

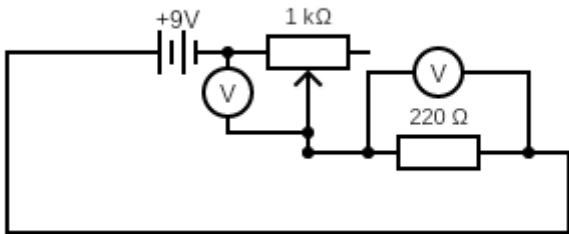
ზენერ დიოდის და ძაბვის რეგულატორის
მანასიათებლების შესწავლა (15 ქულა)

საბოლოოს პასუხების არაშესაბამისი რაოდენობის ციფრებით ჩაწერისას
დაგაკლდებათ 0.1 ქულა.

ნაწილი A: (3.5 ქულა) ბატარეის შიდა წინააღობის განსაზღვრა და
ე.მ.ძ.-ს განსაზღვრა

A.1 0.75 ქულა

წრედი რომლის მიხედვითაც შეგვიძლია გავზომოთ შიდა წინააღობა და ე.მ.ძ.
მოცემულია ნახატ 1-ზე



ნახატი 1:

კირხოფის კანონიდან გამომდინარე

$$\varepsilon = I(R + R_p + r)$$

სადაც $R = 220$ ომი, R_p არის პოტენციომეტრის წინააღობა, ხოლო r შიგა წინააღობა.
ჩვენ უნდა გავზომოთ პოტენციომეტრზე ძაბვა V_1 და ცნობილ წინააღობაზე ძაბვა
 V_2 . რომლებიც დამოკიდებული არიან ერთმანეთზე შემდეგნაირად.

$$V_1 = \varepsilon - V_2 \frac{R + r}{R}$$

წრედი სწორადაა დახაზული	0.25
მეთოდი და საბოლოო ფორმულა სწორადაა მიღებული	0.5

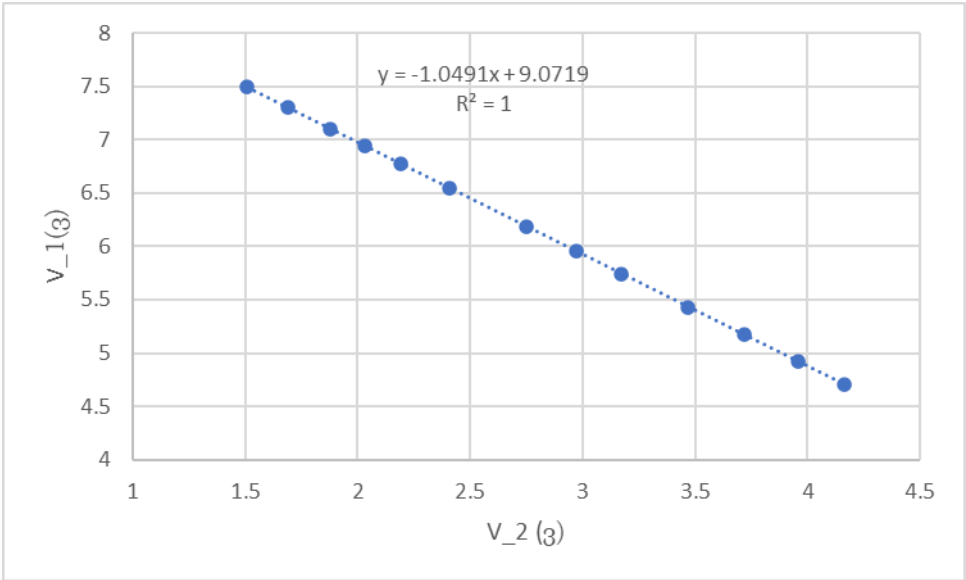
A.2 1 ქულა

ვოლტმეტრის გამოყენებით ვზომავთ V_1 და V_2 ძაბვას.

