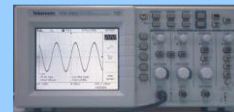
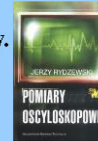




Oscyloskop cyfrowy

- Uproszczony schemat blokowy oscyloskopu cyfrowego.
- Sygnał analogowy, sygnał analogowy dyskretny i sygnał cyfrowy.
- Próbkowanie i kwantyzacja sygnału.
- Układ PP, przetwornik a/c.
- Organizacja pamięci próbek.
- Tryby wyzwiania oscyloskopu.
- Cykl pracy oscyloskopu cyfrowego.
- Pomiary automatyczne.
- Pomiar przebiegu w czasie poprzedzającym wyzwolenie.
- Wychwytywanie zaburzeń krótkotrwałych.



Metrologia



Oscyloskop cyfrowy



Rodzaje oscyloskopów.

Oscyloskopy analogowe.

Sygnał napięciowy odchyła wiązkę elektronów.
Wiązka elektronów tworzy na ekranie oscyloskopu plamkę świecącą.
Plamka ta rysuje na ekranie oscyloskopu obraz sygnału.

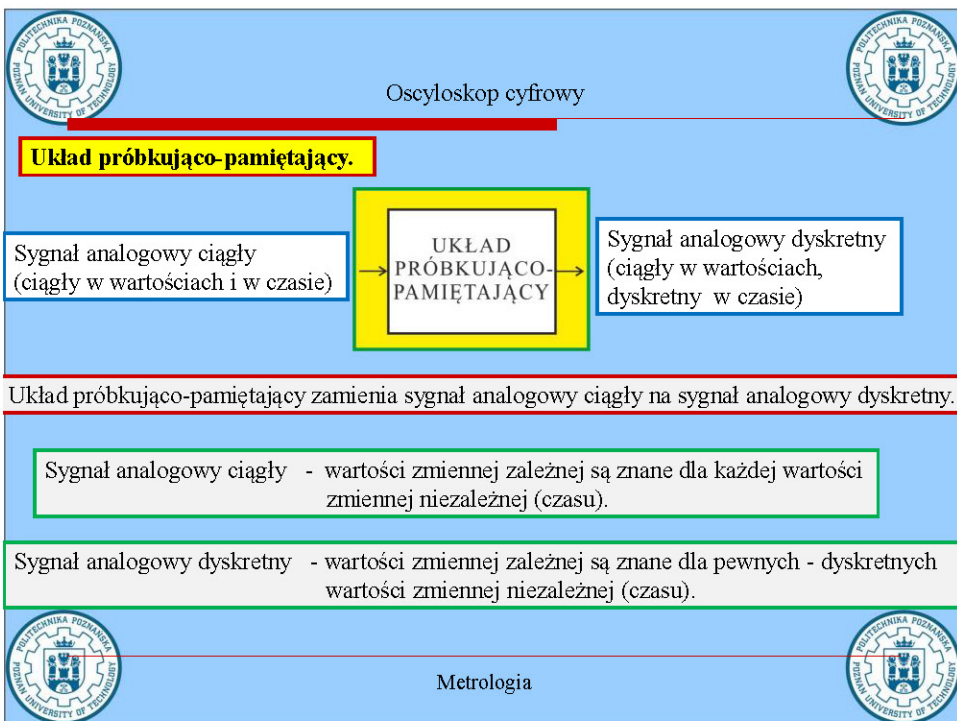
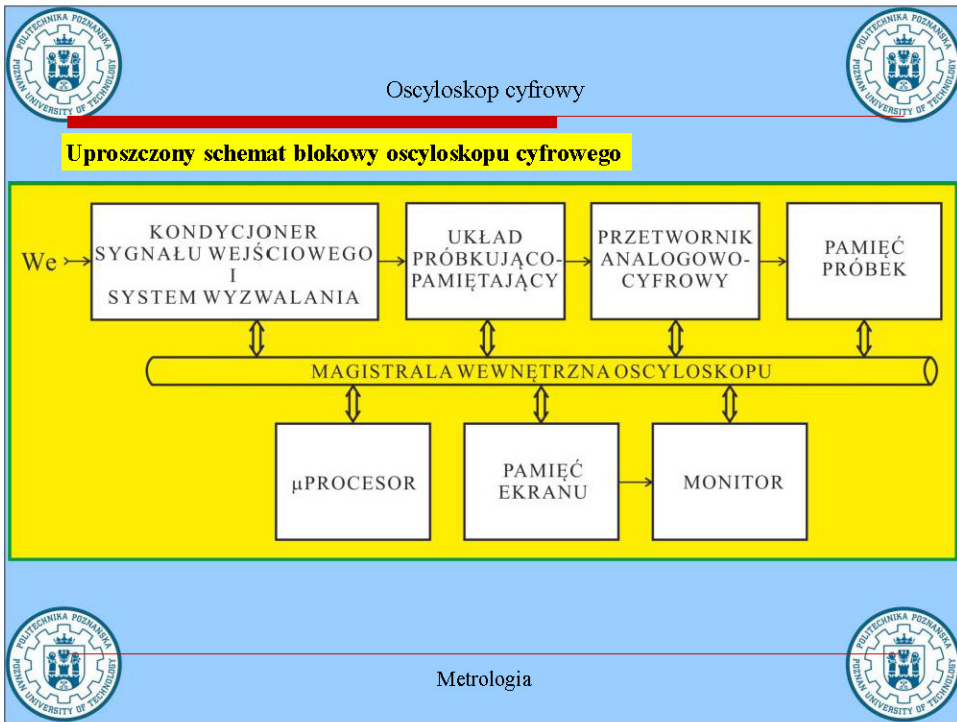
Oscyloskopy cyfrowe.

Oscyloskop cyfrowy wykorzystuje układ próbkująco-pamiętający i przetwornik analogowo-cyfrowy do zamiany sygnału analogowego na sygnał cyfrowy. Sygnał cyfrowy jest zapamiętywany w pamięci. Obraz sygnału na ekranie jest rysowany na podstawie próbek sygnału zapamiętanych w pamięci.



