

5. საკუთრივი და მინარევული ნახევარგამტარები

ქიმიურად გასუფთავებულ ერთგვაროვან ნახევარგამტარს **საკუთრივი ნახევარგამტარი** ეწოდება. საკუთრივ ნახევარგამტარში ელექტრონების და ხვრელების 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 შევიყვანოთ 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 ელექტრონი, ჩვეულებრივ პირობებში, გადასულია გამტარობის ზონაში. მასასადამე გვეჩვენა ჭარბი რაოდენობა ელექტრონებისა, ასეთი ტიპის ნახევარგამტარს ელექტრონული ანუ **n** ტიპის ნახევარგამტარი ქვია, ხოლო მინარევებს— დონორები.

6. ელექტრონულ-ხვრელური გადასასვლელი

ელექტრონულ-ხვრელური (**p-n**) გადასასვლელი წარმოიშობა, ორი სხვადასხვა ტიპის ნახევარგამტარის ტექნოლოგიური შეერთების დროს. შეერთების საზღვარზე მუხტის ძირითადი გადამტანების კონცენტრაციათა სხვაობის გამო ადგილი აქვს დიფუზიას: ხვრელები გადადიან **n** შრეში, ხოლო ელექტრონები გადადიან **p** შრეში. შედეგად ხდება რეკომბინაცია და წარმოიქმნება ჩამკეტი ფენა — უბანი, სადაც მუხტების გადამტანები აღარ გვხვდება.

ჩამკეტი ფენის ორივე მხარეს ყალიბდება მუხტების ფიქსირებული ზონა: „-“ **p**-ს მხარეს, და „+“ **n**-ის მხარეს, რაც ქმნის ელექტრულ ველს. ეს ველი:

- ხელს უშლის ძირითადი გადამტანების დიფუზიას.
- აჩქარებს არაძირითადი გადამტანების დრეიფს.

ამგვარად, წარმოიქმნება დრეიფული დენი: $I_{\text{დრ}} = I_{\text{დრ } n} + I_{\text{დრ } p}$.

სრული დენი ტოლია $I = I_{\text{დიფ}} + I_{\text{დრ}}$, თუმცა თუკი გარეშე ველი მოდებული არ არის, მაშინ ნახევარგამტარში დენი არ გადის.

P-n გადასასვლელს შეგვიძლია დაფუკავშიროთ გარე ძაბვის წყარო ორნაირად:

- პირდაპირი ჩართვა: **p** ფენა „+“ მხარეს, **n** ფენა „-“ მხარეს. ჩამკეტი ფენა სუსტდება, დენი იზრდება.
- უკუჩართვა: **p** ფენა „-“ მხარეს, **n** ფენა „+“ მხარეს. ჩამკეტი ფენა ძლიერდება, დენი მცირდება.

ამრიგად, **p-n** გადასასვლელი ატარებს დენს მხოლოდ ერთი მიმართულებით და წარმოადგენს ნახევარგამტარული ხელსაწყოების (დიოდების, ტრანზისტორების) ძირითად ელემენტს.

p n

$+$	$+$	$-$	$-$
$-$	$+$	$+$	$-$
$+$	$-$	$-$	$+$

P-n շարժվող (շտիպիչ-հանգում)

$P - 2n, t = -2n$ გუბონ სიყვარულით

h-2 " - - - 26 24 23 22

Տված չհաճությամբ նշյալի միջոցով

~~11 913782~~ 11 913782 = -7

$\rightarrow p\text{-}p_{06} \text{ zu } n + \frac{1}{2}n$ zuerst im Schritt

26th July, 6pm n - 16 = 281 1/2 weeks after 26th July

Գրականություն: Մարտիրոս Զառնգին, 1867

1. Բնական ջրեր = 1. Նո 1. Ք-ռ ջրվերակներ =

սմ քիմի քիմ Երևանի ք քիմ և

34972.

