

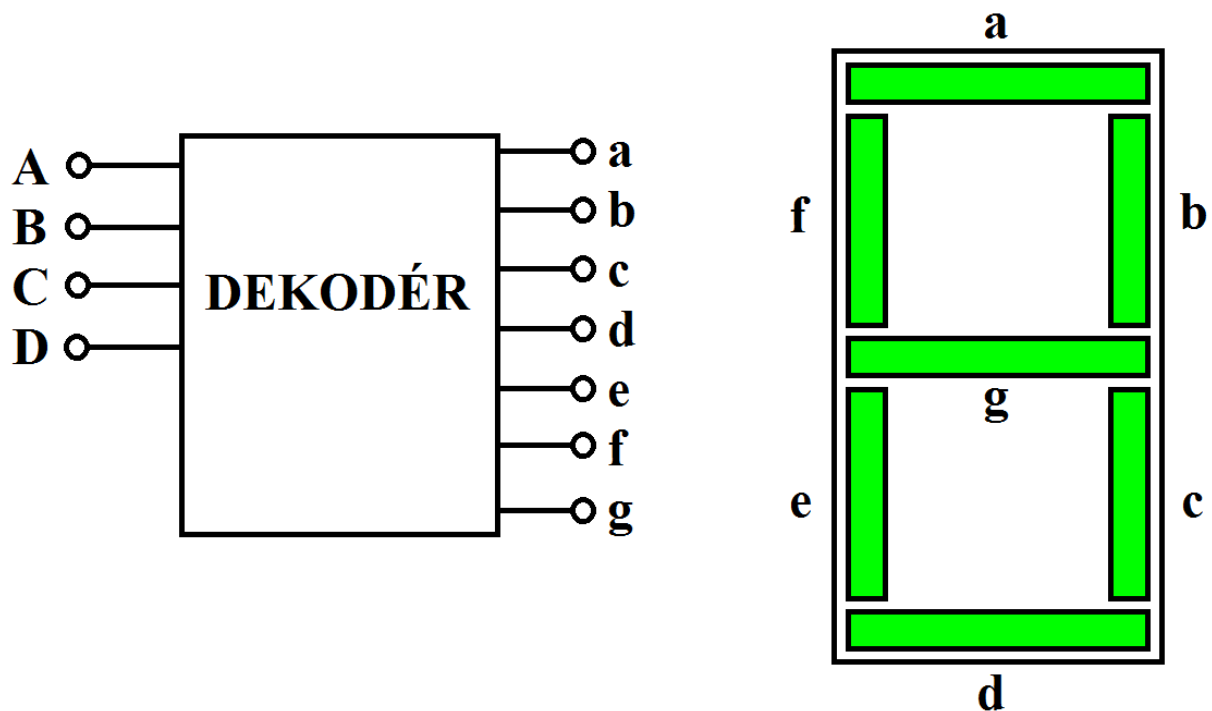
Základy číslicovej techniky.

Kombinačné logické obvody sú digitálne obvody, pri ktorých stav výstupov závisí len od momentálneho stavu vstupov. V každom čase je možné priradiť ľubovoľnej kombinácii vstupov vždy rovnakú príslušnú kombináciu výstupov. Základné kombinačné obvody, ktoré realizujú len jednu jednoduchú logickú funkciu, sa nazývajú aj hradlo. Správanie kombinačných obvodov je jednoducho definované pravdivostnou tabuľkou. Často sa jedná o veľmi jednoduché obvody, ktoré sa dajú zostaviť pomocou NAND hradiel. V jednoduchých prípadoch ich navrhujeme ručne s využitím Karnaughovej mapy, pri zložitých pomocou počítača s využitím McCluskey/Quine algoritmu.



Príkladom kombinačného logického obvodu je dekóder BCD v zapojení so 7-segmentovým displejom, ktorý sa často používa na zobrazovanie číslíc v digitálnych prístrojoch. **Kód BCD** (*Binary Coded Decimal*) je jedným z najčastejšie používaných kódov na reprezentovanie desiatkových čísel. V BCD kóde je každá desiatková číslica zakódovaná pomocou štyroch bitov, tak ako to znázorňuje tabuľka XXX. Toto kódovanie umožňuje uložiť dve číslice do jedného bajtu alebo zvyšné štyri bity vyplniť nulami tak ako je to definované v kóde EBCDI, či štvorbajtom 0011 ako definuje kód ASCII. Konverzia takto kódovaných čísel do všetkých systémov (vrátane systémov používajúcich kódovanie UNICODE) je triviálna.

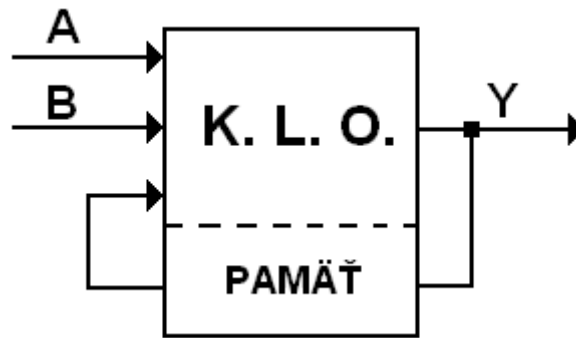
Tento kód bol od svojho vzniku kvôli rôznym výhodám či nevýhodám rôzne modifikovaný. Boli pozmenené váhové stavy jednotlivých bitov kódu, preto sa začali tieto váhy dopisovať za označenie kódu BCD. Klasickému kódu prislúcha kód 8421, kde prvý bit sprava má váhu čísla 1, druhý váhu čísla 2, tretí váhu čísla 4 a posledný váhu čísla 8. Napríklad číslo BCD 8421 kóde 0111 predstavuje číslicu 7 ($8 \cdot 0 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1$). Známe sú tiež kódy BCD 2421, BCD 84-2-1 alebo kód BCD 8421 firmy IBM, ktorý nulu kódoval bitmi 1010.



