wycof 20 06. 96
N 8/96

UKD 621 397 6 621 396 67

zastąpi PN-T-84712-3 1996

CZĘŚCI URZĄDZEŃ RADIOFONICZNYCH I TELEWIZYJNYCH	NORMA BRANŻOWA **Anteny telewizyjne I, II, III, IV i V zakresu częstotliwości oraz anteny radiofoniczne UKF/FM dla sieci głównych i sieci stacji małej mocy** **Metody badań parametrów elektrycznych**	**BN-84 3235-01/02** Grupa katalogowa 1934

1 WSTĘP

1 1 Przedmiot arkusza normy Przedmiotem arkusza normy są metody badan parametrow elektrycznych nadawczych anten telewizyjnych I, II, III, IV i V zakresu częstotliwosci sieci głownej, nadawczych anten radiofonicznych UKF/FM sieci głownej oraz nadawczych i odbiorczych anten telewizyjnych I, II, III, IV, V zakresu częstotliwosci i radiofonicznych UKF/FM sieci stacji małej mocy

1 2 Program badań

1 2 1 Badania wstępne Przed przystąpieniem do badan elektrycznych po zmontowaniu anteny, zarowno na poligonie pomiarowym jak i w miejscu eksploatacji, nalezy przeprowadzic badania zgodności wykonania z dokumentacją

1 2 2 Zakres badań Kazda wyprodukowana antena powinna zostac poddana kontroli parametrow elektrycznych Kolejnośc i zakres badan anten sieci głównej powinny byc zgodne z tabl 1, a anten sieci stacji małej mocy z tabl 2

Ponadto, kazda antena w trakcie eksploatacji powinna zostac poddana kontrolnym badaniom okresowym, w okresach podanych przez producenta w dokumentacji techniczno-ruchowej anteny, nie rzadziej jednak niz co 3 lata Zakres badan okresowych anten sieci głownej powinien byc zgodny z tabl 1 kol 5, a anten sieci stacji małej mocy z tabl 2 kol 5

Tablica 1 Zakres badań anten sieci głównej

Lp	Badany parametr	Badania produkcyjne		Badania okresowe
		poligon pomiarowy[1])	miejsce eksploatacji	
1	2	3	4	5
1	Dopasowanie na wejściu anteny	+	+	-
2	Dopasowanie na wejsciu toru zasilającego	-	+	+
3	Obciązalnośc	-	+	-
4	Współczynniki pobudzenia	+	+	+
5	Polaryzacja[2])	+	-	-
6	Pozioma charakterystyka promieniowania	+	+	+
7	Pionowa charakterystyka promieniowania	+	+	+
8	Zysk energetyczny	+	+	+

[1]) Dotyczy anten telewizyjnych IV i V zakresu częstotliwości
[2]) Dotyczy anten o polaryzacji kołowej

Tablica 2 Zakres badań anten sieci stacji małej mocy

Lp	Badany parametr	Badania produkcyjne		Badania okresowe
		poligon pomiarowy	miejsce eksploatacji	
1	2	3	4	5
1	Dopasowanie na wejściu anteny	+	-	-
2	Dopasowanie na wejsciu toru zasilającego	+	+	+
3	Obciązalnosc	-	+	-

Zgłoszona przez Instytut Łączności O
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Łączności dnia 27 września 1984 r
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1985 r
(Dz Norm i Miar nr 15/1984 poz 31)

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE ,ALFA 1985 Druk Wyd Norm W wa Ark wyd 2 20 Nakł 1400 + 55 Zam 4426/84 Cena 42 00

cd tabl 2

Lp	Badany parametr	Badania produkcyjne		Badania okresowe
		poligon pomiarowy	miejsce eksploatacji	
1	2	3	4	5
4	Współczynniki pobudzenia[1])	+	+	+
5	Polaryzacja[2])	+	-	-
6	Pozioma charakterystyka promieniowania	+	-	-
7	Pionowa charakterystyka promieniowania	+	-	-
8	Zysk energetyczny	+	-	-
9	Odsprzężenie anteny nadawczej i odbiorczej	-	+	-
10	Tłumienie toru zasilającego	-	+	-
11	Zysk anteny odbiorczej	+	-	-

[1]) Dotyczy anten złożonych tj anten zbudowanych z więcej niż jednej jednostki antenowej
[2]) Dotyczy anten o polaryzacji kołowej

Każda antena po przeprowadzonej modernizacji lub naprawie powinna zostać poddana kontroli parametrów elektrycznych zgodnie z kol 4 tabl 1 lub 2

Każda antena po zmontowaniu w miejscu eksploatacji oraz po przeprowadzonej konserwacji lub naprawie powinna zostać poddana badaniom szczelności

2 BADANIA

2 1 Przyrządy i osprzęt pomiarowy Stosowane do badań przyrządy pomiarowe powinny zapewnić pomiar z dokładnością nie gorszą niż

±0,01 Γ w przypadku pomiaru współczynnika odbicia Γ,

±5% wartości mierzonej w przypadku pomiaru napięcia lub stosunku napięć,

±1° w przypadku pomiaru przesunięcia fazowego

Własny współczynnik odbicia elementów osprzętu pomiarowego w postaci obciążalników bezodbiciowych, przejść pomiarowych itp nie powinien przekraczać wartości 0,003 dla elementów pracujących w I—III zakresie częstotliwości i 0,01 dla elementów IV i V zakresu częstotliwości

2 2 Poligon pomiarowy Teren wybrany na poligon pomiarowy powinien być płaski i wolny od przeszkód terenowych mogących powodować błąd pomiaru Poligon pomiarowy powinien zapewniać dokładność pomiaru charakterystyki promieniowania równą 0,5 dB Poligon pomiarowy powinien być co najmniej obszarem w kształcie elipsy (rys 1), w której ogniskach umieszcza się antenę badaną i pomocniczą, a której połosie wyznacza się z zależności

$$a = \frac{1}{2}R_o \qquad b = \frac{1}{2}\sqrt{R_o^2 - R_b^2} \tag{1}$$

w której

R_b — długość drogi fali bezpośredniej,

R_o — długość drogi fali odbitej od przeszkody

Wyznaczenie R_b Minimalną długość drogi bezpośredniej wyznacza się z zależności

$$R_b \geqslant \frac{2L^2}{\lambda} \tag{2}$$

w której

L — największy wymiar badanej anteny,

λ — długość fali odpowiadająca częstotliwości pomiarowej,

lub z zależności uproszczonych w następujących przypadkach

a) przy rezygnacji z pomiaru argumentu charakterystyki promieniowania

$$R_b \geqslant \frac{L^2}{\lambda} \tag{3}$$

b) przy pomiarach anten o małej kierunkowości (mniejszej niż 3 dB w stosunku do dipola półfalowego)

$$R_b = \lambda \qquad \text{dla } L \leqslant \frac{\lambda}{2} \tag{4}$$

$$R_b = 2\lambda \qquad \text{dla } \frac{\lambda}{2} < L \leqslant \lambda \tag{5}$$

Wyznaczenie R_o[1]) Długość drogi fali odbitej R_o wyznacza się po określeniu R_b z zależności

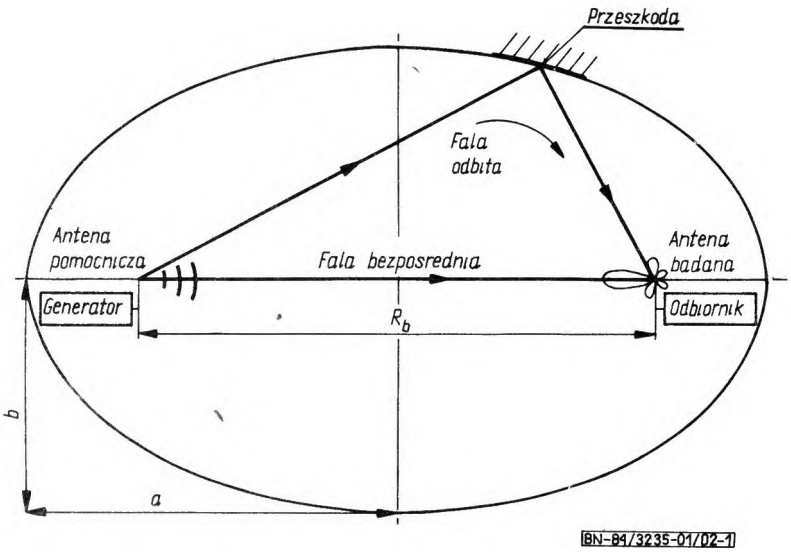
$$\lg\left(\frac{R_o}{R_b}\right) = 1{,}25 \tag{6}$$