Metrologia





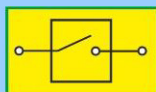
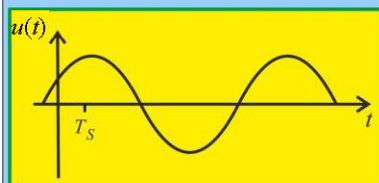


Oscyloskop cyfrowy



Sposób zamiany sygnału analogowego ciągłego na sygnał analogowy dyskretny.

sygnał analogowy ciągły → transmitowany za pomocą łącznika → sygnał analogowy dyskretny



Łącznik jest zamykany
dla: $0T_s, 1T_s, 2T_s, 3T_s, \dots$



Metrologia

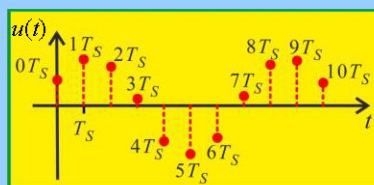
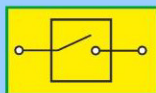
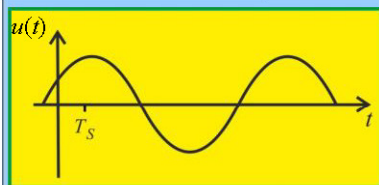


Oscyloskop cyfrowy



Sposób zamiany sygnału analogowego ciągłego na sygnał analogowy dyskretny.

sygnał analogowy ciągły → transmitowany za pomocą łącznika → sygnał analogowy dyskretny



Wartości zmiennej zależnej są
znane dla każdej wartości
zmiennej niezależnej (czasu).

Łącznik jest zamykany
dla: $0T_s, 1T_s, 2T_s, 3T_s, \dots$

Wartości zmiennej zależnej są znane
dla pewnych – dyskretnych wartości
zmiennej niezależnej (czasu).

Mówimy, że sygnał analogowy jest próbkowany.



T_s – okres próbkowania

$$f_s = \frac{1}{T_s}$$

f_s – częstotliwość próbkowania

Metrologia



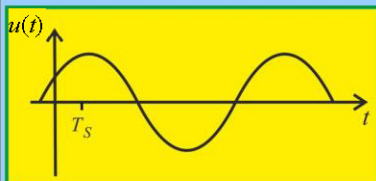


Oscyloskop cyfrowy

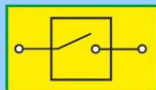


Sposób zamiany sygnału analogowego ciągłego na sygnał analogowy dyskretny.

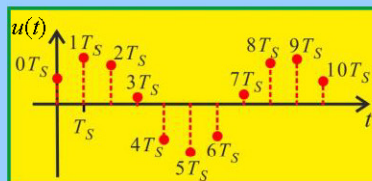
sygnał analogowy ciągły → transmitowany za pomocą łącznika → sygnał analogowy dyskretny



Wartości zmiennej zależnej są znane dla każdej wartości zmiennej niezależnej (czasu).



Łącznik jest zamykany dla: $0T_s, 1T_s, 2T_s, 3T_s, \dots$



Wartości zmiennej zależnej są znane dla pewnych – dyskretnych wartości zmiennej niezależnej (czasu).

$$u(t) = \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

$$u(n) = \sin(\omega \cdot n \cdot T_s + \varphi) \text{ dla } n = 0, 1, 2, \dots,$$



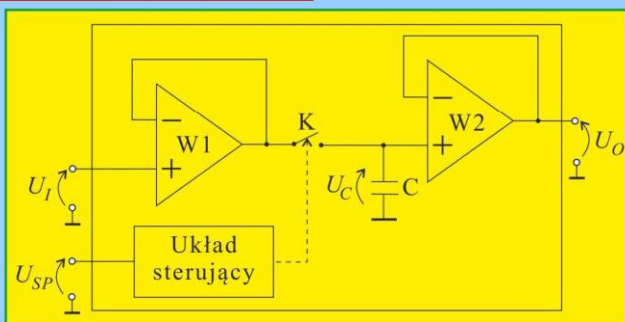
Metrologia



Oscyloskop cyfrowy



Układ próbkująco-pamiętający.



Łącznik zamknięty – kondensator C jest ładowany dopóki: $U_c = U_i \Rightarrow$ faza próbkowania

Łącznik otwarty – ładunek pozostaje na kondensatorze C: $U_o = U_c \Rightarrow$ faza pamiętania

Elementem pamiętającym jest kondensator C.



Metrologia

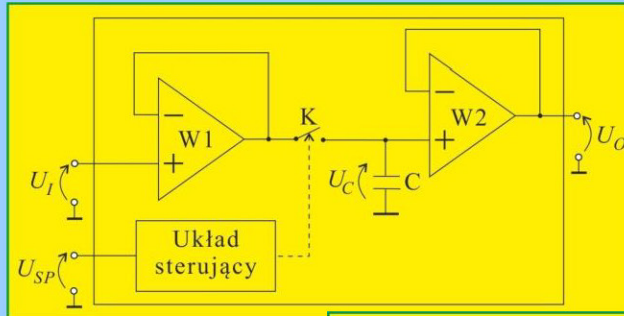




Oscyloskop cyfrowy

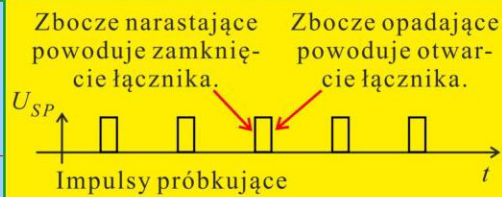


Układ próbkująco-pamiętający.



U_{SP} – impulsy próbkujące.

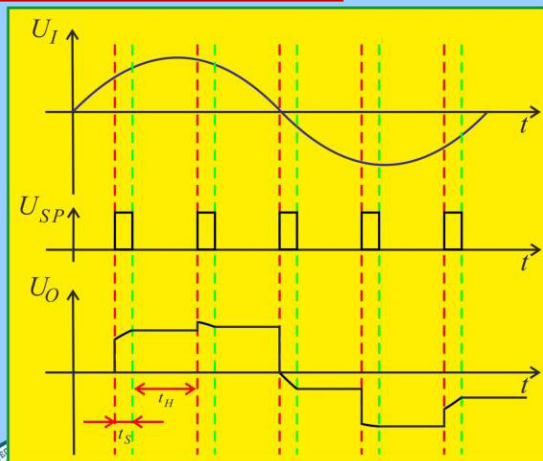
Impulsy próbkujące powodują zamykanie i otwieranie łącznika.



