

# KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ FYZIKÁLNÍ ELEKTRONIKA UNIPOLÁRNÍ TRANZISTORY

Martin Zlámal  
Josef Sedlák

*Datum měření 2. prosince 2013*  
© *Datum poslední revize 6. prosince 2013*  
L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Obsah

1	Schéma zapojení	2
2	Katalogové parametry měřených součástek	2
3	Naměřené a vypočtené hodnoty	3
4	Grafy	5
5	Závěr	8

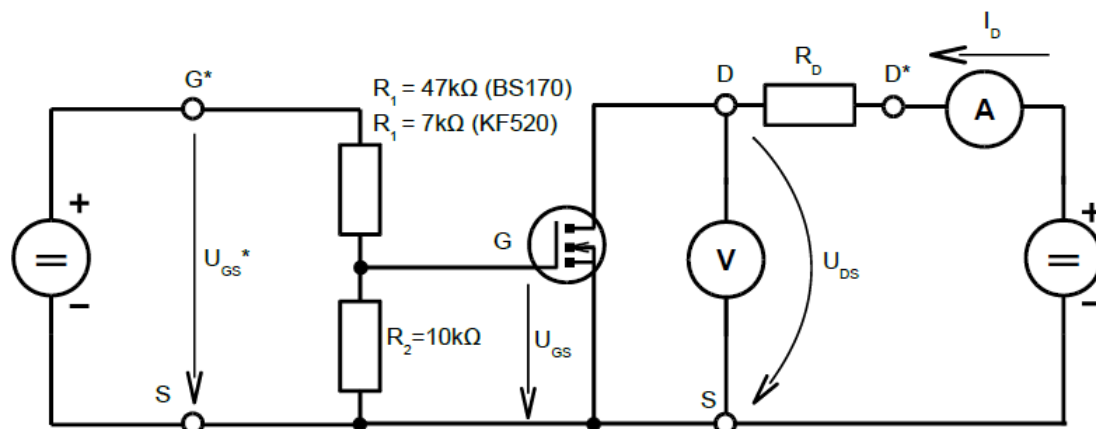
## Seznam obrázků

1	Schéma zapojení úlohy . . . . .	2
2	Výstupní charakteristika tranzistoru KF520 . . . . .	5
3	Odvozená převodní charakteristika tranzistoru KF520 . . . . .	5
4	Výstupní charakteristika tranzistoru BS170 . . . . .	6
5	Převodní charakteristika tranzistoru BS170 . . . . .	6
6	Vizualizované mezní parametry tranzistoru KF520 . . . . .	7
7	Vizualizované mezní parametry tranzistoru BS170 . . . . .	7

## Seznam tabulek

1	Katalogové parametry měřených součástek . . . . .	2
2	Data výstupní charakteristiky tranzistoru KF520 . . . . .	3
3	Data výstupní charakteristiky tranzistoru BS170 . . . . .	4
4	Data převodní charakteristiky tranzistoru BS170 . . . . .	4

## 1 Schéma zapojení



Obrázek 1: Schéma zapojení úlohy

## 2 Katalogové parametry měřených součástek

Tabulka 1: Katalogové parametry měřených součástek

Typ tranzistoru	BS170	KF520
$I_D$ [mA]	500	30
$U_{DS}$ [V]	60	30
$P_{TOT}$ [mW]	350	300

### 3 Naměřené a vypočtené hodnoty

Tabulka 2: Data výstupní charakteristiky tranzistoru KF520

$U_{GS}^* = 0 V$		$U_{GS}^* = 3 V$		$U_{GS}^* = 6 V$		$U_{GS}^* = -3 V$	
$U_{GS} = 0 V$		$U_{GS} = 1,76 V$		$U_{GS} = 3,53 V$		$U_{GS} = -1,76 V$	
$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$	$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$	$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$	$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$
0	0	0	0	0	0	0	0
0,22	0,17	0,32	0,29	0,15	0,16	0,36	0,23
0,35	0,26	0,57	0,5	0,3	0,32	0,67	0,39
0,43	0,32	0,93	0,77	0,64	0,64	1,11	0,56
0,61	0,44	1,24	0,98	1,0	0,97	1,45	0,67
0,80	0,56	1,52	1,14	1,27	1,18	1,76	0,75
0,95	0,64	1,78	1,29	1,61	1,43	2,08	0,81
1,26	0,8	2,14	1,47	1,9	1,63	2,36	0,86
1,38	0,86	2,89	1,75	2,23	1,83	2,69	0,9
1,56	0,94	3,51	1,93	2,52	1,99	3,07	0,92
1,76	1,02	4,0	2,03	3,25	2,33	3,58	0,95
2,02	1,11	4,78	2,13	4,36	2,69	4,42	0,96
2,34	1,21	6,82	2,23	5,55	2,91	5,23	0,97
2,64	1,28	8,31	2,25	6,74	3,02	7,23	0,98
3,0	1,35	10,2	2,28	7,94	3,06	9,66	0,99
6,91	1,54	15,24	2,31	10,77	3,12	14,33	1,01
8,01	1,56	19,06	2,34	13,1	3,14	17,74	1,02

