narda
Safety Test Solutions

Konform zur EMF Richtlinie
2013/35/EU

Analyse statischer und zeitlich variierender Magnetfelder

- **Auswertung der Feldexposition gemäß gängigen Normen und Vorschriften wie der Richtlinie 2013/35/EU für Arbeitsplätze**
- **Frequenzselektive und breitbandige Messung magnetischer Felder von 0 Hz bis 1000 Hz**
- **Richtungsunabhängige (isotrope) Messung mit orthogonal angeordneten Hall-Sensoren**
- **Extrem weiter Messbereich von 10 µT bis 10 T (Dynamikumfang 120 dB)**
- **FFT-Spektrumanalyse und Zeitverlaufs-darstellung**
- **Schmalbandiges Filter für normgerechte Messung im Bereich 0 Hz bis 1 Hz**
- **Optisches Interface zur Steuerung über PC oder NBM-550**

Magnetometer HP-01

ANWENDUNGSBEREICHE

Das Magnetometer HP-01 ist ein Messgerät zur Messung statischer Magnetfelder und zeitlich variierender Felder bis zu Frequenzen von 1000 Hz. Die Hauptanwendung ist die Messung hoher statischer Felder, um die Sicherheit von Personen zu gewährleisten, die Zugang zu solchen Bereichen haben. Mögliche Risiken werden vor allem durch mittelbare Wirkungen verursacht, wie die Krafteinwirkung auf ferromagnetische Objekte. In Folge davon können Gefahren durch umherfliegende Gegenstände (Projektilwirkung), Krafteinwirkung auf passive Körperimplantate oder Funktionsstörungen aktiver Körperimplantate entstehen, die es zu erkennen und vermeiden gilt. Daneben können auch Risiken durch unmittelbare Wirkungen entstehen, wenn die magnetische Flussdichte sehr hoch ist und Körperbewegungen im Feld zu Reizungen der Sinnes- oder Nervenzellen führen. Grenzwerte für statische Magnetfelder sind unter anderem in den ICNIRP Richtlinien und der Europäischen Richtlinie 2013/35/EU festgelegt. Die Auslöseschwellen reichen je nach Gefahrenquelle von relativ kleinen Werten (z. B. 0,5 mT für die Beeinflussung aktiver Implantate) bis hin zu sehr großen Werten von mehreren Tesla. Typische Bereiche mit hohen Feldern sind beispielsweise:

- Kernspintomographie (MRT)
- Magnetresonanzspektroskopie (MRS)
- Verwendung und Produktion starker Permanentmagnete wie z. B. Hubmagnete
- Gleichstromgeneratoren, insbesondere supraleitende
- Gleichstromantriebe, z. B. in Bahnen
- Anwendungsbereiche im E-Mobil
- Große Industrie-Magnetrührgeräte
- Elektrolyseverfahren in der Chlor- und Aluminiumproduktion

Bild 1: Bei der Kernspintomographie (MRT) werden besonders hohe statische Magnetfelder erzeugt

Bild 2: Statische Magnetfelder sind auch in mit Gleichstrom betriebenen Bahnen vorzufinden

FUNKTIONSWEISE

Festgelegte Expositionsgrenzwerte und Auslöseschwellen in Richtlinien und Standards erstrecken sich über einen weiten Wertebereich. Üblicherweise müssen mehrere unterschiedliche Messsonden verwendet werden, um die hierfür erforderliche Messdynamik zu erreichen. Das HP-01 deckt all diese Anwendungen mit seinen eingebauten Hall-Effekt Sensoren und deren außergewöhnlichen Gesamtdynamik von 10 µT bis über 10 T problemlos ab. Zusätzliche Messsonden werden nicht benötigt. Durch die orthogonale Anordnung der Sensoren in der Spitze des Sondenstabs werden die drei Raumachsen komplett erfasst, um eine isotrope (richtungsunabhängige) Messung zu gewährleisten. Die Position der Sensoren liegt etwa 7 mm unterhalb der Sondenspitze und wird durch eine deutlich sichtbare Nut gekennzeichnet.

