

SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: (+49)6228/1001

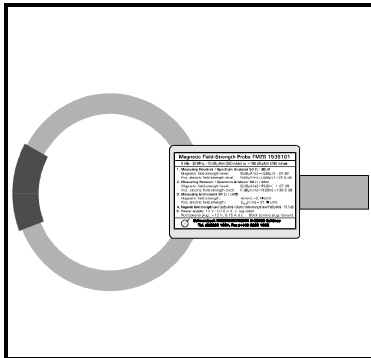
Fax.: (+49)6228/1003 E-mail: office@schwarzbeck.de

Aktive Magnetfeldsonden und Anzeigegeräte im Frequenzbereich 50 Hz - 30 MHz

Active Magnetic Fieldstrength Probes and Meters in the frequency range 50 Hz - 30 MHz

1. Grundlagen

Im Nahfeld einer Strahlungsquelle müssen elektrische und magnetische Feldkomponenten getrennt betrachtet werden. Als Nahfeld werden i. A. Abstände $< \lambda/2\pi$ angesehen. Wenn man bedenkt, daß einer Frequenz von 100 kHz eine Wellenlänge von 3 km zukommt, so sind bis zu einigen Megahertz die meisten Messungen Nahfeldmessungen.



2. Basics

In the near-field of a radiation source electric and magnetic field components have to be considered separately. A common definition is a distance $< \lambda/2\pi$ as near field. Keeping in mind that a frequency of 100 kHz corresponds to a wave length of 3 km (approx. 1.9 miles), usual measurement up to several megahertz is near-field measurement.

2. Einsatz

Frequenzselektive Messungen auch schwächerer Feldstärken in einem weiten Frequenzbereich an Geräten, Systemen, Netzen, Rundfunksendern. Die Darstellung im Frequenzbereich (HF-Spektrum) ist auch im "Störnebel" aussagekräftig, erlaubt Rückschlüsse auf Verursacher und eine bessere Beurteilung bei Modifikationen.

3. Aufbau

Magnetfeldsonden müssen elektrische Felder möglichst gut unterdrücken. Dies wird erreicht durch eine elektrische Rahmenabschirmung (Rohr), die an einer Stelle unterbrochen ist, damit sie nicht als Kurzschlußwindung wirkt.

Physikalisch bedingt steigt die Leerlaufspannung eines Rahmens (Spule) mit der Frequenz. Aktive Sonden messen daher den frequenzunabhängigen Kurzschlußstrom des Rahmens. Der Frequenzbereich 50 Hz - 30 MHz wird überlappend auf zwei Sonden verteilt (Erweiterter Bereich mit Korrektur).

4. Feldstärkemeßbereich

Aktive Sonden zeigen ihre Hauptvorteile bei der Messung kleiner Feldstärken. Ihre obere Grenze liegt im Niederfrequenz-Bereich bei 1,4 A/m und darüber bis 30 MHz bei 0,2 A/m. Die untere Nachweisgrenze unterschreitet 1 μ A/m.

5. Anzeige und Messung

Die Sonden können je nach Typ entweder direkt oder über eine Speiseweiche mit einem Empfänger oder Spektrum-Analysator betrieben werden.

Das Anzeigegerät EHMG 1623 zeigt die Feldstärke breitbandig an. Es ist auch mit unseren E - Feld - Sonden verwendbar. Es ist akkubetrieben und verfügt über einen Meßausgang für Empfänger und Spektrum-Analysatoren.

2. Use

Frequency selective measurement of even weak fieldstrength occurring with equipment, systems, nets, radio transmitters and others. Using frequency domain (spectrum) to show measurement gives better knowledge of the E.u.T. even in a "noisy" environment. Radiation sources are characterised by their frequencies and modifications can be estimated easier.

3. Construction

Magnetic field probes have to suppress electric fields as far as possible. This is made using an electric shielding of the loop (tube) which is cut in the middle to avoid a magnetic short cut winding.

Basic physics shows that the unloaded voltage of a loop is proportional to frequency. Active probes overcome this problem by measuring the short - cut current of the loop. The frequency range 50 Hz - 30 MHz is covered by two probes with a wide overlap (extended frequency range with correction table).

4. Fieldstrength range

Active probes are best choice when small fieldstrength has to be measured. The upper limit is 1,4 A/m in the audio frequency range and 0.2 A/m up to 30 MHz. The lower limit is better than 1 μ A/m.

5. Indication

Depending on the type, probes can be connected to the input of the receiver or spectrum analyser directly or via a separator for remote power supply. The meter EHMG 1623 can be used for broad - band measurement (also for our electric probes). It is battery operated and provides a coaxial connector for use with measuring receivers or spectrum analysers.

