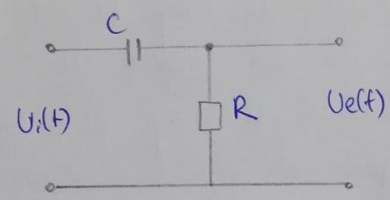
ȚICĂ MIHAELA-NICOLETA
GR. 7.2

Lucrarea 2 – Circuite liniare RC Trece-Sus

⊛ Scopul lucrării

Vom studia trecerea semnalelor de diferite forme prin circuitele RC Trece-Sus, observând fenomenul de distorsiune suferit de semnalul ce se transmite prin acest tip de circuit

⊛ Circuite RC Trece-Sus



Acesta reprezintă un circuit RC Trece-Sus și datorită faptului că reactanța capacitivă scade cu creșterea frecvenței → circuitul se comportă ca un divizor de tensiune a cărui raport de divizare depinde de frecvență.

Din acest motiv, el este folosit pentru separarea unor circuite în curent continuu.

- Semnalul de intrare sinusoidal de frecvență f

Este atenuat cu raportul dat de relațiile:

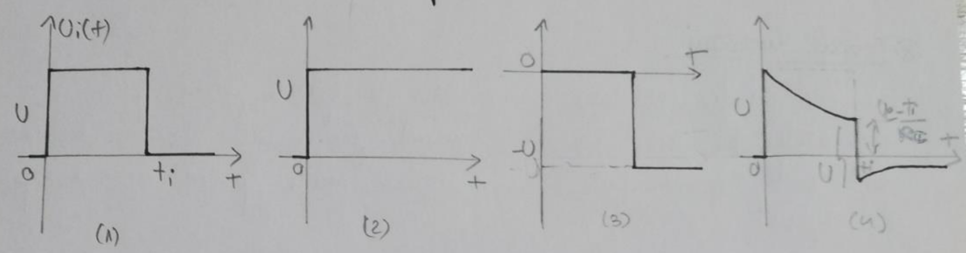
$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{\omega RC}\right)^2}} \qquad A = \frac{U_e}{U_i}$$

Este defazat cu un unghi dat de relațiile:

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{\omega RC}\right) \qquad \varphi = \frac{t \cdot 360^\circ}{T}$$

UTICĂ MILANA-NICOLETA
GR. 7.2

• Semnalul de intrare impuls



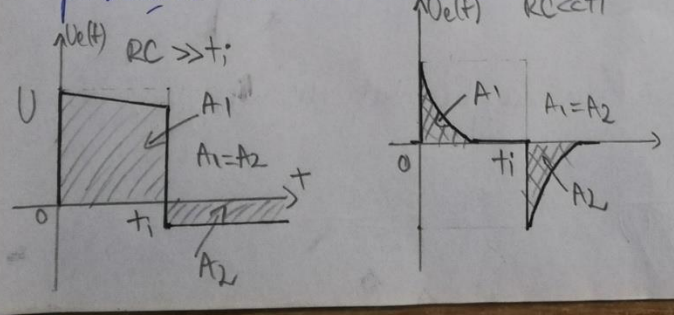
Dacă alegem o constantă de timp $RC \gg t_i$, răspunsul circuitului va avea forma din figura (1).

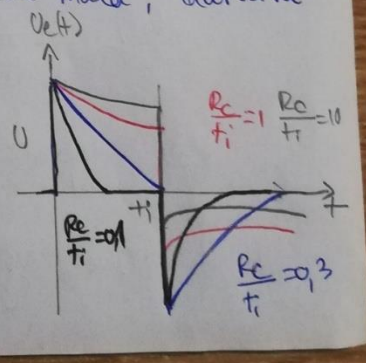
Dacă alegem o constantă de timp $RC \ll t_i$, răspunsul va avea forma din figura (2).

În figura (3) este reprezentat un semnal treaptă negativ ($-U$) aplicat la momentul $t = t_i$.

În figura (4) sunt exemplificate răspunsurile circuitului RC la diverse rapoarte dintre constanta de timp și durata impulsului la intrare.

