

Rundes Helmholtz-Spulenpaar HHS 5206-25
Circular Helmholtz Coils HHS 5206-25


Technische Daten:		Specifications:
Windungszahl (pro Spule):	25	<i>Number of turns (per Coil):</i>
Maximaler Spulenstrom:	46 A, 5 min.	<i>Maximum coil current:</i>
Spulenstrom, nominell:	28 A continuous	<i>Nominal coil current:</i>
Spulenabstand:	300 mm	<i>Coil spacing:</i>
Max. Magn. Feldstärke:	2700 A/m, 3 min.	<i>Maximum magnetic field strength:</i>
Magn. Nennfeldstärke:	1600 A/m continuous	<i>Nominal magnetic field strength:</i>
Magn. Feldstärke bei 1 A Spulenstrom:	59.64 A/m 155.51 dB μ A/m	<i>Magnetic field strength @ 1 A Coil Current:</i>
Erforderlicher Strom für 1 A/m:	16.77 mA	<i>Current required for 1 A/m:</i>
Wandlungsmaß Strom-Feldstärke (Spulenfaktor):	35.5 dB/m	<i>Conversion Current-Fieldstrength (Coil factor):</i>
Spulen-Durchmesser:	600 mm	<i>Coil diameter:</i>
Abmessungen:	0.64 m x 0.79 m x 0.42 m	<i>Mechanical dimensions:</i>
Größtmöglicher Prüflingswürfel:	32.5x32.5x32.5 cm	<i>Max. cubical shaped DuT:</i>
Anschlüsse:	4 mm banana jacks Screw terminals	<i>Terminals:</i>
Nutzbarer Frequenzbereich:	DC - 300 kHz	<i>Usable frequency range:</i>
Induktivität (pro Spule):	0.81 mH	<i>Inductance (per coil):</i>
Induktivität (Spulenpaar):	1.82 mH	<i>Inductance (pair of coils):</i>
Wirkwiderstand (pro Spule):	70 m Ω	<i>Resistance (per coil):</i>
Windungskapazität (Spulenpaar):	60 pF	<i>Coil capacitance (pair of coils):</i>
Resonanzfrequenz (Spulenpaar):	> 400 kHz	<i>Resonance frequency (Pair of coils):</i>
Gewicht:	19.4 kg	<i>Weight:</i>

Anwendung:

Das Helmholtz-Spulenpaar eignet sich zur Erzeugung exakt definierter magnetischer Felder von DC bis über das obere Ende des Audiofrequenzbereichs hinaus. 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 5206-25 ideal für Kalibrierungen von Magnetfeldsonden einsetzbar. Es lassen sich (kurzzeitig) magnetische Felder bis ca. 2700 A/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 Senserspulen 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 verdrillt 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 C der Spule verbunden. Das kurze, mitgelieferte Kabel verbindet die Klemmen B und D.

Application:

Helmholtz-Coils are especially designed to generate precisely defined magnetic fields from DC to the upper end of the audio frequency range and beyond. 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 5206-25 is ideally suited for the calibration of magnetic field probes or sensors. Due to the high temperature proof Teflon-coated wire packet it is possible to generate magnetic fields up to approx. 2700 A/m (for a short time). Typical applications are magnetic immunity testing according to automotive standards or MIL-461F. 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.

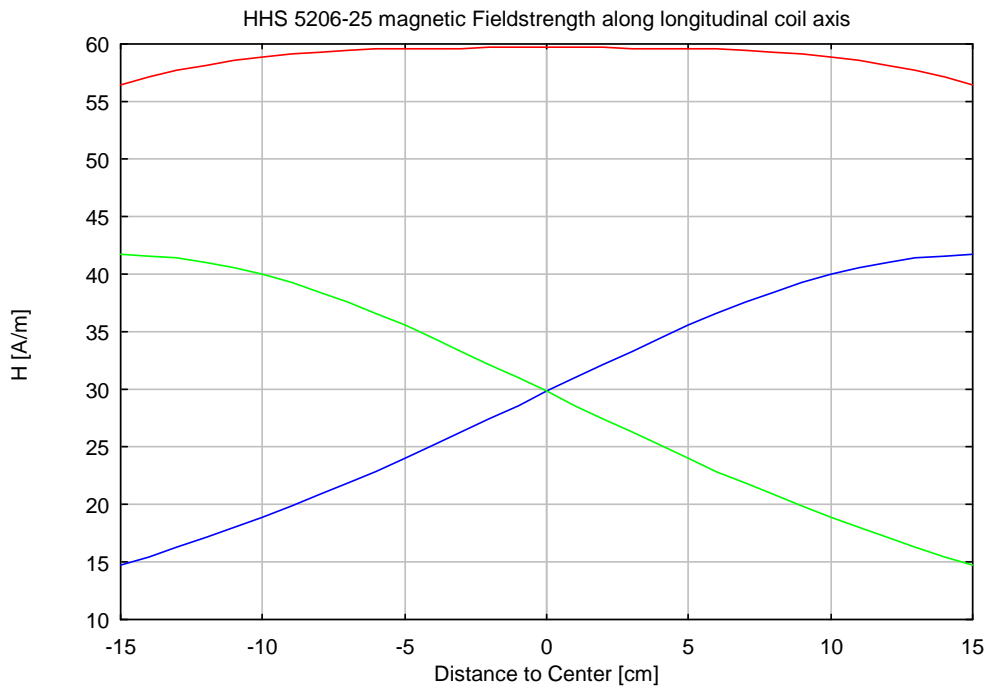
Installation:

