

Meßverfahren für Funksender

Teil 14: Externe Intermodulationsprodukte, verursacht durch zwei oder mehr Sender, welche gleiche oder benachbarte Antennen benutzen
(IEC 60244-14:1997) Deutsche Fassung EN 60244-14:1997

DIN**EN 60244-14**

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 60244-14**

ICS 33.060.20

Deskriptoren: Funksender, Meßverfahren, Intermodulation

Methods of measurement for radio transmitters – Part 14: External intermodulation products caused by two or more transmitters using the same or adjacent antennas (IEC 60244-14:1997);
German version EN 60244-14:1997

Méthodes de mesure applicables aux émetteurs radioélectriques –
Partie 14: Produits d'intermodulation à l'extérieur du canal provoqués par deux émetteurs ou plus utilisant la même antenne ou des antennes adjacentes (CEI 60244-14:1997);
Version allemande EN 60244-14:1997

Die Europäische Norm EN 60244-14:1997 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 734 „Funksender und Umsetzer“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig. IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 12C(Sec)212:1993-08.

Fortsetzung 17 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

ICS 33.060.20

Deskriptoren: Funkkommunikation, Funkgeräte, Sender, Messungen, Leistungsbewertung, Qualität, Intermodulation, Funkstörungen

Deutsche Fassung

Meßverfahren für Funksender

**Teil 14: Externe Intermodulationsprodukte, verursacht durch zwei oder mehr Sender, welche gleiche oder benachbarte Antennen benutzen
(IEC 60244-14:1997)**

Methods of measurement for radio transmitters –
Part 14: External intermodulation products caused by
two or more transmitters using the same or adjacent
antennas (IEC 60244-14:1997)

Méthodes de mesure applicables aux émetteurs radio-
électriques – Partie 14: Produits d'intermodulation à
l'extérieur du canal provoqués par deux émetteurs ou
plus utilisant la même antenne ou des antennes adjacen-
tes (CEI 60244-14:1997)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1. Juli 1997 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR ELEKTROTECHNISCHE NORMUNG

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks IEC 103/2/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60244-14, ausgearbeitet von dem SC 12C (umgewandelt in IEC TC 103 „Transmitting equipment for radiocommunication“), wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1997-07-01 als EN 60244-14 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1998-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1998-04-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60244-14:1997 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite		Seite
Einleitung	2	Bild 1: Messungen in den Antennenzuleitungen	6
1 Anwendungsbereich	2	Bild 2: off-air-Messungen	6
2 Normative Verweisungen	2	Bild 3: Allgemeine Anordnung für Sender, die separate Antennen speisen	7
3 Begriffe	3	Bild 4: Allgemeine Anordnung für Sender, die eine Einzelantenne speisen	8
4 Allgemeine Meßverfahren	3	Bild 5: Alternative Anordnung für Sender, die eine Einzelantenne speisen	9
4.1 Einleitung	3	Bild 6: Typische Anordnung von HF-Stationen	10
4.2 Messungen in den Antennenzuleitungen	3	Anhang A (normativ) Theoretische Anmerkungen ...	11
4.3 Während der Messungen zu ergreifende Vorkehrungen	4	Anhang B (informativ) Berechnung der abgestrahlten Pegel der Intermodulationsprodukte ($q = 1$)	13
4.4 off-air-Messungen	4	Anhang C (informativ) Zulässiger Höchstleistungspegel unerwünschter Aussendungen (Auszug der ITU-R-Empfehlung 329-6)	14
4.5 Besondere Vorkehrungen, die bei off-air-Messungen zu ergreifen sind	4		
5 Meßverfahren für besonderen Senderdienst oder besondere Anordnung	4		
5.1 Meßverfahren für VHF-Funksender	4		
5.2 Messungen bei benachbarten Antennen	4		
5.3 Messungen bei einer gemeinsamen Antenne	4		
6 Darstellung der Ergebnisse	5		

Einleitung

Entsprechend der Entscheidung der Welt-Funkverwaltungs-konferenz, Genf 1979, das VHF/FM-Rundfunkband auf 108 MHz zu erweitern, hat die ITU-R*) unter bestimmten Umständen strengere Grenzwerte bei unerwünschten Aussendungen empfohlen, als sie von der ITU-Funk-Vollzugsordnung gefordert werden, um Störungen mit Luftfahrt-diensten zu vermeiden.

