

Datum:	SPŠ CHOMUTOV	Třída: A4
Číslo úlohy:	MĚŘENÍ VA CHARAKTERISTIKY BIPOLÁRNÍHO TRANZISTORU	Příjmení: LEDVINKOVÁ

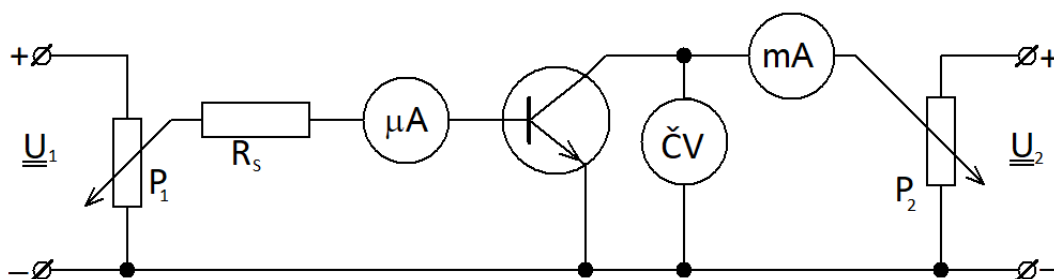
Zadání:

Změřte vstupní a výstupní VA charakteristiky bipolárního tranzistoru.

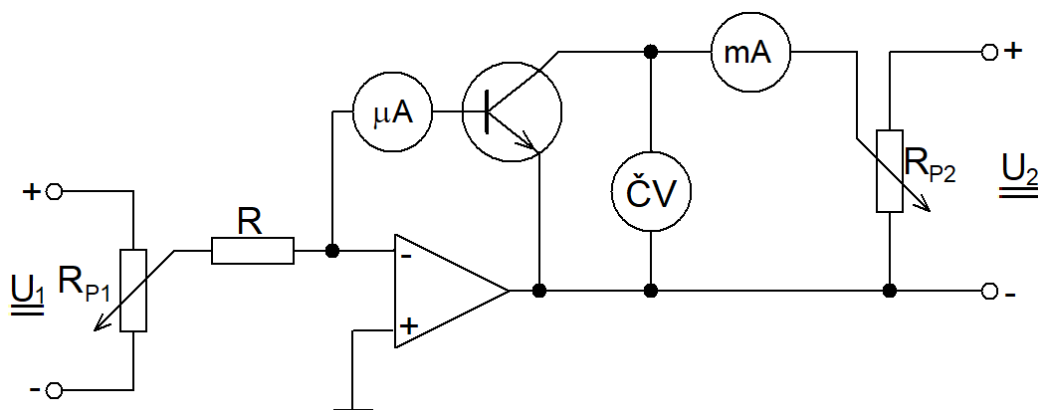
Schéma:

