

2.11 A/D převodník

2.11.1 Úkol měření:

1. Seznamte se s principem analogově – číslicového (A/D) komparačního převodníku.
2. Navrhnete a realizujete 2 - bitový A/D převodník. Při řešení postupujte podle těchto kroků:
 - Zapojení kvantovacích komparátorů
 - Úprava výstupního napětí komparátorů pro TTL obvody
 - Kódování upraveného výstupního napětí na logické hodnoty
3. Vypracujte protokol o měření.

2.11.2 Použité přístroje:

Stejnoseměrný zdroj:	2x Programmable DC supply RC
Zobrazovač hodnot:	Log probe RC
Hradla:	7400 (4x NAND) 7486 (4x XOR) 7408 (4x AND)
Rezistory:	10x libovolné RC (např. 1kΩ)
Multimetr:	3x METEX M386OD (použití jako voltmetr V)
Dioda	3x např. KA 262
Operační zesilovač:	3x Operational Amplifier OZ

2.11.3 Teorie:

A/D převodníky převádějí spojitý napěťový nebo proudový elektrický signál do binárního tvaru D. Známé jsou tři základní typy převodníků tohoto typu a sice: kompenzační, s dvojitou integrací a paralelní.

Paralelní A/D převodník

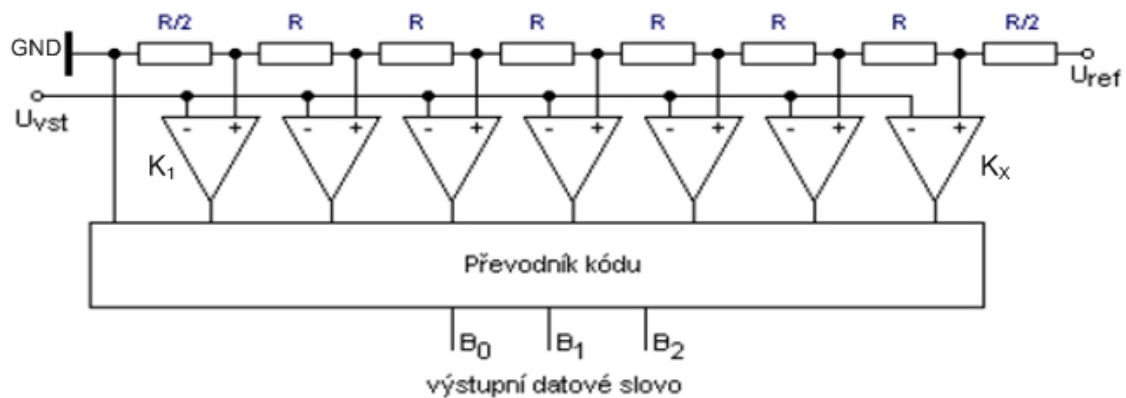
Je nejrychlejším a současně principiálně nejjednodušším typem přímého A/D převodníku. V praxi dosahují tyto převodníky řádově 10^7 až 10^9 převodů za sekundu, což je předurčuje k použití pro digitalizaci obrazu, číslicové osciloskopy, analyzátory signálu a další oblasti s vysokými nároky na rychlost digitalizace. Jsou vyráběny s rozlišením 6, 8 a 10 bitů.

Nevýhodou těchto převodníků je vyšší cena způsobená složitým obvodovým řešením s vysokým počtem 2^{n-1} komparátorů (např. 8-bitový AČP vyžaduje použití 255 komparátorů). Pokud chceme zvětšit výstup převodníku o jeden bit, musíme použít v obvodu dvojnásobný počet komparátorů.

Mezi svorku referenčního napětí U_{ref} a společný vodič (GND) je zapojen odporový dělič, který vytváří napět'ové úrovně odpovídající vahám dvojkového čísla.

Na vstupy komparátorů je přivedeno jednak napětí měřené – U_{vst} , jednak příslušná komparační úroveň podle váhy dvojkového čísla.

Pro $U_{vst} = 0$, je na všech výstupech komparátorů napětí = 0 V. Při zvětšování U_{vst} se postupně překlápí K_1 až K_x a na jejich výstupech se objevují postupně logické 1. Pro $U_{vst} = U_{vst_max}$ je log. 1 na všech výstupech. Dekodér pak převádí vstupní binární údaje do požadovaného kódu (BCD a pod.). Délka převodu je dána dobou přeběhu komparátorů z jedné krajní úrovně do druhé a časem pro zpracování dat dekodérem.



Obr. 1. 3bitový paralelní AD převodník

2.11.4 Zadání:

1) Zapojení kvantování pomocí komparátorů

a) Poznamenejte si používané součástky a přístroje.

