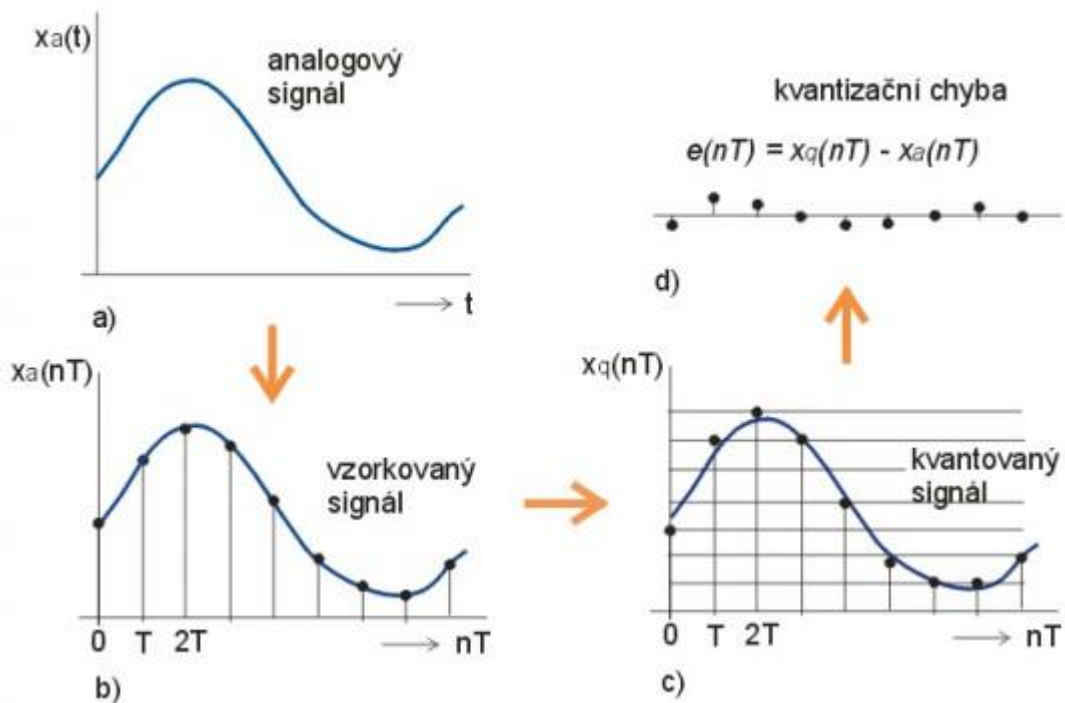


5. A/D převodníky

- Charakteristika, použití, přesnost a princip převodu
- Analogový vs. digitální signál
- Popis a funkce převodníků
 - Paralelní
 - Přírůstkový
 - S vratným čítačem
 - S postupnou aproximací
 - S dvojitou integrací
 - Sigma-delta

1. Charakteristika, použití, přesnost a princip převodu

- **Charakteristika:** A/D převodníky slouží k převodu analogových signálů na digitální formát.
- **Použití:** Jsou široce využívány v elektronice, například při digitalizaci zvuku, obrazu nebo v měřicích přístrojích.
- **Přesnost:** Přesnost A/D převodníků závisí na jejich rozlišovací schopnosti, která je udávána v bitech. Při použití špatného převodníku může docházet k nepřesnosti převodu (zkreslení, kvantizační šum)
- **Princip převodu:** Obvod dělá vzorky v učitým časovém intervalu, který musí být alespoň 2x větší než maximální frekvence vstupního signálu. Tyto vzorky se přiřadí na kvantizační hladinu. Přiřazením na kvantizační hladinu vzniká kvantizační šum, který by měl být minimální a lidským uchem nepoznatelný. Na závěr jsou vzorky přiřazené na hladiny zakódovány do binární podoby.

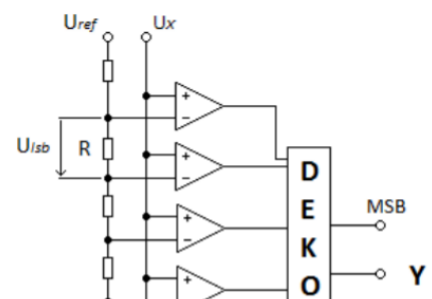


2. Analogový vs. digitální signál

- **Analogový signál:** Přirozený, spojitý jak v čase, tak v amplitudě a může nabývat libovolných hodnot v určitém rozsahu. Teoreticky nekonečné rozlišení.
- **Digitální signál:** Umělý, diskretní v čase a amplitudě, nabývá pouze konkrétních hodnot a je reprezentován binárně. Odolný proti rušení, má binární podobu.

