

## GENERÁTOR PILOVITÉHO PRŮBĚHU

303 - 4R

1. Na nepájivém kontaktním poli sestavte obvod dle schématu na obr. 1. Hodnoty součástek a napájení zadá vyučující:

$$R_1 = 2,7 \text{ k}\Omega, R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega, C = 100 \text{ nF}, U_{CC} = \pm 12 \text{ V}$$

2. Změřte a nakreslete časové průběhy napětí  $u_1(t)$  a  $u_2(t)$ .
3. Nakreslete převodní charakteristiku komparátoru
4. Z charakteristiky odvoďte velikost kladné i záporné saturace napětí na výstupu komparátoru. Vypočtete velikost komparačního napětí a porovnejte ji se skutečnou hodnotou.
5. Dle zadání vyučujícího navrhnete, (sestavte a proměřte) obvod na obr. 1 pro zadaný kmitočet a rozkmit pilovitého napětí.

$$f = 1 \text{ kHz}, U_k = 5 \text{ V}$$

16

MOŘKOVSKÝ TOMÁŠ

M4

3

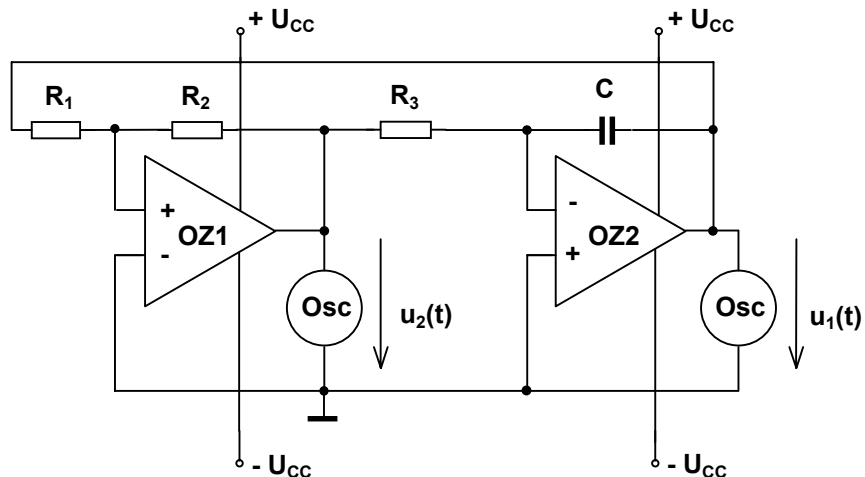
2000 - 2001

19. 1. 2001

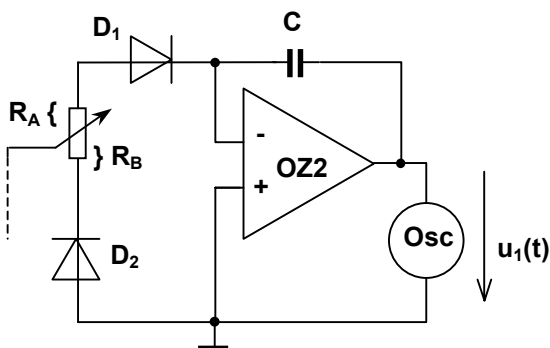
26. 1. 2001

# SCHÉMA

Obr. 1 Schéma zapojení generátoru pilovitého průběhu (včetně zdroje napětí a osciloskopu)



Obr. 2 Úprava integrátoru pro změnu střidy  $u_1(t)$  a  $u_2(t)$



## POUŽITÉ PŘÍSTROJE

OZN.	PŘÍSTROJ	TYP	EVID. Č.	POZNÁMKA
$\pm U_{CC}$	ss. zdroj	BK 126	E52-15	---
Osc	Dig. osciloskop	DG SCOPE	---	cca 1,8 % (20 Mhz)
OZ1, OZ2	Lab. přípravek	UA 7410N	---	---

## POSTUP MĚŘENÍ

1. Osazení kontaktního pole součástkami, připojení zdroje napětí a osciloskopu (výstup integrátoru -  $u_1$  na svorku X a výstup komparátoru -  $u_2$  na svorku Y).
2. Oba průběhy  $u_1(t)$  a  $u_2(t)$  jsme změřili digitálním osciloskopem. Dále jsme změřili frekvenci generovaného signálu (833 Hz) a zkontrolovali ji výpočtem dle zadaného vztahu

$$\frac{1}{f} = 4 \cdot R_3 \cdot C \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

