

Möglichkeiten zur Beschleunigung der Feldstärkemessung

Untersuchungen an Geräten hinsichtlich des Einflusses auf die Messgenauigkeit

Das Thema ‚Reduzierung der Durchlaufzeiten‘ bei EMV-Messungen an sich ist kein neues Thema und wird schon seit vielen Jahren diskutiert und praktiziert. Es gibt dazu die verschiedensten Ansätze, wobei jedoch immer gewährleistet sein muss, dass die entsprechenden Normen (z.B. EN 55022 für Funkstörfeldstärke von 30 bis 1.000 MHz) nach denen die Prüfungen durchgeführt werden, eingehalten werden. Nicht zuletzt jedoch durch die DIN EN ISO/IEC 17025, die für alle akkreditierten Prüflabors verbindlich ist, müssen auch die Anforderungen hinsichtlich Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit strikter als bisher befolgt und kritisch hinterfragt werden. Die Notwendigkeit der genauen Betrachtung dieses Messverfahrens zeigen die Ergebnisse des Ringversuches der akkreditierten Prüflabore. [3]

Forderungen aus relevanten Normen zur Durchführung der Messungen

Nachfolgend sind die relevanten Anforderungen aus EN 55022 zur normgemäßen Durchführung und Dokumentation der Funkstörfeldstärkemessung aufgeführt:

Messungen mit Messempfängern

- ▶ Ausreichend lange Verweilzeit, um Messfehler bei den erfassten Spitzenwerten zu vermeiden. [1]

Autoren

JOSEF BAUER und JÜRGEN GABEL sind bei der Siemens AG in der Abteilung ICN TQM QE 13 tätig;
Hofmannstraße 51, D-81359 München
Fon: +49/89/722-44387(-47208)
Fax: +49/89/722-43765
E-Mail 1: josef-b.bauer@siemens.com
E-Mail 2: juergen.gabel@siemens.com

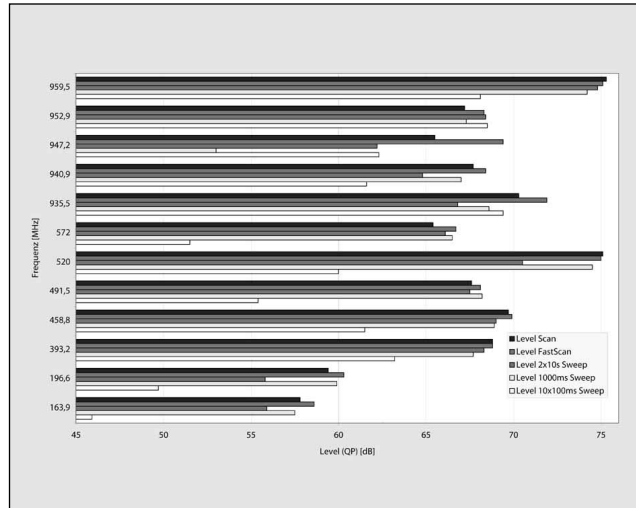


Abb. 1: QP-Werte verschiedener Messvarianten

Ermittlung der höchsten Pegel

- ▶ Variation der Antennenhöhe zwischen 1 m und 4 m bei jeder Prüffrequenz
- ▶ Variation des Azimut der Antenne zum Prüfling (z.B. mit Drehscheibe)
- ▶ Variation der Polarisation (horizontal und vertikal) der Antenne
- ▶ QP-Bewertung der Pegel in der Nähe des Grenzwertes

Aufzeichnung der Messergebnisse

Es sind mindestens die Störpegel und zugehörigen Frequenzen der sechs höchsten Störgrößen aus der Menge der Störgrößen, die oberhalb (L – 20 dB) liegen, festzuhalten. Zusätzlich ist für jede festgehaltene Störgröße die Antennenpolarisation zu dokumentieren.

