

URZĄDZENIA ANTENOWE	N O R M A B R A N Ź O W A	BN-67
	Anteny nadawcze radiofoniczne i telewizyjne w zakresie fal metrowych Elementy antenowe płaszczyznowe	3234-02
	Wymagania elektryczne i metody badań	Grupa katalogowa XIX - 34

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są wymagania techniczne i metody badania podstawowych parametrów elektrycznych nadawczych elementów antenowych w zakresie fal metrowych, przeznaczonych dla potrzeb radiofonii i telewizji.

Niniejsza norma dotyczy płaszczyznowych elementów antenowych typu EA2, EA3, EA5 oraz EA6.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Niniejszą normę należy stosować:

- a) przy opracowywaniu projektów,
- b) przy produkcji elementów antenowych,
- c) jako podstawę do przeprowadzania odbiorów technicznych.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. Płaszczyznowy element antenowy** — urządzenie przeznaczone do promieniowania energii wielkiej częstotliwości, stanowiące samodzielną jednostkę o określonych parametrach technicznych, w szczególności o ograniczonej wiązce promieniowania.

**1.3.2. Wejście elementu antenowego** — miejsce przyłączenia torów przenoszących energię wielkiej częstotliwości.

**1.3.3. Impedancja wejściowa elementu** — impedancja występująca na jego wejściu.

**1.3.4. Zakres częstotliwości roboczych elementu antenowego** — przedział ciągły częstotliwości zawarty między dwoma określonymi częstotliwościami granicznymi, w którym przedmiotowy element zachowuje parametry elektryczne, określone normą, w granicach dopuszczalnych tolerancji.

**1.3.5. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego** — przestrzenny rozkład natężenia pola w strefie promieniowania w stałej odległości od anteny.

**1.3.6. Zespolona charakterystyka promieniowania** — charakterystyka promieniowania z uwzględnieniem fazy promieniowania.

Zespolona charakterystyka promieniowania jest

przedstawiona przez charakterystykę modułu i charakterystykę fazy.

**1.3.7. Faza promieniowania elementu antenowego** — argument zespolonej wartości natężenia pola promieniowania.

Fazę promieniowania w kierunku osi geometrycznej elementu antenowego przyjmuje się jako fazę zerową.

**1.3.8. Środek elektryczny elementu antenowego** — umowny punkt w przestrzeni, w którym umieszcza się zastępcze źródło promieniowania. W pojęciu niniejszej normy jako środek elektryczny elementu antenowego przyjmuje się środek geometryczny ekranu.

**1.3.9. Zastępcze źródło promieniowania** — punktowe źródło o takich samych właściwościach promieniowania jak element rzeczywisty.

**1.3.10. Wiązka promieniowania elementu antenowego** — wycinek charakterystyki promieniowania ograniczony minimalnymi, sąsiednimi wartościami natężenia pola.

**1.3.11. Główna wiązka promieniowania** — wiązka promieniowania o kierunku, dla którego występuje największy zysk kierunkowy.

**1.3.12. Wiązka boczna charakterystyki promieniowania** — wiązka nie będąca wiązką główną, znajdująca się całkowicie lub częściowo w półprzestrzeni ograniczonej płaszczyzną ekranu, zawierającej wiązkę główną.

**1.3.13. Promieniowanie wsteczne elementu antenowego** — niepożądana zwykle część energii promieniowania poza wiązką główną i wiązkami bocznymi.

**1.3.14. Tłumienie promieniowania wstecznego** — stosunek wartości natężenia pola promieniowania wstecznego do maksymalnej wartości pola promieniowania wiązki głównej.

**1.3.15. Tłumienie wiązek bocznych** — stosunek maksymalnej wartości natężenia pola promieniowania wiązek bocznych do maksymalnej wartości pola promieniowania wiązki głównej.

Zjednoczenie Stacji Radiowych i Telewizyjnych

Ustanowiona przez Dyrektora ZSRiT dnia 7 kwietnia 1967 r. jako norma obowiązująca w zakresie projektowania i produkcji od dnia 1 stycznia 1968 r. (Mon. Pol. nr 49/1967, poz. 247)

**1.3.16. Niesymetria głównej wiązki promieniowania** — wyrażony w procentach stosunek różnicy kątów, dla których moc promieniowania wiązki głównej maleje o 3 dB, do szerokości wiązki na tym poziomie. Kąty należy określać od osi geometrycznej elementu antenowego.

**1.3.17. Zysk energetyczny elementu antenowego** — stosunek mocy odbieranej z elementu badanego do mocy odbieranej z anteny porównawczej przy jednakowym w obu przypadkach natężeniu pola i rodzaju polaryzacji pola w miejscu odbioru w warunkach pełnego dopasowania odbiornika.

W rozumieniu niniejszej normy jako antenę porównawczą przyjmuje się dipol półfalowy.

**1.3.18. Maksymalny zysk energetyczny elementu antenowego** — zysk energetyczny określony w kierunku promieniowania maksymalnego.

**1.3.19. Moc nominalna elementu antenowego** — największa wartość mocy wielkiej częstotliwości fali ciągłej niemodulowanej określana w dokumentacji producenta jako dopuszczalna dla danego elementu antenowego.

**1.3.20. Normalna praca elementu antenowego** — praca w warunkach, w których element zachowuje parametry jakościowe określone normą.

#### 1.4. Normy związane

PN-64/B-02011 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem.

## 2. WYMAGANIA

**2.1. Wymagania ogólne.** Nadawczy element antenowy powinien odpowiadać następującym wymaganiom ogólnym:

a) Konstrukcja elementu powinna być możliwie lekka, stabilna, odporna na wpływy atmosferyczne oraz powinna zapewnić łatwą i bezpieczną instalację.

b) Konstrukcja powinna spełniać warunki wytrzymałościowe przy obciążeniu wiatrem we wszystkich strefach klimatycznych zgodnie z PN-64/B-02011.

c) Konstrukcja elementu powinna umożliwiać przeprowadzanie konserwacji w sposób łatwy i bezpieczny szczególnie w miejscu zainstalowania, tj. na wysokim maszcie.

d) Element powinien być zabezpieczony przed wyładowaniami atmosferycznymi. Wszystkie jego części metalowe muszą być galwanicznie połączone z ekranem. Podstawowe wymagania dla poszczególnych typów płaszczyznowych elementów antenowych podano w tabl. 1.

### 2.2. Wymagania szczegółowe

**2.2.1. Impedancja wejściowa elementów** powinna mieć charakter rezystancji i wynosić 60  $\Omega$  mierzonych niesymetrycznie na wejściu elemen-

tów w pełnym zakresie częstotliwości roboczych, z tolerancją określoną w 2.2.2.

**2.2.2. Tolerancja impedancji wejściowej elementu antenowego** jest wyznaczona współczynnikiem odbicia mierzonym na jego wejściu. Współczynnik odbicia elementu przeznaczonego do pracy w układzie anteny telewizyjnej nie powinien przekraczać 4% wartości; w przypadku elementu przeznaczonego dla układu anten radiofonicznych dopuszcza się 13% wartości.

**2.2.3. Niesymetria głównej wiązki promieniowania** powinna wynosić nie więcej niż  $\pm 5\%$ .

**2.2.4. Tłumienie wiązek bocznych** powinno wynosić nie mniej niż 10 dB.

**2.2.5. Tłumienie promieniowania wstecznego** powinno wynosić nie mniej niż 15 dB.

**2.2.6. Moc nominalna wielkiej częstotliwości** w zależności od wykonania elementu powinna wynosić 1 i 3 kW w zakresach częstotliwości roboczych leżących poniżej 100 MHz, a 0,6 i 2,5 kW w zakresach częstotliwości roboczych leżących powyżej 100 MHz.

**2.2.7. Zespólone charakterystyki promieniowania elementów antenowych** typu EA2, EA3, EA5 oraz EA6 podano w tabl. 2÷4 oraz na rys. 1÷16.

Tablica 1. Podstawowe wymagania dla elementów antenowych

Typ elementu antenowego	Największe wymiary gabarytowe mm	Największy ciężar kG	Liczba dipoli	Impedancja wejściowa	Zakres częstotliwości pracy MHz	Polaryzacja	Moc nominalna kW
EA2	3800×3800×1840	350	2	2×60 $\Omega$ niesymetryczna	66÷84	pozioma lub pionowa	2
EA3	5000×5000×2250	480			48,5÷66		
EA5	2900×1450×675	80	4	1×60 $\Omega$ niesymetryczna	174÷230	pionowa	0,6
EA6						pozioma	

Moduł charakterystyki powinien odpowiadać wartościom podanym w tabl. 2÷4 z dokładnością nie mniejszą niż  $\pm 5\%$  (pole tolerancji na rys. 1÷16) w obrębie wiązki głównej.

W obrębie wiązek bocznych oraz promieniowania wstecznego charakterystyka powinna spełniać wymagania podane w 2.2.4 i 2.2.5. Fazy

charakterystyk promieniowania (tabl. 4) określono jedynie w płaszczyznach, które stanowią poziome charakterystyki promieniowania przy typowych zastosowaniach elementów antenowych; niezgodność z wartościami podanymi w tabl. 4 powinna być nie większa niż  $\pm 5\%$  i  $\pm 2^\circ$ .

**Tablica 2. Charakterystyki promieniowania elementów antenowych w płaszczyźnie wektora H**

$\theta$	EA2 (EA3)		EA5			EA6		
	50 MHz 70 MHz	60 MHz (80 MHz)	175 MHz	200 MHz	225 MHz	175 MHz	200 MHz	225 MHz
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,99	0,98	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95
10	0,96	0,95	0,93	0,92	0,92	0,86	0,85	0,80
15	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,69	0,67	0,58
20	0,83	0,82	0,80	0,79	0,77	0,49	0,44	0,35
25	0,76	0,73	0,72	0,70	0,67	0,30	0,24	0,10
30	0,69	0,64	0,64	0,62	0,59	0,12	0,08	0,15
35	0,61	0,55	0,54	0,52	0,48	0,12	0,16	0,23
40	0,52	0,44	0,47	0,44	0,40	0,21	0,22	0,27
45	0,43	0,33	0,40	0,37	0,32	0,27	0,24	0,23
50	0,36	0,20	0,33	0,30	0,22	0,29	0,23	0,17
55	0,30	0,13	0,27	0,24	0,14	0,27	0,19	0,10
60	0,24	0,08	0,20	0,17	0,08	0,24	0,14	0,05
65	0,18	0,03	0,18	0,14	0,07	0,20	0,09	0,04
70	0,13	0,08	0,15	0,11	0,08	0,16	0,04	0,05
75	0,11	0,12	0,12	0,09	0,12	0,12	0,02	0,07
80	0,10	0,13	0,11	0,09	0,15	0,09	0,03	0,08
85	0,10	0,14	0,10	0,09	0,16	0,08	0,04	0,09
90	0,09	0,05	0,10	0,09	0,16	0,07	0,06	0,09
95	0,09	0,14	0,10	0,09	0,16	0,07	0,07	0,09
100	0,09	0,11	0,08	0,09	0,16	0,07	0,07	0,09
105	0,09	0,08	0,07	0,09	0,15	0,06	0,06	0,08
110	0,08	0,07	0,05	0,09	0,14	0,05	0,05	0,07
115	0,07	0,07	0,02	0,09	0,11	0,05	0,04	0,06
120	0,07	0,07	0,05	0,09	0,06	0,06	0,06	0,05
125	0,06	0,07	0,07	0,09	0,02	0,07	0,08	0,04
130	0,05	0,07	0,09	0,08	0,01	0,08	0,08	0,04
135	0,05	0,07	0,11	0,08	0,02	0,09	0,07	0,04
140	0,06	0,08	0,09	0,08	0,04	0,10	0,06	0,04
145	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,11	0,05	0,04
150	0,07	0,09	0,06	0,07	0,08	0,10	0,05	0,05
155	0,11	0,11	0,05	0,06	0,10	0,09	0,04	0,06
160	0,13	0,12	0,05	0,06	0,11	0,07	0,04	0,07
165	0,14	0,13	0,06	0,07	0,12	0,05	0,05	0,07
170	0,14	0,13	0,07	0,07	0,12	0,06	0,07	0,08
175	0,14	0,13	0,07	0,07	0,12	0,09	0,09	0,09
180	0,14	0,13	0,08	0,07	0,12	0,10	0,10	0,09

**Tablica 3. Charakterystyki promieniowania elementów antenowych w płaszczyźnie wektora E**

$\varphi$	EA2 (EA3)		EA5			EA6		
	50 MHz (70 MHz)	60 MHz (80 MHz)	175 MHz	200 MHz	225 MHz	175 MHz	200 MHz	225 MHz
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,99	0,99	0,95	0,94	0,92	0,99	0,98	0,98
10	0,97	0,97	0,81	0,79	0,78	0,97	0,96	0,96
15	0,93	0,93	0,57	0,55	0,53	0,93	0,92	0,91
20	0,87	0,88	0,28	0,25	0,20	0,87	0,86	0,85
25	0,80	0,81	0,14	0,10	0,07	0,81	0,79	0,77

cd. tabl. 3

$\varphi$	EA2 (EA3)		EA5			EA6		
	50 MHz (70 MHz)	60 MHz (80 MHz)	175 MHz	200 MHz	225 MHz	175 MHz	200 MHz	226 MHz
30	0,73	0,75	0,09	0,07	0,15	0,74	0,72	0,70
35	0,65	0,67	0,06	0,21	0,23	0,65	0,63	0,61
40	0,56	0,59	0,15	0,26	0,27	0,58	0,56	0,53
45	0,47	0,50	0,21	0,28	0,29	0,50	0,47	0,45
50	0,40	0,43	0,26	0,27	0,29	0,42	0,40	0,38
55	0,33	0,36	0,24	0,26	0,30	0,33	0,33	0,32
60	0,27	0,31	0,20	0,22	0,25	0,27	0,28	0,27
65	0,20	0,25	0,17	0,18	0,21	0,21	0,22	0,22
70	0,15	0,19	0,13	0,14	0,18	0,16	0,17	0,17
75	0,10	0,13	0,11	0,12	0,16	0,11	0,13	0,13
80	0,08	0,09	0,09	0,10	0,12	0,08	0,09	0,10
85	0,08	0,05	0,07	0,08	0,11	0,07	0,06	0,06
90	0,09	0,02	0,07	0,07	0,08	0,07	0,04	0,04
95	0,10	0,02	0,07	0,08	0,05	0,08	0,04	0,02
100	0,12	0,02	0,08	0,08	0,03	0,10	0,05	0,00
105	0,14	0,03	0,09	0,09	0,02	0,12	0,07	0,03
110	0,15	0,03	0,11	0,09	0,00	0,13	0,09	0,06
115	0,16	0,04	0,09	0,08	0,00	0,15	0,12	0,10
120	0,16	0,04	0,07	0,07	0,02	0,16	0,14	0,13
125	0,15	0,05	0,05	0,06	0,03	0,16	0,15	0,17
130	0,14	0,06	0,03	0,07	0,05	0,15	0,16	0,19
135	0,11	0,06	0,05	0,07	0,07	0,14	0,17	0,21
140	0,09	0,07	0,07	0,06	0,08	0,13	0,16	0,22
145	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,11	0,15	0,22
150	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06	0,08	0,13	0,21
155	0,08	0,03	0,08	0,07	0,02	0,06	0,11	0,20
160	0,09	0,02	0,07	0,06	0,00	0,05	0,09	0,19
165	0,11	0,08	0,05	0,06	0,02	0,05	0,08	0,17
170	0,13	0,12	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,16
175	0,14	0,13	0,06	0,05	0,07	0,07	0,06	0,15
180	0,15	0,13	0,08	0,05	0,07	0,07	0,06	0,15

