

Slovenská technická univerzita v Bratislave

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Návrh elektronických zariadení

Step Down menič

Semestrálny projekt

Vyučujúci :Ing. Štefan Chamraz, PhD.

Ing. Richard Balogh, PhD

Vypracoval : Filip Hancko

ET/3BC

2018/19

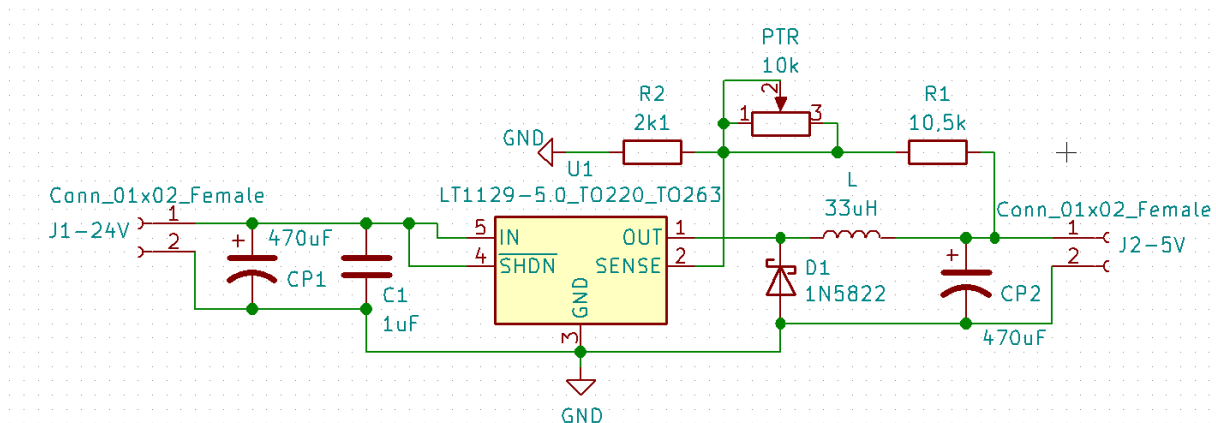
Znižujúci menič:

Znižujúci menič, často nazývaný aj ako step down converter . Na vstupe pôsobí tranzistor T ako spínač a znižuje tak strednú hodnotu napätia. Ako filter pracujú v obvode kondenzátor, cievka a dióda. Tak isto ako pri zvyšujúcom menič pracuje v dvoch fázach, keď je spínač zapnutý a vypnutý.

- Pri zopnutom tečie prúd cez vstup na výstup a následne sa zvyšuje prúd v cievke a tak isto aj napätie na kondenzátore. Dióda je polarizovaná v závernom smere, takže ňou nič neprechádza.
- Pri vypnutom tranzistore začne prúd tiecť takzvanou nulovacou diódou v priepustnom smere. Napätie na kondenzátore začne konštantne klesať kvôli cievke cez ktorú sa vybíja. Zo vzorca (1.0) platí pre nepreušovaný odber výstupného napätia pri výstupnom rozmedzí signálu od 0 V po U_{IN} .

$$U_{OUT} = U_{IN} \frac{T_1}{T_1 + T_2} \quad (1.0)$$

Schéma:

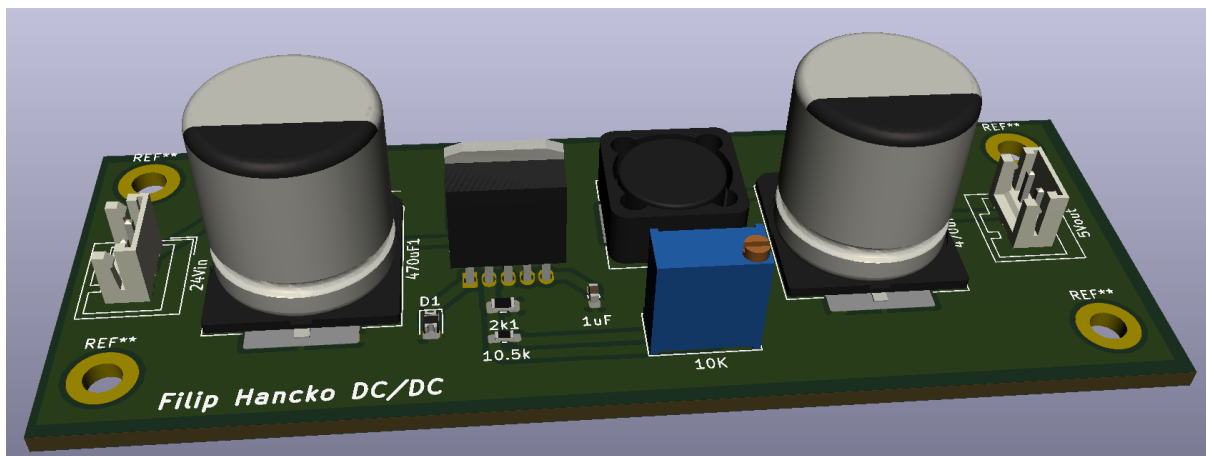


Obr.1.1

Zoznam použitých súčiastok:

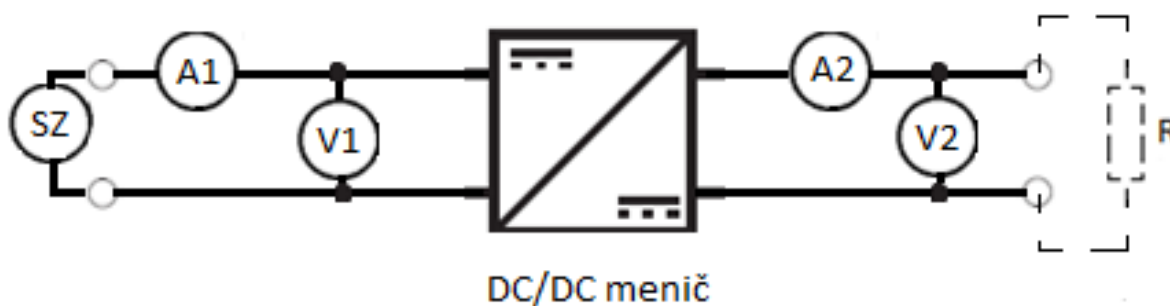
Názov	Hodnota	Označenie	Názov	Hodnota	Označenie
Konektor	Con_01x02	J1,J2	Rezistor	2k1	R2
Kondenzátor	220uF	CP1	Potenciom.	10k	PTR
Kondenzátor	220uF	CP1	Rezistor	10.5k	R1
Kondenzátor	1uF	C1	Dióda	SS54-YAN	D1
Control.Obvod	TO-263-5	U1	Induktor	33uH	L1

Schéma PCB:



Obr.1.2

Meranie na meniči:



Obr. 1.3: Schéma zapojenia pre meranie na DC/DC meniči pre úlohy č. 1 až č. 2

Úloha č.1: Zmerajte závislosť výstupného napätia $U_{výst}$ od veľkosti vstupného napätia U_{vst} pre nezaťažený a zaťažený DC/DC menič ($I_{výst} = 0$),

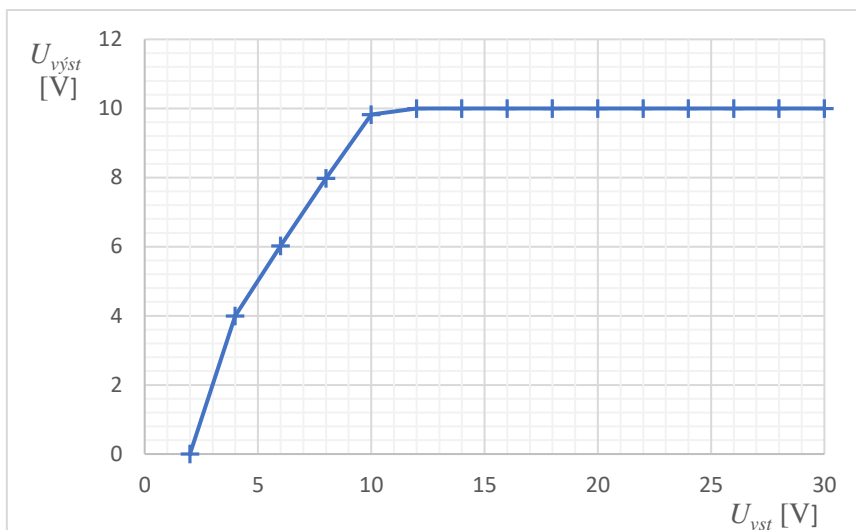
Postup merania:

Zapojte znižujúci menič a na výstupe DC/DC meniča pomocou potenciometra sa nastaví $U_{výst}$ na 10 V pri $U_{vst} = 20$ V. Potom znížime vstupné napätie U_{vst} na nulu. DC/DC menič nemáme zaťažený na výstupe žiadnou záťažou. Začneme zvyšovať vstupné napätie U_{vst} a budeme odčítavať vstupný prúd I_{vst} a výstupné napätie $U_{výst}$. Meranie opakujeme pre DC/DC menič, ktorý zaťažíme na výstupe záťažou tak, aby $I_{výst} = \text{const}$.

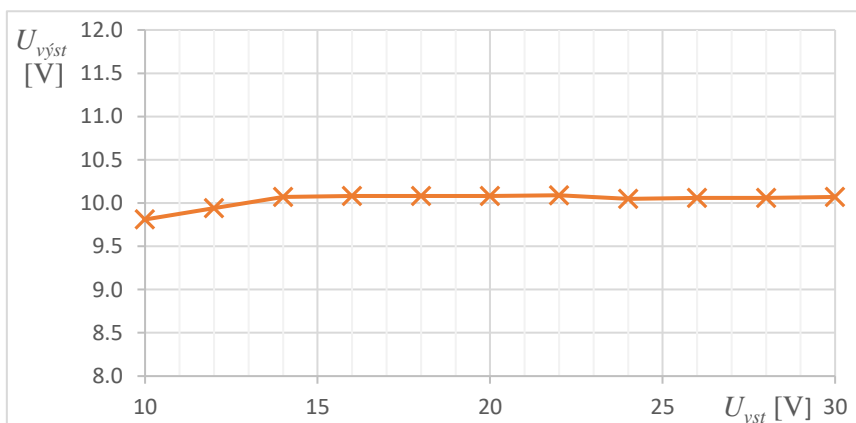
Tabuľka č.4.4: Tabuľka nameraných hodnôt

<i>Nezaťažený</i>			
U_{vst} [V]	I_{vst} [mA]	$U_{výst}$ [V]	$I_{výst}$ [mA]
2	0,33	0,007	0
4	5,95	4,00	0
6	7,60	6,03	0
8	10,01	7,98	0
10	15,70	9,82	0
12	16,65	10,00	0
14	16,42	10,00	0
16	16,15	10,00	0
18	15,92	10,00	0
20	15,75	10,00	0
22	15,49	10,00	0
24	14,98	10,00	0
26	14,38	10,00	0
28	13,85	10,00	0
30	13,25	10,00	0

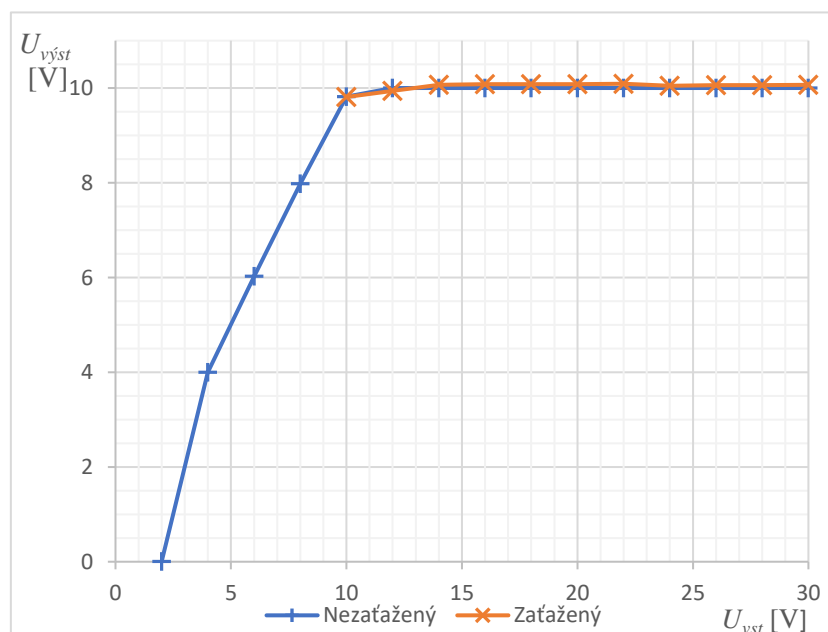
<i>Zaťažený</i>			
U_{vst} [V]	I_{vst} [mA]	$U_{výst}$ [V]	$I_{výst}$ [mA]
10	501,20	9,81	500
12	452,00	9,94	500
14	405,50	10,07	500
16	363,40	10,08	500
18	332,90	10,08	500
20	306,30	10,08	500
22	283,90	10,09	500
24	265,60	10,05	500
26	251,50	10,06	500
28	238,80	10,06	500
30	228,20	10,07	500



