

Kabinet výuky obecné fyziky, UK MFF

Fyzikální praktikum II



Úloha č. 3

Název úlohy:Tranzistor.....

Jméno:Vladislav Wohlrath..... Obor: (FOF) FAF FMUZV

Datum měření:10. 10. 2016..... Datum odevzdání:

Připomínky opravujícího:

	Možný počet bodů	Udělený počet bodů
Práce při měření	0 - 5	
Teoretická část	0 - 1	
Výsledky měření	0 - 8	
Diskuse výsledků	0 - 4	
Závěr	0 - 1	
Seznam použité literatury	0 - 1	
Celkem	max. 20	

Posuzoval:.....

dne:

Pracovní úkoly

1. Proměřte vstupní charakteristiku křemíkového tranzistoru BD 139 (N P N) v zapojení se společným emitorem pro nulový proud kolektorem ($R = \infty$) a odpor $R = 1000 \Omega$.
2. Proměřte výstupní charakteristiku tranzistoru BD 139 pro proudy báží - $I_B = 0,1 \text{ mA}$, $0,2 \text{ mA}$ a $0,3 \text{ mA}$.
3. Změřte závislost kolektorového proudu I_{CE} na proudu báží I_{BE} pro kolektorové napětí $U_{CE} = 2 \text{ V}$, 6 V a 10 V .
4. Pomocí lineární regrese určete činitel proudového zesílení β v zapojení se společným emitorem.

Teoretická část

Tranzistor je jedna ze základních elektronických součástek. Skládá se ze dvou P-N přechodů. V této úloze budeme měřit vlastnosti křemíkového tranzistoru BD 139 typu NPN při zapojení se společným emitorem.

Pro měření vstupní charakteristiky tranzistor zapojíme podle schematu na obrázku 1. Nastavíme požadovaný odpor R a při nulovém napětí na bázi nastavíme napětí na kolektoru $U_{CE} = 5 \text{ V}$ a dále ho neměníme.

Pro měření výstupní charakteristiky zapojíme tranzistor podle schematu na obrázku 2.

Pro měření činitele proudového zesílení necháme tranzistor v zapojení podle schematu na obrázku 2.

Výsledky měření

Měření proběhlo při normálním tlaku a pokojové teplotě ($t \approx 22^\circ \text{C}$).

Napětí U_{BE} a proud I_B na bázi jsme měřili multimetrem značky METEX. Napětí U_{CE} a proud I_C na kolektoru jsme měřili multimetrem KEITHLEY.

Všechny uvedené odchylky jsou standardní, odchylku napětí a proudů jsme určili podle specifikace přístrojů. Zápis $0,10(1)$ odpovídá $0,10 \pm 0,01$, tedy číslo v závorce udává odchylku v řádu poslední uvedené číslice.

Vstupní charakteristiku jsme měřili pro $R = 1000 \Omega$ a pro $R = \infty$ (rozpojený obvod). Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1 a zaneseny do grafu 1.

Výstupní charakteristiku jsme měřili pro proudy báží $I_B = 0,1 \text{ mA}$, $0,2 \text{ mA}$ a $0,3 \text{ mA}$. Odpor R jsme nastavili na $20\,000 \Omega$. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2 a zaneseny do grafu 2.

Dále jsme měřili závislost kolektorového proudu na proudu báží pro kolektorová napětí $U_{CE} = 2 \text{ V}$, 6 V a 10 V . Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3 a zaneseny do grafu 3.

Pomocí lineární regrese závislosti $I_{CE} = f(I_{BE})$ jsme určili činitel proudového zesílení $\beta = 133 \pm 2$.

Diskuze

Měření bylo úspěšné, všechny závislosti vyšly přesně podle očekávání.

