Neue EMV-Messempfänger und ihre Einsatzbereiche

Heute werden zur Messung der elektromagnetischen Emission und Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (kurz: EMV) sowohl klassische Messempfänger als auch EMV-Zeitbereichsmesssysteme eingesetzt. Am Beispiel des Messsystems TDEMI X sieht man, dass es heute möglich ist ein sehr großes Echtzeitband von über 645 MHz voll in Echtzeit an allen Frequenzpunkten mit Quasipeak zu messen. Die hohe Dynamik von sehr hochwertigen Analog/Digital Wandlern (kurz: ADC) sowie der Einsatz mehrere solcher ADCs und einer Vorselektion ermöglichen es, eine Dynamik zu erreichen, welche die von analogen Empfängern mittlerweile übertrifft.

Mit dem Messempfänger TDEMI X können somit leitungsgeführte Messungen direkt an allen Frequenzpunkten erfolgen, ohne dass es einer aufwändigen und fehleranfälligen Vor- und Nachmessung bedarf. Bei Störleistungsmessungen kann das Band 30 MHz - 300 MHz vollständig in Echtzeit gemessen werden. So lässt sich das Spektrum mit Quasipeak und Mittelwert gleichzeitig an allen Frequenzpunkten gemessen werden. Für die gestrahlte Emissionsmessung von 30 MHz – 1 GHz kann der Frequenzbereich in zwei zu messende Teile zerlegt werden und entsprechend jeweils der Bandbereich von 30 MHz – 645 MHz beziehungsweise von 645 – 1 GHz in Echtzeit gemessen werden. Dieses Verfahren reduziert die Messzeit deutlich. So entspricht die gesamte Testzeit im Wesentlichen der Zeit, die früher nötig war um an lediglich zwei Frequenzpunkten die abschließende Maximierung durchzuführen. Zusätzlich erhält man die vom Prüfling emittierte Feldstärke mit Quasipeak bewertet über alle Winkelpositionen und Höhen. Oberhalb 1 GHz kann mittels Multi-GHz Echtzeitscanning die Emissionsmessung mit Peak, Average und alternativ RMS-AVG durchgeführt werden. Der Vorteil ist auch hierbei wiederrum, dass die Testzeiten deutlich verkürzt werden.

Die Minimalanforderungen für ein Messgerät zur Messung von Störemissionen sind in der Norm CISPR 16-1-1 genau spezifiziert. Neben dem klassischen Messempfängermodus wird dabei auch seit dem Jahr 2010 in der CISPR 16-1-1 ein sogenanntes „FFT-based measuring Instrument“ definiert und beschrieben. Dabei handelt es sich um ein EMV-Zeitbereichsmesssystem, welches im Gegensatz zum klassischen Messempfänger eine

	Peak	Quasi-Peak	Average	
Pulswiederholrate fp	100 Hz	100 Hz	5000 Hz	
Pulsbreite	380 ps	380 ps	380 ps	
Differenz	12 dB	0 dB (Referenz)	16,12 dB	
Pulsamplitude	16 Volt	63,7 Volt	407 Volt	

Tabelle 1: Anforderungen an die Eingangsstufe des Messempfängers

Stephan Braun, Arnd Frech, GAUSS INSTRUMENTS, München

	Pulswiederholrate	Spezifikation	gemessener Wert	
Abweichung	1000 Hz	-8,00 +/-1,0 dB	-7,72 dB	-0,28 dB
100 Hz	0,00 +/-0,0 dB	0,00 dB	0,00 dB	
100 Hz	0,00 +/-0,0 dB	0,00 dB	0,00 dB	
20 Hz	9,00 +/-1,0 dB	8,89 dB	0,11 dB	
10 Hz	14,00 +/-1,5 dB	13,60 dB	0,40 dB	
2 Hz	26,00 +/-2,0 dB	26,26 dB	-0,26 dB	
1 Hz	28,50 +/-2,0 dB	29,04 dB	-0,54 dB	

Tabelle 2: Relative Pulsbewertung Quasi-Peak Detektor

Vielzahl von Frequenzpunkten gleichzeitig auswertet und dabei alle Anforderungen der CISPR 16-1-1 Norm vollständig einhält. Das TDEMI X verfügt über beide Betriebsarten.

Die aktuelle CISPR 16-1-1 Ed. 5.0 Norm, welche in 2015 erschienen ist und nun von immer mehr Produktstandards bereits referenziert wird, verlangt, neben der Eigenerklärung des Herstellers zur Einhaltung der CISPR 16-1-1, nun auch, dass bestimmte Parameter im Rahmen der turnusmäßigen Kalibrierung geprüft werden. Diese Anforderungen umfassen, neben der Sinussignalgenauigkeit, auch die absolute Pulsbewertung. Besonders für ältere klassische Empfänger ist mit dieser neuen Regelung, welche noch zusätzlich eine Änderung der Toleranzen beim Average Detektor vorsieht, die Einhaltung problematisch.

Eine Alternative hierzu bieten moderne Messempfänger. Diese nutzen alle Vorteile heutiger EMV-Zeitbereichsmesssysteme und können damit eine Echtzeitbandbreite von bis zu 645 MHz realisieren. Setzt man hier die sehr leistungsfähige Gigasample-ADCs für den klassischen Messempfängerbetrieb ein, so kann man eine extrem hohe Dynamik erreichen. Da gleichzeitig eine sehr hohe Rechenleistung zur Verfügung steht, können im klassischen Modus die Totzeiten, welche typischerweise zwischen der Messung einzelner Frequenzen auftreten, auf ein Minimum reduziert werden, so dass die Messung auch im klassischen Superheterodynmodus um einige Faktoren schneller ist.

Anforderungen an die Dynamik des Messempfängers

Anforderungen der CISPR 16-1-1

Im Wesentlichen werden heute für Emissionsmessungen die Detektoren Peak, Average und Quasi-Peak verwendet. Die CISPR 16-1-1 formuliert unterschiedliche Anforderungen an die Genauigkeit hinsichtlich der Anzeige für Pulse und Sinussignale. So wird z. B. für ein Sinussignal eine Messgenauigkeit von ±2 dB gefordert.

