

# PROTOKOL O MĚŘENÍ

Název úlohy

**GENERÁTOR S IO555**

Číslo úlohy

**101-3R**

Zadání

1. Pomocí IO555 navrhnete generátor obdélníkového napětí s těmito parametry:  
 $f = 5 \text{ kHz}$ , DCL (střída) = 60 %,  $U_{MIN_{ustalena}} = 0 \text{ V}$ ,  $U_{MAX_{ustalena}} = 6 \text{ V}$
2. Jmenovité hodnoty použitých součástek změřte a vypočítejte absolutní a procentní chyby měření.
3. Generátor sestavte pomocí přípravku a změřte tyto parametry výstupního napětí:  
periodu, frekvenci (pomocí  $4\frac{1}{2} \text{ DMM}$ ), dobu úrovně H a dobu úrovně L, DCL, střidu, dobu naběžné hrany, dobu sestupné hrany, maximální a minimální ustálenou hodnotu, celkový rozkmit, překmit úrovně H, střední hodnotu, efektivní hodnotu
4. Změřte dobu nabíjení a vybíjení kondenzátoru, minimální a maximální hodnotu napětí na časovacím kondenzátoru.
5. Na PC zakreslete časový průběh výstupního napětí generátoru, napětí na časovacím kondenzátoru.

Poř. č.	PŘÍJMENÍ a Jméno			Třída	Skupina	Školní rok	
26	VYKYDAL Jan			3A	3	2013/2014	
Datum měření		Datum odevzdání	Počet listů	Klasifikace			
17.3.		24.3.	8	příprava	měření	protokol	obhajoba

Protokol o měření obsahuje:

Teoretický úvod

Schéma

Tabulka použitých přístrojů

Postup měření

Tabulky naměřených a vypočtených hodnot

Vzor výpočtu

Grafy

Závěr

# 1 Teoretický úvod

IO555 je masově vyráběný integrovaný obvod navržený v roce 1970 švýcarským inženýrem Hansem R. Camenzindem, který se nejčastěji používá jako generátor nebo časovač. Na trh byl přiveden americkou firmou Signetics.

## 1.1 Vnitřní zapojení

Uvnitř obvodu je pět rezistorů o hodnotě  $5\text{ k}\Omega$ , dva komparátory, klopný obvod RS, Invertor a bipolární tranzistor NPN a rezistor omezuující proud do báze tohoto tranzistoru.