D:\MANUL_DE\FMZB1538.DOC

Magnetfeldsonden *Magnetic Field Strength Probes* FMZB 1516, FMZB 1517, FMZB 1527, FMZB 1537, FMZB 1538, FMZB 1547, HMGS 50

Sondentyp <i>Probe Type</i>	Frequenzbereich <i>Frequ. range</i>	Maximale Feldstärke <i>Maximum fieldstr.</i>	Korrektur für H-Feldstärke <i>Correction for H-fieldstrength</i>	Korrektur für fiktive E-Feldstärke <i>Correction for fictive E-fieldstrength</i>	Speisung <i>Power Supply</i>	Anwendung Eigenschaften <i>Application Specification</i>
FMZB 1516	9 kHz - 30 MHz	146 dB μ V/m, 20 V/m fikt. E-Feldst. 94,5 dB μ A/m 53 mA/m magnetisch	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] - 31,5 dB <i>Magnetic fieldstrength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] - 31.5 dB</i>	Fiktive E-Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 20 dB <i>Fictive E-fieldstrength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 20 dB</i>	100-240 V Netzversorgung 100-240 V a.c. Mains supply	Feldstärkemeßzusatz mit großem Rahmen für höchste Empfindlichkeit <i>Magnetic fieldstrength adapter with large rectangular loop, high sensitivity</i>
FMZB 1517	40 kHz - 30 MHz	20 V/m fiktive E-Feldstärke 53 mA/m H-Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] - 31,5 dB <i>Magnetic fieldstrength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] - 31.5 dB</i>	Fiktive E-Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 20 dB <i>Fictive E-fieldstrength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 20 dB</i>	+12 V / 0.15 A Stromversorgungskabel +12 V / 0.15 A d. c. via separate power cable	Handgeführte Sonde, Korrektur wie FMZB 1516, aber höheres Grundrauschen. <i>Hand-held probe, correction like FMZB 1516 but higher noise level</i>
FMZB 1527	9 kHz - 30 MHz	200 V/m fiktive E-Feldstärke 0,53 A/m H-Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] - 11,5 dB <i>Magnetic fieldstrength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] - 11.5 dB</i>	Fiktive E-Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 40 dB <i>Fictive E-fieldstrength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 40 dB</i>	+12 V / 0.15 A Stromversorgungskabel +12 V / 0.15 A d. c. via separate power cable	Handgeführte Sonde, sehr hohe maximale Feldstärke, voller Frequenzbereich, <i>Hand- held probe, very high maximum fieldstrength, full frequency range</i>
FMZB 1537	9 kHz - 30 MHz	75 V/m fiktive E-Feldstärke 0,2 A/m H-Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] - 20 dB <i>Magnetic fieldstrength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] - 20 dB</i>	Fiktive E-Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 31,5 dB <i>Fictive E-fieldstrength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 31.5 dB</i>	+12 V/0.15 A über Koaxial- kabel und Weiche UEW 9210 Power supply via separator and coaxial cable.	Handgeführt, Speisung mit Weiche UEW 9210 oder <u>Anzeigergerät EHMG 1623</u> / <i>Hand-held, remote supply with separa- tor UEW 9210 or meter EHMG 1623</i>
FMZB 1547	9 kHz - 30 MHz	7,5 kV/m fiktive E-Feldstärke 20 A/m H-Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 20 dB <i>Magnetic fieldstrength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] + 20 dB</i>	Fiktive E-Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 71,5 dB <i>Fictive E-fieldstrength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 71.5 dB</i>	+12 V/0.15 A über Koaxial- kabel und Weiche UEW 9210 Power supply via separator and coaxial cable.	Handgeführt, Speisung mit Weiche UEW 9210 oder <u>Anzeigergerät EHMG 1623</u> / <i>Hand-held, remote supply with separa- tor UEW 9210 or meter EHMG 1623</i>
FMZB 1538 Vorzugstyp <i>Preferred Probe</i>	9 kHz - 30 MHz	75 V/m fiktive E-Feldstärke) 0,2 A/m H-Feldstärke	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] - 20 dB <i>Magnetic fieldstrength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] - 20 dB</i>	Fiktive E-Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 31,5 dB <i>Fictive E-fieldstrength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 31.5 dB</i>	+12 V / 0.15 A über sepa- rates Stromversorgungska- bel. Power supply via separate power supply cable	Wie FMZB 1537, aber separates Stromversorgungskabel. <i>Similar to FMZB 1537, but separate power supply cable</i>
HMGS 50	50 Hz - 9 MHz	123 dB μ A/m 1,4 A/m	Magnetfeldstärke [dB μ A/m]= Empfängerspannung [dB μ V] (+0 dB) <i>Magnetic fieldstrength [dBμA/m]= Receiver reading [dBμV] (+ 0 dB)</i>	Fiktive E-Feldstärke [dB μ V/m]= Empfängerspannung [dB μ V] + 51,5 dB) <i>Fictive E-fieldstrength [dBμV/m]= Receiver reading [dBμV] + 51.5 dB)</i>	+12 V / 0.15 A über sepa- rates Stromversorgungska- bel. Power supply via separate power supply cable	Handgeführt, Betrieb mit Empfangsgerät oder Anzeigergerät EHMG 50 <i>Hand-held, for use with receiver or meter EHMG 50</i>

Weitere Informationen für alle Sonden und Zusatzgeräte auf Anforderung

More Information about probes and accessories on request

Magnetfeldsonde FMZB 1538

Die Magnetfeldsonde FMZB 1538 zeichnet sich als Vorzugstyp zusätzlich durch folgende Eigenschaften aus:

1. Untere Frequenzgrenze 9 kHz
2. Maximale H - Feldstärke 200 mA/m
3. Günstiges Wandlungsmaß für magnetische Feldstärke

Handhabung

Die Sonde kann auf ein Stativ (optionales Anschlußstück) montiert oder mit der Hand gehalten werden. Ein Stativ aus isolierendem Material vermeidet Feldbeeinflussung, jedoch zeigen Magnetfeldmessungen meist nur sehr geringe "Handempfindlichkeit" (im Gegensatz zur E - Feldmessung). Die Sonde ist richtungsempfindlich. Das Maximum kann durch Drehung gefunden werden. Feldquellen können "angepeilt" werden.