Tablica 4. Fazy charakterystyk promieniowania elementów antenowych

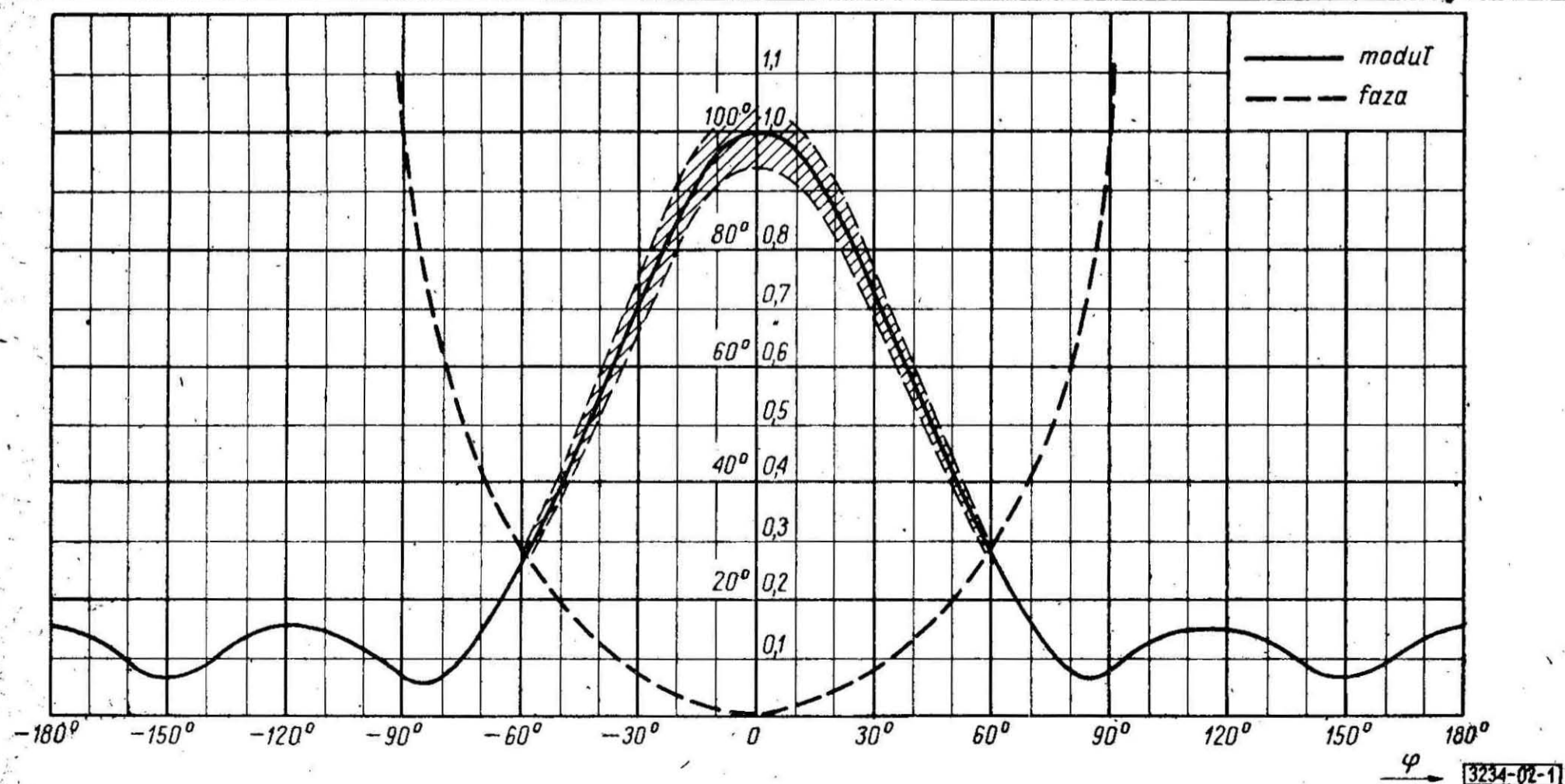
EA2 (EA3)	Płaszczyzna wektora $E$										$f = 50 (70) \text{ MHz}$		
	$\varphi$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$		
	$-\delta$	$0^\circ$	$2^\circ$	$4^\circ$	$8^\circ$	$12^\circ$	$19^\circ$	$30^\circ$	$41^\circ$	$60^\circ$	$112^\circ$		
	Płaszczyzna wektora $H$										$f = 60 (80) \text{ MHz}$		
	$\varphi$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$		
	$-\delta$	$0^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$	$5^\circ$	$8^\circ$	$13^\circ$	$18^\circ$	$27^\circ$	$36^\circ$	$49^\circ$		
	Płaszczyzna wektora $H$										$f = 50 (70) \text{ MHz}$		
	$\theta$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$		
	$-\delta$	$0^\circ$	$0^\circ$	$1^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$	$3^\circ$	$5^\circ$	$7^\circ$	$10^\circ$	$13^\circ$		
	Płaszczyzna wektora $H$										$f = 60 (80) \text{ MHz}$		
	$\theta$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$		
	$-\delta$	$0^\circ$	$0^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$	$3^\circ$	$8^\circ$	$110^\circ$	$180^\circ$	$182^\circ$	$185^\circ$		

cd. tabl. 4

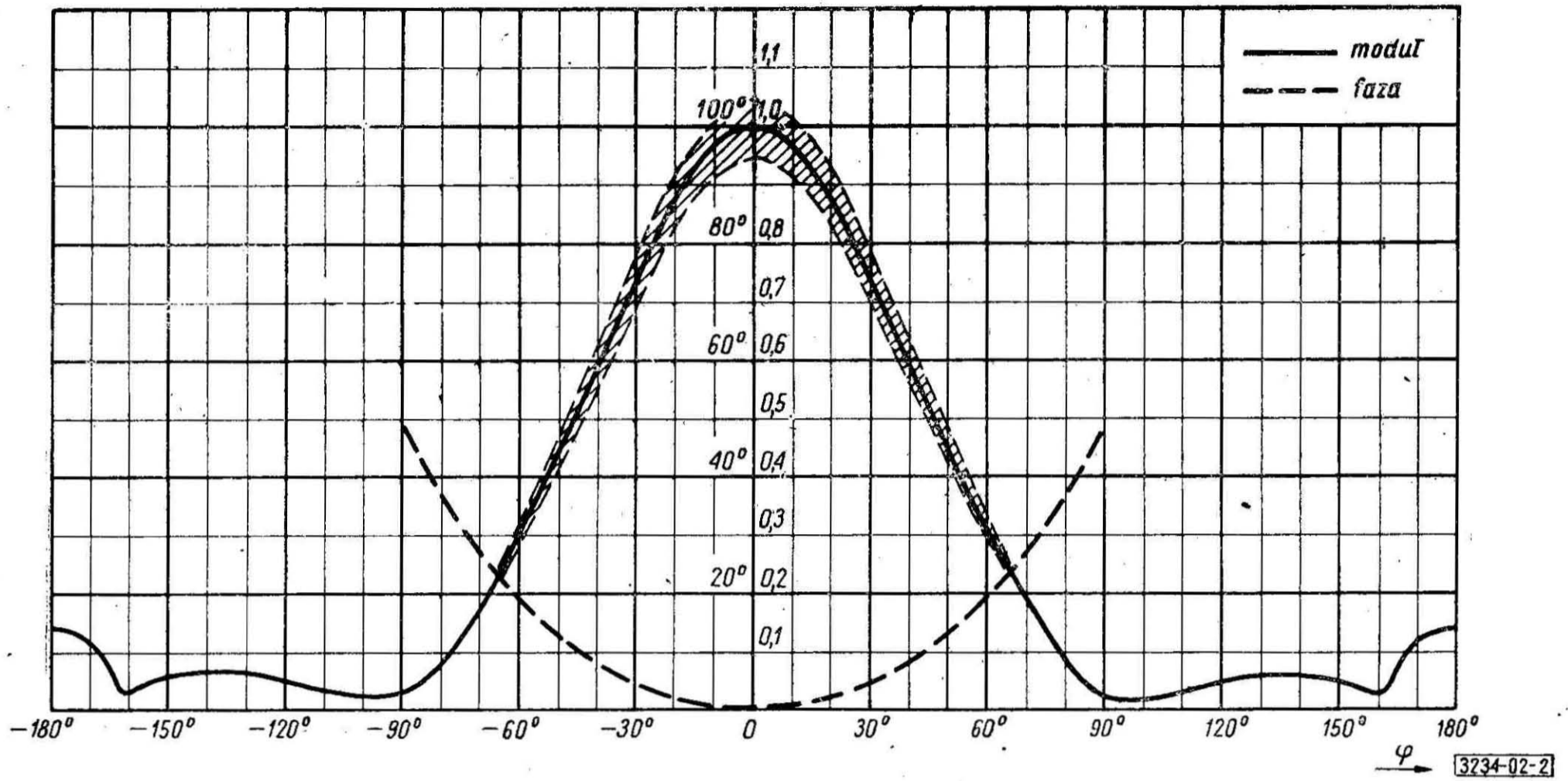
		Płaszczyzna wektora $H$										$f = 175 \text{ MHz}$
EA5	$\theta$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$	
	$-\delta$	$0^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$	$4^\circ$	$7^\circ$	$9^\circ$	$12^\circ$	$17^\circ$	
												$f = 200 \text{ MHz}$
	$\theta$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$	
	$-\delta$	$0^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$	$3^\circ$	$5^\circ$	$8^\circ$	$10^\circ$	$13^\circ$	
												$f = 225 \text{ MHz}$
$\theta$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$		
$-\delta$	$0^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$	$3^\circ$	$5^\circ$	$9^\circ$	$108^\circ$	$182^\circ$	$183^\circ$	$185^\circ$		

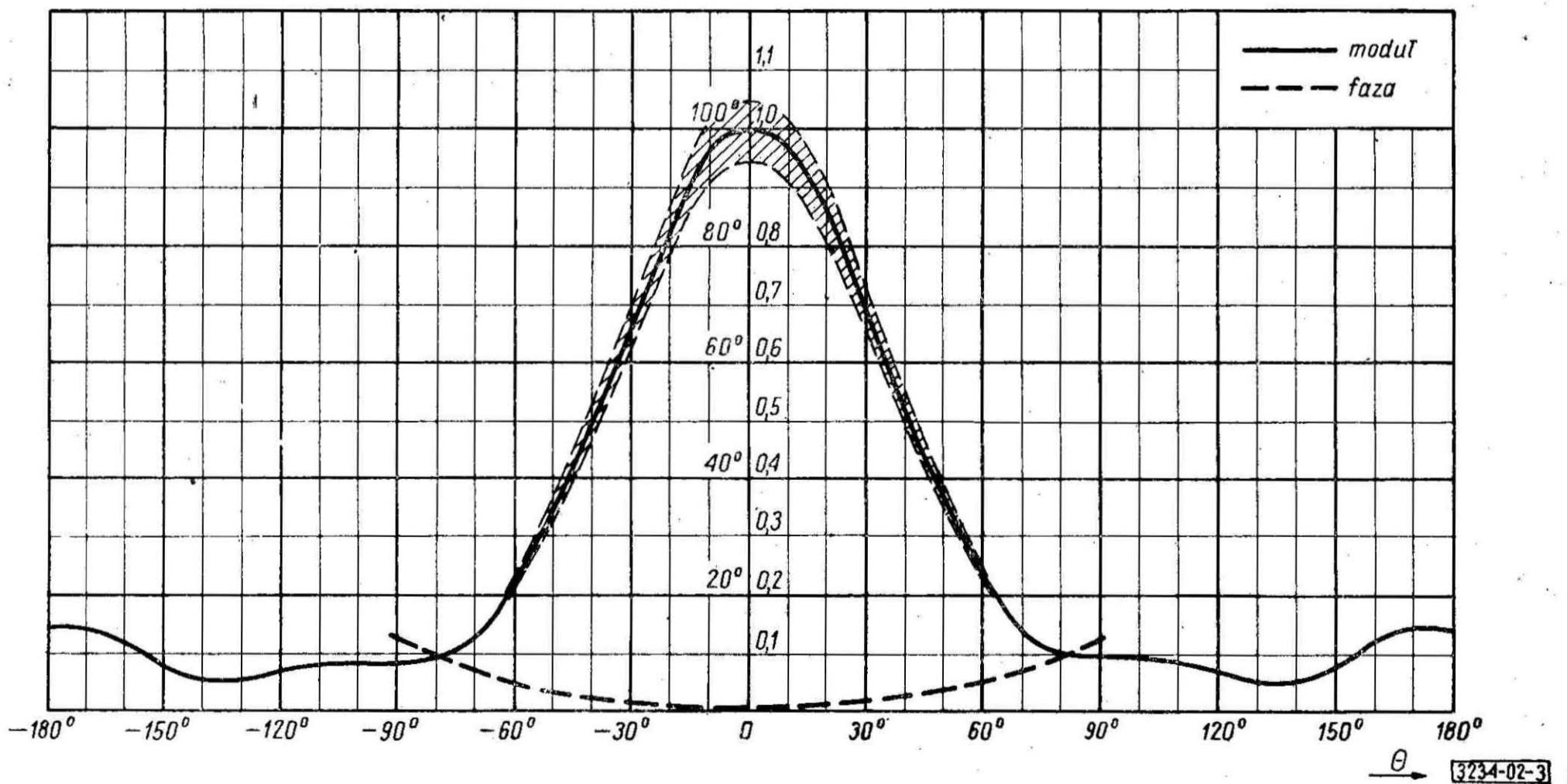
		Płaszczyzna wektora $E$										$f = 175 \text{ MHz}$
EA6	$\varphi$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$	
	$-\delta$	$0^\circ$	$1^\circ$	$4^\circ$	$8^\circ$	$15^\circ$	$23^\circ$	$35^\circ$	$54^\circ$	$87^\circ$	$146^\circ$	
												$f = 200 \text{ MHz}$
	$\varphi$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$	
	$-\delta$	$0^\circ$	$1^\circ$	$4^\circ$	$8^\circ$	$13^\circ$	$20^\circ$	$28^\circ$	$30^\circ$	$58^\circ$	$108^\circ$	
												$f = 225 \text{ MHz}$
$\varphi$	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$		
$-\delta$	$0^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$	$5^\circ$	$8^\circ$	$13^\circ$	$18^\circ$	$25^\circ$	$33^\circ$	$42^\circ$		