Bylo by možné zavést činitel proudového zesílení β zvlášť pro různá kolektorová napětí, velikosti proudů se trochu liší. Pro kolektorová napětí 2 V , 6 V a 10 V jsou hodnoty β přibližně $130,4$, $132,9$ a $135,2$ resp. Hodnoty se téměř shodují, takže má smysl mluvit o jednotném činiteli proudového zesílení pro konkrétní tranzistor. Je zde však zřejmá rostoucí tendence a z výsledků úlohy není zřejmé, zda by si β zachovalo svou přibližnou hodnotu pro kolektorové napětí menší, nebo větší, než které jsme měřili.

Závěr

Měřili jsme vlastnosti křemíkového tranzistoru BD 139 (NPN) při zapojení se společným emitorem.

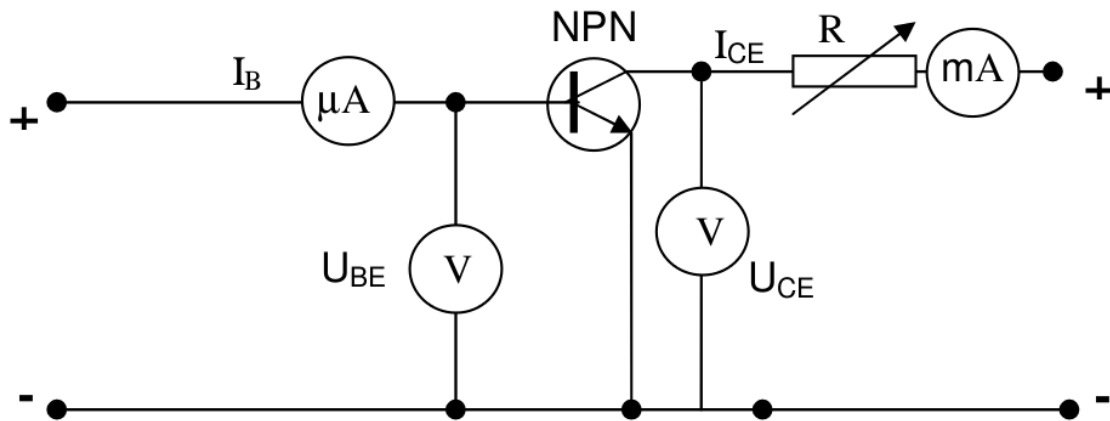
Změřili jsme vstupní charakteristiku (viz tabulka 1 a graf 1), výstupní charakteristiku (viz tabulka 2 a graf 2) a závislost kolektorového proudu na proudu báží (viz tabulka 3 a graf 3).

Pomocí lineární regrese jsme určili činitel proudového zesílení $\beta = 133 \pm 2$.

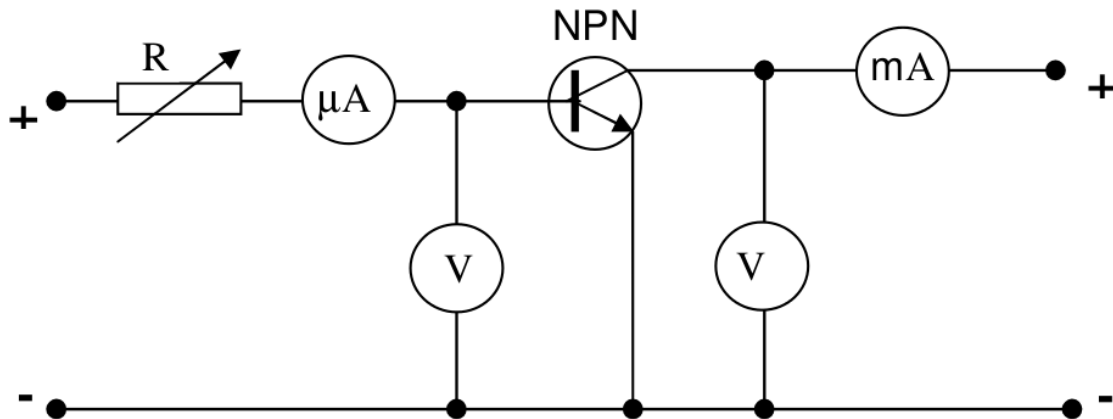
Měření bylo úspěšné, výsledky se shodují s dobře prozkoumanými obecnými vlastnostmi tranzistoru.

