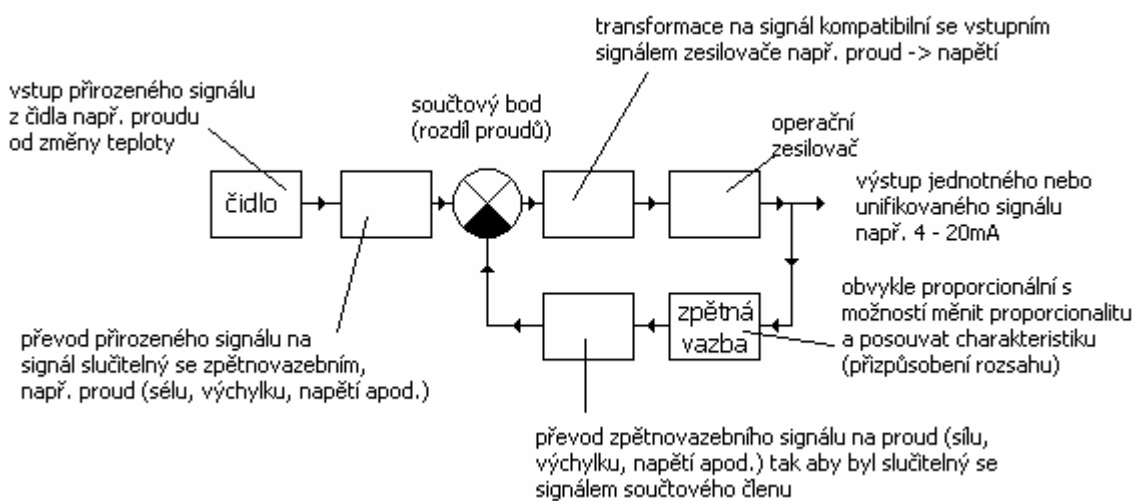


Signálové a mezisystémové převodníky

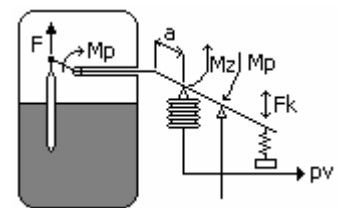
Tyto převodníky slouží pro generování jednotného nebo unifikovaného signálu z přirozených signálů vznikajících v čidlech. Často jsou nazývány **vysílači** příslušné fyzikální veličiny (např. vysílač tlaku, teploty apod.) Princip stavby těchto signálových převodníků v podstatě nezávisí na fyzikálním principu senzoru (čidla). Využívá se zde operačních zesilovačů a principu záporné zpětné vazby viz. obr.. Podstatné pro realizaci takového převodníku je kompatibilita signálů vstupujících do součtového bodu to znamená, že zpětnovazební i přímý signál musí být stejné to jak v rozsahu tak ve fyzikální veličině a jejich rozdíl musí být zpracovatelný OZ. Mechanické zpětné vazby mají podstatně lepší výsledky použití síly (momentu) oproti výchylce. Zařízení je pak jednodušší a má lepší časovou konstantu i přesnost. Výsledný přenos pak dostaneme z rovnic rovnováhy momentů, sil, napětí nebo proudů.

Blokové schéma mezisystémového převodníku



Přenos bloku zpětné vazby musí mít možnost přestavovat konstantu proporcionalnosti a přičítat do zpětnovazebního signálu nastavitelnou konstantu. Změna proporcionality mění zesílení a přičtená konstanta posouvá nulový bod. To dovolí nastavit převodník tak, aby bylo možné na výstupu dostat plný rozsah jednotného signálu – 0 – 100%.

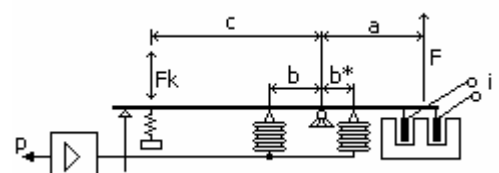
Pneumatický vysílač hladiny – síla F od vztakového plováku se přenáší torzní ucpávkou (klikou) jako moment M_p plováku. To způsobí natočení páky, která v roli klapky způsobí nárůst výstupního tlaku p_v . Tento tlak vytvoří ve zpětnovazebním vlnovci na rameni a zpětnovazební moment M_z . Změnou délky ramena a je možné měnit rozsah snímané hladiny při stejném rozsahu výstupu 20 – 100kPa. Změnou předpětí pružiny se nastavuje nula. Z rovnováhy momentů $M_p = M_z + M_k$ ve sčítacím bodu vyjádřením zjistíme, že výstupní tlak p_v je úměrný výšce hladiny h .



