

## INSTRUKCJA - Ćw. 2 Wprowadzenie do obsługi przyrządów pomiarowych – cz.2

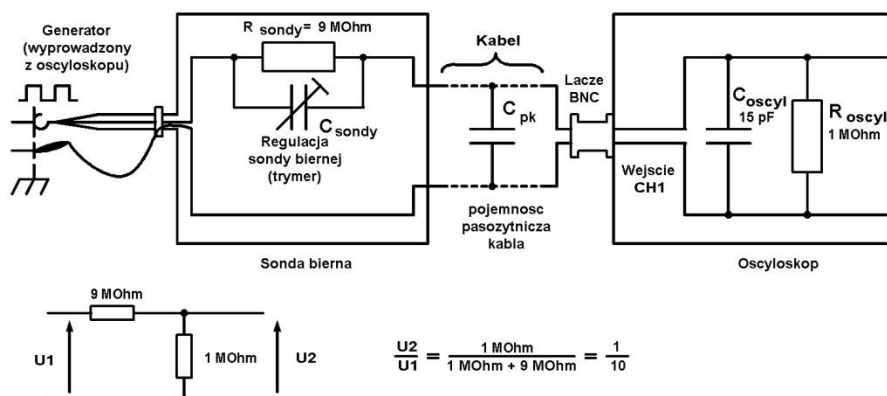
### 1. Kompensacja sondy pomiarowej (biernej)

Podłączyć kablem BNC wyjście CH1 generatora Rigol DG1022 z wejściem CH1 oscyloskopu.

Sondę bierną kompensujemy przy pomocy wzorcowego generatora (sygnał pobierany z oscyloskopu).

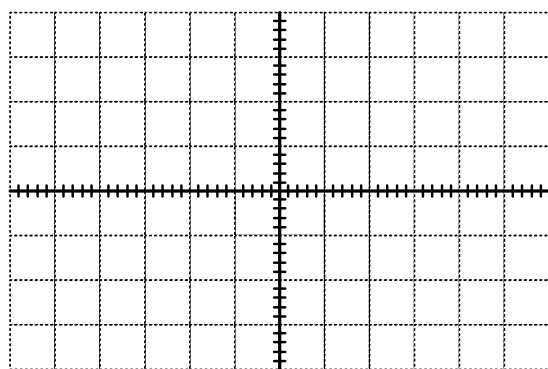
W menu kanału CH1 (funkcja PROBE) ustawiamy tłumienie na x10, również na obudowie sondy biernej ustawiamy przełącznikiem dzielnik na 10x. Regulujemy trymerem pojemność sondy tak, aby przebieg prostokątny z generatora miał prawidłowy kształt (zniekształcenia zbocza świadczą o niedokompensowaniu lub przekompensowaniu sondy). Regulacja pojemności ma na celu wyrównanie stałych czasowych sondy i oscyloskopu:

$$\tau_{\text{sondy}} = \tau_{\text{oscyl}} = R_{\text{sondy}} * C_{\text{sondy}} = R_{\text{we oscyl}} * C_{\text{we oscyl}}$$

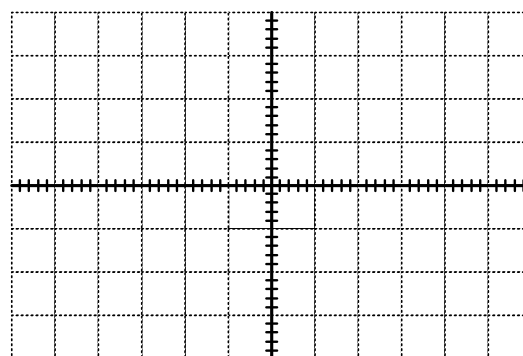


Obserwacja na oscyloskopie Rigol DS1052E – sygnał prostokątny z wyjścia wewnętrznego generatora :