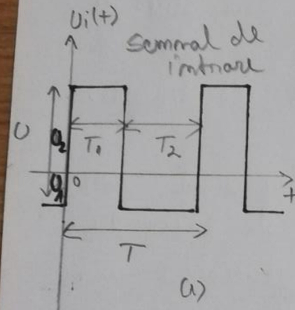
Observații: indiferent de valoarea constantei de timp RC a circuitului, aria de deasupra abscisei (A_1) este întotdeauna egală cu aria de ~~dedesubt~~ sub abscisa (A_2). Componenta continuă a răspunsului este nulă, datorită prezenței condensatorului C!



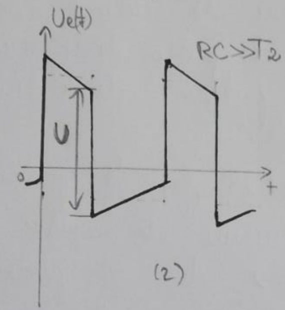


OTICĂ MIHAELA-NICOLETA
GR.7.2

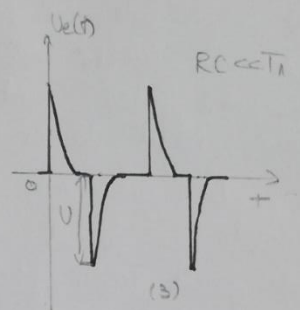
• Semnalul de intrare rectangular



(1)



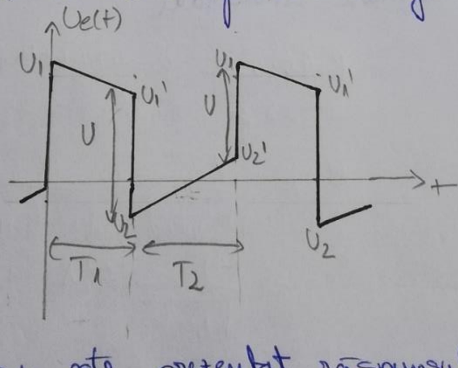
(2)



(3)

Dacă constanta de timp RC este mai mare decât T_1, T_2 atunci răspunsul acestuia este puțin distorsionat în comparație cu semnalul de la intrare (fig. 2).

Dacă constanta de timp RC este mai mică decât minim (T_1, T_2) atunci răspunsul va fi puternic distorsionat (fig. 3).



(4)

În fig. 4 este prezentat răspunsul aceluiași semnal rectangular din fig. 1 pentru situația în care $T_1 = T_2$.

$$T_1 = T_2 = \frac{T}{2} \Rightarrow U_1 = \frac{U}{1-e^{-x}} \qquad U_2 = -U_1 \qquad x = \frac{T}{2RC}$$

$$U_1' = \frac{U}{1+e^{x}} \qquad U_2' = -U_1'$$

UȚICĂ MIRANA-NICOLETA
GR. 7.2

În concluzie putem constata că circuitele RC Trece-Sus pot fi folosite ca filtre de semnal, unde semnalele de frecvență înaltă ~~sut~~ sunt puțin distorsionate, iar cele de frecvență joasă sunt puternic distorsionate la trecerea prin astfel de circuite.

De asemenea, pot fi folosite pentru separarea unor circuite în curent continuu (în situația în care frecvența este foarte joasă, ≃0Hz), dar și pentru generarea unor trasee de interconectare a circuitelor integrate numerice cu efecte cât mai puțin negative.

⊛ **Desfășurarea lucrării**

Începem prin studierea circuitului RC Trece-Sus

• Semnalul de intrare sinusoidal

a) $f_1 = 4*10^5 Hz$

$T = 5 \cdot 0.5\mu s = 2{,}5\mu s$

$U_i = 4 \cdot 5 = 20V$

$U_e = 4 \cdot 5 = 20V$

$A = \frac{U_e}{U_i} = \frac{20V}{20V} = 1$

$T \simeq 2{,}5\mu s$

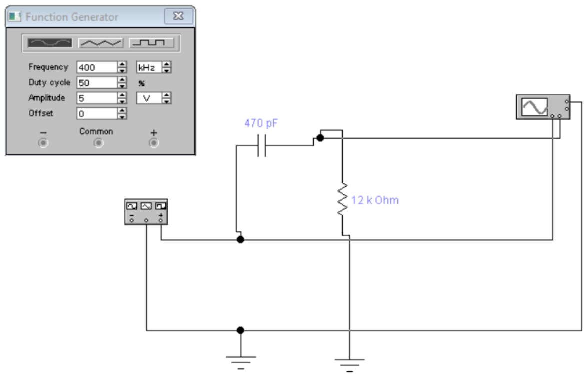
$\varphi^0 = \frac{2{,}5 \cdot 360^\circ}{2{,}5} = 360^\circ$