INPUTS				OUTPUTS							DISPLAY
D _D	D _C	D _B	D _A	O _a	O _b	O _c	O _d	O _e	O _f	O _g	
L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	9

$$Y = O_a + O_b + O_c + O_d + O_e + O_f + O_g$$

Sekvenčné logické obvody (nazývané aj **sekvenčné automaty**) sú také logické obvody, u ktorých závisí stav výstupov okrem aktuálneho stavu vstupov aj od minulého stavu vstupov, teda sekvenčné obvody majú pamäť. Najjednoduchšie základné sekvenčné obvody sa nazývajú preklápacie obvody (nespisovne „klopné“ obvody, kloπάky). Sekvenčné obvody sú zložitejšie na návrh ako kombinačné ale zvládnu úlohy, na ktoré sa kombinačné použiť nedajú vôbec, prípadne je výsledné zapojenie príliš komplikované. Návrhové algoritmy sú obdobné ako pri kombinačných obvodoch, ale pri návrhu vstupujú do výsledného riešenia nielen vstupy ale aj stavy. Zostaviť sa dajú pomocou hradiel (typicky NAND hradiel a preklápacích obvodov (preklápací obvod JK, preklápací obvod RS, ďalej KO) a pod.



Preklápacie obvody podľa stavov delíme:

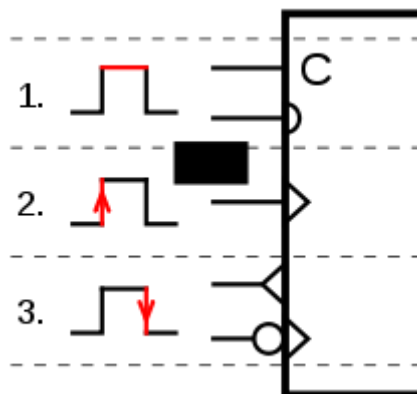
- **astabilné**: dva nestabilné stavy, žiaden stabilný
- **monostabilné**: jeden stabilný, jeden nestabilný stav
- **bistabilné**: dva stabilné stavy, žiaden nestabilný

Podľa spôsobu synchronizácie:

- **asynchrónne**: preklapia sa ihneď po zmene úrovne na niektorom riadiacom vstupe (angl. *Latch* alebo *Transparent latch*)
- **synchrónne**: preklapia sa len v závislosti od synchronizačného (*hodinový*, *taktovací*) vstupu, ktorý (úrovňou alebo zmenou úrovne) umožňuje reakciu obvodu na riadiace vstupy (angl. *Gated latch*, *Clocked latch*)

Podľa typu synchronizácie:

- synchronizácia **úrovňou** hodinového signálu (úrovňová alebo hladinová synchronizácia) (angl. *Gated latch* alebo *Clocked latch*)
- synchronizácia **nábežnou hranou** hodinového signálu (derivačná synchronizácia) (angl. *Positive edge triggered flip-flop*)
- synchronizácia **úbežnou (dobežnou) hranou** hodinového signálu (derivačná synchronizácia) (angl. *Negative edge triggered flip-flop*)

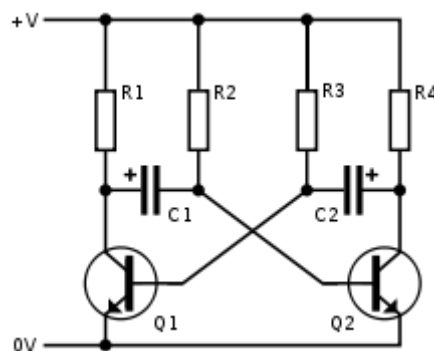


Podľa funkcie (týka sa len bistabilných preklápacích obvodov):

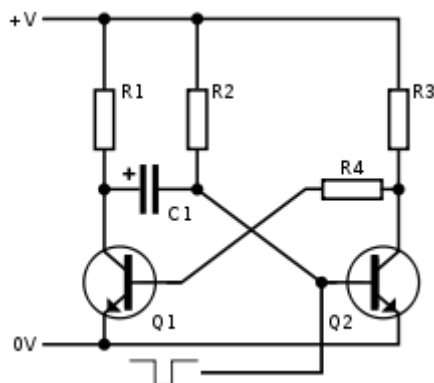
- RS, RST, D, JK, T, Schmittov preklápací obvod

Typy preklápacích obvodov

Astabilný preklápací obvod (multivibrátor) nemá žiaden stabilný stav a neustále sa preklápa medzi dvoma nestabilnými stavmi. Doby, počas ktorých obvod zotrúva v jednotlivých stavoch sú v najjednoduchšom prípade definované časovými konštantami RC obvodov, zložených z rezistora a kondenzátora (na obr. sú to R2-C1, R3-C2). Preklápací obvod môže byť symetrický (rovnaké časové konštanty pre oba stavy, AKO generuje pravouhlé impulzy so striedou 1:1) alebo asymetrický (strieda iná než 1:1). Stabilita frekvencie priamo závisí od parametrov obvodu (najmä teplota), ktoré sa menia v čase a tak ju výrazne ovplyvňujú. Tento typ preklápacieho obvodu sa používa napr. ako generátor impulzov.



Monostabilný preklápací obvod má jeden stabilný stav, z ktorého je ho možné vstupom preklopiť do nestabilného stavu. Obvod sa po určitom čase sám preklopí naspäť do stabilného stavu. Oneskorenie je zvyčajne definované časovou konštantou RC obvodu, zloženého z rezistora a kondenzátora (na obr. je to R2-C1). Po preklopení obvodu do nestabilného stavu sa kondenzátor začne cez rezistor nabíjať a po dosiahnutí určitého prahového napätia sa obvod preklopí späť do stabilného stavu, kondenzátor sa vybije a celý proces sa môže zopakovať. Tento typ obvodu sa využíva napr. ako oneskorovací obvod (typický príklad: ošetrovanie zámkov pri stlačení mechanického spínača) alebo časovač.

