

1. polrok

Otázky

- Impulzový signál
- Integračný člen
- Derivačný člen
- Tranzistor ako zosilňovač impulzových signálov
- Tranzistor ako spínač
- Preklápacie (klopné) obvody - definícia a rozdelenie
- Preklápacie (klopné) obvody - princíp činnosti
- Bistabilný KO - definícia, použitie
- Bistabilný KO - činnosť
- Monostabilný KO - definícia, použitie
- Monostabilný KO - činnosť
- Astabilný KO - definícia, použitie
- Astabilný KO - činnosť
- Schmittov KO
- Generátory pílovitých signálov

Multivibrátory

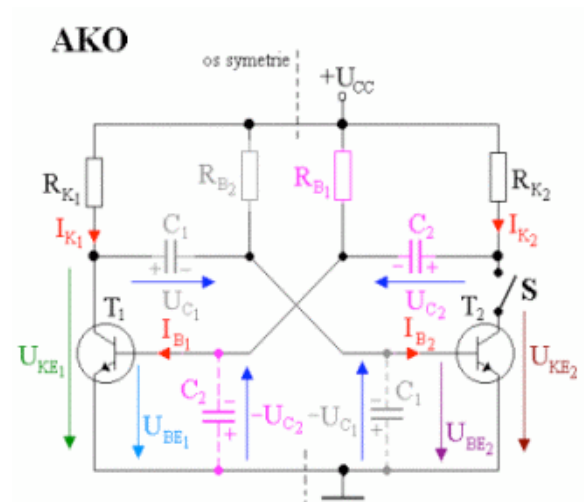
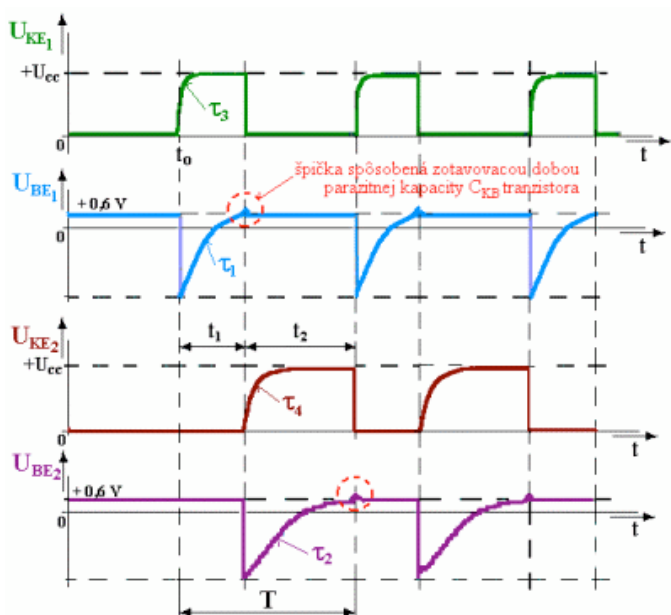
Multivibrátory patria medzi generátory periodických pravouhlých signálov.

Stabilný stav obvodu sa rozumie pracovný režim, v ktorom obvod môže zotrvať neobmedzene dlhú dobu. Tento stav obvod zmení len pôsobením určitých vonkajších vplyvov.

Nestabilný stav obvodu sa rozumie pracovný režim, v ktorom sa obvod nachádza len určitú prechodnú dobu, závislú na vlastnostiach obvodu. Do nestabilného stavu sa obvod dostáva pôsobením vonkajšieho signálu zo stabilného stavu, alebo samovoľne z druhého nestabilného stavu.

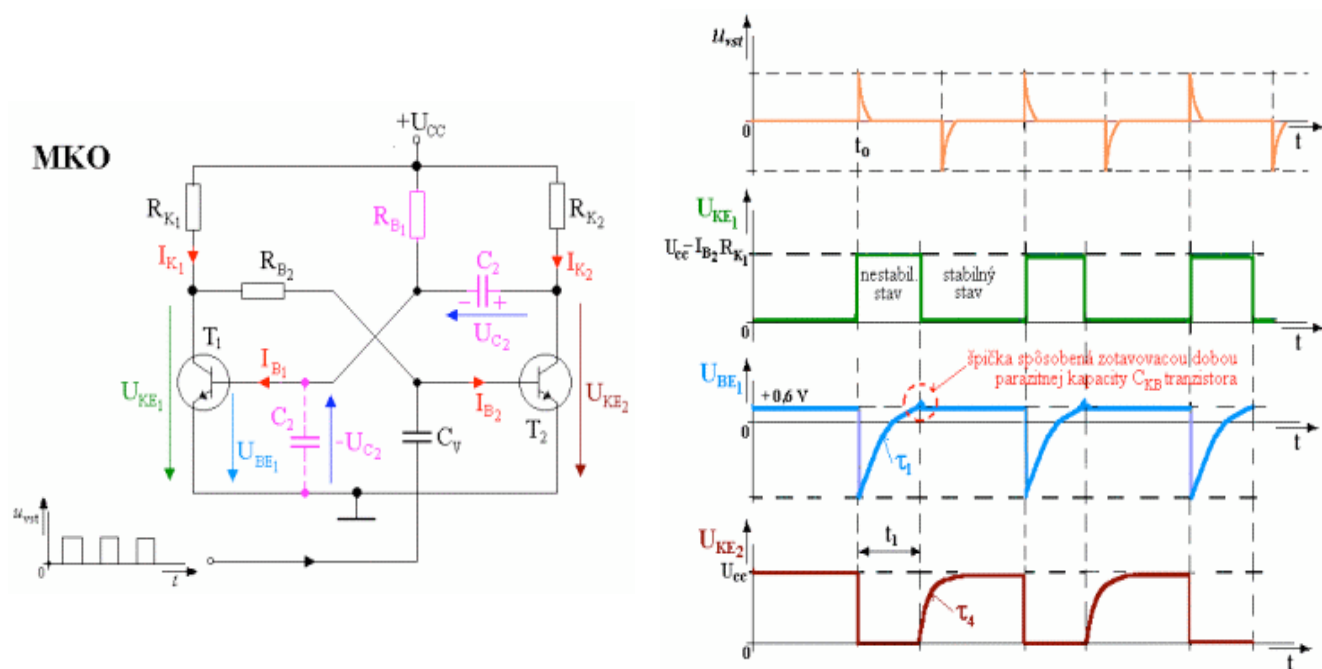
Astabilný preklápací obvod [AKO]