Im Vergleich dazu ist in ANSI C63.4-2000 Kapitel 8.1 ein Azimut von mindestens 22,5° bei

Tabelle 1: Exemplarische Durchlaufzeiten für verschiedene Messverfahren

Verfahren	Messparameter / Drehscheibe / Antenne	Vor-messung [min]	Nach-messung [min]	Gesamt [min]	
1a	Scan	45°, 1-m-Schritte	7 h 28	15	7 h 43
1b	Fastscan	45°, 1-m-Schritte	1 h 35	15	1 h 50
2	2 x 10 s Sweeptime	45°, 1-m-Schritte	39	16	55
3	1 x 440 ms Sweeptime	45°, 1-m-Schritte	15	15	30
4	1 x 440 ms Sweeptime	15°, 1-m-Schritte	49	17	1 h 06
5	Sweep	1 x 440 ms Sweeptime („HP-Methode“) DS-Geschwindigkeit 1 (ca. 8°/Sweep) 1-m-Schritte, 30° für final adjustment	23	18	41
6	1 x 440 ms Sweeptime („HP-Methode“) DS-Geschwindigkeit 2 (ca. 12°/Sweep) 1-m-Schritte, 45° für final adjustment	16	18	34	
7	1 x 440 ms Sweeptime („HP-Methode“) DS-Geschwindigkeit 2 (ca. 12°/Sweep) 2-m-Schritte, 30° für final adjustment	9	18	27	

der Durchführung von Feldstärkemessungen gefordert, soweit sich die Drehscheibe während der Messung nicht kontinuierlich dreht (HP-Methode).

Um die Funkstörfeldstärkemessung normenkonform mit Variation von Antennenhöhe, -polarisation und Azimut durchzuführen, ist eine entsprechend lange Durchlaufzeit notwendig. Wird z.B. bei der Vormessung mit einem Azimut-Schritt von 45° und einer Schrittweite der Antennenhöhe von 1 m gemessen, so ergeben sich inklusive Antennenpolarisation 64 Messungen, die je nach Empfänger im Scan-Modus und Anzahl der nachzumessenden höchsten Störpegel eine Durchlaufzeit von acht bis zehn Stunden (bei Fastscan ca. zwei Stunden) erfordern. Mögliche und zum Teil praktizierte Ansätze zur Reduzierung der Durchlaufzeit der Messung zur Funkstörfeldstärke sind zum einen die Vergrößerung der Azimutschritte bei der Vormessung in Verbindung mit einer größeren Variation bei der Nachmessung sowie die Beschleunigung der Messzeit des Empfängers, z.B. mit Fastscan oder vor allem im Sweep-Modus.

Reduzierung der Empfängermesszeiten

Bei der Wahl des Messverfahrens des Empfängers wird bei der Vormessung entweder der Scan- (mit Peak-Bewertung) oder der Sweep-Modus (Spektrumanalyzer-Mode) gewählt. Erst die Nachmessung wird bei den höchsten Störpegeln nach der Maximumsuche mit der normgemäßen Quasi-Peak-Bewertung durchgeführt. Der Scan-Modus hat den Vorteil einer genauen Frequenzauflösung im kompletten Frequenzbereich, was gerade bei Abhilfemaßnahmen hilfreich ist. Bei einer späteren Auswertung von Messkurven können zusätzlich zu den mit Quasi-Peak nachgemessenen Frequenzen auch noch beliebige andere Frequenzen in Verbindung mit ihren Drehscheiben- und Antennenpositionen betrachtet werden. Der Scan-Modus hat jedoch den Nachteil einer relativ langen Durchlaufzeit.

Eine Variante des Scan-Modus ist der Fastscan, bei dem einige interne Funktionen und Einstellungen deaktiviert werden und deshalb eine schnellere Messzeit erreicht werden kann [2]. Die Messzeit pro Frequenz bei Fastscan ist 200 µs und bei Scan 10 ms. Fehler bei Vormessung mit Fastscan sind laut Herstellerangaben typisch ±1 dB. Die Nachmessung muss jedoch immer normgerecht mit Quasi-Peak und einer Messzeit von mindestens einer Sekunde durchgeführt werden.