Anhang C, welcher die CCIR-Empfehlung 329-6 wiedergibt, faßt in Form einer Kurve die Anforderungen zusammen, die in Vorschrift 304 und im Anhang 8 der Funk-Vollzugsordnung, Genf 1990, angegeben sind. (Siehe auch die Vorschriften 138, 139, 146 und 163 der Funk-Vollzugsordnung, RR1-18/19/20/23, Hauptabschnitte VI und VII.)

*) Früher CCIR.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60244 beschreibt ausführlich ein Meßverfahren für externe Intermodulationsprodukte (Intermodulationskomponenten), verursacht durch zwei oder mehr Sender, welche gleiche oder benachbarte Antennen benutzen. Er beschreibt empfohlene Verfahren zur Beurteilung des Betriebsverhaltens von Rundfunksendern.

Der Zweck der in diesem Teil in den Abschnitten 4 und 5 beschriebenen Messungen ist es, soweit wie möglich zu überprüfen, ob die Anforderungen der Funk-Vollzugsordnung in bezug auf die Höchstpegel von Intermodulationsprodukten, die von LF-, MF-, HF-, VHF-, UHF- und SHF-Sendern abgestrahlt werden, eingehalten werden, wenn zwei oder mehr Sender die gleichen oder benachbarten Antennen benutzen.

Das in diesem Teil enthaltene Meßverfahren ist nicht für Typprüfungen geeignet, und ES SOLLTE BEACHTET WERDEN, DASS DIE MESSUNGEN NUR DURCHFÜHREN SIND, WENN SIE zwischen dem Käufer und dem Lieferanten der Anlagen GEGENSEITIG VEREINBART WURDEN.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 60244 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle normativen Dokumente unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 60244 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben

der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ITU-R*) Recommendation 329-6:1994

Spurious emissions (Fasc. I)

Radio Regulations and Appendices: Geneva 1990

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von IEC 60244 gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Externe Intermodulationsprodukte und unerwünschte Aussendungen: Intermodulationsprodukte werden durch die Funk-Vollzugsordnung als unerwünschte Aussendungen klassifiziert, d. h. Aussendungen bei Frequenzen außerhalb der erforderlichen Bandbreite, deren Pegel reduziert werden dürfen, ohne die entsprechende Informationsübertragung zu beeinträchtigen. Außer den Intermodulationsprodukten umfassen die unerwünschten Aussendungen harmonische Wellenaussendungen, parasitäre Aussendungen und Frequenzumsetzungsprodukte, jedoch nicht die Aussendungen außerhalb des Bandes.

Externe Intermodulationsprodukte entstehen durch die Intermodulation zwischen mehreren Aussendungen, wenn verschiedene Sender benachbarte Antennen benutzen oder sich die gleiche Antenne teilen.

Die externen Intermodulationsprodukte (Komponenten) können durch die Nichtlinearität in der Ausgangsstufe eines Senders verursacht werden, wenn die Aussendung eines anderen Senders sich mit seiner eigenen Aussendung überlagert. Solche Intermodulationen können sich aus einer Kopplung zwischen offenen Übertragungsleitungen, zwischen Schalteinheiten, zwischen benachbarten Antennen (siehe Bild 6) oder einer unvollständigen Trennung im Kombinationsnetzwerk zwischen Sendern, die sich die gleiche Antenne teilen, ergeben. Externe Intermodulationsprodukte können auch erzeugt werden, wenn eine Störaussendung in die Treiberstufe eines Senders eindringt.