Das HP-01 ist aber weit mehr als eine Magnetometer-Sonde, denn es beinhaltet einen sehr leistungsfähigen FFT-Analysator, der Signalanalysen sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich ermöglicht. Die schnelle Signalverarbeitung erlaubt es, eine detaillierte und lückenlose Analyse des Frequenzspektrums mit hoher Genauigkeit durchzuführen. Die Ergebnisse können als Live-Spektrum, als Spektrogramm über der Zeit oder als dreidimensionales Wasserfalldiagramm dargestellt werden.

Eine weitere Besonderheit ist die Betriebsart „DC - 1 Hz“, die sich besonders für normenkonforme Messungen nach Personenschutzstandards eignet. Die Grenzwerte sind meist für statische Felder und niederfrequente Wechselfelder bis 1 Hz festgelegt. Ein im HP-01 verwendetes Transversalfilter (FIR-Filter, Finite Impulse Response) erfasst genau diese Frequenzanteile. Die Messung erfolgt mit hoher Abtastrate und liefert den entsprechenden Breitbandwert für den Bereich von 0 Hz bis 1 Hz, der zum Nachweis der Grenzwerteinhaltung erforderlich ist. Durch die Zeitverlaufsdarstellung des Momentanwertes können bei Bedarf weiterführende Analysen im Sub-Hertz-Bereich durchgeführt werden, die mit der FFT-Analyse so nicht möglich wären.

Die Bedienung des HP-01 erfolgt über die mitgelieferte Software HP01-TS, die mit allen Microsoft Windows ® basierten PCs ab Windows 7 kompatibel ist. Ein optisches Kabel mit Adapter auf USB verbindet das Messgerät mit dem PC. Die Messung kann somit aus sicherer Entfernung von bis zu 10 m gesteuert werden und lässt sich mit optional erhältlichen Kabeln bis auf 50 m erweitern. Alternativ kann die Bedienung auch über das Messgerät NBM-550 erfolgen (Bild 4).

Bild 3: Anschlussseite des HP-01 mit aufgeschraubtem Stativadapter

Bild 4: Messung an einem Permanentmagnet mit Bedienung über das Messgerät NBM-550

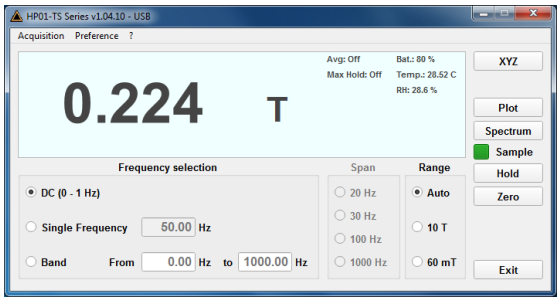

Bild 5: Hauptfenster mit Anzeige der Messparameter und numerischer Ergebnisanzeige

MESSUNGEN ÜBER PC

Die graphische Benutzeroberfläche der PC Software HP01-TS ist sehr übersichtlich gestaltet und einfach zu bedienen. Nach dem Programmstart erscheint das Hauptfenster (Bild 5), in dem die wichtigsten Einstellungen wie Messbereich und Frequenzbereich vorgenommen werden. Im Displaybereich wird kontinuierlich das Messergebnis der magnetischen Flussdichte als Zahlenwert angezeigt, wahlweise auch getrennt für alle drei Raumachsen. Ein Klick auf die Taste „Zero“ löst den Nullabgleich aus, der die Messunsicherheit auf ein Minimum reduziert. Die Sondenspitze wird hierzu in die mitgelieferte Nullfeldkammer gesteckt, um Störeinflüsse durch das Erdmagnetfeld oder andere Felder auszuschließen. Drei unterschiedliche Modi ermöglichen die Frequenzauswahl für statische Felder (DC bis 1 Hz), für eine beliebige Einzelfrequenz oder für die Bandintegration mit einstellbaren Frequenzgrenzen.

