

ŚRODKI TRANSPORTU POWIETRZNEGO	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-71
	Lotnicze wyposażenie elektryczne i elektroniczne	3886-03
	Dopuszczalne poziomy zakłóceń radioelektrycznych Ogólne wymagania i badania	Grupa katalogowa V 19

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są ogólne wymagania i badania dotyczące dopuszczalnych poziomów zakłóceń radioelektrycznych lotniczego wyposażenia elektrycznego i elektronicznego.

1.2. Zakres stosowania normy. Niniejszą normę należy stosować przy projektowaniu, produkcji i kontroli poszczególnych przyrządów i urządzeń wyposażenia elektrycznego i elektronicznego przewidzianego do za instalowania na pokładzie statku powietrznego.

1.3. Określenia

1.3.1. Skuteczna szerokość pasma miernika zakłóceń Δf — wielkość określona wzorem

$$\Delta f = \frac{1}{A_0} \int_0^\infty A(f) df$$

w którym:

A_0 — szczytowa odpowiedź miernika,
 $A(f)$ — odpowiedź przy częstotliwości f .

Dla obwodów stosowanych w miernikach zakłóceń skuteczna szerokość pasma $\Delta f = 1,05$ -krotności szerokości pasma na poziomie — 6 dB.

1.3.2. Zakłócenia wąskopasmowe — typ zakłóceń, które uzewnętrzają się przy odbiorze tak samo, jak sygnał monochromatyczny niemodulowany. Zakłócenia tego typu na ogół powstają z wyższych harmonicznych wytwarzanych w sposób niezamierzony przez urządzenie generujące drgania ciągłe.

Zakłócenia impulsowe od większości urządzeń mają charakter zakłóceń szerokopasmowych, mogą one jednak uzewnętrzają się również jako zakłócenia wąskopasmowe pod warunkiem, że wytwarzanie impulsów jest regularne i, że częstotliwość powtarzania jest porównywalna lub większa od szerokości pasma miernika pomiarowego. Na przykład zakłócenia od przetwornicy z podstawową częstotliwością powtarzania 400 Hz są szerokopasmowe na częstotliwościach większych od 150 kHz przy pomiarze odbiornikiem o szerokości pasma 9 kHz, natomiast na częstotliwościach mniejszych od 150 kHz przy odbiorze miernikiem o szerokości pasma 200 Hz — wąskopasmowe.

Zakłócenia wąskopasmowe mogą być łatwo zidentyfikowane co do charakteru, ponieważ są selektywne, a ponadto wartość bezwzględna poziomu jest niezależna od trybu pomiaru odbiornika, tj. identyczna przy pomiarach detektorem szczytowym, quasi-szczytowym, wartości skutecznej (średniej kwadratowej) lub wartości średniej.

1.3.3. Zakłócenia szerokopasmowe — typ zakłóceń, które mają charakter szumów w zakresie częstotliwości kilkakrotnie większych od skutecznej szerokości pasma odbiornika. Mierzone wartości są zależne od rodzaju detektora. Ten typ zakłócenia może zawierać także fale nośną modulowaną impulsowo.

1.3.4. Zakłócenia przewodzone — zakłócenia osiągające punkt pomiarowy przez przewodnik.

1.3.5. Zakłócenia promieniowane — zakłócenia osiągające punkt pomiarowy jakąkolwiek drogą wyłączając bezpośrednio połączenie przez przewodnik.

1.3.6. Napięcie antenowe — napięcie na zaciskach anteny połączonej z miernikiem zakłóceń o impedancji wejściowej 50 Ω .

1.3.7. Równoważna gęstość spektralna zakłóceń szerokopasmowych $\sigma(\omega)$ — iloraz wartości skutecznej U napięcia sinusoidalnie zmiennego, dającego to samo wychylenie na mierniku zakłóceń z detektorem szczytowym co badane zakłócenia i skutecznej szerokości pasma Δf odbiornika

$$\sigma = \frac{U}{\Delta f}$$

Najdogodniej wielkość powyższą wyraża się w mierze logarytmicznej, przy czym poziomem odniesienia (0 dB) jest 1 $\frac{\mu V}{kHz}$.

