



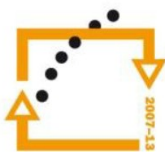
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

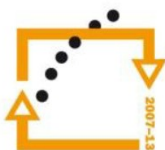
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace bakalářského studijního oboru Aplikovaná chemie

Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/15.0247



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

APLIKACE POČÍTAČŮ V MĚŘÍCÍCH SYSTÉMECH PRO CHEMIKY *s využitím LabView*



4. Převod AD a DA, obvody Sample and Hold, rozlišení AD a DA převodů, interpolace



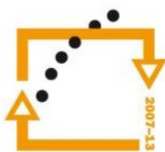
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Převod AD a DA

Převodníky umožňující transformaci číslicově vyjádřené informace na analogové napětí a naopak zaujímají v měřících systémech klíčové postavení. Značná část měřených veličin bývá obvykle zaznamenána ve formě časově spojitého průběhu analogového napětí a do číslicové formy se musí převést pomocí převodníku. Přesnost a rychlost převodu použitých převodníků je jedním z hlavních faktorů určujících použitelnost a kvalitu celého měřicího systému.



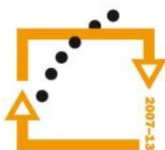
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

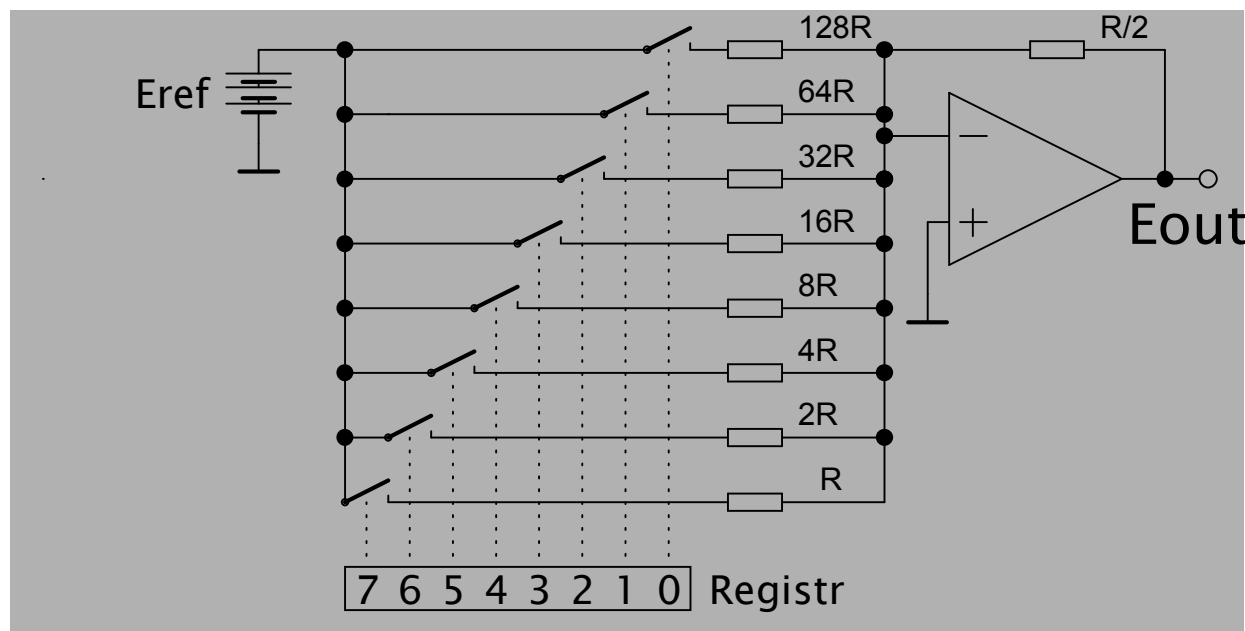


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Převodník D/A

Převodník D/A se skládá z OZ v invertujícím zapojení. Hlavní částí převodníku je odporová síť, jejíž jednotlivé odpory lze zapojovat pomocí počítačem řízených spínačů. Hodnota odporů je nepřímo úměrná tzv. váhové hodnotě bitu (tj. řádu binární číslice).