Obszar poligonu pomiarowego powinien być całkowicie wolny od zakłóceń szerokopasmowych i możliwie wolny od zakłóceń selektywnych W przypadku zakłóceń selektywnych należy unikać tych częstotliwości, na których możliwy jest ich wpływ na dokładność pomiaru Każdorazowe pomiary na poligonie pomiarowym powinny być poprzedzone pomiarami zakłóceń elektrycznych na jego obszarze Sygnał zakłócający powinien być co najmniej o 50 dB mniejszy od sygnału pomiarowego przychodzącego od anteny badanej

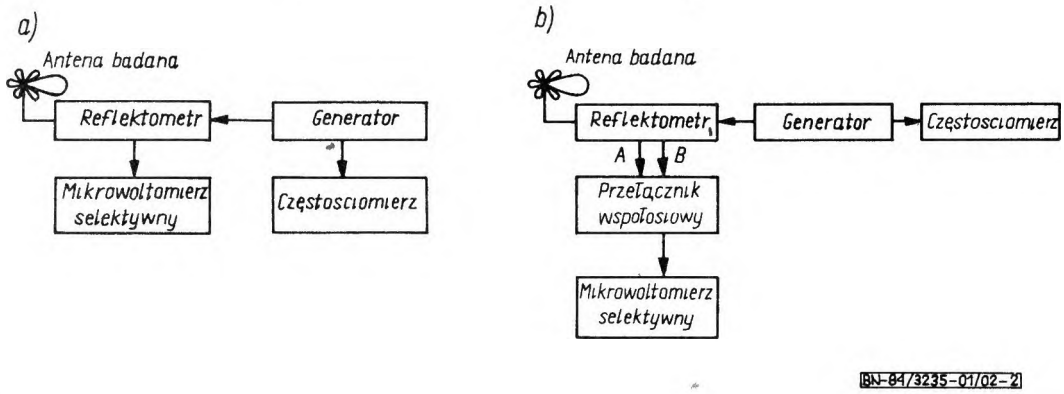
2 3 Badania na poligonie pomiarowym

2 3 1 Pomiar współczynnika odbicia należy przeprowadzić w układzie składającym się z generatora, reflektometru i mikrowoltomierza selektywnego (rys 2) lub z zastosowaniem woltomierza wektorowego mającego wejście synchronizujące (rys 3)[2])

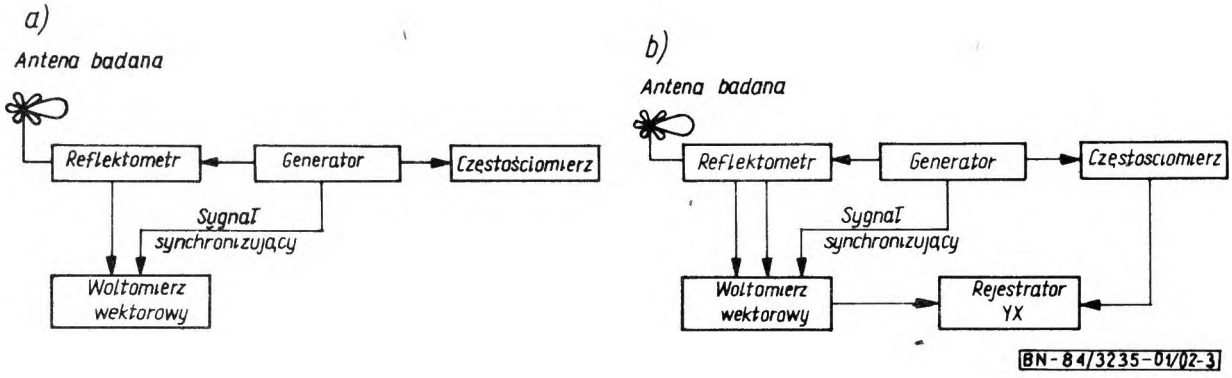
[1]) Patrz Informacje dodatkowe p 5
[2]) Patrz Informacje dodatkowe p 6



Rys 1 Droga fali bezpośredniej i odbitej od przeszkody znajdującej się na skraju poligonu pomiarowego



Rys 2 Układ do pomiaru współczynnika odbicia z zastosowaniem mikrowoltomierza selektywnego oraz a) reflektometru przełączanego b) reflektometru dwuwyjściowego



Rys 3 Układ do pomiaru współczynnika odbicia z zastosowaniem woltomierza wektorowego oraz a) reflektometru przełączanego b) reflektometru dwuwyjściowego

Przy pomiarze dopasowania na wejściu anteny reflektometr powinien być dołączony bezpośrednio lub za pomocą przejścia pomiarowego do wejścia anteny

W przypadku gdy mikrowoltomierz selektywny nie zapewnia wystarczającej dokładności określenia stosunku napięcia fali odbitej do padającej, należy w układzie zastosować dodatkowy tłumik regulowany, z którego należy wykonywać odczyty, a mikrowoltomierz wykorzystywać jako wskaźnik stałej wartości

W układzie pomiarowym z zastosowaniem woltomierza wektorowego zaleca się stosowanie reflektometru z oddzielnymi wyjściami z obu sprzęgaczy (rys 3b) Pozwala to na bezpośredni odczyt wartości współczynnika odbicia oraz stosowanie rejestracji wyników

W przypadku zastosowania w układzie pomiarowym reflektometru dwuwyjściowego, kable pomiarowe *A* i *B* (rys 2 b) i 3 b) powinny być zrównoważone i dopasowane tak, aby zamiana ich miejscami nie wpływała na wynik pomiaru

Pomiar współczynnika odbicia należy przeprowadzić dla następujących częstotliwości pomiarowych

a) anteny telewizyjne I—V zakresu — w każdym kanale roboczym na częstotliwości nośnej fonii, środkowej kanału, nośnej wizji oraz podnośnej koloru,

b) anteny radiofoniczne UKF/FM — w całym zakresie roboczym co 1 MHz

2 3 2 Współczynniki pobudzenia

2 3 2 1 Pomiar współczynników pobudzenia W celu wyznaczenia współczynników pobudzenia należy zmierzyć wielkość proporcjonalną do amplitudy prądu dopływającego do jednostki antenowej oraz jego fazę w dowolnym układzie odniesienia Zaleca się za jednostkę odniesienia przyjmować jednostkę najniższego poziomu anteny leżącą najbliżej kierunku północnego oraz stosować numerację jednostek antenowych, zgodną z ruchem wskazówek zegara patrząc z góry anteny

Pomiar współczynników pobudzenia należy przeprowadzić w układzie z zastosowaniem *Z-G* diagrafu lub woltomierza wektorowego

Pomiar w układzie z zastosowaniem *Z-G* diagrafu (rys 4) należy wykonać w sposób następujący

— dołączyć do sondy jednostki odniesienia kabel pomiarowy,

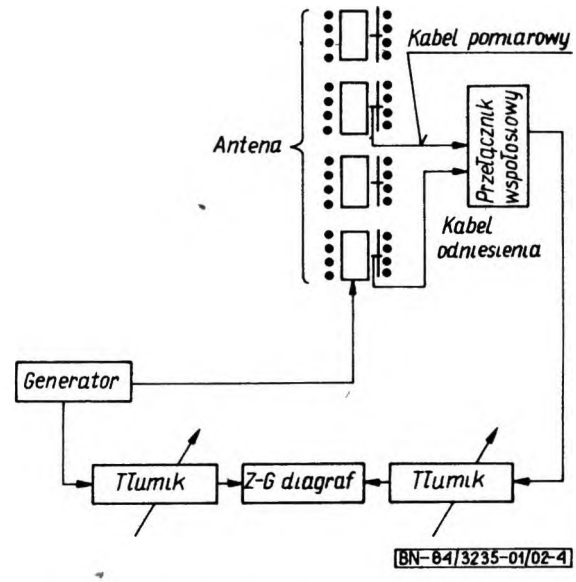
— wielkość tłumienia obu tłumików ustawić tak, aby wychylenie plamki świetlnej i położenie wskaźnika poziomu *Z-G* diagrafu stanowiło około $^3/_4$ maksymalnego wychylenia,

— odczytać wartość modułu i fazy,

— dołączyć do sondy jednostki odniesienia kabel odniesienia i odczytać wartość modułu i fazy, kabel odniesienia pozostawić do końca pomiarów dołączony do jednostki odniesienia,

— przyłączyć kabel pomiarowy do kolejnych jednostek antenowych i odczytywać moduł i fazę współczynnika pobudzenia, poprzedzając każdy odczyt pomiarem współczynnika jednostki odniesienia

W czasie trwania pomiarów należy kontrolować poziom sygnału zasilającego antenę, w czasie pomiaru każdej pary jednostek antenowych (odniesienia i mierzonej) nie powinien on ulegać zmianie