Die Pulsanzeige wird, je nach Detektor, zunächst als absolute Pulsanzeige gegenüber einem Sinussignal spezifiziert. Beim Peak Detektor hat die Variation der Pulswiederholrate keinen Einfluss auf die Anzeige, während beim Quasi-Peak Detektor und beim Average Detektor eine Spezifikation der Abhängigkeit von der Pulswiederholrate gegeben ist. Man spricht hier von der relativen Pulsbewertung. Gerade im Frequenzbereich zwischen 30 und 300 MHz stellt die CISPR 16-1-1 die höchsten Anforderungen an die Dynamik eines Messempfängers. Daher soll im Folgenden dieser Bereich genauer betrachtet werden.

Absolute Pulsbewertung

Bei der absoluten Pulsbewertung wird eine Pulsfolge mit einer Pulswiederholrate fp am Messempfänger angelegt. Für eine Anzeige von 60 dBµV ergeben sich gemäß Standard CISPR 16-1-1 für einen Impuls die Anforderung einer Pulsbreite von 380 ps. In Tabelle 1 ist eine Übersicht über die wesentlichen Anforderungen für eine Anzeige bei dem Referenzpegel von 60 dBµV in Band C/D (Frequenzbereich 30 MHz – 1 GHz) dargestellt. Die CISPR 16-1-1 legt fest, dass der Unterschied in der Anzeige zwischen Peak und Quasi-Peak bei einer Pulswie-

