

Ćwiczenie nr 60

Pomiary oscyloskopem cyfrowym

1. Wprowadzenie

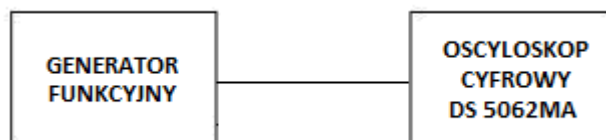
Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy:

- a) zamieścić w zeszyte definicje parametrów napięciowych i czasowych przebiegów prostokątnych i impulsowych (źródło: instrukcja obsługi oscyloskopu, rys. 2-55 i rys. 2-56 z opisem),
- b) zapoznać się z:
 - płytą czołową oscyloskopu RIGOL DS 5062MA,
 - opisem funkcji „pomiar automatyczny”,
 - opisem funkcji „pomiar z użyciem kursorów” – tryb ręczny.

2. Przebieg ćwiczenia

2.1 Pomiary parametrów przebiegów sinusoidalnych

Zmontować układ pomiarowy według schematu widocznego na rys.1.



Rys.1. Schemat układu do pomiaru parametrów przebiegów sinusoidalnych i prostokątnych.

Dla zadanego przez nauczyciela przebiegu sinusoidalnego, wykorzystując funkcję „pomiar automatyczny” oscyloskopu, zmierzyć następujące parametry przebiegu:

- a) amplituda V_{amp} ,
- b) wartość międzyszczytowa V_{pp} ,
- c) wartość skuteczna V_{rms} ,
- d) wartość średnia V_{avg} ,
- e) częstotliwość f ,
- f) okres T .

Powtórzyć powyższe pomiary wykorzystując funkcję „pomiar z użyciem kursorów”. Wyniki zestawić w tabeli 1.

Tabela 1 Wyniki pomiarów parametrów przebiegów sinusoidalnych

	V_{amp} [V]	V_{pp} [V]	V_{rms} [V]	V_{avg} [V]	f [Hz]	T [ms]
pomiar automatyczny						
pomiar z użyciem kursorów						

2.2 Pomiary parametrów przebiegów prostokątnych

Dla zadanego przez nauczyciela przebiegu prostokątnego, wykorzystując funkcję „pomiar automatyczny” oscyloskopu, zmierzyć następujące parametry przebiegu (pomiar przeprowadzić w układzie jak na rys.1):

- czas narastania **Rise Time**,
- czas opadania **Fall Time**,
- szerokość impulsu dodatniego **+Width**,
- amplituda **V_{amp}**,
- wartość międzyszczytowa **V_{pp}**,
- overshoot,
- preshoot,

Powtórzyć powyższe pomiary wykorzystując funkcję „pomiar z użyciem kursorów”. Wyniki zestawić w tabeli 2.

Tabela 2 Wyniki pomiarów parametrów przebiegów prostokątnych

	Rise Time [ms]	Fall Time [ms]	+Width [ms]	V _{amp} [V]	V _{pp} [V]	Overshoot [V]	Preshoot [V]
pomiar automatyczny							
pomiar z użyciem kursorów							

2.3 Obserwacja widma sygnałów

W układzie jak na rys.1 dokonać obserwacji:

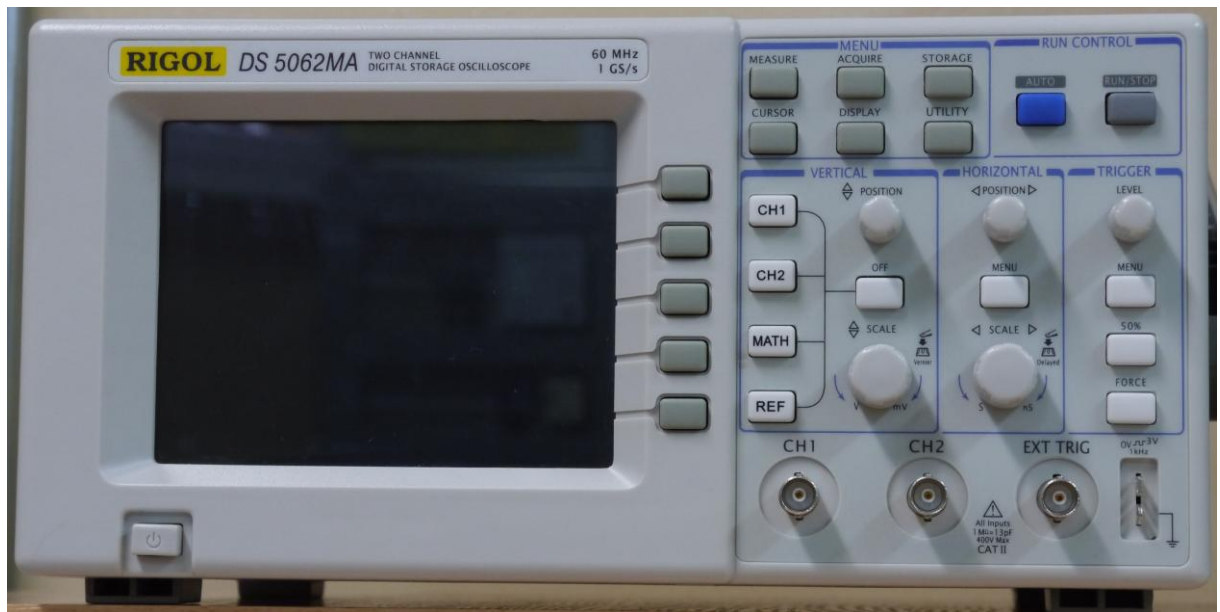
- przebiegu czasowego oraz widma pojedynczego sygnału sinusoidalnego o zadanej przez nauczyciela częstotliwości f_1 i amplitudzie U_{m1} ,
- przebiegu czasowego oraz widma pojedynczego sygnału sinusoidalnego o zadanej przez nauczyciela częstotliwości f_2 i amplitudzie U_{m2} ,
- przebiegu czasowego oraz widma sygnału będącego sumą sygnałów z podpunktów a) i b) - użyć dwóch generatorów funkcyjnych,
- przebiegu czasowego oraz widma sygnału prostokątnego o dowolnych parametrach (zaobserwować zmiany w widmie sygnału prostokątnego podczas zmiany amplitudy i częstotliwość tego sygnału),
- przebiegu czasowego oraz widma sygnału trójkątnego o dowolnych parametrach (zaobserwować zmiany w widmie sygnału trójkątnego podczas zmiany amplitudy i częstotliwość tego sygnału),

W czasie obserwacji widma sygnałów dokonać pomiarów:

- częstotliwości poszczególnych harmonicznym analizowanych sygnałów,
- amplitudy poszczególnych harmonicznym analizowanych sygnałów.

Do obserwacji widma sygnałów wykorzystać funkcję „analiza harmonicznym FFT” oscyloskopu (opis funkcji i sposobu konfiguracji oscyloskopu poda nauczyciel podczas zajęć).

Oscylogramy przedstawiające widmo obserwowanych sygnałów wraz z opisem zamieścić w sprawozdaniu.

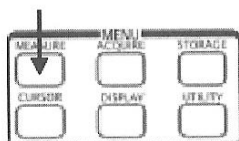


Rys. 2. Widok płyty czołowej oscyloskopu RIGOL DS 5062MA

Pomiar automatyczny

Funkcję pomiaru automatycznego uaktywnia się naciskając w obszarze menu przycisk **MEASURE**. Poniższe instrukcje pomogą korzystać z funkcji pomiarowej oscyloskopów serii DS5000.

Menu pomiaru automatycznego



Rys. 2-46

Korzystanie z menu:

Aby wyświetlić menu ustawień pomiaru automatycznego, należy nacisnąć przycisk **MEASURE**.