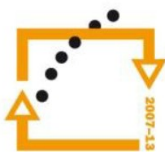
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Parametry AD a DA převodů

rozlišovací schopnost – počet úrovní, na které je rozdělen vstupní napěťový rozsah převodníku. Udává se jako počet bitů.

Počet (n)	bitů	Počet úrovní (2^n)	Přesnost v % z max. signálu	Rozlišení pro rozsah $\pm 2V$ (mV)	Rozlišení pro rozsah $\pm 10V$ (mV)
8		256	0,4	15,63	78,13
10		1024	0,1	3,90	19,53
12		4096	0,025	0,98	4,88
16		65536	0,0015	0,061	0,305

maximální dosažitelná **vzorkovací rychlost**, udávaná jako počet vzorků za sekundu (tj. frekvence vzorkování v Hz, častěji se místo Hz udává v kS/s - kilosamples per second, případně MS/s – jde ovšem o identické jednotky).

Další parametry, které hrají roli při A/D převodu, jsou např. **linearita, časová stabilita, vstupní odpor převodníku** apod.



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

A/D převodník

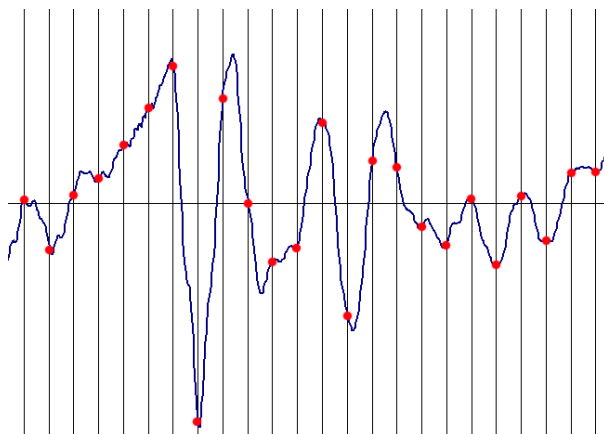
Principy činnosti:

- Komparační
- Kompenzační
- Integrační

Převodníky analogového signálu v číslicový – analogově digitální převodníky – jsou založeny buď na principu transformace napětí na jinou fyzikální veličinu (většinou čas), která se snadněji digitalizuje, nebo na komparačním principu, tj. srovnáváním převáděného analogového napětí s proměnným napětím vytvářeným např. pomocí převodníku D/A. V okamžiku, kdy rozdíl mezi srovnávanými napětími je menší než určitá mez, se převod zastaví a zobrazí se vstupní číslo D/A převodníku.

Vzorkování – vzorkovací teorém

Při převodu analogového signálu do digitální formy je signál podroben procesu **vzorkování**.



Při vzorkování v pravidelných intervalech měříme úroveň převáděného signálu.

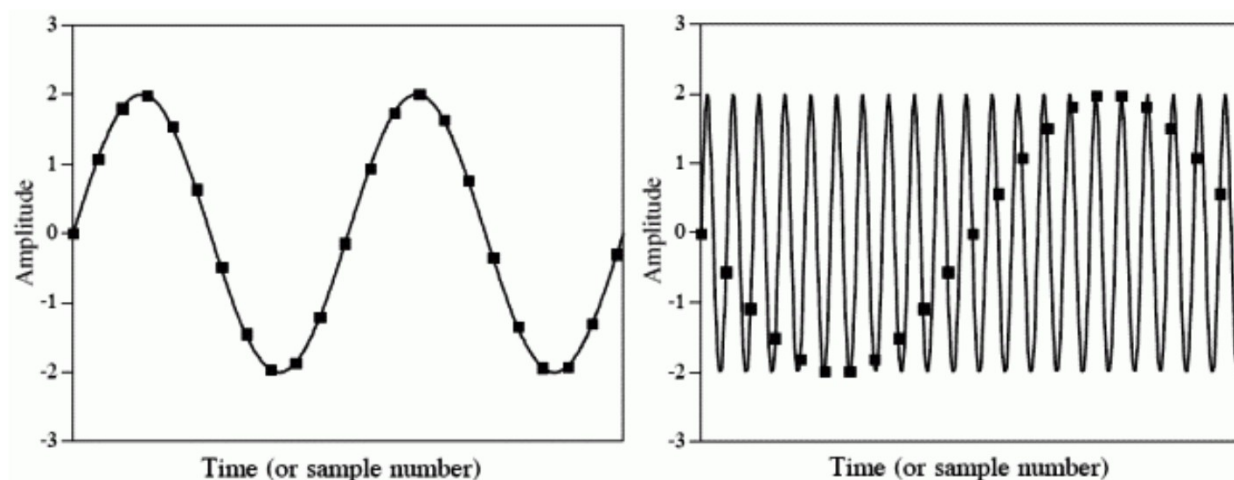
Výsledkem je množina diskrétních bodů s intervalem odpovídajícím použité vzorkovací frekvenci