Anschluß

Stromversorgung: Das Stromversorgungskabel hat Bananenstecker-Anschlüsse.

Rot: +12 V stabilisierte Gleichspannung (0.15 A)

Schwarz: (Gehäuse-) Masse, Minus
Ein Verpolungsschutz ist eingebaut, trotzdem sollten Verpolungen unbedingt vermieden werden.

Spannungen bis zu 10 V sind möglich, wobei lediglich die Maximalfeldstärke etwas leidet. Das absolute Maximum der Betriebsspannung beträgt 14 V. Es darf keinesfalls überschritten werden. Übliche stabilisierte Netzteile sind ausreichend. Kleine Steckernetzteile sind meist für den Stromverbrauch zu schwach dimensioniert. Im Zweifelsfall sollte die Betriebsspannung mit einem Oszillographen betrachtet werden. Netzteile mit Schwingneigung oder Schaltnetzteile sind ungeeignet. Auch Batterien oder Akkus sind einsetzbar.

Magnetic Fieldstrength Probe FMZB 1538

The magnetic fieldstrength probe FMZB 1538 is a preferred probe because of the following advantages:

- 1. Lower frequency limit 9 kHz*
- 2. Max. H - fieldstrength 200 mA/m*
- 3. Convenient antenna factor for magnetic fieldstrength*

Operation

The probe can be either mounted on a tripod (optional adapter) or used handheld. Using a tripod consisting of insulating material avoids negative influence on the field. Every day measurement practice shows only little influence caused by standard environment such as tables, walls and human bodies. The probe is directional. Maximum can be found by rotating the probe. The directivity can be used to direction finding of radiation sources.

How to connect the probe.

Power supply: The power supply cable has banana plugs.

Red: +12 V stabilised d. c.-voltage supply (150 mA)

Black: (Probe) Ground, negative pole

The probe is protected against wrong polarity, but wrong voltage polarity should be avoided. Voltage should be >10 V. Low voltages result in errors at high fieldstrength. Maximum voltage is 14 V. Never apply higher voltages because the probe will be damaged. Standard power supplies are doing well. Small wall plug power supplies are sometimes too weak. Check the voltage with an oscilloscope for ripple. Some power supplies suffer from oscillations at various load conditions. Switching power supplies may cause problems because of voltage ripple and magnetic field radiated by their transformer. (Rechargeable) batteries give a very clean supply power.

Meßausgang: Der Meßausgang der Sonde ist ein 50 - Ω Koaxialkabel mit BNC - Stecker. Er kann direkt mit der 50 - Ω Eingangsbuchse eines Meßempfängers oder Spektrum - Analysators verbunden werden.

Werden andere Anzeigegeräte benutzt, so muß im Einzelfall überprüft werden, ob sie einen 50 - Ω Eingang besitzen. Eine BNC- oder andere koaxiale Buchse ist noch lange keine Garantie für einen 50 - Ω Eingang. Oszillographen mit BNC-Buchse haben normalerweise einen extrem hochohmigen Eingang mit einem Eingangswiderstand von mehreren M Ω parallel zu einigen pF Kapazität. Bei einigen Modellen sind 50 Ω mit einem Schalter zuschaltbar. Ähnlich verhält es sich mit Spannungsmessern. Kommt es nur auf qualitative Betrachtungen an, so kann die Fehlanpassung eventuell toleriert werden. Für Meßzwecke muß jedoch ein geeigneter 50 - Ω Abschluß oder ein 50 - Ω Dämpfungsglied vorgesteckt werden.

Messung

Die Sonde wandelt das Magnetfeld in eine Spannung um, die vom Meßempfänger, Spektrum - Analysator oder Spannungsmesser angezeigt wird. Um die magnetische Feldstärke berechnen zu können, muß das Wandlungsmaß der Sonde bekannt sein. Die wichtigsten Angaben befinden sich auf dem SONDENSCHILD.

Aktive H-Feldsonde FMZB 1538100	
9 kHz - 30 MHz, -10 dB μ A/m (300 nA/m) bis +106 dB μ A/m (200 mA/m)	
1. Meßempfänger / Spektrum-Analysator 50 Ω / dB μ V	
Pegel magnetische Feldstärke:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] - 20 \text{ dB}$
Pegel fiktive elektrische Feldstärke:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] + 31.5 \text{ dB}$
2. Meßempfänger / Spektrum-Analysator 50 Ω / dBm	
Pegel magnetische Feldstärke:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 87 \text{ dB}$
Pegel fiktive elektrische Feldstärke:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 138.5 \text{ dB}$
3. Meßgerät 50 Ω / Ueff	
Magnetische Feldstärke:	$H[\text{A}/\text{m}] = 0.1 \cdot U[\text{V}]$
Fiktive elektrische Feldstärke:	$E_{\text{fikt}}[\text{V}/\text{m}] = 37.7 \cdot U[\text{V}]$
4. H - Feldstärkepegel $G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}]$ - E - Feldstärkepegel $F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}]$ - 51.5 dB	
5. Stromversorgung: 12 V / 0.15 A = stabilisiert	
Roter Bananenstecker: +12 V, 0.15 A = / Schwarzer Bananenstecker: Masse (Minus)	
Schwarzbeck MESS-ELEKTRONIK D-69250 Schönau Tel. (0)6228 1001, Fax (+)49 6228 1003	

Measuring output: The measuring output of the probe is a 50 - Ω coaxial cable with a bnc-connector. This connector can be directly connected to a measuring receiver or spectrum analyser.