Základným typom je zapojenie s dvoma tranzistormi rovnakej polaroty. V schéme je navyše zapojený spínač S, ktorý sa v reálnom, praktickom zapojení nepoužíva. Nemá žiadny stabilný stav, takže stále preklápa – vždy je otvorený len 1 z dvojice tranzistorov, druhý je zavrený. V okamžiku jeho otvorenia sa ten otvorený zatvára. Tento dej sa periodicky opakuje, pričom pomer času otvorenia oboch tranzistorov závisí od C_1, C_2, R_{b1}, R_{b2} .



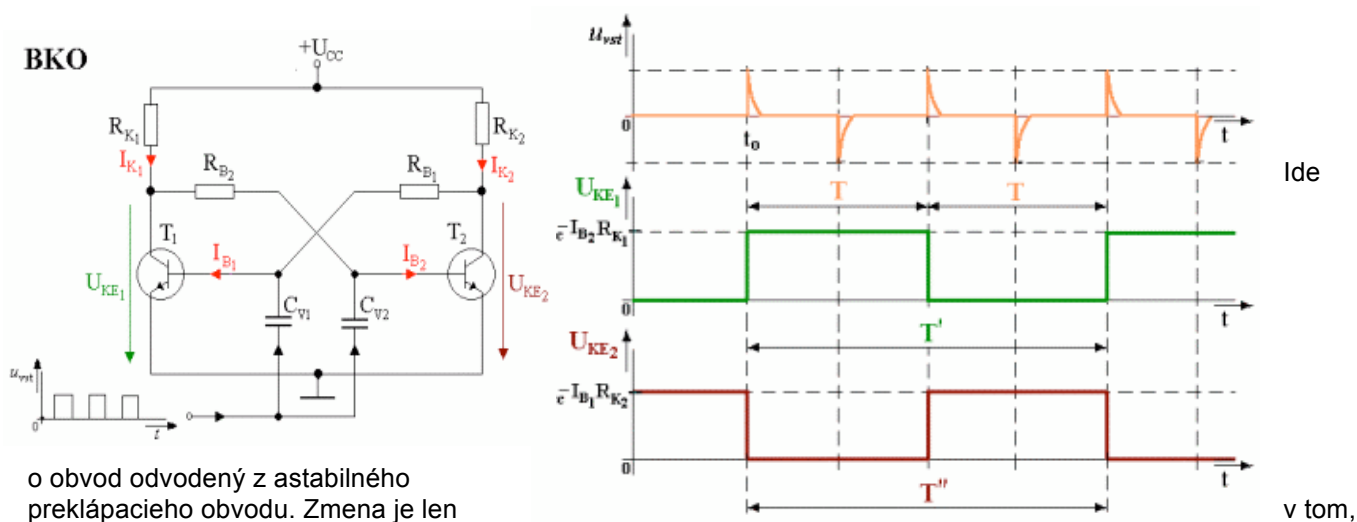
Monostabilný preklápačný obvod [MKO]

Monostabilný preklápačný obvod je obvod s jedným stabilným stavom a s jedným nestabilným stavom. V stabilnom stave môže zotrvať neobmedzene dlhú dobu, v nestabilnom stave len určitú prechodnú dobu. Táto prechodná doba závisí od vlastností obvodu a označuje sa ako *doba kyvu* monostabilného obvodu. Zo stabilného stavu do nestabilného stavu sa obvod dostáva pôsobením krátkého vonkajšieho impulzu. Z toho vyplýva, že monostabilný preklápačný obvod na rozdiel od astabilného preklápačieho obvodu má nielen výstupné svorky, ale aj vstupné svorky.



Bistabilný preklápačný obvod [BKO]

Zotrúva v jednom z dvoch stabilných stavov počas ľubovoľného časového intervalu a prekopí sa až po privedení spúšťacieho impulzu. Má dva vstupy a dva výstupy. Zjednodušená schéma bistabilného preklápačieho obvodu s tranzistormi je na obrázku nižšie spolu s priebehmi napätí na vstupe a oboch výstupoch obvodu.