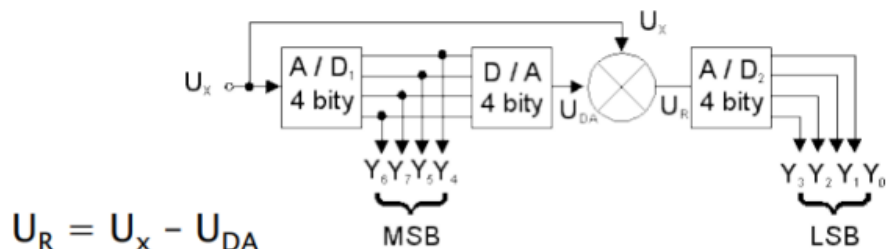
3. Popis a funkce převodníků

- **Paralelní / flash / přímý / komparační**
 - **Funkce:** Paralelní převodník porovnává vstupní analogový signál s referenčními hodnotami, které jsou



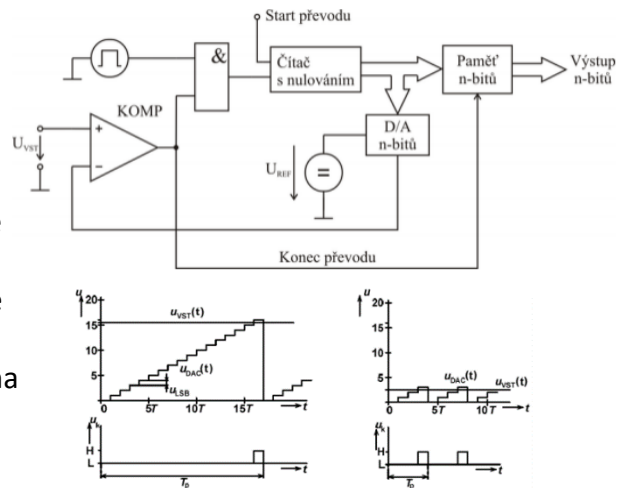
připojeny k vstupům komparátorů. Každý komparátor porovnává vstupní hodnotu s odpovídající referenční hodnotou a generuje jednotlivý bit výstupního digitálního kódu.

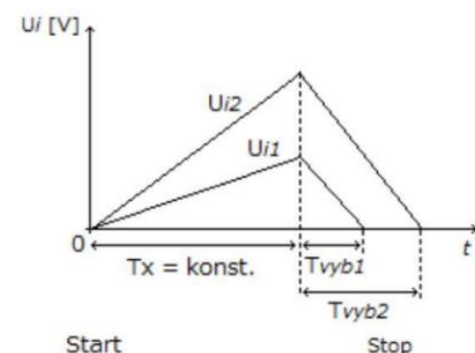
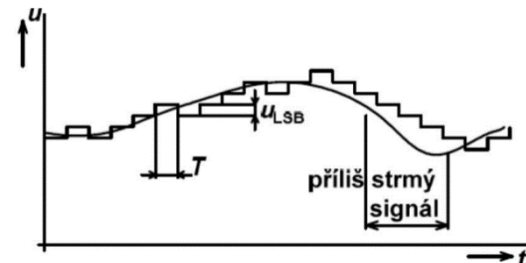
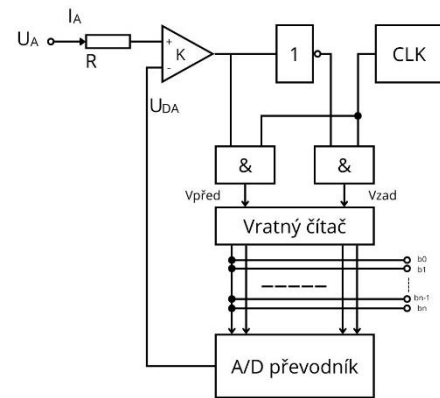
- **Výhody:** Nejrychlejší v jednom časovém okamžiku.
- **Nevýhody:** Pro n bitový převodník je potřeba $2^n - 1$ komparátorů. Není moc přesný z důvodu technologické náročnosti výroby (Přesnost rezistorů pro referenční hodnoty)
- Kaskádové zapojení (sériově-paralelní)
 - Výstup jednoho jako vstup druhého
 - U 8 bitového je použito dvou 4 bitových, kdy první převede nejprve horní 4 bity (MSB) a druhý nižší 4 bity (LSB)
 - Původně: $(2n-1) \Rightarrow (28-1) = 255$
 - Kaskádově: $(2n-1) + (2n-1) \Rightarrow (16-1) + (16-1) = 30$
 - Delší doba převodu, ovšem vyšší přesnost a rozlišení