Jeżeli zakłócenia szerokopasmowe mają charakter ciągu impulsów prostokątnych regularnie powtarzających się, to wielkość przy pomiarze na detektorze szczytowym jest identyczna z wielkością (gęstością spektralną)

$$\sigma(\omega) = 2 f(t) \sigma^{1/2} dt$$

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa
Ustanowiona przez Zjednoczenie Przemysłu Lotniczego i Silnikowego DELTA dnia 30 grudnia 1971 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1974 r.
(Mon. Pol. nr 19/72 poz. 118)

w której:

$f(t)$ — funkcja opisująca przebieg czasowy impulsów,

o — podstawa logarytmów naturalnych,

$j = \sqrt{-1}$,

ω — pulsacja.

1.3.8. Linia — tor przesyłania informacji lub energii zasilającej do lub od urządzenia badanego. Określenie to nie dotyczy wewnętrznych przewodów. Jeśli bada się grupę urządzeń jako całość, powyższe zastrzeżenie dotyczy również wewnętrznych połączeń między poszczególnymi urządzeniami w grupie.

1.3.9. Linia energetyczna — linia służąca do przesyłania energii zasilającej do lub od urządzenia badanego.

1.3.10. Sonda (kleszcze) prądowa — urządzenie transformatorowe do pomiaru napięcia zakłóceń przez sprzężenie indukcyjne obwodu wejściowego miernika z badaną linią.

1.3.11. Pozostałe określenia — wg PN-71/T-01005.

2. PODZIAŁ

2.1. Kategorie wyposażenia (przyrządów i urządzeń). W zależności od stopnia ograniczenia wytwarzanych zakłóceń przez poszczególne przyrządy i urządzenia wyposażenia elektrycznego i elektronicznego rozróżnia się cztery kategorie:

S — o najwyższym stopniu ograniczenia; obowiązuje po uzgodnieniu między producentem i użytkownikiem w odniesieniu do zastosowań specjalnych.

Z — o średnim stopniu ograniczenia; instalacja urządzeń obowiązuje w odniesieniu do cywilnego lotnictwa komunikacyjnego.

A — jak dla Z, z tym że odnosi się tylko do urządzeń mających wyłącznie linie energetyczne,

B — o niskim stopniu ograniczenia; obowiązuje w odniesieniu do statków powietrznych o niezłożonym charakterze wyposażenia elektrycznego/elektronicznego, na których ograniczenie wpływów wzajemnych przyrządów i urządzeń kategorii B może być uzyskane przez staranne rozmieszczenie.

W przypadku trudności określenia potrzebnej kategorii danego przyrządu lub urządzenia należy wziąć pod uwagę dwa, częściowo powiązane aspekty:

a) dopuszczalny poziom wzajemnych wpływów danego przyrządu i pozostałych przyrządów przeznaczonych do instalacji,

b) świadomość operatora co do czasu pogorszenia funkcjonowania poszczególnych urządzeń w wyniku uruchomienia dodatkowych (typowy przykład: wpływ radiostacji UKF na wskaźnik VOR (ILS)).

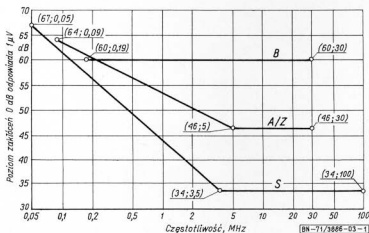
2.2. Rodzaje zakłóceń. W zależności od charakteru wytwarzanych zakłóceń przez przyrządy i urządzenia wyposażenia elektrycznego i elektronicznego dzieli się je na:

- przewodzone wąskopasmowe,
- przewodzone szerokopasmowe,
- promieniowane wąskopasmowe,
- promieniowane szerokopasmowe.

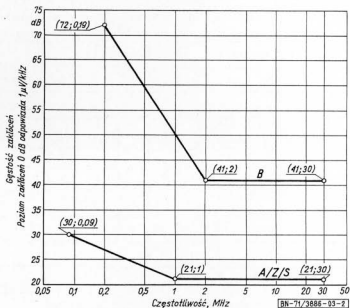
3. DOPUSZCZALNE POZIOMY ZAKŁÓCEŃ

Dopuszczalne poziomy zakłóceń dla poszczególnych kategorii wyposażenia (A, B, S i Z¹⁾) podano na rys. 1 ÷ 6, w zależności od rodzaju i metody badań.

