

A/D převodníky, D/A
převodníky, modulace

A/D převodníky

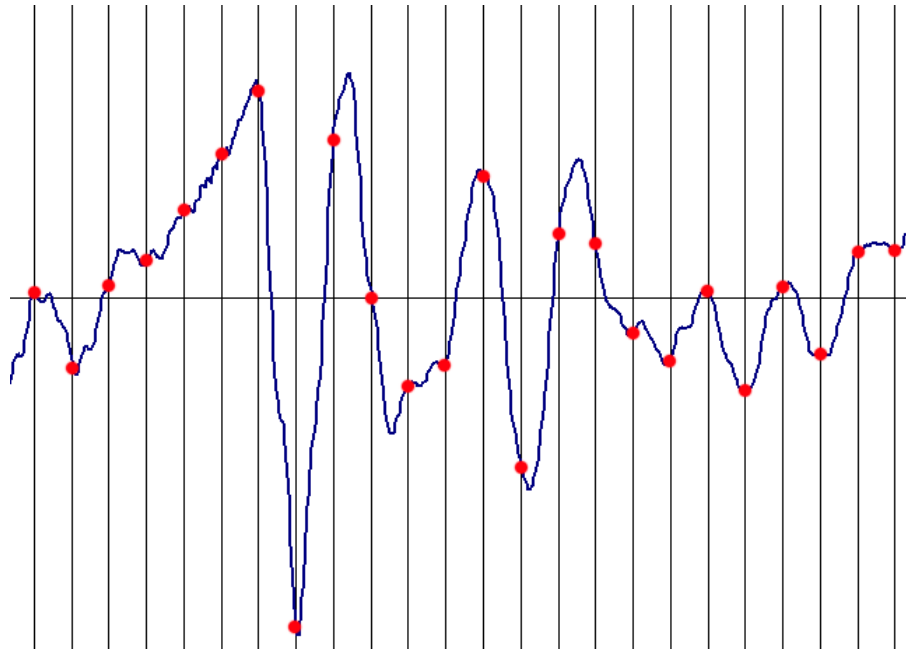
– převádí analogový (spojitý) signál na signál diskrétní z důvodu umožnění zpracování analogového signálu na číslicových počítačích

- z důvodu konečné kapacity paměti a konečně rychlých počítačů se musíme u reálného vzorkování při A/D převodu omezit pouze na nezbytně nutné množství vzorků, které budeme dále zpracovávat.

– převod spojitého signálu na diskrétní se skládá ze dvou fází. Nejprve se provede **vzorkování** signálu, a potom následuje **kvantování**.

Vzorkování

- Vzorkování se provede tím způsobem, že rozdělíme vodorovnou osu signálu (osa času) na rovnoměrné úseky a z každého úseku odebereme jeden vzorek. Dostáváme tak množinu diskrétních bodů s intervalem odpovídajícím použité vzorkovací frekvenci.
- Pokud se v původním spojitém signálu vyskytuje frekvence vyšší než je polovina vzorkovací frekvence (nazývaná též **Nyquistova frekvence**), dojde, jak praví **Shannonův teorém**, k úplnému a nenávratnému zkreslení signálu díky jevu nazývajícimu se **aliasing**.



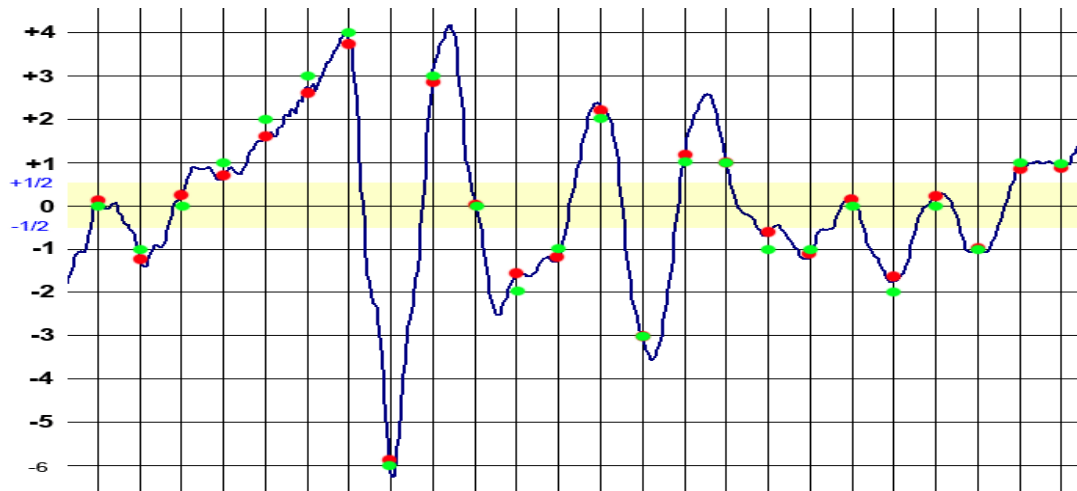
Aliasing

chyba vzorkování, která vzniká pokud vzorkovací frekvence je menší než dvojnásobek nejvyšší frekvence obsažené ve vzorkovaném signálu (Shannonův teorém)

- známou ukázkou aliasingu je například filmový záznam nějakého rychle se otáčejícího předmětu (například vrtule letadla, kdy se vrtule točí nepřírozeně pomalu – klam z důvodu nedodržení Shannonova teorému).
- ochrana proti aliasingu: dolní propust, která nedovolí frekvencím vyšším než je **Nyquistova frekvence** vstoupit do převodníku.