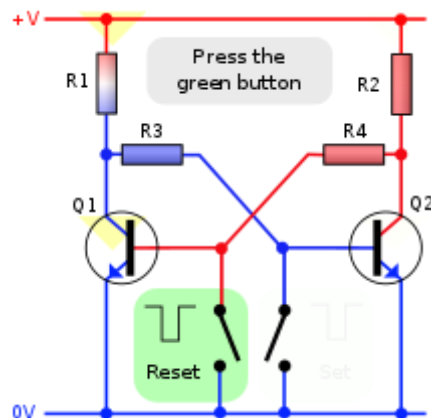


Bistabilný preklápací obvod (skr. **BKO**) sa môže nachádzať v jednom z dvoch stabilných stavov. Vstupmi obvodu je možné ho medzi týmito stavmi ľubovoľne preklápať. Tento typ

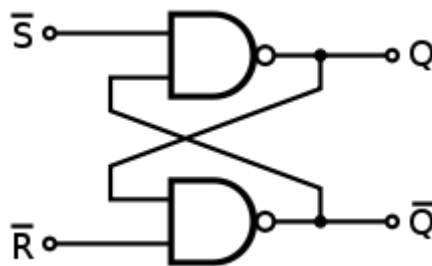
Technické prostriedky automatizovaného riadenia

Prednáška 3

preklápacieho obvodu slúži ako základ registrov, statických pamätí, čítačov a deličiek frekvencie.



Preklápací obvod RS (angl. *SR latch*) je najjednoduchší asynchrónny bistabilný preklápací obvod. Má dva vstupy: **R** (z angl. *Reset* – nulovanie) a **S** (z angl. *Set* – nastavenie). Uložená hodnota je k dispozícii na výstupe **Q**. Obvykle je k dispozícii tiež negovaný výstup **Q**.



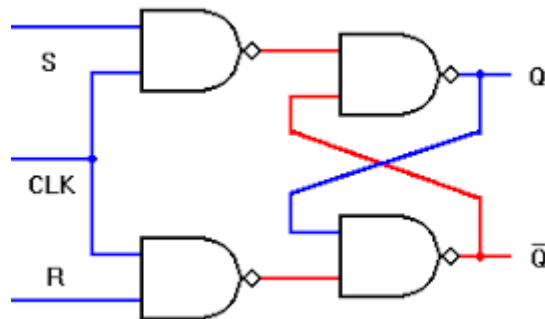
Základný stav oboch vstupov je log.0. V tomto režime si obvod pamätá naposledy nastavenú hodnotu. Privedením log.1 na vstup S sa obvod nastaví ($Q = \text{log.1}$) a vďaka vnútornej spätnej väzbe zostane nastavený aj po návrate vstupu S na log.0. Privedením log.1 na vstup R sa vynuluje ($Q = \text{log.0}$) a rovnako zostane vynulovaný aj po návrate R na log.0. Kombinácia $R = S = \text{log.1}$ sa nazýva *zakázaný* (alebo tiež nestabilný, hazardný) stav, pretože pri ňom nie je definované v akom stave zostane obvod po návrate R a S na log.0.

Pravdivostná tabuľka obvodu RS			
S	R	Q_{n+1}	pozn.
0	0	Q_n	zachovanie stavu
0	1	0	vynulovanie
1	0	1	nastavenie
1	1	?	zakázaný stav

Technické prostriedky automatizovaného riadenia

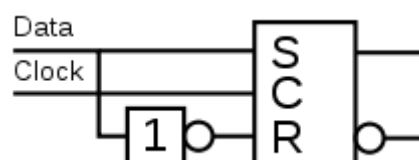
Prednáška 3

Preklápací obvod RST (angl. *Gated SR latch*) je *synchronný* variant obvodu RS. Princíp zostáva zachovaný, ale k preklopeniu obvodu dochádza len v konkrétnych prípadoch, v závislosti od hodnoty signálu na hodinovom vstupe **T** (alebo častejšie **C** z angl. *Clock* – hodiny). Obvod RST je synchronizovaný úrovňou (hladinová synchronizácia) hodinového signálu – stav je možné meniť po celú dobu trvania hodinového impulzu.



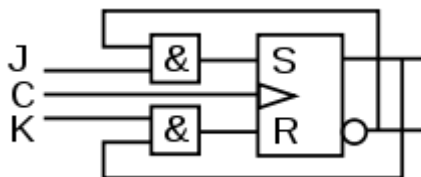
Pravdivostná tabuľka obvodu RST				
S	R	C	Q_{n+1}	pozn.
X	X	0	Q_n	zachovanie stavu
0	0	1	Q_n	zachovanie stavu
0	1	1	0	vynulovanie
1	0	1	1	nastavenie
1	1	1	?	zakázaný stav

Preklápací obvod D (z angl. Delay – zdržanie) je synchronný bistabilný preklápací obvod so vstupom D (Data) a hodinovým vstupom C (Clock). Obvod realizuje 1-bitovú pamäť. Pri nábežnej hrane hodinového signálu sa momentálna hodnota vstupu D skopíruje do vnútorného stavu a na výstup, kde zostane zachovaná až do nasledovnej nábežnej hrany hodinového signálu. Jednoduchý preklápací obvod D je možné zostaviť z obvodu RST tak, že na vstup S privedieme priamo hodnotu vstupu D a na vstup R jeho negovanú hodnotu (pozri obr.). Obvod sa potom pri log.1 na vstupe D nastaví a naopak pri log.0 vynuluje. Preklápacie obvody D sa v praxi väčšinou vyrábajú so synchronizáciou nábežnou hranou hodinového signálu. Mávajú tiež často okrem vstupu D vyvedené aj vstupy R a S, umožňujúce nastavenie a nulovanie obvodu (synchronne alebo asynchronne). Preklápacie obvody D tvoria základ posuvných registrov.



