

ELEMENTY URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH	N O R M A   B R A N Ż O W A	BN-88
	Generatory kwarcowe Ogólne wymagania i badania	3314-02
		Grupa katalogowa 1924

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są ogólne wymagania i badania dotyczące generatorów kwarcowych.

**1.2. Określenia** — wg PN-85/T-01029 i PN-84/E-04600.

## 2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

**2.1. Typ generatora** zależy od sposobu wykonania oraz parametrów elektrycznych i mechaniczno-klimatycznych charakteryzujących jego właściwości.

Oznaczenie typu składa się z trzech symboli:

— pierwszy zawiera 4 ÷ 6 znaków literowych i jest kodem sposobu wykonania zgodnie z PN-85/T-01029

SPXO — generator kwarcowy modułowy,

TCXO — generator kwarcowy termokompensowany,

OCXO — generator kwarcowy termostatowany,

VCXO — generator kwarcowy sterowany napięciem, dopuszcza się tworzenie następujących kombinacji podanych powyżej kodów:

TCVCXO — generator kwarcowy termokompensowany sterowany napięciem,

OCVCXO — generator kwarcowy termostatowany sterowany napięciem;

— drugi zawiera 1 lub 2 cyfry arabskie informujące o parametrach technicznych;

— trzeci zawiera znak literowy P oznaczający kraj wytwórcy, tj. Polskę.

### 2.2. Podział ze względu na wykonanie

**2.2.1. Częstotliwość znamionowa** — wg norm przedmiotowych.

**2.2.2. Tolerancja częstotliwości całkowita i cząstkowa** — wg norm przedmiotowych.

Zalecane wartości tolerancji:

$\pm 0,05\%$ ,  $\pm 0,02\%$ ,

$(\pm 100, \pm 75, \pm 50, \pm 25, \pm 15, \pm 10, \pm 5, \pm 3, \pm 2, \pm 1) \cdot 10^{-6}$ ,

$(\pm 50, \pm 30, \pm 20, \pm 10, \pm 5, \pm 1, \pm 0,5, \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$ ,

$(\pm 10, \pm 5, \pm 2, \pm 1) \cdot 10^{-10}$ .

**2.2.3. Zakresy temperatury pracy** — wg norm przedmiotowych.

Zalecane przedziały temperatur:

$+15 \div +45^{\circ}\text{C}$ ,

$0 \div +50^{\circ}\text{C}$ ,

$-20 \div +70^{\circ}\text{C}$ ,

$-40 \div +70^{\circ}\text{C}$ ,

$-55 \div +70^{\circ}\text{C}$ ,

$-55 \div +90^{\circ}\text{C}$ ,

$-55 \div +105^{\circ}\text{C}$ .

**2.2.4. Czas stabilizacji** — wg norm przedmiotowych.

Zalecane wartości czasów:

(1, 2, 3, 5, 10, 15, 30) min oraz (1, 2, 3) h.

Dokładność częstotliwości, jaka po czasie stabilizacji jest osiągnięta przez generator powinna wynosić:

$(\pm 5, \pm 3, \pm 2, \pm 1) \cdot 10^{-6}$ ,

$(\pm 50, \pm 30, \pm 20, \pm 10, \pm 5, \pm 2, \pm 1, \pm 0,5, \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$ ,

$(\pm 10, \pm 5, \pm 2, \pm 1) \cdot 10^{-10}$ .

**2.2.5. Niestaołość częstotliwości długoterminowa (starzenie)** — wg norm przedmiotowych.

Zalecane wartości starzenia:

$(\pm 5, \pm 3, \pm 2, \pm 1) \cdot 10^{-6}$ ,

$(\pm 50, \pm 30, \pm 20, \pm 10, \pm 5, \pm 2, \pm 1, \pm 0,5, \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$ ,

$(\pm 10, \pm 5, \pm 2, \pm 1, \pm 0,5, \pm 0,2, \pm 0,1) \cdot 10^{-10}$ .

**2.2.6. Kategoria klimatyczna** — wg norm przedmiotowych.

**2.3. Sposób budowy oznaczenia.** Oznaczenie generatora powinno zawierać następujące dane w podanej kolejności:

a) część słowną GENERATOR KWARCOWY,

b) oznaczenie typu generatora wg 2.1,

c) częstotliwość znamionową i miano (Hz, kHz, MHz),

d) numer normy przedmiotowej.

Sąsiadujące ze sobą w oznaczeniu znaki należy oddzielać poziomymi kreskami.

Częstotliwość generatora należy podawać dla częstotliwości  $f \leq 1$  kHz w Hz, dla  $1$  kHz  $< f \leq 1$  MHz — w kHz i dla  $f > 1$  MHz — w MHz.

Zgłoszona przez Instytut Tele- i Radiotechniczny  
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Tele- i Radiotechnicznego dnia 15 lipca 1988 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1989 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 12/1988, poz. 28)

Przykład oznaczenia generatora kwarcowego typu OCXO-5-P o częstotliwości 5 MHz i parametrach szczegółowych określonych w normie zakładowej L-18/WT-6866-096:

GENERATOR KWARCOWY OCXO-5-P-5 MHz  
L-18/WT-6866-096

### 3. WYMAGANIA

**3.1. Wymiary** — wg norm przedmiotowych.

**3.2. Wygląd zewnętrzny.** Obudowa generatora nie może mieć uszkodzeń mechanicznych (pęknięć, odprysków). Części metalowe nie powinny mieć śladów korozji. W przypadku stosowania przepustów szklanych nie mogą występować wykruszenia części szklanych. Cechowanie powinno być czytelne i trwałe.

**3.3. Rezystancja izolacji** mierzona między końcówkami określonymi w normie przedmiotowej oraz między połączonymi końcówkami i metalowymi częściami generatora nie powinna być mniejsza od wartości podanej w normie przedmiotowej.

**3.4. Pobór mocy generatora** powinien zawierać się w granicach podanych w normie przedmiotowej.

**3.5. Częstotliwość regulacji** powinna zawierać się w granicach podanych w normie przedmiotowej.

**3.6. Tolerancja częstotliwości zależna od temperatury** powinna zawierać się w granicach określonych w normie przedmiotowej.

**3.7. Tolerancja częstotliwości zależna od napięcia zasilającego** powinna zawierać się w granicach podanych w normie przedmiotowej.

**3.8. Tolerancja częstotliwości zależna od impedancji obciążenia** powinna spełniać warunki podane w normie przedmiotowej.

**3.9. Zakres regulacji częstotliwości** powinien spełniać warunki podane w normie przedmiotowej.

**3.10. Niestalość częstotliwości długoterminowej** powinna zawierać się w granicach podanych w normie przedmiotowej.

**3.11. Krótkoterminowa niestalość częstotliwości** powinna zawierać się w granicach podanych w normie przedmiotowej.

W przypadku oceny krótkoterminowej stałości w dziedzinie czasu w normie przedmiotowej powinien być określony zakres czasów uśrednionych oraz częstotliwość graniczna  $F_g$ .

W przypadku pomiaru w dziedzinie częstotliwości w normie przedmiotowej powinien być określony zakres częstotliwości pomiarowych.

**3.12. Odstęp sygnału od szumu** powinien zawierać się w granicach podanych w normach przedmiotowych.

**3.13. Czas stabilizacji** powinien zawierać się w granicach podanych w normie przedmiotowej.

**3.14. Nieliniowość charakterystyki modulacji** powinna zawierać się w granicach określonych w normie przedmiotowej.

**3.15. Napięcie wyjściowe generatora** powinno zawierać się w granicach zawartych w normie przedmiotowej.

**3.16. Zniekształcenia harmoniczne** powinny spełniać wymagania zawarte w normie przedmiotowej.

**3.17. Drgania pasożytnicze.** Tłumienie drgań pasożytniczych powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w normie przedmiotowej.

**3.18. Wytrzymałość końcówek.** Generator bez widocznych uszkodzeń (uszkodzenie końcówek, uszkodzenie przepustów szklanych, przemieszczenie końcówek) powinien w zależności od rodzaju końcówek wytrzymywać próby  $U_{a1}$  i  $U_{a2}$  lub  $U_b$  (zgodnie z normą przedmiotową) wg PN-87/E-04619.

**3.19. Próba szczelności.** Obudowa generatora (w przypadku generatorów zamkniętych hermetycznie) powinna być szczelna i wytrzymywać próbę  $Q_c$  metoda 1 lub  $Q_k$  metoda 2 wg PN-87/E-04615.

W normie przedmiotowej należy określić dopuszczalną nieszczelność generatora.

**3.20. Lutowność końcówek.** Końcówki generatora (o ile to jest wymagane) powinny łatwo zwilżać się ciekłym lutem. Sposób i kryteria oceny lutowności — wg PN-84/E-04618/01 p. 4.6.4.

**3.21. Zmiany temperatury.** Generator powinien być wytrzymały na zmiany temperatury zgodnie z PN-85/E-04613/01 próba Na.

W wyniku narażenia zmiany częstotliwości i napięcia wyjściowego generatora powinny zawierać się w granicach określonych w normie przedmiotowej.

**3.22. Udary wielokrotne.** Generator powinien wytrzymać bez uszkodzeń mechanicznych próbę  $E_b$  wg PN-85/E-04605/02.

Powstałe w wyniku narażenia zmiany częstotliwości i napięcia wyjściowego nie powinny przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.23. Wibracje sinusoidalne.** Generator powinien wytrzymywać bez uszkodzeń mechanicznych próbę  $F_c$  wg PN-86/E-04606/03.

Powstałe w wyniku narażenia zmiany częstotliwości i napięcia wyjściowego nie powinny przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.24. Udary pojedyncze.** Generator (o ile jest to wymagane) powinien wytrzymywać bez uszkodzeń mechanicznych próbę  $E_a$  wg PN-85/E-04605/01.

Powstałe w wyniku narażenia zmiany częstotliwości i napięcia wyjściowego nie powinny przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.25. Przyspieszenie stałe.** Generator powinien wytrzymywać bez uszkodzeń mechanicznych próbę  $G_a$  wg PN-85/E-04607.

