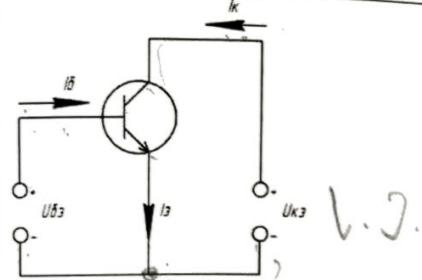


	შეკითხვის, დავალების, საკითხის ან ტესტის შინაარსი.	ტესტის შემთხვევაში ჩაწერეთ წერტილით გამოყოფილი პასუხები	საჭირო სურათი ან ნახაზი (Inline თვისების მქონე)	პასუხისათვის საჭირო სტრიქონების რაოდენობა	1, 2, 3, ..
1.	საკუთრივი წარმოადგენს: 1 ქულა	ნახევარგამტარი გამტარობის მქონე ქიმიურად სუფთა ნახევარგამტარი.	ბიპოლარული ტრანზისტორს იზოლირებული საკეტით. მინარევულ ნახევარგამტარს. დიდი ელექტროგამტარობის მქონე ნახევარგამტარს. მაღალი მცირე ელექტროგამტარობის მქონე ქიმიურად სუფთა ნახევარგამტარი.		2
2.	მინარევი, რომელიც იძლევა კ ტიპის ნახევარგამტარს ეწოდება: 1 ქულა	აქცეპტორული. დონორული. ქიმიურად სუფთა ნახევარგამტარი.			2
3.	მინარევი, რომელიც იძლევა კ ტიპის ნახევარგამტარს ეწოდება: 1 ქულა	აქცეპტორული. დონორული. ქიმიურად სუფთა ნახევარგამტარი.			2
4.	ნახევარგამტარის იდეალურია: 1 ქულა	სტრუქტურა თუ ნახევარგამტარის ელექტროგამტარობა მაღალი დიდია. თუ მცირეა. მხოლოდ აბსოლუტურ ნულზე. თუ მასში შევიყვანთ სხვა სახის ნახევარგამტარს.			2
5.	საკუთრივი და მინარევული ნახევარგამტერები: 5 ქულა				1
6.	ელექტრონულ-ხვრელური გადასასვლელი: 5 ქულა				1
7.	კ-ი გადასასვლელი წარმოადგენს: 1 ქულა	ორი ელექტრონული ტიპის ნახევარგამტარის კომბინაციას. ორი ხვრელური ტიპის ნახევარგამტარის კომბინაციას. ელექტრონული და ხვრელური ტიპის ნახევარგამტარული შრეების კომბინაციას.			2

8.	დენის მომატებასთან ერთად ნახევარგამტარის კრისტალის ელექტროგამტარობა: 1 ქულა	არ იცვლება. იზრდება. მცირდება. წულს უტოლდება.			2
9.	p-n გადასასვლელის ელექტრულ თვისებებს აფასებენ: 1 ქულა	მისი ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის მიხედვით. გადასასვლელის წინაღობის მიხედვით. ელექტრონების კონცენტრაციის მიხედვით. ხვრელების კონცენტრაციის მიხედვით.			2
10.	ნახევარგამტარული დიოდების კლასიფიკაცია. 5 ქულა				1
11.	ტრანზისტორების ზოგადი მიმოხილვა, ბიპოლარული ტრანზისტორები. 5 ქულა				1
12.	გამმართველ დიოდს აქვს : 1 ქულა	ორი გამომყვანი და ორი p-n გადასასვლელი. ერთი p-n გადასასვლელი და სამი გამომყვანი . ერთი p-n გადასასვლელი და ორი გამომყვანი. სამი p-n გადასასვლელი და სამი გამომყვანი.			2
13.	გამმართველ დიოდებს იყენებენ გამმართველებში: 1 ქულა	ცვლადი დენის მუდმივად გარდაქმნისთვის. მუდმივი დენის ცვლადად გარდაქმნისთვის. დენის კომპენსაციისთვის. ძაბვის ფილტრაციისთვის.			2
14.	ლითონ-ნახევარგამტარის კონტაქტური შეერთებით მიიღება: 1 ქულა	გვირაბული დიოდი. ფოტოდიოდი. სტაბილიტრონი. შოტკის დროდი.			2
15.	სტაბილიტრონი ნახევარგამტარულ რომელშიც: 1 ქულა	მუდმივი დენი გარდაიქმნება ცვლადად. მცირდება ძაბვის სიდიდე. მუშა რეჟიმიად გამოყენებულია დიოდის გარღვევის უბანი და უკუდენის ცვლილების მიუხედავდ. უკუმაბდა თითქმის არ იცვლება.			2
16.	სტაბილიტორი ეწოდება დიოდს, რომელშიც სტაბილიზაციისათვის გამოყენებულია 1 ქულა	ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის გარღვევის უკუ შტა. ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის გარღვევის პირდაპირი შტა.			2