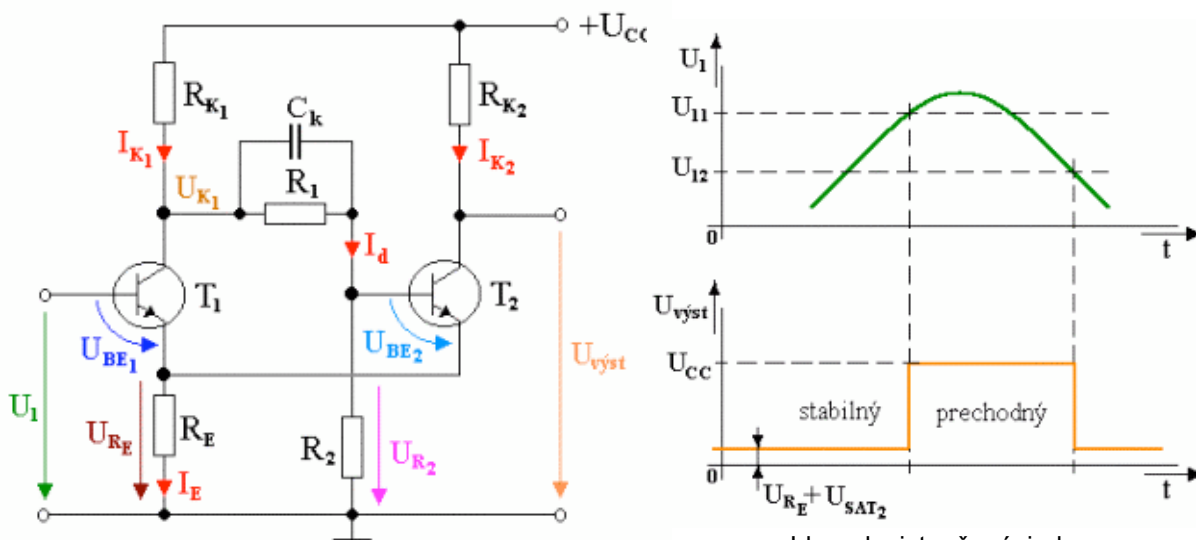
o obvod odvodený z astabilného preklápačieho obvodu. Zmena je len že väzba z kolektora jedného tranzistora na bázu druhého tranzistora je realizovaná rezistorom a nie kondenzátorom. Ide teda o jednosmernú väzbu medzi tranzistormi. Podobne ako u astabilného preklápačieho obvodu ani u bistabilného preklápačieho obvodu nie je po pripojení napájacieho napätia $+U_{CC}$ úplne jednoznačne dané, ktorý tranzistor sa otvorí ako prvý a ktorý ostane uzatvorený.

Akonáhle v čase t_0 privedieme na vstup bistabilného preklápacieho obvodu vstupné pravouhlé napätie u_{vst} , cez väzobné kondenzátory C_{V1} a C_{V2} sa vytvoria krátke impulzy kladnej aj zápornej polarity. Na kladný impulz zareaguje vždy ten tranzistor, ktorý je práve uzatvorený a ktorý sa ním následne otvorí. Tranzistor T_2 sa otvorí a cez svoj otvorený prechod $K-E$ uzemní pravú svorku rezistora R_{B1} . Tým sa uzatvorí tranzistor T_1 , pretože zanikne budiaci prúd I_{B1} (medzi bázou a emitorom tranzistora T_1 je nulové napätie). Toto platí aj naopak – pre opačný stav KO.

Pre zmenu signálu na výstupoch bistabilného preklápacieho obvodu o jednu periódu musí sa vstupný pravouhlý signál zmeniť o dve periódy. Obvod násobí periódu vstupného signálu dvakrát, alebo tiež, že obvod delí frekvenciu kmitov vstupného signálu dvakrát, pretože frekvencia kmitov $f = 1/T$.

Schmittov preklápací obvod [SKO]

Do skupiny bistabilných preklápacích obvodov patrí aj *Schmittov preklápací obvod*. Tento obvod na rozdiel od už spomínaného bistabilného preklápacieho obvodu s dvoma tranzistormi je možné ovládať (spúšťať) vstupným signálom ľubovoľného tvaru, ba dokonca aj jednosmerným napätím. Práve preto sa tiež zaraďuje do skupiny *tvarovacích obvodov*. Na výstupe dostaneme vždy signál pravouhlého tvaru

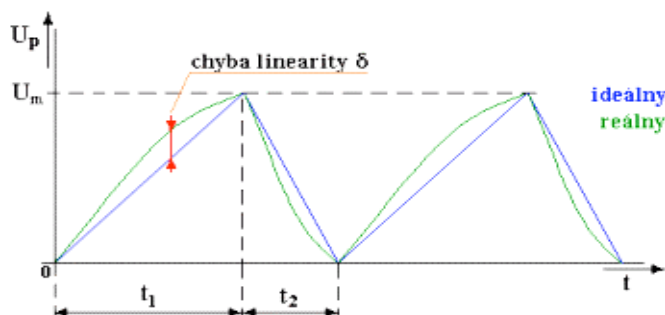


Ide o dvojstupňový, jednosmerne viazaný zosilňovač so zavedenou kladnou spätnou väzbou cez emitorový rezistor R_E . Tento rezistor je spoločný emitorový rezistor pre obidva tranzistory T_1 aj T_2 . V tomto obvode je v stabilnom stave tranzistor T_2 otvorený a tranzistor T_1 zatvorený. V prechodnom stave je tranzistor T_2 zatvorený a tranzistor T_1 otvorený. Ovládanie tranzistora T_2 tranzistorom T_1 je realizované cez odporový delič zložený z rezistorov R_1 a R_2 .