Oscyloskop cyfrowy



Układ próbkująco-pamiętający.



t_H – faza pamiętania – łącznik jest otwarty.

t_S – faza próbkowania – łącznik jest zamknięty.

$$t_S + t_H = T_S$$

gdzie T_S – okres próbkowania.

W rzeczywistym układzie próbkująco-pamiętającym $t_S \rightarrow 0$.





Oscyloskop cyfrowy



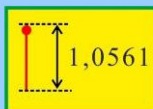
Przetwornik analogowo-cyfrowy.

Sygnal analogowy dyskretny
(ciągły w wartościach,
dyskretny w czasie)

PRZETWORNIK
ANALOGOWO-
CYFROWY

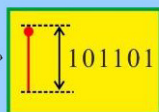
Sygnal cyfrowy (dyskretny
w wartościach i w czasie)

analogowy sygnał dyskretny



Amplituda próbki sygnału wyrażona
jest za pomocą liczby rzeczywistej.

sygnał cyfrowy



Przyjmujemy skończoną liczbę (zbiór) kodów, za
pomocą których wyrażane będą amplitudy próbek.

Amplituda każdej próbki sygnału wyrażona jest za
pomocą kodu z przyjętego zbioru kodów.

Sygnal cyfrowy jest to analogowy sygnał dyskretny, dla którego amplitudy poszczególnych próbek sygnału zapisywane są za pomocą skończonego zbioru kodów.



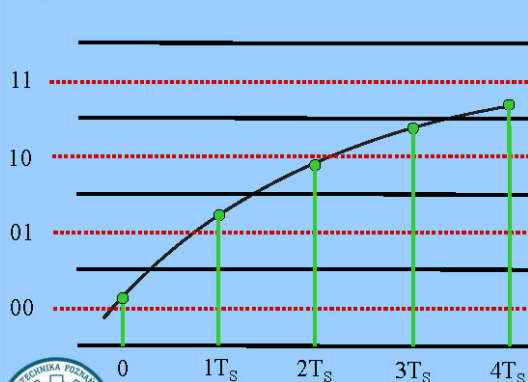
Oscyloskop cyfrowy



Przetwornik analogowo-cyfrowy.

Kwantyzacja sygnału.

Proces zamiany amplitud próbek analogowego sygnału dyskretnego na przyjęte kody nazywamy **kwantyzacją sygnału**.



— progi kwantyzacji

..... poziomy kodów

Próbce sygnału znajdującej się pomiędzy parą progów kwantyzacji przyporządkowuje się wartość kodu leżącego pomiędzy tymi samymi progami kwantyzacji.

Sygnal cyfrowy:

0	→	00
$1T_s$	→	01
$2T_s$	→	10
$3T_s$	→	10
$4T_s$	→	11



Metrologia





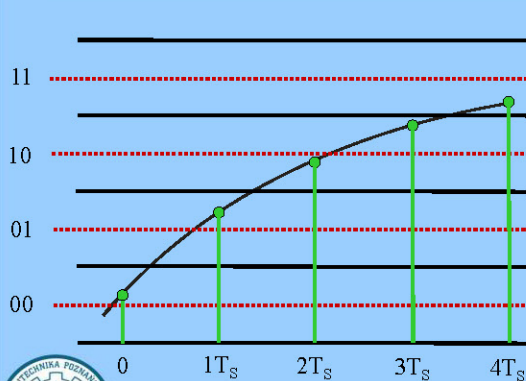
Oscyloskop cyfrowy



Przetwornik analogowo-cyfrowy.

Kwantyzacja sygnału.

Proces zamiany amplitud próbek analogowego sygnału dyskretnego na przyjęte kody nazywamy **kwantyzacją sygnału**.



— progi kwantyzacji
- - - poziomy kodów

Próbce sygnału znajdującej się pomiędzy parą progów kwantyzacji przyporządkowuje się wartość kodu leżącego pomiędzy tymi samymi progami kwantyzacji.

Sygnał cyfrowy:

0	→	00
$1T_s$	→	01
$2T_s$	→	10
$3T_s$	→	10
$4T_s$	→	11

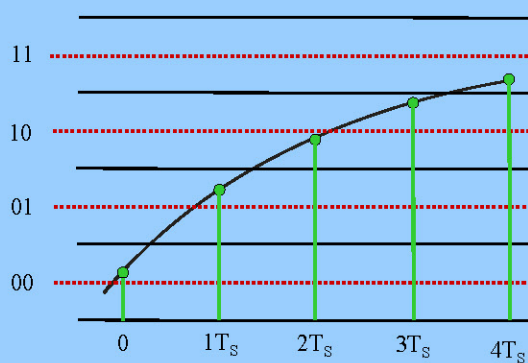
Metrologia



Oscyloskop cyfrowy



Błąd kwantyzacji sygnału.



Δ – odległość pomiędzy progami kwantyzacji

$+\Delta/2$

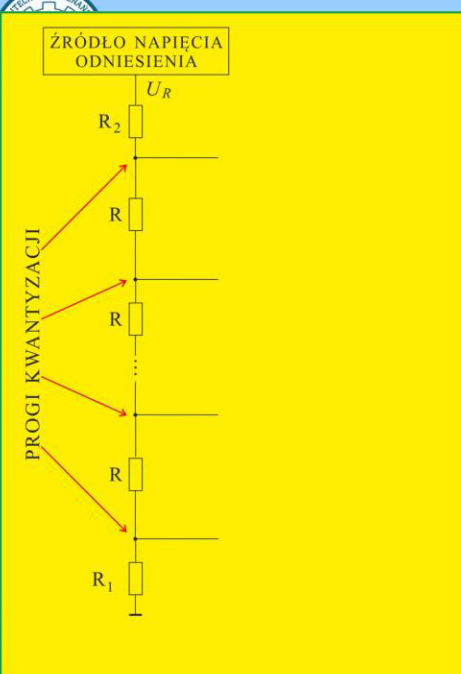
$-\Delta/2$

Błąd kwantyzacji - błąd reprezentacji pojedynczej próbki mieści się w przedziale $<-\Delta/2, \Delta/2>$

Błąd ten nazywany jest również **szumem kwantyzacji**

Metrologia





The diagram shows a vertical chain of resistors connected to a reference voltage source U_R at the top. The resistors are labeled R_2 , R , R , $\dots$, R , and R_1 from top to bottom. Red arrows point to the nodes between the resistors, labeled "PROGI KWANTYZACJI" (quantization levels).