Powstałe w wyniku narażenia zmiany częstotliwości i napięcia wyjściowego nie powinny przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.26. Niskie ciśnienie atmosferyczne.** Generator (o ile jest to wymagane) powinien wytrzymywać bez uszkodzeń mechanicznych próbę  $M$  wg PN-85/E-04612.

Powstałe w wyniku narażenia zmiany częstotliwości i napięcia wyjściowego nie powinny przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.27. Normalny szereg klimatyczny**

**3.27.1. Suche gorąco.** Generator powinien wytrzymywać bez uszkodzeń mechanicznych próbę  $B_a$  wg PN-84/E-04602.

Po narażeniu obudowa generatora nie powinna mieć śladów korozji, a cecha powinna być czytelna, natomiast powstała w wyniku narażenia zmiana częstotliwości i napięcia wyjściowego generatora nie powinna przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.27.2. Wilgotne gorąco cykliczne (pierwszy cykl).** Generator powinien wytrzymać bez uszkodzeń mechanicznych działanie jednego cyklu wilgotnego gorąca cyklicznego wg PN-84/E-04604/02 próba Db.

**3.27.3. Zimno.** Generator powinien wytrzymać bez uszkodzeń mechanicznych próbę A wg PN-84/E-04601.

Po narażeniu obudowa generatora nie powinna mieć śladów korozji, a cecha powinna być czytelna, natomiast powstała w wyniku narażenia zmiana częstotliwości i napięcia wyjściowego generatora nie powinna przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.27.4. Wilgotne gorąco cykliczne (pozostałe cykle).** Generator powinien wytrzymać bez uszkodzeń mechanicznych działanie pozostałych cykli wilgotnego gorąca cyklicznego wg PN-84/E-04604/02 próba Db.

Po narażeniu obudowa generatora nie powinna mieć śladów korozji, a cecha powinna być czytelna, natomiast powstała w wyniku narażenia zmiana częstotliwości i napięcia wyjściowego generatora nie powinna przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.28. Wilgotne gorąco stałe.** W wyniku działania wilgotnego gorąca stałego generator nie powinien ulec uszkodzeniu, natomiast powstałe w wyniku narażenia zmiany częstotliwości i napięcia wyjściowego nie powinny przekraczać wartości podanych w normie przedmiotowej.

**3.29. Cechowanie.** Na obudowie generatora w miejscu wskazanym w normie przedmiotowej należy umieścić w sposób trwały i czytelny następujące dane:

- częstotliwość lub symbol umowny częstotliwości,
- miano częstotliwości,
- typ generatora,
- znak producenta,
- datę produkcji lub numer kolejny generatora i rok produkcji.

#### 4. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

**4.1. Pakowanie.** Generatory o jednakowym oznaczeniu wg 2.3 należy pakować w pudełka (opakowania jednostkowe) w sposób chroniący je przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz korozją.

Na pudełku należy podać:

- nazwę lub znak producenta,
- oznaczenie typu,
- liczbę sztuk,
- znak kontroli jakości.

Pudełka z zapakowanymi generatorami są następnie pakowane w opakowanie zbiorcze. W zależności od ilości opakowanych generatorów należy używać pudła z tektury lub skrzynie drewniane.

Wolne miejsca w opakowaniu należy wypełniać suchymi wiórami lub innym materiałem do pakowania.

Na opakowaniu zbiorczym należy umieścić znaki „GÓRA, NIE PRZEWRACAĆ”, „CHRONIĆ PRZED WILGOCIĄ”, zgodnie z PN-85/O-79252.

Jakość opakowania przed wysyłką powinna być sprawdzona przez kontrolę jakości u wytwórcy.

Wewnątrz opakowania zbiorczego na górnej warstwie należy umieścić wykaz zawierający takie same informacje, jakie znajdują się w pudełku.

Opakowanie generatorów do transportu morskiego lub na eksport powinno być uzgodnione pomiędzy odbiorcą i wytwórcą.

**4.2. Przechowywanie.** Generatory należy przechowywać w opakowaniach jednostkowych w pomieszczeniach o temperaturze  $5 \div 35^{\circ}\text{C}$  i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 80%. W pomieszczeniach tych nie powinno być żadnych oparów substancji chemicznych.

**4.3. Transport.** Generatory w opakowaniach zbiorczych wg 4.1 należy przewozić krytymi środkami, chroniącymi je przed opadami atmosferycznymi w zakresie temperatur określonych kategorią klimatyczną.

#### 5. BADANIA

##### 5.1. Program badań

**5.1.1. Badania stuprocentowe** wykonywane są u wytwórcy na każdej sztuce generatorów. Rodzaj wykonywanych prób określono w normie przedmiotowej. Wyroby nie spełniające wymagań powinny być wyeliminowane przez wytwórcę.

**5.1.2. Badania niepełne** należy wykonywać przy odbiorze partii generatorów wg programu podanego w normie przedmiotowej.

**5.1.3. Badania pełne** wykonywane są co najmniej raz na 6 miesięcy oraz przy uruchomieniu produkcji, po dokonaniu zmian konstrukcji, technologii lub materiałów, które mogą mieć ujemny wpływ na jakość produkcji. Program badań pełnych — wg norm przedmiotowych.

##### 5.2. Pobieranie próbek

**5.2.1. Pobieranie próbek do badań niepełnych.** Do badań niepełnych wg 5.1.2 należy sposobem losowym wg PN-83/N-03010 pobrać reprezentatywną próbkę o liczności wg PN-79/N-03021 przewidzianej dla jednostopniowego planu badania i II ogólnego poziomu kontroli.

**5.2.2. Pobieranie próbek do badań pełnych.** Do badań pełnych wg 5.1.3 należy z bieżącej produkcji pobrać sposobem losowym wg PN-83/N-03010 próbki generatorów jednego typu o liczności wg norm przedmiotowych, lecz nie mniejszej niż 3 sztuki do pierwszego stopnia badania oraz o podwójnej liczności — do drugiego stopnia. Liczba próbek przeznaczonych do poszczególnych stopni badań powinna odpowiadać liczbie grup badań określonych w normie przedmiotowej (jedna próbka dla każdej grupy). Jeżeli dany typ generatora produkowany jest w szerokim zakresie częstotliwości, w skład każdej próbki przeznaczonej do badań powinny wchodzić generatory o najmniejszej, środkowej i największej częstotliwości. Każdy z pobranych

generatorów powinien spełniać wymagania badań niepełnych wg 5.1.2.

### 5.3. Ogólne warunki prób i pomiarów

**5.3.1. Normalne warunki atmosferyczne prób i pomiarów.** Jeżeli w opisie próby lub pomiaru nie podano inaczej, próby i pomiary należy wykonać w normalnych warunkach atmosferycznych zgodnie z PN-84/E-04600 p. 5.3, stabilizowanie końcowe — zgodnie z 5.4, a warunki rozjemcze powinny być zgodne z PN-84/E-04600 p. 5.2.

**5.3.2. Warunki pomiaru parametrów elektrycznych.** Jeżeli w normie przedmiotowej nie postanowiono inaczej, pomiary powinny być przeprowadzone w temperaturze  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  przy znamionowym napięciu zasilania i impedancji obciążenia kontrolowanym z dokładnością  $\pm 1\%$ .

**5.3.3. Warunki cyrkulacji powietrza przy pomiarach technicznych.** Jeżeli występujący w komorach klimatycznych wymuszony ruch powietrza powoduje powstanie strat ciepła mających istotny wpływ na wynik pomiaru ocenianego parametru, przez zastosowanie odpowiedniej osłony należy stworzyć warunki symulujące spokojne powietrze. Osłona powinna być wykonana z materiału przewodzącego i otaczać ze wszystkich stron badany generator w sposób zapewniający jednokowy rozkład temperatur.

Jeżeli w normie przedmiotowej nie postanowiono inaczej, pomiar temperatury powinien być wykonywany w punkcie odniesienia.

**5.3.4. Dokładność pomiaru.** Jeżeli w opisie pomiaru nie podano inaczej, dokładność zastosowanych metod pomiarowych powinna być o rząd wielkości większa od zadanej dla danego parametru tolerancji. Należy zagwarantować możliwości weryfikacji układów pomiarowych i źródeł odniesienia za pomocą wzorców wyższego rzędu.

**5.3.5. Metody równoważne.** Dopuszcza się stosowanie innych niż podano w normie metod pomiarowych pod warunkiem, że zostanie wykazana zgodność uzyskiwanych wyników z wynikami uzyskiwanymi przy zastosowaniu metody podanej w niniejszej normie.

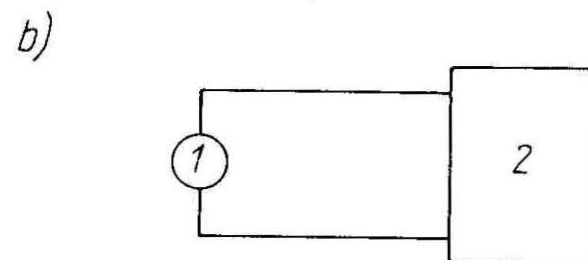
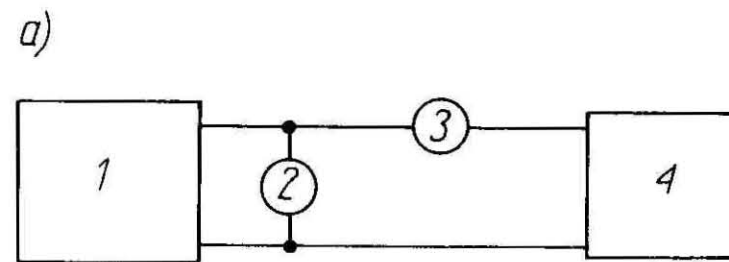
### 5.4. Opis badań

**5.4.1. Sprawdzenie wymiarów** należy wykonać narzędziem pomiarowym (suwmiarka lub sprawdzian kalibrowany) o dokładności nie gorszej niż 0,1 mm. Osiowość końcówek sztywnych należy sprawdzać za pomocą sprawdzianu podanego w normie przedmiotowej.