Generátory pílovitých signálov

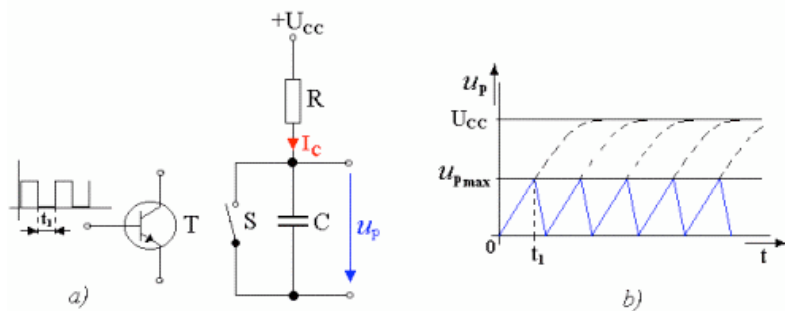
Generátory pílovitých signálov sú zdroje signálov pílovitého alebo trojuholníkového priebehu. Väčšina týchto generátorov je založená na *periodickom nabíjaní a vybíjaní kondenzátora*. S týmito generátormi sa stretávame v osciloskopoch v ich časových základniach, v televíznych prijímačoch v ich rozkladových riadkových a snímkových generátoroch, v rozmietaných generátoroch (wobleroch) určených na sledovanie frekvenčných charakteristík štvorpólov a pod.

Základnou požiadavkou na pílovitý signál je, aby nárast napätia píly bol lineárny. Tým, že na generovanie píly sa používa proces nabíjania a vybíjania kondenzátora, jej tvar nie je úplne lineárny.



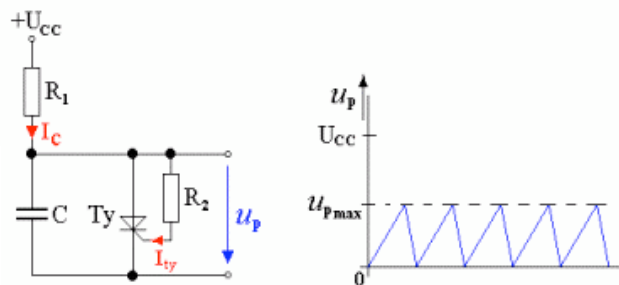
Reálny a ideálny priebeh sa od seba líšia. Odchýlka reálneho od ideálneho priebehu je chyba linearity δ . Perióda pílovitého signálu sa skladá z dvoch časov a to z času t_1 a t_2 . Čas t_1 sa nazýva *doba nábehu (činný beh)*. Čas t_2 sa nazýva *doba dobehu (spätný beh)*. Pri pílovitom signále požadujeme, aby čas dobehu t_2 bol čo najkratší. Pri trojuholníkovom signále zasa musí platiť, že $t_1 = t_2$.

Vo väčšine bežných generátorov na generovanie pílovitého signálu sú základnou elektronickou súčiastkou kondenzátory. Aby bol proces generovania periodický, musíme zabezpečiť pravidelné vybíjanie kondenzátora po jeho nabití na určitú úroveň napätia. Toto sa dá zabezpečiť pripojením spínača paralelne ku kondenzátoru, tak ako to vidno na obrázku.



Obvod sa skladá z rezistora R , kondenzátora C a zo spínača S . Kondenzátor C by sa po pripojení napätia U_{cc} nabil na túto hodnotu a ostal by nabitý. Ak však v čase t_1 zopneme spínač S ,

kondenzátor sa rýchlo vybije a po rozopnutí spínača S sa proces nabíjania kondenzátora môže opakovať. Na výstupe dostávame pílovitý signál s maximálnou úrovňou u_{pmax} , ako je to znázornené na obrázku $b)$. Miesto mechanického spínača môžeme napríklad použiť tranzistor T v spínanom režime ovládaný pravouhlým signálom alebo tyristor:

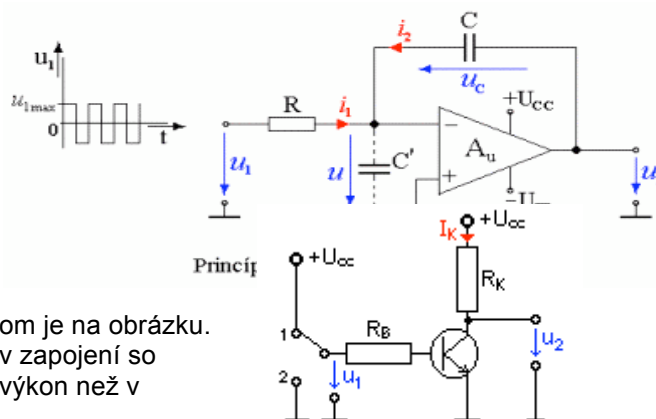


Generátor píly s tyristorom a výstupný signál

V tomto generátore sa kondenzátor C nabíja cez rezistor R_1 , pokiaľ tyristor Ty je v uzavretom stave. Pri napätí píly u_{pmax} prúd I_{ty} dosiahne hodnotu, pri ktorej prechádza tyristor do vodivého stavu, kedy sa cez neho kondenzátor C okamžite vybije. Pri poklese napätia u_p pod hodnotu $0,6\text{ V}$ sa tyristor uzatvorí a kondenzátor C sa začne zasa nabíjať cez rezistor R_1 . Tým sa dostávame na začiatok generovania novej periódy pílovitých kmitov.