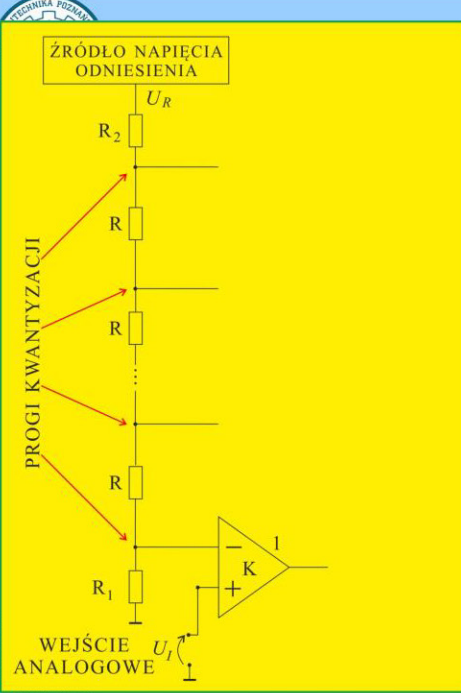
cyfrowy

Przetwornik analogowo-cyfrowy.

W oscyloskopach cyfrowych najczęściej stosowany jest przetwornik a/c typu "flash".

logia



This diagram is identical to the one above, but includes an operational amplifier (op-amp) at the bottom. The op-amp is represented by a triangle with a gain K . Its non-inverting input (+) is connected to the node between R_1 and ground. Its inverting input (-) is connected to the output. The output of the op-amp is labeled "WEJŚCIE ANALOGOWE" and U_I .

cyfrowy

Przetwornik analogowo-cyfrowy.

W oscyloskopach cyfrowych najczęściej stosowany jest przetwornik a/c typu "flash".

logia

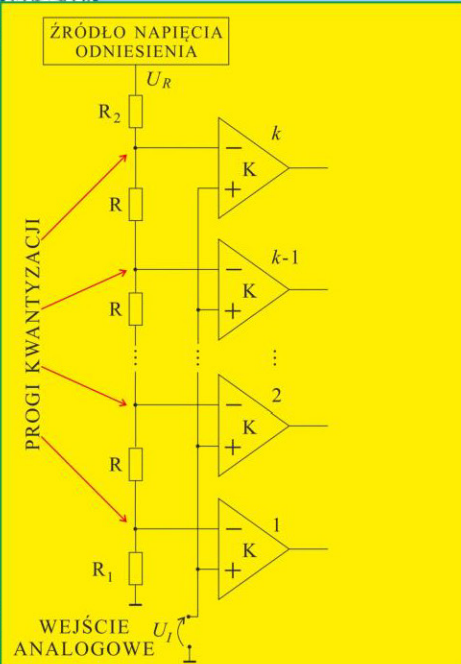





Przetworniki

Przetworniki cyfrowe





Przetwornik analogowo-cyfrowy.

W oscyloskopach cyfrowych najczęściej stosowany jest przetwornik a/c typu "flash".



ologia

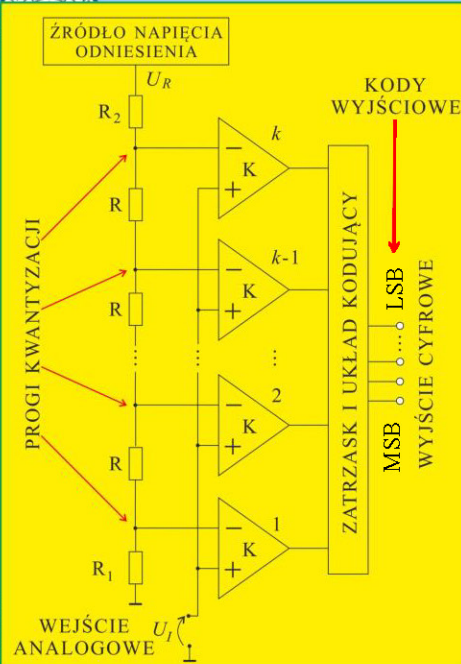




Przetworniki

Przetworniki cyfrowe





Przetwornik analogowo-cyfrowy.

W oscyloskopach cyfrowych najczęściej stosowany jest przetwornik a/c typu "flash".

- Liczba komparatorów:

$$k = 2^n - 1$$

gdzie: n – liczba bitów przetwornika.

- Metoda bezpośredniego porównania równoległego.
- Metoda ta jest najszybszą metodą przetwarzania analogowo-cyfrowego.



ologia

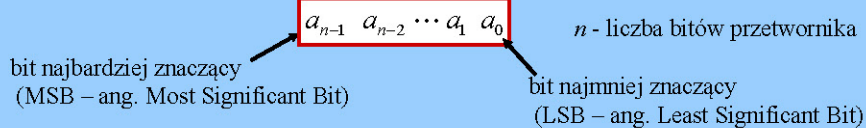




Oscyloskop cyfrowy



Słowa sygnału cyfrowego dla naturalnego kodu binarnego:



Przykłady:

- dla przetwornika 8-bitowego: 10101101 liczba bitów przetwornika $n = 8$
MSB LSB
- dla przetwornika 12-bitowego: 101011010111 liczba bitów przetwornika $n = 12$
MSB LSB

Zamiana na liczbę w systemie dziesiętnym:

$$L_D = a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0$$



Metrologia



Oscyloskop cyfrowy

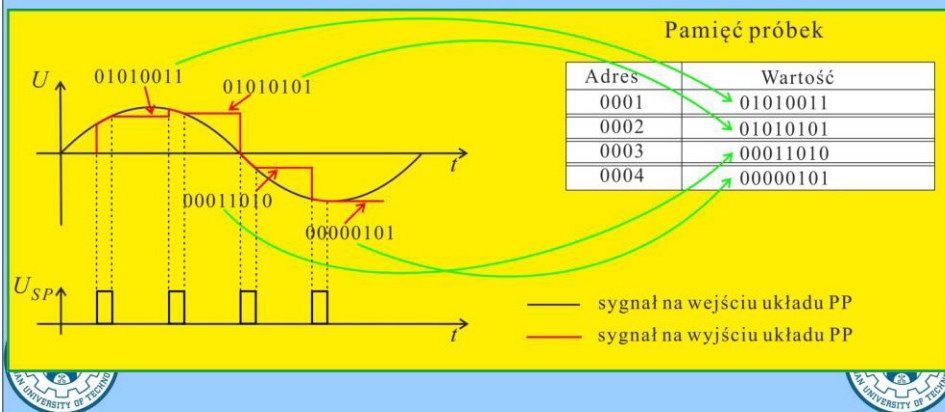


Pamięć próbek

sygnał cyfrowy

PAMIĘĆ PRÓBEK

Wyniki przetwarzania analogowo-cyfrowego są zapamiętywane w pamięci próbek.