Seznam použité literatury

1. *Základní fyzikální praktikum* [online]. [cit. 2016-04-06]. Dostupný z WWW: <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/start>.



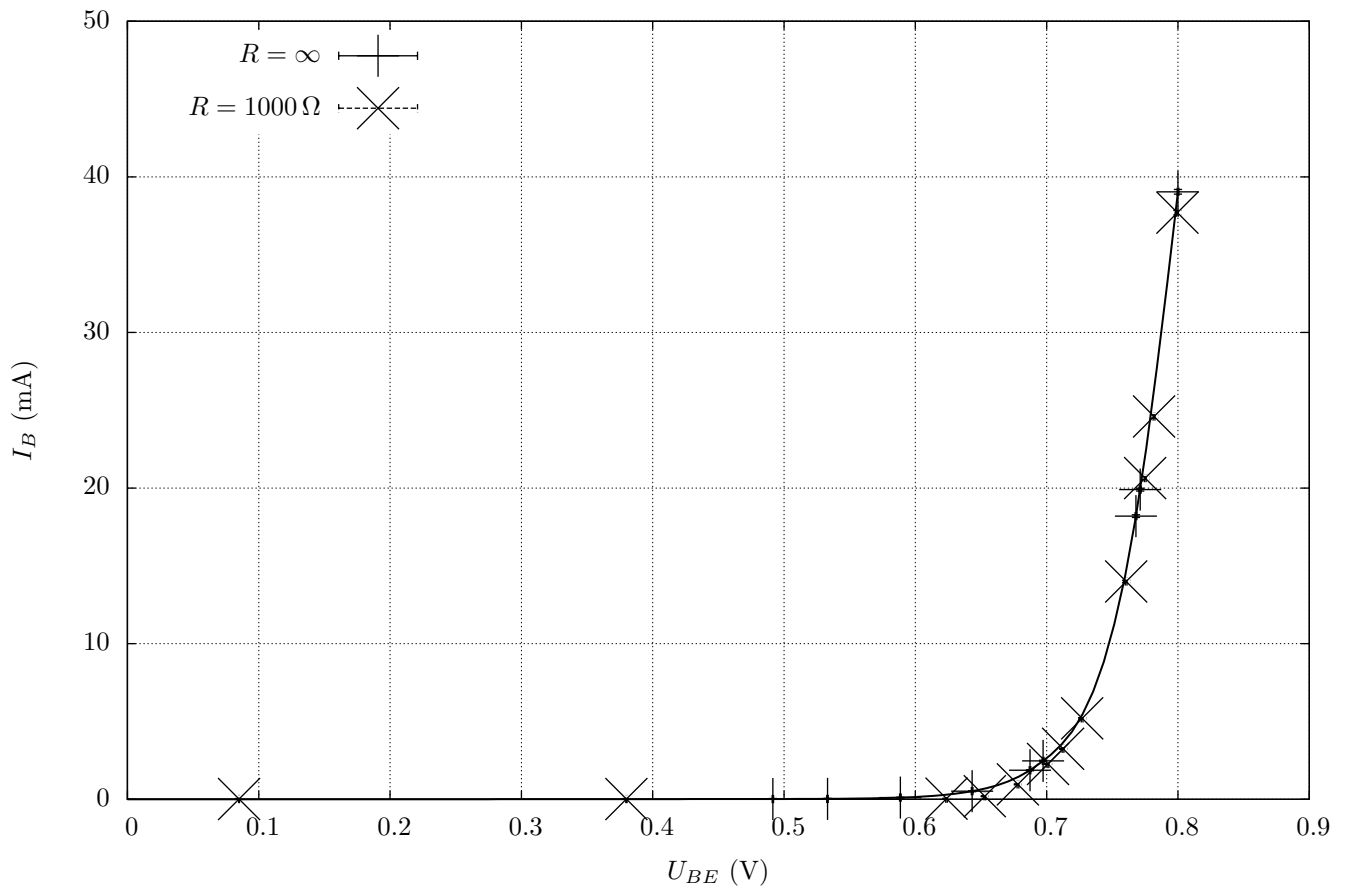
Obrázek 1: Zapojení pro měření vstupní charakteristiky[1]