Other measuring equipment can be used, but the input has to be checked for its 50 - Ω input.

A coaxial connector, even a bnc-connector is no guaranty for a 50 - Ω input. Oscilloscopes usually have a very high impedance input in the M Ω range with a capacitance of some pF in parallel. Some models have a switch for optional 50 - Ω termination. The same situation can be found with r.-f.- millivolt - meters.

The mismatch may be tolerated if we only want to have an impression of the signal.

To make real measurement, a 50 - Ω termination or a 50 - Ω attenuator must be used.

Measurement

The probe converts magnetic fieldstrength into a voltage, which is measured by a measuring receiver or spectrum analyser.

We need the conversion factor of the probe to calculate the magnetic fieldstrength. The most important information can be found on the probe.

Magnetic Field-Strength Probe FMZB 1538101	
9 kHz - 30 MHz, -10 dB μ A/m (300 nA/m) to +106 dB μ A/m (200 mA/m)	
1. Measuring Receiver / Spectrum Analyser 50 Ω / dB μ V	
Magnetic field-strength level:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] - 20 \text{ dB}$
Fict. electric field-strength level:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = U[\text{dB}\mu\text{V}] + 31.5 \text{ dB}$
2. Measuring Receiver / Spectrum Analyser 50 Ω / dBm	
Magnetic field-strength level:	$G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 87 \text{ dB}$
Fict. electric field-strength level:	$F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = P[\text{dBm}] + 138.5 \text{ dB}$
3. Measuring Instrument 50 Ω / Ueff	
Magnetic field-strength:	$H[\text{A}/\text{m}] = 0.1 \cdot U[\text{V}]$
Fict. electric field-strength:	$E_{\text{fict}}[\text{V}/\text{m}] = 37.7 \cdot U[\text{V}]$
4. Magnetic field-strength level $G[\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}]$ - Electric field-strength level $F[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}]$ - 51.5 dB	
5. Power supply: 12 V / 0.15 A d. c. regulated	
Red banana plug: +12 V, 0.15 A d.c. Black banana plug: Ground	
Schwarzbeck MESS-ELEKTRONIK D-69250 Schönau Tel. (0)6228 1001, Fax (+)49 6228 1003	

1. Als Meßgerät dient ein Meßempfänger oder Spektrum-Analysator mit 50-Ω-Eingang, der den Spannungspegel in dBμV anzeigt. Dieses Maß (Bezugspunkt ist 0 dBμV entsprechend 1 μV) ist vor allem in der Störmeßtechnik üblich und kann an den meisten Empfangsgeräten eingestellt werden. Es wird nun der Spannungspegel bei einer bestimmten Frequenz (z. B. Rundfunksender, Sendefrequenz 1 MHz) abgelesen und davon werden 20 dB abgezogen. Das Ergebnis ist der Pegel der magnetischen Feldstärke in dBμA/m.

Beispiel:

Am Empfänger abgelesener Spannungspegel	60 dBμV
Sonden-Wandlungsmaß	-20 dB
Magnetischer Feldstärkepegel	40 dBμA/m

2. Das Meßgerät gibt den Pegel in dBm (0 dBm entspricht dabei 1 mW). Es wird nun der Leistungsspegel abgelesen und 87 dB addiert.

Beispiel:

Am Empfänger abgelesener Leistungspegel	0 dBm
Sonden-Wandlungsmaß	87 dB
Magnetischer Feldstärkepegel	87 dBμA/m

3. Das Meßgerät gibt den Pegel direkt in V (mV, μV). Die Spannung wird mit 0,1 multipliziert um die magnetische Feldstärke in A/m zu erhalten.

Beispiel:

Am Empfänger abgelesene Spannung	1 V
Mal Sonden-Wandlungsfaktor	0,1X1 V
Magnetische Feldstärke	0.1 A/m (100 mA/m)

4. Im Fernfeld einer magnetischen Feldquelle ergibt sich über den Feldwellenwiderstand des freien Raumes folgender Zusammenhang zwischen (gemessenem) H - Feldpegel und *fiktivem* E - Feldpegel:

$G [dB\mu A/m] = F_{fikt} [dB\mu V/m] - 51,5 \text{ dB}$
und für Spannungen und Feldstärken
 $E_{fikt} [V/m] = 377 [V/A] \times H [A/m]$

1. A measuring receiver or spectrum analyser with 50-Ω-Input reads the voltage level in dBμV.

This is quite common in the EMC - world (0 dBμV acc. to 1 μV) and most of the receivers and analysers can do that.

