

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

PROBLEMY

ŁĄCZNOŚCI

87

1972

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI



PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

25000

ROK 12

WARSZAWA 1972

NR 87

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Problemów Łączności

Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski

Redaktorzy działów:

mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,
mgr inż. Józef Możejko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr

00029

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 805. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 17.09.1972 r.
Druk ukończono w listopadzie 1972 r.

PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Tadeusz Bzowski
Alina Karwowska-Lamparska

AUTOMATYZACJA POMIARÓW I REGULACJA PARAMETRÓW TORU TELEWIZYJNEGO

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wstęp	1
2. Rozwój prac w dziedzinie automatyzacji kontroli i pomiarów telewizyjnych	3
3. Pomiarowo-informacyjne systemy telewizyjne	15
4. Nowoczesne metody i układy stosowane w urządzeniach do automatycznych pomiarów parametrów jakościowych torów i urządzeń telewizyjnych	18
4.1. Parametry jakościowe i sygnały pomiarowe	18
4.2. Metody pomiarowe	21
4.2.1. Metoda próbkowania o zmiennej odległości między próbkami /metoda stroboskopowa/	22
4.2.2. Metoda próbkowania o stałej odległości między próbkami	29
4.2.3. Metoda zamiany parametrów na napięcia stałe	36

4.3. Układy pomiarowe stosowane w urządzeniach do automatycznych pomiarów parametrów torów i urządzeń telewizyjnych	39
4.3.1. Układ do przekształcania sygnałów pomiarowych metodą stroboskopową	40
4.3.2. Układ do odczytu chwilowych wartości sygnału kontrolnego	41
4.3.3. Układ do pomiaru amplitud	42
4.3.4. Pomiar charakterystyk przejściowych toru	44
4.3.5. Układ do pomiaru różnicy grupowego czasu przejścia pomiędzy sygnałami luminancji i chrominancji	45
4.3.6. Układ do pomiaru zniekształceń nieliniarnych w kanale luminancji	48
4.3.7. Układ do pomiaru wzmocnienia różnicowego	49
4.3.8. Pomiar fazy różnicowej	52
4.3.9. Pomiar modulacji skrośnej między sygnałami chrominancji i luminancji	53
4.3.10. Pomiar szumów	53
4.3.11. Układ do pomiaru czasu narastania impulsów	55
4.4. Eksploatacyjne przyrządy pomiarowe do automatycznych pomiarów przyrządów torów i urządzeń telewizyjnych	56
4.4.1. Przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych	57
4.4.2. Urządzenie do automatycznych pomiarów nadajników	59

	Str.
4.4.3. Przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych w każdej linii	61
4.4.4. Przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych oraz w każdej linii	62
5. Automatyczna regulacja parametrów urządzeń toru telewizyjnego	65
Wykaz literatury	67

Tadeusz Bzowski

Alina Karwowska-Lamparska

AUTOMATYZACJA POMIARÓW I REGULACJA PARAMETRÓW TORU TELEWIZYJNEGO

1. WSTĘP

Stały wzrost roli telewizji, obejmującej swym zasięgiem coraz to większe obszary i zwiększenia czasu nadawania programu z jednej strony oraz złożone procesy zachodzące w urządzeniach studyjnych, rozdzielczych, nadawczych i przesyłowych z drugiej strony, nakłada obowiązek stałej i operatywnej kontroli podstawowych parametrów jakościowych tych urządzeń.

Dotychczas stosowane w telewizji metody kontroli i pomiarów, oparte głównie na porównywaniu wizualnym kształtów sygnałów wyjściowych z sygnałami wzorcowymi, są pracochłonne i obarczone błędami wywołanymi zbyt małą dokładnością stosowanych urządzeń pomiarowych oraz subiektywną oceną odczytów wykonywanych przez obserwatorów i jakkolwiek umożliwiają pomiary parametrów w różnych punktach toru telewizyjnego, nie pozwalają jednak na natychmiastowe przesyłanie uzyskanych wyników do odległych punktów centralnej kontroli. Istniejąca rejestracja, głównie fotograficzna, jest dla tych celów niewystarczająco szybka, co uniemożliwia ocenę aktualnego stanu technicznego całej sieci telewizyjnej.

Ponadto duża ilość punktów kontrolnych i parametrów kontrolowanych w rozbudowanej sieci telewizyjnej wymaga wykonania olbrzy-

niej liczby pomiarów, w wyniku czego otrzymuje się bardzo duży materiał informacyjny, który powinien być całkowicie wykorzystany, co również w obecnej praktyce nie jest możliwe do zrealizowania zarówno ze względu na niedoskonałość metod pomiarowo-dokumentacyjnych, jak i szybką dezaktualizację informacji.

Podobnie zwiększenie czasu emisji programów pociąga za sobą również zwiększenie czasu potrzebnego na kontrolę i pomiary. Dotychczasowe metody pomiarów poza godzinami emisji programu nie mogą rozwiązać tego zagadnienia.

Te zasadnicze wady stosowanego do tej pory w sieciach telewizyjnych systemu kontrolno-pomiarowego zmusiły do poszukiwania nowych dróg rozwiązania tego zagadnienia.

Nowe rozwiązania powinny przede wszystkim umożliwiać wykonywanie pomiarów w czasie trwania emisji programowych, a ponadto powinny zapewnić:

- 1/ zwiększenie dośiadności pomiarów przez wyeliminowanie subiektywnego czynnika personelu obsługującego i przez stosowanie nowych dokładnych i niezawodnych układów pomiarowych;
- 2/ zmniejszenie czasu wykonywania pomiarów w celu uzyskania możliwie największej ilości informacji;
- 3/ prosty sposób przesyłania informacji pomiarowych na duże odległości i automatyczną ich rejestrację.

Jedynym rozwiązaniem tego zagadnienia jest wprowadzenie pełnej automatyzacji procesów kontroli i pomiarów w całej sieci telewizyjnej. Umożliwi to uzyskanie szerokiej informacji dotyczących stanu technicznego sieci telewizyjnej oraz pełnego materia-

łu dokumentacyjnego. Analiza otrzymanych informacji umożliwi ocenę jakości torów i urządzeń i to w sposób ciągły i dokładny. Taki system pozwoli ocenić aktualny stan zdolności technicznej całej sieci telewizyjnej.

Rozwiązanie tego zagadnienia będzie służyło nie tylko do podniesienia jakości emisji telewizyjnych, ale pozwoli również na rozwiązanie szeroko pojętej automatyzacji pracy urządzeń i torów całej sieci telewizyjnej dzięki możliwości zastosowania automatycznej korekcji charakterystyk jakościowych oraz centralnego sterowania pracą urządzeń i torów telewizyjnych.

2. ROZWÓJ PRAC W DZIEDZINIE AUTOMATYZACJI KONTROLI I POMIARÓW TELEWIZYJNYCH

Konwencjonalne oscyloskopowe metody pomiarów parametrów jakościowych w telewizji, mimo stosunkowo małej dokładności, umożliwiają przeprowadzanie kontroli parametrów tylko w przerwach emisji telewizyjnej lub poza godzinami nadawania programu [1]. Poważną wadę tej metody stanowi niemożliwość kontroli urządzeń i torów telewizyjnych w czasie pracy, co przy stale wzrastającym obciążeniu godzinowym i praktycznie zawodnych urządzeniach stwarza niebezpieczeństwo obniżenia jakości technicznej emisji.

Ważnym osiągnięciem na drodze polepszenia tej sytuacji było opracowanie metody linii kontrolnych [3, 6, 16]. Sygnały pomiarowe, o odpowiednich przebiegach umożliwiającym kontrolę podstawowych parametrów jakościowych, są nadawane na liniach sygnału wizyjnego w okresie wygaszania odchylenia pionowego. W ten sposób odbiór jest nie zakłócony, gdyż sygnały te nie są widoczne na ekrana-

nach odbiorników telewizyjnych. Metoda ta od razu rozwiązała sposób pomiaru parametrów jakościowych w czasie emisji programowej, a więc umożliwiła kontrolę urządzeń w całym czasie ich pracy.

Korzyści otrzymane dzięki metodzie linii kontrolnych są duże.

Oprócz głównego zadania, tzn. ciągłego pomiaru parametrów w czasie emisji, wprowadzenie linii kontrolnych umożliwiała ponadto:

- 1/ ujednoczenie sygnałów pomiarowych, dzięki czemu zwiększyła się dokładność pomiarów i ułatwiło się porównywanie otrzymanych wyników oraz ich analiza;
- 2/ zunifikowanie aparatury kontrolnej i pomiarowej, co ułatwiło jej eksploatację oraz zwiększyło dokładność i niezawodność jej pracy;
- 3/ wykorzystanie wyników pomiarów do automatyzacji procesów kontroli i pomiarów parametrów oraz sterowania pracy urządzeń i torów telewizyjnych zarówno typu korekcyjnego, jak i rozrządczego.

Metoda linii kontrolnych pozwala kontrolować zarówno całość pracy toru telewizyjnego, jak i jego części. W pierwszym przypadku sygnały pomiarowe doprowadzane do wejścia przechodzą przez cały tor, w drugim natomiast sygnały pomiarowe doprowadza się do wejścia badanego odcinka po usunięciu ewentualnie znajdujących się tam innych sygnałów.

Jest to bardzo wygodne, gdyż pozwala w dowolnych miejscach toru wprowadzić sygnały pomiarowe i po przeprowadzeniu pomiarów usuwać je również w dowolnych miejscach, zależnie od potrzeb pomiarowych.

Mimo, że metoda linii kontrolnych umożliwia kontrolę sygnałami pomiarowymi o szerokim pasmie częstotliwości i jako taka nie może być wykorzystana bezpośrednio do przesyłania informacji pomiarowych na duże odległości, ma jednak zasadnicze znaczenie w nowoczesnej technice automatycznych pomiarów telewizyjnych.

Wprowadzenie metody linii kontrolnych dało początek pracom nad automatyzacją pomiarów telewizyjnych.

Zasadnicze prace nad automatyzacją pomiarów telewizyjnych rozpoczęły się na początku lat sześćdziesiątych.

Ważnym etapem na drodze do automatyzacji pomiarów było opracowanie metody zawężenia pasma sygnałów pomiarowych [1,2,7].

Metoda ta, zwana metodą stroboskopową lub próbkowania przesuwanego, umożliwia zamianę szerokopasmowych sygnałów pomiarowych na wąskopasmowe sygnały analogowe i impulsowe kody. Dzięki niej powstała możliwość przesyłania sygnałów pomiarowych torami wąskopasmowymi oraz wykorzystania wskaźników małej częstotliwości, automatycznych urządzeń rejestracyjnych, aparatury analogowo-cyfrowej itp.

Realizację tego sposobu rozpoczęto od opracowania urządzenia kontrolnego do automatycznej rejestracji sygnałów pomiarowych linii kontrolnych. Sygnały pomiarowe po przejściu przez badany tor zostały przekształcone w analogowe sygnały małej częstotliwości i następnie przesłane liniami wąskopasmowymi do centralnego punktu kontrolnego, gdzie zostały zarejestrowane automatycznie przyrządami piszącymi.

W podobny sposób w centralnym punkcie kontrolnym otrzymano zarejestrowane sygnały pomiarowe z punktu wejściowego badanego toru.

Oba zarejestrowane przebiegi pozwalają na ocenę amplitudowych i czasowych parametrów badanego toru, określających jego charakterystyki.

Otrzymane rezultaty z wielu różnych kierunków przesyłania programu w pełni potwierdziły efektywność tej metody, umożliwiając zdalną kontrolę parametrów jakościowych torów i urządzeń telewizyjnych, a przez to i rozwiązanie pierwszego etapu automatyzacji kontroli i pomiarów w telewizji.

Na podstawie uzyskanych doświadczeń opracowano na powyższej zasadzie metody i urządzenia do zdalnych pomiarów i dokumentalnych zapisów kształtów sygnałów pomiarowych dla telewizji monochromatycznej i dowolnego standardu telewizji kolorowej [1, 2].

Na rysunkach 1 i 2^{x/} podano zdalny zapis sygnałów uzyskany tym sposobem.

Omówione urządzenia jakkolwiek umożliwiają zdalną automatyczną rejestrację wyników pomiarów, wymagają jednak udziału personelu przy opracowywaniu oceny jakości technicznej badanych torów.

Następnym etapem rozwoju automatycznych pomiarów było opracowanie systemu automatycznej kontroli odchyłek parametrów od tolerancji stosowanej tak w systemach pomiarowych informacji wizualnej, jak i w systemach z nadawaniem linii kontrolnych.

Na rysunku 3 przedstawiono klasyfikację systemów kontroli tolerancji.

Zostały zaprojektowane metody i sposoby automatycznego odczytu zniekształceń powstających w torze telewizyjnym i wytwarzania sygnałów błędu [1, 2, 7, 9].

^{x/} Wszystkie rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

Pierwszym opracowanym przyrządem tego typu był przyrząd do automatycznej kontroli odchyień parametrów jakościowych toru od dopuszczalnych tolerancji [2, 10]. Przyrząd umożliwiał stałą kontrolę odchyień parametrów od dopuszczalnych tolerancji w czasie emisji programowej z jednoczesną rejestracją tych odchyień i sygnalizacją o ich przekroczeniu.

Praca tego przyrządu odbywała się już bez udziału personelu, który jedynie informowany był o stanie jakości technicznej toru telewizyjnego.

Wyniki kontroli parametrów sygnałów pomiarowych linii kontrolnych wykazywane były w postaci jednej lub wielu informacji charakteryzujących odchylenie od granic dopuszczalnych tolerancji zarówno kontrolowanych parametrów, jak i pracy całego toru, przy czym przyrząd podawał dwa wskazania: "w normie" i "nie w normie".

Algorytm opracowania układów automatycznej kontroli odchyień parametrów od tolerancji typu analogowego jest stosunkowo prosty, gdyż należy uzyskać tylko przekroczenie granic odchylenia od tolerancji w urządzeniu progowym, przy czym nie jest tu wymagana duża dokładność pomiaru. Sygnały analizowane są w rzeczywistej skali czasowej, przez co uzyskuje się dużą szybkość działania układu.

Zagadnienie zwiększenia niezawodności działania tego typu urządzeń i kontroli prawidłowej ich pracy rozwiązuje się drogą wprowadzenia dodatkowych układów samokontrolujących. Do automatycznej rejestracji wyników kontroli stosuje się elektrycznie sterowane urządzenia drukujące. Wprowadzone do nich informacje z wyjścia urządzeń kontrolnych wymagają przekształcenia ich

w literowe i cyfrowe znaki. Urządzenia rejestrujące pracują w układach "start-stop", przy czym notuje się tylko przekroczenia tolerancji i rezultaty samokontroli. Wyniki kontroli mogą być przesyłane liniami telefonicznymi do punktów kontroli. W wielu przypadkach odchylenia od tolerancji mogą być ujawnione drogą porównania wejściowych i wyjściowych sygnałów wizyjnych, a także zawartych w nich sygnałów pomiarowych linii kontrolnych [1, 9].

Na rysunku 4 podano widok czołowy przyrządu do automatycznej kontroli odchyień od tolerancji parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych, przeznaczonego do pomiarów torów telewizyjnych.

Nowy etap rozwoju automatycznych pomiarów telewizyjnych zapoczątkowało wprowadzenie metod cyfrowych, których celem ostatecznym jest pełna automatyzacja procesów pomiarowych, bez udziału personelu obsługującego, w całym cyklu pomiarowym.

Pierwszym krokiem zastosowania metod cyfrowych w technice pomiarowej było wykorzystanie zasad kodowania informacji pomiarowych dla automatycznej zdalnej kontroli i pomiaru parametrów torów telewizyjnych [1, 2, 9].

Do zdalnego przesyłania liniami telefonicznymi analogowych sygnałów pomiarowych małej częstotliwości zastosowano metody cyfrowe i odpowiednie przetwarzanie danych /cyfrowe odczyty, bezpośrednio wejście na komputer itp./.

W ten sposób otrzymano dużą dokładność i praktyczne wyeliminowanie szkodliwego efektu szumów przy transmisji danych.

Zwiększenie szybkości działania systemu kontroli i wyeliminowanie subiektywnych błędów przy opracowywaniu wyników pomiarów na oscyloskopie lub zapisów na taśmie uzyskano przez opracowanie

analogowo-cyfrowego układu przekształcającego, który pozwala rejestrować wyniki kontroli jednocześnie na wskaźnikach tablicowych i urządzeniach piszących.

Dalszy etap automatyzacji pomiarów telewizyjnych charakteryzuje się przystosowaniem cyfrowych urządzeń pomiarowych, zawierających obwody logiczne, do przekształcenia mierzonych informacji, co pozwalało programować całe cykle pomiarowe [2,11].

Urządzenia oparte na tej zasadzie pozwalają wielokrotnie wykorzystywać wchodzące w jego skład układy funkcjonalne do pomiarów różnych elementów sygnałów pomiarowych.

Na rysunku 5 podano widok płyty czołowej cyfrowego urządzenia do automatycznych zaprogramowanych pomiarów parametrów sygnałów kontrolnych.

W przeciwieństwie do znanych uprzednio urządzeń, w których dla pomiaru każdego sygnału pomiarowego istnieją oddzielne bloki o identycznej budowie i cyfrowy woltomierz [16], urządzenie tego typu pozwala mierzyć różne sygnały pomiarowe jednym zespołem, którego struktura adaptuje się odpowiednio do charakteru mierzonego sygnału. Rozwiązanie takie przedstawia obecnie najwyższy poziom urządzeń kontrolno-pomiarowych.

Urządzenia takie charakteryzują się tym, że zawierają środki identyfikacji różnych sygnałów pomiarowych na zasadzie ich charakterystycznych cech, które umożliwiają automatyczne sterowanie procesami pomiarowymi.

Dzięki temu nie jest potrzebne przesyłanie dodatkowych kombinacji impulsów kodu [12], informujących o położeniu sygnałów pomiarowych.

Zasadę strojenia automatycznego stosuje się również przy opra-

cowaniu metod i urządzeń cyfrowych mierników podstawowych parametrów przy nadawaniu programów telewizji kolorowej, a w tym dla automatycznego pomiaru różnicowej fazy i różnicowego wzmocnienia bez nadawania w składzie sygnału wizyjnego specjalnej serii drgań podnośnej koloru [13], pomiaru różnic wzmocnienia i opóźnienia grupowego między sygnałami luminancji i chrominancji [20].

Ze względu na wzrost ilości godzin nadawania programu okazuje się konieczne, aby możliwie największa liczba pomiarów wykonana była w czasie transmisji. Dlatego oprócz kontroli tolerancji parametrów, która głównie wykazuje istnienie odchyień od normy, wynikają nowe złożone zadania związane z koniecznością wykonywania dokładniejszych pomiarów. Ułatwia to wprowadzenie metod statystycznych analizy wyników pomiarów, techniczną diagnozę stanu urządzenia, przewidywanie usterek itp.

Zastosowanie cyfrowych metod pomiarowych opartych na analizie charakterystycznych punktów sygnałów pomiarowych i utworzenie odpowiednich sygnałów dyskretnych umożliwia zapis w dziesiętnym systemie wszystkich mierzonych parametrów w pojedynczym kanale [1, 2].

Przez zastosowanie procesów logicznych do otrzymanych wyników pomiarów sygnałów linii kontrolnych, ustalonego wpływu każdego zniekształcenia na jakość techniczną i wizualnego efektu odbieranego obrazu stało się teraz możliwe otrzymanie całkowitej obiektywnej oceny jakości transmisji i odniesienie jakości dynamicznej toru do opłat za jego używanie.

Urządzenia stosowane do tego celu są w rzeczywistości specjalnymi licznikami, w których wyjściowe dane robocze są otrzymywa-

ne na drukarce oraz na oświetlonej tablicy w postaci zbioru cyfr, charakteryzujących odpowiednie parametry lub wielkość i znak ich odchylenia od tolerancji względnie na których dane wyjściowe otrzymywane są kolejno na jednym wskaźniku cyfrowym łącznie z jednoczesnym wskazaniem, który parametr jest mierzony [2]. Pomiarowa informacja cyfrowa może być również wprowadzona do sygnału wizyjnego, gdzie jest ona nakładana na przesyłany obraz.

Przewagę powyższych typów urządzeń cyfrowych nad stosowanymi dotychczas, w których każdy parametr mierzony był oddzielnymi miernikami przekształceń analogowych stanowi pomiar wszystkich parametrów po przekształceniu analogowym przez jeden miernik cyfrowy. Metody cyfrowe są szczególnie korzystne dla kontroli i pomiarów pracy telewizyjnych stacji rozdzielczych [2, 5, 21]. Przy cyfrowym pomiarze i kontroli wyjściowych parametrów nadajników telewizyjnych i stacji linii radiowych, ustalonych przez normy sygnałów emitowanych, opracowano metody pomiarowe i wykonano urządzenia pozwalające na automatyczny pomiar tych parametrów i wskazanie, czy mieszczą się one w tolerancjach. Widok płyty czołowej takiego urządzenia podano na rys. 6. Wartości cyfrowe parametrów wejściowych wskazywane są z lewej strony urządzenia. Podane są: czas narastania / us / i amplitudy impulsów synchronizujących oraz sygnału wizyjnego między poziomem czerni i bieli /%/ . Analogiczne parametry sygnału emitowanego są wskazywane po prawej stronie. Poniżej wskazywane są: moc nadajników wizji i dźwięku / kW / oraz głębokość modulacji /%/ nadajnika wizji. Gdy tolerancje są przekroczone, zapala się wskaźnik świetlny pod każdym wynikiem cyfrowym.

Przez kombinację tych urządzeń z opisanymi poprzednio urządze-

niami kontrolnymi, pomiarowymi i rejestrującymi parametry jakościowe toru telewizyjnego możliwe jest rozwiązanie problemu automatyzacji pomiarów telewizyjnych stacji nadawczych jako niezależnych części toru telewizyjnego.

Na rysunku 7 podano szkiecowo widok płyty czołowej urządzenia automatycznego do pomiarów cyfrowych podstawowych parametrów sygnałów otrzymywanych z elektronowych lub optycznych tablic kontrolnych.

Sygnały z elektronicznej tablicy kontrolnej w formie dyskretnej zostaną doprowadzone do pamięci komputera wspólnie z przebiegiem programu i wartościami dopuszczalnych tolerancji. Zgodnie z programem, komputer przeprowadza wydzielenie żądanych granic tolerancji, obliczenie parametrów jakościowych systemu i przedstawia wyniki w postaci zapisanej karty lub za pomocą wskaźników znajdujących się na płycie czołowej, przy jednoczesnym wskazywaniu mierzonych parametrów i odchyłek od wartości tolerancji. Wartości otrzymane z pomiarów są dane w % lub w dB. Na przykład z przedstawionego na przyrządzie stanu pomiarowego wynika, że nielinearność charakterystyki amplitudowej danego toru jest równa 12%. Jeśli zmierzone parametry leżą w granicach dopuszczalnych tolerancji, pojawia się litera "N", tzn. "norma". W tym samym czasie wydrukowana jest nazwa toru mierzonego, data i godzina pomiaru.