Rozdíl mezi signálovým převodníkem a mezisystémovými převodníky spočívá v tom, že **signálové převodníky transformují přirozený signál na jednotný nebo unifikovaný**, ale **mezisystémové převodníky transformují unifikovaný signál jedné energie na unifikovaný signál jiné energie**.

Např. převodníky E-P; P-E; E-H.

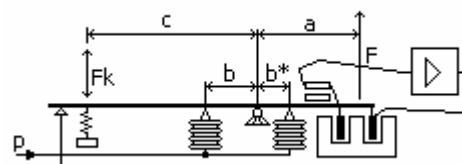
Převodník E-P – moment vyvozený pneumatickým signálem je ve srovnání s momentem získaným od signálu elektrického příliš velký a ani volbou pákového převodu ho nelze redukovat, proto se používá



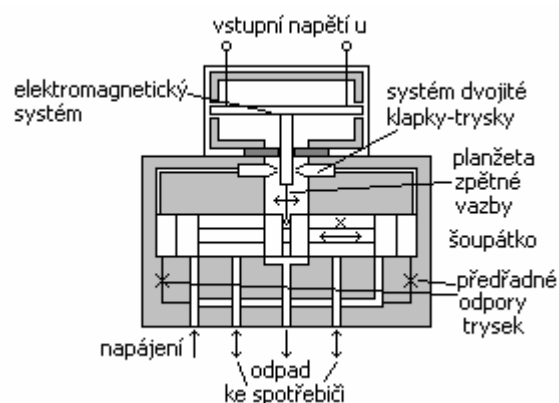
kombinace kladného a záporného účinku stejných vlnovců na nestejně dlouhých ramenech páky. Pro rovnováhu musí platit rovnice

$$i \cdot k \cdot a = S_V \cdot (b - b^*) \cdot p_v + c \cdot F_k$$

Převodník P-E – zde je rovnováha sledována indukčním nebo kapacitním snímačem polohy, jehož signál po výkonovém zesílení působí zpětnovazebně v cívce elektromagnetického systému. Pro rovnováhu platí rovnice: $p \cdot S_V \cdot (b - b^*) = k \cdot i$



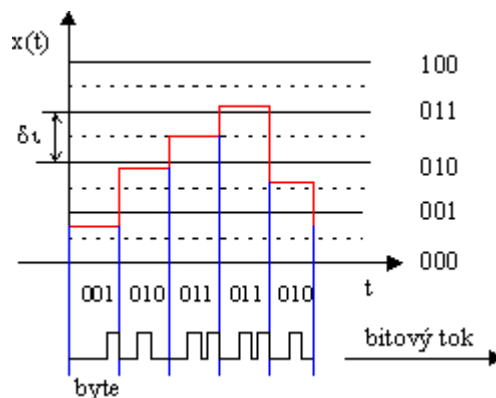
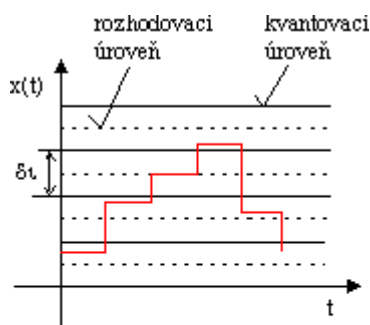
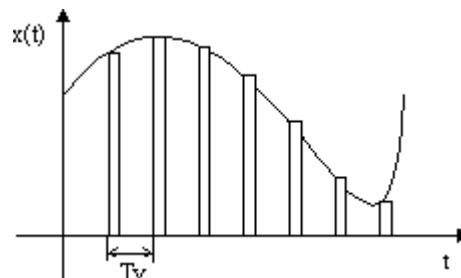
Převodník E-H – jako operační zesilovač se zde používá tryskového rozvodu **ASKANIA** nebo **dvoutryskového** rozvodu. Klapka rozvodu je vychylována elektromagnetickou silou. Tím se mění rozdělení tlaků v jedné a druhé trysce, čímž dojde k posouvání šoupátka. To se děje tak dlouho, dokud se síly nevyrovnají od zpětnovazební planžety a elektromagnetického systému. Tím se dosáhne proporcionality mezi vstupním elektrickým signálem a výslednou polohou šoupátka, které opět proporcionalně odpovídá výstupní průtok (tlaková diference).