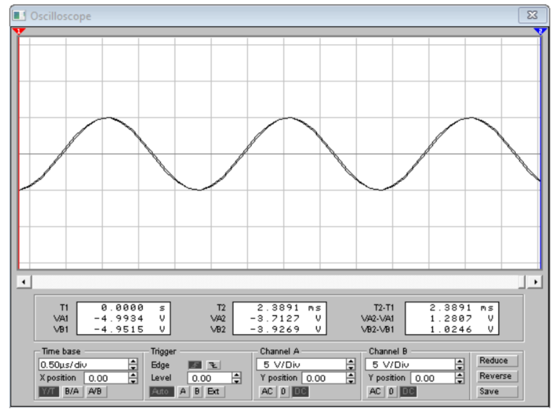
$R = 12 \cdot 10^3 \Omega \quad C = 470 \cdot 10^{-12} F$

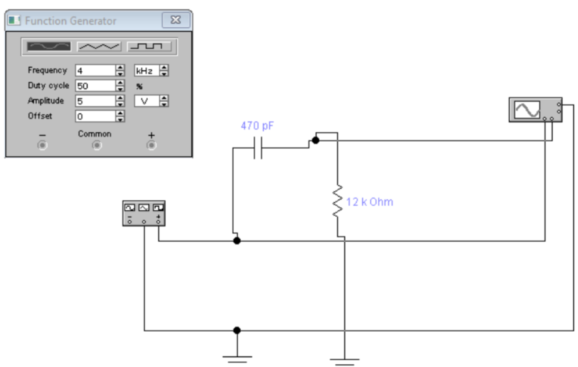
$\omega = 2\pi \cdot f = 8 \cdot 10^5 \cdot \pi = 2512 \cdot 10^3\ rad/s$

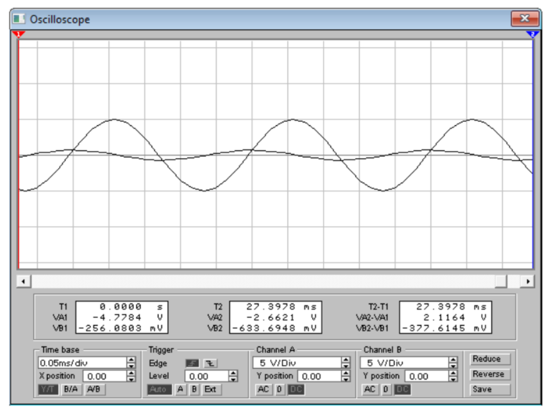
$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{\omega RC}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{14{,}16}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+(0{,}07)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1{,}004}} \simeq 1$

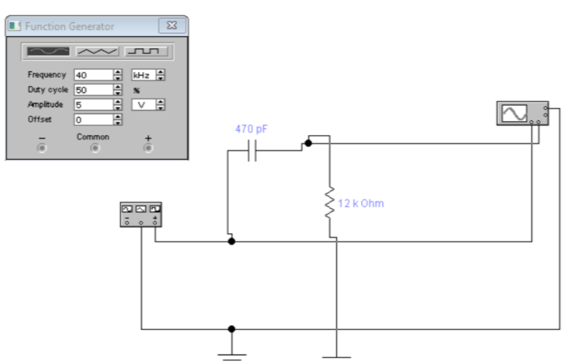
$\varphi(\omega) = arctg\left(\frac{1}{\omega RC}\right) = arctg(0{,}07) = 4^\circ$

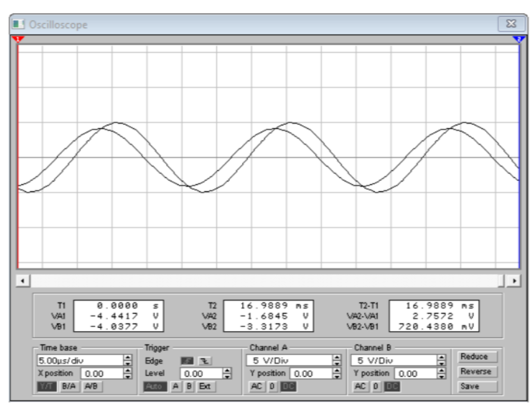

Function Generator
Frequency 400 kHz
Duty cycle 50 %
Amplitude 5 V
Offset 0
Common
470 pF
12 k Ohm