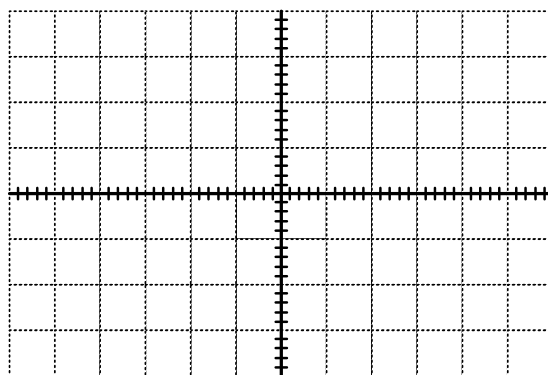
$T = \dots\dots\dots$  ( $f=1/T= \dots\dots\dots$ ),  $U= \dots\dots\dots V_{pp}$ .



Sonda przekompensowana



Sonda niedokompensowana



Sonda skompensowana prawidłowo

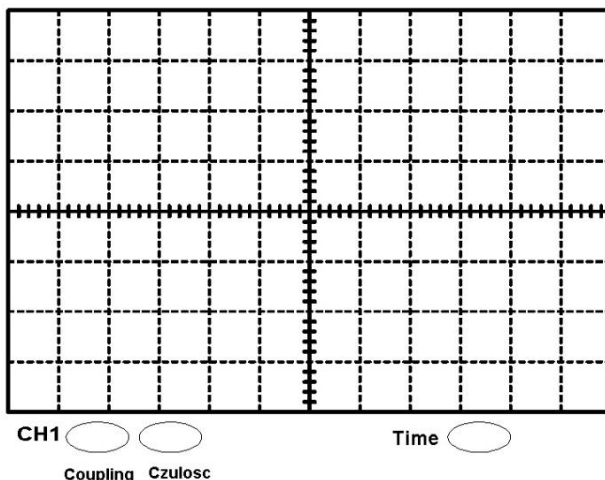
2.a) Przebieg prostokątny (wartość międzyszczytowa  $4V_{pp}$ , rozwinięcie zakładki "Ampl": HiLev = 4 V, LoLev = 0 V), częstotliwość  $f = 1 \text{ kHz}$ , okres  $T = 1 \text{ ms} = 1000 \mu\text{s}$ , bez offsetu, wypełnienie (Duty Cycle) = 50%).

Składowa stała:  $a_0 = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} x(t) dt$  gdzie:  $x(t) = 4 \text{ V}$  dla  $t = 0$  do  $500 \mu\text{s}$ ,  $x(t) = 0 \text{ V}$  dla  $t = 500$  do  $1000 \mu\text{s}$ .

Dla naszych parametrów:  $a_0 = \frac{1}{1000} \left( \int_0^{500} 4 dt + \int_{500}^{1000} 0 dt \right) = \dots\dots\dots$

Narysuj przebiegi dla AC i DC na tym samym ekranie.

Wytlumacz różnicę.....



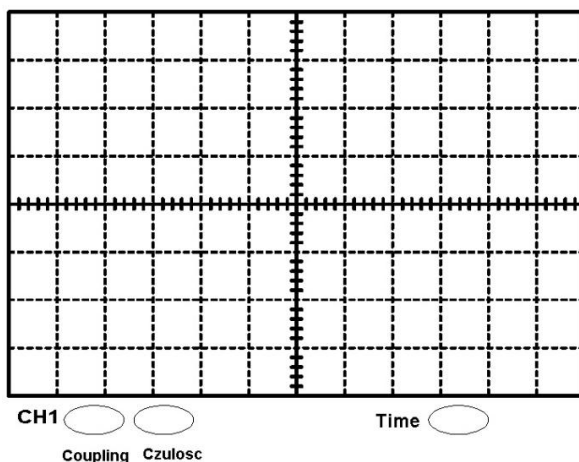
2.b) Przebieg prostokątny (wartość międzyszczytowa  $4V_{pp}$ , rozwinięcie zakładki "Ampl": HiLev = 4 V, LoLev = 0 V, częstotliwość  $f = 1 \text{ kHz}$ , okres  $T = 1 \text{ ms} = 1000 \mu\text{s}$ , bez offsetu, wypełnienie (Duty Cycle) = 20%).