Rys 4 Układ do pomiaru współczynników pobudzenia jednostek antenowych z wykorzystywaniem *Z-G* diagrafu

W wyniku powyższego postępowania uzyskuje się dla każdej jednostki antenowej parę zespolonych współczynników pobudzenia

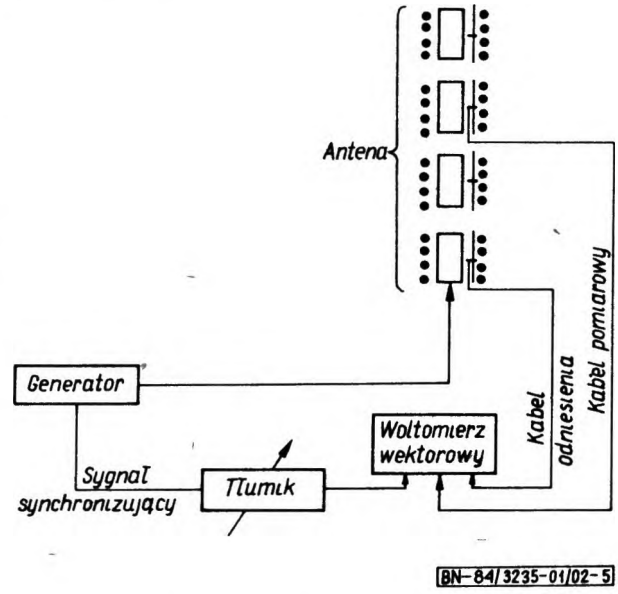
Pomiar w układzie z zastosowaniem woltomierza wektorowego (rys 5) należy wykonać w sposób następujący

— dołączyć kabel odniesienia do jednostki odniesienia, a kabel pomiarowy do dowolnej jednostki antenowej,

— ustawić wielkość tłumienia tłumików tak, aby stosunek modułów wynosił około 0,75,

— odczytać stosunek modułów i różnicę faz,

— przyłączać kabel pomiarowy do kolejnych jednostek antenowych i odczytywać stosunek modułu i różnicę faz



Rys 5 Układ do pomiaru współczynników pobudzenia jednostek antenowych z wykorzystaniem woltomierza wektorowego

W celu wyeliminowania błędu pomiaru, wynikającego z roznicy długosci kabli odniesienia i pomiarowego, nalezy dla dowolnej pary jednostek antenowych wykonac pomiar powtornie, zamieniając kabel odniesienia z kablem pomiarowym, a otrzymaną roznicę wynikow nalezy uwzględnic w pozostałych wynikach pomiarów

W celu porownania z wartosciami pomiarowymi, wyniki pomiarow nalezy przeliczyc (unormować) w stosunku do współczynnika pobudzenia jednostki odniesienia, przyjmując dla niej moduł współczynnika pobudzenia rowny 1, a fazę rowną 0° W przypadku gdy sondy nie są jednakowe, zmierzone współczynniki pobudzenia nalezy skorygowac o zespolone współczynniki korekcyjne sond jednostek antenowych wg BN-80/3235-01/00 p 2 6

Dopuszczalna odchyłka wartosci zmierzonej (po przeliczeniu i skorygowaniu) od projektowej nie powinna przekraczac

±15% dla modułu współczynnika pobudzenia,

±15° dla fazy współczynnika pobudzenia

W przypadku anteny dzielonej, pomiar współczynnikow pobudzenia nalezy przeprowadzic dla całej anteny dwukrotnie za pierwszym razem przyjmując za jednostkę odniesienia jednostkę najnizszego piętra anteny, za drugim — jednostkę najnizszego piętra połowki anteny Oba cykle pomiarow powinny byc przeprowadzone dla tej samej częstotliwosci

Pomiary współczynnikow pobudzenia nalezy przeprowadzic dla następujących częstotliwosci pomiarowych

a) anteny telewizyjne I, II, III zakresu — częstotliwosc nosna wizji kazdego kanału oraz częstotliwosc nośna wizji i podnosna koloru przewidywanego kanału roboczego,

b) anteny telewizyjne IV i V zakresu — 470, 530, 630, 70 i 790 MHz oraz częstotliwosc nosna wizji i podnosna koloru przewidywanych kanałow roboczych,

c) anteny radiofoniczne UKF/FM — częstotliwosc srodkowa zakresu roboczego oraz przewidywana częstotliwosc robocza

2 3 2 2 Określenie charakterystyki promieniowania[1]) metodą współczynnikow pobudzenia polega na

a) okresleniu rzeczywistego rozmieszczenia jednostek antenowych czyli geometrii anteny,

b) pomiarze współczynnikow pobudzenia,

c) numerycznym obliczaniu charakterystyki promieniowania i kierunkowosci anteny wg danych poz a) i b),

Do obliczen konieczna jest znajomosc zespolonej charakterystyki promieniowania jednostek antenowych zastosowanych w antenie dla tych częstotliwosci, dla ktorych ma byc okreslona charakterystyka anteny

2 3 2 3 Określenie geometrii anteny W celu okreslenia geometrii anteny regulowanej, tj takiej anteny, ktorej jednostki antenowe grupowane są w poziomach o jednakowej liczbie jednostek jednorazowo usytuowanych względem osi masztu, nalezy wyznaczyc położenie jednostek antenowych w jednym poziomie oraz odległosci pomiędzy poziomami

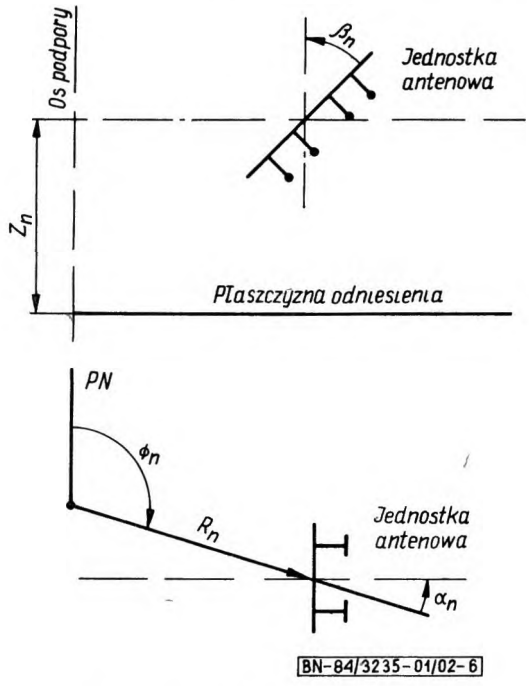
W celu okreslenia geometrii anteny nieregulowanej nalezy wyznaczyc położenie wszystkich jednostek antenowych w antenie

Położenie jednostki antenowej w antenie nalezy wyznaczyc przez pomiar współrzędnych R_n, Φ_n, Z_n, α_n i β_n (rys 6) gdzie

R_n, Φ_n, Z_n — wyznaczają położenie srodka jednostki antenowej w walcowym układzie współrzędnych o osi pokrywającej się z osią podpory, względem dowolnie przyjętej poziomej płaszczyzny odniesienia i kierunkiem północnym,

α_n — odchylenie normalnej do płaszczyzny ekranu od płaszczyzny wyznaczonej przez środek ekranu i os podpory, mierzone od płaszczyzny przechodzącej przez srodek ekranu w kierunku przeciwnym do ruchu wskazowek zegara,

β_n — odchylenie płyszczyzny ekranu od osi podpory, mierzone w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara



Rys 6 Współrzędne jednostki antenowej

2 3 2 4 Pomiary współczynników pobudzenia nalezy wykonac zgodnie z 2 3 2 1 Jako grupa danych (zbior liczb) do obliczen charakterystyki promieniowania, zmierzone współczynniki pobudzenia nie wymagają przeliczenia (normowania) w stosunku do jednostki odniesienia

2 3 2 5 Obliczanie charakterystyki promieniowania nalezy przeprowadzic z zastosowaniem elektronicznej techniki obliczeniowej wykorzystując istniejące programy (np Rapat) lub stosując nowe

2 3 3 Pomiar polaryzacji Miarą rodzaju polaryzacji anteny jest współczynnik osiowy r obliczony wg wzoru

[1]) Patrz Informacje dodatkowe p 7

$$r = \sqrt{\frac{P_{max}}{P_{min}}} \qquad (7)$$

w ktorym P_{max} i P_{min} maksymalna i minimalna moc odbierana przez liniowo spolaryzowaną antenę pomocniczą, umieszczoną w polu dalekim anteny badanej Dla anten spolaryzowanych kołowo wartosc r nie powinną przekraczac 1,4

