

ზენერ დიოდის და ძაბვის რეგულატორის მახასიათებლების შესწავლა (15 ქულა)

ტურის მსვლელობისას გეძლევათ სამუშაო ფურცლები, სადაც დაწვრილებით უნდა აღწეროთ შესრულებული სამუშაო. თუ ფურცელზე ისეთი რამ დაწერეთ, რაც არ გინდათ რომ შეფასდეს, გადახაზეთ ჩანაწერი. გამოიყენეთ ყოველი ფურცლის მხოლოდ წინა მხარე.

შეეცადეთ გააკეთოთ რაც შეიძლება მოკლე ჩანაწერები: გამოიყენეთ განტოლებები, ლოგიკური ოპერატორები და ნახატები (ნახაზები) თქვენი ჩანაფიქრის საილუსტრაციოდ. ერიდეთ გრძელი წინადადებების გამოყენებას. **ცდომილებების გამოთვლა არაა საჭირო, თუკი ეს საგანგებოდ არ არის მოთხოვნილი.** სამაგიეროდ გევალებათ ციფრების სწორი სიზუსტით მითითება, როდესაც რაიმე რიცხვს დააფიქსირებთ. გრაფიკების აგებისას ეცადეთ დანაყოფებიანი ქაღალდი გამოიყენოთ მაქსიმალურად. გრაფიკზე მიუთითეთ გადაზომილი სიდიდეები და მასშტაბი. შეავსეთ ცხრილები საჭირო სიდიდეებით გრაფიკის აგებისას. უფლება გაქვთ ამოხსნათ ამოცანის მომდევნო ნაწილები მაშინაც კი, თუ წინა ნაწილები ამოხსნილი არ გაქვთ.

მოცემული ხელსაწყოები:

1. 2 ცალი ზენერ დიოდი
2. ძაბვის რეგულატორი LM 317
3. ცნობილი წინააღობები 27 ომი, 68 ომი და 220 ომი.
4. ცვლადი წინააღობა (პოტენციომეტრი)
5. 9 ვოლტიანი ბატარეა თავისი სამაგრით
6. ნიანგისებრი მომჭერები
7. მულტიმეტრი
8. სახაზავი
9. მილიმეტრულ დანაყოფებიანი ფურცელი

გაითვალისწინეთ:

- არ შეაერთოთ ბატარეის მომჭერები პირდაპირ ერთმანეთთან
- იმისთვის რომ მინიმუმამდე შევამციროთ ბატარეის მახასიათებლების ცვლილება ბატარეა წრედში ჩართული გქონდეთ მხოლოდ უშუალოდ ანათვლების აღების პროცესში.
- არ გამოიყენოთ მულტიმეტრი ამპერმეტრის რეჟიმში
- წინააღობების ერთმანეთისგან გასარჩევად შეგიძლიათ გამოიყენოთ მულტიმეტრის წინააღობის გაზომვის რეჟიმი

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

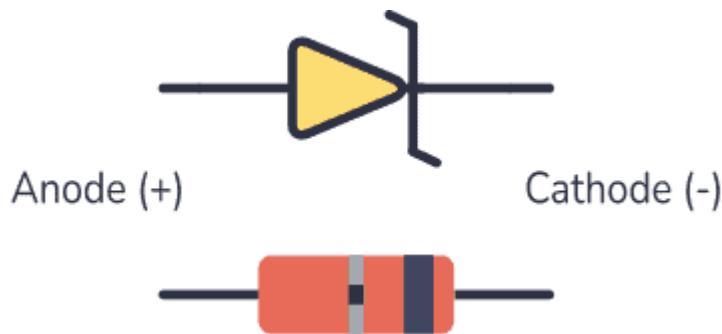
მოცემულ ამოცანაში ძაბვის წყაროდ ვიყენებთ 9 ვოლტიან ბატარეას რომელსაც აქვს გარკვეული შიდა წინააღობა. შიდა წინააღობის განსაზღვრა შეუძლებელია მულტიმეტრის შემადგენელი ომმეტრის გამოყენებით. ასე რომ საჭიროა ალტერნატიული მეთოდის მოფიქრება.

	შედლებით გაზომოთ ბატარეის ელექტრომამოძრავებელი ძალა და შიგა წინაღობა. ამ გაზომვებისთვის თქვენ უნდა გამოიყენოთ ცვლადი წინაღობა, ცნობილი წინაღობა და ვოლტმეტრი. პასუხების ფურცელზე დახაზეთ შესაბამისი წრედი.	
A.2	ჩაატარეთ საჭირო გაზომვები. ანათვლები მიუთითეთ პასუხების ფურცელში ცხრილის სახით (მაქსიმალური ქულის მისაღებად დაგჭირდებათ მინიმუმ 12 ანათვალი)	1 pt.
A.3	ააგეთ საჭირო წრფივი გრაფიკი	0.75pt.
A.4	გამოთვალეთ ელექტრომამოძრავებელი ძალა და შიგა წინაღობა. შეაფასეთ მათი ცდომილება.	1 pt.

