

Oscyloskop HM504

INSTRUKCJA OBSŁUGI

DYSTRYBUCJA I SERWIS:


„NDN - Z. Daniluk”


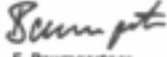
02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15

tel./fax (0-22) 641-15-47, 641-61-96

e-mail: ndn@ndn.com.pl

SPIS TREŚCI

KARTA KATALOGOWA HM504	3	WYZWALANIE I PODSTAWA CZASU.....	27
INFORMACJE PODSTAWOWE	4	Wyzwalanie automatyczne międzyszczytowe	27
Stosowane symbole	4	Tryb normalny wyzwalania.....	27
Zastosowanie uchwytu.....	4	Zbocze wyzwalające 	27
Zasady bezpieczeństwa	4	Sprzężenie wyzwalania	28
Przeznaczenie i środowisko pracy przyrządu.....	4	Wyzwalanie sygnałów TV.....	28
Kompatybilność elektromagnetyczna.....	5	Wyzwalanie przebiegiem sieci zasilającej (~).....	29
Warunki gwarancji.....	5	Wyzwalanie przemienne.....	29
Utrzymanie i konserwacja.....	5	Wyzwalanie sygnałem zewnętrznym.....	29
Ochrona przed przeciążeniem.....	5	Diodowy wskaźnik wyzwalania	29
Zasilanie	5	Regulacja czasu podtrzymania (HOLD OFF)	30
RODZAJE SYGNAŁÓW WEJŚCIOWYCH.....	6	Opóźniona podstawa czasu / 2. układ wyzwalania.....	30
Pomiary amplitudy.....	6	FUNKCJA SAMONASTAWNOŚCI (AUTO SET).....	32
Całkowite napięcie wejściowe	7	ODCZYT WARTOŚCI ŚREDNIEJ NAPIĘCIA.....	32
Pomiary czasu	8	TESTER PODZESPOŁÓW	33
Pomiary czasu narastania	8	Wprowadzenie	33
Podłączenie badanego sygnału	9	Obsługa testera.....	33
REGULATORY I WSKAŹNIKI EKRANOWE	10	Zasady testów.....	33
A: Ustawienia podstawowe	10	Obrazy testowe	33
B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego	10	Test rezystorów.....	33
C: Wskaźniki ekranowe (READOUT).....	10	Test kondensatorów i induktorów	33
D: Funkcje regulatorów i gniazd przyrządu	11	Test półprzewodników	34
E: Menu główne (MAIN MENU)	22	Test diod.....	34
CZYNNOŚCI WSTĘPNE.....	23	Test tranzystorów.....	34
Korekcja równoległości śladu	23	Testy podzespołów w obwodach	35
Warunki kompensacji sondy pomiarowej.....	23	KALIBRACJA OSCYLOSKOPU	35
Kompensacja sygnałem 1kHz	23	INTERFEJS RS232 - ZDALNE STEROWANIE	36
Kompensacja sygnałem 1MHz	24	Zasady bezpieczeństwa	36
Praca układu odchyłania pionowego w trybach Yt	24	Wprowadzenie	36
Praca oscyloskopu w trybie X-Y	25	Kabel do transmisji szeregowej (RS-232)	36
Pomiar przesunięcia fazowego za pomocą krzywych		Protokół transmisyjny RS-232.....	36
Lissajous.....	25	Ustawianie szybkości transmisji.....	36
Pomiar różnicy faz w trybie DUAL (Yt).....	26	Przesyłanie danych	36
Pomiar sygnałów z modulacją amplitudy	26		

	KONFORMITÄTSERKLÄRUNG DECLARATION OF CONFORMITY DECLARATION DE CONFORMITE	
Herstellers Manufacturer Fabricant	HAMEG GmbH Kelsterbacherstraße 15-19 D - 60528 Frankfurt	Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées
Bezeichnung / Product name / Designation: Oszilloskop/Oscilloscope/Oscilloscope	Sicherheit / Safety / Sécurité EN 61010-1: 1993 / IEC (CEI) 1010-1: 1990 A 1: 1992 / VDE 0411: 1994 EN 61010-1/A2: 1995 / IEC 1010-1/A2: 1995 / VDE 0411 Teil 1/A2: 1996-05 Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: B Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2	Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table / tableau 4: Klasse / Class / Classe B. Störfestigkeit / Immunity / Immunité: Tabelle / table / tableau A1.
Typ / Type / Type: HM507 mit / with / avec: - Optionen / Options / Options: mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes	EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE	EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Emissions de courant harmonique: Klasse / Class / Classe D.
Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC Directive des équipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE	EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.	Datum / Date / Date 25.02.2002
		Unterschrift / Signature / Signature  E. Baumgartner Technical Manager / Directeur Technique

Podstawowe informacje dotyczące certyfikatu CE

Produkty firmy HAMEG Instruments spełniają wymogi certyfikatu kompatybilności elektromagnetycznej CE. Wyroby firmy są testowane zgodnie z normami właściwymi dla danego rodzaju i typu urządzenia. Gdy dla określonego parametru obowiązują różne wartości graniczne, firma stosuje te, które przewidują najostrejsze wymogi. W przypadku testów emisyjnych stosowane są normy obowiązujące dla urządzeń użytku domowego, komercyjnego i dla przemysłu lekkiego. Z kolei testy odporności (podatności) produkowanych urządzeń na zakłócenia elektromagnetyczne przeprowadzane są przez HAMEG według standardów dla urządzeń przemysłowych.

Kable pomiarowe i przewody do transmisji danych mają znaczący wpływ na emisję zakłóceń i odporność danego urządzenia na zakłócenia EM a tym samym na spełnienie wymogów norm kompatybilności. Zależnie od zastosowania używane przewody i kable mogą być różnego typu i jakości, dlatego ze względu na wymogi kompatybilności EM należy podczas pomiarów przestrzegać podanych niżej zaleceń i warunków:

1. Przewody do transmisji cyfrowej

Kable wykorzystywane do sterowania i transmisji cyfrowej między przyrządami i urządzeniami peryferyjnymi (komputer, drukarka, interfejs itp.) muszą być odpowiednio ekranowane. Jeżeli w instrukcji obsługi urządzenia nie podano inaczej, należy przyjąć zasadę, że przewody takie nie mogą być dłuższe niż 3 metry i powinny być stosowane tylko w pomieszczeniach. Jeżeli interfejs wyposażony jest w kilka gniazd połączeniowych, to w czasie pracy można do niego podłączyć tylko jeden przewód transmisyjny.

Podstawowym warunkiem gwarantującym prawidłowość transmisji cyfrowej jest stosowanie przewodów podwójnie ekranowanych. Z przeznaczeniem dla szyny danych standardu IEEE firma HAMEG produkuje kable połączeniowe HZ72S i HZ72L.

2. Przewody pomiarowe (sygnałowe)

Podstawową zasadą w technice pomiarowej jest stosowanie do połączenia wejścia przyrządu z punktem pomiarowym możliwie najkrótszych przewodów. Jeżeli w instrukcji obsługi urządzenia nie podaje się inaczej, to należy starać się, aby przewody sygnałowe nie przekraczały długości 3 metrów i były stosowane tylko w pomieszczeniach.

Przewody sygnałowe powinny być ekranowane (np. przewód koncentryczny typu RG58/U) ze względu na możliwość indukowania zakłóceń oraz powstawanie strat transmisji i zniekształceń mierzonego sygnału. Przy współpracy oscyloskopu z generatorami sygnałowymi należy wykorzystywać przewody podwójnie ekranowane (RG223/U, RG214/U).

3. Wpływ zewnętrznych pól elektromagnetycznych

Podczas pracy w obecności silnych pól elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości nie da się uniknąć ich wpływu na pracę oscyloskopu, nawet przy starannym ustawieniu i regulacji przyrządu. Pola takie nie powodują wprawdzie ani uszkodzenia urządzenia, ani nie uniemożliwiają pomiarów, jednak wprowadzają błędy odczytu, które w indywidualnych przypadkach mogą być większe niż wynika to ze specyfikacji przyrządu.

4. Odporność oscyloskopów na zakłócenia w.cz.

4.1 Pola elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości

Wpływ pól elektrycznych i magnetycznych w.cz. może być widoczny na ekranie oscyloskopu (np. w postaci przebiegu nałożonego na obserwowany sygnał), gdy ich natężenie jest odpowiednio wysokie. W większości przypadków zakłócenia przedostają się do obwodów przyrządu poprzez badane urządzenie, sieć zasilającą, przewody pomiarowe, linię transmisyjną zdalnego sterowania i/lub promieniowanie radiowe. Należy pamiętać, że pola takie wpływają na pracę zarówno badanego urządzenia, jak i oscyloskopu.

Mimo, że obwody wewnętrzne oscyloskopu są ekranowane przez obudowę, promieniowanie EM może przedostać się bezpośrednio przez otwór ekranu. Ponieważ pasmo każdego ze stopni wzmacniacza odchylenia pionowego jest większe niż -3dB pasmo przenoszenia oscyloskopu, to zauważalny na ekranie może być wpływ pól w.cz. nawet o wyższych częstotliwościach.

4.2 Impulsy zakłócające o krótkim czasie trwania / wyładowania elektrostatyczne

Krótkotrwałe, zakłócające impulsy elektryczne mogą przedostawać się do obwodów oscyloskopu bezpośrednio z sieci zasilającej lub pośrednio poprzez przewody pomiarowe lub linię zdalnego sterowania. Ze względu na wysoką czułość wejściową i układu wyzwalania przyrządu impulsy zakłócające (z reguły o wysokim poziomie) mogą zaburzać pracę układu sterowania i pojawiać się na ekranie – jest to zjawisko nieuniknione. Podobny efekt może być spowodowany bezpośrednimi lub pośrednimi wyładowaniami elektrostatycznymi.

HAMEG GmbH

DANE TECHNICZNE

Odchylenie pionowe

Tryby odchylenia: CHI lub CHII, oba kanały jednocześnie ALT lub CHOP (częstotliwość siekania ok. 0,5MHz), suma lub różnica kanałów (odwracanie przebiegu kanału 2.),

Tryb X-Y: kanał 1. - oś X; kanał 2. - oś Y

Pasmo: 2 x DC÷50MHz (-3dB)

Czas narastania: < 7ns; **przerzut:** ≤ 1%

Współczynnik odchylenia: 14 kalibrowanych pozycji (krok co 1-2-5 wartości)

1mV/dz-2mV/dz: ± 5% (DC÷10MHz (-3dB))

5mV/dz-20V/dz: ± 3% (DC÷50MHz (-3dB))

z płynną regulacją w stosunku 2,5:1 do **50V/dz** (wart. niekalibrowana)

Impedancja wejściowa: 1MΩ // 18pF

Sprzężenie wejścia: DC-AC-GD (masa)

Napięcie wejściowe: maks. 400V (DC+AC_p)

Wyzwalanie

Auto (p-p): ≥ 0,5dz, 20Hz÷100MHz

Normal (regulacja poziomu): ≥0,5dz, 0÷100MHz

Sygnalizacja wyzwalania: dioda LED

Zbocze: narastające lub opadające

Źródło: kanał 1. lub 2., naprzemiennie 2kanały

(0,8dz), sygnał zewnętrzny (EXT), sieć (Line)

Sprzężenie: AC(10Hz÷100MHz),

DC(0÷100MHz), HF (50kHz÷100MHz), LF

(0÷1,5kHz)

Wyzwalanie 2. podstawy czasu: tryb normalny z regulacją poziomu i zbocza

Sygnał zewnętrzny: ≥ 0,3V_{p-p}, (0Hz÷50MHz)

Separator impulsów synchronizacji TV: impulsy synchronizacji linii i ramki (dodatknie i ujemne)

Odchylenie poziome

Podstawa czasu: 22 kalibrowane pozycje od 0,5s/dz do 50ns/dz (krok co 1-2-5 wartości), dokładność ± 3%, regulacja płynna w zakresie 2,5:1 do >1,25s/dz (wart. niekalibrowana)

Opóźnienie: 140ms÷200ns (płynna regulacja)

HOLD OFF (czas podtrzymania): regulacja 10:1

Wzmocniacz odchylenia (oś X): 0÷3MHz (-3dB)

Przesunięcie fazy w trybie X-Y: < 3° (<120kHz)

Ustawienia parametrów / ekran

Auto-set: automatyczny dobór parametrów

Ręcznie: przyciski i regulatory na płycie czołowej

Pamięć ustawień: 9 nastaw użytkownika

Wskaźniki ekranowe (Readout): odczyt ustawień parametrów i wyników pomiarów

Pomiary automatyczne: częstotliwość, okres, V_{dc}, V_{pp}, V_{p+}, V_{p-}

Pomiary kursorowe: ΔV, Δt lub 1/Δt (częstot.), wzmocnienie, czas narastania, pomiary względne X i Y, napięcie V-GND, kąt fazowy

Częstościomierz: 4 cyfry, (0,01% ±1cyfra), zakres 0,5Hz÷100MHz

Interfejsy (wyposażenie standardowe): RS-232 (do zdalnego sterowania), opcja : transmisja sygnałów sterujących przez linię optyczną: **HZ70**

Tester podzespołów

Napięcie testowe: ok. 7Vrms (bez obciążenia)

Częstotliwość: ok. 50Hz

Prąd testowy: ok. 7mArms (zwarłe wejście)

Jedno przewód pomiarowy ochronnie połączony z zaciskiem uziemienia.

Dane ogólne

Lampa: 8x10cm, wewnętrzna siatka, napięcie anodowe ok. 2kV

Modulacja nasycenia (oś Z): maks. +5V (TTL)

Kalibrator: prost. 1Hz-1MHz, (t_n<4ns), 0,2V± 1%

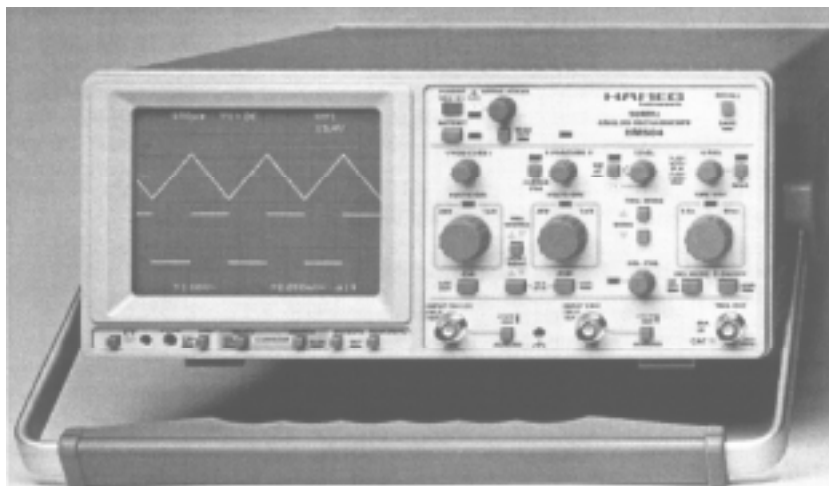
Zasilanie: 100÷240V ±10%, 50/60Hz

Pobór mocy: ok. 34W przy 50Hz

Temperatura otoczenia: 10°C do +40°C

Wymiary i waga: 285 x 125 x 380mm; ok. 5,4kg

Klasa bezpieczeństwa: I (EN61010, IEC1010-1)



50MHz oscyloskop analogowy HM504

Samonastawność (Auto-Set) / wskaźniki ekranowe (Readout) /

7 pomiarów automatycznych / 100MHz częstościomierz – pomiar częstotliwości i okresu przebiegu z 4-cyfrowym odczytem / pamięć 9 ustawień (Save/Recall) / interfejs szeregowy RS-232

2 kanały: DC ÷ 50MHz, 1mV/dz ÷ 50V/dz, tester podzespołów, wyzwalanie: DC +100MHz (automat. międzyszczytowe) ≥0,5dz, podstawa czasu: 0,5s÷10ns/dz, wyzwalanie z opóźnieniem, niezależny układ wyzwalania 2. (opóźnionej) podstawy czasu

Nowy, 50MHz oscyloskop analogowy **HM504** jest przyrządem o unikalnych parametrach eksploatacyjnych wśród urządzeń w tej klasie cenowej. Do wyjątkowych funkcji urządzenia należy m.in. 100MHz częstościomierz z możliwością pomiaru okresu oraz funkcja pomiarów automatycznych 5 parametrów napięciowych sygnału. Podstawą wysokiej jakości pomiarów jest lampa oscyloskopowa charakteryzująca się praktycznie nieograniczoną rozdzielczością w obu kierunkach odchylenia, co w połączeniu z idealnymi charakterystykami tłumika i wzmacniacza wejściowego pozwala na możliwie najdokładniejsze odtworzenie przebiegu na ekranie. Charakterystyka wzmacniacza odchylenia pionowego o 50MHz(-3dB) paśmie pozwala na obserwację przebiegów o częstotliwościach wyższych od 100MHz. Jednocześnie precyzyjny układ wyzwalania i podstawa czasu o wysokiej rozdzielczości (maks. 10ns/dz) umożliwiają stabilne i wyraźne wyświetlanie takich sygnałów. Praca z opóźnioną podstawą czasu znacznie upraszcza analizę sygnałów asynchronicznych i złożonych zarówno w trybie swobodnym, jak i podczas synchronizacji z wykorzystaniem 2. niezależnego układu wyzwalania.

Ergonomicznie zaprojektowana płyta czołowa oscyloskopu HM504 upraszcza obsługę poszczególnych jego funkcji. Szczególnym ułatwieniem dla użytkownika jest funkcja samonastawności. Naciśnięcie przycisku AUTOSSET powoduje automatyczne ustawienie parametrów pomiaru optymalnie dla sygnału wejściowego i tym samym każdy przebieg może być natychmiast prawidłowo odtworzony na ekranie. Oczywiście dowolny z parametrów może być regulowany ręcznie, co jest często wymagane przy obserwacji sygnałów złożonych lub dla spełnienia specjalnych warunków obserwacji. Pamięć ustawień (SAVE/RECALL) pozwala zachować w nieulotnej pamięci do 9 kompletnych nastaw przyrządu i odtworzyć je w dowolnym momencie. Dodatkową zaletą oscyloskopu jest możliwość zdalnego sterowania przez wbudowany interfejs RS-232. Odpowiednie oprogramowanie narzędziowe wchodzi w skład wyposażenia standardowego. Ustawienia regulatorów płyty czołowej oraz wybrane parametry są wyświetlane w postaci alfanumerycznej na ekranie (Readout). Napięcie, częstotliwość, okres, kąt fazowy, czas narastania, wzmocnienie oraz stosunek wielkości w osi X i Y mogą być wyznaczone za pomocą funkcji pomiarów kursorowych. Sondy z przełączanym tłumieniem (x1 lub x10) umożliwiają prawidłowy odczyt współczynnika odchylenia i amplitudy sygnału bez kopotliwych przeliczeń. HM504 oferuje także tryb XY pracy układów odchylenia, prostokątny sygnał kalibracyjny (częstotliwość przełączana dekadowo od 1Hz do 1MHz), tester podzespołów oraz modulację nasycenia (oś Z).

Wyposażenie: instrukcja obsługi + oprogramowanie narzędziowe PC na płycie CD, 2 sondy 1:1/10:1, kabel sieciowy

INFORMACJE PODSTAWOWE

Oscyloskop HM504 jest bardzo łatwy w obsłudze. Logicznie rozplanowane na płycie czołowej elementy regulacyjne pozwalają na szybkie zapoznanie się z obsługą przyrządu, mimo to zaleca się - nawet doświadczonym użytkownikom - dokładne przeczytanie niniejszej instrukcji w celu dokładnego zapoznania się z wszystkimi funkcjami oferowanymi przez oscyloskop.

Niezwłocznie po rozpakowaniu przyrządu należy sprawdzić, czy nie ma on śladów uszkodzeń mechanicznych lub luźno przemieszczających się części wewnątrz obudowy. Jeżeli uszkodzenia takie zostaną stwierdzone, należy jak najszybciej powiadomić sprzedawcę sprzętu i w żadnym przypadku nie włączać urządzenia do sieci.

Stosowane symbole



Zachować ostrożność! Bezwzględnie przestrzegać zaleceń instrukcji obsługi.



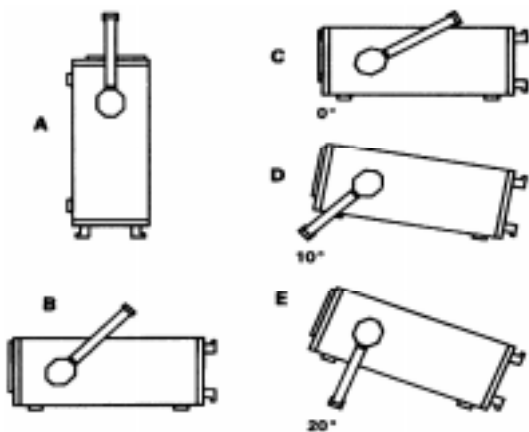
UWAGA! WYSOKIE NAPIĘCIE !



Zacisk ochronny (uziemięcie)

Zastosowanie uchwytu

Za pomocą ruchomego uchwytu oscyloskop można ustawiać na stanowisku pracy pod różnymi kątami tak, aby widoczność ekranu była jak najlepsza. Uchwyt samoczynnie blokuje się w kilku pozycjach. W czasie przenoszenia przyrządu rączka ustawia się (pod ciężarem oscyloskopu) w stabilnym, pionowym położeniu (A). Ustawiając oscyloskop na stole, można wybrać jedno z trzech położenia: poziome (C), z nachyleniem 10° (D) lub z nachyleniem 20° (E). W pozycji C uchwyt należy przesunąć na górną ściankę. Aby uzyskać pochylenie 10° (D), należy obracać uchwyt w kierunku podstawy przyrządu, aż do zablokowania w odpowiedniej pozycji. Pochylenie 20° (E) uzyskuje się, naciskając rączkę z siłą wystarczającą do zwolnienia zatrzasku i przesuwając ją pod przyrząd do następnego stabilnego położenia (wyczuwalny zaskok). Można również przenosić oscyloskop poziomo, ustawiając uchwyt w pozycji B, ale w tym przypadku należy drugą ręką unieść przyrząd, gdyż pod jego ciężarem uchwyt może przeskoczyć do pozycji A.



Zasady bezpieczeństwa

Przyrząd został zaprojektowany i przetestowany zgodnie z normą IEC1010-1 (kategoria przepięciowa II, stopień zanieczyszczeń 2), ustalającą wymagania bezpieczeństwa dla elektronicznego sprzętu pomiarowego. Producent gwarantuje, że oscyloskop spełnia wymagania normy IEC1010-1 i zgodnej z nią normy EN61010-1 (CENELEC).

W poniższej instrukcji zawarto wszelkie niezbędne informacje i ostrzeżenia, których przestrzeganie jest warunkiem bezpiecznej pracy z oscyloskopem oraz zachowania parametrów bezpieczeństwa jego konstrukcji przez cały okres eksploatacji.

Obudowa przyrządu, chassis i wszystkie wejścia pomiarowe są podłączone do zacisku ochronnego wtyku sieciowego. Oscyloskopy są urządzeniami I klasy bezpieczeństwa, zatem muszą być zasilane z gniazda sieciowego z kołkiem uziemiającym poprzez kabel z przewodem ochronnym (3-żyłowy). Należy pamiętać o zachowaniu ciągłości przewodu ochronnego w przypadku konieczności stosowania przedłużacza kabla zasilającego.

Podłączenie przyrządu do sieci zasilającej powinno być dokonane przed przystąpieniem do zestawiania połączeń obwodu pomiarowego.

Wszystkie uziemione - dostępne dla obsługi - metalowe części przyrządu (obudowa, gniazda, złącza) oraz kontakty wtyku sieciowego badano na wytrzymałość izolacji napięciem stałym 2200V.

W szczególnych warunkach w obwodzie mierzonym może pojawić się przydźwięk sieci (napięcie tętnień o częstotliwości 50Hz) ze względu na prądy upływu między przyrządem pomiarowym a badanym urządzeniem, również zasilanym z sieci prądu przemiennego. Zjawisko to można zlikwidować, zasilając badane urządzenie poprzez transformator separujący (II klasa bezpieczeństwa). Większość lamp oscyloskopowych jest źródłem promieniowania rentgenowskiego, jednak wielkość równoważnej dawki promieniowania generowanego przez omawiany oscyloskop jest znacznie mniejsza niż dopuszczalna tj. 36pA/kg (0,5mR/h).

Jeżeli zachodzi podejrzenie, że parametry przyrządu w zakresie ochrony przeciwporażeniowej uległy pogorszeniu, nie należy z niego korzystać, a do czasu naprawy urządzenie powinno być zabezpieczone przed przypadkowym użyciem. Prawdopodobieństwo utraty lub pogorszenia parametrów bezpieczeństwa oscyloskopu wzrasta w szczególności, gdy:

- przyrząd jest w widoczny sposób uszkodzony,
- występują trudności w wykonaniu zamierzonych pomiarów,
- urządzenie było długo przechowywane w niesprzyjających warunkach (na otwartym powietrzu lub w atmosferze o dużej wilgotności),
- w czasie transportu przyrząd był poddany silnym wstrząsom lub uderzeniom (m.in. z powodu niewłaściwego opakowania).

Przeznaczenie i środowisko pracy przyrządu

Przyrząd powinien być obsługiwany przez wykwalifikowany personel, przeszkolony z zakresu zasad bezpiecznej pracy z urządzeniami elektrycznymi. Oscyloskop jest przeznaczony do zastosowań w przemyśle ciężkim i lekkim, serwisie urządzeń elektronicznych i w warunkach domowych.

Ze względu na warunki bezpieczeństwa przyrząd może być zasilany jedynie z gniazda sieciowego wyposażonego w kołek uziemiający podłączony do przewodu ochronnego sieci. Ciągłość przewodu ochronnego musi być zachowana na całej długości kabla sieciowego. Wtyczka kabla zasilającego oscyloskopu musi być włączona do gniazda sieciowego przed podłączeniem przewodów pomiarowych do badanego urządzenia.

Przyrząd zaprojektowano do pracy w pomieszczeniach zamkniętych. Dozwolona temperatura otoczenia w czasie pracy wynosi od +10°C do +40°C, przy czym możliwa jest - bez pogorszenia warunków bezpieczeństwa - krótkotrwała praca w temperaturze -10°C do +10°C. Oscyloskop można przechowywać w temperaturze -40°C do +70°C. Maksymalna wysokość n.p.m., na której może pracować przyrząd bez

pogorszenia parametrów, wynosi 2200m (nie dopuszczalna jest praca na wysokości pow. 15000m). Wilgotność względna powietrza nie może przekraczać 80%.

W sytuacji, gdy możliwa jest kondensacja pary wodnej na elementach przyrządu (np. przy przeniesieniu urządzenia z niskiej temperatury do pomieszczenia o temperaturze pokojowej), należy przed włączeniem przyrządu odczekać do wyrównania się temperatury urządzenia i otoczenia. W szczególnych przypadkach, np. przy długotrwałym transporcie oscyloskopu w warunkach zimowych i bardzo niskiej temperaturze zewnętrznej należy - w celu aklimatyzacji - pozostawić przyrząd na stanowisku pracy na dwie godziny przed przystąpieniem do pomiarów. Oscyloskop nie powinien pracować w pomieszczeniach o dużej wilgotności i zapyleniu oraz w atmosferze zawierającej gazy wybuchowe i agresywne korozyjnie. Położenie przyrządu w czasie pracy jest dowolne, o ile nie zostanie ograniczona cyrkulacja powietrza chłodzącego. Do pracy ciągłej zaleca się pracę na stole pomiarowym w pozycji poziomej z lekkim pochylem ustalonym uchwytem.

Podane w specyfikacji tolerancje parametrów dotyczą pracy w temperaturze +15°C do +30°C po 30-minutowym nagrzewaniu przyrządu. Parametry podane bez tolerancji odpowiadają średniej wartości danej parametru dla typowego urządzenia.

Kompatybilność elektromagnetyczna

Oscyloskop spełnia europejskie normy kompatybilności elektromagnetycznej: ogólna norma odporności na zakłócenia EN50082-2: 1995 (dla warunków przemysłowych) oraz ogólna norma emisyjna EN50081-1: 1992 (urządzenia do zastosowań domowych, komercyjnych i dla przemysłu lekkiego). Był zatem testowany z zastosowaniem najostrzejszych wymagań.

Należy zaznaczyć, że podczas pracy w obecności silnych pól elektromagnetycznych sygnały pochodzące od tych pól mogą nakładać się na sygnał mierzony.

W pewnych warunkach zjawisko takie jest nie do uniknięcia ze względu na bardzo dużą czułość, wysoką impedancję wejściową i szerokie pasmo oscyloskopu. Stosowanie ekranowanych przewodów pomiarowych oraz ekranowanie i uziemianie badanego urządzenia może zredukować lub wyeliminować wpływ takich zakłóceń na wynik pomiarów.

Warunki gwarancji

HAMEG udziela 2-letniej gwarancji, że przyrząd zakupiony przez użytkownika jest wolny od wad materiałowych i produkcyjnych. Gwarancja nie dotyczy żadnych uszkodzeń, które powstaną z powodu niezgodnej z instrukcją obsługi, konserwacji oraz niewłaściwego utrzymania oscyloskopu. Na mocy niniejszej gwarancji firma HAMEG nie jest zobowiązana do zapewnienia bezpłatnego serwisu urządzeń, które uległy uszkodzeniu z powodu napraw lub przeróbek obwodów wewnętrznych, dokonywanych przez osoby nie będące przedstawicielami firmy.

Warunkiem realizacji uprawnień gwarancyjnych jest zgłoszenie faktu uszkodzenia przyrządu sprzedawcy, u którego użytkownik zakupił urządzenie. Każdy przyrząd opuszczający fabrykę jest testowany w czasie 10-godzinnego cyklu starzenia. Podczas takiego testu zostają wykryte praktycznie wszystkie usterki, które mogą powstać w procesie produkcji. Ponieważ duża część uszkodzeń powstaje w czasie transportu przyrządów do sprzedawcy lub klienta, należy przy odbiorze zawsze zwracać uwagę na całość oryginalnego opakowania. HAMEG nie ponosi odpowiedzialności za usterki przyrządu wynikłe z rażącego niedbalstwa przewoźnika, sprzedawcy lub klienta.

W przypadku zgłoszenia reklamacyjnego należy do przyrządu załączyć (najlepiej przykleić do obudowy) etykietę ze

szczegółowym opisem objawów uszkodzenia. Dobrze jest też umieścić tam swoje nazwisko i dokładny numer telefonu (z numerem kierunkowym kraju i miasta), co jest pomocne dla uzyskania przez obsługę serwisu ewentualnych, bardziej szczegółowych informacji i może zdecydowanie przyspieszyć realizację roszczeń gwarancyjnych.

Utrzymanie i konserwacja

Dla zachowania gwarantowanej dokładności i niezawodności oscyloskopu przez wiele lat należy dokonywać w określonych odstępach czasu kalibracji i sprawdzenia jego charakterystycznych parametrów. Opisana w dalszej części instrukcji procedura sprawdzania parametrów przyrządu nie wymaga zastosowania specjalistycznego i drogiego sprzętu pomiarowego, aczkolwiek bardzo zalecany jest zakup testera oscyloskopów typu **HZ60** firmy **HAMEG**, który mimo niskiej ceny pozwala na łatwe oraz bardzo dokładne pomiary podstawowych parametrów i charakterystyk oscyloskopów i sond pomiarowych. Oscyloskop należy utrzymywać w czystości. W tym celu powinien być regularnie odkurzany za pomocą czystej i suchej szmatki. Trudne do usunięcia zabrudzenia obudowy lub uchwytu (części aluminiowych i plastikowych) należy zmywać szmatką zwilżoną 1% roztworem detergentu. Tłuste zanieczyszczenia można usuwać spirytem lub benzyną ekstrakcyjną. Powierzchnię ekranu można czyścić wodą lub benzyną ekstrakcyjną (nie-dopuszczalne jest używanie spirytusu lub rozpuszczalników), a następnie należy wytrzeć ją do sucha czystą, nie pozostawiającą resztek tkaniny, szmatką.

