

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií



Protokol
8. měření MT1

Liberec 2008

Martin Blížkovský, Viktor Bubla

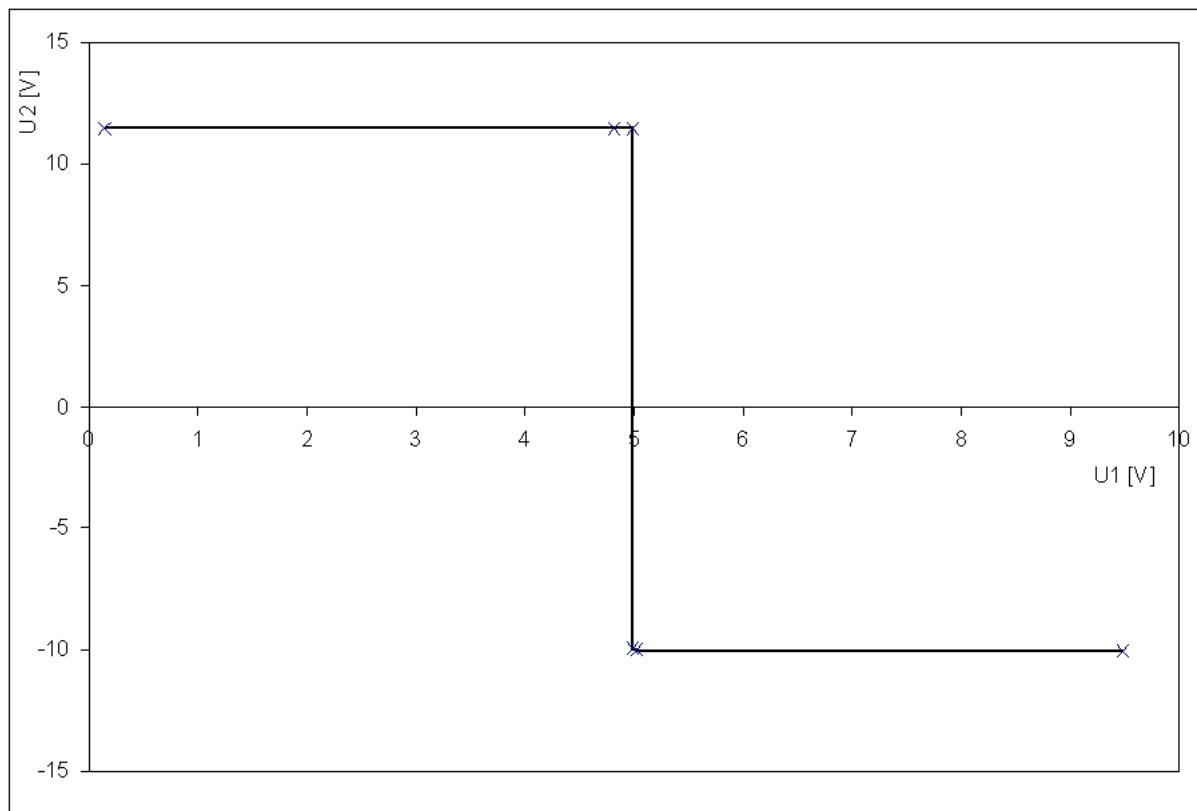
1 Napět'ový komparátor s operačním zesilovačem

1.1 Naměřené hodnoty komparátoru

Referenční napětí $U_{ref} = 4,982 V$.

$U_1[V]$	$U_2[V]$
0,15	11,44
4,82	11,45
4,98	11,45
4,98	-9,94
5,03	-10,02
9,48	-10,05

1.2 Charakteristika komparátoru



1.3 Naměřené hodnoty komparátoru s hysterezí

Referenční napětí $U_{ref} = 4,982 V$. Změřené hodnoty odporů $R_1 = 1002 \Omega$, $R_2 = 10005 \Omega$.

$U_1[V]$	$U_2[V]$
0,00	$U_{SAT+} = 11,26$
3,64	+ překlopení
10,00	$U_{SAT-} = -9,96$
5,54	- překlopení