Hodnota napětí  $U_{GS}^*$  značí napětí na odporovém děliči. Napětí přímo na řídicí elektrodě transistoru dopočteme  $U_{GS}$  dopočteme jako:

$$U_{GS} = U_{GS}^* \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 3 \cdot \frac{10}{7 + 10} = 1,76 V \quad (1)$$

Pro vypočtení napětí na řídicí elektrodě pro tranzistor BS170 použijeme stejný postup, jen hodnota  $R_1 = 47 k\Omega$ .

Hodnoty převodní impedance  $y_{21}$  pro oba tranzistory:

$$y_{21}(KF520) = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} = \frac{3,06 - 1,56}{3,53 - 0} = 0,425 mS \quad (2)$$

$$y_{21}(BS170) = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} = \frac{9,75 - 9,34}{2,39 - 2,19} = 2,05 mS \quad (3)$$

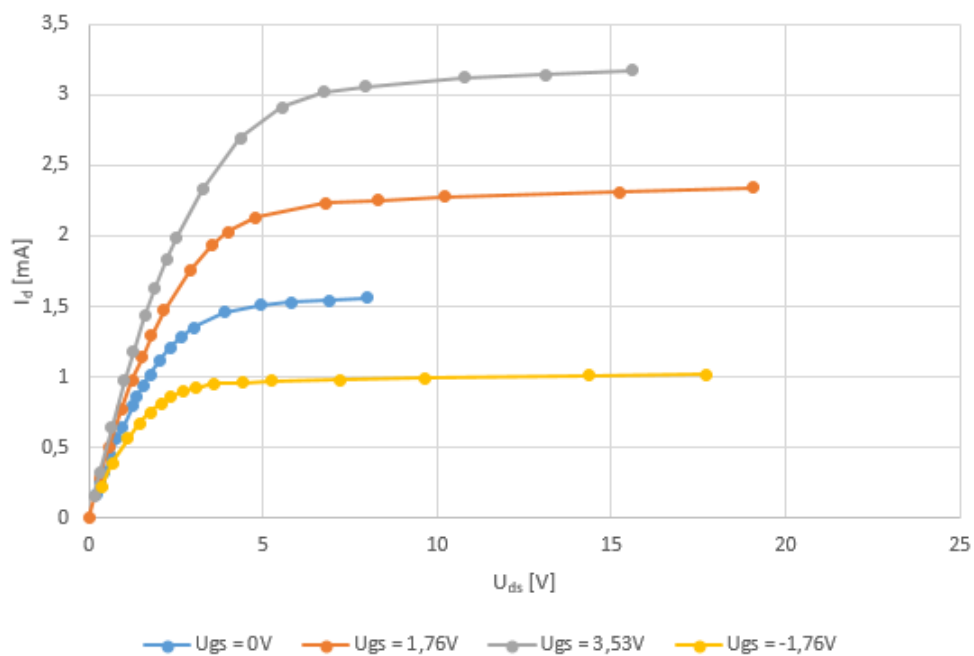
Tabulka 3: Data výstupní charakteristiky tranzistoru BS170