p

+	+	-
+	+	-
+	+	-

 n

+	+	-
+	+	-
+	+	-

$$R = \text{const} ; y = w$$

26.05.2020 22.06.2020 23.06.2020 24.06.2020 25.06.2020 26.06.2020 27.06.2020 28.06.2020 29.06.2020 30.06.2020 01.07.2020 02.07.2020 03.07.2020 04.07.2020 05.07.2020 06.07.2020 07.07.2020 08.07.2020 09.07.2020 10.07.2020 11.07.2020 12.07.2020 13.07.2020 14.07.2020 15.07.2020 16.07.2020 17.07.2020 18.07.2020 19.07.2020 20.07.2020 21.07.2020 22.07.2020 23.07.2020 24.07.2020 25.07.2020 26.07.2020 27.07.2020 28.07.2020 29.07.2020 30.07.2020 31.07.2020 01.08.2020 02.08.2020 03.08.2020 04.08.2020 05.08.2020 06.08.2020 07.08.2020 08.08.2020 09.08.2020 10.08.2020 11.08.2020 12.08.2020 13.08.2020 14.08.2020 15.08.2020 16.08.2020 17.08.2020 18.08.2020 19.08.2020 20.08.2020 21.08.2020 22.08.2020 23.08.2020 24.08.2020 25.08.2020 26.08.2020 27.08.2020 28.08.2020 29.08.2020 30.08.2020 31.08.2020 01.09.2020 02.09.2020 03.09.2020 04.09.2020 05.09.2020 06.09.2020 07.09.2020 08.09.2020 09.09.2020 10.09.2020 11.09.2020 12.09.2020 13.09.2020 14.09.2020 15.09.2020 16.09.2020 17.09.2020 18.09.2020 19.09.2020 20.09.2020 21.09.2020 22.09.2020 23.09.2020 24.09.2020 25.09.2020 26.09.2020 27.09.2020 28.09.2020 29.09.2020 30.09.2020 01.10.2020 02.10.2020 03.10.2020 04.10.2020 05.10.2020 06.10.2020 07.10.2020 08.10.2020 09.10.2020 10.10.2020 11.10.2020 12.10.2020 13.10.2020 14.10.2020 15.10.2020 16.10.2020 17.10.2020 18.10.2020 19.10.2020 20.10.2020 21.10.2020 22.10.2020 23.10.2020 24.10.2020 25.10.2020 26.10.2020 27.10.2020 28.10.2020 29.10.2020 30.10.2020 31.10.2020 01.11.2020 02.11.2020 03.11.2020 04.11.2020 05.11.2020 06.11.2020 07.11.2020 08.11.2020 09.11.2020 10.11.2020 11.11.2020 12.11.2020 13.11.2020 14.11.2020 15.11.2020 16.11.2020 17.11.2020 18.11.2020 19.11.2020 20.11.2020 21.11.2020 22.11.2020 23.11.2020 24.11.2020 25.11.2020 26.11.2020 27.11.2020 28.11.2020 29.11.2020 30.11.2020 01.12.2020 02.12.2020 03.12.2020 04.12.2020 05.12.2020 06.12.2020 07.12.2020 08.12.2020 09.12.2020 10.12.2020 11.12.2020 12.12.2020 13.12.2020 14.12.2020 15.12.2020 16.12.2020 17.12.2020 18.12.2020 19.12.2020 20.12.2020 21.12.2020 22.12.2020 23.12.2020 24.12.2020 25.12.2020 26.12.2020 27.12.2020 28.12.2020 29.12.2020 30.12.2020 31.12.2020

And zitiere die anderen Systeme, die

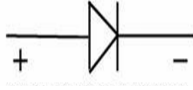
$\gamma_m \rho^2$ ~~$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty}$~~ ~~$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty}$~~ $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty}$ $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty}$ $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty}$

10. ნახევარგამტარული დიოდები, გამმართველი დიოდი

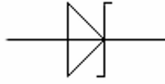
არსებობს დიოდების სხვადასხვა სახეობა: სილიციუმის, გერმანიუმის და სხვა. სიხშირის მიხედვით დიოდები გვხვდება (1) დაბალსიხშირული, (2) მაღალი სიხშირის და უნივერსალური.