Pravdivostná tabuľka obvodu D			
D	C	Q_{n+1}	pozn.
X	0	Q_n	zachovanie stavu
0	1/↑	0	nastavenie log.0
1	1/↑	1	nastavenie log.1

Preklápací obvod JK je synchronný bistabilný preklápací obvod. Je rozšírením obvodu RST. Vstup J (= S) nastavuje log.1, K (= R) nastavuje log.0. Rozšírením je interpretácia vstupnej kombinácie R = S = 1, ktorá je pri obvode RS(T) zakázaná. Obvod JK pri tejto kombinácii vstupov zneguje (preklopí, invertuje) uloženú hodnotu. Názov obvodu je odvodený od mena Jacka Kilbyho – elektroinžiniera, neskôr oceneného Nobelovou cenou za fyziku, ktorý v roku 1958, počas práce pre spoločnosť Texas Instruments vyvinul integrovaný obvod. Preklápacie obvody JK sa v praxi väčšinou vyrábajú ako synchronizované nábežnou hranou. JK sú univerzálne preklápacie obvody, ktorými je možné v prípade potreby jednoducho nahradiť preklápacie obvody typov RST, D a T.



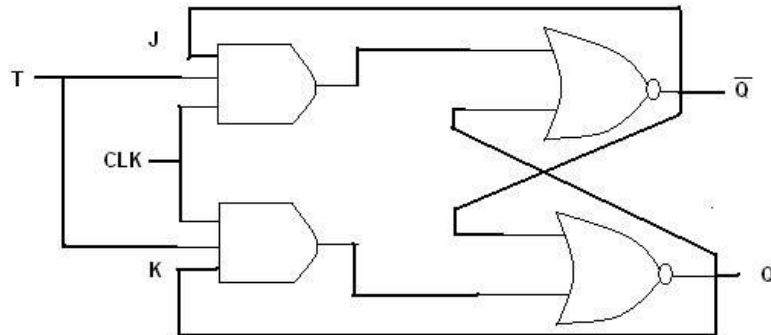
Pravdivostná tabuľka obvodu JK				
J	K	C	Q_{n+1}	pozn.
X	X	0	Q_n	zachovanie stavu (C = 0)
0	0	1/∧	Q_n	zachovanie stavu (J = K = 0)
0	1	1/∧	0	vynulovanie (J = 0, K = 1)
1	0	1/∧	1	nastavenie (J = 1, K = 0)
1	1	1/∧	$!Q_n$	znegovanie stavu (J = K = 1)

Preklápací obvod T (z angl. Toggle – preklopiť) je bistabilný preklápací obvod s jediným vstupom T (synchronný variant má navyše hodinový vstup). Ak je na vstupe T log.0, obvod zachováva predošlý stav. Po privedení log.1 na vstup T sa predošlý stav zneguje. Synchronný

Technické prostriedky automatizovaného riadenia

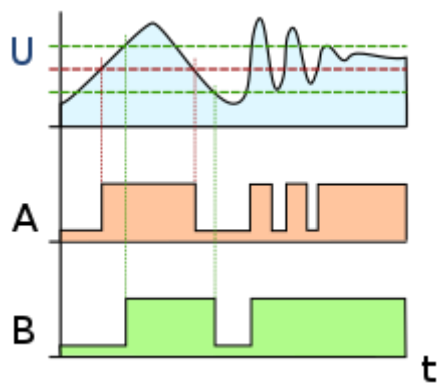
Prednáška 3

obvod T je možné vytvoriť z obvodu JK prostým prepojením jeho vstupov do jediného ($J = K = T$). Asynchrónny obvod T je možné vytvoriť zo synchronného prepojením hodinového signálu so vstupom T ($C = T$). Obvod T tvorí základ čítačov a deličiek kmitočtu. Po privedení pravouhlého signálu s frekvenciou f na vstup T asynchrónneho obvodu T (prípadne na vstup C synchronného obvodu T pri súčasnom nastavení vstupu T na log.1), dostaneme na jeho výstupe signál s frekvenciou $f/2$.

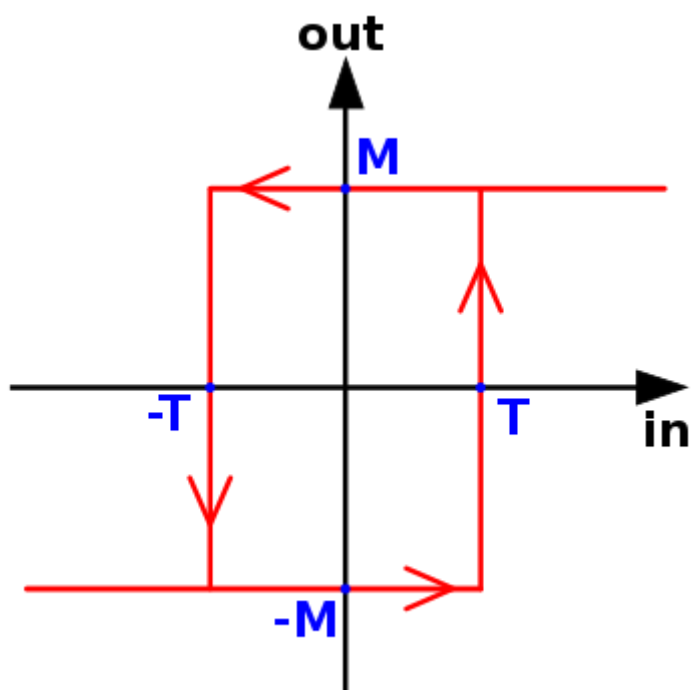


Pravdivostná tabuľka obvodu T			
T	Q_n	Q_{n+1}	pozn.
0	0	0	zachovanie stavu
0	1	1	zachovanie stavu
1	0	1	znegovanie stavu
1	1	0	znegovanie stavu

Schmittov preklápací obvod je preklápací obvod, ktorého napätie na výstupe sa mení skokovo so zmenou napätia na vstupe, pričom zmena výstupu pri náraste napätia vstupu nastane až pri vyššom napätí než zmena výstupu pri poklese napätia vstupu. Vďaka hysterézii sú tieto obvody imúnne voči superponovanému šumu na vstupe. Používajú sa ako vstupné obvody v prípadoch, keď sa do digitálneho obvodu privádza signál zvonka zariadenia, kde je možnosť, že signál bude zašumený.

