

RMS Feldstärkewerte messen

Nachweis der Grenzwerteinhaltung mit den NBM Breitbandmessgeräten

Zum Schutz vor nicht ionisierender Strahlung wurden zahlreiche nationale und internationale Sicherheitsstandards und Richtlinien veröffentlicht, in denen die zulässigen Grenzwerte festgelegt sind. Die Einhaltung der Grenzwerte wird über eine Messung der dort angegebenen frequenzabhängigen Referenzwerte nachgewiesen. Die Referenzwerte werden in den Standards als RMS-Werte (Root Mean Square) angegeben, d. h. sie stellen den äquivalenten Mittelwert der Signalleistung dar. Bei einem Sinussignal ist der RMS-Wert gleich dem Scheitelwert / $\sqrt{2}$ (Bild 1). Der RMS-Wert wird verwendet, weil er die relevante Einflussgröße für die thermischen Effekte der elektromagnetischen Strahlung darstellt. Anstatt „RMS“ werden nach IEC 60050-101 auch die Begriffe „Effektivwert“ (effective value) oder „quadratischer Mittelwert“ (quadratic value) verwendet, die alle dieselbe Bedeutung haben.

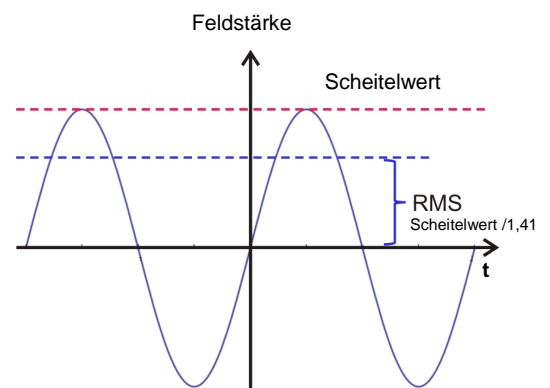


Bild 1: RMS-Wert eines Sinussignals der Feldstärke über die Zeit

RMS Messwertanzeige

Gemessene Feldstärken sind immer als RMS Werte zu verstehen, wenn nichts anderes angegeben wird. Das ist vergleichbar mit jedem Multimeter, das den Effektivwert der Wechselspannung anzeigt ohne ausdrücklich „RMS“ anzuzeigen (Bild 2). Auch das NBM-Feldmessgerät erfasst mit seinen Breitbandsonden immer RMS-Werte, egal welcher Ergebnistyp gerade eingestellt ist (Actual, Maximum, Minimum, Average oder Maximum Average). Sonde und Grundgerät werden deshalb auf RMS-Werte kalibriert.



Bild 2: Messwertanzeigen im NBM erfolgen immer als RMS-Werte genau wie bei einem Multimeter.

Funktionsweise im NBM

Der RMS-Detektor im NBM wird durch die Sonde gebildet, die in Verbindung mit dem Grundgerät eine Gesamtintegrationszeit von ca. 300 ms bewirkt. Die Sonde liefert hierbei eine Gleichspannung, die dem Quadrat der Feldstärke proportional ist aber noch eine Restwelligkeit aufweist. Diese Restwelligkeit wird durch Integration im Grundgerät geglättet, das Signal digitalisiert und dann als Effektivwert (RMS) angezeigt. Diese Methode gilt sowohl für diodenbasierte Sonden als auch für Thermokopplersonden. Nichtlinearitäten, die bei Diodensonden mit steigender Aussteuerung prinzipbedingt auftreten, werden vom Grundgerät sondenspezifisch kompensiert. Das Grundgerät liest dazu die Linearitätsdaten aus der angeschlossenen Sonde aus, die dort in einem Speicherbaustein (Bild 3) abgelegt sind. Auf diese Weise wird die höchstmögliche Genauigkeit für kleine und große Signalpegel erreicht.