Oscyloskop cyfrowy

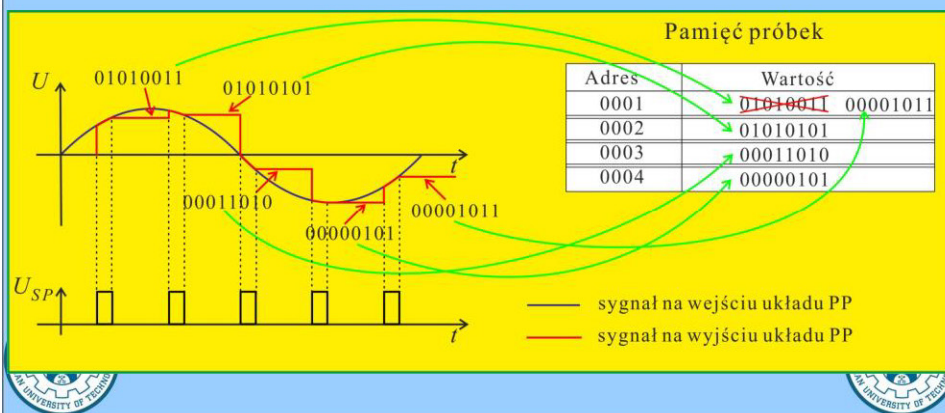


Pamięć próbek.

sygnał cyfrowy

PAMIĘĆ
PRÓBEK

Wyniki przetwarzania analogowo-cyfrowego są zapamiętywane w pamięci próbek.



Oscyloskop cyfrowy

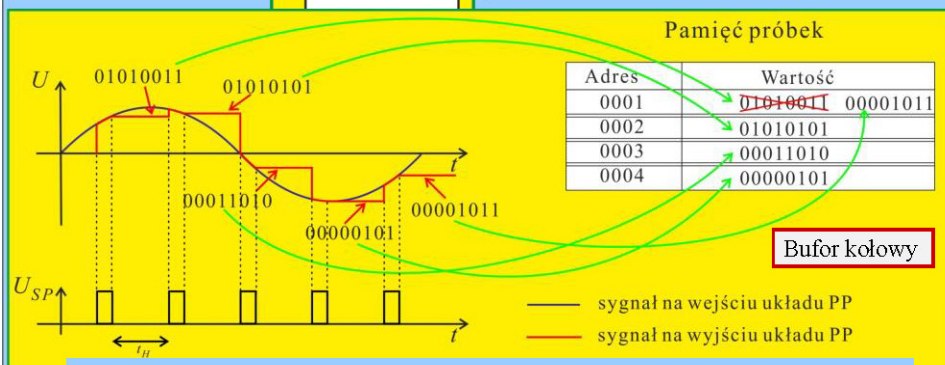


Pamięć próbek.

sygnał cyfrowy

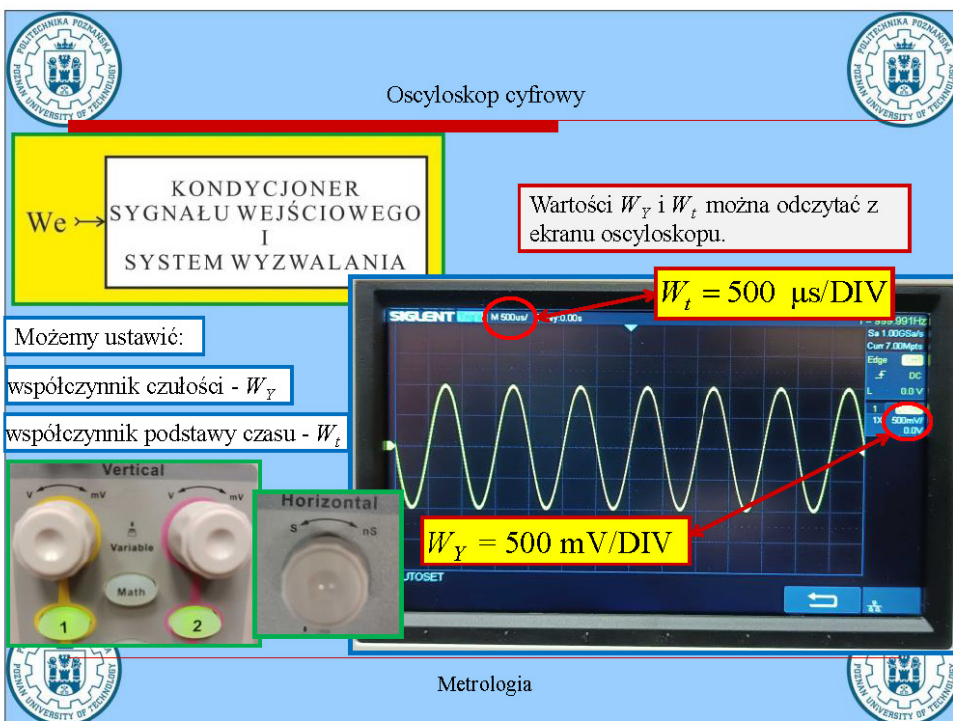
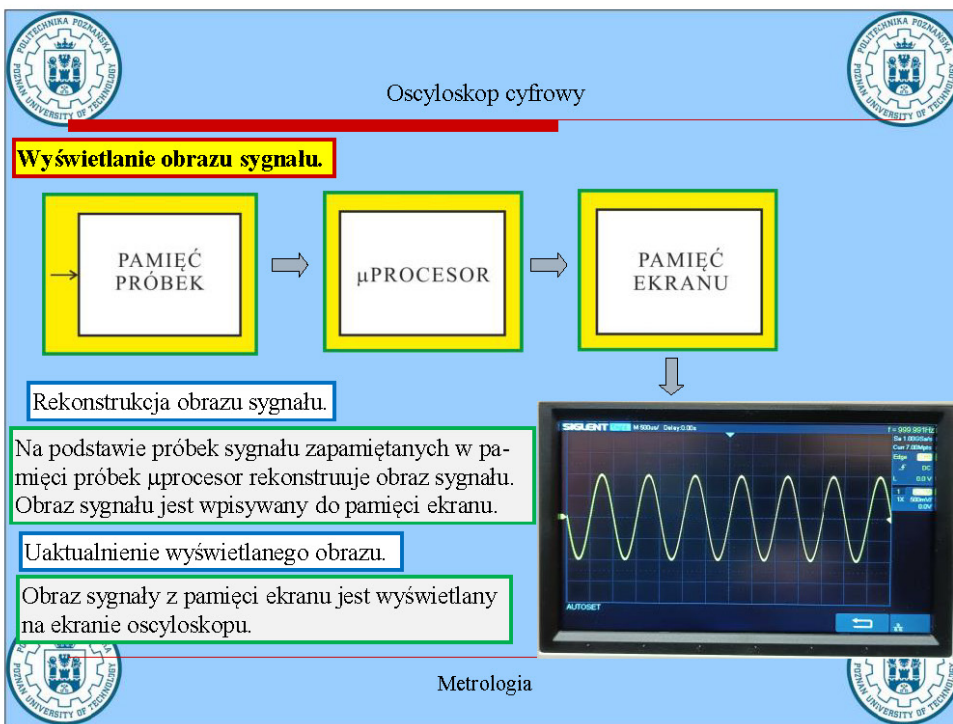
PAMIĘĆ
PRÓBEK