• Přírůstkový

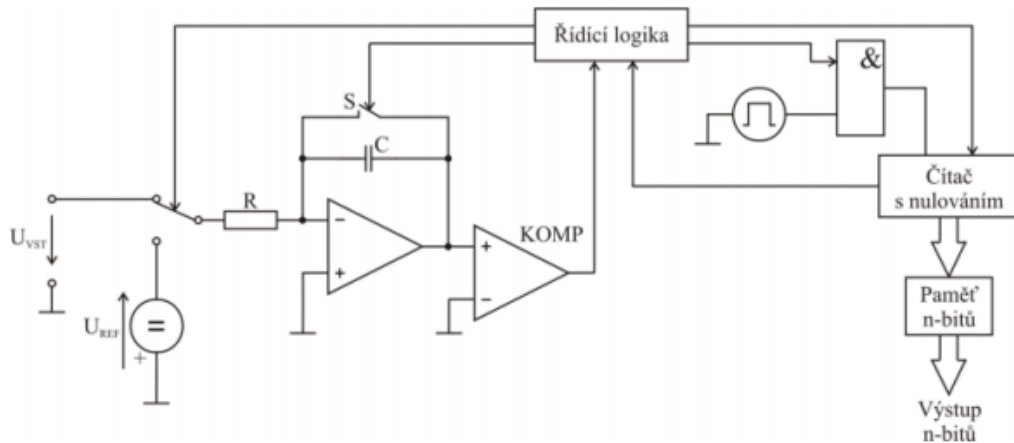
- **Funkce:** Přírůstkový převodník postupně přidává malé inkrementální hodnoty k digitálnímu výstupu na základě porovnání vstupního signálu s referenční hodnotou. Inkrementální hodnota se zvyšuje, dokud se nevyrovná vstupnímu signálu.
- **Výhody:** Vysoká přesnost při nízké spotřebě energie. Po ukončení převodu nemusíme převádět na digitální signál, jelikož je uložena v čítači.
- **Nevýhody:** Pomalejší odezva ve srovnání s paralelními převodníky, méně vhodný pro aplikace vyžadující vysokou rychlost. Po každém přetečení se nuluje.





úměrný času TREF, který je úměrný velikosti U_{VST} . Měřené napětí je úměrné době druhé integrace. UREF má opačnou polaritu než měřené napětí -> díky tomu se bude vybíjet kondenzátor

- **Výhody:** Vysoká přesnost a odolnost vůči šumu a brumu.
- **Nevýhody:** Vyšší nároky na časové a energetické zdroje, což může vést k vyšší spotřebě

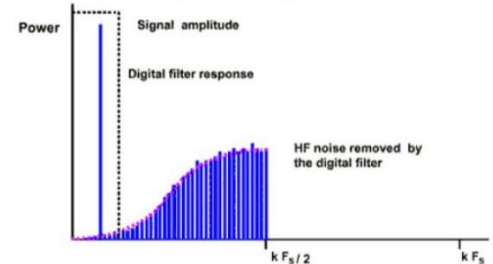


• Sigma-delta

- **Funkce:** Rozdělen na analogovou a digitální část. Vzorkovací frekvence je n-krát větší než f_{max} vstupního signálu (oversampling). Převádí vždy 1bit, využívá pulzně šířkovou modulaci (PWM).
 - Analogová část je jednoduchá a pomalejší (integrátor, komparátor, zdroj U_{ref} , obvody pro slučování analogových signálů)
 - Digitální část je složitější, za to však rychlá (číslicová filtrace a decimace vzorkovaného signálu)
 - Na základě komparátoru se přepíná výstup z D/A převodníku.
 - Číslicový filtr potlačuje šum způsobený vzorkováním.
 - Decimace signálu redukuje délku signálu -> odstranění vybraných vzorků (např. každý n-tý -> n-krát kratší signál).
- **Výhody:** Velmi vysoká přesnost a odolnost vůči šumu. Doba převodu jsou jednotky μs . Levné, vysoké rozlišení (24, 32 bit), nízká spotřeba.
- **Nevýhody:** Vyšší nároky na zpracování signálu a vyšší komplexita obvodu.

- Číslicový filtr
 - Potlačuje šum způsobený vzorkováním

Filtering the Shaped Noise



- Na základě výstupu z komparátoru se překlápá výstup z D/A převodníku



- Pulse Density Modulator

