

# PELP1 - wykład 8

## Oscyloskop

dr inż. Łukasz Maślikowski

Instytut Systemów Elektronicznych  
Politechnika Warszawska

26 kwietnia 2021

# Spis treści

- 1 Funkcje oscyloskopu
- 2 Rodzaje oscyloskopów
- 3 Budowa oscyloskopu
- 4 Działanie układów oscyloskopu

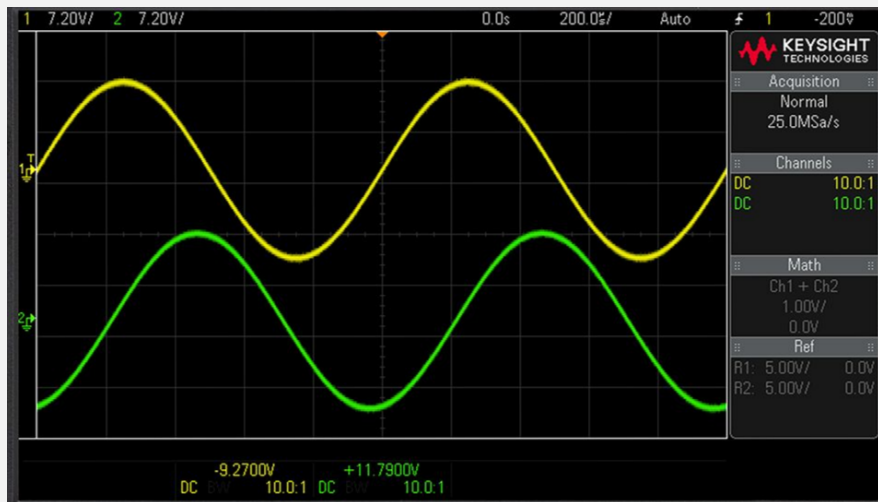
# Funkcje oscyloskopu

Oscyloskop to przyrząd do obserwacji i pomiaru przebiegów elektrycznych. Może pokazywać:

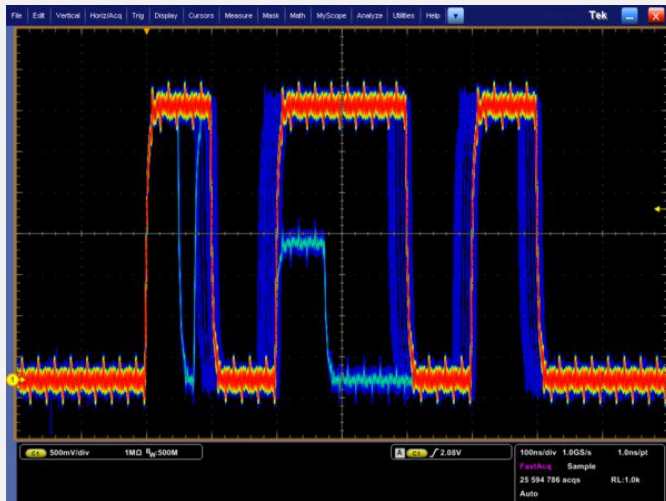
- przebieg napięcia w funkcji czasu  $Y-T$
- przebieg napięcia w funkcji napięcia na innym kanale  $X-Y$
- częstość występowania  $Z$  danego wyniku we współrzędnych  $Y-T$  bądź  $X-Y$

Oscyloskop mierzy bezpośrednio przebiegi napięcia, jednak można dostosować układ pomiarowy tak, aby napięcie to pośrednio reprezentowało inną wielkość (np. natężenie prądu).