Obrázek 2: Zapojení pro měření výstupní charakteristiky[1]

$R = \infty$		$R = 1000 \Omega$	
U_{BE} (V)	I_B (mA)	U_{BE} (V)	I_B (mA)
0,491(1)	0,02(2)	0,085(1)	0,02(2)
0,533(1)	0,03(3)	0,380(1)	0,02(2)
0,589(1)	0,11(3)	0,624(1)	0,04(3)
0,643(1)	0,52(3)	0,653(1)	0,20(4)
0,687(1)	1,87(4)	0,678(1)	0,96(4)
0,697(1)	2,47(4)	0,701(1)	2,27(4)
0,768(1)	18,20(9)	0,713(1)	3,25(4)
0,771(1)	19,90(9)	0,727(1)	5,20(5)
0,800(1)	39,04(15)	0,761(1)	14,00(8)
		0,775(1)	20,64(10)
		0,782(1)	24,60(11)
		0,800(1)	37,70(15)

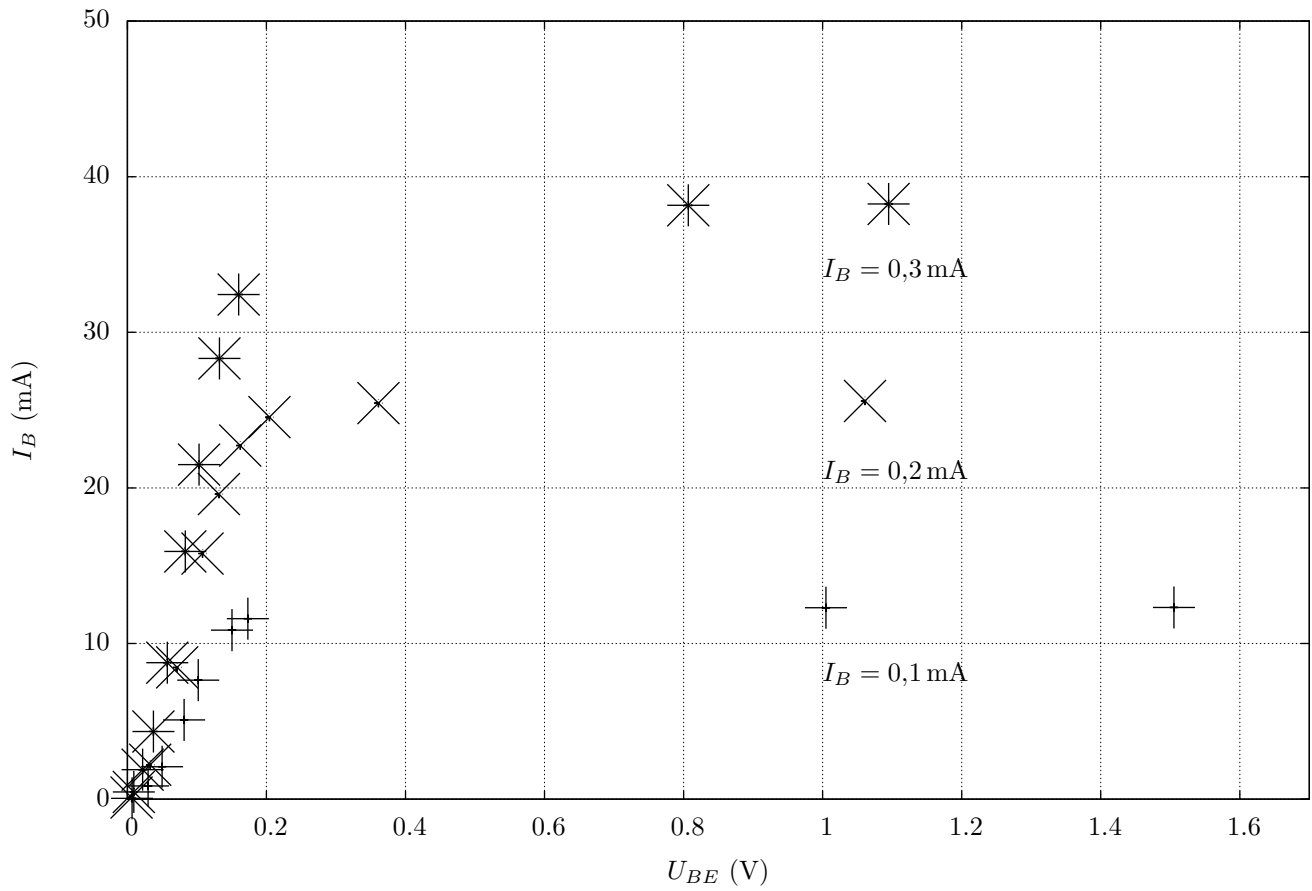
Tabulka 1: Vstupní charakteristika



Graf 1: Vstupní charakteristika

$I_B = 0,1 \text{ mA}$		$I_B = 0,2 \text{ mA}$		$I_B = 0,3 \text{ mA}$	