ნაწილი B: (7 ქულა) ზენერ დიოდი

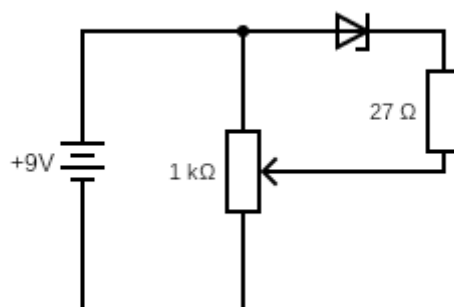
ზენერ დიოდი არის დიოდის ნაირსახეობა რომელიც იყენებს ზენერის ეფექტს ჩვეულებრივ მიმართულების საწინააღმდეგოდ დენის გასატარებლად. რითაც იგი განსხვავდება სხვა ტიპის დიოდებისგან რომლებიც დენს მხოლოდ ერთი მიმართულებით ატარებენ. შემდეგ ნაწილში ჩვენი მიზანია შევისწავლოთ ზენერ დიოდის მახასიათებლები.

პირველ რიგში შევისწავლით დიდში დენის ძალის დაბვაზე დამოკიდებულებას პირდაპირი წანაცვლების შემთხვევაში ანუ როდესაც დენი გადის ზენერ დიოდის დადებითი პოლუსიდან (ანოდი) უარყოფითი პოლუსისაკენ (კათოდისკენ). (იხილეთ ნახაზი 1)



ნახატი 1 : ზენერ დიოდის სქემატური ნახაზი და გრაფიკული გამოსახულება

პოტენციომეტრის 27 ომიანი წინაღობის და ზენერ დიოდის გამოყენებით ააწყვეთ ნახატ 2-ზე მოცემული წრედი.



ნახატი 2

B.1	გაზომეთ დიოდზე მოდებული ძაბვა პოტენციომეტრის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის. შედეგები წარმოადგინეთ ცხრილის სახით.	1 pt.
B.2	ააგეთ დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.	1 pt.

I_D დენის ძალის V_D ძაბვაზე დამოკიდებულება აღიწერება შოკლის განტოლების მეშვეობით.

$$I_D = I_s \left(e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1 \right)$$

სადაც I_s ეწოდება შებრუნებული წანაცვლების ნაჯერობის დენი, V_T თერმული ძაბვა ხოლო n იდეალურობის ფაქტორი. ძაბვის საკმარისად დიდი მნიშვნელობებისათვის შეგვიძლია -1 უგულებელვყოთ. ასევე მომავალ გამოთვლებში შეგვიძლია $n = 1$ -ის ტოლად. რის შედეგადაც განტოლება მიიღებს მარტივ ფორმას.

$$I_D = I_s e^{\frac{V_D}{V_T}}$$

B.3	დაწერეთ შოკლის გამარტივებული განტოლება გაწრფივებული ფორმით. ჩაატარეთ საჭირო შუალედური გამოთვლები და შედეგები წარმოადგინეთ ცხრილის სახით.	1 pt.
B.4	ააგეთ გრაფიკი და მისი გამოყენებით იპოვეთ I_s და V_T . შეაფასეთ მათი ცდომილება.	1 pt.

ცნობილის რომ თერმული ძაბვა დამოკიდებული T ტემპერატურაზე

$$V_T = \frac{k_B T}{q}$$

სადაც $k_B = 1.380649 \times 10^{-23}$ ჯ/კ არის ბოლცმანის მუდმივა, ხოლო $q = 1.602176487 \times 10^{-19}$ კელემენტარული მუხტი.

B.5	ოთახის ტემპერატურა ჩათვალეთ 20 ± 5 °C -ის ტოლად. იპოვეთ იდეალურობის ფაქტორი n . შეაფასეთ მისი ცდომილება	0.5 pt.
------------	---	----------------

ზენერ დიოდი ასევე შეიძლება მუშაობდეს საპირისპირო წანაცვლების რეჟიმში როდესაც დენი გადის უარყოფითი პოლუსიდან (კათოდი) დადებითი პოლუსისაკენ (ანოდი).

B.6	ჩაატარეთ B.1 პუნქტის მსგავსი გამოთვლები უარყოფითი წანაცვლების შემთხვევისათვის.	0.75pt.
B.7	ააგეთ დენის ძალის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი. (სასურველია აიღოთ სწორად განაწილებული მინიმუმ 20 ანათვალი)	0.75pt.