Składowa stała:  $a_0 = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} x(t) dt$  gdzie:  $x(t) = 4 \text{ V}$  dla  $t = 0$  do  $200 \mu\text{s}$ ,  $x(t) = 0 \text{ V}$  dla  $t = 200$  do  $1000 \mu\text{s}$ .

Dla parametrów przebiegu składowa stała wynosi:

$a_0 = \dots\dots\dots$

Narysuj przebiegi dla AC i DC na tym samym ekranie – dla każdego zaznacz poziom  $U_{max}$ ,  $U_{min}$ .



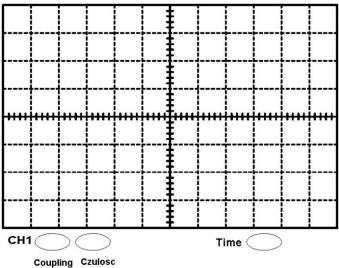
2.c) Przebieg prostokątny (wartość międzyszczytowa  $4V_{pp}$ , rozwinięcie zakładki "Ampl": HiLev = 4 V, LoLev = 0 V, częstotliwość  $f=1\text{ kHz}$ , okres  $T=1\text{ ms}=1000\text{ }\mu\text{s}$ , bez offsetu, wypełnienie (Duty Cycle) = 80%).

Składowa stała: 
$$a_0 = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} x(t)dt$$
 gdzie:  $x(t) = 0\text{ V}$  dla  $t = 0$  do  $200\text{ }\mu\text{s}$ ,  $x(t) = 4\text{ V}$  dla  $t = 200$  do  $1000\text{ }\mu\text{s}$ .

Dla parametrów przebiegu składowa stała wynosi:

$a_0 = \dots\dots\dots$

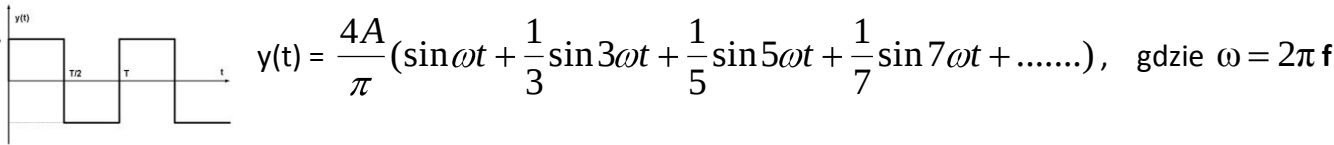
Narysuj przebiegi dla AC i DC na tym samym ekranie – dla każdego zaznacz poziom Umax, Umin.



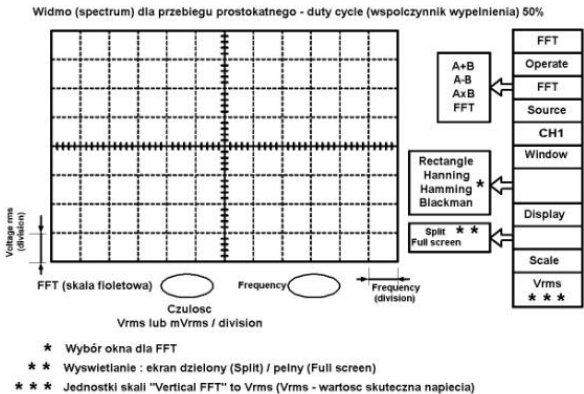
3.Wcisnąć przycisk MATH →Operate→ wybrać funkcję: FFT (Fast Fourier Transform) – analiza przebiegu w dziedzinie częstotliwości.