U_{CE} (V)	I_C (mA)	U_{CE} (V)	I_C (mA)	U_{CE} (V)	I_C (mA)
0,0066(1)	0,048(3)	0,0060(1)	0,104(3)	0,0091(1)	0,465(3)
0,0298(1)	0,851(3)	0,0327(1)	2,208(4)	0,0218(1)	1,891(4)
0,0499(1)	2,086(4)	0,0716(1)	8,466(8)	0,0374(1)	4,350(5)
0,0815(1)	5,089(6)	0,1080(1)	15,78(2)	0,0573(1)	8,772(8)
0,1019(1)	7,650(7)	0,1317(1)	19,60(2)	0,0832(1)	15,92(2)
0,1503(1)	10,86(2)	0,1624(1)	22,73(2)	0,1031(1)	21,50(2)
0,1733(1)	11,60(2)	0,2043(1)	24,55(2)	0,1325(1)	28,32(3)
1,005(1)	12,30(2)	0,3611(1)	25,45(3)	0,1600(1)	32,43(3)
1,505(1)	12,32(2)	1,061(1)	25,58(3)	0,8068(1)	38,16(3)
2,016(1)	12,35(2)	2,306(1)	25,74(3)	1,095(1)	38,25(3)
7,565(1)	12,54(2)	8,765(1)	26,34(3)	8,203(1)	39,54(3)
9,944(1)	12,62(2)				