# Tryb Y-T - obserwacja przebiegów czasowych

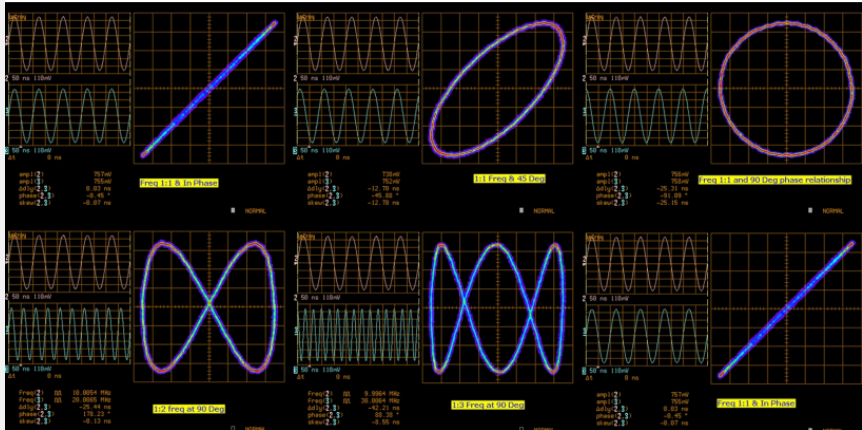


# Tryb Y-T-Z - obserwacja anomalii

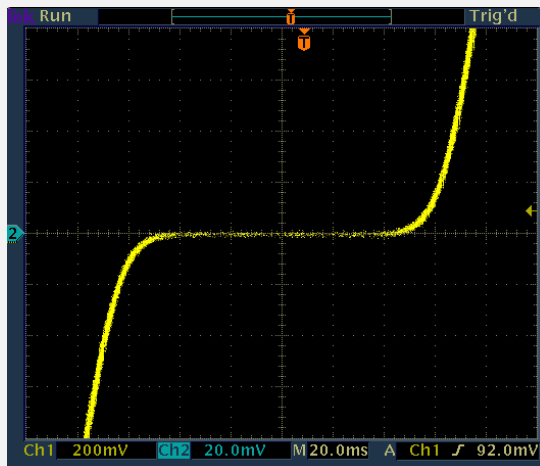


<sup>0</sup><https://www.tek.com/datasheet/digital-phosphor-oscilloscopes>

# Tryb X-Y - krzywe Lissajous

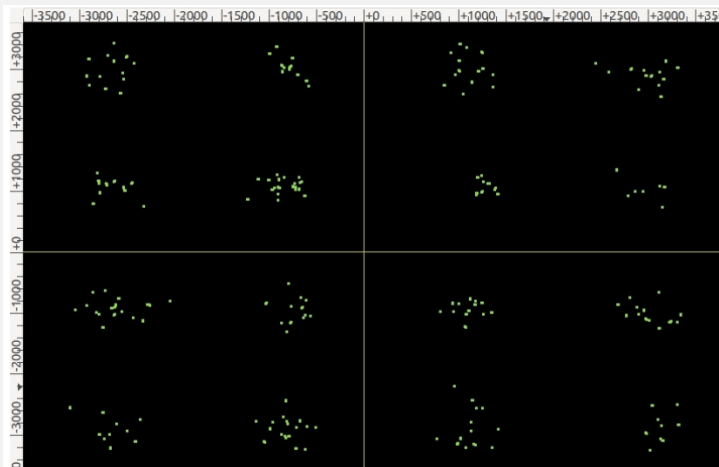


<sup>0</sup><http://saeligcoinc.blogspot.com/2016/09/using-your-oscilloscopes-x-y-display.html>

Tryb X-Y - charakterystyka  $i(u)$ 

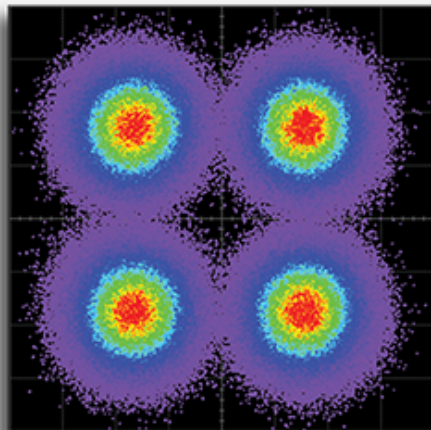
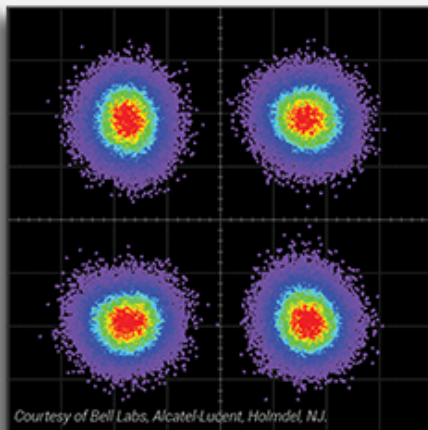
<sup>0</sup>[https://www.changpuak.ch/electronics/Curve\\_Tracer.php](https://www.changpuak.ch/electronics/Curve_Tracer.php)