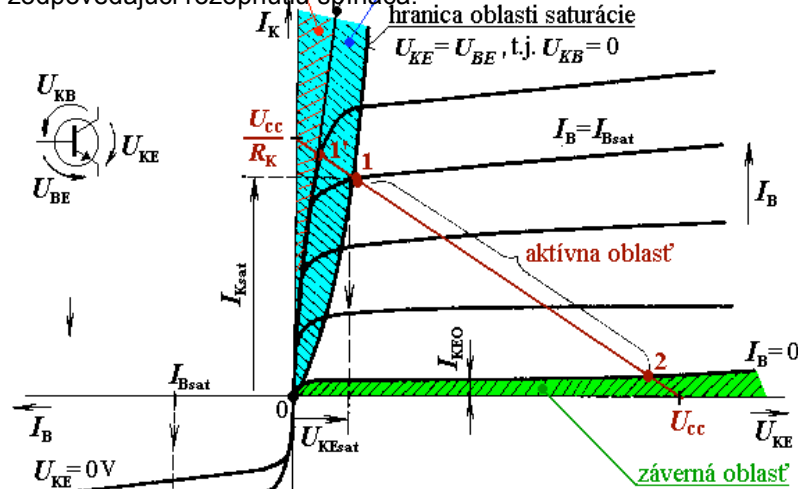
Ak chceme získať trojuholníkový signál nie príliš vysokej frekvencie (stovky kHz), môžeme použiť *Millerov integrátor* s OZ. Ide o jednosmerne viazaný, viacstupňový zosilňovač, ktorý má vo vetve zápornej spätnej väzby zapojený kondenzátor C . Tento sa v dôsledku *Millerovho javu* uplatní ako fiktívny C' .

TRANZISTOR AKO SPÍNAČ



Principiálne zapojenie spínacieho obvodu s tranzistorom je na obrázku. Používajú sa tranzistor typu NPN aj PNP, najčastejšie v zapojení so spoločným emitorom, pretože k ovládaniu stačí menší výkon než v zapojení so spoločnou bázou.

Základnými stavmi tranzistora ako spínača sú *otvorený stav* zodpovedajúci rozopnutiu akéhokoľvek spínača a *uzatvorený stav* zodpovedajúci rozopnutiu spínača.



Ako vidno z grafu výstupných charakteristík tranzistora, keď tranzistor simuluje rozopnutý stav spínača, tečie obvodom kolektor - emitor len zbytkový prúd kolektora I_{KE0} . V tejto oblasti je tranzistor uzatvorený a prechody B-E a B-K sú polarizované v závernom smere. Pri spínaní prechádza pracovný bod tranzistora aktívnou oblasťou. V nej je prechod B-E polarizovaný v priamom smere a prechod B-K v závernom smere. Tranzistor simuluje zopnutý stav spínača,

keď je jeho pracovný bod v oblasti nasýtenia - saturácie. Táto oblasť je oddelená od aktívnej oblasti *hraničnou krivkou oblasti saturácie*. Táto krivka je charakteristická tým, že body ležiace na nej spĺňajú podmienku $U_{BE} = U_{KE}$ teda :

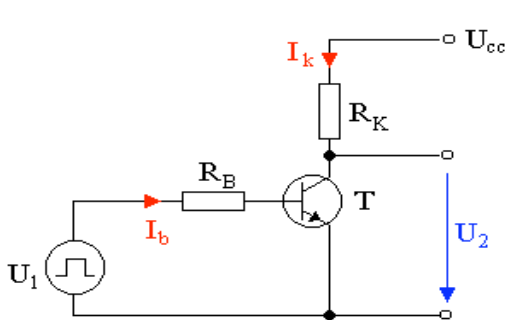
$$U_{KE} - U_{BE} = U_{KB} = 0$$

Ak sa pracovný bod nachádza v oblasti nasýtenia - saturácie, prechody B-E a B-K sú polarizované v priamom smere.

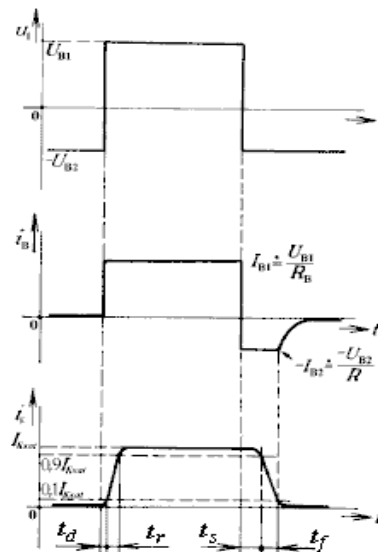
Poznámka : Bipolárny tranzistor v stave otvorenom je riadený prúdom vtekajúcim do bázy, pretože jeho vstupný odpor je v stave saturácie výstupu mnohokrát menší než výstupný odpor zdroja budiaceho signálu. Naopak v stave uzatvorenom je bipolárny tranzistor riadený napätím na báze, pretože jeho vstupný odpor je v tomto stave mnohokrát väčší než výstupný odpor zdroja budiaceho signálu.