The voltage level on a certain frequency can now be measured (f. e. a.m. - radio station, frequency 1 MHz) and 20 dB is subtracted from it.

The result is the level of the magnetic fieldstrength in dBμA/m.

Example:

Voltage level reading (receiver)	60 dBμV
Probe conversion factor	-20 dB
Magnetic fieldstrength level	40 dBμA/m

2. The meter measures the level in dBm (0 dBm acc. to 1 mW). 87 dB is now added to the reading to get the fieldstrength.

Example:

Power level reading (receiver)	0 dB dBm
Probe conversion factor	87 dB
Magnetic field-strength level	87 dBμA/m

3. The meter measures the level directly in Volts (mV, μV). The voltage is multiplied by 0.1 to get the magnetic fieldstrength in A/m.

Example:

Voltage reading (receiver)	1 V
Multiplied with probe conversion factor	0,1X1 V
Magnetic fieldstrength	0.1 A/m (100 mA/m)

4. In the far field area magnetic (measured) and (fict.) electric (calculated) fieldstrength are related by the free space impedance.

$G [dB\mu A/m] = F_{fict} [dB\mu V/m] - 51,5 \text{ dB}$
and for voltage and fieldstrength
 $E_{fikt} [V/m] = 377 [V/A] \times H [A/m]$

Diese Berechnung setzt jedoch ein ungestörtes Fernfeld voraus und ersetzt nicht die Messung der E-Feldstärke mit einer E-Feldsonde (EFS 9218 / EFS 9219).

Messung sehr hoher Feldstärken

Die Aussteuerungsgrenze der Sonde liegt bei 106 dB μ A/m entsprechend 200 mA/m. Dabei zeigt das angeschlossene Meßgerät eine Spannung von 126 dB μ V entsprechend 2 V(eff). Höhere Feldstärken führen zu Signalverzerrungen, die im Frequenzbereich zu Intermodulationsprodukten (Phantomsignalen) führen. Auch eine Vielzahl von schwächeren Signalen kann die Sonde überfordern. Sollten unter den geschilderten Bedingungen unerklärliche Spektrallinien auftauchen, so sollte zunächst der Abstand von der Feldquelle vergrößert werden. Die Intermodulationsprodukte (Phantomsignale) verschwinden dabei deutlich schneller als die "echten" Spektrallinien. Vor allem Empfänger mit wenig oder gar keiner Eingangsselektion und Spektrum - Analysatoren können schon Intermodulation zeigen, obwohl die Sonde sich noch in ihrem linearen Bereich befindet. In diesem Falle sollte die Eingangsdämpfung (R.-f. - attenuation, Eichteiler) am Meßgerät erhöht und die ZF-Dämpfung (I.-f. - attenuation) verkleinert werden, auch wenn dies zu erhöhter Rauschanzeige führt.

Messung sehr kleiner Feldstärken

Unter der Voraussetzung, daß ein ausreichend empfindlicher Meßempfänger oder Spektrum - Analysator zur Verfügung steht, dominiert das Eigenrauschen der Sonde. Je schmaler der Empfangskanal, desto kleiner ist dort die von der Sonde herrührende Rauschleistung.

This calculation is only valid in a perfect far field and cannot replace the measurement with an e - field probe (EFS 9218 / EFS 9219).

Measuring very strong fieldstrength

The upper limit of the probe is near 106 dB μ A/m or 200 mA/m. The measuring receiver or analyser then reads a voltage (level) of 126 dB μ V or 2 V(eff). At higher fieldstrength signal distortion and intermodulation will occur. Intermodulation products look like additional lines in the frequency spectrum.

Also a multitude of weaker signals can lead to intermodulation. It is good practice to check the spectrum for "strange" lines under large signal conditions.

This can be done by simply increasing the distance to the radiation source. This will reduce the intermodulation products faster than the rest.

Receivers or analysers with insufficient or no input filtering will show intermodulation of their own, long before the probe will contribute to it. In this case, the r.-f. - attenuation must be increased and the i.-f. - attenuation must be decreased. This decreases intermodulation, but will increase noise.

Measuring very low fieldstrength

The probe will dominate the noise reading, when receivers or analysers with high sensitivity are used.

Narrow-frequency signal paths reduce the noise power coming from the probe.

Unter der Bedingung, daß das zu messende Signal "schmalbandig" ist, kann durch schmalere ZF - Bandbreiten (I.-f. - Bandwidth) die Nachweisgrenze verbessert werden. Zusätzlich kann durch Wahl des Mittelwert - Detektors (Average) die Rauschanzeige vermindert werden. Sinussignale (CW) ohne Modulation, wie sie z. B. von Quarzoszillatoren abgegeben werden, profitieren davon ohne Einschränkung. Breitbandige, pulsförmige Spektren jedoch nicht.

Mit einem guten Meßempfänger kann ein Signal mit einer H - Feldstärke von $0,3 \mu\text{A/m}$ bei einer ZF - Bandbreite von 200 Hz / -6 dB bzw. (100 Hz / -3 dB) nachgewiesen werden.