W żadnym wypadku substancje płynne nie mogą dostać się do wnętrza obudowy! Użycie innych środków czyszczących niż wymienione wyżej może spowodować uszkodzenie powierzchni plastikowych i lakierowanych.

Ochrona przed przeciążeniem

Oscyloskop został wyposażony w zasilacz impulsowy, którego obwody zapewniają ochronę przyrządu przed przepięciami i przeciążeniem. W razie zaistnienia przeciążenia lub przepięcia zasilacz automatycznie redukuje pobór mocy do minimum. W takim przypadku słychać charakterystyczny dźwięk przypominający tykanie.

Zasilanie

Oscyloskopy są przystosowane do zasilania z sieci prądu przemiennego o napięciu od 100V do 240V. Przy innych napięciach zasilacz nie będzie działał prawidłowo.

Gniazdo bezpiecznika sieciowego jest dostępne bez otwierania obudowy oscyloskopu i mieści się na tylnej ścianie urządzenia nad 3-stykowym złączem sieciowym. Zdjęcie pokrywki gniazda bezpiecznikowego jest możliwe po wyjęciu ze złącza nasadki kabla sieciowego. Oprawkę bezpiecznika zdejmuje się, zwalniając zaczepy z lewej i prawej strony pokrywki, przez ich naciśnięcie końcówką małego śrubokręta w kierunku środka pokrywki. Wymieniając bezpiecznik, należy zwrócić uwagę, aby obie jego końcówki zostały dokładnie umieszczone w gnieździe (do zaskoku). Po wymianie bezpiecznika pamiętać o założeniu i zatrząnięciu pokrywki.

Zabronione jest stosowanie innego typu bezpieczników niż podano w specyfikacji oraz zwieranie gniazda bezpiecznikowego. **HAMEG** nie ponosi żadnej odpowiedzialności za skutki nieprzestrzegania tych zaleceń, natomiast stwierdzenie takiego faktu powoduje całkowitą utratę gwarancji na przyrząd.

Bezpiecznik sieciowy:

Wymiary: 5 x 20 mm

Napięcie znamionowe: 250VAC

Norma: IEC 127, DIN 41662
lub DIN 41571

Prąd znamionowy: 0,8A

Charakterystyka czasowa: zwłoczny (T)



Uwaga !

Wewnątrz modułu zasilacza impulsowego zlokalizowany jest drugi bezpiecznik:

Wymiary: 5 x 20 mm

Napięcie znamionowe: 250 VAC

Norma: IEC 127, DIN 41662
lub DIN 41571

Prąd znamionowy: 0,8A

Charakterystyka czasowa: szybki (F)

Bezpiecznik ten może być wymieniony wyłącznie przez uprawnionego pracownika serwisu !

RODZAJE SYGNAŁÓW WEJŚCIOWYCH

Oscyloskop **HM504** pozwala na obserwację i pomiary napięcia stałego oraz większości sygnałów okresowych w paśmie co najmniej do 50MHz (-3dB).

Wzmacniacze odchylenia pionowego zaprojektowano pod kątem zmniejszenia przerostów i przedrostów impulsów, co gwarantuje wierne odtworzenie sygnałów wejściowych na ekranie.

Rysowanie na ekranie przebiegów sinusoidalnych o częstotliwościach leżących w paśmie przenoszenia oscyloskopu nie stwarza żadnych problemów, ale przy pomiarach napięciowych sygnałów o wysokich częstotliwościach należy brać pod uwagę narastający błąd, który wynika ze spadku wzmocnienia w miarę wzrostu częstotliwości. Błąd ten staje się zauważalny od około 14MHz. Przy 30MHz wzmocnienie maleje około 10%, a rzeczywiste napięcie jest 11% wyższe niż zmierzone na ekranie. Wartości redukcji wzmocnienia nie można podać w specyfikacji, gdyż -3dB pasmo przenoszenia wzmacniacza odchylenia pionowego zmienia się od 50MHz do 55MHz dla różnych egzemplarzy oscyloskopu.

Podczas analizy przebiegów prostokątnych lub impulsowych należy mieć na uwadze składowe harmoniczne sygnału. Takie przebiegi będą dokładnie odwzorowane na ekranie, gdy częstotliwość podstawowa sygnału będzie znacznie niższa od górnej częstotliwości granicznej wzmacniacza odchylenia pionowego.

Wyświetlanie sygnałów złożonych może być utrudnione, szczególnie gdy ich składowe o częstotliwości podstawowej (częstotliwości powtarzania) nie mają amplitudy wystarczającej do wysterowania układu wyzwalań oscyloskopu. Taka sytuacja ma miejsce w przypadku np. paczek impulsów radiowych. Poprawę wyzwalań takich sygnałów uzyskuje się dzięki funkcji płynnej regulacji czasu podtrzymania (Hold off) lub przy wykorzystaniu drugiej podstawy czasu. Względnie łatwe wyzwalań złożonego sygnału TV umożliwia wbudowany układ aktywnego separatora impulsów synchronizacji pionowej (ramki) i poziomej (linii).

Wzmacniacze odchylenia pionowego mogą pracować

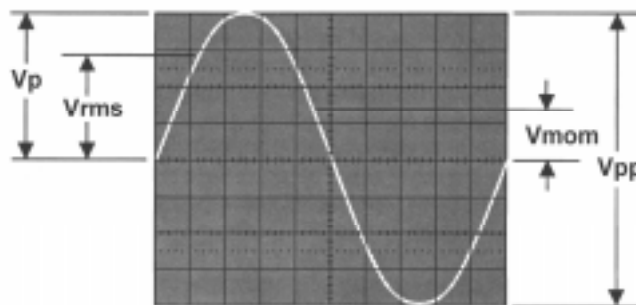
w układzie ze sprzężeniem bezpośrednim (stałoprądowym) lub pojemnościowym (zmiennoprądowym), co jest realizowane za pomocą wbudowanego na wejściu wzmacniacza przełącznika sprzężenia AC/DC. Sprzężenie stałoprądowe (DC) powinno być stosowane tylko przy włączonej szeregowo na wejściu oscyloskopu sondzie tłumiącej lub przy bardzo małej częstotliwości sygnału, albo gdy pomiar składowej stałej sygnału jest absolutnie konieczny.

Podczas obserwacji impulsów wolnozmiennych możliwe jest zniekształcanie ich wierzchołków wynikające z wpływu pojemności sprzęgających wzmacniacza przy włączonym sprzężeniu AC (dolna częstotliwość graniczna przy sprzężeniu zmiennoprądowym wynosi ok. 1,6Hz przy 3dB spadku charakterystyki). W takim przypadku zalecana jest praca ze sprzężeniem stałoprądowym pod warunkiem, że składowa stała badanego sygnału nie ma zbyt wysokiego poziomu. W przeciwnym razie sygnał musi być podłączony do wejścia oscyloskopu przez kondensator o odpowiedniej wartości pojemności i dużym napięciu przebicia. Sprzężenie stałoprądowe zalecane jest również przy pomiarach sygnałów cyfrowych i impulsowych, szczególnie o stale zmieniającym się współczynniku wypełnienia. Dzięki temu obraz przebiegu nie będzie przesuwiał się w osi pionowej ekranu przy każdej zmianie wypełnienia. Czyste sygnały stałoprądowe mogą być mierzone tylko przy sprzężeniu bezpośrednim (DC).

Pomiary amplitudy

W zastosowaniach technicznych, gdy mówi się o napięciu prądu przemiennego przy opisie lub rozwiązywaniu zagadnień z zakresu elektryczności, to z reguły jest to wartość skuteczna napięcia (rms = root-mean-square). W technice pomiarów oscyloskopowych do wyznaczania wartości bezwzględnej i zależności napięciowych sygnałów zmiennych wykorzystywana jest wartość międzyszczytowa napięcia (V_{pp}). Wartość ta odpowiada rzeczywistej różnicy potencjałów między punktami o najwyższym dodatnim i najniższym ujemnym potencjale badanego przebiegu.

Jeżeli napięcie sygnału sinusoidalnego zobrazowanego na ekranie ma być wyrażone w wartości skutecznej (rms), to zmierzona wartość międzyszczytowa napięcia musi być podzielona przez współczynnik $2\sqrt{2} = 2,83$. Zależności między charakterystycznymi wartościami napięcia przebiegu sinusoidalnego pokazano na rysunku poniżej.



Wartości charakterystyczne przebiegu sinusoidalnego

V_{rms} = wartość skuteczna ; V_p = wartość szczytowa (amplituda) ;
 V_{pp} = wartość międzyszczytowa ; V_{mom} = wartość chwilowa.

Minimalne napięcie, które trzeba podać na wejście oscyloskopu, aby ślad na ekranie osiągnął wysokość 1 działki, musi mieć wartość $1mV_{pp}$ ($\pm 5\%$), przy współczynniku odchylenia $1mV/dz$ (odczyt na ekranie) i wyłączonej diodzie VAR (wartość kalibrowana współczynnika odchylenia pionowego). Oczywiście sygnały o mniejszej amplitudzie też mogą być wyświetlane. Współczynniki odchylenia pionowego kanałów są wyrażane w mV/dz lub V/dz (wartość międzyszczytowa napięcia).

Rzeczywistą wartość napięcia wejściowego (jego wartość bezwzględna) otrzymuje się, mnożąc współczynnik odchylenia przez wysokość przebiegu na ekranie w działkach. Jeżeli sygnał podawany jest na wejście oscyloskopu poprzez sondę z tłumieniem $\times 10$, to wyliczoną wcześniej wartość należy pomnożyć przez 10. Mnożnik można zachować w pamięci oscyloskopu, aby przeliczenia były dokonywane automatycznie.

Dokładną wartość amplitudy uzyskuje się na ekranie przy potencjometrze płynnej regulacji czułości odchylenia (VAR) ustawionym na pozycji kalibrowanej (CAL).

Aktywując funkcję płynnej regulacji, współczynnik odchylenia można zmieniać w zakresie 2,5:1 ustawionej wartości kalibrowanej (patrz rozdział „Regulatory i wskaźniki ekranowe”). Tym samym możliwe jest ustawienie wszystkich pośrednich wartości czułości przez zmianę położenia przełącznika tłumika wejściowego (z krokiem 1-2-5 wartości).

Przy podłączeniu sygnału bezpośrednio na wejście oscyloskopu na ekranie mogą być wyświetlone w całości przebiegi o napięciu maksymalnie $400V_{pp}$ (tłumik wejściowy ustawiony w zakresie 20V/dz, a regulator płynnej regulacji współczynnika odchylenia na maksimum redukcji czułości tj. 2,5:1).

Przyjmując poniższe oznaczenia:

- H** = wysokość przebiegu na ekranie w działkach,
- U** = wartość napięcia wejściowego wyrażona w V_{pp} ,
- D** = współczynnik odchylenia w V/dz,

każdą z ww. wartości można obliczyć z przedstawionych niżej zależności:

$$U = D \cdot H \quad H = \frac{U}{D} \quad D = \frac{U}{H}$$

Oczywiście te trzy wartości nie mogą być zupełnie dowolne, ale muszą zawierać się w pewnych zakresach, limitowanych np. poziomem wyzwalania czy dokładnością odczytu:

- H** - od 0,5 do 8 działek (optymalnie 3,2 do 8 działek),
- U** - od $1mV_{pp}$ do $160V_{pp}$,
- D** - od 1mV/dz do 20V/dz z krokiem co 1-2-5 wartości.

Przykłady:

Ustawiona czułość odchylenia **D** = 50mV/dz (0,05V/dz), wysokość przebiegu na ekranie **H** = 4,6 działki, szukany poziom wejściowy **U** = $0,05 \times 4,6 = 0,23V_{pp}$.

Napięcie wejściowe **U** = $5V_{pp}$, ustawiony współczynnik odchylenia **D** = 1V/dz, oczekiwana wysokość przebiegu **H** = 5:1 = 5 działek.

Badany sygnał o wartości skutecznej napięcia $230V_{rms}$, napięcie wejściowe **U** = $230V_{rms} \times \sqrt{2} = 651V_{pp}$, ponieważ napięcie $>160V_{pp}$ powinno się podawać przez sondę 10:1, zatem **U** = $65,1V_{pp}$, wymagana wysokość śladu $3,2dz < H < 8dz$, zatem czułość minimalna **D** = $65,1:3,2 = 20,3V/dz$, a czułość maksymalna **D** = $65,1:8 = 8,1V/dz$, optymalnie należy ustawić czułość **D** = 10V/dz.

Maksymalna wartość napięcia wejściowego (względem poziomu zerowego) nie może przekraczać $400V_{pp}$, niezależnie od polaryzacji.

Powyższe przykłady odniesiono do siatki współrzędnych ekranu. Takie same wyniki można osiągnąć dzięki funkcji pomiarów kursorowych ΔV (patrz rozdział „Regulatory i wskaźniki ekranowe”).

Gdy sygnał wejściowy składa się z przebiegu zmiennego nałożonego na składową stałą, to maksymalna wartość szczytowa sumy obu napięć nie może przekraczać + lub -400V. Zatem dla sygnałów zmiennych, których wartość średnia jest

równa zeru, napięcie międzyszczytowe może osiągnąć wartość $800V_{pp}$.

Stosując pomiarową sondę tłumiącą o wyższym dopuszczalnym napięciu wejściowym, należy pamiętać, że jej nominalne wartości graniczne dotyczą jedynie przypadku, gdy ustawiono sprzężenie stałoprądowe wejścia oscyloskopu (sprzężenie DC).

Jeżeli sygnał stałoprądowy jest podawany na wejście oscyloskopu przy sprzężeniu AC, to dopuszczalna wartość napięcia pozostaje równa 400V.

Na tłumienie sygnału składa się rezystancja sondy oraz $1M\Omega$ rezystor wejściowy oscyloskopu, który jest odcinany przy sprzężeniu zmiennoprądowym sygnału. Należy pamiętać, że ze względu na pojemnościowy charakter rezystancji wejściowej oscyloskopu przy sprzężeniu AC poziom tłumienia sygnału wejściowego zależy od jego częstotliwości. Dla przebiegów sinusoidalnych o częstotliwościach powyżej 40Hz zależność ta jest pomijalnie mała.

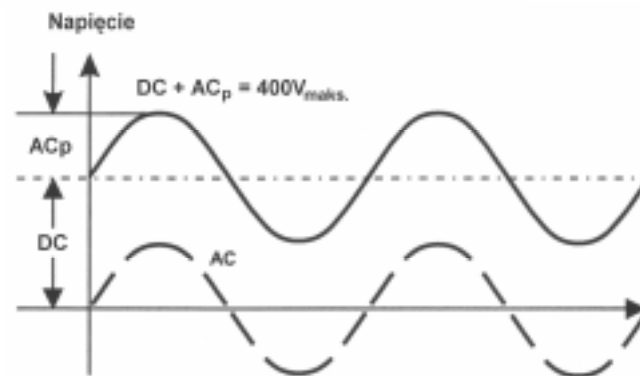
Po uwzględnieniu opisanych wyżej zastrzeżeń oscyloskop z typowymi sondami firmy HAMEG o współczynniku tłumienia 10:1 może być używany do pomiarów napięć stałych do $600V$ lub zmiennych (o wartości średniej równej 0V) do $1200V_{pp}$. Sonda HZ53 o tłumieniu 100:1 pozwala na pomiary napięć stałych do $1200V$ lub zmiennych do $2400V_{pp}$.

Należy pamiętać, że dopuszczalne napięcie szczytowe sondy ulega zmniejszeniu przy dużych częstotliwościach. Jeżeli do pomiarów sygnałów o dużej częstotliwości i wysokim napięciu wykorzystywana jest standardowa sonda 10:1, to istnieje ryzyko przebicia trymera kompensacyjnego, mostkującego rezystor szeregowy sondy, i w efekcie - uszkodzenia obwodów wejściowych oscyloskopu.

Jeżeli jednak mierzone mają być jedynie np. szczytkowe tętnienia wysokiego napięcia, to standardowa sonda jest wystarczająca, przy czym w takim przypadku sygnał powinien być podłączony do wejścia sondy przez szeregowy kondensator o pojemności ok. 22-68nF i odpowiednio dużym napięciu przebicia.

Przy włączonym sprzężeniu GD (wejście nieaktywne) za pomocą potencjometru Y-POS. można ustawić linię podstawy czasu na dowolnej poziomej linii siatki ekranu, która stanie się poziomem odniesienia 0V dla przyszłych pomiarów. Poziom zerowy powinien być wybrany powyżej lub poniżej połowy ekranu, zależnie od dewiacji względem poziomu zerowego (dodatnia lub ujemna) napięcia, które ma być mierzone.

Całkowite napięcie wejściowe



Na rysunku powyżej sinusoida narysowana linią przerywaną

przedstawia przebieg zmienny oscylujący wokół poziomu 0V. Po nałożeniu takiego przebiegu na składową stałą maksymalne napięcie wejściowe będzie równe sumie składowej stałej i dodatniej wartości szczytowej przebiegu zmiennego (DC+ AC_p).

Pomiary czasu

Zasadą jest, że większość sygnałów rysowanych na ekranie oscyloskopu ma charakter przebiegów powtarzalnych lub inaczej okresowych. Sygnały takie przyjmują określone poziomy cyklicznie, co pewien stały odcinek czasu, zwany okresem przebiegu. Ilość okresów przebiegu przypadająca na jedną sekundę nazywana jest częstotliwością powtarzania lub krócej, częstotliwością przebiegu. Zależnie od ustawienia współczynnika podstawy czasu (regulatorem **TIME/DIV.**), którego wartość odczytuje się na ekranie (readout), może być zobrazowany jeden, kilka lub tylko część okresu mierzonego sygnału. Wartość współczynnika podstawy czasu wyrażana jest w ms/dz, μs/dz lub ns/dz.

Poniższe przykłady odniesiono do siatki współrzędnych ekranu. Takie same wyniki można osiągnąć dzięki funkcji pomiarów kursorowych Δt i 1/Δt (patrz rozdział „Regulatory i wskaźniki ekranowe”).

Pomiar wybranego odcinka czasowego, np. okresu przebiegu, polega na odczytaniu na ekranie odpowiadającej mu odległości w działkach wzdłuż poziomej osi współrzędnych i pomnożeniu jej przez kalibrowaną wartość współczynnika podstawy czasu wyświetlaną na ekranie.

Współczynnik podstawy czasu można zwiększać również płynnie, maksymalnie do 2,5 razy w stosunku do ustawionej wartości kalibrowanej. Tym samym możliwe jest ustawienie wszystkich pośrednich wartości współczynnika czasu z krokiem co 1-2-5 wartości.

Przyjmując poniższe oznaczenia:

- L = długość okresu fali w działkach,
 - T = okres fali w sekundach,
 - F = częstotliwość przebiegu w hercach (Hz),
 - T_c = współczynnik podstawy czasu w ms/dz, μs/dz lub ns/dz
- i uwzględniając zależność $F = 1/T$ można wyprowadzić poniższe równania:

$$T = L \cdot T_c \quad L = \frac{T}{T_c} \quad T_c = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot T_c} \quad L = \frac{1}{F \cdot T_c} \quad T_c = \frac{1}{L \cdot F}$$

Oczywiście te trzy wartości nie mogą być zupełnie dowolne, ale muszą zawierać się w pewnych zakresach wynikających z parametrów oscyloskopu:

- L - 0,2 do 10 działek (optymalnie 4 do 10 działek),
- T - 10ns do 5s,
- F - 0,5Hz do 100MHz,
- T_c - 100ns/dz do 500ms/dz z krokiem co 1-2-5 wartości, przy wyłączonym rozciągu podstawy czasu (X-MAG),
- T_c - 10ns/dz do 50ms/dz z krokiem co 1-2-5 wartości, przy włączonym 10-krotnym rozciągu (X-MAG) osi X.

Przykłady:

Długość fali mierzonego sygnału L = 7 działek, współczynnik podstawy czasu T_c = 100ns/dz, szukany okres przebiegu $T = 7 \times 100 \times 10^{-9} = 0,7 \mu s$, szukana częstotliwość $F = 1/(0,7 \times 10^{-6}) = 1,428 \text{ MHz}$.

Okres przebiegu T = 1s
podstawa czasu T_c = 0,2s/dz,

oczekiwana długość fali na ekranie $L = 1/0,2 = 5$ działek.

Długość okresu tętnień na ekranie L = 1 działka, podstawa czasu T_c = 10ms/dz, częstotliwość tętnień $F = 1/(1 \times 10 \times 10^{-3}) = 100 \text{ Hz}$.

Częstotliwość linii TV F = 15625Hz,

podstawa czasu T_c = 10μs/dz,

szukana długość fali $L = 1/(15625 \times 10^{-5}) = 6,4$ działki.

Żądana długość okresu sinusoidy L = od 4dz do 10dz, częstotliwość sygnału F = 1kHz,

maks. podstawa czasu T_c = $1/(4 \times 10^3) = 0,25 \text{ ms/dz}$,

min. podstawa czasu T_c = $1/(10 \times 10^3) = 0,1 \text{ ms/dz}$,

ustawiona podstawa czasu T_c = 0,2ms/dz,

długość fali na ekranie $L = 1/(10^3 \times 0,2 \times 10^{-3}) = 5$ działek.

Długość fali mierzonego sygnału L = 0,8 działki,

podstawa czasu T_c = 0,5μs/dz,

włączony rozciąg ×10: podstawa czasu T_c = 0,05μs/dz,

szukana częstotliwość $F = 1/(0,8 \times 0,05 \times 10^{-6}) = 25 \text{ MHz}$,

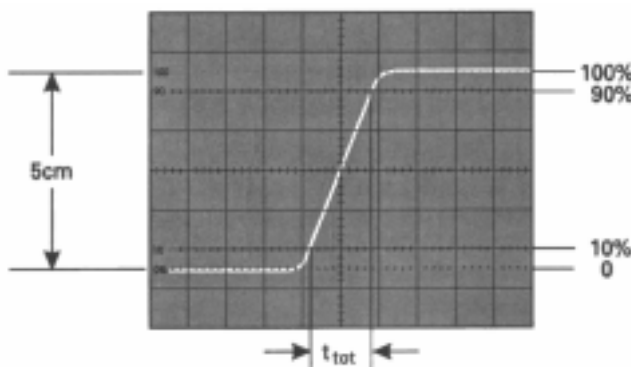
zatem szukany okres przebiegu $T = 1/(25 \times 10^6) = 40 \text{ ns}$.

Jeżeli szukany odcinek czasu jest krótki w stosunku do okresu przebiegu, to jego pomiar powinien być przeprowadzony po 10-krotnym zmniejszeniu współczynnika podstawy czasu za pomocą funkcji rozciągu (**X-MAG x10**). W takim przypadku zmierzona wartość czasu musi być podzielona przez 10. Dla zwiększenia dokładności pomiaru mierzonego odcinka przebiegu należy przesunąć do centrum ekranu potencjometrem **X-POS**.

Pomiary czasu narastania

Podczas obserwacji przebiegów impulsowych lub prostokątnych krytycznym parametrem jest czas narastania skoku napięcia. Aby pominąć wpływ stanów nieustalonych i zniekształceń na pomiar tego czasu, wynikających z ograniczonego pasma przenoszenia przyrządu, przyjęto, że czas narastania jest okresem jaki upływa, gdy napięcie wejściowe zmienia się między 10% a 90% amplitudy impulsu. Chcąc dokonać pomiaru czasu narastania, należy tak wyregulować wysokość i położenie impulsu (potencjometrami płynnej regulacji czułości odchyłania pionowego i położenia przebiegu w pionie), aby jego zbocze znajdowało się dokładnie w centrum ekranu, a wierzchołki pokrywały się z liniami 0% i 100% siatki ekranu. W takim przypadku odległość w osi czasu punktów przecięcia się impulsu z liniami 10% i 90% wewnętrznej siatki współrzędnych jest szukaną wartością czasu narastania. Analogiczną metodą mierzy się czas opadania impulsu.

Na rysunku poniżej pokazano prawidłową pozycję i rozmiar przebiegu na ekranie dla wykonania dokładnego pomiaru czasu narastania.



Jeżeli współczynnik podstawy czasu wynosi 10ns/dz (włączony rozciąg $\times 10$), czas narastania zmierzony na przykładowym rysunku wynosi:

$$t_{\text{tot}} = 1,6\text{dz} \times 10\text{ns/dz} = 16\text{ns}$$

Przy pomiarach bardzo krótkich czasów narastania, na kształt impulsów na ekranie, a tym samym na wynik pomiaru czasu narastania, mają wpływ czasy narastania sondy pomiarowej i wzmacniacza odchylenia pionowego oscyloskopu. W efekcie rzeczywisty czas narastania napięcia wejściowego opisywany jest zależnością:

$$t_r = \sqrt{t_{\text{tot}}^2 - t_{\text{osc}}^2 - t_p^2},$$

gdzie: t_{tot} jest sumarycznym czasem narastania (zmierzonym na ekranie), t_{osc} jest czasem narastania wzmacniacza oscyloskopu (ok. 7ns), a t_p - czasem narastania sondy pomiarowej (np. ok. 2ns). Jeżeli czas sumaryczny t_{tot} jest większy niż 100ns, to można przyjąć go za szukaną wartość czasu narastania i nie są konieczne dodatkowe obliczenia. Po uwzględnieniu wpływu wzmacniacza oscyloskopu i sondy pomiarowej rzeczywisty czas narastania impulsu, pokazanego na przykładowym rysunku, wynosi:

$$t_r = \sqrt{16^2 - 7^2 - 2^2} = 14,25\text{ns}.$$

Oczywiście wysokość przebiegu na ekranie przy pomiarze czasów narastania i opadania nie musi wprost odpowiadać obrazowi przykładowego rysunku, natomiast takie dobranie wielkości i położenia przebiegu bardzo ten pomiar ułatwia. W zasadzie pomiar taki jest możliwy przy dowolnym położeniu i przy każdej amplitudzie sygnału. Bardzo istotne jednak jest, aby na ekranie była widoczna całkowita długość zbocza impulsu, a kąt nachylenia tego zbocza był odpowiednio mały (odpowiednio dobrana podstawa czasu). Zmniejsza to błąd pomiaru, gdyż im dłuższy jest mierzony odcinek, tym mniejszy jest błąd odczytu, wynikający z niedoskonałości oka, błędów paralaksy czy zbieżności plamki. Jeżeli na końcach zboczy impulsu widoczne są zniekształcenia (zaokrąglenia, przerzuty, impulsy zakłócające), to za 100% wartości amplitudy należy przyjąć jej wartość średnią na całej długości szczytu impulsu, pomijając impulsy zakłócające. Przy bardzo dużych zniekształceniach impulsu dokładność pomiaru czasów narastania i opadania jest niewielka. Dla wzmacniaczy o praktycznie stałym opóźnieniu grupowym (dobre przenoszenie sygnałów impulsowych) czas narastania t_r (w ns) i szerokość pasma przenoszenia B (w MHz) związane są podanymi niżej zależnościami:

$$t_r = \frac{350}{B} \quad B = \frac{350}{t_r}$$

Podłączenie badanego sygnału

W większości przypadków, naciśnięcie przycisku samonastawności **AUTOSET** powoduje ustawienie parametrów obserwacji najbardziej optymalnych dla sygnału wejściowego. Poniższy opis dotyczy specjalnych zastosowań i sygnałów, które wymagają ręcznego ustawienia parametrów oscyloskopu. **Objaśnienie funkcji regulatorów można znaleźć w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.**

UWAGA:

Podłączając do wejścia oscyloskopu sygnał, którego parametry nie są znane, należy zawsze używać automatycznego wyzwalań i sprzężenia AC. Czulość odchylenia pionowego powinna być wstępnie ustawiona na maksimum tj. 20V/dz.

Czasami po podaniu sygnału na wejście oscyloskopu ślad znika z ekranu. Przyczyną tego jest zbyt wysoka czulość od-

chylenia pionowego, dlatego należy ją zmniejszyć (zwiększyć współczynnik) tak, aby wysokość przebiegu zawierała się między 3 a 8 działek. W przypadku sygnałów o amplitudzie większej niż 160Vpp i przy kalibrowanej wartości współczynnika odchylenia (**VOLTS/DIV.**) należy stosować - wpiętą na wejściu oscyloskopu - szeregową sondę tłumiącą. Jeżeli po podaniu sygnału na wejście przyrządu ślad na ekranie jest prawie niewidoczny, to prawdopodobnie okres przebiegu jest znacznie większy niż ustawiona wartość współczynnika podstawy czasu (**TIME/DIV.**). W takim przypadku należy zwiększyć wartość współczynnika czasu tak, aby możliwie cały okres fali był widoczny na ekranie.

Badany sygnał może być podłączony bezpośrednio na wejście (**CHI** lub **CHII**) oscyloskopu za pomocą ekranowanego, koncentrycznego przewodu pomiarowego (np. **HZ32** lub **HZ34**) lub po tłumieniu przez szeregowo włączoną sondę $\times 10$ lub $\times 100$. Stosowanie takich kabli pomiarowych do współpracy ze źródłami sygnału o wysokiej impedancji jest zalecane tylko przy pomiarach relatywnie małych częstotliwości (do 50kHz). Dla wyższych częstotliwości źródło sygnału musi mieć małą impedancję, najlepiej dopasowaną do charakterystycznej rezystancji kabla pomiarowego (z reguły 50Ω). Spełnienie tego warunku jest szczególnie istotne podczas pomiarów sygnałów o charakterze impulsowym, gdzie dodatkowo na wejście oscyloskopu powinno być wpięte obciążenie o impedancji zgodnej z rezystancją kabla pomiarowego. W przypadku zastosowania kabli koncentrycznych o rezystancji 50Ω (np. **HZ34**) funkcję takiego obciążenia może pełnić czwórnik **HZ22** firmy HAMEG. Gdy przy obserwacji sygnałów prostokątnych o krótkich czasach narastania na zboczach i szczytach impulsów widoczne są drgania o charakterze stanów nieustalonych, to może to świadczyć o braku dopasowania w torze sygnału, wynikającym z zastosowania niewłaściwego czwornika obciążającego lub jego braku. Rezystancja obciążająca jest czasami wymagana również przy pomiarach przebiegów sinusoidalnych. Wzorcowe wzmacniacze, generatory oraz ich tłumiki wyjściowe dostarczają nominalnego napięcia wyjściowego niezależnego od częstotliwości jedynie wtedy, gdy przewody połączeniowe zakończone są obciążeniem o ściśle określonej rezystancji. W tym miejscu należy zaznaczyć, że rezystor obciążający **HZ22** może rozproszyć maksymalnie 2W mocy. Moc taka jest osiągnięta podczas przenoszenia sygnału sinusoidalnego o napięciu skutecznym 10V_{rms} (28,3V_{pp}). Dokonując pomiarów za pomocą sond tłumiących $\times 10$ lub $\times 100$, nie jest wymagane dodatkowe obciążenie, gdyż w takim przypadku kabel transmisyjny jest dopasowany do wysokoomowego wejścia oscyloskopu. Przy zastosowaniu takich sond nawet źródło sygnału o wysokiej impedancji jest obciążane tylko w niewielkim stopniu (ok. 10MΩ || 12pF lub 100MΩ || 5pF dla **HZ53**). W związku z powyższym zawsze, gdy straty wynikające z tłumienia sondy mogą być zrekomensowane ustawieniem większej czulości oscyloskopu, należy doprowadzać sygnał badany poprzez sondę tłumiącą. Szeregową rezystancja sondy pomiarowej zapewnia wystarczającą ochronę wejścia wzmacniacza odchylenia pionowego oscyloskopu. Ponieważ sondy są urządzeniami produkowanymi niezależnie od oscyloskopu, są tylko częściowo skompensowane i dlatego przed pomiarami należy wykonać ich dokładną kompensację za pomocą oscyloskopu (patrz rozdział „**Warunki kompensacji sondy pomiarowej**”).