Oscilloscope
T1 0.0000 s
VA1 -4.9934 V
VB1 -4.9515 V
T2 2.3891 ms
VA2 -3.7127 V
VB2 -3.9269 V
T2-T1 2.3891 ms
VA2-VA1 1.2807 V
VB2-VB1 1.0246 V
Time base 0.50µs/div
X position 0.00
Trigger
Level 0.00
Channel A 5 V/Div
Y position 0.00
Channel B 5 V/Div
Y position 0.00
Reduce
Reverse
Save


Function Generator
Frequency 4 kHz
Duty cycle 50 %
Amplitude 5 V
Offset 0
Common
470 pF
12 k Ohm


Oscilloscope
T1 0.0000 s
VA1 -4.7784 V
VB1 -256.0803 mV
T2 27.3978 ms
VA2 -2.6621 V
VB2 -633.6948 mV
T2-T1 27.3978 ms
VA2-VA1 2.1164 V
VB2-VB1 -377.6145 mV
Time base 0.05ms/div
X position 0.00
Trigger
Level 0.00
Channel A 5 V/Div
Y position 0.00
Channel B 5 V/Div
Y position 0.00
Reduce
Reverse
Save


Function Generator
Frequency 40 kHz
Duty cycle 50 %
Amplitude 5 V
Offset 0
Common
470 pF
12 k Ohm


Oscilloscope
T1 0.0000 s
VA1 -4.4417 V
VB1 -4.0377 V
T2 16.9889 ms
VA2 -1.6845 V
VB2 -3.3173 V
T2-T1 16.9889 ms
VA2-VA1 2.7572 V
VB2-VB1 720.4380 mV
Time base 5.00µs/div
X position 0.00
Trigger
Level 0.00
Channel A 5 V/Div
Y position 0.00
Channel B 5 V/Div
Y position 0.00
Reduce
Reverse
Save

UȚICĂ MIHAELA-NICOLETA
GR. 7.2

b) $f_2 = 4 * 10^4 Hz$

$T = 5 \cdot 5\mu s = 25\mu s$

$U_i = 4 \cdot 5 = 20V$

$U_e = 3 \cdot 5 = 15V$

$A = \frac{U_e}{U_i} = \frac{15}{20} = \frac{3}{4} = 0{,}75$

$t = 2{,}5\mu s$

$\varphi^\circ = \frac{2{,}5 \cdot 360^\circ}{25} = 36$

$R = 12 \cdot 10^3 \Omega \quad C = 470 \cdot 10^{-12} F$

$\omega = 2\pi \cdot f = 8 \cdot 10^4 \cdot \pi = 2512 \cdot 10^2 \ rad/s$

$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{\omega RC}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{1{,}41}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+(0{,}7)^2}} =$

$= \frac{1}{\sqrt{1{,}5}} \simeq 0{,}81$

$\varphi(\omega) = arctg\left(\frac{1}{\omega RC}\right) = arctg(0{,}7) \simeq 35^\circ$

c) $f_3 = 4 \cdot 10^3 Hz$

$T = 5 \cdot 0{,}05ms = 0{,}25ms$

$U_i = 4 \cdot 5 = 20V$

$U_e = 1{,}5 \cdot 2 = 3V$

$A = \frac{U_e}{U_i} = \frac{3}{20} = 0{,}15$

$t = 0{,}06ms$

$\varphi^\circ = \frac{0{,}06 \cdot 360^\circ}{0{,}25} \simeq 89^\circ$

$R = 12 \cdot 10^3 \Omega \quad C = 470 \cdot 10^{-12} F$

$\omega = 2\pi f = 8 \cdot 10^3 \pi = 25120 \ rad/s$

$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{\omega RC}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{1}{0{,}14}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+(7{,}14)^2}} =$