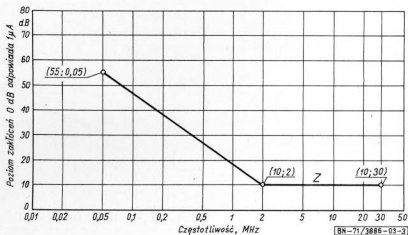
¹⁾ Zastosowano te same oznaczenia literowe kategorii zabezpieczenia wyposażenia w tekście i na rysunkach.



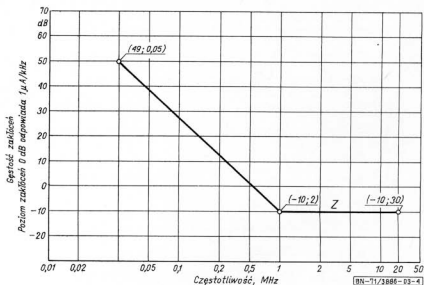
Rys. 1 Dopuszczalne poziomy zakłóceń przewodzonych wąskopasmowych przy badaniu z układem sieci sztucznej



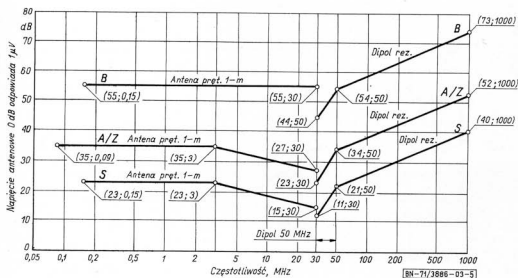
Rys. 2. Dopuszczalne poziomy zakłóceń przewodzonych szerokopasmowych przy badaniu z układem sieci sztucznej



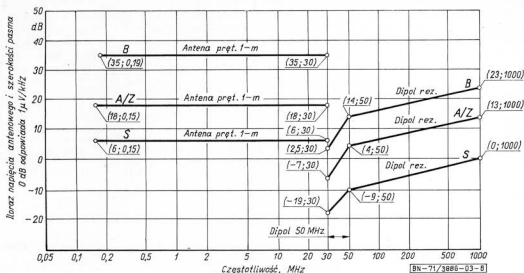
Rys. 3. Dopuszczalne poziomy zakłóceń przewodzonych wąskopasmowych przy badaniu z sondą prądową



Rys. 4. Dopuszczalne poziomy zakłóceń przewodzonych szerokopasmowych przy badaniu z sondą prądową



Rys. 5. Dopuszczalne poziomy zakłóceń promieniowych wąskopasmowych



Rys. 6. Dopuszczalne poziomy zakłóceń promieniowych szerokopasmowych

W nawiasach podano współrzędne punktów charakterystycznych wykresu (poziom; częstotliwość).

4. BADANIA

4.1. Ogólne zasady badań. Każdy przyrząd i urządzenie wyposażenia elektrycznego i elektronicznego powinno być badane w celu stwierdzenia poziomu (ewentualnie nie występowania) wszystkich rodzajów zakłóceń. Badania należy przeprowadzać w kabine ekranowej o następujących minimalnych wymiarach: wysokość — 2,2 m; szerokość — 1,9 m; długość — 4,4 m. Odległość źródła zakłóceń od ściany kabiny powinna być większa od 0,6 m. Badane przyrządy i urządzenia należy umieszczać na uziemionej płycie przewodzącej o powierzchni większej od podstawy urządzenia; punkty połączenia płyty ze ścianą powinny znajdować się w odległościach co 0,9 m, a także w końcach płyty.

Przy badaniu zakłóceń szerokopasmowych należy stosować miernik zakłóceń wg PN-69/T-06450, wyposażony w detektor wartości szczytowej.

Przy określeniu poziomów zakłóceń od elektrycznych urządzeń zasilanych silnikami lotniczymi należy w sposób sztuczny odtworzyć warunki pracy świec zapłonowych.

Do pomiarów poziomów zakłóceń wąskopasmowych dopuszcza się zastosowanie mikrowoltomierza selektywnego zamiast miernika zakłóceń. Wszystkie wartości napięć i gęstości zakłóceń odnosi się do impedancji charakterystycznej 50 Ω¹⁾.