TRANZISTOR AKO ZOSILŇOVAČ IMPULZNÝCH SIGNÁLOV

Pri spínaní tranzistora, ktorý je riadený skokovou zmenou vstupného napätia U_1 sú dôležité štyri časové intervaly :



Tranzistor ako zosilňovač impulzného signálu



Odozva prúdu kolektora na zmenu prúdu bázy

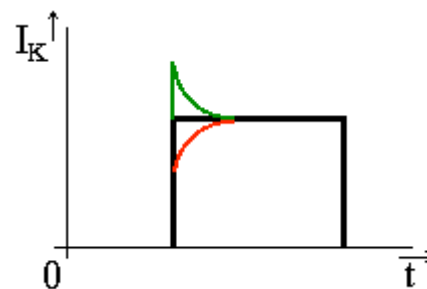
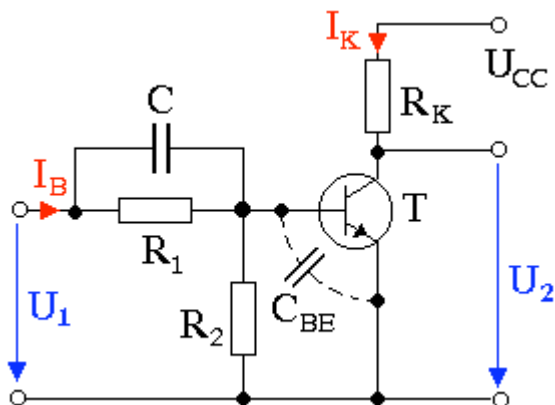
t_d - čas oneskorenia čela impulzu

t_r - skreslenie čela impulzu def. ako čas, za ktorý vzrastie i_K z 10% na 90% konečnej ustálenej hodnoty I_{Ksat} .

t_s - čas oneskorenia tyla impulzu

t_f - skreslenie tyla impulzu def. ako čas, za ktorý klesne prúd i_K z 90% na 10% konečnej ustálenej hodnoty I_{Ksat} .

Jeden zo spôsobov korekcie týchto časov je na obrázku nižšie. Ide o pripojenie tranzistorového zosilňovacieho stupňa na zdroj pravouhlého signálu U_1 pomocou odporového deliča R_1, R_2 s kompenzačným (urýchľovacím) kondenzátorom C .



Pri takomto zapojení môžu vzniknúť tieto prípady :

- ak platí, že $R_1 \cdot C > R_2 \cdot C_{BE}$, ide o **prekompenzovaný** odporový delič
- ak platí, že $R_1 \cdot C = R_2 \cdot C_{BE}$, ide o **vykompenzovaný** odporový delič
- ak platí, že $R_1 \cdot C < R_2 \cdot C_{BE}$, ide o **podkompenzovaný** odporový delič.

Pomocou takto realizovaného napäťového deliča vieme korigovať oneskorenie a skreslenie čela aj tyla impulzu. Odporom R_2 zabezpečujeme úplne uzatvorenie tranzistora ak na vstupe deliča nie je zabezpečené nulové napätie pre úroveň log.0. Zároveň odporom R_2 upravujeme (skracujeme) časovú konštantu vybitia parazitnej kapacity C_{BE} , čím skrátime čas uzatvorenia tranzistora T. Kondenzátorom C ovplyvňujeme čas otvorenia tranzistora T. Kondenzátor C sa uplatňuje pri prechode vstupného signálu z log.0 na log.1. Prostredníctvom neho sa prenáša okamžité náboj zo zdroja na parazitnú kapacitu C_{BE} (nie cez R_1) a tým sa tranzistor T otvára podstatne rýchlejšie, teda čas otvorenia tranzistora sa skracuje. Kondenzátor C a rezistor R_2 teda ovplyvňujú tvar výstupného signálu.

2.polrok

Otázky

Číselné sústavy

Dvojková sústava

Prevod čísla z dvojkovej sústavy do desiatkovej a naopak

Kombinačné logické funkcie

Základné logické funkcie - NOT, AND OR

Tvorenie logických funkcií z pravdivostných tabuliek

Booleova algebra

Karnaughove mapy

Kombinačné logické obvody

IO logických funkcií AND, OR, NAND,NOR

Inventory

Multiplexory

Demultiplexory

Prevodníky kódov

Sčítačky

Základy výpočtovej techniky

Dvojková sústava

Výpočtová technika pracuje s binárnym signálom, ktorý pozná 2 stavy - 1 a 0. Preto akákoľvek vstupná veličina sa musí premeniť na binárnu, t.j. do dvojkovej sústavy.

Dvojková sústava je číselná sústava, ktorej základom je číslo 2 a má len dve číslice: 1 a 0. Pre porovnanie naša sústava je desiatková - základom je číslo 10 a číslice sú 0,1..9. Platia tie isté pravidlá pre zápis čísla v oboch sústavách.

Prevod čísla z dvojkovej sústavy do desiatkovej

V desiatkovej je číslo 1995 čítané 1000900906 ale píšú sa len násobky mocnín desiatky, t.j. $1995 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$. To isté platí aj v dvojkovej sústave, len namiesto čísla 10 sa píše 2. Číslo 10011 = $1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$ naše 19 To platí aj za desatinnou čiarkou, 2^{-1} je 0.5, 2^{-2} je 0.25 atď.