Kvantování

- jelikož počítače a další zařízení dále zpracovávající digitální signál umí vyjádřit čísla pouze s omezenou přesností, je potřeba navzorkované hodnoty upravit i na svislé ose
- níže (zelené tečky) je příklad kvantování celočíselnými hodnotami. Prostor kolem jednotlivých hodnot je rozdělen na toleranční pásy. Kterémukoliv vzorku, který padne do daného tolerančního pásu, je při kvantování přiřazena daná hodnota.
- velikost kvantizační chyby je vzdálenost mezi kvantovanými a původními navzorkovanými body. Velikost této chyby se pohybuje v intervalu $+1/2$ až $-1/2$ kvantizační úrovně (tolerančního pásu).



Druhy A/D převodníků:

Komparační

- paralelní A/D převodník
- s postupnou aproximací

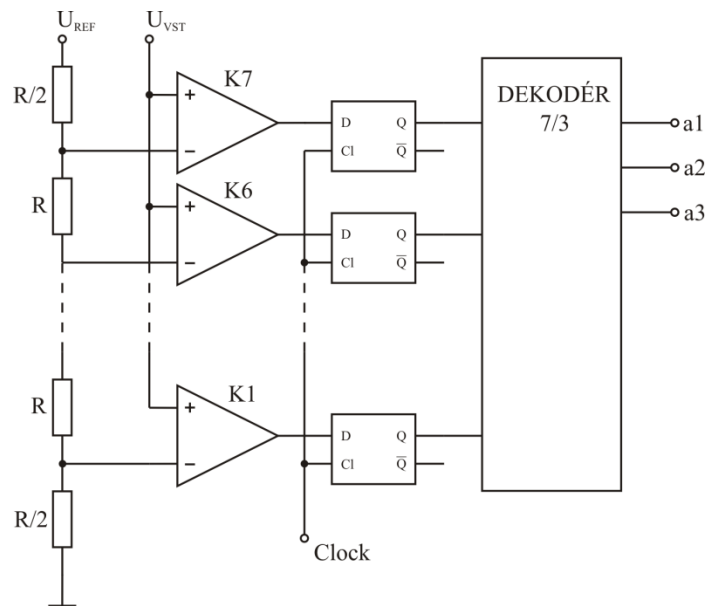
Kompenzační

- čítací
- sledovací
- s postupnou aproximací

Integrační s dvojitou integrací

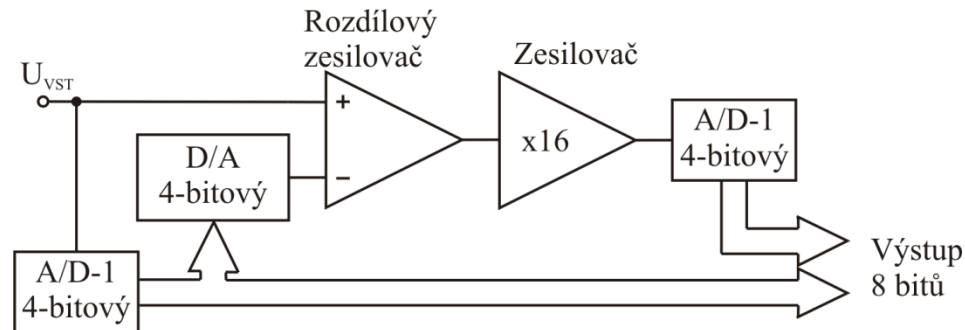
Komparační – paralelní A/D převodník

- nejrychlejší, drahý, převod probíhá v jednom časovém okamžiku
- kvantování se vyjadřuje v komparátorech, které porovnávají vstupní napětí s odstupňovaným referenčním napětím (vytváří se v odporové síti).
- převodník s rozlišitelností n -bitů obsahuje $2^n - 1$ komparátorů