17.	დიოდი, რომელის ელექტრულ ენერგიას გარდაქმნის ოპტიკულ ენერგიად ეწოდება: 1ქულა	სტაბილიტონი. შოქტვის დიოდი. სტაბისტორი. შუქდიოდი.		2
18.	დიოდი, რომელიც სინათლის ნაკადის ენერგიას გარდაქმნის ელექტრულ ენერგიად, ეწოდება: 1ქულა	შუქდიოდი. ფოტოდიოდი. გვირაბული დიოდი. გამართველი დიოდი.		2
19.	ტირისტორი არის ნახევარგამტარული ხელსაწყო, რომელსაც აქვს: 1ქულა	ორი გამომყვანი და ორი p-n გადასასვლელი. ერთი p-n გადასასვლელი და სამი გამომყვანი . სამი p-n გადასასვლელი და სამი გამომყვანი. სამი გამომყვანი და ორი p-n გადასასვლელი.		2
20.	დინისტორი წარმოადგენს: 1 ქულა	სამშრიან ნახევარგამტარულ სტრუქტურას. ოთხშრიან სტრუქტურას ორი გამომყვანით. ორშრიან სტრუქტურას.		2
21.	ერთოპერაციული ტირისტორის მართვის ელექტროდს შეუძლია: 1 ქულა	ტირისტორის გაღება. ტირისტორის ჩაკეტვა. ტირისტორის როგორც გაღება, ასევე ჩაკეტვა.		2
22.	ოროპერაციული ტირისტორის მართვის ელექტროდს შეუძლია: 1 ქულა	ტირისტორის გაღება. ტირისტორის ჩაკეტვა. ტირისტორის როგორც ჩაკეტვა, ასევე გაღება.		2
23.	გამმართველები. 5 ქულა			1
24.	მაგლუცებელი ფილტრები. 5ქულა			1
25.	გამმართველის ძაბვის მაგლუცებელი ფილტრები გამოიყენება: 1 ქულა	ცვლადი დენის მუდმივად გარდაქმნისთვის. მუდმივი დენის ცვლადად გარდაქმნისთვის. გამართული ძაბვის პულსაციის შემცირების მიზნით. ძაბვის სტაბილიზაციის მიზნით.		2
26.	ბიპოლარული ტრანზისტორი წარმოადგენს ნახევარგამტარულ ხელსაწყოს, რომელსაც აქვს: 1 ქულა	ორი p-n გადასასვლელი და სამი გამომყვანი. ერთი p-n გადასასვლელი და ორი გამომყვანი. სამი P-n გადასასვლელი და სამი გამომყვანი. სამი P-n გადასასვლელი და ორი გამომყვანი.		2

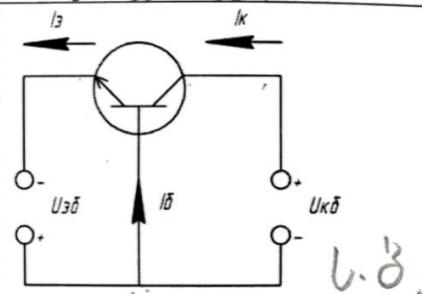
27.