1.4 Výpočet hystereze komparátoru

$$U_A = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{SAT+} - U_{REF}) + U_{REF} = 5,554 V$$

$$U_B = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{SAT-} - U_{REF}) + U_{REF} = 3,622 V$$

$$U_H = U_A - U_B = 1,932 V$$

1.5 Určení nejistoty vypočtené hystereze

Do vzorce pro kombinovanou nejistotu nepřímého měření

$$u(U_A, U_B) = \sqrt{\left(\frac{\partial U_{A,B}}{\partial R_1} u(R_1)\right)^2 + \left(\frac{\partial U_{A,B}}{\partial R_2} u(R_2)\right)^2 + \left(\frac{\partial U_{A,B}}{\partial U_{ref}} u(U_{ref})\right)^2 + \left(\frac{\partial U_{A,B}}{\partial U_{sat\pm}} u(U_{sat})\right)^2}$$

jsme dosadili následující parciální derivace

$$\frac{\partial U_{A,B}}{\partial R_1} = \frac{U_{sat\pm} - U_{ref}}{R_2 + R_1} - \frac{(U_{sat\pm} - U_{ref}) R_1}{(R_2 + R_1)^2}$$

$$\frac{\partial U_{A,B}}{\partial R_2} = -\frac{(U_{sat\pm} - U_{ref}) R_1}{(R_2 + R_1)^2}$$

$$\frac{\partial U_{A,B}}{\partial U_{ref}} = 1 - \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

$$\frac{\partial U_{A,B}}{\partial U_{sat\pm}} = \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

Pro výpočet nejistoty $u(U_H)$ jsme použili nezaokrouhlené hodnoty nejistot $u(U_A, U_B)$, které jsme dosadili do vztahu

$$u(U_H) = \sqrt{\left(\frac{\partial U_H}{\partial U_A} u(U_A)\right)^2 + \left(\frac{\partial U_H}{\partial U_B} u(U_B)\right)^2} = 0,010 V \quad ,$$

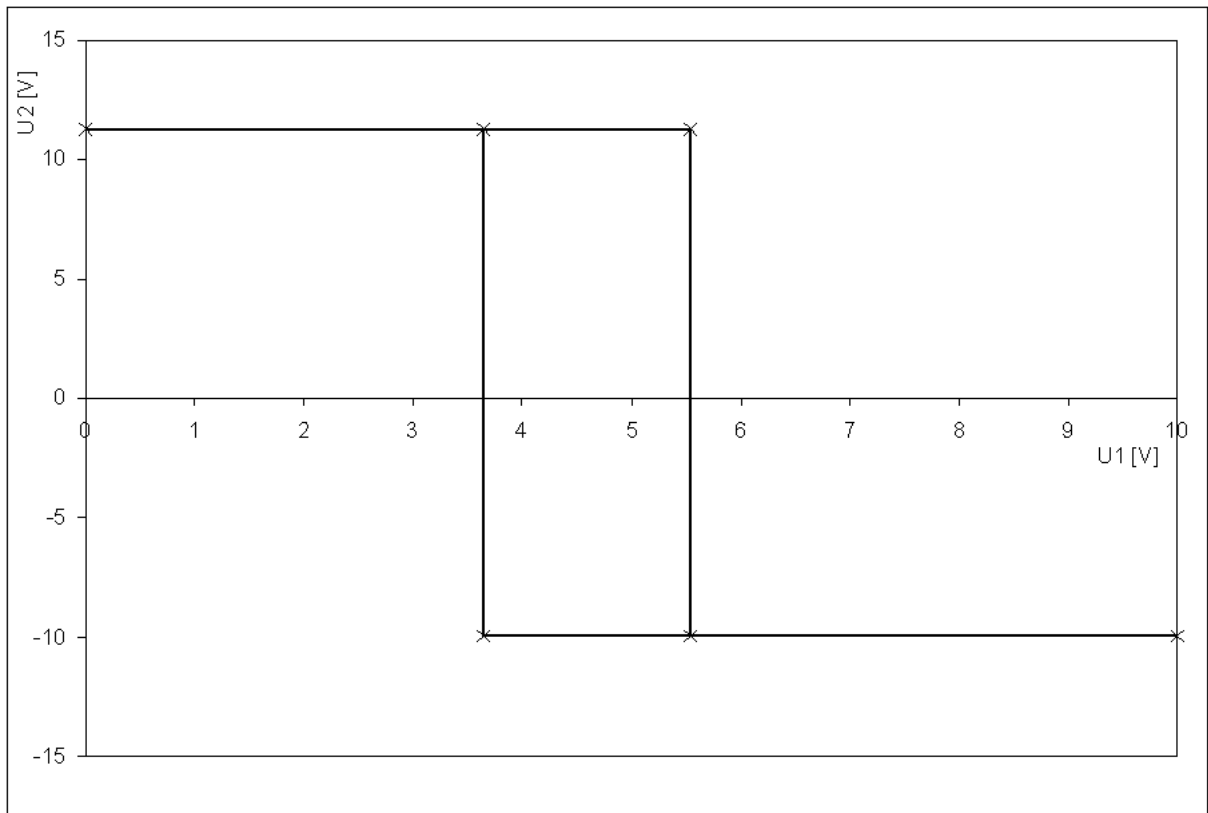
kde

$$\frac{\partial U_H}{\partial U_A} = 1$$

$$\frac{\partial U_H}{\partial U_B} = -1$$

Hystereze komparátoru je tedy $U_H = (1,932 \pm 0,010) V$. Naměřená hystereze odečtená z charakteristiky je 1,9, což odpovídá v případě započtení chyby voltmetru hodnotě vypočtené.