3. Hodnoty potřebné pro nakreslení převodní charakteristiky jsme získaly při měření  $u_1(t)$  a  $u_2(t)$  a rovněž jsme tuto charakteristiku získaly přímo z digitálního osciloskopu připojením signálu  $u_2(t)$  na osu X osciloskopu a signálu  $u_1(t)$  na osu Y osciloskopu. Převodní charakteristika – viz GRAFY.
4. Odvození velikosti kladné i záporné saturace – výsledky viz TABULKY.
5. Výpočet velikosti komparačního napětí a srovnání se skutečnou hodnotou.

$$U_{K+} = U_{SAT+} \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

6. Návrh obvodu dle zadaných hodnot frekvence a rozkmit pilovitého napětí. Vycházíme z poznatků z předchozích kroků.

$$\frac{1}{f} = 4 \cdot R_3 \cdot C \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

## TABULKY

**TAB. 1** Zadaných hodnot součástek a veličin.

Veličina	Zadáno	Změřeno
$U_{CC}$ [V]	$\pm 12$	-
$R_1$ [k $\Omega$ ]	2,7	2,702
$R_2$ [k $\Omega$ ]	10,0	10,080
$R_3$ [k $\Omega$ ]	10,0	10,100
C [nF]	100	100,32

**Pozn:** při výpočtech byly použity změřené hodnoty

**TAB. 2** Změřené výsledné hodnoty.

<b>Veličina</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Popis</b>
$U_{SAT+}$ [V]	11,0	Kladné saturační napětí
$U_{SAT-}$ [V]	-9,7	Záporné saturační napětí
$U_{SAT}$ [V]	20,7	Rozkmit saturačního napětí
$U_{K+}$ [V]	2,80	Kladné komparační napětí
$U_{K-}$ [V]	-2,85	Záporné komparační napětí
$U_K$ [V]	5,65	Rozkmit komparačního napětí
$U_{vvpK+}$ [V]	2,95	Vyp. kladné komparační napětí
$U_{vvpK-}$ [V]	-2,60	Vyp. záporné komparační napětí
$U_{vvpK}$ [V]	5,55	Vyp rozkmit komparačního napětí
$f$ [Hz]	833	Změřená frekvence generátoru
$f_{vvp}$ [Hz]	920	Vypočtená frekvence generátoru

## PŘÍKLAD VÝPOČTU

a) **Frekvence generovaného signálu**

$$\frac{1}{f} = 4 \cdot R_3 \cdot C \cdot \frac{R_1}{R_2} = 4 \cdot 10100 \cdot 100,32 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{2702}{10080} = \underline{\underline{920,5 \text{ Hz}}}$$

b) **Velikost komparačního napětí (kladná amplituda)**

$$U_{K+} = U_{SAT+} \cdot \frac{R_1}{R_2} = 11 \cdot \frac{2702}{10080} = \underline{\underline{2,95 \text{ V}}}$$

c) **Návrh součástek pro nový obvod ( $f = 1 \text{ kHz}$ ,  $U_K = 5 \text{ V}$ )**

$$U_{SAT} = 20,7 \text{ V} \quad R_2 = 10080 \text{ } \Omega$$

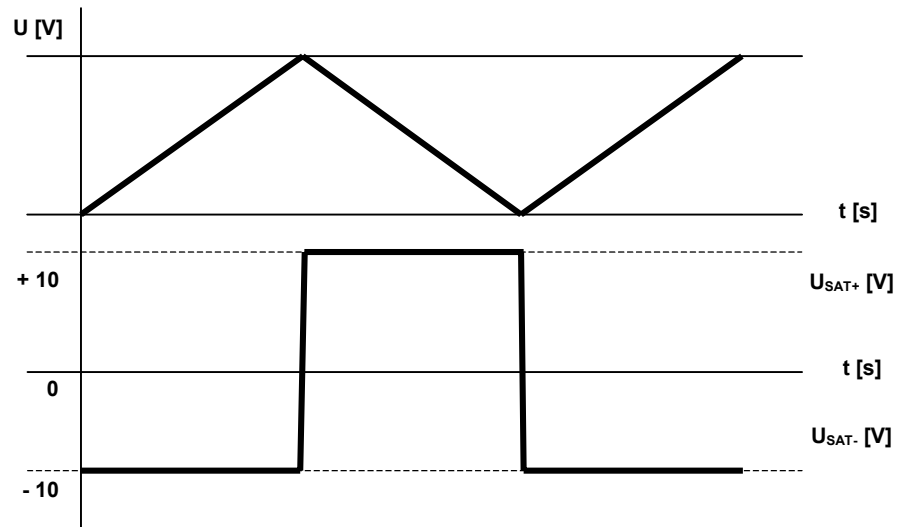
$$R_1 = \frac{U_K \cdot R_2}{U_{SAT}} = \frac{5 \cdot 10080}{20,7} = \underline{\underline{2435 \text{ } \Omega}}$$