საერთო ბაზით. საერთო კოლექტორით.  
საერთო ემიტერით.

2

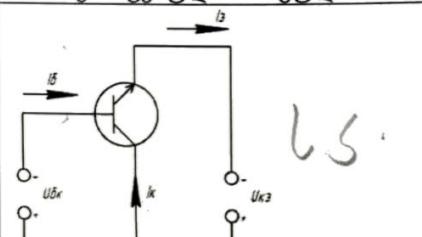
ნახ-ზე მოცემულია ტრანზისტორის  
ჩართვის სქემა: 1 ქულა



**n-p-n ტიპის საერთო ბაზით ჩართული  
ტრანზისტორი.** p-n-p ტიპის საერთო ბაზით  
ჩართული ტრანზისტორი. n-p-n ტიპის საერთო  
ემიტერით ჩართული ტრანზისტორი. p-n-p  
ტიპის საერთო კოლექტორით ჩართული  
ტრანზისტორი.

2

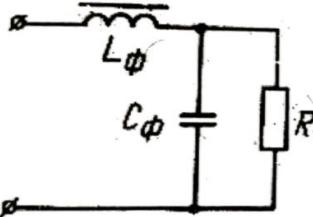
ნახ-ზე მოცემულია: 1 ქულა



**p-n-p ტიპის საერთო ემიტერით ჩართული  
ტრანზისტორი. n-p-n ტიპის საერთო ემიტერით  
ჩართული ტრანზისტორი. p-n-p ტიპის საერთო  
კოლექტორით ჩართული ტრანზისტორი. n-p-n  
ტიპის საერთო კოლექტორით ჩართული  
ტრანზისტორი.**

2

ნახ-ზე მოცემულია: 1 ქულა

30.	ტრანზისტორის საერთო ემიტერით ჩართვის შემთხვევაში ადგილი აქვს შესასვლელი სიგნალის გაძლიერებას:	მხოლოდ დენის მიხედვით. მხოლოდ ძაბვის მიხედვით. როგორც დენის, ასევე ძაბვის მიხედვით.			2
31.	საერთო ემიტერით ჩართულ ტრანზისტორში გამომავალი მახასიათებელთა ოჯახი წარმოადგენს: 2 ქულა	$I_3=f(U_{23})$ , $I_3=\text{konst}$ . $I_3=f(U_{23})$ , $I_3=\text{konst}$ . $U_{3\delta}=f(I_3)$ , $I_3=\text{konst}$ . $I_3=f(U_{23})$ , $I_3=\text{konst}$ .			2
32.	ტრანზისტორს, რომლის გამტარი არხის მართვა შესაძლებელია სინათლის საშუალებით ეწოდება:	ბიპოლარული. ველით მართული. ფოტოტრანზისტორი, IGBT.			2
33.	 ნახ-ზე წარმოდგენილია: 1 ქულა	გამმართველის სქემა. გამაძლერებლის სქემა. LC ფილტრი. ძაბვის სტაბილიზატორის სქემა.			2
34.	ტრანზისტორის h პარამეტრები. 5 ქულა				1
35.	განსაზღვრეთ დიოდის მახასიათებლის ციცაბობა, თუ პირდაპირი დენის ცვლილებისას 50მა-დან 120 მა-მდე, ძაბვა დიოდზე შეცვლება 120ვ-დან 200ვ-მდე.				3

36.	<p>განსაზღვრეთ გამმართველი დიოდის დიფერენციალური წინაღობა, თუ პირდაპირი დენის ცვლილებისას 15მა-დან 60 მა-მდე, ძაბვა დიოდზე იცვლება 180ვ-დან 380ვ--მდე.</p>		$\Delta U = \frac{\Delta I}{\Delta U}$	3
37.	<p>ააგეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, გამოიყენეთ გრაფიკული მეთოდი და დიოდის პირდაპირი ჩართვის დროს იპოვეთ: ა) დენების მნიშვნელობები, თუ ცნობილია, რომ ძაბვა იცვლება 100 ვ-დან 300 ვ-დე. ბ). იანგარიშეთ დიოდის დიფერენციალური წინაღობა.</p>			3
38.	<p>ააგეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, გამოიყენეთ გრაფიკული მეთოდი და დიოდის პირდაპირი ჩართვის დროს იპოვეთ: ა) ძაბვების მნიშვნელობები, თუ ცნობილია, რომ დენი იცვლება 55მა-დან 100მა-დე. ბ). იანგარიშეთ დიოდის დიფერენციალური წინაღობა.</p>			3