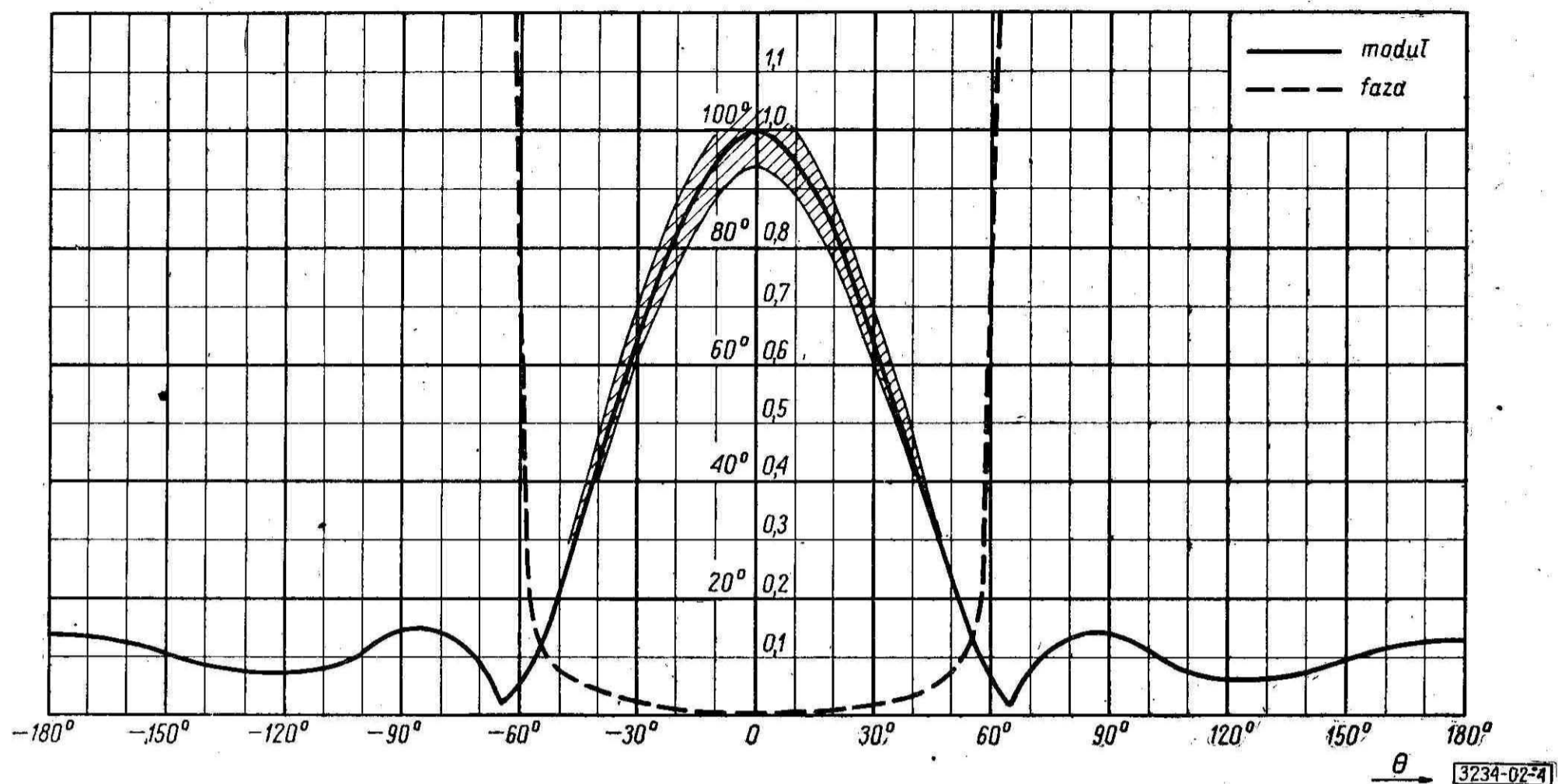
Rys. 1. Zespolona charakterystyka promieniowania elementów antenowych EA2 (EA3) w płaszczyźnie wektora  $E$  przy  $f = 50$  (70) MHz



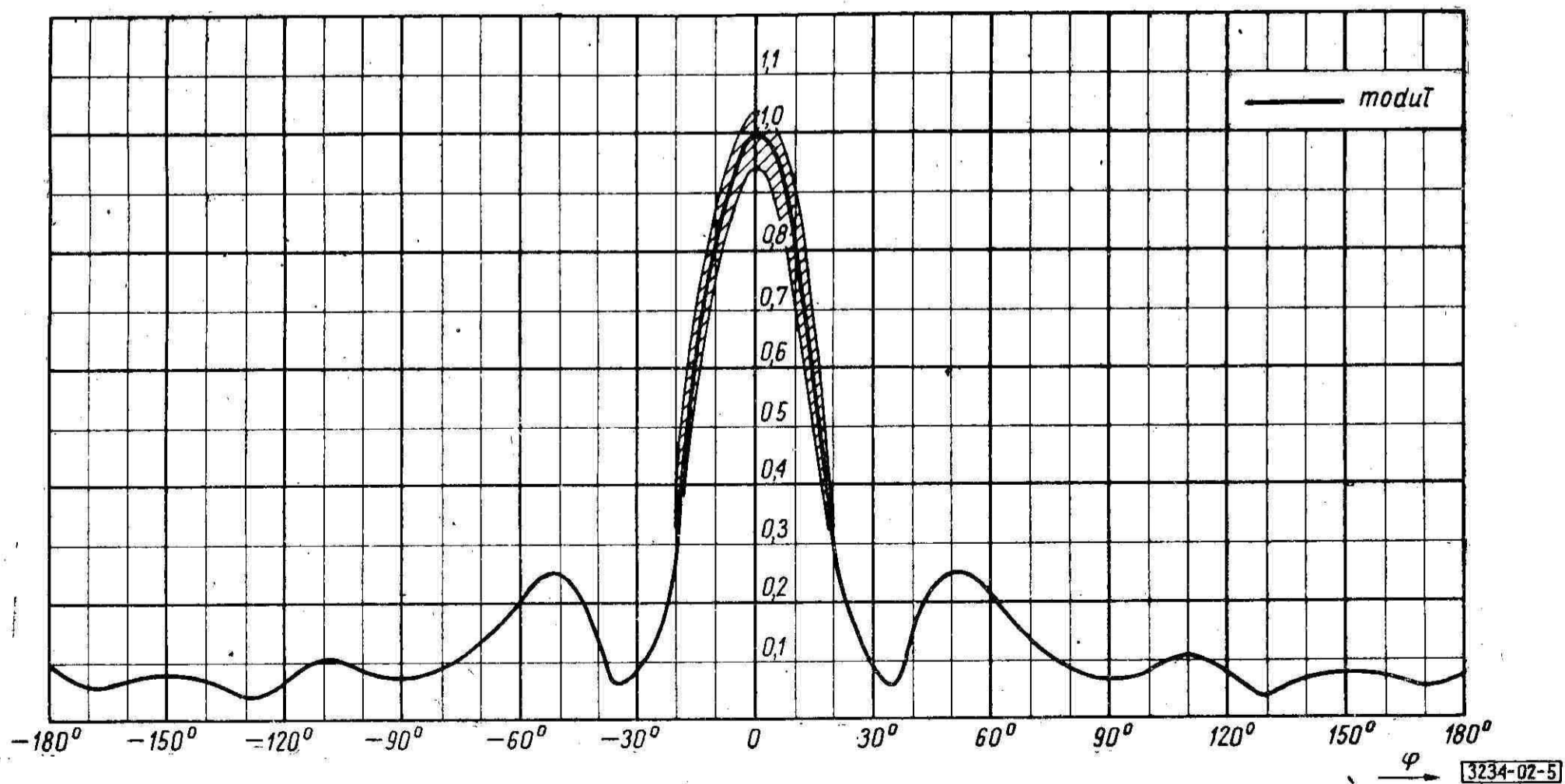
Rys. 2. Zespolona charakterystyka promieniowania elementów antenowych EA2 (EA3) w płaszczyźnie wektora  $E$  przy  $f = 60$  (80) MHz



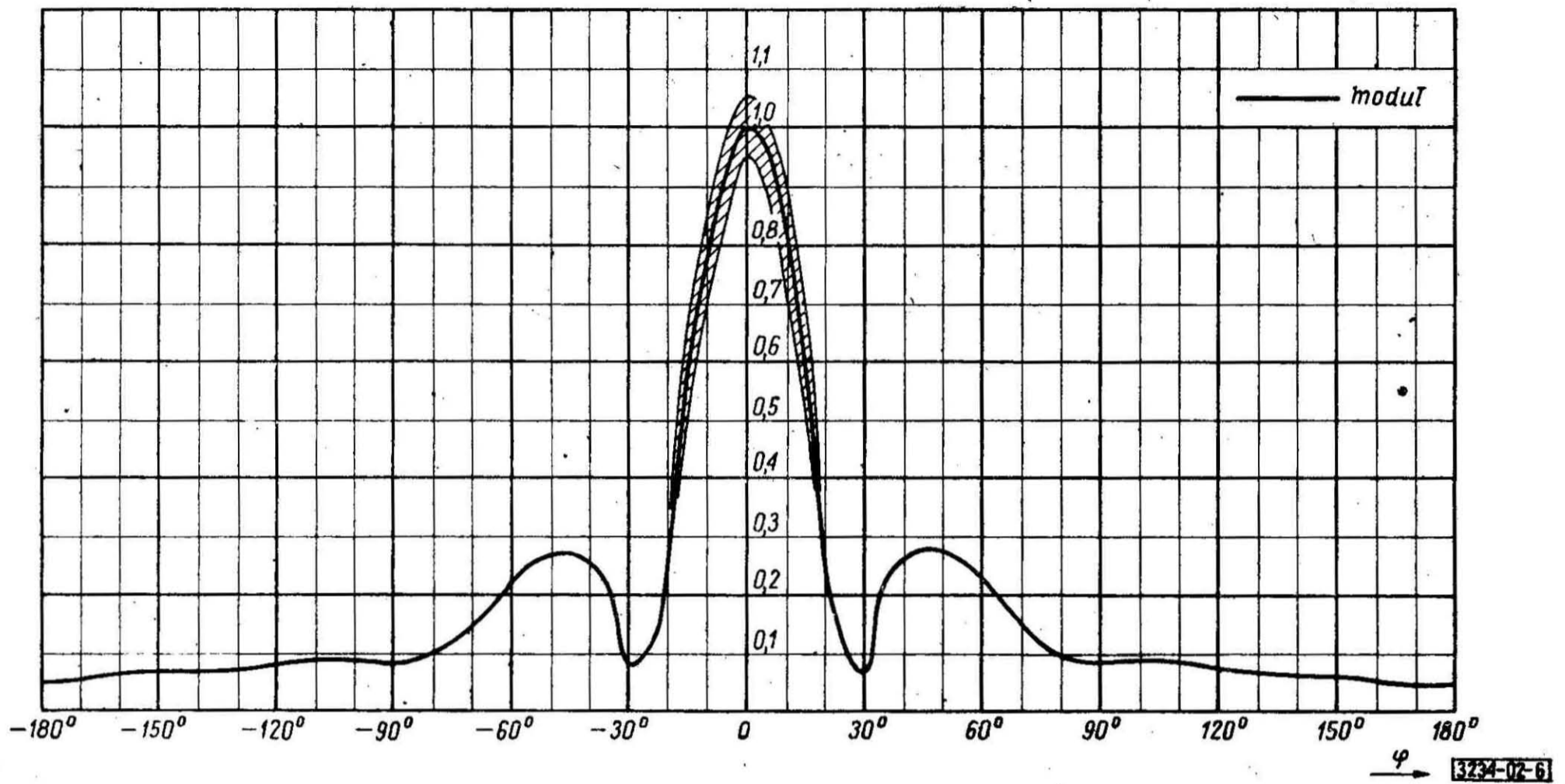
Rys. 3. Zespolona charakterystyka promieniowania elementów antenowych EA2 (EA3) w płaszczyźnie wektora  $H$  przy  $f = 50$  (70) MHz