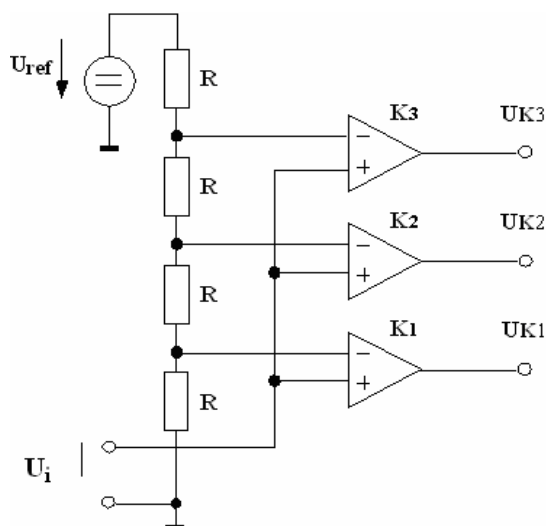
b) Na základě schématu (Obr.2.) zapojte obvod a doplňte tabulku 1.

POSTUP:

- jako zdroj vstupního napětí U_i a referenčního napětí U_{ref} použijte stejnosměrný zdroj DC. Referenční napětí nastavte na hodnotu $U_{ref} = 10V$. Pokud máte k dispozici jen jeden zdroj stejnosměrného napětí DC použijte jej jako vstupní napětí U_i a jako referenční napětí U_{ref} použijte napájení 5V ze základní desky sestavy RC200 (module board)

- pro použité přístroje RC použijte napájení 5V ze základní desky sestavy RC2000 (module board)

- doplňte tabulku výstupních napětí komparátoru (Tab.1) tak, že pro každý komparátor budete měřit 4 výstupní napětí U_{kx} v závislosti na vstupním napětí U_i . Voltmetr připojte na výstup komparátoru U_{kx} a zem GND. Napětí U_i volte v rozmezí, které vám vyjde v tabulce ve sloupci **stav**.



Obr. 2. Kvantování pomocí komparátorů

Tab. 1. Výstupní napětí komparátorů bez úpravy

stav	U_{k1}	U_{k2}	U_{k3}
$0 < U_I < U_{ref}/4$			
$U_{ref}/4 < U_I < U_{ref}/2$			
$U_{ref}/2 < U_I < 3U_{ref}/4$			
$3U_{ref}/4 < U_I < U_{ref}$			

2) Úprava výstupního napětí komparátorů pro TTL

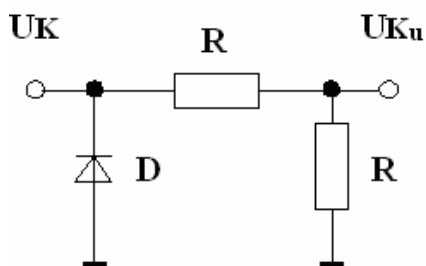
a) Poznamenejte si používané součástky a přístroje.

b) Pomocí schématu (Obr. 3.) upravte výstupní hodnoty komparátorů pro TTL obvody

POSTUP:

- schéma (Obr. 3.) použijte pro úpravu výstupního napětí komparátorů tak, že vstupy U_K připojíte k výstupům komparátorů U_{kx} z předchozího zapojení (viz Obr. 5).

- doplňte tabulku výstupních napětí komparátoru (Tab.2) tak, že pro každý komparátor budete měřit 4 výstupní napětí U_{ku} v závislosti na vstupním napětí U_i . Voltmetr připojte na výstup upraveného napětí U_{ku} a zem GND. Napětí U_i volte v rozmezí, které vám vyjde v tabulce ve sloupci **stav**.



Obr. 3. Úprava napětí pro TTL

Tab. 2. Výstupní napětí komparátorů upravená pro TTL

stav	U_{k1u}	U_{k2u}	U_{k3u}
$0 < U_I < U_{ref}/4$			
$U_{ref}/4 < U_I < U_{ref}/2$			
$U_{ref}/2 < U_I < 3U_{ref}/4$			
$3U_{ref}/4 < U_I < U_{ref}$			

3) Kódování na logické hodnoty

a) Poznamenejte si používané součástky a přístroje.

b) Pomocí schématu (Obr.4.) převed'te upravené výstupní hodnoty napětí komparátorů na logické hodnoty, doplňte tabulku a naměřte převodní charakteristiku AD převodníku.