## 5. საკუთრივი და მინარევული ნახევარგამტარები

ქიმიურად გასუფთავებულ ერთგვაროვან ნახევარგამტარს **საკუთრივი ნახევარგამტარი** ეწოდება. საკუთრივ ნახევარგამტარში ელექტრონების და ხერელების რაოდენობა ერთნაირია და ასე აღინიშნება:  $n_i = p_i$ . საკუთრივ ნახევარგამტარში ელექტროგამტარობა ძალიან მცირეა. ამიტომ პრაქტიკაში გამოიყენებენ არა საკუთრივ, არამედ მინარევულ ნახევარგამტარებს.

მინარევული ნახევარგამტარები მიიღებიან საკუთრივ ნახევარგამტარში სხვადასხვა ტიპის მასალების შეტანის შედეგად. მაგალითად, თუ გერმანიუმის ნახევარგამტარში შევიყვანთ V ჯგუფის ელემენტს (მაგალითად, As—დარიშხანი), მაშინ მინარევის ატომები ჩაენაცვლებიან კრისტალური მესრის ატომებს გერმანიუმის ნაცვლად. V ჯგუფის ელემენტს აქვს 5 სავალენტო ელექტრონი. აქედან 4 ელექტრონი მონაწილეობს მეზობელ ატომებთან კოვალენტური კავშირის შექმნაში, ხოლო ერთი ელექტრონი შედარებით თავისუფალია და მცირე ენერგია სჭირდება, რათა გადავიდეს გამტარობის ზონაში. ყველა ეს ელექტრონები, ჩვეულებრივ პირობებში, გადასულია გამტარობის ზონაში. მაშასადამე გვექნება ჭარბი რაოდენობა ელექტრონებისა, ასეთი ტიპის ნახევარგმტარს ელექტრონული ანუ n ტიპის ნახევარგამტარი ქვია, ხოლო მინარევებს— დონორები.

## 6. ელექტრონულ-ხვრელური გადასასვლელი

P	n
+ +	- -
0 +	⊕ -
+ 0	⊕ +

P-n კვრულ მცირება (2010 წ. 675-685 გვ.)

P-2n „+ -“ 750 გვ. გადასასვლელი

n-2n „- -“ 750 გადასასვლელი

რაოდ ენერგეტიკურ მუშაობა 2 ჯგუფი ინტენსივური

~~„P+n+y8n“~~ →

→ P-PG კუნ „+ -“ 750 გადასასვლელი

ახლი, ხორცი n-2n „- -“ 750 სისტემური ახლო

და აქტიური: „სიმუღლეური გადასასვლელი“ ასევე

„ჩამახური კუნ“; ასევე „P-n კვრულ მცირება“.

ეს ფიზიკური ციტური და რეალური არის.

კუმულუ.

P	n
+ +	- -
0 +	⊕ -
+ -	⊕ +

R = const; y = 0

ახლო დანართი ყოველ არის, ხორცი გადასასვლელი

არ კითა და გადასასვლელი, ხისეული

უნივერსალური გადასასვლელი არ არის.

კვანტულ სისტემა ჩამოგადასასვლელი.

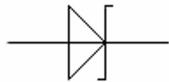
## 10. ნახევარგამტარული დიოდების კლასიფიკაცია

არსებობს დიოდების სხვადასხვა სახეობა: სილიციუმის, გერმანიუმის და სხვა. სიხშირის მიხედვით დიოდები გვხვდება (1) დაბალსიხშირული, (2) მაღალი სიხშირის და უნივერსალური.