3.2 Aussendung außerhalb des Bandes: Aussendung bei einer Frequenz oder Frequenzen unmittelbar außerhalb der erforderlichen Bandbreite, die sich aus dem Modulationsvorgang ergibt, jedoch mit Ausnahme unerwünschter Aussendungen.

3.3 Schädliche Interferenzen: Interferenzen, welche den einwandfreien Betrieb eines Funknavigationsdienstes oder anderer Sicherheitsdienste gefährden oder einen Funkkommunikationsdienst, der in Übereinstimmung mit der Funk-Vollzugsordnung arbeitet, erheblich verschlechtern, behindern oder wiederholt unterbrechen.

3.4 Erforderliche Bandbreite: für eine gegebene Aussendungskategorie die Breite des Frequenzbandes, welche gerade ausreichend ist, um die Informationsübertragung bei der gegebenen Geschwindigkeit und mit der erforderlichen Güte unter festgelegten Bedingungen sicherzustellen.

3.5 Interferenzen des Typs A (gilt nur für VHF/FM-Rundfunkdienste): Interferenzen des Typs A beziehen sich nur auf Interferenzen, die von VHF/FM-Rundfunksendern bei oder nahe der Frequenz von Luftfahrtdiensten im Nachbarband von 108 MHz bis 137 MHz abgestrahlt werden.

Die ITU-R unterteilt Interferenzen des Typs A in den Typ A1 und den Typ A2.

– Interferenzen des Typs A1 umfassen die von Rundfunksendern abgestrahlten Intermodulationsprodukte, die im Luftfahrtband von 108 MHz bis 137 MHz erzeugt werden.

Es ist im allgemeinen eine Auswirkung mit niedrigem Pegel, die jedoch bei –100 dB oder darunter, bezogen auf den Trägerbezugspegel des Senders, von Bedeutung sein dürfte. Es handelt sich um eine Form von unerwünschter Aussendung und kann als schädliche Interferenz, wie in der Funk-Vollzugsordnung definiert, betrachtet werden.

– Interferenzen des Typs A2 betreffen Aussendungen außerhalb des Bandes von Rundfunksendern bei Frequenzen knapp unter 108 MHz in Richtung auf Luftfahrtendienste, die eine Frequenz knapp über 108 MHz verwenden.

4 Allgemeine Meßverfahren

4.1 Einleitung

Bei den folgenden Verfahren wird davon ausgegangen, daß die Messungen manuell ausgeführt werden, wobei die üblicherweise verfügbaren Prüfeinrichtungen und Komponenten verwendet werden. Allerdings gelten die Vorkehrungen, welche ergriffen werden müssen, zur Vermeidung von Fehlern auch für automatische Messungen, wozu speziell geschaffene Einrichtungen für die kontinuierliche Überwachung kritischer Senderausrüstungen verwendet werden.

Die beschriebenen Verfahren sind für Messungen von Interferenzen des Typs A1 bis mindestens –100 dB, bezogen auf den Trägerbezugspegel, geeignet. Theoretische Betrachtungen einschließlich der Nomenklatur, die in allen Gleichungen dieser Norm verwendet wird, sind im Anhang A aufgeführt.

Die Verfahren gelten für Standortmessungen von Signalen, die von Richtkopplern in den Speiseleitungen zwischen den Sendern und den Antennen stammen, sowie für off-air-Messungen.

4.2 Messungen in den Antennenzuleitungen

- Die Prüfeinrichtung ist mit dem nach Bild 1 zu messenden Sendersystem zu verbinden.
- Nachdem die Sperrfilter (eines je Aussendung) ausgeschaltet wurden, sind die Pegel der unmodulierten Trägerfrequenzen zu messen, die als Bezugspegel für die Messung der Intermodulationsprodukte (im folgenden "IPs") dienen. Falls die Sender nicht alle die gleiche Leistung haben, sollte die Aussendung mit der geringsten Leistung als Bezug dienen.
- Alle Sperrfilter sind einzuschalten und einzeln abzustimmen, um eine Höchstdämpfung bei der entsprechenden Trägerfrequenz zu erzeugen, so daß jeder Träger um etwa 55 dB gedämpft wird. (Die Dämpfung ist über den dynamischen Bereich des Spektrumanalysators zu bestimmen.)
- Mit Hilfe der in A.2 angegebenen Gleichung sind die Frequenzen zu berechnen, bei denen die Intermodulationsprodukte zu erwarten sind; dann ist mit einem Spektrumanalysator der Pegel jeder dieser Intermodulationsprodukte im Verhältnis zum Bezugsträger zu messen.