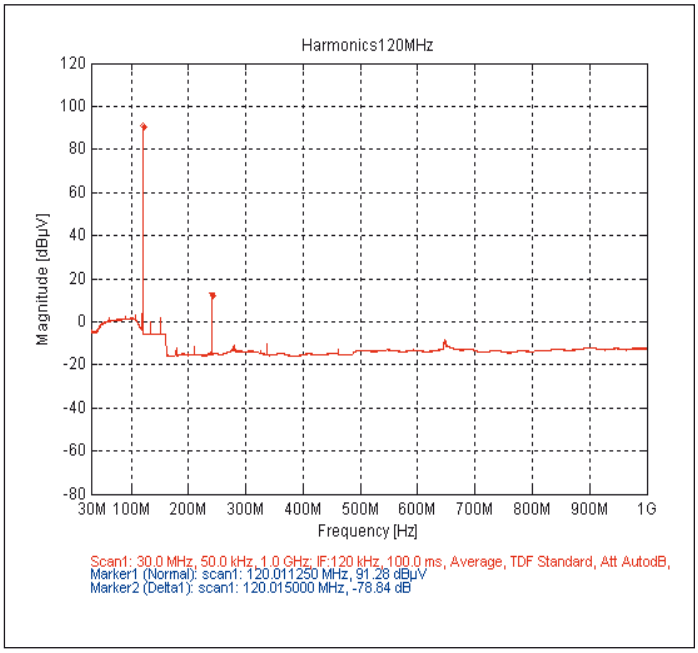

Bild 1: Messung von Harmonischen, Sinus bei 120 MHz

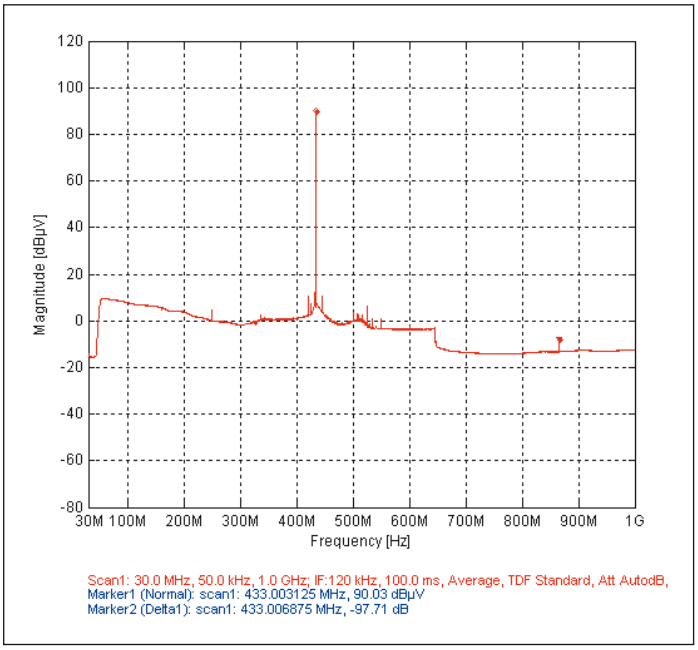

Bild 2: Messung der Harmonischen bei 433 MHz

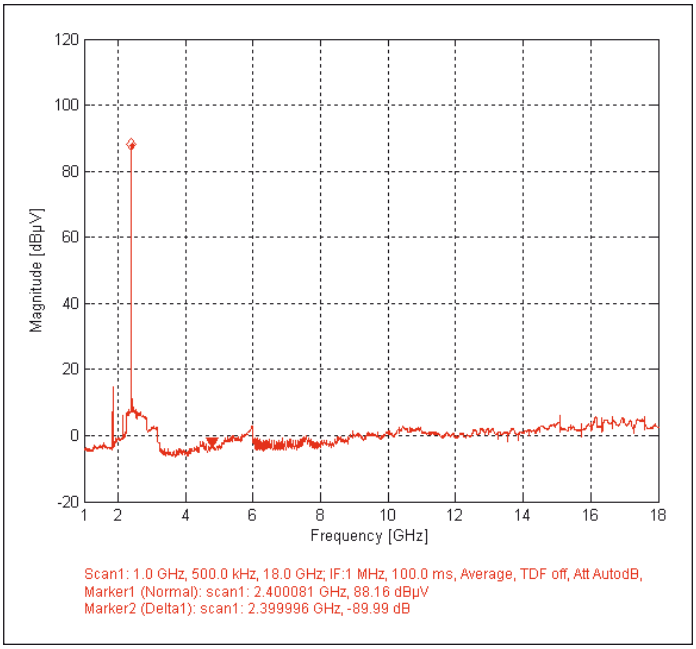

Bild 3: Messung der Harmonischen eines 2,4-GHz-Trägers

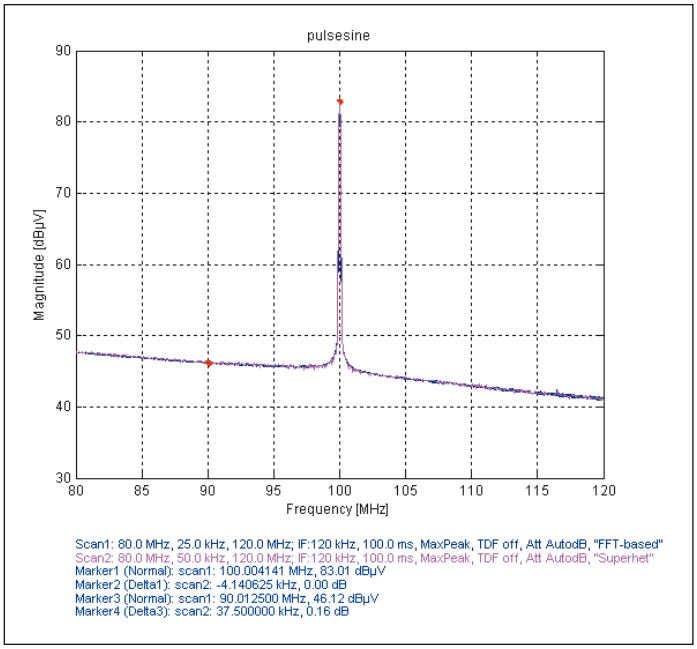

Bild 4: Messung der Kombination Puls und Sinus

derholrate von 100 Hz genau 12 dB beträgt. Des Weiteren beträgt der Anzeigeunterschied zwischen Quasi-Peak bei einer Pulswiederholrate von 100 Hz und Average bei einer Pulswiederholrate von 5 kHz ca. 16,12 dB. Aus diesen Verhältnissen ergeben sich dann jeweils die erforderlichen Pulsamplituden, um eine Anzeige von 60 dBµV zu erreichen.

Ein Empfänger, welcher für Emissionsmessungen nach CISPR 16-1-1 eingesetzt werden kann, muss also in der Lage sein, für eine Anzeige von 60 dBµV, Pulse mit einer Amplitude von 407 Volt zu verarbeiten. Diese Anforderung kann nur durch eine sehr lineare Eingangsstufe mit ausreichend hoher Dynamik und durch einen Abschwächer mit hoher Pulsdynamik erreicht werden. EMV-Zeitbereichsmesssysteme mit einer Breitbandarchitektur, wie z. B. das TDEMI X, halten diese Anforderungen ohne weiteres ein. Empfänger, welche auf Spektrumanalysator-Plattformen aufbauen, halten im Gegensatz hierzu in der Regel nur die Anforderungen für Peak und Quasi-Peak ein.

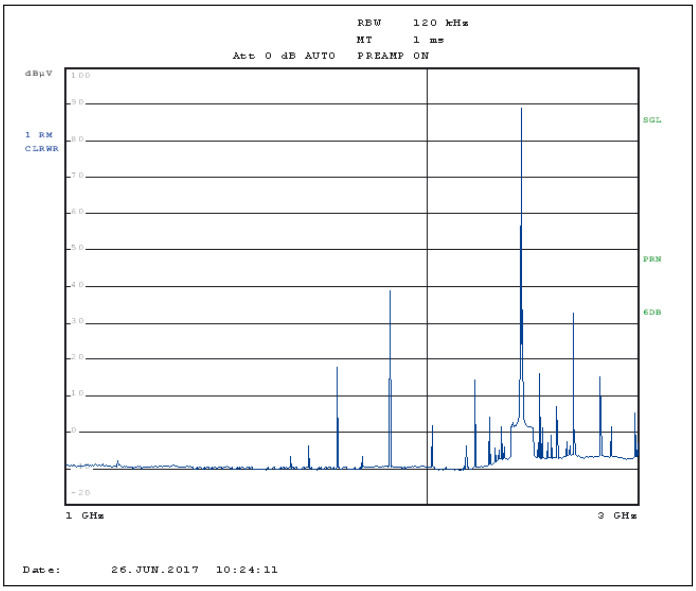

Bild 5: Messung eines 2,4 GHz Signals mittels eines klassischen Messempfängers

Relative Pulsbewertung

Der Peak-Detektor bewertet die Störemissionen unabhängig von der Pulswiederholrate. Daher ist für den Spitzenwertdetektor kein weiterer Nachweis der Einhaltung nötig. Für den Average Detektor ergibt sich über einen verringerten Anzeigebereich der Nachweis des Zusammenhangs, dass die Anzeige proportional zu Pulswiederholrate ist.

Für den Quasi-Peak-Detektor ergibt sich ein relatives Anzeigeverhalten gemäß Tabelle 2, das anhand einer mittels TDEMI X durchgeführten Messung ermittelt wurde.

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass der Quasi-Peak-Detektor nochmals ca. 31 dB zusätzliche Dynamik für Pulse erfordert.

Anforderungen für Funkmessungen

Für die Durchführung von Funkmessungen hingegen ist es erforderlich, dass der Empfänger eine möglichst hohe Unterdrückung von Oberwellen und Nebenempfangsstellen bietet. Superheterodynempfänger mit einer schmalbandigen Vorselektion können zum Teil recht effektiv Oberwellen unterdrücken. Allerdings ist die Unterdrückung von parasitären Mischprodukten, welche durch den bei solchen Empfängern verwendeten Diodenmischer entstehen, wiederum begrenzt. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass das sog. 2x2 Mischprodukt durch eine Vorselektion nicht unterdrückt werden kann. Ein hochlineares Front-End kombiniert mit mehreren leistungsfähigen Analog-Digital-Wandlern sowie einer optionalen schnellen breitbandigen Vorselektion können diese Problematik hier deutlich besser lösen. In Bild 1 ist die Messung eines Sinussignals bei 120 MHz dargestellt. Die Messung wurde mit einem TDEMI X Messsystem durchgeführt.