Wyniki przetwarzania analogowo-cyfrowego są zapamiętywane w pamięci próbek.



Suma: czasu zamknięcia klucza w układzie PP, czasu konwersji a/c i czasu zapisu do pamięci próbek musi być mniejsza od okresu próbkowania (T_p).







Oscyloskop cyfrowy



We → **KONDYCJONER
SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO
I
SYSTEM WYZWALANIA**

Auto

Auto Level

Normal

Single

"TRIGGER" - system wyzwalania umożliwia ustawienie trybów i parametrów wyzwalania.

Tryby wyzwalania.

Trigger

Setup

Auto

Normal

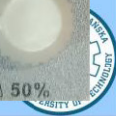
Single

Level

50%



Metrologia





Oscyloskop cyfrowy



We → **KONDYCJONER
SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO
I
SYSTEM WYZWALANIA**

Auto

Auto Level

Normal

Single

"TRIGGER" - system wyzwalania umożliwia ustawienie trybów i parametrów wyzwalania.

Tryby wyzwalania.

Trigger

Setup

Auto

Normal

Single

Level

50%

Auto

Tryb pracy, w którym każdorazowo po zapełnieniu pamięci próbek, na ekranie jest rysowany obraz sygnału bez konieczności wystąpienia wyzwolenia oscyloskopu.

W przypadku gdy do wejścia oscyloskopu nie jest podłączony sygnał na ekranie jest rysowana linia odniesienia.



Metrologia

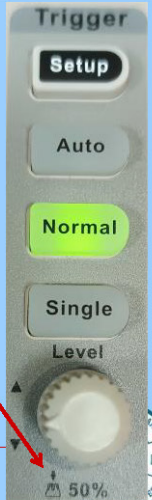


Oscyloskop cyfrowy




We → KONDYCJONER
SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO
I
SYSTEM WYZWALANIA

"TRIGGER" - system wyzwalania umożliwia ustawienie trybów i parametrów wyzwalania.



Tryby wyzwalania.

Auto Level

W trybie tym oscyloskop ustawia automatycznie poziom wyzwalania w punkcie rów- równym 50% wartości amplitudy sygnału podłączonego do wejścia. Tryb uruchamiany po naciśnięciu pokrętła Level.

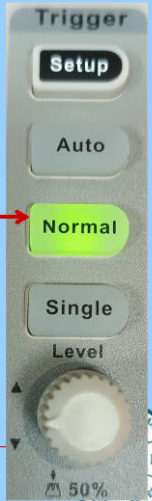
Metrologia

Oscyloskop cyfrowy




We → KONDYCJONER
SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO
I
SYSTEM WYZWALANIA

"TRIGGER" - system wyzwalania umożliwia ustawienie trybów i parametrów wyzwalania.



Tryby wyzwalania.

Normal

Tryb wyzwalania normalnego. Oscyloskop wyzwalany jest cyklicznie zgodnie z ustawionymi parametrami wyzwalania.

Metrologia



Oscyloskop cyfrowy



KONDYCJONER
SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO
I
SYSTEM WYZWALANIA

$We \rightarrow$

"TRIGGER" - system wyzwalania umożliwia ustawienie trybów i parametrów wyzwalania.

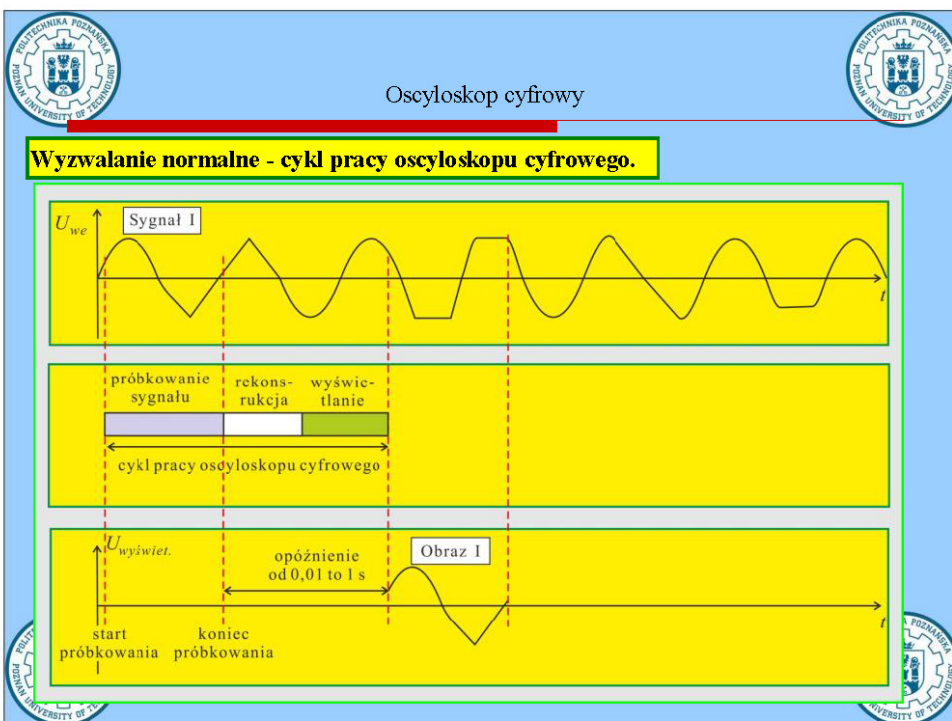
Tryby wyzwalania.