Standardowe sondy tłumiące powodują zawężenie użytecznego pasma oscyloskopu oraz zwiększają sumaryczny czas narastania w torze pomiarowym. W każdym przypadku, gdzie niezbędne jest wykorzystanie maksymalnego pasma

oscylskopu (np. obserwacja impulsów o bardzo stromych zboczach), firma HAMEG zaleca stosowanie sond szerokopasmowych **HZ51** (x10), **HZ52** (x10HF) lub **HZ54** (x1/x10), które zapewniają najszersze pasmo użyteczne przenoszonych sygnałów.

Wspomniane wyżej sondy są kalibrowane standardowo na zakresie małych częstotliwości, jak również dodatkowo dla w.cz. Dlatego łatwa jest korekcja opóźnienia grupowego dla sygnałów leżących w górnym zakresie przenoszenia oscylskopu za pomocą kalibratora 1MHz, np. **HZ60**.

W praktyce ograniczenie pasma oscylskopu i zwiększenie czasu narastania impulsów przy zastosowaniu wspomnianych sond w.cz. jest niezauważalne, a wierność zobrazowania przebiegu można nawet zwiększyć dzięki możliwości dopasowania sondy do indywidualnej charakterystyki odpowiedniej impulsowej oscylskopu.

Jeżeli badany sygnał doprowadzany jest za pomocą sond tłumiących x10 lub x100, a napięcie sygnału przekracza 400V, to zawsze należy stosować sprzężenie stałoprądowe (DC) wejścia oscylskopu. Przy sprzężeniu zmiennoprądowym (AC) sygnałów o niskiej częstotliwości tłumienie staje się zależne od częstotliwości - na ekranie można zaobserwować nachylenie wierzchołków impulsów. Napięcie stałe jest odcinane, ale jednocześnie ładuje kondensator wejściowy. Napięcie przebicia tego kondensatora wynosi 400V (DC+AC_p). Dlatego szczególnie istotne jest stosowanie sprzężenia DC przy pracy z sondą x100, której maksymalne napięcie wejściowe wynosi zwykle 1200V (DC+AC_p). Na wejście sondy można włączyć szeregowo kondensator o odpowiednio dużym napięciu przebicia i odpowiedniej pojemności w celu zablokowania napięcia stałego, co poprawia warunki pomiaru przy obserwacji np. przydźwięku sieciowego, zawartego w badanym sygnale.

Maksymalne napięcie wejściowe wszystkich sond tłumiących zmniejsza się z częstotliwością zwykle już powyżej 20kHz, dlatego w czasie pomiarów z wykorzystaniem sondy należy wziąć pod uwagę jej częstotliwościową charakterystykę tłumienności.

Wybór punktu o poziomie zerowym (masa) w badanym obwodzie, czyli punktu podłączenia jednego z przewodów pomiarowych, jest bardzo istotny, szczególnie przy pomiarach sygnałów o małym napięciu. Punkt taki powinien się znajdować jak najbliżej punktu, z którego pobierany jest sygnał mierzony. W przeciwnym przypadku na badany sygnał mogą się nałożyć istotne zakłócenia, pochodzące od prądów płynących przez przewody masowe i elementy chassis testowanego urządzenia. Wpływ na powstawanie tego typu zakłóceń mają również przewody masowe („zimne”) sond tłumiących - powinny być odpowiednio grube i możliwie najkrótsze. Jeżeli sonda podłączana jest do wejścia koncentrycznego typu BNC, powinna być zakończona wtykiem tego typu lub należy zastosować złącze przejściowe BNC. Takie podłączenie pozwala wyeliminować problemy wynikające z niedopasowania impedancji i niewłaściwego podłączenia masy. Przydźwięk i zakłócenia interferencyjne, pojawiające się w obrazie sygnału (szczególnie przy ustawionym małym współczynniku podstawy czasu), wynikają najczęściej z wielopunktowego uziemienia (zerowania) obwodu pomiarowego i pochodzą od prądów wyrównawczych, płynących ekranem przewodów pomiarowych. Prądy te wywoływane są przez spadki napięcia między zaciskami przewodów ochronnych urządzeń zasilanych z sieci prądu zmiennego, wchodzących w skład układu pomiarowego, np. generatorów sygnałowych z kondensatorami blokującymi zakłócenia interferencyjne.

REGULATORY I WSKAŹNIKI EKRAKOWE

A: Ustawienia podstawowe

W poniższym opisie założono, że:

1. **Tester podzespołów jest wyłączony.**
2. **W menu głównym dokonano ustawienia następujących opcji (MAIN MENU > SETUP&INFO > MISCELLANEOUS:**
 - 2.1 **Sygnalizacja akustyczna (CONROL BEEP, ERROR BEEP) - włączona.**
 - 2.2 **QUICK START - wyłączony.**
3. **Wskaźniki ekranowe (READOUT) są włączone.**

Wskaźniki diodowe LED na płycie czołowej ułatwiają obsługę przyrządu i dostarczają dodatkowych informacji. Osiągnięcie przez regulatory końcowego położenia regulacji sygnalizowane jest akustycznie (beeperem).

Wszystkie regulatory z wyjątkiem wyłącznika zasilania (POWER) są sterowane elektronicznie (ustawienie parametru i odczyt położenia), co powoduje, że ich bieżące ustawienia mogą być zachowywane w pamięci (i odtwarzane w dowolnym momencie), a ustawienia parametrów mogą być dokonywane zdalnie z zewnętrznego urządzenia sterującego (np. komputera PC).

B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego

Część przycisków płyty czołowej aktywuje ekranowe menu obsługi. W oscylskopie dostępne są dwa rodzaje menu ekranowego: standardowe i zstępujące (pull-down).

Menu standardowe:

Gdy menu standardowe pojawia się na ekranie, wszystkie pozostałe wskaźniki ekranowe (np. wartości ustawień parametrów) zostają wyłączone. Na ekranie wyświetlany jest nagłówek menu (nazwa) i zestaw funkcji obsługiwanych przez to menu, a w dolnej części - symbole i komendy, które można obsługiwać odpowiadającymi im przyciskami, znajdującymi się poniżej ekranu:

„Esc” - (CT (37)) powrót do poprzedniego poziomu menu.

„Exit” - (SELECT (34)) zamknięcie menu i powrót do parametrów, które były ustawione przed uruchomieniem menu.

Przyciski położone poniżej symboli trójkątów „w górę” (UNIT (35)) i „w dół” (SOURCE(33)) służą do przewijania opcji menu. Wybrana opcja zostaje podświetlona.

„SET” - (MAIN MANU (31)) uruchomienie podmenu lub funkcji albo włączanie/wyłączanie funkcji.

Menu zstępujące (pull-down menu):

Po naciśnięciu przycisku rozwijającego menu zstępujące wskaźniki ustawień parametrów oscylskopu są w dalszym ciągu wyświetlane. Zestaw wskaźników ulega zmianie jedynie odpowiednio do wybrania opcji menu danego parametru (np. sprzężenie wejścia), przy czym jednocześnie wyświetlane są pozostałe ustawienia danej opcji (w przypadku sprzężenia wejścia: AC, DC i GND). Poprzednio wyświetlany parametr nie ulega zmianie, ale jest podświetlony. Każde naciśnięcie przycisku powoduje aktywację i podświetlenie kolejnego parametru tak długo, jak długo menu jest rozwinięte na ekranie. Po kilku sekundach od ostatniego naciśnięcia przycisku menu znika z ekranu i wybrany parametr jest wyświetlany w normalny sposób.

C: Wskaźniki ekranowe (READOUT)

Alfanumeryczne wskaźniki ekranowe służą do prezentacji ustawień parametrów oscylskopu, wyników pomiarów oraz linii kursorów pomiarowych. To, jaki zestaw wskaźników jest wyświetlany, zależy od aktualnego ustawienia przyrządu.

Poniżej zestawiono listę najważniejszych informacji wyświetlanych na ekranie.

Górna linia wskaźników od lewej do prawej zawiera:

1. współczynnik podstawy czasu,
2. źródło, zbocze i sprzężenie wyzwalania,
3. warunki pracy opóźnionej podstawy czasu,
4. wyniki pomiarów.

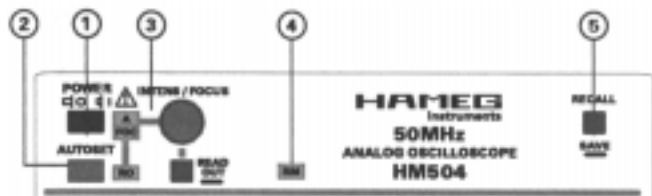
Dolna linia wskaźników od lewej do prawej zawiera:

1. typ sondy pomiarowej (x10), współczynnik odchylenia pionowego i sprzężenie kanału CHI,
2. symbol sumowania przebiegów „+”,
3. typ sondy pomiarowej (x10), współczynnik odchylenia pionowego i sprzężenie kanału CHII,
4. tryb pracy kanałów.

Symbol punktu wyzwalania jest wyświetlany z lewej strony siatki współrzędnych. Linie kursorów mogą zajmować dowolne położenie wewnątrz siatki ekranu.

D: Funkcje regulatorów i gniazd przyrządu

Płyta czołowa oscyloskopu, jak zwykle w przyrządach firmy HAMEG, jest podzielona na kilka pól, w których zgrupowano regulatory poszczególnych funkcji.



- (1) **POWER** - Włącznik zasilania i symbole opisujące pozycje przycisku: wyłączony (O) i włączony (I).

Po włączeniu zasilania oscyloskopu wszystkie diody LED świecą i przyrząd dokonuje automatycznego testowania obwodów wewnętrznych. Podczas autotestu na ekranie wyświetlane jest logo firmy HAMEG i wersja oprogramowania. Jeżeli test przebiegnie pomyślnie, logo znika i przyrząd przechodzi do normalnej pracy z ostatnio używanymi ustawieniami pomiarowymi. Dioda LED (3) świeci.

- (2) **AUTOSSET** - Przycisk funkcji samonastawności (patrz rozdział „Funkcja samonastawności (AUTOSSET)”).

Krótkie naciśnięcie tego przycisku powoduje automatyczne dopasowanie parametrów pomiaru do sygnału wejściowego. Tryb odchylenia pionowego (Yt) pozostaje taki, jak ostatnio używany (CHI, CHII lub DUAL). Podstawa czasu pracuje w trybie normalnym (bez opóźnienia), nawet jeżeli wcześniej aktywny był któryś z trybów opóźnionej podstawy czasu tj. SEA, DEL lub DTR.

Automatyczne pozycjonowanie kursorów:

Jeżeli kursory są aktywne i naciśnięty zostanie przycisk AUTOSSET, to linie kursorów przesuwane są do domyślnie najodpowiedniejszego położenia, a na ekranie ukazuje się przez chwilę komunikat „SETTING COURSOR”.

Jeżeli amplituda przebiegu jest niewystarczająca, pozycja kursorów nie ulega zmianie. W trybie DUAL odchylenia pionowego kursory są powiązane z sygnałem tego kanału, który jest wykorzystywany jako źródło wyzwalania wewnętrznego.

Kursory napięciowe (poziome)

Jeżeli aktywna jest funkcja pomiarów napięciowych, linie kursorów ustawiane są na największej i najmniejszej wartości szczytowej przebiegu. Dokładność pozycjonowania kursorów zmniejsza się w miarę wzrostu częstotliwości sygnału i jest także zależna od współczynnika wypełnienia przebiegu.

Kursory czasowe (pionowe)

Jeżeli na wejście podany jest sygnał złożony jak np. sygnał wizyjny, kursory mogą nie zostać ustawione dokładnie na początku i końcu okresu sygnału. W takim przypadku automatycznie zmierzona wartość okresu będzie błędna.

- (3) **INTENS/FOCUS** - Pokrętło współpracujące ze wskaźnikami LED i przyciskiem **READOUT**.

Jeżeli wskaźniki ekranowe nie są wyłączone, kolejnymi naciśnięciami przycisku **READOUT** przełącza się funkcje pokrętła (sygnalizowane zapaleniem się odpowiedniego wskaźnika LED) zgodnie z sekwencją: A, FOC, RO, A. Po wyłączeniu wskaźników ekranowych w sekwencji przełączania pominięta zostaje funkcja RO.

„A”

Pokrętłem **INTENS/FOCUS** reguluje się jasność śladu na ekranie. Obrót pokrętła w prawo zwiększa jasność, a w lewo - zmniejsza. W celu zwiększenia trwałości lampy oscyloskopowej zaleca się pracę z możliwie najmniejszą intensywnością śladu przy danych ustawieniach parametrów obserwacji i warunkach oświetlenia zewnętrznego.

„FOC”

Pokrętło **INTENS/FOCUS** służy do regulacji ostrości jednocześnie przebiegu i wskaźników ekranowych. Uwaga: Przy większej jasności przebiegu zwiększa się średnica plamki strumienia elektronów, zmniejszając tym samym ostrość obrazu. Dlatego ustawienie optymalnego obrazu wymaga często wielokrotnej regulacji jasności i ostrości (zbieżności plamki). Trzeba też brać pod uwagę zjawisko zmniejszania ostrości obrazu w miarę oddalania się plamki od centrum ekranu.

Ponieważ zwykle ustawienie jasności wskaźników ekranowych (RO) i przebiegu (A) różni się, należy najpierw ustawić optymalną ostrość przebiegu (-ów). Ostrość wskaźników ekranowych można później poprawić, zmniejszając ich jasność.

„RO”

Pokrętłem **INTENS/FOCUS** reguluje się jasność wskaźników ekranowych (READOUT). Obrót pokrętła w prawo zwiększa jasność, a w lewo - zmniejsza. W celu zwiększenia trwałości lampy oscyloskopowej zaleca się pracę z możliwie najmniejszą jasnością.

Przycisk **READOUT**:

Naciśnięcie i przytrzymanie na dłużej przycisku **READOUT** odpowiednio włącza lub wyłącza alfanumeryczne wskaźniki ekranowe. Przy wyłączonych wskaźnikach regulatora **INTENS/FOCUS** nie da się przestawić na funkcję regulacji jasności wskaźników (RO).

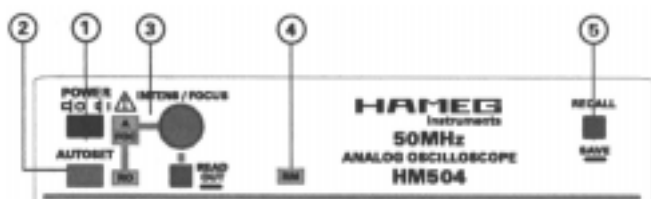
Często konieczne jest wyłączenie wskaźników ekranowych ze względu na pojawienie się interferencji w wyświetlanym przebiegu. Źródłem takich interferencji może być także generator przełączania podstawy czasu, podczas pracy przyrządu w trybie **DUAL** z siekaniem kanałów.

Wszystkie ustawienia regulatora **INTENS/FOCUS** są zapamiętywane po wyłączeniu oscyloskopu i przywracane po jego powtórnym włączeniu. Wskaźniki ekranowe są zawsze aktywne po włączeniu przyrządu.

Korekcja równoległości:

Pokrętło **INTENS/FOCUS** może być także wykorzystywane do korekcji równoległości śladu, czyli kompensacji wpływu ziemskiego pola magnetycznego na położenie plamki.

Bliższe informacje można znaleźć w rozdziale „MENU GŁÓWNE” oraz w podrozdziale „Korekcja równoległości śladu” rozdziału „CZYNNOŚCI WSTĘPNE”.



- (4) **RM** - Wskaźnik LED trybu zdalnego sterowania, który może być wyłączany i załączany przez interfejs RS232. W tym drugim przypadku wskaźnik świeci, a wszystkie regulatory płyty czołowej z elektronicznym ustawianiem parametrów są nieaktywne. Tryb można opuścić, naciskając **AUTOSET**, o ile funkcja samonastawności nie została zdalnie wyłączona.
- (5) **SAVE/RECALL** - Przycisk pamięci ustawień.

Przyrząd wyposażono w nieulotną pamięć, w której można zapisać do 9 kompletnych nastaw oscyloskopu i w dowolnym momencie je przywołać (ustawić parametry i funkcje oscyloskopu zgodnie z zapamiętanymi).

Zachowywanie (SAVE):

Rozpoczęcie procedury zapisu aktualnego ustawienia oscyloskopu następuje po długim naciśnięciu przycisku **SAVE/RECALL**. Na ekranie ukazuje się standardowe menu **SAVE**. Przyciskami przypisanymi do symboli trójkątów należy wybrać (podświetlić) numer komórki pamięci, w której zostaną zachowane aktualne ustawienia oscyloskopu. Zapisanie ustawień do pamięci z jednoczesnym wyjściem z menu i powrotem do normalnego trybu pracy następuje po naciśnięciu przycisku poniżej symbolu „SET”. Aby wyjść z menu bez zapisywania aktualnych ustawień, należy nacisnąć przycisk „Esc”.

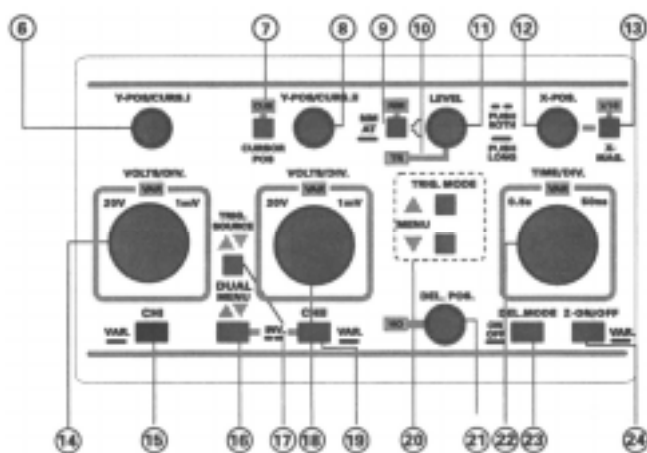
W momencie wyłączenia oscyloskopu bieżące ustawienia zachowywane są w pamięci numer 9. Tym samym poprzednia zawartość tej komórki pamięci ulega wymazaniu. Aby tego uniknąć, należy przed wyłączeniem przyrządu przywołać (RECALL) ustawienia z pamięci 9.

Przywoływanie z pamięci (RECALL):

Aby przywrócić ustawienie regulatorów płyty czołowej zapisane w pamięci, należy krótko nacisnąć przycisk **SAVE/RECALL**. Na ekranie ukaże się menu **RECALL**. Przyciskami przypisanymi do symboli trójkątów należy wybrać (podświetlić) numer komórki pamięci zawierającej komplet żądanych ustawień oscyloskopu. Przywołanie (przywrócenie) ustawień następuje po naciśnięciu przycisku „SET”. Naciśnięcie przycisku „Esc” powoduje wyjście z menu bez przywracania ustawień z pamięci.

UWAGA !

Przed przywołaniem z pamięci wybranego kompletu nastaw przyrządu należy upewnić się, że badany sygnał jest podobny (amplituda, częstotliwość) do przebiegu, przy obserwacji którego dokonano zapisu ustawień. W przeciwnym wypadku, gdy sygnały znacznie się różnią, przywołanie zapamiętanych ustawień może spowodować zniekształcenia obrazu lub wręcz uniemożliwić obserwację sygnału.



- (6) **Y-POS/CURS. I** - Pokrętło dwufunkcyjne do regulacji położenia przebiegu kanału 1. i linii kursorów. Krótkim naciśnięciem przycisku **CURSOR POS** (7) aktywuje się funkcję regulacji położenia kursorów, przy czym jeżeli kursory nie są wyświetlane, nie można jej aktywować.

Y-POS:

Położenie w pionie przebiegu kanału 1. może być regulowane, gdy dioda **CUR** nie świeci.

W trybie **ADD** odchylenia (sumowanie przebiegów) aktywne są obydwa pokrętła regulacji położenia przebiegów w pionie (**Y-POS/CUR. I** i **Y-POS/CUR. II**). W czasie pracy w trybie **XY** regulator nie jest aktywny i do przesunięcia przebiegu w poziomie należy użyć regulatora **X-POS** (12).

Pomiary napięcia stałego:

Przy braku sygnału na wejściu kanału 1. (**INPUT CHI** (25)) położenie linii podstawy czasu odpowiada poziomowi 0V. Taka sytuacja ma miejsce przy automatycznym wyzwalaniu (**AT** (9)) i sprzężeniu **GND** (26) wejścia (w przypadku trybu **ADD** również wejścia kanału 2.(29)). Regulatorem **Y-POS/CUR. I** można ustalić położenie śladu wzdłuż pionowej osi ekranu, które będzie wygodne do przyszłych pomiarów napięć stałych. Po ustawieniu teraz sprzężenia stałoprądowego **DC** wejścia łatwo można zmierzyć poziom składowej stałej badanego sygnału, porównując położenie śladu z ustalonym wcześniej poziomem 0V.

Wskaźnik poziomu odniesienia „0 Volt”:

Jeżeli wskaźniki ekranowe są włączone, to poziom odniesienia 0V kanału 1. jest wskazywany na ekranie symbolem „L”, wyświetlanym z lewej strony środkowej, pionowej linii siatki współrzędnych w trybach **CHI** i **DUAL** odchylenia. Gdy przebieg zostanie przesunięty w pionie (regulatorem **Y.POS**) i wykracza poza graniczne linie ekranu, wskaźnik poziomu 0V zmienia się na symbol strzałki, wskazującej kierunek przesunięcia.

W trybie **ADD** wyświetlany jest tylko jeden symbol „L”.

W trybie **XY** wskaźniki poziomu zerowego kanału 1. (X) i 2. (Y) przyjmują formę trójkątów i są wyświetlane odpowiednio z prawej strony siatki i powyżej wskaźnika współczynnika odchylenia osi Y. Gdy poziom zerowy zostanie przesunięty poza siatkę współrzędnych, to trójkąt(-y) wskazuje(-a) kierunek przesunięcia.

CURS.I:

Pokrętłem **Y-POS/CURS.I** można regulować położenie na ekranie linii kursorów oznaczonych symbolem „I”, gdy świeci się dioda **CURSOR POS** (7).

(7) CURSOR POS - Przycisk i dioda LED.

Krótkimi naciśnięciami przycisku przełącza się funkcje regulatorów **Y-POS/CURS.I** (6) i **Y-POS/CURS.II** (8).

Jeżeli dioda CUR nie świeci, to aktywna jest funkcja regulacji położenia przebiegów w pionie.

Jeżeli aktywna jest funkcja pomiarów kursorowych (na ekranie widoczne są linie kursorów), to krótkim naciśnięciem przycisku można uruchomić funkcję regulacji położenia kursorów (dioda świeci) pokrętkami (6) i (8). Kolejnym naciśnięciem powraca się do regulacji położenia przebiegów (dioda gaśnie).

(8) Y-POS/CURS. II - Pokrętło dwufunkcyjne do regulacji położenia przebiegu kanału 2. i linii kursorów. Krótkim naciśnięciem przycisku CURSOR POS (7) przełącza się funkcję pokrętła. Jeżeli kursory nie są wyświetlane, nie można aktywować funkcji regulacji położenia kursorów.

Y-POS:

Położenie w pionie przebiegu kanału 2. może być regulowane, gdy dioda CUR nie świeci.

W trybie ADD odchylenia (sumowanie przebiegów) aktywne są obydwa pokrętła regulacji położenia przebiegów w pionie (**Y-POS/CUR. I** i **Y-POS/CUR. II**). W czasie pracy w trybie XY regulator **Y-POS/CUR. I** nie jest aktywny i do przesunięcia przebiegu w poziomie należy użyć regulatora **X-POS (12)**.

Pomiary napięcia stałego:

Przy braku sygnału na wejściu kanału 2. (**INPUT CHII (28)**) położenie linii podstawy czasu odpowiada poziomowi 0V. Taka sytuacja ma miejsce przy automatycznym wyzwalaniu (**AT (9)**) i sprzężeniu **GND (29)** wejścia (w przypadku trybu ADD również wejścia kanału 1.(**26**)). Regulatorem **Y-POS/CUR. II** można ustalić położenie śladu wzdłuż pionowej osi ekranu, które będzie wygodne do przyszłych pomiarów napięć stałych. Po ustawieniu teraz sprzężenia stałoprądowego **DC** wejścia łatwo można mierzyć poziom składowej stałej badanego sygnału, porównując położenie śladu z ustalonym wcześniej poziomem 0V.

Wskaźnik poziomu odniesienia „0 Volt”:

Jeżeli wskaźniki ekranowe są włączone, to poziom odniesienia 0V kanału 2. jest wskazywany na ekranie symbolem „^”, wyświetlanym z prawej strony środkowej, pionowej linii siatki współrzędnych w trybach **CHII** i **DUAL** odchylenia. Gdy przebieg zostanie przesunięty w pionie (regulatorem **Y.POS**) i wykracza poza graniczne linie ekranu, wskaźnik zmienia się na symbol strzałki, wskazującej kierunek przesunięcia.

W trybie **ADD** wyświetlany jest tylko jeden symbol „^”.

W trybie XY wskaźniki poziomu zerowego kanału 1. (X) i 2. (Y) przyjmują formę trójkątów i są wyświetlane odpowiednio z prawej strony siatki i powyżej wskaźnika współczynnika odchylenia osi Y. Gdy poziom zerowy zostanie przesunięty poza siatkę współrzędnych, to trójkąt(-y) wskazuje(-a) kierunek przesunięcia.

CURS.II:

Pokrętkiem **Y-POS/CURS.II** można regulować położenie na ekranie linii kursorów oznaczonych symbolem „II”, gdy świeci się dioda CURSOR POS (7).

(9) NM AT - Przycisk wyboru rodzaju wyzwalania skojarzony z diodą LED NM.

Przełączanie trybu wyzwalania - NM lub AT:

Dłuższe naciśnięcie przycisku przełącza tryb wyzwalania z automatycznego (wyzwalanie szczytowe) na normalny (świeci dioda **NM** powyżej przycisku) i odwrotnie. Zgaśnięcie diody świadczy o pracy przyrządu z wyzwalaniem automatycznym.

AT - wyzwalanie automatyczne:

Wyzwalanie automatyczne może być realizowane z wykrywaniem lub bez wartości szczytowej sygnału. W obu przypadkach działa regulator LEVEL poziomu wyzwalania (11) i linia podstawy czasu jest widoczna nawet przy braku sygnału na wejściu. Sygnały o częstotliwościach leżących poniżej granicznej częstotliwości wyzwalania automatycznego nie mogą być prawidłowo wyzwalane, gdyż dla takich sygnałów impuls wyzwalający podstawę czasu pojawia się za wcześnie.

To czy aktywne jest wyzwalanie szczytowe zależy trybu pracy odchylenia pionowego i ustawionego sprzężenia wyzwalania. Aktualny rodzaj pracy wyzwalania automatycznego można rozpoznać po zachowaniu się znacznika punktu wyzwalania na ekranie przy różnych ustawieniach regulatora poziomu wyzwalania (**LEVEL**).

NM - wyzwalanie normalne:

Wyzwalanie normalne powoduje wyłączenie zarówno wyzwalania automatycznego, jak i detekcji wartości szczytowej sygnału, dlatego nawet sygnały wolnozmiennne mogą być wyświetlane w sposób stabilny. Bez odpowiedniego poziomu sygnału wejściowego lub przy złym ustawieniu sprzężenia i poziomu wyzwalania na ekranie nie jest rysowany żaden przebieg, nawet linia podstawy czasu.

Ostatnie ustawienie poziomu wyzwalania normalnej podstawy czasu jest zachowywane w pamięci i jest aktywne po włączeniu trybu opóźnionej podstawy czasu (**DEL.MODE („dTr”)**). Dzięki temu w trybie „dTr” możliwe jest ustawienie innego poziomu wyzwalania dla 2. (opóźnionej) podstawy czasu.

/ \ - wybór zbrocza wyzwalającego:

Krótkim naciśnięciem tego przycisku dokonuje się wyboru zbrocza impulsu wyzwalającego, które uruchamia generator podstawy czasu. Każde naciśnięcie przycisku przełącza zbrocze wyzwalające z opadającego na narastające i odwrotnie. Aktualne ustawienie zbrocza wyzwalania sygnalizowane jest przez wyświetlanie na ekranie symbolu zbrocza. Ostatnie ustawienie dla opóźniającej (normalnej) podstawy czasu zostaje zachowane w pamięci i jest aktywne po włączeniu opóźnionej podstawy czasu („dTr”). Dzięki temu możliwe jest ustawienie innego zbrocza wyzwalającego dla opóźnionej (**DELAY**) podstawy czasu (tryb **DTR**).

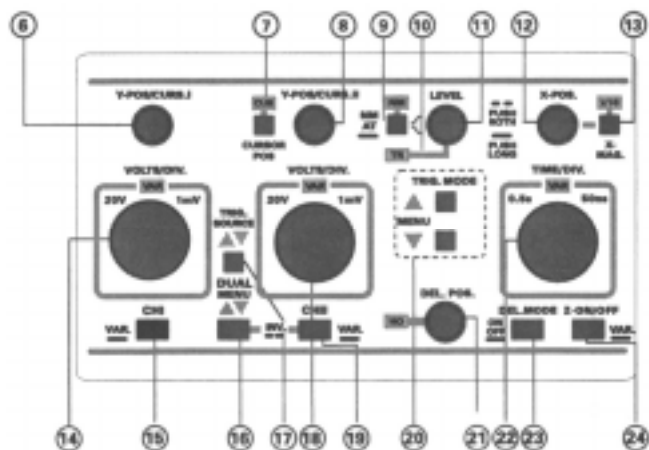
(10) TR - wskaźnik wyzwalania (dioda LED).

Dioda świeci w trybach **Yt**, gdy spełnione zostają warunki wyzwolenia normalnej (opóźniającej) podstawy czasu. Od częstotliwości sygnału wyzwalającego zależy, czy LED świeci w sposób ciągły, czy migą.

(11) LEVEL – Pokrętło regulacji poziomu wyzwalania.

Obracając pokrętkiem, zmienia się ustawienie poziomu (napięcia) sygnału, przy którym następuje wyzwolenie podstawy czasu. Układ wyzwalania uruchamia generator podstawy czasu w chwili, gdy zbrocze sygnału wyzwalającego osiąga ustawiony poziom. W większości trybów **Yt** symbol punktu wyzwalania wyświetlany jest na ekranie na lewej skrajnej linii siatki. Jeżeli znacznik punktu wyzwalania mógłby zakłócić wyświetlanie innych wskaźników ekranowych lub stałby się niewidoczny po ustawieniu poniżej lub powyżej zakresu wyświetlania, to symbol punktu wyzwalania znika, a na ekranie pojawia się strzałka wskazująca kierunek, w którym znacznik przesunął się poza ekran.

Znacznik punktu wyzwania jest automatycznie wyłączany (znika z ekranu) w każdym trybie pracy oscyloskopu, w którym nie zachodzi bezpośrednia relacja między sygnałem wyzwalającym a wyświetlanym na ekranie. Ostatnie ustawienie dla normalnej (opóźniającej) podstawy czasu zostaje zachowane w pamięci i jest aktywne po włączeniu opóźnionej podstawy czasu („dTr”). Dzięki temu możliwe jest ustawienie różnych poziomów wyzwania dla obu podstaw.



- (12) **X-POS.** - Pokrętko regulacji położenia przebiegu w poziomie.

Regulator służy do przesuwania przebiegów wzdłuż osi poziomej zarówno w trybach Yt, jak i XY. W połączeniu z funkcją rozciągu x10 przebiegu w osi X (w trybie Yt) regulator umożliwia przesunięcie w poziomie wybranego odcinka przebiegu.

- (13) **X-MAG. x10** - Przycisk funkcji rozciągu podstawy czasu wraz z diodą LED.