Erste Versuche mit der Sonde

Nach dem Anschluß der Sonde an den Empfänger oder Spektrum - Analysator werden erste Signale hörbar bzw. sichtbar, besonders im Rundfunk-Mittelwellenbereich. Schwächere Sender "bringen" etwa $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$, stärkere um die $50 \text{ dB}\mu\text{A/m}$. In Sendernähe werden weit höhere Werte gemessen.

Sehr gut meßbar (Mitteleuropa) ist der sehr "schmalbandige", da "langsam" modulierte Zeitzeichensender DCF 77. Auf der Frequenz 77,5 kHz erreicht er leicht $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$. Alle Werte beziehen sich auf übliche Wohnräume in bergigem Gelände. Außerhalb von bebautem Gelände auf Hochflächen sind die Feldstärken höher.

In Büroräumen dominieren Monitore mit ihrer VGA-Frequenz. Datennetze zeigen breitbandige Spektren. In industrieller Umgebung werden oft starke Hochfrequenzgeneratoren auf den I.S.M. - Frequenzen betrieben.

Auch manche Empfänger und Spektrum-Analysatoren strahlen Magnetfelder ab, die mit der Sonde nachweisbar sind.

Under the condition that the signal to be measured is "narrow - band", the sensitivity can be improved by narrow i.-f. - bandwidth.

Using the average detector will even more reduce the noise indication.

Sinusoidal signals (cw) without any modulation are ideally suited. Such "pure" signals are generated by crystal oscillators.

Broad - band, pulse spectrum will not profit from narrow band filtering and average detectors.

Using a good measuring receiver, magnetic fieldstrength of $0,3 \mu\text{A/m}$ can be measured using a bandwidth of 200 Hz /-6 dB (100 Hz / -3 dB).

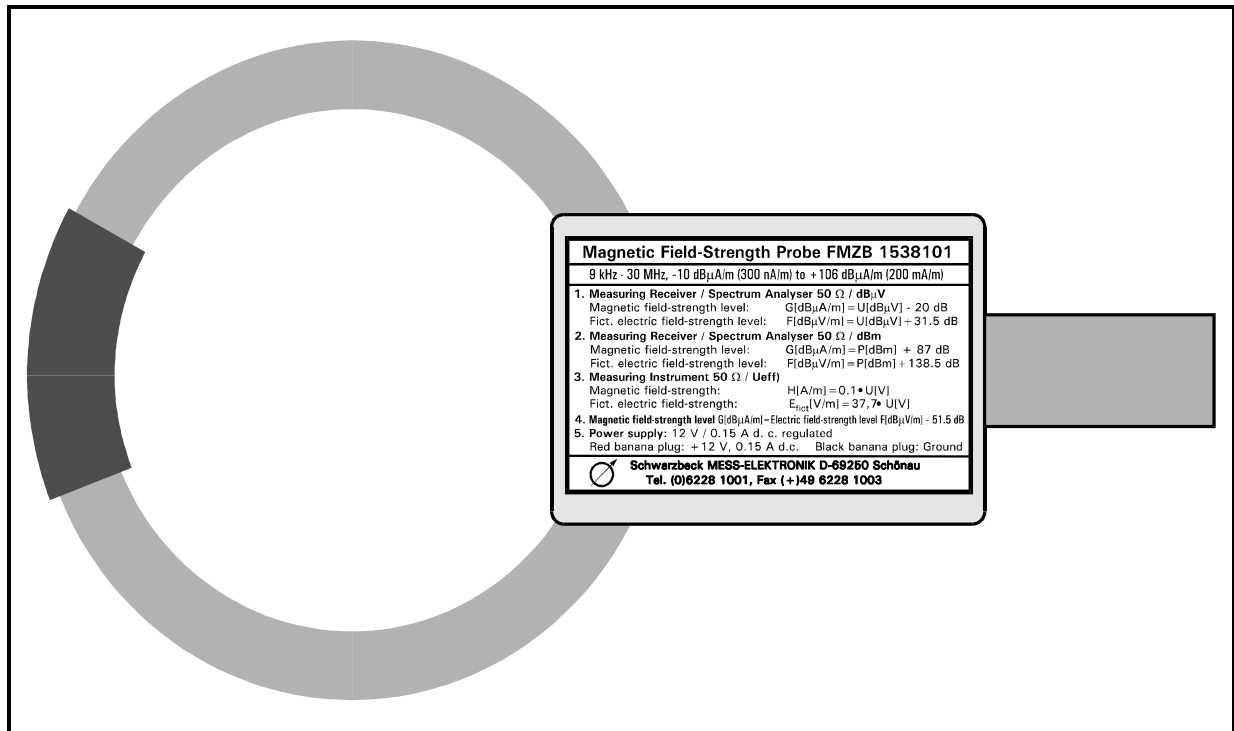
First steps with the probe

Connect the probe to receiver or spectrum analyser and to power supply. Strong signals will be heard or seen, especially in the broadcast a.m. frequency band. Weak stations have about $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$, stronger signals have $50 \text{ dB}\mu\text{A/m}$ or more. Very strong fieldstrength occur near radio stations.

Good narrow - band signals (Central Europe) come from the frequency and time standard transmitter DCF 77. On the frequency 77.5 kHz $20 \text{ dB}\mu\text{A/m}$ can be measured in Germany. The readings are obtained in standard buildings in a hilly area. Outside of housing areas and on higher grounds fieldstrength is higher.