Single

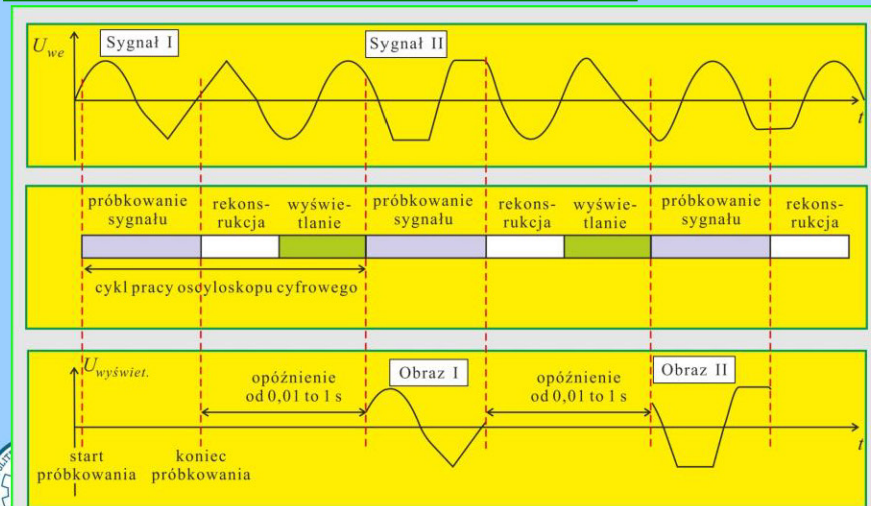
Tryb wyzwalania jednokrotnego. W trybie tym po spełnieniu warunków dotyczących poziomu i zbocza wyzwalania oscyloskop jest wyzwalany tylko raz.



Metrologia



Wyzwalanie normalne - cykl pracy oscyloskopu cyfrowego.



Pomiary automatyczne napięć.

V_{pp} - wartość międzyszczytowa (Peak-Peak)

V_{max} - wartość maksymalna (Maximum)

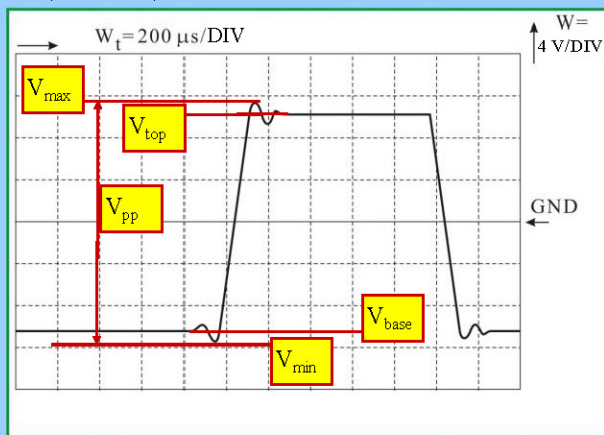
V_{min} - wartość minimalna (Minimum)

V_{top} - wartość górną

V_{base} - wartość dolną

V_{Mean} - wartość średnią

V_{RMS} - wartość skuteczną





Oscyloskop cyfrowy



Pomiary automatyczne czasów.

Frequency - częstotliwość

Period - okres

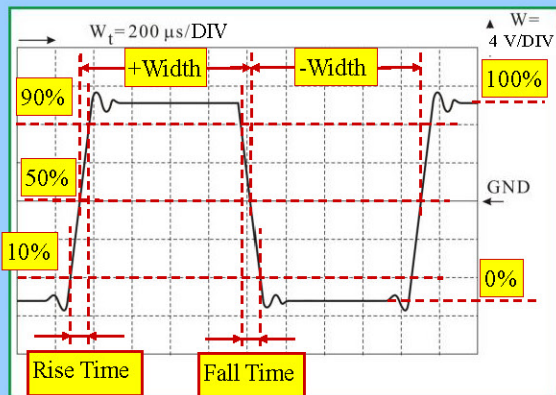
Rise Time - czas narastania

Fall Time - czas opadania

+Width - szerokość od zbocza narastającego do opadającego

-Width - szerokość od zbocza opadającego do narastającego

Duty Cycle - wypełnienie



$$Duty Cycle = \frac{+Width}{Period} \cdot 100\%$$

Metrologia



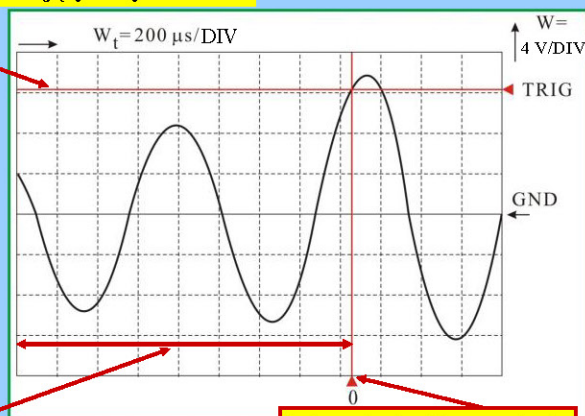
Oscyloskop cyfrowy



Pomiar przebiegu w czasie poprzedzającym wyzwolenie.

Poziom wyzwala ocyloskopu (zbocze +)

- 1 Próbkowanie sygnału i zapis do pamięci próbek rozpoczyna się po uruchomieniu oscyloskopu.
- 2 Po wyzwoleniu oscyloskopu zapelniana jest część pamięci odpowiadająca co najmniej części ekranu od chwili wyzwolenia do końca ekranu.
- 3 Umożliwia to wyświetlenie na ekranie oscyloskopu sygnału przed chwilą wyzwolenia.



Polozenie chwili wyzwolenia oscyloskopu na ekranie.