Każde naciśnięcie przycisku odpowiednio włącza lub wyłącza diodę LED „x10” nad przyciskiem. Jeżeli dioda świeci, to przebieg wejściowy we wszystkich trybach Yt jest wyświetlany przy 10-krotnie rozciągniętej podstawie czasu (współczynnik czasu 10 razy mniejszy) dla wszystkich wartości współczynnika czasu >50ns/dz. Przy podstawie czasu ustawionej na wartość 50ns/dz rozciąg jest tylko 5-krotny, zatem współczynnik czasu wynosi 10ns/dz. Ponieważ funkcja rozciągu zwiększa szybkość podstawy czasu, wszystkie informacje dotyczące czasu i częstotliwości wyświetlane na ekranie ulegają zmianie.

Po włączeniu funkcji rozciągu x10 na ekranie widoczna jest część przebiegu, która przed rozciągnięciem znajdowała się w centrum siatki współrzędnych. Aby wyświetlić inną część przebiegu, wystarczy przesunąć go za pomocą pokrętki X-POS. (12).

Funkcja nie działa w trybie XY.

- (14) **VOLTS/DIV** - Dwufunkcyjne pokrętko regulacji współczynnika odchylenia kanału 1.

Regulator jest aktywny w trybach, w których pracuje kanał 1. (CHI, DUAL, ADD i XY) i włączone jest sprzężenie AC lub DC wejścia. Pokrętko przestaje być aktywne, gdy odchylenie kanałem 1. zostaje wyłączone lub sprzężenie wejścia CHI ustawiono na pozycję GND.

Skokowa regulacja współczynnika odchylenia:

Funkcja jest aktywna, gdy dioda VAR nie świeci.

Obrót pokrętki w prawo zwiększa czułość (zmniejsza współczynnik odchylenia) skokowo z krokiem co 1-2-5 wartości, a w lewo - zmniejsza w odwrotnej sekwencji. Dostępny zakres ustawienia współczynnika odchylenia

pionowego oscyloskopu wynosi od 1mV/dz do 20V/dz.

Wartość współczynnika odchylenia i dodatkowe informacje dotyczące aktywnego kanału są wyświetlane na ekranie w formacie: „Y1: **czułość, sprzężenie**” („X: ...” w trybie XY). Dwukropek oznacza kalibrowaną wartość czułości, natomiast symbol „>” pojawia się, gdy ustawiona wartość nie jest kalibrowana.

Płynna regulacja współczynnika odchylenia (VAR):

Funkcja jest opisana w następnym akapicie (15).

- (15) **CHI - VAR.** - Dwufunkcyjny przycisk kanału 1.

Długim naciśnięciem przycisku przełącza się funkcje regulatora VOLTS/DIV (14) między skokową i płynną regulacją współczynnika odchylenia. Aktywne ustawienie jest sygnalizowane diodą VAR.

Tryb CHI odchylenia:

Krótkie naciśnięcie przycisku włącza jednokanałowy (kanał pierwszy - CHI) tryb odchylenia oscyloskopu. Na ekranie wyświetlane jest aktualne ustawienie czułości (tłumika) odchylenia pionowego („Y1: ...”). Jeżeli nie jest włączone wyzwalanie sygnałem zewnętrznym lub częstotliwość sieci zasilającej, to automatycznie źródłem sygnału wyzwalającego staje się sygnał kanału 1. i na ekranie ukazują się wskaźniki ustawień wyzwania w formacie: „Y1, **zbcze, sprzężenie**”. Ostatnie ustawienie funkcji regulatora VOLTS/DIV (14) zostaje zachowane.

Wszystkie regulatory kanału 1. są aktywne, o ile sprzężenie wejścia CHI (25) nie jest ustawione na GND (26).

Płynna regulacja czułości odchylenia (VAR):

Po włączeniu diody VAR (14) wartość współczynnika odchylenia jest w dalszym ciągu kalibrowana. Obrót pokrętki VOLTS/DIV w lewo zmniejsza wysokość przebiegu na ekranie i jednocześnie współczynnik odchylenia przestaje mieć wartość kalibrowaną. W tej sytuacji wskaźnik ekranowy parametrów odchylenia przyjmuje postać: „Y1> ...”. Ponowne długie naciśnięcie przycisku wyłącza wskaźnik VAR, ustawia kalibrowaną wartość tłumienia oraz włącza funkcję skokowej zmiany czułości odchylenia pokrętki VOLTS/DIV. Niekalibrowana wartość współczynnika odchylenia nie jest zapamiętywana.

- (16) **DUAL MENU** - Wielofunkcyjny przycisk dwukanałowej pracy oscyloskopu.

Włączanie dwukanałowego trybu odchylenia:

Krótkie naciśnięcie przycisku włącza odchylenie strumienia elektronów lampy oscyloskopowej sygnałami obu kanałów wejściowych, jeżeli wcześniej oscyloskop pracował w trybie jednokanałowym (CHI lub CHII). Na ekranie wyświetlane są współczynniki odchylenia pionowego każdego z kanałów oraz sposób przełączania kanałów (alt lub chp). Zachowane zostają ustawienia parametrów wyzwania, które mogą oczywiście być zmienione.

Długie naciśnięcie przycisku DUAL włącza bezpośrednio tryb XY odchylenia, jeżeli wcześniej oscyloskop pracował w trybie jednokanałowym (CHI lub CHII). Gdy przycisk zostanie naciśnięty podczas pracy w trybie XY, oscyloskop przechodzi do trybu DUAL.

Obsługa menu pracy dwukanałowej:

Krótkie naciśnięcie przycisku, gdy aktywny jest tryb DUAL, otwiera menu zstępujące, w którym aktualny tryb jest podświetlony. W menu dostępne są następujące opcje: „chp” (praca siekana układu odchylenia), „alt” (praca przemienna układu odchylenia), „add” (sumowanie kanałów) i „XY”.

Tak długo jak menu jest rozwinięte na ekranie, krótkimi naciśnięciami przycisku przewijają się menu (podświetla kolejne opcje).

Jeżeli oscyloskop pracuje w trybie sumowania kanałów (ADD), krótkie naciśnięcie przycisku przywraca tryb DUAL odchylenia bez rozwijania menu.

Wszystkie regulatory skojarzone z danym kanałem są aktywne dopóty, dopóki sprzężenie wejścia nie jest ustawione na GND (26) (29).

Tryb DUAL odchylenia:

Z prawej strony współczynnika odchylenia kanału 2. (Y2:...) na ekranie wyświetlany jest wskaźnik trybu przełączania kanałów: „alt” (praca przemienna) lub „chp” (praca siekana). Tryb przełączania kanałów jest dobierany automatycznie odpowiednio do ustawienia współczynnika podstawy czasu, ale może być również ustawiony ręcznie poprzez menu. Po każdej zmianie współczynnika podstawy czasu tryb przełączania jest ustalany automatycznie.

Praca siekana układu odchylenia („chp”):

Podczas dwukanałowej pracy oscyloskopu z siekaniem przebiegów na ekranie ukazuje się wskaźnik „chp”. W tym trybie pracy sygnały kanałów 1. i 2. odchylają strumień elektronów lampy oscyloskopowej na przemian wielokrotnie w jednym cyklu podstawy czasu. Tryb ten jest ustawiany automatycznie, jeżeli współczynnik podstawy czasu wynosi od 500ms/dz do 500μs/dz.

Praca przemienna układu odchylenia („alt”)

Podczas dwukanałowej pracy oscyloskopu z przemiennym odchyleniem kanałów na ekranie ukazuje się wskaźnik „alt”. W trybie tym sygnały kanałów 1. i 2. odchylają strumień elektronów na przemian w kolejnych okresach podstawy czasu, zatem w danym cyklu podstawy czasu strumień jest odchylany sygnałem tylko jednego kanału. Tryb przemienny ustawiany jest automatycznie, jeżeli współczynnik podstawy czasu wynosi od 200μs/dz do 50ns/dz.

Sumowanie przebiegów („add”):

Praca z sumowaniem przebiegów jest sygnalizowana na ekranie ukazaniem się znaku „+” pomiędzy wskaźnikami współczynników odchylenia kanałów. Wynikiem sumowania przebiegów obu kanałów na ekranie jest pojedynczy przebieg. Położenie tego przebiegu w pionie można zmieniać każdym z dwóch pokręteł **Y-POS. (6 i 8)**. Aby umożliwić dokładne pomiary sygnału wynikowego, współczynniki odchylenia obu kanałów muszą być jednakowe.

To, czy wyświetlana jest algebraiczna suma czy różnica przebiegów, zależy od przesunięcia fazy między sygnałami oraz ustawienia funkcji odwracania przebiegu INV kanału 2.

Tryb XY odchylenia:

W trybie **XY** współczynniki odchylenia są wyświetlane na ekranie w postaci: „X ...” dla kanału 1. i „Y ...” dla kanału 2. wraz ze wskaźnikiem „XY”. Znikają z ekranu wskaźniki współczynnika podstawy czasu, źródła, zbocza i sprzężenia wyzwalania oraz znacznik punktu wyzwalania.

Regulatory wyzwalania i podstawy czasu oraz położenia w pionie przebiegu kanału 1. (**Y-POS/CURS.1 (7)**) nie są aktywne. Regulacji położenia obrazu w poziomie dokonywać można pokręteł **X-POS. (12)**.

Przycisk DUAL MENU (16) pracuje również jako przełącznik odwracania przebiegu, gdy jest naciskany jednocześnie z przyciskiem CHII (19). Funkcję opisano w akapicie (19).

(17) TRIG. SOURCE - Dwufunkcyjny przycisk wyboru źródła

sygnału wyzwalającego.

Przycisk nie jest aktywny po ustawieniu wyzwalania przebiegiem sieci zasilającej (LINE - „~”) lub trybu XY.

Termin „źródło wyzwalania” określa z jakiego źródła pochodzi sygnał, którego parametry (poziom, zbocze) są wykorzystywane do wyzwalania podstawy czasu. Źródłem wyzwalania mogą być wzmacniacze pomiarowe oscyloskopu (wyzwalanie wewnętrzne) lub gniazdo BNC **TRIG.EXT.**, służące do podłączenia sygnału innego niż sygnały mierzone (wyzwalanie zewnętrzne).

Praca jednokanałowa (CHI lub CHII):

Krótkie naciśnięcia przycisku przełączają źródło wyzwalania bez rozwijania menu. Podczas pracy jednokanałowej można ustawić wyzwalanie podstawy czasu sygnałem wewnętrznym (pochodzącym z kanału 1. lub 2.) albo zewnętrznym (z gniazda TRIG. EXT.).

Praca dwukanałowa (DUAL i ADD):

Krótkie naciśnięcie przycisku rozwija menu źródła wyzwalania z podświetloną aktualnie wykorzystywaną opcją. Opis obsługi menu zawarto w podrzdziale **„B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego”**.

Poniżej zestawiono możliwe do ustawienia źródła wyzwalania wraz z ich symbolami (podanymi w cudzysłowie) wyświetlanymi na ekranie. Dostępność każdego ustawienia zależy od trybu pracy odchylenia.

„Y1”: Źródłem sygnału wyzwalania jest wzmacniacz pomiarowy kanału 1.

„Y2”: Źródłem sygnału wyzwalania jest wzmacniacz pomiarowy kanału 2.

„alt”:

Przemienne wyzwalanie może być ustawione tylko przy pracy dwukanałowej DUAL. W trybie wyzwalania przemiennego przełączanie między źródłami „Y1” i „Y2” jest realizowane synchronicznie z przełączaniem kanałów w układzie odchylenia, jednocześnie znacznik punktu wyzwalania znika z ekranu.

Ponieważ wyzwalanie przemienne wymaga pracy układu odchylenia z przemiennym (ALT) przełączaniem kanałów, to taki tryb pracy odchylenia jest ustawiany automatycznie. Z tego względu zmiana podstawy czasu od tego momentu nie powoduje automatycznej zmiany trybu przełączania kanałów układu odchylenia.

Przy wyzwalaniu alternatywnym nie mogą być ustawione sprzężenia wyzwalania: **TVL, TVF i line**.

Wyzwalanie przemienne podstawy czasu nie jest dostępne w trybie „add” odchylenia i przy opóźnionej podstawie czasu (tryby: „sea”, „del” lub „dTr”). Po ustawieniu któregoś z powyższych trybów, wyzwalanie przemienne jest automatycznie wyłączane.

„ext”:

Wyzwalanie sygnałem zewnętrznym jest dostępne we wszystkich trybach podstawy czasu i sprzężenia wyzwalania z wyjątkiem wyzwalania sygnałem sieci zasilającej LINE („~”). Źródłem sygnału wyzwalania staje się wejście BNC **TRIG.EXT.** (30). Po uruchomieniu wyzwalania zewnętrznego modulacja intensywności plamki (Z), jeżeli była aktywna wcześniej, zostaje automatycznie wyłączona.

(18) VOLTS/DIV - Dwufunkcyjne pokrętko regulacji współczynnika odchylenia kanału 2.

Regulator jest aktywny w trybach, w których pracuje kanał 2. (**CHII, DUAL, ADD i XY**) i włączone jest sprzężenie AC lub DC wejścia. Pokrętko przestaje być aktywne, gdy odchylenie kanałem 2. zostaje wyłączone lub sprzężenie wejścia ustawiono na pozycję **GND**.

Skokowa regulacja współczynnika odchylenia:

Funkcja jest aktywna, gdy dioda **VAR** nie świeci.

Obrót pokrętki w prawo zwiększa czułość (zmniejsza współczynnik odchylenia) skokowo z krokiem co 1-2-5 wartości, a w lewo - zmniejsza w odwrotnej sekwencji. Dostępny zakres ustawienia współczynnika odchylenia pionowego oscyloskopu wynosi od 1mV/dz do 20V/dz.

Wartość współczynnika odchylenia i dodatkowe informacje dotyczące aktywnego kanału są wyświetlane na ekranie w formacie: „Y2: czułość, sprzężenie”. Dwukropki oznaczają kalibrowaną wartość czułości, natomiast symbol „>” pojawia się, gdy ustawiona wartość nie jest kalibrowana.

Płynna regulacja współczynnika odchylenia (VAR):

Funkcja jest opisana w następnym akapicie (19).

(19) CH II - VAR. - Wielofunkcyjny przycisk kanału 2.

Długim naciśnięciem przycisku przełącza się funkcje regulatora **VOLTS/DIV** (18) między skokową i płynną regulacją współczynnika odchylenia. Aktywne ustawienie jest sygnalizowane diodą **VAR**.

Tryb CHII odchylenia:

Krótkie naciśnięcie przycisku włącza jednokanałowy (kanał pierwszy - **CHII**) tryb odchylenia oscyloskopu. Na ekranie wyświetlane jest aktualne ustawienie czułości (tłumika) odchylenia pionowego („Y2: ...”). Jeżeli nie jest włączone wyzwalanie sygnałem zewnętrznym lub częstotliwością sieci zasilającej, to automatycznie źródłem sygnału wyzwalającego staje się sygnał kanału 2. i na ekranie ukazują się wskaźniki ustawień wyzwalania w formacie: „Y2, zbocze, sprzężenie”. Ostatnie ustawienie funkcji regulatora **VOLTS/DIV** (18) zostaje zachowane.

Wszystkie regulatory kanału 2. są aktywne, o ile sprzężenie wejścia **CHII** (28) nie jest ustawione na **GND** (29).

Płynna regulacja czułości odchylenia (VAR):

Po włączeniu diody **VAR** (18) wartość współczynnika odchylenia jest w dalszym ciągu kalibrowana. Obrót pokrętki **VOLTS/DIV** (18) w lewo zmniejsza wysokość przebiegu na ekranie i jednocześnie współczynnik odchylenia przestaje mieć wartość kalibrowaną. W tej sytuacji wskaźnik ekranowy parametrów odchylenia przyjmuje postać: „Y2> ...”. Ponowne długie naciśnięcie przycisku wyłącza wskaźnik **VAR**, ustawia kalibrowaną wartość tłumienia oraz włącza funkcję skokowej zmiany czułości odchylenia pokrętki **VOLTS/DIV**. (18). Niekalibrowana wartość współczynnika odchylenia nie jest zapamiętywana.

Odwracanie przebiegu kanału 2. (INV):

Krótkie naciśnięcie przycisku **CHII-VAR** jednocześnie z przyciskiem **DUAL MENU** (16) włącza odwracanie przebiegu kanału 2. Wyświetlanie przebiegu odwróconego sygnalizowane jest na ekranie wyświetleniem poziomej kreski nad wskaźnikiem „Y2” (w trybach Yt). Wizualnie funkcja powoduje obrót przebiegu na ekranie o 180°.

(20) TRIG. MODE - Przyciski sprzężenia wyzwalania.

Naciśnięcie jednego z przycisków powoduje rozwinięcie menu sprzężenia wyzwalania z podświetloną aktualnie ustawioną opcją. Opis zasad obsługi menu zawarto w podrozdziale „B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego”.

Termin „sprzężenie wyzwalania” określa sposób, w jaki sygnał wyzwalający jest sprzężony z układem wyzwalania podstawy czasu.

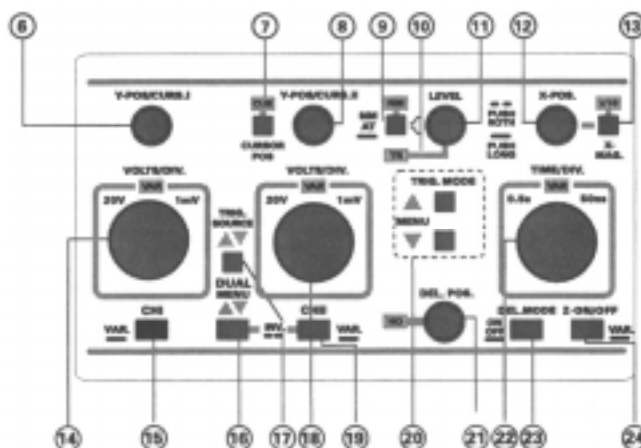
Krótkimi naciśnięciami przycisków wybiera się z menu

żądany rodzaj sprzężenia:

- AC** - składowa stała odcinana,
- DC** - wyłączona detekcja szczytowa,
- HF** - sprzężenie poprzez filtr górnoprzepustowy tłumiący częstotliwości poniżej 50kHz, znacznik punktu wyzwalania wyłączony,
- LF** - sprzężenie poprzez filtr dolnoprzepustowy tłumiący częstotliwości powyżej ok. 1,5kHz,
- TVL** - sprzężenie sygnału TV – generator wyzwalania synchronizowany impulsami linii, znacznik punktu wyzwalania wyłączony,
- TVF** - sprzężenie sygnału TV – generator wyzwalania synchronizowany impulsami ramki, znacznik punktu wyzwalania wyłączony.
- ~** - wyzwalanie przebiegiem sieci zasilającej - znacznik punktu wyzwalania wyłączony.

Wyzwalanie przebiegiem sieci (LINE) wyłącza przycisk **TRIG. SOURCE** (17).

Niektóre tryby wyzwalania (np. **ALT**) mogą pracować tylko z odpowiednim dla nich rodzajem sprzężenia. W takim przypadku sprzężenie, które nie może być stosowane, staje się nieaktywne i nie da się ustawić.



(21) DEL.POS. - Dwufunkcyjny regulator opóźnienia czasowego z diodą LED **HO**. Rodzaj regulacji zależy od ustawionego trybu podstawy czasu.

Regulacja czasu opóźnienia (DEL.POS):

Jeżeli przyrząd pracuje z opóźnioną podstawą czasu (tryby „sea”, „del” i „dTr”), pokrętką **DEL.POS.** można ustawiać czas opóźnienia między punktem sygnału spełniającym warunki wyzwolenia a początkiem rysowanego przebiegu. Patrz również punkt (23).

Regulacja czasu podtrzymania (hold off):

Regulator funkcjonuje jako potencjometr regulacji czasu podtrzymania (hold off time), gdy oscyloskop pracuje z normalną podstawą czasu (nie są aktywne tryby „sea”, „del” i „dTr”). Jeżeli dioda **HO** nie świeci, czas podtrzymania jest ustawiony na minimum. Obrót pokrętki w prawo włącza diodę **HO** i zwiększa czas podtrzymania aż do wartości maksymalnej, której osiągnięcie jest sygnalizowane akustycznie. Podobnie w odwrotnym kierunku, sygnał jest generowany po osiągnięciu minimalnej wartości ustawienia (dioda gaśnie).

Czas podtrzymania jest automatycznie ustawiany na wartość minimalną (dioda **HO** gaśnie) po jakiegokolwiek zmianie podstawy czasu. Zasady wykorzystania regulacji czasu podtrzymania opisano w rozdziale „Regulacja czasu podtrzymania (HOLD OFF)”.
Regulacja czasu podtrzymania (HOLD OFF).

(22) TIME/DIV. - Dwufunkcyjny regulator podstawy czasu.

Regulator pracuje jako skokowy przełącznik współczynnika podstawy czasu z krokiem co 1-2-5 wartości (wartości kalibrowane), gdy dioda **VAR** nie świeci, lub jako potencjometr płynnej regulacji współczynnika, gdy dioda jest włączona.

Skokowa regulacja współczynnika podstawy czasu:

Podczas pracy z normalną oraz opóźnioną podstawą czasu (tryby „del” i „dTr”) regulator pełni funkcję skokowego przełącznika współczynnika czasu. Obrót pokrętki w prawo zmniejsza wartość współczynnika, a w lewo - zwiększa. Wartość współczynnika jest wyświetlana w lewym górnym polu wskaźników ekranowych (np.: „10µs”). Zależnie od trybu pracy podstawy czasu dostępne są następujące zakresy współczynnika czasu (bez uwzględniania funkcji rozciągu x10):

1. Normalna podstawa czasu: 500ms/dz – 50ns/dz.

Poniższe wartości zależą od ustawienia podstawy czasu w trybie normalnym (nie opóźnionym). Ustawienie wyższego współczynnika w pozostałych trybach nie jest możliwe. Normalna (opóźniająca) podstawa czasu musi zawsze mieć wyższy współczynnik czasu.

2. Tryb ustawiania („sea”): 20ms/dz – 100ns/dz.

3. Podstawa opóźniona („del”): 20ms/dz – 50ns/dz.

4. Wyzwalanie opóźnionej podstawy czasu („dTr”): 20ms/dz – 50ns/dz.

Płynna regulacja współczynnika czasu (VAR):

Funkcja jest opisana w akapicie **Z-ON/OFF** (24).

(23) DEL.MODE ON/OFF - Dwufunkcyjny przycisk trybów podstawy czasu.

Przełączanie trybów podstawy czasu (ON/OFF):

Długim naciśnięciem przycisku przełącza się między normalną a opóźnioną podstawą czasu. Aktualne ustawienie sygnalizują wskaźniki ekranowe. Opóźniona podstawa czasu pozwala na rozciągnięcie dowolnej części obserwowanego przebiegu w osi poziomej, co zwykle jest możliwe jedynie w oscyloskopach z dwiema podstawami czasu.

1. Normalna (nie opóźniona) podstawa czasu.

Jeżeli z prawej strony zestawu wskaźników (źródło, zbocze i sprzężenie) nie ma żadnego ze wskaźników opóźnionej podstawy czasu („sea”, „del”, „dTr”), to oscyloskop pracuje z normalną podstawą czasu.

Uwaga: Jeżeli włączona jest funkcja modulacji intensywności plamki, to w tym miejscu na ekranie wyświetlana jest litera „Z”.

2. Opóźniona podstawa czasu.

Tryb opóźnionej podstawy czasu sygnalizowany jest na ekranie wskaźnikami: „sea”, „del” i „dTr”. Jeżeli przed aktywacją opóźnionej podstawy czasu włączona była funkcja modulacji intensywności plamki, to jest ona automatycznie wyłączana i symbol „Z” znika z ekranu.

Po przełączeniu podstawy czasu z normalnej na opóźnioną uruchamiany jest automatycznie tryb ustawiania „sea”. Krótkie naciśnięcie przycisku rozwija teraz menu obsługi trybów podstawy czasu. Opis obsługi menu zawarto w podrozdziale „B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego”.

W poniższym opisie przyjęto, że podczas pracy oscyloskopu z normalną podstawą czasu przebieg rysowany jest od skrajnej lewej linii siatki ekranu a funkcja rozciągu (x10 X MAG) jest wyłączona.

Funkcje

Tryb ustawiania „sea”

W trybie ustawiania **SEARCH** czas podtrzymania jest automatycznie ustawiany na minimum, a pierwsze kilka (od lewej) działek śladu jest wygaszane. Punkt startu kreślonego przebiegu można przesuwac w zakresie od około 2 do 7 działek za pomocą potencjometru **DEL.POS** (21). Przesunięcie to opowiada czasowi opóźnienia podstawy czasu i jest proporcjonalne do aktualnej wartości współczynnika czasu. Opóźnienie może być również ustawione zgrubnie regulatorem **TIME/DIV** (zakres: 20ms do 100ns).

Pozycja sygnału, przy której rozpoczyna się rysowanie przebiegu zostaje zachowana po przejściu z trybu „sea” do trybu „del”. Umożliwia to ustawienie mniejszego współczynnika podstawy czasu w celu rozciągnięcia wybranej partii przebiegu w poziomie.

Opóźniona podstawa czasu „del”

W trybie opóźnionej podstawy czasu **DELAY** zaistnienie warunków wyzwolenia nie powoduje rozpoczęcia kreślenia przebiegu na ekranie, a tylko uruchomienie odliczania czasu opóźnienia. Start podstawy czasu następuje po upływie ustawionego czasu opóźnienia. Ustawiając mniejszy współczynnik czasu (większą szybkość podstawy czasu) można rozciągać przebieg w poziomie.

Regulator **DEL.POS** (21) służy do korekcji położenia początku śladu na ekranie, który został przesunięty zmianą ustawienia współczynnika podstawy czasu.

Uwaga: Przy większych współczynnikach rozciągu jasność przebiegu może znacząco się zmniejszyć.

Wyzwalanie opóźnionej podstawy czasu „dTr”

W trybie wyzwalania opóźnionej podstawy czasu układ wyzwalania normalnej podstawy czasu uruchamia tylko odliczanie czasu opóźnienia jak w trybie „del”. Po upływie tego czasu opóźniona podstawa czasu musi zostać uruchomiona (rozpoczęcie kreślenia przebiegu) drugim układem wyzwalania. Aby to nastąpiło sygnał musi osiągnąć ustawione parametry wyzwolenia (poziom i zbocze).

Uwaga: Wskaźnik wyzwalania (**TR**) sygnalizuje działanie tylko pierwszego układu wyzwalania, zatem może świecić również wtedy, gdy warunki do wyzwolenia drugiego układu wyzwalania nie zostaną spełnione i ekran pozostanie ciemny.

Regulator **DEL.POS** (21) może być używany podobnie jak w trybie „del”. W przeciwieństwie jednak do sygnałów złożonych efekt działania regulacji może być niezauważalny w przypadku prostych sygnałów okresowych, gdyż punkt wyzwalania przeskakuje wtedy w miejsca przebiegu o tej samej fazie.

(24) Z-ON/OFF VAR. - Przycisk dwufunkcyjny.

Przełączanie funkcji wejścia TRIG.EXT. (Z-ON/OFF):

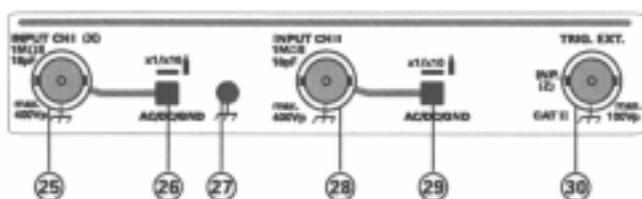
Krótkim naciśnięciem przycisku przełącza się między pracą wejścia **TRIG.EXT.** (30) jako źródła zewnętrznego sygnału wyzwalającego lub źródła sygnału modulacji intensywności plamki (Z). Modulacja intensywności nie jest dostępna przy wyzwalaniu zewnętrznym, podczas pracy z opóźnioną podstawą czasu (tryby: „sea”, „del”, „dTr”) i w trybie testera podzespołów.

Modulacja intensywności jest sygnalizowana wyświetleniem symbolu „Z” z prawej strony zestawu wskaźników „źródło, zbocze i sprzężenie wyzwalania”. Wysoki poziom TTL (logika dodatnia) na wejściu zmniejsza intensywność aż do wygaszenia śladu, niski – zwiększa intensywność (rozświetla ślad). Napięcie nie może przekroczyć poziomu +5V.

Płynna regulacja podstawy czasu (VAR):

Długie przyciśnięcie przycisku przełącza funkcje regulatora **TIME/DIV** (22) ze skokowego przełącznika na potencjometr płynnej regulacji.

Ustawienie funkcji regulatora sygnalizowane jest diodą **VAR** położoną powyżej pokrętki. Gdy dioda świeci, to regulator pracuje jako potencjometr płynnej regulacji. Po włączeniu diody **VAR** wartość współczynnika czasu pozostaje kalibrowana do momentu obrotu regulatora. Wtedy wskaźnik ekranowy przyjmuje postać n.p. „>10ms” zamiast „10ms”. Obrót pokrętki **TIME/DIV** w lewo zwiększa współczynnik czasu aż do osiągnięcia wartości maksymalnej, co jest sygnalizowane dźwiękiem beepera. Obrót pokrętki w prawo zmniejsza współczynnik czasu aż do osiągnięcia z powrotem wartości kalibrowanej - symbol „>” znika z ekranu.



(25) INPUT CH I (X) - Gniazdo wejściowe typu BNC.

Gniazdo jest wejściem sygnału kanału 1., natomiast w trybie **XY** sygnał z tego wejścia steruje układem odchylenia poziomego. Zewnętrzny styk gniazda jest galwanicznie połączony z masą oscyloskopu, a tym samym z przewodem ochronnym sieci zasilającej. Z gniazdem skojarzony jest przycisk sprzężenia (26).

(26) AC/DC/GND x1/x10 - Przycisk wielofunkcyjny.

Sprzężenie wejścia (AC/DC/GND):

Krótkie naciśnięcie przycisku rozwija menu zstępujące sprzężenia wejścia kanału CH I w tych trybach odchylenia, w których aktywny jest kanał 1.

Dostępne są następujące sprzężenia: **DC** (stałoprądowe), **AC** (zmiennoprądowe) i **GND** (masa). Opis obsługi menu zawarto w podrozdziale „**B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego**”.

Po zamknięciu menu symbol sprzężenia wyświetlany jest na ekranie z prawej strony poniżej wskaźnika „**Y1: współczynnik odchylenia**”. Symbol „=” oznacza sprzężenie DC, symbol „~” – sprzężenie AC a „GND” – sprzężenie GND.

Ustawienie sprzężenia **GND** odłącza sygnał kanału 1. i wyłącza funkcje regulatora **VOLTS/DIV** (14). W trybie automatycznym wyzwalania (Yt) na ekranie widoczna jest linia podstawy czasu rysowana w położeniu odpowiadającym poziomowi 0V sygnału. W trybie XY plamka nie jest odchylana w poziomie (na ekranie pojawia się punkt lub linia pionowa, w zależności od sygnału kanału CH II).

Współczynnik tłumienia (x1/x10):

Długim naciśnięciem przycisku przełącza się skokowo współczynnik tłumienia zastosowanej sondy pomiarowej w kanale 1. między 1:1 a 10:1. Po wybraniu tłumienia 10:1 na ekranie, przed wskaźnikiem współczynnika odchylenia kanału 1., wyświetlany jest symbol sondy („**symbol sondy**” Y1 ...). W czasie pomiarów kursorowych napięcia współczynnik tłumienia sondy jest automatycznie uwzględniany.

UWAGA !

Symbol sondy na ekranie musi być wyświetlany (ustawione tłumienie 10:1) dopóty, dopóki na wejście kanału jest wpięta sonda pomiarowa x10.

(27) Zacisk uziemienia - 4 mm gniazdo typu jack galwanicznie połączone z uziemieniem ochronnym.

Gniazdo może stanowić potencjał odniesienia przy pomiarach sygnałów o niskiej częstotliwości i prądu stałego (DC), a także przy badaniu podzespołów elektronicznych za pomocą wbudowanego testera.

