

 Wydział EAIIB Metrologii i Elektroniki	Katedra Laboratorium Podstaw Elektroniki Cyfrowej	Ćw. 6. Funktory CMOS – cz.2	Data wykonania:
Wykonał zespół w składzie (nazwiska i imiona):			Grupa (godz.): Dzień tygodnia:

2. Funktory CMOS cz.2 - Funktor z wyjściem trójstanowym

We wszystkich pomiarach bramki z wyjściem trójstanowym zastosowano napięcie zasilające $E_C = 4.5 \text{ V}$.

2.2.1 Właściwości statyczne

! Sprawdzić prądy wyjściowe w stanie wysokiej impedancji (rys. 2.8 w instrukcji).

| N1 - 4,5V. M1: zakres prądowy 2mA, $\oplus$ do B17, $\ominus$ do B12, N8 poz. 2, I10 wył., N7 poz. 2.
| Wymiennie:
| -I6 zał./I9 wył., regulować P7.
| -I6 wył./I9 zał., regulować P8. }
| Sprawdzić czy M1 na zakresie 2mA wskazuje wartość różną od zera. Pomiar „.000”
| oznacza tylko, że prądy są mniejsze od $1\mu\text{A}$. Sprawdzić, że wartość prądu nie zależy od nastaw P7/P8.

! Dokonać pomiarów niezbędnych do określenia rezystancji upływu R_U - wyjście w stanie wysokiej impedancji.

| N1 – 4,5V. Zewrzeć B17 z B12, N8 poz., 2, N7 poz. dowolna. Osc.: CH1 do G11
| (sonda bierna). I10 zał. - do wyjścia zostaje dołączona duża pojemność, która
| eliminuje („zwiera”) zakłócenia indukujące się zawsze w warunkach
| wysokiej impedancji. Przy maksymalnym wzmocnieniu oscyloskopu określić U_0
| jako wartość średnią z kilku pomiarów (rzędu kilkunastu - kilkudziesięciu mV).

Znając R_0 i U_0 można szacunkowo wyznaczyć rezystancję upływu R_U z dzielnika napięcia.

$$U_0 = E_C \left(\frac{R_U \parallel R_0}{R_U + R_U \parallel R_0} \right)$$

Przyjmując:

$$k = \frac{E_C}{U_0}, \quad E_C = 4,5 \text{ V}$$

otrzymujemy:

$$R_U = R_0 (k - 2)$$

! Wyznaczyć szacunkową wartość rezystancji upływu R_U

U_0 [mV]	R_0 [M Ω]	R_U [G Ω]

2.2.2 Właściwości dynamiczne

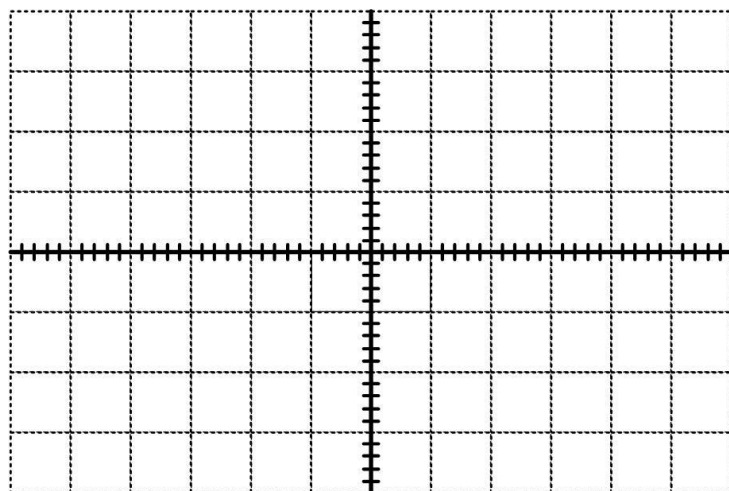
! Zaobserwować przebiegi przy przechodzeniu bramki pomiędzy stanami aktywnymi a stanem wysokiej impedancji (wejście H/L).

| N1 – 4,5V, I6, I9 wył., zwarte B12 z B17, I10 wył., N8 poz. 1.