$U_{GS}^* = 12,5 V$		$U_{GS}^* = 13,0 V$		$U_{GS}^* = 13,3 V$		$U_{GS}^* = 13,6 V$	
$U_{GS} = 2,19 V$		$U_{GS} = 2,28 V$		$U_{GS} = 2,33 V$		$U_{GS} = 2,39 V$	
$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$	$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$	$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$	$U_{DS} [V]$	$I_D [mA]$
0	0	0	0	0	0	0	0
0,03	0,6	0,03	1,06	0,02	1,09	0,02	1,39
0,06	0,92	0,06	1,73	0,04	1,86	0,04	2,5
0,08	0,99	0,08	2,09	0,06	2,43	0,06	3,44
0,1	1,17	0,1	2,43	0,08	2,9	0,08	4,2
0,15	1,2	0,15	2,48	0,1	3,54	0,1	5,2
0,2	1,35	0,2	2,87	0,2	4,33	0,2	6,06
0,3	1,41	0,3	3,05	0,3	4,56	0,3	6,55
0,4	1,44	0,4	3,11	0,4	4,68	0,4	6,76
0,5	1,45	0,5	3,16	0,5	4,72	0,5	6,87
2	1,56	2,0	3,36	2,	5,05	1,26	7,18
3	1,59	3,1	3,46	3,27	5,2	2,24	7,42
4	1,63	4,23	3,56	4,25	5,35	3,36	7,65
5,5	1,69	4,92	3,62	5,0	5,48	5,42	8,12
6,89	1,72	5,72	3,7	6,3	5,69	8,5	8,95
8,42	1,82	7,26	3,87	8,05	6,0	10,63	9,75
10,7	1,95	9,34	4,02	10,42	6,55	14,3	11,9
15	2,23	14,71	4,89	14,72	7,63		

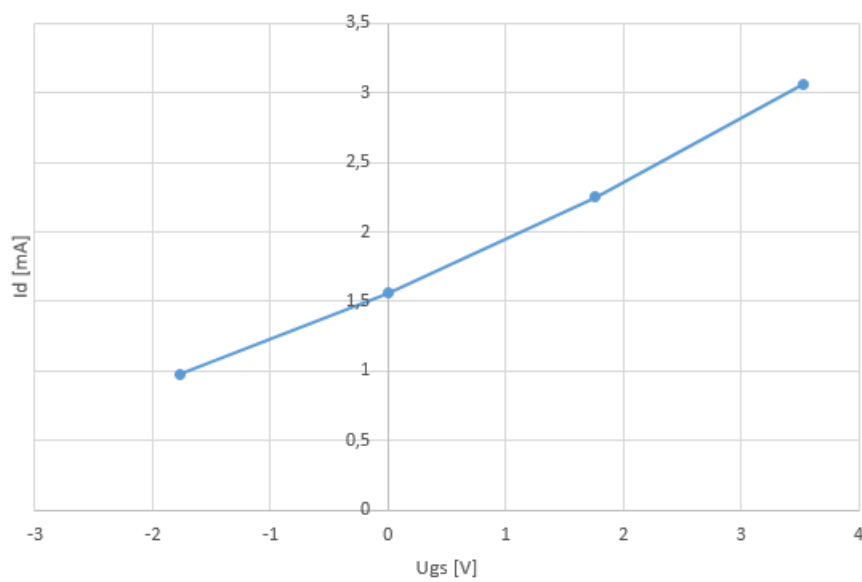
Tabulka 4: Data převodní charakteristiky tranzistoru BS170

$U_{DS} = 5 V$			$U_{DS} = 10 V$		
$U_{GS}^* [V]$	$U_{GS} [V]$	$I_D [mA]$	$U_{GS}^* [V]$	$U_{GS} [V]$	$I_D [mA]$
10,0	1,75	0,0073	10,0	1,75	0,0085
10,5	1,84	0,0238	10,5	1,84	0,0291
11,0	1,93	0,0684	11,0	1,93	0,0799
11,5	2,02	0,247	11,5	2,02	0,243
12,0	2,11	0,629	12,0	2,11	0,72
12,5	2,19	1,667	12,5	2,19	1,9
13,0	2,28	3,66	13,0	2,28	3,82
13,5	2,37	7,05	13,5	2,37	8,73
14,0	2,46	13,04	14,0	2,46	15,86