1. Výstupní charakteristika:

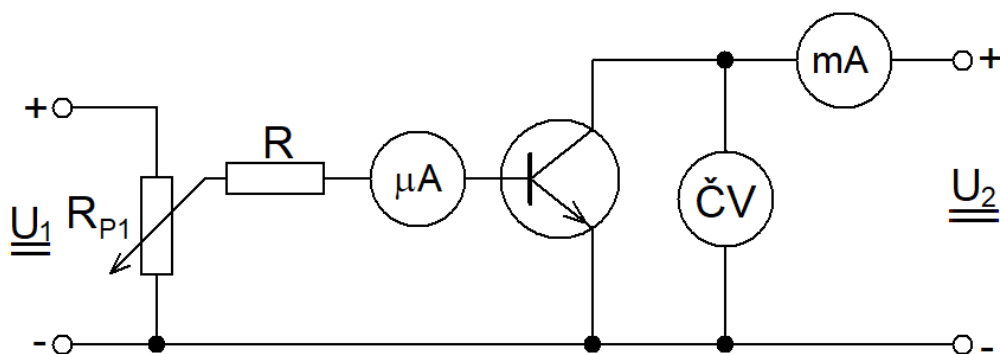
a. Normální



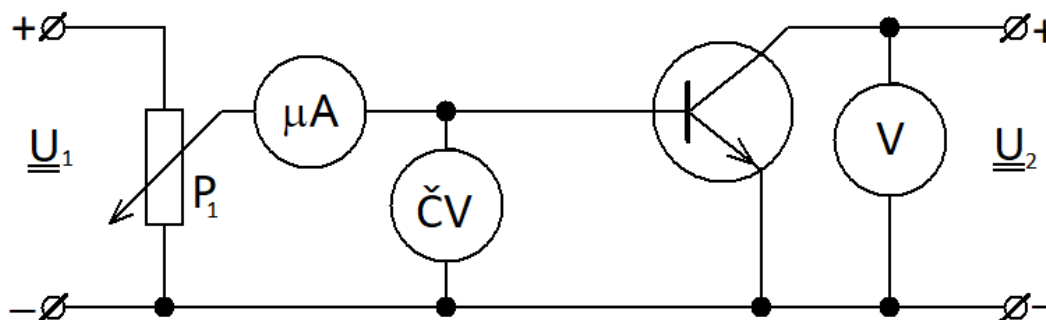
b. S převodníkem U/I







2. Převodní charakteristika:



3. Vstupní charakteristika:



Tabulka použitých přístrojů:

Název zařízení	Označení	Údaje	Evidenční číslo
zdroj	–	AUL 310 2×15 V, 5 V, 2×0-32 V	LE2 1033
potenciometr	R_{P1}, R_{P2}	1,8 A, 100 Ω	LE 5085, LE 5086
Odporová dekád	R	0-100 k Ω	LE1 1828
mikroampérmetr	μA	750 μA  0,5 	LE1 1883/27
miliampérmetr	mA	60 mA  0,5 	LE2 1944/11
tranzistor	-	BC 547B	-
operační zesilovač	OZ	TL 071CP	-
číslicový voltmetr	ČV	MX 545 metrix	LE2 77

Teorie:

Bipolární tranzistor je elektronická součástka používaná pro zesilování a řízení elektrických signálů. Skládá se ze tří vrstev polovodiče, kde mezi dvěma vrstvami typu "P" je umístěna jedna vrstva typu "N" (PNP) nebo naopak mezi dvěma vrstvami typu "N" je umístěna jedna vrstva typu "P" (NPN). Tyto vrstvy jsou ovládány aplikováním malých signálů na bázi, které mění průtok elektronů nebo děr přes vrstvy a tím umožňují ovládání většího proudu, což umožňuje použití tranzistoru jako spínače nebo zesilovače. Zesílení proudu se liší podle typu tranzistoru, čím větší I_C tranzistor má, tím menší má proudový zesilovací činitel

Postup:

- Vyhledáme si mezní parametry tranzistoru.
- 1. Výstupní charakteristika
 - > Zapojíme obvod dle schématu
 - > Vypočítáme si maximální I_B a podle něj vypočítáme odpor R
 - > Zvolíme si 5 hodnot pro I_C odstupňovaných od $I_{C\max}$ do 0 A
 - > Pro každé I_C si najdeme I_B a U_{CE} při $P=P_{C\max}$
 - > Pro každé zvolené I_B změříme VA charakteristiku tak, že nastavujeme U_{CE} a odečítáme I_C
- 2. Převodní charakteristika:
 - > Zvolíme si U_{CE} při kterém budeme měřit charakteristika (např. $U_{CE} = 4\text{ V}$)
 - > Nastavujeme I_B a odečítáme I_C
 - > Sestrojíme graf z naměřených hodnot
 - > Sestrojíme graf z vypočítaných hodnot
 - > Sestrojený graf porovnáváme se sestrojeným grafem z vypočítaných hodnot pro stejné U_{CE}
- 3. Vstupní charakteristika:
 - > Zjistím, při jakém U_{CE} začnou charakteristiky splývat
 - Charakteristiky začnou splývat, když při zvyšování U_{CE} se U_{BE} a I_B přestanou měnit
 - Většinou to je kolem $U_{CE} = 0,3\text{ V}$
 - > Zvolím si 3 hodnoty pro U_{CE} :
 - $U_{CE} = 0\text{ V}$
 - U_{CE} při kterém začali charakteristiky splývat
 - hodnotu mezi těmito U_{CE}
 - > Pro každé U_{CE} nastavujeme proud I_B ve stejném rozsahu, jako u měření výstupních charakteristik a odečítáme U_{BE}
- Naměřené hodnoty zpracujeme tabelárně a graficky.