$= \frac{1}{\sqrt{52}} = \frac{1}{7{,}2} \simeq 0{,}13(8) \simeq 0{,}14$

$\varphi(\omega) = arctg\left(\frac{1}{\omega RC}\right) = arctg(7{,}14) = 82^\circ$

UTICĂ MILANA-NICOLETA
GR 7.2

• Semnalul de intrare rectangular

a) Timpul de coborâre pentru $f = f_1 = 4 * 10^5$ Hz

$T = 5 \cdot 1 \mu s = 5 \mu s$ $\quad t_r = 2,2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 470 \cdot 10^{-12} = 12,4 \mu s$

$\tau_1 = 2,5 \cdot 1 \mu s = 2,5 \mu s$

$\tau_2 = 2,5 \cdot 1 \mu s = 2,5 \mu s$

$t_r = 2,5 \cdot 1 = 2,5 \mu s$

b) $f = f_2 = 4 * 10^4$ Hz (U_1, U_1', U_2, U_2')

$$x = \frac{T}{2RC} = \frac{25 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 470 \cdot 10^{-12}} \simeq 2,2$$

$$U_1 = \frac{U}{1 - e^{-x}} = \frac{20}{1 - e^{-2,2}} = 22,47 \qquad U_2 = -U_1 = -22,47$$

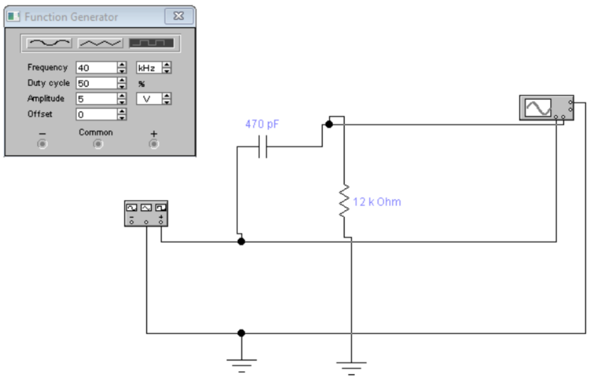
$$U_1' = \frac{U}{1 + e^{x}} = \frac{20}{1 + e^{2,2}} \simeq 2 \qquad U_2' = -U_1' = -2$$

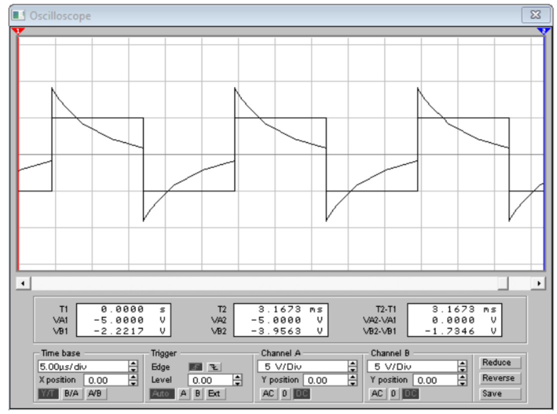
c) $f = f_3 = 4 \cdot 10^3$ Hz (U_1, U_1', U_2, U_2')

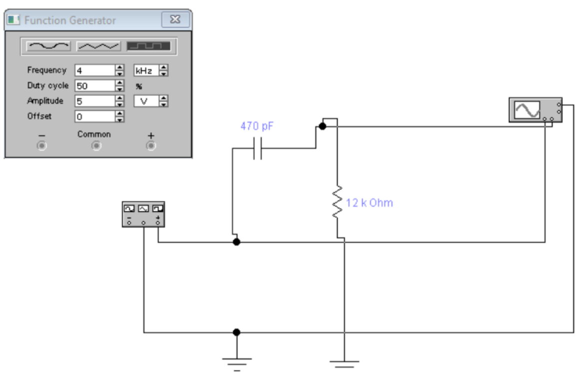
$$x = \frac{T}{2RC} = \frac{25 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 470 \cdot 10^{-12}} \simeq 22$$