In offices computer monitors are a strong radiation source. Computer networks radiate broad - band spectrum. In industrial environments often very strong r.-f.- generators on i.s.m. - frequencies are used.

Even some receivers and analysers radiate a magnetic field, which can be detected with the probe.



(Etwa 50% der Originalgröße)

Abmessungen und Gewicht:

Sonde: Rahmendurchmesser 170 mm,
Höhe incl. Handgriff 340 mm.
Gewicht der Sonde ca. 1 kg.
Mit Kabel und Steckern ca. 1,5 kg.

Aufbau Sonde:

Rahmen aus Messing, verchromt.
Verstärkergehäuse aus Messing,
verchromt.
Koaxialkabel mit BNC - Stecker für HF -
Signal und Stromversorgungskabel mit
Bananensteckern rot (+12 V) und
schwarz (Masse).

Option:

Anschlußstück mit Stativgewinde.

(Approx. 50% of full outlines)

Dimensions and weight:

Probe: Loop diameter 170 mm,
Length incl. handle 340 mm.
Weight of probe approx. 1 kg. With
cable and connectors approx. 1.5 kg.

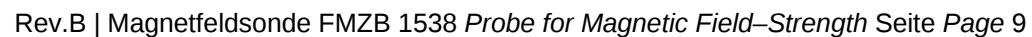
Probe cabinet:

Loop shielding:
chromium plated brass.
Amplifier box: chromium plated brass.
R.f - cable with bnc - connector and
power supply cable with banana plugs
red (+12 V d.c.) and black (Ground).

Option:

Adapter with 3/8" camera thread.

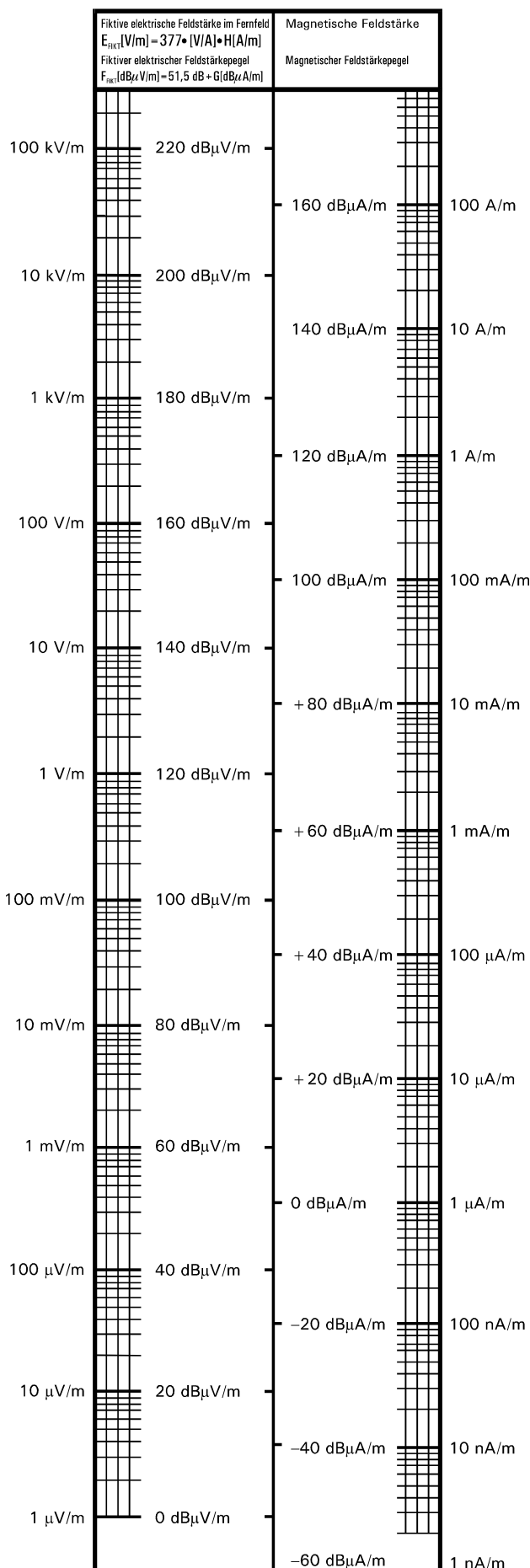
Prinziple operation of the probe with a measuring receiver



Umrechnungstabelle / Conversion table dBμA/m, μA/m, mA/m, pT, nT

1 T = 7.96 * 10⁵ A/m
1 pT (Picotesla) = 0.796 μA/m
1 μA/m = 1.256 pT
1 nT (Nanotesla) = 796 μA/m
1 mA/m = 1.256 nT
1 μT (Millitesla) = 796 mA/m
1 A/m = 1.256 μT