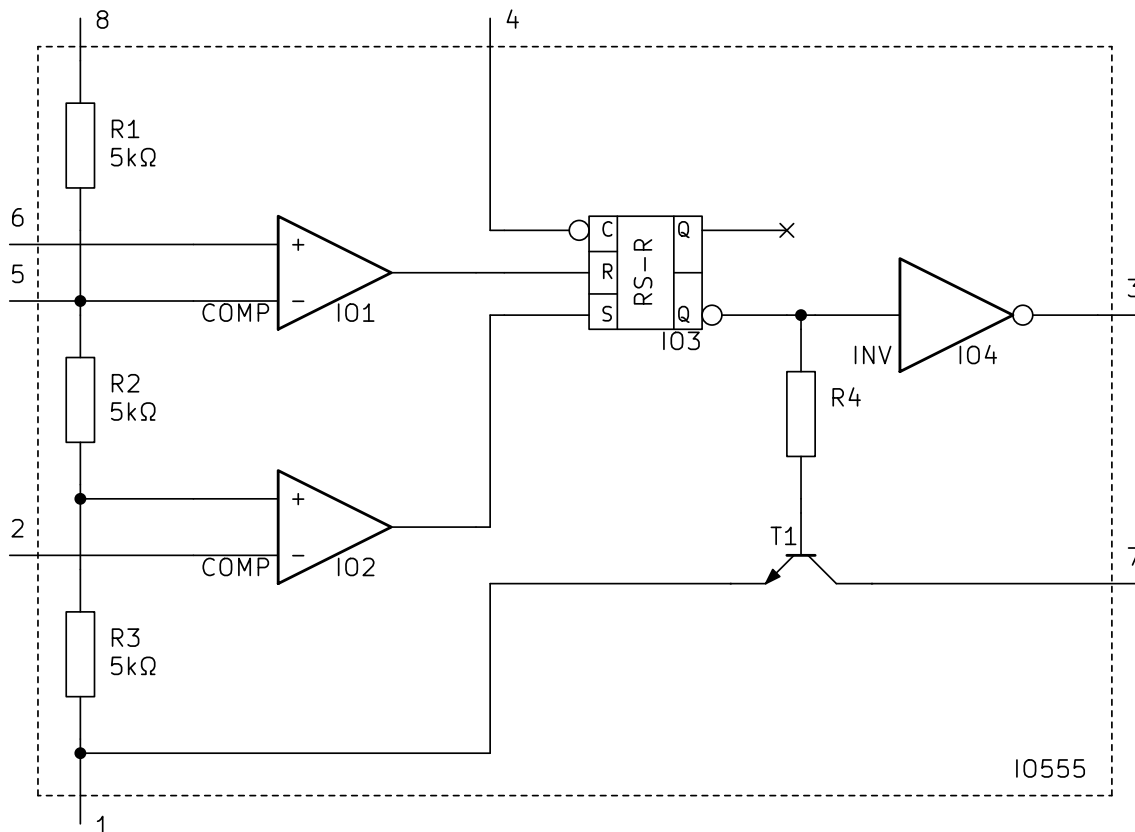


Schéma č. 1: Vnitřní zapojení IO555

## 1.2 Princím činnosti IO555

Obvod ke své funkci vyžaduje napětí mezi piny 8 a 3 a to v rozmezí  $4,5 - 16\text{ V}$  pokud se jedná o typ NE555, SA555, SE555C, typ SE555 pracuje s napětím v rozsahu  $4,5 - 18\text{ V}$ . Protože je napětí přivedeno na dělič, který se skládá z pěti totožných rezistorů, tak se zídělí na tři tožné úbytky. Mezi piny 8 a 1 je napětí rovno  $\frac{3}{3}U_{CC}$ , mezi piny 5 a 1 je rovno  $\frac{2}{3}U_{CC}$  a mezi neinvertujícím vstupem komparátoru IO2 a pinem 1 je rovno  $\frac{1}{3}U_{CC}$ . Bistabilní klopný obvod RS vyhodnocuje výstupy komparátorů, pokud není na pinu 4 úroveň L, která by bistabilní klopný obvod RS držela v resetu. Podmínky pro výstupy komparátorů v úrovních H:

Pro komparátor IO1:

$$\begin{aligned} U_{P6} - \frac{2}{3} \cdot U_{CC} &> 0 \\ U_{P6} &> \frac{2}{3} \cdot U_{CC} \end{aligned} \quad (1)$$

kde:

$U_{CC}$  ..... napětí mezi piny 8 a 1

$U_{P6}$  ..... napětí mezi piny 6 a 1

Pro komparátor IO2:

$$\frac{1}{3} \cdot U_{CC} - U_{P2} > 0$$

$$U_{P2} < \frac{1}{3} \cdot U_{CC} \quad (2)$$

kde:

$U_{CC}$  ..... napětí mezi piny 8 a 1

$U_{P2}$  ..... napětí mezi piny 2 a 1

Pokud bude výstup komparátoru IO1 v úrovni H, tak se otevře tranzistor  $T_1$  a na pinu 3 bude úroveň L. Pokud bude výstup komparátoru IO2 v úrovni H, tak se tranzistor  $T_1$  zavře a na pinu 3 bude úroveň H.