Dla każdego urządzenia należy przeprowadzić badania w zakresie częstotliwości określonym przez 2 krańcowe punkty wykresu dopuszczalnych zakłóceń odpo-

wiadającego kategorii urządzenia i rodzajowi zakłóceń. Jeżeli w ciągu 15 s poziom zakłóceń waha się względem poziomu środkowego o więcej niż ± 2 dB, zgodność z normą określa porównanie maksimum, którego poziom utrzymuje się dłużej niż 1 s z poziomem dopuszczalnym. W przypadku kiedy wahania są mniejsze niż ± 2 dB, zgodność z normą określa poziom środkowy.

Zakłócenia trwające nie dłużej niż 1 s i nie występujące częściej niż 5 razy na godzinę nie wpływają na prace urządzeń i należy je pominać.

Przed przystąpieniem do pomiarów należy upewnić się, czy zakłócenia zewnętrzne przenikające przez kabinę są co najmniej 5-krotnie mniejsze od dopuszczalnych dla danej kategorii i częstotliwości badania.

4.2. Badania zakłóceń przewodzonych. Badania należy przeprowadzać dla wszystkich linii urządzenia. W celu przeprowadzenia badań wszystkich linii urządzeń kategorii A, B oraz S i linii energetycznych urządzeń kategorii Z, należy miernik zakłóceń sprzęgać z linią przez układ sieci sztucznej²⁾.

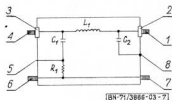
W przypadku linii nieenergetycznej urządzeń kategorii Z należy miernik sprzęgać z linią (albo odpowiednim gniazdem) przez odcinek linii dwuprzewodowej nieekranowanej i sondę (kleszcze) prądową.

²⁾ W przypadku wykluczenia zastosowania sieci sztucznej w linii nieenergetycznej ze względu na niewłaściwe funkcjonowanie urządzenia badanego oraz przy badaniu zakłóceń w zakresie częstotliwości 0,05 ÷ 0,1 MHz we wszystkich liniach dopuszcza się sprzężenie miernika z linią przez kondensator o impedancji dla badanego wycinku widma częstotliwości nie większej od 5 Ω (moduł); jeżeli jednak spowoduje to niewłaściwe funkcjonowanie urządzenia, pomiary należy przeprowadzać przy użyciu sondy prądowej odnosząc wyniki do spadku napięcia na oporności 50 Ω: $U (\mu V) = I (\mu A) 50 \Omega$, jeżeli sonda nie stanowi wyposażenia miernika i jest bezpośrednio wycechowana w napięcie zakłóceń (podany sposób odnosi się również do równoważnej gęstości zakłóceń szerokopasmowych).

¹⁾ Jeśli np. do pomiarów stosuje się miernik zakłóceń o impedancji wejściowej 75 Ω połączony przez przejście tłumiące 75/50 Ω z 50-omowym torem antenowym, wówczas do porównania z wymaganiami stosuje się wielkości $\frac{U_m}{W}$, gdzie U_m — wskazanie miernika, W — tłumienność w kierunku 50 ÷ 75 Ω.

Dla urządzeń kategorii S należy wykonywać pomiar w zakresie częstotliwości $0,05 \div 100$ MHz, w przypadku kategorii A i Z — w zakresie $0,05 \div 30$ MHz, a kategorii B — w zakresie $0,19 \div 30$ MHz.

Przykład rozwiązania sieci sztucznej dla prądów o natężeniu mniejszym od 50 A oraz ogólne warunki na impedancję wejściową, przy zamknięciu gniazda dołączenia z miernikiem zakłóceń — opornikiem 50-omowym, które powinna spełniać każda sieć sztuczna podana na rys. 7 i 8 (identyczne wymagania w zakresie $0,05 \div 0,1$ MHz).

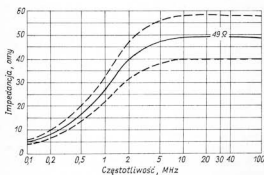


BN-71/3886-03-7

Rys. 7. Układ sieci sztucznej dla prądów zasilania o natężeniu do 50 A¹⁾:

1 — zacisk energetyczny; 2, 3 — przepusty izolacyjne; 4 — zacisk do zasilania urządzenia badanego; 5 — 50-omowe gniazdo wspólne doprowadzające zakłócenia do miernika; 6, 7 — zaciski uziemiające; 8 — obudowa o wymiarach $250 \times 100 \times 100$ mm wykonana z blachy aluminiowej o grubości 2 mm; L_f — cewka o indukcyjności 5 μ H (13 zwoi, długość nawinięcia 100 mm, średnica drutu 8 mm, średnica zewnętrzna karkasu 76 mm²⁾; C_1 , C_2 — kondensatory wodoszczelne na 600 V (stałe); $C_1 = 0,1 \mu$ F, $C_2 = 1 \mu$ F; R_f — opornik o wartości 5 k Ω , 5 W (węglowy).