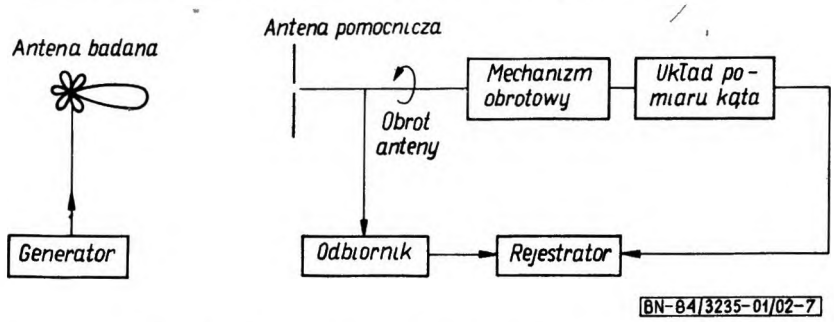
Współczynnik osiowy anteny spolaryzowanej kołowo nalezy wyznaczyc przez pomiar napięcia indukowanego w antenie pomocniczej w funkcji kąta jej obrotu (rys 7)

Zakres kąta obrotu powinien byc $\geqslant \pi$, co pozwala na okreslenie w kazdym przypadku maksymalnego i minimalnego napięcia indukowanego w antenie pomocniczej Stosunek tych napięc jest współczynnikiem osiowym r

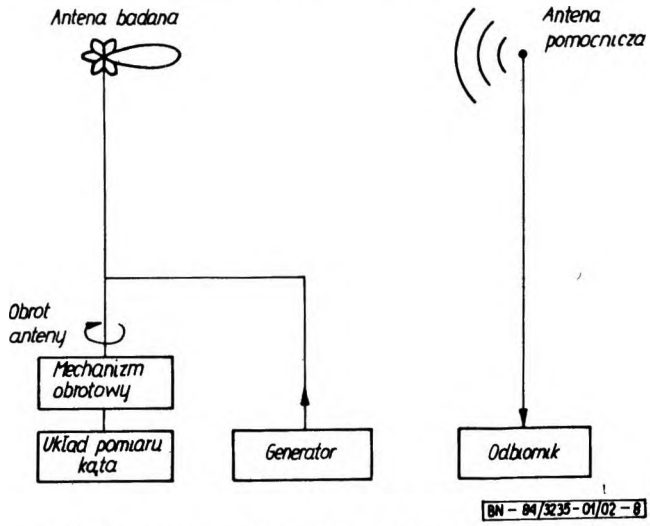
W przypadku anten kierunkowych pomiar nalezy przeprowadzic na kierunku maksymalnej kierunkowosci anteny badanej

Pomiar polaryzacji nalezy przeprowadzic przy częstotliwosci srodkowej zakresu roboczego

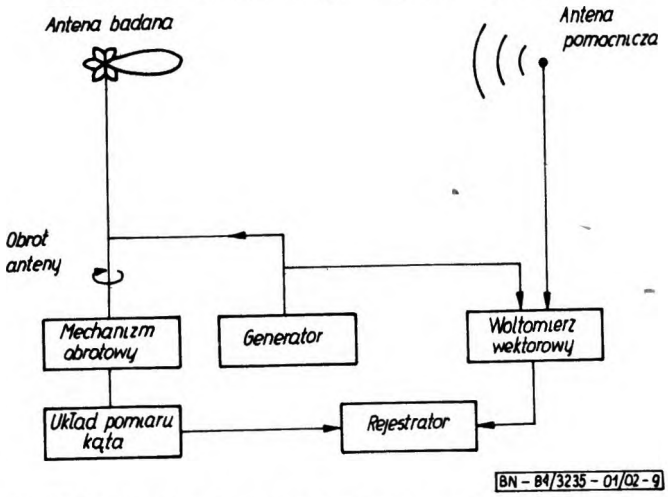
2 3 4 Pomiar poziomej charakterystyki promieniowania nalezy przeprowadzic przez pomiar napięcia indukowanego w antenie pomocniczej w funkcji kąta obrotu anteny badanej w układzie przedstawionym na rys 8 lub rownowaznym, bardziej zautomatyzowanym przedstawionym na rys 9



Rys 7 Układ do wyznaczania współczynnika osiowego anteny spolaryzowanej kołowo



Rys 8 Układ do pomiaru poziomej charakterystyki anteny



Rys 9 Układ do automatycznego pomiaru poziomej charakterystyki anteny

Odchylenie osi obrotu anteny od pionu nie może przekraczac 0,2° Konstrukcja obrotowa powinna pozwalac na pełny obrot anteny z mozliwoscią odczytu kąta z dokładnoscią ±0,2°

Minimalną odległosc między anteną badaną i anteną pomocniczą, odpowiadającą długosci drogi fali bezposredniej R_b nalezy wyznaczyc wg wzoru (2), (3), (4) lub (5)

Antena pomocnicza powinna byc umieszczona w poblizu maksimum rozkładu natężenia pola w miejscu odbioru Wysokosc umieszczenia anteny pomocniczej nalezy dla kazdej częstotliwosci pomiarowej wyznaczyc doswiadczalnie

Minimalna wysokosc anteny badanej nad ziemią powinna wynosic 5 długosci fali pomiarowej

Pomiar poziomej charakterystyki promieniowania anteny nalezy przeprowadzic dla następujących częstotliwosci pomiarowych

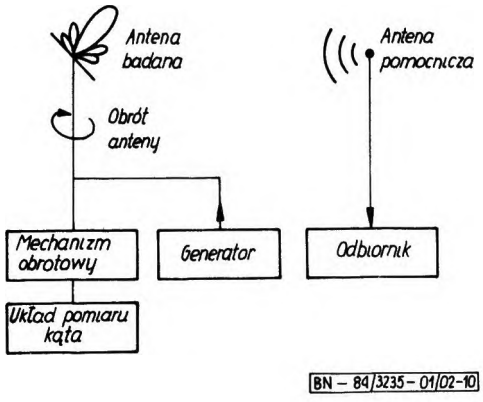
a) anteny telewizyjne I, II, III zakresu — częstotliwosc nosna wizji kazdego kanału oraz częstotliwosc podnosna koloru przewidywanych kanałow roboczych

b) anteny telewizyjne IV i V zakresu — 470, 530, 630, 700 i 790 MHz oraz częstotliwosc nosna wizji i podnosna koloru przewidywanych kanałow roboczych,

c) anteny radiofoniczne UKF/FM — częstotliwosc srodkowa zakresu roboczego oraz przewidywane częstotliwosci robocze

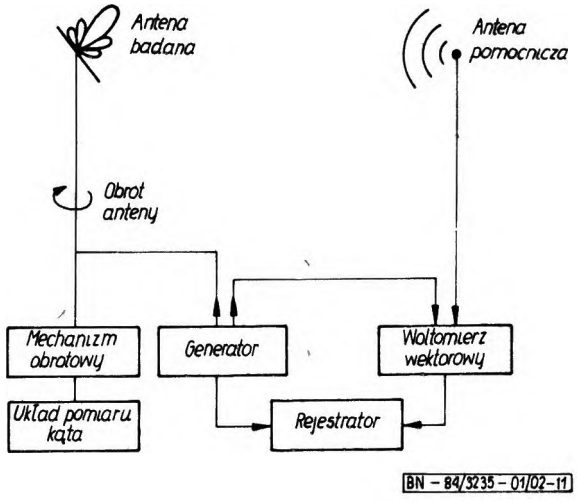
Wyniki pomiarow poziomej charakterystyki promieniowania anteny powinny byc przedstawione w postaci wykresow Na wykresie charakterystyki promieniowania anteny nalezy zaznaczyc jej zorientowanie w stosunku do kierunku północ

2 3 5 Pomiar pionowej charakterystyki promieniowania nalezy przeprowadzic przez pomiar napięcia indukowanego w antenie pomocniczej w funkcji kąta obrotu wokoł pionowej osi anteny badanej, usytuowanej poziomo w układzie przedstawionym na rys 10 lub 11[1])



Rys 10 Układ do pomiaru pionowej charakterystyki promieniowania

[1]) Patrz Informacje dodatkowe p 8



Rys 11 Układ do automatycznego pomiaru pionowej charakterystyki promieniowania

Odchylenie osi obrotu od pionu nie powinno przekraczac wartosci 2° Wysokosc umieszczenia anteny nad ziemią nie powinna byc mniejsza niz 4,5 m