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 C, the terminals B and D are connected with the short cable supplied with the coil.

Zur Kontrolle 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.

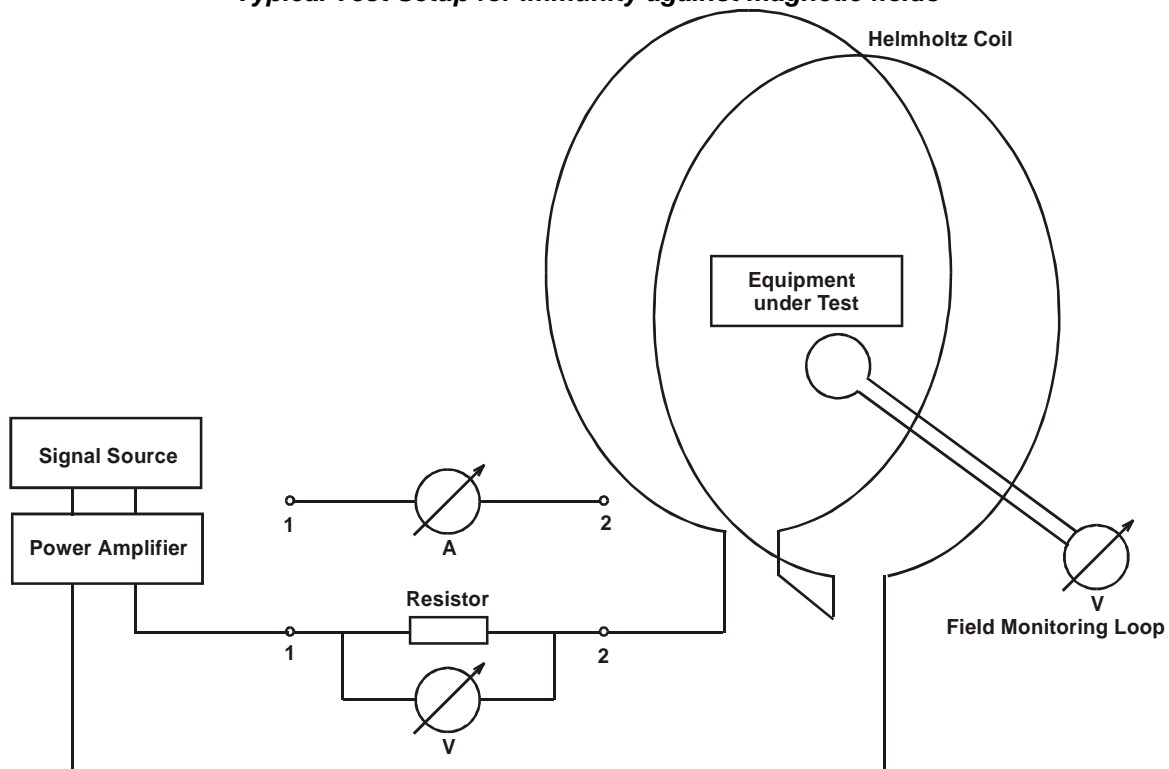
An additional verification can be done by measuring the magnetic fieldstrength between the coils. Assuming a wrong connection, the fieldstrength decays very sharply in the center between the coils, because the fields compensate each other.