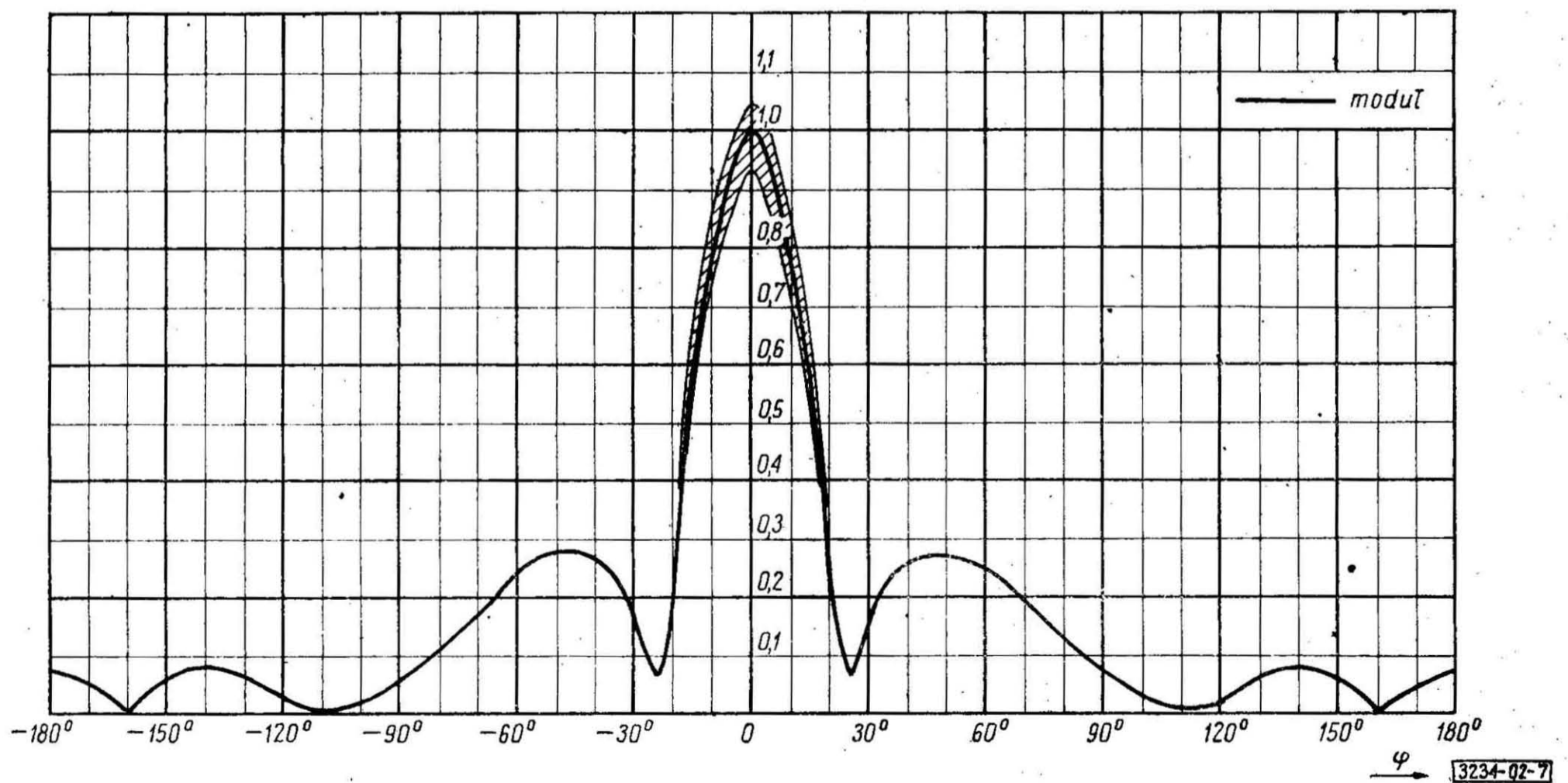
Rys. 4. Zespolona charakterystyka promieniowania elementów antenowych EA2 (EA3) w płaszczyźnie wektora  $H$  przy  $f = 60$  (80) MHz



Rys. 5. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA5 w płaszczyźnie wektora  $E$  przy  $f = 175$  MHz

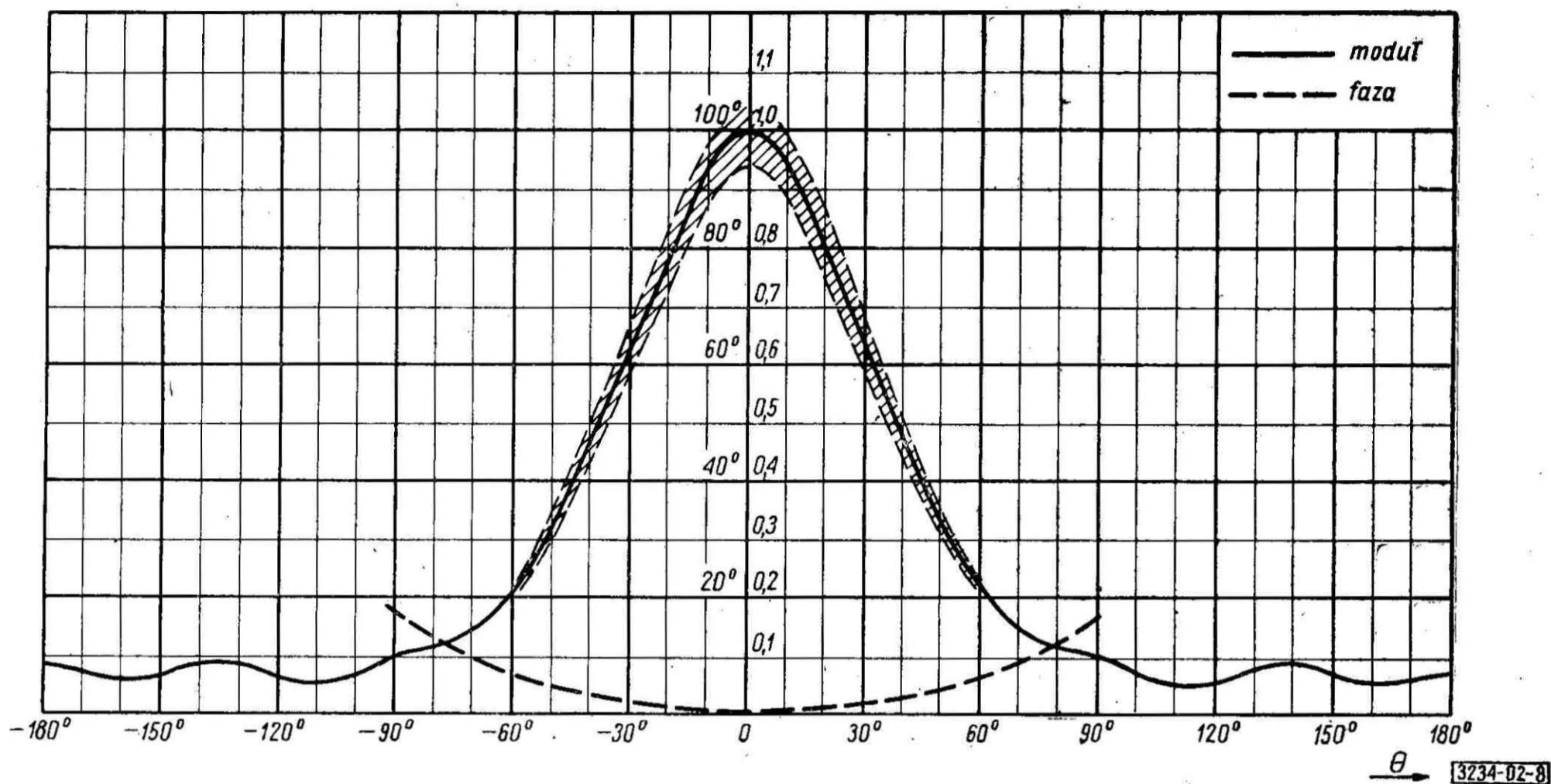


Rys. 6. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA5 w płaszczyźnie wektora  $E$  przy  $f = 200$  MHz

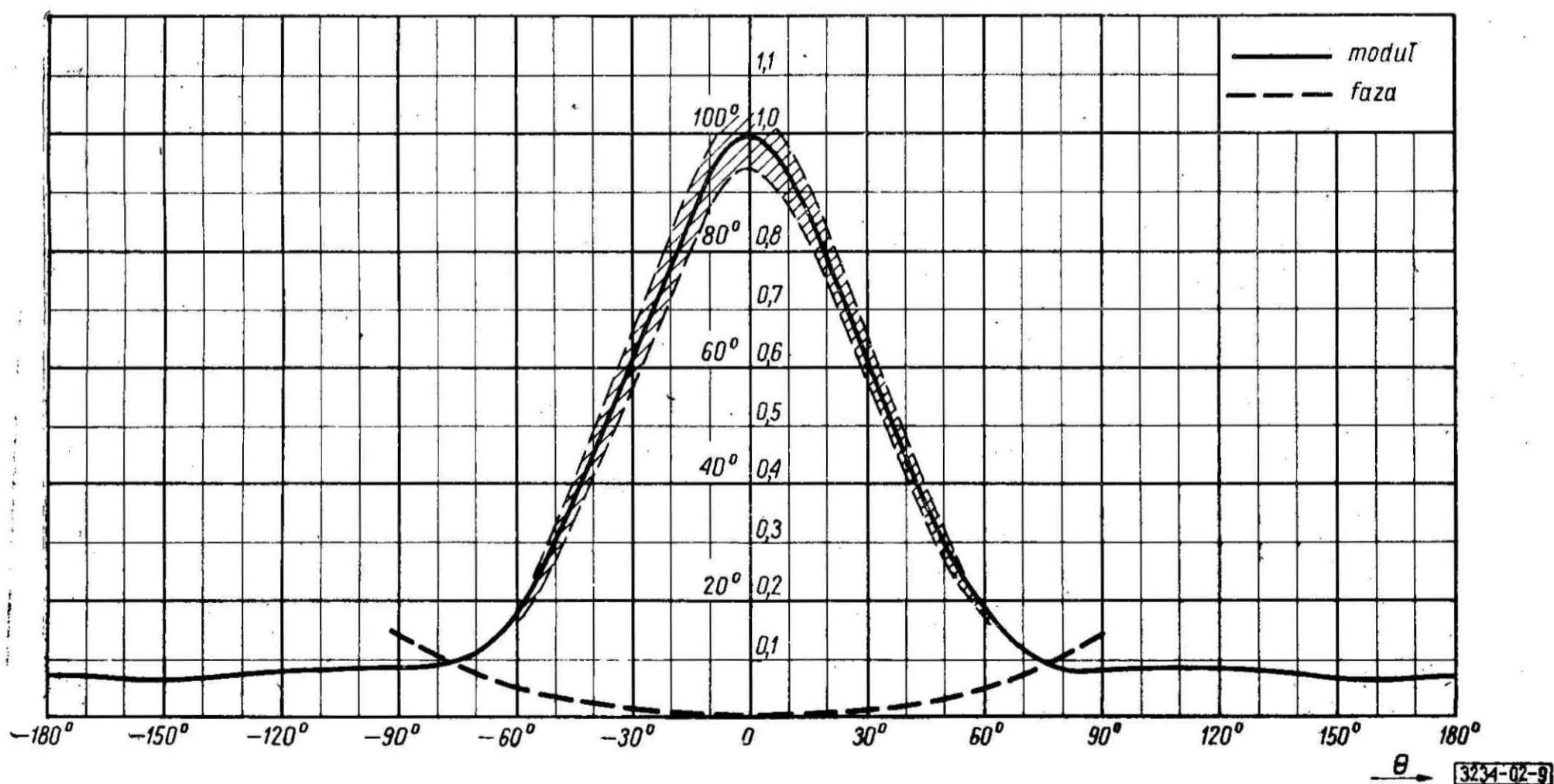


Rys. 7. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA5 w płaszczyźnie wektora  $E$  przy  $f = 225$  MHz

