

Rundes Helmholtz-Spulenpaar Circular Helmholtz Coils



Technische Daten:		Specifications:
Windungszahl (pro Spule):	536	<i>Number of turns (per Coil):</i>
Maximaler Spulenstrom:	15 A, 5 min.	<i>Maximum coil current:</i>
Spulenstrom, nominell:	5 A continuous	<i>Nominal coil current:</i>
Spulenabstand:	143 mm	<i>Coil spacing:</i>
Max. Magn. Feldstärke:	42 kA/m, 5 min.	<i>Maximum magnetic field strength:</i>
Magn. Nennfeldstärke:	14 kA/m continuous	<i>Nominal magnetic field strength:</i>
Magn. Feldstärke bei 1 A Spulenstrom:	2780 A/m 188.9 dB μ A/m	<i>Magnetic field strength @ 1 A Coil Current:</i>
Erforderlicher Strom für 1 A/m:	0.36 mA	<i>Current required for 1 A/m:</i>
Wandlungsmaß Strom-Feldstärke (Spulenfaktor):	68.9 dB/m	<i>Conversion Current-Fieldstrength (Coil factor):</i>
Spulen-Durchmesser:	256 mm	<i>Coil diameter:</i>
Abmessungen:	0.41m x 0.32m x 0.25m	<i>Mechanical dimensions:</i>
Anschlüsse:	4 mm banana jacks Screw terminals	<i>Terminals:</i>
Nutzbare Frequenzbereich:	DC – 2 kHz	<i>Usable frequency range:</i>
Induktivität (pro Spule):	typ. 82 mH @ 50 Hz	<i>Inductance (per coil):</i>
Induktivität (Spulenpaar):	typ. 188 mH @ 50 Hz	<i>Inductance (pair of coils):</i>
Wirkwiderstand (pro Spule):	2.75 Ω	<i>Resistance (per coil):</i>
Windungskapazität (Spulenpaar):	~0.8 nF	<i>Coil capacitance (pair of coils):</i>
Resonanzfrequenz (Spulenpaar):	> 10 kHz (typ. 13 kHz)	<i>Resonance frequency (Pair of coils):</i>
Gewicht:	35 kg	<i>Weight:</i>

Beschreibung:

Das Helmholtz-Spulenpaar eignet sich zur Erzeugung exakt definierter magnetischer Felder von DC bis in den unteren Audiofrequenzbereich. Die erzeugte Feldstärke steht in streng linearem Zusammenhang zum Spulenstrom. Aus der Spulengeometrie, dem Strom und der Windungszahl lässt sich die resultierende Feldstärke exakt analytisch (oder auch numerisch) berechnen. Daher ist die HHS 5203-536 ideal für Kalibrierungen von Magnetfeldsonden und Störfestigkeitsprüfungen einsetzbar. Aufgrund der thermisch hochbelastbaren Kupferlack-Bewicklung lassen sich (kurzzeitig) magnetische Felder bis über 40 kA/m erzeugen. Typische Anwendungsfälle sind Immunitätsprüfungen im KFZ-Bereich und nach MIL STD 461. Bei der Felderzeugung mit Helmholtzspulen ist die magnetische Feldstärke streng proportional zum Spulenstrom. Letztendlich lässt sich die Kalibrierung der Magnetfeldstärke auf eine Strommessung (oder z.B. auf den Spannungsabfall an einem bekannten Vorwiderstand) zurückführen.

Die Helmholtzspule selbst wird wegen des einfachen Zusammenhangs zwischen Strom und Feldstärke in der Regel nicht kalibriert sondern gilt als Primärnormal. Ansonsten können die erzeugten Feldstärken auch mit Feldspulen oder Sensorspulen nachgemessen werden.

Inbetriebnahme:

Die Helmholtzspule sollte in ausreichendem Abstand von möglichen Magnetfeldquellen (z.B. Transformatoren in Netzteilen von Messgeräten, stromdurchflossenen Leitern, Bildschirmen, Oszillografenröhren, Elektromotoren, Lautsprecher usw.) auf einem Tisch positioniert werden. Alle magnetischen Metallteile (d.h. Eisen / Stahl, Kobalt und Nickel) sollten aus der unmittelbaren Spulenumgebung entfernt werden. Die Anschlussleitungen vom Generator zur Helmholtzspule sollten verdreht werden, um unerwünschte Einkopplungen magnetischer Flüsse zu vermeiden. Die Klemmen der Spule sind mit Kennbuchstaben A, B, C und D gekennzeichnet. Der Generator (Stromquelle, Audio-Verstärker ...) wird mit den Klemmen A und D der Spule verbunden. Das kurze, mitgelieferte Kabel verbindet die Klemmen B und C.