Je jasné, že ztratíme detaily měřeného průběhu.

Vzorkování – vzorkovací teorém

Pokud není vzorkovací frekvence dostatečná, přibude problém s tzv. aliasingem

Vzorkovací teorém (Nyquistovo kritérium) vyžaduje, aby vzorkování probíhalo nejméně dvojnásobnou frekvencí, než je nejvyšší frekvence vzorkovaného signálu. Pokud toto kritérium není dodrženo, dochází k nepřipustnému zkreslení vzorkovaného signálu, tzv. **aliasingu**.



Nyquistův teorém (Shannonův, Kotělnikovův, Nyquistův-Shannonův, Shannonův-Nyquistův-Kotělnikovův teorém):

„Přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného, signálu z jeho vzorků je možná tehdy, pokud byl vzorkován frekvencí alespoň dvakrát vyšší, než je maximální frekvence rekonstruovaného signálu.“



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

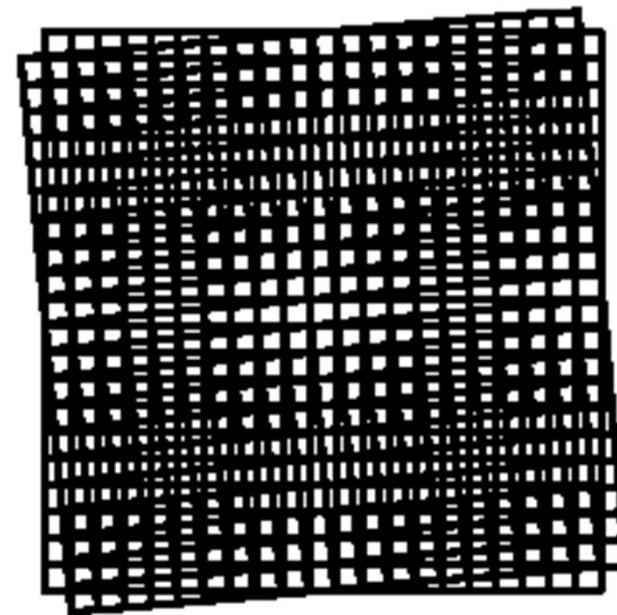
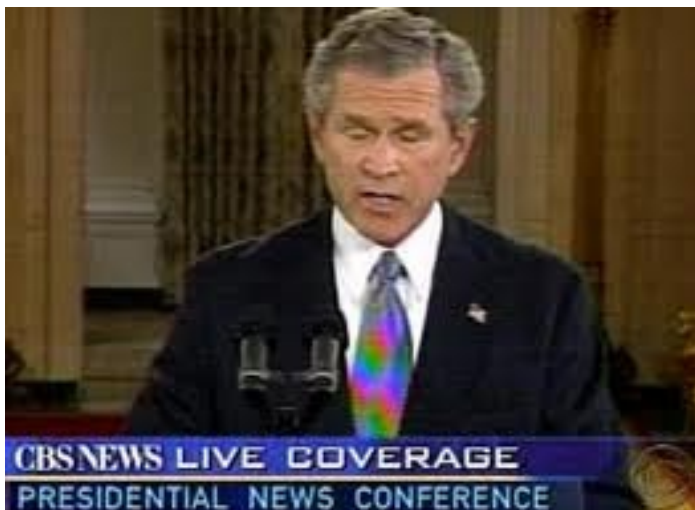