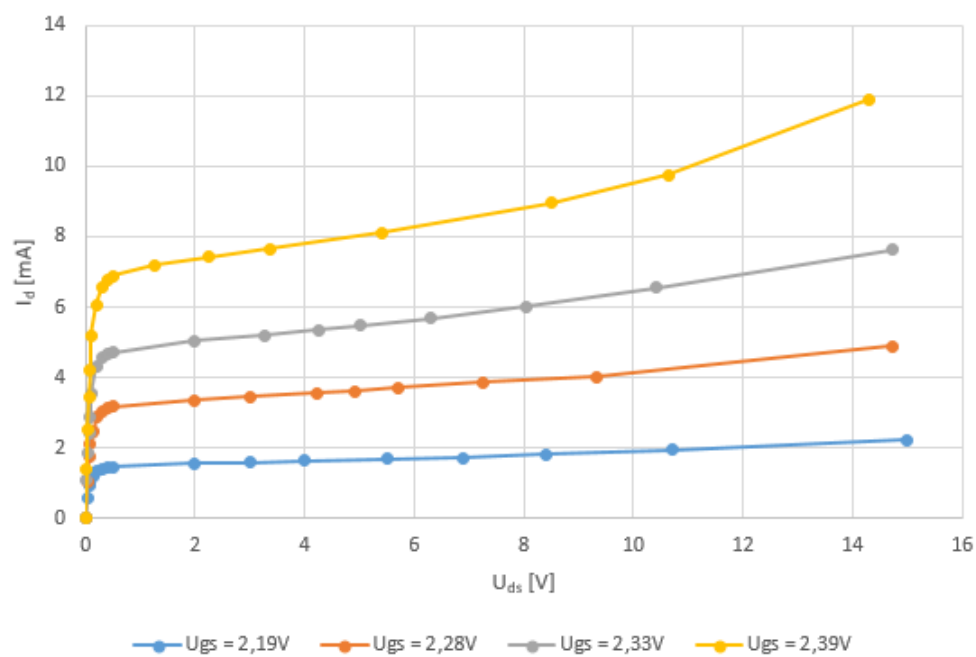
## 4 Grafy



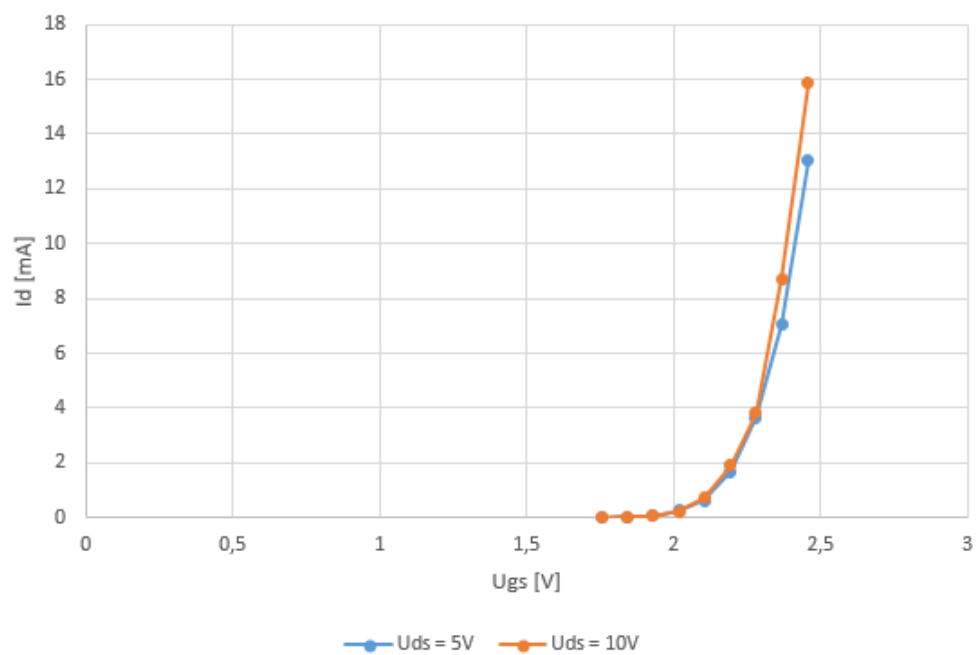
Obrázek 2: Výstupní charakteristika tranzistoru KF520