Aus der Messung in Bild 1 ergibt sich ein Oberwellenabstand von 78.8 dB. Die Unterdrückung von weiteren Nebenempfangsstellen beträgt ca. 90 dB. Gleichzeitig wird ein Rauschboden von unter -15 dBµV bis 1 GHz erreicht.

Die Unterdrückung der Harmonischen im Beispiel von Bild 2 beträgt in diesem Fall 97,7 dB. Im unteren Bereich sieht

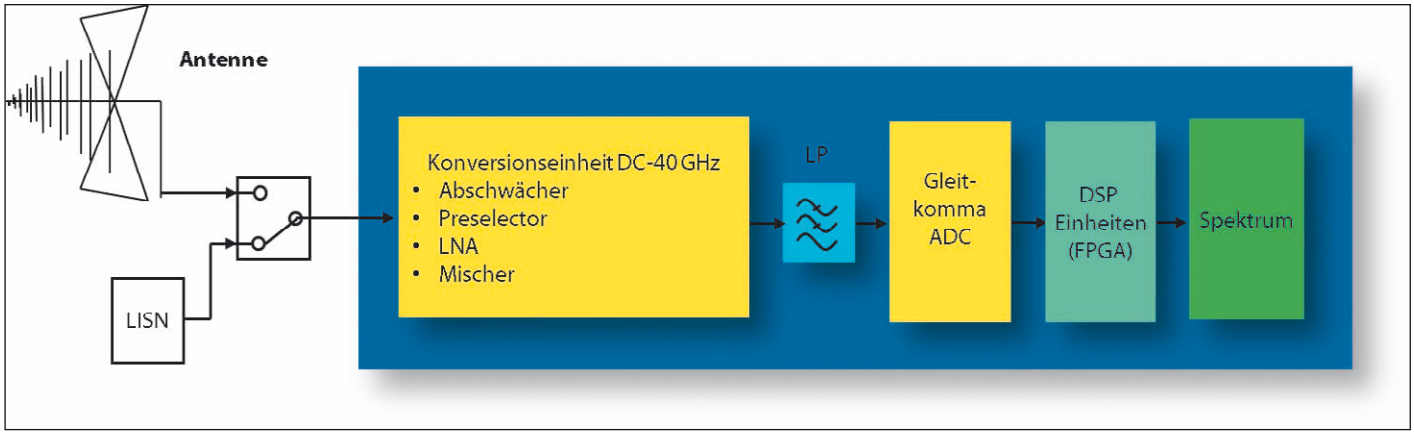

Bild 6: Blockschaltbild eines EMV-Zeitbereichsmesssystem TDEMI X

man deutlich das Rauschen des Signalgenerators.

Ein weiteres typisches Beispiel ist die Messung der Oberwellen eines 2,4 GHz Trägers. Diese Messung ist in Bild 3 dargestellt. Bei der Messung kann man gut erkennen, dass man mit dem TDEMI X Messempfänger einen möglichen Oberwellengehalt eines WLAN-Signals bei 2,4 GHz mit über 90 dBc messen kann. Des Weiteren ist der Rauschboden derart niedrig, so dass man auf einen externen Vorverstärker verzichten kann. Auch der Einsatz eines externen Filters kann hierbei entfallen. Es ist lediglich erforderlich, eine gute Antenne sowie verlustarme Kabel im Test-Setup zu verwenden.

Vergleich der Betriebsarten Superheterodyn und FFT-based Measuring Instrument

Zum Vergleich der beiden Betriebsarten „FFT-based Measuring Instrument“ und „Superheterodyn“ wurde ein Sinussignal mit einem Pulssignal kombiniert und die Messung in beiden Betriebsarten durchgeführt. Die Abweichungen beim Träger betragen 0,00 dB. Die Abweichungen der Anzeige des Breitbandpulses betragen 0,16 dB. Die maximale Abweichung von 0,16 dB bei Pulsen ist deutlich geringer als die Unsicherheit der Quelle. Beim Sinussignal existiert erwartungsgemäß keine Abweichung. Das Ergebnis der Untersuchung ist in Bild 4 dargestellt.

Vergleich der Dynamik mit analogem Superheterodynempfänger

Bei der Emissionsmessung von Nebenaussendungen (engl. spurious emissions measurements) ist es erforderlich, dass der verwendete Messempfänger eine sehr hohe Dynamik besitzt. Dabei ist von entscheidender Bedeutung, dass der Messempfänger eine möglichst hohe Unterdrückung von sog. Nebenempfangsstellen aufweist. Der Abstand zwischen Hauptträger und Nebenempfangsstellen wird in diesem Zusammenhang als nutzbarer Dynamikbereich bezeichnet.

In Bild 5 ist eine solche Messung an einem klassischen Messempfänger dargestellt. Zur Prüfung des Messempfängers wurde ein Sinussignal bei 2,4 GHz eingespeist. Man kann hier deutlich erkennen, dass der Messempfänger Nebenempfangsstellen bei ca. 1,8 GHz zeigt und damit ein nutzbarer Dynamikbereich von lediglich ca. 50 dB zur Verfügung steht. Dieser Dynamikbereich ist für typische Funkmessungen sehr knapp und man wird daher zusätzlich ein Notch-Filter zur besseren Unterdrückung verwenden müssen.

Fazit: Vorselektion

Eine Vorselektion kann stets die Eigenschaften eines Messempfängers nochmals verbessern. Allerdings gibt es viele Parameter mehr, welche die Gesamtperformance eines Empfängers bestimmen. Hochwertige Giga-Sample ADCs, wie sie beim TDEMI X eingesetzt werden, bieten z. B. eine höhere Dynamik als dies mit einem Mischer und breitbandiger ZF technisch überhaupt möglich ist. Setzt man vor diese ADCs noch zusätzlich eine zuschaltbare Vorselektion, so kann man eine Performance erreichen, welche andere Lösungen hinsichtlich Dynamik und Geschwindigkeit übertrifft.