*) Früher CCIR.

4.3 Während der Messungen zu ergreifende Vorkehrungen

- a) Die an den Spektrumanalysator gelegten Pegel müssen niedrig genug sein, um zu vermeiden, daß Intermodulationsprodukte im Analysator selbst entstehen. Dies kann einfach überprüft werden, indem der Eingangspegel des Spektrumanalysators um 3 dB gedämpft und festgestellt wird, ob alle Intermodulationsprodukte ebenfalls um 3 dB niedriger sind.
- b) Indem die Sender nacheinander abgeschaltet werden, ist zu kontrollieren, daß die als Intermodulationsprodukte identifizierten Signale tatsächlich im Sendersystem erzeugt wurden.
- c) Die gemessenen Werte der Intermodulationsprodukte sind zu korrigieren, um die Differenz zwischen den Kennwerten der Trägerfrequenzen und den Frequenzen der Intermodulationsprodukte bei folgendem zu berücksichtigen:
 - Richtkoppler;
 - Einfügungsdämpfung des Sperrfilters (dieser Punkt ist besonders wichtig für Intermodulationsprodukte in der Nähe einer Trägerfrequenz);
 - Verluste in der Hauptantennenzuleitung.

ANMERKUNG: Die in 4.2 beschriebene Messung stellt nicht den tatsächlich abgestrahlten Antennenpegel dar. Um den abgestrahlten Pegel zu erhalten, werden die Ergebnisse, wie in 4.3 beschrieben, korrigiert; dabei wird der Frequenzgang und/oder das VSWR der Antenne berücksichtigt.

4.4 off-air-Messungen

- a) Die Prüfeinrichtung ist mit einer kalibrierten Breitband-Empfangsantenne zu verbinden, die sich an der Stelle befindet, wo die Messungen durchzuführen sind, wie in Bild 2 gezeigt.
- b) Es sind die in 4.2 b), 4.2 c) und 4.2 d) beschriebenen Prüfungen durchzuführen.
- c) Während der Messungen sind die in 4.3 a) und 4.3 b) genannten Vorkehrungen zu beachten und gegebenenfalls die Ergebnisse nach 4.3 c) zu korrigieren. Zusätzlich sind auch die Ergebnisse zu korrigieren, um die Verstärkungsdifferenz der Empfangsantenne zwischen den Trägerfrequenzen und den Frequenzen der Intermodulationsprodukte zu berücksichtigen.

4.5 Besondere Vorkehrungen, die bei off-air-Messungen zu ergreifen sind

Die empfangenen Signalpegel können kritisch vom Aufstellungsort der Empfangsantenne abhängen. Der Meßplatz sollte in einer ausreichenden Entfernung und in einem geeigneten Winkel gewählt werden, damit sich die Messungen auf die Hauptstrahlungskeulen der Sendeantenne in vertikaler und horizontaler Richtung beziehen.

Wo Richtanlagen vorkommen, darf das Strahlungsdiagramm der Antenne beträchtlich abweichen, wenn der Frequenzabstand zwischen den Trägerfrequenzen und den Frequenzen der Intermodulationsprodukte erheblich ist.

In all diesen Fällen sind off-air-Messungen im allgemeinen nicht relevant mit Ausnahme jener Fälle, wo die Pegel von Intermodulationsprodukten in bestimmter Richtung oder an bestimmter Stelle von besonderem Interesse sind, zum Beispiel wo eine Störung mit Luftfahrtdiensten möglich ist.