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



Projevy aliasingu jsou známy i z běžného života, např. při pozorování televizního obrazu se někdy zdá, že kolo jedoucího auta zdánlivě stojí, nebo se otáčí opačným směrem v důsledku interference cyklického pohybu kola se snímkovou frekvencí, časté je též komíhání obrazu, pokud má hlasatel kostkovanou kravatu apod.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



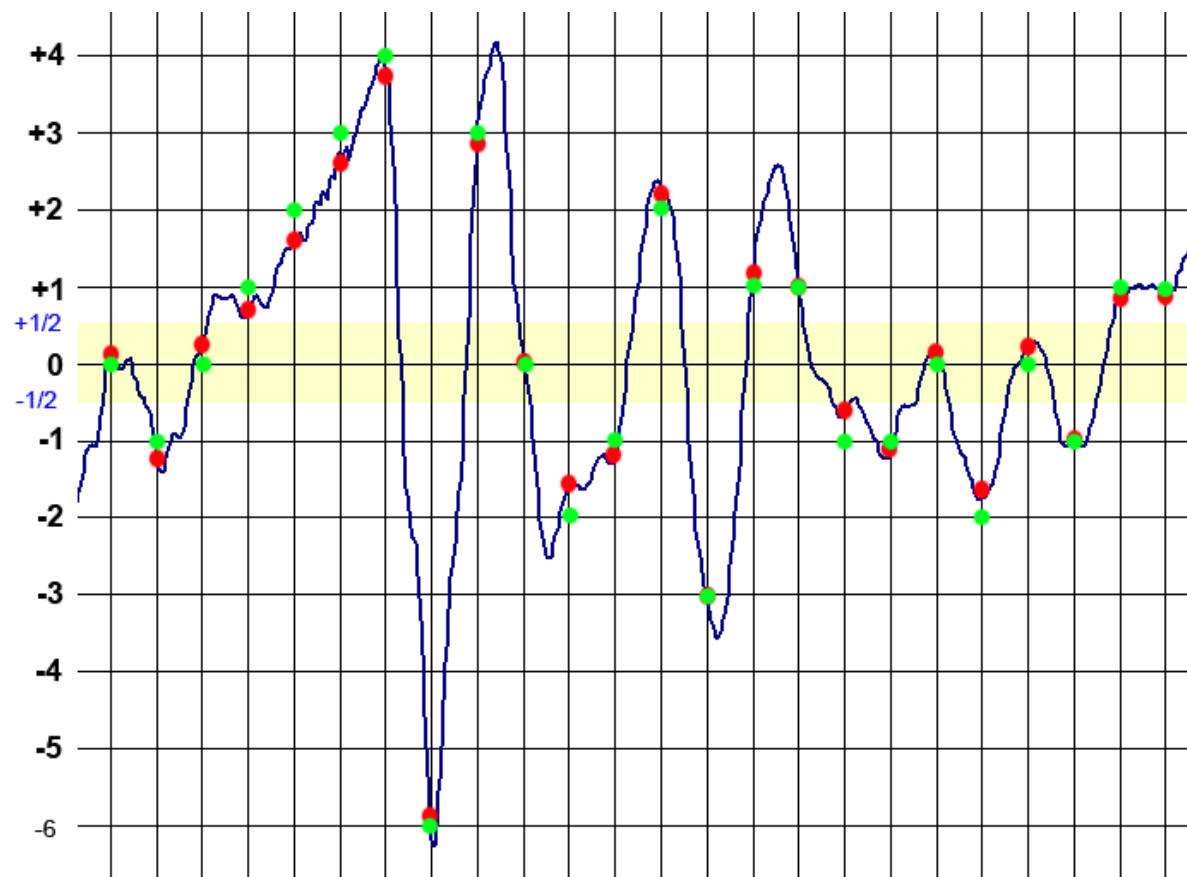
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Kvantování (kvantizace)



kvantizační chyba je u všech lineárních převodníků stejná
(interval $+1/2$ až $-1/2$ kvantizační úrovně)