Zastosowanie komputerów było dużym krokiem naprzód przy rozwiązywaniu problemu pełnej automatyzacji telewizji. Nie tylko ze względu na własności pamięciowe i stosunkowo dużą szybkość pracy, ale również ze względu na możliwość doprowadzenia do układu pamięciowego dużej ilości informacji, które można bardzo prędko

analizować według dowolnie określonych algorytmów, zależnie od potrzeb.

Oprócz wymienionych dotąd zadań z zakresu automatycznych pomiarów i kontroli można wymienić takie zadania, jak automatyczne sterowanie pracy urządzeń i układów korekcji zniekształceń, zestawianie optymalnych połączeń dla przesyłania programu i różnych obliczeń techniczno-ekonomicznych.

Wprowadzenie komputerów usprawniło również same pomiary i kontrolę. Dzięki nim opracowano algorytmy dla pomiarów telewizyjnych sygnałów testowych, wymagające mniejszego czasu na wytworzenie informacji, oraz określono pojemność pamięci, niezbędną do przeprowadzania obliczeń wynikowych pomiarów.

Ponadto komputer umożliwił przeprowadzanie różnych złożonych obliczeń sygnałów pomiarowych.

Na rysunku 8 podano przekształcenia w komputerze impulsu sinus kwadrat przy odczytywaniu dyskretnym. Sygnał wejściowy f/a jest podzielony przez dyskretnie odczytywanie sygnału na wejściu mierzonego toru. Na podstawie zależności

$$\bar{f}/\omega = \Delta \sum_{k=\alpha}^{\alpha} f/k\Delta / e^{-jk\Delta\omega}$$

gdzie: \bar{f}/ω - całkowite widmo sygnału wejściowego

$f/k\Delta$ - odczyt badanego sygnału w czasach Δ /w tym przypadku $\Delta \approx 12$ ns, a przerwy pomiędzy punktami obliczeniowymi wzdłuż osi częstotliwości wynoszą 100 kHz/

oblicza się charakterystyki spektralne: amplitudową /b/ i fazową /c/ sygnału wejściowego.

Z odczytów sygnału wyjściowego sporządza się jego przebieg /d/ oraz charakterystyki spektralne: amplitudową /e/ i fazową /f/.

Na podstawie otrzymanych danych oblicza się za pomocą stosowanych wzorów charakterystyki amplitudową /g/ i fazową /h/ w funkcji częstotliwości. Przy określaniu parametrów toru telewizyjnego przez komputer cyfrowy eliminuje się błędy w procesie kształtowania sygnałów pomiarowych.

Jeszcze innym zastosowaniem komputera jest przygotowanie norm i wybór optymalnych parametrów dla systemów telewizyjnych, w zależności od różnych rodzajów zniekształceń sygnałów pomiarowych i obrazów telewizyjnych.

Na rysunkach 9 i 10 przedstawiono wyniki eksperymentalnego zastosowania komputera cyfrowego do przekształcenia szeregu telewizyjnych sygnałów pomiarowych CCIR i OIRT nadawanych na liniach kontrolnych. Dyskretne odczyty tych sygnałów doprowadzone są do układu pamięciowego komputera. Zgodnie z programem przetworzenia danych dopuszczalnych tolerancji, które zostały również doprowadzone do komputera łącznie z sygnałami identyfikacji, zostają wydzielone odpowiednie strefy tolerancji oraz obliczone charakterystyczne parametry jakościowe systemu telewizyjnego, które mogą być wyświetlone lub zapisane na formularzach. Podane na rysunkach wartości mierzonych parametrów i ich odchylenia od tolerancji łącznie z wydrukowaną charakterystyką amplitudy i fazy pozwalają na ocenę jakości badanego obiektu.

3. POMIAROWO-INFORMACYJNE SYSTEMY TELEWIZYJNE

Powyżej opisane metody kontroli i pomiarów oraz wykonane urządzenia prowadziły do opracowania systemu pełnej automatyzacji w telewizji.

Ponieważ systemy automatyzacji powinny być rozwiązywane z punktu widzenia określenia sposobu i stopnia korekcji parametrów przez analizę sygnałów kontrolowanych, wszystkie więc wykonane prace umożliwiły przygotowanie podstaw dla nowego systemu łączącego całkowitą automatyzację pomiarów i kontroli z automatyzacją sterowania pracą urządzeń i torów na podstawie otrzymanych wyników pomiarów [1, 2, 5, 7, 9].

Złożone systemy kontroli i pomiarów, pozwalające na automatyczne pomiary i przetwarzanie danych, zgodnie z danym algorytmem, podobnie jak to ma miejsce w procesach automatyzacyjnych, są znane pod nazwą systemu pomiarowo-informacyjnego [2, 18]. System taki stanowi połączone ze sobą tory urządzeń automatycznych pomiarów i przetwarzania danych, które wskutek szeregu działań charakterystycznych dla systemu cybernetycznego umożliwiają całkowitą automatyzację i centralizację pracy kontrolnej i pomiarowej i znacznie rozwijają typowe systemy pomiarowe.

Powyższy system, poprzez procesy logiczne i matematyczne, umożliwia ponadto opracowanie dokumentacji, zebranie wyników pomiarów, transformację ich na odpowiednią formę itd.

Główne funkcje telewizyjnego systemu pomiarowo-informacyjnego podano na rys. 11 [2, 5, 18, 20, 22].

Kontrole i pomiary mogą być przeprowadzane w czasie transmisji przez zastosowanie sygnałów pomiarowych linii kontrolnych o-

raz w przerwach między transmisjami. Wyniki kontroli i pomiarów są wykorzystywane do pomiaru parametrów toru, diagnozy technicznej, przewidywania zdolności łożebnej, automatycznej lokalizacji błędów, obliczenia obciążenia obwodów i urządzeń, wyboru optymalnej drogi transmisji programu itd.

Oprócz podanego powyżej systemu, który spełnia wszystkie omówione funkcje i służy na przykład do pełnej kontroli całej sieci telewizyjnej w kraju [18], często ekonomiczniej jest zastosować indywidualne systemy, tzw. podsystemy dla rozwiązania wymaganych zadań.

Struktura aktualna tych systemów jest ściśle związana z wyborem miejsca i sposobu przetwarzania informacji [5. 22].

Rysunki 12 i 13 przedstawiają różne rodzaje pomiarowo-informacyjnych systemów telewizyjnych dla zdalnej kontroli torów telewizyjnych.

Układ podany na rys. 12a przewiduje początkowe przetwarzanie wszystkich danych pomiarowych w punkcie kontrolnym. W układzie na rys. 12b przewiduje się jednocześnie wydzielenie impulsów pomiarowych, przemianę ich na odpowiadające im impulsy kodu i przesłanie tych danych do centrum obliczeniowego, gdzie są one przekształcone, aby otrzymać wyniki pomiarów, które wykorzystuje się następnie do analizy i przetworzenia zgodnie z wybranym systemem. Wyniki te doprowadza się z powrotem do punktów pomiarowych poprzez kanały transmisji danych.

Inne rozwiązanie, podane na rys. 12c, stanowi połączenie systemu z lokalnymi centrami obliczeniowymi, obsługującymi daną okolicę i znajdującymi się poza zakresem sieci i ośrodków telewizyjnych.

W pewnych przypadkach korzystna jest kombinacja powyższych typów.

Przedstawione zasady budowy pomiarowo-informacyjnych systemów telewizyjnych mogą również być wykorzystywane do kontroli i pomiarów w dużych telewizyjnych ośrodkach studyjnych i nadawczych, jak to podano na rys. 14 i 15. Wówczas lepiej jest stosować systemy z centralnym przetwarzaniem wszystkich danych pomiarowych.

Zastosowanie komputerów w centrum telewizyjnym /rys. 14/ umożliwia automatyzację procesów pomiarowych i kontrolnych oraz operacje sterowania torów telewizyjnych wartościami zmierzonych parametrów różnych kanałów, automatyczną kontrolę i sterowanie programu itp. Mogą być one również stosowane do wyboru warunków pracy urządzeń, prowadzenia dzienników stanu technicznego oraz kart konserwacji, końcowych obliczeń itp.

W oparciu o otrzymane dane system komputerowy może wybrać również optymalny algorytm dalszej pracy lub wykonać inne złożone operacje. Powiązanie wszystkich uzyskanych informacji zwiększa znacznie jakość programu i ogólną wydajność eksploatacji.

Na rysunku 15 podano schemat innego rodzaju zastosowania komputera na stacji nadajników /jeden nadajnik telewizyjny plus dwa nadajniki UKF dźwięku z modulacją częstotliwości/. Źródłem danych dla komputera są:

- 1/ sygnały przychodzące z różnych nadajników, świadczące o stanie urządzeń i przekazywane przez system rozdzielczy,
- 2/ dane od personelu konserwującego.

System komputerowy wybiera na podstawie powyższych sygnałów

optymalną sekwencję dalszej pracy za pomocą członu pomiarowego, a ponadto za pomocą członów pomocniczych wybiera połączenie z centrum obliczeniowym i informacyjnym oraz punktem zdalnej kontroli, jak również z różnymi związanymi służbami itp.

System ten może być zrealizowany w układzie podanym na rys. 13, który zapewnia również inne prace kontrolno-pomiarowe, obsługę stacji, przełączanie programów itp.

4. NOWOCZESNE METODY I UKŁADY STOSOWANE W URZĄDZENIACH DO AUTOMATYCZNYCH POMIARÓW PARAMETRÓW JAKOŚCIOWYCH TORÓW I URZĄDZEŃ TELEWIZYJNYCH

4.1. Parametry jakościowe i sygnały pomiarowe

Wszystkie znane obecnie metody pomiarowe, a w tym i metody automatycznych pomiarów, oparte są na przesyłaniu przez badany tor bądź urządzenie sygnałów pomiarowych o specjalnym kształcie i ocenie na podstawie zniekształceń ich przebiegów, parametrów jakościowych badanych obiektów.

Obecny stan automatyzacji pomiarów toru telewizyjnego pozwala na kontrolę i pomiar wszystkich podstawowych parametrów jakościowych. Wykaz mierzonych parametrów oraz kształty sygnałów pomiarowych, umożliwiających ich pomiar, zgrupowano w tabeli 1.

Powyższe sygnały pomiarowe wytwarzane są w specjalnych generatorach sygnałowych, które bądź pracują z częstotliwością linii, bądź też umożliwiają wprowadzenie odpowiednich sygnałów na linie kontrolne w czasie trwania impulsu gaszącego pola [29, 30, 31, 43].

Nadawanie sygnałów pomiarowych z częstotliwością linii umożliwia jedynie wykonywanie pomiarów parametrów poza czasem nadawania programu. Ułatwia to pracę załogi przy wykonywaniu pomiarów okresowych.

Wprowadzenie metody nadawania sygnałów pomiarowych na liniach kontrolnych w czasie trwania impulsu gaszącego pola umożliwia już przeprowadzanie pomiarów podczas całego okresu trwania emisji programowej, a więc umożliwia stałą kontrolę pracy urządzeń, co stanowi dużą jej zaletę.

Obowiązujące zalecenia CCIR i OIRT^{x/} określają ściśle położenie linii kontrolnych w obrazie oraz kształty sygnałów pomiarowych, wprowadzonych na te linie. Zgodnie z tymi dokumentami linia 16 /licząc od przedniego zbocza impulsu synchronizującego pole/ pierwszego półobrazu i 329 drugiego półobrazu przeznaczona jest do nadawania impulsu wyzwalającego urządzenia automatyki. Linie 17, 18 oraz 330, 331 przeznaczone są do przesyłania sygnałów pomiarowych w sieci międzynarodowej. Wspomniane wyżej zalecenia określają również ściśle kształty i dopuszczalne tolerancje sygnałów pomiarowych nadawanych na tych liniach, przy czym OIRT zaleca stosowanie jednakowych sygnałów pomiarowych na liniach kontrolnych obu półobrazów, zaś CCIR przewiduje nadawanie różnych sygnałów w obu półobrazach.

Zalecany przez OIRT sygnał pomiarowy Nr 1 /rys. 16/ nadawany na linii 17 /330/ zawiera :

- impuls biały
- impuls sinus kwadrat 2T

^{x/} CCIR - Zalecenia Nr 420-2 oraz Nr 473 New Delhi 1970 r. i OIRT Zalecenia Nr 61/1 - Drezno 1971 r. 29,30,31 .

- impuls sinus kwadrat 20T
- sygnał schodkowy złożony z pięciu stopni.

Ponadto przewiduje się możliwość nałożenia na sygnał schodkowy napięcia sinusoidalnego o częstotliwości 1,2 MHz lub 4,43 MHz.

Natomiast sygnał Nr 2 /rys. 17/ nadawany na 18/331/ linii zawiera według OIRT sześć grup napięć sinusoidalnych o różnych częstotliwościach oraz impuls odniesienia.

Zalecenie CCIR określa ściśle kształty i dopuszczalne parametry czterech sygnałów pomiarowych, a mianowicie:

a. Sygnału Nr 1 /rys. 18/ nadawanego na 17 linii analizy, który zawiera:

- impuls bieli / B_2 /
- impuls sinus kwadrat 2T / B_1 /
- impuls sinus kwadrat 20T /F/
- pięciostopniowy sygnał schodkowy / D_1 /.

b. Sygnału Nr 2 /rys. 19/ nadawanego na 18 linii analizy, zawierającego:

- sześć grup napięć sinusoidalnych / C_3 / oraz
- sygnały odniesienia / C_1 / lub / C_2 /

c. Sygnału Nr 3 /rys. 20/ nadawanego na 330 linii analizy, w skład którego wchodzi:

- impuls bieli / B_2 /
- impuls sinus kwadrat 2T / B_1 /
- sygnał schodkowy z nałożonym napięciem sinusoidalnym o częstotliwości podnośnej chrominancji / D_2 /

d. Sygnału Nr 4 /rys. 21/ nadawanego na 331 linii analizy, zawierającego:

- sygnał chrominancji umieszczony bądź na poziomie szerokości $/G_1/$, bądź też na trzech różnych poziomach $/G_2/$
- sygnał odniesienia chrominancji $/E/$.

Automatyczny pomiar charakterystycznych wielkości tych sygnałów odbywa się po przygotowaniu odpowiednich warunków, umożliwiających wyizolowanie mierzonej części przebiegu danego sygnału.

4.2. Metody pomiarowe

Jak już powiedziano poprzednio, zdatna automatyczna kontrola i pomiary parametrów jakościowych torów i urządzeń telewizyjnych oraz automatyczna ich rejestracja stała się możliwa dzięki przekształceniu informacji szerokopasmowej, zawartej w sygnałach kontrolnych, w analogową informację wąskopasmową. Uzyskuje się w ten sposób sygnały pomiarowe o wąskim pasmie częstotliwości lub też sygnały prądu stałego. Dzięki temu do automatycznej rejestracji wyników pomiarów mogą być stosowane zwykłe urządzenia samopiszące, układy cyfrowe lub maszyny drukujące, a same informacje mogą być przesyłane za pomocą toru małej częstotliwości, na przykład toru telefonicznego. Korzyścią tej metody jest również możliwość wykorzystywania oscyloskopów przenoszących małe pasmo częstotliwości.

Metoda ta umożliwi również porównanie otrzymywanych z toru sygnałów pomiarowych z sygnałami odniesienia, wytworzonymi na

drodze elektrycznej /np. w formie impulsów napięcia stałego lub wolnozmiennego/, dzięki czemu uzyskuje się automatycznie sygnały proporcjonalne do odchyłek od przyjętych tolerancji, które oprócz zasadniczych zadań kontrolnych pozwalają na automatyzację innych funkcji, na przykład na sygnalizację uszkodzeń, sterowanie odpowiednich urządzeń korekcyjnych, co ma szczególne znaczenie na wszystkich stacjach niedozorowanych itp.

Powyższa metoda kontroli i pomiarów parametrów jakościowych torów i urządzeń telewizyjnych została zatwierdzona przez organizacje CCIR i OIRT i włączona przez nie do programów studiów /7A/CMTT oraz 7B/CMTT/ [26,27,28,17].

Do zawężenia widma informacji zawartych w sygnałach pomiarowych można stosować szereg znanych metod, jak na przykład metody skumulacji, komórek pamięciowych, stroboskopowe, próbkowania, kwantowania itp. W obecnym stanie techniki pomiarów automatycznych stosowane są zasadniczo trzy metody:

- a/ metoda próbkowania o zmiennej odległości między próbkami, zwana metodą stroboskopową,
- b/ metoda próbkowania o stałej odległości między próbkami,
- c/ metoda zamiany parametrów na odpowiadające im napięcie stałe.

4.2.1. Metoda próbkowania o zmiennej odległości między próbkami /metoda stroboskopowa/ [34,35]

W pierwszym etapie rozwoju automatyzacji kontroli i pomiarów zastosowana została metoda stroboskopowa zawężania widma sygnałów. Zaletą tej metody polega na możliwości otrzymania dużej do-

kładności przekształcenia stosunkowo prostymi środkami technicznymi.

Proces przekształcania szerokiego widma sygnałów na widmo wąskie wyjaśnia rys. 22, gdzie:

- a/ sygnał wizyjny z linią kontrolną zawierającą przebieg piłokształtny,
- b/ impulsy próbkujące przed modulacją,
- c/ impulsy próbkujące po modulacji sygnałem pomiarowym
- d/ przekształcony sygnał pomiarowy na wyjściu detektora.

Impulsy próbkujące /b/ o czasie trwania τ znacznie mniejszym od czasu trwania obserwowanego sygnału linii kontrolnej t_s modulowane są amplitudowo w modulatorze impulsowym. W każdym następnym okresie powtarzania impuls zostaje przesunięty względem sygnału o czas Δt . Otrzymane z wyjścia modulatora impulsowego impulsy próbkujące o amplitudzie zmieniającej się odpowiednio do przebiegu amplitudy sygnału badanego /c/ poddaje się detekcji, otrzymując przekształcony w skali czasu analogowy sygnał o czasie trwania

$$t_p = p \cdot t_s$$

gdzie: p - współczynnik przekształcenia.

Ponadto występują tu zależności

$$t_p = K_s \cdot T; \quad T = K_s \cdot \Delta t; \quad p = \frac{t_p}{t_s} = \frac{T}{\Delta t}$$

gdzie: T - okres powtarzania impulsów próbkujących

K_s - liczba odczytów dla przekształconego sygnału pomiarowego nadawanego na linii kontrolnej.

Po detekcji przekształcony sygnał pomiarowy /d/ posiada widmo częstotliwości zawierające się w granicach

$$f' = \frac{1}{K_p T} = \frac{1}{H_p}; \quad f'' = \frac{f''_s}{p}$$

gdzie: f' - dolna częstotliwość przekształconego sygnału

f'' - górna częstotliwość przekształconego sygnału

f''_s - górna częstotliwość przekształcanego sygnału

K_p - liczba odczytów sygnału całej linii

H_p - czas nadawania przekształconej linii pomiarowej.

Dokładność i wierność odtworzenia amplitudy i kształtu przesyłanych sygnałów pomiarowych zależy od wielkości przesunięcia impulsów próbkujących / Δt / oraz czasu trwania impulsów próbkujących / T /.

Zagadnienie to jest szczególnie ważne w przypadku przesyłania najwięzszego z sygnałów pomiarowych - impulsu sinus kwadrat $2T$, gdyż zniekształcenia przy odtwarzaniu jego przebiegu mogą stać się przyczyną nieprawidłowej oceny charakterystyk częstotliwościowych toru.

Dla bardzo czytelnego i wyraźnego odtworzenia kształtu impulsu sinus kwadrat liczba odczytów K_s powinna być rzędu dwudziestu.

Dla standardu OIRT szerokość impulsu sinus kwadrat $2T$ wynosi w połowie wysokości $0,16 \mu s$, a przy podstawie - $0,32 \mu s$, skąd $t_s = 0,32 \mu s$.

Zakładając $K_s = 23$

$$\Delta t = \frac{t_s}{K_s} = \frac{0,32}{23} = 0,014 \mu s$$

Liczba odczytów całej linii kontrolnej /64 us/ jest wówczas równa

$$K_p = \frac{H}{\Delta t} = \frac{64 \mu s}{0,014 \mu s} = 4570$$

Ponieważ linie kontrolne mogą być wprowadzane albo do każdego pola, albo też do każdego obrazu, okres powtarzania impulsów próbkujących może być równy 0,02 s lub 0,04 s. Dla sygnałów pomiarowych zgodnych zaleceniem OIRT Nr 61/6 - $T = 0,02$ s, wówczas współczynnik przekształcenia

$$p = \frac{T}{\Delta t} = \frac{0,02 \text{ s}}{0,014 \mu s} = 1,43 \cdot 10^6$$

Widmo przekształconego sygnału sinus kwadrat po detekcji zawiera się więc w granicach:

$$f' = \frac{1}{K_p \cdot T} = \frac{1}{4570 \cdot 0,02} = 0,011 \text{ Hz}$$

$$f'' = \frac{f_s}{p} = \frac{6 \cdot 10^6}{1,43 \cdot 10^6} = 4,2 \text{ Hz}$$

Czas nadawania impulsu sinus kwadrat $2T$ wynosi

$$t_p = K_s \cdot T = 23 \cdot 0,02 \text{ s} = 0,46 \text{ s}$$

zaś czas nadawania całej przekształconej linii kontrolnej

$$H_p = K_p \cdot T = 4570 \cdot 0,02 \text{ s} = 91,4 \text{ s} = 1,5 \text{ min}$$

Przekształcenie sygnału o szerokim widmie na sygnał o widmie wąskim osiąga się metodą próbkowania jednego tylko elementu sygnału pomiarowego, przesuwanego o czas Δt w okresie każdej linii kontrolnej. Cała linia kontrolna przy przekształcaniu jej ze stałą wartością Δt /wynoszącą w przypadku impulsu sinus kwadrat - $0,014 \mu s$ / zostaje podzielona na 4500 takich elementów, które nadawane są w ciągu około 1,5 min. Przy zmniejszeniu K_s , poprzez zmianę szybkości próbkowania w zależności od kształtu sygnałów pomiarowych, czas trwania zapisu całej linii $/H_p/$ można znacznie zmniejszyć.

Wybór czasu trwania impulsu próbkującego określa się z jednej strony dokładnością odtwarzania sygnału poddanego przekształceniu, z drugiej zaś możliwościami technicznymi. Z tego względu wyznaczyć należy maksymalną szerokość impulsu τ , przy której zniekształcenia nie przekraczają dopuszczalnej wartości.

Tak na przykład względny błąd liniowo przekształconego sygnału w momencie zliczenia można przedstawić zależnością

$$\sigma_1 = \left(\frac{\tau}{2}\right)^2 \frac{F''/t/\max}{\sigma [F/t/\max - F/t/\min]}$$

gdzie:

τ - czas trwania impulsu zliczającego

$F/t/\min$ i $F/t/\max$ - minimalne i maksymalne wartości sygnału

$F''/t/\max$ - maksymalna wartość drugiej pochodnej przekształconego sygnału.