**5.4.2. Sprawdzenie wyglądu zewnętrznego** należy wykonać nie uzbrojonym okiem przy dostatecznym oświetleniu.

**5.4.3. Pomiar rezystancji izolacji** należy wykonać w układzie podanym na rys. 1a) lub 1b).

Stosując układ jak na rys. 1a) do określonych w normie przedmiotowej punktów pomiarowych należy doprowadzić napięcie stałe o wartości nie przekraczającej napięcia przebicia i zmierzyć prąd płynący w obwodzie.



BN-88/3314-02-1

Rys. 1. Układ do pomiaru rezystancji izolacji

- a) metoda woltomierza i amperomierza  
 1 — zasilacz prądu stałego, 2 — woltomierz, 3 — miliamperomierz,  
 4 — badany generator  
 b) metoda bezpośredniego pomiaru  
 1 — miernik izolacji, 2 — badany generator

Wartość tego prądu ( $I$ ) powinna spełniać warunek

$$I \leq \frac{U}{R_i} \quad (1)$$

gdzie:

- $U$  — wartość przykładowego napięcia,  
 $R_i$  — wartość rezystancji izolacji.

Stosując układ jak na rys. 1b) należy sprawdzić, czy zmierzona rezystancja ( $R$ ) spełnia warunek  $R \geq R_1$ .

W czasie pomiaru wartość przykładowego napięcia nie może przekraczać napięcia przebicia.

W normie przedmiotowej należy podać:

- a) punkty pomiarowe,  
 b) maksymalną wartość napięcia zasilającego.

**5.4.4. Pomiar poboru mocy generatora** wykonuje się włączając obciążony elektrycznie generator do układu podanego na rys. 2a) (dla generatora zasilanego z jednego źródła) lub rys. 2b) (dla generatora zasilanego z dwu źródeł) i mierząc prąd płynący w obwodzie. Pobór mocy ( $P$ ) określa się wg zależności

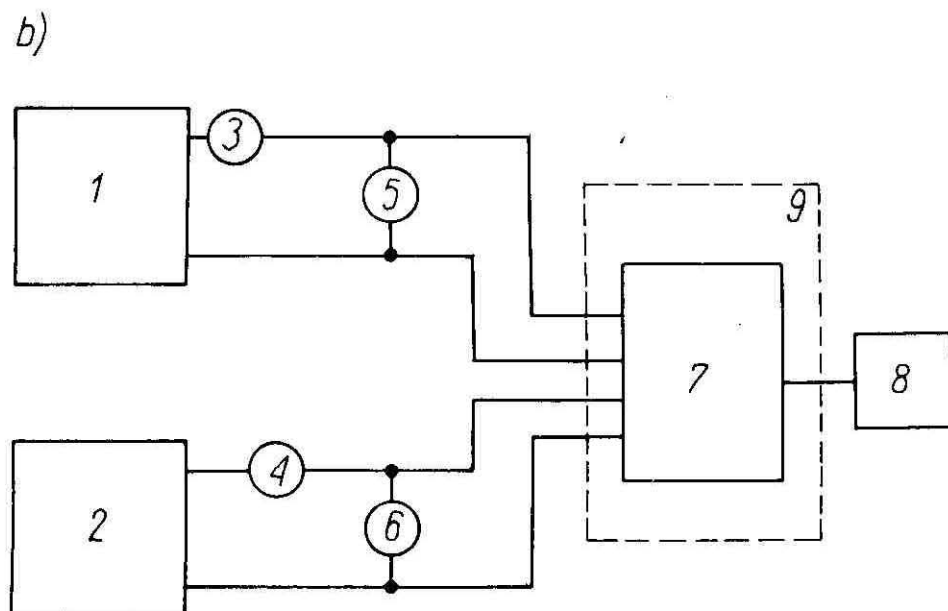
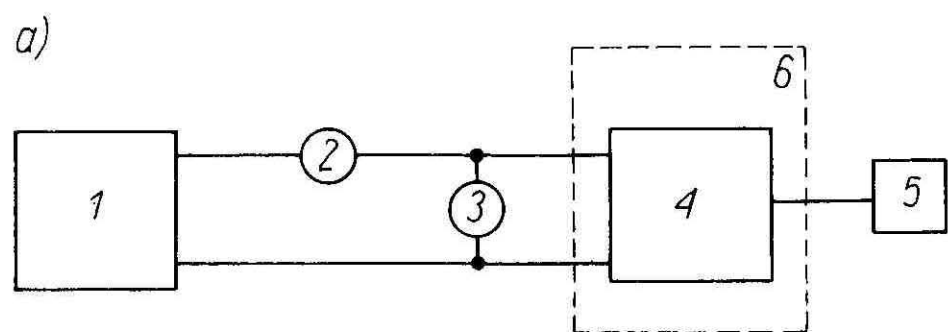
$$P = U \cdot I \quad (2)$$

gdzie:

- $U$  — zmierzona wartość napięcia zasilającego,  
 $I$  — zmierzona wartość prądu.

Jeżeli pomiar dotyczy poboru mocy w stanie ustalonym, należy wykonać go po upływie czasu od włączenia napięcia zasilającego określonego w normie przedmiotowej.

Jeżeli pomiar mocy jest wykonywany w innej temperaturze niż temperatura odniesienia, generator należy umieścić w odpowiedniej komorze termicznej.



BN-88/3314-02-2

Rys. 2. Układ do pomiaru poboru mocy generatora

a) 1 — zasilacz stabilizowany, 2 — amperomierz, 3 — woltomierz, 4 — badany generator, 5 — impedancja obciążenia, 6 — komora termiczna

b) 1, 2 — zasilacze stabilizowane, 3, 4 — amperomierze, 5, 6 — woltomierze, 7 — badany generator, 8 — impedancja obciążenia, 9 — komora termiczna

W przypadku pomiaru poboru mocy w czasie dogrzewania, generator musi przed rozpoczęciem pomiaru pozostawać w komorze termicznej w stanie wyłączonym tak długo, aż osiągnie stan równowagi termicznej.

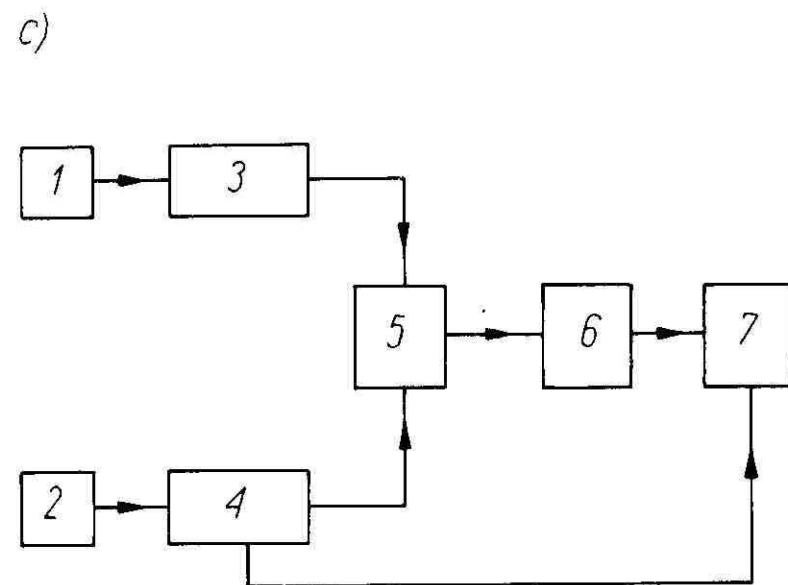
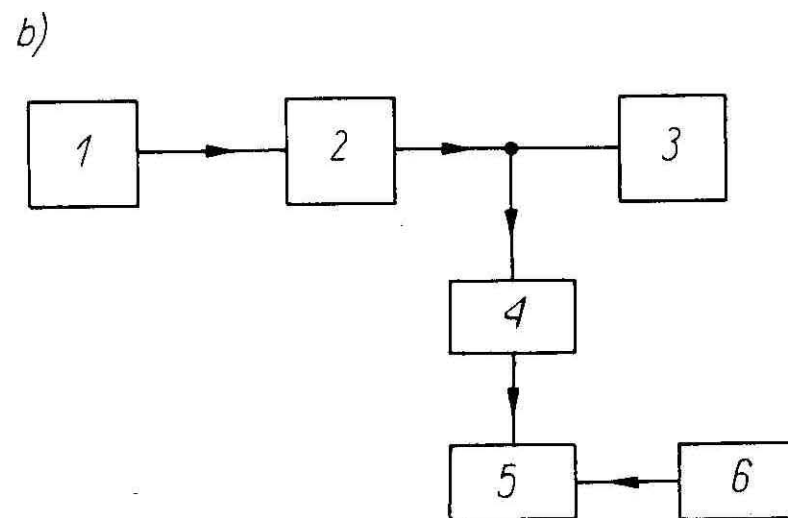
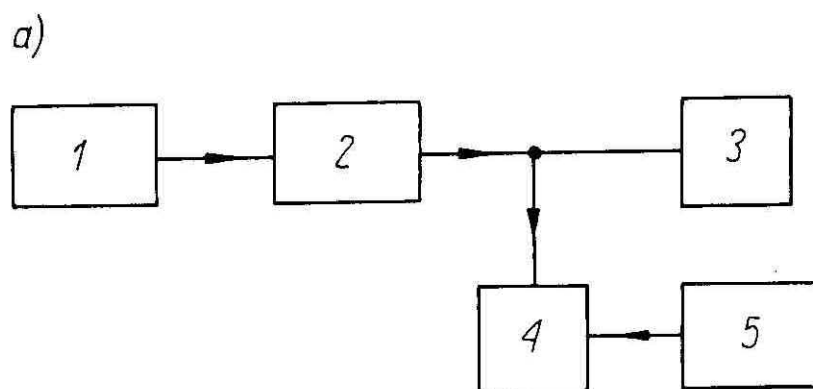
W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,
- temperaturę lub temperatury, w których należy przeprowadzić pomiar,
- czas stabilizacji (dla każdej temperatury, w której przeprowadzany jest pomiar),
- czas osiągnięcia równowagi termicznej.

Jeżeli wymuszony obieg powietrza ma wpływ na wynik pomiaru poboru mocy, można zastosować zgodnie z 5.3.3 osłonę zapewniającą symulację warunków spokojnego powietrza.

