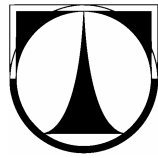


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií



Měření základních vlastností číslicových obvodů

1 Cíle měření

- Změření vstupní, převodní a zatěžovací charakteristiky invertoru 7404.
- Změření zpoždění hradel vyrobených různými technologiemi.

2 Měřený IO

Vlastnosti a charakteristiky hradel TTL jsme měřili na standardním obvodu 7404. Integrovaný obvod v plastovém pouzdře DIL 14 obsahuje 6 invertorů. Napájecí napětí je klasických +5V.

3 Měření charakteristik

3.1 Vstupní charakteristika

V prvním kroku jsme měřili vlastnosti hradla, se kterými je třeba počítat u zdroje vstupujícího signálu. Ideálně by mohl mít vstup IO nekonečnou impedanci, ve skutečnosti tomu tak samozřejmě není (alespoň u TTL). V obvodu zapojeném dle obr. 1 jsme postupně nastavovali vstupní napětí potenciometrem a jeho hodnotu společně s proudem tekoucím do/z invertoru jsme zapisovali do tab. 1. Z naměřených hodnot jsme vytvořili graf na obr. 2 ilustrující měřenou závislost.

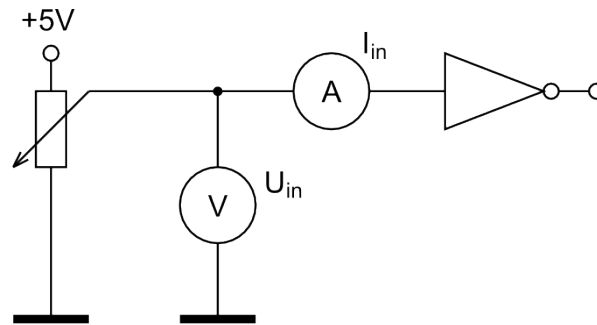


Figure 1: Schéma zapojení

Table 1: Naměřené hodnoty

U_{in} [V]	0,10	0,53	0,80	1,18	1,36	1,44	1,55	3,60	5,06
I_{in} [mA]	-1,00	-0,90	-0,80	-0,70	-0,65	-0,60	-0,02	0,01	0,02

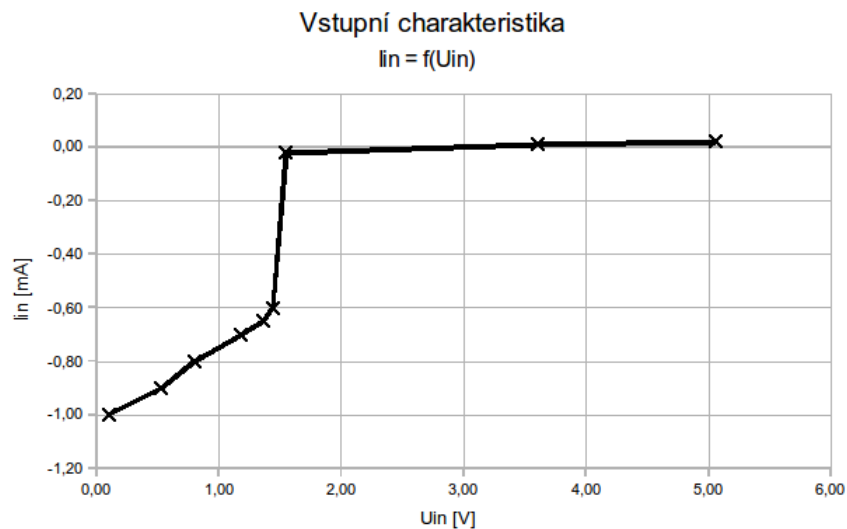


Figure 2: Graf

3.2 Převodní charakteristika

Z výsledku tohoto měření můžeme odečíst hodnoty vstupního napětí, které invertor „chápe“ jako log. 0, jako log. 1 a napětí, při kterých má jeho výstup pro logiku nebezpečnou, nedefinovanou úroveň. V zapojení dle schématu na obr. 3 jsme nastavovali vstupní napětí a společně s výstupním napětím jsme ho také měřili. Výsledky jsou v tab. 2 a graficky znázorněny na grafu na obr. 4.