Oscyloskop umożliwia pomiar 20 parametrów w trybie automatycznym włącznie z: Vpp (wartość międzyszczytowa), Vmax, Vmin, Vtop (wartość szczytowa), Vbase (wartość podstawy), Vamp (amplituda), Vavg (wartość średnia), Vrms (wartość skuteczna), Overshoot (wysok napięcia), Preshoot (wysok poprzedzający), Freq (częstotliwość), Period (okres), Rise Time (czas narastania), Fall Time (czas opadania), Delay 1-2 μ (opóźnienie), Delay 1-2 ns (opóźnienie), +Width (szerokość impulsu dodatniego), -Width (szerokość impulsu ujemnego), +Duty (współczynnik wypełnienia dodatniego sygnału impulsowego), -Duty (współczynnik wypełnienia ujemnego sygnału impulsowego); włącznie z pomiarami 10 napięć i 10 czasów.

Rys. 2-47 Tablica 2-31

MEASURE	Menu	Ustawienia	Komentarz
Source	Źródło (Source)	CH1 CH2	Wybrać kanał 1 jako źródło mierzonego sygnału. Wybrać kanał 2 jako źródło mierzonego sygnału.
CH1			
Voltage	Napięcie (Voltage)	-	Wybrać napięcie jako mierzony parametr.
Time	Czas (Time)	-	Wybrać prąd jako mierzony parametr.
Clear	Skasować (Clear)	-	Wykasować wynik pomiaru wyświetlony na ekranie.
Display All	Wyświetlić wszystko (Display All)	OFF ON	Wyłączyć wyświetlanie wszystkich wyników pomiaru. Włączyć wyświetlanie wszystkich wyników pomiaru.
OFF			

Strona 1 - pomiar napięcia

Rys. 2-48 Tablica 2-32

MEASURE	Menu	Ustawienia	Komentarz
Voltage 1/3	Napięcie (Voltage)	1/3	Strona 1 pomiaru parametrów napięciowych
Vpp	Vpp	-	Zmierzyć wartość międzyszczytową napięcia.
Vmax	Vmax	-	Zmierzyć napięcie maksymalne przebiegu
Vmin	Vmin	-	Zmierzyć napięcie minimalne przebiegu
Vavg	Vavg	-	Zmierzyć wartość średnią napięcia przebiegu

Strona 2 - pomiar napięcia

Rys. 2-49 Tablica 2-33

MEASURE	Menu	Ustawienia	Komentarz
Voltage 1/3	Napięcie (Voltage)	2/3	Strona 2 pomiaru parametrów napięciowych
Vpp	Vamp	-	Zmierzyć napięcie między Vtop i Vbase
Vmax	Vtop	-	Zmierzyć napięcie szczytu przebiegu prostokątnego
Vmin	Vbase	-	Zmierzyć napięcie podstawy przebiegu prostokątnego
Vavg	Vrms	-	Zmierzyć wartość skuteczną napięcia przebiegu prostokątnego

Strona 3 – pomiar napięcia

Rys. 2-50 Tablica 2-34

MEASURE	Menu	Ustawienia	Komentarz
Voltage 3/3	Napięcie (Voltage)	3/3	Strona 3 pomiaru parametrów napięciowych
Overshoot	Wysok (Overshoot)	-	Zmierzyć wysok napięcia w procentach przebiegu prostokątnego
Preshoot	Wysok poprzedzający (Preshoot)	-	Zmierzyć wysok poprzedzającego w procentach przebiegu prostokątnego

Strona 1 – pomiar czasu

Rys. 2-51 Tablica 2-35

MEASURE	Menu	Ustawienia	Komentarz
Time 1/3	Czas (Time)	1/3	Strona 1 pomiaru parametrów czasowych
Freq	Częstotliwość (Freq)	-	Zmierzyć częstotliwość przebiegu
Period	Okres (Period)	-	Zmierzyć okres przebiegu
Rise Time	Czas narastania (Rise time)	-	Zmierzyć czas narastania przebiegu
Fall Time	Czas opadania (Fall time)	-	Zmierzyć czas opadania przebiegu