Analogově – digitální převodníky

A/D převodník je elektronický systém převádějící spojitě proměnný výstupní signál zpravidla napětí U_M na posloupnost číselných hodnot.

- V prvním kroku je třeba analogový signál v určitých časových okamžicích Δt **ovzorkovat** a to při dodržení Shannon-Kotělnikova teotému $F_v \geq 2F_{max}$.
- Následuje **kvantování** t.j. přiřazení dané hodnoty nejbližšímu předem stanovenému kvantu. Jedná se o jakési zaokrouhlení, při kterém vždy vzniká nějaká chyba (kvantizační šum).



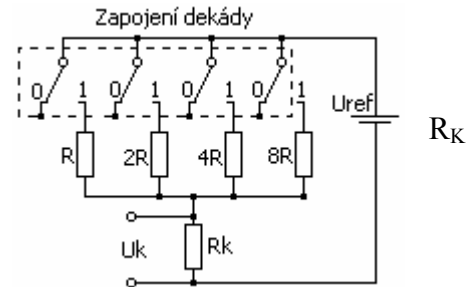
- Posledním krokem je **kódování** – přiřazení určitého binárního kódu.

Lineárnímu vstupnímu signálu proto odpovídá na výstupu převodníku funkce odstupňovaná v tzv. kvantech jejichž velikost určuje rozlišovací schopnost převodníku. Spojitou vstupní veličinu převádějí v určitém okamžiku, daném periodou vzorkování.

Převodníky dělíme – 1/ přímé – jejich výstupem je přímo počet kvant ΔU_K .

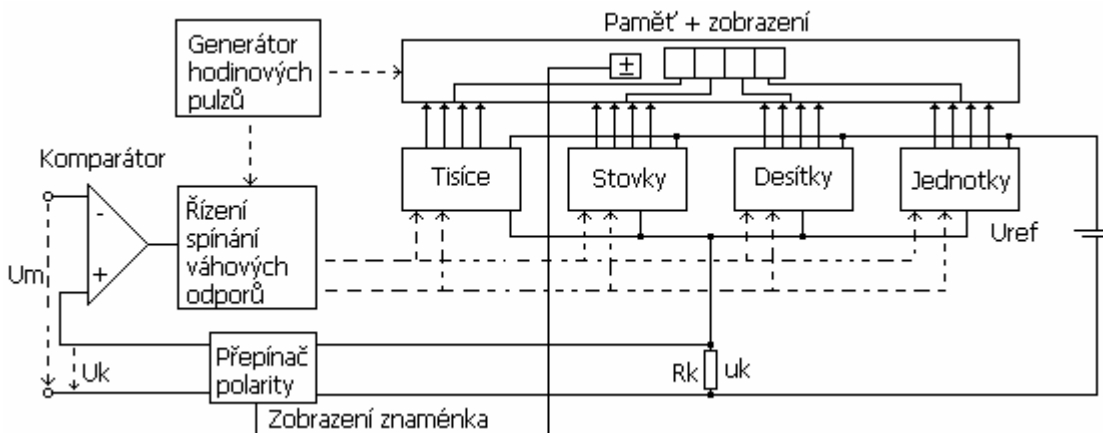
2/ nepřímé – s mezipřevodem měřené veličiny U_M na čas nebo frekvenci.

1/ Přímé převodníky A/D – kompenzační – porovnávají měřené napětí U_M s kompenzačním napětím U_K generovaným přírůstkovou metodou (metoda postupné aproximace). Převodník obsahuje komparátor měřeného napětí U_K , které vzniká na odporu průchodem proudu přes čtyři váhové odpory, které jsou odstupňované v desítkovém řádu v poměru 8:4:2:1. Spínání a odepínání jednotlivých odporů je ovládáno řídicím obvodem. Ten ovládá, pamatuje si a zobrazuje komparované hodnoty. Tento převodník vyžaduje stabilizovaný zdroj referenčního napětí U_{ref} a generátor hodinových pulzů.