Deutlich schnellere Durchlaufzeiten bei der Vormessung sind im Sweep-Modus möglich, jedoch mit dem Nachteil, dass die genaue Frequenzauflösung nur bei den nachgemessenen Quasi-Peak-Werten gegeben ist. Mit reduzier-

ten Sweep-Zeiten für den kompletten Frequenzbereich kann eine drastische Reduzierung der Durchlaufzeit erreicht werden. Bei der Sweep-Methode werden zwei Varianten angewendet. Bei der einen Variante wird bei ruhender Antenne und Drehscheibe der relevante Frequenzbereich gemessen und dann in das Gesamtergebnis per Max-Hold eingerechnet. Anschließend wird die Drehscheibe bzw. Antenne variiert bis alle Kombinationen gemessen sind. Bei der zweiten Variante, der sogenannten ‚HP-Methode‘ werden Antennenhöhe und Drehscheibenwinkel langsam verändert und währenddessen schnelle Sweeps mit Max-Hold durchgeführt. Bei den höchsten Frequenzen, die mit Quasi-Peak nachgemessen werden sollen, wird dann das Maximum durch nochmaliges Drehen und Höhenvariation über den gesamten Bereich ermittelt.

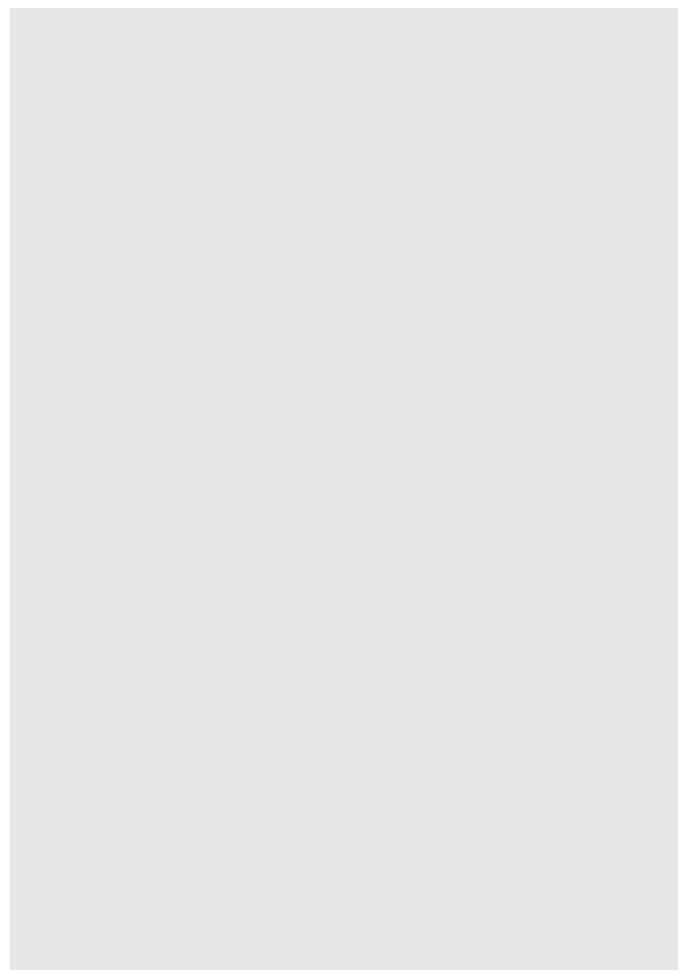
Tabelle 1 zeigt exemplarische Durchlaufzeiten für verschiedene Messvarianten, die je nach Verarbeitungsgeschwindigkeit des Empfängers, Drehscheibe bzw. Antennenmast differieren können. Es wurden jeweils zehn Frequenzen nachgemessen.

Die Zeit für die Nachmessung ist abhängig von der Verteilung der Drehscheibenwinkel der nachzumessenden Frequenzen.

Die Tabelle belegt, welche Reduzierungen bei der Durchlaufzeit der Vormessung theoretisch möglich sind. Dies muss jedoch in Verbindung mit den möglichen ‚Messfehlern‘ betrachtet werden, da eventuell bei zu schnellen Sweeps Störpegel je nach Signalform nicht korrekt bestimmt werden und dann auch nicht als Maximum mit Quasi-Peak erfasst werden können. Die Folge ist in der Praxis eine scheinbare Einhaltung des relevanten Grenzwertes, obwohl mit einer anderen Messmethode vielleicht sogar mehrere Frequenzen den Grenzwert überschreiten.