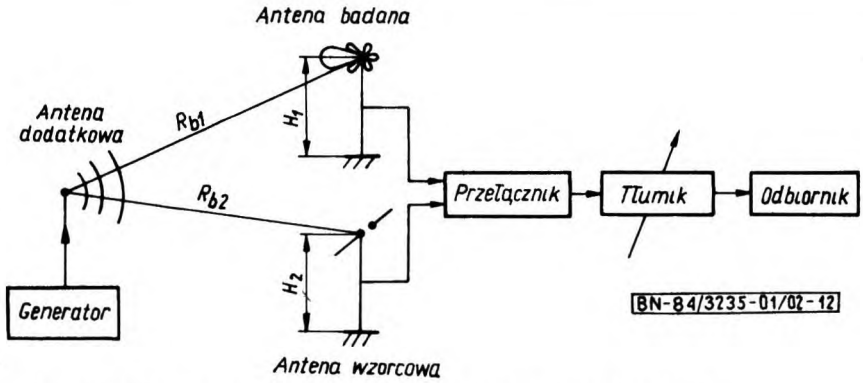
Pomiar pionowej charakterystyki promieniowania anteny dookolnej nalezy przeprowadzic dla azymutu 0°, 90°, 180°, 270°, a anteny kierunkowej na kierunkach osi wiązki głównej i kąta połowy mocy charakterystyki poziomej Pomiar nalezy przeprowadzic w pełnym zakresie kąta θ od 0° do 180° co 1° Dla anten o szerokosci wiązki głownej mniejszej niz 5° pomiary w obszarze wiązki głownej i wiązek bocznych nalezy przeprowadzic co 0,1° Wyniki pomiarow nalezy przedstawic w postaci wykresow

Częstotliwosci pomiarowe — jak w 2 3 4

2 3 6 Pomiar zysku energetycznego anteny nalezy przeprowadzic metodą podstawienia Polega ona na pomiarze i okresleniu stosunku maksymalnych wartosci mocy odbieranych przez antenę wzorcową i antenę badaną, znajdujące się w tym samym polu dalekim dodatkowego zrodła pola elektromagnetycznego Układ pomiarowy przedstawia rys 12

Antenę wzorcową i badaną nalezy umiescic na tej samej wysokosci $H_1 = H_2$ i w tej samej odległosci od zrodła pola elektromagnetycznego $R_{b1} = R_{b2}$ Wartosc charakterystyki anteny dodatkowej na kierunku R_{b1} nie powinna się roznic od wartosci charakterystyki na kierunku R_{b2} o więcej niz 0,5 dB

Impedancja znamionowa anteny wzorcowej musi być rowna impedancji znamionowej anteny badanej Współczynnik odbicia anteny wzorcowej nie powinien przekraczac wartosci 0,1 Tory przesyłowe sygnału od wejscia anteny do odbiornika powinny byc dopasowane ze współczynnikiem odbicia nie większym niz 0,1



Rys 12 Układ do pomiaru zysku energetycznego metodą podstawienia

Zysk G anteny badanej, w dB, względem anteny wzorcowej należy wyznaczyć z zależności

$$G = 20 \lg\left(\frac{U_o}{U_w}\right) \quad (8)$$

w której

U_o — napięcie indukowane w antenie badanej,

U_w — napięcie indukowane w antenie wzorcowej

W przypadku gdy tłumienia torów od wejścia anteny do wyjścia przełącznika nie są jednakowe, zmierzoną różnicę należy uwzględnić w postaci poprawki do wyznaczonej wartości zysku wg wzoru

$$G = G \pm T \quad (9)$$

w którym

T — różnica tłumienia torów, dB,

+ — gdy tłumienie toru od anteny budowanej jest większe od tłumienia toru od anteny wzorcowej do wyjścia przełącznika,

- — gdy jest odwrotnie

Pomiar zysku energetycznego anteny należy przeprowadzić dla częstotliwości wg 2 3 4

2 3 7 Pomiar zysku odbiorczej anteny stacji małej mocy należy przeprowadzić wg 2 3 6

Pomiar zysku odbiorczej anteny stacji małej mocy należy przeprowadzić dla częstotliwości

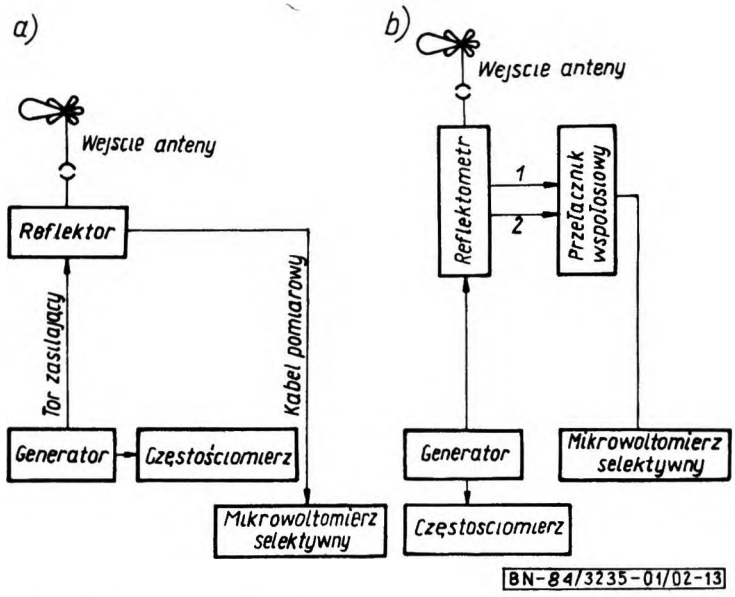
a) anteny telewizyjne — środkowej częstotliwości kanału roboczego,

b) anteny radiofoniczne — dolnej, górnej i środkowej częstotliwości zakresu roboczego

2 4 Badanie w miejscu eksploatacji

2 4 1 Pomiar warunków dopasowania Pomiar współczynnika odbicia na wejściu toru zasilającego należy przeprowadzić wg 2 3 1

Pomiar współczynnika odbicia na wejściu anteny należy przeprowadzić w układzie przedstawionym na rys 13 Do połączenia generatora z reflektometrem dołączonym bezpośrednio lub przez przejście pomiarowe do wejścia anteny można wykorzystać tor zasilający, a jako połączenie wyjścia reflektometru (rys 13 a) lub przełącznika (rys 13 b) z mikrowoltomierzem selektywnym, współosiowy kabel pomiarowy stanowiący zgodnie z BN-80/3235-01/00 p 2 6 dodatkowe wyposażenie anteny



Rys 13 Układ do pomiaru współczynnika odbicia na wejściu anteny w miejscu eksploatacji a) z wykorzystaniem reflektometru przełączanego b) z wykorzystaniem reflektometru dwuwyjściowego

W przypadku koniecznosci stosowania przełącznika wspołosiowego kable łączące wyjscia sprzęgaczy reflektometru z wejsciami przełącznika *1* i *2* powinny być zrownowazone i dopasowane tak, aby zamiana ich miejscami nie wpływała na wynik pomiaru

Mikrowoltomierz selektywny musi byc odporny na zewnętrzne pola zakłocające, jego selektywnośc przy duzych odstrojeniach od częstotliwości pomiarowej powinna być większa niz 60 dB

W miejsce mikrowoltomierza selektywnego mozna zastosowac woltomierz wektorowy wyposazony w wejście synchronizujące

Częstotliwosci pomiarowe — wg 2 3 1

2 4 2 Sprawdzenie obciązalności nalezy przeprowadzic w sposob następujący

— zmierzyc współczynnik odbicia na wejściu toru zasilającego,

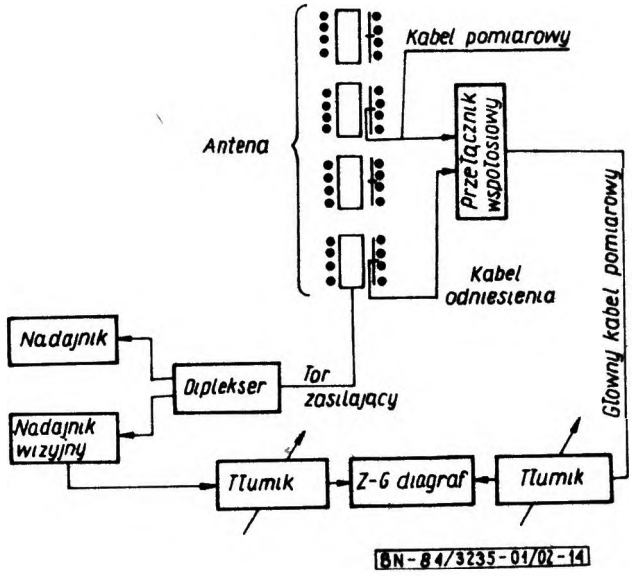
— doprowadzic do anteny na 24 h mocy znamionową okresloną w dokumentacji producenta,

— po upływie okresu próby zmierzyc ponownie współczynnik odbicia na wejściu toru zasilającego i wykonac przegląd całej anteny