(28) INPUT CH II - Gniazdo wejściowe typu BNC.

Gniazdo jest wejściem sygnału kanału 2. Zewnętrzny styk gniazda jest galwanicznie połączony z masą oscyloskopu, a tym samym z przewodem ochronnym sieci zasilającej. Z gniazdem skojarzony jest przycisk sprzężenia (29).

W trybie **XY** sygnał z tego wejścia steruje układem odchylenia pionowego.

(29) AC/DC/GND x1/x10 - Przycisk wielofunkcyjny.

Sprzężenie wejścia (AC/DC/GND):

Krótkie naciśnięcie przycisku rozwija menu zstępujące sprzężenia wejścia kanału CH II w tych trybach odchylenia, w których aktywny jest kanał 2.

Dostępne są następujące sprzężenia: **DC** (stałoprądowe), **AC** (zmiennoprądowe) i **GND** (masa). Opis obsługi menu zawarto w podrozdziale „**B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego**”.

Po zamknięciu menu symbol sprzężenia wyświetlany jest na ekranie z prawej strony poniżej wskaźnika „**Y2: współczynnik odchylenia**”. Symbol „=” oznacza sprzężenie DC, symbol „~” – sprzężenie AC a „GND” – sprzężenie GND.

Ustawienie sprzężenia **GND** odłącza sygnał kanału 2. i wyłącza funkcje regulatora **VOLTS/DIV** (18). W trybie automatycznym wyzwalania (Yt) na ekranie widoczna jest linia podstawy czasu rysowana w położeniu odpowiadającym poziomowi 0V sygnału. W trybie XY plamka nie jest odchylana w pionie (na ekranie pojawia się punkt lub linia pozioma, w zależności od sygnału kanału CH I).

Współczynnik tłumienia (x1/x10):

Długim naciśnięciem przycisku przełącza się skokowo współczynnik tłumienia zastosowanej sondy pomiarowej w kanale 2. między 1:1 a 10:1. Po wybraniu tłumienia 10:1 na ekranie, przed wskaźnikiem współczynnika odchylenia kanału 2., wyświetlany jest symbol sondy („**symbol sondy**” Y1 ...). W czasie pomiarów kursorowych napięcia współczynnik tłumienia sondy jest automatycznie uwzględniany.

UWAGA !

Symbol sondy na ekranie musi być wyświetlany (ustawione tłumienie 10:1) dopóty, dopóki na wejście kanału jest wpięta sonda pomiarowa x10.

(30) TRIG. EXT. / INPUT (Z) - Dwufunkcyjne gniazdo BNC.

Zewnętrzny styk gniazda jest galwanicznie połączony z masą oscyloskopu, a tym samym z przewodem ochronnym sieci zasilającej. Impedancja wejścia wynosi około $1M\Omega/20pF$.

Krótkim naciśnięciem przycisku Z ON/OFF VAR (24) przełącza się funkcje gniazda.

TRIG. EXT.:

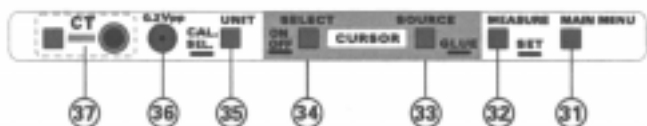
Gniazdo pełni funkcję wejścia zewnętrznego sygnału wyzwalającego, gdy ustawione zostanie wyzwalanie zewnętrzne.

Sprzężenie wyzwalania ustawiane jest przyciskami **TRIG. MODE** (20).

INP. (Z):

Jeżeli oscyloskop nie pracuje w trybie testera podzespołów, z opóźnioną podstawą czasu („sea”, „del”, „dTr”) ani z wyzwalaniem zewnętrznym, to gniazdo pełni funkcję wejścia sygnału modulującego intensywność plamki (oś Z).

Wysoki poziom TTL (logika dodatnia) na wejściu zmniejsza intensywność aż do wygaszenia śladu, niski – zwiększa intensywność (rozświetla ślad). Napięcie nie może przekroczyć poziomu +5V.



(31) MAIN MENU - Przycisk menu ekranowego.

Krótkie naciśnięcie przycisku powoduje wyświetlenie na ekranie głównego menu programowego oscyloskopu (**MAIN MENU**). W menu głównym dostępne są podmenu: **TRACE ROT**, **ADJUSTMENT** i **SETUP & INFO** zawierające również kolejne podmenu.

Szczegółowy opis menu głównego zamieszczono w podrozdziale „E: Menu główne (MAIN MENU)”.

Opis zasad obsługi menu programowych przyrządu znajduje się w podrozdziale „B: Rodzaje i zasady obsługi menu ekranowego”.

(32) MEASURE SET - Przycisk dwufunkcyjny.

MEASURE:

Krótkie naciśnięcie przycisku rozwija menu pomiarów automatycznych „AUTO MEASURE”, jeżeli kursory nie są aktywne. Jeżeli na ekranie wyświetlane są linie kursorów, rozwijane jest menu pomiarów kursorowych „CURSOR MEASURE”. Aby włączyć bądź wyłączyć kursory ekranowe, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk **SELECT ON/OFF** (34).

Dostępność funkcji pomiarowych

Jeżeli w danym trybie pracy nie jest dostępna wybrana funkcja pomiarowa, to na ekranie zamiast wyniku pomiaru wyświetlany jest symbol „n/a” (*not applicable*). Przykładowo, na ekranie zostanie wyświetlony symbol „Δt: n/a”, jeżeli ustawiono funkcję pomiaru czasu w trybie XY odchylenia.

Ustawienia niekalibrowane / Sygnalizacja przepełnienia

Jeżeli współczynnik odchylenia ustawiono na wartość niekalibrowaną, na ekranie sygnalizowane jest to wskaźnikiem np. „Y1>2V=” lub „>500μs”. W takim przypadku przed wynikiem pomiaru automatycznie wyświetlany jest symbol „<” lub „>”.

Przekroczenie przez daną wartość zakresu pomiarowego sygnalizowane jest wyświetleniem przed wynikiem

pomiaru symbolu „>”.

Pomiary niemożliwe do wykonania

Jeżeli przyrząd nie może znaleźć wyniku wybranego pomiaru (np. pomiaru częstotliwości przy braku sygnału na wejściu), wyświetlany jest symbol „?”.

32.1 Menu pomiarów automatycznych (AUTO MEASURE)

Wyniki pomiarów odpowiadających poszczególnym punktom menu opisanym w akapitach 32.x są zależne od sygnału wykorzystywanego do wyzwalania.

Do pomiarów napięciowych wymagane jest sprzężenie AC lub DC wyzwalania. Przy pomiarach napięcia stałego niezbędne jest ustawienie sprzężenia stałoprądowego (DC) wejścia.

Przy pomiarach sygnałów o wysokiej częstotliwości dokładność pomiarów jest zmniejszona ze względu na różne charakterystyki odpowiedzi częstotliwościowej wzmacniaczy odchylenia pionowego i wzmacniacza układu wyzwalania.

Podczas pomiarów sygnałów o bardzo małej częstotliwości (<20Hz) zmierzona wartość zmienia się, podążając za zmianami przebiegu. Na wynik pomiaru ma także wpływ współczynnik wypełnienia takich sygnałów i ustawione zbocze wyzwalania.

Aby uniknąć błędów pomiarowych, cały wyświetlany przebieg (patrzac na jego amplitudę) musi mieścić się wewnątrz siatki współrzędnych, czyli żadna część sygnału nie może pojawiać się poniżej dolnej lub górnej linii granicznej siatki.

32.1.1 Pomiar wartości średniej składowej stałej (DC)

Bliższe informacje zamieszczono w rozdziale „Odczyt wartości średniej napięcia”.

32.1.2 Pomiar częstotliwości sygnału (Frequency)

Przy pomiarach sygnałów złożonych uzyskuje się różne wyniki w zależności od ustawienia punktu wyzwalania.

32.1.3 Pomiar okresu sygnału (Period)

Przy pomiarach sygnałów złożonych uzyskuje się różne wyniki w zależności od ustawienia punktu wyzwalania.

32.1.4 Pomiar dodatniej wartości szczytowej (Peak +)

Składowa stała sygnału jest brana pod uwagę podczas pomiaru, gdy ustawione jest sprzężenie DC wejścia.

32.1.5 Pomiar ujemnej wartości szczytowej (Peak -)

Składowa stała sygnału jest brana pod uwagę podczas pomiaru, gdy ustawione jest sprzężenie DC wejścia.

32.1.6 Pomiar wartości międzyszczytowej (Peak Peak)

Wynikiem pomiaru jest różnica napięcia między ujemną i dodatnią wartością szczytową.

32.1.7 Odczyt poziomu wyzwalania (Trigger level)

Na ekranie odczytuje się wartość napięcia odniesienia komparatora układu wyzwalania, którą musi osiągnąć sygnał wyzwalający, aby wystartował generator podstawy czasu.

32.1.8 Wyłączenie pomiarów automatycznych (Off)

32.2 Menu pomiarów kursorowych (CURSOR MEASURE)

Krótkie naciśnięcie przycisku **MEASURE SET** rozwija menu pomiarów kursorowych „CURSOR MEASURE”, jeżeli na ekranie wyświetlane są linie kursorów (kursory włączone przyciskiem **SELECT ON/OFF** (34)). Wyniki pomiarów odpowiadających poszczególnym punktom menu opisanym niżej są zależne od ustawienia kursorów względem badanego przebiegu.

Jeżeli dioda CURSOR POS (7) świeci, można przesunąć linie kursorów za pomocą pokręteł **Y POS/CUR.I** (6) i **Y POS/CUR.II** (8). Kursory są oznaczone symbolami „I” i „II”, wskazując skojarzenie kursora z regulatorem położenia Y POS. Jeżeli na ekranie wyświetlanych jest więcej kursorów lub dodatkowo symboli „+”, to zmiany przyporządkowania linii do danego regulatora dokonuje się przyciskiem **SELECT** (34). Gdy obie linie lub symbole „+” mają to samo oznaczenie, mogą być przesuwane jednocześnie (praca kursorów w trybie śledzenia).

32.2.1 Δt - pomiar różnicy czasu

(odczyt: „ Δt : wartość zmierzona”)

Pomiar odstępu czasu między dwiema pionowymi liniami kursorów w trybach Yt odchylenia (funkcja niedostępna w trybie XY). Krótkimi naciśnięciami przycisku **UNIT** (35) przełącza się między pomiarem czasu Δt a pomiarem częstotliwości $1/\Delta t$ i odwrotnie.

32.2.2 $1/\Delta t$ - pomiar częstotliwości

(odczyt: „ $1/\Delta t$: wartość zmierzona”)

Pionowe linie kursorowe umożliwiają pomiary częstotliwości w trybach Yt odchylenia (funkcja niedostępna w trybie XY). Krótkimi naciśnięciami przycisku **UNIT** (35) przełącza się między pomiarem częstotliwości $1/\Delta t$ a pomiarem czasu Δt i odwrotnie.

32.2.3 Rise Time - pomiar czasu narastania

(odczyt: „tr 10: wartość zmierzona”)

Pomiar wykonywany jest za pomocą dwóch poziomych kursorów i 2 symboli „+”, które mają niższe znaczenie:

1. Dolny kursor na poziomie odniesienia = 0%.
2. Dolny symbol „+” = 10% odległości kursorów.
3. Górny symbol „+” = 90% odległości kursorów.
4. Górny kursor na szczycie impulsu = 100%.

Przycisk **SET** (32) umożliwia automatyczne ustawienie kursorów odpowiednio do badanego sygnału (w trybie dwukanałowym do sygnału wykorzystywanego do wyzwalania). Oczywiście ustawienie to można później zmienić ręcznie.

Odległości w pionie między symbolami „+” i liniami kursorów są ustawiane automatycznie. Przy pomiarach czasu narastania symbole „+” należy ręcznie przesunąć w poziomie, ustawiając je na zboczu mierzonego impulsu. Aby to było możliwe, dioda CURSOR POS musi być włączona a symbole „+” oznaczone („I” i „II”) za pomocą przycisku **SELECT** (34).

Uwaga:

W celu osiągnięcia maksymalnej precyzji ustawienia symboli „+” i dokładności pomiaru należy w pierwszej kolejności zbocze sygnału przesunąć w poziomie do centrum ekranu, a następnie włączyć rozciąg przebiegu w osi X (**X-MAG. x10** (13)).

Aby uniknąć konieczności zmiany położenia kursorów i symboli „+” po każdorazowym przesunięciu przebiegu w pionie lub poziomie, można wykorzystać funkcję blokady pozycji kursorów względem wyświetlanego przebiegu (**GLUE** (33)). Aktywność funkcji **GLUE** jest sygnalizowana graficznie zmniejszeniem liczby punktów tworzących linie kursorów i symbole „+”.

Więcej informacji na temat pomiarów czasu narastania można znaleźć w podrozdziale „Pomiar czasu narastania” rozdziału „Rodzaje sygnałów wejściowych”.

32.2.4 ΔV - pomiar różnicy napięcia

(odczyt: „ ΔV : kanał, wartość zmierzona”)

W trybach Yt odchylenia wyświetlone zostają dwie poziome linie kursorowe:

Przy pracy jednokanałowej (CHI lub CHII) kursory zostają automatycznie skojarzone z sygnałem wejściowym, a wynik pomiaru uwzględnia współczynnik odchylenia pionowego.

W trybie dwukanałowym **DUAL** wymagane jest przypisanie kursorów do wybranego kanału za pomocą przycisku **SOURCE** (33). Prawidłowy wynik pomiaru uzyskuje się po ustawieniu kursorów na mierzoną przebiegu, zgodnie z ustawieniem przycisku (33).

W trybie sumowania przebiegów („add”) niezbędne jest ustawienie jednakowych współczynników odchylenia obu kanałów.

W trybie **XY** wyświetlone zostają kursory pionowe lub poziome, zależnie od ustawienia mierzonego sygnału przyciskiem **SOURCE** (33): X – CHI, Y – CHII. Po wybraniu pomiaru napięcia sygnału odchylającego plamkę w osi poziomej wyświetlane są kursory pionowe.

32.2.5 V to GND - pomiar napięcia względem masy

(odczyt: „V: kanał, wartość zmierzona”)

W tym trybie pomiarowym wyświetlana jest tylko jedna linia kursorowa, służąca do pomiaru napięcia sygnału względem poziomu 0V. Pozostałe zasady pomiarów pozostają identyczne jak w punkcie 32.2.4.

32.2.6 Ratio X - pomiary stosunkowe czasu

(odczyt: „ratio:X, wartość zmierzona, jednostka”)

Ustawienie funkcji pomiarowej **Ratio X** powoduje wyświetlenie dwóch długich i jednej krótkiej linii kursorów. Funkcja jest dostępna jedynie w trybach Yt odchylenia.

Jednostki w jakich podawana będzie zmierzona wartość wybiera się z menu **UNIT** rozwijanego po krótkim naciśnięciu przycisku **UNIT** (35). Dostępne są następujące jednostki: ratio (stosunek), %, ° (jednostki katowe: stopnie i pi).

Długa linia kursorowa położona z lewej strony zawsze pełni rolę linii odniesienia. Jeżeli krótki kursor znajdzie się z lewej strony linii odniesienia, to wynik pomiaru będzie poprzedzony znakiem „-”.

Ratio:

Funkcja umożliwia pomiar współczynnika wypełnienia przebiegu impulsowego. Odległość między długimi kursorami jest przyjmowana jako okres przebiegu (wartość równa 1).

Przykład: Pomiar współczynnika wypełnienia przebiegu, w którym długość impulsu wynosi 4 działki, a długość przerwy – 1 działkę.

Długie linie kursorowe muszą pokrywać się z początkiem pierwszego i drugiego impulsu, wyznaczając okres przebiegu (5 działek - odległość odniesienia przyjęta jako 1). Symbol „I” musi być przypisany do krótkiego kursora (przyciskiem **SELECT** (34)), który należy przesunąć na koniec 1. impulsu (4 działki od początku impulsu). Współczynnik wypełnienia wynika ze stosunku długości impulsu do okresu przebiegu i wynosi $4:5=0,8$, zatem wyświetlony zostanie wynik pomiaru równy „0.8”.

%:

Zasada pomiaru identyczna jak w poprzednim akapicie. Zmierzona wartość podana w %.

°:

Pomiar kąta fazowego odpowiadającego odległości kursorów w osi czasu. Odległość długich kursorów musi być równa okresowi sygnału, któremu odpowiada kąt 360° . Przesuwając krótki kursor względem kursorów długich odczytuje się wprost fazę danego punktu przebiegu. Dodatkowe informacje na temat pomiarów przesunięcia fazowego można znaleźć w rozdziale „Pomiar różnicy faz w trybie **DUAL**”.

pi:

Pomiar kąta fazowego w radianach odpowiadającego odległości kursorów w osi czasu. Odległość długi kursorów musi być równa okresowi sygnału, któremu odpowiada kąt 2π („pi”) radianów. Jeżeli odległość krótkiego kursora od kursora długiego położonego z lewej strony wynosi 1,5 okresu, to na ekranie wyświetlony zostanie wynik „3pi”.

32.2.7 Ratio Y - pomiary stosunkowe napięcia

(odczyt: „ratio:Y, wartość zmierzona, jednostka”)

Ustawienie funkcji pomiarowej Ratio Y powoduje wyświetlenie dwóch długich i jednej krótkiej linii kursorów. Funkcja jest dostępna jedynie w trybach Yt odchylenia.

Krótkie naciśnięcie przycisku **UNIT** (35) przełącza między jednostkami pomiaru: ratio (stosunek – jednostka niemianowana) i %.

Długa linia kursorowa położona niżej zawsze pełni rolę linii odniesienia. Jeżeli krótki kursor znajdzie się poniżej linii odniesienia, to wynik pomiaru poprzedzony będzie znakiem „-”.

Ratio:

Odległość między długimi kursorami przyjmowana jako wartość równa 1.

Przykład: Jeżeli odległość między długimi kursorami wynosi 6 działek, a krótki kursor jest aktywny i ustawiony 4 działki powyżej kursora odniesienia, to względna wartość napięcia (stosunek) wynosi 4:6, zatem jako wynik na ekranie zostanie wyświetlona niemianowana wartość „0.667”.

%:

Zasada pomiaru identyczna jak w poprzednim akapicie, przy czym odległość długich kursorów przyjmowana jest jako wartość 100%, a wynik pomiaru podawany jest w procentach.

32.2.8 Gain - pomiar wzmocnienia

(odczyt: „gain: wartość zmierzona, jednostka”)

Funkcja pomiaru stosunkowego napięcia sygnałów wejściowych za pomocą dwóch długich i dwóch krótkich linii kursorowych, dostępna jedynie w trybach Yt odchylenia.

Krótkie naciśnięcie przycisku **UNIT** (35) przełącza między jednostkami pomiaru: ratio (stosunek – jednostka niemianowana), % i dB (decybele).

Sposób wykorzystania funkcji pomiaru wzmocnienia zależy od trybu odchylenia pionowego, tzn. od ilości wyświetlanych przebiegów.

1. Praca jednokanałowa (CHI, CHII lub „add”)

Pomiaru można dokonać dla jednego sygnału przed i po zmianie jego częstotliwości. Jest to wygodna metoda np. do pomiaru charakterystyki częstotliwościowej oscyloskopu. Odległość między długimi kursorami jest wartością odniesienia. Wzmocnienie (tłumienie) sygnału jest obliczane jako stosunek odległości między krótkimi kursorami do zmierzonej wcześniej wartości odniesienia.

2. Praca dwukanałowa (DUAL)

Funkcja umożliwiająca pomiar charakterystyk przenoszenia czwórników transmisyjnych (wzmacniaczy, tłumików) przez porównanie ich napięć wejściowych i wyjściowych. Aby uzyskać prawidłowy wynik pomiaru, należy zwrócić uwagę, który z tych sygnałów został podłączony do kanału 1., a który do 2.

Obie długie linie kursorów muszą być ustawione na sygnale kanału CHI, a krótkie – na sygnale CHII.

Krótkie naciśnięcie przycisku **SOURCE** (33) rozwija menu z dwiema opcjami: „g1→2:” i „g2→1:”. Wyboru żądanej opcji dokonuje się naciśnięciami przycisku (33)

aż do jej podświetlenia. Jeżeli kanał 1. jest podłączony do wejścia czwórnika, a kanał 2. – do wyjścia, to należy ustawić opcję „g1→2:”. Jeżeli kanały podłączono odwrotnie, należy wybrać „g2→1:”.

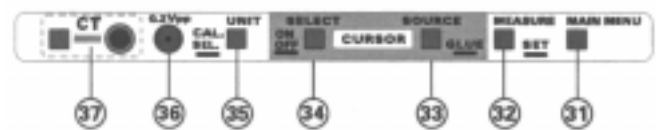
32.3 Automatyczne pozycjonowanie kursorów (SET)

Długie naciśnięcie przycisku **SET** (32), gdy aktywna jest funkcja kursorowych pomiarów napięcia, powoduje automatyczne ustawienie linii kursorów odpowiednio do badanego sygnału w ściśle określonych granicach.

Ponieważ mierzony jest sygnał wyzwalający (źródło wyzwala ustawione na CHI lub CHII), ustawione sprzężenie wyzwala ma wpływ na wynik pomiaru.

Funkcja pozycjonowania kursorów może być aktywowana, gdy:

1. Linie kursorów są widoczne na ekranie.
2. Ustawiona jest funkcja pomiarów kursorowych, przy której kursory mają postać linii poziomych (Rise Time, ΔV , V to GND, Ratio Y i Gain).
3. Włączony jest tryb CHI, CHII lub DUAL odchylenia pionowego.



(33) SOURCE GLUE - Przycisk dwufunkcyjny.

SOURCE:

Krótkimi naciśnięciami wybiera się źródło (kanał) sygnału mierzonego. W związku z tym funkcja nie jest aktywna w trybach jednokanałowych odchylenia pionowego tj. CHI, CHII i „add”.

1. W trybach DUAL lub XY z ustawioną funkcją kursorowych pomiarów napięcia (CURSOR MEASURE: „ ΔV ” i „V to GND”) na ekranie wyświetlane są dwie długie linie kursorów. Krótkimi naciśnięciami przycisku **SOURCE** wybiera się kanał do pomiaru (wraz z jego współczynnikiem odchylenia). Kursory muszą być ustawione na przebiegu wybranego kanału.

2. Ustawienie funkcji „Gain” w trybie DUAL pozwala na pomiar stosunku napięcia sygnałów wyjściowego i wejściowego badanego urządzenia za pomocą dwóch krótkich i dwóch długich linii kursorów. Do uzyskania prawidłowego wyniku pomiaru należy ustawić opcję pomiarową (patrz punkt 32.2.8) odpowiednio do konfiguracji podłączenia mierzonych sygnałów do wejść oscyloskopu.

GLUE:

Długim naciśnięciem przycisku włącza i wyłącza się funkcję GLUE, co jest sygnalizowane na ekranie sposobem wyświetlania linii kursorów. Gdy funkcja jest aktywna liczba punktów tworzących linie i symbole „+” ulega zmniejszeniu.

Funkcja blokuje pozycję kursorów i symboli „+” względem wyświetlanego przebiegu i w przypadku zmiany położenia przebiegu w pionie lub poziomie (za pomocą pokręteł regulacji położenia) jednocześnie przemieszczane są kursory.

(34) SELECT ON OFF – Przycisk dwufunkcyjny.

ON/OFF

Długie naciśnięcie przycisku włącza lub wyłącza linie kursorów.

Gdy kursory są włączone, to na ekranie wyświetlane są wskaźniki funkcji pomiarów kursorowych, która była ostatnio aktywna. Przyciskiem **MEASURE** (32) rozwija się menu pomiarów kursorowych.

Wyłączenie kursorów jednocześnie przełącza przyrząd do ostatnio używanej funkcji pomiarów automatycznych. Przyciskiem **MEASURE** (32) rozwija się menu pomiarów automatycznych.

SELECT

Jeżeli kursory są aktywne (CURSOR MEASURE) i świeci dioda **CURSOR POS** (7), to do linii kursorów lub symboli „+” przyporządkowane są symbole „I” i „II”. Symbole te wskazują, którym regulatorem położenia **Y-POS/CUR.** (I lub II) można zmieniać pozycję wybranego kursora. Krótkimi naciśnięciami przycisku SELECT można zmieniać przyporządkowanie.

Tylko oznaczone symbolami „I” i „II” kursory i symbole „+” mogą być przesuwane. Tryb śledzenia (jednoczesne przesuwanie obu kursorów lub symboli „+” jednym regulatorem położenia) jest dostępny, gdy obie linie lub symbole „+” mają takie samo oznaczenie.

(35) UNIT CAL. SEL. - Przycisk dwufunkcyjny.

UNIT

Krótkim naciśnięciem przycisku zmienia się jednostki wyświetlanych wyników pomiarów. Jeżeli aktywne są pomiary kursorowe i dostępne są więcej niż dwie jednostki, to otwierane jest menu obsługi. W przeciwnym wypadku przełączanie jednostek odbywa się bezpośrednio, bez rozwijania menu.

W trybie pomiarów automatycznych przycisk **UNIT** jest używany do przełączania między pomiarem częstotliwości i okresu oraz pomiarem dodatniej i ujemnej wartości szczytowej.

CAL. SEL.

Długie naciśnięcie przycisku otwiera menu doboru sygnału kalibratora CAL. FREQUENCY, w którym dostępne są sygnały: DC (napięcie stałe) i AC (sygnał prostokątny 1Hz – 1MHz). Przy ustawieniu „dependent on TB” częstotliwość sygnału wyjściowego jest zależna od ustawienia współczynnika podstawy czasu (TIME/DIV. (22)).

Sygnał wewnętrznego kalibratora dostępny jest na gnieździe **0,2V_{pp}** (36).

1Hz – 1MHz

Sygnał prostokątny może być wykorzystywany do kalibracji sondy pomiarowej lub oceny charakterystyki częstotliwościowej. Ponieważ dokładność ustawienia częstotliwości i współczynnika wypełnienia impulsów w takich zastosowaniach nie mają znaczenia, dlatego parametrów tych nie podaje się w specyfikacji i należy przyjąć, że nie są one dokładne.

Dependent on TB (zależność od podstawy czasu)

W większości przypadków współczynnik wypełnienia impulsów znacznie się różni od założonej wartości 1:1. Przy podstawach czasu od 500ms/dz do 1μs/dz okres sygnału kalibratora i współczynnik czasu są równe, co pozwala sprawdzać dokładność podstawy czasu. Najmniejszy okres sygnału wynosi 1μs (1MHz) i przy mniejszych współczynnikach podstawy czasu nie ulega zmianie.

(36) 0.2V_{pp} - Koncentryczne gniazdo kalibratora.

Na gnieździe dostępne są sygnały opisane w akapicie dotyczącym przycisku **UNIT CAL. SEL** (35). Impedancja wyjściowa gniazda wynosi ok. 50Ω. Dla obciążeń o wysokiej impedancji (oscylloskop ok. 1MΩ, multimetr cyfrowy ok. 10MΩ) napięcie sygnału na wyjściu wynosi 0,2V_{DC} (prąd stały) lub 0,2V_{pp} (przebieg prostokątny).

Opis najważniejszych zastosowań sygnałów kalibratora można znaleźć w rozdziale „**Warunki kompensacji**

sondy pomiarowej”.

(37) CT - Przycisk i gniazdo (jack) testera podzespołów.

Naciśnięcie przycisku przełącza przyrząd z oscyloskopowego trybu pracy do trybu testera podzespołów elektronicznych i odwrotnie.

Gdy włączony jest tryb testera podzespołów, na ekranie wyświetlany jest komunikat „**Component Tester**”.

Jeden przewód pomiarowy należy podłączyć do gniazda **CT**, a drugi do masy (gniazdo (27)). Szczegółowe informacje można znaleźć w rozdziale „**Tester podzespołów**”.

Maksymalne napięcie testowe wynosi około 20V_{pp} (otwarte wyjście), natomiast maksymalny prąd nie przekracza 20mA_{pp} (zwarcie).

E: Menu główne (MAIN MENU)

Oprogramowanie oscyloskopu zawiera kilka menu obsługi. Niżej przedstawiono układ menu głównego wraz z podmenu i opcjami ustawień.

1. TRACE ROT.:

Po wejściu do menu pokrętko **INTENS/FOCUS** (3) jest wykorzystywane do kompensacji wpływu ziemskiego pola magnetycznego na odchylenie strumienia elektronów w lampie oscyloskopowej. Wpływ ten objawia się skrzywieniem linii podstawy czasu względem poziomych linii siatki ekranu. Korekcja polega na doprowadzeniu do równoległości linii podstawy czasu z liniami siatki ekranu. Aby zminimalizować błąd ustawienia wynikający m.in. z nieliniowości odchylenia, która jest nie do uniknięcia, w pierwszej kolejności należy linię podstawy czasu przesunąć do środka ekranu (pokrętkami **Y-POS/CURS.I** i **X-POS.**). Następnie dokonać korekcji równoległości i nacisnąć przycisk **SAVE**, aby ustawienie zostało zachowane.

Bliższe informacje można znaleźć w podrozdziale „**Korekcja równoległości śladu**” rozdziału „**CZYNNOSCI WSTĘPNE**”.

2. ADJUSTMENT (regulacje) zawiera podmenu:

2.1 AUTO ADJUSTMENT (automatyczna regulacja):

2.1.1 SWEEP START POSITION

2.1.2 Y AMP

2.1.3 TRIGGER AMP

2.1.4 X MAG POS

2.1.5 CT X POS

Aby ustawić dowolną z powyższych opcji (dokonać automatycznego strojenia przyrządu) na żadne wejście oscyloskopu nie może być podany żaden sygnał. Bliższe informacje można znaleźć w rozdziale „**Kalibracja oscyloskopu**”.

2.2 MANUAL ADJUSTMENT. Opcje menu są dostępne jedynie dla serwisu fabrycznego firmy HAMEG.

3. SETUP & INFO. Menu zawiera podmenu:

3.1 MISCELLANEOUS

Funkcje aktywne są oznaczone symbolem „x”. Przycisk SET włącza i wyłącza zaznaczenie.

3.1.1 CONTROL BEEP. Sygnał akustyczny beepera potwierdzający wykonanie danej operacji bez błędu.

3.1.2 ERROR BEEP. Sygnalizacja akustyczna (beeper) błędu obsługi.

3.1.3 QUICK START. Włączenie opcji skraca czas od włączenia zasilania przyciskiem POWER do uzyskania gotowości przyrządu do pracy. W czasie uruchomienia nie jest wyświetlane logo firmy HAMEG ani nie są wykonywane procedury sprawdzenia i inicjalizacji.

3.2 FACTORY

Submenu dostępne jedynie dla autoryzowanego serwisu firmy HAMEG.

3.3 INFO

Wyświetlanie informacji na temat modelu przyrządu i wersji oprogramowania (hardware i software).

CZYNNOŚCI WSTĘPNE

W poniższym opisie założono, że użytkownik przyswoił sobie informacje z rozdziału „Zasady bezpieczeństwa”.

Należy pamiętać, że bezpieczną pracę gwarantuje tylko przyrząd podłączony do uziemienia ochronnego. Dlatego pierwszą czynnością przed rozpoczęciem pracy jest podłączenie kabla zasilającego do wtyku na tylnej ścianie oscyloskopu i do gniazda sieciowego z kołkiem uziemiającym. Następnie należy podłączyć przewody pomiarowe do wejść oscyloskopu. Po sprawdzeniu, że zasilanie badanego urządzenia jest wyłączone, można podłączyć przewody pomiarowe do wybranych punktów obwodu. Po wykonaniu powyższych czynności można włączyć oscyloskop, a później zasilanie testowanego przyrządu.