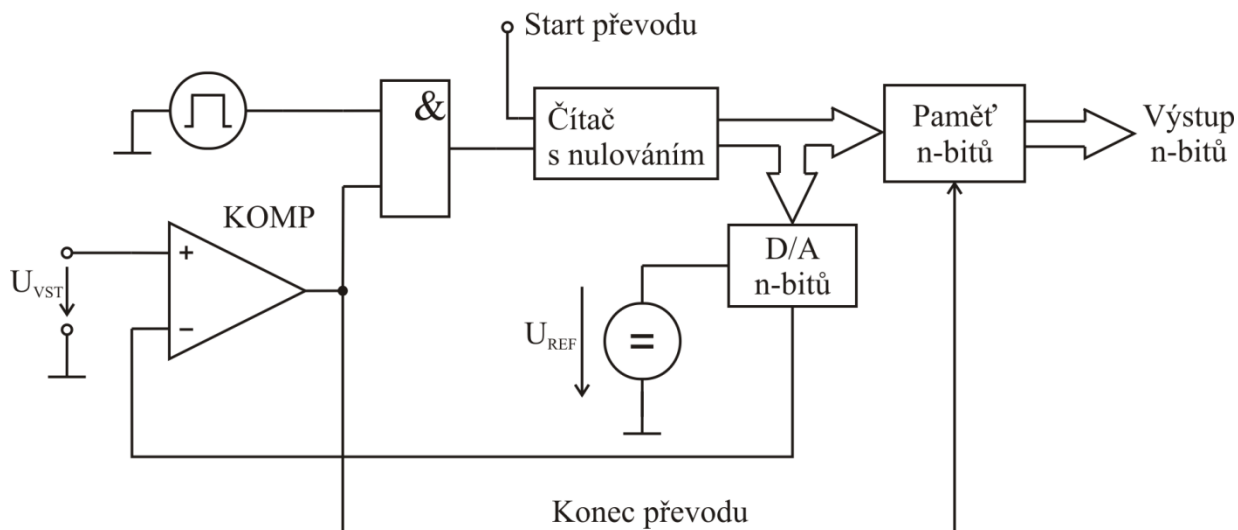
Komparační s postupnou komparací

- Snaha o obvodové zjednodušení paralelních převodníků při zachování relativně krátké doby převodu
- První komparační převodník A/D-1 provádí převod vyšších čtyř bitů výstupního slova, druhý A/D-1 provádí převod nižších bitů výstupního slova
- Výhodou je, že obsahuje menší počet komparátorů, při zachování vysoké rychlosti převodu.



Kompenzační čítačí

-Na začátku cyklu se spuštěním signálu start vynuluje čítač. Na vstupu je připojeno napětí, na výstupu komparátoru je $\log 1$ a do čítače začnou přes hradlo AND procházet impulsy z generátoru, obsah čítače se s krokem zvyšuje, z výstupu čítače jde také signál do zpětnovazební větve, ve které je zapojen číslicově analogový převodník. Napětí na výstupu D/A převodníku se postupně zvyšuje. Dosáhne-li toto napětí hodnoty vstupního napětí, překlopí se komparátor do stavu L, tím se uzavře hradlo, přeruší se impuls v generátoru, čítání se zastaví a do paměti se zapíše platné výstupní slovo. Další čítačí impuls se provede signálem start.



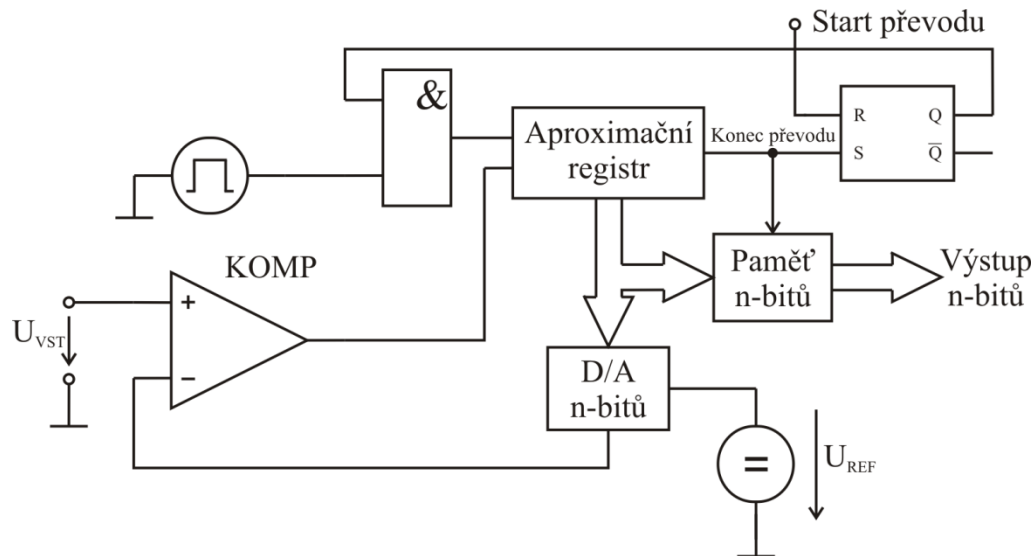
Kompenzační sledovací

- stejný princip jako čítací, pouze je použit obousměrný čítač
- napěťový komparátor řídí směr čítání
- v každém taktu hodinových impulsů se mění slova vždy o hodnotu LSB (stejně jako kompenzační čítací)

Kompenzační s postup. aproximací

-Při použití postupné aproximace se zkusmo nastaví jednotlivé váhové bity. Začíná se bitem MSB a končí bitem LSB. Na začátku cyklu převodu se nastaví hodnota převodu výstupu aproximačního registru na 10000000, čemuž odpovídá výstup zpětnovazebního D/A převodníku $U_{REF}/2$. Toto napětí se porovnává v komparátoru s vstupním napětím. Je-li U_{VST} větší než $U_{REF}/2$, ponechá se MSB nastaven na 1, v opačném případě se vrátí na 0. V druhém kroku se zkusmo nastaví na 1 další váhový bit. Na výstupu tedy bude 11000000 nebo 01000000, podle výsledku předchozího kroku. Opět se porovná zpětnovazební a vstupní napětí a aktuální bit se nastaví na 1 nebo se vrátí na 0, takto se postupuje až k LSB.