Dies ist besonders wichtig für VHF-Anlagen, die parallele Sender verwenden (d. h. zwei völlig unabhängige Sendeketten je Dienst, wo jeder Sender eines parallelen Paares eine separate Halbantenne speist). Bei dieser Anordnung des Sendesystems, wenn Intermodulationsprodukte durch

unvollständige Isolation der Antennen erzeugt werden, wird die Phase des Interferenzsignals zufällig sein, und infolgedessen wird die Phase der in den beiden Hälften erzeugten Intermodulationsprodukte in keiner direkten Beziehung zur Phase des Trägers stehen.

Daher wird das Strahlungsdiagramm der Antenne für die Trägerfrequenz und jedes Intermodulationsprodukt abweichend sein.

Es ist wichtig, zu überprüfen, daß off-air-Messungen nicht durch lokale Reflexionen oder Mehrfachausbreitungseffekte usw. beeinträchtigt worden sind. Die Messungen sollten daher wiederholt werden, indem man die Empfangsantenne an mehrere benachbarte Stellen versetzt, um die Übereinstimmung der Ergebnisse zu kontrollieren. Stellen, wo erhebliche Schwankungen in den relativen Pegeln des Trägers und der Komponenten von Intermodulationsprodukten auftreten, sind zu vermeiden.

5 Meßverfahren für besonderen Senderdienst oder besondere Anordnung

5.1 Meßverfahren für VHF-Funksender

Um Messungen an VHF-Rundfunksendern, die in Übereinstimmung mit ITU-R-Empfehlung 329-6 arbeiten, durchzuführen, gelten folgende Einrichtungsanforderungen (siehe Bilder 1 und 2):

- Spektrumanalysator: z. B. Bandbreite 3 kHz bis 1 MHz, dynamischer Bereich mindestens 70 dB;
- Richtkoppler: z. B. Richtwirkung 20 dB bis 30 dB;
- Sperrfilter (eines je Aussendung): z. B. Dämpfung der Störfrequenz etwa 55 dB, Einfügevverlust etwa 2 dB;
- Abstimmbares Bandfilter: z. B. Durchlaßbereich von ± 100 kHz bei 3 dB (bei off-air-Messungen);
- Rauscharmer Breitbandverstärker: z. B. Gewinn 20 dB (bei off-air-Messungen).

5.2 Messungen bei benachbarten Antennen

Bild 3 zeigt eine allgemeine Anordnung für Sender, die separate Antennen speisen, zum Beispiel für LF-, MF- und HF-Mehrfach-Sendeanlagen oder für gemischte Fernseh- und FM-Tonrundfunkstationen.

Die Ausgangsspannungen der Richtkoppler werden mit Hilfe eines Spektrumanalysators gemessen, der die Amplituden aller Interferenzprodukte auf einem einzigen Weg angibt (siehe Bild 1). Alternativ darf ein selektiver Prüfempfänger verwendet werden.

Letzterer wird in vielen Fällen genügen, obwohl der Spektrumanalysator den Vorteil hat, alle Signale gleichzeitig darzustellen, wodurch es relativ leicht wird, die interessierenden Frequenzen auszuwählen.

Die Leistungen werden mit Hilfe der Gleichungen (A.4-1) und (A.4-2) auf der Grundlage der gemessenen Spannungen berechnet. Die frequenzabhängigen Kopplungsfaktoren müssen berücksichtigt werden, um zusätzliche Korrekturen durchzuführen.

Mit dieser Anordnung können alle interessierenden Interferenzprodukte gemessen werden.

5.3 Messungen bei einer gemeinsamen Antenne

5.3.1 Verfahren 1

Bild 4 zeigt die Anordnung einer Sendestelle, wo zwei oder mehr Sender über ein Kombinationsnetzwerk mit einer gemeinsamen Antenne verbunden werden.

In diesem Fall werden die Intermodulationsprodukte am gemeinsamen Richtkoppler (DC) unter Anwendung der im Bild 1 oder Bild 2 dargestellten Meßeinrichtung gemessen,