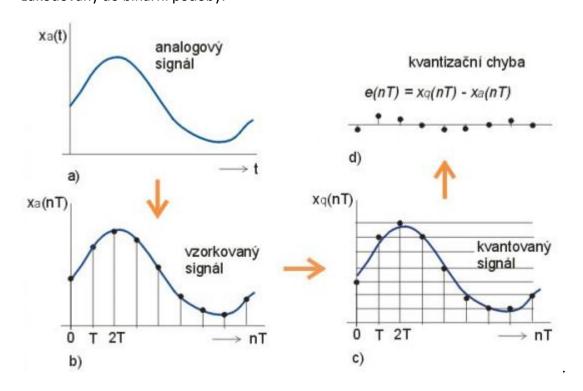
5. A/D převodníky

- 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 učitém časovém intervalu, který musí být alespoň 2x větší něž 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.

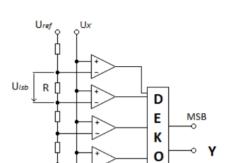


2. Analogový vs. digitální signál

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

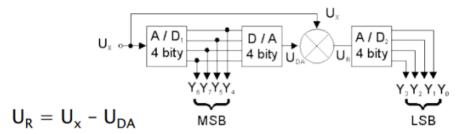
3. Popis a funkce převodníků

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



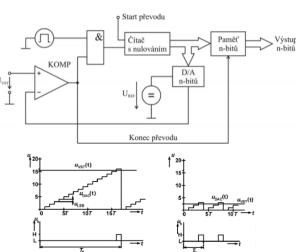
připojeny k vstupům komparátorů. Každý komparátor porovnává vstupní hodnotu s odpovídající referenční hodnotou a generuje jednotlivý bit výstupního digitálního kódu.

- o **Výhody:** Nejrychlejší v jednom časovém okamžiku.
- Nevýhody: Pro n bitový převodník je potřeba 2ⁿ-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) => (28-1) = 255
 - Kaskádově: (2n-1) + (2n-1) => (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.

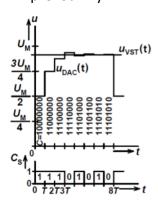


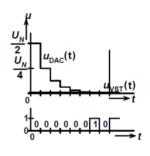
S vratným čítačem

- Funkce: Využívá zpětné vazby k inkrementálnímu přiblížení se k hodnotě analogového signálu. Po každém porovnání se výstup čítače upravuje na základě zpětné vazby, aby se dosáhlo co nejpřesnějšího výsledku.
- Výhody: Vysoká přesnost při relativně jednoduchém obvodu.
- Nevýhody: Vyžaduje zpětnou vazbu, což může zvýšit složitost a náklady na obvod.

S postupnou aproximací

- o Funkce: Porovnává vstupní signál s referenční hodnotou a postupně kompenzuje napětí od MSB po LSB. Výsledkem je měření s pevně přesnou dobou.
- Výhody: Vysoká přesnost s nižšími nároky na komplexnost obvodu.
- Nevýhody: Může vyžadovat více časových cyklů na převod ve srovnání s jinými převodníky.

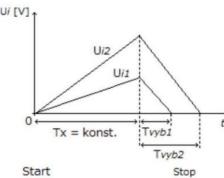




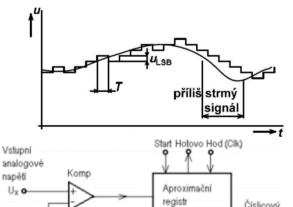
S dvojitou integraci

Funkce:

1. fáze: Signálem "start" se otevře hradlo a do čítače začnou přicházet impulzy, zároveň je na přepínači Uvst. Po konstantní dobu se integruje Uvst (Ui lineárně roste) a obsah čítače roste konstantní rychlosti Tx. Po naplnění se přepne přepínač na konstantní UREF (opačná polarita Uvst)



2. fáze: Na vstupu integrátoru je konstantní napětí opačné polarity -> začne klesat napěti na jeho výstupu. Čítač čítá příchozí impulzy od nuly po dobu TREF (vybití kondenzátoru). Napěti Ui lineárně klesá rychlosti úměrnou velikosti UREF. Ui = 0 -> změna výstupu komparátoru, signál "stop" -> uzavřená hradla -> hodnota uložena v čítači. Obsah čítače je



CLK

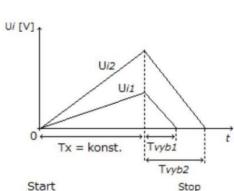
Číslicový

O ba

výstup

Vratný čítač

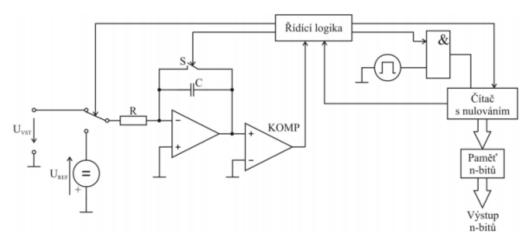
A/D převodník



D/A převodník

úměrný času TREF, který je úměrný velikosti Uvst. Měřené napěti je úměrné době druhé integrace. UREF má opačnou polaritu než měřené napěti -> díky tomu se bude vybíjet kondenzátor

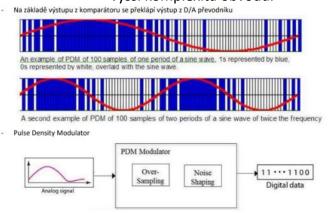
- o **Výhody:** Vysoká přesnost a odolnost vůči šumu a brumu.
- Nevýhody: Vyšší nároky na časové a energetické zdroje, což může vést k vyšší spotřebě

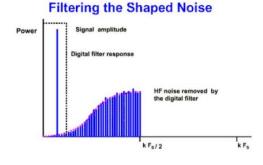


Sigma-delta

- Funkce: Rozdělen na analogovou a digitální část.
 Vzorkovací frekvence je n-krát větší než fmax vstupního signálu (oversampling). Převádí vždy 1bit, využívá pulzně šířkovou modulaci (PWM).
 - Analogová část je jednoduchá a pomalejší (integrátor, komparátor, zdroj Uref, 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 ntý -> 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.





Potlačuje šum způsobený vzorkováním