დიოდებს ფიზიკური თვისებების მიხედვით განასხვავებენ:



- გამმართველი დიოდი
- იმპულსური დიოდი



- ჰოტკის დიოდი



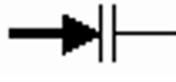
- სტაბილიტორი და სტაბისტორი
- გვირაბული დიოდი



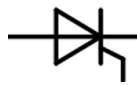
- ფოტოდიოდი



- შუქდიოდი



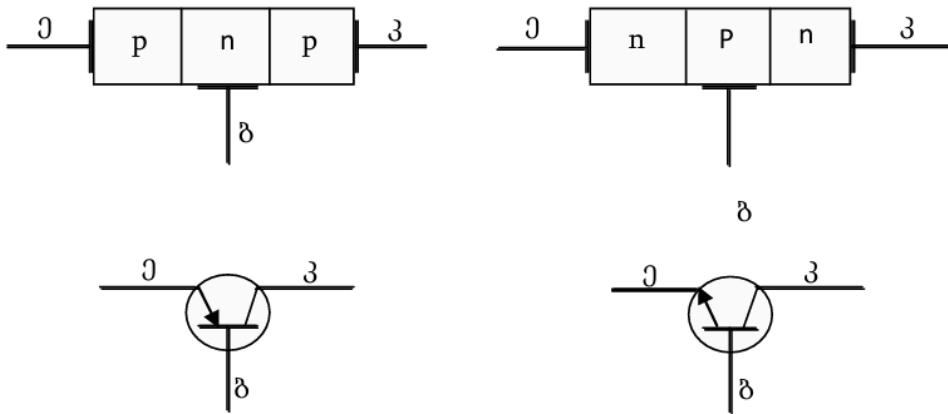
- ვარიკაპი



- ტირისტორი

## 11. ტრანზისტორების ზოგადი მიმოხილვა, ბიპოლარული ტრანზისტორები.

ტრანზისტორი წარმოადგენს ნახევარგამტარულ ხელსაწყოს რომელსაც აქვს სამი გამომყვანი და ორი p-n გადასასვლელი. ტრანზისტორი ინგლისური სიტყვაა და ნიშნავს მართვად წინაღობას. მცირე მოთხოვნილი სიმძლავრე, მცირე წონა და გაბარიტები განაპირობებს მის უპირატესობას ვაკუუმურ და იონურ ხელსაწყოებთან შედარებით. მის ორ ელექტროდს შორის წინაღობა იცვლება მესამე ელექტროდზე მიწოდებული ელექტრული სიგნალის მეშვეობით.



ე.წ. ბიპოლარული ტრანზისტორები, ისევე როგორც ნახევარგამ ტარული დიოდები წარმოადგენენ ნახევარგამტარულ კრისტალს, რომელიც შეიცავს p-n გადასასვლელებს. დიოდისგან განსხვავებით, ტრანზისტორში ასეთი გადასასვლელი ორია. მისი სტრუქტურა შეძლება იყოს n-p-n ან p-n-p.

## 23. გამმართველები.

გამმართველი არის მოწყობილობა, რომელიც ცვლად დენს (ძაბვას) გარდაქმნის მუდმივ დენად (ძაბვად). განვიხილოთ გამმართვლის სტრუქტურული შემადგენლობა:

- ვენტილური ბლოკი** – დიოდი ან ტირისტორი, რომელიც უშუალოდ ახდენს დენის გამართვას. დიოდის გამოყენების შემთხვევაში გამმართველი არის არამართვადი, ხოლო ტირისტორის შემთხვევაში – მართვადი.
- ტრანსფორმატორი**, რომლის საშუალებითაც ვლებულობთ დატვირთვის მიერ მოთხოვნილ სიდიდის ძაბვას. თუ ტრანსფორმატორი არის ერთფაზა, გამმართველიც ერთფაზაა. ხოლო, თუ ტრანსფორმატორი სამფაზაა, მაშინ გამმართველიც სამფაზაა.
- მაგლუვებელი (მასწორებელი) ფილტრი**, რომელიც ამცირებს უმაღლესი რიგის ჰარმონიკებს გამართულ დენში. ვინაიდან გამართული ძაბვა არის ფეთქადი ხასიათის, ეს ნიშავს, რომ ის შეიცავს, როგორც მუდმივ, ასევე ცვლად მდგრებებს (პირველს, ანუ ძირითად ჰარმონიკას და უმაღლესი რიგის ჰარმონიკებს). უმაღლესი ჰარმონიკები ნეგატიურ გავლენას ახდენენ ელექტრომომებმარებლების მუშაობის რეჟიმზე და ამის გამო საჭიროა მათი შეზღუდვა და ჩვეულებრივ ნორმამდე დაყვანა.
- გამართული ძაბვის სტაბილურობის შენარჩუნების მიზნით**, შესაძლებელია სტაბილიზატორის გამოყენება.