Auf Basis der Ergebnisse der Messreihe (Tab. 1) wurde eine weitere Messreihe mit ausgewählten Parametern (jeweils Azimut 45°, Δ Höhe 1 m) an einer weiteren Prüflingskonfiguration durchgeführt, um eine bessere Auswertung über alle nachgemessenen Frequenzen zu ermöglichen:

- ▶ Sweep, 2 x 10 s
- ▶ Sweep 1 x 1000 ms
- ▶ Sweep, 10 x 100 ms (Versuch, durch viele Wiederholungsläufe je Frequenz mit Maxhold die evtl. zu schnelle Einzelmessung auszugleichen)
- ▶ Fastscan
- ▶ Scan



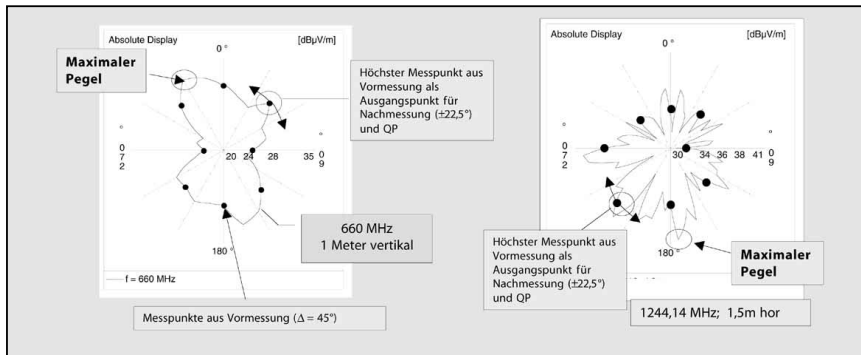


Abb. 2: Azimut-Diagramme

In Abbildung 1 sind für die einzelnen Varianten die Pegel der Quasi-Peak-Werte der Nachmessungen dargestellt.

Die Grafik zeigt, dass bei den einzelnen Messvarianten deutliche Unterschiede von bis zu 15 dB bei den QP-Werten ermittelt wurden. Bei den meisten Frequenzen stimmen die Pegel von Scan und Fastscan sehr gut überein, während bei den Sweep-Messungen trotz vielfacher Übereinstimmung auch häufig größere Abweichungen festgestellt werden. Es ist jedoch klar ersichtlich, dass bei dem ‚schnellen Sweep‘ mit 100 ms Sweepdauer trotz 10facher Wiederholung bei fast allen Frequenzen deutlich niedrigere Pegel gemessen werden. Durch die schnelle Messung wird der ‚Prüfling‘ viel zu gut gemessen. Als brauchbare Variante für Funkstörfeldstärkemessungen ist diese schnelle Variante selbst für Überblicksmessungen während einer Entwicklungsbegleitung nicht geeignet.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Messvarianten sind in der Praxis abhängig von der Art der Prüflinge mit den unterschiedlichen Signalformen der Störaussendung. Bei reinem Sinus kann die schnelle Messvariante durchaus brauchbar sein, während bei gepulsten Störpegeln deutliche Fehlmessungen zu erwarten sind. Bei Prüflingen, welche die unterschiedlichsten und vom EMV-Verhalten zum Teil unbekannte Prüflinge messen, sind die schnellen Messvarianten nicht brauchbar.

Schrittweite des Azimutwinkels

Hintergrund der Untersuchung der Azimutwinkelabhängigkeit bei den jeweils höchsten Störpegeln diverser Geräte und Systeme war, ob bei Azimutwinkelschritten von 45° während der Vormessung der Funkstörfeldstärke wirklich alle maximalen Störpegel erfasst wurden. Es sollte untersucht werden, ob es ggf. möglich ist, zur Beschleunigung der Durchlaufzeit der Feldstärkemessung, die Azimutwinkelschrittweite zu vergrößern oder

es andererseits sogar erforderlich ist, aufgrund schmaler Strahlungskeulen den Azimutwinkelschritt weiter zu reduzieren, um die maximalen Pegel erfassen zu können.

Aus der täglichen Messpraxis heraus wurden Prüflinge ausgewählt, bei denen direkt im Anschluss der Störaussendungsmessungen Richtdiagramme aufgenommen wurden.

Die Störaussendung der Prüflinge wurde durch eine automatische Vormessung bei acht Drehwinkeln ($\delta = 45^\circ$), vier Antennenhöhen und zwei Polarisationen und der Nachmessung mit Maxima-Suche durch Variation des Drehscheibenwinkels ($\pm 22,5^\circ$), der Höhe ($\pm 0,5$ m) und Quasi-Peak-Messung bei den Frequenzen der höchsten Störpegel durchgeführt.