**5.4.5. Pomiar częstotliwości regulacji** należy przeprowadzić w warunkach określonych w normie przedmiotowej stosując układ pomiarowy podany na rys. 3a) ÷ 3c).

Wybór układu pomiarowego uzależniony jest od dokładności, z jaką wykonany ma być pomiar. Jeżeli bezpośredni pomiar częstotliwości (lub okresu) za pomocą cyfrowego miernika częstotliwości nie zapewnia wymaganej dokładności przy czasie pomiaru nie przekraczającym 10 s, należy stosować układ wg rys. 3b) lub 3c), osiągając zwiększenie dokładności przez  $n$ -krotne powielenie częstotliwości sygnału mierzonego (rys. 3b),



BN-88/3314-02-3

Rys. 3. Układ do pomiaru częstotliwości regulacji

a) pomiar bezpośredni za pomocą cyfrowego miernika częstotliwości 1 — zasilacz stabilizowany, 2 — badany generator, 3 — impedancja obciążenia, 4 — cyfrowy miernik częstotliwości, 5 — wzorzec częstotliwości

b) pomiar za pomocą cyfrowego miernika częstotliwości ze zwiększoną dokładnością przez zastosowanie powielenia częstotliwości 1 — zasilacz stabilizowany, 2 — badany generator, 3 — impedancja obciążenia, 4 — powielacz częstotliwości, 5 — cyfrowy miernik częstotliwości, 6 — wzorzec częstotliwości

c) metoda porównawcza 1, 2 — zasilacze stabilizowane, 3 — badany generator, 4 — wzorzec częstotliwości, 5 — mieszacz częstotliwości, 6 — filtr dolnoprzepustowy, 7 — cyfrowy miernik okresu

bądź też przez stosowanie metod porównawczych (rys. 3c).

Przed wykonaniem pomiaru, generator powinien pozostawać w stanie włączonym przez czas określony w normie przedmiotowej.

W normie przedmiotowej należy podać:

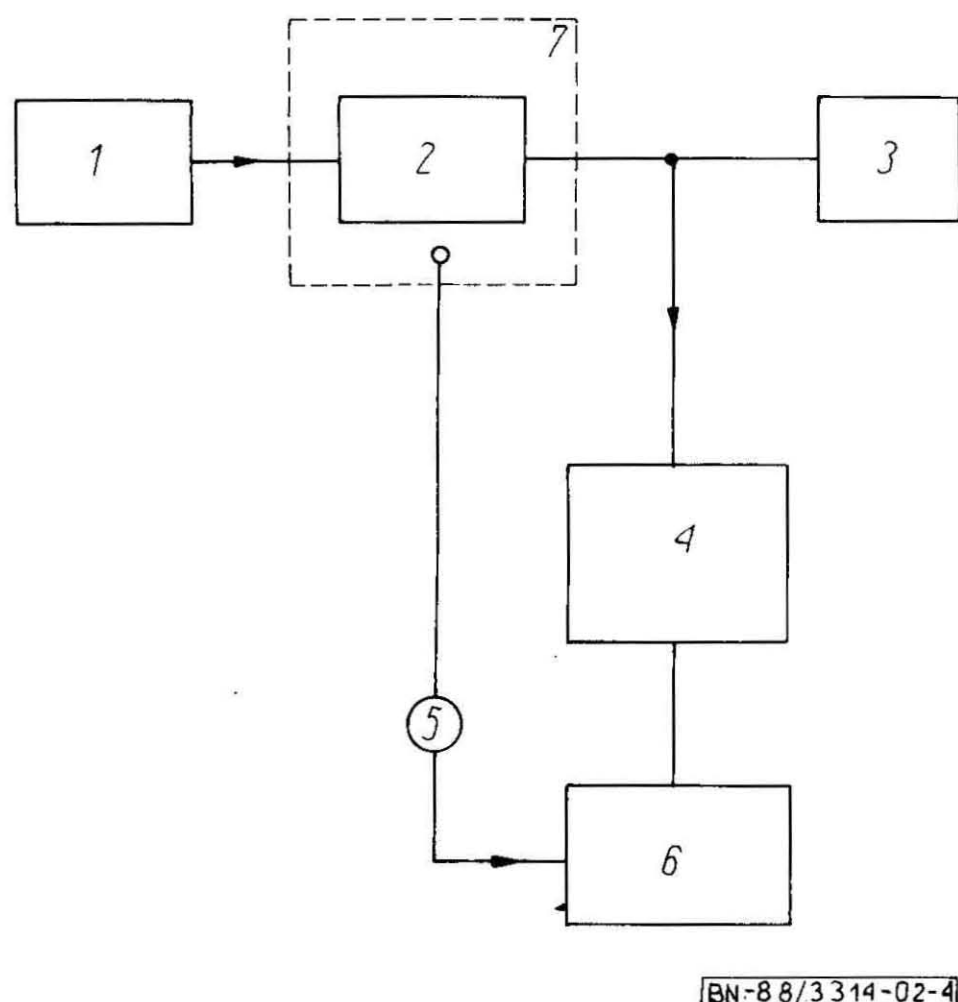
- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,

c) czas stabilizacji, po którym można przeprowadzić pomiar,

d) temperaturę otoczenia.

Przy pomiarze należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie wymagań odnośnie warunków klimatycznych i elektrycznych, aby wyeliminować wpływ tych czynników na wynik pomiaru.

**5.4.6. Pomiar tolerancji częstotliwości zależnej od temperatury** należy przeprowadzić w układzie podanym na rys. 4, wykorzystując do pomiaru częstotliwości układ podany na rys. 3a), 3b) lub 3c) i stosując kryteria wyboru wariantu wg 5.4.5.



BN-88/3314-02-4

Rys. 4. Układ do pomiaru zależności częstotliwości od temperatury 1 — zasilacz stabilizowany, 2 — badany generator, 3 — impedancja obciążenia, 4 — układ do pomiaru częstotliwości wg rys. 3, 5 — miernik temperatury, 6 — rejestrator, 7 — komora termiczna

Generator w stanie wyłączonym należy umieścić wewnątrz komory termicznej w najniższej temperaturze pracy określonej w normie przedmiotowej. Po czasie gwarantującym osiągnięcie równowagi termicznej należy włączyć napięcie zasilające generatora, po czasie stabilizacji określonym w normie przedmiotowej — zmierzyć częstotliwość. Następnie zmieniając w sposób ciągły lub skokowy temperaturę należy mierzyć i rejestrować częstotliwość. W przypadku ciągłej zmiany temperatury szybkość zmian nie może być większa niż  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Przy skokowej zmianie temperatury po każdej jej zmianie należy przed rozpoczęciem pomiaru pozostawić generator w tej temperaturze na czas niezbędny do osiągnięcia stanu ustalonego, a wielkość skoku musi być dobrana tak, aby istniała gwarancja zaobserwowania największych występujących w generatorze zmian częstotliwości.

W przypadku pomiaru generatorów o bardzo małych zmianach częstotliwości w funkcji temperatury można umieścić w komorze termicznej generator pozostający

przed rozpoczęciem prób w stanie włączonym na czas gwarantujący osiągnięcie odpowiednio małych zmian częstotliwości w czasie i rozpocząć pomiary po czasie gwarantującym osiągnięcie równowagi termicznej określonym w normie przedmiotowej.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,
- zakres temperatur pracy,
- szybkość zmian temperatury przy ciągłych zmianach oraz wartość skoku temperatury i czas stabilizacji przy zmianach skokowych,
- czas osiągania równowagi termicznej,
- czas stabilizacji, po którym można wykonać pomiar,
- czas pozostawiania generatora w ustalonej temperaturze przed rozpoczęciem pomiaru.

Jeżeli wymuszony obieg powietrza ma wpływ na wynik pomiaru, można zastosować zgodnie z 5.3.3 osłonę zapewniającą symulację warunków spokojnego powietrza.

**5.4.7. Pomiar tolerancji częstotliwości zależnej od napięcia zasilającego** należy przeprowadzić w układzie podanym na rys. 3a), 3b) lub 3c) stosując kryteria wyboru wariantu podane w 5.4.5.

Przed rozpoczęciem pomiaru generator należy pozostawić w stanie włączonym na czas określony w normie przedmiotowej. Utrzymując na stałym poziomie impedancję obciążenia i temperaturę zgodnie z 5.3.2 należy zmieniając napięcie zasilające od wartości znamionowej do wartości minimalnej, a następnie od wartości znamionowej do maksymalnej zmierzyć częstotliwość generatora. Pomiar częstotliwości po każdej zmianie napięcia należy przeprowadzić po czasie niezbędnym dla stabilizacji generatora określonym w normie przedmiotowej. W szczególnych przypadkach, gdy wpływ napięć zasilających na częstotliwość jest znacznie mniejszy od wpływu temperatury, pomiar należy przeprowadzić umieszczając generator w komorze termicznej.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające znamionowe,
- minimalną i maksymalną wartość napięcia zasilającego,
- temperaturę i jej stałość (jeżeli jest to konieczne),
- impedancję obciążenia,
- czas stabilizacji, po którym można wykonać pomiar,
- czas po zmianie napięcia niezbędny do stabilizacji.

**5.4.8. Pomiar tolerancji częstotliwości zależnej od impedancji obciążenia** należy przeprowadzić w układzie podanym na rys. 3a), 3b) lub 3c) stosując kryteria wyboru wariantu wg 5.4.5.

Przed rozpoczęciem pomiaru generator należy pozostawić w stanie włączonym na czas określony w normie przedmiotowej. Utrzymując na stałym poziomie napięcie zasilające i temperaturę zgodnie z 5.3.2 należy zmieniając impedancję obciążenia od wartości znamionowej do wartości minimalnej, a następnie od wartości znamionowej do maksymalnej wykonać pomiary częstotliwości generatora.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- znamionową impedancję obciążenia,
- minimalną i maksymalną impedancję obciążenia,
- czas stabilizacji, po którym można wykonać pomiar.