Strona 2 - pomiar czasu

Rys. 2-52 Tablica 2-36

MEASURE	Menu	Ustawienia	Komentarz
Time 2/3	Czas (Time)	2/3	Strona 2 pomiaru parametrów czasowych
+Width	Szerokość impulsu dodatniego (+Width)	-	Zmierzyć szerokość impulsu przebiegu o amplitudzie dodatniej
-Width	Szerokość impulsu ujemnego (-Width)	-	Zmierzyć szerokość impulsu przebiegu o amplitudzie ujemnej
+Duty	Wypełnienie impulsu dodatniego (+Duty)	-	Zmierzyć współczynnik wypełnienia przebiegu impulsowego o amplitudzie dodatniej
-Duty	Wypełnienie impulsu ujemnego (-Duty)	-	Zmierzyć współczynnik wypełnienia przebiegu impulsowego o amplitudzie ujemnej

Strona 3 – pomiar czasu

Rys. 2-53 Tablica 2-37

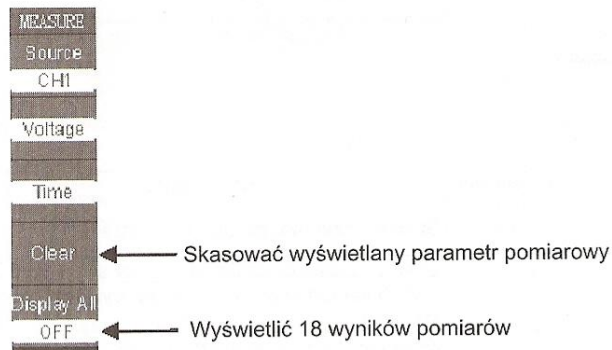
MEASURE	Menu	Ustawienia	Komentarz
Time 2/3	Czas (Time)	3/3	Strona 3 pomiaru parametrów czasowych
Delay 1→2 f	Opóźnienie 1 (Delay 1→2 f)	-	Zmierzyć czas opóźnienia między sygnałami w dwóch kanałach liczony między zboczami narastającymi
Delay 1→2 r	Opóźnienie 1 (Delay 1→2 r)	-	Zmierzyć czasu opóźnienia między sygnałami w dwóch kanałach liczony między zboczami opadającymi

Uwaga: Wyniki pomiarów automatycznych będą wyświetlane w dole ekranu. W tym samym czasie można wyświetlić maksymalnie trzy wyniki. Następny, nowy wynik pomiaru spowoduje przesunięcie na ekranie poprzednich wyników w lewo, o jedno miejsce.

Procedura przeprowadzania pomiaru automatycznego

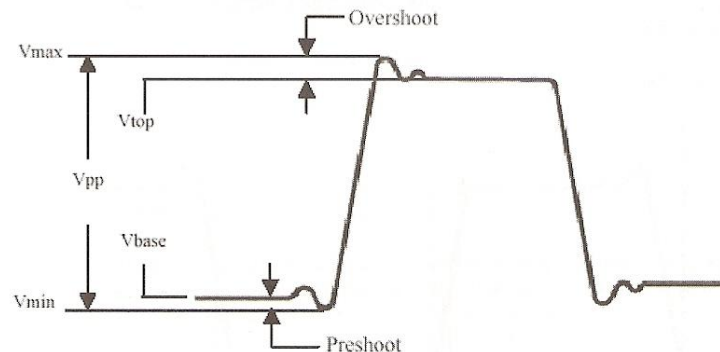
- Wybrać kanał, w którym ma być przeprowadzony pomiar automatyczny. Zależnie od potrzeby można wybrać kanał 1 (CH1) lub kanał 2 (CH2). Nacisnąć „miękkie” przyciski w następującej kolejności: MEASURE ⇨ Source ⇨ CH1 lub CH2
- Aby zobaczyć na ekranie wszystkie wyniki pomiarów, ustawić Display On na ON (włączone). Na ekranie zostaną wyświetlone wyniki pomiarów 18 parametrów.
- Wybrać stronę mierzonych parametrów. Można wybrać stronę pomiaru parametrów napięcia lub czasu naciskając kolejno „miękkie” przyciski w sposób następujący: MEASURE ⇨ Voltage ⇨ lub time Voltage1/3, Voltage2/3...
- Aby uzyskać wynik pomiaru na ekranie. Można wybrać potrzebne parametry naciskając na odpowiedni „miękki” przycisk po prawej stronie menu, a następnie odczytać dane pomiarowe na dole ekranu.
Jeśli zamiast wartości liczbowej są wyświetlane symbole takie jak: „*****”, to znaczy to, że w aktualnych warunkach nie ma możliwości pomiaru tego parametru.
- Skasować wyniki pomiarów: nacisnąć Clear. W tym momencie wszystkie wyniki pomiaru automatycznego znikają z ekranu.

