequenz von 25 kHz durch Verzerrung Harmonische dieser Grundfrequenz hervor. Beim Eichmarkengeber erstreckt sich dieses Spektrum bis in den VHF-Bereich; alle 25 kHz wird eine Eichmarke erzeugt.

Anwendung: Prüfung der Frequenzanzeige am Empfänger
Hilfsmittel zum Neueinstellen(Eichen) der Skala.

Bemerkung: Um den Eichgenerator selbst zu überprüfen bzw. zu kalibrieren (das Eichen ist den Eichämtern vorbehalten!), läßt sich bei 10 kHz-, 25 kHz-, 50 kHz- und 100 kHz-Eichgeneratoren das nachstehende Verfahren benutzbar:

Mit einem beliebigen Rundfunkempfänger wird der Langwellensender Droitwich auf der Frequenz 200 kHz eingestellt. Der Ausgang des Eichgenerators wird leicht an den Eingang des Rundfunkempfängers angekoppelt. Der Trimmer des Quarzoszillators im Eichgenerator wird so justiert, daß das Überlagerungspfeifen Schwebungsnull ergibt. Der so überprüfte Eichgenerator erzeugt nun hochgenaue Eichmarken. Bei Kurzwellenempfängern mit eingebautem Eichgenerator koppelt man den Antenneneingang des Kurzwellenempfängers leicht an den Eingang des Rundfunkempfängers, damit die Eichgenerator-HF auch in den Rundfunkempfänger eindringt.



Eichgeneratorabgleich

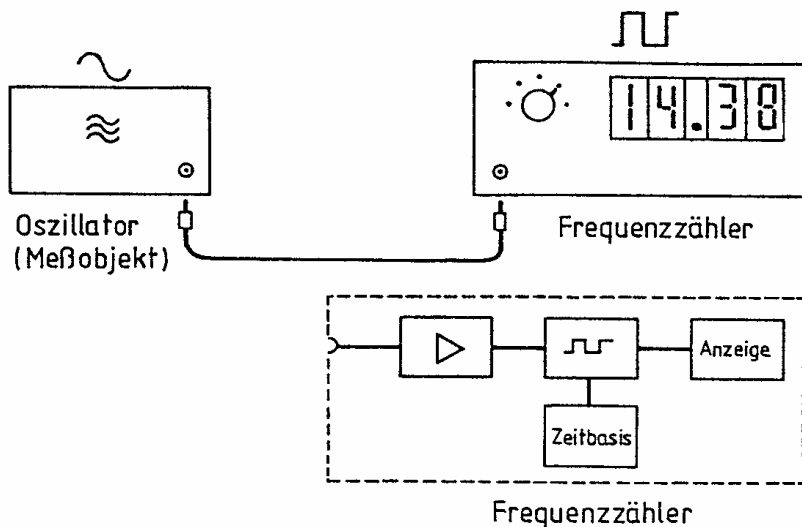
11. Frequenzzähler (digitaler Frequenzmesser)

Beim Frequenzzähler wird die Anzahl der Wechsellspannungs-Schwingungen in einer bestimmten Zeiteinheit gezählt (meist 0,1s, 1s oder 10s je nach Genauigkeit).

Anwendung: Bestimmung der Frequenz von Oszillatoren, Sendern und Empfängern (aus der Oszillatorfrequenz beim Superhet).

Bemerkung: Sehr hohe Genauigkeit (Quarzgenauigkeit) und numerische Anzeige.

Beim Frequenzzähler werden die am Eingang liegenden Signale (Sinus) analog verstärkt und zur Weiterverarbeitung in Rechteckimpulse umgewandelt. Ein Zähltor, das von einer quarzgesteuerten Zeitbasis periodisch für eine genau festgelegte Zeit geöffnet wird, läßt während dieser Zeit die Rechteckimpulse passieren. Die Anzahl der Impulse innerhalb dieser Zeiteinheit, also die Frequenz, wird von einem Digitalzähler ermittelt und angezeigt. (Siehe Bild auf nächster Seite)



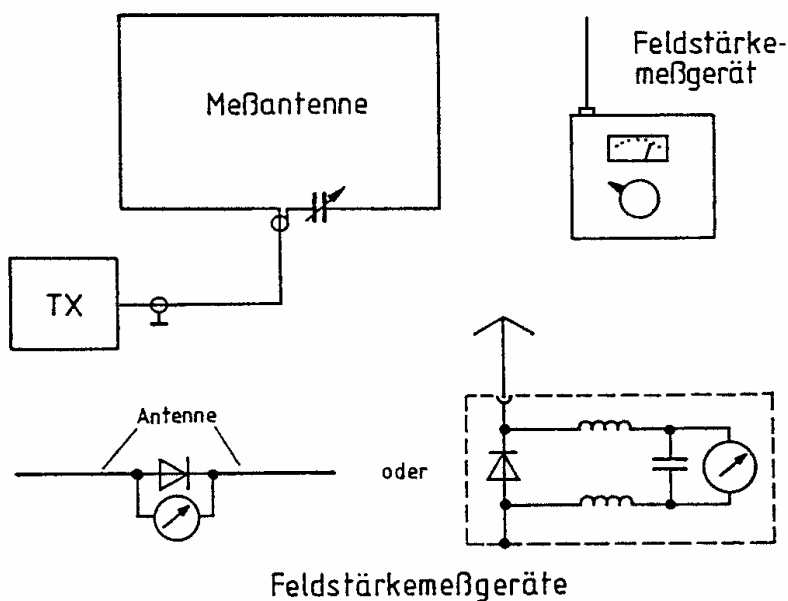
12. Feldstärkemesser

Mit einem Feldstärkemesser läßt sich die relative Feldstärke in Sendernähe bestimmen.