**5.4.9. Pomiar zakresu regulacji częstotliwości** należy przeprowadzić w układzie podanym na rys. 3a), 3b) lub 3c) stosując kryteria wyboru wariantu wg 5.4.5. Przed rozpoczęciem pomiaru generator należy pozostawić w stanie włączonym na czas określony w normie przedmiotowej. W warunkach określonych w normie przedmiotowej należy zmierzyć częstotliwość generatora przy ustawieniu układu regulacji częstotliwości odpowiadającym najwyższej i najniższej częstotliwości wytwarzanej przez generator.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,
- czas stabilizacji, po którym można wykonać pomiar.

**5.4.10. Pomiar niestalości częstotliwości długoterminowej** należy przeprowadzić w układzie pomiarowym podanym na rys. 3 wykonując pomiary częstotliwości generatora w czasie określonym w normie przedmiotowej. Pomiary można wykonać w sposób ciągły lub w odstępach czasu określonych w normie przedmiotowej. Dokładność zastosowanej metody pomiarowej powinna być taka, aby gwarantowała pomiar zmiany częstotliwości występującej między dwoma kolejnymi pomiarami.

Przed rozpoczęciem pomiarów generator powinien pozostawać w stanie wyłączonym przez czas określony w normie przedmiotowej w temperaturze  $25 \pm 10^\circ\text{C}$  (lub innej określonej w normie przedmiotowej). W czasie trwania pomiarów, jeżeli w normie przedmiotowej nie postanowiono inaczej, generator powinien pozostawać w stanie włączonym. Warunki zewnętrzne pracy gene-

ratora, a w szczególności temperatura powinny być w ciągu całego czasu trwania pomiarów utrzymywane na stałej wartości z dokładnością wynikającą z wymaganej dokładności pomiaru zmiany częstotliwości występującej w odstępie czasu między kolejnymi pomiarami. Zmiany pochodzące od wpływu czynników zewnętrznych powinny być co najmniej trzykrotnie mniejsze od występujących w tym czasie zmian częstotliwości.

W normie przedmiotowej należy podać:

- czas trwania pomiaru,
- odstęp czasu między kolejnymi pomiarami,
- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,
- temperaturę otoczenia,
- wymaganą w czasie pomiaru stałość temperatury i napięcia zasilającego,
- czas pozostawania w stanie wyłączonym przed rozpoczęciem pomiaru,
- czas stabilizacji, po którym można wykonać pomiar.

**5.4.11. Pomiar krótkoterminowej niestalości częstotliwości**

**5.4.11.1. Pomiar krótkotrwałej niestalości częstotliwości w dziedzinie częstotliwości** należy wykonać w układzie pomiarowym podanym na rys. 5 umożliwiającym pomiar widmowej gęstości mocy fluktuacji fazy  $S_\varphi(F)$ .

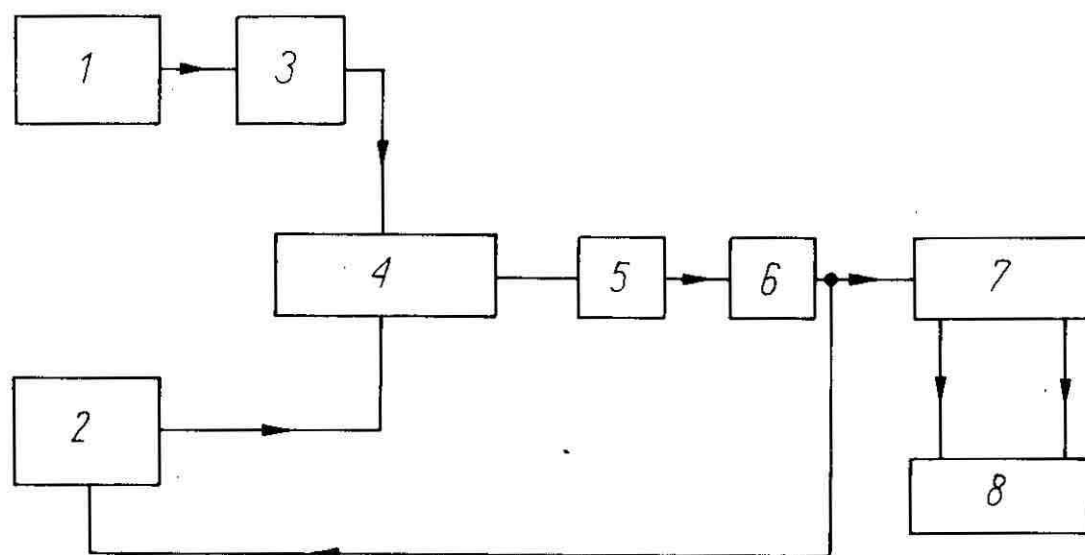
W przypadku wymagania określenia widmowej gęstości mocy względnych fluktuacji częstotliwości  $S_y(F)$  należy korzystać z zależności

$$S_y(F) = S_\varphi(F) \cdot \frac{F^2}{f_0^2} \quad (3)$$

gdzie:

$F$  — częstotliwość Fouriera,

$f_0$  — częstotliwość znamionowa generatora.



BN-88/3314-02-5

Rys. 5. Układ do pomiaru krótkoterminowej niestalości częstotliwości w dziedzinie częstotliwości (układ do pomiaru gęstości widmowej fluktuacji) fazy

1 — badany generator, 2 — generator odniesienia, 3 — tłumik regulowany, 4 — zrównoważony detektor fazy, 5 — filtr dolnoprzepustowy, 6 — wzmacniacz o małym poziomie szumów, 7 — analizator widma, 8 — rejestrator

Pomiar polega na porównaniu za pomocą detektora fazy dwu zsynchronizowanych sygnałów i wytworzeniu w ten sposób sygnału proporcjonalnego do fluktuacji fazy badanych generatorów. Generatorem odniesienia może być generator mający o rząd wielkości mniejszy poziom szumów fazowych. Można również przeprowadzić pomiar wykorzystując dwa jednakowe generatory (wykonane dokładnie wg tej samej technologii). Zakładając identyczność widm i brak korelacji między procesami losowymi zachodzącymi w obu generatorach, przypisuje się połowę mocy fluktuacji fazowych badanemu generatorowi i uzyskany wynik pomiaru wyrażony w dB należy obniżyć o 3. Jeżeli zastosowany analizator widma ma inną niż wynikającą z definicji szerokość pasma analizy 1 Hz, uzyskany wynik należy skorygować o wartość odpowiadającą wyrażonemu w dB stosunkowi szerokości pasma analizy zastosowanego analizatora do pasma 1 Hz.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- tętnienia napięć zasilających,
- impedancję obciążenia,
- zakres analizowanych częstotliwości,
- szczególne wymagania dotyczące warunków pracy (np. poziom zakłóceń).

Należy zwrócić uwagę na właściwy dobór stałej czasu pętli fazowej. Powinna ona być około 10-ciokrotnie większa od okresu najniższej z analizowanych częstotliwości.

**5.4.11.2. Pomiar krótkoterminowej niestalości częstotliwości w dziedzinie czasu** należy przeprowadzić w układzie pomiarowym podanym na rys. 6a) lub 6b).

Pomiar polega na porównaniu częstotliwości badanego generatora z generatorem odniesienia, tzn. mającym o rząd wielkości mniejsze od badanego fluktuacje częstotliwości. Można również porównywać dwa jednakowe generatory (wykonane wg tej samej technologii). W tym przypadku zakładając, że parametry obu generatorów są identyczne i nie występuje żadna korelacja między obu sygnałami, uzyskany wynik pomiaru krótkoterminowej niestalości częstotliwości należy podzielić przez  $\sqrt{2}$ .

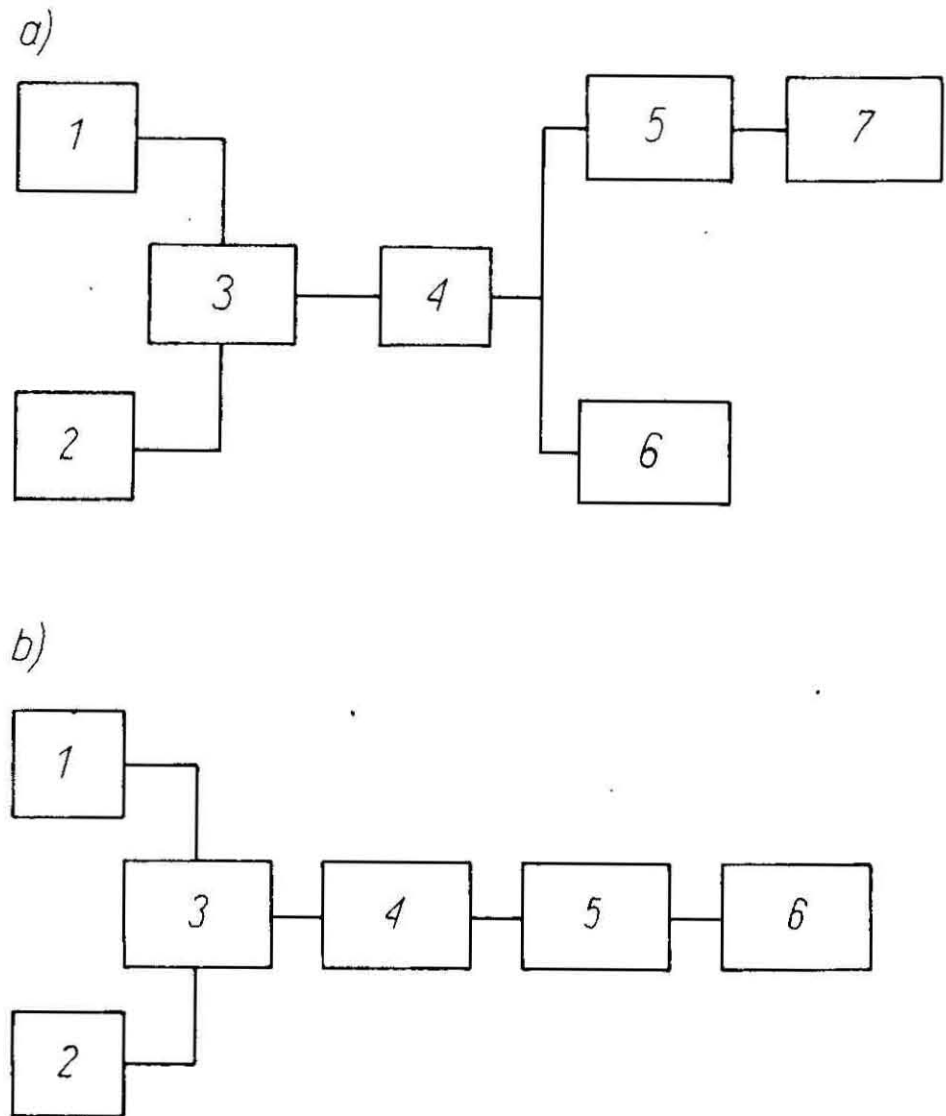
W układzie podanym na rys. 6a) pomiar polega na ciągłej obserwacji sygnału analogowego proporcjonalnego do fluktuacji fazy  $\varphi$  badanych generatorów. Dzięki ciągłej obserwacji nie występuje czas martwy między kolejnymi pomiarami i wartość standardowego odchylenia Allana można wyznaczyć z zależności<sup>1)</sup>

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{4\pi f_0 \tau} \left[ \frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^{M-1} \left[ \left( \varphi_{t_k+2\tau} - \varphi_{t_k+\tau} \right) - \left( \varphi_{t_k+\tau} - \varphi_{t_k} \right) \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

gdzie:

- $M$  — liczba prób,
- $\tau$  — czas uśrednienia,
- $t_k$  — początkowa chwila pomiaru,
- $f_0$  — częstotliwość znamionowa.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 5.