Rys. 2-54



Automatyczny pomiar parametrów napięciowych

Oscyloskopy serii DS5000 umożliwiają pomiar następujących parametrów: Vpp, Vmax, Vmin, Vavg, Vamp, Vrms, Vtop, Vbase, Overshoot (wyskok), Preshoot (wyskok poprzedzający). Na rysunku 2-55 przedstawiono przykładowy impuls z zaznaczonymi punktami pomiaru niektórych parametrów napięciowych.



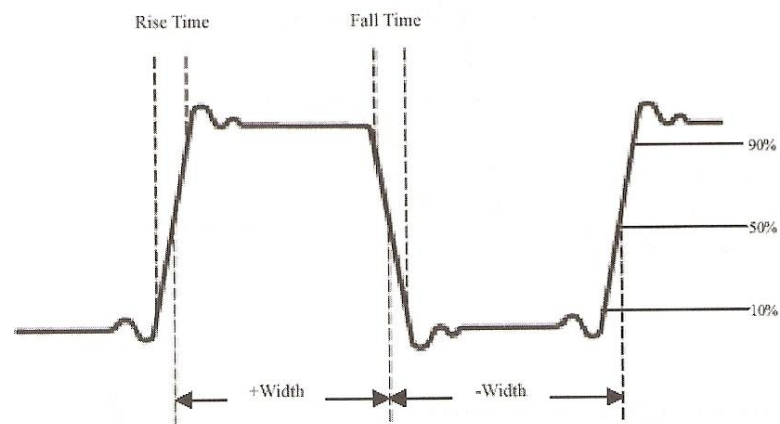
Rys. 2-55

- Vpp:** Wartość międzyszczytowa napięcia.
Vmax: Maksymalna amplituda impulsu. Maksymalna, dodatnia wartość szczytowa napięcia w zakresie całego przebiegu.
Vmin: Minimalna amplituda. Minimalna, ujemna wartość szczytowa napięcia w całym zakresie przebiegu.
Vamp: Napięcie między punktami przebiegu Vtop a Vbase.
Vtop: Napięcie płaskiej górnej części przebiegu, przydatne przy pomiarze parametrów przebiegów prostokątnych i impulsowych.
Vbase: Napięcie płaskiej dolnej części przebiegu (podstawy), przydatne przy pomiarze parametrów przebiegów prostokątnych i impulsowych.
Overshoot: Wyskok napięcia – definiowany jako: $(V_{max} - V_{top}) / V_{amp}$, przydatny przy pomiarze parametrów przebiegów prostokątnych i impulsowych.
Preshoot: Wyskok poprzedzający zbocze impulsu: definiowany jako: $(V_{min} - V_{base}) / V_{amp}$, przydatny przy pomiarze parametrów przebiegów prostokątnych i impulsowych.
Average: Średnia arytmetyczna napięcia w całym zakresie przebiegu.
Vrms: Wartość skuteczna napięcia (rzeczywista) w całym zakresie przebiegu.