Funktionsweise TDEMI X

Das empfangene Signal wird im Basisband (Frequenzbereich DC - 1 GHz) mittels einer hochlinearen Analog-Digital-

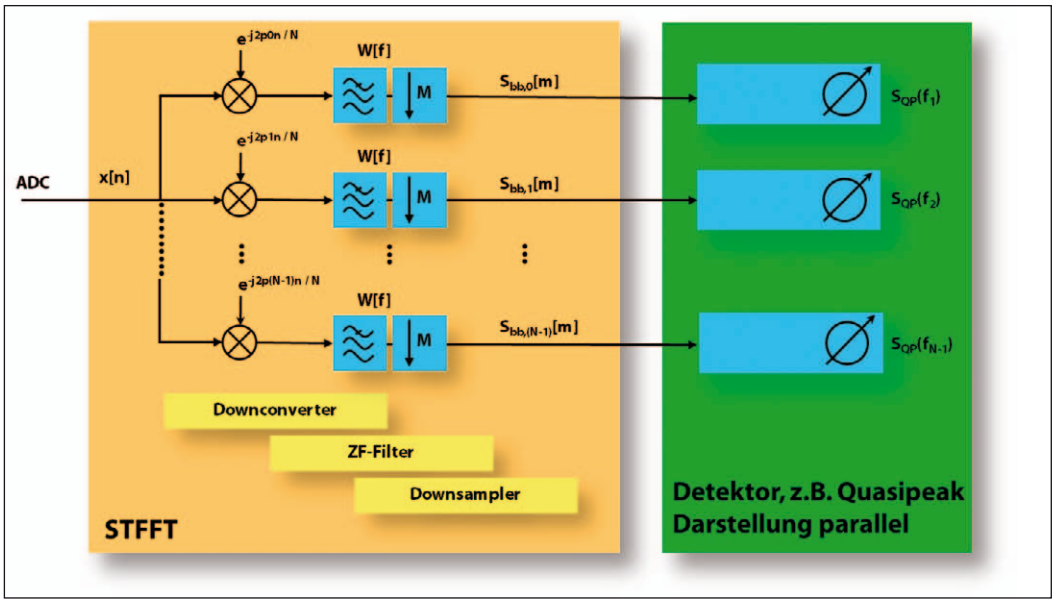

Bild 7: Mehrkanalmessempfänger - Umsetzer, Filterbank, Dezimator und Detektor

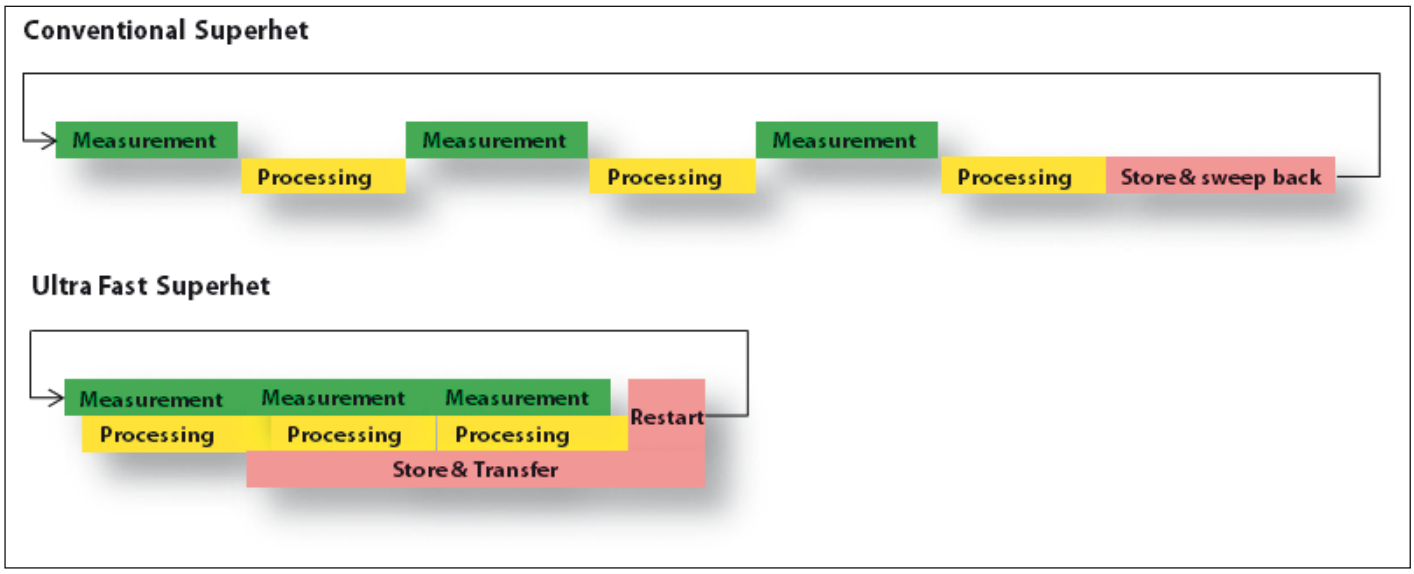

Bild 8: Schneller klassischer Messempfängermodus

Frequenzbereich	Band	Scanzeit analoger Empfänger ca.	Scanzeit TDEMI X ca.
9 kHz - 150 kHz	A	24 Minuten	1s
150 kHz - 30 MHz	B	1:40 Stunden	1s
30 MHz - 300 MHz	C	1:30 Stunden	1s
30 MHz - 1 GHz	C/D	5:25 Stunden	3s

Tabelle 3: Typische Scanzeiten Superhetempfänger im Vergleich zu TDEMI X mit Quasi-Peak und CISPR-AVG parallel

Frequenzbereich	Band	Scanzeit analoger Empfänger ca.	Scanzeit TDEMI X ca.
1 GHz – 6 GHz	E	50 s	0,4 s