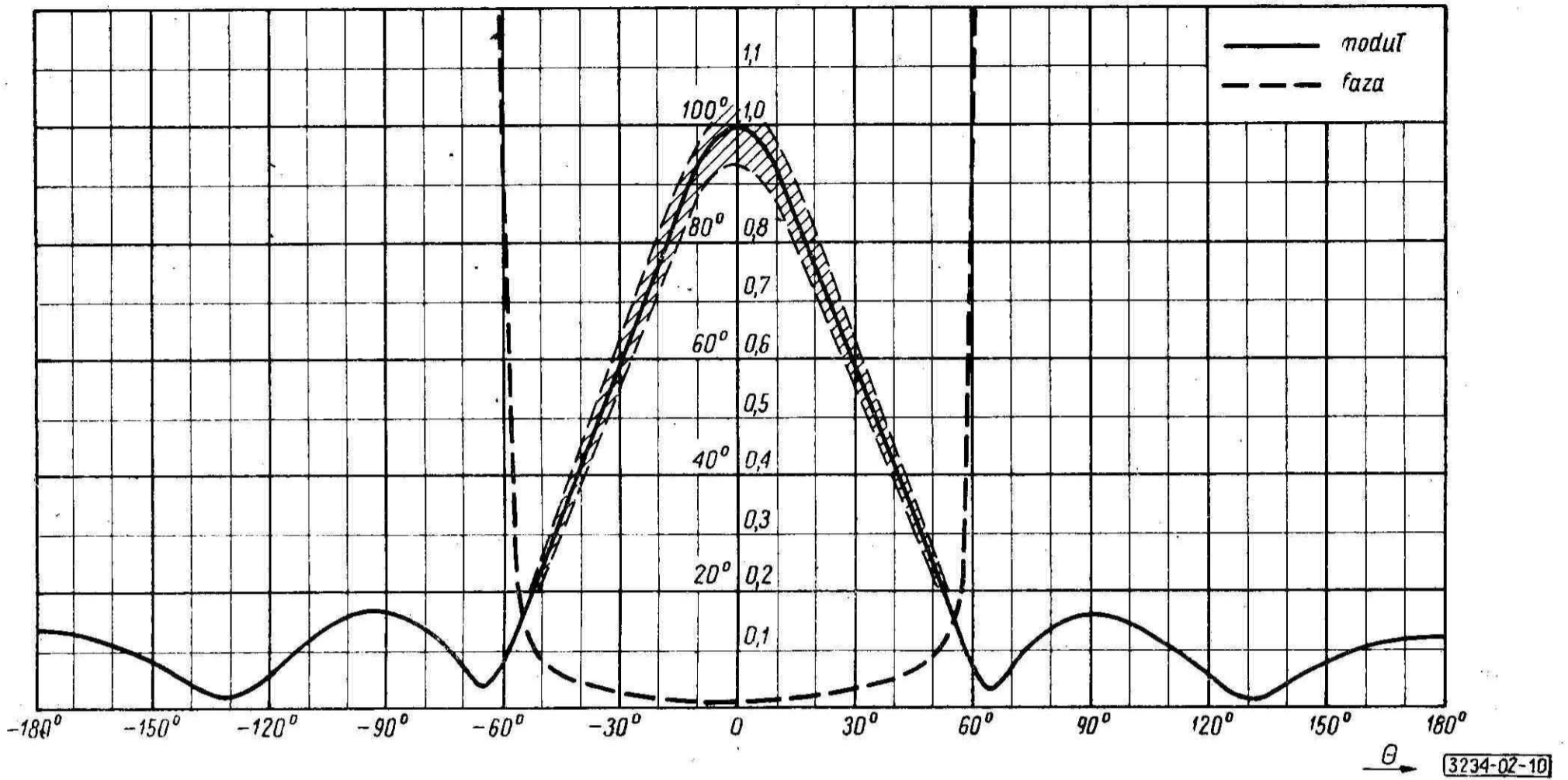




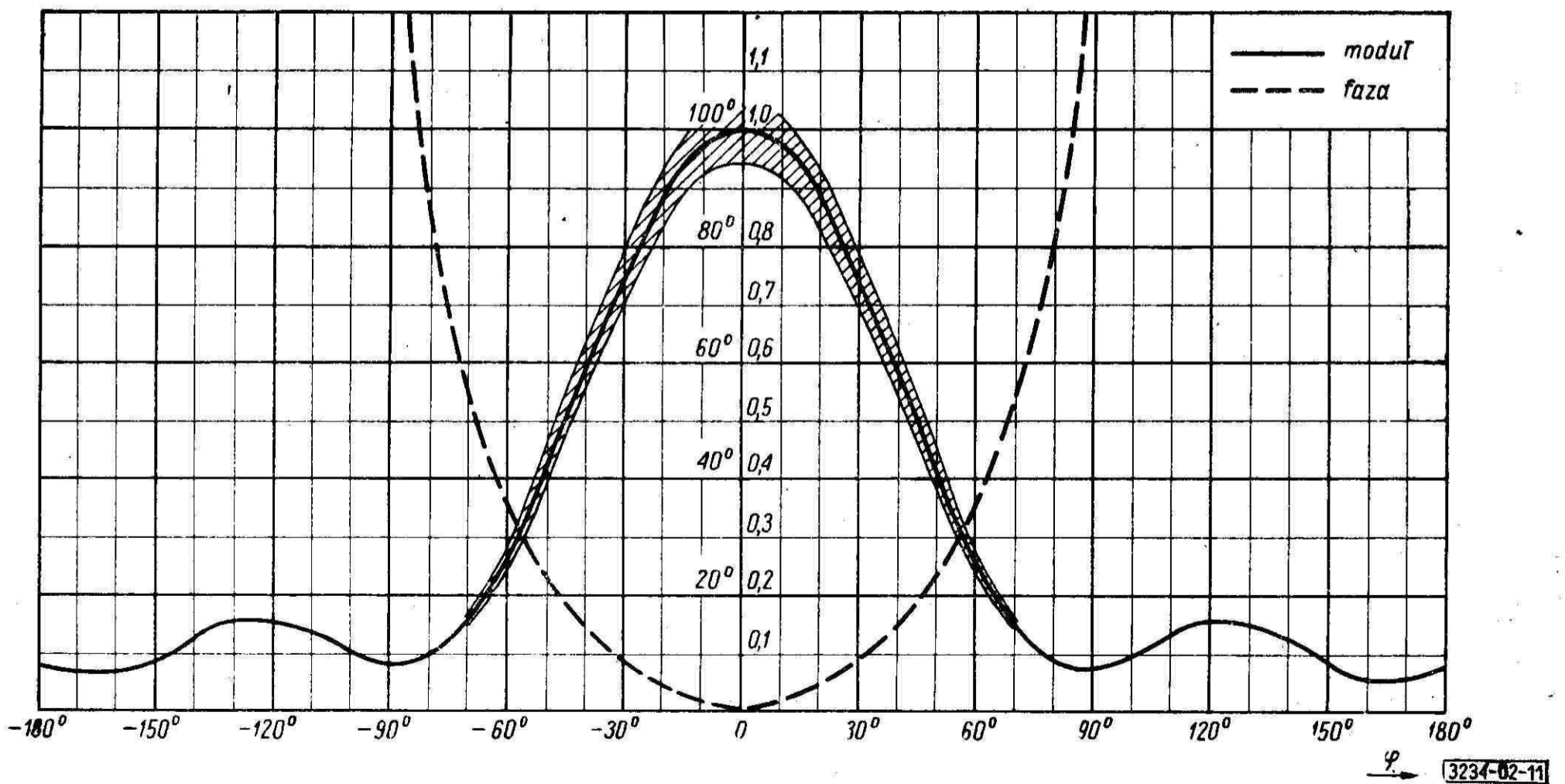
Rys. 8. Zespolona charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA5 w płaszczyźnie wektora  $H$  przy  $f = 175$  MHz



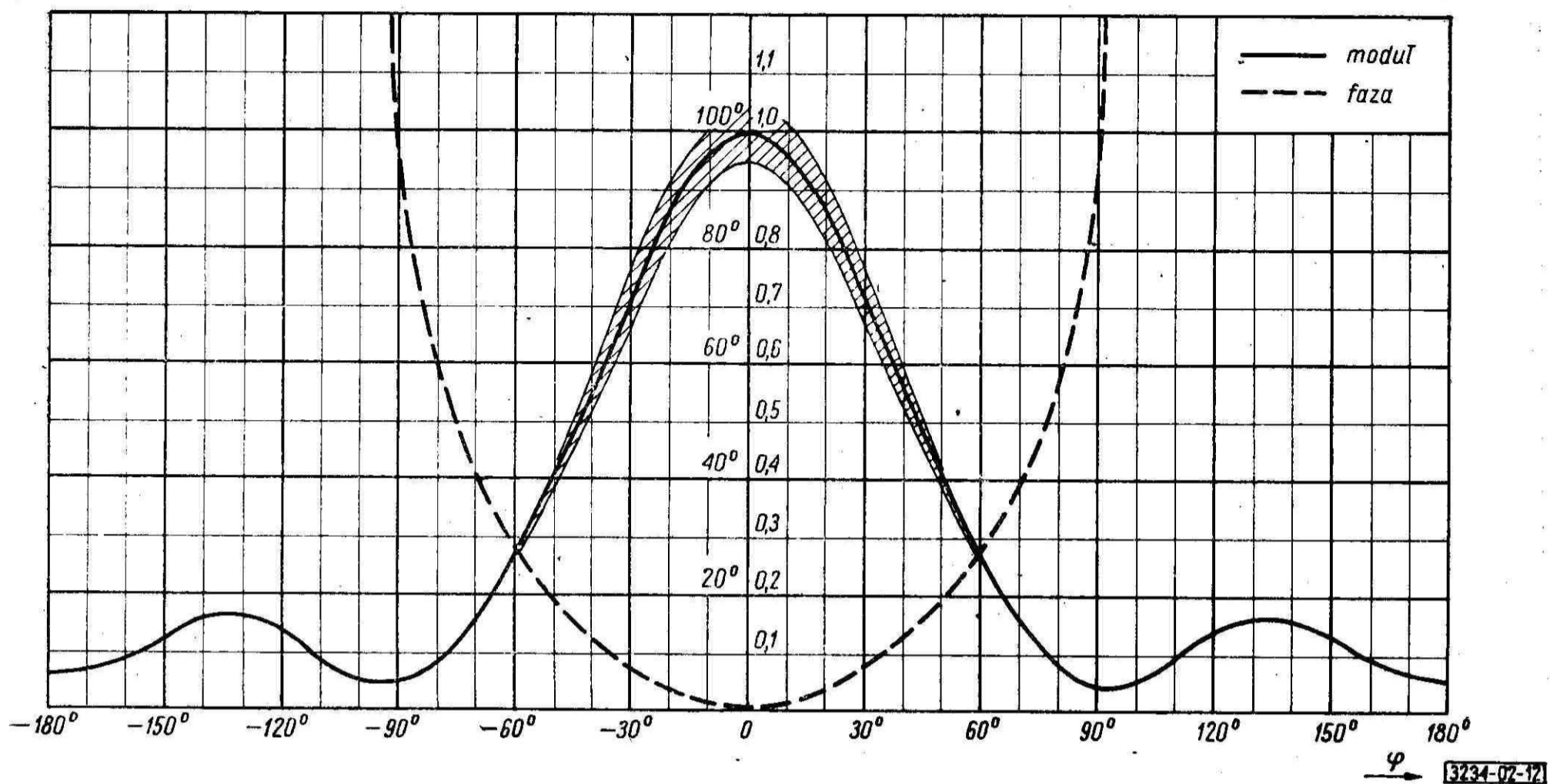
Rys. 9. Zespolona charakterystyka promieniowania elementu antenowego w płaszczyźnie wektora  $H$  przy  $f = 200$  MHz



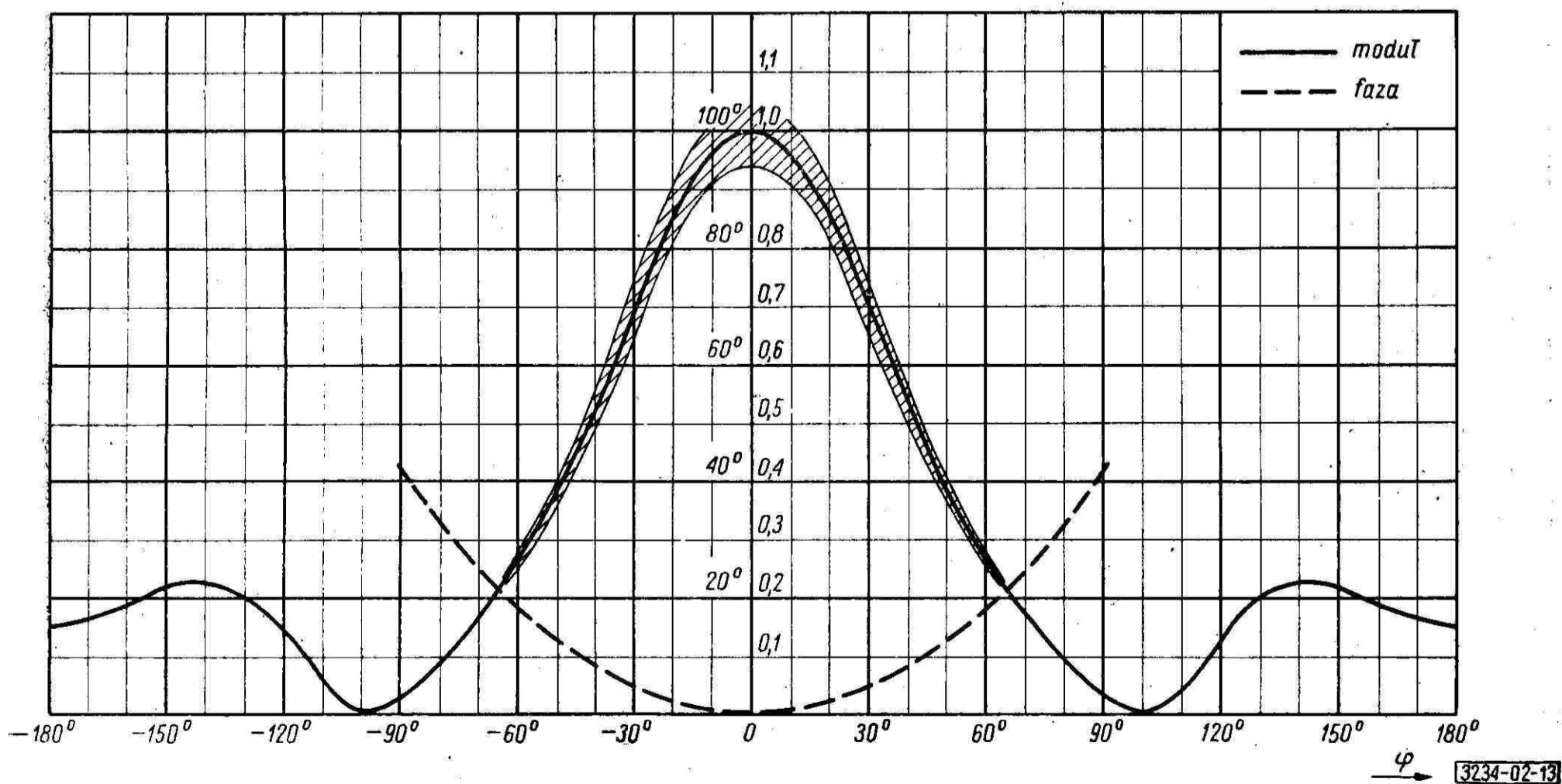
Rys. 10. Zespolona charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA5 w płaszczyźnie wektora  $H$  przy  $f = 225$  MHz



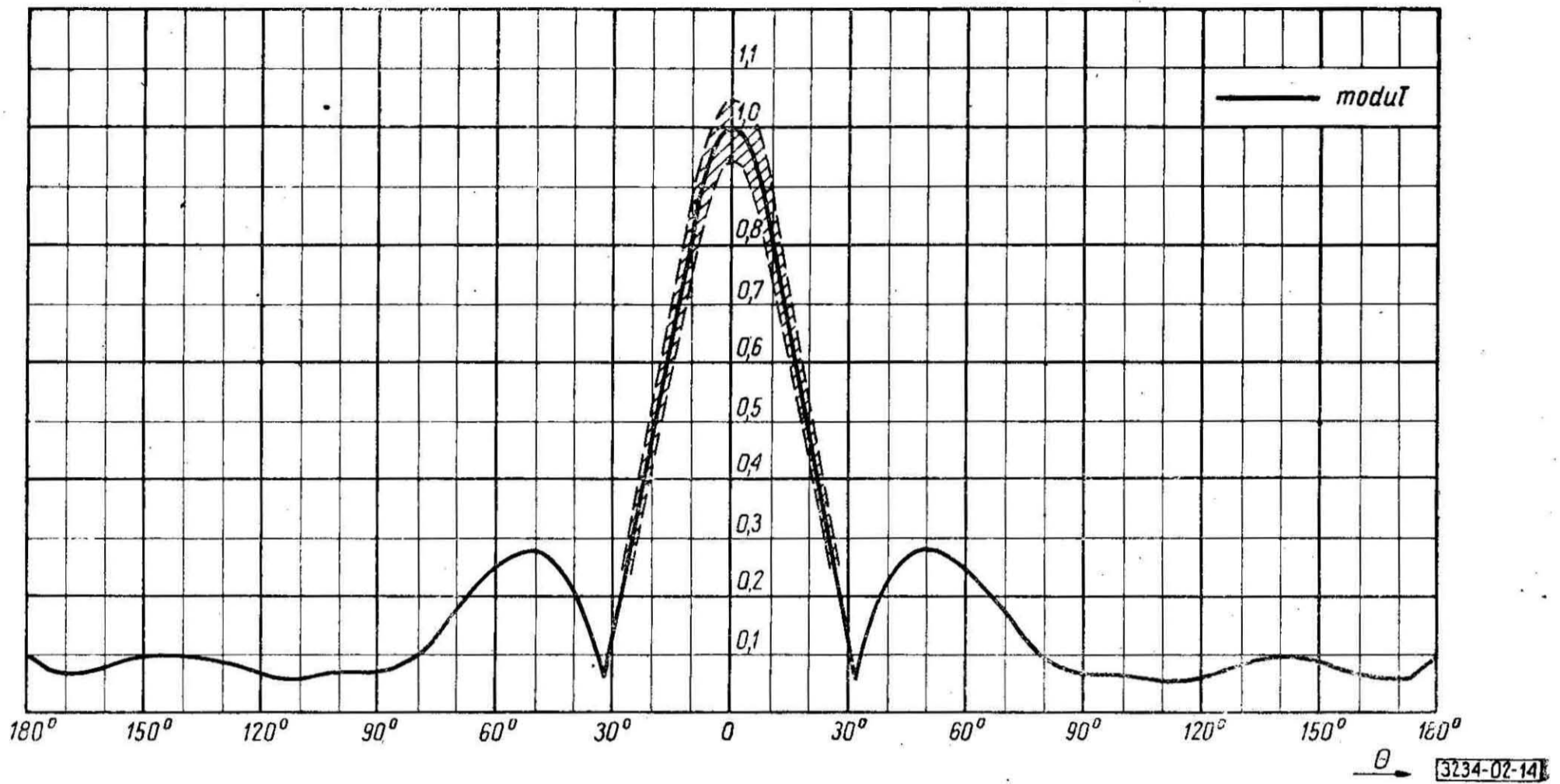
Rys. 11. Zespolona charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA6 w płaszczyźnie wektora  $E$  przy  $f = 175$  MHz