Prevod z desiatkovej sústavy do dvojkovej

Ak chceme zistiť, ako vyzerá číslo v dvojkovej sústave, robí sa to takto: napíšeme naše číslo a postupne ho delíme dvomi, pričom na pravú stranu píšeme len zvyšok po delení (1 alebo 0), ale píšeme ho odzadu! Pod naše číslo píšeme postupne deliteľa bez zvyšku, ktorý je vpravo. Nakoniec nám zostane len číslo 1 a to napíšeme ako prvé na pravej strane. Toto číslo je naše číslo v dvojkovej sústave.

Pr. $95 : 2 = 47$ zvyšok 1

$47 : 2 = 23$ zvyšok 1

$23 : 2 = 11$ zvyšok 1

$11 : 2 = 5$ zvyšok 1

$5 : 2 = 2$ zvyšok 1

$2 : 2 = 1$ zvyšok 0

1 sa napíše dopredu ako prvé. Ak opíšem za túto 1 zvyšky odspodu nahor, bude to číslo 95 v dvojkovej sústave, t.j. 1011111.

Logické funkcie

S číslami v dvojkovej sústave sa robia matematické operácie, ale keďže sú len 2 stavy, tie človek interpretuje ako "áno" a "nie", a preto s nimi robí tzv. logické operácie. Základné operácie sú:

1. Logická negácia NOT dá na výstupe opak vstupu, t.j. ak je na vstupe 0 na výstupe je 1 a naopak. Ak $a=1$, $NOTa=0$. Niekedy sa značí pri zápise a
2. Logický súčet OR má 2 vstupy a na výstupe je 1 ak aspoň jeden vstup je rovný 1. Pravdivostná tabuľka vyjadruje všetky možné stavy vstupov logických funkcií a aj stav príslušných výstupov. Niekedy sa funkcia značí "+" (a + b)
3. Logický súčin AND má 2 vstupy a na výstupe je 1 ak oba vstupy sú rovné 1. Pravdivostná tabuľka

a	b	a + b	a	b	a.b
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1

4. Ostatné funkcie - je ich veľa a sú len kombináciou týchto troch.

Tvorenie logických funkcií z pravdivostných tabuliek

Ak máme logickú funkciu zadanú len pravdivostnou tabuľkou, môžeme jej matematický zápis odvodiť takto:

- riadky, kde je výsledok funkcie rovný 0 škrtneme
- riadky s výsledkom 1 postupne opisujeme, len namiesto 1 opíšeme príslušný vstup (a,b...) a namiesto 0 vstup negovaný, pričom pre jeden riadok tabuľky ich násobíme a riadky medzi sebou sčítavame.

Pr. Napíšte logickú funkciu pre túto tabuľku:

a-b-c-f Druhý riadok nás nezaujíma. Opisujeme prvý:
 a.NOTb.c + opisujeme tretí a.NOTb.NOTc + štvrtý NOTa.b.c

1-0-1-1 takže výsledný tvar je

1-1-1-0

1-0-0-1 $f = a.\bar{b}.c + a.\bar{b}.\bar{c} + \bar{a}.b.c$

0-1-1-1

Booleova algebra

je súhrn pravidiel a zákonov, ktoré pre dvojkovú sústavu a logické funkcie platia a pomocou ktorých sa dajú logické funkcie veľmi zjednodušiť. Tu sú niektoré z nich:

$$a + 0 = a \quad a \cdot 0 = 0$$

$$a + 1 = 1 \quad a \cdot 1 = a$$

$$a + \bar{a} = 1 \quad \bar{\bar{a}} = a$$

$$a.(b + c) = a \cdot b + a \cdot c$$

Je ich ale oveľa viac ale ich využitie pri zjednodušení funkcií je dosť náročné. Preto existuje oveľa jednoduchší spôsob Karnaughove mapy.

Karnaughove mapy

slúžia na zjednodušenie logickej funkcie. Sú vytvorené pre 2, 3, 4 atď. vstupy logickej funkcie. Platí zásada, že do mapy sa kreslia len výsledky log. funkcie. Dve a viac jednotiek vedľa seba v zvislom či vodorovnom smere, ako aj na koncoch tabuľky, sa dajú opísať tým istým členom funkcie. Pr.

a b c f je to tá istá funkcia, ako v predošlej kapitole.

1-0-1-1

1-1-1-0

1-0-0-1

0-1-1-1

Karnaughova mapa pre 3 vstupy vyzerá :

		a	
		0	1
b, c	00		
	01		
	11		
	10		

Konečný zápis funkcie je podobný: miesto, kde je v mape 1 popíšeme ako násobok abc podľa stĺpcov a riadkov: jednotka v ľavom stĺpci má súradnice a=0, b=1 a c=1, takže jej zodpovedá _

$$a \cdot b \cdot c$$

a dve jednotky vpravo sú nad sebou a napíšem ich súčasne takto:

čomu sa v tomto stĺpci rovná a? = 1 preto zapíšem a.

čomu sa v oboch riadkoch rovná b? = 0 napíšem NOTb

čomu sa v oboch riadkoch rovná c? = aj 1 aj 0 a preto ho nepíšem a potom

$$f = a \cdot b \cdot c + a \cdot b$$

Tento tvar je určite oveľa jednoduchší, ako ten predchádzajúci.