Zasilanie oscyloskopu włącza się czerwonym przyciskiem **POWER**. Po kilku sekundach na ekranie ukazuje się logo firmy **HAMEG** wraz z numerem wersji oprogramowania systemowego. W czasie wyświetlania logo przyrząd przeprowadza procedurę sprawdzenia obwodów wewnętrznych. Po zakończeniu autotestu logo znika z ekranu i oscyloskop jest gotowy do pracy w trybie, w którym pracował przed ostatnim wyłączeniem. Jeżeli po zakończeniu procedur uruchomieniowych na ekranie nie widać żadnego przebiegu, należy nacisnąć przycisk **AUTOSET**. Przyrząd automatycznie ustawi tryb **Yt** odchylenia oraz średnią jasność śladu i wskaźników ekranowych (patrz rozdział „Funkcja samonastawności (AUTO SET)”). Kolejną czynnością jest wyregulowanie potencjometrami **Y-POS.1** i **X-POS.** położenia linii podstawy czasu w centrum ekranu (sygnały wejściowe odłączone – sprzężenie GND wejść) i ustawienie optymalnych parametrów obrazu: jasności (**INTENS.**) i ostrości (**FOCUS**). Oscyloskop jest teraz gotowy do pomiarów.

Jeżeli nie użyto przycisku **AUTOSET** i na ekranie widoczna jest tylko plamka (UWAGA! Luminofor ekranu może ulec wypaleniu), należy natychmiast zmniejszyć jasność obrazu i sprawdzić, czy nie jest ustawiony tryb **XY** (wskaźnik **XY** na ekranie).

W celu maksymalnego zwiększenia trwałości lampy oscyloskopowej należy zawsze ustawiać minimalną intensywność obrazu, umożliwiającą pomiary przy istniejącym na stanowisku roboczym oświetleniu. Należy również unikać włączania i wyłączania przyrządu w krótkich odstępach czasu, gdyż obciąża to katodę lampy i wpływa na jej żywotność. Oscyloskop został tak zaprojektowany, że nawet niewłaściwa obsługa elementów regulacyjnych nie może stać się źródłem jego uszkodzenia.

Korekcja równoległości śladu

Mimo ekranowania lampy oscyloskopowej blachą mumetallową nie można całkowicie wyeliminować wpływu ziemskiego pola magnetycznego na poziome położenie śladu na ekranie. Wpływ ten jest zależny od orientacji przyrządu względem linii pola magnetycznego na stanowisku pracy i w efekcie linia podstawy czasu (bez odchylenia pionowego), przesunięta na środek ekranu, nie pokrywa się z centralną, poziomą linią siatki współrzędnych. Kilkustopniowe odchylenie śladu można skorygować, korzystając z głównego menu obsługi oscyloskopu (patrz podrozdział: **E: Menu główne (MAIN MENU) - 1. TRACE ROT.**).

Warunki kompensacji sondy pomiarowej

Warunkiem odtwarzania na ekranie przebiegów wejściowych bez zniekształceń, wprowadzanych przez tor przenoszenia sygnału, jest dopasowanie impedancji sondy pomiarowej do impedancji wejściowej wzmacniacza odchylenia pionowego.

W celu kompensacji niedopasowania powinien być stosowany sygnał prostokątny o bardzo krótkim czasie narastania i minimalnych zniekształceniach wierzchołka impulsów (przerost), którego składowe harmoniczne pokrywają jak najszersze pasmo częstotliwości.

Oscyloskop HM504 wyposażono w generator kalibracyjny, który dostarcza sygnału prostokątnego o bardzo krótkim czasie narastania (<4ns) i przełączanej częstotliwości. Sygnał jest dostępny na gnieździe koncentrycznym (36), znajdującym się poniżej ekranu.

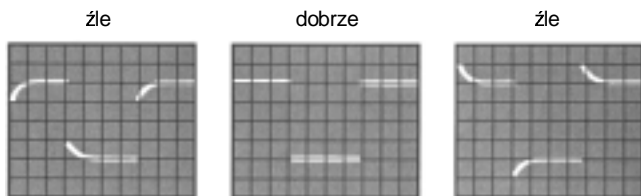
Ponieważ dla kompensacji istotne jest jedynie, aby sygnał testowy był prostokątny, o możliwie szybkim narastaniu impulsów, to w specyfikacji oscyloskopu nie podaje się dokładności częstotliwości kalibratora ani współczynnika wypełnienia impulsów sygnału, gdyż dokładność taka nie jest wymagana. Na wyjściu kalibratora poziom sygnału wynosi $0,2V_{pp} \pm 1\%$ (tr<4ns) dla kompensacji sond 10:1. Przy ustawieniu czułości odchylenia na 5mV/dz taki poziom sygnału zapewnia wysokość przebiegu na ekranie równą 4 działki.

Wewnętrzna średnica gniazda wynosi 4,9 mm dla zapewnienia zgodności z międzynarodowym standardem zewnętrznej średnicy ekranu nowoczesnych sond pomiarowych (typu slimline). Tylko sondy o takiej konstrukcji gwarantują najkrótsze połączenie masy (ekranu), będące warunkiem przenoszenia bez zakłóceń mierzonych sygnałów, w szczególności niesinusoidalnych sygnałów w.cz.

Kompensacja sygnałem 1kHz

Dostrojenie sondy w zakresie niskich częstotliwości realizowane jest kondensatorem dostrojczym (trymerem), który kompensuje pojemnościowe obciążenie wejścia oscyloskopu. Kompensacja polega na uzyskaniu podziału pojemności w stosunku równym ilorazowi dzielnika rezystancyjnego, co w efekcie daje jednakowe tłumienie dla składowych niskiej i wysokiej częstotliwości oraz składowej stałej mierzonego sygnału (Dla sond o tłumieniu 1:1 kompensacji się nie dokonuje.). Niezbędnym warunkiem prawidłowego przeprowadzenia strojenia sondy jest sprawdzenie i ewentualna korekcja równoległości linii podstawy czasu (patrz również podrozdział „Korekcja równoległości śladu”).

Podłączyć sondę 10:1 do wejścia kanału, który ma być dopasowywany (należy pamiętać, aby podczas późniejszych pomiarów nie zamieniać sond, tj. aby z danym kanałem pracowała tylko sonda, której kompensację przeprowadzono dla tego kanału). Ustawić współczynnik odchylenia kanału na 5mV/dz i sprzężenie stałoprądowe DC sygnału wejściowego. Współczynnik podstawy czasu powinien być ustawiony na 0,2ms/dz, a wszystkie regulatory płynnej regulacji muszą znajdować się w położeniu kalibrowanym (nie świecą diody VAR). Po dokonaniu ww. ustawień końcówkę sondy podpiąć do gniazda kalibratora.



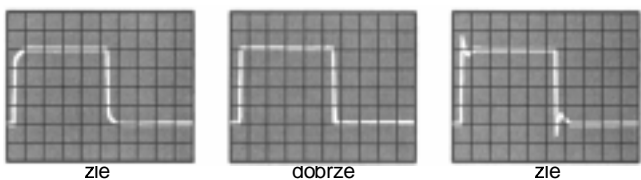
Na ekranie widoczne są przynajmniej dwa okresy przebiegu. Trymerem należy regulować do uzyskania idealnego pokrycia wierzchołków impulsów z poziomą linią siatki ekranu, jak pokazano na powyższym rysunku. Lokalizacja trymera kompensacyjnego m.cz. podana jest w karcie katalogowej sondy. Do strojenia należy używać izolowanego śrubokręta. Wysokość impulsów powinna być równa $4dz \pm 0,16dz$ (na dokładność 4% składa się 3% dokładności oscyloskopu i 1% sondy). Podczas strojenia zbocza impulsów pozostają niewidoczne.

Kompensacja sygnałem 1MHz

Sondy **HZ51, 52 i 54** mogą być także kompensowane w zakresie w.cz. Konstrukcję sond oparto na deemfazowym układzie rezonansowym, w skład którego wchodzi rezystor dostrojczy i kondensator. Taka konstrukcja umożliwia kompensację sondy w górnej części pasma wzmacniacza odchylenia pionowego oscyloskopu. Tylko kompensacja w zakresie w.cz. pozwala na optymalne wykorzystanie całego pasma użytecznego przyrządu, zachowując stałą wartość opóźnienia grupowego wzmacniacza aż do górnej częstotliwości granicznej, czego wynikiem jest redukcja do minimum charakterystycznych zniekształceń zbocza narastającego impulsu (przerosty, przedrosty, zaokrąglenia, dzwonięcia itd.). Sondy **HZ51, 52 i 54** mogą być stosowane w całym paśmie użytecznym oscyloskopu, bez ryzyka wprowadzenia zniekształceń do badanego przebiegu.

Do kalibracji sondy pomiarowej w zakresie w.cz. wymagane jest źródło sygnału o niskiej impedancji wyjściowej (około 50Ω), które dostarcza sygnał prostokątny o krótkim czasie narastania (typowo 4ns), poziomie ok. 0,2V oraz częstotliwości rzędu 1MHz. Wszystkie te warunki spełnia wewnętrzny kalibrator oscyloskopu.

Podłączyć sondę do wejścia kanału poprzednio używanego do kompensacji sondy sygnałem 1kHz. Ustawić częstotliwość kalibratora na 1MHz. Ustawienia oscyloskopu powinny być takie, jak przy kompensacji sygnałem 1kHz z wyjątkiem podstawy czasu, której współczynnik musi być ustawiony na 0,2 μ s/dz. Końcówkę sondy podpiąć do odpowiedniego gniazda kalibratora. Na ekranie ukazuje się obraz przebiegu z wyraźnie widocznymi zboczami narastającymi i opadającymi impulsów. W czasie kompensacji w zakresie w.cz. niezbędna jest obserwacja zarówno zboczy narastających, jak i lewych górnych naroży impulsów.



Lokalizację potencjometru(-ów) dostrojczego(-ych) w.cz. można znaleźć w opisie sondy. Potencjometrem(-ami) należy regulować do uzyskania maksymalnie prostokątnego kształtu impulsu. Zbocza powinny być maksymalnie strome, a szczyty impulsów - równoległe do linii siatki. Przerzuty i nadmierne zaokrąglenia są nie do zaakceptowania (patrz rysunek powyżej). Strojenie sond z jednym tylko elementem dostrojczym jest względnie łatwe. Procedura jest bardziej skomplikowana, gdy sonda ma kilka punktów strojeniowych, ale w efekcie uzyskuje się znacznie lepszą kompensację.

Po skompensowaniu sondy przebieg na ekranie powinien

mieć taką samą wysokość jak przy częstotliwości 1kHz.

Sondy innego typu niż wyżej wymienione zwykle mają grubsze końcówki pomiarowe, które nie pasują do gniazda kalibratora. Wprawdzie doświadczony użytkownik nie będzie miał problemów z wykonaniem odpowiedniego złącza redukcyjnego, ale należy tu zaznaczyć, że większość takich sond charakteryzuje się znacznie dłuższym czasem narastania i w efekcie pasmo układu sonda-oscyloskop jest znacznie mniejsze niż samego oscyloskopu. Ponadto niewiele takich sond wyposażono w opcję kompensacji w.cz., zatem przy ich stosowaniu nie można wykluczyć zniekształcania sygnału.

Kalibrując sondę przy niskich i wysokich częstotliwościach, należy zachować opisaną wyżej kolejność tzn. najpierw częstotliwość 1kHz a później 1MHz.

Warunkiem niezbędnym precyzyjnej i łatwej kompensacji sondy pomiarowej, jak i sprawdzenia współczynnika odchylenia pionowego jest podanie na wejście oscyloskopu sygnału prostokątnego o kalibrowanej amplitudzie, płaskich i poziomych wierzchołkach impulsów oraz podstawie impulsów na poziomie 0V. Częstotliwość i współczynnik wypełnienia impulsów nie są w tym przypadku parametrami krytycznymi. W celu wykorzystania sygnału do analizy odpowiedzi impulsowej niezbędny jest bardzo krótki czas narastania impulsów oraz mała oporność wyjściowa generatora.

Posiadając wszystkie wymienione cechy oraz zapewniając przełączanie częstotliwości wyjściowej, kalibrator oscyloskopu może, pod pewnymi warunkami, zastąpić kosztowne, specjalizowane generatory przy testowaniu lub kompensacji szerokopasmowych tłumików i wzmacniaczy. W przypadku takiego zastosowania niezbędne jest jedynie przygotowanie odpowiedniego złącza dopasowującego, umożliwiającego podłączenie badanego urządzenia do gniazda kalibratora.

Napięcie dostarczane przez sondę na wejście o wysokiej impedancji ($1M\Omega/15-30pF$) jest proporcjonalne do współczynnika tłumienia sondy i dla sondy 10:1 wynosi 20mVpp. Do pracy z omawianym oscyloskopem zalecane są szczególnie sondy typu **HZ51, HZ52 i HZ54**.

Praca układu odchylenia pionowego w trybach Yt

Najważniejszymi regulatorami z punktu widzenia trybu pracy układu odchylenia pionowego oscyloskopu są przyciski: **CHI** (15), **DUAL** (16) i **CHII** (19). Ich funkcje opisano w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

W większości przypadków oscyloskopy są wykorzystywane do zobrazowania zmian sygnału wejściowego w funkcji czasu - tryb Yt. W trybie Yt amplituda sygnału odchyła strumień elektronów lampy oscyloskopowej w pionie, gdy jednocześnie wewnętrzna podstawa czasu dokonuje jego przesunięcia w poziomie (od lewej do prawej strony ekranu). Po osiągnięciu prawej krawędzi ekranu plamka jest wygaszana i następuje jej powrót na lewą stronę.

Dostępne tryby Yt odchylenia pionowego:

- praca jednokanałowa, wyświetlany sygnał kanału I (CHI),
- praca jednokanałowa, wyświetlany sygnał kanału II (CHII),
- praca dwukanałowa, wyświetlane sygnały obu kanałów (DUAL),
- praca dwukanałowa, wyświetlany przebieg będący wynikiem algebraicznego sumowania (suma lub różnica) sygnałów obu kanałów (ADD).

Sposób przełączania kanałów w trybie **DUAL** jest zależny od ustawionej podstawy czasu, co opisano w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

W trybie **ADD** sygnały obu kanałów są algebraicznie sumowane, a wynik tej operacji jest wyświetlany w postaci pojedynczego przebiegu. To, czy przebieg wynikowy jest odwzorowaniem sumy czy różnicy sygnałów, zależy od relacji faz lub polaryzacji przebiegów wejściowych, a także od włączenia lub nie funkcji odwracania przebiegu.

W trybie **ADD** możliwe są następujące kombinacje sumowania i związane z nimi przebiegi wynikowe:

Synfazowe napięcia wejściowe:

- funkcja odwracania przebiegu CHII wyłączona = suma,
- funkcja odwracania przebiegu CHII włączona = różnica.

Napięcia wejściowe w przeciwfazie:

- funkcja odwracania przebiegu CHII wyłączona = różnica,
- funkcja odwracania przebiegu CHII włączona = suma.

W trybie **ADD** położenie przebiegu na ekranie wzdłuż osi pionowej jest zależne od ustawienia regulatorów **Y-POS.** obu kanałów. Przy sumowaniu przebiegów z reguły należy ustawić takie same współczynniki odchylenia pionowego obu kanałów.

Należy tutaj zaznaczyć, że ustawienia regulatorów Y-POS. również się sumują, ale nie są zależne od funkcji odwracania przebiegu.

Technika pomiarów różnicowych pozwala na bezpośredni pomiar spadku napięcia na elementach obwodu, których obie końcówki są odizolowane od masy (potencjał powyżej 0V). W takim przypadku na wejściach obu kanałów muszą być włączone identyczne sondy pomiarowe. Jednocześnie, aby uniknąć wpływu prądów wyrównawczych, należy stosować niezależne podłączenia punktów o potencjale zerowym (masa) i nie wykorzystywać do tego celu przewodów masowych sond lub ekranów kabli.

Praca oscyloskopu w trybie X-Y

Podstawowym elementem regulacyjnym związanym z trybem **X-Y** odchylenia jest przycisk **DUAL MENU** (16).

W trybie **XY** podstawa czasu jest wyłączona. Sygnał podany na wejście kanału 1. (INPUT CHI (X)) steruje odchyleniem poziomym plamki. Powiązane z tym wejściem przyciski **AC/DC/GND** oraz pokrętko **VOLTS/DIV** odnoszą się w takim przypadku do układu odchylenia poziomego. Ponieważ zmiany położenia przebiegu w poziomie dokonuje się regulatorem **X-POS.**, pokrętko **Y-POS./CURS.I** nie jest aktywne. Zakresy współczynnika odchylenia obu kanałów są identyczne, gdyż w trybie **XY** nie działa funkcja rozciągu (x10) przebiegu w poziomie.

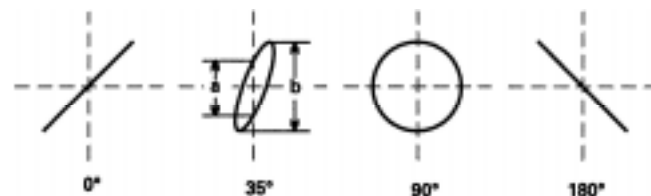
Ponieważ pasmo wzmacniacza odchylenia poziomego jest węższe niż pionowego, w czasie pomiarów należy brać pod uwagę przesunięcie fazy sygnału kanału 1., które zwiększa się ze wzrostem częstotliwości (dane w karcie katalogowej).

W trybie XY funkcja odwracania przebiegu podanego na wejście INPUT CHII (28), który steruje odchyleniem pionowym plamki, może być włączona.

Krzywe Lissajous uzyskiwane na ekranie w trybie **XY** wykorzystuje się do:

- Porównywania częstotliwości dwóch sygnałów lub wyrównywania częstotliwości danego sygnału do częstotliwości sygnału przyjętego jako sygnał odniesienia. Dotyczy to również wielokrotności danego sygnału tj. jego częstotliwości harmonicznych.
- Pomiaru przesunięcia fazowego sygnałów o tej samej częstotliwości.

Pomiar przesunięcia fazowego za pomocą krzywych Lissajous



Na powyższym rysunku pokazano krzywe Lissajous dla dwóch sygnałów sinusoidalnych o tej samej częstotliwości i amplitudzie, ale o różnych kątach fazowych. Mierząc długości odcinków a i b, można obliczyć kąt przesunięcia napięć na wejściach X i Y na podstawie podanych niżej zależności trygonometrycznych. Rozmiary krzywej na ekranie (zależne od ustawionej czułości odchylenia) nie mają wpływu na wynik obliczeń, jedynie na dokładność odczytu wysokości odcinków a i b.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Uwagi:

- Z powodu okresowego charakteru funkcji trygonometrycznych w obliczeniach należy uwzględnić tylko kąty z przedziału $0^\circ \div 90^\circ$, co z drugiej strony jest zaletą tej metody pomiarowej.
- Ze względu na przesunięcie fazy, wprowadzane przez wzmacniacz odchylenia poziomego, metoda ta nie nadaje się do sygnałów o wysokich częstotliwościach.
- Obserwując krzywą na ekranie, nie da się wprost stwierdzić, czy sygnał badany wyprzedza przebieg odniesienia, czy jest względem niego opóźniony. W przypadku konieczności określenia, który z sygnałów pojawia się wcześniej, pomocny jest układ RC, wpięty szeregowo w tor badanego sygnału. Za rezystancję układu można przyjąć oporność wejściową oscyloskopu (ok. $1M\Omega$), natomiast na wejście należy szeregowo wpiąć odpowiedni kondensator. Jeżeli wpięcie kondensatora powoduje zwiększenie się szerokości elipsy (w stosunku do układu ze zwartym kondensatorem), to napięcie badane wyprzedza sygnał odniesienia (i vice versa). Sposób ten nadaje się do przesunięć sygnałów nie większych niż 90° , zatem pojemność kondensatora powinna być odpowiednio duża, aby powodować minimalne, ale zauważalne na ekranie przesunięcie fazy.

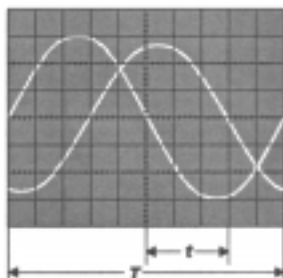
Jeżeli na żadnym z wejść nie pojawia się sygnał odchylający (napięcie na poziomie 0V lub przerwany sygnał), to na ekranie widoczna jest tylko jasno świecąca plamka. W takim przypadku, przy ustawionym wysokim poziomie jasności (regulator INTENS), może nastąpić wypalenie warstwy luminoforu i w efekcie stałe zmniejszanie się jasności tego punktu ekranu lub nawet jego trwałe uszkodzenie.

Pomiar różnicy faz w trybie DUAL (Yt)

Różnice fazy sygnałów o tej samej częstotliwości i kształcie mogą być łatwo zmierzone w trybie pracy dwukanałowej DUAL. W takim przypadku podstawa czasu powinna być wyzwalana sygnałem odniesienia (faza 0°), a tym samym drugi sygnał będzie przesunięty (w przód lub w tył) o określony - łatwy do zmierzenia - kąt fazowy. Przy wyzwalaniu przemiennym pomiar różnicy faz tą metodą nie jest możliwy.

W celu zwiększenia dokładności pomiaru należy ustawić jednakową wysokość obu przebiegów (regulując czułość odchylania) i wyregulować podstawę czasu tak, aby na ekranie było widać trochę więcej niż jeden okres fali, przy czym ustawienia: podstawy czasu, współczynnika odchylania i poziomu wyzwalania - nie wpływają na wynik pomiaru. Aby poprawić dokładności odczytu należy przed pomiarem ustawić linie bazowe przebiegów (poziom 0V) w centrum ekranu (pokrętłami Y-POS.). W przypadku sygnałów sinusoidalnych przesunięcie należy mierzyć punktami przegięcia krzywej (punkty przejścia przez zero), gdyż odczyt przesunięcia wierzchołków fali jest mniej dokładny. Jeżeli sygnał sinusoidalny jest w sposób zauważalny zniekształcony parzystymi harmonicznymi lub zawiera składową stałą, zaleca się ustawienie sprzężenia zmiennoprądowego (AC) obu kanałów. Przy pomiarach przesunięcia innych przebiegów o tym samym kształcie należy dokonywać odczytu na bardziej stromych zboczach impulsów.

Poniższy rysunek obrazuje zasadę pomiaru różnicy fazy sygnałów w trybie DUAL odchylania.



t = odległość w osi poziomej punktów przejścia krzywej przez zero w działkach

T = szerokość okresu przebiegu w działkach

Na przykładowym rysunku $t = 3$ działki, $T = 10$ działek. Szukaną wartość przesunięcia oblicza się ze wzoru:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{3}{10} \cdot 360^\circ = 108^\circ$$

lub w radianach:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1,885 \text{ rad}$$

Dla relatywnie małych kątów przy niezbyt dużych częstotliwościach dokładniejsza jest metoda pomiaru przesunięcia za pomocą krzywych Lissajous.

Pomiar sygnałów z modulacją amplitudy

Zależność amplitudy u przebiegu zmodulowanego amplitudowo sygnałem sinusoidalnym od czasu t (przy założonym braku zniekształceń) wyraża się wzorem:

$$u = U_T \cdot \sin \Omega t + 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)t - 0,5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega + \omega)t$$

gdzie:

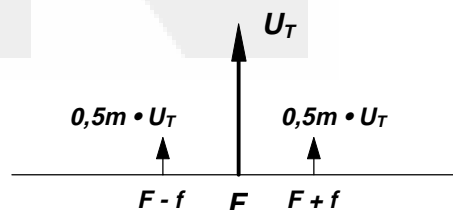
U_T = amplituda fali nośnej bez modulacji

$\Omega = 2\pi F$ = pulsacja fali nośnej

$\omega = 2\pi f$ = pulsacja sygnału modulującego

m = głębokość modulacji

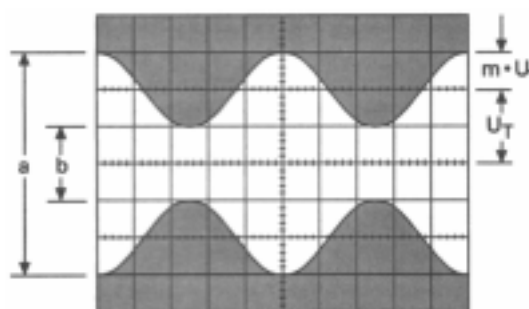
Pojawiające się z obu stron prążka częstotliwości nośnej prążki $F-f$ i $F+f$ reprezentują częstotliwość modulującą. Dokładne pomiary wyświetlanego na ekranie przebiegu zmodulowanego amplitudowo są możliwe, gdy całkowite widmo sygnału mieści się w paśmie przenoszenia oscyloskopu. Podstawa czasu powinna być wyzwalana sygnałem zewnętrznym (sygnał z generatora częstotliwości modulującej lub z demodulatora) oraz ustawiona tak, aby na ekranie było widoczne kilka okresów przebiegu modulującego. Często możliwe jest również wyzwalanie wewnętrzne w trybie NORMAL przy ustawieniu odpowiedniego poziomu wyzwalania i wykorzystaniu płynnej regulacji podstawy czasu.



Widmo sygnału z modulacją AM przy $m=50\%$

Na rysunku poniżej pokazano obraz ekranu z przebiegiem zmodulowanym amplitudowo przy następujących ustawieniach:

- odchylanie pionowe: CHI, 20mV/dz, AC
- podstawa czasu: 0,2ms/dz,
- wyzwalanie: Normal (NM), ustawiony poziom, zewnętrzne lub wewnętrzne.



Przebieg z modulacją AM:

$$F=1\text{MHz}; f=1\text{kHz}; m=50\%; U_T=28,3\text{mV}_{\text{rms}}$$

Mierząc odcinki a i b , można obliczyć głębokość modulacji z poniższych zależności:

$$m = \frac{a-b}{a+b} \quad \text{lub} \quad m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\%$$

gdzie

$$a = U_T (1+m) \quad \text{i} \quad b = U_T (1-m)$$

Pozycja regulatorów współczynnika odchylania i podstawy czasu jest przy pomiarze współczynnika modulacji zupełnie obojętna, gdyż nie ma wpływu na wynik obliczeń.

WYZWALANIE I PODSTAWA CZASU

Wszystkie elementy regulacyjne parametrów wyzwiania i podstawy czasu znajdują się na płycie czołowej oscyloskopu z prawej strony pokręteł czułości odchylenia pionowego (VOLTS/DIV.). Ich dokładny opis zamieszczono w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Zmiany amplitudy badanego sygnału (napięcie przemienne - AC) w funkcji czasu można obserwować na ekranie oscyloskopu w trybach Yt, gdzie napięcie wejściowe steruje odchyleniem strumienia elektronów w pionie (Y), a odchylenie płamki w poziomie (od lewej do prawej strony ekranu) zapewnia sygnał piłokształtny z generatora podstawy czasu (odchylenie czasowe = t).

Ponieważ zwykle za pomocą oscyloskopu obserwuje się przebiegi periodyczne, to sygnał podstawy czasu również musi być okresowy. Aby uzyskać na ekranie przebieg nieruchomy, podstawa czasu musi być wyzwiana każdorazowo przy takim samym poziomie i zboczu sygnału wejściowego. W przypadku sygnału stałoprądowego podstawa czasu nie może być wyzwiana, gdyż w takim przebiegu nie można wyróżnić punktów charakterystycznych, które mogą służyć za punkty odniesienia dla układu wyzwiania (stały poziom napięcia i brak zboczy).

Układ wyzwiania może być sterowany bądź przebiegiem mierzonym (tzw. wyzwianie wewnętrzne), bądź innym sygnałem (wyzwianie zewnętrzne) pod warunkiem, że oba te napięcia są synchroniczne.

Aby nastąpiło wyzwolenie podstawy czasu, sygnał wyzwiający musi osiągnąć pewien minimalny poziom, który nazywany jest czułością wyzwiania. Czułość wyzwiania mierzy się dla sygnału sinusoidalnego i w przypadku wyzwiania wewnętrznego podawana jest w działkach jako minimalna wysokość przebiegu na ekranie, przy którym następuje start generatora podstawy czasu, obraz przebiegu na ekranie jest stabilny, a wskaźnik diodowy wyzwiania (LED) miga lub świeci światłem ciągłym. Czułość wyzwiania wewnętrznego wynosi zwykle od 0,2 do 0,5 działki. W przypadku wyzwiania zewnętrznego czułość określa się wartością międzyszczytową napięcia sygnału na wejściu TRIG. EXT. Zwykle minimalny poziom wyzwiania może być przekroczony do 20 razy.

Układ wyzwiania oscyloskopu może pracować w dwóch podstawowych trybach: automatycznym (tzw. wyzwianie międzyszczytowe) i normalnym.

Wyzwianie automatyczne międzyszczytowe

Informacje na temat ustawień parametrów wyzwiania można znaleźć w punktach **NM-AT** (9) i **LEVEL** (11) rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Ten tryb wyzwiania ustawiany jest samoczynnie po naciśnięciu przycisku **AUTOSET**. Ponieważ wyzwianie międzyszczytowe nie ma sensu w przypadku wyzwiania sygnału ze składową stałą i sygnału telewizyjnego, to przy ustawionych sprzężeniach wyzwiania **DC**, **TVL** i **TVF** tryb automatyczny jest wyłączany. Przy wyzwianiu przemiennym i złym ustawieniu poziomu wyzwiania - mimo trybu automatycznego - podstawa czasu może nie być synchronizowana.

W trybie automatycznym generator podstawy czasu pracuje także bez sygnału wyzwiającego (wewnętrznego lub zewnętrznego), w związku z czym linia bazowa jest widoczna na ekranie nawet przy braku sygnału na wejściu oscyloskopu. Podając na wejście sygnał zmiennoprądowy przy automatycznym trybie wyzwiania, można dowolnie regulować poziom sygnału (poziom wyzwiania - **LEVEL**), przy którym następuje start generatora podstawy czasu, przy czym zakres regulacji jest ustawiany automatycznie, w zależności od wartości międzyszczytowej badanego napięcia - stąd nazwa tego trybu wyzwiania (*automatic peak value*).

Do uzyskania stabilnego i nieruchomego obrazu przebiegu

na ekranie niezbędne jest tylko dobranie właściwej czułości odchylenia (wysokości przebiegu) i odpowiedniego współczynnika podstawy czasu. Tryb wyzwiania automatycznego jest zalecany do stosowania przy wszystkich prostych pomiarach, a także jako ustawienie wstępne przy zadaniach pomiarowych o dużym stopniu skomplikowania, np. gdy nie są znane: kształt, częstotliwość lub amplituda badanego sygnału. Po określeniu podstawowych danych przebiegu można przejść do wyzwiania w trybie normalnym.

Automatyczne wyzwianie pracuje przy częstotliwościach powyżej 20Hz. Zerwanie synchronizacji przy spadku częstotliwości sygnału poniżej 20Hz jest gwałtowne, ale nie sygnalizowane wskaźnikiem wyzwiania - dioda LED nie przestaje migać. Praca bez wyzwiania jest łatwa do rozpoznania, gdyż obserwując lewą krawędź ekranu, można zauważyć, że rysowanie śladu rozpoczyna się przy różnych poziomach sygnału.

Tryb automatyczny wyzwiania nadaje się również do obserwacji sygnałów podlegających zmianom i fluktuacjom, o ile ich częstotliwość jest większa niż 20Hz. Jednak jeżeli wypełnienie impulsów przebiegu prostokątnego przekracza wartość 100:1, konieczne staje się przełączenie wyzwiania na tryb normalny.

Układ wyzwiania może pracować w trybie automatycznym zarówno przy wyzwianiu wewnętrznym, jak i zewnętrznym.

Tryb normalny wyzwiania

Opis najistotniejszych elementów regulacyjnych związanych z treścią tego rozdziału można znaleźć w punktach **NM-AT** (9), **LEVEL** (11) i **TRIG. MODE** (20) rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

W trybie normalnym sygnały mogą wyzwalać podstawę czasu, o ile ich częstotliwość mieści się w zakresie zdefiniowanym dla ustawionego sprzężenia wyzwiania.