$$R_3 = \frac{R_2}{R_1 \cdot 4 \cdot f \cdot C} = \frac{10080}{2435 \cdot 4 \cdot 1000 \cdot 100,32 \cdot 10^{-9}} = \underline{\underline{10317 \text{ } \Omega}}$$

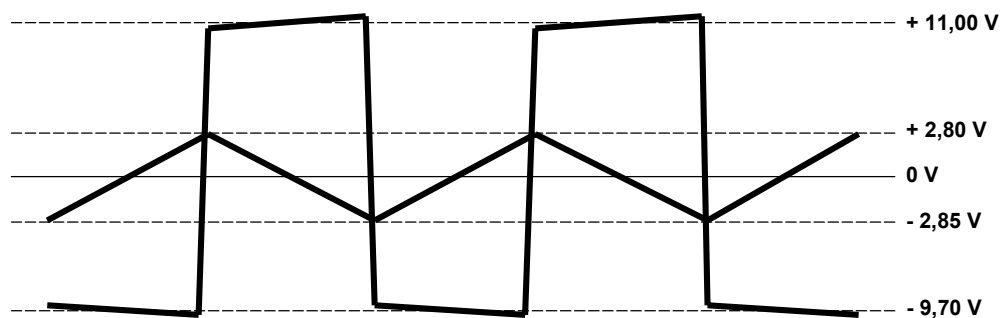
**Pozn.:** vzorce jsme odvodili od vzorců a) a b)

# GRAFY

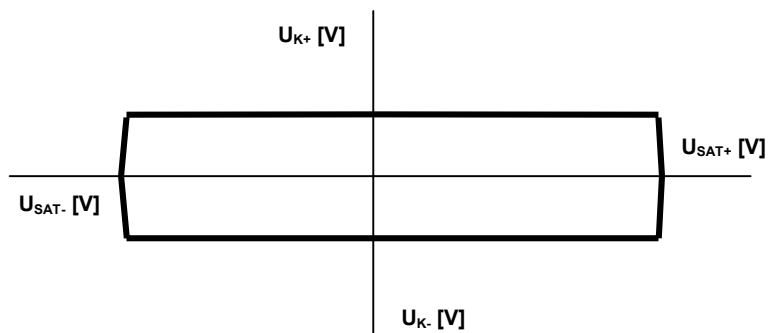
## Funkce komparátoru



## Osciloskop (DUAL) : Napět'ové průběhy signálů $u_1(t)$ a $u_2(t)$



## Osciloskopu (X→Y) : Přenosová charakteristika komparátoru



**Pozn:** svislé strany charakteristiky jsou ještě mírně zkosené

# ZÁVĚR

## Chyby měření

Všechna měření (mimo určení hodnoty kondenzátoru C) probíhala na digitálním osciloskopu, který má dle manuálu chybu měření cca  $\pm 1,8\%$ . Bohužel jsme zjistili značný rozdíl mezi naměřenou a vypočtenou frekvencí generátoru, cca 10 % chyba (vnitřní chyba osciloskopu + nepřesné nastavení odečtových kurzorů + změřené hodnoty součástek, zejména C + parazitní kapacity).

## Zhodnocení

1. Velikost saturačního napětí  $U_{SAT-}$  ( $U_{SAT+}$ ) je asi 3,5 násobná oproti komparačnímu napětí  $U_{k+}$  ( $U_{k-}$ ) komparátoru – v našem měření, ale vždy bude saturační napětí vyšší než komparační.
2. Saturační napětí  $U_{SAT}$  a tedy i komparační napětí  $U_K$  jsou vždy nižší než napájecí napětí  $U_{CC}$ .
3. Existuje určitá nesymetričnost kladné a záporné amplitudy komparačního i saturačního napětí, i když celkový rozkmit je ve shodném poměru, způsobeno nevytuněnými operačními zesilovači.