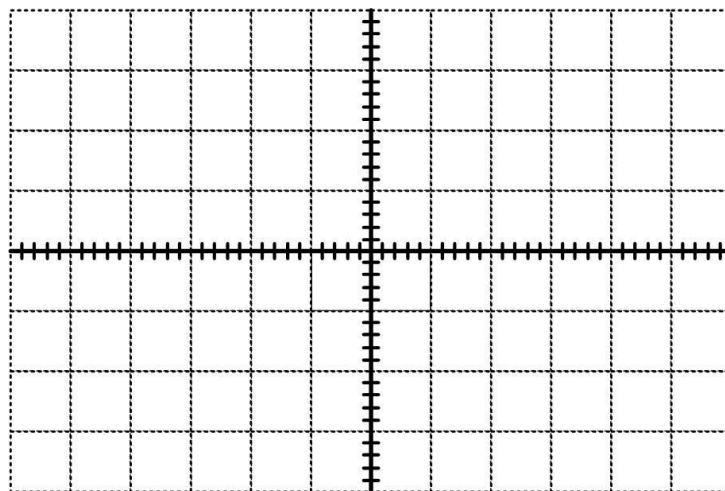
| Gen.: TTL 1kHz do G9 (trójnik). Osc.:CH1 do G9, CH2 do G11 (sonda bierna), N7 poz. 1/2.

Ustawić wzmocnienia kanał 1 x1, kanał 2 x10, sprawdzić, czy sonda bierna ma ustawione 10x.

Po wciśnięciu RUN/STOP wyrównać wzmocnienie kanałów na 5V/div



CH1
CH2
Time



CH1
CH2
Time

! Obliczyć wartość pojemności C_p' .

| N1 – 4,5V, N7 poz. 1. Zmniejszyć częstotliwość generatora do 300Hz. Używać funkcji CURSOR oscyloskopu, należy skorzystać z rys. 2.11.

U_H [V]	$0,37 U_H$ [V]	T [μ s]	R_{osc} [M Ω]	C_p [pF] = $\frac{T}{R_{osc}}$	$C_p' = C_p - C_{osc}$
			10		

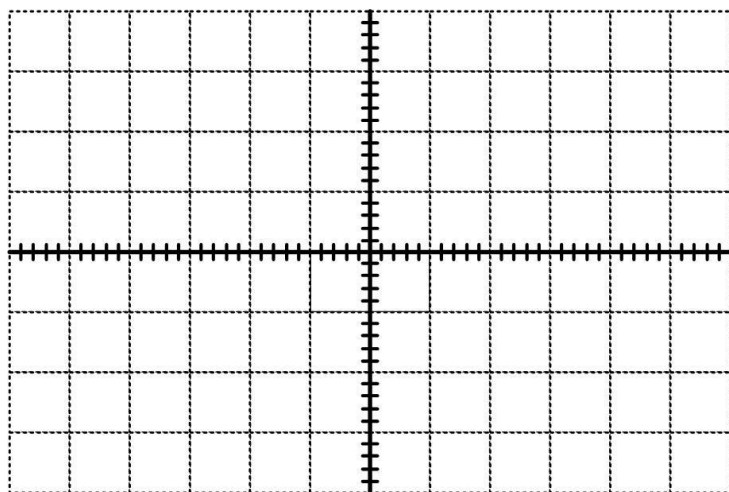
Po odjęciu od C_p pojemności sondy oscyloskopu (około 16 pF) otrzymuje się rzeczywistą pojemność C_p' , występującą w układzie.

! Zaobserwować przebiegi przy przełączaniu bramki trójstanowej dla różnych warunków obciążenia.