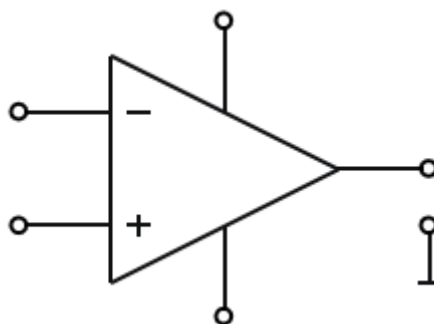


Priebeh na výstupe Schmittovho preklápacieho obvodu (**B**) v porovnaní s výstupom jednoduchého komparátoru (**A**) pri rovnakom priebehu na vstupe (**U**)



Operačné zosilňovače

Operačné zosilňovače (OZ) sú analógové integrované obvody (analógové – vstupné i výstupné signály sa menia spojito, to znamená, že môžu nadobúdať nekonečne veľa hodnôt). Sú to zosilňovače s veľkým napäťovým prenosom. OZ má dva vstupy (invertujúci (-) a neinvertujúci (+)) a jeden výstup. Operačné zosilňovače dokážu vykonávať operácie sčítat', odčítat', meniť znamienko, vytvárať rôzne časové priebehy, tvarovať signál. Patria medzi najrozšírenejšiu skupinu analógových obvodov. Základným parametrom operačných zosilňovačov napätia (prúdu) je to, že ich výstupné napätie je úmerné rozdielu vstupných napätí (prúdov).



Vlastnosti ideálneho OZ:

1. Nekonečné napäťové zosilnenie A_{OL} .
2. Nekonečná vstupná impedancia R_{VST} .
3. Nulová výstupná impedancia R_{VYST} .
4. Nekonečná rýchlosť nábehu SR .
5. Nekonečný rozsah výstupného napätia.
6. Nekonečne široké frekvenčné pásmo BW .

V praxi sa reálne OZ svojimi parametrami ideálnym OZ len približujú. Typické hodnoty základných parametrov dosahovaných u reálnych OZ udáva tabuľka XXXX

Parameter	Ideálny OZ	Reálny OZ
$A_{OL} (-)$	∞	5.104 - 1.106
$R_{VST} (\Omega)$	∞	1.105 - 1.108
$R_{VYST} (\Omega)$	0	1-100
$BW (Hz)$	∞	5.104 - 1.109
$SR (V/\mu s)$	∞	0,1 - 5000

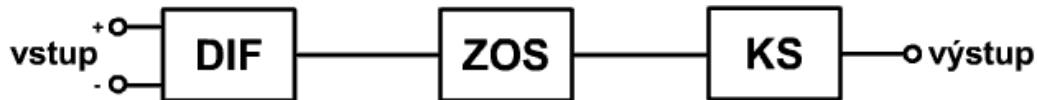
Vnútna štruktúra OZ

Operačný zosilňovač sa skladá z troch hlavných blokov - diferenciálneho, napäťového a výstupného zosilňovača. Kombináciu týchto obvodov dosahuje svoje kľúčové vlastnosti: vysokú vstupnú impedanciu, vysoké zosilnenie a nízku výstupnú impedanciu.

Diferenciálny (rozdielový) zosilňovač DIF na vstupe zabezpečuje veľké zosilnenie rozdielového vstupného napätia (medzi neinvertujúcim a invertujúcim vstupom), veľkú vstupnú impedanciu a čo najväčšie potlačenie súčtového vstupného napätia.

Napät'ový zosilňovač ZOS zabezpečuje viac ako polovicu hodnoty napät'ového zosilnenia A_{OL} celého operačného zosilňovača.

Koncový stupeň KS chráni pred prúdovým preťažením výstupu (skratu) a vytvára malý výstupný odpor.



Napájanie OZ je realizované symetricky, čo znamená použitie dvoch zdrojov napätia. Výhodou symetrického napájania je možnosť spracovávať vstupné napätie, ktoré sa pohybuje v kladných i záporných hodnotách vzhľadom k spoločnému vodiču, ktorý je obvykle tvorený zemou. Nevýhodou tohto zapojenia je potreba dvoch zdrojov napätia. Možno použiť aj nesymetrické napájanie z jedného zdroja napätia, ale musíme upraviť dané zapojenie (umelý stred, väzobný kapacitor na vstupe..) a každý OZ nemusí byť k tomu vhodný.

Použitie operačných zosilňovačov

Pri teoreticky nekonečnom zosilnení je možné pri použití zápornej spätnej väzby prakticky eliminovať nelinearitu každého zosilňovača. Prvky s operačným zosilňovačom sú také presné, že je s nimi možné vykonávať matematické operácie, odtiaľ aj ich názov.

Matematické operácie:

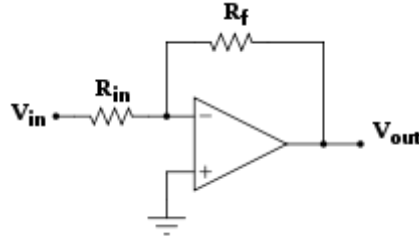
- Násobenie konštantou (jednoduchý zosilovač)
- Násobenie číslom
- Sčítanie/odčítanie dvoch čísel
- Delenie
- Integrál (podľa času)
- Derivácia (podľa času)
- Exponenciálna funkcia
- Logaritmus

S operačným zosilňovačom sa dajú vybudovať aj iné obvody, napríklad:

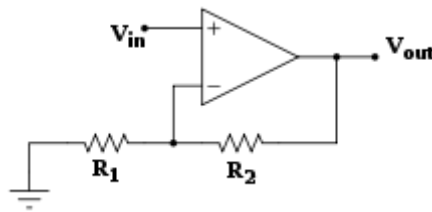
- Schmittov klopný obvod
- Oscilátor (astabilný klopný obvod) - aj harmonický (so sínusovým priebehom)
- Monostabilný klopný obvod
- a mnohé ďalšie

Základné zapojenia s OZ

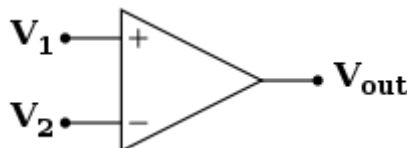
Invertujúci zosilňovač je jedno z najpoužívanějších zapojení s OZ. Na výstupe sa objaví vstupné napätie vynásobené zápornou konštantou (teda invertované). Veľkosť zosilnenia je daná pomerom rezistorov R_f a R_{in} .