დღოდებს ფიზიკური თვისებების მიხედვით განასხვავებენ:

- გამმართველი დიოდი
- იმპულსური დიოდი



- შოტკის დიოდი



- სტაბილიტრონი და სტაბისტორი
- გვირაბული დიოდი



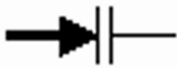
- ფოტოდიოდი



- შუქდიოდი



- ვარიკაპი



- ტირისტორი



განვიხილოთ გამმართველი დიოდი.

გამმართველ დიოდებს ძალურ დიოდებსაც უწოდებენ. მათ იყენებენ გამმართველებში ცვლადი დენის მუდმივად გარდასაქმნელად.

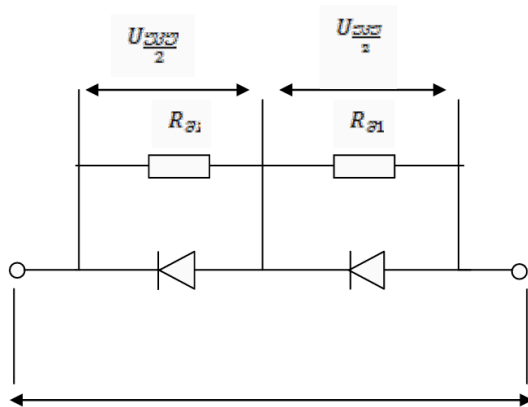
გამმართველი დიოდების ელექტრული თვისებების დახასიათება ხდება შემდეგი ძირითადი პარამეტრების საშუალებით:

- ტემპერატურის მუშა ინტერვალი

ტემპერატურის გაზრდისას იზრდება განტარის საკუთარი ელექტროგამტარობა, იზრდება გაჯერების დენი და იმატებს გადასასვლელის გარღვევის შესაძლებლობა. მაგალითად, გერმანიუმის ტიპის დიოდებში ტემპერატურის დასაშვები ინტერვალი იცვლება -60 -დან $+70$ გრადუს ცელსიუსამდე, სილიციუმისთვის -60 -დან $+125$ -მდე. ტემპერატურის შემცირებისას დიოდის წინაღობა იზრდება როგორც პირდაპირი, ასევე უკუ მიმართულებით.

- დასაშვები უკუძაბვა

უკუ დასაშვები ძაბვა $U_{\text{უკუღას}} = 0.8 U_{\text{გარ}}$, სადაც $U_{\text{გარ}}$ ძაბვაა, რომელზედაც ხდება p-n გადასასვლელის გარღვევა. იგი დამოკიდებულია ნახევარგამტარის ტემპერატურასა და კუთრ წინააღობაზე. რაც უფრო განიერია p-n გადასასვლელი, მით უფრო დიდია გარღვევის ძაბვა. როცა მაღალი გამართული ძაბვის მიღებაა საჭირო, იყენებენ დიოდების მიმდევრობით შეერთებას, თუმცა დიოდთა წინააღობების განსხვავებულობის გამო, უკუძაბვა თანაბრად შეიძლება არ გადანაწილდეს. ამის თავიდან ყოველ მიმდევრობით დიოდს აშუქებენ.