## 2 Schéma

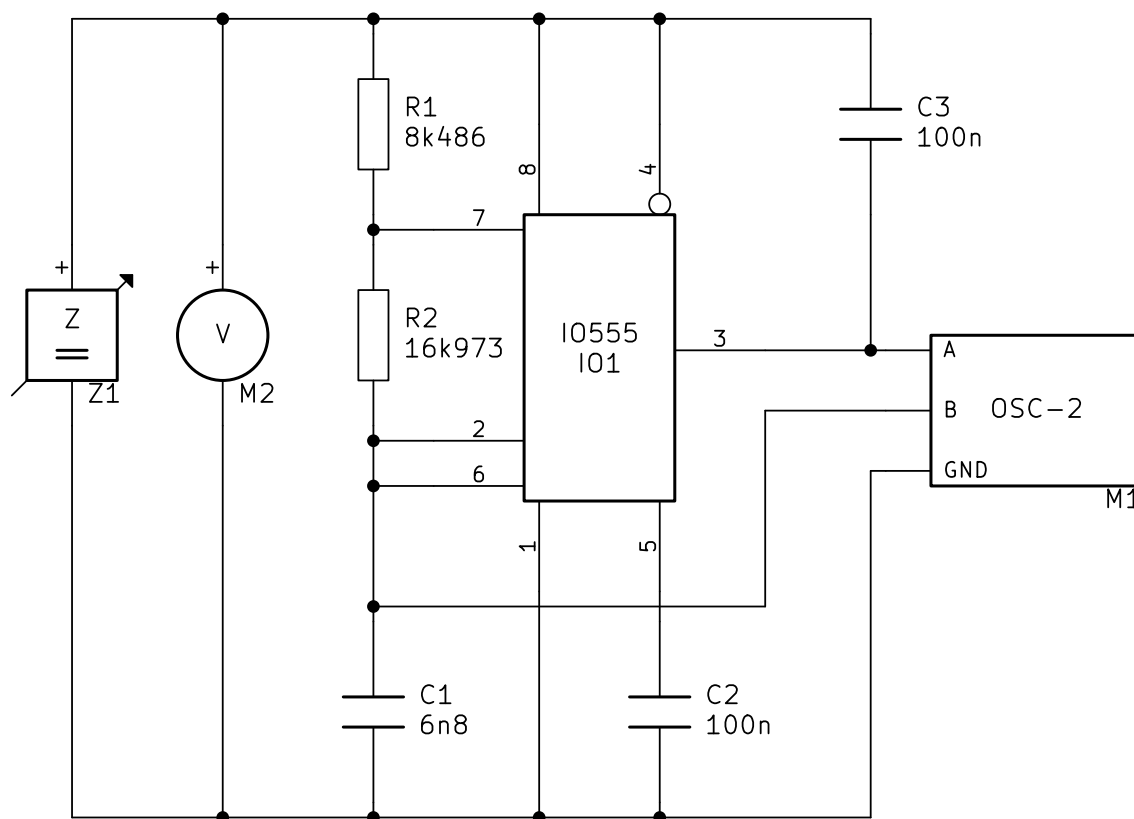


Schéma č. 2: Zapojení měřicího obvodu

### 3 Tabulka použitých přístrojů

Označení v zapojení	Přístroj	Typ	Evidenční číslo	Poznámka
$M1$	osciloskop	HP 54600A	0162	—
$M2$	DMM	MASTECH MY-64	0654	—
—	měřič RLC	RLCG BM 959	0143	—
—	čítač	U2000	0179	—
$Z1$	zdroj s.s napětí	TESLA BK-127	0138	—
$R1$	odporová dekáda	—	0025	—
$R2$	odporová dekáda	—	0929	—

Tabulka č. 1: Tabulka použitých přístrojů

### 4 Postup měření

#### 4.1 Měření rezistorů $R_1$ a $R_2$

- Zapneme DMM a nastavíme vhodný rozsah.
- Vezmeme rezistor  $R_1$  a vložíme jej do svorek DMM, dáváme pozor, abychom se nedotýkali přírodních vodičů rezistoru, čímž bychom zkreslovali výsledky měření.
- Poznameníme si naměřenou hodnotu.
- Celý proces zopakujeme i pro rezistor  $R_2$ .