BN-88/3314-02-6

Rys. 6. Układ do pomiaru krótkoterminowej niestalości częstotliwości w dziedzinie czasu

a) układ z komparatorem fazy (oba generatory są dostrojone do tej samej częstotliwości)

1 — badany generator, 2 — generator odniesienia, 3 — zrównoważony detektor fazy, 4 — filtr dolnoprzepustowy, 5 — przetwornik analogowo-cyfrowy, 6 — rejestrator napięcia, 7 — kalkulator

b) układ z mieszaczem częstotliwości (istnieje stała zaprogramowana różnica częstotliwości między generatorami)

1 — badany generator, 2 — generator odniesienia (odstrojony o zaprogramowaną wartość od częstotliwości badanego generatora), 3 — mieszacz częstotliwości, 4 — filtr dolnoprzepustowy, 5 — cyfrowy miernik okresu, 6 — kalkulator

Jeżeli przeprowadza się pomiar dwu jednakowych generatorów, wynik pomiaru należy podzielić przez  $\sqrt{2}$ .

Stosując układ podany na rys. 6b) porównuje się dwa generatory wykonane wg tej samej technologii, przy czym jeden z nich pełniący funkcję generatora odniesienia ma częstotliwość różniącą się o  $100 \div 1000$  Hz od częstotliwości generatora badanego.

Mierząc okres lub wielokrotność okresu częstotliwości różnicowej występującej na wyjściu mieszacza w odstępach czasu między kolejnymi pomiarami  $T > \tau$ , standardowe odchylenie Allana można wyznaczyć z następującej zależności<sup>1)</sup>

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{\sqrt{B_2(\tau, \mu)}} \cdot \frac{1}{2f_0} \left[ \frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^{M-1} (f_{k+1} - f_k)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

gdzie:

- $f_k$  — kolejne wyniki pomiaru częstotliwości różnicowej,



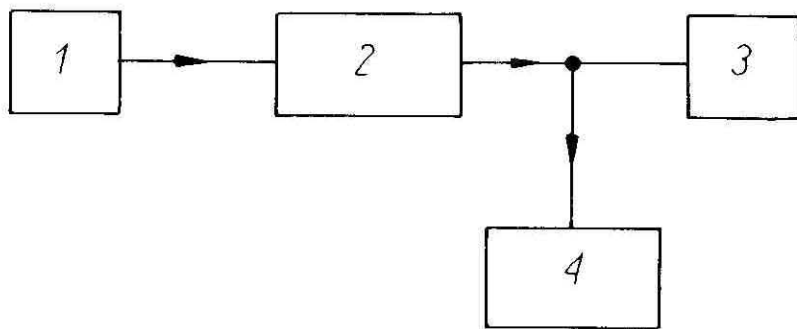
$B_2(r, \mu)$  — współczynnik,

$r = \frac{T}{\tau}$  — stosunek odstępu czasu między kolejnymi pomiarami do czasu uśrednienia, gdzie  $T$  — odstęp między kolejnymi pomiarami.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- tętnienia napięcia zasilającego,
- impedancję obciążenia,
- czasy uśrednienia  $\tau$  i liczbę pomiarów wykonanych dla każdego  $\tau$ ,
- częstotliwość graniczną filtra dolnoprzepustowego,
- szczególne wymagania dotyczące warunków pracy (np. poziom zakłóceń),
- współczynnik korygujący  $B_2(r, \mu)$ .

**5.4.12. Pomiar odstępu sygnału od szumu** należy przeprowadzić w układzie pomiarowym podanym na rys. 7.



BN 88/3314-02-7

Rys. 7. Układ do pomiaru stosunku sygnału do szumu  
1 — zasilacz stabilizowany, 2 — badany generator, 3 — impedancja obciążenia, 4 — analizator widma

Analizując zadany w normie przedmiotowej zakres częstotliwości w otoczeniu częstotliwości regulacji należy określić wyrażony w dB stosunek sygnału do szumu. W celu sprowadzenia wyniku pomiaru do szerokości pasma 1 Hz należy skorygować uzyskany wynik stosownie do szerokości pasma analizy zastosowanego analizatora widma. Wartość poprawki odpowiada wyrażonemu w dB stosunkowi szerokości pasma analizy zastosowanego analizatora do pasma 1 Hz.

W normie przedmiotowej należy podać:

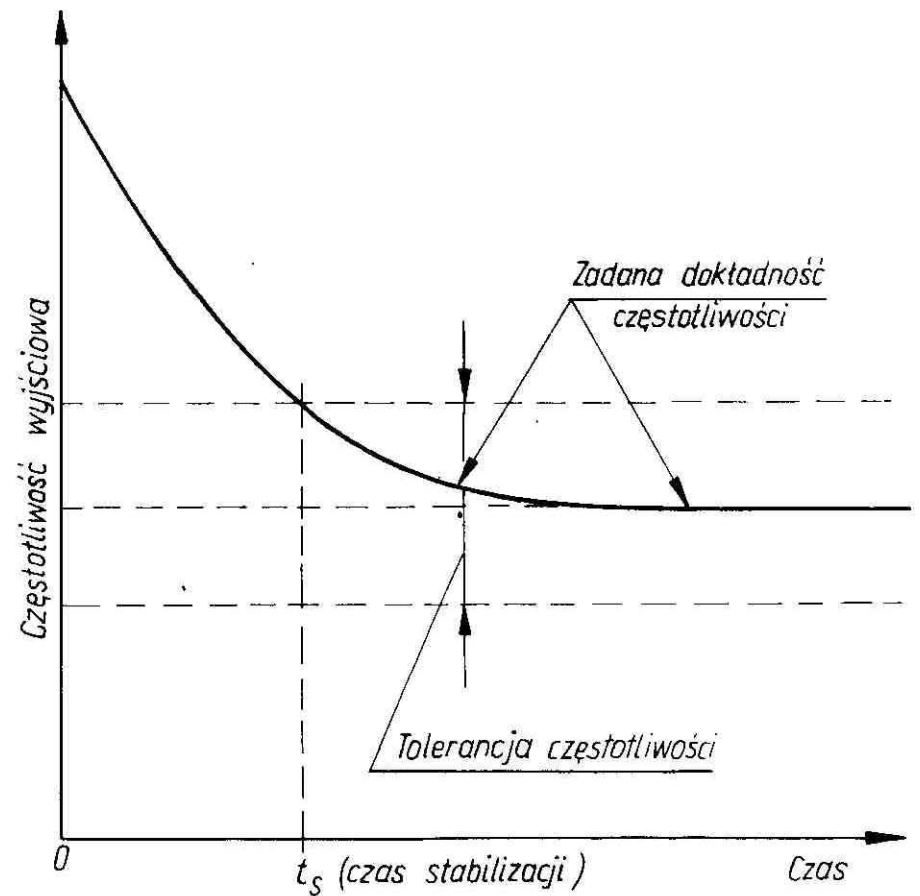
- zakres analizowany częstotliwości,
- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia.

**5.4.13. Pomiar czasu stabilizacji** należy przeprowadzić w układzie pomiarowym podanym na rys. 4, wykorzystując do pomiaru częstotliwości układ podany na rys. 3 i stosując podane tam kryteria wyboru wariantu.

Generator pozostający w stanie wyłączonym przez czas określony w normie przedmiotowej należy umieścić wewnątrz komory termicznej i pozostawić w stanie wyłączonym na czas niezbędny do osiągnięcia równowagi termicznej. Włączyć napięcie zasilające, rozpocząć pomiary i rejestrację częstotliwości. Pomiary należy wykonywać w sposób ciągły lub dyskretny przez czas określony w normie przedmiotowej. W przypadku pomiaru dyskretnego należy w normie przedmiotowej określić odstępy czasu, w jakich należy przeprowadzać pomiary. Na podstawie uzyskanych wyników wyzna-

czyć czas, po którym zmiany częstotliwości generatora znajdują się w przedziale zmian określonych stałością długoterminową.

Typowy przebieg zmian częstotliwości generatora w czasie po włączeniu napięć zasilających pokazano na rys. 8.