დიოდების მიმდევრობითი შეერთება შუნტის წინააღობებით

$$R_{\text{ფ}} = R_{1\text{ფ}} = R_{2\text{ფ}}$$

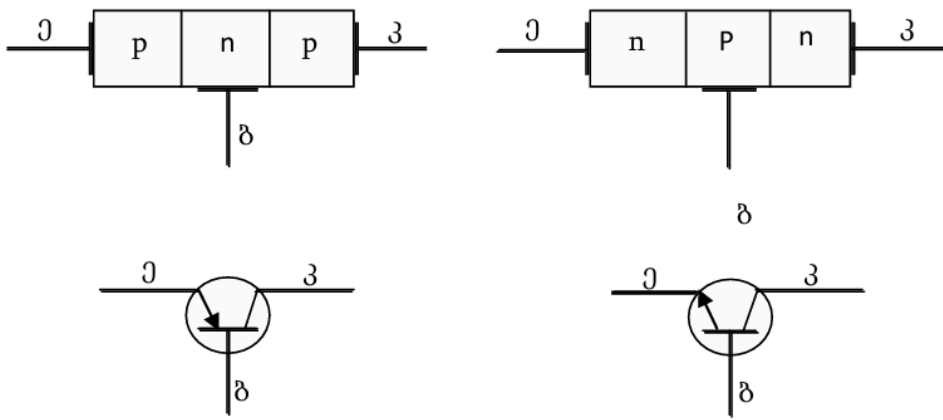
- დასაშვები გამართული პირდაპირი დენი $I_{\text{დას}}$
დენის გავლისას გამოიყოფა სითბო, ამიტომაც მისი დასაშვები სიდიდე დამოკიდებულია დიოდის დასაშვებ ტემპერატურაზე. გამართული დენის დასაშვები სიდიდის გაზრდისთვის დიოდებს პარალელურად აერთებენ, თუმცა წინააღობათა განსხვავების გამო დენი შეიძლება თანაბრად არ გადანაწილდეს. ამის თავიდან ასაცილებლად თითოეულ დიოდს მიმდევრობით უერთებენ წინააღობას, რომელსაც **გამთანაბრებელი წინააღობა** ეწოდება.
- ფანტვის ზღვრული დასაშვები სიმძლავრე $P_{\text{ფან}}$
როცა ელექტრონები ძაბვის გავლენით ანოდისკენ მოძრაობენ, იძენენ კინეტიკურ ენერგიას. ანოდზე მიღწევისას ელექტრონი კარგავს სიჩქარეს და კინეტიკური ენერგია გადადის თბურ ენერგიაში. პრაქტიკაში ფანტვის სიმძლავრეს ანოდზე დანაკარგების სიმძლავრეს უწოდებენ $P = I_{\text{ფ}} U_{\text{ფ}}$. სქემაში მუშა რეჟიმი ისე უნდა შევარჩიოთ, რომ $UI \leq P_{\text{ფან}}$, სადაც I დიოდში გამავალი დენია, ხოლო U დიოდზე მოდებული ძაბვაა.

სხვა მნიშვნელოვანი პარამეტრებია:

- დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის ციკაბობა $S = \frac{\Delta I_{\text{ფ}}}{\Delta U_{\text{ფ}}}$
- დიოდის შიგა წინააღობა $R_i = \frac{\Delta U_{\text{ფ}}}{\Delta I_{\text{ფ}}}$

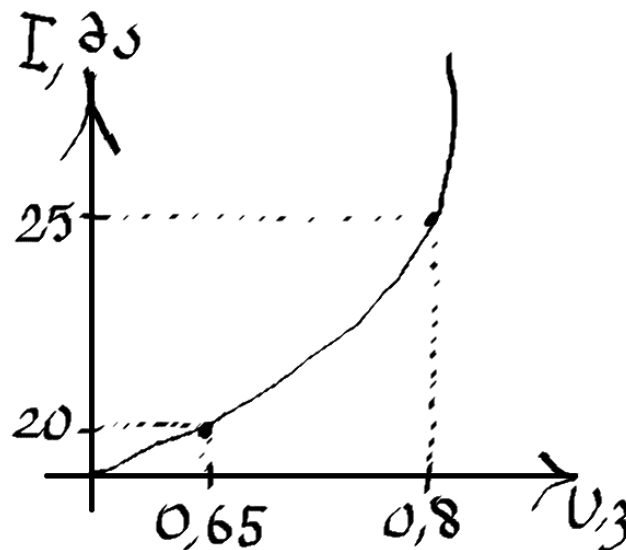
11. ტრანზისტორების ზოგადი მიმოხილვა, ბიპოლარული ტრანზისტორები.