Pomiary widma przebiegów (uwaga: pomiary widma sygnału na oscyloskopie są dokonywane w sposób „szacunkowy” ponieważ FFT na oscyloskopie nie ma dokładności specjalizowanego analizatora widma)

a)Rozkład przebiegu prostokątnego na harmoniczne. Przebieg prostokątny (wartość międzyszczytowa  $4V_{pp}$ , częstotliwość  $f=1\text{ kHz}$ , bez składowej stałej, współczynnik wypełnienia duty = 50%). Uwaga! Przebieg symetryczny ma tylko nieparzyste harmoniczne. Prównaj wartości zmierzone harmoniczne z wartościami obliczonymi ze wzoru. Wartość zmierzona jest wartością skuteczną (ang. Root Mean Square) - [mVrms]



|                                                      |                |   |   |   |          |
|------------------------------------------------------|----------------|---|---|---|----------|
| Nr harmonicznej                                      | 1 (podstawowa) | 3 | 5 | 7 | 9 itd... |
| Częstotliwość harmonicznej [kHz]                     |                |   |   |   |          |
| Wartość harmon. [mVrms] zmierzona                    |                |   |   |   |          |
| Wartość harmon. [mV] obliczona ze wzoru              |                |   |   |   |          |
| Wartość harmon. zmierzona [mVrms * √2 ]-przeliczenie |                |   |   |   |          |



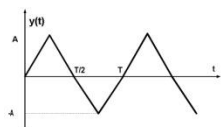
| Typ okna  | Właściwości                                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Rectangle | Najlepsza rozdzielczość częstotliwości i najgorsza amplitudy (tożsame z brakiem okna) |
| Hanning   | Lepszy pomiar częstotliwości, gorszy amplitudy niż dla Rectangle.                     |
| Hamming   | Lepszy pomiar częstotliwości niż dla Hanning                                          |
| Blackman  | Najlepszy pomiar wartości amplitudy, najgorszy częstotliwości                         |

b) Przebieg prostokątny (amplituda  $4V_{pp}$ , częstotliwość  $f = 1$  kHz, bez składowej stałej, wypełnienie 20%). Przebieg ma parzyste i nieparzyste harmoniczne.

| Nr harmoniczej                    | 1 (podstawowa) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | ltd.... |
|-----------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| Częstotliwość [kHz]               |                |   |   |   |   |   |   |   |         |
| Wartość harmon. zmierzona [mVrms] |                |   |   |   |   |   |   |   |         |

Czym różni się to widmo w stosunku do przebiegu prostokątnego wypełnienie 50% ?.....

c) Rozkład przebiegu trójkątnego harmoniczne. Przebieg trójkątny (wartość międzyszczytowa  $4V_{pp}$ , częstotliwość  $f = 1$  kHz, bez składowej stałej, współczynnik wypełnienia tu określany jako „symmetry” = 50%). Zaobserwować harmoniczne przebiegu. Podobnie jak dla prostokątnego widmo zawiera tylko nieparzyste harmoniczne.



$$y(t) = \frac{8A}{\pi^2} \left( \sin \omega t - \frac{1}{3^2} \sin 3\omega t + \frac{1}{5^2} \sin 5\omega t - \frac{1}{7^2} \sin 7\omega t + \dots \right), \text{ gdzie } \omega = 2\pi f$$

| Nr harmoniczej                                               | 1 (podstawowa) | 3 | 5 | 7 | ltd... |
|--------------------------------------------------------------|----------------|---|---|---|--------|
| Częstotliwość harmoniczej [kHz]                              |                |   |   |   |        |
| Wartość harmon. [mVrms] zmierzona                            |                |   |   |   |        |
| Wartość harmon. [mV] obliczona ze wzoru                      |                |   |   |   |        |
| Wartość harmon. zmierzona [mVrms * $\sqrt{2}$ ]-przeliczenie |                |   |   |   |        |

Porównaj wartości kolejnych harmonicznych dla przebiegu prostokątnego i trójkątnego. Co można zauważyć?

.....