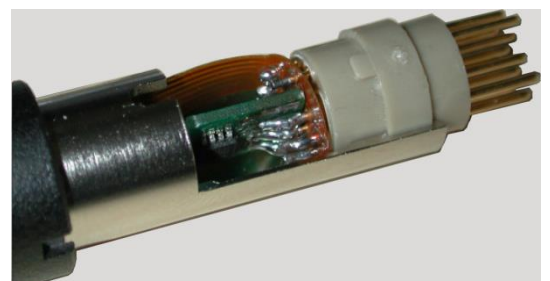


Bild 3: Ein kleiner Speicherchip in der NBM-Sonde enthält alle wichtigen Sondendaten

Mehrtonsignale

Wenn das gemessene Feld aus mehreren Frequenzanteilen mit hohen Pegeln besteht (Mehrtonsignal), dann wird mit einer Thermokopplersonde immer der wirkliche RMS-Wert gemessen. Wird eine diodenbasierte Sonde verwendet, dann sollte der im Datenblatt angegebene „True RMS“ Bereich beachtet werden. Innerhalb des spezifizierten Bereichs wird auch für Mehrtonsignale eine sehr hohe Genauigkeit der Messergebnisse erzielt.

Mittlung der RMS-Werte

Der Nachweis der Expositionsgrenzwerte für Frequenzen ab 100 kHz erfolgt in den meisten Standards durch eine gemittelte Messung über ein 6 Minuten Zeitintervall. Die im Messintervall erfassten RMS-Feldstärkewerte müssen quadratisch gemittelt werden. Das 6 Minuten Intervall resultiert aus den Absorptionseigenschaften des menschlichen Gewebes, das eine dementsprechende Zeitkonstante aufweist. In manchen Standards sind jedoch auch andere Mittelungszeiten vorgeschrieben. Im NBM kann die Mittelungszeit im Bereich von 4 Sekunden bis 30 Minuten eingestellt werden. Um standardkonforme Messungen über längere Zeiträume zu ermöglichen, wird im NBM eine gleitende Mittelwertbildung angewendet. Dabei wird ein rollierender Speicher verwendet (Bild 4), in dem immer das älteste Messergebnis im Mittelungszeitraum durch den aktuellsten Messwert ersetzt wird. Der höchste aufgetretene Mittelwert einer Langzeitmessung kann im NBM-550 sehr bequem über den Ergebnistyp „Maximum Average“ angezeigt werden, eine wichtige Funktion, die sonst kein anderes Breitbandgerät bietet.

$$RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}$$

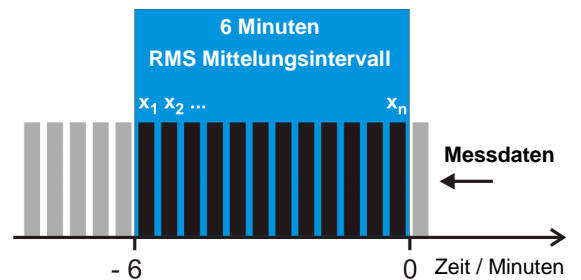


Bild 4: Gleitende Mittelwertbildung der Feldstärke mit rollierendem Messwertespeicher

Fazit:

Bei der breitbandigen Messung hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kommen vorwiegend RMS Detektoren (wie im NBM) zum Einsatz, um die Expositionsgrenzwerte der Standards nachzuweisen. Auch für die Langzeitmittelung der RMS-Werte ist die quadratische Mittelung vorzugsweise als gleitende Mittelwertbildung anzuwenden. Die Anzeige der Messergebnisse wird für RMS-Werte kalibriert.

Narda Safety Test Solutions GmbH
Sandwiesenstraße 7
72793 Pfullingen, Germany
Tel. +49 7121 97 32 0
Fax +49 7121 97 32 790
support.narda-de@L-3com.com
www.narda-sts.com

Narda Safety Test Solutions
435 Moreland Road
Hauppauge, NY 11788, USA
Phone +1 631 231-1700
Fax +1 631 231-1711
NardaSTS@L-3COM.com
www.narda-sts.us

Narda Safety Test Solutions Srl
Via Leonardo da Vinci, 21/23
20090 Segrate (Milano), Italy
Phone +39 02 26 998 71
Fax +39 02 26 998 700
nardait.support@L-3com.com
www.narda-sts.it