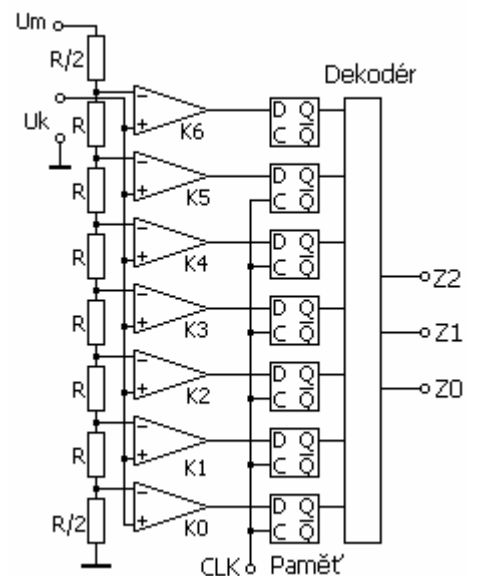
Princip: algoritmus přírůstkového A/D převodníku spočívá v přepínání váhových odporů tak, že v každém taktu se jejich hodnota mění o jednotku. Průběh hodnoty napětí U_K má tvar rovnoměrně rostoucí schodovité křivky. V okamžiku shody měřeného a kompenzačního napětí řídicí obvod ukončí přívod pulzů pro přepínání váhových odporů a uloží získaný stav do paměti zobrazovací jednotky, vynuluje čítač a zahájí nový takt převodu. Doba převodu závisí na velikosti měřeného napětí. Pro správnou funkci je důležitá přesnost a stálost referenčního napětí U_{ref} včetně zanedbatelného vnitřního odporu zdroje. Na sepnutých spínačích musí být minimální úbytek napětí. Nevýhodou převodníku je nutnost velkého počtu přesných odporů různých velikostí tak, aby chyba nejmenšího odporu neovlivnila proud protékající odporem R_K víc než proud tekoucí největším odporem.

Blokové schéma A/D převodníku



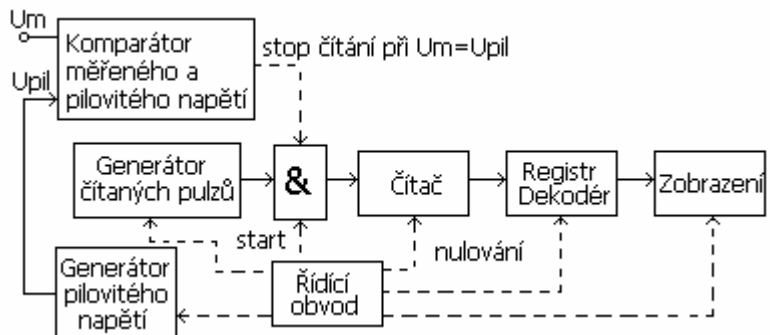
Přímý převodník A/D – komparační – je nejrychlejším typem A/D převodníku, protože převod je proveden v jediném taktu.

Princip převodu je založen na porovnání měřené hodnoty U_M s řadou referenčních napětíových úrovní odvozených od referenčního napětí U_{ref} na odporovém děliči. Každé úrovni je přidělen komparátor, jehož výstupní napětí odpovídá úrovni L nebo H v závislosti na rozdílu napětí na jeho vstupech. Hodnota $H - U_+ > U_-$; $L - U_+ < U_-$. Protože rychlost komparátorů není stejná jsou na jejich výstupech připojeny paměťové klopné obvody, jejich činnost je řízena taktovacím pulzem. Na jejich výstupu je zapojen dekodér, který převede jejich stavy na údaj vhodný pro další zpracování.