Kvantizační šum: $S / N = 20 \log 2^n = 6,02N(dB)$



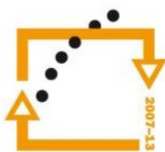
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

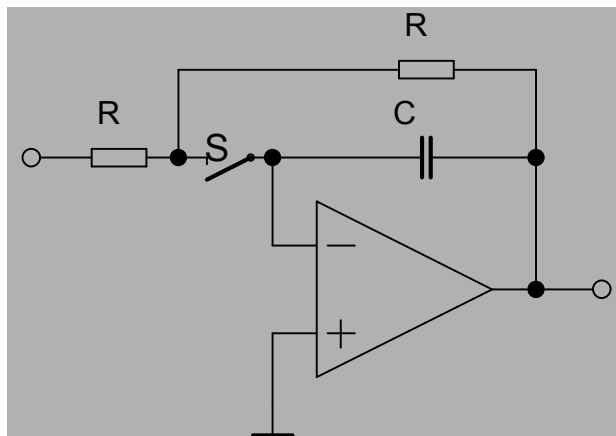


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

obvody Sample and Hold

Účelem vzorkovacího a paměťového obvodu je držet konstantní napětí po dobu A/D převodu. Vzorkovací a paměťový obvod je buď samostatný, nebo součástí převodníku (sampling A/D converter).

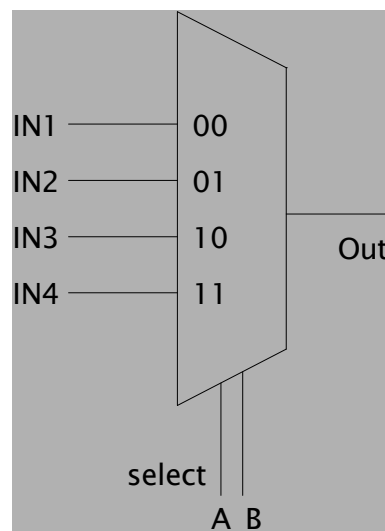
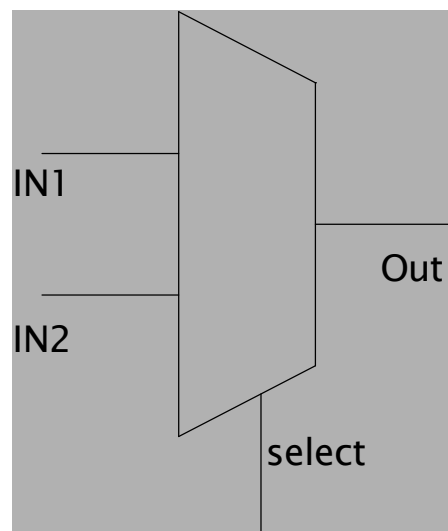


Je-li spínač S v sepnutém stavu, pracuje obvod jako invertující zesilovač (se zpožděním daným časovou konstantou RC). Jakmile se spínač rozeptne (u obvodu S/H na převodníkové kartě jde o elektronický spínač, řízený počítačem), odpojí se vstup zesilovače a kondenzátor C zůstane nabit na hodnotu napětí před rozpojením, dokud nedojde znovu k připojení vstupu.

Vyšší kapacita paměťového kondenzátoru umožňuje delší dobu, po kterou je uchovávána informace o vstupním signálu, popřípadě též může během vzorkování vstupní signál částečně integrovat, což vede k potlačení nežádoucího šumu. Vysoká kapacita však vyžaduje delší čas, aby napětí na výstupu dosáhlo hodnoty napětí na vstupu při vzorkování. Je zde tedy nutnost kompromisu ohledně kapacity paměťového kondenzátoru.