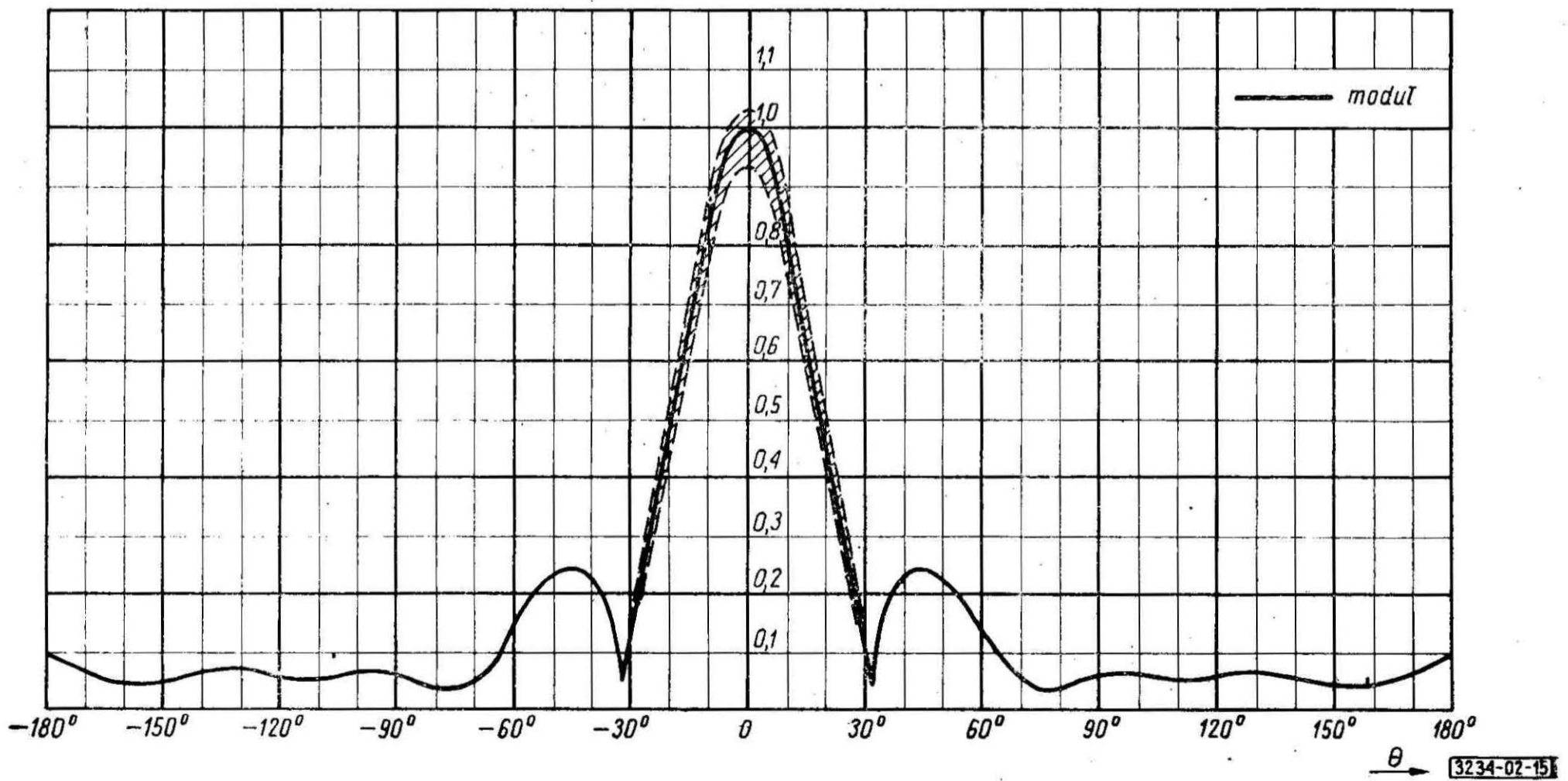
Rys. 12. Zespolona charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA6 w płaszczyźnie wektora  $E$ , przy  $f = 200$  MHz



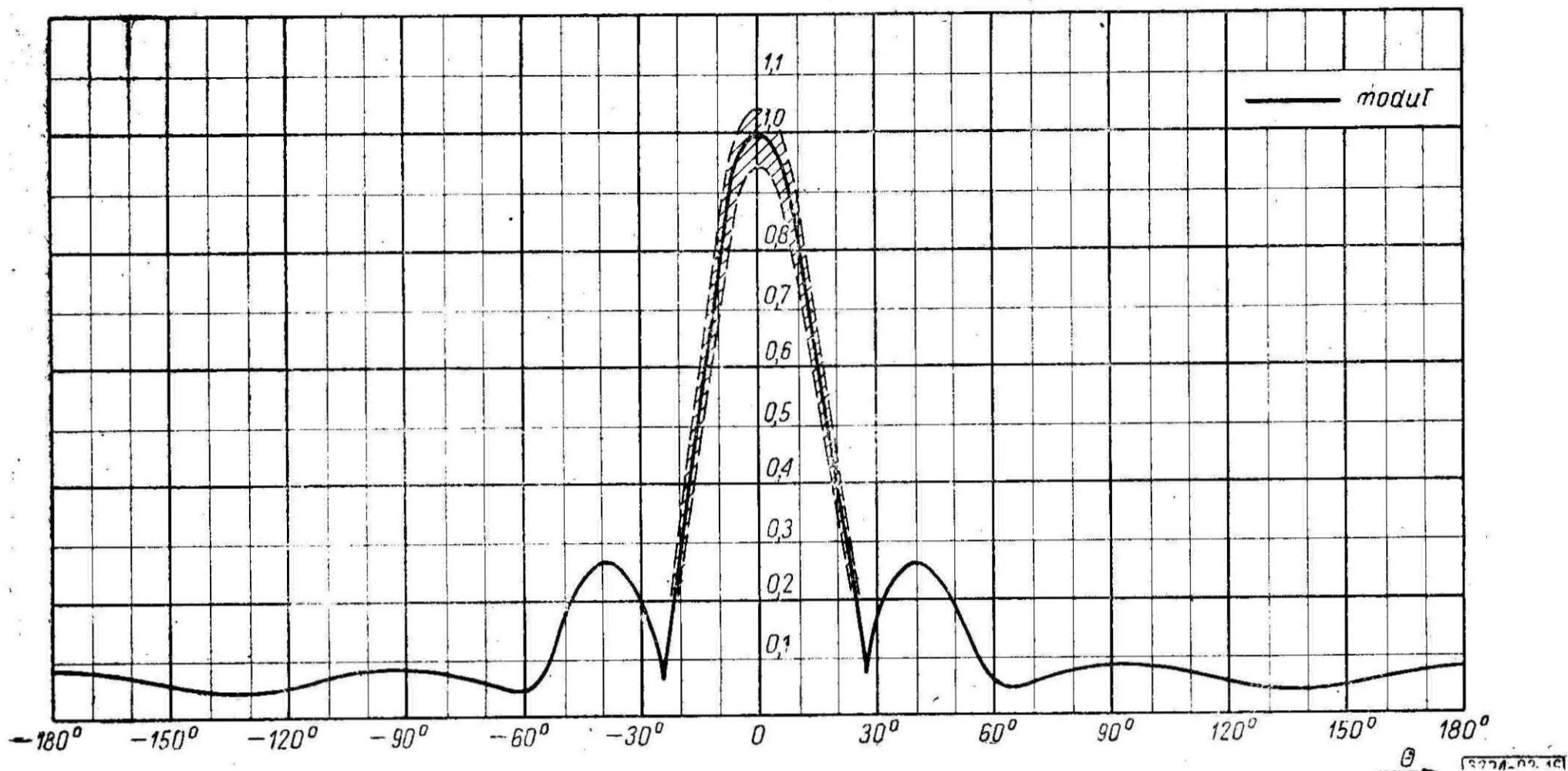
Rys. 13. Zespolona charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA6 w płaszczyźnie wektora  $E$ , przy  $f = 225$  MHz



Rys. 14. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA6 w płaszczyźnie wektora  $H$  przy  $f = 175$  MHz



Rys. 15. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA6 w płaszczyźnie wektora  $H$  przy  $f = 200$  MHz

Rys. 16. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego EA6 w płaszczyźnie wektora H przy  $f = 225$  MHz

2.2.8. Zysk energetyczny elementów antenowych typu EA2, EA3, EA5 oraz EA6 powinien odpowiadać wartościom podanym w tabl. 5÷7 i na rys. 17÷19 z dokładnością nie mniejszą niż  $\pm 10\%$ .

Tablica 5. Zysk energetyczny elementu antenowego EA2 (EA3)

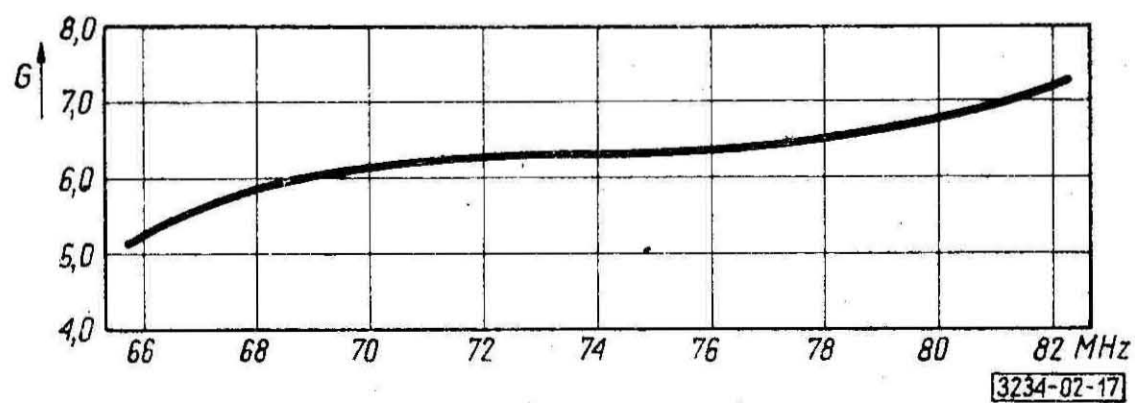
$f$ , MHz	48 (66)	50 (68)	52 (70)	54 (72)	56 (74)	58 (76)	60 (78)	62 (80)	64 (82)
$G$	5,3	5,8	6,1	6,3	6,3	6,4	6,5	6,7	7,2

Tablica 6. Zysk energetyczny elementu antenowego EA5

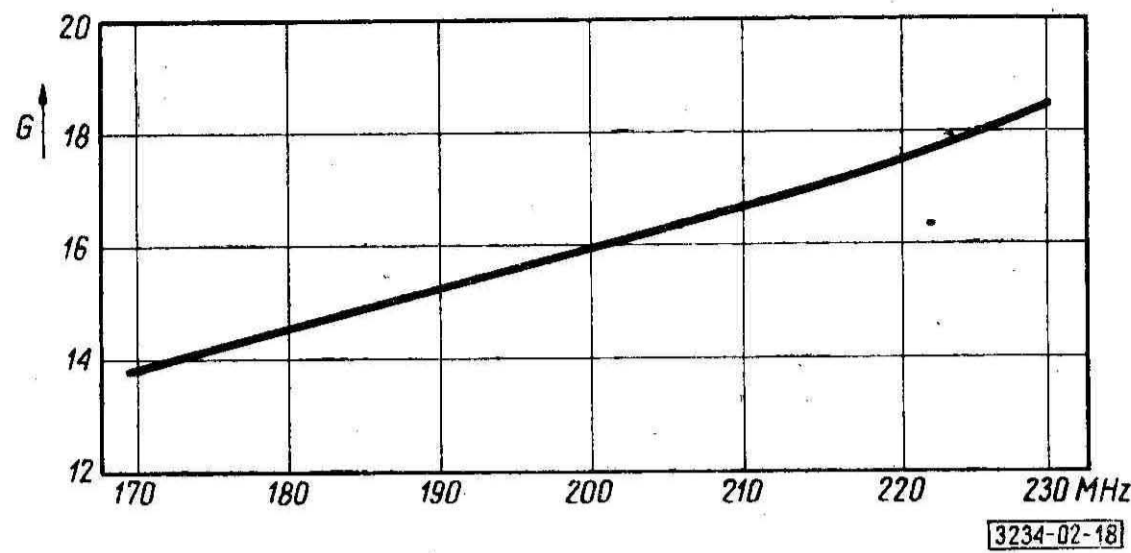
$f$ , MHz	170	180	190	200	210	220	230
$G$	13,8	14,5	15,2	16,0	16,7	17,5	18,4