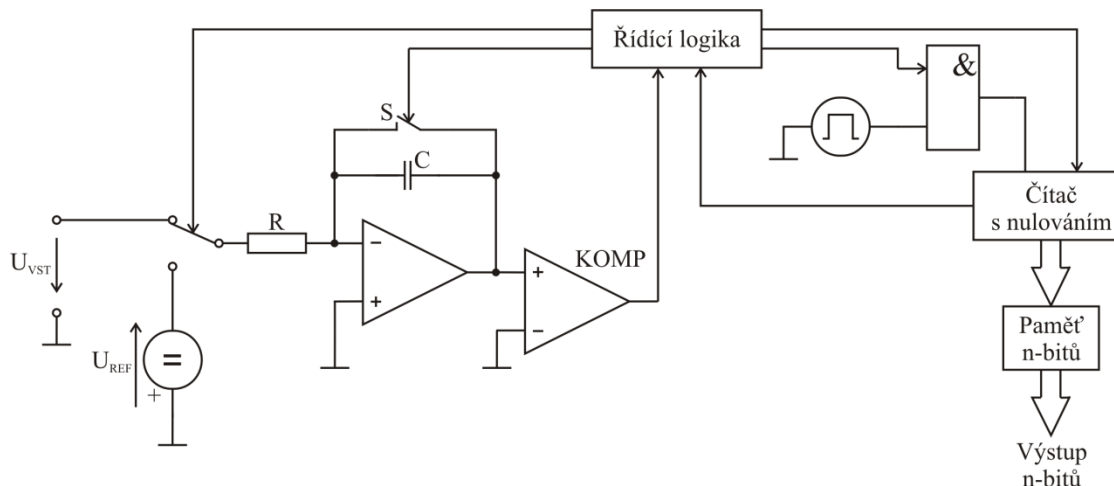
- doba převodu nižší než u čítacího/ sledovacího kompenzačního převodníku



Integrační s dvojitou integrací

-použití v multimetrech, eliminace vlivu časové nestability RC prvků a kmitočtu oscilátoru

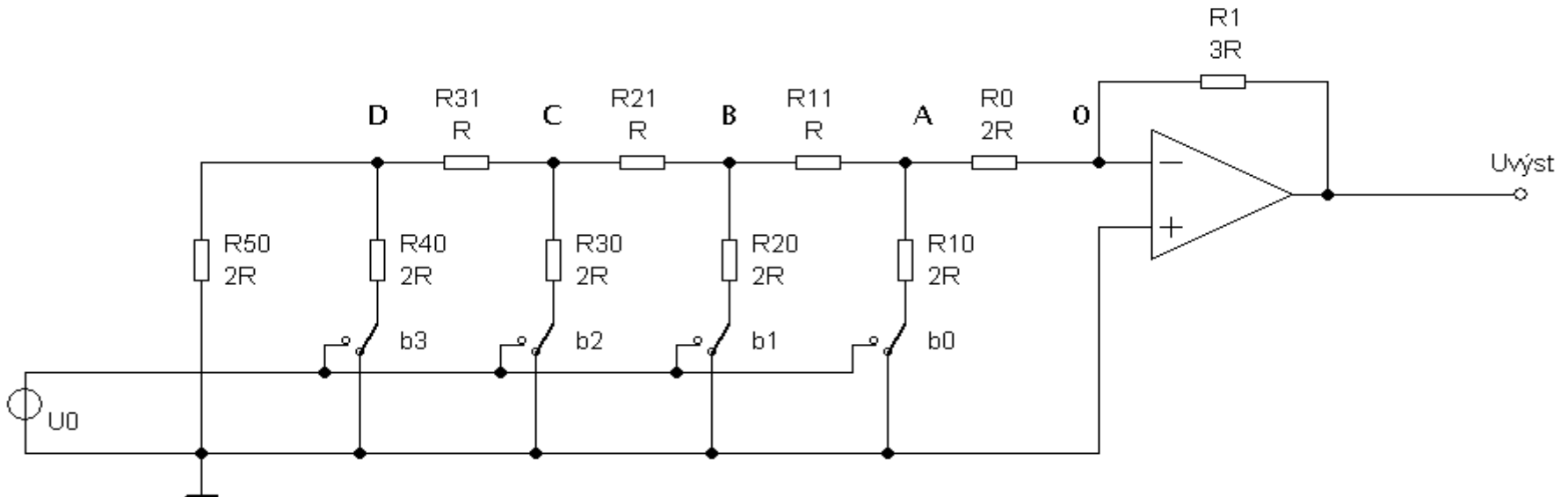
-Vlastní převod probíhá ve dvou taktech. Na začátku měřícího cyklu je integrační kondenzátor vybitý a čítač vynulovaný. V prvním taktu je na vstup integrátoru přivedeno vstupní napětí a čítač čítá impulsy generátoru. Absolutní hodnota napětí na integrátoru se zvyšuje se strmostí danou velikostí vstupního napětí. Tento děj probíhá tak dlouho, dokud nedojde k zaplnění čítače. V okamžiku přetečení čítače (všechny výstupy jsou ve stavu L) je zahájen druhý takt, přepne se přepínač a na vstup integrátoru se připojí referenční napětí opačné polarity, než je vstupní napětí. Absolutní hodnota výstupního napětí integrátoru se zmenšuje. Jakmile dosáhne nulové hodnoty, překlopí komparátor a tím se ukončí převod.