Dla określonej wartości dopuszczalnego błędu odtworzenia można

ustalić maksymalną dopuszczalną wartość impulsu zliczającego

$$\tau_{\text{dop}} = 2\sqrt{\frac{6G_1 [F/t/_{\text{max}} - F/t/_{\text{min}}]}{F''/t/_{\text{max}}}}$$

Dla impulsu sinus kwadrat

$$F/t/ = \sin^2 \omega t,$$

zatem

$$F/t/_{\text{max}} = 1; \quad F/t/_{\text{min}} = 0; \quad F''/t/_{\text{max}} = 2\omega^2 = 2/2\pi f/{}^2$$

stąd

$$\tau_{\text{dop}} = \frac{t_s}{\pi} \sqrt{12\sigma_1} / \text{ponieważ } t_s = \frac{1}{2f}$$

Jeżeli więc czas trwania impulsu sinus kwadrat $2T$ mierzony u podstawy wynosi $t_s = 0,32 \mu\text{s}$, to przyjmując $\sigma_1 = 1\%$

$$\tau_{\text{dop}} = \frac{0,32}{\pi} \sqrt{0,12} = 0,034 \text{ sek}$$

Stosowane ilości odczytów dla sygnału pomiarowego - K_s , a więc i czas przekształcania całej linii kontrolnej H_p zależy od wymagań stawianych przekształconym przebiegom sygnałów pomiarowych. Dla szacunkowej oceny podstawowych parametrów jakościowych toru wystarczający jest "pomiar szybki", charakteryzujący się małą ilością odczytów - K_s , a więc krótkim czasem przekształcania całej linii kontrolnej H_p . Pomiaru dokładniejsze, jak na przykład analiza kształtu impulsu sinus-kwadrat, wymagają dużej ilości odczy-

tów dla jednego sygnału pomiarowego, a więc także długiego czasu przekształcania linii kontrolnej. Najnowsze metody przetwarzania metodą stroboskopową stosują dwie szybkości próbkowania przełączane przez komutowanie. Stosuje się w ten sposób próbkowanie dwuetapowe - w czasie trwania całej linii kontrolnej /64 μ s/ oraz w czasie trwania impulsu sinus kwadrat /2 μ s/. Wówczas czas przeliczania całej linii kontrolnej wynosi około 20 sek.

"Pomiary szybkie" parametrów jakościowych toru mają na celu szybką ocenę, który z mierzonych parametrów wykracza poza określone granice tolerancji.

Na wyjściu odcinka toru, którego parametry muszą być utrzymywane w określonych granicach tolerancji, umieszczony zostaje układ porównujący przychodzące z toru zniekształcone sygnały pomiarowe z odpowiadającym im przebiegiem wzorcowym, nadawanym na przykład w formie impulsów stałego lub wolno zmieniającego się napięcia. Uzyskany przy porównaniu sygnał błędu zostaje doprowadzony do układów wskaźnikowych i sygnalizujących przekroczenie tolerancji. Może on być również wykorzystywany do sterowania układami korekcyjnymi.

Uzyskany na wyjściu detektora przekształcony sygnał wyjściowy o częstotliwości rzędu części herca może być bądź bezpośrednio kontrolowany za pomocą urządzeń samopiszących i wskaźnikowych, bądź też po odpowiednich przekształceniach /modulacja nośnej i kodowanie/ może być przesyłany na przykład linią telefoniczną na dowolne odległości, dzięki czemu możliwa jest zdalna kontrola całego toru telewizyjnego oraz poszczególnych jego części, jak ośrodki studyjne, stacje nadawcze, linie radiowe i kablowe, przemienniki itp.

4.2.2. Metoda próbkowania o stałej odległości między próbkami [1,7,36,37]

Odmianą metody stroboskopowej jest metoda próbkowania o stałej odległości pomiędzy kolejnymi próbkami. Dla każdego sygnału pomiarowego, przesyłanego na liniach kontrolnych, wybiera się kilka charakterystycznych punktów przebiegu, dla których przeprowadza się próbkowanie sygnału.

W sposób analogiczny jak przy metodzie stroboskopowej zamienia się szerokopasmową informację zawartą w sygnale kontrolnym w wąskopasmowy sygnał, który w dalszym ciągu bądź steruje urządzeniami wskaźnikowe, drukujące i sygnalizacyjne, bądź też może być przesyłany liniami wąskopasmowymi na dowolne odległości do centralnego punktu kontroli, bądź w końcu może być wykorzystywany do automatycznego sterowania korektorów zniekształceń. Czas wykonywania pomiaru określonego parametru w tym systemie zależy od ilości punktów charakterystycznych danego sygnału pomiarowego, w których następuje próbkowanie, oraz od ilości półobrazów, w czasie których należy wykonać pomiary w celu uzyskania odpowiedniej dokładności odtwarzania sygnału poddanego przekształceniu.

Ogólnie można powiedzieć, że wystarczającą dokładność odtworzenia można uzyskać przez próbkowanie:

- poziomu czerni w czasie dwóch półobrazów
- poziomu bieli w czasie dwóch półobrazów
- poziomu impulsów synchronizujących w czasie dwóch półobrazów
- amplitudy impulsu sinus kwadrat w czasie pięciu półobrazów

- pierwszej oscylacji przed impulsem sinus kwadrat w czasie pięciu półobrazów
- pierwszej oscylacji za impulsem sinus kwadrat w czasie pięciu półobrazów
- amplitudy sygnału podnośnej nałożonej na sygnał piłokształtny w czasie dziesięciu półobrazów.

Wówczas całkowita informacja o powyższych parametrach jakościowych przesyłana będzie w czasie 31 półobrazów, czyli 0,6 s.

Praktyczne rozwinięcie metody próbkowania zostało umożliwione przez wykorzystanie elektronicznych maszyn liczących. Podstawowe zadanie maszyny w tym przypadku polega na określeniu optymalnych dla danego sygnału warunków próbkowania oraz na "przetłumaczeniu" uzyskanych z toru informacji i podaniu otrzymanych wyników bądź określeniu odpowiednich poleceń dla układów automatycznej korekcji oraz służby eksploatacyjnej.

Zasada pomiaru jest następująca. Impulsy próbkujące nadawane podczas trwania mierzonego sygnału w stałych odstępach czasowych modulowane są amplitudowo w modulatorze impulsowym. Wielkość odstępów pomiędzy kolejnymi próbkami zależy od rodzaju nadawanego sygnału pomiarowego i jest zmieniana według zaleceń maszyny liczącej. Otrzymane na wyjściu modulatora impulsy próbkujące zostają następnie doprowadzone do maszyny liczącej, która przetwarza otrzymane informacje, dając na wyjściu odpowiednie wartości mierzonych parametrów. Dokładność pomiaru danego parametru zależy w dużej mierze od szybkości próbkowania, które z kolei jest funkcją przenoszonego pasma częstotliwości. Analiza metody dla pomiarów parametrów sygnału chrominancji wykazała, że naj-

korzystniejsza prędkość próbkowania w tym przypadku powinna być równa trzeciej harmonicznej sygnału chrominancji / tzn. $3 \times 4,43 \text{ MHz}$ / , czyli około $13,3 \text{ MHz}$.

Dla uniknięcia zniekształceń wywoływanych przez szumy przypadkowe zawarte w mierzonym sygnale jednostka podstawowa zawierać powinna co najmniej 8 bitów. Ponieważ szybkość próbkowania 13 MHz jest zbyt duża dla współpracy z maszyną liczącą, na wejściu maszyny stosowany jest zewnętrzny układ pamięciowy, który magazynuje próbki sygnałów pomiarowych nadawanych w czasie impulsów gaszących pola, a następnie doprowadza je w ciągu całego okresu pola / 20 ms / do wejścia maszyny. Pojemność pamięci wynosi 128 słów ośmiobitowych.

Metoda próbkowania umożliwia w zasadzie automatyczny pomiar wszystkich podstawowych parametrów toru wizyjnego. Wykorzystanie elektronowych maszyn liczących umożliwia ponadto pomiary współczynników kształtu impulsów sinus kwadrat 2T - "K" oraz zniekształceń toru chrominancji / różnica wzmocnienia i grupowego czasu przejścia między sygnałami luminancji i chrominancji oraz zniekształcenia różnicowe, które nie zostały jeszcze rozwiązane za pomocą innych bardziej prostych metod w pomiarach automatycznych/.

Dla ilustracji działania powyższej metody zostaną szerzej omówione pomiary współczynnika "K" impulsu sinus kwadrat 2T oraz różnicy wzmocnienia i grupowego czasu przejścia między sygnałami luminancji i chrominancji za pomocą impulsu sinus kwadrat 20T.

Przychodzący z toru zniekształcony impuls sinus kwadrat 2T zostaje próbkowany co 75 ns impulsem o bardzo krótkim czasie trwania / rys. 23a/ , a sygnały odpowiadające tym próbkom doprowadzo-

ne są do wejścia maszyny liczącej. Pomiar współczynnika kształtu "K" impulsu sinus kwadrat metodą klasyczną wykonywany jest za pomocą specjalnej standardowej skali, posiadającej naniesione linie ograniczające badany impuls, odpowiadające wartościom $K = 2\%$ i $K = 4\%$ / rys. 24a/. Najbardziej dokładna metoda automatycznego pomiaru impulsu sinus kwadrat $2T$ polega na rekonstrukcji odpowiednio zaprogramowanej, przychodzących na wejście maszyny liczącej próbek zniekształconego sygnału sinus kwadrat $2T$, a następnie porównanie go z sygnałami odpowiadającymi odpowiednim liniom skali. Przy rekonstrukcji zniekształconego przebiegu, bardzo ważny problem stanowi wybór odpowiedniej funkcji, według której przebiegać powinna interpolowana krzywa łącząca kolejne próbki.

Przeprowadzone z wieloma funkcjami badania wykazały, że najlepszą zgodność przebiegu odtworzonego z rzeczywistym uzyskuje się przy zastosowaniu funkcji

$$F_n / t = A_n \frac{\sin / \omega t + \phi_n /}{\omega t + \phi_n} \quad / \text{rys. 24b} /$$

gdzie: A_n - amplituda próbki

n - liczba próbek

$\frac{\pi}{\omega}$ - przerwa pomiędzy próbkami

ϕ_n - stały kąt fazowy wprowadzony dla środka przebiegu odpowiadającego danej próbce.

Wartość tej funkcji wynosi 1 dla $\omega t + \phi_n / = 0$, a staje się zerowa dla wszystkich punktów odpowiadających $\omega t + \phi_n = n\pi$.

Oznaczając $t_s = \frac{T}{\Omega}$ /przerwa pomiędzy próbkami/ i ustalając wartości A_n i ϕ_n w taki sposób, że wierzchołek impulsu pokrywa się z wybraną próbką, funkcja powyższa przyjmuje postać

$$F_n / t / = A_n \frac{\sin \pi \left[\frac{t - t_n}{t_s} \right]}{\pi \left[\frac{t - t_n}{t_s} \right]}$$

Funkcja $F_n / t /$ przedstawia poziom sygnału w momencie próbkowania t_n , natomiast przyjmuje wartość zerową dla wszystkich pozostałych czasów próbkowania. Ze względu na przejrzystość na rys. 23b podano tylko funkcje odpowiadające dwóm próbkom. Suma przebiegów $F_n / t /$ dla wszystkich czasów próbkowania

$$\sum_{n=1}^n F_n / t /$$

pozwala odtworzyć impuls sinus kwadrat $2T$ /rys. 23c/, przechodzący przez wszystkie punkty próbkowania oznaczone na rys. 23a.

Całkowity błąd, jaki powstaje przy rekonstrukcji przebiegu impulsu sinus kwadrat $2T$ powyższą metodą, wywołuje błąd pomiaru współczynnika "K" mniejszy niż 0,3%.

Oprócz odtworzenia kształtu przebiegu impulsu sinus kwadrat $2T$ program operacji maszyny liczącej w tym przypadku obejmuje: ustalenie poziomu czerni, nachylenia i amplitudy, które są konieczne do określenia współczynnika K_{sp} - stosunek amplitudy impulsu sinus kwadrat $2T$ do amplitudy impulsu prostokątnego, a także określenia szerokości impulsu na połowie wysokości oraz ustalenia środka impulsu.

W końcowej fazie obliczeń wartości badanego przebiegu zostają "wpisane" odpowiednie linie szablonu. Maksymalne i minimalne wychylenie określa wówczas przerosty i odbicia. Program tego rodzaju może być również stosowany przy pomiarze innych parametrów jakościowych toru /tabela 2/.

Metoda próbkowania o stałej odległości między próbkami umożliwia za pomocą innych programów maszyny cyfrowej pomiary amplitudy, szerokości i czasów trwania zboczy impulsów synchronizujących i gaszących. Ponadto umożliwia ona również pomiary parametrów impulsów synchronizacji koloru /"burstu"/, sygnału chrominancji oraz szumów fluktuacyjnych małych częstotliwości i przesłuchów między sygnałami wizji i dźwięku. W tym ostatnim przypadku program został oparty na trójfazowej teorii mocy prądu zmiennego. Polega on na próbkowaniu badanego sygnału grupami sygnałów złożonymi z trzech próbek z szybkością równą trzeciej harmonicznej sygnału chrominancji, co pozwala na oddzielne odtworzenie składowych luminancji i chrominancji. Przychodzący z toru złożony sygnał sinus kwadrat 20T lub 10T jest próbkowany z szybkością równą $3 \cdot 4,43$ MHz /rys. 25a/. Sygnały odpowiadające tym próbkom, doprowadzone są do wejścia elektronicznej maszyny liczącej, w której następuje oddzielenie średniego poziomu sygnału, odpowiadającego sygnałowi luminancji oraz szczytowej wartości drgań reprezentujących sygnał chrominancji /rys. 25b/.

W celu obliczenia różnicy wzmocnienia i grupowego czasu przejścia między sygnałami luminancji i chrominancji maszyna grupuje sygnały odpowiadające trzem kolejnym próbkom i oblicza średni poziom sygnału luminancji, opierając się na zasadzie, że suma rzutów trzech wektorów podnośnej na oś przechodzącą przez wektor

Zestawienie sygnałów pomiarowych i parametrów mierzonych metodą próbkowania

Mierzone zniekształcenie sygnału pomiarowego	Odpowiedni pomiar jakościowy toru
Szerokość impulsów $\sin^2 2T$	Rozdzielczość
Zwis impulsu prostokątnego $10 \mu s$	Smużenie
Współczynnik K_{sp} dla $\sin^2 2T$	Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa
Zafalowanie i odbicie impulsu $\sin^2 2T$	Charakterystyka fazowa, odbicie
Wysokość i podstawa impulsu $\sin^2 10T$ lub $20T$	Nierównomierność wzmocnienia kanałów luminancji i chrominancji
Nierównomierność podstawy impulsu $\sin^2 10T$ lub $20T$	Nierównomierność grupowego czasu przejścia między sygnałami luminancji i chrominancji
Parametry sygnału schodkowego z nałożonym napięciem sinusoidalnym $4,43 \text{ MHz}$	Wzmocnienie i faza różnicowa
Sygnał odniesienia chrominancji	Modulacja skrośna między sygnałami chrominancji i luminancji

początkowy równa jest zero. Jednocześnie maszyna oblicza amplitudę podnośnej, tworząc sumę kwadratów trzech wartości chwilowych. Proces ten jest powtarzany przez kolejne grupowanie sygnałów, odpowiadających trzem próbkom, przy czym w każdej następnej grupie brane są pod uwagę sygnały dwóch ostatnich próbek z poprzedniej grupy oraz sygnał jednej próbki z następnej grupy.

W wyniku tych obliczeń otrzymuje się sygnały luminancji i chrominancji o dość nieregularnym kształcie /rys. 25b/, spowodowanym zbyt małą szybkością próbkowania: Dla poprawy kształtu otrzymanych przebiegów są one następnie przepuszczone wewnątrz maszyny przez specjalny układ filtrujący, który wycina wszystkie składowe powyżej 1 MHz /rys. 25c/. Działanie jego polega na pomnożeniu sygnału odpowiadającego każdej próbce przez oddzielny współczynnik i dodaniu otrzymanych wyników, co odpowiada jak gdyby zwinięciu szeregu próbek według funkcji reprezentowanej przez te współczynniki. Nierównomierność wzmocnienia sygnałów luminancji i chrominancji określona jest na wyjściu układu filtrującego /rys. 25c/ jako stosunek ich amplitud szczytowych, natomiast różnica opóźnienia grupowego między sygnałami luminancji i chrominancji - jako odległość pomiędzy środkami ciężkości powierzchni, które te sygnały opisują /rys. 25c/.

Powyższa metoda umożliwia pomiar różnicy wzmocnienia z dokładnością większą niż 1%, a pomiar opóźnienia grupowego z dokładnością większą niż 5 ns.

Metoda ta pozwala również na wykonywanie szeregu skomplikowanych pomiarów ze stosunkowo dużą dokładnością dzięki małemu wpływowi szumów zawartych w przychodzącym sygnale, co uzyskuje się przez zastosowanie specjalnych metod eliminujących te wpływy, jak na przykład całkowanie w przypadku pomiaru parametrów impulsu sinus kwadrat $2T$.

4.2.3. Metoda zamiany parametrów na napięcia stałe [38,39]

Ostatnią z wymienionych wyżej metod, stosowaną obecnie w technice automatycznych pomiarów w telewizji, jest metoda zamiany mierzonych parametrów na napięcia stałe.

W przeciwieństwie do omówionych powyżej metod próbkowania, przy zamianie na napięcie stałe nie otrzymuje się odtworzonego przebiegu badanego sygnału pomiarowego, lecz jedynie wartość napięcia, odpowiadającą określonemu parametrowi tego sygnału.

Zasadniczym parametrem pomiarowym sygnału zamienianym na napięcie stałe jest amplituda. W wszystkie inne parametry mierzone tą metodą zostają uprzednio zamienione na sygnały pomocnicze, których amplituda jest proporcjonalna do mierzonej wartości parametru, a następnie na odpowiadające mu napięcie stałe.

Pomiar amplitudy odbywa się w tym przypadku w układzie szczytowego woltomierza "pompującego".

Na rysunku 26 podano ogólny układ blokowy i odpowiednie przebiegi elektryczne, wyjaśniające zasadę przeprowadzania pomiarów tą metodą.

Założono, że mierzonym parametrem jest amplituda impulsu bielej sygnału pomiarowego Nr 1 mierzonego na linii kontrolnej.

Sama zasada pomiaru jest następująca. Do jednego wejścia układu wydzielającego /1/ doprowadza się całkowity sygnał wizyjny /a/, zawierający sygnał pomiarowy Nr 1 na linii kontrolnej. Do drugiego wejścia układu /1/ doprowadza się sygnał bramkujący /b/, o takim położeniu względem mierzonego impulsu i odpowiedniej szerokości, aby umożliwił na wyjściu tego układu wydzielanie tylko impulsu bielej /c/. Z kolei wydzielony impuls doprowadza się do specjalnego woltomierza szczytowego /2/, który mierzy wartość napięcia impulsu /V/.

Ze względu na stosunkowo krótki czas trwania mierzonego impulsu w stosunku do okresu przerw między pomiarami, co przeważnie ma miejsce przy pomiarach tego typu w celu umożliwienia pomiaru

amplitudy stosuje się woltomierze szczytowe typu pompującego /rozd. 4.3.2.3/.

Impulsy bramkujące /b/ wytwarza się w układzie /3/ z doprowadzonego do jego wejścia całkowitego sygnału wizyjnego /2/.

W układzie tym początkowo wydziela się całkowity sygnał synchronizujący, następnie sygnał synchronizacji pola i w końcu poprzez odpowiednie opóźnienie - impuls bramki /b/ o wymaganej szerokości.

Położenie w czasie impulsu bramki i jego szerokość zależy od usytuowania mierzonego parametru, na przykład przy pomiarze spadku /przekosu/ płaskiej części impulsu prostokątnego bramkuje się sygnał dwukrotnie w określonych odległościach od jego zboczy wąskim impulsem, a przy pomiarze zniekształceń różnicowych za pomocą sygnału schodkowego z nałożonym napięciem sinusoidalnym o częstotliwości podnośnej koloru w czasie trwania każdego schodka.

W przypadku pomiaru parametrów czasowych, na przykład szerokości impulsu, czasów trwania zboczy, przesunięć impulsów itp., stosuje się przekształcenie informacji czasowej na amplitudową, wytwarzając odpowiednie impulsy pomocnicze. Mierząc na przykład szerokość impulsu prostokątnego, należy w okresie jego trwania zamienić go na impuls piłokształtny w układzie ładowania pojemności prądem o stałym natężeniu. Maksymalna amplituda przebiegu ładowania będzie proporcjonalna do szerokości impulsu mierzonego.

Uzyskane przez pomiar odpowiednich amplitud sygnałów pomiarowych lub ich części składowych napięcia stałe, w odpowiednim przekształceniu wynikającym z definicji pomiaru /dodawanie, odejmowanie/, mogą być bądź bezpośrednio kontrolowane za pomocą urządzeń

drukujących lub wskaźnikowych, bądź przesyłane na odległość w przypadku zdalnej kontroli toru telewizyjnego, bądź też wykorzystywane do automatycznego sterowania korektorów zniekształceń lub układów sygnalizacyjnych.

Czas wykonywania pomiaru w tym systemie jest stosunkowo krótki i zależy od ilości pól obrazów, w czasie których należy wykonać pomiary dla uzyskania wymaganej dokładności wskazań.

4.3. Układy pomiarowe stosowane w urządzeniach do automatycznych pomiarów parametrów torów i urządzeń telewizyjnych

Technika układów pomiarowych, stosowanych do automatycznych pomiarów telewizyjnych parametrów jakościowych jest stosunkowo młoda. Mimo to szereg układów jest już opracowanych z wystarczającą dla tego celu dokładnością, inne natomiast są w stadium opracowania lub prób.

Zasadnicze wymagania stawiane układom tego typu to przede wszystkim dokładność wykonywania pomiarów i niezawodność pracy oraz zmniejszenie kosztów zarówno produkcyjnych, jak i eksploatacyjnych.

Biorąc pod uwagę stały postęp techniczny w dziedzinie rozwoju układów elektronicznych oraz wzrastające wymagania stawiane tym układom, trudno mówić o osiągnięciu jakiejś granicy, którą można by uznać za rozwiązanie ostateczne, tak że układy, które dzisiaj są rozwiązywane zadowalająco, jutro muszą ustąpić przed nowymi.

Dla ogólnego poznania obecnego stanu w tej dziedzinie techniki zostaną niżej podane niektóre, najbardziej typowe układy pomiarowe.

4.3.1. Układ do przekształcania sygnałów pomiarowych metodą stroboskopową [34,35]

Na rysunku 27 podano schemat blokowy typowego układu do przekształcania sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych na analogowe sygnały wąskopasmowe metodą stroboskopową.