Description:

Helmholtz-Coils are especially designed to generate precisely defined magnetic fields from DC to the middle of the audio frequency range. The generated fields are in a strongly linear relation to the coil current. The field strength can be calculated exactly by analytical (or numerical) methods, based on the coils' geometry, the number of turns and the coil current. Therefore the HHS 5203-536 is ideally suited for the calibration of magnetic field probes or sensors and immunity tests. Due to the high temperature proof coated copper wire packet it is possible to generate magnetic fields up to more than 40 kA/m (for a short time). Typical applications are magnetic immunity testing according to automotive standards or MIL STD 461. When generating magnetic fields with Helmholtz coils the coil current is directly proportional to the magnetic field strength.

The calibration of the magnetic field is finally traceable to a current measurement (or to a voltage drop at a known resistor).

The Helmholtz Coil itself is usually considered as primary standard due to the easily calculable relation between current and field strength. If this relation should be controlled, a loop sensor or monitoring loop can be used to determine the actual field strength.

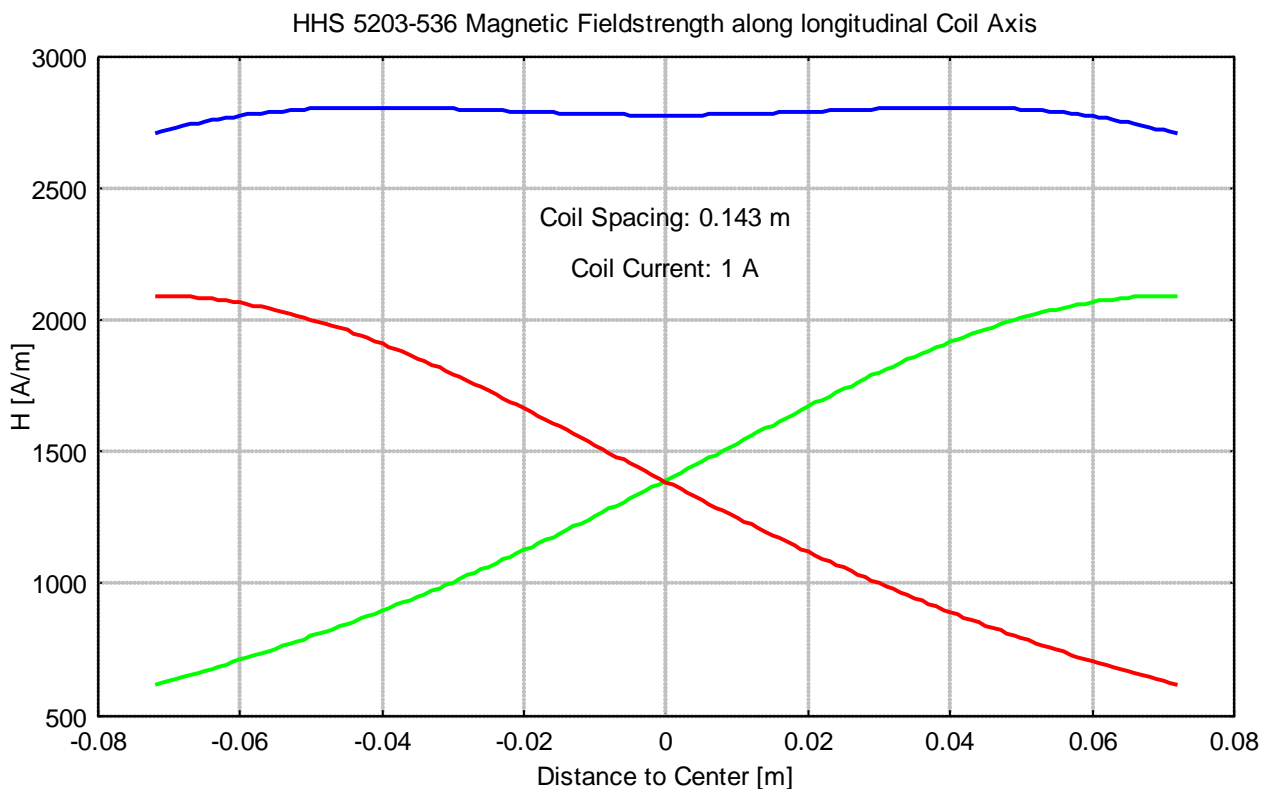
Installation:

The Helmholtz-Coils should be installed on a desk in a sufficiently large separation from sources of unintentional magnetic fields, e.g. transformers in power supplies, conductors carrying high currents, computer monitors, loudspeakers, cathode ray tubes (CRT) and so on. All kinds of magnetic material (e.g. steel, nickel, cobalt) should be removed from the near surrounding of the coil. The wires which are used to connect the current source with the Helmholtz-Coil should be twisted to avoid an unwanted injection of magnetic flux.

The coil terminals are assigned with the characters A, B, C and D. The generator (current source, audio-amplifier...) is connected to the terminals A and D, the terminals B and C are connected with the short cable supplied with the coil.

Zur Kontrolle der Verkabelung kann die magnetische Feldstärke im Innern des Spulenpaares gemessen werden. Bei falschem Anschluss wird genau in der Mitte zwischen den Spulen ein starker Feldstärkeabfall festzustellen sein, da sich die Felder der Spulen gegenseitig aufheben.

An additional verification of the wiring can be done by measuring the magnetic field strength between the coils. Assuming a wrong connection, the field strength decays very sharply in the center between the coils, because the fields compensate each other.



Längskomponente der magnetischen Feldstärke H entlang der Spulenlängsachse <i>Magnet. Fieldstrength H, longitudinal component along rotational axis</i>						
Abstand zur Spulenmitte <i>Distance to Coil Center</i>	H ₁	H ₂	H _{ges}	H ₁	H ₂	H _{ges}
cm	A/m	A/m	A/m	dBμA/m	dBμA/m	dBμA/m
0.0	1393.191	1386.245	2779.436	182.88	182.84	188.88
0.1	1407.110	1372.382	2779.493	182.97	182.75	188.88
0.2	1421.062	1358.562	2779.625	183.05	182.66	188.88
0.3	1435.042	1344.790	2779.832	183.14	182.57	188.88
0.4	1449.045	1331.068	2780.113	183.22	182.48	188.88
0.5	1463.066	1317.401	2780.467	183.31	182.39	188.88
0.6	1477.100	1303.792	2780.892	183.39	182.30	188.88
0.7	1491.143	1290.244	2781.387	183.47	182.21	188.89
0.8	1505.188	1276.762	2781.950	183.55	182.12	188.89