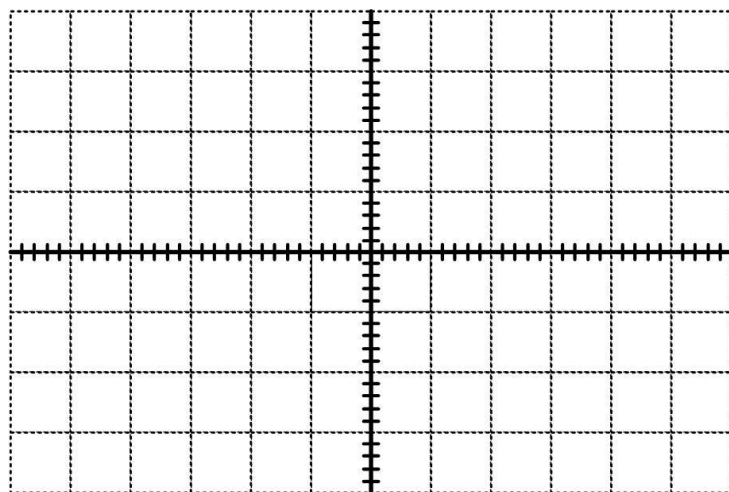
| N1 – 4,5V, I10 wył., I6 oraz I9 zał., zwarte B12 z B17. Gen.: TTL 1kHz do G9 (trójnik). Osc.: CH1 do G9, CH2 do G12. Zaobserwować kształt przebiegu na wyjściu bramki dla różnych R_1/R_2 (regulować P7/P8) gdy :

| $U_{we}=L$ (N7 poz. 2)

| $U_{we}=H$ (N7 poz. 1)



CH1
CH2
Time



CH1
CH2
Time

2.2.3 Współpraca bramek trójstanowych

! Dokonać obserwacji przy obecności R_C , R_0 lub ich braku (a,b,c), porównać przebiegi z kolejnymi rysunkami (rys. 2.14, 2.15 i 2.16).

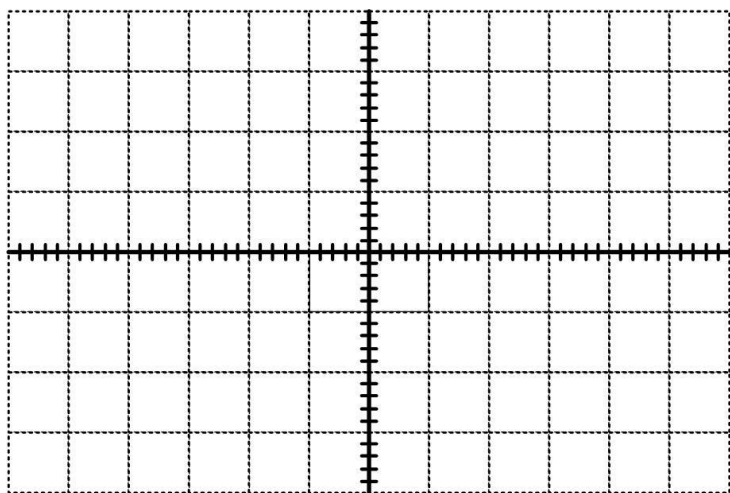
a) $R_C = R_0 = \infty$ (brak obciążenia)

| N1 – 4,5V, I5, I11 wył. Załączać I7 oraz I8 według opisu przy poniższych wykresach.

| Osc.: CH1 do G10 (sonda bierna), CH2 naprzemiennie do G12/G13.

Narysować przebiegi z G12 (S1) i G13 (S2) i na ich tle przebieg z G10 (Uwy).

Na przebiegu Uwy, zaznaczyć gwiazdką (*) podtrzymanie napięcia przez pojemność C_0 .