W trybie tym, gdy sygnał wyzwiający nie osiąga odpowiedniego poziomu lub parametry wyzwiania są źle ustawione (szczególnie dotyczy to poziomu wyzwiania - **LEVEL**), na ekranie nie są widoczne ani przebieg wejściowy, ani linia bazowa.

Przy pracy w trybie normalnym i wyzwianiu wewnętrznym punkt wyzwiania można ustawić w dowolnym miejscu zbocza sygnału (nawet przy sygnałach o złożonym kształcie) za pomocą pokrętki **LEVEL**. Jeżeli do wyzwiania używany jest sygnał z wejścia wzmacniacza odchylenia pionowego (wyzwianie wewnętrzne), to zakres takiej regulacji ograniczony jest wysokością przebiegu, przy czym ustawiony poziom musi wynosić przynajmniej 0,5 działki. Gdy ma on być mniejszy od 1 działki, obsługa pokrętki regulacyjnego musi być bardzo delikatna, aby zapewnić dużą precyzję ustawienia. Taka sama zasada obowiązuje przy pracy z wyzwianiem zewnętrznym dla napięcia sygnału synchronizującego rzędu 0,3V_{pp}.

Aby zapewnić prawidłowe wyzwianie sygnałów o złożonym kształcie, gwarantujące dokładność pomiarów, często wymagane są precyzyjna (płynna) regulacja współczynnika podstawy czasu oraz ustawienie odpowiedniego czasu podtrzymania (HOLD OFF), co opisano w dalszej części.

Zbocze wyzwiające

Sposób obsługi przycisku wyboru zbocza wyzwiającego (9) opisano w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Bieżące ustawienie zbocza wyzwiającego wyświetlane jest wskaźnikiem ekranowym. Funkcja samonastawności (**AUTO SET**) nie zmienia tego ustawienia. Zmiana zbocza wyzwiającego opóźnioną podstawę czasu jest możliwa, gdy aktywny jest tryb wyzwiania z opóźnieniem („dTr”). Ustawienie zbocza normalnej podstawy czasu jest w takim przypadku zapamiętywane i pozostaje aktywne (patrz również opis regulatorów opóźnionej podstawy czasu w rozdziale „Regula-

tory i wskaźniki ekranowe”).

Generator podstawy czasu może być wyzwalany zbczem narastającym lub opadającym badanego sygnału, przy czym dotyczy to zarówno trybu wyzwalania automatycznego, jak i normalnego. Zbczem dodatkim lub inaczej narastającym nazywa się odcinek przebiegu, na którym plamka przesuwa się w górę - od niższego potencjału do wyższego - przy czym nie ma tu znaczenia wartość bezwzględna tych potencjałów ani ich położenie względem poziomu zerowego. Zbocze dodatnie może również leżeć w całości na odcinku przebiegu o ujemnej polaryzacji.

Punkt wyzwalania może być przesuwany (w określonym zakresie) na wybranym zboczach za pomocą pokrętki **LEVEL**. Polaryzacja zbocza wyzwalającego jest zawsze związana z sygnałem wejściowym i dotyczy przebiegu wyświetlanego w fazie pierwotnej (odwracanie przebiegu wyłączone).

Sprzężenie wyzwalania

Parametry elektryczne oscyloskopu związane z treścią niniejszego rozdziału znaleźć można w karcie katalogowej przyrządu, natomiast opis ustawień i wskaźników sprzężenia wyzwalania zawarty jest w punkcie **(20) TRIG.MODE** rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Ponieważ tryb automatyczny wyzwalania nie pracuje przy częstotliwościach poniżej 20Hz, dlatego przy sprzężeniach **DC** i **LF** stosowany jest tryb normalny. Rodzaj sprzężenia sygnału wyzwalającego i związany z nim zakres częstotliwości muszą odpowiadać parametrom badanego sygnału.

AC: Sprzężenie zmiennoprądowe. Najczęściej używany rodzaj sprzężenia wyzwalania. Czułość wyzwalania ulega zmniejszeniu (wyższy minimalny poziom wyzwalania) poza zakresem częstotliwości pracy tego rodzaju sprzężenia (patrz: dane katalogowe). Załączony filtr odcina składową stałą i częstotliwości poniżej dolnej granicy pasma.

DC: Sprzężenie stałoprądowe. Sygnał jest podawany na wejście układu wyzwalania przez galwaniczne zwarcie, jeżeli włączony jest tryb normalny wyzwalania (NM). Przy tym sprzężeniu nie ma ograniczeń na dolną częstotliwość sygnału.

Sprzężenie DC jest zalecane do wyzwalania sygnałów o bardzo małej częstotliwości powtarzania oraz impulsowych, w których współczynnik wypełnienia nie jest stały.

HF: Sprzężenie poprzez filtr górnoprzepustowy. Odcinana składowa stała sygnału i składowe niskiej częstotliwości.

LF: Sprzężenie poprzez filtr dolnoprzepustowy. Podobnie jak w przypadku sprzężenia DC nie ma ograniczenia na dolną częstotliwość sygnału przy wyzwalaniu normalnym.

Sprzężenie LF jest przy obserwacji przebiegów o niskich częstotliwościach często lepsze od sprzężenia DC, gdyż szum biały zawarty w sygnale wyzwalającym jest silnie tłumiony. Pozwala to zlikwidować lub przynajmniej znacznie zredukować (w warunkach granicznych) zjawiska drżenia śladu i podwójnego wyzwalania sygnałów złożonych, szczególnie przy niskim napięciu wejściowym. Minimalny poziom wyzwalania jednostajnie rośnie powyżej górnej częstotliwości granicznej filtra wejściowego.

Tv-L: Za pomocą wbudowanego układu aktywnego separatora impulsów synchronizacji sygnału telewizyjnego dokonywane jest wydzielanie impulsów synchronizacji linii, które sterują wyzwalaniem generatora podstawy czasu. Dzięki takiemu sprzężeniu nawet zniekształcone sygnały TV są wyzwalane i stabilnie wyświetlane na ekranie. Szczegółowe informacje na temat ob-

serwacji sygnałów wizyjnych zawarto w rozdziale „Wyzwalanie sygnałów TV”.

Tv-F: Wbudowany separator impulsów synchronizacji sygnału TV umożliwia wydzielanie impulsów synchronizacji ramki, które podawane są do układu wyzwalania podstawy czasu. Takie sprzężenie pozwala na wyzwalanie nawet zniekształconego złożonego sygnału telewizyjnego. Szczegółowe informacje na temat obserwacji sygnałów wizyjnych zawarto w rozdziale „Wyzwalanie sygnałów TV”.

~: Wyzwalanie częstotliwością sieci zasilającej. Dokładny opis zawarto w rozdziale „Wyzwalanie przebiegiem sieci zasilającej (~)”.

Wyzwalanie sygnałów TV

Po włączeniu sprzężenia **Tv-L** lub **Tv-F** samoczynnie ustawiany jest tryb automatyczny wyzwalania i z ekranu znika znacznik punktu wyzwalania. Ponieważ do sterowania generatorem podstawy czasu używany jest tylko ciąg wydzielonych impulsów synchronizacji, to utracone zostaje powinowactwo sygnału badanego i wyzwalającego. Przy sprzężeniu **Tv-F** na ekranie mogą pojawiać się interferencje, jeżeli włączone są wskaźniki ekranowe (readout) lub oscyloskop pracuje w trybie **DUAL** z siekaniem kanałów („chop”).

Poziom wyzwalania podczas obserwacji sygnału telewizyjnego z wyzwalaniem wewnętrznym jest zasadniczo niezależny od wysokości przebiegu na ekranie pod warunkiem, że impulsy synchronizujące są wyższe niż 0,5 działki.

Polaryzacja impulsów synchronizacji determinuje ustawienie zbocza wyzwalania. Jeżeli impulsy synchronizacji wyświetlane na ekranie są powyżej obserwowanego przebiegu (impulsy ramki), to należy ustawić zbocze dodatnie (narastające). Gdy przednie zbocze impulsów synchronizacji jest zboczem opadającym (impulsy poniżej przebiegu), niezbędne jest ustawienie ujemnego zbocza wyzwalania. Ponieważ odwrócenie wyświetlanego przebiegu może spowodować zerwanie synchronizacji, nie należy tej funkcji stosować podczas pomiarów sygnałów wizyjnych.

Jeżeli na wejście oscyloskopu podany zostanie sygnał TV o częstotliwości ramki 50Hz, a podstawa czasu będzie ustawiona na 2ms/dz i wyzwalana impulsami synchronizacji pionowej, to na ekranie będzie widoczna zawartość jednej ramki. Jeżeli jednocześnie pokrętko regulacji czasu podtrzymania (HOLD OFF) będzie w lewym skrajnym położeniu, to przebieg będzie wyzwalany bez zjawiska międzyliniowości (przeplotu), powodowanego następną ramką.

Przebieg może być tak rozciągnięty w poziomie z wykorzystaniem funkcji **X-MAG x10**, że rozpoznawalne będą pojedyncze linie pola. Obraz można także rozciągnąć w poziomie, regulując płynnie podstawę czasu (**TIME/DIV**), ale w tym przypadku przebieg będzie zawsze zaczynał się od impulsu synchronizacji ramki. Przy takim rozciągnięciu przebiegu synchronizacja obrazu może być zrywana, ponieważ wyzwalanie następuje każdym półobrazem, a odstęp między ramkami jest równy połowie czasu wybierania linii.

Przy ustawieniu podstawy czasu na 10μs/dz i wyzwalaniu impulsami synchronizacji poziomej (linii) sygnału wizyjnego (**Tv-L**) na ekranie widoczne jest około 1,5 linii. Linie te pochodzą z ramek (półobrazów) parzystych lub nieparzystych w sposób przypadkowy.

Separator impulsów synchronizacji pracuje również z wyzwalaniem zewnętrznym, przy czym ważne jest, aby napięcie sygnału synchronizującego na wejściu mieściło się w zakresie 0,3V_{pp} do 3V_{pp}. Ustawienie zbocza wyzwalającego w takim przypadku jest również krytyczne, gdyż sygnał zewnętrzny może nie mieć takiej samej polaryzacji lub zboczy impulsów jak sygnał badany. Łatwo to sprawdzić, wyświetlając na ekranie najpierw sam sygnał wyzwalający (z wyzwalaniem wewnętrznym).

W większości przypadków złożony sygnał telewizyjny zawiera składową stałą o wysokim poziomie. Jeżeli zawartość informacyjna sygnału video ma charakter stały (np. sygnał z generatora obrazu kontrolnego lub barwnych pasów), składowa stała może być łatwo słumiona przez zastosowanie zmiennoprądowego (AC) sprzężenia sygnału wejściowego. Dla sygnałów wizyjnych ze zmienną zawartością (np. sygnał programu TV) zalecane jest stałoprądowe (DC) sprzężenie wejścia, gdyż w przeciwnym razie przebieg zmienia swe położenie w pionie przy każdej zmianie obrazu telewizyjnego. Składową stałą można skompensować za pomocą potencjometru **Y-POS**, tak, aby przebieg w całości znajdował się wewnątrz siatki ekranu. W takim przypadku całkowita wysokość złożonego sygnału telewizyjnego nie powinna przekraczać 6. działek.

Wyzwalanie przebiegiem sieci zasilającej (~)

Szczegółowe informacje związane z ustawieniem tego trybu pracy można znaleźć punkcie **(20) TRIG. MODE** rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Włączenie wyzwalania przebiegiem sieci zasilającej sygnalizowane jest na ekranie wyświetleniem wskaźnika „~” zamiast wskaźników źródła, zbrocza i sprzężenia wyzwalania. Z ekranu znika znacznik punktu wyzwalania, ponieważ w tym trybie nie występuje bezpośrednia zależność między amplitudami sygnału badanego i wyzwalającego.

Do wyzwalania postawy czasu ze sprzężeniem „~” wykorzystywana jest częstotliwość sieci zasilającej (50 do 60Hz). Tym samym wyzwalanie podstawy czasu nie jest zależne od amplitudy i częstotliwości sygnału wejściowego (Y). Tryb ten jest zalecany do wyzwalania wszystkich przebiegów, których częstotliwość jest synchroniczna z częstotliwością sieci. Dotyczy to - z pewnymi ograniczeniami – również sygnałów, których częstotliwość jest pełną wielokrotnością lub naturalnym ułamkiem częstotliwości sieci. Wyzwalanie przebiegiem sieci może być stosowane również do obserwacji sygnałów, których poziom nie przekracza 0,5 działki, w związku z czym tryb ten jest szczególnie przydatny do pomiarów napięcia tętnień zasilaczy sieciowych lub magnetycznych pól rozproszenia w obwodach. W trybie „~” przyciskiem zbrocza wyzwalania dokonuje się wyboru między ujemną lub dodatnią częścią sinusoidy napięcia sieci.

Do pomiaru amplitudy i kierunku linii pola magnetycznego rozproszenia (np. transformatorów sieciowych) należy stosować sondę magnetyczną lub specjalną cewkę pomiarową. Cewka, o maksymalnie dużej ilości zwojów z cienko lakierowanego drutu, powinna być nawinięta na karkasie o niewielkich wymiarach i podłączona do wejścia BNC oscyloskopu za pomocą ekranowanego kabla. Pomiędzy kabel i wewnętrzny przewód gniazda należy szeregowo wpiąć rezystor minimum 100Ω (odsprężanie w.c.). Czasami jest zalecane ekranowanie powierzchni cewki. Maksimum, minimum i kierunek linii sił pola można określić (zmierzyć), obracając i przesuując cewkę.

Wyzwalanie przemienne

Ten rodzaj wyzwalania można ustawić w trybie **DUAL** przyciskiem **TRIG. SOURCE (17)** (bliższe informacje związane z tym trybem pracy można znaleźć w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”). Jeżeli oscyloskop pracuje w trybie dwukanałowym z siekaniem przebiegów, to włączenie trybu wyzwalania przemienne powoduje automatyczne ustawienie przemiennej pracy odchyłania.

Przy pracy ze sprzężeniem **Tv-L**, **Tv-F** i „~” wyzwalanie przemienne nie może być ustawione. Tryb przemienne wyzwalania jest dostępny jedynie przy sprzężeniach: **AC**, **DC**, **HF** i **LF**. Znacznik punktu wyzwalania nie jest wyświetlany.

W trybie wyzwalania przemienne możliwe jest wyzwalanie

podstawy czasu sygnałami z różnych źródeł (asynchronicznymi). W takim przypadku układ odchyłania musi pracować w trybie **DUAL** z przemiennym przełączaniem kanałów i wyzwalaniem wewnętrznym, a napięcie każdego z sygnałów - osiągać poziom odpowiedni do wyzwolenia. Aby uniknąć problemów z synchronizacją, powodowanych różnym poziomem składowej stałej sygnałów, zalecane jest ustawienie sprzężenia **AC** obu kanałów.

Przełączanie wewnętrznego źródła wyzwalania przy wyzwalaniu przemiennym następuje w taki sam sposób jak przełączanie kanałów w trybie **DUAL** z przemiennym odchyłaniem tzn. po każdym cyklu podstawy czasu. Ponieważ ustawienie zbrocza i poziomu wyzwalania dla obu kanałów jest takie samo, nie da się mierzyć przesunięcia fazowego sygnałów. Nawet przy różnicy faz przebiegów równej 180° ich rysowanie na ekranie rozpoczyna się przy takiej samej polaryzacji zbrocza. Jeżeli stosunek częstotliwości sygnałów wejściowych jest znaczny, to ustawiając mniejszy współczynnik czasu (szybsza podstawa czasu), obserwuje się zmniejszenie jaskrawości obrazu. Jest to wynikiem krótszego (w jednostce czasu) pobudzenia luminoforu ekranu przez strumień elektronów przy mniejszym współczynniku, ponieważ jednocześnie nie zostaje zwiększona ilość cykli podstawy czasu - liczba cykli jest zależna od przebiegu o mniejszej częstotliwości.

Wyzwalanie sygnałem zewnętrznym

Tryb wyzwalania sygnałem zewnętrznym jest aktywowany przyciskiem **TRIG. SOURCE (17)** (patrz rozdział „Regulatory i wskaźniki ekranowe”), gdy nie jest włączone sprzężenie „~” (wyzwalanie sygnałem sieci). Po włączeniu trybu źródło wyzwalania wewnętrznego zostaje odłączone i podstawa czasu może być teraz wyzwalana przebiegiem podanym na wejście **TRIG. EXT**, który jest synchroniczny z sygnałem badanym. Amplituda tego przebiegu musi osiągać minimum 0,3V_{pp} i nie powinna być większa niż 3V_{pp}. Impedancja wejściowa gniazda **TRIG. EXT** wynosi około 1MΩ || 20pF. Ponieważ najczęściej nie ma zależności między zewnętrznym sygnałem wyzwalającym a amplitudą badanego przebiegu, znacznik punktu wyzwalania nie jest wyświetlany.

Maksymalne napięcie na wejściu **TRIG. EXT** nie może przekraczać 100V (DC+AC_p). Kształt zewnętrznego sygnału wyzwalającego może się całkowicie różnić od kształtu napięcia badanego, ale oba te sygnały muszą być synchroniczne. Przy pewnych ograniczeniach możliwe jest wyzwalanie podstawy czasu, gdy częstotliwości sygnału badanego i synchronizującego są różne pod warunkiem, że jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej.

Należy tu zaznaczyć, że przesunięcie w fazie obu tych sygnałów może powodować brak zgodności obrazu z ustawionym zbroczem wyzwalania.

Przy wyzwalaniu zewnętrznym można również stosować różne rodzaje sprzężenia sygnału wyzwalającego.

Diodowy wskaźnik wyzwalania

Informacje na temat wskaźnika wyzwalania można również znaleźć w punkcie **(10)** rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Zaświecenie się wskaźnika (LED) sygnalizuje, że nastąpiło wyzwolenie podstawy czasu, czyli sygnał wyzwalający osiągnął odpowiednią amplitudę, a ustawienie poziomu wyzwalania jest prawidłowe. Dioda tak samo pracuje zarówno przy w trybie automatycznym, jak i normalnym wyzwalania. Obserwacja wskaźnika jest pomocna podczas precyzyjnej regulacji poziomu wyzwalania w trybie normalnym, szczególnie przy sygnałach wejściowych o bardzo małych częstotliwościach. Czas trwania impulsu sygnalizującego spełnienie warunków wyzwolenia podstawy czasu (błysk światła) nie przekracza 100ms. W związku z tym przy szybkich sy-

gnatach wejściowych dioda świeci w sposób ciągły, przy przebiegach o małym współczynniku powtarzania miga w takt częstotliwości sygnału, a gdy na ekranie wyświetlanych jest kilka okresów przebiegu, błysk pojawia się nie tylko przy starcie podstawy czasu, ale również w każdym okresie sygnału.

W trybie automatycznym generator podstawy czasu pracuje również przy braku sygnału wejściowego lub zewnętrznego sygnału wyzwalającego. Jeżeli częstotliwość sygnału wyzwalającego jest mniejsza od częstotliwości automatycznego odchylenia, to start generatora następuje bez czekania na impuls synchronizujący. W takim przypadku wskaźnik wyzwalania miga ale obraz nie jest synchronizowany.

Regulacja czasu podtrzymania (HOLD OFF)

Informacje związane z ustawianiem czasu podtrzymania można znaleźć punkcie (21) DEL.POS. rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

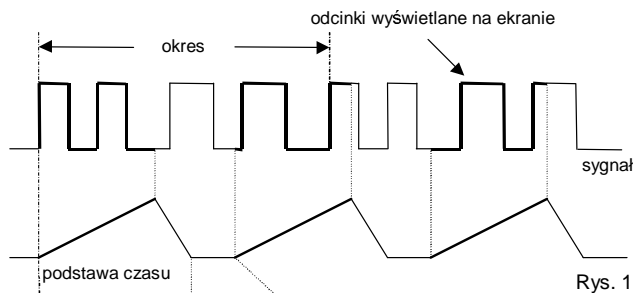
Jeżeli okazuje się, że w przypadku sygnałów o bardzo złożonym kształcie nie można znaleźć punktu wyzwalania nawet przy bardzo precyzyjnym ustawianiu poziomu, to stabilny obraz często można uzyskać, wykorzystując funkcję regulacji czasu podtrzymania HOLD OFF (opóźnienia momentu wyzwalenia). Czas podtrzymania między dwoma cyklami odchylenia może być regulowany w stosunku około 10:1. Impulsy, pojawiające się zanim upłynie ustawiony czas podtrzymania, nie mogą wyzwoić podstawy czasu. Jest to szczególnie ważne w przypadku obserwacji sygnałów zawierających impulsy synchronizacji, ciągi impulsów aperiodycznych o tej samej amplitudzie lub zniekształcenia w okolicach punktu wyzwalania.

Sygnały o dużym poziomie szumów lub zawierające składowe interferencyjne mogą czasami być wyświetlane podwójnie. Dzieje się tak, gdyż potencjometrem poziomu wyzwalania kontroluje się tylko wzajemne przesunięcie fazy sygnału wejściowego i przebiegu generatora podstawy czasu, bez rozróżnienia przypadkowych impulsów. Pojedynczy przebieg można w takim przypadku uzyskać za pomocą regulacji czasu podtrzymania.

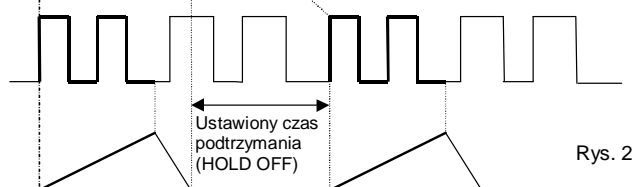
Podwójny obraz pojawia się także przy obserwacji pewnych przebiegów impulsowych, gdzie amplituda kolejnych impulsów na przemian nieznacznie waha się. W takim przypadku pojedynczy przebieg uzyskuje się tylko przy bardzo precyzyjnym ustawieniu poziomu wyzwalania. Zwiększenie czasu podtrzymania zdecydowanie ułatwia znalezienie właściwego punktu wyzwalania.

Po zakończeniu obserwacji sygnału z wydłużonym czasem podtrzymania należy pokrętką regulacyjną skrócić do położenia kalibrowanego (w lewo do oporu), w przeciwnym razie jasność wyświetlanych przebiegów może być znacząco zmniejszona.

Na poniższych rysunkach pokazano działanie funkcji regulacji czasu podtrzymania HOLD OFF.



Rys. 1



Rys. 2

Rysunek 1. przedstawia sytuację, gdy potencjometr regulacji czasu podtrzymania jest ustawiony na minimum (x1). Na ekranie nakładają się na siebie odcinki przebiegu (zaznaczone grubszą linią) o różnym kształcie, stąd obserwacja i pomiary przebiegu są niemożliwe.

Na rysunku 2. pokazano sytuację po dokonaniu regulacji czasu podtrzymania. Wybrane odcinki przebiegu są stabilnie wyświetlane.

Opóźniona podstawa czasu / 2. układ wyzwalania

Najistotniejsze informacje techniczne dotyczące trybów opóźnionej podstawy czasu i 2. (niezależnego) układu wyzwalania zamieszczono w punktach (21) DEL.POS./HO i (23) DEL.MODE/ON OFF rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Jak powiedziano wcześniej, impuls wyzwalający uruchamia generator piłokształtnego sygnału odchylenia poziomego, rozświetlając jednocześnie plamkę. Po maksymalnym odchyleniu strumienia elektronów (prawa strona ekranu) plamka jest wygaszana i następuje jej powrót do położenia startowego (lewa krawędź ekranu). Po upłynięciu czasu podtrzymania (niezbędnego do zakończenia się stanów nieustalonych, związanych z powrotem układów oscyloskopu do stanu wyjściowego) następny cykl odchylenia rozpoczyna się automatycznie (tryb automatyczny wyzwalania) lub po pojawieniu się kolejnego impulsu wyzwalającego (tryb normalny wyzwalania).

Ponieważ punkt wyzwalania znajduje się zawsze na początku kreślonego śladu, to maksymalna szerokość obserwowanego odcinka przebiegu, rozciąganego podstawą czasu, jest równa szerokości ekranu z początkiem w punkcie wyzwalania. Odcinki przebiegu wyświetlane blisko końca śladu (z prawej strony ekranu) znikają przy zwiększaniu szybkości podstawy czasu (zmniejszaniu współczynnika czasu).

Funkcja opóźnienia podstawy czasu pozwala na opóźnienie momentu startu rysowania przebiegu względem punktu wyzwalania o płynnie regulowany czas. Dzięki temu start podstawy czasu możliwy jest w dowolnie wybranym punkcie obserwowanego przebiegu. Następnie, zwiększając szybkość podstawy czasu, można rozciągnąć wybrany odcinek przebiegu w osi X. Przy dużych współczynnikach rozciągu jasność śladu zmniejsza się, co w pewnych granicach można skompensować za pomocą potencjometru INTENS.

Jeżeli rozciągnięty przebieg nie jest stabilny (drga), to można uruchomić funkcję wyzwalania z opóźnieniem („dTr”), która jest realizowana dzięki drugiemu (dodatkowemu) układowi wyzwalania.

Jak powiedziano wcześniej, możliwe jest wyświetlanie sy-

gnatów video z wyzwaniem podstawy czasu impulsami synchronizacji pionowej sygnału telewizyjnego (Tv-F). Po upływie czasu opóźnienia ustawionego przez operatora, można wyzwolić 2. układ wyzwiania impulsem synchronizacji kolejnej linii lub zawartością linii. Zatem linie testowe i linie danych mogą być wyświetlane oddzielnie.

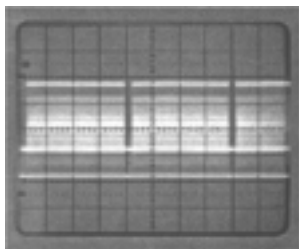
Obsługa funkcji opóźnionej podstawy czasu jest stosunkowo prosta. W pierwszej kolejności należy ustawić współczynnik podstawy czasu (pokrętko **TIME/DIV**) tak, aby na ekranie uzyskać od 1 do 3 okresów badanego przebiegu. Należy unikać wyświetlania mniej niż 2 okresów sygnału, gdyż zmniejsza się możliwość wyboru odcinka przebiegu do rozciągnięcia.

Funkcja rozciągu przebiegu **X MAG (x10)** w poziomie początkowo powinna być wyłączona, ale można ją włączyć później. Sygnał musi być wyzwiany i stabilnie wyświetlany.

W poniższym opisie założono, że przebieg kreślony jest od lewej skrajnej pionowej linii siatki.

Fotografia 1 (złożony sygnał video)

Tryb: „DEL. MODE” OFF
Podstawa czasu: 5ms/dz
Sprzężenie wyzwiania: TvF
Zbocze: opadające (-)



Przełączenie podstawy czasu z normalnej na opóźnioną automatycznie ustawia czas podtrzymania (HOLD OFF) na minimum (gaśnie dioda **HO**) i włącza tryb ustawiania SEARCH (na ekranie wyświetlany jest wskaźnik „sea”). Od tej chwili pokrętko **DEL. POS.** funkcjonuje jako regulator czasu opóźnienia.

W trybie ustawiania (SEARCH) część przebiegu od lewej strony ekranu zostaje wygaszona. Długość ciemnego sektora ekranu jest zależna od ustawionego czasu opóźnienia (DEL.POS.) i wynosi od 2 do 7 działek licząc od punktu początkowego normalnej podstawy czasu. W rezultacie wyświetlany przebieg zawsze ma mniejszą długość.

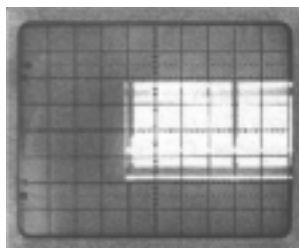
Jeżeli maksymalne (przy danych ustawieniach) osiągnięte opóźnienie nie jest wystarczające, należy zwiększyć współczynnik podstawy czasu (**TIME/DIV**), przestawiając pokrętko **DEL.POS.** do poprzedniego położenia startowego.

Uwaga:

W rzeczywistości w trybie „sea” punkt startu podstawy czasu nie jest opóźniony, ponieważ ciemny sektor ekranu służy tylko jako wskaźnik regulacji wizualizując ustawiony czas opóźnienia, który będzie aktywny po włączeniu trybu „del” (opóźniona podstawa czasu) lub „dTr” (opóźnione wyzwianie podstawy czasu).

Fotografia 2

Tryb: „sea” (SEARCH)
Podstawa czasu: 5ms/dz
Sprzężenie wyzwiania: TvF
Zbocze: opadające (-)
Czas opóźnienia:
5ms x 4dz = 20ms



Na fotografii 2. pokazano sposób pomiaru czasu opóźnienia. Opóźnienie to jest równe przesunięciu punktu początkowego przebiegu względem lewej krawędzi ekranu i jest obliczane jako iloczyn tego przesunięcia w działkach przez kalibrowaną wartość współczynnika podstawy czasu.

Przebieg o pełnej długości będzie widoczny po przełączeniu

z trybu „sea” do trybu „del” (DELAY – praca z opóźnioną podstawą czasu). Początek śladu znajduje się w tym samym punkcie osi czasu, w którym znajdował się przy pracy bez opóźnienia, natomiast rysowanie przebiegu rozpoczynane jest od punktu, który był punktem początkowym (po upływie czasu opóźnienia) śladu w trybie ustawiania (SEARCH) pod warunkiem, że bieżący współczynnik podstawy czasu (zachowany w pamięci) nie jest zbyt mały.

Jeżeli wyświetlany przebieg jest bardzo słabo widoczny ze względu na zbyt duży rozciąg (za mały współczynnik czasu), należy zmniejszyć szybkość podstawy czasu - zwiększyć współczynnik czasu (**TIME/DIV**). Ustawienie większej wartości współczynnika czasu niż w trybie ustawiania „sea” nie jest możliwe.

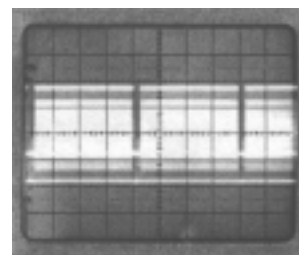
Przykład:

Podstawa czasu w trybie ustawiania (na fotografii 2) wynosi 5ms/dz. Po włączeniu trybu „del” opóźniony przebieg jest wyświetlany również ze współczynnikiem 5ms/dz, zatem nie jest rozciągnięty (1:1). Próba zwiększenia współczynnika do np. 10ms/dz jest automatycznie blokowana, gdyż dla układu sterującego oscyloskopu jest to działanie błędne.

Należy zwrócić uwagę, że poprzednio ustawiony w trybach „del” i „dTr” współczynnik czasu jest zachowywany w pamięci i automatycznie ustawiany przy kolejnej aktywacji jednego z tych trybów. Jeżeli zachowany w trybach „del” i „dTr” współczynnik czasu jest większy niż rzeczywisty współczynnik w trybie „sea”, to po przełączeniu do trybu „del” lub „dTr” współczynnik automatycznie ustawiany jest na wartość identyczną jak w trybie ustawiania.

Fotografia 3

Tryb: „del” (DELAY)
Podstawa czasu: 5ms/dz
Sprzężenie wyzwiania: TvF
Zbocze: opadające (-)
Czas opóźnienia:
5ms x 4dz = 20ms



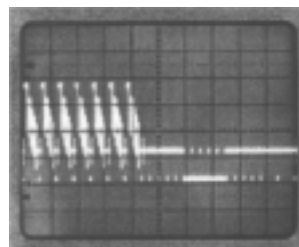
Na fotografii 3. pokazano widok ekranu po przełączeniu do trybu opóźnionej podstawy czasu (DELAY).

Zmniejszanie teraz współczynnika czasu (zwiększenie szybkości podstawy czasu) powoduje rozciągnięcie przebiegu wzdłuż osi X. Jeżeli początek śladu nie znajduje się w położeniu optymalnym, można go przesunąć w osi X za pomocą potencjometru **DEL.POS.**

Na fotografii 4. pokazano 50-krotne rozciągnięcie przebiegu w wyniku zmniejszenia współczynnika czasu do 0,1ms/dz (5ms/dz : 0,1ms/dz = 50).