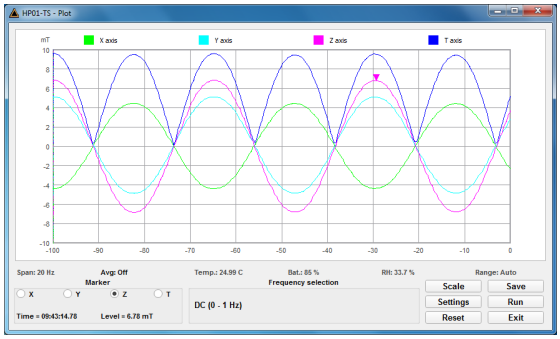

Bild 6: Zeitverlaufsdarstellung eines Sinussignals im Sub-Hertz-Bereich in der Betriebsart DC-1Hz

Zusätzlich zur numerischen Messwertanzeige kann auch der zeitliche Verlauf der magnetischen Flussdichte als Grafik angezeigt und ausgewertet werden. Die Grafik zeigt den Zeitverlauf des Effektivwertes für alle drei Einzelachsen und den isotropen Gesamtwert (Total). Ein konstantes Sinussignal wird dann als konstant verlaufende horizontale Linie dargestellt. Für die Betriebsart „DC - 1 Hz“ wird anstelle des Effektivwertes der Momentanwert angezeigt, d. h. ein Sinussignal wird auch als Sinusverlauf dargestellt (Bild 6). Auf diese Weise können selbst Frequenz und Amplitude von Signalanteilen unterhalb von 1 Hz bestimmt werden.

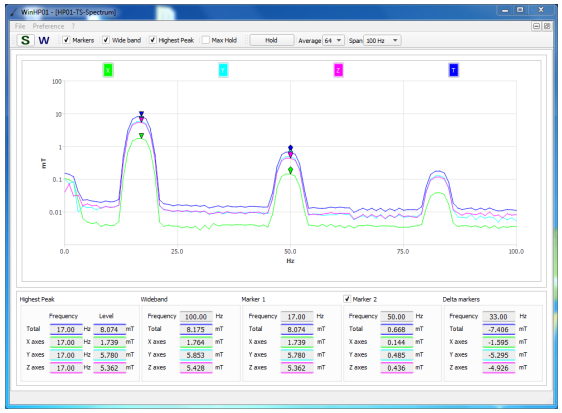

Bild 7: FFT-Analyse mit Darstellung des Amplitudenspektrums

Die FFT-Analyse stellt die spektrale Verteilung des Signals als Amplitudenspektrum dar (Bild 7). Die Spektren werden sowohl für die drei Einzelachsen als auch für den isotropen Gesamtwert (Total) angezeigt. Durch geeignete Wahl des „Span“ kann der Frequenzbereich in vier Stufen angepasst werden. Zwei zur Verfügung stehende Marker erleichtern die Ergebnisauswertung. Zusätzlich kann auch die zeitliche Veränderung der Spektren grafisch dargestellt werden, entweder als Spektrogramm oder als Wasserfalldiagramm (Bild 8).

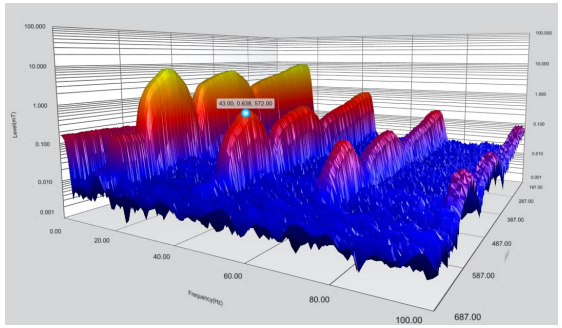

Bild 8: FFT-Analyse mit Darstellung des Spektrums als Wasserfalldiagramm

TECHNISCHE DATEN [a]