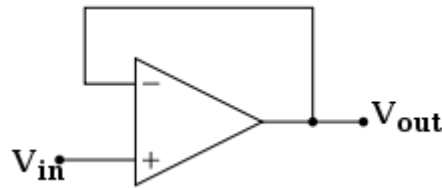
Neinvertujúci zosilňovač zosilňuje (násobí konštantou vždy väčšou ako 1) vstupné napätie. Oproti zapojeniu invertujúceho zosilňovača, ktorý má vstupnú impedanciu danú veľkosťou rezistora R_{in} , sa pri tomto zapojení vstupná impedancia blíži k nekonečnu a nezávisí na hodnotách rezistorov R_1 a R_2 .



Komparátor porovnáva napätia privedené na vstupy + a -. Ak je na vstupe + napätie vyššie, tak na výstupe je záporné saturačné napätie OZ. Pri bežných OZ je saturačné napätie výstupu rádovo o jeden až niekoľko voltov nižšie ako napájacie napätie. Špeciálna konštrukcia rail-to-rail OZ však umožňuje, aby výstupné napätie dosahovalo takmer hodnôt napájacieho napätia.



Napät'ový sledovač impedančne prispôsobuje veľkú impedanciu malej. Na výstupe má napätie rovné vstupnému napätiu. Vstupná impedancia je podobne ako pri neinvertujúcom zosilňovači vysoká, blížiac sa k nekonečnu. Na výstupe je impedancia veľmi nízka.



Modulácia signálu

Modulácia je proces ovplyvňovania nosného signálu, s cieľom prenesenia informácie, kedy je nosný signál ovplyvňovaný modulačným signálom. Modulačný signál je signál v základnom pásme, napr. analógový signál z mikrofónu, televíznej kamery, alebo číslicový (digitálny) signál. Opačný proces sa nazýva demodulácia.

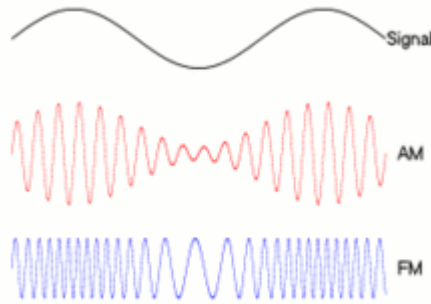
Obyčajne modulujeme jeden z trojice charakteristických parametrov elektrického signálu: fázu, frekvenciu alebo amplitúdu. Zariadeniu, ktoré vykonáva moduláciu hovoríme modulátor, zariadenie, ktoré vykonáva demoduláciu je demodulátor. Zariadenie vykonávajúce obe operácie je modem (spojenie oboch pojmov – modulácia, demodulácia). Pri analógovej modulácii sú zmeny aplikované spojitou v odozve na modulačný (dátový) signál. Pri číslicovej modulácii sú zmeny signálu volené z pevného zoznamu (modulačná abeceda) každého vstupu z ktorého je priradená rôzna časť informácie (symbol). Abeceda je obyčajne reprezentovaná konštelacným diagramom. Modulácia môže byť aplikovaná na rôzne aspekty signálu.

Modulácia rieši problémy súvisiace s prenosom signálu, ako sú nízky útlm, nízky rozptyl, šírenie elektromagnetických vln, prenos viacerých signálov v jednom frekvenčnom pásme na rôznych nosných frekvenciách (multiplexovanie), optimalizácia komunikačných ciest (kabeláž, antény).

Typy analógovej modulácie

Amplitúdová modulácia (AM) patrí medzi jednoduché spojitú modulácie a je súčasne aj historicky najstaršou, nakoľko sa začala používať pri experimentoch s rádiovým vysielaním už v roku 1900. V závislosti na zmene modulačného signálu sa mení amplitúda nosného signálu. Frekvencia a ani fáza nosného signálu sa pri tejto modulácii nemení. Klasická amplitúdová modulácia obsahuje nosnú vlnu a dve (súčtové a rozdielové) postranné pásma (DSB- Dual Side Band). Z rôznych dôvodov sa niekedy niektoré z týchto zložiek odstraňujú a tak vznikajú modulácie s jedným postranným pásmom (SSB – Single Side Band).

Frekvenčná modulácia (FM) je modulácia, pri ktorej sa mení frekvencia nosnej vlny, amplitúda a fáza zostávajú konštantné. Pôsobením modulačného signálu sa okamžitá hodnota frekvencie nosnej vlny mení tak, že veľkosť frekvenčnej zmeny, frekvenčný zdvih, závisí iba od veľkosti modulačného signálu a rýchlosť zmeny frekvencie okolo pôvodnej frekvencie (t. j. počet frekvenčných zdvihov za sekundu), závisí od výšky modulačného signálu.



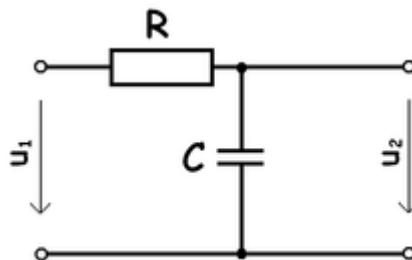
Filtrácia signálu

Meraním signálov a ich vhodným spracovaním získavame informácie o vlastnostiach objektov či veličín. Signály bývajú často zarušené vplyvom rôznych interferencií, prípadne zo signálov potrebujeme získať iba určitú časť. Pri analógovom meraní používame filtre od najjednoduchších pasívnych filtrov zložených z elektrotechnických súčiastok rezistorov, induktorov a kapacitorov až po komplikovanejšie aktívne analógové filtre realizované z pasívnej a aktívnej časti. Aktívne analógové filtre využívajú zapojenia s tranzistormi, operačnými zosilňovačmi a ďalšími. Výhodou analógovej filtrácie je cena a jednoduchosť zapojenia. Nevýhodou je závislosť na pracovných podmienkach (napríklad kolísanie teploty).