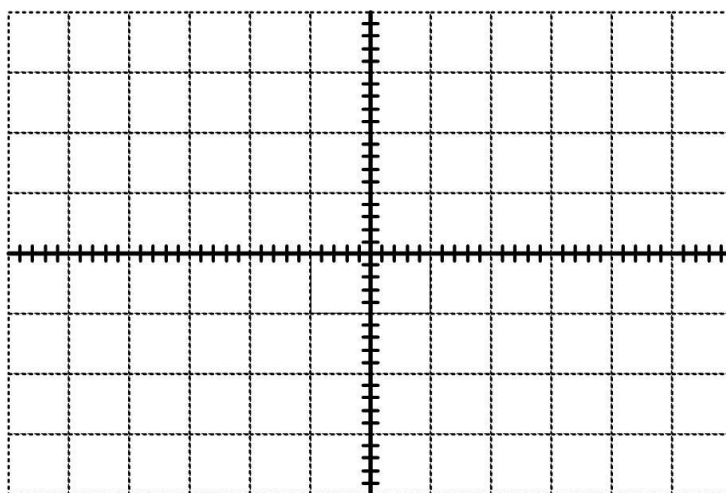


CH1

Time

CH2

Wejście I7 = 1, wejście I8 = 1

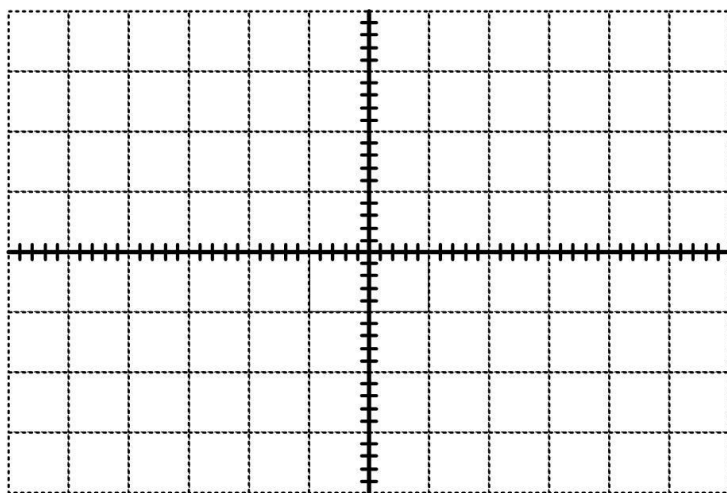


CH1

Time

CH2

Wejście I7 = 0, wejście I8 = 1

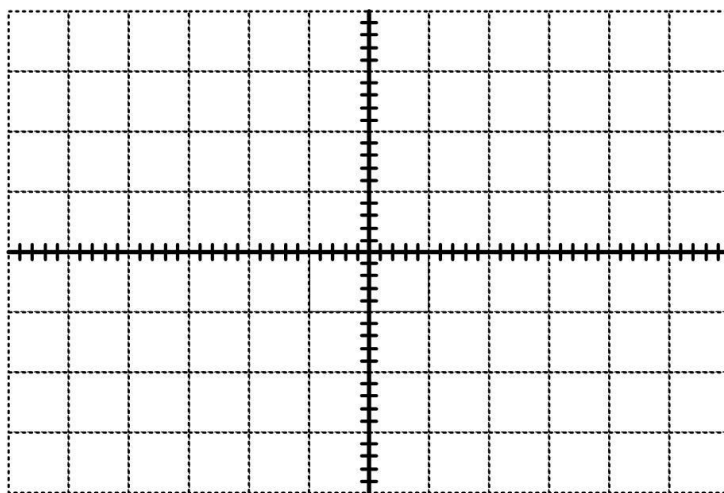


CH1

Time

CH2

Wejście I7 = 1, wejście I8 = 0



CH1

Time

CH2

Wejście I7 = 0, wejście I8 = 0

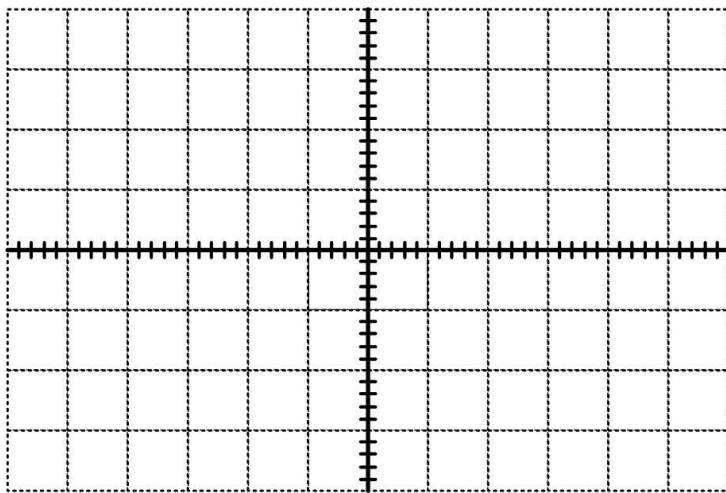