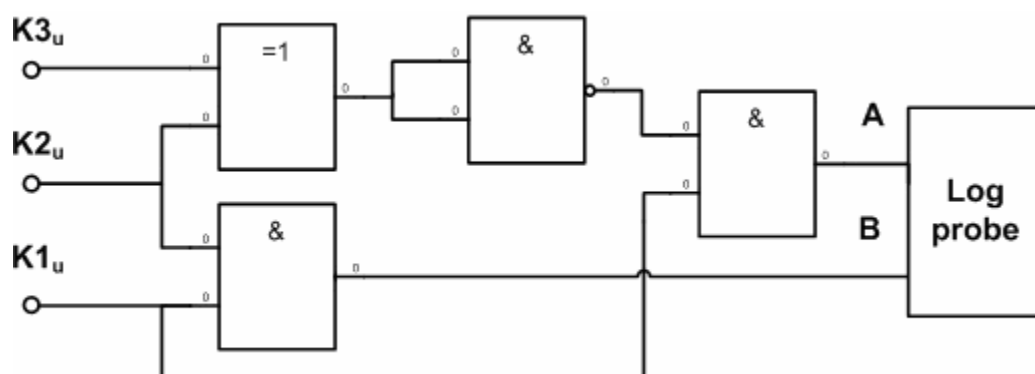
POSTUP:

- schéma kódování (Obr.4.) připojte k zapojení z předchozího příkladu na výstupy upraveného výstupního napětí na TTL (viz. Obr. 5).

- změření převodní charakteristiky AD převodníku provádějte zvyšováním hodnot vstupního napětí U_i od 0 do 10V po desetínách napětí. Vytvořte převodní tabulku (Tab. 3.) do které budete zapisovat hodnoty vstupního napětí U_i při kterých dojde ke změně logických hodnot A, B zobrazovaných na zobrazovači „Log probe“. V protokolu pak z této tabulky vytvořte i graf převodní charakteristiky AD převodníku.

- podle postupného překlápění komparátorů K_1 - K_3 doplňte tabulku hodnot pro kódování (Tab. 4.) logickými hodnotami. Postup překlápění komparátoru poznáte podle již naměřených hodnot v tabulce: Výstupní napětí komparátorů bez úpravy (Tab. 1.) z prvního zapojení nebo Výstupní napětí komparátorů upravená pro TTL (Tab. 2.) z druhého zapojení.

c) Zavolejte vyučujícího ke kontrole



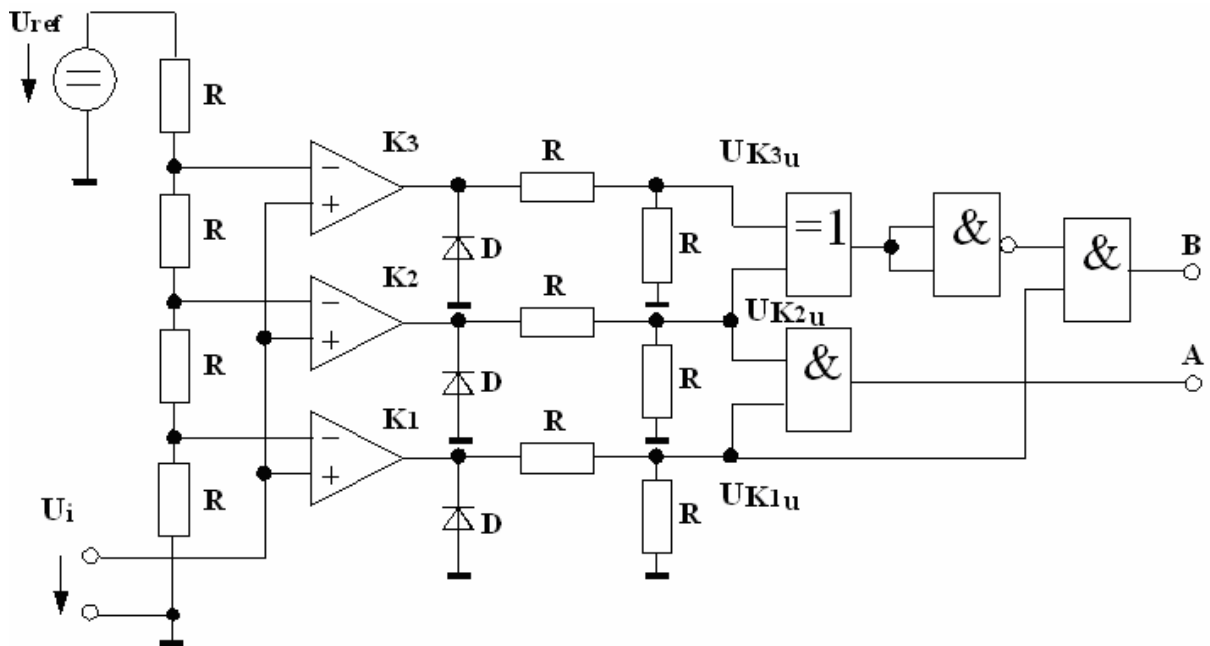
Obr. 4. Kódování výstupů komparátorů na logické hodnoty

Tab. 3. Převodní charakter. převodníku

Analogový vstup převodníku	Číslicový výstup převodníku	
	A	B
U_I		

Tab. 4. Tabulka hodnot pro kódování

Vstupy			Výstupy	
K_1	K_2	K_3	A	B
0	0	0		
1	0	0		
1	1	0		
1	1	1		



Obr. 5. Celkové schéma zapojení AD převodníku