N	V2(ვ)	V1(ვ)
1	1.51	7.49
2	1.69	7.3
3	1.88	7.1
4	2.03	6.94
5	2.19	6.78
6	2.41	6.54
7	2.75	6.18
8	2.97	5.96
9	3.17	5.74
10	3.47	5.43
11	3.72	5.17
12	3.96	4.92
13	4.16	4.71

ანათვლები სწორადაა აღებული $N \geq 12$, $N > 8$, $N > 4$	1/0.8/0.5
ანათვლები არაა განაწილებული 2 ვ მეტ შუალედში	-0.2
ცხრილში ანათვლების ერთეულები არაა მითითებული	-0.1

A.3 0.75 ქულა



ანათვლები სწორადაა დატანილი $N \geq 12$, $N > 8$, $N > 4$	0.75/0.5/ 0.25
---	-------------------

ღერძებზე მითითებული არაა ერთეულები	-0.2
გამოყენებულია მილიმეტრულ დანაყოფებიანი ფურცლის 1/2 ზე ნაკლები	-0.1

A.4 1 ქულა

მიღებული წრფის $y = Bx + A$ კოეფიციენტებია $B = -1.05$ და $A = 9.07$ ვ.
შესაბამისად $\varepsilon = 9.07$ ვ, ხოლო შიდა წინაღობა
$$r = -R(B + 1) = 10.9 \, \Omega$$

ცდომილება $\Delta\varepsilon = \Delta A$ და $\Delta r = R\Delta B$

ε სწორადაა გამოთვლილი გრაფიკის გამოყენებით	0.25
r სწორადაა გამოთვლილი გრაფიკის გამოყენებით	0.25
ε ცდომილება სწორადაა შეფასებული	0.25
r ცდომილება სწორადაა შეფასებული	0.25

ალტერნატიული მეთოდი : ომმეტრის გამოყენება

რადგან პირობაში მითითებული იყო რომ გაზომვები უნდა ჩატარდეს არა ომმეტრის არამედ ვოლტმეტრის გამოყენებით. -0.5 ქულა (A.1 პუნქტის მეორე ნაწილის ქულის გამოკლების გამო)

ალტერნატიული მეთოდი : ცნობილი წინააღობების გამოყენება

A.1 0.25 ქულა

A.4 კრიტერიუმების შესაბამისად

ნაწილი B: (7 ქულა) ზენერ დიოდი

B.1 1 ქულა

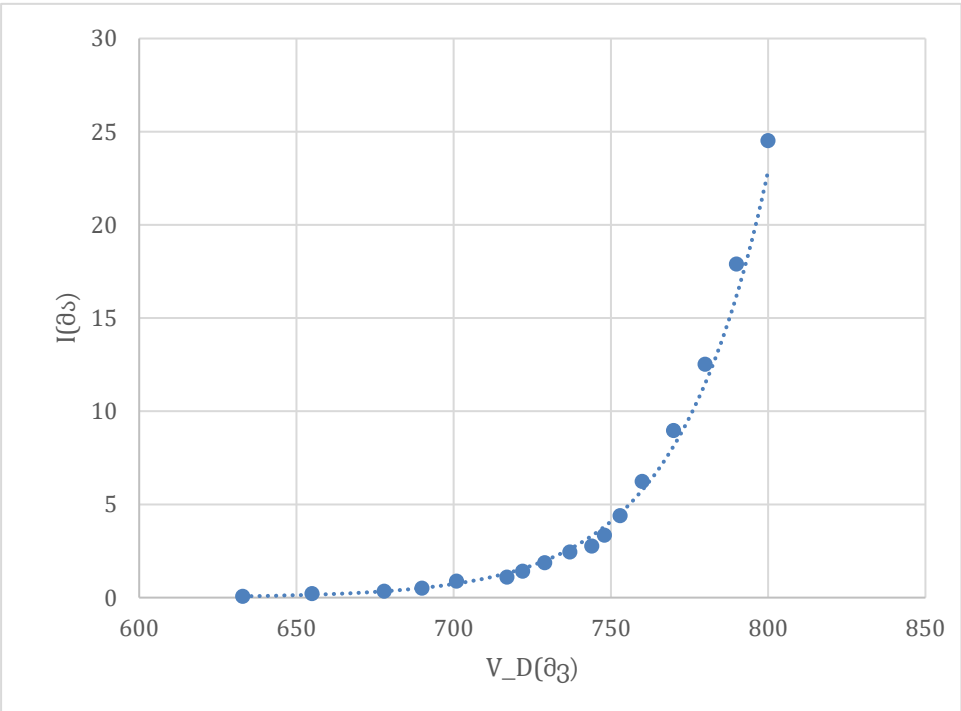
N	V _D (მვ)	V _R (მვ)	I(მა)	Ln I
1	633	1.2	0.044444	-3.11352
2	655	1.8	0.066667	-2.70805
3	678	5.7	0.211111	-1.55537
4	690	9.2	0.340741	-1.07663
5	701	13.4	0.496296	-0.70058
6	717	23.8	0.881481	-0.12615
7	722	29.4	1.088889	0.085158
8	729	38.2	1.414815	0.346999
9	737	50.4	1.866667	0.624154