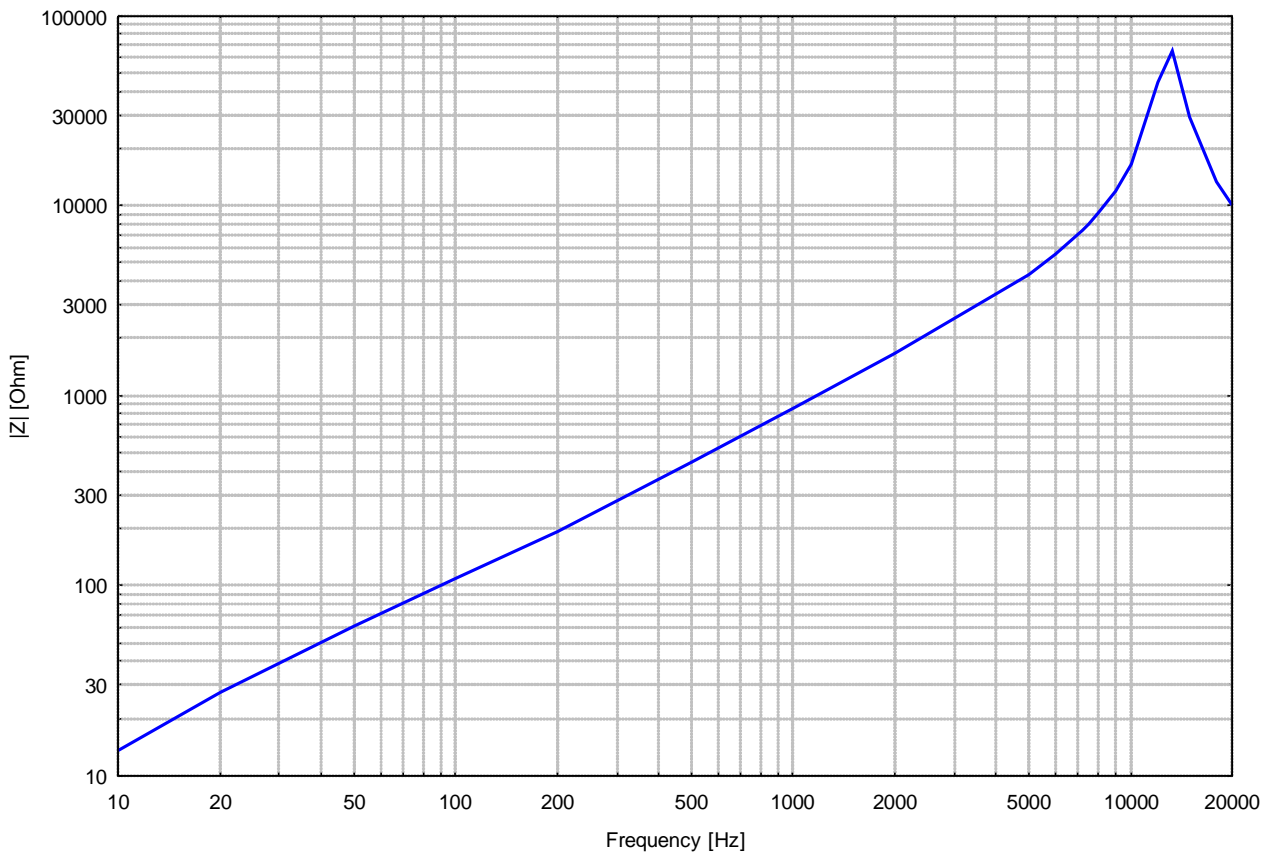
Längskomponente der magnetischen Feldstärke H entlang der Spulenlängsachse <i>Magnet. Fieldstrength H, longitudinal component along rotational axis</i>						
Abstand zur Spulenmitte <i>Distance to Coil Center</i>	H ₁	H ₂	H _{ges}	H ₁	H ₂	H _{ges}
cm	A/m	A/m	A/m	dBuA/m	dBuA/m	dBuA/m
0.9	1519.230	1263.347	2782.577	183.63	182.03	188.89
1.0	1533.264	1250.004	2783.268	183.71	181.94	188.89
1.1	1547.283	1236.734	2784.018	183.79	181.85	188.89
1.2	1561.283	1223.541	2784.824	183.87	181.75	188.90
1.3	1575.256	1210.427	2785.683	183.95	181.66	188.90
1.4	1589.197	1197.394	2786.591	184.02	181.56	188.90
1.5	1603.099	1184.445	2787.544	184.10	181.47	188.90
1.6	1616.956	1171.583	2788.538	184.17	181.38	188.91
1.7	1630.760	1158.808	2789.568	184.25	181.28	188.91
1.8	1644.506	1146.123	2790.629	184.32	181.18	188.91
1.9	1658.186	1133.530	2791.716	184.39	181.09	188.92
2.0	1671.793	1121.031	2792.824	184.46	180.99	188.92
2.1	1685.320	1108.627	2793.948	184.53	180.90	188.92
2.2	1698.760	1096.320	2795.080	184.60	180.80	188.93
2.3	1712.106	1084.110	2796.216	184.67	180.70	188.93
2.4	1725.349	1072.000	2797.350	184.74	180.60	188.93
2.5	1738.483	1059.991	2798.474	184.80	180.51	188.94
2.6	1751.500	1048.083	2799.582	184.87	180.41	188.94
2.7	1764.391	1036.277	2800.668	184.93	180.31	188.95
2.8	1777.150	1024.575	2801.725	184.99	180.21	188.95
2.9	1789.768	1012.978	2802.745	185.06	180.11	188.95
3.0	1802.237	1001.485	2803.722	185.12	180.01	188.95
3.1	1814.550	990.098	2804.647	185.18	179.91	188.96
3.2	1826.698	978.817	2805.515	185.23	179.81	188.96
3.3	1838.673	967.643	2806.316	185.29	179.71	188.96
3.4	1850.468	956.576	2807.044	185.35	179.61	188.96
3.5	1862.074	945.616	2807.690	185.40	179.51	188.97
3.6	1873.483	934.764	2808.248	185.45	179.41	188.97
3.7	1884.688	924.020	2808.708	185.50	179.31	188.97
3.8	1895.679	913.384	2809.063	185.56	179.21	188.97
3.9	1906.451	902.856	2809.307	185.60	179.11	188.97
4.0	1916.993	892.436	2809.429	185.65	179.01	188.97
4.1	1927.299	882.125	2809.424	185.70	178.91	188.97
4.2	1937.361	871.921	2809.282	185.74	178.81	188.97
4.3	1947.170	861.826	2808.996	185.79	178.71	188.97
4.4	1956.721	851.837	2808.558	185.83	178.61	188.97
4.5	1966.004	841.957	2807.961	185.87	178.51	188.97
4.6	1975.014	832.183	2807.197	185.91	178.40	188.97
4.7	1983.741	822.517	2806.258	185.95	178.30	188.96
4.8	1992.181	812.957	2805.137	185.99	178.20	188.96
4.9	2000.325	803.503	2803.828	186.02	178.10	188.96
5.0	2008.167	794.154	2802.321	186.06	178.00	188.95
5.1	2015.700	784.911	2800.611	186.09	177.90	188.95
5.2	2022.919	775.772	2798.691	186.12	177.79	188.94
5.3	2029.816	766.738	2796.554	186.15	177.69	188.93
5.4	2036.387	757.807	2794.194	186.18	177.59	188.93
5.5	2042.626	748.979	2791.604	186.20	177.49	188.92
5.6	2048.526	740.253	2788.779	186.23	177.39	188.91
5.7	2054.084	731.629	2785.713	186.25	177.29	188.90
5.8	2059.294	723.106	2782.400	186.27	177.18	188.89