Längskomponente der magnetischen Feldstärke entlang der Spulenlängsachse <i>Magnet. Fieldstrength, longitudinal component along rotational axis</i>						
Abstand zur Spulenmitte [cm]	H1 [A/m]	H2 [A/m]	Hges [A/m]	H1 [dBµA/m]	H2 [dBµA/m]	Hges [dBµA/m]
0.0	29.814	29.814	59.628	149.49	149.49	155.51
1.0	31.005	28.623	59.628	149.83	149.13	155.51
2.0	32.187	27.440	59.627	150.15	148.77	155.51
3.0	33.350	26.271	59.622	150.46	148.39	155.51
4.0	34.484	25.123	59.607	150.75	148.00	155.51
5.0	35.576	24.001	59.577	151.02	147.60	155.50
6.0	36.614	22.909	59.523	151.27	147.20	155.49
7.0	37.587	21.850	59.437	151.50	146.79	155.48
8.0	38.482	20.826	59.308	151.71	146.37	155.46
9.0	39.286	19.839	59.125	151.88	145.95	155.44
10.0	39.989	18.891	58.880	152.04	145.52	155.40
11.0	40.580	17.981	58.561	152.17	145.10	155.35
12.0	41.049	17.111	58.160	152.27	144.67	155.29
13.0	41.390	16.279	57.670	152.34	144.23	155.22
14.0	41.597	15.487	57.084	152.38	143.80	155.13
15.0	41.667	14.731	56.398	152.40	143.36	155.03

Spulenstrom: 1 A, Spulenabstand: 300 mm
Coil Current: 1 A, Coil Separation: 300 mm

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. $100\text{ m}\Omega / 20\text{ W}$ bis ca. 14 A oder auch $10\text{ m}\Omega / 20\text{ W}$ 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 Übergangswiderstände schnell in die Größenordnung des Shuntwiderstandes

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. $100\text{ m}\Omega / 20\text{ W}$ up to 14 A or $10\text{ m}\Omega$ 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 measurement

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 9570.

Bei der Feldstärkebestimmung mit Hilfe einer Sensorspule erreicht man ebenfalls Potentialtrennung und thermisch unkritische Verhältnisse. Die FESP 5133-7/41 ist für diesen Zweck geeignet

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 9570 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 is suitable for this purpose.

Nützliche Umrechnungen für Magnetfelder
Useful conversions for magnetic fields

B[μ T]	B[mT]	B[G]	H[A/m]	H[dB μ A/m]	H[dBpT]
0.1	0.0001	0.0010	0.0796	98.02	100.00
0.126	0.0001	0.0013	0.1	100.00	101.98
0.5	0.0005	0.005	0.3979	112.00	113.98
1	0.001	0.01	0.7958	118.02	120.00
1.257	0.0013	0.0126	1	120.00	121.98
2	0.002	0.02	1.5916	124.04	126.02
2.513	0.0025	0.0251	2	126.02	128.00
5	0.005	0.05	3.9790	132.00	133.98
6.283	0.0063	0.0628	5	133.98	135.96
10	0.01	0.1	7.9580	138.02	140.00
12.57	0.0126	0.1257	10	140.00	141.98
20	0.02	0.2	15.92	144.04	146.02
25.13	0.0251	0.2513	20	146.02	148.00
50	0.05	0.5	39.79	152.00	153.98
62.83	0.0628	0.6283	50	153.98	155.96
100	0.1	1	79.58	158.02	160.00
125.66	0.1257	1.257	100	160.00	161.98
200	0.2	2	159.16	164.04	166.02
251.32	0.2513	2.513	200	166.02	168.00
500	0.5	5	397.90	172.00	173.98
628.30	0.6283	6.283	500	173.98	175.96
1000	1	10	795.80	178.02	180.00
1256.6	1.257	12.57	1000	180.00	181.98
2000	2	20	1591.60	184.04	186.02
2513.2	2.513	25.13	2000	186.02	188.00
5000	5	50	3979	192.00	193.98
6283.0	6.283	62.83	5000	193.98	195.96
10000	10	100	7958	198.02	200.00
12566.0	12.566	125.66	10000	200.00	201.98
20000	20	200	15916	204.04	206.02
25131.9	25.132	251.32	20000	206.02	208.00
50000	50	500.00	39790	212.00	213.98
62829.9	62.830	628.30	50000	213.98	215.96
100000	100	1000	79580	218.02	220.00
125660	125.66	1256.60	100000	220.00	221.98
200000	200	2000	159160	224.04	226.02
251319	251.32	2513.19	200000	226.02	228.00
500000	500	5000	397900	232.00	233.98
628299	628.30	6282.99	500000	233.98	235.96
1000000	1000	10000	795800	238.02	240.00