Przychodzący z linii sygnał wizyjny zawierający sygnały pomiarowe linii kontrolnych zostaje doprowadzony do wejścia selektora /1/, w którym następuje wydzielenie impulsów synchronizacji pola, a następnie impulsu synchronizacji linii, odpowiadającego początkowi badanej linii kontrolnej. Impuls ten wyzwala generator/2/, wytwarzający impulsy o płynnie zmieniającej się szerokości w czasie trwania badanej linii kontrolnej. Tylne zbocza tych impulsów wyzwalają generator/3/, wytwarzający z kolei wąskie impulsy próbkujące o czasie trwania mniejszym niż $0,03 \mu\text{s}$. Następnie przechodzący sygnał wizyjny oraz impulsy próbkujące doprowadzone zostają do modulatora/4/. Z wyjścia modulatora impulsy podawane są dalej do detektora szczytowego/7/, który zachowuje informację o amplitudzie tych impulsów przez cały okres przekształcania sygnału. Impulsy kasujące wytworzone w generatorze/5/ służą do rozładowania pojemności detektora szczytowego przed pojawieniem się następnego impulsu zliczającego. Na wyjściu detektora otrzymuje się sygnał o wąskim widmie częstotliwości, odpowiadający obwiedni impulsów próbkujących modulowanych amplitudowo sygnałem mierzonym /patrz rys. 22/. Po wzmocnieniu w układzie/8/ sygnał ten doprowadzony zostaje do urządzenia samopiszącego/9/.

4.3.2. Układ do odczytu chwilowych wartości sygnału kontrolnego [34]

Na rysunku 28 podano schemat blokowy układu do analizy przebiegu sygnałów pomiarowych. W układzie tym chwilowe wartości sygnału pomiarowego, zniekształconego przy przejściu przez tor wizyjny, odczytywane w określonych przedziałach czasu $\frac{1}{2f_{\max}}$ /gdzie f_{\max} - górna częstotliwość graniczna widma sygnału wizyjnego/ porównywane są z bardzo stabilnymi, kalibrowanymi napięciami, których wartości odpowiadają chwilowym wartościom wzorcowym sygnału pomiarowego. Zasada pracy układu /dla impulsu sinus kwadrat $2T$ / jest wyjaśniona na rys. 29, gdzie n - oznacza kolejne odczepy linii opóźniającej. Przychodzący sygnał wizyjny, zawierający sygnały pomiarowe linii kontrolnych, zostaje doprowadzony do wejścia linii opóźniającej, zawierającej odczepy, których ilość zależy od czasu trwania przerw pomiędzy impulsami próbkującymi $\frac{1}{2f_{\max}}$ i czasu trwania całkowitej analizy badanego przebiegu. Z każdego odczepu linii opóźniającej sygnały kontrolne sterują odpowiednio stopnie kluczujące, które przewodzą jedynie w okresach występowania impulsów próbkujących, wywołując ładowanie pojemności akumulujących do chwilowych wartości sygnału, odpowiednich dla każdego odczepu w chwili próbkowania. Ładunek na tych kondensatorach utrzymuje się aż do chwili przyjęcia następnego impulsu próbkującego. Wartości napięć występujących na odpowiednich pojemnościach zostają następnie porównywane ze stałymi kalibrowanymi napięciami, uzyskiwanymi z regulowanego źródła, odpowiadającymi chwilowym wartościom nieznie-

kształconego sygnału kontrolnego. Różnica powyższych napięć tworzy sygnały błędne, które są stosowane do sterowania wskaźników odchylenia od tolerancji oraz mogą być wykorzystywane do automatycznego sterowania układami korekcyjnymi.

W przykładzie podanym na rys. 29 przeprowadzono analizę impulsu sinus kwadrat $2T$ o czasie trwania $0,16 \mu s$. Czas trwania analizowanego przedziału wynosił $2,88 \mu s$, a odległość między impulsami próbkującymi $0,08 \mu s$.

4.3.3. Układ do pomiaru amplitud [38, 39, 40]

W spotykanych rozwiązaniach przyrządów, służących do automatycznych pomiarów parametrów toru telewizyjnego, spotyka się szereg układów stosowanych do pomiaru amplitud przesyłanych sygnałów, różniących się pomiędzy sobą. Zasadniczą wspólną cechą tych układów stanowi możliwość zamiany amplitudy sygnału wejściowego o bardzo małym współczynniku wypełnienia /np. impuls sinus kwadrat nadawany na liniach kontrolnych/ na odpowiadające jej napięcie stałe. Najprostszym i najczęściej stosowanym układem tego typu jest woltomierz "pompujący", którego schemat blokowy został podany na rys. 30. Do wejścia układu selektora /1/ doprowadzony zostaje sygnał wizyjny, zawierający sygnały pomiarowe linii kontrolnych. Następuje tu wydzielenie sygnałów pomiarowych linii kontrolnych, które następnie doprowadza się do układu bramkującego /2/, rozdzielającego sygnały pomiarowe linii kontrolnych na poszczególne części składowe, na przykład impuls bieli, impuls sinus kwadrat $2T$, impuls sinus kwadrat $10T$, $20T$ itd. Następnie badany impuls /w przypadku podanym na rysunku - impuls sinus kwa-

drat 2T/ zostaje doprowadzony do jednego wejścia układu komparatora /3/, do drugiego natomiast - napięcie stałe, powstające na wyjściu układu. Jeśli amplituda impulsu wejściowego przekroczy wartość doprowadzonego napięcia stałego na wyjściu komparatora, powstanie impuls, który wyzwala następujący za nim multiwibrator monostabilny /4/, wytwarzający szerokie impulsy o czasie trwania dobranym dla prawidłowej pracy diody "pompującej", pracującej w układzie detektora /5/. Proces ten trwa dopóty, dopóki napięcie stałe doprowadzone zwrotnie do układu komparatora nie osiągnie szczytowej amplitudy wejściowego impulsu pomiarowego; gdy napięcia te zrównają się, uzyskane na wyjściu napięcie stałe ustala się na tym poziomie. Uzyskane na diodzie napięcie po przejściu przez wzmacniacz buforowy stanowi sygnał wyjściowy.

Układ powyższy zapewnia bardzo dużą dokładność pomiaru oraz charakteryzuje się bardzo małą wrażliwością na szумы zawarte w sygnale wejściowym. Dokładność uzyskana przy pomiarze nanosekundowych impulsów o amplitudzie rzędu $0,7 V_{GS}$, powtarzających się co obraz, wynosi kilka promille. Ponadto przez odpowiedni dobór układu "pompującego" i uzyskanie szybkości narastania stałego napięcia wyjściowego w czasie "pompowania" równej szybkości spadku napięcia bez "pompowania" uzyskuje się uśrednienie efektu szumów występujących w sygnale wejściowym na wiele próbek, dzięki czemu przy stosunku sygnału do szumów wynoszącym 30 dB dokładność pomiaru jest większa niż $\pm 0,5\%$.

Podany powyżej układ służy w zasadzie do pomiaru amplitud wszystkich stosowanych sygnałów pomiarowych.

Przy pomiarze amplitud impulsów sinus kwadrat 2T i 20T wydzielone z sygnału linii kontrolnych impulsy zostają doprowadzone wprost do wejścia detektora.

Dla pomiaru amplitudy impulsu bieli - mierzony sygnał zostaje doprowadzony do detektora poprzez filtr dolnoprzepustowy dla obcięcia występujących na nim przerostów i oscylacji.

Amplitudę sygnału chrominancji mierzy się za pomocą nadawanego na 330 linii pasa chrominancji, przepuszczonego przez filtr rezonansowy, dostrojony do częstotliwości podnośnej koloru. Układ mierzy wówczas szczytową wartość amplitudy wyfiltrowanego sygnału chrominancji.

4.3.4. Pomiar charakterystyk przejściowych toru [38,39]

Jak już podano w rozdz. 4.1, charakterystyki przejściowe toru telewizyjnego najprościej określić można za pomocą sygnału złożonego z impulsu bieli i impulsu sinus-kwadrat $2T$, przez pomiar: amplitud obydwu tych sygnałów, zwisu płaskiej części impulsu bieli oraz analizę kształtu impulsu sinus kwadrat.

Najprostszą metodą pomiaru amplitud jest zastosowanie woltomierza "pompującego" /rozdz. 4.3.3/. Dokładna analiza kształtu impulsu sinus kwadrat $2T$ stanowi problem znajdujący się w stadium badań i prób. W chwili obecnej najbardziej dokładne wyniki uzyskuje się przez zastosowanie metody próbkowania o stałej odległości pomiędzy próbkami i wykorzystanie elektronicznej maszyny cyfrowej do przetworzenia uzyskanych danych. Jest to jednakże metoda bardzo skomplikowana i kosztowna i mało opłacalna w zastosowaniu przy pomiarach ciągłych.

Analiza występujących w praktyce zniekształceń charakterystyki przejściowej toru wykazała, że można ją określić z wystarczającą dokładnością przez pomiar: amplitud impulsów bieli i sinus

kwadrat, zwisu płaskiej części impulsu bieli oraz dwóch amplitud oscylacji, występujących w odległościach wynoszących około ± 250 ns od wierzchołka impulsu sinus kwadrat $2T$.

Zwis płaskiej części impulsu bieli określa się metodą próbkowania ze stałą odległością między próbkami, wynoszącą $8,5 \mu\text{s}$. Badany impuls bieli próbkuje się w dwóch punktach oddalonych od obu zboczy impulsów, tj. od punktów umieszczonych na zboczach w połowie ich wysokości, o około $0,8 \mu\text{s}$. Na wyjściu powstaje wówczas impuls proporcjonalny do różnicy napięć pomiędzy dwoma próbkowanymi poziomami, który ma polaryzację dodatnią lub ujemną w zależności od tego, czy zwis ma charakter rosnący lub malejący. Impuls ten zostaje następnie przepuszczony przez niedopasowaną linię opóźniającą, na wyjściu której uzyskuje się impuls opóźniony oraz impuls odbity o odwrotnej polaryzacji i tej samej amplitudzie. Obydwa impulsy doprowadzone są następnie do detektora amplitudy reagującego jedynie na impulsy dodatnie, na którego wyjściu powstaje napięcie stałe, proporcjonalne do występującego zwisu płaskiej części impulsu bieli.

Pomiar amplitud oscylacji impulsu sinus kwadrat $2T$, występujących w odległościach ± 250 ns od jego wierzchołka, wykonywany jest również metodą próbkowania w tych punktach. Określenie amplitudy wybramkowanej oscylacji uzyskuje się za pomocą woltomierza "pompującego".

4.3.5. Układ do pomiaru różnicy grupowego czasu przejścia pomiędzy sygnałami luminancji i chrominancji [38, 39]

Schemat blokowy jednego ze spotykanych układów do pomiaru tego parametru podano na rys. 31a, a przebiegi w nim występujące na rys. 31b.

Do wejścia układu doprowadza się wydzielony z sygnału pomiarowego linii kontrolnej impuls sinus kwadrat $20T$, z którego w filtrze rozdzielającym /1/ wydzielone zostają składowe luminancji i chrominancji, doprowadzone następnie do dwóch oddzielnych torów. Składowa chrominancji przechodzi przez detektor obwiedni /2/, gdzie zostaje zdemodulowana, dzięki czemu uzyskuje się obwiednię impulsu $20T$ o nieregularnym przebiegu oraz przez filtr dolnoprzepustowy /3/, usuwający nieregularności kształtu impulsu. W wyniku tych przekształceń uzyskana składowa chrominancji ma przebieg podobny do przebiegu składowej luminancji /a/. Różnica czasu pomiędzy tymi dwoma sygnałami, mierzona na połowie ich wysokości, stanowi szukaną wartość różnicy opóźnienia grupowego między sygnałami luminancji i chrominancji. Dzięki wprowadzeniu dodatkowego opóźnienia sygnału chrominancji o około 300 ns w układzie filtru dolnoprzepustowego uzyskano możliwość pomiaru wartości opóźnienia zarówno dla przypadku, gdy sygnał luminancji wyprzedza sygnał chrominancji, jak i dla przypadku odwrotnego. Uzyskane na wyjściu filtru rozdzielającego /1/ sygnał luminancji oraz na wyjściu filtru dolnoprzepustowego /3/ sygnał chrominancji zostają następnie doprowadzone odpowiednio do dwóch detektorów amplitudy /4a/ i /4b/, a uzyskane na ich wyjściach napięcia stałe równe 50% wartości amplitudy impulsów sterują ujemne wejścia wzmacniaczy operacyjnych /5a/ i /5b/. Jednocześnie do dodatnich wejść tych wzmacniaczy doprowadzone zostają odpowiednio impulsy luminancji i chrominancji /a/, dzięki czemu na ich wyjściach otrzymuje się impulsy prostokątne, których przednie zbocza odpowiadają odpowiednio punktom umieszczonym na połowie amplitudy narastającej części impulsów luminancji /b/ i chrominan-

cji /c/, a tylne zbocza punktem umieszczonym na połowie amplitudy ich opadającej części. Uzyskane na wyjściach wzmacniaczy operacyjnych /5a/ i /5b/ obydwa impulsy prostokątne /b/ i /c/ sterują następnie układ bramki logicznej /6/ typu "lub" /OR/. Sygnał wyjściowy z tej bramki /d/ składa się z dwóch impulsów, z których pierwszy ma szerokość równą odległości pomiędzy przednimi zboczami impulsów /b/ i /c/, a drugi szerokość równą odległości pomiędzy ich tylnymi zboczami. Sygnał /d/ zostaje doprowadzony do wejścia generatora napięcia narastającego /7/, pracującego w takim układzie, że napięcie narastające, wytworzone w czasie trwania pierwszego z dwóch impulsów jest utrzymywane na maksymalnej wartości do chwili przyjscia drugiego impulsu, tak że wytworzone w czasie drugiego impulsu napięcie rosnące dodaje się do tej wartości i napięcie uzyskane na wyjściu generatora jest sumą tych dwóch napięć narastających /e/. Amplituda napięcia /e/ zostaje dalej doprowadzona do detektora wartości szczytowej /8/ na którego wyjściu uzyskuje się napięcie stałe, proporcjonalne do średniej z różnic czasowych pomiędzy przednim i tylnym zboczem impulsów luminancji i chrominancji.

Podany układ daje dużą zgodność uzyskanych wyników pomiarów z wynikami otrzymanymi przy pomiarach konwencjonalnych i charakteryzuje się dużą odpornością na występowanie zniekształceń takich parametrów toru, jak zawężenie przesyłanego pasma częstotliwości oraz zniekształcenia fazowe w pasmie chrominancji /rys. 31c/. Dokładność pomiaru, przy stosunku sygnału do szumów ważonych większym niż 52 dB, wynosi ± 5 ns.

4.3.6. Układ do pomiaru zniekształceń nieliniarnych w kanale luminancji [38, 39, 40]

Zniekształcenia nieliniarne toru w kanale luminancji mierzy się za pomocą sygnału pięcioschodkowego z nałożonymi nań napięciem sinusoidalnym lub bez niego w układzie podanym na rys. 32.

Z doprowadzonego do wejścia całkowitego sygnału wizyjnego, zawierającego sygnały pomiarowe linii kontrolnych, wydziela się w odpowiednich układach separujących /1/ i bramkujących /2/ sygnał schodkowy, nadawany na linii kontrolnej. Sygnał ten przepuszcza się następnie przez filtr dolnoprzepustowy /3/, w którym następuje wycięcie nałożonego napięcia sinusoidalnego oraz zróżniczkowanie przebiegu schodkowego. Uzyskany na wyjściu filtru sygnał składa się z pięciu impulsów szpilkowych o amplitudach proporcjonalnych do wysokości poszczególnych schodków. Pomiar zniekształceń nieliniarnych odbywa się przez pomiar amplitudy największego U_{\max} i najmniejszego impulsu U_{\min} oraz obliczenie stosunku

$$m = \frac{U_{\min}}{U_{\max}} \quad \text{lub} \quad h = 1 - \frac{U_{\min}}{U_{\max}}$$

Pomiar amplitud powyższych impulsów zróżniczkowanych wykonuje się w odpowiednich układach woltomierzy "pompujących". Amplituda najwyższego impulsu szpilkowego mierzona jest w układzie złożonym z komparatora /5/, multiwibratora monostabilnego /6/, diody pompującej /7/ oraz wzmacniacza buforowego /8/, którego działanie jest analogiczne do działania układu woltomierza podanego na rys. 30 /rozd. 4.3.3/. W układzie do pomiaru amplitudy najmniej-

szego impulsu szpilkowego pomiędzy multiwibrator monostabilny /10/ i diodę pompującą /12/ włączony jest układ bramkujący z licznikiem impulsów /11/, na wyjściu którego występuje sygnał jedynie w przypadku, gdy do wejścia doprowadzonych zostało pięć kolejnych impulsów z wyjścia multiwibratora monostabilnego /10/. Gdy stałe napięcie doprowadzone zwrotnie do komparatora przekroczy szczytową wartość amplitudy najmniejszego impulsu szpilkowego, do wejścia układu /11/ doprowadzone są jedynie cztery impulsy i działanie "pompujące" zostaje przerwane. Czynność tę powtarza się wielokrotnie, dzięki czemu na wyjściu wzmacniacza buforowego /13/ uzyskuje się napięcie stałe, którego wartość waha się wokół szczytowej wartości amplitudy najmniejszego impulsu szpilkowego.

4.3.7. Układ do pomiaru wzmocnienia różnicowego [38, 39]

Pomiar zniekształceń różnicowych toru wykonywany jest za pomocą sygnału złożonego z pięciu schodków z nałożonym nań napięciem sinusoidalnym o częstotliwości podnośnej koloru.

Układ do pomiaru wzmocnienia różnicowego podano na rys. 33. Działanie jego oparte jest na założeniu, że wskutek zniekształceń wnoszonych przez tor amplituda podnośnej dla jednego schodka jest mniejsza aniżeli dla pozostałych. Zasada pomiaru polega na pomiarze maksymalnej U_{\max} i minimalnej U_{\min} amplitudy podnośnej oraz pomiarze amplitudy podnośnej na poziomie wygaszania U_{wyg} . Następnie do dwóch wzmacniaczy różnicowych doprowadza się odpowiednio napięcia U_{\max} i U_{wyg} oraz U_{\min} i U_{wyg} . Na wyjściu tych wzmacniaczy uzyskuje się napięcia różnicy $\Delta_1 = U_{\max} - U_{\text{wyg}}$

oraz $\Delta_2 = U_{\text{wyg}} - U_{\text{min}}$, z których większe stanowi zadany wynik pomiaru.

Do wejścia układu doprowadzony jest całkowity sygnał wizyjny, zawierający impulsy pomiarowe nadawane na liniach kontrolnych. W odpowiednich układach separujących /1/ i bramkujących /2/ zostaje wydzielony z niego sygnał schodkowy z nałożonym napięciem podnośnej, a następnie w układzie filtra rezonansowego /3/ wydzielą się sygnał podnośnej koloru. Po przejściu przez układ wzmacniający /4/, sygnał ten doprowadza się do dwóch detektorów, mierzących odpowiednio największą i najmniejszą amplitudę podnośnej. Największa amplituda sygnału podnośnej mierzona jest w układzie złożonym z komparatora /5/, multiwibratora monostabilnego /6/, diody pompującej /7/ i wzmacniacza buforowego /8/, którego działanie jest analogiczne do działania układu woltomierza pompującego, podanego na rys. 30. W układzie woltomierza służącego do pomiaru minimalnej amplitudy podnośnej pomiędzy komparator /9/ a multiwibrator monostabilny /15/ włączony jest dodatkowy układ złożony z dwóch bramek logicznych /12/ i /14/ oraz dwóch multiwibratorów monostabilnych /10/ i /13/, wytwarzających odpowiednio impulsy o szerokości 24 i 100 μs .

Sygnały wyjściowy z komparatora zostaje doprowadzony do jednego wejścia układu bramki logicznej G_1 /12/ oraz po przejściu przez multiwibrator monostabilny /10/, wytwarzający impulsy o szerokości 24 μs , do drugiego wejścia tej bramki. Sygnał wyjściowy z bramki G_1 , po przejściu przez układ tłumiący dla zmniejszenia amplitudy podnośnej, steruje multiwibrator monostabilny /13/, wytwarzający impulsy o szerokości 100 μs , które zostają następnie doprowadzone do jednego wejścia drugiej bramki logicznej G_2 -

- /14/. Do drugiego wejścia tej bramki doprowadzony jest odwrócony w układzie /11/, a następnie zróżniczkowany sygnał wytworzony w multiwibratorze /10/: Sygnał wyjściowy z bramki G_2 steruje dalsze układy multiwibratora monostabilnego /15/, diody pompującej /16/ i wzmacniacza buforowego /17/, których działanie jest analogiczne jak w układzie podanym na rys. 30. Początkowo doprowadzona do komparatora amplituda sygnału podnośnej przekracza stałe napięcie zwrotne, pochodzące ze wzmacniacza buforowego /16/, tak że na jego wyjściu powstają impulsy ujemne, z których pierwszy wyzwala multiwibrator monostabilny /10/, wytwarzający impulsy o szerokości 24 μs . Dzięki temu jedno wejście bramki G_1 utrzymywane jest w stanie 1, drugie zaś wejście tej bramki utrzymywane jest przez sygnał podnośnej w stanie 0. Powoduje to ustalenie na wyjściu bramki stanu 1, który nie wyzwala multiwibratora monostabilnego /13/. Występujące na jego wyjściu duże napięcie stałe, doprowadzone do bramki G_2 - /14/, umożliwia przejście przez nią odwróconym i zróżniczkowanym impulsom wytwarzanym w multiwibratorze /10/, które następnie wyzwalają multiwibrator monostabilny /15/ i wywołują działanie "pompujące" diody /16/. W momencie gdy amplituda podnośnej staje się mniejsza od stałego napięcia zwrotnego, powstaje przerwa w ciągu impulsów podnośnej, doprowadzonych z wejścia komparatora do bramki G_1 . Powoduje to spadek napięcia na wyjściu bramki G_1 oraz wyzwolenie multiwibratora monostabilnego /13/, wytwarzającego impulsy o szerokości 100 μs , które wprowadzają bramkę G_2 w stan nieprzewodzenia. Pociąga to za sobą zanik impulsów na wyjściu bramki G_2 , a więc przerwanie działania pompującego diody /16/. Proces ten powtarza się wielokrotnie, a stałe napięcie wyjściowe

utrzymywane jest na poziomie odpowiadającym najmniejszej amplitudzie podnośnej.

4.3.8. Pomiar fazy różnicowej [38,39]

Pomiar fazy różnicowej wykonywany jest za pomocą tego samego sygnału schodkowego co pomiar wzmocnienia różnicowego.

W literaturze spotyka się opisy kilku metod automatycznych pomiarów fazy różnicowej. Wszystkie te metody dają dokładność pomiaru rzędu $\pm 2^\circ$ i wykorzystują detektor fazowy jako podstawowy element układu pomiarowego. Zasadnicze różnice pomiędzy nimi leżą w metodzie otrzymywania podnośnej odniesienia. Ogólnie można powiedzieć, że konwencjonalne rozwiązanie, wykorzystujące sygnały podnośnej koloru /burst/, nadawanej w czasie impulsów gaszących linii, nie jest odpowiednie przy pomiarach automatycznych ze względu na fakt, że sygnał podnośnej nie stanowi integralnej części sygnału pomiarowego.

Ostatnio w Anglii stosuje się metodę polegającą na przesyłaniu sygnału odniesienia podnośnej koloru w czasie całej linii analizy, występującej po linii zawierającej sygnał pomiarowy. Ponieważ sygnał pomiarowy i sygnał odniesienia nadawane są kolejno po sobie, można poprzez zastosowanie standardowej linii opóźniającej o $64 \mu\text{s}$ otrzymać w urządzeniu odbiorczym zgodność tych dwóch sygnałów w czasie, co umożliwi pomiar zniekształceń fazy różnicowej za pomocą detektora fazowego.