# Tryb X-Y - konstelacja





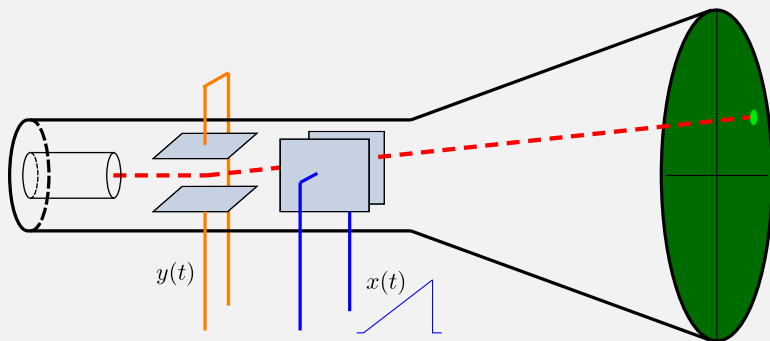
# Tryb X-Y-Z - konstelacja



<sup>0</sup><https://teledynelecroy.com/100ghz/>

# Oscyloskop analogowy

W oscyloskopie analogowym sygnały napięciowe odchylają wiązkę elektronów, która trafiając w ekran powoduje jego świecenie.



# Oscyloskop cyfrowy

Oscyloskop cyfrowy zamienia przebiegi wejściowe na ciąg liczb (próbek cyfrowych), a następnie syntezuje ich obraz na ekranie.

Istotnym elementem takiego przyrządu jest przetwornik analogowo-cyfrowy (ADC), który dyskretyzuje sygnał w dziedzinie:

- **czasu** - jedna próbka rejestrowana co czas  $T_s$
- **amplitudy** - próbka przyjmuje jedną z  $2^N$  wartości, gdzie  $N$  to liczba bitów przetwornika

Obie dyskretyzacje powodują utratę informacji o sygnale.

Podstawowe parametry oscyloskopu cyfrowego:

- szybkość próbkowania [Sa/s] ( $\neq$  pasmo [Hz])
- rozdzielczość przetwornika [bits] ( $\neq$  dokładność [%])
- rozmiar pamięci próbek

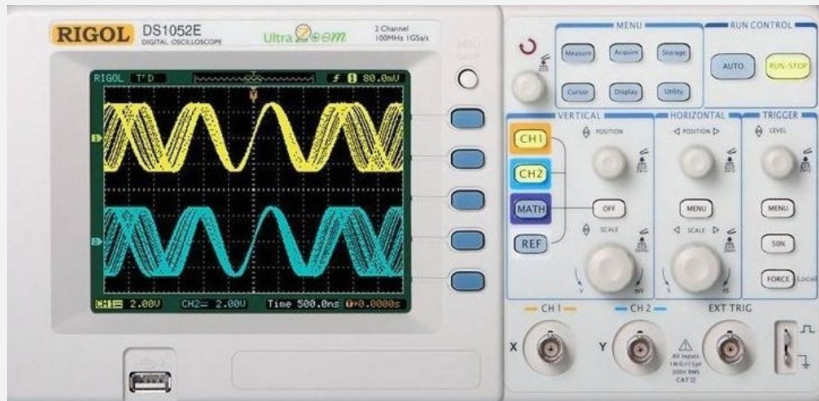
# Zalety oscyloskopów cyfrowych

- możliwość pokazania „przeszłości”
- możliwość pokazania zjawisk jednorazowych
- możliwość łatwego pomiaru parametrów sygnałów
- możliwość cyfrowego przetwarzania sygnału
- możliwość rejestracji przebiegów
- możliwość zdalnego sterowania i automatyzacji
- brak ograniczeń pasma związanych z działaniem lampy dla pracy w czasie rzeczywistym