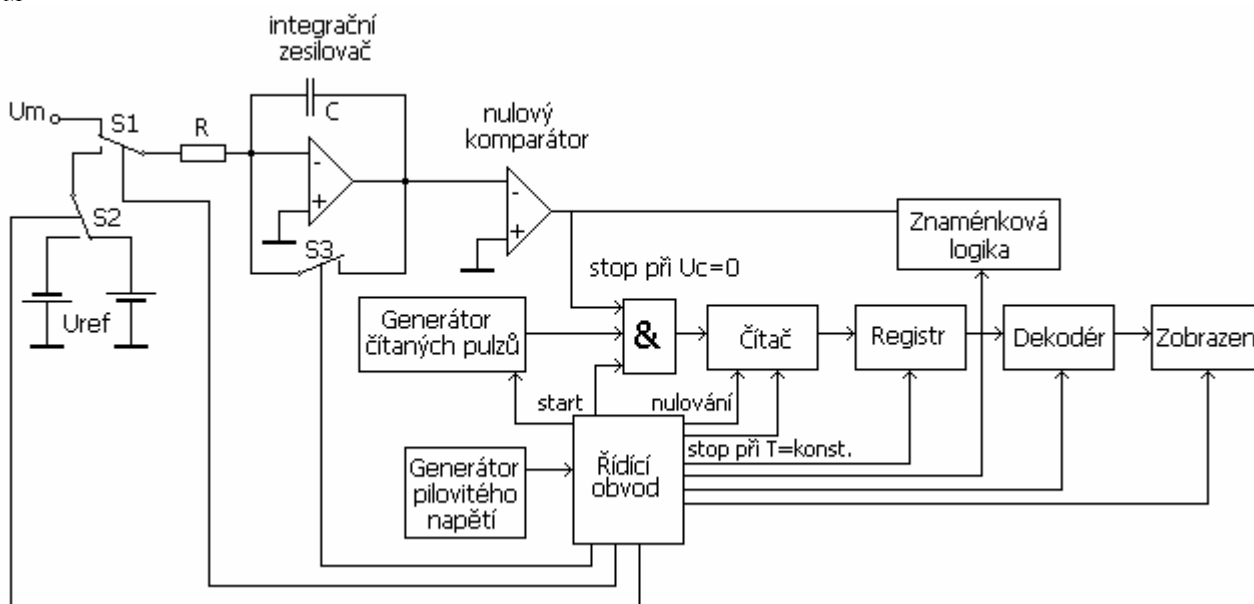
2/ Nepřímý A/D převodník – s jednotaktnou integrací – vyžaduje dva pomocné generátory a to generátor pilovitého napětí U_{PIL} pro komparaci s měřeným napětím U_M a generátor čítaných pulzů. Dále je potřeba komparátor pro obě napětí, hradlo ovládané klopným obvodem R-S, které určuje start a stop čítání. Na jeho výstupu je připojen čítač sčítající pulzy generátoru a zobrazovací jednotka s registrem a B/D dekodérem.

Princip: řídicí obvod nuluje čítač startovacím impulzem v čase t_0 , otevře hradlo a začne generovat pilovitý signál. Čítač začne načítat pulzy a to až do okamžiku stavu shody měřeného a komparačního napětí v čase t_1 , v němž komparátor vygeneruje signál stop, kterým uzavře hradlo a ukončí v daném taktu převodu čítání. Pro přesnost je nutný dokonale lineární průběh komparačního napětí U_{PIL} a konstantní kmitočet generátoru čítaných pulzů. Doba jednoho měřicího taktu může být kratší než 1ms a rozlišovací schopnost lepší než $10\mu V$.



Nepřímý A/D převodník – s dvoutaktní integrací – je velice jednoduchý a poměrně přesný. Obvod obsahuje řídicí obvod a dva generátory a to generátor měřicího cyklu a generátor čítaných pulzů. Dále obsahuje prvky pro vybíjení kapacity integračního zesilovače což je zdroj U_{REF} pro vybíjení a obvod pro výběr polaritě tohoto napětí přes přepínače S1 a S2. V počátečním stavu je integrátor i čítač vynulovány a hradlo uzavřeno. Při 1. taktu převodu začíná startovacím pulzem generátoru měřicího cyklu, kterým se otevře hradlo a přes spínač S1 se připojí měřené napětí U_M na vstup integrátoru. Tím probíhají současně 3 děje:

- 1/ lineárně roste výstupní napětí integrátoru
 - 2/ otevřeným hradlem vstupují hodinové pulzy do čítače
 - 3/ výstupní napětí nulového komparátoru určuje polaritu měřeného napětí U_M a přes obvod znaménkové logiky definuje polohu spínače S2, který připojuje referenční napětí U_{REF} na vstup integrátoru pro vybíjení při 2. taktu převodu.
1. takt je ukončen signálem čítače, když je odměřena pevná doba integrace $T_{NAB} = konst.$
 2. takt sepne spínač S1 a přes S2 připojí vybíjecí napětí U_{REF} požadované polarity =>
- 1/ integrační kondenzátor se lineárně vybíjí
 - 2/ vynulovaný čítač opět čítá hodinové pulzy a to až do té doby dokud není $U_C = 0$ pak se čítání zastaví.
- Po vybití kondenzátoru C sepne řídicí obvod S3 a tím zajistí shodné podmínky každého dalšího cyklu. Tento převodník je velice přesný. Chyba vzniklá tolerancí součástek, frekvencí generátoru se neprojeví protože se objeví jak v nabíjení tak ve vybíjení integrátoru a navíc se spínačem S1 odpojuje měřený signál U_M .