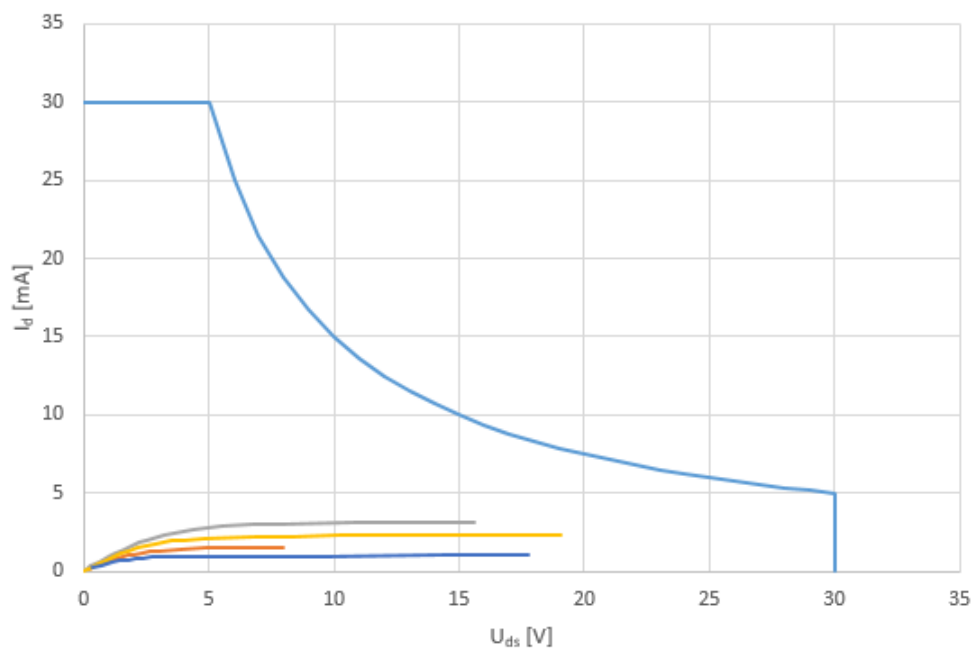
Obrázek 3: Odvozená převodní charakteristika tranzistoru KF520



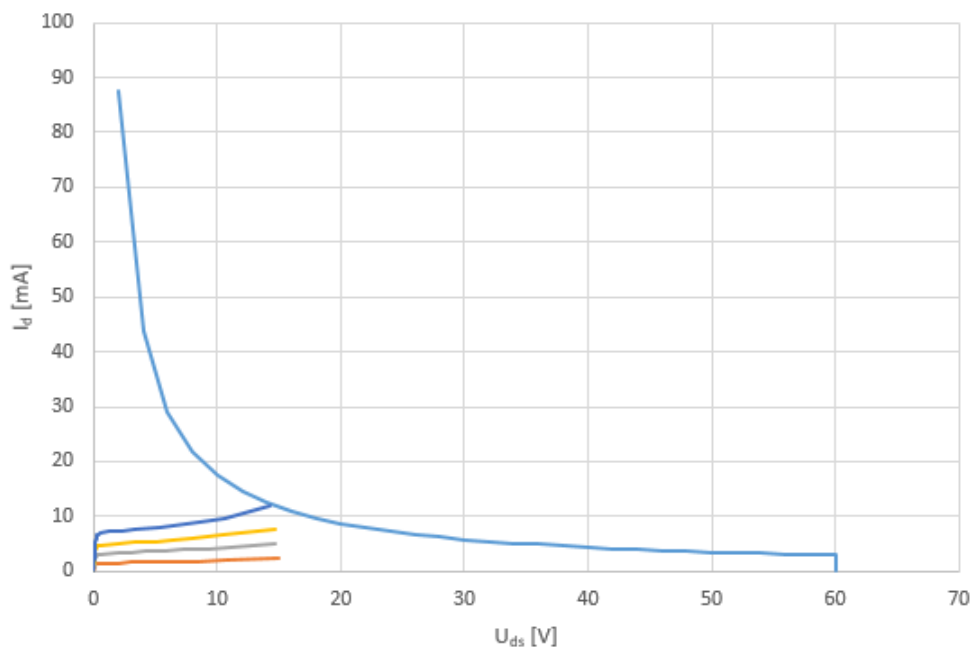
Obrázek 4: Výstupní charakteristika tranzistoru BS170



Obrázek 5: Převodní charakteristika tranzistoru BS170



Obrázek 6: Vizualizované mezní parametry tranzistoru KF520



Obrázek 7: Vizualizované mezní parametry tranzistoru BS170



## 5 Závěr

Se vzrůstajícím napětím na řídicí elektrodě  $U_{GS}$  vzrůstá také samotná křivka výstupní charakteristiky unipolárních transistorů. Toto napětí může nabývat u tranzistoru KF520 záporných hodnot, u tranzistoru BS170 již to není možné. Toto je vidět také z převodních charakteristik. Tam kde lze dosáhnout záporných hodnot na řídicí elektrodě přesahuje graf do záporného kvadrantu. Oproti tomu u tranzistoru BS170 tomu tak není a převodní charakteristika má exponenciální tvar. Z této charakteristiky je také vidět, že existuje jistá minimální hranice řídicího napětí  $U_{GS}$ , pod kterou již je tranzistor prakticky nepoužitelný, protože by se na výstupní charakteristice nic neprojevovalo.