Multiplexer

Aby nebylo nutné mít pro každý kanál speciální A/D převodník, což by bylo poměrně drahé řešení, je u většiny multifunkčních karet pouze jeden A/D převodník, na jehož vstup je zařazen obvod označovaný jako multiplexer, jehož jedinou úlohou je přepínat mezi jednotlivými vstupy - kanály. A/D převodník potom postupně převádí napětí na jednotlivých kanálech, což se v případě velmi rychlého přepínání jeví jako současné měření všech kanálů. Jak karty PCI6023, 6024, tak i karta PCI 6251 jsou vybaveny multiplexerem.



- Existuje i opačná součástka –
-demultiplexer
- dekodér



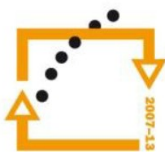
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

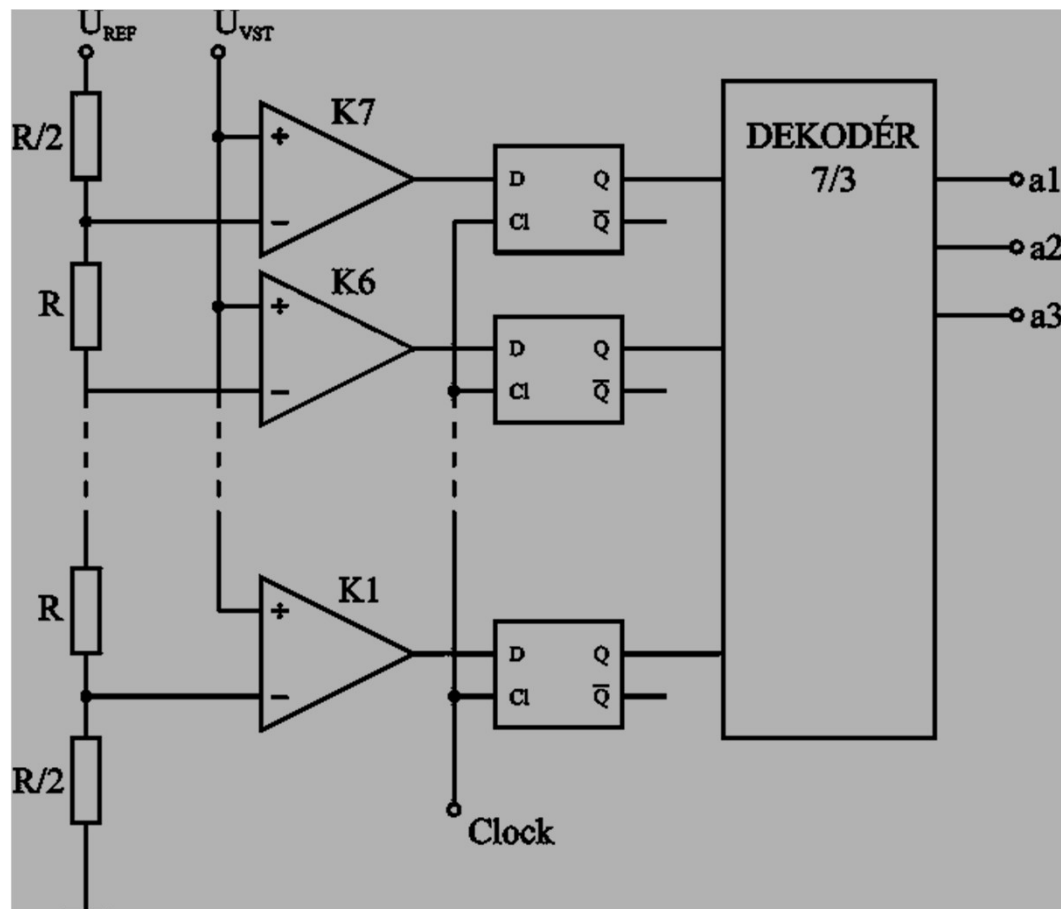


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Komparační A/D

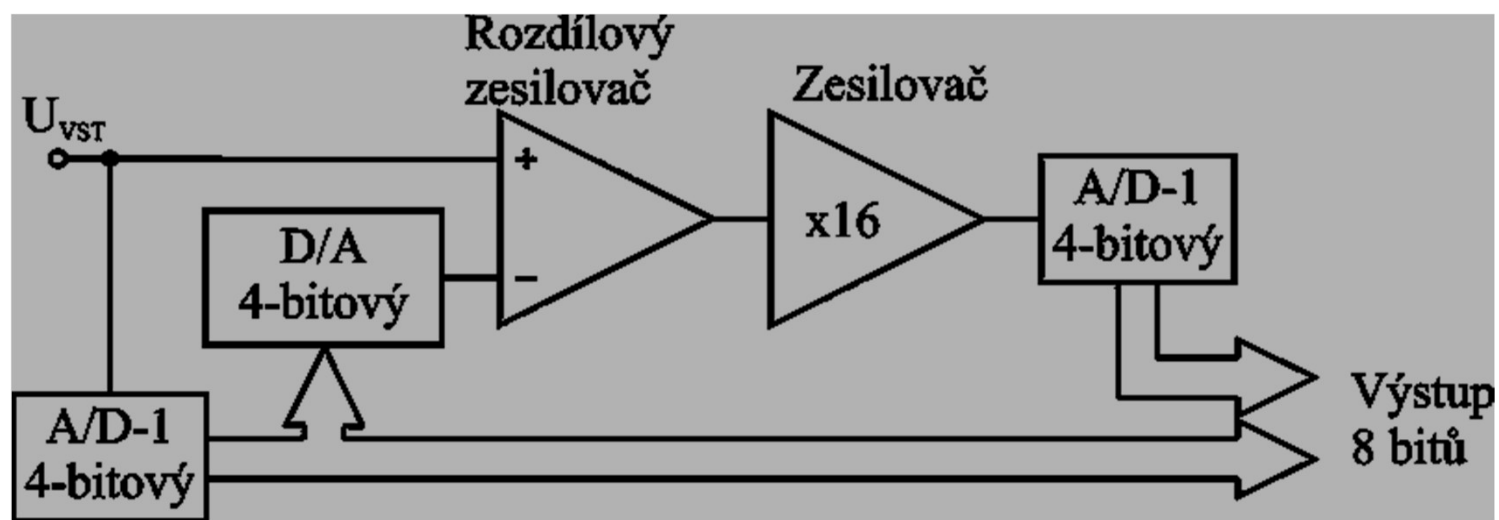
Paralelní A/D převodník je nejrychlejším typem A/D převodníku, protože převod probíhá v jednom časovém okamžiku.



Komparátory porovnávají vstupní napětí s odstupňovaným referenčním napětím (vytváří se v odporové síti). Převodník s rozlišitelností n -bitů obsahuje $2^n - 1$ komparátorů. Vzorkování vstupního signálu se uskutečňuje zápisem stavu výstupů komparátorů do klopných obvodů (příchodem hodinového impulsu). Dekodér je kombinační obvod, který převádí informaci o výstupech komparátorů na určitý kód.