Tabelle 4: Typische Scanzeiten im Band E

Frequenzbereich	Band	Dwell time	Scanzeit TDEMI X
1 GHz – 6 GHz	E	0,1 ms	1,5 s

Tabelle 5: Typische Scanzeiten im Band E

Wandler-Einheit mit einer Rate von mehreren Gigasamples/Sekunde abgetastet und digitalisiert. Zusätzlich kommt im Front-End eine Vorselektion mit hochlinearen Vorverstärkern zum Einsatz. Für Messungen im Bereich oberhalb des Basisbands von 1 GHz wird eine sehr breitbandige Frequenzumsetzung mit integrierter Vorselektion eingesetzt. Die spektrale Darstellung des Messsignals kann einerseits digital superheterodyn oder mittels Kurzzeit-FFT erfolgen. Ein vereinfachtes Blockschaltbild der Funktionsweise eines TDEMI eXtreme (kurz TDEMI X) Messempfängers ist in Bild 6 dargestellt. Durch das mehrstufige Analog-Digital-Wandler-System erfolgt die Digitalisierung des Messsignals in Gleitkommazahlarithmetik mit entsprechend hoher Dynamik. Hierzu werden nach neuestem Stand der Technik mehrere Analog-Digital-Wandler in Kombination eingesetzt.

Dieses Verfahren ermöglicht es, einen äquivalenten Dynamikbereich von ca. 22 Bit zu erreichen, womit es einerseits möglich ist eine sehr gute Sensitivität von z. B. ca. -25 dBµV (Rauschboden in CISPR Band B) zu erreichen und andererseits gleichzeitig Pulse von mehreren Volt vollständig zu erfassen. Durch sehr leistungsfähige FPGAs mit einer Rechenleistung, welche jeweils ca. 200 handelsüblichen PCs entspricht, erfolgt die Auswertung in einer Bandbreite von bis zu 645 MHz vollständig lückenlos in Echtzeit. Mit dem vorliegenden System können so bis zu 64.000 Frequenzpunkte gleichzeitig gemessen werden. Zudem ist die Dynamik nochmals um ca. 25 dB gegenüber vorhergehenden Plattformen verbessert worden und der nutzbare Frequenzbereich für Applikationen bis hinauf zu 40 GHz erweitert.

Vorselektion

Im Eingangspfad des Empfängers befindet sich eine Vorselektion. Diese kann zugeschaltet werden und ermöglicht es, nochmals zusätzlich den Rauschboden und die Dynamik weiter zu verbessern. Bei standardmäßigen EMV-Messungen nach kommerziellen oder militärischen EMV-Standards ist die Zuschaltung der zusätzlichen Vorselektion nicht notwendig. Sollen allerdings sog. „out-of-band spurs“, insbesondere Harmonische von Funksignale ohne die Verwendung von externen Notchfiltern unterhalb von 1 GHz gemessen werden, so kann durch Zuschalten der Vorselektion die Dynamik hierfür nochmal deutlich verbessert werden.

Mehrkanalempfänger – FFT

Durch die Kombination von Kurzzeit-FFT und digitalem Superheterodynmodus kann nun gleichzeitig, über ein ganzes Band von 645 MHz, an allen Frequenzpunkten die Messung mit Quasi-Peak und CISPR-Average Detektoren durchgeführt werden. Technisch wird dies durch eine hochgradige Parallelisierung erreicht. Die

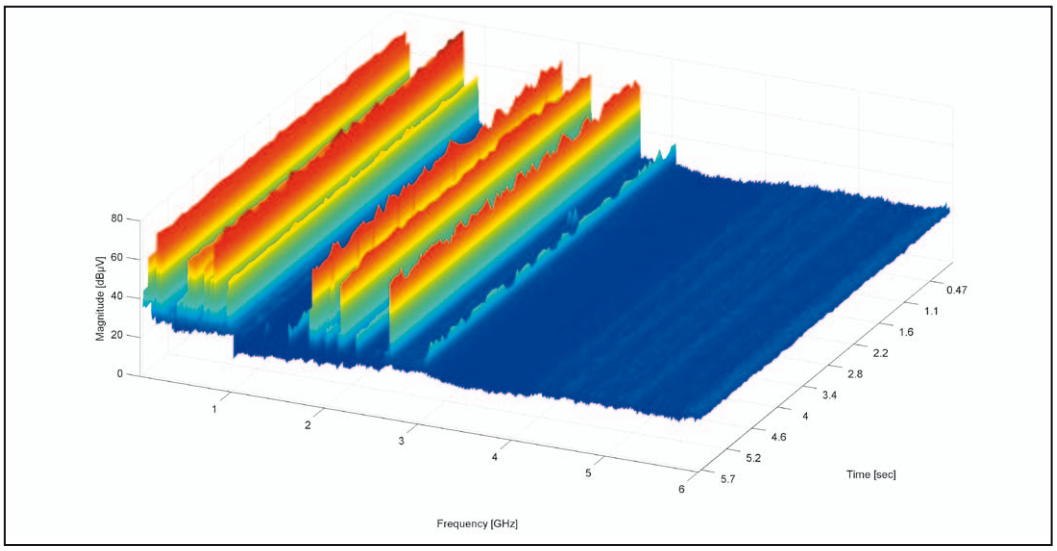

Bild 9: Emissionsmessung des Bandbereichs 30 MHz – 6 GHz in Echtzeit (Peak Detektor)

Kurzzeit-FFT ist hierbei einer der mathematischen Bausteine, der es ermöglicht Berechnungen auf effiziente Weise durchzuführen und Symmetrieeigenschaften auszunutzen. Die gem. CISPR 16-1-1 erforderlichen Detektoren müssen an allen Frequenzpunkten vollständig parallel realisiert werden, was zu sehr hohen Anforderungen an die Rechenleistung führt. Ein vereinfachtes Blockschaltbild einer Kombination von Kurzzeit-FFT und Mehrkanalempfänger ist in Bild 7 dargestellt. Das TDEMI X enthält eine Vielzahl solcher Funktionsblöcke.