გამმართვის სტრუქტურულ სქემაში შემავალი ბლოკებიდან პრინციპულად აუცილებელს მხოლოდ ვენტილური ბლოკი წარმოადგენს. ვენტილურ ბლოკში შეიძლება გამოყენებული იყოს ერთი ან განსაზღვრული სქემის მიხედვით ერთმანეთთან მიერთებული რამდენიმე დიოდი ან ტირისტორი.

## 24. მაგლუვებელი ფილტრები.

მაგლუვებელი (მასწორებელი) ფილტრი ამცირებს უმაღლესი რიგის ჰარმონიკებს გამართულ დენში. ვინაიდან გამართული ძაბვა არის ფეთქადი ხასიათის, ეს ნიშნავს, რომ ის შეიცავს, როგორც მუდმივ, ასევე ცვლად მდგენელებს (პირველს, ანუ ძირითად ჰარმონიკას და უმაღლესი რიგის ჰარმონიკებს). უმაღლესი ჰარმონიკები ნებატიურ გავლენას ახდენენ ელექტრომომხმარებლების მუშაობის რეჟიმზე და ამის გამო საჭიროა მათი შეზღუდვა და ჩვეულებრივ ნორმამდე დაყვანა.

## 34. ტრანზისტორების h ჰარამეტრები.

ელექტრული წრედების თეორიიდან ცნობილია, რომ ოთხპოლუსა შეიძლება აღვწეროთ ორი განტოლებით:

$$u_1 = h_{11} \cdot i_1 + h_{12} \cdot u_2$$

$$i_2 = h_{21} \cdot i_1 + h_{22} \cdot u_2$$

$h_{11}, h_{12}, h_{21}, h_{22}$  კოეფიციენტებს ეწოდებათ ტრანზისტორის h ჰარამეტრები. თოთოეულ ამ ჰარამეტრს აქვს განსაზღვრული ფიზიკური აზრი. მაგალითად:

1.  $h_{11}$  წარმოადგენს ტრანზისტორის შესასვლელი წინაღობის სი-

დიდეს, რომლის დროსაც გამოსასვლელზე  $u_2 = 0$  და იზომება ომებში.

$$h_{11} = \frac{u_1}{i_1}, \text{ როდესაც } u_2 = 0$$

2.  $h_{12}$  პარამეტრი ახასიათებს გამოსასვლელი ძაბვის გავლენის ხარისხს ტრანზისტორის შესასვლელ წრედზე. ამიტომ მას უწოდებენ უკუკავშირის კოეფიციენტს.