4.3.9. Pomiar modulacji skrośnej między sygnałami chrominancji i luminancji [38,39]

Pomiar wpływu sygnału chrominancji na sygnał luminancji wykonywany jest za pomocą sygnału odniesienia chrominancji, nadawanego na 330 linii. Z przychodzącego sygnału pomiarowego linii kontrolnej wydzielony zostaje w filtrze rezonansowym sygnał chrominancji, a następnie przepuszczany jest przez filtr dolnoprzepustowy dla wycięcia sygnału chrominancji. W dalszym ciągu zmierzona zostaje różnica poziomów pomiędzy średnią wartością sygnału podnośnej chrominancji a amplitudą sygnału luminancji, uzyskanego po wycięciu chrominancji, która stanowi miarę modulacji skrośnej. Stosowane do tego celu układy pomiarowe są podobne do układów służących do pomiaru zniekształceń impulsu bieli.

4.3.10. Pomiar szumów [38,39,48]

Zgodnie z zaleceniem CCIR pomiar szumów wykonywany jest na 22/335 linii analizy w czasie trwania impulsu gaszącego pola. Na linii tej nie nadaje się żadnych sygnałów pomiarowych. Występujące w sygnale wejściowym szumy umieszczone są więc w tym przypadku na poziomie czerni. Zasada pomiaru polega na wydzieleniu z przychodzącego sygnału wizyjnego - 22 linii analizy pierwszego pola i 335 linii drugiego pola, wzmocnieniu wydzielonego sygnału szumów i odprowadzeniu uzyskanego sygnału wyjściowego do woltomierza "pompującego".

Gdy napięcie szumów przekroczy wartość odprowadzonego zwrotnie napięcia stałego, wywołane zostaje działanie "pompujące" ukła-

du, aż do uzyskania na wyjściu napięcia odpowiadającego amplitudzie przychodzącego sygnału. Wskutek statystycznego charakteru szumów przypadkowych, sygnał wyjściowy nie osiągnie nigdy wartości równej szczytowej amplitudzie, występującej w przychodzącym sygnale i waha się udział wartości średniej. Przy odpowiednim doborze stałej czasu układu wahania te są rzędu $\pm 2\%$. Mierzoną wartość szumów przedstawia się obliczając stosunek szczytowej amplitudy sygnału wizyjnego do średniej wartości szumów i wyraża w dB.

Typowy zakres pomiarów wykonywanych powyższą metodą zawiera się w granicach od 28 do 55 dB, a uzyskiwana dokładność wynosi ± 1 dB.

Ostatnio opracowano metodę pomiaru efektywnej wartości szumów w małych przedziałach czasu, powtarzających się w każdym polu. Metoda pomiaru polega na wydzieleniu sygnału szumów U_s na dowolnym, lecz stałym poziomie szerokości sygnału wizji, wzmocnieniu go we wzmacniaczu regulowanym automatycznie, a następnie uzyskaniu przebiegu kwadratowego U_s^2 i w końcu na scałkowaniu $U = \int_a^b U_s^2 dt$. Ze względu na stałą charakterystykę układu podnoszącego do kwadratu amplituda wyjściowa szumów U musi być stała i w związku z tym wzmacniacz jest regulowany zależnie od poziomu szumów. Jednocześnie do wzmacniacza doprowadza się próbki napięcia wzorcowego o stałej wartości, umożliwiające określenie współczynnika szumów.

Metoda umożliwia pomiar szumów w okresach czasu rzędu kilku μs , powtarzających się w każdym polu. Zakres pomiarowy, osiągany za pomocą tej metody, dochodzi do 90 dB.

4.3.11. Układ do pomiaru czasu narastania impulsów [61]

Do pomiaru czasu narastania impulsów wykorzystano w tym przypadku metodę stroboskopową, polegającą na próbkowaniu sygnału badanego wąskimi impulsami z przesunięciem czasowym każdej kolejnej próbki o Δt . Schemat blokowy układu podany jest na rys. 34a, a przebiegi w nim występujące na rys. 34b. Zasada pomiaru jest następująca.

Sygnał wejściowy U_1 steruje dwa generatory napięć piłokształtnych /1/ o częstotliwości linii /T/ i /2/ o częstotliwości wielu linii /nT/. Układ porównawczy /3/ w momentach równości obu napięć S_1 i S_2 wytwarza impulsy szpilkowe P /próbkujące/, które sterują układ /4/ mający wartości amplitudy U_1 w momentach próbkowania.

Wartości próbek doprowadzane są do układów progowych: /5/ - dla 10% wartości amplitudy i /6/ - dla 90% wartości amplitudy. Otrzymane z wyjść układów /5/ i /6/ impulsy K_1 i K_2 sterują przełącznik elektronowy /7/, znajdujący się w stanie spoczynku. Impulsy K_1 otwierają go, zaś K_2 - zamykają, tak że na wyjściu otrzymuje się impuls ES o szerokości /T'/, proporcjonalnej do czasu trwania zboczy T_n lub T_z /T/. W momencie zaniknięcia impulsu ES zostaje podany sygnał z układu /6/ do układu /2/ w celu wyłączenia napięcia S_2 oraz do licznika /9/ w celu zakończenia procesu liczenia.

Impulsy wejściowe S_1 muszą mieć odtworzony poziom zerowy /najniższy/ za pomocą odpowiednich impulsów komutujących. Gdy układ /7/ nie pracuje, sygnał wejściowy U_1 połączony jest przez układ /8/ z licznikiem bezpośrednio.

Występują tu zależności:

- stopień rozciągnięcia uzyskany metodą stroboskopową

$$D = \frac{T}{\Delta t}$$

gdzie: Δt - stałe przesuwane próbek

T - okres impulsu mierzonego.

- pozorny czas trwania zbocza uzyskany przez próbkowanie stroboskopowe /czas trwania pomiaru/

$$\tau' = D \cdot \tau$$

gdzie: τ - rzeczywisty czas trwania zbocza / T_n, T_r /.

Gdy $\Delta t = 2 \text{ ns}$, $\tau = 100 \text{ ns} \rightarrow \tau' = \frac{64}{2} \cdot 100 = 3,2 \text{ ms}$, $T = 64 \mu\text{s}$,
co odpowiada pomiarowi w okresie 50 impulsów.

Licząc że dokładność określenia początku i końca impulsu ES jest równa $\Delta \tau = \pm 1$ impuls / ± 1 linia/ otrzymuje się dokładność pomiaru $\pm 4\% /d = \frac{\Delta \tau}{\tau} /$.

4.4. Eksploatacyjne przyrządy pomiarowe do automatycznych pomiarów przyrządów torów i urządzeń telewizyjnych

Ze względu na początkowy okres opracowywania urządzeń eksploatacyjnych do automatycznych pomiarów parametrów jakościowych w telewizji i stosunkowo mało istniejących dotąd opracowań podano niżej informacje dotyczące tylko kilku wykonanych i pracujących już urządzeń.

4.4.1. Przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych [40]

Wykonany w NRF przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów jakościowych toru telewizyjnego umożliwia pomiar 15 podstawowych parametrów toru przy wykorzystaniu sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych.

Układ blokowy przyrządu ilustruje rys. 35.

Do wejścia układu doprowadzony zostaje całkowity sygnał wizyjny z sygnałami pomiarowymi, umieszczonymi na liniach kontrolnych. Sygnał ten steruje wzmacniacz regulowany /1/, w którym ustala się amplitudę, przychodzącego na 17 i 330 linii analizy, impulsu bieli na 100% wskazań miernika, dzięki czemu uzyskuje się uniezależnienie dalszych układów pomiarowych od wielkości napięcia wejściowego oraz unika wykonywania specjalnych, skomplikowanych układów do obliczeń odchyleń stosunkowych, a odczyt mierzonych parametrów uzyskuje się bezpośrednio w procentach amplitudy impulsu bieli.

W pierwszej części urządzenia czasowego /2/ następuje wydzielenie z całkowitego sygnału wizyjnego sygnałów odpowiednich linii kontrolnych, a w drugiej części wytwarzającej bramki /3/ - wydzielenie odpowiednich części składowych sygnałów pomiarowych, które sterują miernik wartości parametrów /4/. Miernik wartości parametrów zawiera wiele układów pomiarowych, działających na zasadzie woltomierza pompującego, który daje na wyjściowym oporze 100Ω napięcie stałe odpowiadające mierzonej wielkości. Umożliwia on pomiar 15 podstawowych parametrów toru telewizyjnego, a mianowicie:

- a/ amplitudy impulsu bieli
- b/ zwisu płaskiej części impulsu bieli
- c/ oscylacje impulsu bieli
- d/ amplitudy impulsu sinus kwadrat 2T
- e/ zafalowań impulsu sinus kwadrat 2T
- f/ sygnału chrominancji nadawanego w sygnale sinus kwadrat 20T
- g/ zniekształceń podstawy sygnału sinus kwadrat 20T
- h/ obwiedni sygnału sinus kwadrat 20T
- i/ zniekształceń nieliniarnych sygnału luminancji
- j/ wzmocnienia różnicowego
- k/ fazy różnicowej
- l/ szumów
- ł/ poziomu impulsów synchronizujących
- m/ amplitudy sygnału synchronizacji koloru /burstu/
- n/ zakłóceń sieciowych.

Mierzone parametry odczytuje się bezpośrednio w procentach /amplitudy i zwisy/, nanosekundach /różnice grupowego czasu przejścia między sygnałami luminancji i chrominancji, stopniach /faza różnicowa/ i decybelach /szумы i zakłócenia sieciowe/, przy czym uzyskane na wyjściu woltomierza pompującego napięcie stałe równe 50 mV odpowiada 1%, 10 ns, 1° i 10 dB.

Urządzenie wykonane jest w konstrukcji 19-calowej. Współpracuje ono z urządzeniem drukującym, dzięki czemu automatycznie uzyskuje się protokoły pomiarowy z podaniem daty pomiaru, numeru urządzenia pomiarowego oraz czasu pomiaru. Przykład takiego protokołu pomiaru linii radiowej podano na rys. 36.

Urządzenie powyższe przystosowane jest również do współpracy z maszyną liczącą, dzięki czemu można uzyskać w zależności

od zaprogramowania odpowiednie zestawienia wartości mierzonych.

4.4.2. Urządzenie do automatycznych pomiarów nadajników [41,60]

Wykonany w Anglii przyrząd do kontroli i pomiaru niedozorowanych stacji nadawczych spełnia dwa zasadnicze zadania:

- 1/ umożliwia stałe pomiary parametrów jakościowych nadajnika,
- 2/ przeprowadza kontrolę dynamiczną parametrów jakościowych nadajnika i sygnalizuje wykroczenie ich poza granice tolerancji.

Urządzenie składa się z dwóch zasadniczych części: pomiarowej typu MN2M/513 i kontrolnej typu MN2M/518.

Zadanie pierwsze spełnione zostaje w części pomiarowej przez pomiar odpowiednich parametrów nadajnika za pomocą sygnałów pomiarowych linii kontrolnych w układach podobnych do omówionych poprzednio poprzez wytworzenie odpowiednich napięć stałych o wartościach proporcjonalnych do mierzonego parametru i odczytanie tych wartości na woltomierzach cyfrowych.

Do spełnienia drugiego zadania służy część kontrolna, gdzie uzyskane z pomiaru napięcie stałe doprowadzone zostaje do jednego wejścia układu komparatora, a do drugiego wejścia doprowadzone są napięcia stałe, odpowiadające ustalonym granicom tolerancji, lub też napięcie, odpowiadające znacznemu przekroczeniu tych granic. Sygnały wyjściowe z komparatora powodują włączenie odpowiedniego układu alarmowego - dającego "ostrzeżenie" w przypadku przekroczenia granic tolerancji i "alarm" w przypadku znacznego przekroczenia tych granic.

Schemat blokowy układu do pomiaru niedozorowanych stacji nadawczych podany jest na rys.37.

W warunkach normalnej pracy przełącznik wejściowy na układ kontrolny znajduje się w położeniu 1 i układ mierzy parametry jakościowe na wyjściu badanego nadajnika. Jeśli układ kontrolny zasignalizuje znaczne przekroczenie tolerancji /alarm/ nawet przez jeden z parametrów, przełącznik wejściowy przechodzi automatycznie na pozycję 2 w celu pomiaru parametrów głównego toru wizyjnego zasilającego nadajnik, a następnie na pozycję 3 dla zmierzenia parametrów rezerwowego toru wizyjnego, po czym wraca ponownie na pozycję 1, aby sprawdzić, czy przekroczenie tolerancji przez parametry nadajnika nadal występuje. Pomiar taki pozwala stwierdzić czy uszkodzenie nastąpiło w nadajniku czy też w wizyjnym torze głównym, zasilającym nadajnik, i zależnie od wyniku tego badania następuje automatyczne przełączenie bądź toru zasilającego nadajnik na tor rezerwowy, bądź nadajnika na nadajnik rezerwowy, bądź też i toru i nadajnika na urządzenia rezerwowe. Wszystkie uzyskane wyniki pomiaru i kontroli są jednocześnie przesyłane, przy zastosowaniu systemu transmisji danych, do ośrodka pomiarowego na stacji dozorowanej.

W celu uniknięcia możliwości uszkodzenia nadajnika przy pomiarach torów wizyjnych sterujących nadajnik sygnalizowane jest przekroczenie granic tolerancji /sygnał ostrzeżenie/, a przy pomiarze nadajnika sygnalizuje się znaczne przekroczenie tolerancji /sygnał alarm/.

Działanie powyższego układu kontroli dla różnych wariantów uszkodzeń toru zasilającego i nadajnika można przedstawić schematycznie w sposób podany na rys. 38. Warunkom normalnej pracy odpowiada obszar A. Jeśli jakkolwiek parametr przekroczy granice tolerancji, warunki pracy odpowiadają obszarowi B, a do ośrodka

miarowego przesyłany jest sygnał "ostrzeżenie". Przy znacznym przekroczeniu granic tolerancji wysyłany zostaje sygnał "alarm" i następuje automatyczne przełączenie nadajnika bądź toru zasilającego na pracę rezerwową.

Przyrząd wykonany jest w formie dwóch paneli 19-calowych.

4.4.3. Przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych w każdej linii [46]

Opracowany w NRD przyrząd typu DAVID do automatycznych pomiarów parametrów jakościowych torów i urządzeń telewizyjnych za pomocą sygnałów pomiarowych nadawanych w każdej linii umożliwia pomiar następujących, zasadniczych parametrów: amplitud składowych sygnału wizji, charakterystyki amplitudowej częstotliwości, współczynnika szumów i zakłóceń, zniekształceń nieliniarnych, charakterystyk przejściowych /czasu narastania i oscylacji/, zwisów impulsów H i V, różnicy grupowego czasu przejścia pomiędzy sygnałem luminancji i chrominancji oraz modulacji skróśnej między tymi sygnałami. Układ blokowy jest przedstawiony na rys. 39. Część nadawcza składa się z generatora sygnałów pomiarowych /1/, urządzenia programującego /2/ i kodującego /3/.

Urządzenie programujące umożliwia ustawienie pracy na pomiarach pojedynczych parametrów, jednego cyklu pomiarowego lub stałego obiegu cyklu pomiarowego.

Część odbiorcza zawiera układ przekształcający sygnały pomiarowe /4/, układ wytwarzający sygnały impulsowe /5/, dekodery /6/, woltomierz cyfrowy /7/ i drukarkę /8/.

Sygnały pomiarowe przekształcone na napięcia stałe, odpowia-

dające wartościom zmierzonych parametrów, wskazywane są przez woltomierz cyfrowy i jednocześnie drukowane na blankiecie.

Układ dekodera steruje prace układu przekształcającego oraz woltomierza cyfrowego i układu sygnalizującego przekroczenie granicznych wartości tolerancji parametrów.

Cały cykl pomiarowy trwa około 2 minut. Urządzenie cechuje dużą dokładność pomiarów i niezawodność pracy. Całość opracowana jest w formie stojaka pomiarowego.

4.4.4. Przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych oraz w każdej linii [47]

Wykonany w NRF przyrząd do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów telewizyjnych umożliwia pomiar parametrów w zakresie: amplitud dowolnych odcinków sygnału wizyjnego, współczynników szumów i zniekształceń charakterystyk częstotliwościowych.

Zasada pracy przyrządu oparta jest na metodzie próbkowania sygnału pomiarowego.

Układ blokowy przyrządu podano na rys. 40, Sygnał wejściowy wizji po odtworzeniu składowej stałej w układzie /1/ doprowadzony jest do układu /2/, w którym, zgodnie z programem czasowym układu /3/, wydziela się fragmenty sygnałów pomiarowych, odpowiadających mierzonym parametrom, a następnie próbkuje, otrzymując na jego wyjściu sygnały analogowe małej częstotliwości.

Przekształcony w ten sposób sygnał wejściowy zostaje następnie wzmacniony w układzie /4/ i wyprowadzony dla celów rejestracji przebiegu oraz po zamianie w układzie /5/ na sygnały kodu cyfro-

wego zostaje wyprowadzony dla rejestracji drukowanej.

Urządzenie ma układ /6/ wytwarzający sygnały, które umożliwiają obserwację miejsca, w którym przeprowadza się pomiar parametru zarówno na ekranie monitora wizji, jak i na oscylogramie przebiegu sygnału wizyjnego.

Oprócz opisanych powyżej wybranych przyrządów pomiarowych, które przeszły już fazę badań laboratoryjnych i próbnej eksploatacji i są obecnie wykorzystywane w stałej służbie eksploatacyjnej, opracowano wiele innych modeli użytkowych przyrządów do automatycznej kontroli i pomiarów parametrów jakościowych toru telewizyjnego, które znajdują się jeszcze w fazie próbnej eksploatacji.

W ZSRR opracowano urządzenie do zdalnej kontroli parametrów jakościowych sieci telewizyjnej. Składa się ono z dwóch części.

Część pierwsza zawiera generatory i mieszacze umożliwiające wprowadzenie sygnałów pomiarowych na linie kontrolne oraz urządzenie rejestrujące na taśmie papierowej, jak również układ zdalnego przełączania punktów kontroli. Ta część aparatury przewidziana jest dla punktów centralnej rejestracji pomiarów.

Część druga zawiera układy: wydzielania sygnałów pomiarowych o szerokim widmie częstotliwości, przemiany ich metodą próbkowania na sygnały o wąskim widmie oraz zdalnie sterowany przełącznik wyjściowy. Część druga przeznaczona jest dla zdalnie kontrolowanych punktów toru telewizyjnego.

Personel obsługujący urządzenie rejestracyjne ma możliwość wybrania za pomocą przełącznika dowolnego punktu kontrolnego na trasie. Przesyłanie wyników pomiarów odbywa się liniami telefonicznymi. Do przesyłania informacji zastosowano modulację PCM.

Urządzenie pracuje zadowolająco przy stosunku sygnału do zakłóceń dochodzącym do 6 dB.

Opracowany w Anglii [38] przyrząd umożliwia, metodami omówionymi w rozdz. 4.3, pomiar ośmiu parametrów toru, a mianowicie amplitud sygnałów pomiarowych, zwisu impulsu bieli, oscylacji impulsu sinus kwadrat $2T$, różnicy grupowego czasu przejścia między sygnałami luminancji i chrominancji, zniekształceń nieliniarnych w kanale luminancji, wzmocnienia i fazy różnicowej, modulacji skrośnej między sygnałami luminancji i chrominancji oraz stosunku sygnału do szumów. Wyniki pomiarów uzyskiwane są na wskaźniku cyfrowym. Ponadto przyrząd jest wyposażony w układ porównujący napięcie stałe, odpowiadające zmierzonym parametrom toru, z ich wartościami wzorcowymi, odpowiadającymi granicom ustalonych tolerancji. Na jego wyjściu uzyskuje się sygnały błędu, sygnalizujące przekroczenie tolerancji /ostrzeżenie/, i znaczne wykroczenie poza granice tolerancji /alarm/.

Podobny rodzaj przyrządu, służącego do pomiaru parametrów sygnału chrominancji wzmocnienia i fazy różnicowej oraz różnicy wzmocnienia i grupowego czasu przejścia między sygnałami luminancji i chrominancji, został wykonany do pomiaru linii radiowych i wprowadzony do próbnej eksploatacji we Włoszech [32,33].

Przyrząd ten jest wyposażony w licznik elektronowy. Umożliwia on zapis cyfrowy mierzonych parametrów. Ostatnie badanie przeprowadzone w tej dziedzinie przewiduje również przystosowanie do współpracy z maszyną liczącą.

5. AUTOMATYCZNA REGULACJA PARAMETRÓW URZĄDZEN TORU TELEWIZYJNEGO

Logicznym następstwem wprowadzenia automatyzacji kontroli i pomiarów parametrów jakościowych toru telewizyjnego jest możliwość ich automatycznej regulacji podczas trwania transmisji programowej.

Stosowanie dotychczas w praktyce metody korekcji zniekształceń polegały na ręcznej regulacji układów korekcji zniekształceń przy jednoczesnej obserwacji kształtu sygnałów pomiarowych na ekranie oscyloskopu. Wykorzystanie sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych bezpośrednio do automatycznego sterowania układami korekcji zniekształceń okazało się niemożliwe ze względu na zbyt krótki czas ich trwania. Dzięki przekształceniu szerokopasmowej informacji zawartej w sygnałach pomiarowych linii kontrolnych na informacje wąskopasmowe i uzyskaniu w ten sposób sygnałów prądu stałego lub zmiennego o bardzo małej częstotliwości, odpowiadających badanym parametrom toru telewizyjnego, powstała możliwość sterowania tymi sygnałami układów korekcji zniekształceń.

Na wyjściu pewnego odcinka toru telewizyjnego, którego parametry jakościowe powinny być automatycznie utrzymywane, umieszczony zostaje komparator wzorcowy sygnałów pomiarowych i zniekształconych przy przejściu przez badany tor. Przez porównanie wąskopasmowych sygnałów, odpowiadających zniekształconym przebiegom sygnałów pomiarowych, z ich przebiegami wzorcowymi, nadawanych na przykład w formie sygnałów stałego lub wolno zmieniającego się napięcia, otrzymuje się sygnały błędów wykorzystywane

następnie do automatycznego sterowania układami korekcji. Jeden ze stosowanych układów do uzyskiwania sygnałów błędu metodą próbkowania został przykładowo omówiony w rozdz. 4.3.2.

Najprostszym i najczęściej spotykanym w praktyce układem korekcyjnym jest układ wzmacniacza z automatyczną zdalną regulacją wzmocnienia, sterowanego sygnałami błędu, wytworzonymi przez porównanie amplitudy impulsu bielei nadawanego na 17 i 330 linii analizy z jego amplitudą wzorcową, równą $0,7 V$.

Wzmacniacze takie pracują już obecnie w wielu krajach w stałej służbie eksploatacyjnej.

Jako sterowane układy korekcyjne mogą być stosowane układy korekcji charakterystyk częstotliwościowych, pracujące na zasadzie par ech, sterowane sygnałami błędu, wytworzonymi przez porównanie kształtu zniekształconego impulsu sinus kwadrat $2T$ z jego przebiegiem wzorcowym bądź też stosuje się dwa oddzielne korektory charakterystyk amplitudowych i fazowych toru.