Auch ein Echtzeitspektrumanalysator ist im TDEMI X bereits standardmäßig integriert, welcher an bis zu allen 64.000 Frequenzpunkten eine Messung gemäß einer Zero-Span Messung eines herkömmlichen Spektrumanalysators an einem einzigen Frequenzpunkt durchführen kann. Der Echtzeitspektrumanalysator des TDEMI X vereint damit auf einzigartige Weise die Vorteile der Zero-Span Funktion mit der Möglichkeit diese an bis zu 64000 Frequenzen gleichzeitig durchführen zu können.

Schneller klassischer Messempfängermodus

Der klassische Empfängermodus ermöglicht es, im Gegensatz zum FFT-Modus die Schrittweite frei zu wählen, sowie eine kontinuierliche Messung an einzelnen Frequenzpunkten durchzuführen.

Dieser Modus verwendet eine analoge und digitale Superheterodynstufe. Durch eine interne Pipeline-Architektur und einen internen Speicher, welcher Frequenzpunkte mit einer maximalen Geschwindigkeit von mehr als 200 Mio. Punkte pro Sekunde verarbeiten kann, sind somit extrem schnelle Messungen auch im klassischen Empfängerbetrieb möglich. So dauert z. B. ein Receiver Scan von 1 bis 18 GHz nur ca. 4 Sekunden. Dies entspricht wiederrum einer deutlichen Beschleunigung gegenüber herkömmlichen Empfängern.

Ein Vergleich zwischen einem konventionellen Superheterodyn-Messempfänger und dem schnellen klassischen Empfängermodus ist in Bild 8 dargestellt. Während der konventionelle Empfänger große Totzeiten durch Verarbeitung des Signals und Initialisierung eines neuen Scans hat, werden durch eine Pipeline-Architektur eine nahezu parallele Messung und Verarbeitung möglich. Der Vorteil für EMV Messungen sind kurze Messzeiten auch im klassischen Modus und geringe Totzeiten, so dass Emissionen oder Signale nicht übersehen werden.

Erreichte Scanzeiten FFT-based Measuring Instrument

Üblicherweise werden Emissionsmessungen nach zivilen Normen mit dem Quasi-Peak-Detektor durchgeführt. Typische Scanzeiten für die Emissionsmessungen mit dem Quasi-Peak-Detektor unter Verwendung eines Superheterodynempfängers sind in Tabelle 3 exemplarisch dargestellt und mit dem TDEMI X (mit 645 MHz Echtzeitbandbreite) verglichen:

In Tabelle 4 sind die Scanzeiten für typische Messungen mit dem Peak und Average Detektor unter der Verwendung einer typ. Verweildauer von 10 ms im Band E angegeben

Erreichte Scanzeiten in der Betriebsart Superhet

Neue Empfänger verfügen auch über eine sehr schnellen Superheterodynmodus. Dieser Modus wurde durch leistungsfähige Hardware gegenüber klassischen analogen Empfängern deutlich beschleunigt. Es ergeben sich exemplarische Scanzeiten für Band E, wie in Tabelle 5 zu sehen ist.

Emissionsmessungen

Der TDEMI X Messempfänger ist sowohl im Empfängerbetrieb als auch im Echtzeit-Spektrogrammbetrieb vollständig norm-

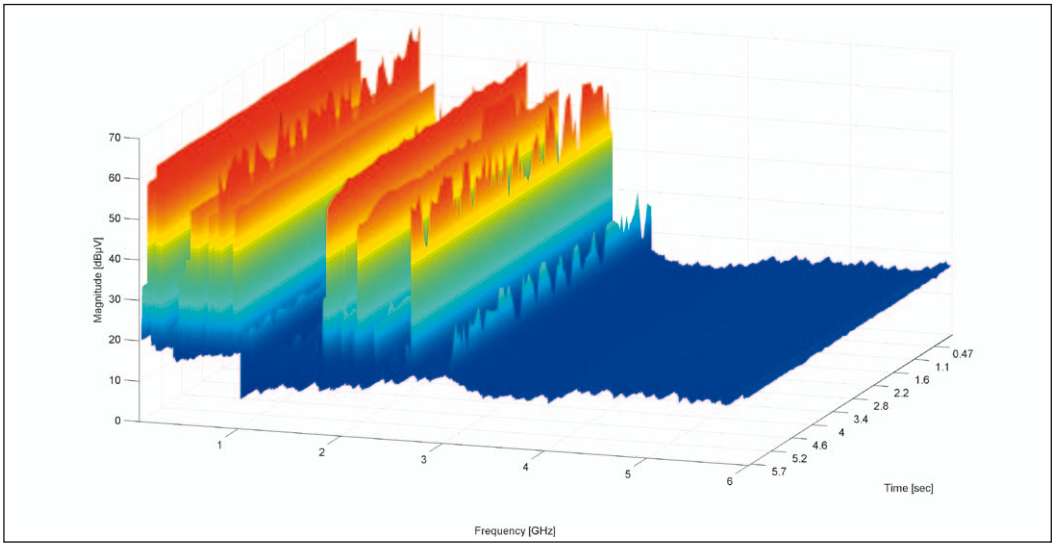

Bild 10: Emissionsmessung des Bandbereichs 30 MHz – 6 GHz in Echtzeit (Mittelwert Detektor)

konform und kann daher in beiden Betriebsarten für Full Compliance Messungen eingesetzt werden. Der Spektrogrammmodus vereint die Vorteile des Single-Frequency-Modus eines klassischen Messempfängers mit der Möglichkeit, die Messung an allen Frequenzpunkten über einen Bandbereich von 645 MHz in Echtzeit durchzuführen. Die Timing Analyse des Signals oder Prüflings kann während oder nach der Messung an einem oder mehreren Frequenzpunkten durchgeführt werden. Selbstverständlich können alle Betriebsarten ferngesteuert werden, um z. B. Abnahmemessungen voll zu automatisieren und die Daten für Dokumentationszwecke zu exportiert.