b) R_C dołączony (regulacja potencjometrem P9), $R_0 = \infty$

| I5 zał., I11 wył. Załączać I7 oraz I8 według opisu przy poniższych wykresach.

| Sprawdzić efekt zmiany R_C (P9) Osc.: CH1 do G10 (sonda bierna).

Narysować przebiegi z G12 (S1) i G13 (S2) i na ich tle przebieg z G10 (Uwy).

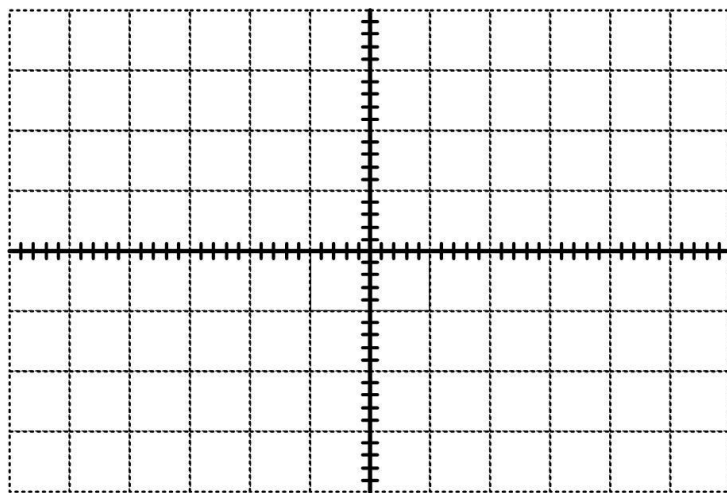
Na przebiegu Uwy, zaznaczyć gwiazdką (*) podtrzymanie napięcia przez pojemność C_0 .