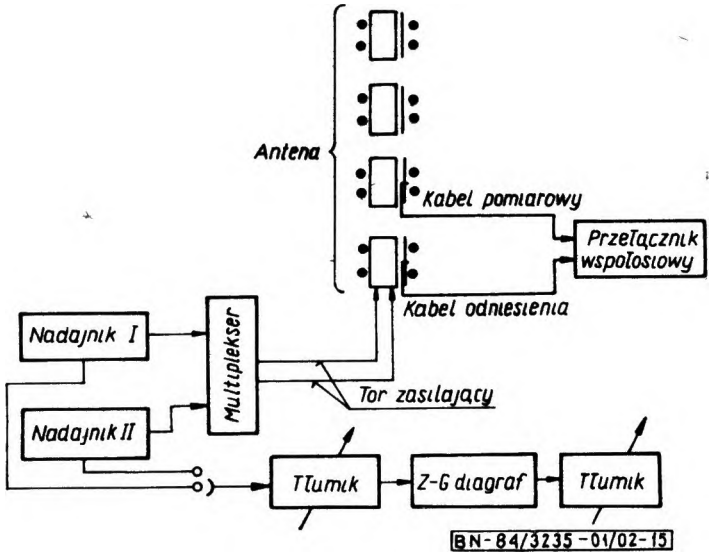
Pomiary współczynnika odbicia przed i po probie nalezy przeprowadzic w tym samym układzie pomiarowym dla częstotliwości pomiarowych wg 2 3 1

Jeśli zmierzony po próbie współczynnik odbicia na wejściu toru zasilającego nie rózni się od współczynnika zmierzonego przed probą i, w wyniku oględzin anteny, nie stwierdzono nadmiernego nagrzania elementów i połączeń w antenie, antenę nalezy uznać za zdolną do przenoszenia ządanej mocy

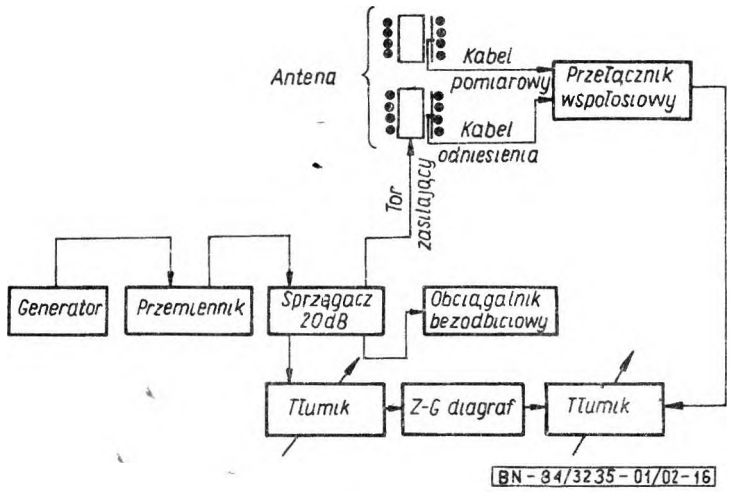
2 4 3 Pomiar współczynników pobudzenia nalezy przeprowadzic z wykorzystaniem *Z-G* diagrafu zgodnie z 2 3 2 i wg rys 14, 15 lub 16



Rys 14 Układ do pomiaru współczynników pobudzenia niedzielonych anten telewizyjnych i radiofonicznych sieci głównej w miejscu eksploatacji



Rys 15 Układ do pomiarów współczynników pobudzenia dwudzielnych anten telewizyjnych i radiofonicznych sieci głównej w miejscu eksploatacji



Rys 16 Układ do pomiaru współczynników pobudzenia anten telewizyjnych i radiofonicznych sieci stacji małej mocy

Nadajnik powinien pracować z obniżonym poziomem mocy (3 — 5 kW) przy minimalnym poziomie głębokości modulacji Po ustaleniu położenia odpowiednich wskaźników mocy wyjściowej nadajnika lub stopnia wyjściowego w przemienniku, należy kontrolować ich wskazania tak, aby w czasie przeprowadzania pomiaru pary jednostek antenowych, nie zmieniał się poziom mocy zasilającej badaną antenę W czasie odczytu wyników pomiarów osoba przełączająca kabel pomiarowy nie może znajdować się w bezpośredniej bliskości badanej jednostki antenowej

Pomiar współczynników pobudzenia anteny w miejscu eksploatacji należy przeprowadzić dla częstotliwości nośnej wizji nadajnika lub przemiennika współpracującego z anteną, w przypadku anten dzielonych, dla częstotliwości roboczej jednego z nadajników

2 4 4 Pomiary charakterystyk promieniowania

2 4 4 1 Ogólne warunki pomiaru Pomiary charakterystyki promieniowania anten sieci głównych w miejscu eksploatacji należy wykonywać przy użyciu śmigłowca jako nośnika aparatury pomiarowej Pomiar charakterystyki promieniowania polega na pomiarze napięcia indukowanego w antenie pomiarowej umieszczonej na śmigłowcu i rejestrowaniu go w funkcji parametrów lotu, takich jak wysokość, odległość śmigłowca od osi pionowej masztu oraz kąt azymutu

Lot śmigłowca powinien odbywać się w odległości R od osi pionowej masztu zawartej między następującymi wartościami

$$R_{min} \geqslant \frac{2L^2}{\lambda} \qquad (10)$$

gdzie

L — największy z liniowych wymiarów anteny,

λ — długość fali odpowiadająca częstotliwości pomiarowej,

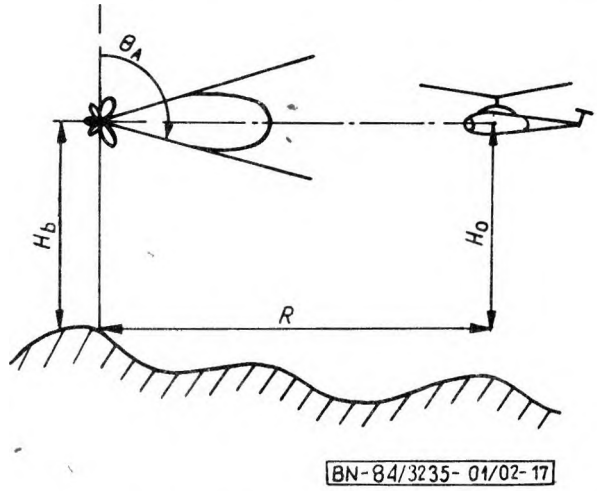
oraz

$$R_{max} \leqslant \frac{2H_b}{\sin(\theta_A - 90°)} \qquad (11)$$

gdzie

H_b — odległość środkowa anteny badanej od podstawy masztu,

θ_A — kąt, dla którego promieniowanie anteny jest mniejsze o co najmniej 15 dB od wartości promieniowania maksymalnego (rys 17)



Rys 17 Określenie danych do wyznaczenia R_{max}

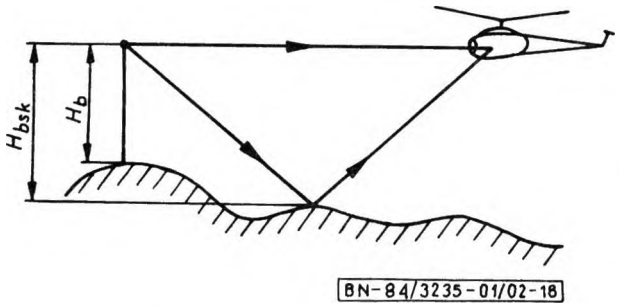
2 4 4 2 Pozioma charakterystyka promieniowania Dla anten, dla których spełniony jest warunek

$$H_{bsk} \geqslant \frac{L^2 \sin(\theta_A - 90°)}{\lambda} \qquad (12)$$

w którym H_{bsk} — wysokość zawieszenia środka anteny nad przewidywanym punktem odbicia promieniowania elektromagnetycznego (rys 18),

pozostałe oznaczenia jak we wzorze (10) i (11),

pomiar poziomej charakterystyki promieniowania należy przeprowadzić w lotach po okręgu na wysokości H_0 odpowiadającej maksimum wiązki głównej pionowej charakterystyki promieniowania (rys 19)



Rys 18 Oznaczenie wysokości skutecznej anteny H_{bsk}

Dla anten, dla których warunek (12) nie jest spełniony, pomiar poziomej charakterystyki promieniowania należy przeprowadzić w lotach promieniowych po prostych dla azymutów Φ_n od 0° do 360° co 10° Nachylenie toru lotu pomiarowego powinno odpowiadać osi wiązki głównej pionowej charakterystyki promieniowania (rys 20)

Zmierzoną wartość natężenia pola należy następnie odnieść do wspólnej odległości R