Automatyczny pomiar parametrów czasowych

Oscyloskopy serii DS5000 umożliwiają w trybie pomiaru automatycznego pomiar następujących parametrów czasowych: częstotliwości, okresu, czasu narastania (Rise Time), czasu opadania (Fall Time), szerokości impulsu dodatniego (+Width), szerokości impulsu ujemnego (-Width), opóźnienia 1→2 $\#$, opóźnienia 1→2 $\#$, współczynnika wypełnienia impulsu dodatniego (+Duty), współczynnika wypełnienia ujemnego (-Duty).

Na rysunku 2-56 przedstawiono przebieg impulsowy z zaznaczonymi punktami niektórych parametrów czasowych.



Rise time: Czas narastania – czas jaki potrzebuje napięcie narastającego zbocza pierwszego impulsu przebiegu, aby zwiększyć swoją wartość z 10% do 90% amplitudy.

Fall time: Czas opadania – czas jaki potrzebuje napięcie opadającego zbocza pierwszego impulsu, aby zmniejszyć amplitudę z 90% do 10% amplitudy.

+Width: Szerokość pierwszego impulsu dodatniego liczona między punktami 50% amplitudy przebiegu.

-Width: Szerokość pierwszego impulsu ujemnego liczona między punktami 50% amplitudy przebiegu.

Delay1 →2 $\#$ Opóźnienie liczone między zboczami narastającymi sygnałów doprowadzonych do wejść obu kanałów oscyloskopu.

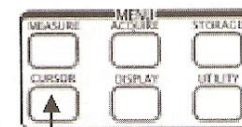
Delay1 →2 $\#$ Opóźnienie liczone między zboczami opadającymi sygnałów doprowadzonych do wejść obu kanałów oscyloskopu.

+Duty: Współczynnik wypełnienia przebiegu impulsowego zdefiniowany jako stosunek szerokości impulsu o amplitudzie dodatniej do okresu tego przebiegu impulsowego.

-Duty: Współczynnik wypełnienia przebiegu impulsowego zdefiniowany jako stosunek szerokości impulsu o amplitudzie ujemnej do okresu tego przebiegu impulsowego.

Pomiar z użyciem kursorów

Na rysunku 2-57 przedstawiono przycisk CURSOR znajdujący się w menu na płycie czołowej.



Pomiar kursorem

Rys. 2-57

Funkcja pomiaru za pomocą kursora ma trzy tryby pracy: ręczny (Manual), śledzenie (Track) i pomiar automatyczny (Auto Measure).

1. **Ręczny (manual):** W tym trybie pracy na ekranie są wyświetlane dwa kursory równoległe. Można przesuwając je wzdłuż wyświetlonego przebiegu tak, aby móc mierzyć napięcie lub czas sygnału. Otrzymane w ten sposób wyniki są wyświetlane w kwadratach poniżej menu. Przed użyciem kursorów należy sprawdzić, czy ustawiono wcześniej źródło sygnału (Signal Source) tj. wybrano do pomiaru odpowiedni kanał.
2. **Śledzenie (track):** W tym trybie pracy na ekranie są wyświetlane dwa kursory krzyżowe. Cursor krzyżowy automatycznie ustawia swoją pozycję na ekranie. Można regulować położenie kursora na przebiegu w poziomie kręcąc pokrętką regulacji przebiegu w poziomie [POSITION] sprzężonego z kursorem. Oscyloskop wyświetla wtedy wartości współrzędnych położenia kursora w kwadratach poniżej menu.
3. **Pomiar automatyczny (Auto Measure):** Ten tryb jest aktywny wyłącznie przy pomiarach automatycznych. W trakcie pomiaru parametrów oscyloskop wyświetli kursory automatycznie. Kursory te przedstawiają fizyczne znaczenia tych pomiarów.