Prenosová technika

Je oblasť oznamovacej techniky, ktorá sa zaoberá prenosom správ, údajov, obrazov po vedeniach. Prenosové vedenie je súbor vodičov, stĺpov, podpier, ktoré sa používajú na spojenie vysielateľa správy a jej prijímateľa. Má tieto konštanty:

1. Primárne – menia sa málo s frekvenciou, teplotou, počasím. Sú rozložené po celej dĺžke vedenia a vyjadrujú sa na 1km. Sú to – R, L, C, vodivosť G (S/km).
2. Sekundárne: - konštanta útlmu β – o kľoľko sa zmenší napätie po 1 km – v dB/km
- konštanta posunu α – v radiánoch na km
- impedancia Z

Telegrafia

Je odbor prenosovej techniky na prenos písmen, čísl a obrazov. Je:

1. Abecedná – ďalekopis – každé písmeno, číslo a znak má svoj kód a prenáša sa postupne po jednom znaku za sebou – telegram. Ďalekopisy sú mechanické, elektrické a elektronické.
 2. Obrazová – obraz sa rozloží na body a každý bod sa premení na elektrický signál. Ten sa preniesie a na druhej strane sa po bodoch vytvorí celý obraz – fax.
- Telegrafné signály sú nespojité – majú 2 stavy. Telegrafná rýchlosť je určená počtom impulzov prenesených za 1 sekundu. Jednotkou je 1 Baud, 1Bd.

Telefónia

Je odbor prenosovej techniky na prenos zvuku. Pri prenose sa najprv zvuk premení na elektrický signál, preniesie sa a opäť premení na zvuk.

Telefónne prístroje

Sa skladajú z:

- Mikrofón – uhlíkový, kde tlak zvuku stláča uhlíkový prech a ten mení svoj R
- Slúchadlo
- hovorový transformátor – galvanicky oddelí obvody mikrofónu a slúchadla, potlačí v slúchadle poslech vlastného hovoru a hluk
- vidlicový prepínač – odpojí prístroj od prúdu po zavesení
- zariadenie na vysielanie návestia – obvod, ktorý ak voláme, zvoní na druhej strane
- zariadenie na prijímanie návestia - zvonček

Telefónny prístroj MB – pri volaní sa zatočí kľukou, má vlastnú batériu. Používa sa v armáde.

Telefónny prístroj ÚB – naša bežná pevná linka. Napájací zdroj je v ústredni a napája všetky prístroje.

Spájacie zariadenia

Sú sústredené v telefónnych ústredniach. Tie sú:

- manuálne
- poloautomatické – ešte vyžadujú prítomnosť človeka
- automatické

Telefónia nosnými prúdmi

Po telefónnom vedení potrebujeme v jednom okamihu prenášať nie len 1 hovo, ale čo najviac. Preto sa používa telefónia nosnými prúdmi. Princíp:

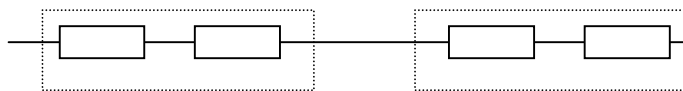
Každý hovor zaberie frekvenčné pásmo 4kHz. Celé frekvenčné pásmo je rozdelené po 4kHz na kanály, napr. prvý – základný hovor sa moduluje AM na 4kHz s potlačeným horným postranným pásmom a má pásmo 0-4kHz, druhý hovor – sa amplitúdovo moduluje na 8 kHz a zaberá pásmo 4-8kHz – 1. kanál. Tretí hovor sa AM na 12kHz, zaberá 8-12kHz = 2. kanál, atď.

Takto sa dá po 1 vedení preniesť stovky (vš súmerné káble), až tisíce hovorov (po súosých kábloch).

Optoelektronika

Je oblasť elektroniky, ktorá sa zaoberá prenosom informácií pomocou zmien parametrov SVETLA: intenzity, smeru a polarizácie. Bloková schéma optoelektronického prenosu:

Informácia, ktorú chceme preniesť sa najprv zosilní v zosilňovači 2, premení na svetlo s optickým modulátore 3 a vyšle po spájacom prostredí 6 do optického prijímateľa 4. Ten tvorí optický demodulátor – ten premení svetelný signál na elektrický a ten sa v zosilňovači 2 opäť zosilní. 2 a 3 spolu tvoria



optický vysielateľ.

Ako optické modulátory 3 sa používajú emisné diódy GaAs, GaAlAs vyžarujúce v infračervenej oblasti.

Ako optické demodulátory 5 sa používajú fotodiódy, fototransistory, fotorezistory a fototyristory.

Ako optické prostredie 6 sa používa:

1. Vzduch – iba na desiatky metrov, napr. výt'ah, diaľkové ovládanie, IR port počítača...
2. Optické vlákno – svetlovod. Skladá sa z jadra – priemer do 100 μ m a plášťa. Pri prenose potrebujú kvôli útlmu po desiatkach km svetelné zosilňovače. Ich výhodou je:
 - odolnosť voči elektrickému rušeniu
 - nevyžarujú energiu, nerušia ani sa nedajú odpočúvať
 - pri prerušení neiskria, malá spotreba energie.

- prenášajú frekvencie až do 1,6GHz