D/A převodník realizovaný R-2R sítí

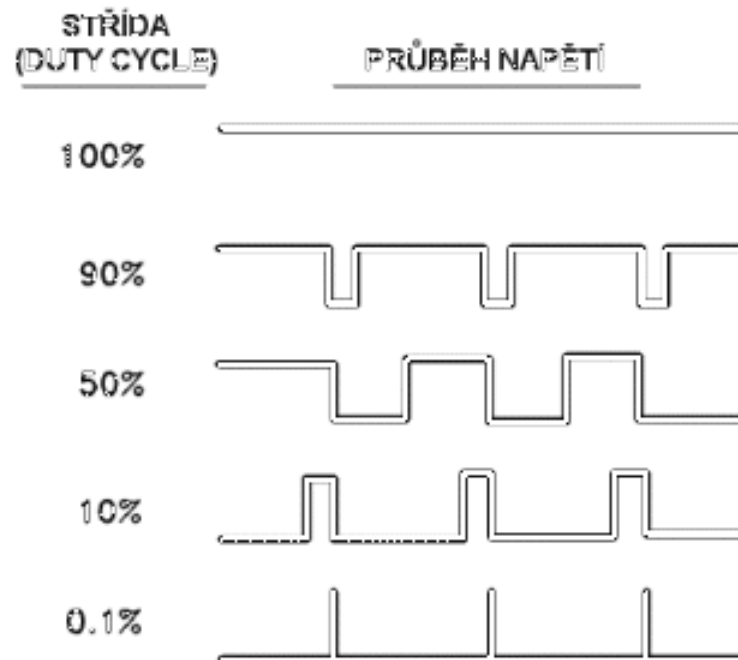
-Přepínače označené b0 až b3 představují digitální vstup převodníku. Bit b0 má největší váhu (MSB), bit b3 má nejmenší váhu (LSB). Má-li příslušný bit hodnotu "log 1" je přepínač v poloze připojené na zdroj referenčního napětí U_0 , má-li příslušný bit hodnotu "log 0" je přepínač v poloze připojené na společnou svorku (zdroj nulového napětí).

Ideální zdroj referenčního napětí si můžeme nahradit shodnými nezávislými zdroji zapojenými v jednotlivých větvích. Celý obvod můžeme považovat za lineární. Výstupní napětí budeme hledat metodou lineární superpozice postupným sčítáním příspěvků jednotlivých bitů s hodnotou "log1"



PWM modulace

- jde o signál s konstantní periodou T , kde se mění střída napětí (tj. poměr délky impulzu ku délce mezery uvažovaný v jedné periodě). Střída se uvádí někdy jako poměr (1:1,2:1,1:5 atd.), kdy je nutné uvést které číslo představuje impulz a které mezeru. Někdy se střída vyjadřuje procentuálně (100%,50%,0.1% atd.), kde 100% představuje ideální poměr 1:0, 50% poměr 1:1 atd. Poměr délky impulzu ku délce mezery bývá v zahraniční literatuře nazýván Duty Cycle.