$$h_{12} = \frac{u_1}{u_2}, \text{ როდესაც } i_1 = 0$$

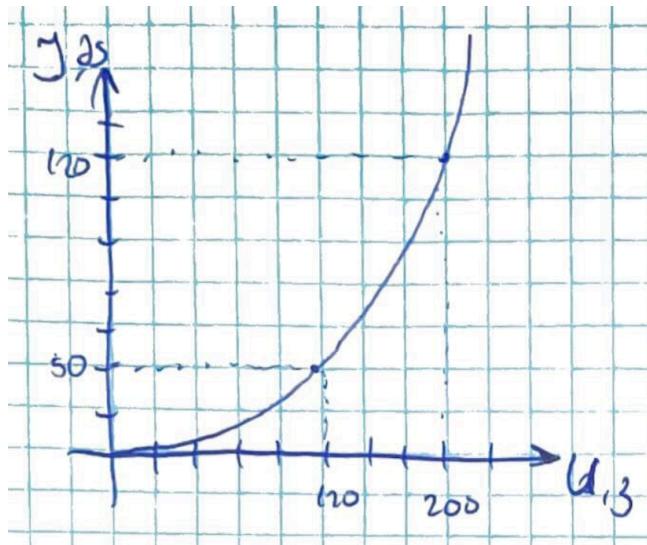
3.  $h_{21}$  პარამეტრს უწოდებენ გაძლიერების კოეფიციენტს დენის მიხედვით

$$h_{21} = \frac{i_2}{u_1}, \text{ როდესაც } u_2 = 0$$

4.  $h_{22}$  პარამეტრი წარმოადგენს გამოსასვლელ გამტარობას და იზომება  $(1 \frac{\partial u_2}{\partial i_1})$

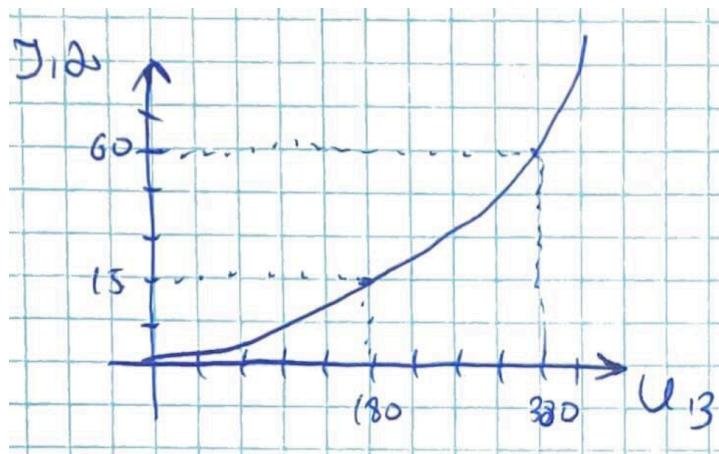
$$h_{22} = \frac{i_2}{u_2}, \text{ როდესაც } i_1 = 0$$

35. განსაზღვრეთ დიოდის მახასიათებლის ციცაბობა, თუ პირდაპირი დენის ცვლილებისას 50მა-დან 120-მა-მდე, ძაბვა დიოდზე შეიცვლება 120ვ-დან 200ვ-მდე.



$$S = \frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{I_2 - I_1}{U_2 - U_1} = \frac{120 - 50}{200 - 120} = \frac{70}{80} = 0.875 \frac{\text{A}}{\text{V}}$$

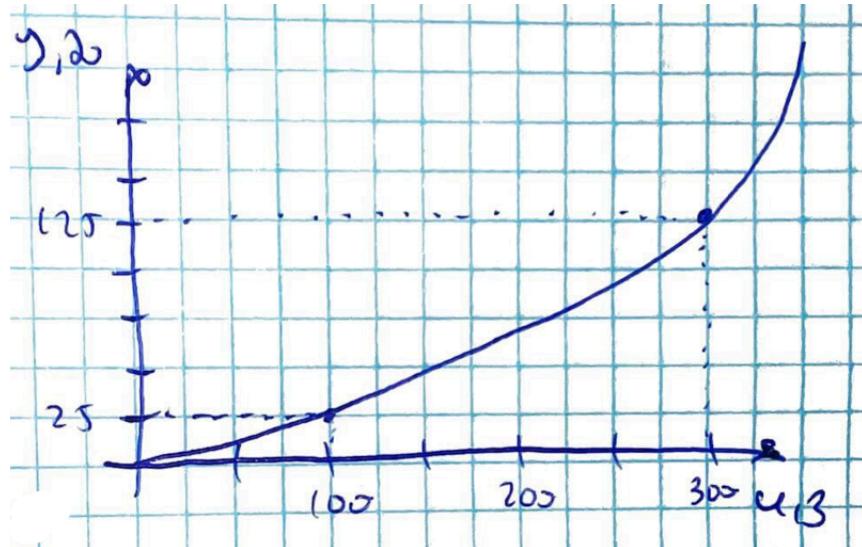
36. განსაზღვრეთ გამმართველი დიოდის დიფერენციალური წინაღობა, თუ პირდაპირი დენის ცვლილებისას 15მა-დან 60მა-მდე, ძაბვა დიოდზე იცვლება 180ვ-დან 380-ვ-მდე.