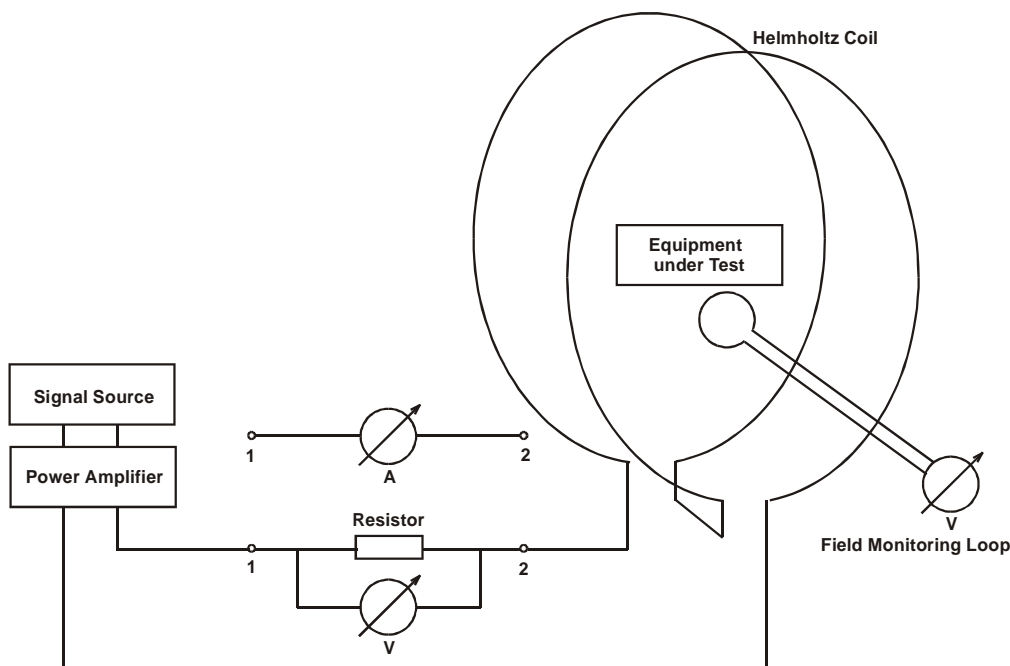
Längskomponente der magnetischen Feldstärke H entlang der Spulenlängsachse <i>Magnet. Fieldstrength H, longitudinal component along rotational axis</i>						
Abstand zur Spulenmitte <i>Distance to Coil Center</i>	H ₁	H ₂	H _{ges}	H ₁	H ₂	H _{ges}
cm	A/m	A/m	A/m	dBµA/m	dBµA/m	dBµA/m
5.9	2064.151	714.683	2778.834	186.29	177.08	188.88
6.0	2068.652	706.360	2775.012	186.31	176.98	188.87
6.1	2072.792	698.135	2770.928	186.33	176.88	188.85
6.2	2076.568	690.009	2766.577	186.35	176.78	188.84
6.3	2079.976	681.980	2761.956	186.36	176.68	188.82
6.4	2083.013	674.047	2757.061	186.37	176.57	188.81
6.5	2085.677	666.211	2751.887	186.38	176.47	188.79
6.6	2087.964	658.469	2746.433	186.39	176.37	188.78
6.7	2089.874	650.821	2740.695	186.40	176.27	188.76
6.8	2091.404	643.266	2734.670	186.41	176.17	188.74
6.9	2092.552	635.804	2728.357	186.41	176.07	188.72
7.0	2093.319	628.434	2721.752	186.42	175.97	188.70
7.1	2093.702	621.154	2714.856	186.42	175.86	188.67
7.2	2093.702	613.964	2707.667	186.42	175.76	188.65