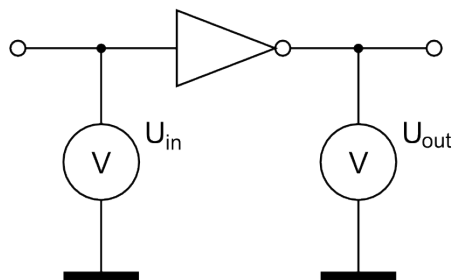


Figure 3: Schéma zapojení

Table 2: Naměřené hodnoty

U_{in} [V]	0,10	0,38	0,68	1,09	1,20	1,31	1,40	1,42	5,07
U_{out} [V]	4,18	4,18	3,93	3,09	2,67	1,13	0,57	0,05	0,04

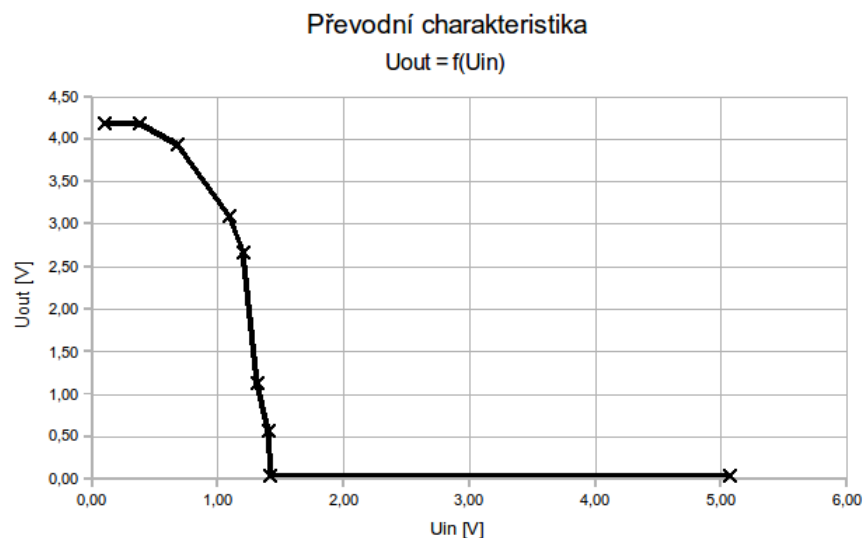


Figure 4: Graf

3.3 Zatěžovací charakteristika

Zatěžovací charakteristika nám pomůže s určením hodnoty proudu, který může téci z/do výstupu hradla při udržení požadovaného výstupního napětí. Nebo naopak říká, jaké napětí na výstupu můžeme očekávat při různé veliké zátěži. Výsledky jsou různé pro zapojení zátěže proti zemi a proti kladnému napájecímu napětí, proto jsme měření výstupního napětí a proudu provedli opakovaně pro obě situace. Zátěž jsme simulovali pomocí odporové dekády, na níž jsme postupně snižovali odpor až do chvíle, kdy hradlem protékal maximální proud stanovený cvičícím (viz tabulky). Schéma je znázorněno na obr. 5. Hodnoty naměřené pro zátěž proti +5V jsou uvedeny v tab. 3, pro druhý případ v tab. 4. Grafy závislostí jsou na obrázcích 6 a 7 ve stejném pořadí.

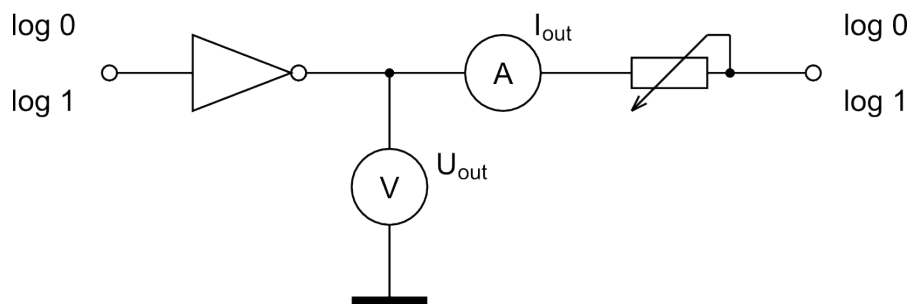


Figure 5: Schéma zapojení

Table 3: Naměřené hodnoty

I_{out} [V]	0,00	0,45	2,35	4,43	15,43	23,38	30,47	37,25
U_{out} [V]	0,04	0,05	0,08	0,10	0,21	0,28	0,34	0,40