dBμA/m	μA/m	pT	dBμA/m	μA/m	pT	dBμA/m	mA/m	nT
-10	0.31	0.38	+30	31	38	+ 70	3.16	3.8
- 9	0.35	0.43	+31	35	43	+ 71	3.54	4.3
- 8	0.39	0.48	+32	39	48	+ 72	3.98	4.8
- 7	0.44	0.55	+33	44	55	+ 73	4.46	5.5
- 6	0.50	0.62	+34	50	62	+ 74	5.01	6.2
- 5	0.56	0.70	+35	56	70	+ 75	5.62	7.0
- 4	0.63	0.79	+36	63	79	+ 76	6.30	7.9
- 3	0.70	0.87	+37	70	87	+ 77	7.07	8.7
- 2	0.79	0.99	+38	79	99	+ 78	7.94	9.9
- 1	0.89	1.11	+39	89	111	+ 79	8.91	11.1
0	1.00	1.25	+40	100	125	+ 80	10.0	12.5
+ 1	1.12	1.40	+41	112	140	+ 81	11.2	14.0
+ 2	1.25	1.57	+42	125	157	+ 82	12.5	15.7
+ 3	1.41	1.77	+43	141	177	+ 83	14.1	17.7
+ 4	1.58	1.98	+44	158	198	+ 84	15.8	19.8
+ 5	1.77	2.22	+45	177	222	+ 85	17.7	22.2
+ 6	2.00	2.51	+46	200	251	+ 86	20.0	25.1
+ 7	2.23	2.80	+47	223	280	+ 87	22.3	28.0
+ 8	2.51	3.15	+48	251	315	+ 88	25.1	31.5
+ 9	2.81	3.52	+49	281	352	+ 89	28.1	35.2
+10	3.16	3.96	+50	316	396	+ 90	31.6	39.6
+11	3.58	4.49	+51	354	449	+ 91	35.4	44.9
+12	3.98	4.99	+52	398	499	+ 92	39.8	49.9
+13	4.46	5.60	+53	446	560	+ 93	44.6	56.0
+14	5.01	6.29	+54	501	629	+ 94	50.1	62.9
+15	5.62	7.05	+55	562	705	+ 95	56.2	70.5
+16	6.30	7.91	+56	630	791	+ 96	63.0	79.1
+17	7.07	8.87	+57	707	887	+ 97	70.7	88.7
+18	7.94	9.97	+58	794	997	+ 98	79.4	99.7
					nT			
+19	8.91	11.19	+59	891	1.119	+ 99	89.1	111.9
dBμA/m	μA/m	pT	dBμA/m	mA/m		dBμA/m	mA/m	
+20	10.00	12.56	+60	1.000	1.256	+100	100	125.6
+21	11.22	14.09	+61	1.122	1.409	+101	112	140.9
+22	12.59	15.81	+62	1.259	1.581	+102	125	158.1
+23	14.12	17.73	+63	1.412	1.773	+103	141	177.3
+24	15.85	19.56	+64	1.585	1.956	+104	158	195.6
+25	17.78	22.33	+65	1.778	2.233	+105	177	223.3
+26	20.00	25.12	+66	2.000	2.512	+106	200	251.2
+27	22.38	28.11	+67	2.238	2.811	+107	223	281.1
+28	25.12	31.55	+68	2.512	3.155	+108	251	315.5
+29	28.18	35.39	+69	2.818	3.539	+109	281	353.9



Im Fernfeld einer Antenne sind elektrische und magnetische Feldstärke über den Feldwellenwiderstand des freien Raumes verknüpft.

$$Z = 120 \pi \approx 377 \Omega.$$

Solche Fernfeldbedingungen liegen zum Beispiel vor, wenn die Feldstärke von Mittelwellen-Rundfunksendern, deren Wellenlänge bei einigen hundert Metern liegt, im Abstand von vielen Kilometern gemessen wird.

Im Nahfeld kann obiger Wert nicht verwendet werden. Dort muß der jeweilige Feldwellenwiderstand über die Beträge der Feldstärken berechnet werden. Antennen, die vorwiegend elektrische Felder erzeugen (kurze Stabantennen), führen zu hohen Feldwellenwiderständen. Antennen, die vorwiegend magnetische Felder erzeugen (stromdurchflossene, kleine Rahmen), ergeben niedrige Feldwellenwiderstände.

Für klar definierte Antennenformen in bekannter Umgebung können die Feldwellenwiderstände berechnet werden. Dreht es sich jedoch um Geräte, die primär gar nicht als Antennen gedacht sind, sondern lediglich unerwünschte Strahlungsquellen darstellen, ist eine Berechnung der Feldwellenwiderstände im Nahfeld schwierig.

Die getrennte Messung der elektrischen und magnetischen Feldstärke mit geeigneten Sonden ist hier unvermeidlich.

In the far field of an antenna electric and magnetic field strength are related via the characteristic field impedance of the free space.

$$Z = 120 \pi \approx 377 \Omega.$$

Such far field conditions can be found, when fieldstrength of am-transmitters (wave length of several 100 meters) is measured at a distance of many kilometres.

In the near field, however, things are different. Here, the characteristic field impedance has to be calculated using the magnitudes of field strength.

Antennas radiating primarily electric fields (short rod antennas) lead to high field impedance. Antennas radiating primarily magnetic field (current driven, small loops) lead to low field impedance.

When standard antennas are used in a well known surrounding, field impedance can be computed.

Very often, the radiating devices are not standard antennas, but wires or metal boxes which are radiating unintentionally. This makes computation of field impedance difficult or impossible.

Separate measurement of electric and magnetic field strength using appropriate probes is unavoidable.