Mezní parametry:

$I_{C\max} = 50\text{ mA}$

$U_{CE\max} = 22,5\text{ V}$

$P_{C\max} = 250\text{ mW}$

$h_{21e} = 200 - 450$

Tabulka naměřených hodnot:

1. Výstupní charakteristika:

a. Normální

VÝSTUPNÍ CHARAKTERISTIKA $I_C=f(U_{CE})$ při $I_B=k$									
$I_B = 15,5 \mu A$		$I_B = 32,5 \mu A$		$I_B = 54,5 \mu A$		$I_B = 81,0 \mu A$		$I_B = 180,0 \mu A$	
$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$
0,1	1,8	0,1	2,8	0,1	6,0	0,1	6,0	0,1	10,0
0,2	5,0	0,2	7,8	0,2	10,0	0,2	13,0	0,2	20,5
0,3	5,8	0,3	9,2	0,3	12,5	0,3	15,0	0,3	24,0
0,5	6,8	0,5	10,8	0,5	14,0	0,5	17,0	0,5	25,5
1,0	7,4	1,0	13,6	1,0	18,0	1,0	21,0	1,0	30,0
2,0	7,7	2,0	15,8	2,0	23,0	1,5	25,0	1,5	33,5
4,0	8,0	4,0	16,8	3,0	26,0	2,0	27,0	2,0	36,5
6,0	8,2	6,0	17,6	4,0	27,0	3,0	32,0	2,5	40,0
8,0	8,6	8,0	18,2	5,0	28,0	4,0	35,5	3,0	42,0
10,0	8,8	10,0	18,8	6,0	29,0	5,0	38,0	3,5	44,0
12,0	9,0	12,5	19,0	7,0	29,0	6,3	39,0	4,0	46,0
15,0	9,0	-	-	8,3	29,0	-	-	4,5	48,0
-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	50,0

b. S převodníkem U/I

$I_B = 26 \mu A$		$I_B = 54 \mu A$		$I_B = 84 \mu A$		$I_B = 128 \mu A$		$I_B = 170 \mu A$	
$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$	$U_{CE} [V]$	$I_C [mA]$
0,10	2,50	0,10	5,00	0,10	7,50	0,10	10,00	0,10	11,00
0,20	5,00	0,20	11,00	0,20	15,50	0,20	20,00	0,20	24,00
0,30	6,00	0,30	13,00	0,30	18,00	0,30	23,00	0,40	30,00
0,40	7,00	0,40	13,50	0,40	19,50	0,40	25,00	0,70	34,50
0,50	7,50	0,50	14,00	0,50	20,00	0,50	27,50	1,00	37,50
1,00	7,50	1,00	16,00	1,00	24,00	1,00	31,00	1,50	42,00
2,00	7,50	2,00	16,50	2,00	26,00	2,00	35,50	2,00	44,00
4,00	8,00	3,00	17,00	3,00	27,00	3,00	38,00	3,00	47,00
6,00	8,50	4,00	17,50	4,00	28,00	4,00	40,00	4,00	49,00
8,00	8,50	5,00	18,00	5,00	28,50	5,00	40,00	5,00	50,00
10,00	9,00	6,00	18,00	6,00	29,00	6,25	40,00		
12,00	9,25	7,00	18,50	7,00	29,50				
14,00	9,50	8,00	19,00	8,00	30,00				
16,00	9,75	9,00	19,50	8,30	30,00				
18,00	9,75	10,00	19,50						
20,00	10,00	11,00	20,00						
22,50	10,00	12,50	20,00						

2. Převodní charakteristika:

U_{CE} = 4 V	
I_B [μA]	I_C [mA]
20	3,5
40	8,0
60	17,0
80	24,5
100	31,5
120	35,0
140	42,5
160	47,0
180	50,0

$$h_{21e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{7 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-6}} = 350$$

3. Vstupní charakteristika

VSTUPNÍ CHARAKTERISTIKA U_{BE}=f(I_B) při U_{CE}=k					
U_{CE} = 0 V		U_{CE} = 0,1 V		U_{CE} ≥ 0,3 V	
I_B [μA]	U_{BE} [mV]	I_B [μA]	U_{BE} [mV]	I_B [μA]	U_{BE} [mV]
0	0	0	0	0	0
1	488	1	595	1	618
2	504	2	610	2	638
3	516	3	625	3	649
5	532	5	637	5	663
10	552	10	656	10	682
20	574	20	678	20	702
30	588	30	690	30	714
60	612	60	711	60	734
90	626	90	723	90	746
120	637	120	732	120	755
150	645	150	739	150	763
180	652	180	745	180	769