CH1 Time

CH2

Wejście I7 = 1, wejście I8 = 1

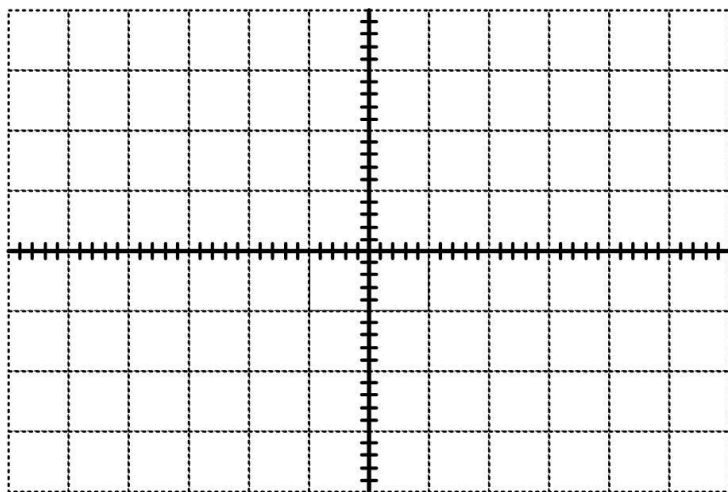


CH1

Time

CH2

wejście I7 = 0, wejście I8 = 1

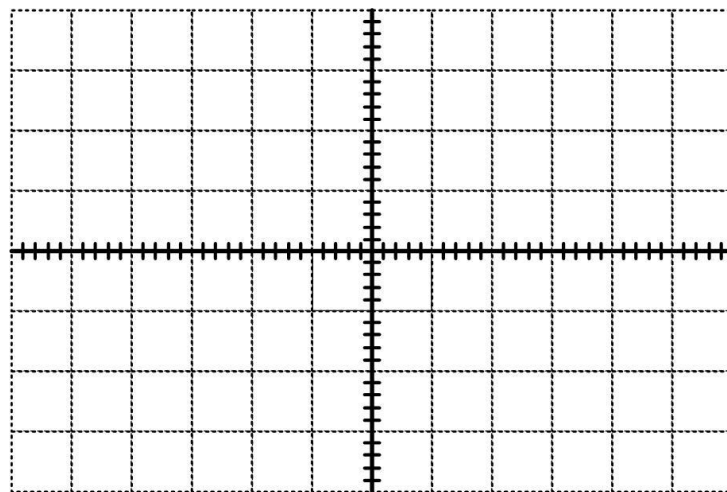


CH1

Time

CH2

Wejście I7 = 1, wejście I8 = 0



CH1

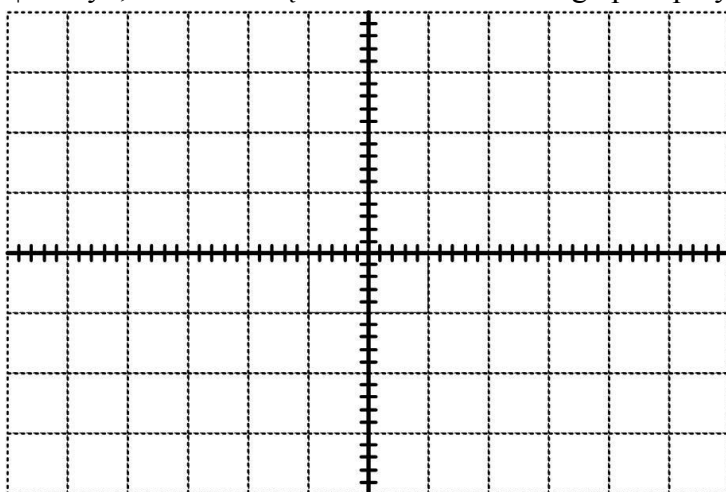
Time

CH2

Wejście I7 = 0, wejście I8 = 0

c) $R_C = \infty$, $R_0 = 2,7 \text{ k}\Omega$ - dołączony

| I5 wyl., I11 zał. Załączać I7 oraz I8 według opisu przy poniższych wykresach. Osc.: CH1 do G10 -sonda bier.