10	744	65.9	2.440741	0.892302
11	748	74.5	2.759259	1.014962
12	753	90.3	3.344444	1.207301
13	760	118.6	4.392593	1.47992
14	770	168.3	6.233333	1.829911
15	780	242	8.962963	2.193101
16	790	338	12.51852	2.527209
17	800	483	17.88889	2.88418
18	810	662	24.51852	3.199429
19	820	912	33.77778	3.519803
20	830	1248	46.22222	3.833461
21	840	1641	60.77778	4.107224
22	850	2140	79.25926	4.372724
23	870	3620	134.0741	4.898392
24	900	5580	206.6667	5.331107

ანათვლები სწორადაა აღებული $N \geq 20$, $N > 15$, $N > 10$, $N > 5$	1/0.8/0.6/ 0.4
ანათვლები არაა განაწილებული მაქსიმალურ შეასძლო შუალედში	-0.2
ცხრილში ანათვლების ერთეულები არაა მითითებული	-0.1

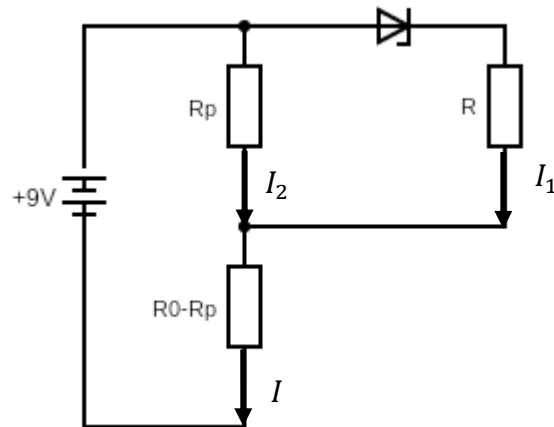
B.2 1 ქულა

დენის ძალა გამოითვლება $I = V_R/27 \, \Omega$



I სწორადაა დათვლილი	0.25
ანათვლები სწორადაა დატანილი $N \geq 20, N > 15, N > 10, N > 5$	0.75/0.6/ 0.4/0.2
ღერძებზე მითითებული არაა ერთეულები	-0.2
გამოყენებულია მილიმეტრულ დანაყოფებიანი ფურცლის $\frac{1}{2}$ ზე ნაკლები	-0.1

ალტერნატიული მეთოდი : პოტენტიომეტრის წინააღმდეგობის გაზომვა



კირხოფის კანონებიდან გამომდინარე

$$\varepsilon = V_D + I_1 R + I(R_0 - R_p) + Ir$$

სადაც I მთლიანი დენი

$$I = I_1 + \frac{V_D + I_1 R}{R_p}$$

მივიღებთ განტოლებას დიოდში გამავალი I_1 დენისთვის

$$\varepsilon = V_D + I_1 R + \left(I_1 + \frac{V_D + I_1 R}{R_p} \right) (R_0 - R_p + r)$$