Komparační A/D

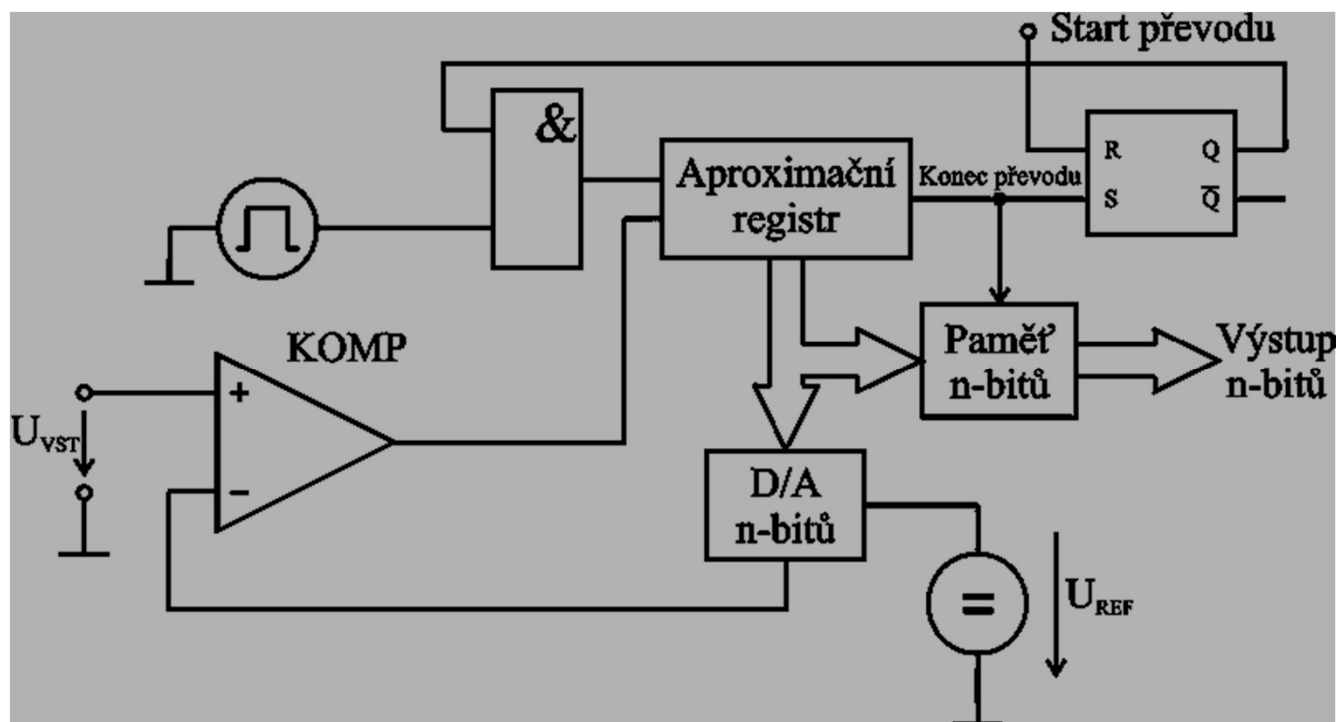
A/D převodník s postupnou komparací



Kompenzační A/D převodníky

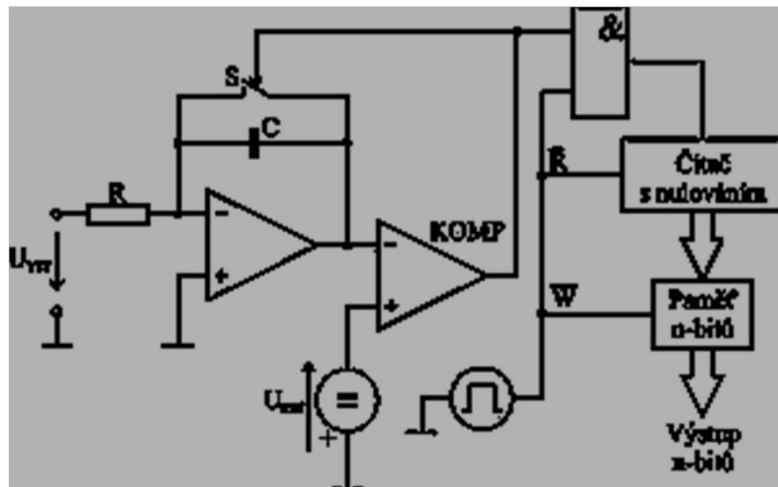
Porovnávají vstupní napětí s hodnotou napětí získaného pomocí D/A převodníku.

Nejznámějším typem je **převodník s postupnou aproximací**



Integrační A/D převodníky

Využívají „přetečení“ integrátoru



Základní zapojení

S dvojitou integrací