Multi-GHz Echtzeitscanning

Das TDEMI X ermöglicht es Echtzeitmessungen über mehrere GHz durchzuführen. Diese Technologie wurde 2016 für den Spektrumanalyzermodus erstmalig der Fachwelt vorgestellt. So ist es nun auch möglich dies im Receiver Modus durchzuführen, wobei hierzu außerdem zwei parallele CISPR-Detektoren aktiviert werden können. Durch die hohe Dynamik wird die Einhaltung der CISPR 16-1-1 2015 Ed. 5.0 gewährleistet. In Bild 9 ist eine Beispielmessung für den Frequenzbereich 30 MHz – 6 GHz dargestellt. Die zeitliche Auflösung des Spektrogramms beträgt ca. 100 ms.

In Bild 10 ist die gleiche Messung mit dem Mittelwert-Detektor dargestellt. Man kann hier erkennen, dass zum einen die Pegel nicht stationärer Störer niedriger sind, aber auch das zeitliche Verhalten zwischen Peak und Average variiert. Die exzellente Dynamik zeigt sich unter anderem auch daran, dass der Spektralbereich 30 MHz – 2.5 GHz mit diversen Signalen eng besetzt ist, allerdings oberhalb von 3 GHz gleichzeitig auch keine Oberwellen dieser Signale vorhanden sind.

Zusammenfassung

Moderne Messempfänger wie das TDEMI eXtreme können die Messzeiten deutlich verringern und bieten hohe Echtzeitbandbreiten von bis zu 645 MHz mit Quasi-Peak. Darüber hinaus können mit Peak und Mittelwert Echtzeitmessungen gemäß CISPR 16-1-1 über einen Bandbereich von mehreren GHz erfolgen.

Die Eingangsstufe wurde ausgelegt, um den strengen Anforderungen der CISPR 16-1-1 Ed. 5.0 2015 in allen Betriebsarten vollständig zu genügen. Zusätzlich kann eine weitere Vorselektion verwendet werden, um die Dynamik noch weiter zu erhöhen, beispielsweise für die Messung von Harmonischen eines Funksignals. Zusätzlichen bieten solche neuartigen Geräte einen schnellen klassischen Empfängermodus, mit dem man auch in dieser Betriebsart eine hohe Messgeschwindigkeit erreicht. Der Unterschied in der Anzeige zwischen den Betriebsarten ist besser als die Genauigkeit kommerziell erhältlicher Sinus und Pulsgeneratoren. Herkömmliche Messempfänger mit aufgesetzter FFT-Funktion zeigen Abweichungen von bis zu 3 dB zwischen klassischem Modus und FFT-Modus und besitzen einen Eingangspegelbereich, welcher üblicherweise geringer als die Anforderungen der CISPR 16-1-1 Ed. 5.0 2015 ist.

Neue moderne zeitgemäße Empfänger mit Gigasample ADC und hoher Echtzeitbandbreite bieten hingegen eine hohe Dynamik in allen Betriebsarten nahezu keine Abweichungen zwischen FFT Modus und klassischem Empfängermodus. Solche Empfänger können vielseitig eingesetzt werden. Dabei sind sowohl EMV Messungen als auch Funkmessungen möglich. Zusammen mit der 64 Bit Automatisierungssoftware EMI64k können alle Betriebsarten ferngesteuert werden. Es ist damit möglich, Prüflinge über alle Abstrahlwinkel in kürzester Zeit vollständig zu charakterisieren und gleichzeitig 2D- und 3D- Richtdiagramme zu erstellen. Hierbei wird die Testzeit signifikant verkürzt und man erhält parallel dazu deutlich mehr Informationen über das Emissionsverhalten des Prüflings. Auch kann man selbstverständlich die Messung in der herkömmlichen Art und Weise durchführen. So kann man bei Bedarf jederzeit mittels Peak-Detektor vorscannen und anschließend einzeln nachmessen. Weiter kann man auch beide Verfahren kombinieren, d. h. z. B. eine Vormessung mit Quasi-Peak im FFT-Modus mit Scanzeiten von ca. 3s durchführen und anschließend z. B. an einzelnen kritischen Frequenzen nochmals im klassischen Modus eine Nachmessung durchführen. Ein solches Messgerät ist äußerst wirtschaftlich, da es Messzeiten verkürzt, Fehlmessungen vermeidet und in der Analyse hilft EMV-Störquellen schnell und sicher zu identifizieren und hilft so, zusätzlich die Wirtschaftlichkeit im Laborbetrieb deutlich zu erhöhen. ◄

Referenzen

[1] S. Braun und A. Frech
645 MHz Echtzeitbandbreite für Full-Compliance-Messungen mit dem TDEMI X
In hf-praxis 3/2016, Fachzeitschrift für HF- und Mikrowellentechnik, Mrz. 2016, Seite 44-47.
Link zum Artikel http://www.beam-verlag.de/app/download/24071892/HF-Praxis+3-2016+III.pdf

[2] CISPR16-1-1 Ed 5.0, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus. International Electrotechnical Commission, 2015.

[3] S. Braun, M. Aidam, P. Russer
Development of a multiresolution time domain EMI measurement system that fulfills CISPR 16-1-1 International Symposium on Electromagnetic Compatibility, 8-12 Aug. 2005, Chicago. Braun, M. Aidam and P. Russer

[4] S. Braun und A. Frech Anforderungen der CISPR 16-1-1 an Messempfänger, Spektrumanalysatoren und FFT-basierende Messinstrumente In EMC Europe Guide 2013, Interference Technology - The International Journal of Electromagnetic Compatibility, Dec., 2012, pages 66-73

[5] S. Braun und A. Frech
Anwendung der EMV Zeitbereichsmesstechnik für Schienenfahrzeuge und E-Mobility
emv 2016 – Internationale Fachmesse und Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit, Düsseldorf, Germany, Feb 23-25, 2016. Ausgezeichnet mit dem BEST PAPER AWARD 2016.

[6] ETSI EN 300 328 V2.1.1, Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU, European Telecommunications Standards Institute 2016

[7] S. Braun und A. Frech
Höchste Prüfqualität von EMV-Messungen durch Normgerechte Messung an allen Frequenzen
In SMT emv-esd, Fachzeitschrift für ADVANCED PACKAGING & ELEKTRONIKFERTIGUNG, Nov., 2016, Seite 44-48