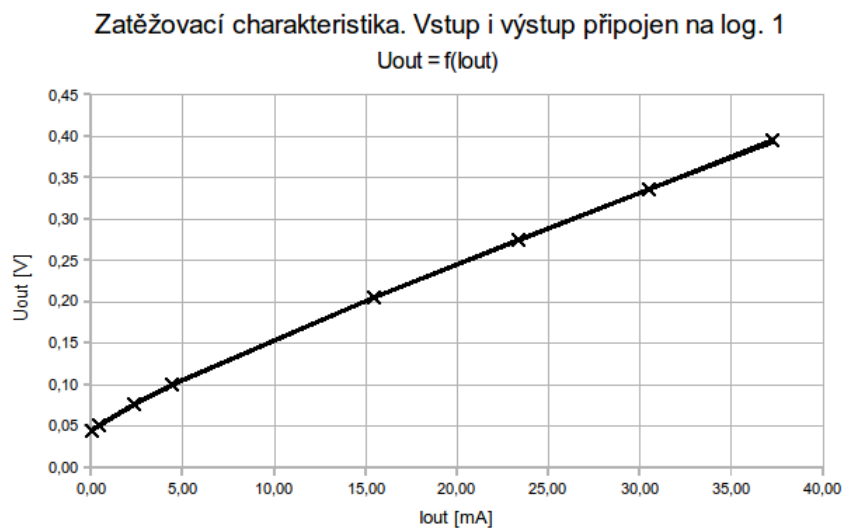


Figure 6: Graf

Table 4: Naměřené hodnoty

I_{out} [V]	0,00	0,41	1,15	3,65	5,68	10,65
U_{out} [V]	4,15	3,71	3,59	3,38	3,21	2,50

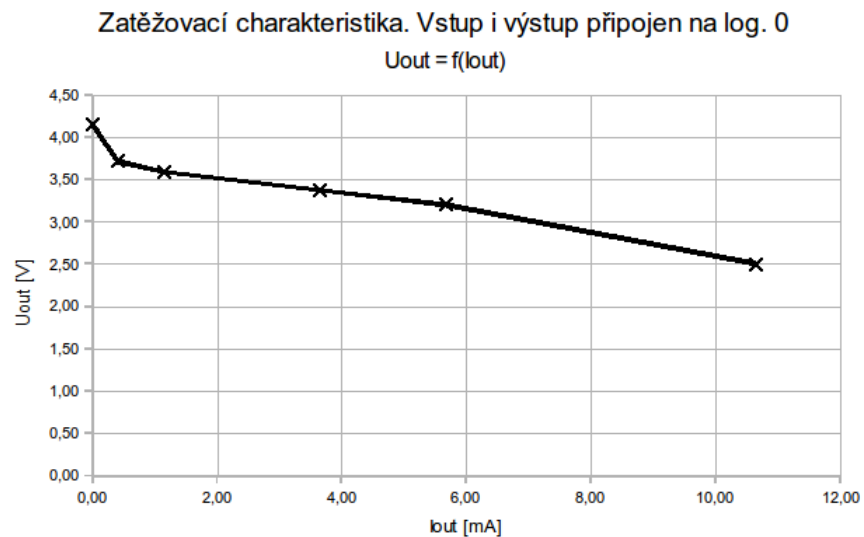


Figure 7: Graf

4 Měření zpoždění hradel

Na nepájivém kontaktním poli zapojená série čtyř invertotů přenášela obdélníkový signál z generátoru. Na dvoukanálovém osciloskopu byly zobrazeny jak vstupní tak i výstupní signál a pomocí kurzorů jsme odečetli jejich posun — zpoždění přibližně 33 ns. Pokud zpoždění rozpočítáme mezi sériově zapojená hradla, vychází zpoždění jednoho invertoru na cca 8 až 9 ns.

5 Závěr

Při porovnání získaných závislostí s informacemi a obrázky nalezenými na internetu a v katalogových listech usuzuji, že jsme se nedopustili žádné zásadní chyby a měření odpovídají předpokladům. Malý komentář si zaslouží přechodová charakteristika na obr. 4. Je zde jasně patrná hranice, kde invertor překlápí. Jako bezpečnou hranici pro log. 1 můžeme odhadnout již 1,5 V, zatímco pro nejkrajnější vstupní napětí pro log. 0 odečítáme přibližně 1 V. Podle katalogového listu jsou tato napětí minimálně 2 V a maximálně 0,8 V, což opět náš IO splňuje. Co se týká zpoždění měřených hradel, obvod by neměl mít problémy pracovat se signály s frekvencí okolo 60 MHz.