$$\varepsilon = I_1 (R_0 - R_p + r) + \frac{V_D + I_1 R}{R_p} (R_0 + r)$$

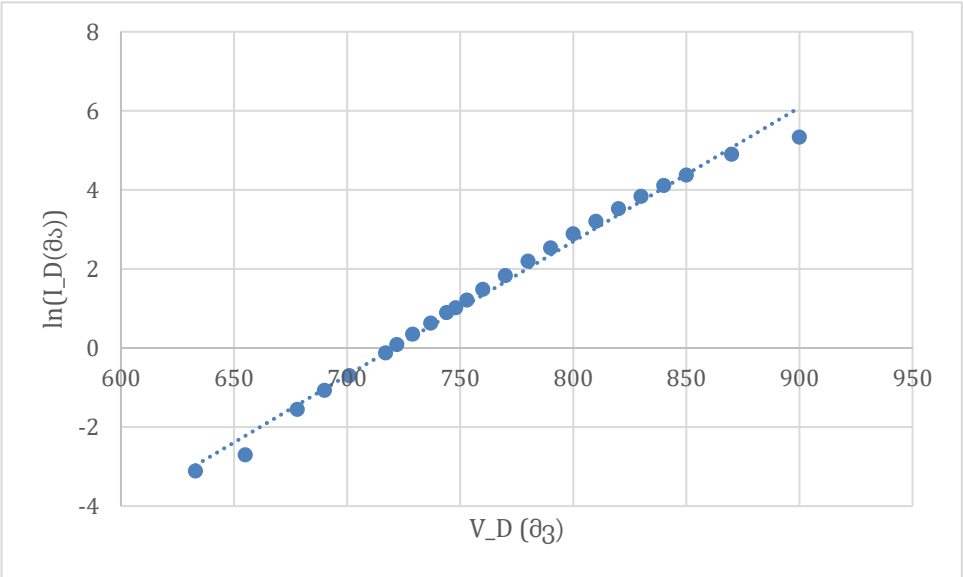
$$\varepsilon R_p = I_1 (R_0 - R_p + r) R_p + (V_D + I_1 R) (R_0 + r)$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon R_p - V_D (R_0 + r)}{(R_0 - R_p + r) R_p + R (R_0 + r)}$$

B.3 1 ქულა

იმისთვის რომ ფორმულა გავაწვრივოთ საჭიროა ავიღოთ ორივე მხარის ნატურალური ლოგარითმი

$$\ln I_D = \ln I_s + \frac{V_D}{V_T}$$



ln I _D სწორადაა დათვლილი	0.5
მოცემულია გაწვრივების სწორი მეთოდი	0.5

B.4 1 ქულა

მოცემული გრაფიკის კოეფიციენტებია $B = 0.0357 \text{ 1/მვ}$ და $A = -25.7$ შესაბამისად $V_T = 28.0 \text{ მვ}$ და $I_s = 7.1 \text{ პკა}$

ანათვლები სწორადაა დატანილი $N \geq 20, N > 15, N > 10, N > 5$	0.5/0.4/0.3/0.2
ღერძებზე მითითებული არაა ერთეულები	-0.2
გამოყენებულია მილიმეტრულ დანაყოფებიანი ფურცლის 1/2 ზე ნაკლები	-0.1
I_s და V_T სწორადაა დათვლილი (მისაღებია პასუხიდან 15% იანი გადახრა)	0.25
ცდომილება სწორადაა შეფასებული	0.25

B.5 0.5 ქულა

ცნობილია რომ

$$B = \frac{q}{nk_B T}$$

საიდანაც

$$n = \frac{q}{Bk_BT} = 1.1$$

ცდომილების შესაძლო შეფასება

$$\frac{\Delta n}{n} = \sqrt{\left(\frac{\Delta B}{B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2}$$