Pri číslicovom meraní sa zo skúmaného signálu vzorkovaním a digitalizáciou získa časový rad. K potlačeniu nežiadúcich zložiek a k vyzdvihnutiu žiadúcich zložiek signálov slúži číslicová filtrácia. V programovateľných meracích systémoch sa číslicová filtrácia obvyčajne vykonáva počítačom a ako číslicový filter slúži program, ktorý podľa vhodného algoritmu údaje v časovom rade spracováva. Výhodou číslicových filtrov je, že sú odolné voči ovplyvňujúcim fyzikálnym veličinám (napr. teplota), ich vlastnosti sa dajú ľahko modifikovať, dá sa u nich dosiahnuť lineárny priebeh fázovej frekvenčnej charakteristiky, môžu sa realizovať aj pre oblasť veľmi nízkych frekvencií.

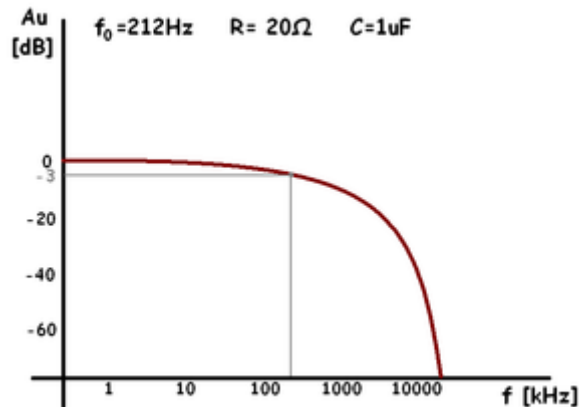
Základné zapojenia analógových filtrov

Dolno-priepustný filter (dolná priepusť) je lineárny filter, ktorý neprepúšťa signál s vyššou frekvenciou, ako je medzná frekvencia. Používa sa v jednosmerných a nízkofrekvenčných obvodoch pre spracovanie signálu za účelom eliminácie nežiaduceho šumu na vyšších frekvenciách. Často sa používa v audio technike, kde prepúšťa iba basové tóny s nízkou frekvenciou.

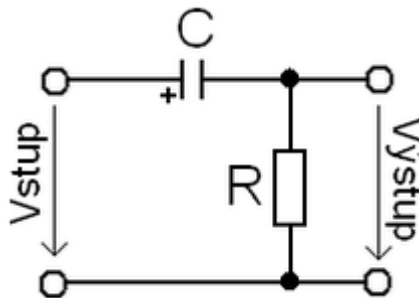


Najdôležitejším parametrom je medzná frekvencia f_0 , ktorá označuje hodnotu frekvencie, pri ktorej klesne zisk o 3dB (zhruba o 30%). Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

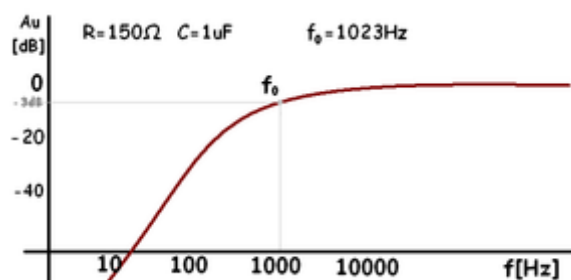


Horno-priepustný filter (horná priepusť) je lineárny filter, ktorý neprepúšťa signál s nižšou frekvenciou, ako je medzná frekvencia. Používa sa v jednosmerných a nízkofrekvenčných obvodoch pre spracovanie signálu za účelom eliminácie nežiaduceho šumu na nižších frekvenciách. Často sa používa v audio technike, kde prepúšťa iba tóny s vysokou frekvenciou.

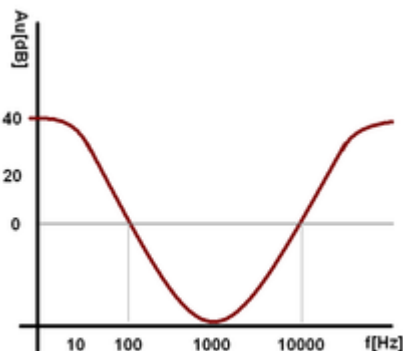
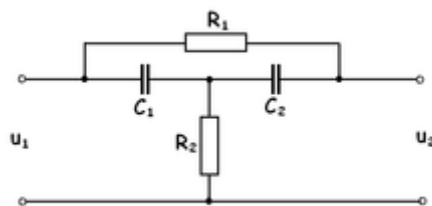


Najdôležitejším parametrom je medzná frekvencia f_0 , ktorá označuje hodnotu frekvencie, pri ktorej stúpne zisk o 3dB (zhruba o 30%). Vypočíta sa podľa vzťahu:

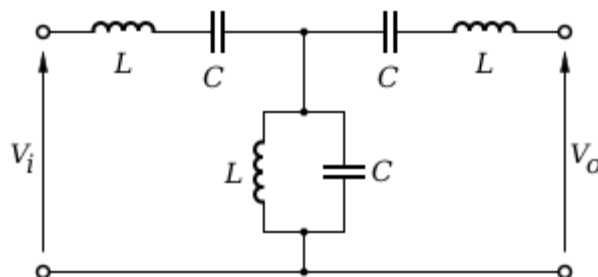
$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

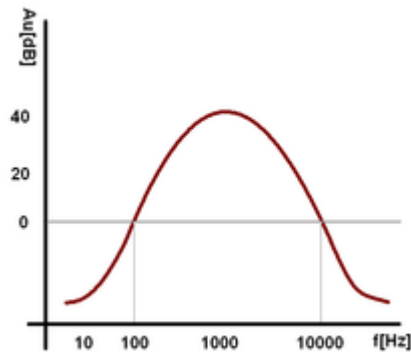


Pásmová zádrž je lineárny filter, ktorý neprepúšťa signál s určitými frekvenciami. Takto utlmené frekvencie môžeme ľubovoľne nastaviť pomocou úpravy hodnôt súčiastok zapojenia. Pasívne zapojenie je zložené iba z pasívnych súčiastok (R,L,C) a jeho nevýhodou je, že prenos je vždy stratový. Aktívne zapojenie využíva zosilňovač alebo OZ, ktorý zabezpečuje prenos s kladným ziskom.