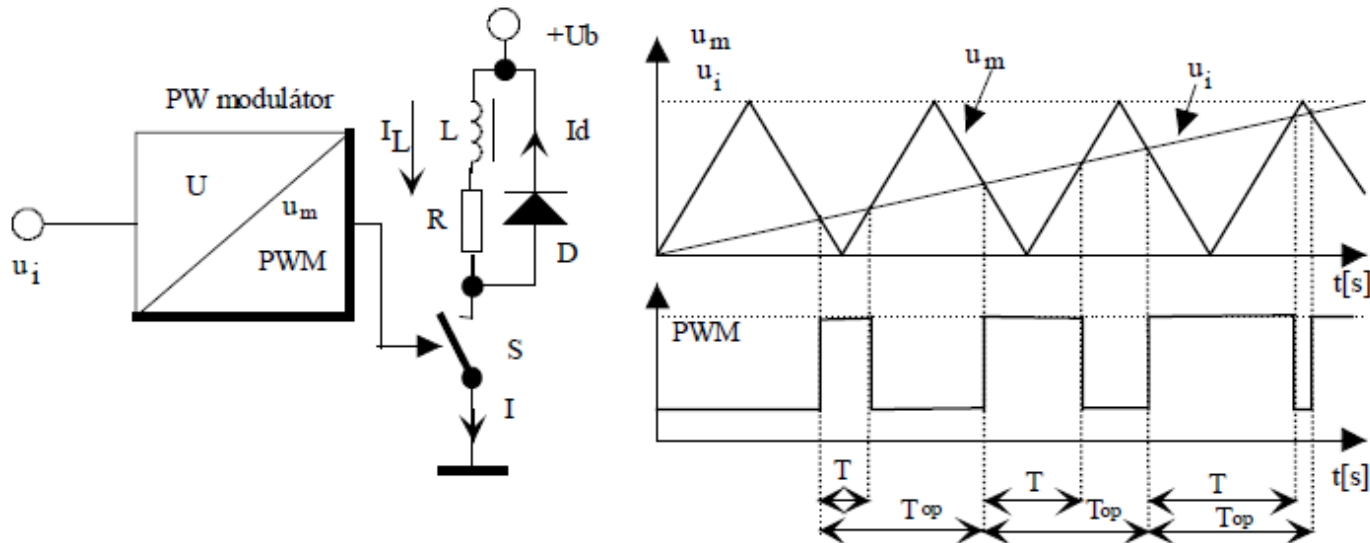


PWM - použití

- obecně v systémech výkonové elektroniky a řídicí technice
- velký pokrok výkonové elektroniky (umožňující řízení výkonů v rozsahu 1 W až do 10^8 W, spínací součástky vhodné pro malé napětí a velké proudy (MOSFET) a naopak pro vysoké napětí a i pro relativně vysoké proudy (IGBT, SCR, Triac, MCT, SITH, SIT, GTO a pod.)) dostává do popředí právě systémy s pulsní šířkovou modulací.
- důležitou okolností je výběr počtu kvadrantů, ve kterých se při konkrétní aplikaci bude operovat. Jsou aplikace jednokvadrantové, dvoukvadrantové a konečně univerzální - čtyřkvadrantové.

PWM–jednokvadrantové operace

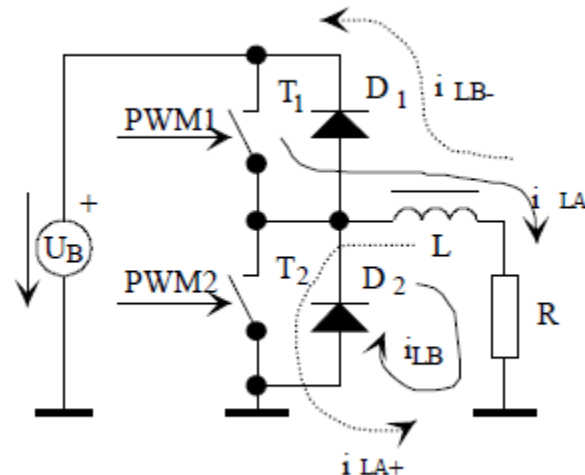
- Pulzní šířkový modulátor převádí vstupní napětí u_i , které nabývá hodnot v intervalu $0 \leq u_i \leq U_{imax}$ na interval T (t.j. délka aktivní části periody T_{op}). Spínač S periodicky spíná kombinovanou zátěž a tím se plynule řídí výkon na zátěži.



PWM-dvoukvadrantové operace

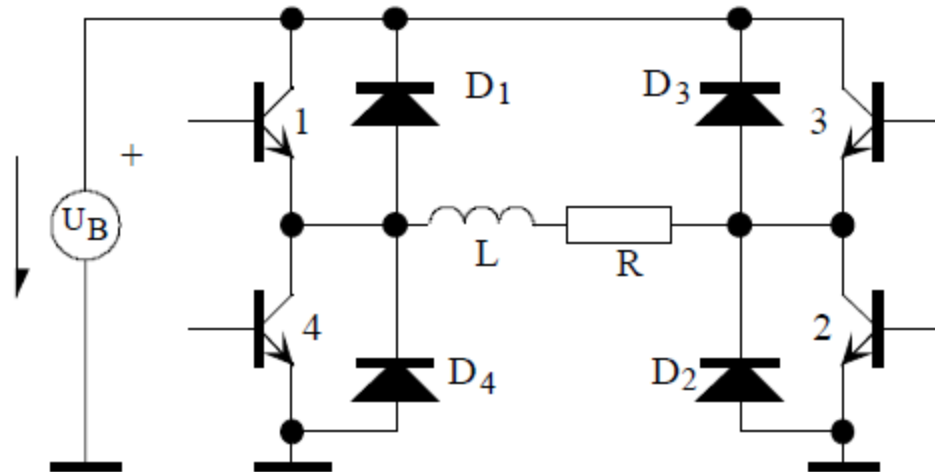
-pro řízení výkonového zesilovače dávají obecnější možnosti řízení výkonu proti řízení jednkvadrantovému. Při dvoukvadrantovém řízení je možné řídit nejen velikost řízeného výkonu na zátěži, ale také určovat směr řízeného výkonu. V praxi to znamená, že touto modulací lze řídit výkon na zátěži i v případě, když se zátěž změnila ve zdroj výkonu.

-obvykle používají dva spínače, které se řídí pulzní šířkovou modulací s několika možnými formáty. Existuje několik možností, jak oba spínače řídit vhodnou PWM. Předpokládejme, že zátěž bude např. ss motor, který představuje kombinovanou R, L zátěž. Pokud je přívod energie na hřídeli motoru z vnějšího zdroje síly vyšší, motor se změnil v generátor a dvoukvadrantové řízení umožňuje řízené brzdění motoru v modu disipativním (brzdná energie se mění v teplo) a nebo v módu rekuperačním

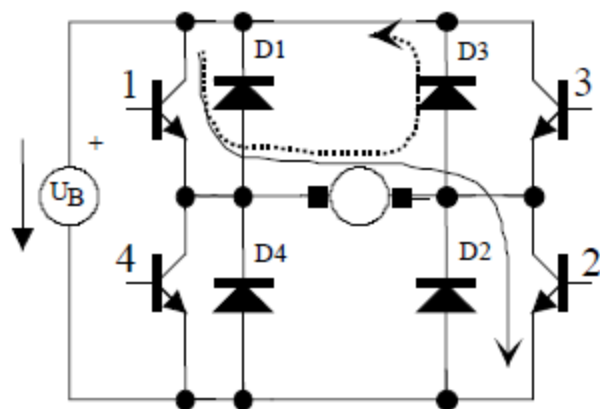


PWM – čtyřkvadrantové operace

-Čtyřkvadrantové proporciální řízení s PWM je obecné řízení, které umožňuje řízení příkonu i výkonu ss motoru v obou směrech točení a umožňuje řízené rekuperační brzdění. Proto je čtyřkvadrantové řízení základem všech polohových i rychlostních servomechanismů. Nejčastěji používané zapojení silové části tvoří můstkové uspořádání čtyř hlavních spínačů.