Połączenia wymienionych podzespołów powinny być najkrótsze; kondensator C_1 powinien być umieszczony w odległości co najmniej 25 mm od ścianek wewnętrznych obudowy.



BN-71/3886-03-8

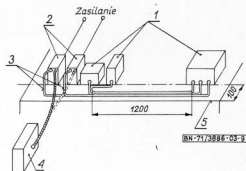
Rys. 8. Częstotliwościowa charakterystyka impedancji (linia ciągła) sieci sztucznej i 20-procentowe granice dopuszczalne (linia przerywana)

¹⁾ Dla prądów o natężeniu powyżej 50 A należy zastosować cewkę o przekroju drutu odpowiednio większym.

²⁾ Grubość ścianki karkasu 3,1 mm (dwa otwory o średnicy 10 mm w odległości od końców 11 mm).

Układy pomiarowe z siecią sztuczną i z sondą prądową przedstawiono na rys. 9 i 10.

W przypadku pomiarów przy użyciu sondy prądowej należy przesuwać sondę wzdłuż przewodów dla uzyskania maksymalnego wskazania.

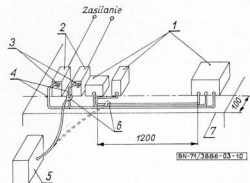


BN-71/3886-03-9

Rys. 9. Układ do pomiaru zakłóceń przewodzonych z siecią sztuczną jako elementem sprzęgającym linię energetyczną urządzenia badanego z miernikiem zakłóceń

1 — człony urządzenia badanego; 2 — układy sieci sztucznych; 3 — linie energetyczne; 4 — miernik zakłóceń; 5 — płyta przewodząca o powierzchni większej od 1,5 m²

Zakreskowano tory (przewody) ekranowane. Wymiary podano w mm. Na rysunku podano 2 położenia kabla pomiarowego.



BN-71/3886-03-10

Rys. 10. Układ pomiarowy z sondą prądową jako elementem sprzęgającym linię urządzenia badanego z miernikiem zakłóceń:

1 — człony urządzenia badanego; 2 — układy sieci sztucznych; 3 — oporniki 50-omowe w.c.z. 4 — linie nieekranowane o długości 600 mm; 5 — miernik zakłóceń; 6 — sonda prądowa; 7 — płyta przewodząca o powierzchni większej od 1,5 m²

Kable połączeniowe powinny być prowadzone na wysokości większej niż 600 mm przy użyciu wsporników.

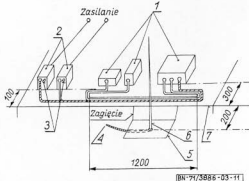
4.3. Badanie zakłóceń promieniowych. Przy badaniu zakłóceń promieniowych należy stosować odpowiedni typ anteny w zależności od zakresu częstotliwości w tablicy.

Zakres częstotliwości MHz	0,09 ÷ 30	30 ÷ 50	50 ÷ 1000
Typ anteny	pręt	dipol półfalowy	
Polaryzacja	pionowa	pozioma	
Długość l lub częstotliwość f_r rezonansowa (dla której dipol stanowi antenę w wolnej przestrzeni)	długość ustalona $l = 120 \pm 5$ mm	długość ustalona $f_r = 50 \pm 0,5$ MHz	długość zmienna w paśmie; częstotliwość rezonansowa odpowiada każdorazowo wycinkowi badanego widma z dokładnością $\pm 5\%$
Odległość anteny od płyty tylnej urządzenia	0,5 m	0,5 m	0,3 m dla kategorii A; B; Z 0,5 m dla kategorii S

Wzajemne usytuowanie miernika zakłóceń i anten: odpowiednio prętu i dipola oraz urządzenia badanego przedstawiono na rys. 11 i 12.