n სწორადაა დათვლილი	0.25
ცდომილება სწორადაა შეფასებული	0.25

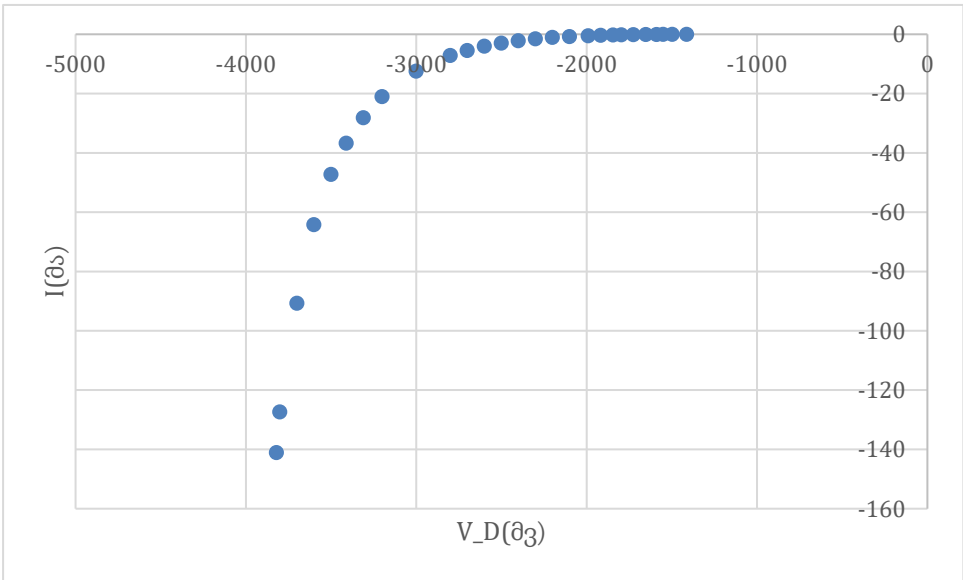
B.6 0.75 ქულა

N	V_D(მვ)	V_R(მვ)	I(მა)
1	-1412	-1	-0.037037
2	-1497	-1.5	-0.055556
3	-1550	-2	-0.074074
4	-1589	-2.4	-0.088889
5	-1652	-3.2	-0.118519
6	-1725	-4.5	-0.166667
7	-1795	-6.1	-0.225926
8	-1844	-7.5	-0.277778
9	-1917	-10.1	-0.374074
10	-1990	-13.9	-0.514815
11	-2100	-21.2	-0.785185
12	-2200	-29.6	-1.096296
13	-2300	-41.6	-1.540741
14	-2400	-59.2	-2.192593
15	-2500	-81.2	-3.007407
16	-2600	-109.1	-4.040741
17	-2700	-148.9	-5.514815
18	-2800	-193.7	-7.174074
19	-3000	-336	-12.444444
20	-3200	-569	-21.07407
21	-3310	-761	-28.18519
22	-3410	-992	-36.74074
23	-3500	-1277	-47.2963
24	-3530	-1580	-58.51852
25	-3600	-1735	-64.25926
26	-3590	-1890	-70
27	-3600	-1900	-70.37037
28	-3650	-2400	-88.88889
30	-3660	-2470	-91.48148
31	-3670	-2610	-96.66667
32	-3680	-2690	-99.62963
33	-3690	-2770	-102.5926

34	-3700	-2900	-107.4074
35	-3800	-3440	-127.4074
36	-3790	-3730	-138.1481
37	-3820	-3810	-141.1111

ანათვლები სწორადაა აღებული $N \geq 20$, $N > 15$, $N > 10$, $N > 5$	0.75/0.6/ 0.5/0.4
ანათვლები არაა განაწილებული მაქსიმალურ შეასძლო შუალედში	-0.2
ცხრილში ანათვლების ერთეულები არაა მითითებული	-0.1

B.7 0.75 ქულა



I სწორადაა დათვლილი	0.25
ანათვლები სწორადაა დატანილი $N \geq 20$, $N > 15$, $N > 10$, $N > 5$	0.5/0.4/0. 3/0.2
ღერძებზე მითითებული არაა ერთეულები	-0.2
გამოყენებულია მილიმეტრულ დანაყოფებიანი ფურცლის $\frac{1}{2}$ ზე ნაკლები	-0.1

B.8 1 ქულა

-3.5 ვ ძაბვის მიდამოებში

$$I_z = 0.293V + 979$$

$$R_z = 3.4 \, \Omega$$

V ლერძთან გადაკვეთის წერტილის საპოვნელად ჩავსვამთ $I_z = 0$

$$V_z = -0.979 \times 0.293 = -3.3 \, \text{ვ}$$

ანალოგიური მეთოდით შეგვიძლია ვიპოვოთ

$$R_{zk} = 10.0 \, \Omega$$

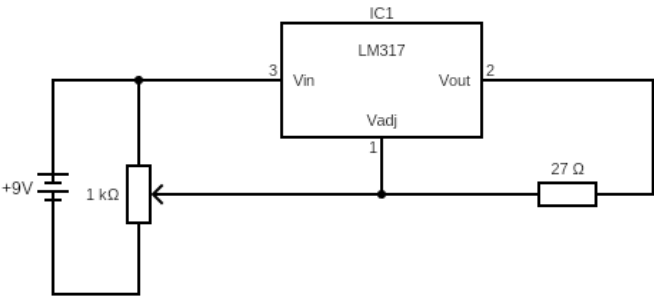
$$V_{zk} = -3.0 \, \text{ვ}$$

სიდიდეები სწორადაა დათვლილი (მისაღებია პასუხიდან აცდენა 20 %)	0.5
ცდომილება სწორადაა შეფასებული	0.5