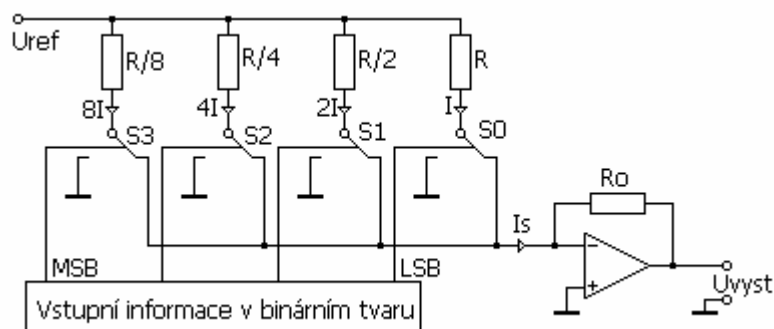
Digitálně – analogový převodník

D/A převodníky se používají k převodu vstupní číselné hodnoty v binárním kódu na odpovídající výstupní hodnotu unifikovaného signálu zpravidla na napětí. Hodnotám 0, 1 jednotlivých bitů vstupního čísla odpovídajících stavů vypnuto zapnuto odpovídajících spínačů převodníku.

V automatizaci se D/A převodníky užívají k převodu výstupních signálů číslicových členů na analogový signál pro ovládání spojitých akčních členů, nebo na převod z digitálních hodnot na výchylku ručkového panelového měřidla.

- 1/ převodník s váhovými odpory
- 2/ převodník s odporovou sítí R-2R

D/A převodník s váhovými odpory – princip převodníku je založen na přiřazení velikosti proudu každému dvojkovému číslu. Toto přiřazení se realizuje pomocí referenčního napětí a paralelně spojených odporů s hodnotami odstupňovanými ve dvojkové soustavě. Váhové proudy I, 2I, 4I, 8I pro

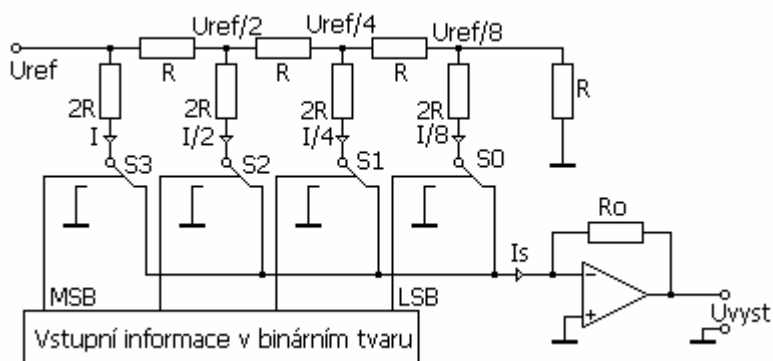


každou dekádu se připojují přes polovodičové spínače $S_0 - S_3$ do společného uzlu invertujícího sčítacího zesilovače. Jeho výstupní napětí U_{VYST} je úměrné součtu proudů protékajících spínači. Přesnost zapojení je dána úbytky napětí na přechodech polovodičových spínačů v závislosti na protékajícím proudu a toleranci odporů. Nevýhodou převodníku je potřeba velkého množství velice přesných odporů v nejnižších hodnotách.

D/A převodník s odporovou sítí R-2R -

princip převodu je založen na sčítání proudů odstupňovaných v mocninách dvou užitím sčítacího zesilovače. Realizace dělení proudů je provedena sériovým řazením odporových děličů s poměrem 2:1, přičemž odporová síť obsahuje pouze dva typy shodných odporů R a 2R. Princip dělení napětí a proudů v mocninách dvou plyne z toho že paralelní kombinace dvou odporů 2R se rovná R_V

$$R_V = 2R \cdot 2R / (2R + 2R) = R$$



Zapojení přepínače D/A převodníku párem unipolárních tranzistorů

