

# Měření na klopných obvodech

Ondřej Šika

# Obsah

<b>1</b>	<b>Zadání</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Teoretický úvod</b>	<b>1</b>
2.0.1	doba náběhu impulsu . . . . .	2
2.0.2	překmit čela . . . . .	2
2.0.3	šířka impulsu . . . . .	2
2.0.4	pokles vrcholu (temene) impulsu . . . . .	2
2.0.5	doba zpoždění impulsu . . . . .	3
2.0.6	doba doběhu (týlu) . . . . .	3
2.0.7	dokmit impulsu . . . . .	3
2.0.8	činitel využití . . . . .	3
2.0.9	klíčovací poměr . . . . .	3
2.0.10	perioda signálu T . . . . .	3
2.0.11	frekvence signálu . . . . .	3
2.0.12	střední výkon signálu $P_s$ . . . . .	3
2.0.13	impulsový výkon signálu . . . . .	3
2.1	Druhy klopných obvodů . . . . .	4
2.1.1	Monostabilní klopný obvod . . . . .	4
2.1.2	Astabilní klopný obvod . . . . .	4
2.1.3	Bistabilní klopný obvod . . . . .	5
2.1.4	Schmittův klopný obvod . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Postup měření</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Naměřené hodnoty</b>	<b>7</b>
4.1	Astabilní klopný obvod(555) . . . . .	7
4.2	Astabilní klopný obvod(diskrétní) . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>8</b>

# 1 Zadání

1. Pomocí digitálního osciloskopu změřte a zhodnoťte průběhy výstupních signálů astabilního klopného obvodu (AKO) sestaveného z diskretních součástek, astabilního klopného obvodu (AKO) realizovaného pomocí časovače (obvod 555, 556 nebo 558)

Při nastavení tvaru a velikosti signálu na stínítku osciloskopu se řiďte požadavky v dalších bodech zadání. V případě potřeby sejměte celý signál i některé jeho zvětšené detaily.

2. Zhodnoťte kvalitu výstupních obdélníkových signálů na základě měření VŠECH MĚŘITELNÝCH NEBO VÝPOČTEM DANÝCH CHARAKTERISTICKÝCH PARAMETRŮ periodických obdélníkových signálů uvedených níže! Hodnoty potřebné pro určení parametrů vyznačte a popište v naměřených průbězích.

3. Určete velikost napěťové hystereze

Schmittova klopného obvodu (SKO) sestaveného z diskretních součástek

Schmittova klopného obvodu (SKO) realizovaného pomocí časovače 555, 556 nebo 558

Na digitálním osciloskopu zobrazte a vytiskněte jak časové průběhy vstupního a výstupního signálu SKO, tak průběh „hysterezní smyčky“. Hysterezi vyznačte a popište.

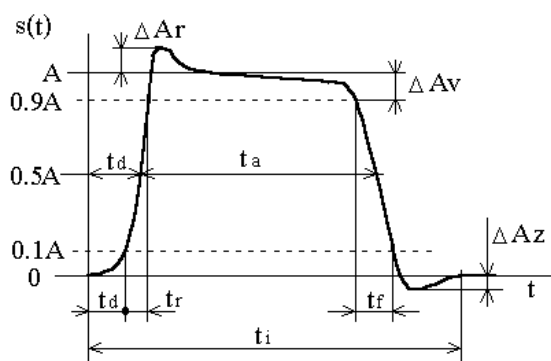
4. V závěru měření porovnejte naměřené parametry a zhodnoťte možnosti využití daných obvodů v praxi.

## 2 Teoretický úvod

### Elektrický impuls

Elektrický impuls se rovná časovému průběhu napětí nebo proudu působícího po určitou dobu. Může být jednorázový nebo opakující se – periodický.

Nejčastějším typem impulsů je videoimpuls, který nabývá hodnotu od nuly do konstanty a lze jej popsat obecnou funkcí  $s(t)$ . Dalším typem impulsů je radioimpuls, představovaný řadou harmonických kmitů napětí nebo proudu, nejčastěji vysokofrekvenčními, jejichž amplituda se mění s časem a obálka radioimpulsu má tvar videoimpulsu. Radioimpuls je tedy vlastně videoimpuls namodulovaný na nosnou vlnu. Tvar impulsu je určen jednak vlastním požadavkem a dále možnostmi jeho realizace.



Funkce  $s(t)$  může vyjadřovat skutečný časový průběh napětí nebo proudu. Je zřejmé, že impuls se na počátku zvětšuje s konečnou rychlostí růstu ke své jmenovité hodnotě  $A$ , ke které dospěje po ustálení zakmitávacích jevů. Tato část impulsu se nazývá čelo (náběh) impulsu. Plochá část impulsu, která se nazývá vrchol nebo temeno, nemá konstantní hodnotu, ale s relativně menší rychlostí se zmenšuje. podobně i na svém konci nemá impuls skokovou změnu amplitudy, ale jeho hodnota ubývá s konečnou rychlostí k nule. Této části impulsu říkáme tyl nebo též doběh. Podobně jako na počátku se může i na konci impulsu objevit zakmitávání kolem nulové úrovně. mezi charakteristické parametry impulsu patří (viz obecný tvar impulsu).