Tablica 7. Zysk energetyczny elementu antenowego EA6

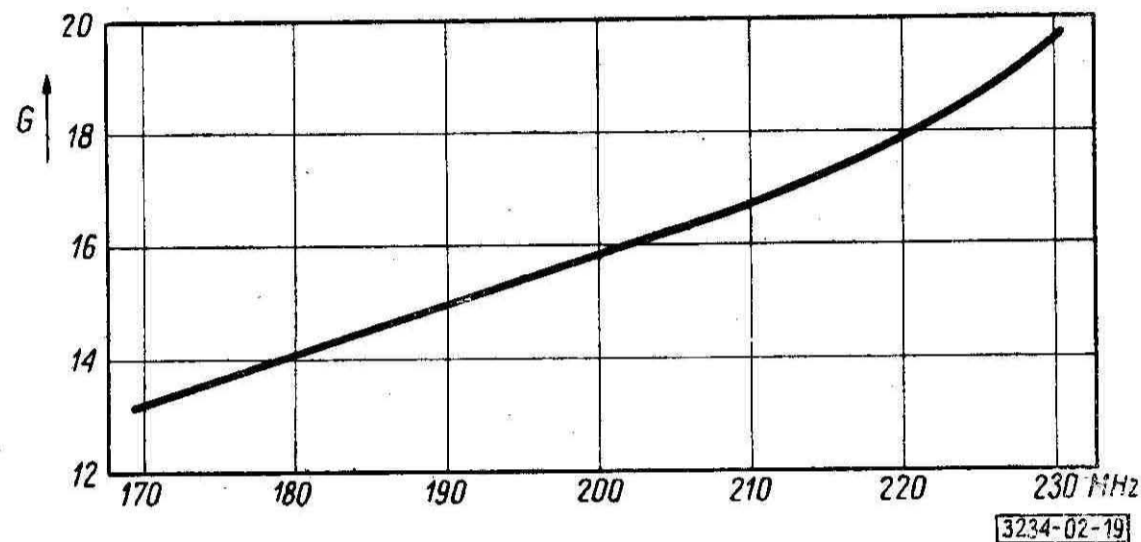
$f$ , MHz	170	180	190	200	210	220	230
$G$	13,2	14,0	14,9	15,9	16,7	17,9	19,6



Rys. 17. Zysk energetyczny elementu antenowego EA2 (EA3)



Rys. 18. Zysk energetyczny elementu antenowego EA5



Rys. 19. Zysk energetyczny elementu antenowego EA6

### 3. BADANIA ELEMENTÓW ANTENOWYCH

**3.1. Rodzaje badań.** W celu określenia parametrów technicznych elementy antenowe należy poddać następującym badaniom:

- pomiar impedancji wejściowej,
- pomiar współczynnika odbicia na wejściu elementu,
- pomiar zespolonej charakterystyki promieniowania elementu,
- pomiar niesymetrii głównej wiązki promieniowania,
- pomiar tłumienia wiązek bocznych promieniowania,
- pomiar tłumienia promieniowania wstecznego,
- pomiar wytrzymałości energetycznej elementu antenowego,
- określenie maksymalnego zysku energetycznego elementu.

#### 3.2. Warunki pomiarów

**3.2.1. Warunki badania elementu** powinny być zbliżone do warunków jego normalnej pracy w stopniu zapewniającym pominięcie wpływów ubocznych dla danego rodzaju badania przy czym element nie może być zawilgocony.

Badania należy przeprowadzać w temperaturze otoczenia od  $-10$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  i przy wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 90%.

**3.2.2. Przyrządy i osprzęt pomiarowy.** Przyrządy pomiarowe, ich zestawy oraz używany do pomiarów osprzęt powinny gwarantować uzyskanie wyników z błędem o co najmniej jeden rząd mniejszym od tolerancji zmierzonej wielkości postanowionej normą. Przyrządy oraz osprzęt powinny być sprawdzone i zaopatrzone w ważne metryki stwierdzające ich klasę.

Przyrządy elektroniczne wymagające zasilania powinny być używane do pomiaru po czasie koniecznym dla ustalenia ich warunków pracy zgodnie z odpowiednimi instrukcjami.

**3.2.3. Miejsce przeprowadzania pomiarów.** Wybór miejsca przeprowadzania pomiarów zależy od rodzaju wielkości mierzonej. Uniwersalnym miejscem umożliwiającym przeprowadzenie wszystkich rodzajów badań jest poligon pomiarowy, który powinien odpowiadać następującym warunkom:

— Teren poligonu powinien być płaski, niezadrzewiony, o możliwie jednorodnym charakterze powierzchni.

— Obszar poligonu powinien być nie mniejszy niż koło o promieniu 500 m, przy czym stanowisko pomiarowe powinno być umieszczone centralnie.

— Przez teren poligonu nie mogą przebiegać napowietrzne linie energetyczne, telefoniczne itp.

— Stanowisko pomiarowe powinno umożliwiać umieszczenie zestawu przyrządów oraz mierzącego poniżej powierzchni terenu.

Szczegółowe warunki pomiarów dla poszczególnych rodzajów badań określone są każdorazowo w punkcie omawiającym dany rodzaj badania.

### 3.3. Opis pomiarów

**3.3.1. Pomiar impedancji wejściowej.** Impedancję wejściową elementu antenowego należy zmierzyć na stanowisku pomiarowym, na którym błędy spowodowane szkodliwymi sprzężeniami pomiędzy radiatorami elementu a otoczeniem będą do pominięcia.

Zazwyczaj wystarczy umieścić element badany na dachu budynku albo w wolnej przestrzeni w odległości co najmniej kilku długości fali od odbijających przedmiotów.

Dla określenia impedancji wejściowej elementu antenowego nadaje się każda metoda, która służy do pomiaru impedancji wejściowej dwójników w zakresie częstotliwości roboczych elementu.

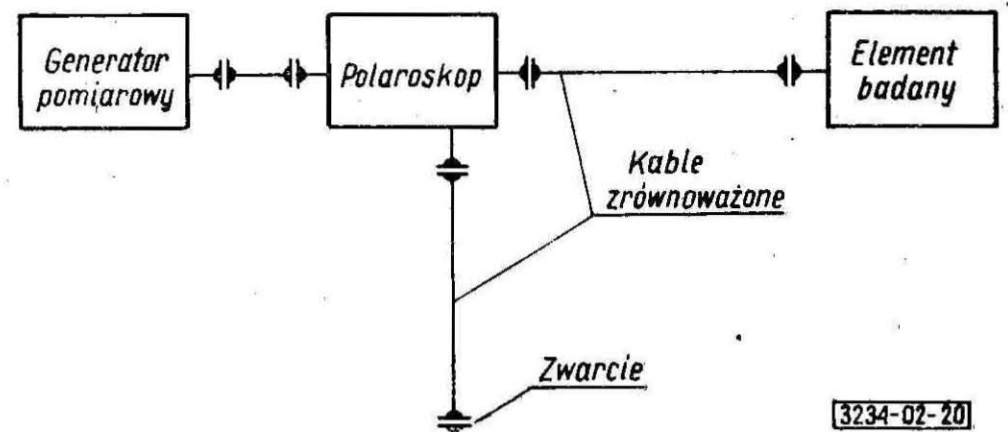
Pomiar impedancji wejściowej elementu należy wykonać pod względem wartości rzeczywistej i urojonej lub pod względem jej modułu i fazy. Obie te możliwości zapewnia przyrząd zbudowany na zasadzie reflektometru, jednakże znacznie rozszerzający jego możliwości zastosowania, tzn. polaroskop (np. Z-g Diagraph firmy Rohde Schwarz). Pozwala on na pomiar zespolonych oporności w zakresie  $1/50 \div 50 Z_0$  i na bezpośrednie naniesienie ich składowych na wykres biegunowy.

Celem wyeliminowania błędów wprowadzonych przez przyrządy pomiarowe oraz mierzącego, jak również ze względu na trudności techniczne w bezpośrednim przyłączeniu przyrządu do elementu badanego, pomiary impedancji wejściowej elementu należy wykonywać przez odpowiedni kabel pomiarowy. Pomiar należy przeprowadzić w całym zakresie częstotliwości roboczych elementu badanego w odstępach co 2 MHz dla elementów typu EA2 i EA3 oraz co 5 MHz dla elementów EA5 i EA6.

Dokładność ustawienia częstotliwości musi być nie mniejsza niż  $\pm 1\%$ . Dokładność pomiaru impedancji wejściowej określona jest dokładnością przyrządu pomiarowego i dla Z-g Diagraph firmy Rohde Schwarz wynosi około 2%.

Wyniki pomiarów należy przedstawiać w postaci wykresu na biegunowym wykresie impedancji (wykresie Smitha). Odpowiedni układ pomiarowy przedstawiono na rys. 20.

Dla uniknięcia konieczności korygowania uzyskanych wyników o wielkość kąta fazowego użytego do pomiarów kabla zaleca się stosowanie pary precyzyjnych kabli zrównoważonych, tzn. kabli o równej i ciągłej impedancji charakterystycznej



Rys. 20. Układ do pomiaru impedancji wejściowej elementu antenowego

nej, posiadających jednakową długość elektryczną w żądanym zakresie częstotliwości.

Zastosowana metoda pomiarowa powinna gwarantować dokładność nie mniejszą niż  $\pm 2\%$ .

**3.3.2. Pomiar współczynnika odbicia.** Dla oceny stopnia dopasowania elementu antenowego do linii zasilającej wystarczy określić moduł współczynnika  $r$ , który jest miarą odchylenia impedancji wejściowej od nominalnej wartości impedancji charakterystycznej, lub współczynnik fali stojącej  $S$ .

Wymienione wielkości związane są między sobą wg równania

$$S = \frac{1+r}{1-r} \quad (1)$$

Rodzaj metody pomiarowej wybiera się odpowiednio do zakresu częstotliwości elementu badanego.

Dla szybkiego określenia wielkości współczynnika odbicia lub stopnia dopasowania elementów antenowych pracujących w I, II i III zakresie UKF mogą być użyte reflektometry zbudowane na zasadzie sprzęgaczy kierunkowych.

Przy pomocy tych urządzeń, przez oddzielne ujęcie fali bieżącej i odbitej, można określić wielkość współczynnika odbicia. Zależność jego od impedancji wejściowej elementu  $Z_A$  i impedancji charakterystycznej toru zasilającego  $Z_0$  jest następująca:

$$\hat{r} = r \cdot e^{j\varphi} = \frac{\hat{Z}_A - Z_0}{\hat{Z}_A + Z_0} \quad (2)$$

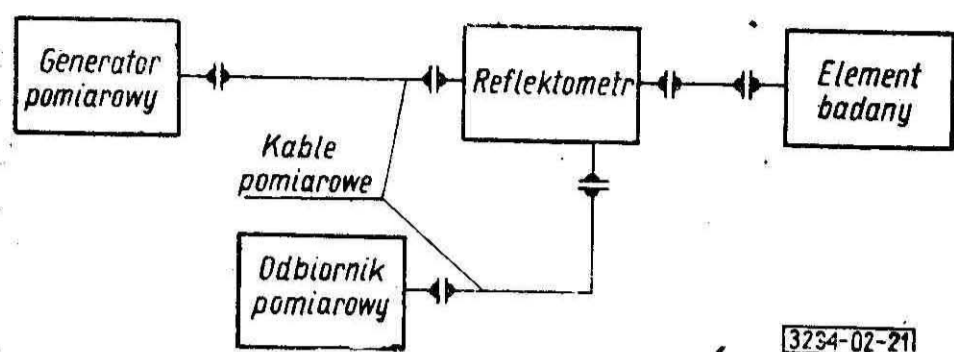
Reflektometrami mierzy się zwykle tylko moduł  $r$  współczynnika odbicia, jednakże istnieje również możliwość uzyskania danych odnośnie jego fazy przez odpowiednią interpretację wyników pomiarów.

Do zasilania reflektometru należy użyć generatora pomiarowego pracującego w żądanym zakresie częstotliwości, o napięciu wyjściowym nie mniejszym niż 3 V.

Jako wskaźnika wysprężonych napięć należy użyć odbiornika pomiarowego pracującego w żą-

danym zakresie częstotliwości o czułości nie mniejszej niż  $100 \mu\text{V}$ , wyposażonego w cechowany dzielnik napięcia wejściowego o zakresie  $0 \div 50 \text{ dB}$  z dokładnością  $\pm 1 \text{ dB}$ .

Układ pomiarowy podano na rys. 21.



Rys. 21. Układ do pomiaru współczynnika odbicia

Do pomiarów urządzeń pracujących w trudno-dostępnych miejscach (np. maszt antenowy) należy używać reflektometrów ze względu na ich małe wymiary pozwalające umieścić je bezpośrednio przy urządzeniu badanym. Sposób ten pozwala uniknąć błędów pomiarowych wprowadzanych tłumiacym i transformującym działaniem długich kabli pomiarowych. Pomiar należy wykonać reflektometrem zapewniającym dokładność pomiaru nie mniejszą niż  $\pm 1\%$ .

Przy pomiarach współczynnika odbicia ważne są wszystkie zalecenia podane w 3.3.1, dotyczące stanowiska pomiarowego.

**3.3.3. Pomiar zespolonej charakterystyki promieniowania.** Dla określenia właściwości promieniowania elementu wystarczy wyznaczyć charakterystyki promieniowania w dwóch wzajemnie prostopadłych właściwie zorientowanych płaszczyznach. Płaszczyzny te wyznaczają kierunki składowych pola elektromagnetycznego (wektory  $E$  i  $H$ ).

Przy zastosowaniu elementów antenowych do pracy w układach konieczna jest znajomość zespolonej charakterystyki promieniowania. W celu wykonania pomiaru zespolonej charakterystyki promieniowania element badany należy umieścić na obrotowej konstrukcji pozwalającej na jego pełny obrót z możliwością odczytu kąta obrotu z dokładnością  $\pm 0,2^\circ$ .

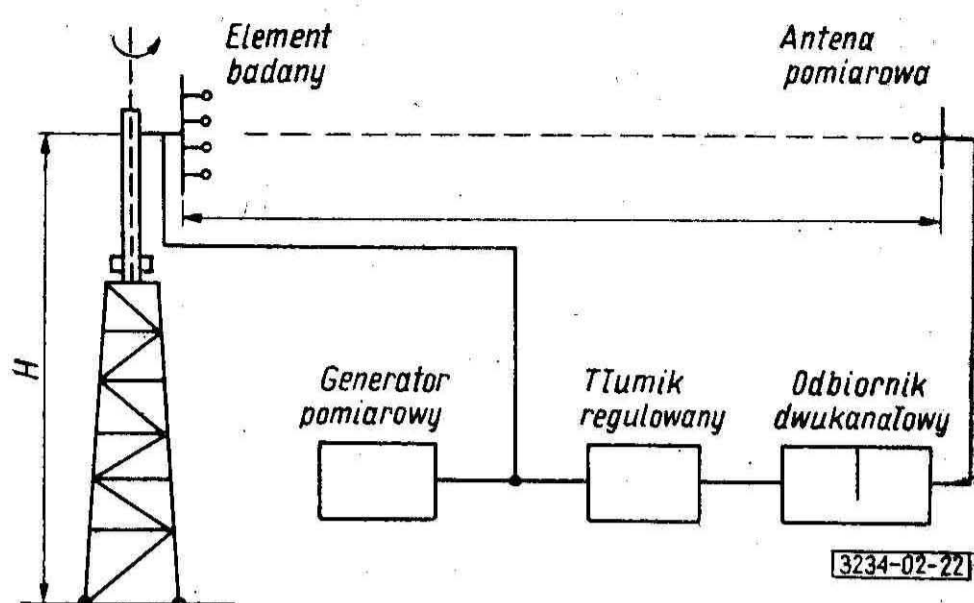
Oś obrotu elementu badanego musi być prostopadła do płaszczyzny wektora  $E$  lub  $H$ .