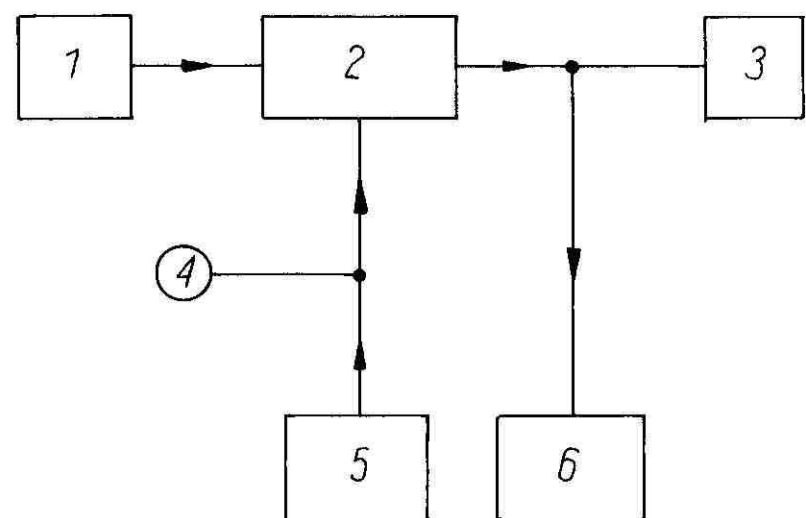
BN-88/3314-02-8

Rys. 8. Typowa charakterystyka ustalania częstotliwości generatora po włączeniu napięcia zasilania

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- temperaturę otoczenia,
- impedancję obciążenia,
- czas pozostawania w stanie wyłączonym,
- całkowity czas pomiaru.

**5.4.14. Pomiar nieliniowości charakterystyki modulacji** należy przeprowadzić w układzie podanym na rys. 9, wykorzystując do pomiaru częstotliwości układ pomiarowy podany na rys. 3a).



BN-88/3314-02-9

Rys. 9. Układ do pomiaru nieliniowości charakterystyki modulacji  
1 — zasilacz stabilizowany, 2 — badany generator, 3 — impedancja obciążenia, 4 — woltmierz cyfrowy, 5 — regulowane źródło napięcia stałego, 6 — układ pomiarowy jak na rys. 3a)

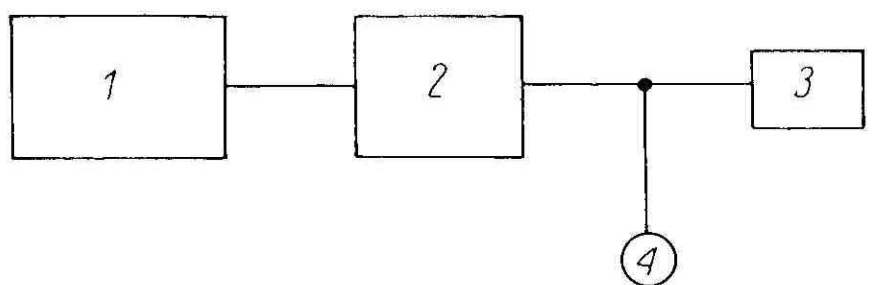
Przeprowadzić regulację częstotliwości generatora w sposób podany w normie przedmiotowej. Doprowadzić do odpowiednich zacisków regulowane napięcie

stałe i regulując jego wartość w sposób określony w normie przedmiotowej mierzyć częstotliwość generatora. Sporządzić wykres zależności częstotliwości od napięcia modulującego i korzystając z zasad wg PN-85/T-01029 rys. 3 określić nieliniowość charakterystyki.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,
- temperaturę otoczenia,
- zakres i sposób zmian napięcia modulującego (wartości napięć, przy których należy przeprowadzić pomiar),
- częstotliwość regulacji, przy której należy przeprowadzić pomiar.

**5.4.15. Pomiar napięcia wyjściowego generatora** należy przeprowadzić w układzie pomiarowym podanym na rys. 10, mierząc napięcia wyjściowe generatora w pełnym zakresie zmian częstotliwości generatora wynikającym z zakresu regulacji częstotliwości.



BN-88/3314-02-10

Rys. 10. Układ do pomiaru napięcia wyjściowego  
1 — zasilacz stabilizowany, 2 — badany generator, 3 — impedancja obciążenia, 4 — woltomierz wartości skutecznej napięcia lub oscyloskop

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,
- szczególne wymagania dotyczące temperatury,
- czas stabilizacji.

**5.4.16. Pomiar zniekształceń harmoniczných** należy przeprowadzić w układzie pomiarowym podanym na rys. 7, stosując analizator widma o zakresie częstotliwości umożliwiającym obserwację sygnałów o częstotliwości harmoniczných.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia.

Przy pomiarach zniekształceń harmoniczných należy wyeliminować wpływ zniekształceń harmoniczných w układzie pomiarowym.

**5.4.17. Pomiar drgań pasożytniczych** należy przeprowadzić w układzie pomiarowym podanym na rys. 7, stosując analizator widma umożliwiający obserwację sygnałów pasożytniczych w zakresie określonym w normie przedmiotowej.

W normie przedmiotowej należy podać:

- napięcie zasilające,
- impedancję obciążenia,
- zakres analizowany częstotliwości.

Przy pomiarach drgań pasożytniczych należy zwrócić szczególną uwagę na możliwość fałszowania wyników

pomiaru przez sygnały wytwarzane w układzie pomiarowym.

#### 5.4.18. Sprawdzenie wytrzymałości końcówek

**5.4.18.1. Sprawdzenie wytrzymałości na rozciąganie końcówek** należy wykonać wg PN-87/E-04619 próba  $U_{a1}$ . Po próbie należy wykonać oględziny.

**5.4.18.2. Sprawdzenie wytrzymałości na nacisk końcówek** należy wykonać wg PN-87/E-04619 próba  $U_{a2}$ . Kierunek przyłożenia siły — wzdłuż osi końcówek, jeżeli w normach przedmiotowych nie postanowiono inaczej. Po próbie należy wykonać oględziny.

**5.4.18.3. Sprawdzenie wytrzymałości na zginanie końcówek** należy wykonać wg PN-87/E-04619 próba  $U_b$  metoda 1. Po próbie należy wykonać oględziny.

**5.4.19. Sprawdzenie szczelności generatora w obudowach hermetycznych** należy wykonać wg PN-87/E-04615 próba  $Q_c$  metoda 1 lub próba  $Q_k$  metoda 2. Obudowę generatora uważa się za szczelną, jeżeli w czasie próby  $Q_c$  (metoda 1) z wnętrza obudowy nie będą wydobywać się powtarzalne pęcherzyki gazu, a w czasie próby  $Q_k$  przeciek gazu wskaźnikowego nie będzie większy od podanego w normie przedmiotowej.

**5.4.20. Sprawdzenie lutowności końcówek** należy wykonać wg PN-84/E-04618/01 próba  $T_a$  metoda 1. Odległość korpusu generatora od powierzchni kąpieli lutowniczej powinna wynosić 6 mm, jeżeli w normie przedmiotowej nie podano innej wartości.

**5.4.21. Sprawdzenie na działanie zmian temperatury.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie  $N_a$  wg PN-85/E-04613/01, stosując 10 cykli. Górna i dolna temperatura nie może przekraczać górnej i dolnej temperatury działania generatora określonej w normie przedmiotowej. Czas przetrzymywania w każdej z granicznych temperatur powinien wynosić 30 min. Po narażeniu generator należy poddać stabilizowaniu końcowemu w normalnych warunkach atmosferycznych w ciągu 2 h, jeżeli w normach przedmiotowych nie postanowiono inaczej. Po stabilizowaniu końcowym należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.22. Sprawdzenie na działanie udarów wielokrotnych.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

Generator należy zamocować w sposób podany w normie przedmiotowej, a następnie poddać próbie  $E_b$  wg PN-85/E-04605/02, stosując następujące stopnie ostrości, jeżeli w normach przedmiotowych nie postanowiono inaczej:

- przyspieszenie szczytowe  $245 \text{ m/s}^2$ ,
- czas trwania impulsu 6 ms,
- liczbę udarów wielokrotnych  $1000 \pm 10$ .

Trzy wzajemnie prostopadłe kierunki działania udarów powinny zawierać kierunek równoległy do końcówek oraz kierunek równoległy do podstawy generatora.

Po próbie generator należy poddać oględzinom oraz wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.23. Sprawdzenie na działanie wibracji sinusoidalnych.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości

ci wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie Fc wg PN-86/E-04606/03. Sposób umocowania oraz stosowane stopnie ostrości — wg norm przedmiotowych. Trzy wzajemnie prostopadłe kierunki działania wibracji powinny zawierać kierunek równoległy do końcówek oraz kierunek równoległy do podstawy generatora.

Po próbie generator należy poddać oględzinom oraz wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.24. Sprawdzenie na działanie udarów pojedynczych.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie Ea wg PN-85/E-04605/01. Sposób mocowania oraz stosowane stopnie ostrości — wg norm przedmiotowych. Trzy wzajemnie prostopadłe kierunki działania udarów powinny zawierać kierunek równoległy do końcówek oraz kierunek równoległy do podstawy generatora.

Po próbie należy wykonać oględziny oraz pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.25. Sprawdzenie na działanie przyspieszenia stałego.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie Ga wg PN-85/E-04607. Sposób mocowania generatora oraz stosowane poziomy ostrości prób — wg norm przedmiotowych.

Po próbie należy wykonać oględziny oraz pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.26. Sprawdzenie na działanie niskiego ciśnienia atmosferycznego.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie M wg PN-85/E-04612. Stosowane stopnie ostrości — wg norm przedmiotowych.

Po próbie należy wykonać oględziny oraz pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.27. Sprawdzenie na działanie normalnego szeregu klimatycznego**

**5.4.27.1. Sprawdzenie na działanie suchego gorąca.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie Ba wg PN-84/E-04602. Czas narażenia — 2 h, jeżeli w normach przedmiotowych nie postanowiono inaczej. Temperatura próby — równa górnej temperaturze kategorii klimatycznej. Po stabilizowaniu końcowym należy wykonać oględziny oraz pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.27.2. Sprawdzenie na działanie wilgotnego gorąca cyklicznego (pierwszy cykl).** Przed próbą należy wy-

konać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie Db wg PN-84/E-04604/02 w temperaturze 55°C (wariant 2) dla jednego cyklu 24 h.

Jeżeli w normach przedmiotowych nie postanowiono inaczej, bezpośrednio po narażeniu generator należy poddać próbie Aa wg PN-84/E-04601.