Spulenstrom: 1 A, Spulenabstand: 143 mm
Coil Current: 1 A, Coil Separation: 143 mm

Betrag der Klemmenimpedanz (Spulenpaar)
Magnitude of Coil Impedance (Pair)



Typischer Messaufbau bei Magnetfeld-Immunitätsprüfungen
Typical Test Setup for Immunity against magnetic fields



Feldstärkebestimmung:

Zur Bestimmung der Magnetfeldstärke eignen sich im wesentlichen zwei Verfahren:

1. Bestimmung des Spulenstroms
 - mit kalibriertem Stromwandler,
 - durch Messung des Spannungsabfalls an einem bekannten Vorwiderstand,
 - direkte Strommessung.
2. Bestimmung der Feldstärke mit Hilfe einer Sensorspule.

Die direkte Strommessung hat den Nachteil, dass die Messgeräte bei hohen Dauerströmen recht heiß werden, was zu erhöhter Messunsicherheit und sogar zur Zerstörung führen kann.

Die Messung mit einem Stromwandler ist thermisch unkritisch und darüber hinaus kann eine Potentialtrennung zwischen Messkreis und Verstärker-Ausgangskreis erreicht werden.

Bei der Messung des Spannungsabfalls an einem bekannten Vorwiderstand (z.B. 100 mΩ / 20 W bis ca. 14 A oder auch 10 mΩ / 20 W für höchste Ströme) muss für ausreichende Wärmeabfuhr (Kühlkörper) und Potentialtrennung bei netzbetriebenen Messgeräten gesorgt werden. Bei kleinen Shuntwiderständen entsteht zwar weniger Wärme, jedoch können unerwünschte

Field strength determination:

There are two methods to determine the actual magnetic field strength:

1. *Determination of the coil current*
 - *Current transformer clamp,*
 - *Measuring the voltage drop across a well-known resistor,*
 - *Direct current measurement.*
2. *Determination of the field strength using a field monitoring loop.*

The direct current measurement has the disadvantage that the measurement equipment itself heats up, which leads to increased measurement uncertainty or even destruction.

The use of a calibrated current transformer clamp has two advantages: it is floating (potential isolation between measuring circuitry and amplifier output circuitry) and without thermal stress.