1.6 Charakteristika komparátoru s hysterezí

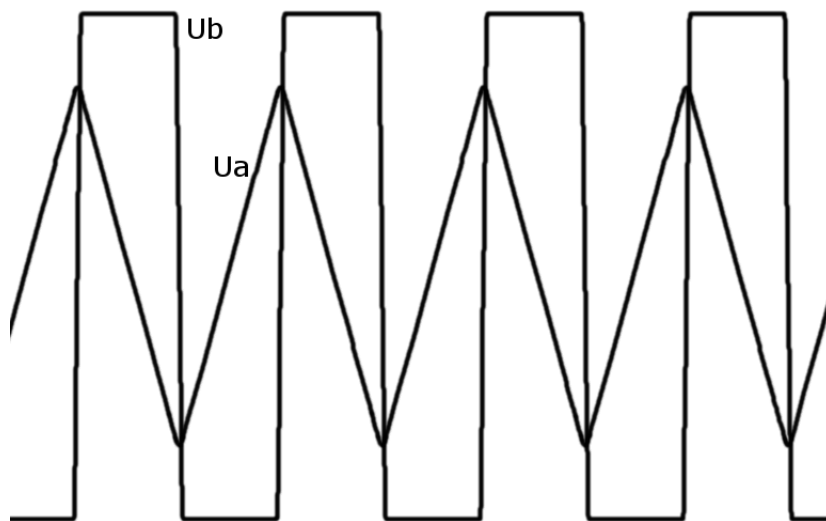


2 Generátor funkcí

Veličina	Bod A	Bod B
f [kHz]	1,152	1,149
T [μ s]	868,0	870,0
$+width$ [μ s]	428,0	434,0
$-width$ [μ s]	440,0	436,0
$D.C.$ [%]	49,3	49,9
U_{max} [mV]	688,0	—
U_{min} [mV]	-664,0	—
U_{top} [mV]	—	940,4
U_{base} [mV]	—	-899,3
$RiseTime$ [μ s]	—	1,3
$FallTime$ [μ s]	—	1,3

2.1 Záznam průběhu

Z důvodu měření na osciloskopu bez možnosti záznamu průběhu přikládám obrázek ilustrující průběh napětí v bodech A a B. Obrázek je pořízen ze simulačního programu SwitcherCAD III. Jsou použity součástky přibližně odpovídající měřenému obvodu, avšak úplné shody průběhů samozřejmě není možné dosáhnout. Z těchto důvodů obrázek ani neobsahuje osy a měřítko. Jedná se tedy čistě o ilustrativní obrázek.



2.2 Naměřené hodnoty součástek

C [nF]	21,06
R_1 [k Ω]	15,05
R_2 [k Ω]	9,79
R_3 [k Ω]	14,96

2.3 Výpočet hodnot U_H , U_m , T a f

Napětí U_m jsme nemohli spočítat, protože jsme si nezjistili typ omezujících diod na výstupu. Použili jsme tedy napětí naměřené U_{base} a U_{top} .

$$U_{m+} = U_{Zd} + U_{Zr} = U_{top} = 940,4 \text{ mV}$$

$$U_{m-} = U_{Zr} + U_{Zd} = U_{base} = -899,3 \text{ mV}$$

$$U_{H+} = U_{m+} \frac{R_2}{R_3} = 615,4 \text{ mV}$$

$$U_{H-} = U_{m-} \frac{R_2}{R_3} = -588,5 \text{ mV}$$

$$U_H = |U_{H+}| + |U_{H-}| = 1203,9 \text{ mV}$$

Vypočtená hystereze přibližně odpovídá napětí špička-špička trojúhelníku, což je v pořádku.

$$T = \frac{4 R_1 R_2 C_1}{R_3} = 829,7 \mu s$$

$$f = \frac{1}{T} = 1205,3 \text{ Hz}$$

2.4 Vyhodnocení měření

Vypočtená perioda/frekvence se od skutečné liší přibližně o 5%. Tento rozdíl si vysvětluji tím, že jsme měřili hodnoty součástek v zapojeném obvodu. Tím pádem jsme neměřili hodnotu jedné součástky, ale sérioparalelní kombinace několika součástek.

Během měření jsme se dopustili několika chyb, na které jsme bohužel narazili až při zpracování měření. Byli jimi zejména nezaznamenání průběhů osciloskopem a nezjistění typu diod. Je dost pravděpodobné, že k chybám nedošlo, pouze jsme špatně pochopili zadání.