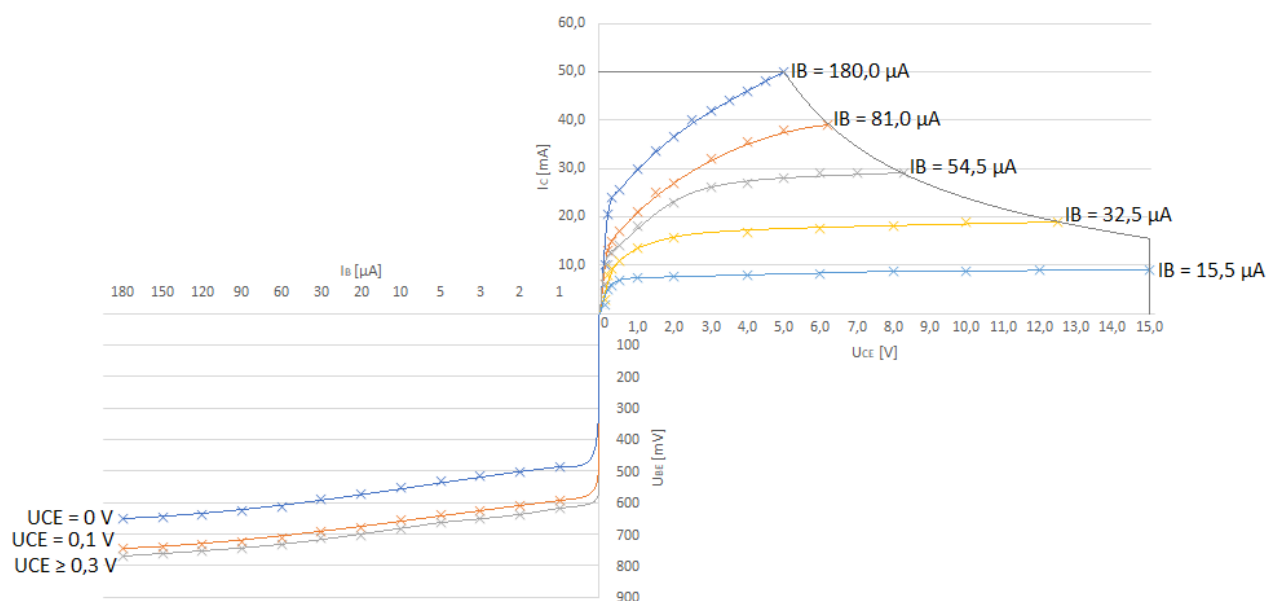
Použité vzorce:

$$h_{21e} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{7 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-6}} = 350$$

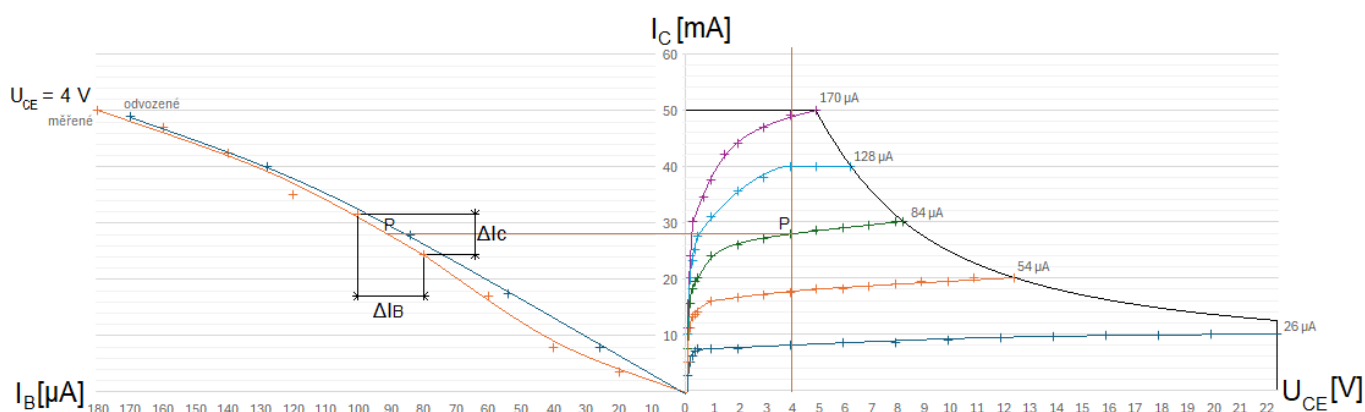
$$R_S = \frac{U_1 - U_{BE}}{I_B}$$

Grafy:

vstupní + výstupní charakteristika:



převodní + výstupní charakteristika:



Závěr:

Při měření došlo k oscilaci obvodu a k tranzistoru jsem musel paralelně připojit kondenzátor. Tranzistor se zahříval a tím se posouvaly měřené charakteristiky. Naměřený proudový zesilovací činitel vyšel 350 a to odpovídá katalogovým údajům. Naměřená a odečtená převodní charakteristika se od sebe liší. To mohlo být způsobeno ohřátím tranzistoru, nepřesným nastavením konstantní veličiny nebo nepřesným odečítáním z přístrojů.