ნაწილი C: (4.5 ქულა) ძაბვის რეგულატორი

C.1 0.5 ქულა

წრედი სწორადაა დახაზული	0.5
-------------------------	-----



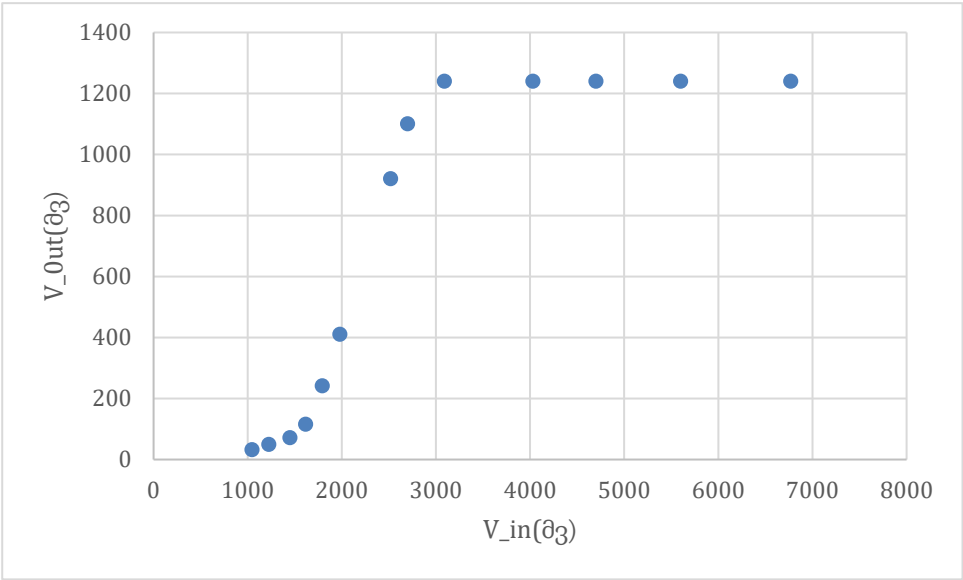
C.2 0.75 ქულა

N	v_in (მვ)	v_out(მვ)
1	1047	32
2	1225	49
3	1450	71
4	1616	115
5	1794	241
6	1980	410
7	2520	920

8	2700	1100
9	3090	1240
10	4030	1240
11	4700	1240
12	5600	1240
13	6770	1240

ანათვლები სწორადაა აღებული $N \geq 12$, $N > 8$, $N > 4$	0.75/0.5/ 0.25
ანათვლები არაა განაწილებული 2 ვ მეტ შუალედში	-0.2
ცხრილში ანათვლების ერთეულები არაა მითითებული	-0.1

C.3 0.75 ქულა



ანათვლები სწორადაა დატანილი $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.75/0.5/0.25
ღერძებზე მითითებული არაა ერთეულები	-0.2
გამოყენებულია მილიმეტრულ დანაყოფებიანი ფურცლის $\frac{1}{2}$ ზე ნაკლები	-0.1