$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{380 - 180}{60 - 15} = \frac{200}{45} = 4.44 \Omega$$

37. ააგეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, გამოიყენეთ გრაფიკული მეთოდი და დიოდის პირდაპირი ჩართვის დროს იპოვეთ: ა) დენების მნიშვნელობები, თუ ცნობილია, რომ ძაბვა იცვლება 100ვ-დან 300ვ-მდე. ბ) იანგარიშეთ დიოდის დიფერენციალური წინაღობა.

(შენიშვნა: ვინაიდან ამოცანაში დენის მნიშვნელობები არ არის მოცემული, ისინი თავად უნდა შევარჩიოთ. მარტივი გამოთვლებისთვის, მოსახერხებელია ისეთი მნიშვნელობების შერჩევა, რომ გაყოფისას ნაშთი არ დაგვრჩეს)

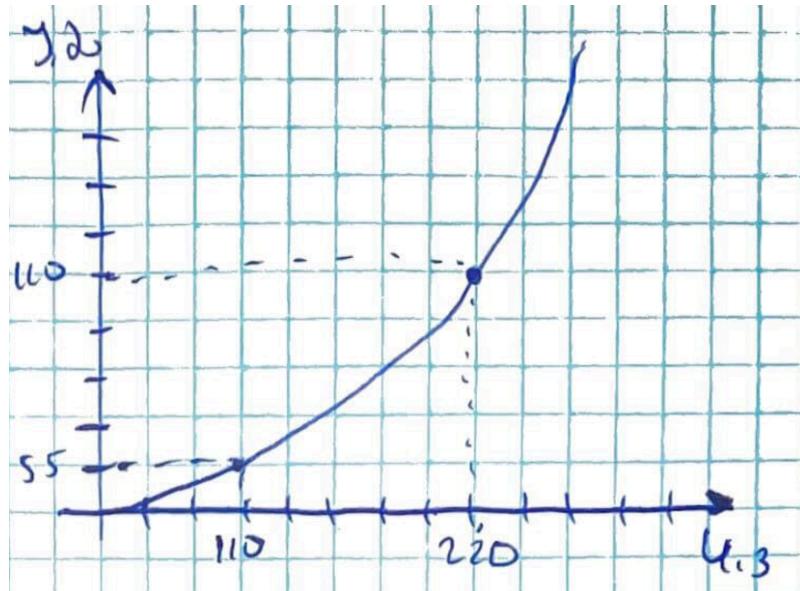


ა) როცა  $U=100\text{V}$ , მაშინ  $I=25\text{mA}$ . როცა  $U=300\text{V}$ , მაშინ  $I=125\text{A}$ .

$$\delta) R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{300 - 100}{125 - 25} = \frac{200}{100} = 2 \Omega$$

38. ააგეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, გამოიყენეთ გრაფიკული მეთოდი და დიოდის პირდაპირი ჩართვის დროს იპოვეთ: ა) ძაბვების მნიშვნელობები, თუ ცნობილია, რომ დენი იცვლება 55მა-დან 100მა-მდე. ბ) იანგარიშეთ დიოდის დიფერენციალური წინაღობა.

(შენიშვნა: იგივე შემთხვევა, რაც ზემოთ, ოღონდ ძაბვისთვის)



ა) როცა  $I=55\text{მა}$ , მაშინ  $U=110\Omega$ . როცა  $I=110\text{მა}$ , მაშინ  $U=220\Omega$ .

$$\delta) R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{220 - 110}{110 - 55} = \frac{110}{55} = 2 \Omega$$