#### 4.2 Měření kapacity kondenzátoru $C_1$

- Zapneme měřicí přístroj RLCG BM 959 a nastavíme měřič na měření kapacity.
- Pomocí krokodýlků (chcete-li krokosvorek) propojíme kondenzátor s měřicím přístrojem.
- Chvilku počkáme než tento krásný muzejní kousek zobrazí korektní výsledek.
- Poznameníme si naměřenou hodnotu.
- Vypneme měřicí přístroj RLCG BM 959.

#### 4.3 Měření periody

- Zapneme zdroj  $Z_1$  a pomocí voltmetru  $V_1$  nastavíme zadané napětí.
- Zapneme osciloskop a vhodně jej nastavíme.
- Připojíme osciloskop k pinu 3 a 1 IO555.
- Doladíme nastavení osciloskopu tak, aby perioda zabrala celou obrazovku a aby její krajní hodnoty byly v mřížce.
  - Spočítáme si všechny čtverečky v ose  $x$  které zabírá perioda a vynásobíme je časem který máme nastavený na jeden dílek.
  - Spočítáme si všechny čtverečky v ose  $x$  které zabírá část periody v úrovni H a vynásobíme je časem který máme nastavený na jeden dílek.

- Spočítáme si všechny čtverečky v ose  $x$  které zabírá část periody v úrovni L a vynásobíme je časem který máme nastavený na jeden dílek.

#### 4.4 Měření dob hran

- Nastavíme si osu  $x$  (časovou osu) tak, abychom vyděli přechod z úrovně L na úroveň H.
- Posuneme si průběh tak aby byl zarovnaný s čtverečkovým rastrem.
- Spočítáme si čtverečky osi  $x$ , které jsou v prostoru nástupné hrany a vynásobíme je časem, který máme nastavený na jeden dílek.
- Vypočítanou hodnotu si poznačíme.
- Celý proces zopakujeme i pro sestupnou hranu.

#### 4.5 Měření celkového rozkmitu (napětí špička špička)

- Na osciloskopu nastavíme mód auto a poté nastavíme měření  $U_{PP}$  (Peak to Peak - špička špička).
- Počkáme dokud osciloskop nezabrazí naměřenou hodnotu.
- Naměřenou hodnotu si zaznamenáme.

#### 4.6 Měření efektivní hodnoty

- Na osciloskopu nastavíme mód auto a poté nastavíme měření  $U_{AVG}$  (Average - průměr).
- Počkáme dokud osciloskop nezabrazí naměřenou hodnotu.
- Naměřenou hodnotu si zaznamenáme.

#### 4.7 Měření střední hodnoty

- Na osciloskopu nastavíme mód auto a poté nastavíme měření  $U_{RMS}$  (Root Mean Square).
- Počkáme dokud osciloskop nezabrazí naměřenou hodnotu.
- Naměřenou hodnotu si zaznamenáme.

#### 4.8 Měření maximální a minimální ustálené hodnoty

- Na osciloskopu nastavíme mód auto.
- Počkáme dokud osciloskop nezabrazí průběh napětí.
- Z vykresleného průběhu zjistíme minimální a maximální ustálené napětí ( $U_{MIN_{ustalena}}$ ,  $U_{MAX_{ustalena}}$ )
- Zaznamenáme si naměřené hodnoty.

#### 4.9 Měření časovacího kondenzátoru

- Přepneme osciloskop na kanál B, který je připojen na pin 2 IO555.
- Nastavíme mód auto.
- Počkáme dokud osciloskop nevykreslí charakteristiku.
- Z vykreslené charakteristiky zjistíme minimální a maximální hodnotu napětí, a čas nabíjení a vybíjení kondenzátoru, přičemž postupujeme obdobně jako u měření obdélníkového výstupu na pinu 3.
- Naměření hodnoty si zaznamenáme.
- Vypneme osciloskop.