Do automatycznej korekcji zniekształceń mogą być również stosowane układy korygujące zniekształcenia małej częstotliwości toru sygnału wizyjnego, zniekształcenia nielinearne itp.

Sterowane układy korekcyjne w wielu krajach znajdują się dopiero w stadium opracowań laboratoryjnych lub wstępnych badań eksploatacyjnych i nie są dotychczas, oprócz podanego poprzednio korektora amplitudy, stosowane w stałej służbie eksploatacyjnej.

Należy tu zaznaczyć, że problem automatycznej korekcji parametrów jest trudny. Od urządzeń tych wymaga się skutecznej i niezawodnej pracy, co ze względu na niedoskonałość obecnie produkowanych elementów sprawia już duże trudności, nie mówiąc o potrzebie opracowania doskonalszych układów pomiarowych i korekcyjnych.

WYKAZ LITERATURY

1. Krivošejev M.I. : Osnovy televizionnyh izmerenii. Svjaz' 1964.
2. Krivošejev M.I. : Avtomatizacija kontrola i izmerenii v televizionnom traktie. Elektrosvjaz' 1968 nr 7, s. 33-43.
3. Kondratjev A.G. , Łukin M.I. , Čistovskij B.G. , Šutovič J.A. : Kontrol kačestviennyh pokazatelej televizionnogo signala w w processie predači. Technika kino i televidenija 1969 nr 6, s. 42-47.
4. Hesin A.J. : Avtomatičeskij analiz kačestva televizionnogo izobraženija. Riga. Zinatie 1969.
5. Krivošejev M.I. : Problemy avtomatizacii kontrola i izmerenii v televidenii. V siesojuznaja konferencija po televideniju NTORE im. A. S. Popova 1968.
6. CCIR. Rekomendacija CM/TT/1025: Vvedenie specjalnyh signalov v interval kadrovogo gasjaščego impulsa televizionnogo signala. New Delhi 1970.
7. Krivošejev M.I. : Sposob distancjonnoho kontrola osnovnyh kačestviennyh pokazatelej televizionnogo trakta. Avt. svid. Pat. ZSRR nr 145262, kl. 21a², 71. Biuleten izobretenii 1962 nr 5.
8. OIRT Tk-III-213: Sistema opoznavania istočnika televizionnoj programmy. Tehničeskaja komissija. Praga 1967.

9. Krivošejev M.I., Vinogradov V.N.: Razvitie tehničeskich sredstv televizjonnoĝo vieščanija. M., Svjazizdat 1960.
10. Krivošejev M.I., Bołovincev J.M., Gomora V.A., Morgulis M.A.: Ustrojstvo avtomatičeskogo kontrola kačestviennyh pokazatielej televizjonnyh traktov. Avt. svid. Pat. ZSRR nr 261488, kl. 21a⁴, 71. Biuleten izobratenij 1970 nr 5.
11. Krivošejev M.I., Płaksjuk S.G.: Ustrojstvo dla izmerenija iskaženii televizjonnyh ispytatielnyh signalov. Avt. svid. Pat. ZSRR nr 227448, kl. 21e, 36/10. Izobretienija Promyšlenyje obrazcy. Tovarnye znaki 1968 nr 30.
12. Drescher F., Steinmetz H.J., Dobesch H.: Ein Messgerät für die automatische Messung von Geräten und Anlagen und zur Fernmessung im Bildkanal. Tech. Mitt. RFZ. 1969 t.13 nr 3, s. 105-109.
13. Krivošejev M.I., Dvorkovič V.G., Płaksjuk S.G.: Ustrojstvo-izmeritel differencjalnyh iskaženii. Avt. svid. Pat. ZSRR nr 257561, kl. 21a⁴, 71. Biuleten izobretenij 1969 nr 36.
14. Krivošejev M.I., Dvorkovič V.G., Płaksjuk S.G., Bolovincev J.M.: Izmeritel parametrov ispytatelnyh signalov cvetnogo televidenija. Avt. svid. Pat. ZSRR nr 263699, kl. 21a⁴, 71. Biuleten izobratenij 1970 nr 7.
15. Električeskije metody avtomatičeskogo kontrola. Pod. red. K.B. Karandjeva. M., Energija 1965.
16. Dreszer F.: Izmerenie parametrov videosygnala metodom ispytatel'noj stroki. Pat. GDR nr 47444, kl. 21e, 36/10 ot 5/IV 1963.

17. CCIR: Report 411: Automatic remote monitoring of the performance of television chains. XIIIth Plenary Assembly. New Delhi 1970.
18. Krivošejev M.I., Makoviev W.G.: O bolšykh televizijnykh sistemach. *Technika kino i televidenija* 1970 nr 1, s. 13-21.
19. OIRT 22-III: Metody distancjonnogo kontrola kačestvennykh pokazatelej televizijnykh traktov v processe peredačy. *Techničeskaja komissija. Gruppy izučenija III. Vopros izučenija.* Bukarešt, nojabr, 1962.
20. CCIR: Avtomatizacija izmerenii i kontrola v televizijnom trakte /tevizijnyye izmeritel'nye informacijnyye sistemy/. Dokument ZSRR; CMTT/69; XI/102; IV/97. Period 1966-1969.
21. CCIR: Avtomatizacija kontrola televizijnykh peredajuščykh radiostanciji. Dokument ZSRR X/206, XI/186, I/68. Period 1966-1969.
22. CCIR: Avtomatizacija izmerenii i kontrola v televizijnom trakte. Dokument ZSRR, XI/162, CMTT/162, CMTT/143. Period 1966-1969.
23. Krivošejev M.I.: Osnovnye napravlenija avtomatizaciji kontrola i upravlenija v televidenii. *Elektrosvjaz'* 1970 nr 4, s. 25-46.
24. Krivošejev M.I.: Principales tendances observées dans l'automatisation du contrôle, des commandes et de la gestion en télévision. *Journal des télécommunications* 1970 vol. 37 nr 10, s. 678-695.

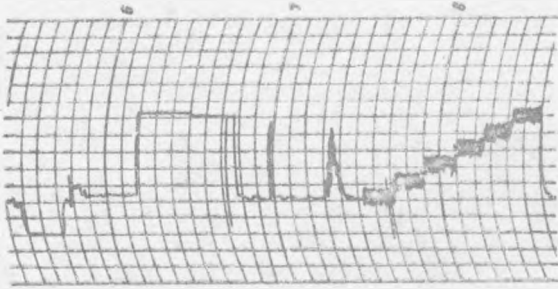
25. Krivošejev M.I., Makoveyer V.G.: Control of extensive television systems. Radio Television 1971, nr 2, s. 23-37.
26. CCIR: Study Programme 1-1A-1/CMTT: Automatic remote monitoring of test signals in television. XIIth Plenary Assembly New Delhi 1970.
27. CCIR: Study Programme 7B/CMTT: Automatic measuring and monitoring on television chains. XIIth Plenary Assembly New Delhi 1970.
28. CCIR: Questions 15/11: Automatic monitoring of television stations. XIIth Plenary Assembly New Delhi 1970.
29. CCIR: Recommendation 473: Insertion of special signals in the field-blanking interval of a television signal. XIIth Plenary Assembly /New Delhi, 1970/.
30. CCIR: Recommendation 473: Insertion of special signals in the field-blanking interval of a television signal for monochrome only. XIIth Plenary Assembly /New Delhi 1970/.
31. OIRT Zalecenie 61/1 Drezno 1971.
32. CCIR Doc. 35/CMTT /Italia/ 1963-1966.
33. CCIR Doc. XI/172 /CMTT/152/ /Italia/ 1966-1969.
34. Krivošejev M.I.: Podstawy pomiarów telewizyjnych. Warszawa, Wydawnictwa Komunikacyjne 1967.
35. Krivošejev M.I.: Novyje principy postrojenija sistemy kontrola televizjonno trakta Technika kino i televidenija 1962 t. 8 nr 10, s. 12-18.

36. Vivian R.H. : Automatic analysis of television test signals. IEE Conv. Public. 1970 nr 69, s. 106-109.
37. Vivian R.H. : Some method of automatic analysis of television test signals. Journal of the SMPTE 1971 vol. 80 nr 12, s.963-967.
38. Shelley I.J. , Williamson Noble G.E. : Automatic measurement of insertion test signals. The Radio and Electronic Eng.1971 vol. 41 nr 3, s. 137-143.
39. Shelley I.J. , Williamson Noble G.E. : Automatic measurement of insertion test signals. IEE Conv. Public. 1970, nr 69, s. 159-170.
40. Fasshauer P., Voigt K. , Dollinger F. : Ein Gerät zur automatischen Messung von Fernsehsignalverzerrungen. Radio Mentor 1971 nr 4, s. 206-209.
41. Shelley I.J. , Smart D.L. : Automatic measurement and control using insertion test signals. IEE Conv. Public. 1970 nr 69, s. 249-252.
42. Ainsworth C. R. , Bell D.J. : Assesment of TV picture quality. Marconi Instrumentation 1969 vol. 13 nr 1, s. 2-7.
43. White N.W. : Monochrome and colour television system measurement. Marconi Instrumentation 1967 vol. 11 nr 3, s.16-20.
44. Young G. , Barlow M.W.S. : The automation of small television stations. Journal of the SMPTE 1971 vol. 80 nr 10, s. 806-811.
45. Shelley I.J. , Smart D.L. : Automatic measurement and con-

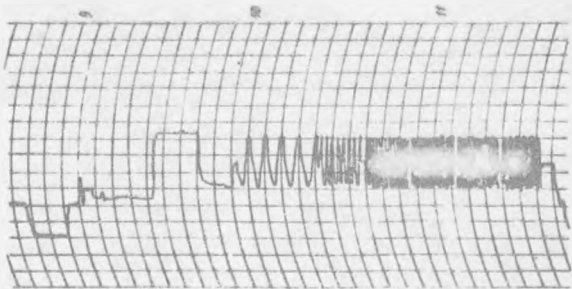
- trol of unattended television transmitters. Journal of SMPTE 1971 vol. 80 nr 11, s. 886-890.
46. Drescher F., Steinmetz H.J., Dobesch H.: Ein Messgerät für die automatische Messung von Geräten und Anlagen und zur Fernmessung im Bildkanal. Tech. Mitt. RFZ 1969 t. 13 nr 3, s. 105-109.
47. Fasshauer P.: Ein universelles Messgerät zur Analyse von Fernsehsignalen. Rundfunktech. Mitt. 1972 Bd. 16 nr 1, s. 18-21.
48. Grosskopf H.: Ein Verfahren zur Messung des Stoerabstandes in einer Zeile mit digitaler Anzeige. Rundfunktech. Mitt. 1971 Bd. 15 nr 2, s. 56-60.
49. Video-Technik von der FTG-Tagung Teil IV. Radio Mentor Electronic 1970 nr 5, s. 309-334.
50. Barlow M.W.S.: Computer television broadcast automation introduction. Journal of the SMPTE 1972 vol. 81 nr 3, s.172.
51. Buhr R.J.A.: Computer broadcast automation - a consultant's keypoint. Journal of the SMPTE 1972 vol. 81 nr 3. s.172-175.
52. Torpey R.J.: Some features of computer-controlled television station switchers. Journal of the SMPTE 1972 vol 81 nr 3, s. 175-178.
53. Barlow M.W.S.: Some features of computer-controlled television station switchers. Journal of the SMPTE 1972 vol. 81 nr 3, s. 179-184.

54. Minz W.: Automatische Betriebsabwicklung und Organization bei der japanischen Rundfunkgesellschaft Nippon Hoso Kyokai. Rundfunktech. Mitt. 1971 Bd. 15 nr 4, s. 167-172.
 55. Die automatisierte Fernsehbetriebszentrale des Norddeutschen Rundfunks im Hamburg Lokstedt und des dabei verwendete COMPAS-System. Teil 1. 2, 3 - Rundfunktech. Mitt. 1971 . Bd. 15 nr 6, s. 239-259.
 56. Kasika U.: Automatizace v televiznim provozu. Rozhlasova a televizni technika 1972 t. 15 nr 1, s. 41-46.
 57. TV remote control interfacing equipment. RCA catalog B.4704, New Jersey, USA.
 58. Remote control system. Type BTR - 30A1. RCA catalog B. 4702, New Jersey, USA.
 59. Planning for TV transmitter remote control. RCA catalog B. 4700, New Jersey, USA.
 60. Television. Automatic monitors MN 2M/513 and MN2M/518. BBC Engineering Design Information. London.
 61. Steinmetz M.J.: Verfahren zur Messung von Impulsflankenanstiegszeiten im Videokanal. Tech. Mitt. RFZ 1967 Bd. 11 nr 2, s. 49-54.
- Ostatnio ukazały się:
62. Jack M.Q.: Steuerautomatic für verschiedene TV und Tonsignal folgen für das Zentrale und regionale Messprogramm. Fernmelde Prax. 1972, nr 9.

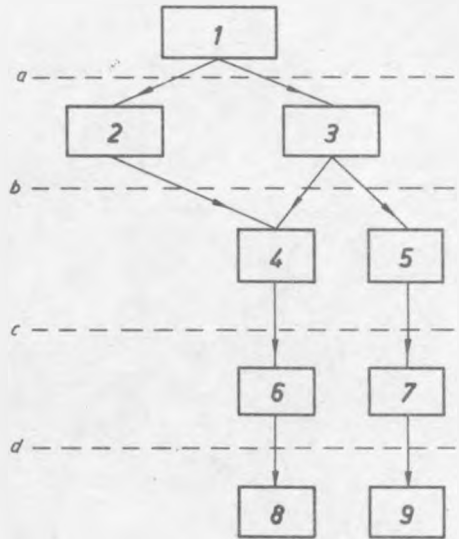
63. Mirzwiński H.: Automation of broadcasting centres. Sound and Vision Broadcasting. Summer 1972 t. 13 nr 2.
64. Robinson K.W., Heizi J.j.: Measurement of non-linear distortion on the video signal. Marconi Instrument. 1972 t. 13 nr 4.



Rys. 1. Przebieg przekształconego sygnału pomiarowego nr 2, zarejestrowany przez przyrząd samopiszący ze skalą krzywoliniową

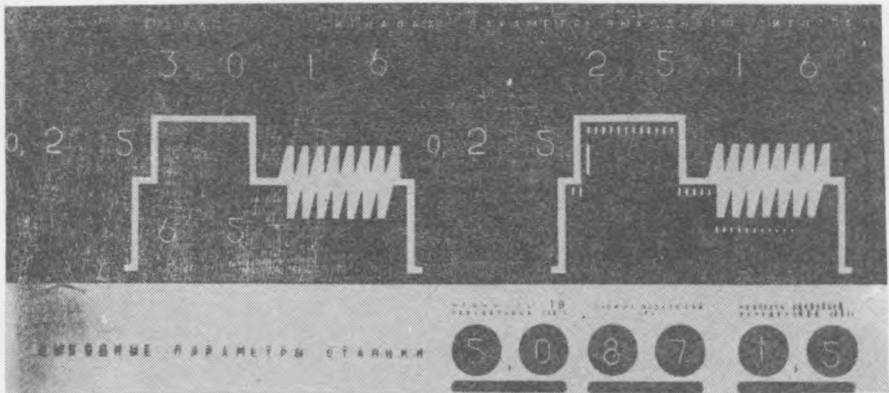


Rys. 2. Przebieg przekształconego sygnału pomiarowego nr 1, zarejestrowany przez przyrząd samopiszący ze skalą krzywoliniową

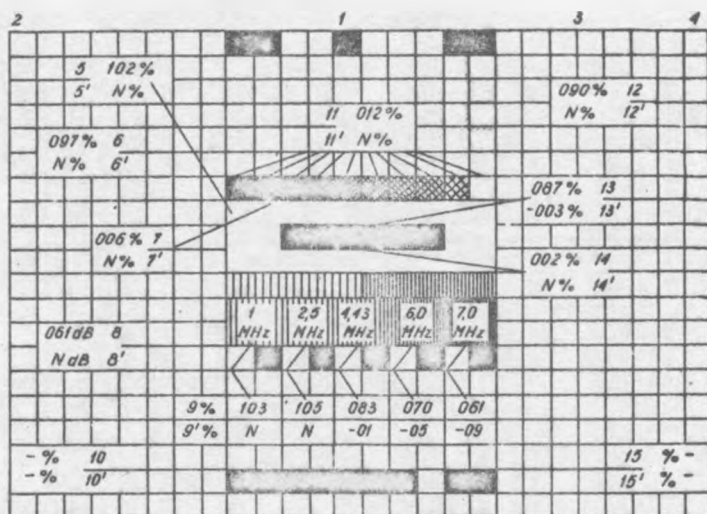


Rys. 3. Układ klasyfikacji systemu kontroli tolerancji

1 - kontrola tolerancji, 2 - typu analogowego, 3 - typu dyskretnego, 4 - wskazania wyników bez ujawnienia wartości absolutnej, 5 - wskazania wartości absolutnej, 6 - wskaźniki świetlne, 7 - wskaźniki cyfrowe, znaki, litery, 8 - rejestracja wyników, 9 - rejestracja odchyleń /w cyfrach, znakach, literach/



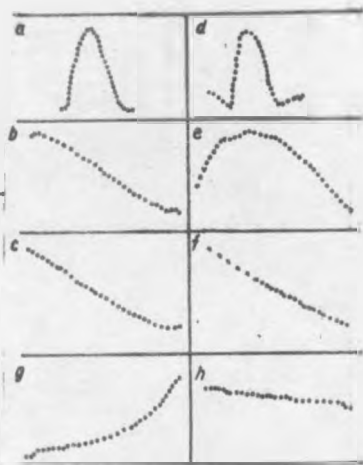
Rys. 6. Widok płyty czołowej cyfrowego urządzenia do automatycznych pomiarów i kontroli tolerancji parametrów nadajników telewizyjnych



Rys. 7. Schematyczny widok płyty czołowej urządzenia do automatycznych pomiarów cyfrowych parametrów sygnałów otrzymywanych z tablic optycznych lub elektronowych

Rys. 8: Przykład przekształcenia w komputerze impulsu sinus kwadrat przy odczytywaniu dyskretnym:

sygnał wejściowy: a - odczyt dyskretny sygnału, b - spektralna charakterystyka amplitudy, c - spektralna charakterystyka fazy; sygnał wyjściowy: d - odczyt dyskretny sygnału, e - spektralna charakterystyka amplitudy, f - spektralna charakterystyka fazy, g - charakterystyka częstotliwościowa amplitudy, h - charakterystyka częstotliwościowa fazy

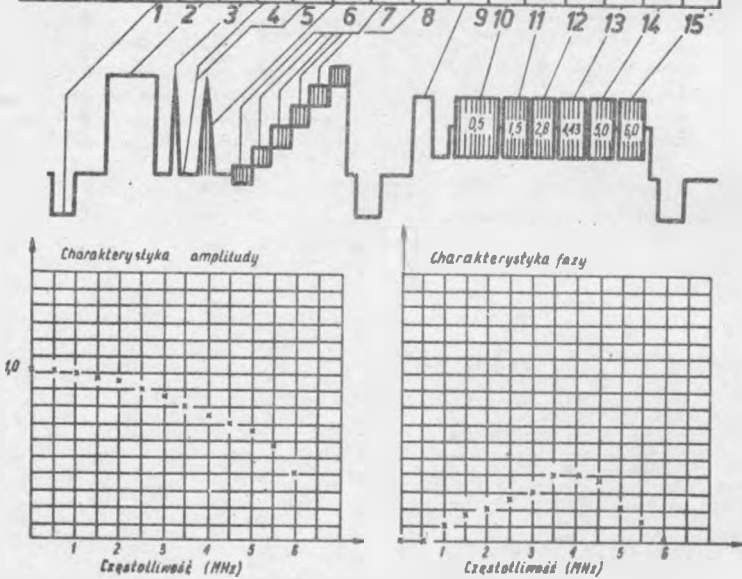


Czas 17&&

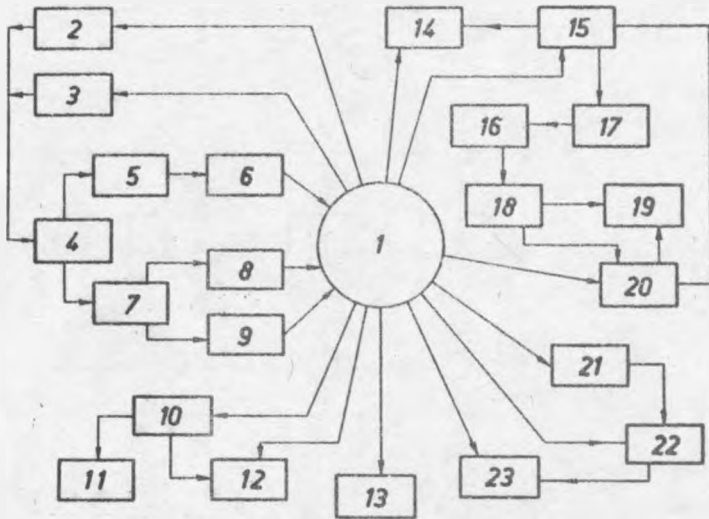
Linia 003

03.04.1969

Parametry sygnału	Amplituda imp. symbr. %	Amplituda sygn. wicjl. %	Amplituda imp. sin ² 2T %	Amplituda oscyl. „ ² %	Amplituda oscylacji „ %	Zniekształcenia modul. sin ² 20T %	Zniekształcenia nieliniarne %	Faza (stopnie) różnicowa	Poziom szumów dB	Amplitudy grup sinus 0,2 MHz	Ampl. 1,5 MHz %	Ampl. 2,5 MHz %	Ampl. 4,43 MHz %	Ampl. 5,0 MHz %	Ampl. 6,00 MHz %
Wartość	0,90	0,95	0,85	0,00	0,05	0,09	0,26	0,08	0,51	100	0,96	0,91	0,80	0,60	0,35
Norma	30	10	20	20	30	08	20	20	48	10 -10	12 -12	20 -20	30 -25	40 -40	55 -60
Kontrola	N	N	N	N	N	0	0	N	N	N	N	N	N	N	0
Odchylenie	-	-	-	-	-	001	006	-	-	-	-	-	-	-	005

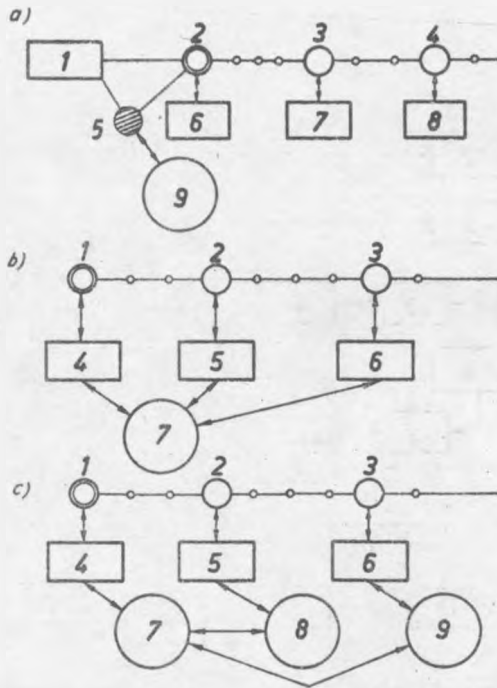


Rys. 10. Wyniki pomiarów sygnałów pomiarowych linii kontrolnych za pomocą komputera