Anwendung: Abgleich von Antennen
Feststellung von HF-Pegeln.

Bemerkung: Achtung! Das Gerät wird bei strahlendem Sender eingesetzt, andere Amateurfunkstellen dürfen nicht gestört werden!

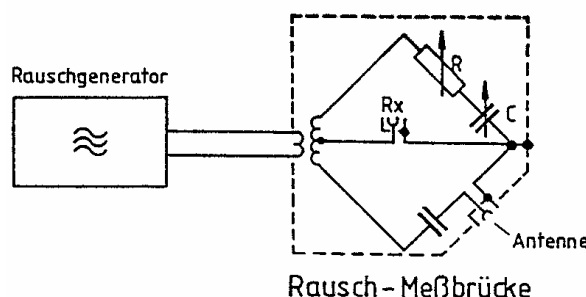
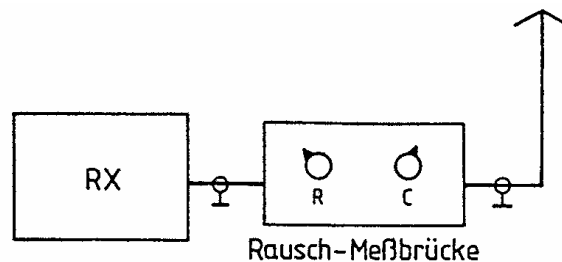
Beim Feldstärkemesser handelt es sich um einen breitbandigen Hochfrequenzgleichrichter mit angekoppeltem Anzeigeinstrument. Als Eingangsselektion kann sowohl ein Schwingkreis als auch die verwendete Antenne dienen. Zur Messung muß der Funkamateurl sich eine freie Frequenz wählen und darf diese nur kurzfristig belegen; es sei an die Rufzeichennennung erinnert. Das Anzeigeinstrument zeigt relative Feldstärkepegel (keine Absolutwerte) an.



13. Antennenrausch-Meßbrücke

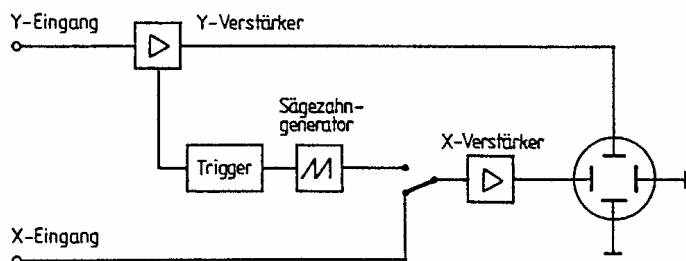
Die Meßbrücke kann zur Feststellung des Fußpunktwiderstandes einer Antenne sowie zur Ermittlung der Resonanzfrequenz dienen. Für beide Messungen wird ein Empfänger oder Transceiver benötigt.

Die Antennenrausch-Meßbrücke besteht aus einem Rauschgenerator und einer Wheatstone-Meßbrücke. Werden die Antenne als Meßobjekt und der Empfänger als Nullanzeigeeinstrument in der Brückendiagonalen angeschlossen, so kann der Fußpunktwiderstand der Antenne festgestellt werden. Der Empfänger wird dabei auf die Frequenz eingestellt, auf der die Antenne gemessen werden soll. In einer Meßreihe mit verschiedenen Frequenzen kann eine Resonanzkurve aufgenommen werden.



14. Oszilloskop

Das Oszilloskop dient zur Erfassung zeitlich schnell veränderlicher Spannungen. Es ist in der Lage, schnell ablaufende (periodische) Vorgänge grafisch darzustellen.



Das Oszilloskop besteht aus einer Kathodenstrahlröhre, die von X- und Y-Verstärkern ihre Ablenkspannungen erhält. Der X-Verstärker wird im allgemeinen von einer Zeitbasis gespeist, die sägezahnförmige Ablenk-Signale liefert. Ein Triggerverstärker ermöglicht die Synchronisation des Ablenkstarts mit dem Eingangssignal.

Das Gerät hat vielseitige Verwendungsbereiche. Es lassen sich zeitliche Spannungsverläufe darstellen (Kurvenform von Wechselspannungen, auch als U-t-Diagramme bezeichnet), zusammen mit anderen Meßgeräten auch Durchlasskurven, Kennlinien oder Modulationstrapeze.

Unverzichtbar ist ein Oszilloskop bei Reparaturarbeiten, zur Fehlersuche und beim Selbstbau.

Es ist allerdings relativ teuer!