#### 4.10 Měření frekvence

- Zapneme čítač a nastavíme si vhodný rozsah.
- Připojíme čítač k pinu 3 a 1 IO555.
- Chvilí počkáme a zaznačíme si naměřenou hodnotu.
- Vypneme čítač.
- Vypneme napájecí zdroj  $Z_1$ .
- Ukončíme měření.

### 5 Tabulky naměřených a vypočítaných hodnot

součástka	naměřená hodnota	% chyba	$\Delta$ chyba
$R_1$	16,973 k $\Omega$	0,859 %	145,784 $\Omega$
$R_2$	8,486 k $\Omega$	0,918 %	77,888 $\Omega$
$C_1$	6,989 nF	0,175 %	11,989 nF

Tabulka č. 2: Tabulka změřených hodnot a chyb (součástky ze schématu č. 2)

veličina	naměřená hodnota
$U_{MIN_{ustalena}}$	0 V
$U_{MAX_{ustalena}}$	6 V
$U_{prekmit}$	4,6 V
$U_{PP}$	10,6 V
$f$	4,8151 kHz
$T$	200 $\mu s$
$T_H$	120 $\mu s$
$T_L$	80 $\mu s$
DCL	3 : 2

Tabulka č. 3: Tabulka ostatních naměřených hodnot (zapojení dle schématu č. 2)

## 6 Vzory výpočtů

Výpočet relativní procentuální chyby digitu:

$$\delta_{digit\%} = \frac{\pm digit}{MH} \cdot 100 = \frac{\pm 0,01}{16,973} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{\pm 0,059 \%}}$$

Celková procentuální chyba:

$$\delta_{\%} = \pm \delta_{MH\%} \pm \delta_{digit\%} = \pm 0,8 \pm 0,059 \doteq \underline{\underline{\pm 0,859 \%}}$$

Celková absolutní chyba:

$$\Delta R = \frac{\delta_{\%}}{100} \cdot MH = \frac{0,859}{100} \cdot 16,973 = \underline{\underline{\pm 145,784 \Omega}}$$

Výpočet periody

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \cdot 10^3} = \underline{\underline{200 \mu s}}$$

Výpočet periody v úrovni H

$$T_H = \frac{3}{5} \cdot T = 200 \cdot \frac{3}{5} = \underline{\underline{120 \mu s}}$$

Výpočet periody v úrovni L

$$T_L = \frac{2}{5} \cdot T = 200 \cdot \frac{2}{5} = \underline{\underline{80 \mu s}}$$

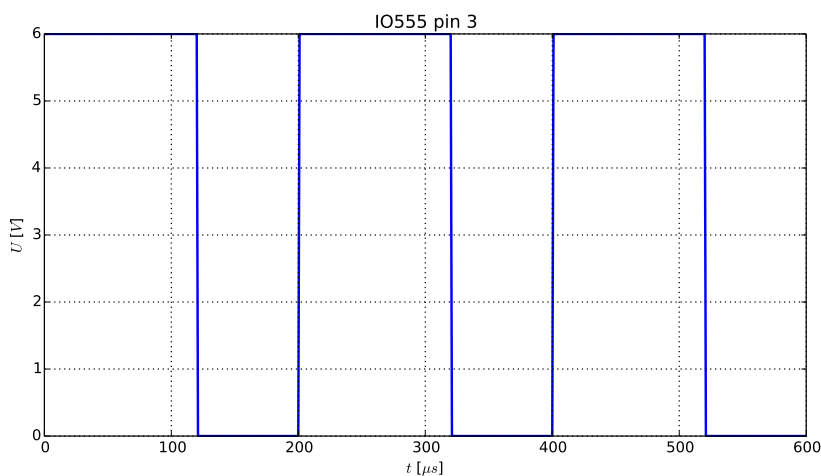
Výpočet rezistoru  $R_2$

$$R_2 = \frac{T_L}{C \cdot \ln 2} = \frac{80 \cdot 10^{-6}}{6,8 \cdot 10^{-9} \cdot \ln 2} \doteq \underline{\underline{16,973 k\Omega}}$$