Fotografia 4

Tryb: „del” (DELAY)
Podstawa czasu: 0,1ms/dz
Sprzężenie wyzwiania: TvF
Zbocze: opadające (-)
Czas opóźnienia: 20ms



Opóźniony i rozciągnięty sygnał może być powtórnie wyzwolony pierwszym, pojawiającym się po czasie opóźnienia, odpowiednim zboczem obserwowanego sygnału. Aby uruchomić opóźnione wyzwianie, należy przejść do trybu „dTr” (wyzwalanie z opóźnieniem – after Delay Triggering). Parametry wyzwiania ustawione przed przejściem do trybu „dTr” (auto/normal, sprzężenie, zbocze i poziom) zostają zachowane i synchronizują moment startu odliczania czasu opóźnienia.

W trybie wyzwalania z opóźnieniem „dTr” przyrząd automatycznie ustawia tryb normalny (świeci dioda **NM**) i sprzężenie stałoprądowe (świeci dioda **DC**) wyzwalania. Ustawienia te nie mogą być zmienione. Regulacji podlegają jedynie poziom wyzwalania (**LEVEL**) i zbocze wyzwalające, co pozwala na wybór części przebiegu wykorzystywanej do wyzwolenia generatora podstawy czasu. Jeżeli poziom sygnału na wejściu będzie zbyt mały lub ustawienie poziomu wyzwalania będzie niewłaściwe, to żaden przebieg nie pojawi się na ekranie.

Rozciągnięty opóźnioną podstawą czasu przebieg może być również przesuwany w poziomie za pomocą regulatora **DEL.POS.** przy odpowiednich ustawieniach parametrów obserwacji. W przeciwieństwie jednak do trybu „del”, w którym przesunięcie to ma charakter ciągły, regulacja pokrętkiem opóźnienia podczas pracy z opóźnionym wyzwalaniem („dTr”) powoduje przeskok przebiegu między kolejnymi zboczami wyzwalającymi. W konsekwencji w przypadku obserwacji złożonego sygnału TV podstawa czasu może być wyzwalana zarówno impulsami synchronizacji linii, jak i odpowiednimi zboczami pojawiającymi się wewnątrz sygnału linii.

Oczywiście wielkość rozciągu przebiegu nie jest limitowana do 50-krotnego powiększenia, jak w przykładzie powyżej. Ograniczenia wynikają ze zmniejszania się jaskrawości śladu w miarę zwiększania współczynnika rozciągu.

Obsługa funkcji opóźnionej podstawy czasu wymaga pewnego doświadczenia, szczególnie gdy ma się do czynienia z trudnymi do wyświetlenia sygnałami złożonymi. Z kolei obserwacja i powiększanie dowolnych odcinków prostych przebiegów jest bardzo łatwe. Praca z opóźnioną podstawą czasu jest również możliwa w dwukanałowych trybach odchylenia **DUAL** i **ADD** („add”).

W trybie **DUAL** z siekaniem przebiegów („chp”) po włączeniu trybu „del” lub „dTr” i związanej z tym redukcji współczynnika czasu, tryb przełączania kanałów nie zmienia się automatycznie na pracę przemienną odchylenia („alt”).

Uwaga:

Podczas pracy dwukanałowej z opóźnioną podstawą czasu „del” i przy dużym rozciągu przebiegu (szybka podstawa czasu) na ekranie mogą być widoczne interferencje powodowane przez częstotliwość siekania kanałów. Można temu zapobiec, włączając przemienny tryb przełączaniem kanałów („alt”). Podobne zjawisko może być powodowane przez wskaźniki ekranowe i w efekcie część sygnału w trybach **CHI, **CHII** lub **DUAL** odchylenia jest wygaszana (traci synchronizację). W takim przypadku wskaźniki ekranowe (**READOUT**) powinny być wyłączone.**

FUNKCJA SAMONASTAWNOŚCI (AUTO SET)

Informacje dotyczące tej funkcji można również znaleźć w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”, punkt (2). Jak tam zaznaczono funkcje wszystkich regulatorów oscyloskopu oprócz przycisku **POWER** przełączane są na drodze elektronicznej. Taki sposób sterowania pozwala na automatyczne - odpowiednie dla sygnału wejściowego - ustawienie parametrów pomiarowych przyrządu w trybach Yt tak, że w większości przypadków nie są konieczne żadne dodatkowe regulacje.

Krótkie naciśnięcie przycisku **AUTO SET** powoduje przełączenie oscyloskopu do pracy w ostatnio używanym trybie Yt odchylenia pionowego: **CHI**, **CHII** lub **DUAL**. Jeżeli przyrząd już pracuje w trybie Yt, to ustawienie to nie ulega zmianie, z wyjątkiem trybu „add”, który zostaje wyłączony. W tym samym czasie współczynniki odchylenia pionowego automatycznie ustawiane są tak, aby wysokość przebiegu wynosiła 6 działek w trybie jednokanałowym lub po 4 działki każdy w

trybie **DUAL**. Podstawa czasu jest również ustawiana automatycznie tak, aby na ekranie były widoczne ok. 2 okresy sygnału. Zdarza się jednak, że ustawienie podstawy czasu jest przypadkowe. Sytuacja taka ma miejsce, gdy sygnał wejściowy jest złożony z wielu częstotliwości, np. sygnał TV. Dobór współczynnika podstawy czasu jest wykonywany przy założeniu, że współczynnik wypełnienia przebiegu wejściowego wynosi około 1:1. Jeżeli aktywne są kursory ekranowe, funkcja **AUTOSET** dokonuje doboru ich położenia (patrz punkt (2) rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”).

Funkcja samonastawności ustawia następujące tryby i parametry pracy przyrządu:

- sprzężenie **AC** lub **DC** (bez zmiany bieżącego ustawienia) sygnału wejściowego albo ostatnio używane, gdy włączone jest sprzężenie **GND**,
- wyzwalanie sygnałem wewnętrznym (kanał1. lub 2.),
- tryb automatyczny wyzwalania,
- poziom wyzwalania pośrodku dostępnego zakresu,
- optymalna, kalibrowana wartość współczynnika(-ów) odchylenia pionowego od 5mV/dz do 20mV/dz,
- optymalny, kalibrowany współczynnik podstawy czasu,
- sprzężenie **AC** wyzwalania (o ile poprzednio nie było ustawione sprzężenie **DC**),
- opóźniona podstawa czasu wyłączona,
- wyłączona funkcja rozciągu X-MAG x10,
- automatyczne centrowanie położenia przebiegu,
- automatyczne ustawienie jaskrawości obrazu i wskaźników ekranowych.

Jeżeli było ustawione sprzężenie **DC** wyzwalania, to nie zostanie włączone sprzężenie **AC** i automatyczne wyzwalanie pracuje bez detekcji międzyszczytowej.

Przebiegi w poziomie ustawiane są w centrum ekranu, natomiast położenie przebiegów w pionie zależy od rodzaju pracy oscyloskopu. Przy pracy jednokanałowej przebieg ustawiony jest w centrum ekranu, natomiast przy pracy dwukanałowej przebieg kanału 1. położony jest w górnej połowie ekranu, a przebieg kanału 2. - w dolnej.

Funkcja samonastawności nigdy nie ustawia współczynników 1mV/dz i 2mV/dz odchylenia pionowego, gdyż przy tych wartościach czułości pasmo przenoszenia wzmacniaczy jest znacznie zredukowane.

Uwaga !

Jeżeli współczynnik wypełnienia impulsów sygnału wejściowego jest równy ok. 400:1 lub więcej, to za pomocą funkcji samonastawności parametry wyświetlania przebiegu nie zostaną ustawione poprawnie. Przy takim wypełnieniu układ automatyki ustawi zbyt mały współczynnik odchylenia pionowego (za duża czułość) i zbyt duży współczynnik czasu (za mała szybkość podstawy czasu), w wyniku czego na ekranie będzie widoczna tylko linia bazowa.

W takich przypadkach zalecane jest przełączenie wyzwalania na tryb normalny i ustawienie punktu wyzwalania ok. 0,5 działki powyżej lub poniżej śladu. Świecenie wskaźnika wyzwalania po spełnieniu jednego z tych warunków świadczy o obecności sygnału na wejściu przyrządu. Następnie należy odpowiednio zmniejszyć czułość odchylenia i współczynnik podstawy czasu. Należy tu zaznaczyć, że zmniejszanie współczynnika czasu prowadzi do zmniejszenia jaskrawości obrazu, a w skrajnym przypadku aż do zniknięcia przebiegu.

ODCZYT WARTOŚCI ŚREDNIEJ NAPIĘCIA

Średnia wartość napięcia stałego (DC Mean Value) jest wyświetlana zamiast wyniku pomiarów kursorowych, gdy kursory są wyłączone, aktywna jest opcja „DC” menu pomiarów automatycznych (**AUTO MEASURE**) i spełnione są następu-

jące warunki:

Mierzony sygnał (AC>20Hz) musi być podany na wejście CHI (25) lub CHII (28) z włączonym sprzężeniem DC (26) (29) i zawierać składową stałą. Niezbędne jest, aby podstawa czasu (tryb Yt) była wyzwalana sygnałem wewnętrznym (źródło CHI lub CHII) ze sprzężeniem wyzwalania AC lub DC. Nie może być włączony tryb przemienny wyzwalania. Jeżeli któryś z powyższych warunków nie będzie spełniony, wyświetlony zostanie wskaźnik „n/a” (*not applicable* – funkcja niedostępna).

Pomiar wartości średniej napięcia jest wykonywany z wykorzystaniem wzmacniaczy układu wyzwalania pracujących przy wyzwalaniu wewnętrznym. Z wyjątkiem trybu DUAL wartość zmierzonego napięcia odnosi się do aktywnego kanału, gdyż wybór kanału odchylającego wiąże się z wyborem sygnału wyzwalającego. W trybie dwukanałowym użytkownik może wybrać sygnał sterujący wzmacniaczem wyzwalania.

Wartość średnia napięcia jest wyświetlana z odpowiednim znakiem np. „dc:Y1 501mV” lub „dc:Y1 -501mV”. Przekroczenie zakresu sygnalizowane jest znakami „<” i „>” (np. „dc:Y1 <1.80V” lub „dc:Y1 >1.80V”). Ponieważ procedura pomiaru jest zależna od ustawionej podstawy czasu, odświeżanie odczytu następuje po kilku sekundach od zmiany napięcia sygnału wejściowego.

Dokładność odczytu jest zależna od dokładności układu odchylania pionowego (3% w zakresie 5mV/dz do 20V/dz). Mimo że w rzeczywistości dokładność jest znacznie lepsza, należy brać pod uwagę inne dewiacje sygnału (np. nie do uniknięcia składowe stałe), które powodują, że linia podstawy czasu przy braku sygnału na wejściu nie jest kreślona dokładnie na poziomie 0V.

Na ekranie wyświetlana jest arytmetyczna (liniowa) wartość średnia napięcia. W przypadku sygnałów, w których na składową stałą nałożone jest napięcie przemiennie, odczyt jest równy składowej stałej. Dla sygnałów prostokątnych wartość średnia napięcia zależy od współczynnika wypełnienia impulsów.

TESTER PODZESPOŁÓW

Wprowadzenie

Informacje związane z treścią niniejszego rozdziału można również znaleźć w punkcie (37) rozdziału „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Oscyloskop posiada wbudowany tester podzespołów elektronicznych, który umożliwia optyczną ocenę ich sprawności za pomocą wyświetlanych na ekranie krzywych, charakterystycznych dla każdego elementu. Tester pozwala na szybkie sprawdzenie półprzewodników (np. diod i tranzystorów), rezystorów, kondensatorów i cewek indukcyjnych. W ograniczonym zakresie można również testować układy scalone. Wszystkie elementy mogą być testowane zarówno indywidualnie, jak i w obwodach, ale pod warunkiem, że zasilanie obwodu zostało wyłączone, a kondensatory wchodzące w jego skład - rozładowane.

Konstrukcja i zasada pracy testera są bardzo proste. Wbudowany generator dostarcza napięcia sinusoidalnego, które jest podawane na badany element połączony szeregowo z wewnętrznym rezystorem. Napięcie odkładające się na testowanym podzespole steruje odchylem poziomym lampy oscyloskopowej, natomiast spadek napięcia na rezystorze (proporcjonalny do prądu płynącego przez badany element) wykorzystywany jest do sterowania układem odchylania pionowego. Uzyskana w ten sposób krzywa jest charakterystyką napięciowo-prądową badanego elementu.

Zakres pomiaru testera jest ograniczony i zależy od maksymalnego napięcia i prądu testowego, możliwego do uzyskania na jego wyjściu (patrz dane katalogowe). Impedancja badanych elementów ograniczona jest do zakresu od około 20Ω do 4,7kΩ. Powyżej tego zakresu na ekranie uzyskuje

się obraz jak przy rozwartym obwodzie, natomiast poniżej - jak dla zwarcia. Przy interpretacji uzyskanych na ekranie charakterystyk należy zawsze o tym pamiętać, jednakże większość podzespołów elektronicznych można testować bez żadnych ograniczeń.

Obsługa testera

Po włączeniu testera wzmacniacz odchylania pionowego i generator podstawy czasu nie pracują, a na ekranie widoczna jest pozioma linia krótsza niż ślad podstawy czasu. Nie jest konieczne odłączanie kabli pomiarowych od wejść oscyloskopu, jeżeli nie przystępuje się do testowania elementów w obwodach.

Do podłączenia badanego elementu potrzebne są dwa przewody zakończone z jednej strony wtykiem bananowym Ø4mm, a z drugiej końcówką odpowiednią dla danego elementu (krokodyłkowa, pincetowa, haczykowa itp.). Sposób podłączenia przewodów pomiarowych opisano w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”.

Zasady testów

Uwaga !

Nie testować elementów w obwodach pod napięciem. Przed przystąpieniem do testów odłączyć wszelkie przewody sygnałowe, uziemiające oraz zasilające obwód i dopiero wtedy podpiąć przewody pomiarowe testera równolegle do badanego elementu.

Obserwować otrzymaną na ekranie charakterystykę i dokonać jej analizy.

Testowi mogą być poddane tylko rozładowane kondensatory !

Obrazy testowe

W dalszej części pokazano zestaw obrazów testowych, reprezentujących typowe charakterystyki różnych podzespołów i obwodów.

- Rozwarcie obwodu pomiarowego odpowiada prosta linia pozioma.
- Przy zwartym wejściu testera na ekranie widoczna jest prosta linia pionowa.

Test rezystorów

Jeżeli testowany element ma charakter liniowej rezystancji, to oba napięcia odchylające są w tej samej fazie. Uzyskana na ekranie charakterystyka jest linią prostą o nachyleniu proporcjonalnym do wartości rezystancji badanego rezystora. Przy dużych rezystancjach linia ta będzie się nachylała w kierunku osi poziomej, przy małych - pionowej. Rezystancje z zakresu 20Ω do 4,7kΩ mogą być w przybliżeniu wyznaczone. Wartość rezystancji można określić na podstawie nabytego doświadczenia lub przez porównanie charakterystyki badanego elementu z charakterystyką rezystora o znanej rezystancji.

Test kondensatorów i induktorów

Kondensatory i cewki wprowadzają przesunięcie fazy między napięciem i prądem, a tym samym między sygnałami odchylania poziomego i pionowego, dlatego na ekranie uzyskuje się krzywe w kształcie elipsy. Szerokość i położenie elipsy zmienia się w zależności od impedancji (przy 50Hz) badanego elementu.

Elipsa pozioma wskazuje na bardzo wysoką impedancję, lub stosunkowo małą pojemność albo dużą indukcyjność.

W przypadku elipsy pionowej testowany element ma małą impedancję lub stosunkowo dużą pojemność albo małą indukcyjność.

Pochylona elipsa oznacza, że na impedancję elementu składa się znacząca rezystancja i reaktancja.

Tester pozwala na wyświetlanie charakterystyk i na ich podstawie określanie pojemności kondensatorów zwykłych lub elektrolitycznych z zakresu 0,1μF do 1000μF. Bardziej precyzyjny pomiar można uzyskać w niższym zakresie pojemności poprzez porównanie charakterystyk kondensatora badanego i kondensatora o znanej pojemności.

Za pomocą testera można również określać indukcyjność podzespołów (np. cewek i transformatorów), przy czym wymaga to pewnego doświadczenia, gdyż induktry zwykle charakteryzują się dużą rezystancją szeregową. Łatwo można wyznaczać impedancję induktorów (przy 50Hz), których rezystancja szeregową mieści się w zakresie 20Ω do 4,7kΩ, bądź bezpośrednio, bądź przez porównanie z elementem znanym.

Test półprzewodników

Testowi można poddawać większość półprzewodników, takich jak: diody, diody Zenera, tranzystory bipolarne czy tranzystory FET. W zależności od typu badanego elementu uzyskiwane obrazy testowe bardzo się różnią, co pokazano na przykładowych rysunkach. Podstawową cechą charakterystyczną obrazów uzyskiwanych podczas testu półprzewodników jest załamanie krzywej, spowodowane przejściem złącza ze stanu przewodzenia do stanu zatkania. Należy tu zauważyć, że na jednym obrazie rysowane są jednocześnie obie charakterystyki złącza półprzewodnikowego - w kierunku przewodzenia i w kierunku zaporowym. Ponieważ można dokonywać jedynie testów dwubiegunowych, nie jest możliwy pomiar wzmocnienia tranzystora, natomiast test pojedynczego złącza jest szybki i łatwy. Napięcie testowe jest bardzo małe, zatem wszystkie złącza większości półprzewodników można badać bez ryzyka uszkodzenia. Z tego samego powodu nie jest możliwy pomiar napięcia przebicia lub napięcia wstecznego półprzewodników wysokonapięciowych. Okazuje się jednak, że najważniejszym i najczęściej stosowanym testem półprzewodników jest kontrola ich złącza(-y) na zwarcie lub rozwarciu.

Test diod

Podczas testu diod zwykle uzyskuje się na ekranie odcinek krzywej, obejmujący przynajmniej kolano charakterystyki dla kierunku przewodzenia diody. Oczywiście nie dotyczy to pewnych typów diod wysokonapięciowych, które zbudowane są z kilku, szeregowo połączonych, złączy półprzewodnikowych. W przypadku takich diod może być widoczna tylko niewielka część miejsca przegięcia krzywej. Obraz testowy dla diod Zenera obejmuje zawsze kolano charakterystyki w kierunku przewodzenia, a czasami, zależnie od napięcia testowego, zakrzywienie charakterystyki w kierunku zaporowym przy napięciu Zenera. Jeżeli napięcie Zenera jest większe niż dodatni lub ujemny szczyt napięcia testowego, kolano to nie będzie widoczne.

Polaryzację badanej diody można określić na podstawie porównania jej charakterystyki z obrazem testowym diody o znanej biegunowości.



Typ diody:	zwykła	wysokonapięciowa	Zenera 6,8V
Końcówki:	katoda-anoda	katoda-anoda	katoda-anoda
Podłączenie:	CT-GND	CT-GND	CT-GND

Test tranzystorów

Dla tranzystorów możliwe są testy w trzech konfiguracjach: baza-emiter, baza-kolektor i kolektor-emiter. Odpowiadające tym testom charakterystyki pokazano na rysunkach. Podstawowym układem zastępczym złącza baza-emiter tranzystora jest dioda Zenera, natomiast dla złącza baza-kolektor - zwykła dioda spolaryzowana zaporowo. Do oceny tranzystorów najważniejsze są testy złącza baza-emiter (B-E) i baza-kolektor (B-C). Charakterystyka w układzie emiter-kolektor może różnić się od przedstawionej na rysunku, ale jeżeli na ekranie widoczna jest tylko pionowa linia, złącze jest zwarte. Przedstawione obrazy testowe są ważne dla większości tranzystorów, z wyjątkiem pewnych ich typów, np. tranzystorów polowych (FET) lub tranzystorów Darlingtona. Za pomocą testera nie da się wprost ustalić, czy tranzystor jest typu P-N-P czy N-P-N. W przypadku wątpliwości pomocny jest test porównawczy znanego tranzystora, przy czym należy pamiętać, aby zachować identyczne podłączenie końcówek tranzystorów do wejść (CT i GND) testera.

Przy zmianie polaryzacji końcówek tranzystora uzyskuje się odwrócenie obrazu testowego o 180° względem środka siatki współrzędnych ekranu.



Tranzystor NPN

Końcówki:	B-E	B-C	E-C
Podłączenie:	CT-GND	CT-GND	CT-GND



Tranzystor PNP

Końcówki:	B-E	B-C	E-C
Podłączenie:	CT-GND	CT-GND	CT-GND

Zachować ostrożność przy pomiarach podzespołów typu MOS ze względu na ich wrażliwość na elektryczność statyczną.

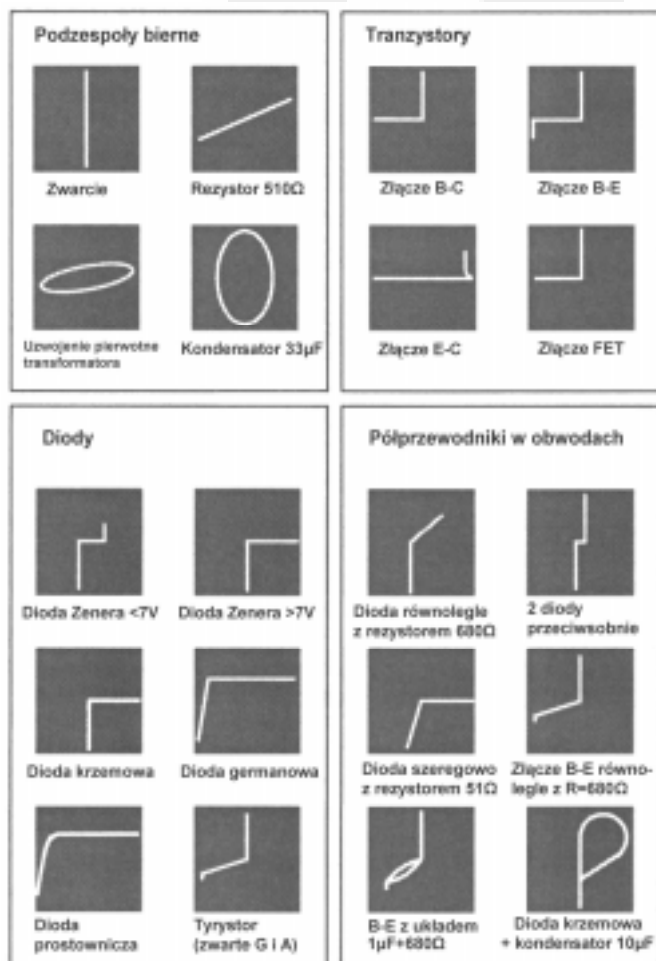
Testy podzespołów w obwodach

Uwaga !

Nie testować elementów w obwodach pod napięciem. Przed przystąpieniem do testów należy od obwodu odłączyć wszelkie źródła napięcia: sieć, baterie, sygnały zewnętrzne. Niezbędne jest również rozłączenie przewodu ochronnego (wystarczy wyjęcie wtyczki z gniazda sieciowego) i innych połączeń uziemiających. Wszystkie kable pomiarowe łączące testowany obwód z wejściami oscyloskopu należy usunąć. Jedynymi przewodami, które mogą być podłączone do badanego obwodu, są przewody testera.

Testy podzespołów włączonych w obwód są możliwe w bardzo wielu przypadkach, choć interpretacja ich wyników jest trudna, gdyż nie można jednoznacznie zdefiniować obrazów testowych, które bardzo często znacznie się różnią od charakterystyki pojedynczego elementu. Sytuacja taka wynika z różnego charakteru impedancji bocznikującej badany podzespół - rzeczywista lub zespolona - szczególnie, gdy impedancja ta jest mała przy częstotliwości 50Hz w stosunku do rezystancji podzespołu. W przypadku wątpliwości można przeprowadzić test po wylutowaniu jednej z końcówek elementu. Należy pamiętać, aby końcówki tej nie podłączać do gniazda masy (27), co pozwoli uniknąć zniekształcenia obrazu testowego przydzwźwiękiem sieci.

Przykładowe obrazy testowe



Innym sposobem oceny stanu podzespołu włączonego w obwód jest analiza porównawcza obrazów, gdzie obrazem odniesienia jest charakterystyka uzyskana podczas testu identycznego, ale sprawnego obwodu. Porównując obrazy z tych samych punktów obu obwodów, łatwo i szybko można znaleźć miejsce uszkodzenia. Na konstrukcję niektórych

urządzeń elektronicznych składają się dwa identyczne obwody (wzmacniacze przeciwobne, wzmacniacze stereo, mostki symetryczne), z których jeden - nie uszkodzony - może pełnić rolę obwodu odniesienia.

KALIBRACJA OSCYLOSKOPU

Po otwarciu menu AUTO ADJUSTMENT w podmenu ADJUSTMENT menu głównego (MAIN MENU) wyświetlonych zostaje kilka opcji. Wybranie każdej z nich powoduje automatyczną kalibrację istotnych, z punktu widzenia dokładności pomiarów, parametrów oscyloskopu.

Wszystkie regulacje są zależne od temperatury przyrządu i zostają zachowane w nieulotnej pamięci oscyloskopu. Błędne ustawienie może być spowodowane uszkodzeniem któregoś z podzespołów wewnętrznych np. po podaniu na wejście napięcia większego od dopuszczalnego. Najczęściej takie uszkodzenie nie może być skompensowane podczas procedury automatycznej kalibracji.

Przed uruchomieniem procedur automatycznej kalibracji niezbędne jest nagrzanie przyrządu przez minimum 20 minut. Podczas kalibracji na wejścia oscyloskopu nie mogą być podane żadne sygnały.

Opcje menu automatycznej kalibracji:

1. SWEEP START POSITION

W trybach Yt odchylenia położenie początku przebiegu (startu podstawy czasu) zależy od ustawienia współczynnika podstawy czasu. Automatyczna kalibracja minimalizuje ten efekt. W czasie trwania procedury wyświetlany jest komunikat „WORKING”.

2. Y AMP (wzmacniacze pomiarowe kanałów CHI i CHII)

Zmiany współczynnika odchylenia powodują minimalne przesunięcia przebiegu. Automatycznej korekcji podlegają przesunięcia większe niż $\pm 0,2$ działki (w zakresie 5mV/dz – 20V/dz). Wartość ta dotyczy otwartych (ale ekranowanych) wejść.

Automatyczna kalibracja dotyczy obu kanałów. Po zakończeniu procedury na ekranie wyświetlane jest powtórnie menu AUTO ADJUSTMENT.

3. TRIGGER AMP

Procedura ma na celu redukcję składowej stałej wzmacniacza układu wyzwalań do minimum.

Po zakończeniu procedury na ekranie wyświetlane jest powtórnie menu AUTO ADJUSTMENT.

4. X MAG POS

W trakcie procedury dokonywana jest regulacja zakresu zmian położenia przebiegu w poziomie przy normalnej i rozciągniętej (X-MAG x10) podstawie czasu.

5. CT X POS

Procedura wyrównuje zakres regulacji położenia przebiegu w poziomie w trybie testera podzespołów i Yt odchylenia z normalną (x1) podstawą czasu.

INTERFEJS RS232 - ZDALNE STEROWANIE

Zasady bezpieczeństwa

Uwaga !

Wszystkie wyjścia interfejsu są galwanicznie połączone z oscyloskopem i w efekcie z potencjałem ziemi (ochronnym).

Pomiary przy wysokim potencjale odniesienia są niedozwolone, gdyż stwarzają zagrożenie porażenia prądem obsługi oraz mogą być powodem uszkodzenia oscyloskopu, interfejsu i współpracujących urządzeń.

W przypadku niezachowania w czasie użytkowania oscyloskopu zasad bezpieczeństwa zawartych w niniejszej instrukcji firma HAMEG nie ponosi odpowiedzialności za wyniki z tego powodu uszkodzenia przyrządu bądź skutki porażenia personelu obsługi.

Wprowadzenie

Oscyloskop wyposażono w szeregowy interfejs do współpracy z urządzeniami zewnętrznymi, umożliwiając zdalne sterowanie pomiarami. Złącze interfejsu (9-stykowe gniazdo typu D-SUB, żeńskie) umieszczono na tylnej ścianie przyrządu. Przez ten dwukierunkowy port można przesyłać ustawienia parametrów oscyloskopu z i do komputera PC.

Kabel do transmisji szeregowej (RS-232)

Kabel połączeniowy interfejsu nie może być dłuższy niż 3m i musi zawierać 9 ekranowanych żył w układzie 1:1.

Poniżej przedstawiono układ styków interfejsu RS-232 oscyloskopu (gniazdo 9 pin, D-SUB).

Pin	Sygnał
2	Tx (dane wysyłane do urządzenia zewnętrznego)
3	Rx (dane odbierane z urządzenia zewnętrznego)
7	CTS (gotowość do transmisji)
8	RTS (żądanie wysyłki danych)
5	Masa (poziom zerowy – galwaniczne połączenie z przewodem ochronnym sieci zasilającej)
9	napięcie +5V do zasilania urządzeń zewnętrznych (maks. 400mA)

Maksymalne napięcie na żyłach 2, 3, 7 i 8 wynosi $\pm 12V$.

Protokół transmisyjny RS-232

Parametry transmisyjne interfejsu:

N-8-2 (8 bitów, brak bitu parzystości, 2 bity stopu),

Protokół transmisji: RTS/CTS (sprzętowy)

Ustawianie szybkości transmisji

Po pierwszym włączeniu oscyloskopu (przyciskiem **POWER**) i przesłaniu z komputera komendy **SPACE CR** (20hex, 0Dhex) szybkość transmisji jest automatycznie ustawiana w zakresie od 110 do 115200 bodów. Następnie oscyloskop przełącza się na pracę ze zdalnym sterowaniem i wysyła do komputera kod powrotu: **0 CR LF**. W trybie zdalnego sterowania wszystkie funkcje oscyloskopu (z wyjątkiem regulatorów wymienionych w rozdziale „Regulatory i wskaźniki ekranowe”) są ustawiane tylko elektronicznie za pośrednictwem interfejsu.

Jedynymi sposobami wyjścia z trybu zdalnego sterowania są:

- wyłączenie oscyloskopu,
- wysłanie z komputera do oscyloskopu kodu **RM=0**,
- naciśnięcie przycisku **AUTOSET**, o ile nie został on za-

blokowany przesłaniem z komputera kodem **LK=1**.

Jeżeli tryb zdalnego sterowania zostanie wyłączony, dioda LED **RM** (4) gaśnie.

Uwaga:

Minimalny czas, jaki musi upłynąć między komendami $RM=1..$ (włączenie trybu zdalnego sterowania) a $RM=0...$ (wyłączenie zdalnego sterowania) i vice versa, jest równy wartości wyliczanej ze wzoru:

$$t_{min} = 2 \times (1 / \text{szybkość transmisji}) + 60\mu s.$$

Jeżeli po włączeniu oscyloskopu nie zostanie przyjęta (rozpoznana) komenda **SPACE CR**, to przyrząd ustawia stan niski linii TxD na około 0,2ms stan niski, powodujący przerwanie w komputerze procedury transmisji.

Przesyłanie danych

Oscyloskop jest gotowy do przyjmowania komend sterujących z komputera, jeżeli został włączony tryb zdalnego sterowania (po spełnieniu wszystkich niezbędnych warunków wstępnych).

HAMEG dostarcza bezpłatnie (przy zakupie interfejsu) pakiet oprogramowania zawierający przykładowe programy sterujące, listę komend oraz program narzędziowy uruchamiany pod systemami operacyjnymi Windows 95, 98, Me, 2000 i NT 4.0 (z pakietem Service Pack 4 lub wyższym).