Pásmová priepust' je lineárny filter, ktorý prepúšťa signál s iba určitými frekvenciami. Na rozdiel od dolno- a hornopriepustného filtra, pásmová priepust' prepúšťa iba pásmo definované dvoma medznými frekvenciami. Pasívne pásmové priepuste majú nevýhodu, že prenos je vždy stratový (nikdy nie vyšší, ako 1). Aktívne zapojenie využíva zosilňovač alebo OZ, ktorý zabezpečuje prenos s kladným ziskom. Pásmové priepuste predstavujú vždy filter minimálne 2. rádu, nakoľko obsahujú aspoň dva členy (dolno- a hornopriepustný filter).

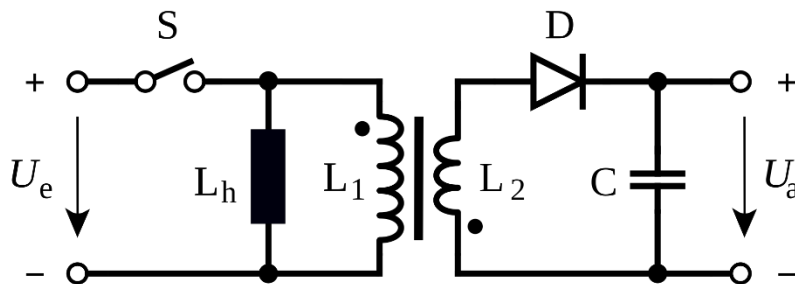




Galvanické oddelenie signálov

Elektrické obvody, ktoré navzájom zdieľajú niekoľko spoločných signálov, je niekedy potrebné elektricky (galvanicky) oddeliť. Príčin môže byť niekoľko:

- elektrická bezpečnosť
- rozdiel zemných potenciálov (napr. pri prepojení dvoch zariadení zapojených do rôznych zásuviek)
- ochrana pred následkami elektrostatických výbojov
- ochrana pred nebezpečnými prúdmi a napätiami napr. v lekárskej elektronike
- funkčné oddelenie, napr. pri spojení zariadenia (napr. meracieho prístroja) s iným zariadením ktoré je na vysokom elektrickom potenciáli



Metód galvanického oddelenia je viacero, líšia sa izolačným napätím, použiteľnosťou pre analógové či digitálne signály, minimálnou a maximálnou pracovnou frekvenciou ako aj inými vlastnosťami. V zásade je možné použiť oddelenie:

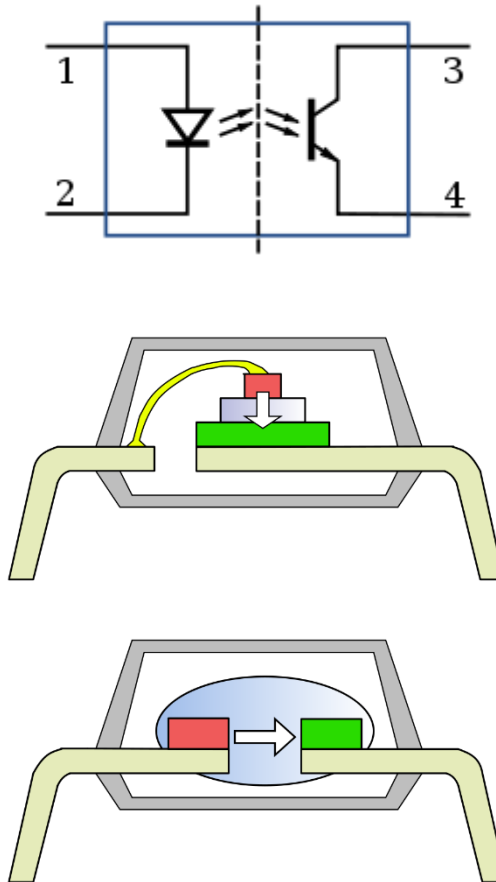
- optické – obvykle optočlenom - uplatňuje sa často v spojení s počítačmi, meracími ústredňami, PLC a pod., ale aj inde tam, kde je treba galvanicky oddeliť dve časti obvodu. Okrem bezpečnosti sa optickým oddelením dosiahne aj obmedzenie rušenia, ktoré samôže do obvodu indukovať, ak je príliš rozsiahly (napr. dlhé káble v káblových žľaboch, blízkosť výbojkových svietidiel a pod.)
- magnetické – transformátorom
- kapacitné

Optočleny sú vyrobené ako súčiastka pozostávajúca z LED diódy ako zdroj signálu a fototranzistora ako prijímača. V základnej podobe sú vhodné na oddelenie digitálnych signálov (existujú obvodové riešenia aj pre analógové signály) do cca 10 kb/s a poskytujú oddelenie do

Technické prostriedky automatizovaného riadenia

Prednáška 3

cca 1,5 kV. Modernejšie verzie optočlenov obsahujú ako detektor fotodiódu a jej nižšia citlivosť je kompenzovaná integrovaným zosilňovačom; takýto optočlen prenesie signály do cca 1 Mb/s.



V súčasnosti existujú aj integrované galvanické oddelovače na základe magnetického aj kapacitného oddelenia.