a) nezaťažený



b) zaťažený



c) Porovnanie nezaťaženého a zaťaženého DC/DC meniča

Obr. 4.18: Závislosť výstupného napätia U_{vyst} od veľkosti vstupného napätia U_{vst}

Úloha č.2: Zmerajte závislosť vstupného napätia U_{vst} od výstupného prúdu $I_{výst}$ pre rôzne veľkosti výstupného napätia $U_{výst}$ (9 V, 12 V)

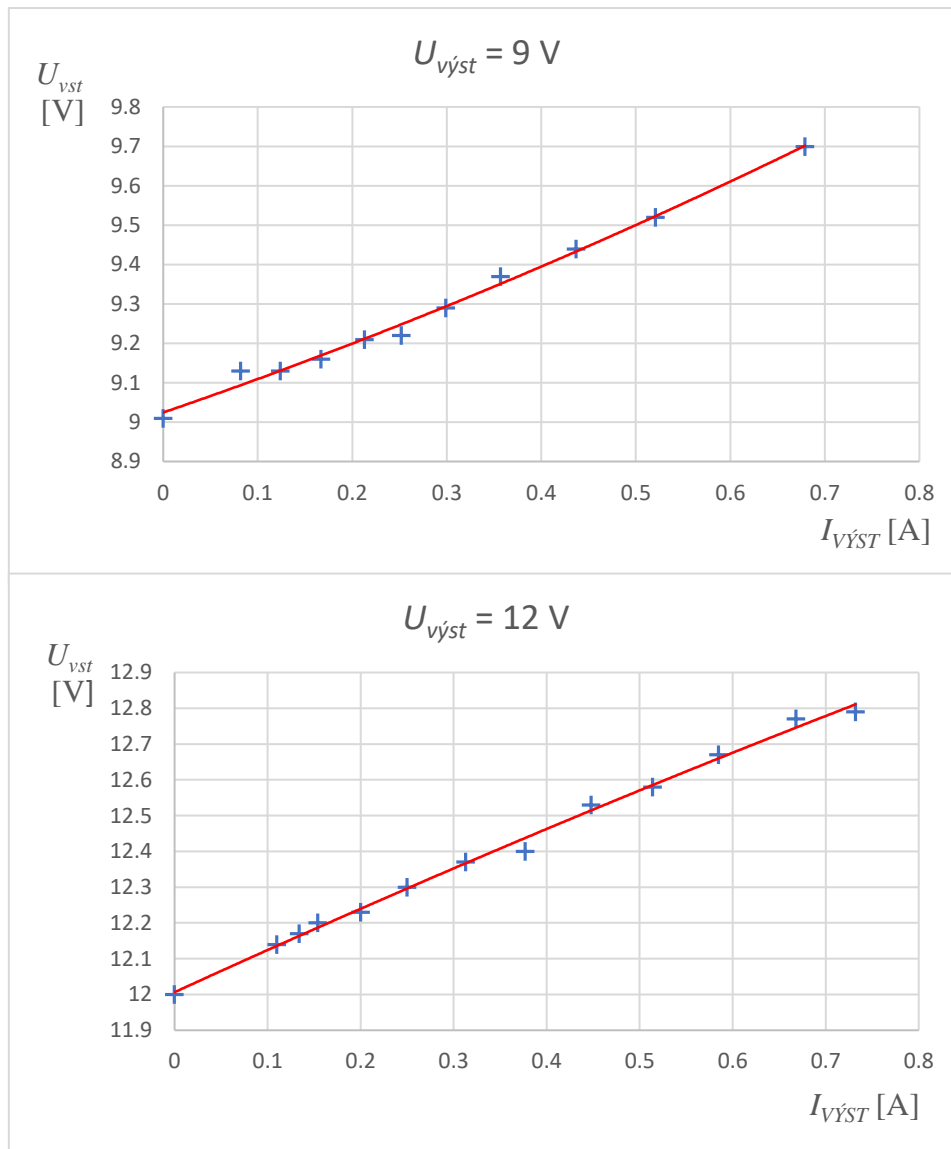
Postup merania:

Zapojte znižujúci menič a pri meraní sa bude meniť veľkosť výstupného prúdu $I_{výst}$ a odčítavať sa bude veľkosť vstupného napätia U_{vst} a prúdu I_{vst} tak, aby výstupné napätie DC/DC meniča bolo konštantné $U_{výst} = const.$ (9 V, 12 V).

Tabuľka č.4.5: Tabuľka nameraných hodnôt

U_{vst} [V]	I_{vst} [A]	$U_{výst}$ [V]	$I_{výst}$ [A]
9,01	0,011	9,01	0
9,13	0,093	8,99	0,08
9,13	0,135	9,00	0,12
9,16	0,179	8,99	0,16
9,21	0,225	8,99	0,21
9,22	0,264	9,00	0,25
9,29	0,311	8,99	0,29
9,37	0,365	9,01	0,35
9,44	0,445	9,00	0,43
9,52	0,531	8,99	0,52
9,70	0,391	9,00	0,67

U_{vst} [V]	I_{vst} [A]	$U_{výst}$ [V]	$I_{výst}$ [A]
12,00	0,01	11,99	0
12,14	0,12	12,00	0,11
12,17	0,14	12,00	0,13
12,20	0,17	12,00	0,15
12,23	0,21	12,00	0,20
12,30	0,26	12,00	0,25
12,37	0,32	12,00	0,31
12,40	0,39	12,00	0,37
12,53	0,46	12,00	0,44
12,58	0,52	12,00	0,51
12,67	0,59	12,00	0,58
12,77	0,68	12,00	0,66
12,79	0,74	12,00	0,73



Obr. 4.18: Závislosť vstupného napätia U_{vst} od veľkosti výstupného prúdu $I_{výst}$

Úloha č.3: Zmerajte závislosť výstupného napätia $U_{výst}$ od veľkosti výstupného prúdu pre rôznu počiatočnú veľkosť výstupného napätia $U_{výst}$ (10 V, 15 V) pri $I_{výst} = 0$, a pri konštantnom vstupnom napätí U_{vst} . Určite aj účinnosť DC/DC meniča v závislosti od výstupného prúdu $I_{výst}$.

Postup merania:

Zapojte znižujúci menič a nastavte vstupné napätie U_{vst} na hodnotu 20 V. Pomocou potenciometra nastavte na výstupe napätie $U_{výst}$ na hodnotu 10 V pri nezaťaženom DC/DC meniči. Zvyšujte veľkosť výstupného prúdu $I_{výst}$ a odčítajte hodnoty pre výstupné napätia $U_{výst}$, vstupné napätie U_{vst} a prúd I_{vst} . Pri druhom meraní pre $U_{výst} = 15 \text{ V}$ postup zopakujte. Následne vypočítajte účinnosť.