Pomiary te należy wykonywać w terenie odpowiadającym ogólnym warunkom podanym w 3.2.3.

Układ do pomiaru zespolonej charakterystyki promieniowania przedstawiono na rys. 22.

W skład zestawu przyrządów wchodzi:

— generator pomiarowy przestrajany w zakresie częstotliwości roboczych elementu badanego o regulowanym napięciu wyjściowym; maksymalna wartość mocy wyjściowej nie powinna być mniejsza niż  $1 \text{ W}$ ;



Rys. 22. Układ do pomiaru zespolonej charakterystyki promieniowania

— tłumik z ciągłą regulacją tłumienia w granicach  $30 \div 60 \text{ dB}$ ; znajomość bezwzględnej wartości tłumienia tłumika nie jest wymagana;

— odbiornik dwukanałowy umożliwiający porównanie dwóch napięć o jednakowej częstotliwości pod względem modułu i fazy; zakres przestrajania odbiornika powinien odpowiadać zakresowi częstotliwości roboczych elementu badanego; czułość odbiornika nie może być mniejsza niż  $10 \text{ mV}$ ;

— antena pomiarowa; może to być dowolna antena o zysku energetycznym w zakresie częstotliwości pomiarów nie mniejszym niż 1 w stosunku do dipola półfalowego,

— kable zasilające; łączna wartość tłumienia kabli zasilających badany element i antenę pomiarową nie powinna przekraczać  $20 \text{ dB}$ . Odległość  $l$  pomiędzy elementem badanym a anteną pomiarową powinna być nie mniejsza niż odległość wynikająca z zależności

$$l \geq \frac{20}{\lambda_0} (D_1^2 + D_2^2) \quad [\text{m}] \quad (3)$$

gdzie:

$l$  — odległość między antenami, m,

$\lambda_0$  — długość fali roboczej, m,

$D_1$  } — największe z wymiarów liniowych obu  
 $D_2$  } anten, m

— aby można było anteny uważać za źródła punktowe.

Wysokość zawieszenia  $H$  elementu badanego i anteny pomiarowej powinna wynosić co najmniej 3 długości fali dla częstotliwości pomiaru.

W układzie wg rys. 22 do odbiornika dwukanałowego doprowadzone są dwa napięcia, z których jedno ma wartość stałą i służy jako napięcie odniesienia, a drugie jest proporcjonalne do charakterystyki promieniowania elementu badanego. Przy obracaniu elementu wokół osi  $Z$  występujące na zaciskach anteny pomiarowej napięcie zmienia się odpowiednio do charakterystyki pro-



mieniowania tegoż elementu w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu. Fazę promieniowania elementu antenowego określa się przez różnicę faz między napięciami doprowadzonymi do wejść odbiornika, w funkcji kąta obrotu elementu badanego. Różnica faz wynikająca z różnych czasów przejścia obu torów jest nieistotna, gdyż przy niezmienniej częstotliwości ma wartość stałą.

Pomiar zespolonej charakterystyki promieniowania należy przeprowadzić co  $5^\circ$  w zakresie kąta pełnego.

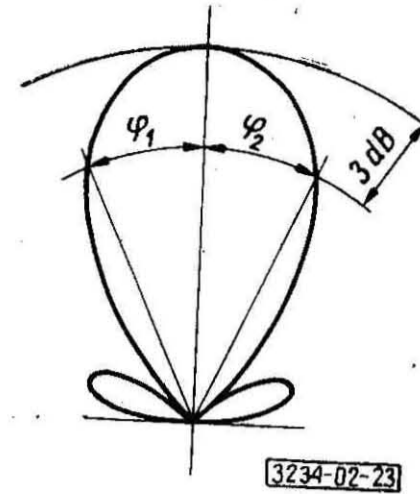
Wyniki pomiarów modułu charakterystyki należy przedstawiać jako zbiór wartości względnych odniesionych do wartości maksymalnej wiązki głównej i ilustrować wykresem we współrzędnych biegunowych; fazę własną promieniowania należy przedstawiać w stopniach z uwzględnieniem znaku i wykreślać we współrzędnych prostokątnych.

Uzyskane tą drogą wyniki obarczone są błędem nie większym niż  $\pm 5\%$  w stosunku do wartości maksymalnej wiązki głównej.

**3.3.4. Pomiar niesymetrii głównej wiązki promieniowania** należy wykonać w układzie opisanym w 3.3.3 przy zachowaniu badanych w nim warunków pomiarowych.

Należy określić wartości kątów, dla których natężenia pola promieniowania wiązki głównej maleją o 3 dB w stosunku do swej wartości maksymalnej (rys. 23).

**3.3.5. Pomiar tłumienia listków bocznych charakterystyki promieniowania** należy wykonać w układzie opisanym w 3.3.3 przy zachowaniu podanych w nim warunków pomiarowych. Należy określić stosunek największej wartości natężenia pola promieniowania poza pierwszym minimum, do maksymalnej wartości wiązki głównej, w ką-



$$\text{niesymetria } \Delta\varphi = \left( \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2} \right) = 100 \text{ [\%]}$$

Rys. 23. Definicja niesymetrii głównej wiązki promieniowania

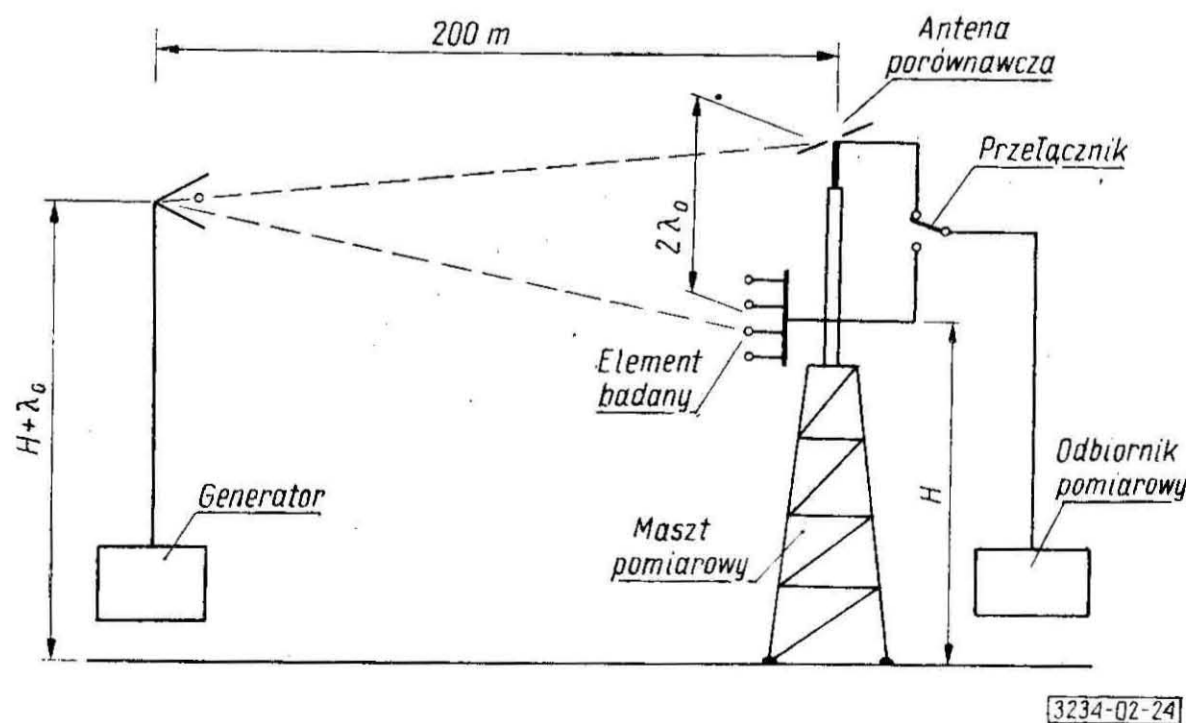
cie do  $\pm 90^\circ$  od osi geometrycznej elementu. Wynik pomiaru należy podać w dB.

**3.3.6. Pomiar tłumienia promieniowania wstecznego** należy wykonać w układzie opisanym w 3.3.3 przy zachowaniu podanych w nim warunków pomiarowych. Polega on na określeniu tłumienia zgodnie z 1.3.13.

**3.3.7. Pomiar zysku energetycznego.** Pomiar zysku energetycznego elementu antenowego należy przeprowadzić w układzie podanym na rys. 24.

Zasada pomiaru polega na porównaniu zysku elementu badanego z zyskiem anteny porównawczej, którą stanowi dipol półfalowy zasilany symetrycznie. Obie anteny, jednakowo spolaryzowane, powinny być ustawione na maksymalną wartość sygnału odbieranego.

Z generatora należy wypromieniować w kierunku anten moc wielkiej częstotliwości, nie



Rys. 24. Układ do pomiaru zysku energetycznego elementu antenowego

mniejszą niż 1 W. Polaryzacja anteny nadawczej generatora musi odpowiadać polaryzacji obu anten. Odległość anteny nadawczej generatora od masztu pomiarowego powinna wynosić około 200 m.

Wysokość zawieszenia elementu badanego nad powierzchnią ziemi nie może być mniejsza niż 4 długości średniej fali roboczej. Odległość między elementem badanym a anteną porównawczą powinna być nie mniejsza niż dwie długości średniej fali roboczej. Odbiornik pomiarowy powinien odpowiadać warunkom określonym w 3.3.2.

Pomiar polega na porównaniu wielkości napięć uzyskanych na odbiorniku pomiarowym z obu anten. Tłumienie kabli łączących anteny z odbiornikiem oraz warunki ich dopasowania muszą być jednakowe.

Stosunek napięcia uzyskanego z elementu badanego do napięcia z anteny porównawczej wyrażony w decybelach jest miarą zysku energetycznego.

**3.3.8. Pomiar wytrzymałości energetycznej elementu antenowego.** W celu sprawdzenia elementów antenowych pod względem wytrzymałości energetycznej należy dysponować odpowiednim

źródłem mocy o częstotliwości leżącej w zakresie częstotliwości roboczych elementu badanego. Pomiar polega na sprawdzeniu impedancji wejściowej elementu (zgodnie z 3.3.1) przed próbą, obciążeniu na okres 1 godz mocą wielkiej częstotliwości dwukrotnie większą od wartości nominalnej i na ponownym sprawdzeniu jego impedancji wejściowej.

W czasie próby źródło powinno dostarczać do obciążenia moc fali ciągłej niemodulowanej.

Element uznaje się za spełniający wymagania niniejszej normy pod względem wytrzymałości energetycznej, jeżeli przebiegi jego impedancji wejściowej przed i po próbie pokrywają się z osiągalną powtarzalnością pomiaru.

Dla uniknięcia ewentualnych błędów w pomiarze impedancji wejściowej przed i po próbie obciążenia zaleca się, aby wszystkie fazy pomiaru były przeprowadzane na jednym stanowisku pomiarowym i tym samym sprzętem pomiarowym.

Przy pomiarze tym należy zwrócić uwagę na zachowanie środków ostrożności ze względu na szkodliwy wpływ napromieniowania mocą wielkiej częstotliwości organizmu ludzkiego oraz możliwości poparzeń.

K O N I E C

## SPIS TREŚCI

### 1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Określenia
  - 1.3.1. Płaszczyznowy element antenowy
  - 1.3.2. Wejście elementu antenowego
  - 1.3.3. Impedancja wejściowa elementu
  - 1.3.4. Zakres częstotliwości roboczych elementu antenowego
  - 1.3.5. Charakterystyka promieniowania elementu antenowego
  - 1.3.6. Zespólna charakterystyka promieniowania
  - 1.3.7. Faza promieniowania elementu antenowego
  - 1.3.8. Środek elektryczny elementu antenowego
  - 1.3.9. Zastępcze źródło promieniowania
  - 1.3.10. Wiązka promieniowania elementu antenowego
  - 1.3.11. Główna wiązka promieniowania
  - 1.3.12. Wiązka boczna charakterystyki promieniowania
  - 1.3.13. Promieniowanie wsteczne elementu antenowego
  - 1.3.14. Tłumienie promieniowania wstecznego
  - 1.3.15. Tłumienie wiązek bocznych
  - 1.3.16. Niesymetria głównej wiązki promieniowania
  - 1.3.17. Zysk energetyczny elementu antenowego
  - 1.3.18. Maksymalny zysk energetyczny elementu antenowego
  - 1.3.19. Moc nominalna elementu antenowego
  - 1.3.20. Normalna praca elementu antenowego
- 1.4. Normy związane

### 2. WYMAGANIA

- 2.1. Wymagania ogólne
- 2.2. Wymagania szczegółowe

- 2.2.1. Impedancja wejściowa elementów
- 2.2.2. Tolerancja impedancji wejściowej
- 2.2.3. Niesymetria głównej wiązki promieniowania
- 2.2.4. Tłumienie wiązek bocznych
- 2.2.5. Tłumienie promieniowania wstecznego
- 2.2.6. Moc nominalna wielkiej częstotliwości
- 2.2.7. Zespólone charakterystyki promieniowania elementów antenowych
- 2.2.8. Zysk energetyczny elementów antenowych

### 3. BADANIA ELEMENTÓW ANTENOWYCH

- 3.1. Rodzaje badań
- 3.2. Warunki pomiarów
  - 3.2.1. Warunki badania elementu
  - 3.2.2. Przyrządy i osprzęt pomiarowy
  - 3.2.3. Miejsce przeprowadzania pomiarów
- 3.3. Opis pomiarów
  - 3.3.1. Pomiar impedancji wejściowej
  - 3.3.2. Pomiar współczynnika odbicia
  - 3.3.3. Pomiar zespolonej charakterystyki promieniowania
  - 3.3.4. Pomiar niesymetrii głównej wiązki promieniowania
  - 3.3.5. Pomiar tłumienia listków bocznych charakterystyki promieniowania
  - 3.3.6. Pomiar tłumienia promieniowania wstecznego
  - 3.3.7. Pomiar zysku energetycznego
  - 3.3.8. Pomiar wytrzymałości energetycznej elementu antenowego