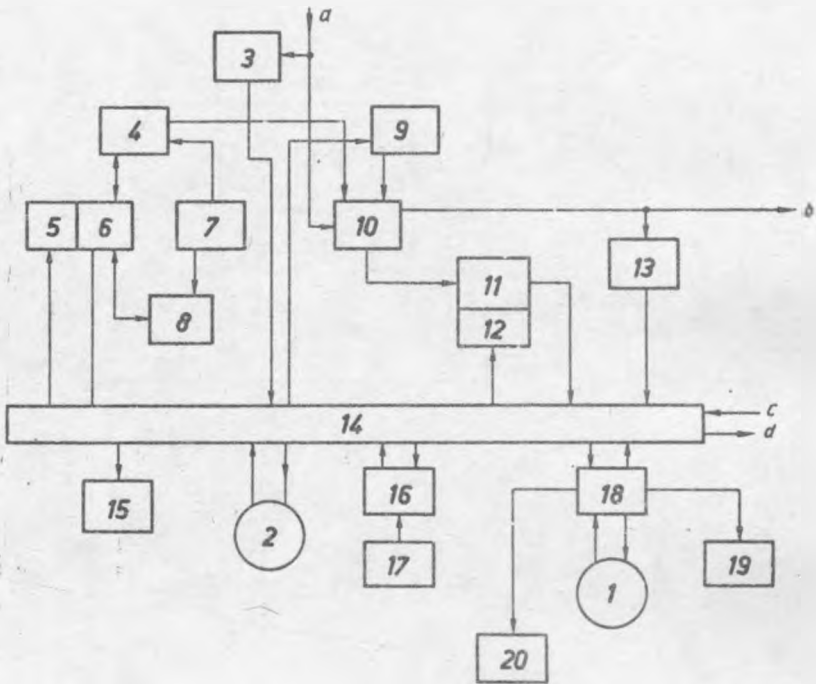
Rys. 11. Pomiarowo-informacyjny system telewizyjny

1 - pomiarowo-informacyjny system telewizyjny, 2 - kompleksowe pomiary automatyczne, 3 - wybór optymalnych procesów pomiarowych, 4 - realizacja kontroli i pomiarów, 5 - w systemie informacji wizyjnej, 6 - w czasie nadawania programu, 7 - w systemie nadawania sygnałów pomiarowych linii kontrolnych, 8 - w czasie nadawania programu, 9 - w przerwach między nadawaniem programu, 10 - długotrwałe magazynowanie informacji pomiarowych na duże odległości, 12 - dokumentacja informacji pomiarowych i ich rozdzielanie, 13 - zewnętrzne czynności, 14 - systemy automatycznej korekcji i optymalizacji, 15 - diagnoza techniczna, 16 - lokalizacja uszkodzeń, 17 - optymalizacja tras i diagnostyka uszkodzeń, 18 - transmisja rozkazów do włączenia rezerwy, 19 - transmisja rozkazów do przeprowadzenia napraw, 20 - programowanie zdolności technicznej, 21 - informacje zajętości torów i urzędzeń, 22 - wybór optymalnych torów transmisji, 23 - powiązanie usług z taryfami



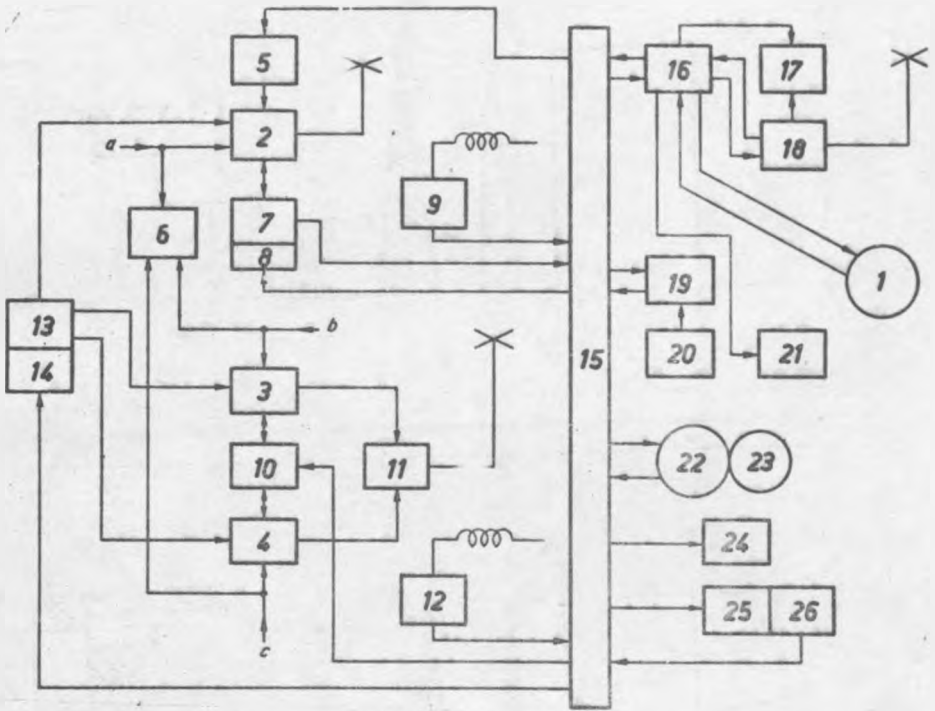
Rys. 12. Warianty pomiarowo informacyjnego systemu telewizyjnego:

- a/ 1 - centrum telewizyjne, 2 - stacja końcowa, 3, 4 - stacje główne, 5 - centrala telefoniczna międzymiastowa, 6 - telewizyjne centrum obliczeniowo-informacyjne, 7, 8, 9 - urządzenia kontrolne i pomiarowe
- b/ 1 - stacja końcowa, 2, 3 - stacje główne, 4, 5, 6 - urządzenia czytnikowe i zdalnej łączności, 7 - telewizyjne centrum obliczeniowo-informacyjne
- c/ 1 - stacja końcowa, 2, 3 - stacje główne, 4, 5, 6 - urządzenia czytnikowe i zdalnej łączności, 7 - telewizyjne centrum obliczeniowo-informacyjne, 8, 9 - miejscowe centrum obliczeniowe

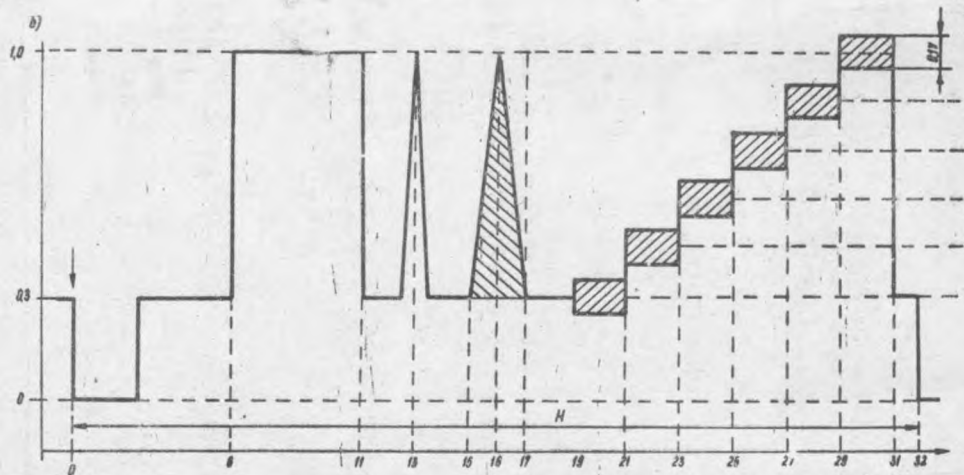
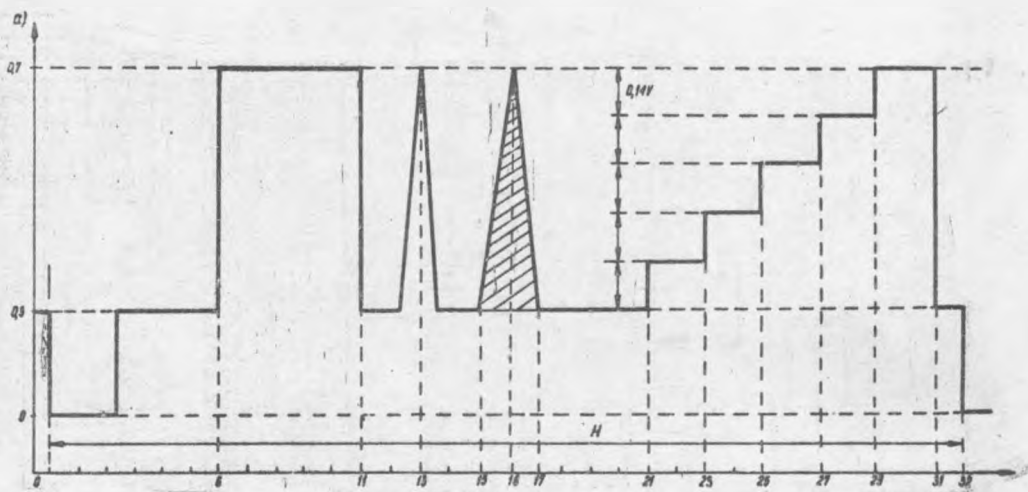


Rys. 14. Układ ośrodka informacyjnego i obliczeniowego dużego centrum telewizyjnego

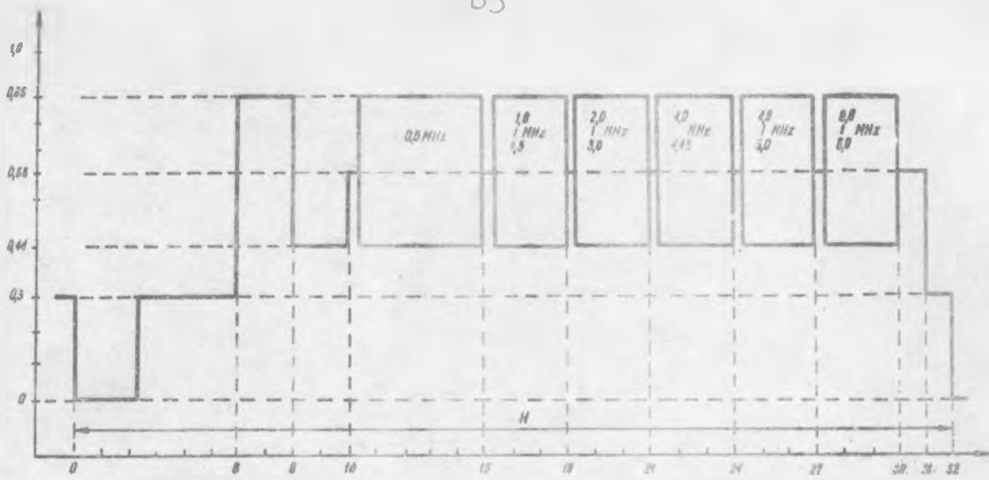
1 - centralny ośrodek obliczeniowo-informacyjny; 2 - urządzenia elektro-nowo-obliczeniowe; 3 - aparatura kontroli wejściowej; 4 - pomieszczenia techniczne aparatury studyjnej 1; 5, 12, 16 - układy sterowania źródeł sygnałów; 6, 11 - źródła wytwarzania informacji o stanie urządzenia; 7, 9 - układy sterowania źródeł sygnałów informacyjnych; 8 - pomieszczenie techniczne aparatury studyjnej 2; 10 - centralne pomieszczenie techniczne aparatury studyjnej; 13 - urządzenie kontroli podstawowych parametrów jakościowych; 14 - system; 15 - stanowisko wydawania danych; 17 - urządzenie programowania stałej pracy i algorytmów; 18 - system łączności z oddalonymi obiektami; 19 - pomieszczenie służby kontrolnej; 20 - współpraca z sąsiednimi jednostkami



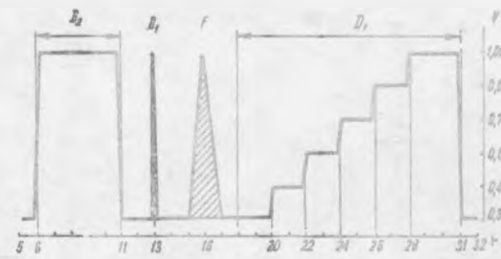
Rys. 15. Układ ośrodka informacyjnego i obliczeniowego centrum nadawczego
 1 - centralny ośrodek obliczeniowo-informacyjny; 2 - nadajnik telewizyjny; 3, 4 - nadajniki radiofoniczne FM; 5, 10, 14 - układy sterowania; 6 - aparatura kontroli wejściowej; 7, 26 - źródła wytwarzania informacji o stanie urządzenia; 8, 25 - układ sterowania źródła sygnałów informujących o stanie urządzenia; 9, 12 - układ kontroli podstawowych parametrów jakościowych; 11 - filtr rozdzielczy; 13 - generatory sygnałów pomiarowych; 15 - system zbiorczy; 16 - system łączności z oddalonymi obiektami; 17 - stanowisko kontroli technicznej; 18 - wydzielone stanowisko kontrolne; 19 - stanowisko sterowania; 20 - urządzenie programowania stałej pracy i algorytmów; 21 - urządzenie współpracy z sąsiednimi jednostkami; 22 - urządzenie elektronowo-obliczeniowe; 23 - stanowisko pomiarów czasu; 24 - stanowisko wydawania danych



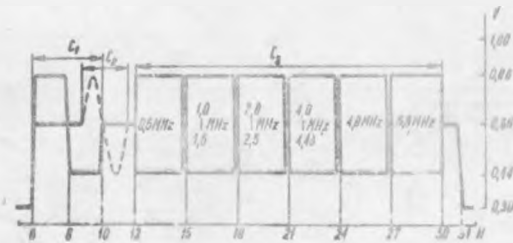
Rys. 16. Sygnały pomiarowe Nr 1 według OIRT



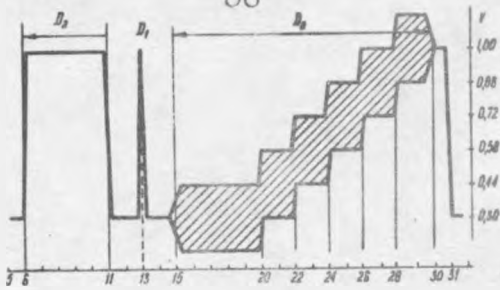
Rys. 17. Sygnał pomiarowy Nr 2 według IIRT



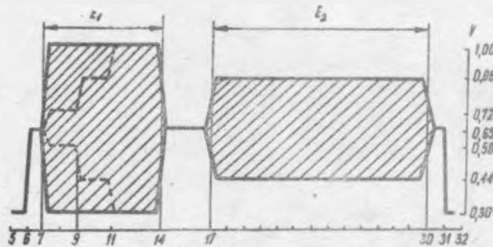
Rys. 18. Sygnał pomiarowy Nr 1 według CCIR



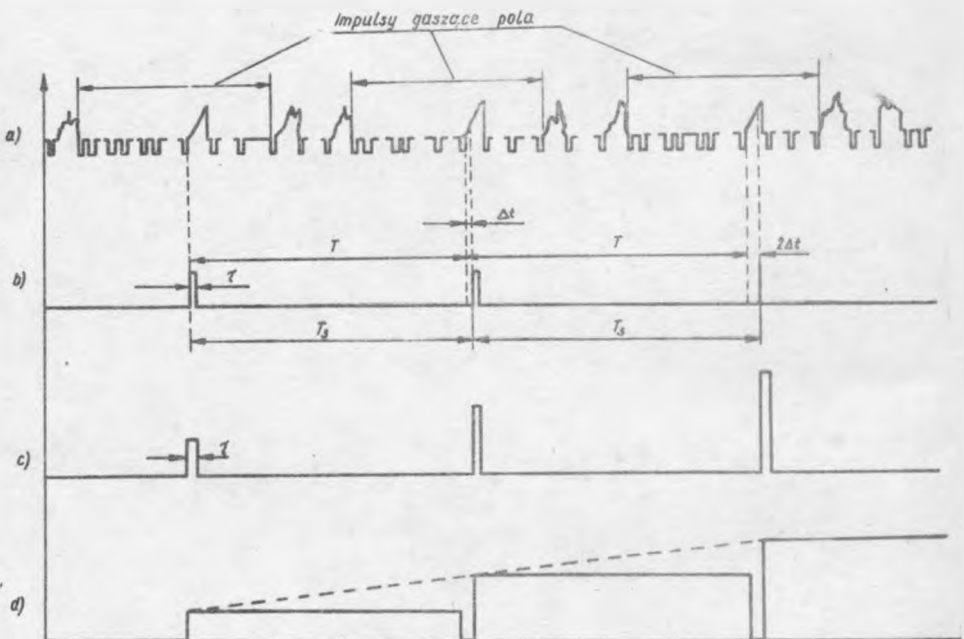
Rys. 19. Sygnał pomiarowy Nr 2 według CCIR



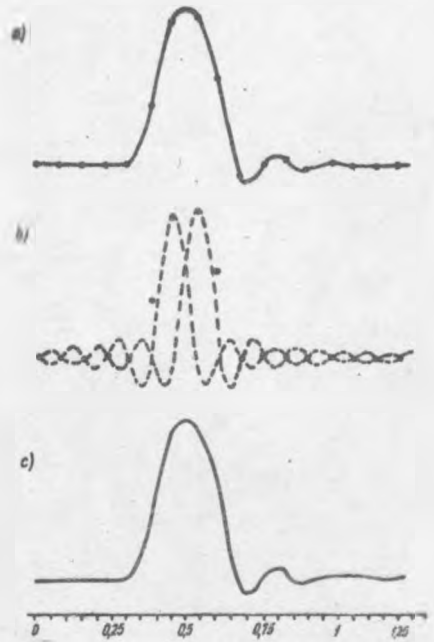
Rys. 20. Sygnał pomiarowy Nr 3 według CCIR



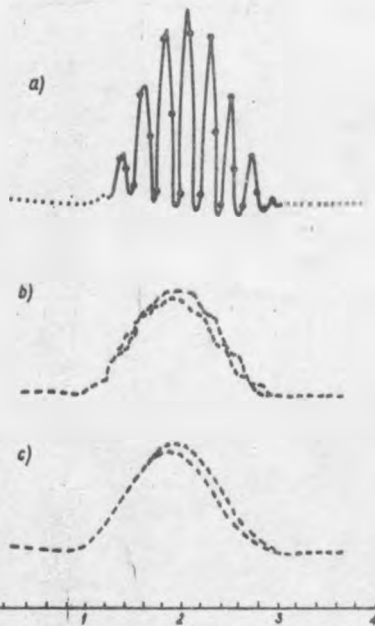
Rys. 21. Sygnał pomiarowy Nr 4 według CCIR



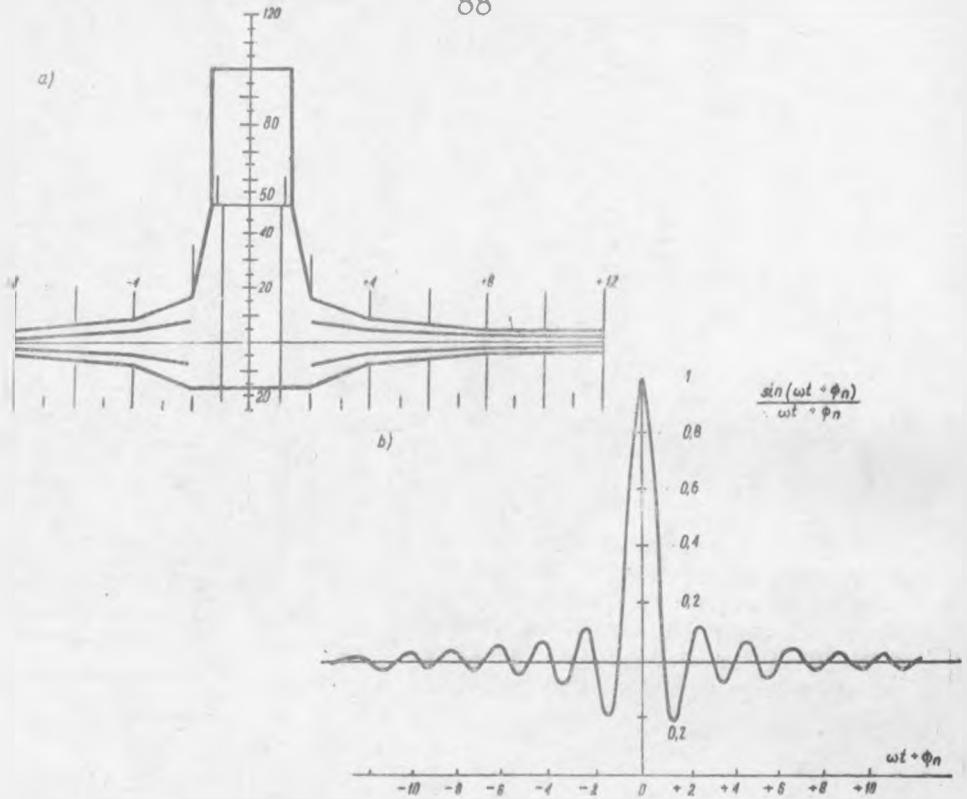
Rys. 22. Stroboskopowa metoda przekształcania widma: a/ sygnał wizyjny z linią kontrolną zawierającą przebieg piłokształtny, b/ impulsy próbkujące przed modulacją, c/ impulsy próbkujące po modulacji sygnałem pomiarowym, d/ przekształcony impuls na wyjściu detektora



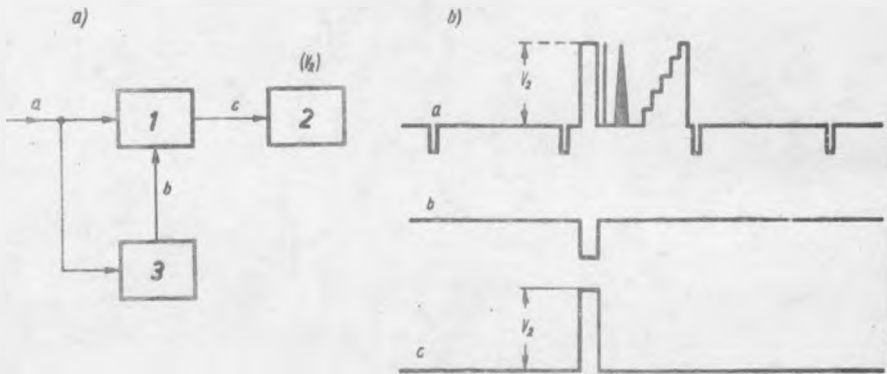
Rys. 23. Analiza impulsu sinus kwadrat 2T metodą próbkowania: a/ zniekształcony sygnał wejściowy, próbkowany co 75 ns, b/ zastąpienie dwóch najwyższych próbek przez ich funkcje interpolacyjne, c/ odtworzony impuls sinus kwadrat 2T