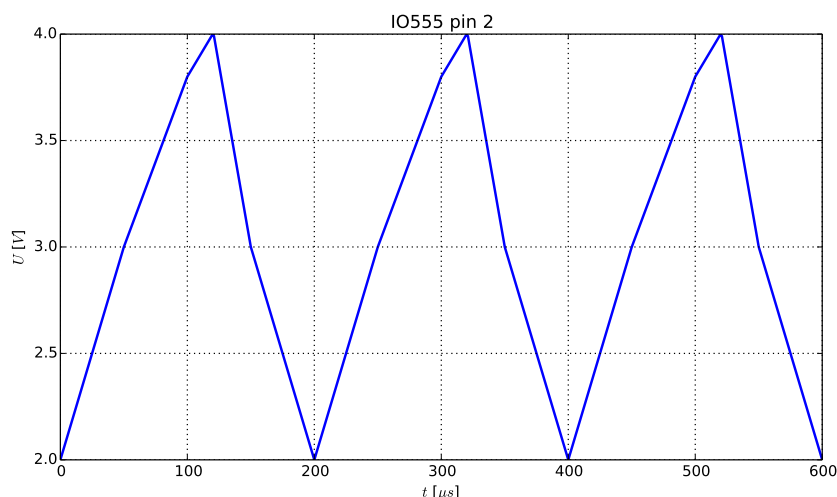
Výpočet rezistoru  $R_1$

$$R_1 = \frac{T_H}{C \cdot \ln 2} - R_2 = \frac{120 \cdot 10^{-6}}{6,8 \cdot 10^{-9} \cdot \ln 2} - 16,973 \cdot 10^3 \doteq \underline{\underline{8,486 k\Omega}}$$

## 7 Grafy



Graf č. 1: Část průběhu napětí na pinu 3 IO555 zapojeného dle schématu č. 2



Graf č. 2: Část průběhu napětí na pinu 2 IO555 zapojeného dle schématu č. 2

## 8 Závěr

### 8.1 Chyby měřících přístrojů

Procentuální chyba použitých měřících přístrojů nepřekročila 1 % a tudíž by lze změřené hodnoty dali považovat za relativně správné.

### 8.2 Zhodnocení

1. Úspěšně jsem navrhnul generátor obdélníkových napětí s IO555, na jeho výstupu sice nejsou ideální obdélníky, ale to není mou chybou, to je důkazem že žijeme v nedokonalém světě, kde se věci pohybují skokově jen na mikroskopické úrovni.
2. Změřil jsem hodnoty použitých součástek a spočítal jejich procentuální a absolutní chyby. nejpřesněji měřil přístroj RLCG BM 959 s procentuální chybou rovnou 0,175 %.
3. Pomocí přípravku jsem sestavil generátor a změřil veličiny dle zadání. Výsledky jsou shrnuty v tabulce č. 2. Dobu sestupné hrany nebylo možné změřit, protože osciloskop ukazoval záporný čas, což je absurdní. Námežná hrana byla změřena na 4  $\mu s$ .
4. Změřil jsem dobu nabíjení a vybíjení kondenzátoru a došel jsem k závětu že doba nabíjení je téměř totožná s úrovní H na pinu 3 a doba vybíjení je téměř identická z dobou úrovně L na pinu 3. Minimální hodnota napětí byla změřena na 2 V což odpovídá  $\frac{1}{3}U_{CC}$  a maximální hodnota napětí byla se rovná 4 V což odpovídá  $\frac{2}{3}U_{CC}$ .
5. Na PC jsem vytvořil grafy napětových průběhů na pinu 2 a 3 IO555.