### 2.0.1 doba náběhu impulsu

Je nejčastěji definována jako nárůst impulsu z hodnoty  $0,1A$  na  $0,9A$  (10

### 2.0.2 překmit čela

Je určen poměrem maximální hodnoty překmitu impulsu  $\Delta A_r$  přes jmenovitou úroveň a ke jmenovité hodnotě  $A$  a udává se obvykle v procentech :

$$\gamma_r = \frac{\Delta A_r}{A} * 100[\%]$$

### 2.0.3 šířka impulsu

U obecného impulsu je třeba upřesnit určením úrovně impulsu, ke které šířku impulsu vztahujeme - nejčastěji uvažujeme šířku impulsu na úrovni  $0$ , označenou symbolem  $t_i$ , někdy je šířka uvažována na úrovni  $0,5A$  a označena symbolem  $t_a$ ,

### 2.0.4 pokles vrcholu (temene) impulsu

V procentech vyjádřený úbytek hodnoty signálu v porovnání s jeho jmenovitou hodnotou  $A$  :

$$\gamma_v = \frac{\Delta A_v}{A} * 100[\%]$$

**2.0.5 doba zpoždění impulsu**

Čas, za který čelo impulsu dosáhne předem definované úrovně, od doby příchodu spouštěcího signálu - obvykle doba definovaná dosažením úrovně 0,1A, někdy dosažením úrovně 0,5A,

**2.0.6 doba doběhu (týlu)**

Čas nutný k poklesu impulsu z 0,9A na 0,1A,

**2.0.7 dokmit impulsu**

Určen poměrným překmitnutím signálu pod nulovou úroveň, vyjádřeným obvykle v procentech :

$$\gamma_z = \frac{\Delta A_z}{A} * 100[\%]$$

**2.0.8 činitel využití**

Dán poměrem šířky impulsu  $t_i$  k době periody  $T$  :

$$\alpha = \frac{t_a}{T} = t_a * f$$

**2.0.9 klíčovací poměr**

Dán převrácenou hodnotou činitele využití impulsu  $\alpha$ ,

**2.0.10 perioda signálu  $T$** 

Čas trvání jednoho opakovaného cyklu

**2.0.11 frekvence signálu**

$f = 1/T$  – počet opakování za 1s

**2.0.12 střední výkon signálu  $P_s$** 

Představuje efektivní výkon impulsového zařízení vztažený k době periody  $T$

- činitel  $K$  představuje vodivost pro napětové signály, odpor pro signály proudové
- veličina  $A_{ef}^2$  je druhá mocnina efektivní hodnoty signálu v době jedné periody  $T$

**2.0.13 impulsový výkon signálu**

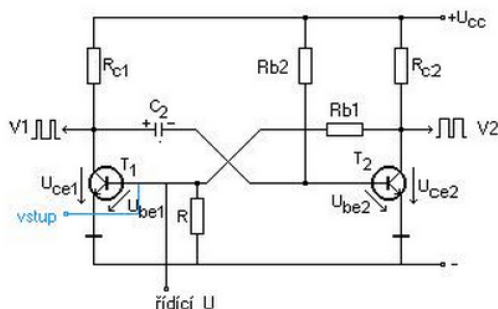
Představuje efektivní výkon impulsového signálu vztažený pouze k šířce impulsu  $t_i$ . Mezi středním a impulsovým výkonem platí převodní vztah :

$$P_p = \frac{K}{\alpha} * A_{ef}^2 = \frac{P_s}{\alpha}[\%]$$

## 2.1 Druhy klopných obvodů

### 2.1.1 Monostabilní klopný obvod

Monostabilní klopný obvod má jeden stabilní stav, v němž může setrvat libovolně dlouho a jeden kvazistabilní stav, ve kterém může setrvat pouze přechodně - tzv. doba kmitu. Obvod může být sestaven z diskretních součástek anebo může být v integrované podobě, avšak princip bývá vždy podobný.