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



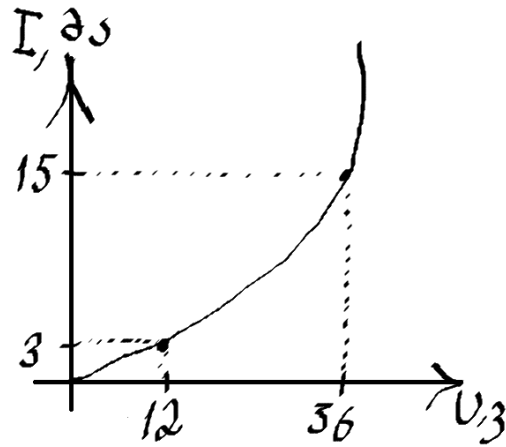
ე.წ. ბიპოლარული ტრანზისტორები, ისევე როგორც ნახევარგამ ტარული დიოდები წარმოადგენენ ნახევარგამტარულ კრისტალს, რომელიც შეიცავს p-n გადასასვლელს. დიოდისგან განსხვავებით, ტრანზისტორში ასეთი გადასასვლელი ორია. მისი სტრუქტურა შედგება იყოს n-p-n ან p-n-p.

14. განსაზღვრეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის **ციცაბობა**, თუ ძაბვის ცვლილებას 0.65ვ-დან 0.8ვ-მდე, შეესაბამება პირდაპირი დენის ცვლილება 20მა-დან 25მა-მდე.



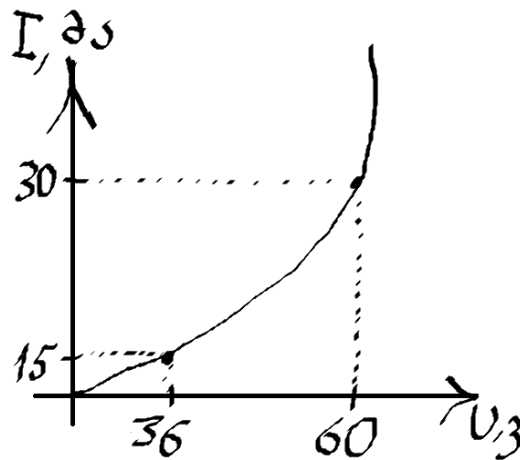
$$S = \frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{I_2 - I_1}{U_2 - U_1} = \frac{25 - 20}{0.8 - 0.65} = \frac{5}{0.15} = 33.3 \frac{\text{მა}}{\text{ვ}}$$

15. განსაზღვრეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის **ციცაბობა**, თუ ძაბვის ცვლილებას 12ვ-დან 36ვ-მდე, შეესაბამება პირდაპირი დენის ცვლილება 3მა-დან 15მა-მდე.



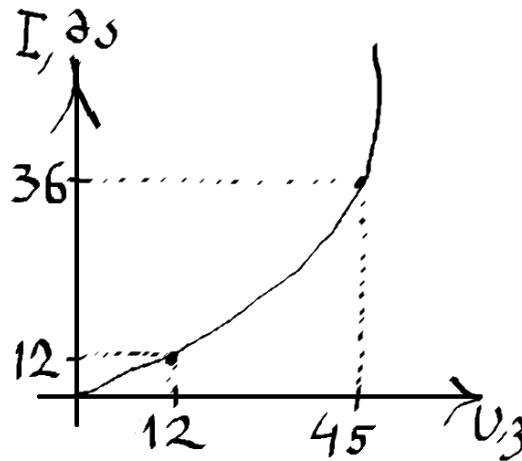
$$S = \frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{I_2 - I_1}{U_2 - U_1} = \frac{15 - 3}{36 - 12} = \frac{12}{24} = 0.5 \frac{\text{მა}}{\text{ვ}}$$

16. განსაზღვრეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის პირდაპირი **წინაღობა**, თუ ძაბვის ცვლილებას 36ვ-დან 60ვ-მდე, შეესაბამება პირდაპირი დენის ცვლილება 15მა-დან 30მა-მდე.



$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{60 - 36}{30 - 15} = \frac{24}{15} = 1.6 \frac{\text{ვ}}{\text{მა}} (\text{კ}\Omega)$$

17. განსაზღვრეთ დიოდის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის პირდაპირი წინაღობა, თუ ძაბვის ცვლილებას 12ვ-დან 45ვ-მდე, შეესაბამება პირდაპირი დენის ცვლილება 12მა-დან 36მა-მდე.