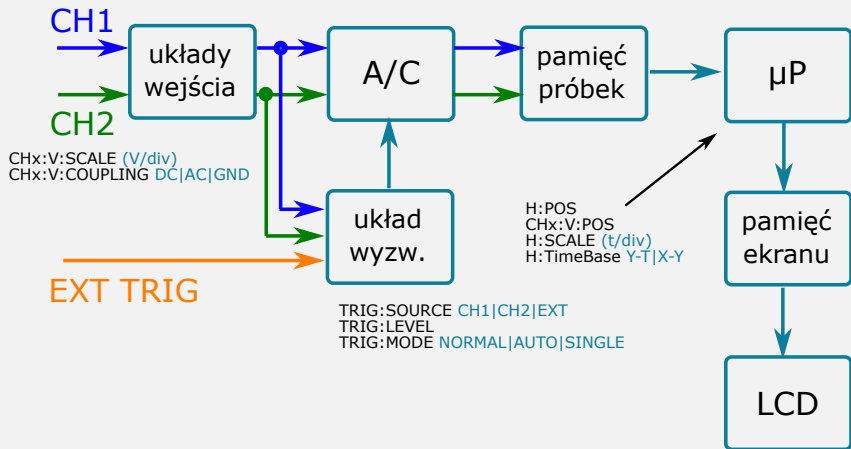
# Rodzaje oscyloskopów cyfrowych

- z cyfrową pamięcią (*DSO – digital storage oscilloscope*)
  - podstawowy rodzaj oscyloskopu cyfrowego
- z cyfrowym luminoforem (*DPO – digital phosphor oscilloscope*)
  - umożliwia wizualizację częstości występowania punktów
- z bezpośrednim próbkowaniem (*digital sampling oscilloscope*)
  - do bardzo szybkich sygnałów okresowych
- *MSO - mixed signal oscilloscope*
  - wiele kanałów cyfrowych zsynchronizowanych z analogowymi
- *MDO - mixed domain oscilloscope*
  - analizator widma RF zsynchronizowany z kanałami analogowymi i cyfrowymi

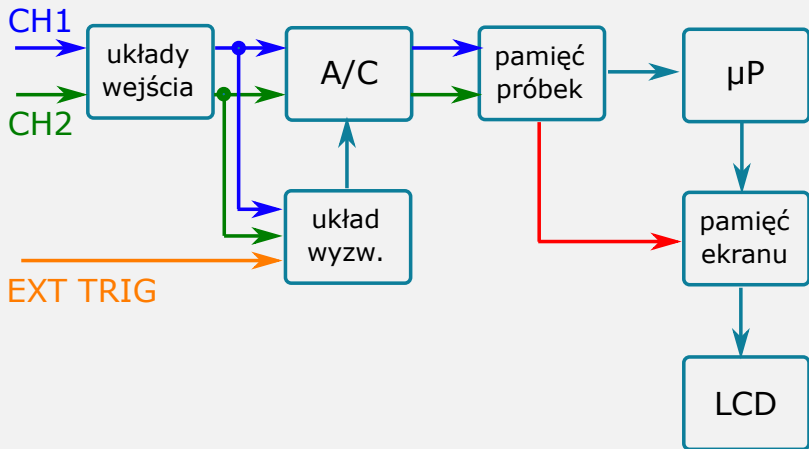
# Panel czołowy



# Oscyloskop z cyfrową pamięcią



# Oscyloskop z cyfrowym luminoforem

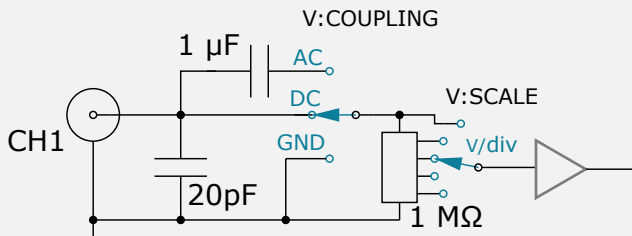




# Oscyloskop z bezpośrednim próbkowaniem

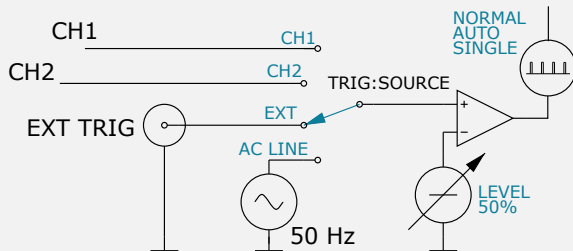
- próbkuje sygnały okresowe w dziedzinie czasu co niecałkowitoliczbową wielokrotność okresu (praca w trybie stroboskopowym, w tzw. czasie równoważnym - *equivalent time*)
- zaraz za wejściem ma tzw. mostek próbkujący (układ *sample & hold*) a dopiero dalej wzmacniacz, tłumiki i przetwornik
- budowa taka zapewnia możliwie szerokie pasmo pracy przyrządu
- kosztem jest ograniczona dynamika układu wejściowego i jego wrażliwość na uszkodzenia