#### Princip činnosti

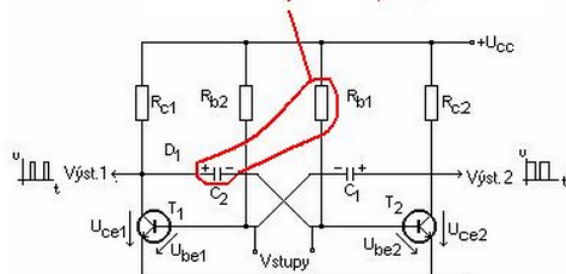
Po připojení napájecího napětí  $U_{cc}$  se otevře tranzistor T2, protože teče bázevý proud  $I_b$  přes odpor  $R_b$ . Napětí na kolektoru tohoto tranzistoru klesne k nule a v důsledku vazby se T1 uzavře. Chceme-li tento stav změnit, tak řídicím impulzem otevřeme T1, tím se zmenší napětí na bázi tranzistoru T2 a ten se uzavře. Tento stav (kvazistabilní) není trvalý, po vybití kondenzátoru C se tranzistory vrátí do původního stavu. Na výstupu dostáváme impuls, jehož šířka je dána časovou konstantou  $\tau = C * R_B$ .

**Použití:** jako časové spínače, zpožďovače impulsů, děliče impulsů

### 2.1.2 Astabilní klopný obvod

Nemá žádný stabilní stav, neustále se překlápí. Bývá realizovaný jako obvod s kladnou zpětnou vazbou. Klasické zapojení astabilního k.o. využívá kapacitní vazbu kolektor-báze. Obvod může být sestaven z diskretních součástek anebo může být v integrované podobě, avšak princip bývá vždy podobný.

RC článěk mění rychlost impulsů, tento u T2



Záporné napětí na bázi uzavře tranzistor. Kladné napětí na bázi uzavře tranzistor. Když na T1 bude + tak na T2 bude - a naopak. Výst.2 je fázově otočený o 180° než Výst.1

### Princip činnosti

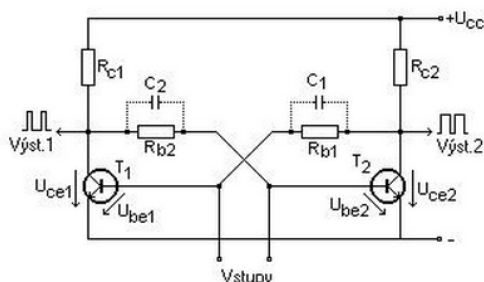
Po připojení napájecího napětí  $U_{cc}$  se rychlejší tranzistor otevře např. T1. Na jeho kolektoru je malé napětí, které přes kondenzátor C2 zajistí uzavření tranzistoru T2. V tomto stavu se nabíjí kondenzátor C1 přes Rb1 a současně se vybíjí kondenzátor C2 přes Rc1. Tento stav trvá tak dlouho dokud se kondenzátor C1 nenabije a C2 nevybije. Tím se zvětší napětí na bázi tranzistoru T2, který se otevře a současně se T1 uzavře. V tomto stavu se vybíjí kondenzátor C1 přes Rc2 a současně nabíjí C2 přes Rb2. Tento stav trvá tak dlouho dokud se kondenzátor C1 nevybije a kondenzátor C2 nenabije. Tento děj se stále opakuje.

**Použití:** jako generátory pravoúhlých impulsů, astabilní multivibrátory

#### 2.1.3 Bistabilní klopný obvod

Bistabilní klopný obvod má dva stabilní stavy, je konstruován tak, že v obvodu může být každý z těchto dvou stavů udržen libovolně dlouhou dobu, není-li porušen vnějším popudem. Obvod může být sestaven z diskretních součástek anebo může být v integrované podobě, avšak princip bývá vždy podobný.

Je tvořen dvěma spínači. Řízení tranzistorů se děje přes báze. Jde o obvod s kladnou zpětnou vazbou.



### Princip činnosti

Připojením napájecího napětí  $U_{cc}$  se oba tranzistory začnou otevírat. Rychlejší tranzistor se otevře dříve např. T1, na jeho kolektoru poklesne napětí. Toto napětí se přes odpor Rb2 přenesne na bázi tranzistoru T2, který se uzavře, jde o první stabilní stav kdy tranzistor T1 je otevřen a T2 uzavřen. Změnu stavu zajistíme přivedením impulsu na vstup 2. Tranzistor T2 se otevře a na jeho kolektoru poklesne napětí, které se přes odpor Rb1 přenesne na bázi tranzistoru T1, který se uzavře, jde o druhý stabilní stav kdy tranzistor T1 je uzavřen a T2 otevřen. Změnu tohoto vztahu docílíme přivedením impulsu na vstup 1.