Poziomą charakterystykę promieniowania należy wyznaczyć z zależności

$$E(\Phi) = U(\Phi) - U_0 \tag{13}$$

w której

$U(\Phi)$ — skorygowane napięcie na wyjściu anteny pomiarowej $U(\Phi) = U_p(\Phi) + E_F(\Phi)$

gdzie

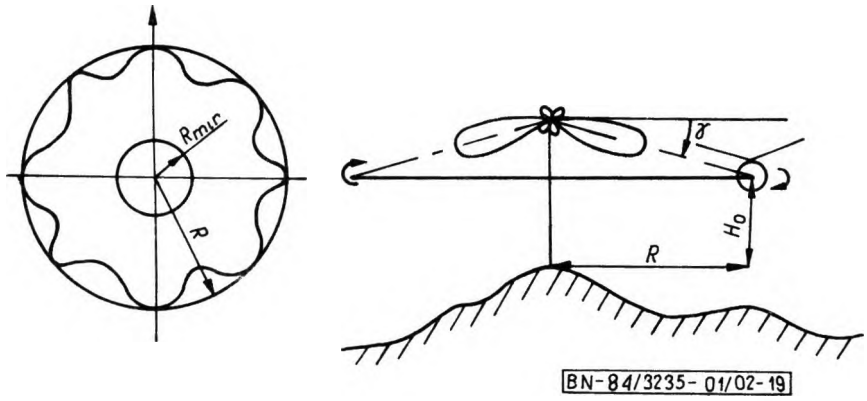
$U_p(\Phi)$ — napięcie na wyjściu anteny pomiarowej w funkcji kąta azymutu, dB,

$E_F(\Phi)$ — poprawka wynikająca z kształtu charakterystyki promieniowania anteny pomiarowej na śmigłowcu, dB,

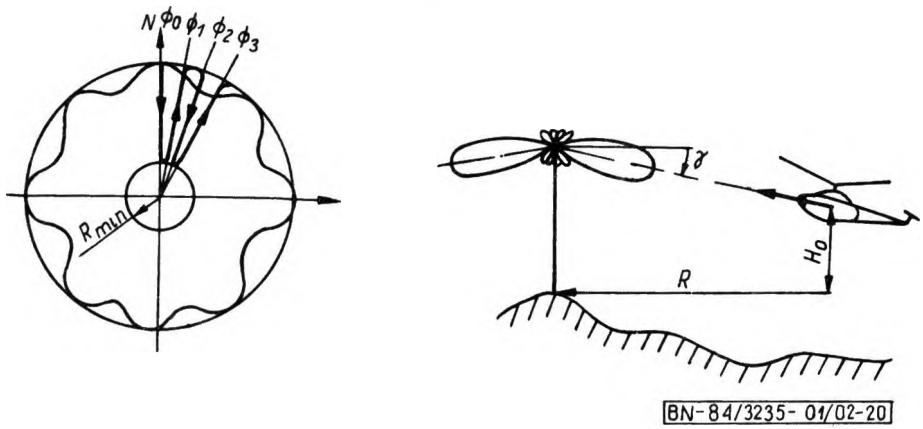
$$U_0 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} U(\Phi_i)$$

gdzie $U(\Phi_i)$ — skorygowane napięcie na wyjściu anteny pomiarowej dla N kierunków Φ_i w zakresie od 0 do 360°

Podczas pomiarów natężenia pola na śmigłowcu należy zapewnić stały poziom mocy doprowadzonej do anteny badanej



Rys 19 Tor lotu pomiarowego podczas pomiaru poziomej charakterystyki promieniowania w lotach po okręgu (γ — pochylenie osi wiązki głównej)



Rys 20 Tory lotów pomiarowych podczas pomiaru poziomej charakterystyki promieniowania w lotach promieniowych (γ — pochylenie osi wiązki głównej)

Pomiary poziomej charakterystyki promieniowania należy przeprowadzić dla następujących częstotliwości

a) anteny telewizyjne — dla częstotliwości nośnej sygnału wizji każdego kanału roboczego,

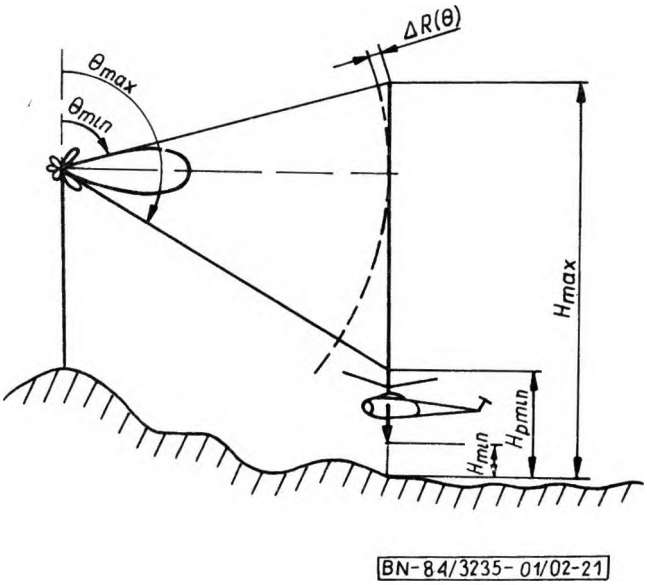
b) anteny radiofoniczne — dla częstotliwości roboczej

2 4 4 3 Pionowa charakterystyka promieniowania Pomiar pionowej charakterystyki promieniowania należy przeprowadzić w pionowych lotach wznoszących lub opadających (rys 21) na następujących kątach azymutu

0°, 90°, 180° i 270° — dla anteny dookólnej

lub kierunkach

osi wiązki głównej i kąta połowy mocy poziomej charakterystyki promieniowania — dla anteny kierunkowej



Rys 21 Tor lotu pomiarowego podczas pomiaru pionowej charakterystyki promieniowania anteny

H_{max} — wysokość odpowiadająca minimalnemu kątowi zakresu mierzonego θ_{min} H_{min} — wysokość uzależniona od wielkości przeszkód terenowych H_{pmin} — wysokość odpowiadająca maksymalnemu kątowi zakresu mierzonego θ_{max}

Pomiar charakterystyki pionowej powinien być przeprowadzony w zakresie kątów θ obejmujących wiązkę główną i zakres kątowy ewentualnego wypełnienia miejsc zerowych

Pionową charakterystykę promieniowania należy wyznaczyć z zależności

$$E(\theta) = U(\theta) + E_R(\theta) + E_F(\theta) - U_{max} \qquad (14)$$

w której

$U(\theta)$ — napięcie na wyjściu anteny pomiarowej w funkcji kąta θ, dB,

$E_R(\theta) = 20 \lg \frac{R \pm \Delta R(\theta)}{R}$ — poprawka wynikająca z odchyłki toru lotu pomiarowego od odcinka okręgu (rys 21),

$E_F(\theta)$ — poprawka wynikająca z kształtu charakterystyki promieniowania anteny pomiarowej w obecności śmigłowca, dB,

U_{max} — napięcie na wyjściu anteny pomiarowej dla kierunku osi wiązki głównej, dB

Podczas przeprowadzania pomiarów należy zapewnić stały poziom mocy doprowadzonej do anteny badanej

Częstotliwości pomiarowe wg 2 4 2

2 4 5 Pomiar zysku energetycznego należy przeprowadzić metodą podstawienia przy użyciu śmigłowca jako nośnika aparatury pomiarowej (rys 22) Antena wzorcowa o znanym zysku powinna być umieszczona nad lub pod anteną badaną

Wejściowy współczynnik odbicia anteny wzorcowej nie powinien przekraczać wartości 0,2

Dopuszczalną różnicę odległości środków anteny wzorcowej i anteny badanej ΔH wyraża zależność

$$\Delta H \leqslant 0{,}01R \qquad (15)$$

w której R jest odległością punktu pomiarowego od anteny badanej

$$R_{min} \leqslant R \leqslant R_{max}$$

$$R_{min} \geqslant \frac{2L^2}{\lambda}, \qquad R_{max} \leqslant \frac{2H_b}{\sin(\theta_A - 90°)} \qquad (16)$$

gdzie

L, λ, H_b i θ_A — oznaczenie jak we wzorach (10), (11)