Metrologia

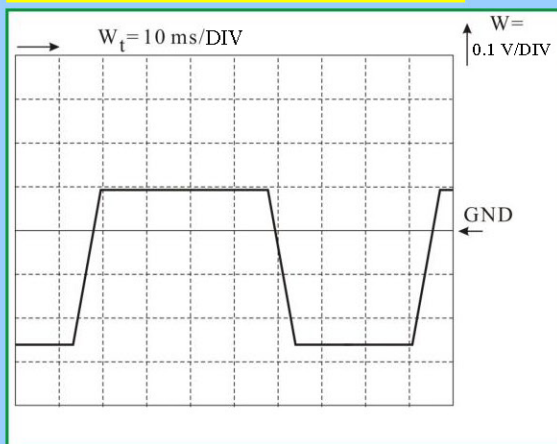




Oscyloskop cyfrowy



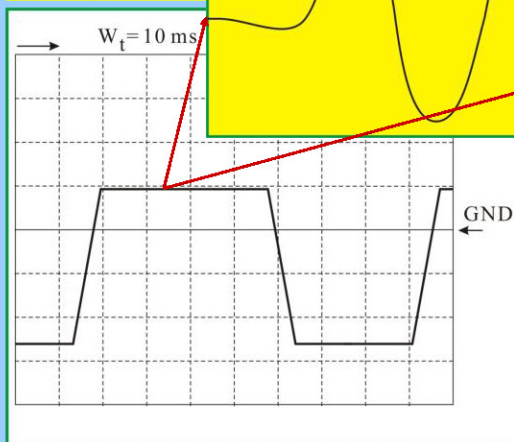
Wychwytywanie zaburzeń krótkotrwałych.



Metrologia



Wychwytywanie za



Obliczamy okres próbkowania:

$$T_s = \frac{W_t \cdot 10}{\text{LiczbaPróbek}} = \frac{10 [\text{ms} / \text{DIV}] \cdot 10 [\text{DIV}]}{1000} = 100 [\mu\text{s}]$$

Prawdopodobieństwo tego, że zakłócenie wystąpi w chwili próbkowania:

$$pr = \frac{t_z}{T_s} = \frac{1 [\mu\text{s}]}{100 [\mu\text{s}]} = 0,01$$



Metrologia

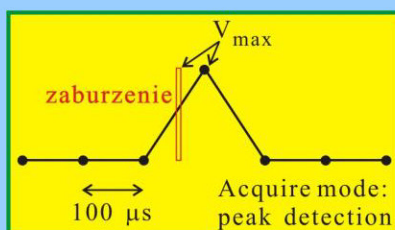
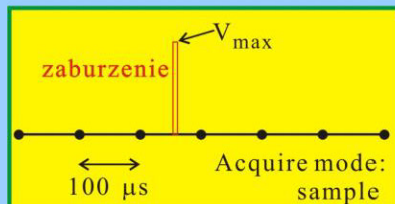
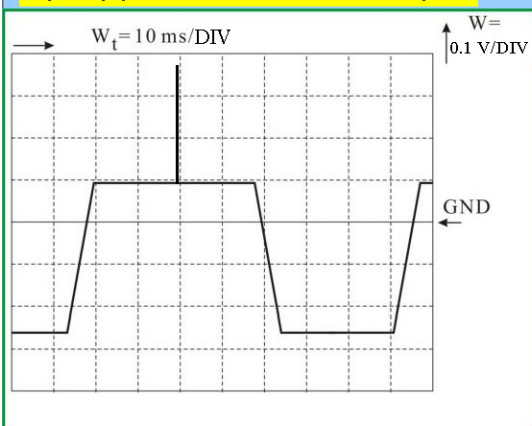




Oscyloskop cyfrowy



Wychwytywanie zaburzeń krótkotrwałych.



Ustawiamy tryb akwizycji oscyloskopu na: „Peak Detection”.

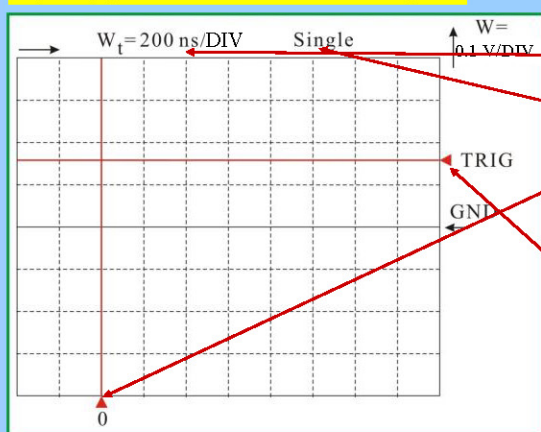
Metrologia



Oscyloskop cyfrowy



Wychwytywanie zaburzeń krótkotrwałych.



W celu zarejestrowania zaburzenia:

- zmieniamy podstawę czasu,
- ustawiamy tryb wyzwalania oscyloskopu na „Single”,
- przesuwamy położenie punktu odniesienia dla wyzwalania oscyloskopu,
- ustawiamy odpowiedni poziom wyzwalania oscyloskopu (zbocze +),
- uruchamiamy oscyloskop.

Metrologia

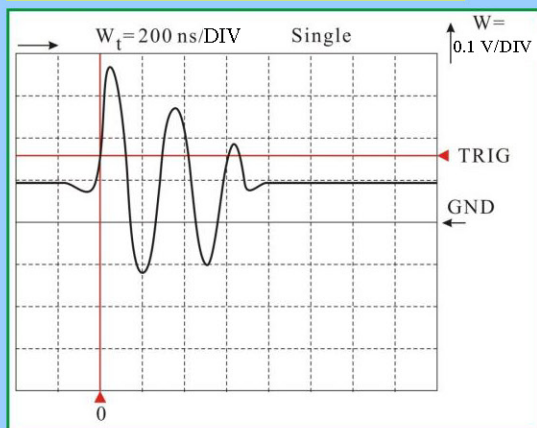




Oscyloskop cyfrowy



Wychwytywanie zaburzeń krótkotrwałych.



W celu zarejestrowania zaburzenia:

- zmieniamy podstawę czasu,
- ustawiamy tryb wyzwalania oscyloskopu na „Single”,
- przesuwamy położenie punktu odniesienia dla wyzwalania oscyloskopu,
- ustawiamy odpowiedni poziom wyzwalania oscyloskopu (zbocze +),
- uruchamiamy oscyloskop.



Metrologia