Tabuľka č.4.6: Tabuľka nameraných hodnôt

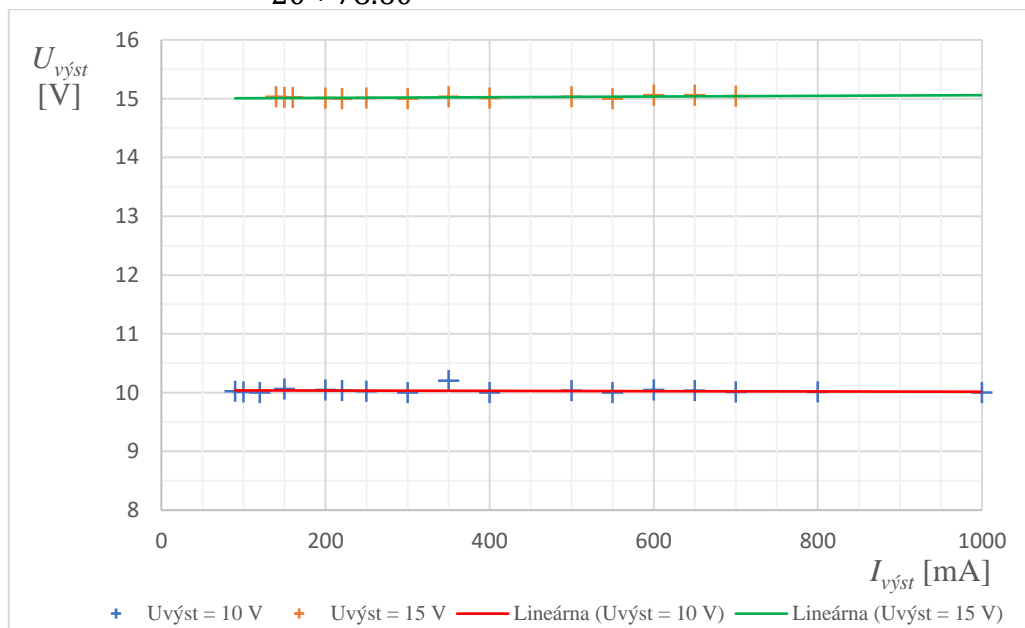
U_{vst} [V]	I_{vst} [mA]	$U_{vy\text{st}}$ [V]	$I_{vy\text{st}}$ [mA]	η [%]
20	76,1	10,02	90	59,32
20	78,60	10,01	100	63,68
20	91,80	10,00	120	65,36
20	110,20	10,06	150	68,47
20	139,50	10,04	200	71,97
20	153,90	10,03	220	71,69
20	167,80	10,02	250	74,64
20	195,30	10,00	300	76,80
20	226,00	10,20	350	78,98
20	250,40	10,00	400	79,87
20	293,20	10,03	500	85,52
20	336,60	10,00	550	81,70
20	369,80	10,04	600	81,45
20	399,10	10,03	650	81,68
20	428,50	10,01	700	81,76
20	497,80	10,01	800	80,43
20	680,80	10,00	1000	73,44

U_{vst} [V]	I_{vst} [mA]	$U_{vy\text{st}}$ [V]	$I_{vy\text{st}}$ [mA]	η [%]
20	140,70	15,03	140	71,57
20	152,50	15,02	150	73,87
20	158,90	15,02	160	75,62
20	192,20	15,01	200	78,10
20	204,90	15,00	220	80,53
20	231,80	15,01	250	80,94
20	266,70	15,00	300	84,36
20	306,30	15,03	350	85,87
20	344,30	15,01	400	87,19
20	423,30	15,03	500	88,77
20	468,00	15,00	550	88,14
20	520,10	15,06	600	86,87
20	560,00	15,06	650	87,40
20	600,00	15,04	700	87,73

Príklad výpočtu pre účinnosť meniča, ktorý vypočítame zo vzťahu:

$$\frac{U_{OUT} * I_{OUT}}{U_{IN} * I_{IN}} = x * 100 = \%$$

$$\frac{10.01 * 100}{20 * 78.60} = 0,6368 * 100 = 63,68\%$$



Obr. 4.19: Závislosť výstupného napätia $U_{vy\text{st}}$ od veľkosti výstupného prúdu $I_{vy\text{st}}$

Záver:

Môj znižujúci DC/DC menič, ktorý som si navrhol v prostredí KiCAD podľa dopredu známych hodnôt súčiastok od príslušného výrobcu som otestoval a až na malé chybičky pri testovaní môžem zhodnotiť moju semestrálnu prácu za zvládnutú. Počas mojej semestrálnej práce som nadobudol nezabudnuteľné skúsenosti v prostredí KiCAD, ktoré ešte určite v mojom budúcom živote zhodnotím.