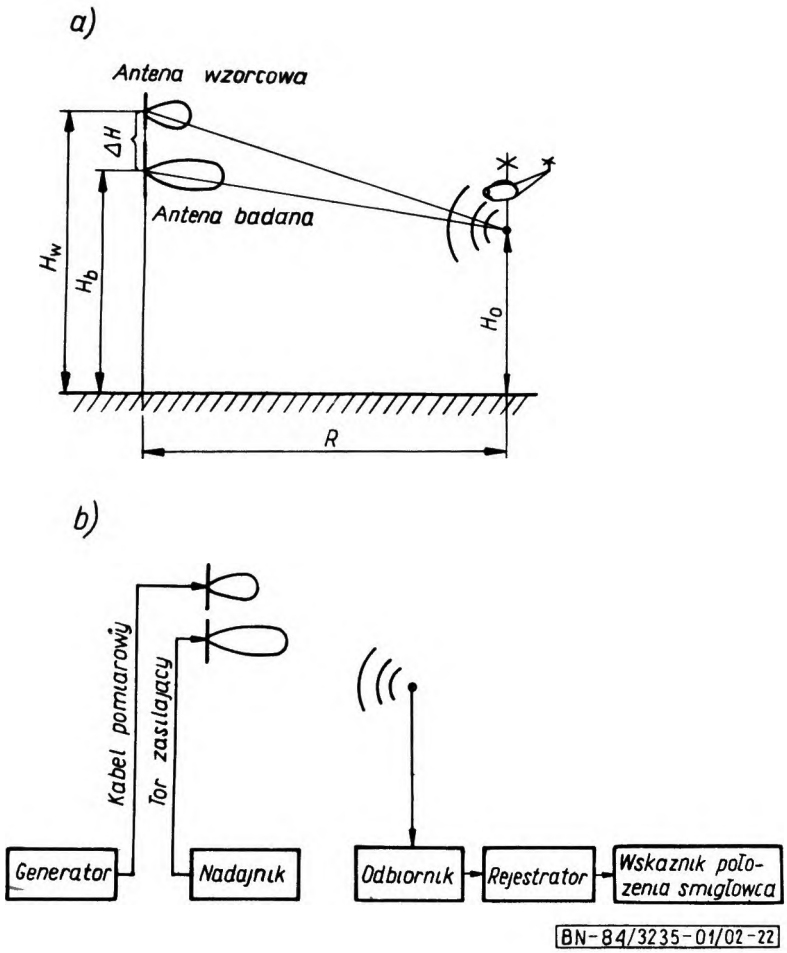
Stosunek zmierzonych wartości napięć zarejestrowanych dla założonego R i H_0[1]) wyrażony w dB po odjęciu tłumienia kabla pomiarowego i toru zasilającego jest zyskiem energetycznym anteny względem anteny wzorcowej

2 4 6 Pomiar odsprzężenia anteny nadawczej i odbiorczej należy przeprowadzić przez pomiar napięcia indukowanego w antenie odbiorczej przy zasilaniu anteny nadawczej sygnałem o częstotliwości równej znamionowej częstotliwości nośnej nadawania w układzie jak na rys 23

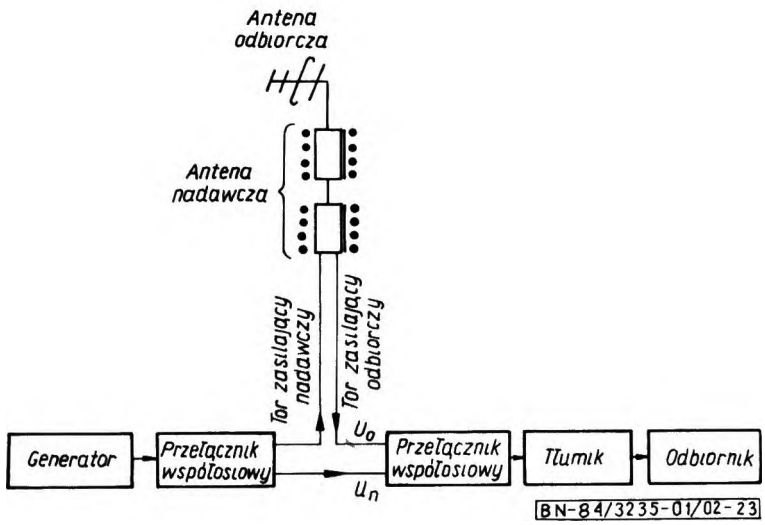
Stosunek zmierzonych napięć, wyrażony w dB, jest odsprzężeniem B anteny nadawczej i odbiorczej wg wzoru

$$B = 20 \lg\left(\frac{U_n}{U_0}\right) \qquad (17)$$

[1]) $H_0 = H_b - R \operatorname{tg} \gamma$, gdzie γ — kąt pochylenia osi wiązki głównej



Rys 22 Pomiar zysku energetycznego anteny w miejscu eksploatacji
a) usytuowanie anteny b) układ pomiarowy



Rys 23 Układ do pomiaru odsprzężenia anteny nadawczej i odbiorczej stacji małej mocy

2 5 Ocena wyników pomiarów Antenę należy uznać za dobrą jeśli wyniki pomiarów wszystkich jej parametrów są zgodne z wymaganiami określonymi normą Protokoły badań anteny powinny zawierać dla każdego badanego parametru stwierdzenie zgodności lub niezgodności z wymaganiami normy

3 POSTĘPOWANIE Z ANTENĄ NIEZGODNĄ Z WYMAGANIAMI NORMY

Pomiary należy przeprowadzić w kolejności podanej w tabl 1 i 2 W przypadku stwierdzenia niezgodności badanego parametru z wymaganiami normy należy przerwać badania, wykryć i usunąć przyczynę błędu i powtórzyć pomiary od początku

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1 Instytucja opracowująca normę — Instytut Łączności

2 Normy związane

BN-80/3235-01/00 Anteny telewizyjne I II III IV i V zakresu częstotliwości oraz anteny radiofoniczne UKF/FM dla sieci głównych i sieci stałej małej mocy Postanowienia ogólne

3 Zalecenia międzynarodowe

IEC 492 (1974) Measuring methods for aerial rods — norma zgodna w zakresie jej przedmiotu

4 Autor projektu normy — mgr inż Krystyna Błaszczyk

5 Wyznaczanie rozmiaru poligonu Ze wzoru wiedeńskiego określającego wypadkowe natężenia pola w miejscu odbioru przy założeniu dookólnej charakterystyki promieniowania anteny badanej i pomocniczej oraz przy założeniu że współczynnik odbicia od przeszkody równy jest jedności wypadkowe natężenie pola pochodzące od fali bezpośredniej (np p 2 2 rys 1) wynosi

$$E_b = \frac{3\,94\sqrt{PG}}{R_b^2\,\lambda} H_1 H_2 \qquad \text{(I-1)}$$

a pochodzące od fali odbitej od przeszkody

$$E_0 = \frac{3\,94\sqrt{PG}}{R_o^2\,\lambda} H_1 H_2 \qquad \text{(I-2)}$$

gdzie

H_1 H_2 — wysokość zawieszenia anteny nadawczej i odbiorczej nad ziemią m

P — moc doprowadzona do anteny nadawczej kW

G — zysk energetyczny anteny nadawczej w stosunku do dipola półfalowego

λ — długość fali roboczej m

Stosunek natężenia pola pochodzącego od fali bezpośredniej do pola fali odbitej jest równy odwrotności stosunku kwadratów dróg przebywanych przez te fale

$$K = \frac{E_b}{E_0} = \frac{R_o^2}{R_b^2} \qquad \text{(I-3)}$$

Wartość współczynnika K powinna być o 10 dB większa od wymaganej dynamiki pomiaru czyli K = 50 dB stąd

$$\lg \frac{R_o}{R_b} = 1\,25 \qquad \text{(I-4)}$$

6 Uzasadanienie stosowania selektywnego pomiaru współczynnika odbicia Przedstawione w p 2 3 1 układy pomiarowe pozwalają na pomiar współczynnika odbicia zarówno na poligonie pomiarowym jak i w warunkach każdego obiektu nadawczego Inne układy pomiarowe np z zastosowaniem automatycznego reflektometru szerokopasmowego ze względu na możliwą obecność sygnałów zakłócających również na poligonie pomiarowym nie powinny być stosowane

7 Ograniczenie metody współczynników pobudzenia Metoda współczynników pobudzenia jest pomiarowo-analityczną metodą pośrednią określenia charakterystyki promieniowania anteny

Polega ona na pomiarze współczynników pobudzenia elementów promieniujących i obliczeniu charakterystyki promieniowania W metodzie tej mierzone są parametry zasilania a nie efekt promieniowania i nie uwzględnia się w niej błędów elektrycznych technologicznych i mechanicznych lub wpływu elementów znajdujących się poza sondą pomiarową (wpływ osłony) Z tego powodu metoda współczynników pobudzenia może służyć przede wszystkim do oceny poprawności wykonania układu zasilania anteny oraz kontroli poprawności jego montażu na poligonie pomiarowym i w warunkach eksploatacji

8 Wpływ Ziemi na wynik pomiaru charakterystyki pionowej Obecnie brak jednoznacznych metod uniknięcia wpływu Ziemi przy pomiarze pionowej charakterystyki promieniowania anten na poligonie pomiarowym

Zagadnienie wymaga prac badawczych