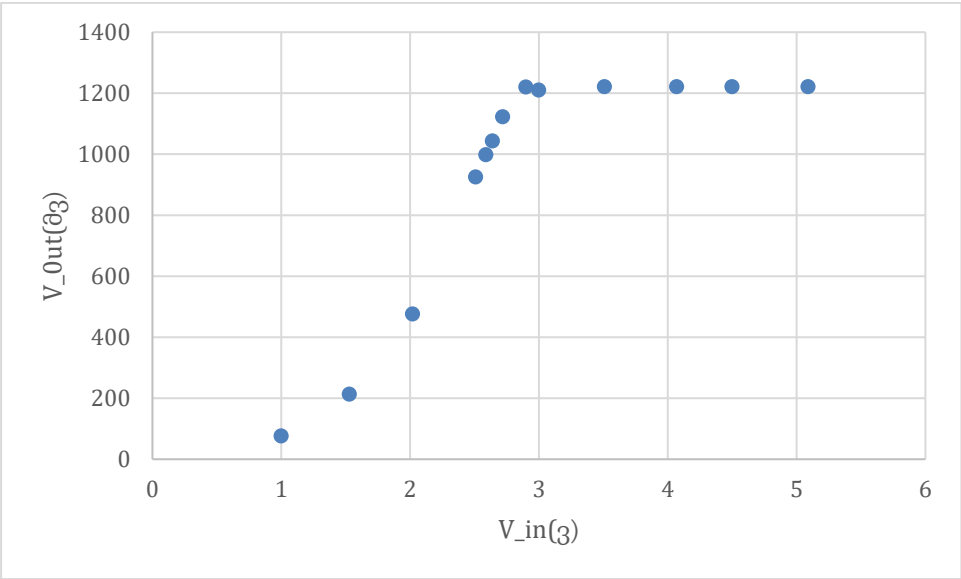
C.4 0.25 ქულა

გრაფიკიდან მივიღებთ

$$\begin{aligned} V_{ref} &= 1.25 \text{ ვ} \\ V_c &= 3.0 \text{ ვ} \end{aligned}$$

V_{ref} და V_c სწორადაა დათვლილი	0.25
--------------------------------------	------

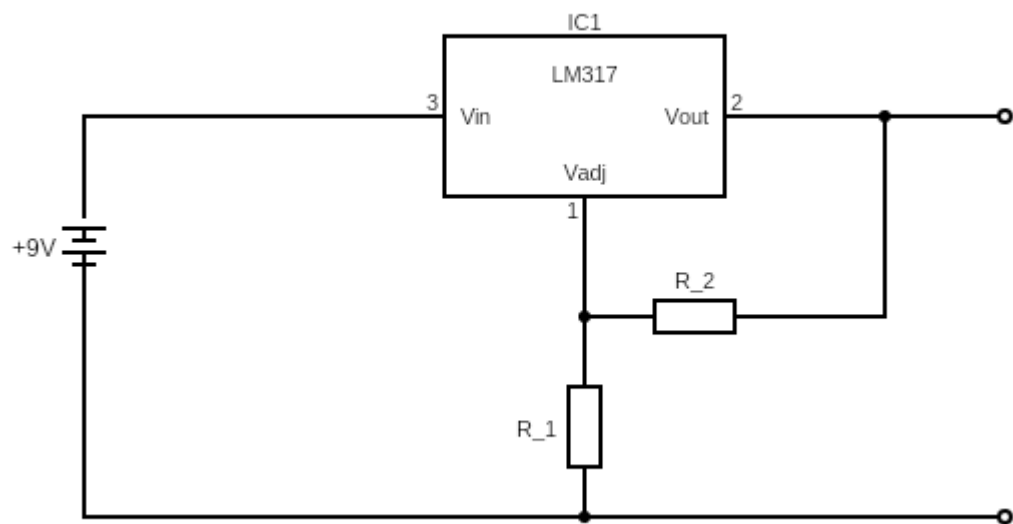
C.5 1.25 ქულა



ანათვლები სწორადაა აღებული $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.25
ანათვლები სწორადაა დატანილი $N \geq 12, N > 8, N > 4$	0.75/0.5/0.25
ღერძებზე მითითებული არაა ერთეულები	-0.2

V_{ref} და V_c სწორადაა დათვლილი	0.25
--------------------------------------	------

C.6 1 ქულა



R_1	R_2	
27	68	5.33
27	220	6.79
68	220	5.16
27	$220+68=288$	6.82
68	$220+27=247$	5.66
220	$68+27=95$	1.79
220	$(27*68)/(27+68)=19$	1.35
68	$(27*220)/(27+220)=24$	1.69
27	$(220*68)/(220+68)=52$	3.60

სწორად დასახული წრედი	0.5
სწორად გაზომილი ძაბვები $n>8$, $n>6$, $n>4$, $n>2$	0.5/0.4/0.3/ 0.2