Antena powinna być oddalona od ścian kabiny nie mniej niż 0,3 m. W zakresie częstotliwości 0,09 ÷ 30 MHz tor anteny — wejścia miernika powinien składać się z następujących elementów:

- 50-omowego toru współosiowego (kablowego) — 2 odcinki¹⁾,
 - dwureaktancyjny element dopasowujący.
- W zakresie częstotliwości 30 ÷ 1000 MHz tor anteny składa się z:
- 200 ÷ 300-omowego toru symetrycznego,
 - symetryzatora pomiarowego,

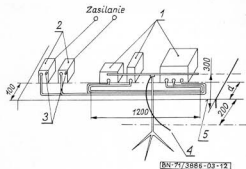


Rys. 11. Układ do pomiaru zakłóceń promieniowanych w zakresie częstotliwości 0,09 ÷ 30 MHz

1 — człon urządzenia badanego; 2 — układy sieci szluczkowych; 3 — oporniki 50-omowe w.c.z.; 4 — kabel współosiowy; 5 — płyta przewodząca o powierzchni większej od 900 cm²; 6 — antena prętowa o długości 1 m; 7 — płyta przewodząca o powierzchni większej od 1,5 m².

Zakresowano tory (przewody) ekranowane. Wymiary podano w mm.

¹⁾ Oddzielone elementem dopasowującym.



Rys. 12. Układ do pomiaru zakłóceń promieniowanych w zakresie częstotliwości 30 ÷ 1000 MHz

1 — człon urządzenia badanego; 2 — układy sieci szluczkowych; 3 — oporniki 50-omowe w.c.z.; 4 — 200 ÷ 300-omowy tor symetryczny; 5 — płyta przewodząca o powierzchni większej od 1,5 m². Dla wszystkich kategorii dla częstotliwości 30 ÷ 50 MHz oraz dla kategorii S dla częstotliwości 30 ÷ 1000 MHz — $d = 300$ mm, dla kategorii A, Z i B dla częstotliwości 50 ÷ 1000 MHz — $d = 100$ mm, tak jak to uwidoczniło na rysunku. Dla urządzeń 1-członowych długość nieekranowanego toru od układu sieci szluczkowej do urządzenia powinna być nie mniejsza od 600 mm.

- 50-omowego toru współosiowego (kablowego)
- 2 odcinki¹⁾,
- dwureaktancyjny element dopasowujący.

Wszystkie elementy powinny charakteryzować się tłumieniem nie większym niż 1 dB, długością elektryczną nie większą niż 1 m. Symetryzator pomiarowy powinien charakteryzować się różnicami napięć w przewodach nie większymi niż 20% przy 10-krotnej rozbieżności impedancji anteny i impedancji charakterystycznej toru symetrycznego.

Współczynnik fali stojącej w układzie nie powinien przekraczać 1,8. Dla sprawdzenia powyższego warunku w zakresie częstotliwości 0,1 ÷ 10 MHz mierzy się impedancję anteny poprzez element dopasowujący i zmierzoną wartość odnosi do impedancji 50 Ω w zakresie wyższych częstotliwości — reflektometrem bezpośrednio wartości współczynnika²⁾.

Jako zmierzony poziom zakłóceń należy brać maksymalny mierzony przy przesuwaniu anteny wzdłuż linii równoległej do tylnej ściany urządzenia.

4.4. Ocena wyników badań. Przyrząd lub urządzenie spełnia wymagania niniejszej normy, jeżeli wszystkie badania wg 4.2 i 4.3 dały wyniki zgodne z wymaganiami zawartymi w rozdz. 3.

²⁾ Również przy doprowadzeniu mocy wysokiej częstotliwości do anteny, przy czym usytuowanie anteny powinno być takie samo jak na rys. 11 i 12 odpowiednio do typu anteny.

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Lotnictwa, Warszawa.

2. Normy związane

PN-71/T-01005 Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Nazwy i określenia

PN-69/T-06450 Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Urządzenia do pomiarów zakłóceń. Ogólne wymagania i badania

3. Normy zagraniczne

USA DO-138 Environmental conditions and test procedures for airborne electronic/electrical equipment and instruments 1968

Wielka Brytania BS 2G-100 Pt II, S.2-1967 General requirements for airborne electronic/electrical equipment and instruments — merytorycznie zgodne w zakresie częstotliwości 0,09 ÷ 1000 MHz.

4. Uwagi do wydania II. Wydanie II bez zmian. Poprawiono oczywiste błędy.