Uwaga: Tryb pomiaru automatycznego (Auto Measure) z użyciem kursorów jest skuteczny wyłącznie przy włączonych pomiarach automatycznych.

Menu i pomiary z użyciem kursorów

1. Tryb ręczny (manual)

Rys. 2-58 Tablica 2-38

Menu	Ustawienia	Komentarz
Tryb (Mode)	Manual (ręczny)	Ustawić ręczny tryb pomiaru z użyciem kursorów
Typ (Type)	Voltage	Użyć kursor, aby zmierzyć parametry napięciowe przebiegu
	Time	Użyć kursor, aby zmierzyć parametry czasowe przebiegu
Źródło (Source)	CH1	Wybrać jako źródło sygnału kanał 1
	CH2	Wybrać jako źródło sygnału kanał 2
	MATH	Wybrać jako źródło operacje matematyczne

W trybie tym oscyloskop mierzy wartości współrzędnych kursorów dla napięcia lub czasu oraz przyrost (różnicę) wartości tych parametrów między dwoma punktami zaznaczonymi kursorami.

Aby wykonać pomiar z użyciem kursorów należy:

- Wybrać tryb ręczny (**manual**) dla pomiaru z użyciem kursorów naciskając „miękki” przycisk: **CURSOR** ⇨ **Mode** ⇨ **Manual**.
- Wybrać kanał jako źródło (**Source**) sygnału do pomiaru naciskając „miękki” przycisk: **CURSOR** ⇨ **Source** ⇨ **CH1**, **CH2** lub **MATH**.
Uwaga: Gdy przy pomiarze z użyciem jako źródło wybierze się „operacje matematyczne” (MATH), to wyniki pomiarów są oznaczone jednostką „d” (działka).
- Wybrać typ kursorów naciskając „miękki” przycisk: **CURSOR** ⇨ **Type** ⇨ **Voltage** lub **Time**.
- Przesuwając kursory ustawić wartość przyrostu parametru między tymi kursorami: (szczegółowe dane w poniższej tablicy).

Tablica 2-39

Menu	Ustawienia	Komentarz
Kursor A	Napięcie	Kręćąc pokrętkiem regulacji położenia w pionie POSITION , przesunąć kursor A w kierunku pionowym.
	Czas	Kręćąc pokrętkiem regulacji położenia w pionie POSITION , przesunąć kursor A w kierunku poziomym.
Kursor B	Napięcie	Kręćąc pokrętkiem regulacji położenia w poziomie POSITION , przesunąć kursor B w kierunku pionowym.
	Czas	Kręćąc pokrętkiem regulacji położenia w poziomie POSITION , przesunąć kursor B w kierunku poziomym.

Uwaga: Przesuwanie kursora jest możliwe wyłącznie przy wyświetlonym menu funkcji kursora.

(5) Aby otrzymać wynik pomiaru należy:

Wyświetlić kursor 1 (kursor czasu ustawiony na środkowy punkt ekranu; kursor napięcia ustawiony w środkowym miejscu poziomu ziemi kanału).

Wyświetlić kursor 2 (tak samo jak powyżej)

Wyświetlić poziomy przedział między kursorami 1 i 2 (ΔX): Czas między kursorami

Wyświetlić ($1/\Delta X$), jednostki w Hz, kHz, MHz, GHz

Wyświetlić pionowy przedział między kursorami 1 i 2 (ΔY): Napięcie między kursorami

Uwaga: Wartości zaznaczone kursorami będą wyświetlane automatycznie w prawym, górnym rogu ekranu wtedy, gdy menu funkcji kursora jest ukryte lub są wyświetlane inne menu.

Ważne wskazówki:

Kursory napięciowe: Kursory napięciowe są wyświetlane na ekranie w postaci poziomych linii i służą do pomiaru parametrów wzdłuż osi pionowej.

Kursory czasowe: Kursory czasowe są wyświetlane na ekranie w postaci pionowych linii i służą do pomiarów wzdłuż osi poziomej.