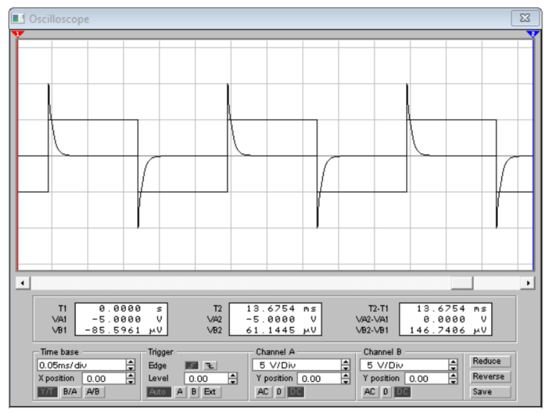
$$U_1 = \frac{U}{1 - e^{-x}} = \frac{20}{1 - e^{-22}} \simeq -11 \qquad U_2 = -U_1 = 11$$

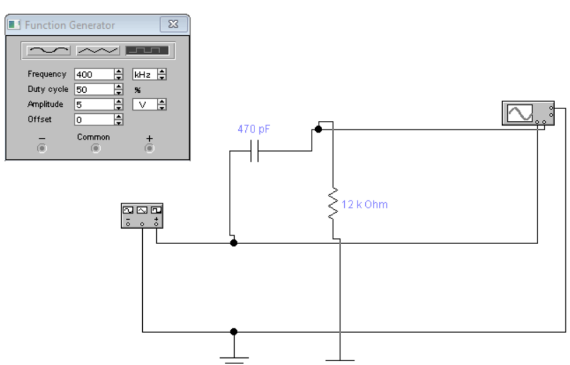
$$U_1' = \frac{U}{1 + e^{x}} = \frac{20}{1 + e^{22}} = 5,5 \cdot 10^{-9} \qquad U_2' = -U_1' = -5,5 \cdot 10^{-9}$$

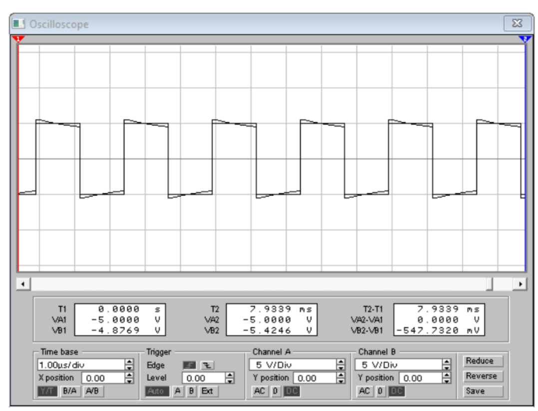

Function Generator
Frequency 40 kHz
Duty cycle 50 %
Amplitude 5 V
Offset 0
Common
470 pF
12 k Ohm


Oscilloscope
T1 0.0000 s
VA1 -5.0000 V
VB1 -2.2217 V
T2 3.1673 ms
VA2 -5.0000 V
VB2 -3.9563 V
T2-T1 3.1673 ms
VA2-VA1 0.0000 V
VB2-VB1 -1.7346 V
Time base 5.00µs/div
X position 0.00
Trigger Edge Level 0.00
Channel A 5 V/Div Y position 0.00
Channel B 5 V/Div Y position 0.00
Reduce
Reverse
Save


Function Generator
Frequency 4 kHz
Duty cycle 50 %
Amplitude 5 V
Offset 0
Common
470 pF
12 k Ohm


Oscilloscope
T1 0.0000 s
VA1 -5.0000 V
VB1 -85.5961 µV
T2 13.6754 ms
VA2 -5.0000 V
VB2 61.1445 µV
T2-T1 13.6754 ms
VA2-VA1 0.0000 V
VB2-VB1 146.7406 µV
Time base 0.05ms/div
X position 0.00
Trigger Edge Level 0.00
Channel A 5 V/Div Y position 0.00
Channel B 5 V/Div Y position 0.00
Reduce
Reverse
Save


Function Generator
Frequency 400 kHz
Duty cycle 50 %
Amplitude 5 V
Offset 0
Common
470 pF
12 k Ohm


Oscilloscope
T1 0.0000 s
VA1 -5.0000 V
VB1 -4.8769 V
T2 7.9339 ms
VA2 -5.0000 V
VB2 -5.4246 V
T2-T1 7.9339 ms
VA2-VA1 0.0000 V
VB2-VB1 -547.7320 mV
Time base 1.00µs/div
X position 0.00
Trigger Edge Level 0.00
Channel A 5 V/Div Y position 0.00
Channel B 5 V/Div Y position 0.00
Reduce
Reverse
Save