# Układy wejściowe



- sprzężenie wejścia można ustawić na:
  - DC - stałoprądowe
  - AC - z usunięciem składowej stałej
  - GND - połączenie wejścia z masą
- sonda oscyloskopowa pozwala na zwiększenie impedancji wejściowej i tym samym zmniejszenie wpływu oscyloskopu na mierzony układ

# Układ wyzwalania



## ■ Źródła wyzwalania

- wewnętrzne (CH1, CH2)
- zewnętrzne (EXT)
- sieć energetyczną (AC LINE)

# Tryby wyzwalania

## ■ Tryby wyzwalania

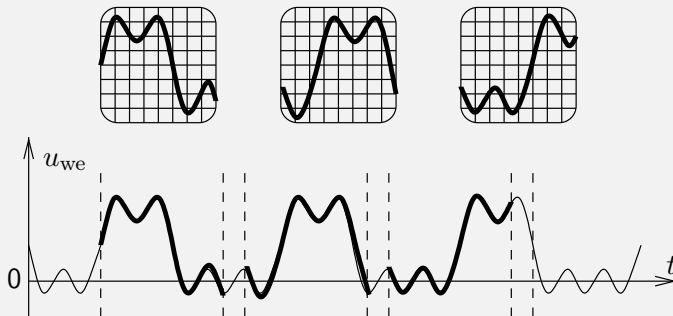
- poziomem (*edge*)
- zboczem (*slope*)
- zaawansowane - np. kombinacja stanów linii cyfrowych, wystąpienie impulsu o dostatecznie małej szerokości lub amplitudzie

## ■ Tryby pracy

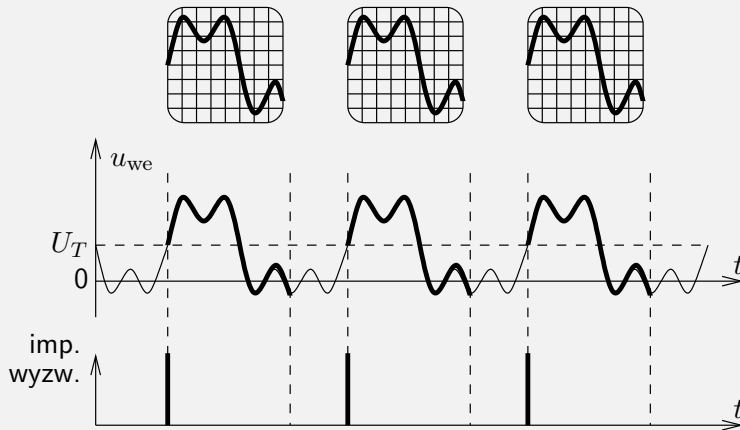
- normalny - **NORM**
- automatyczny - **AUTO**
- pojedynczy - **SINGLE**

- w oscyloskopie cyfrowym wyzwalanie służy do zgrania wybranego punktu sygnału z pozycją na wyświetlaczu
- oscyloskop cyfrowy zbiera i potrafi wyświetlić próbki, zgromadzone przed wyzwoleniem (*pre-trigger*)
- można regulować czas zdolności do ponownego wyzwolenia (*hold-off*)

# Wyzwalanie oscyloskopu - AUTO



# Wyzwalanie oscyloskopu - NORMAL



# Ustawienia akwizycji

- tryb podstawy czasu
  - czas rzeczywisty (*real time*)
  - czas równoważny (*equivalent time*) - tryb stroboskopowy
- akwizycja z przetwarzaniem w ramach **pojedynczego wyzwolenia**
  - średnia ruchoma z sąsiednich próbek (*high-resolution mode*)
  - wykrywanie szpilek (*peak detect*)
- akwizycja z przetwarzaniem fragmentów sygnału pochodzących z **wielu wyzwoleń** (możliwa dla sygnałów okresowych)
  - uśrednianie (*average*)
  - obwiednia (*envelope*)