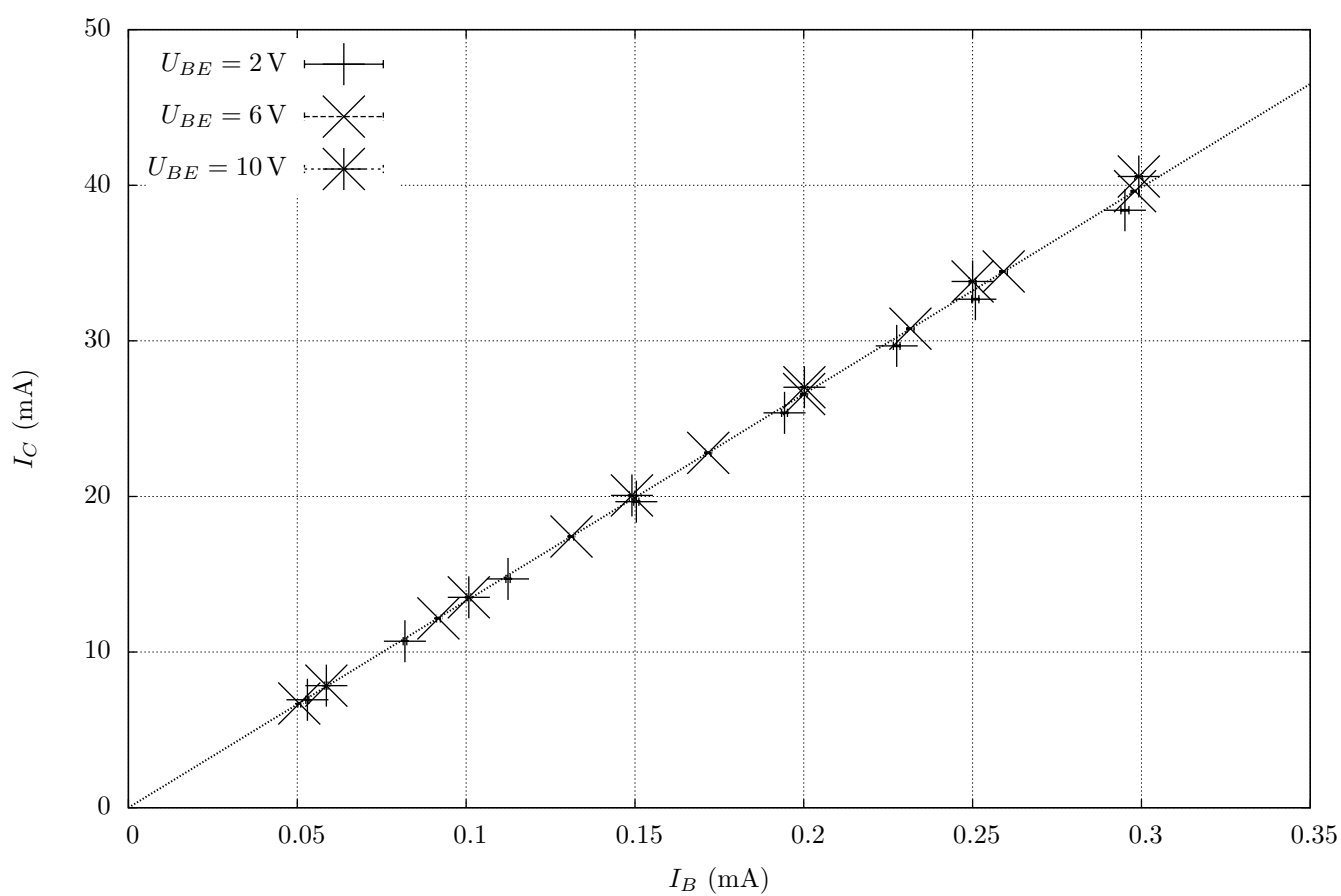
Tabulka 2: Výstupní charakteristika



Graf 2: Výstupní charakteristika, některé body ($U_{BE} > 1,6 \text{ V}$), byly vynechány, proud je pro vyšší napětí už téměř konstantní

$U_{CE} = 2 \text{ V}$		$U_{CE} = 6 \text{ V}$		$U_{CE} = 10 \text{ V}$	
I_B (mA)	I_C (mA)	I_B (mA)	I_C (mA)	I_B (mA)	I_C (mA)
0,053(1)	6,938(7)	0,051(1)	6,692(7)	0,059(1)	7,842(7)
0,082(1)	10,698(9)	0,092(1)	12,17(4)	0,101(1)	13,52(4)
0,112(1)	14,70(4)	0,131(1)	17,43(4)	0,149(1)	20,07(4)
0,150(1)	19,67(4)	0,172(1)	22,80(4)	0,200(1)	27,02(4)
0,194(1)	25,37(4)	0,200(1)	26,59(5)	0,250(2)	33,82(5)
0,228(1)	29,68(5)	0,232(1)	30,78(5)	0,299(2)	40,56(5)
0,251(2)	32,68(5)	0,259(2)	34,46(5)		
0,295(2)	38,39(5)	0,298(2)	39,62(5)		

Tabulka 3: Závislost kolektorového proudu na báзовém proudu



Graf 3: Závislost kolektorového proudu na báзовém proudu