Aus dieser Frequenzliste wurden die zu untersuchenden Frequenzen für die Azimutmessung mittels Richtdiagrammen bestimmt. Für die Azimut-Messungen hat sich eine Schrittweite von 15 Grad zur Bestimmung der Minima und Maxima als ausreichend erwiesen. Die Richtdiagramme wurden in Antennenhöhen von ein bis vier Meter und mit beiden Polarisationen durchgeführt. Zwei Beispiele der insgesamt 270 gemessenen Richtdiagramme bei einzelnen Frequenzen sind in der Abbildung 2 dargestellt. Die Ergebnisse der Azimut-Messungen wurden bezüglich der Maxima und Minima und der Strahlungskeulen untersucht. Außerdem wurde bei den ausgewählten Frequenzen überprüft, ob die Ergebnisse der vorangegangenen Störaussendungsmessung mit dem Azimut Charts übereinstimmen und jeweils das gleiche Maxima ermittelt wurde.

Der Unterschied der Maxima und Minima der Feldstärke beträgt fünf bis zehn dB, der maximale Wert liegt bei 19 dB. Die Untersuchungen zeigen, dass zum Teil sehr ausgeprägte Strahlungskeulen auftreten. Die Richtwirkung bei hohen Frequenzen, welche oft über Schlitze abgestrahlt werden, sind vielfach sehr ausgeprägt. Je nach Lage der Strahlungskeulen und sonstige Charakteristik des Antennendiagrammes, reicht hier eine Azimutwinkelschrittweite von 45° nicht aus, um die, wie

in EN 55022 gefordert, absoluten Maxima zu erfassen.

Bei einem Großteil der auf diese Weise untersuchten Frequenzen war eine Azimutwinkelschrittweite von 45° bei der Vormessung ausreichend, um die absoluten Maxima zu erfassen. Eine größere Schrittweite des Drehwinkels als 45 Grad zur Reduzierung der Durchlaufzeit ist jedoch problematisch, da dann die Maxima der Abstrahlung nicht immer erfasst werden.

Werden Störaussendungsmessungen oberhalb von 1 GHz durchgeführt, so zeigt das Diagramm in Abb. 2, wie ausgeprägt die Richtwirkung der abgestrahlten Frequenzen wird. In diesem Frequenzbereich muss also mit einer wesentlich kleineren Schrittweite geprüft und das jeweilige Ergebnis kritisch hinterfragt werden.

Zusammenfassung

Die Reduzierung der Durchlaufzeiten bei Funkstörfeldstärkemessungen durch Verkürzung der Empfänger messzeiten im schnellen Sweep-Modus bietet zwar deutliches Einsparpotential, ist aber je nach Signalform der Störaussendung vielfach zu ungenau, um selbst für entwicklungsbegleitende Messungen anwendbar zu sein. Bei der Wahl der Azimutwinkelschrittweite muss im Frequenzbereich kleiner 1 GHz von einer minimalen Schrittweite von 45° ausgegangen werden mit Tendenz zu Schrittweiten um die 30°. Im Frequenzbereich größer 1 GHz muss die Azimutschrittweite kleiner 30° sein.

DIN EN ISO/IEC 17025 hat die Diskussion zur Messunsicherheit und Reproduzierbarkeit belebt. Die Messgeschwindigkeit und die Fehler bei zu schnellen und damit ungenauen Messverfahren spielen hierbei eine wichtige Rolle.

Literatur

- [1] Stecher, M.: Automatische Messung der Störaussendung von Geräten, EMC KOMPENDIUM 2002
- [2] Bauer, J.; Gabel, J.: Möglichkeiten zur Beschleunigung der Feldstärkemessung an Geräten ohne kritischen Einfluss auf die Messgenauigkeit, Tagungsband EMV 2002 vom 9.-11. April 2002
- [3] Spitzer; Münter; Glim: Ergebnisse des DATech-Ringvergleiches: Emissions-Daten, Tagungsband EMV 2002 vom 9.-11. April 2002

Beitrag als PDF im Internet:

www.publish-industry.net

more @ click EK3B0503