In cases where the voltage drop across a known resistor (e.g. 100 mΩ / 20 W up to 14 A or 10 mΩ for highest currents) is measured, it is essential to provide sufficient cooling and potential isolation of mains driven voltmeters. Using small shunt resistor values causes less heat dissipation may however cause higher

Übergangswiderstände schnell in die Größenordnung des Shuntwiderstandes kommen und damit unnötig hohe Messunsicherheit erzeugen. Bei Frequenzen ab einigen kHz kann die Induktivität des Shunts nicht mehr vernachlässigt werden, es empfiehlt sich daher mit Shunt zu messen, dessen Impedanz Z bekannt ist, z.B. der SHUNT 9571.

Bei der Feldstärkebestimmung mit Hilfe einer Sensorpule erreicht man ebenfalls Potentialtrennung und thermisch unkritische Verhältnisse. Die FESP 5133-7/41 oder FESP 5134-40 sind für diesen Zweck geeignet.

measurement uncertainties because the wanted shunt resistance is hardly higher than unwanted contact resistances. Beyond several kHz the inductance of the shunt resistor may become dominant. For that reason a low inductive shunt resistor with well-known impedance Z like the SHUNT 9571 should be used.

The determination of the magnetic field strength using a sensor loop (field monitoring loop) allows also potential isolation without temperature stress. The FESP 5133-7/41 or the FESP 5134-40 are suitable for this purpose.



Nützliche Umrechnungen für Magnetfelder
Useful conversions for magnetic fields

B[μ T]	B[mT]	B[G]	H[A/m]	H[dBuA/m]	H[dBpT]
0.100	0.0001	0.0010	0.0796	98.02	100.00
0.126	0.0001	0.0013	0.1000	100.00	101.98
0.500	0.0005	0.0050	0.3979	112.00	113.98
1.000	0.0010	0.0100	0.7958	118.02	120.00
1.257	0.0013	0.0126	1.0000	120.00	121.98
2.000	0.0020	0.0200	1.5916	124.04	126.02
2.513	0.0025	0.0251	2.0000	126.02	128.00
5.000	0.0050	0.0500	3.9790	132.00	133.98
6.283	0.0063	0.0628	5.0000	133.98	135.96
10.000	0.0100	0.1000	7.9580	138.02	140.00
12.570	0.0126	0.1257	10.0000	140.00	141.98
20.000	0.0200	0.2000	15.9200	144.04	146.02
25.130	0.0251	0.2513	20.0000	146.02	148.00
50.000	0.0500	0.5000	39.7900	152.00	153.98
62.830	0.0628	0.6283	50.0000	153.98	155.96
100.000	0.1000	1.0000	79.5800	158.02	160.00
125.660	0.1257	1.2570	100.0000	160.00	161.98
200.000	0.2000	2.0000	159.1600	164.04	166.02
251.320	0.2513	2.5130	200.0000	166.02	168.00
500.000	0.5000	5.0000	397.9000	172.00	173.98
628.300	0.6283	6.2830	500.0000	173.98	175.96
1000.000	1.0000	10.0000	795.8000	178.02	180.00
1256.600	1.2570	12.5700	1000.0000	180.00	181.98
2000.000	2.0000	20.0000	1591.6000	184.04	186.02
2513.200	2.5130	25.1300	2000.0000	186.02	188.00
5000.000	5.0000	50.0000	3979.0000	192.00	193.98
6283.000	6.2830	62.8300	5000.0000	193.98	195.96
10000.000	10.0000	100.0000	7958.0000	198.02	200.00
12566.000	12.5660	125.6600	10000.0000	200.00	201.98
20000.000	20.0000	200.0000	15916.0000	204.04	206.02
25131.900	25.1320	251.3200	20000.0000	206.02	208.00
50000.000	50.0000	500.0000	39790.0000	212.00	213.98
62829.900	62.8300	628.3000	50000.0000	213.98	215.96
100000.000	100.0000	1000.0000	79580.0000	218.02	220.00
125660.000	125.6600	1256.6000	100000.0000	220.00	221.98
200000.000	200.0000	2000.0000	159160.0000	224.04	226.02
251319.000	251.3200	2513.1900	200000.0000	226.02	228.00
500000.000	500.0000	5000.0000	397900.0000	232.00	233.98
628299.000	628.3000	6282.9900	500000.0000	233.98	235.96
1000000.000	1000.0000	10000.0000	795800.0000	238.02	240.00