Rys. 25. Analiza impulsu sinus kwadrat 10T metodą próbkowania: a/ próbkowany sygnał wejściowy, b/ wydzielone sygnały luminancji i chrominancji, c/ sygnały luminancji i chrominancji po przejściu przez filtr

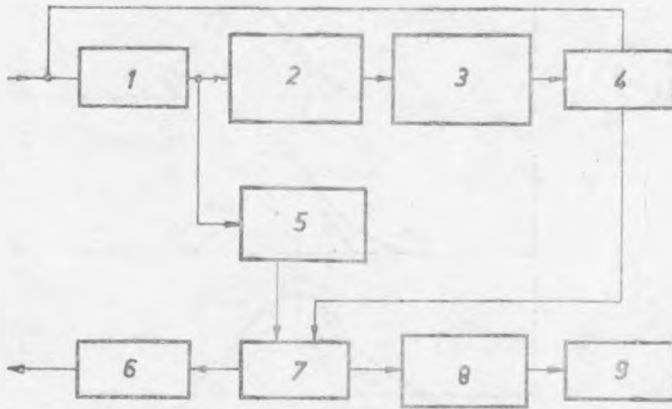


Rys. 24. a. Szablon do pomiaru współczynnika "K", b/ przebieg funkcji interpolacyjnej impulsu sinus kwadrat 2T



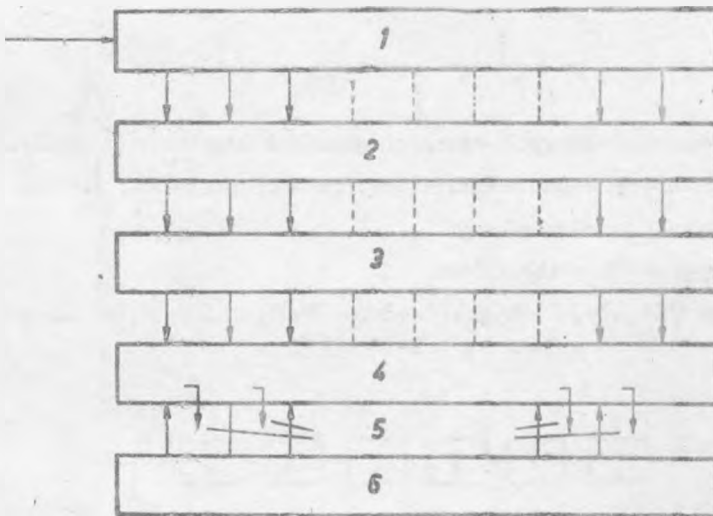
Rys. 26. Układ wyjaśniający zasadę zamiany parametrów sygnałów pomiarowych na napięcie stałe

1 - układ wydzielający, 2 - woltomierz szczytowy, 3 - układ wytwarzania impulsów bramkujących, a - wejściowy sygnał wizyjny, b - sygnał bramkujący, c - wydzielony sygnał pomiarowy biały



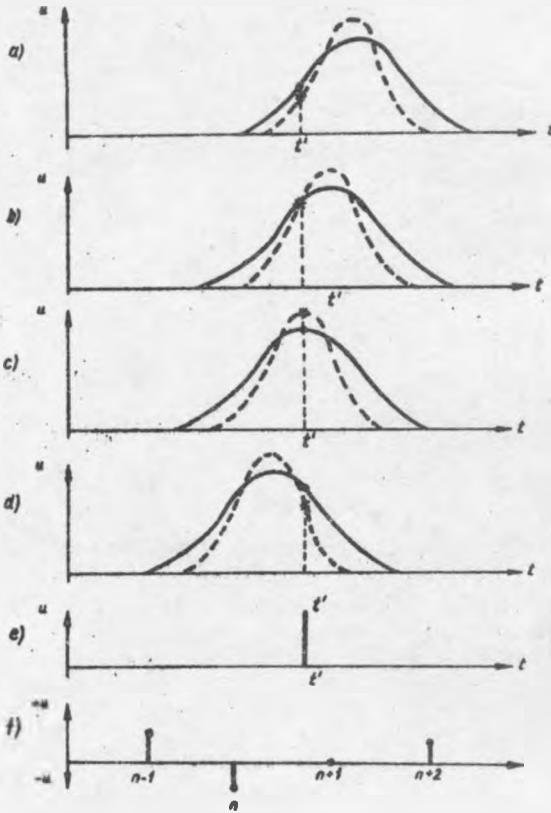
Rys. 27. Schemat blokowy układu do przekształcania sygnałów pomiarowych metodą stroboskopową

1 - selektor linii, 2 - generator impulsów o regulowanej szerokości, 3 - generator impulsów próbkujących, 4 - modulator, 5 - generator impulsów kasujących, 6 - modulator, 7 - detektor szczytowy, 8 - wzmacniacz, 9 - urządzenie samopiszzące



Rys. 28. Schemat blokowy układu do odczytu chwilowych wartości sygnału kontrolnego

1 - linia opóźniająca, 2 - stopnie kluczuująca, 3 - pojemność ładowania, 4 - komparatory, 5 - sygnały błędne, 6 - napięcie porównawcze



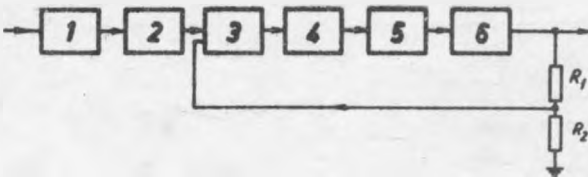
Rys. 29. Odczyt chwilowych wartości sygnału kontrolnego w układzie z rys. 28

a, b, c, d - przebiegi sygnału kontrolnego na odczepach: $n+2$, $n+1$, n , $n-1$

———— - sygnał zniekształcony

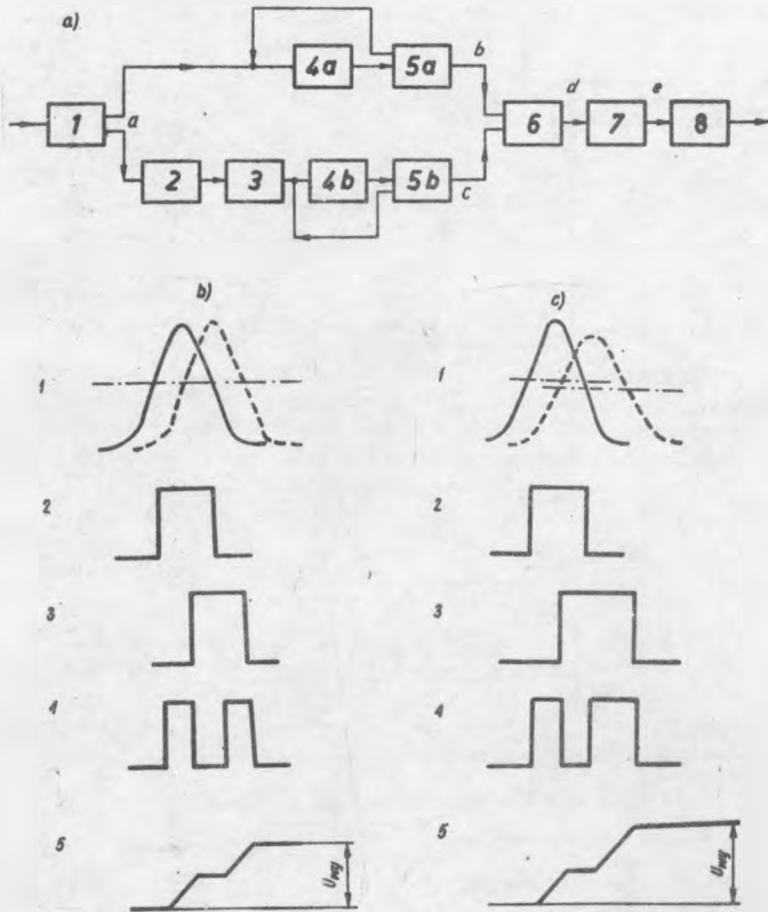
----- - sygnał niezniekształcony

e - impuls próbkujący, f - sygnał błędny w chwili t na wyjściu odpowiednich komparatorów



Rys. 30. Układ woltomierza pompującego

1 - separator, 2 - układ bramkujący, 3 - komparator, 4 - multiwibrator monostabilny, 5 - dioda pompująca, 6 - wzmacniacz buforowy

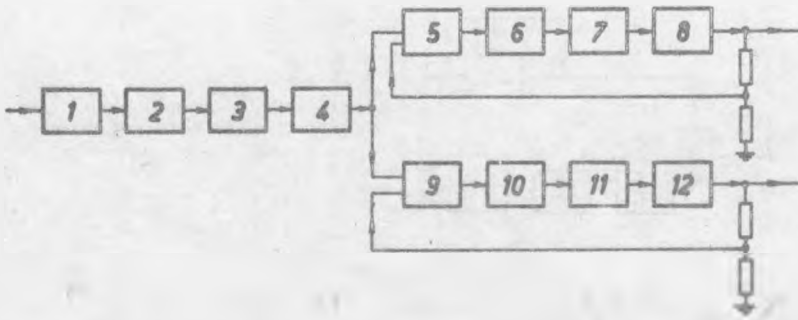


Rys. 31. Pomiar różnicy grupowego czasu przejścia pomiędzy sygnałami luminancji i chrominancji:

a/ układ blokowy: 1 - filtr rozdzielający, 2 - detektor obwiedni, 3 - filtr dolno-przepustowy, 4 - detektor szczytowy, 5 - wzmacniacz operacyjny, 6 - bramka logiczna "OR", 7 - generator napięcia narastającego, 8 - detektor szczytowy

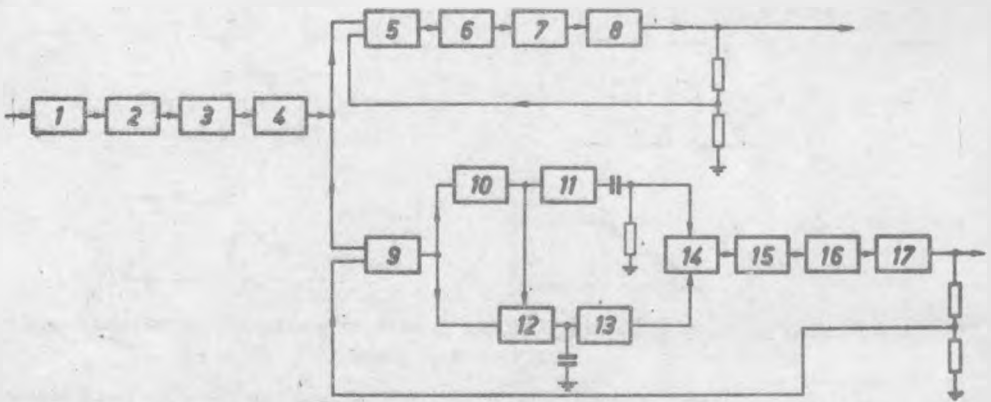
b/ przebiegi w układzie z rys. a: 1 - wydzielone sygnały luminancji i chrominancji, 2 - sygnał wyjściowy ze wzmacniacza operacyjnego - luminancja, 3 - sygnał wyjściowy ze wzmacniacza operacyjnego - chrominancja, 4 - wyjście bramki "OR", 5 - sygnał wyjściowy

c/ przebiegi w układzie z rys. a/ w obecności zniekształceń



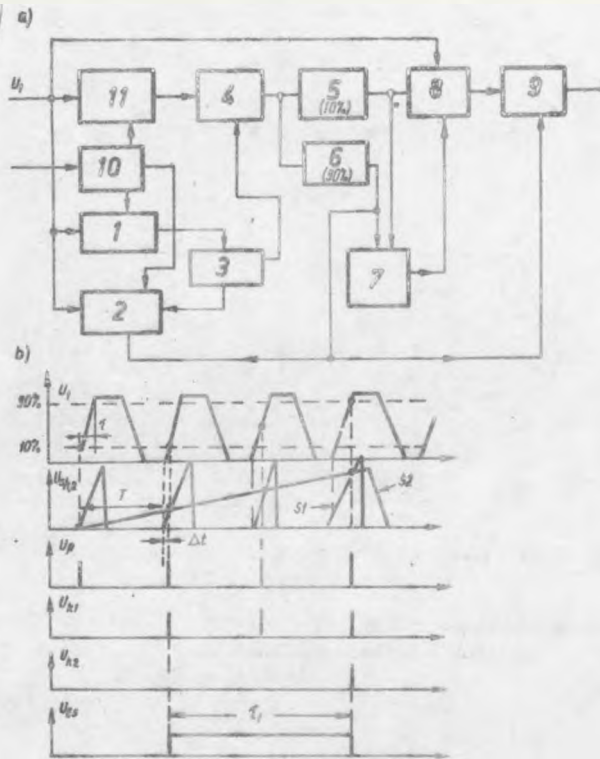
Rys. 32. Układ do pomiaru zniekształceń nieliniarych w kanale luminancji

1 - separator linii kontrolnych, 2 - układ bramkujący, 3 - filtr dolnoprzepustowy, 4 - wzmacniacz, 5 - komparator, 6 - multiwibrator monostabilny, 7 - dioda pompująca, 8 - wzmacniacz buforowy, 9 - komparator, 10 - multiwibrator monostabilny, 11 - układ bramkujący z licznikiem impulsów, 12 - dioda pompująca i wzmacniacz buforowy



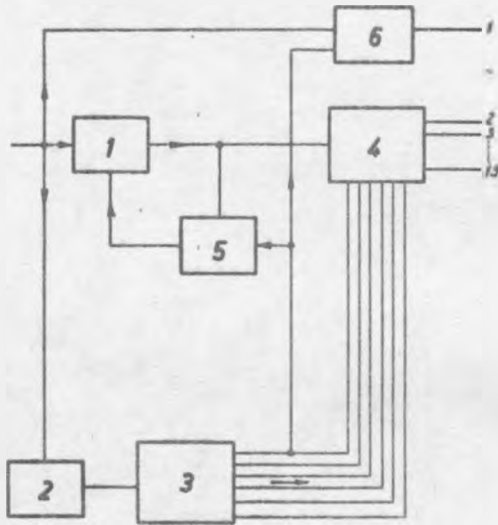
Rys. 33. Układ do pomiaru wzmocnienia różnicowego

1 - separator linii kontrolnych, 2 - układ bramkujący, 3 - filtr rezonansowy, 4 - wzmacniacz, 5 - komparator, 6 - multiwibrator monostabilny, 7 - dioda pompująca, 8 - wzmacniacz buforowy, 9 - komparator, 10 - multiwibrator monostabilny 24 μ s, 11 - układ odwracający fazę, 12 - bramka logiczna G_1 , 13 - multiwibrator monostabilny 100 μ s, 14 - bramka logiczna G_2 , 15 - multiwibrator monostabilny, 16 - dioda pompująca, 17 - wzmacniacz buforowy



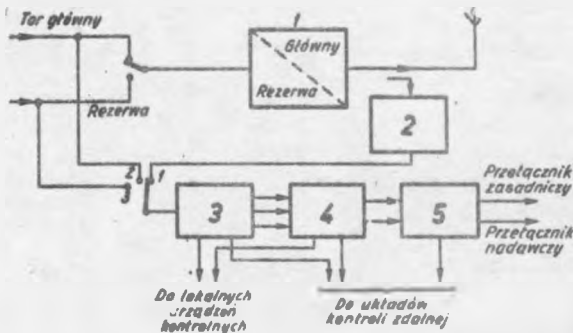
Rys. 34. Układ do pomiaru czasu narastania impulsów:

- a/ schemat blokowy: 1, 2 - generatory napięć piłokształtnych, 3 - układ porównawczy, 4 - układ próbkujący, 5, 6 - układy progowe, 7 - przełącznik elektroniczny, 8 - układ, 9 - licznik, 10 - wzmacniacz regulowany, 11 - układ impulsów odtworzenia poziomu wygaszania
- b/ przebiegi w układzie: U_i - sygnał wejściowy, $U_{p1,2}$ - sygnały piłokształtne, U_p - impulsy próbkujące, U_{k1}, U_{k2} - impulsy progowe, U_{ES} - impuls odpowiadający czasowi trwania zbocza



Rys. 35. Układ blokowy przyrządu do automatycznych pomiarów parametrów torów i urządzeń telewizyjnych

1 - wzmacniacz regulowany, 2 - separator linii kontrolnych, 3 - układ bramkujący, 4 - miernik wartości parametrów, 5 - miernik wartości szczytowej, 6 - biel odniesienia



Rys. 37. Schemat blokowy układu do pomiaru niedozorowanych stacji nadawczych

1 - nadajnik, 2 - demodulator, 3 - układ pomiarowy, 4 - układ kontroli przekroczenia tolerancji, 5 - układ automatycznego sterowania systemem pomiarowym

PRUEFZEILENMESSUNG IRT - MUENCHEN

DATUM: 24.9.70

MESSOBJEKT: STRECKE BILDSTERN ARD - IRT MUENCHEN

ZEIT

MEZ	WIP %	S/N dB	BRU dB	SYC %	BST %	FT %	LZ ns	FAH %	DAS %	2TH %	2TK %	D.G %	D.P °	STL %	IM %
17.03	1	-54	-35	4	-9	-5	-54	4	1	3	0	4	6	0	3
17.14	0	-55	-34	2	-8	-5	-57	3	2	4	0	4	7	3	4
17.29	0	-56	-36	2	-5	-5	-55	3	1	4	1	3	7	0	3
17.44	-2	-56	-30	0	-8	-6	-57	4	2	4	1	3	8	0	3
17.59	0	-56	-31	2	-11	-6	-57	3	1	4	1	4	7	1	3
18.14	0	-56	-35	2	-38	-4	-51	4	2	4	0	4	6	2	3
18.29	0	-56	-35	2	-38	-3	-60	3	2	5	1	4	6	2	4
18.44	2	-56	-36	2	-38	-5	-46	4	2	3	1	7	5	2	4
18.59	0	-56	-34	5	-38	-4	-57	3	2	4	0	7	5	2	4
19.14	0	-56	-30	7	-3	-4	-58	4	1	4	0	6	5	1	4
19.29	0	-56	-31	8	-2	-5	-54	4	1	3	0	6	4	2	4
19.44	0	-56	-33	2	-38	-4	-52	3	1	4	1	4	6	2	3
19.59	-1	-56	-33	2	-8	-3	-52	3	1	4	1	6	5	2	3
20.14	0	-56	-32	3	-5	-4	-54	3	1	4	1	4	6	1	3
20.29	1	-56	-34	2	-38	-5	-51	4	1	4	0	6	6	1	3
20.44	0	-56	-30	1	-38	-5	-56	4	1	4	1	4	7	1	3
20.59	1	-56	-29	1	-38	-5	-55	4	1	4	1	4	6	1	3
21.14	0	-56	-31	1	-38	-5	-55	4	2	4	0	5	6	1	3
21.29	1	-56	-31	2	-38	-4	-52	4	1	3	1	6	6	1	3
21.44	0	-56	-30	1	-38	-8	-53	4	1	3	1	6	6	1	3
21.59	1	-56	-30	2	-38	-8	-52	4	1	2	1	7	4	1	3
22.14	0	-56	-29	1	-38	-4	-57	4	1	3	1	5	6	1	3
22.29	0	-56	-33	1	-38	-5	-52	3	2	3	1	5	6	1	3

EQR

Wechselimpuls

Stoerabstand

Brumm

Synchronimp.

Burst

Fartraeger

Laufzeitfehler

Fehlern

Deckchranze

2 T - Hoehs

2 T - Ueberechr.

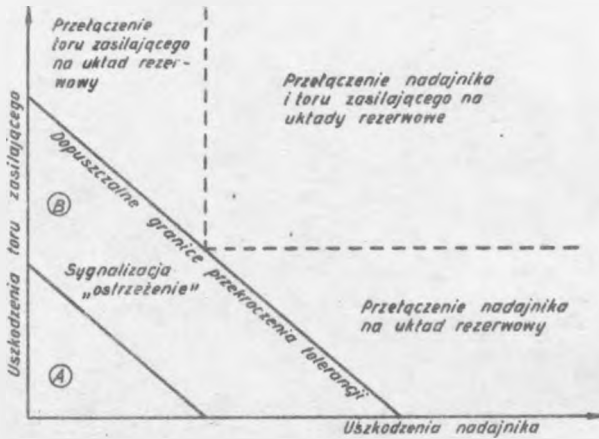
diff. Ansp.

diff. Phase

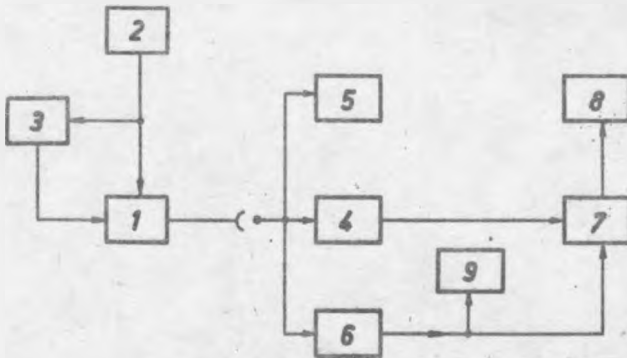
ent. Linear

Intensitat

Rys. 36. Protokól pomiaru linii radiowej

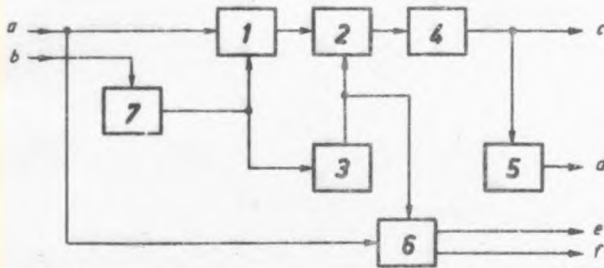


Rys. 38. Działanie układu kontroli nadajników



Rys. 39. Układ blokowy przyrządu do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych w każdej linii DAVID

1 - generator sygnałów pomiarowych, 2 - urządzenie programujące, 3 - urządzenie kodujące, 4 - układ przekształcający sygnały pomiarowe, 5 - układ wytwarzający sygnały impulsowe, 6 - dekodery, 7 - woltomierz cyfrowy, 8 - drukarka, 9 - wskaźnik wartości granicznych



Rys. 40. Układ blokowy przyrządu do automatycznych pomiarów parametrów sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych oraz w każdej linii

1 - układ odtwarzania składowej stałej, 2 - układ wydzielenia i próbkowania fragmentów sygnałów pomiarowych, 3 - układ wytwarzania impulsów wydzielających fragmenty sygnałów pomiarowych, 4 - wzmacniacz, 5 - układ przekształcania sygnału analogowego na sygnały kodu cyfrowego, 6 - układ wytwarzania sygnałów wskaźnikowych określających miejsce pomiaru na sygnale wizyjnym i obrazie telewizyjnym, 7 - układ wytwarzający impulsy synchronizujące: a - całkowity sygnał wizyjny, b - całkowity sygnał wizyjny lub synchronizujący, c - wyjściowy sygnał analogowy, d - sygnały kodu cyfrowego, e, f - sygnały wizyjne ze wskaźnikiem impulsowym do oscyloskopu i monitora