**5.4.27.3. Sprawdzenie na działanie zimna.** Generator należy poddać próbie Aa wg PN-84/E-04601. Czas narażenia — 2 h, jeżeli w normach przedmiotowych nie postanowiono inaczej. Temperatura próby — równa dolnej temperaturze kategorii klimatycznej. Po stabilizowaniu końcowym należy wykonać oględziny oraz pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

**5.4.27.4. Sprawdzenie na działanie wilgotnego gorąca cyklicznego (pozostałe cykle).** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego generatora wg 5.4.15. Generator należy poddać próbie Db wg PN-84/E-04604/02 w temperaturze 55°C (wariant 2) i liczbie cykli 1 lub 5 w zależności od kategorii klimatycznej. Po stabilizowaniu końcowym należy wykonać oględziny oraz pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego generatora wg 5.4.15.

**5.4.28. Sprawdzenie na działanie wilgotnego gorąca stałego.** Przed próbą należy wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 oraz napięcia wyjściowego wg 5.4.15. Następnie generator należy poddać próbie Ca wg PN-84/E-04603 w ciągu 56 d, jeżeli w normach przedmiotowych nie określono inaczej. Po próbie generator należy poddać oględzinom oraz wykonać pomiar częstotliwości wg 5.4.5 i napięcia wyjściowego wg 5.4.15.

## 5.5. Ocena wyników badań

**5.5.1. Ocena wyników badań niepełnych.** Wynik badań niepełnych należy uznać za dodatni, jeżeli w próbie pobieranej do badań wg 5.2.1 liczba generatorów nie spełniających wymagań normy jest mniejsza niż liczba dyskwalifikująca  $m_2$  wg PN-79/N-03021 dla wadliwości  $w_2$  określonej w normie przedmiotowej.

Generator wykazujący kilka wad należy traktować jako jedną sztukę wadliwą.

**5.5.2. Ocena wyników badań pełnych.** Wynik badań pełnych należy uznać za dodatni, jeżeli w poszczególnych próbkach pobranych do badań pierwszego stopnia wszystkie generatory spełniają wymagania normy. Jeżeli w jakiegokolwiek grupie badań nawet jeden generator nie spełnia któregokolwiek z wymagań, należy powtórzyć badania w tej grupie na próbce o podwójnej liczności. W drugim stopniu badania nie dopuszcza się sztuk wadliwych.

## K O N I E C

### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa.

#### 2. Normy związane

PN-84/E-04600 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Postanowienia ogólne

PN-84/E-04601 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próby A — zimno

PN-84/E-04602 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próby B — Suche gorąco

PN-84/E-04603 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe. Próba Ca — wilgotne gorąco stałe

- PN-84/E-04604/02 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba Db — wilgotne gorąco cykliczne (cykl 12 + 12 h)
- PN-85/E-04605/01 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba Ea — udary pojedyncze
- PN-85/E-04605/02 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba Eb — udary wielokrotne
- PN-86/E-04606/03 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba Fc — wibracje (sinusoidalne)
- PN-85/E-04607 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba Ga — przyspieszenie stałe
- PN-85/E-04612 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba M — niskie ciśnienie atmosferyczne
- PN-85/E-04613/01 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba N — zmiany temperatury
- PN-87/E-04615 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próby Q — szczelność
- PN-84/E-04618/01 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba T — lutowność
- PN-87/E-04619 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.  
Próba U — wytrzymałość końcówek i części mocujących elementów
- PN-83/N-03010 Statystyczna kontrola jakości. Losowy wybór jednostek produktu do próbkki
- PN-79/N-03021 Statystyczna kontrola jakości. Kontrola odbiorcza według oceny alternatywnej. Plany badania
- PN-85/O-79252 Opakowania transportowe z zawartością. Znaki i znakowanie. Wymagania podstawowe
- PN-85/T-01029 Generatory kwarcowe. Terminologia

### 3. Normy i dokumenty międzynarodowe

IEC Publication 679-1 (1980) Quartz crystal controlled oscillators. Part 1: General information, test conditions and methods — norma zgodna w zakresie ogólnych metod badań z następującymi wyjątkami:

- w normie nie wprowadzono próby napięciowej,
- w zakresie prób środowiskowych norma nie obejmuje próby J — pleśń oraz próby K — stona mgła,
- w normie wprowadzono kategorie klimatyczne wg norm przedmiotowych.

4. Autorzy projektu normy — mgr inż. B. Gniewińska i mgr inż. A. Kośmicka — Instytut Tele- i Radiotechniczny.

5. Metody pomiaru krótkoterminowej niestalości częstotliwości w dziedzinie czasu. Ogólna koncepcja metody pomiaru krótkoterminowej niestalości częstotliwości w dziedzinie czasu wynika wprost z przyjętych definicji. Wykorzystując zależności (I-13) i (I-15) podane w PN-85/T-01029 otrzymuje się

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{4\pi f_0 \tau} \left[ \frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^{M-1} \left[ (\varphi_{t_{k+2\tau}} - \varphi_{t_{k+\tau}}) - (\varphi_{t_{k+\tau}} - \varphi_{t_k}) \right]^2 \right]^{1/2} \quad (I-1)$$

Oznacza to, że mierząc fazę sygnału generatora w kolejnych momentach czasowych odległych o  $\tau$  można wyznaczyć krótkoterminową niestalość częstotliwości uśrednioną w przedziale czasu równym  $\tau$  lub  $n\tau$ . Dla podwyższenia rozdzielczości pomiaru stosuje się metody komparacyjne (rys. 6a). Uzyskiwana dokładność pomiaru zależy od dokładności pomiaru fazy oraz częstotliwości porównywanych generatorów.

Dla osiągnięcia dokładności pomiaru  $1 \cdot 10^{-10}$  sygnału o częstotliwości 5 MHz konieczne jest zastosowanie miernika fazy zapewniającego dokładność pomiaru wynoszącą  $0,18^\circ$ . Złagodzenie wymagań odnośnie dokładności pomiaru miernika fazy można osiągnąć stosując, np. powielenie częstotliwości badanych sygnałów. Zastosowanie powielacza o stopniu powielenia  $N = 100$  umożliwi przy omawianych poprzednio parametrach układu osiągnąć rozdzielczość pomiaru na poziomie  $10^{-12}$ .

Istotnymi zaletami metody są:

- zapewnienie realizacji pomiaru w sposób zgodny z przyjętą definicją teoretyczną tzn. z czasem martwym równym zeru,
- możliwość wyznaczenia z tego samego zbioru danych pomiarowych wartości  $\sigma_y(\tau)$  dla różnych czasów uśrednienia.

Posługując się zbiorem danych pomiarowych zawierającym  $M$  elementów odległych jeden od drugiego o odstęp czasu  $\tau$  można otrzymać  $(M-1)$  wartości dla czasu uśrednienia  $\tau$ ,  $\left(\frac{M}{2} - 1\right)$  dla  $2\tau$ ,  $\left(\frac{M}{4} - 1\right)$  dla  $4\tau$  itd.

Dla uzyskiwania wiarygodnego zbioru danych wydłużenie czasu uśrednienia metodą obliczeniową można prowadzić do momentu, w którym liczba uzyskanych wyników nie spadnie poniżej 10.

Zależność (I-15) podana w PN-85/T-01029 znajduje odwzorowanie w układzie pomiarowym podanym na rys. 6b).

Sygnał różnicowy wytworzony w komparatorze zawierający informację o fluktuacji częstotliwości badanego generatora doprowadzony jest do cyfrowego miernika okresu. Dokładność metody zależy od wyboru częstotliwości różnicowej, częstotliwości badanego generatora, czasu uśrednienia i rozdzielczości pomiaru zastosowanego miernika okresu.

- Dla często występującego w praktyce przypadku
- częstotliwość różnicowa  $f = 1000$  Hz,
- częstotliwość znamionowa generatora  $f_0 = 5$  MHz,
- czas uśrednienia  $\tau = 1$  s,
- rozdzielczość pomiaru okresu  $\Delta\tau = 10$  ns

otrzymuje się rozdzielczość metody równą  $2 \cdot 10^{-12}$ .

Zaletą metody jest łatwość realizacji, natomiast należy liczyć się z:

- obecnością czasu martwego między następującymi po sobie kolejnymi pomiarami (całkowity czas pomiaru wynosi  $T > \tau$ ),
- ograniczeniem najkrótszego czasu uśrednienia  $\tau$  przez okres częstotliwości różnicowej,
- koniecznością wykonywania dla każdej wartości czasu uśrednienia niezależnego zbioru pomiarów.

W celu wyeliminowania wpływu na uzyskany wynik obecności czasu martwego należy obliczenia wykonać w oparciu o następującą zależność

$$\sigma_y^2(\tau) = \frac{\sigma_y(2, T, \tau)}{B_2(\mu, r)} \quad (I-2)$$

gdzie:

$\sigma_y(2, T, \tau)$  — wartość uzyskanych przy wykorzystaniu zbioru danych uzyskanych z pomiaru,

$B_2(\mu, r)$  — współczynnik korygujący.

Współczynnik  $B_2$  wyraża się zależnością

$$B_2(r, \mu) = \frac{1 + \frac{1}{2} [2(r)^{\mu+2} - (r+1)^{\mu+2} - (r-1)^{\mu+2}]}{2(1 - 2^\mu)} \quad (I-3)$$

gdzie:

$r = T/\tau$ ,

$\mu$  — nachylenie  $\sigma_y^2(\tau)$  w funkcji czasu uśrednienia  $\tau$  (patrz zależność (I-19) w PN-85/T-01029).

Wartości liczbowe współczynnika  $B_2$  w zależności od  $T/\tau$  dla różnych wartości  $\mu$  można znaleźć w Technical Note NBS 375 "Tables of Bias Functions,  $B_1$  and  $B_2$ , for Variances Based on Finite Samples of Processes with Power Law Spectral Densities".

Najczęściej występujące w praktyce wartości współczynnika  $B_2$  dla typowych  $\mu$  i  $r$  podano w tablicy.

$r \backslash \mu$	$B_2$			
	1,00	1,01	1,10	2,0
+1	1,000	1,015	1,150	2,500
0	1,000	1,010	1,089	1,566
-1	1,000	1,000	1,000	1,000
-2	1,000	0,6667	0,6667	0,6667

Praktycznie, jeżeli  $\mu$  jest różne od minus 2, a  $r$  spełnia warunek  $r \leq 1,01$ , współczynnik  $B_2$  można w obliczeniach pominąć.