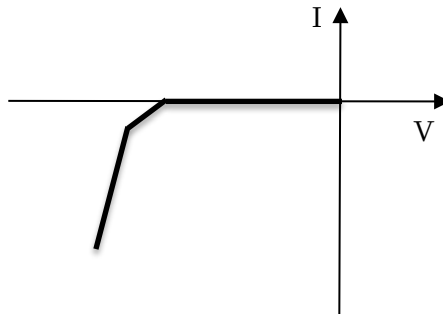
ზენერ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის საპირისპირო წანაცვლების რეჟიმში აღიწერება წრფივი გრაფიკების კომბინაციით, როგორც ეს მოცემულია ნახატ 3-ზე. პირველ რეგიონში, V_{ZK} ძაბვაზე მეტი და 0-ზე ნაკლები მნიშვნელობებისათვის დიოდს აქვს ძალიან დიდი წინაღობა, მეორე რეგიონში დენის ძაბვაზე დამოკიდებულება აღიწერება კანონით

$$I = \frac{1}{R_{ZK}}(V - V_{ZK})$$

სადაც R_{ZK} ეწოდება ზენერ დიოდის მუხლის წინაღობა, ხოლო V_{ZK} არის ზენერ დიოდის მუხლის ძაბვა. მესამე რეგიონში დენი აღიწერება ფორმულით

$$I = \frac{1}{R_Z}(V - V_Z)$$

სადაც R_Z არის ზენერ წინაღობა, ხოლო V_Z არის ზენერ ძაბვა.



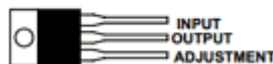
ნახატი 3 : ზენერ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი უარყოფითი წანაცვლების რეჟიმში

B.6 წინა ნაწილში აგებული გრაფიკის გამოყენებით იპოვეთ R_Z და R_{ZK} , **1 pt.**
ასევე განსაღვრეთ V_Z და V_{ZK} . შეაფასეთ მათი ცდომილება

ნაწილი C: (4.5 ქულა) ძაბვის რეგულატორი

ზენერ დიოდები ხშირად გამოიყენება ძაბვის მარეგულირებელი წრედების ასაწყობად. ერთ-ერთი ასეთი ინტეგრირებული წრედი არის LM 317. რომელსაც აქვს 3 შესაერთებელი INPUT, OUTPUT და ADJUSTMENT. (იხილეთ ნახატი 4)

TO-220 PACKAGE LM317T



ნახატი 4

მაშინ როდესაც INPUT და ADJUSTMENT შესაერთებლებს შორის მოდებულია საკმარისად დიდი V_{in} ძაბვა ($V_{in} > V_C$, სადაც V_C - ს ეწოდება ძაბვის კრიტიკული მნიშვნელობა), OUTPUT და ADJUSTMENT შესაერთებლებს შორის ძაბვის რეგულატორი გვაძლევს სტაბილურ და მუდმივ V_{ref} მნიშვნელობას.

- | | | |
|------------|---|----------------|
| C.1 | ააწყვეთ წრედი რომლის მეშვეობითაც შეძლებთ V_{in} მნიშვნელობების შეცვლას, ADJUSTMENT და OUTPUT პინებს შორის V_{out} ძაბვაზე შეაერთეთ 27 ომიანი წინაღობა. წრედის ნახაზი გადაიტანეთ პასუხების ფურცელზე. | 0.5 pt. |
| C.2 | ცვალეთ V_{in} მნიშვნელობები და გაზომეთ შესაბამისი V_{out} ძაბვები. შედეგები წარმოადგინეთ პასუხების ფურცელზე ცხრილის სახით. | 0.75pt. |

C.3	ააგეთ V_{out} ძაბვის V_{in} ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.	0.75pt.
C.4	იპოვეთ V_{ref} რეგულატორის ძაბვა და V_C ძაბვის კრიტიკული მნიშვნელობა რომლისთვისაც ის მიიღწევა.	0.25pt.

C.5	გაიმეორეთ წინა პუნქტებში მოცემული გაზომვები 68 ომიანი წინააღობისათვის.	1.25pt.
------------	--	----------------

თუ გვინდა რომ რეგულატორმა მოგვცეს V_{ref} ძაბვისაგან განსხვავებული მნიშვნელობა შეგვიძლია ის მივაერთოთ ძაბვის გამყოფთან.

C.6	მოცემული 3 წინააღობის გამოყენებით შეადგინეთ ყველა შესაძლო კომბინაცია. დახაზეთ შესაბამისი წრედის სქემა. იპოვეთ V_{ref} მნიშვნელობები. შედეგები წარმოადგინეთ ცხრილის სახით.	1 pt.
------------	---	--------------