HP-01 Magnetometer					
Frequenzbereich		DC (0 Hz) bis 1000 Hz			
Sondentyp		Magnet (B-) Feld			
Sensor		Dreiachsige (isotrope), temperaturkompensierte Hall-Sensoren Gleichzeitige Erfassung der Werte aller drei Raumachsen Sensorflächen ca. 0,6 mm x 0,6 mm (10 T), ca. 0,15 mm x 0,15 mm (60 mT)			
Messbereich [b]	Auto Range	±10 µT bis ±10 T (Einheiten: mT, T, G, kG)			
	60 mT	±10 µT bis ±60 mT (Einheiten: mT, G)			
	10 T	±0,010 T bis ±10 T (Einheiten: T, kG)			
Übersteuerungsbereich		20 T			
Dynamikumfang (nach Nullabgleich)		120 dB (Auto Range)			
Auflösung	60 mT Messbereich	100 nT (Span 20 Hz und 30 Hz), 1 µT (Span 100 Hz und 1000 Hz)			
	10 T Messbereich	100 µT (Span 20 Hz und 30 Hz), 1 mT (Span 100 Hz und 1000 Hz)			
Rauschanzeige (DANL) [c]		10 µT			
Frequenzgang		0,5 dB (typ.)			
Erweiterte Messunsicherheit [d]		±1 %			
Temperaturabhängigkeit		0,05 % / °C typ. (bei 0 Hz bezogen auf 23 °C)			
Temperatur- und Feuchtemessung		Interner Sensor, Temperatur: -20 °C bis + 55 °C, rel. Feuchte: 5 % bis 95 %			
BETRIEBSART DC					
Frequenzbereich		0 Hz bis 1 Hz			
Filter		FIR-Filter mit einer Grenzfrequenz von 1,0 Hz (-3 dB)			
Ergebnisanzeige	mit HP01-TS	Numerische Messwertanzeige und Zeitverlaufsdarstellung (Momentanwerte)			
	mit NBM-550	Numerische Messwertanzeige			
Aktualisierungszeit		67 ms (HP01-TS), 335 ms (NBM-550)			
Ergebnistyp		Momentanwert, Maximalwert (Max Hold), Mittelung (linear)			
BETRIEBSART FFT					
Spektrumanalyse [e]		Lückenlose Echtzeiterfassung über FFT			
SPAN (wählbar)		20 Hz	30 Hz	100 Hz	1000 Hz
	Frequenzbereich	0 – 20 Hz	0 – 30 Hz	0 – 100 Hz	0 – 1000 Hz
	Auflösung	0,2 Hz	0,3 Hz	1 Hz	3 Hz
	RBW (-3 dB)	0,8 Hz	1,2 Hz	4 Hz	10 Hz
Ergebnisanzeige	mit HP01-TS	• Spektrum (full Span), Spektrogramm, Wasserfall (3D) • Breitbandwert numerisch mit einstellbaren Bandgrenzen und Zeitverlauf (RMS-Werte) • Einzelfrequenz numerisch und Zeitverlauf (RMS-Werte)			
	mit NBM-550	• Breitbandwert numerisch und zeitgesteuerte Messung			
Aktualisierungszeit		< 350 ms			
Ergebnistyp		Effektivwert (RMS), Maximalwert (Max Hold), Mittelung (RMS)			
BEDIENUNG					
Steuerung und Messwertanzeige		Über PC (nicht enthalten) und mitgelieferte Software HP01-TS oder über NBM-550 (Funktionsumfang ist gegenüber HP01-TS eingeschränkt)			
Unterstützte Betriebssysteme		Ab Microsoft Windows® 7			
Daten-Schnittstelle		Serielles optisches Interface (115200 Baud) mit optischem Konverter auf USB			