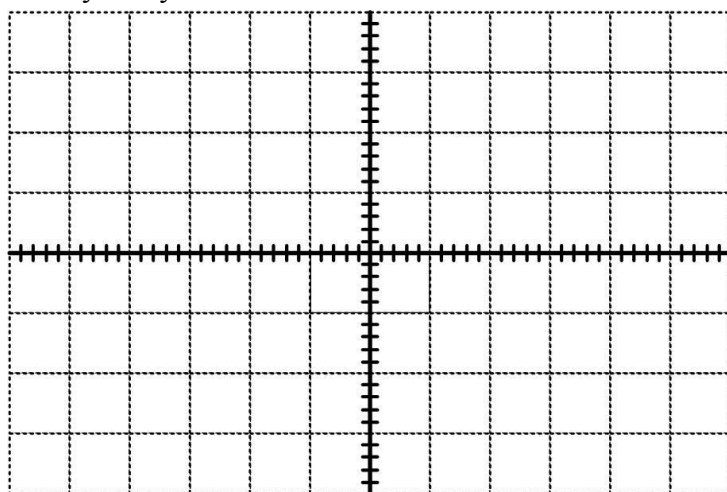


CH1

Time

CH2

Wejście I7 = 1, wejście I8 = 1

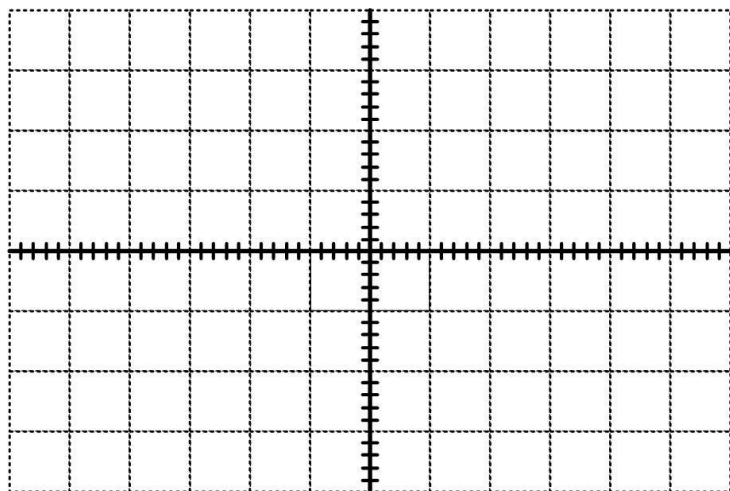


CH1

Time

CH2

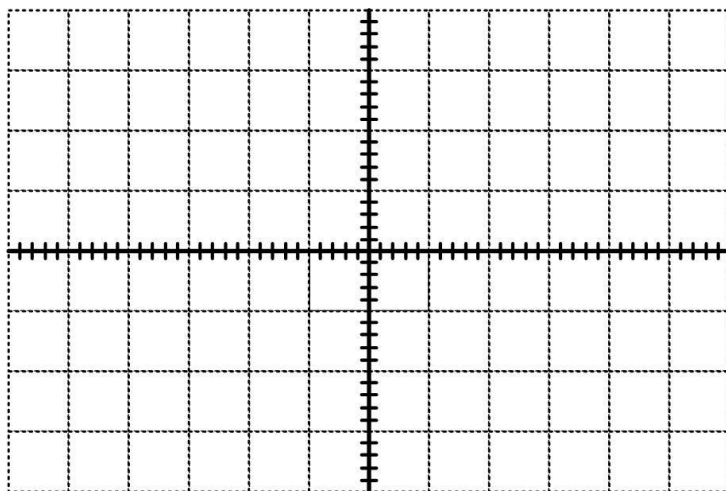
Wejście I7 = 0, wejście I8 = 1



CH1
CH2

Time

Wejście I7 = 1, wejście I8 = 0

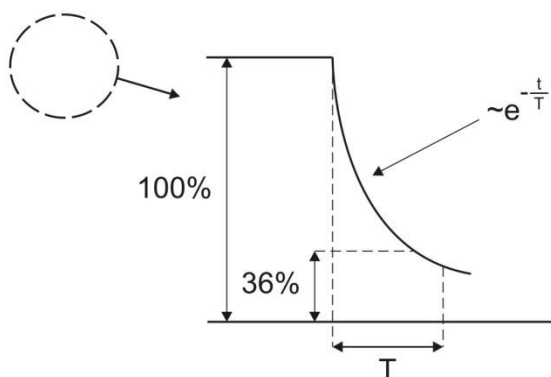


CH1
CH2

Time

Wejście I7 = 0, wejście I8 = 0

! Wyznaczyć pojemność C_p' .



$T [\mu s]$	$R_0 [k\Omega]$	$C_p [pF] = \frac{T}{R_0}$	$C_p' [pF] = C_p - C_{osc} [pF]$

| Należy wykorzystać funkcję CURSOR oscyloskopu. Wyznaczoną pojemność C_p
 | pomniejszyć o pojemność sondy oscyloskopu (dzielnik 1/10), która wynosi
 | 16pF. Uzyskana wartość C_p' jest wielkością występującą w układzie.