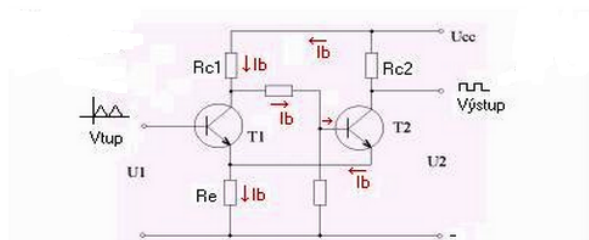
**Použití:** používá se v počítačích jako paměťový prvek, tvoří soustavu registrů, čítačů a děličů jako dělička dvěma (dvojkový dělič), jako hlavní část polovodičových pamětí

#### 2.1.4 Schmittův klopný obvod

Je tvořen 2-stupňovým zesilovačem s kladnou zpětnou vazbou. Pracovní třídy jsou voleny tak, že při uzavření jednoho tranzistoru je druhý vodivý a naopak. Řadí se

mezi bistabilní klopné obvody, liší se ale od nich zapojením, v němž se kladná zpětná vazba uzavírá mezi dvěma tranzistory přes emitorový odpor.

Když tam teče  $I_b$  tak se otevře T2. Když bude 0V na  $I_c$  tak bude i na  $I_b$ . Změnu frekvence provedeme změnou frekvence vstupního Signálu. Je to tvarovací obvod dělá z jakéhokoli napětí pravoúhlý. Dobu impulsů prodloužíme když zvětšíme odpor  $R_e$ .



### Princip činnosti

Připojením napájecího napětí  $U_{cc}$  dojde k otevření tranzistoru T2. Proud, který jím prochází vytvoří na odporu  $R_e$  úbytek napětí  $U_e$ , který zajistí uzavření T1. Tento stav se nemění dokud vstupní napětí  $U_1$  je menší než napětí  $U_e$ . Pokud hodnota vstupního napětí  $U_1$  vzroste na hodnotu větší než je napětí  $U_e$  tak tranzistor T1 se začne otevírat, na jeho kolektoru klesne napětí  $U_c$ , které přes odpor  $R_1$  uzavře T2. Tento stav trvá tak dlouho dokud vstupní napětí  $U_1$  neklesne natolik že napětí  $U_c$  vzroste. Potom se tranzistor T1 začne uzavírat a T2 otevírat. Tyto pochody probíhají skokem. Tímto se vstupní napětí převádí na pravoúhlý (obdélníkový).

**Použití:** v tvarovacích obvodech k tvarování impulsů, k přeměně spojitého průběhu na impulzový

## 3 Postup měření

Přípravky s uvedenými klopnými obvody zapojte podle obecného schématu. Bezpodmínečně dodržujte doporučené hodnoty napájecího napětí, které jsou vhodné pro jednotlivé druhy zapojení. Pomocí digitálního osciloskopu sledujte průběhy výstupních signálů jednotlivých obvodů. Tyto průběhy načtěte do PC a vytiskněte. V takto získaných průbězích vyznačte charakteristické parametry impulsních signálů a určete jejich hodnoty dle zadání. V závěru proveďte jejich vzájemné porovnání. U Schmittova klopného obvodu určete hysterezi (rozdíl v překlápěcích úrovních vstupního signálu) a kvalitu odezvy na vstupní harmonický signál.



## 4 Naměřené hodnoty

### 4.1 Astabilní klopný obvod(555)

- doba náběhu impulsu  $t_r = 166,7 \mu s$
- překmit-nelze z grafu určit
- šířka impulsu  $= 2,7 ms$
- pokles vrcholu impulsu  $= 10\%$
- doba zpoždění impulsu  $t_d = 388,9 \mu s$
- doba doběhu  $t_f$  – nelze z grafu určit
- dokmit impulsu  $y_z = 8\%$
- činitel využití  $\alpha = 0,79$
- klíčovací poměr  $= 1/\alpha = 1/0,79 = 1,27$
- střída impulsů  $= 2,7 ms/0,744ms = 3,6$
- perioda signálu  $T = 3,444 ms$
- $f = 290 Hz$
- $A_{ef} = 4,44 V$

### 4.2 Astabilní klopný obvod(diskrétní)

- doba náběhu impulsu  $t_r = 177,8 \mu s$
- překmit  $= 30\%$
- šířka impulsu  $= 361 \mu s$
- pokles vrcholu impulsu  $= 18\%$
- doba zpoždění impulsu  $= 66,7 \mu s$
- doba doběhu  $t_f = 33 ns$
- dokmit impulsu  $y_z = 20\%$
- činitel využití  $\alpha = 0,73$
- klíčovací poměr  $= 1/\alpha = 1/0,73 = 1,37$
- střída impulsů  $= 0,361 ms/0,133ms = 2,71$
- perioda signálu  $T = 494 \mu s$
- $f = 2024 Hz$
- $A_{ef} = 4,27 V$

## 5 Závěr

U klopných obvodů z diskretních součástek byly všechny překmity a jiné chyby mnohem výraznější, než u integrovaných klopných obvodů. Je to důsledkem lepšího nastavení pracovních bodů a parazitních kapacit, indukčností a odporů.

U astabilního klopného obvodu se nám nepodařilo zjistit dobu náběhu, z důvodu velké strmosti grafu. Ani žádný překmit jsme z grafu nevičetli.