a Alle hier angegebenen Daten gelten, sofern nicht anders vermerkt unter folgenden Bedingungen: Umgebungstemperatur 23 °C, relative Luftfeuchte 50 %
b Gilt für jede einzelne Achse. Die Vorzeichen behafteten Messwerte gelten für DC-Felder
c Nach Nullabgleich. Displayed Average Noise Level (DANL) ist abhängig von Frequenz und Span. Die Angabe gilt für 0 Hz und Span 20 Hz
d Gilt für DC-Felder (Gleichfelder). Die Kalibrierung erfolgt ausschließlich in Gleichfeldern.
e Mit Überlappung für Span 20 Hz, 30 Hz und 100 Hz

ALLGEMEINE DATEN		
Befestigungs-Gewinde		1/4-20UNC-2B (Foto-Gewinde an der Gehäuse-Unterseite)
Stromversorgung	Akku	Fest eingebauter Li-Ionen Akku (3,7 V / 250 mAh)
	Betriebsdauer	6 Stunden
	Ladenetzteil	100 bis 240 V AC / 47 bis 63 Hz, 12 V / 1,5 A, Weltstecker
	Ladezeit, typisch	2,5 Stunden
Temperaturbereich	Betrieb	-20 °C bis +55 °C
	Ladebetrieb	0 °C bis +40 °C
	Lagerung	-30 °C bis +75 °C
Luftfeuchtebereich	Betrieb	5 bis 95 % relative Feuchte, keine Betauung
Abmessungen	Grundgerät	Sensorstab Ø 9 mm, L 143 mm, Gehäuse Ø 43 mm, L 57 mm, Gesamtlänge 200 mm
	Koffer	120 mm x 365 mm x 305 mm
Gewicht		Grundgerät 100 g, komplettes Set mit Transportkoffer 1,65 kg
Empfohlenes Kalibrierintervall		24 Monate
Ursprungsland		Italien

BESTELLINFORMATIONEN

HP-01 Magnetometer	Artikelnummer
HP-01 Magnetometer Set DC-1kHz beinhaltet: - HP-01 Basisgerät - Nullfeldkammer - Ladenetzteil - Kabel, LWL Duplex (1000 µm), RP-02, 10 m - Kabel, LWL Duplex (1000 µm), RP-02, 25 cm - O/E Konverter USB, RP-02/USB - Befestigungsadapter für Stativ - Befestigungsadapter für NBM-550 - CDROM, enthält PC Software HP01-TS und Bedienungsanleitung - Kalibrierzertifikat - Transportkoffer	**2405/101**

OPTIONALES ZUBEHÖR	
Stativ, nicht leitend, Höhe 1,65 m mit Tragetasche	**2244/90.31**
Stativ-Verlängerung, nicht leitend, Höhe 0,5 m	**2244/90.45**
Kabel, LWL Duplex (1000 µm), RP-02, 2 m	**2260/91.02**
Kabel, LWL Duplex (1000 µm), RP-02, 5 m	**2260/91.09**
Kabel, LWL Duplex (1000 µm), RP-02, 20 m	**2260/91.03**
Kabel, LWL Duplex (1000 µm), RP-02, 50 m	**2260/91.04**

Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstrasse 7
72793 Pfullingen, Germany
Phone +49 7121 97 32 0
info@narda-sts.com

Narda Safety Test Solutions
North America Representative Office
435 Moreland Road
Hauppauge, NY11788, USA
Phone +1 631 231 1700
info@narda-sts.com

Narda Safety Test Solutions S.r.l.
Via Rimini, 22
20142 Milano, Italy
Phone +39 0258188 1
nardait.support@narda-sts.it

Narda Safety Test Solutions GmbH
Beijing Representative Office
Xiyuan Hotel, No. 1 Sanlihe Road, Haidian
100044 Beijing, China
Phone +86 10 6830 5870
support@narda-sts.cn

www.narda-sts.com

® Namen und Logo sind eingetragene Warenzeichen der Narda Safety Test Solutions GmbH – Handelsnamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.