PWM-čtyřkvadrantové řízení



I. Kvadrant
Motorový režim

Aktivní část periody:

U_B - S1 - motor - S2 - GND

Pasivní část periody:

S1 - motor - D3

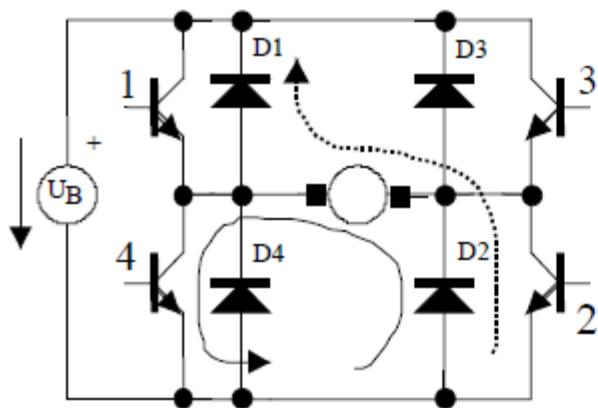
→ proud v aktivní části periody PWM

.....→ proud v pasivní části periody PWM

S2 - PWM

S1 - trvale sepnut

PWM-čtyřkvadrantové řízení



II. Kvadrant
Generátorový
režim

Aktivní část periody:

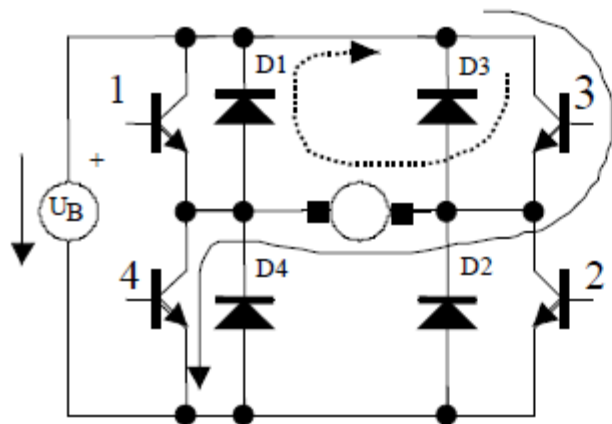
D2 - motor - S4

Pasivní část periody:

GND-D2 - motor - D1- U_B

S4 - PWM

PWM-čtyřkvadrantové řízení



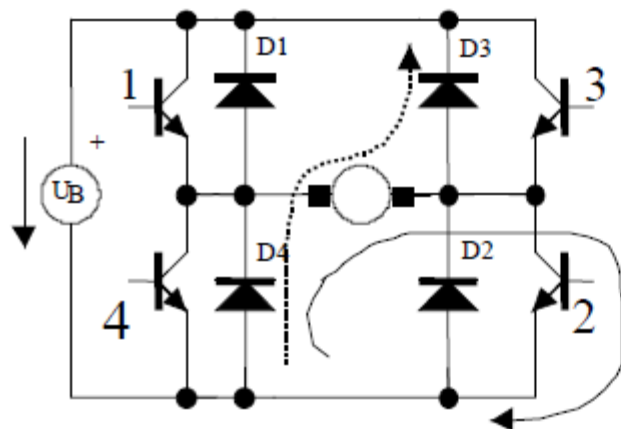
III. Kvadrant
Motorový režim

Aktivní část periody:
 U_B - S3 - motor - S4 - GND
Pasivní část periody:
S3 - motor - D1

S3 - trvale sepnut

S4 - PWM

PWM-čtyřkvadrantové řízení



IV. Kvadrant
Generátorový
režim

Aktivní část periody:

D4 - motor - S2

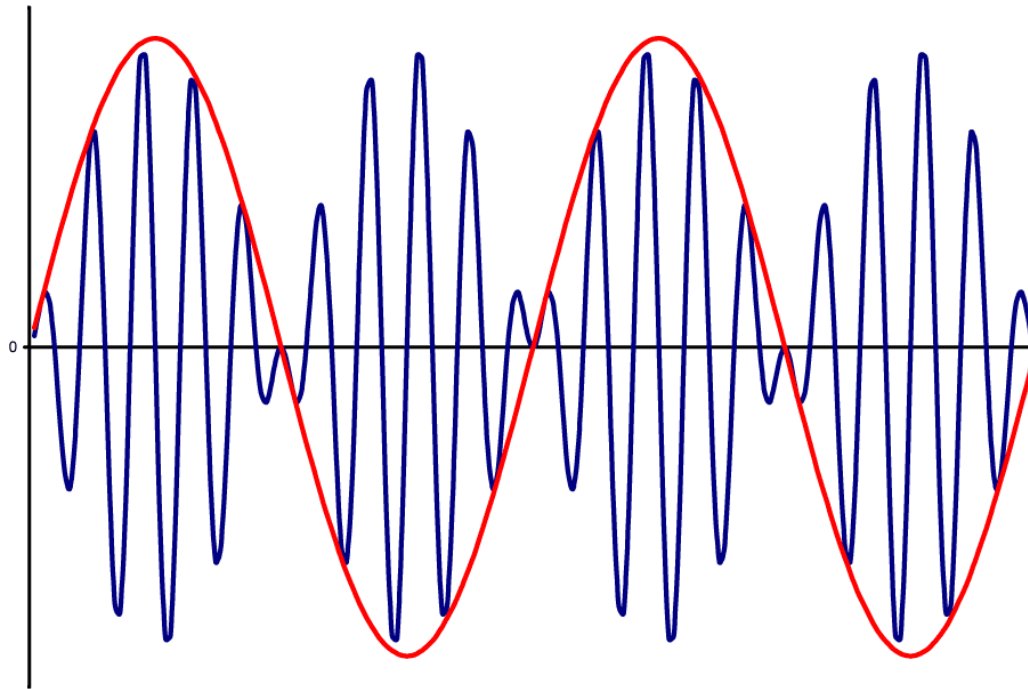
Pasivní část periody:

GND - D4 - motor - D3 - U_B

S2 - PWM

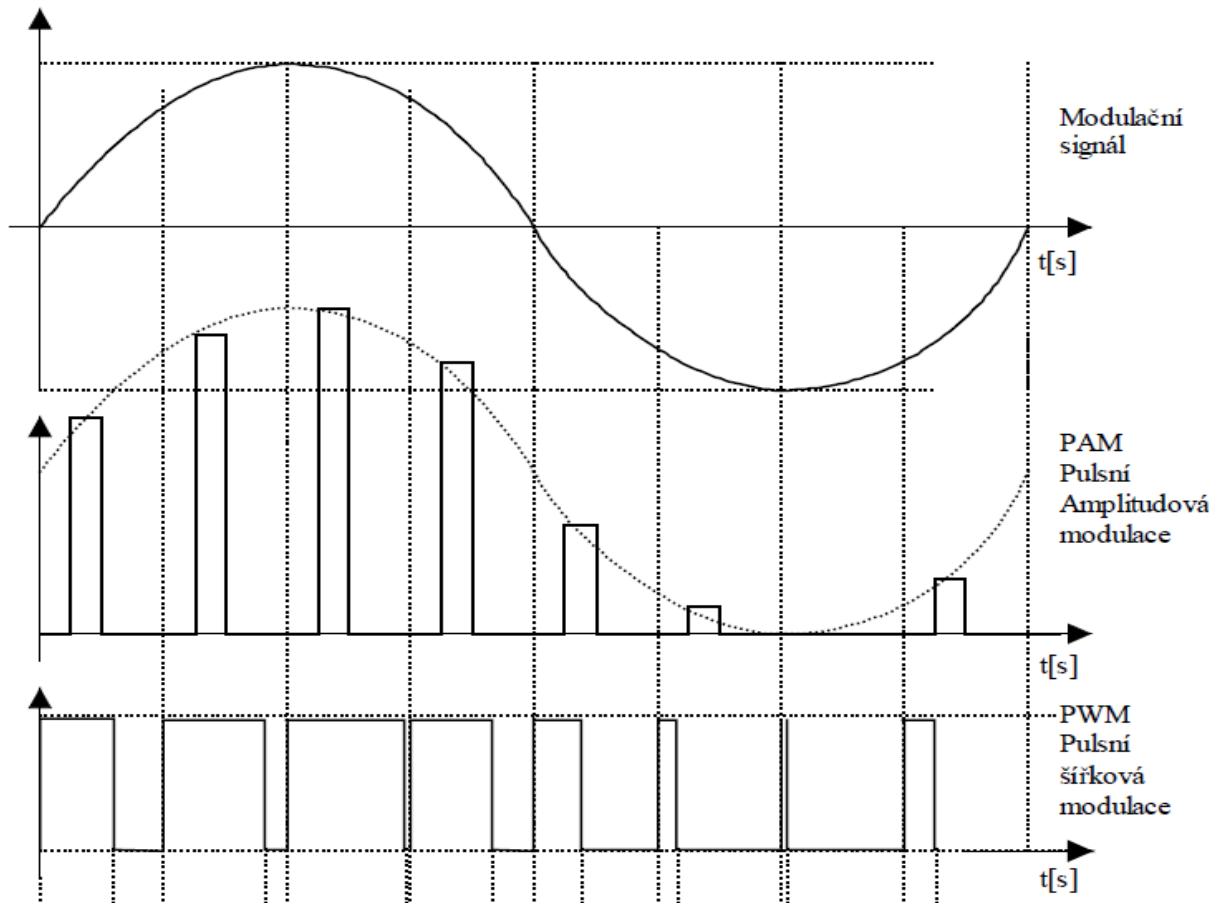
Další typy modulací

- AM – amplitudová modulace, vysílá ve stejných časových intervalech impulsy stejné šířky, ale s amplitudou úměrnou amplitudě přenášeného signálu.



Další typy modulací

Porovnání PWM a PAM modulace



Další typy modulací

- FM – frekvenční modulace, vysílá se stejnou amplitudou, avšak frekvence je úměrná amplitudě přenášeného signálu.