$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{45 - 12}{36 - 12} = \frac{33}{24} = 1.375 \frac{\text{ვ}}{\text{მა}} (\Omega)$$

23-1. დიფერენციალური მადლიერებლები (პირველი ვერსია, დგებუაძე)

დიფერენციალური მადლიერებელი წარმოადგენს უნივერსალურ ელექტრონულ სქემას, რომელსაც შეუძლია ორ სიგნალს შორის სხვაობის გაძლიერება იგი აგებულია ორი სიმეტრიული მხრისგან—თითოეულში არის ტრანზისტორი და მისი კოლექტორული დატვირთვის რეზისტორი. მათი ემიტერები გაერთიანებულია და მიერთებულია საერთო რეზისტორებზე ან საერთო ბაზით ჩართულ მესამე ტრანზისტორზე.

დიფერენციალურ მადლიერებელს აქვს ორი შესავალი და ერთი გამოსავალი.

თუ ორივე შესავალზე ერთნაირი სიგნალი მოქმედებს, გამოსავალზე ძაბვა ნულის ტოლია—ამას ეწოდება

სინფაზური სიგნალი, რომელიც ჩახშობილია.

თუ შესავალებზე საპირისპირო ფაზის სიგნალები მოდის, ერთ ტრანზისტორში დენი იზრდება, მეორეში მცირდება და გამოსავალზე მიიღება გაძლიერებული დიფერენციალური სიგნალი.

დიფერენციალური მადლიერებელი გამოირჩევა ხმაურის ჩახშობის მაღალი უნარით და გამოიყენება ოპერაციული მადლიერებლების და ზუსტი ანალოგური მონოპოლიზაციების აგებაში.

დიფერენციალური გაძლიერების კოეფიციენტი: $K_{\text{დ}} = R_{\text{კ}} / r_{\text{ე}}$

სინფაზური სიგნალის გაძლიერების კოეფიციენტი: $K_{\text{ს}} = R_{\text{კ}} / 2R_{\text{ე}}$, სასურველია იყოს რაც შეიძლება დაბალი

(იდეალურად, ნული)

სინფაზური სიგნალის ჩახშობის (ხმაურის სიგნალის ჩახშობის) კოეფიციენტი: $K_{\text{ჩ}} = 2I_{\text{გ}} / r_{\text{ე}}$, სასურველია იყოს რაც

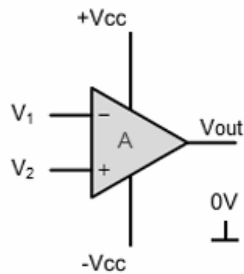
შეიძლება დიდი სიდიდის (იდეალურად, უსასრულო).

23-2. დიფერენციალური მადლიერებლები (მეორე ვერსია, ქათამაძე)

ოპერაციული მადლიერებლებში იგულისხმება ინტეგრალური მიკროსქემა, რომელიც აწყობილია

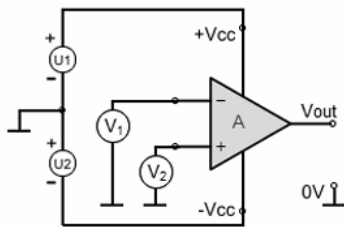
დიფერენციალური მადლიერებელი კასკადების ბაზაზე. აქედან გამომდინარე, იგი მიეკუთვნება უნივერსალურ მადლიერებელთა ჯგუფს (ე.ი. შეუძლია როგორც მუდმივი, ასევე ცვლადი სიგნალების გაძლიერება).

ოპერაციული მადლიერებელი წარმოადგენს ძალიან დიდი (100000-500000) გაძლიერების კოეფიციენტის მქონე მადლიერებელს, რომელსაც ორი, ინვერტირებადი და არაინვერტირებადი შესასავლელი და ერთი გამოსასვლელი გააჩნია.



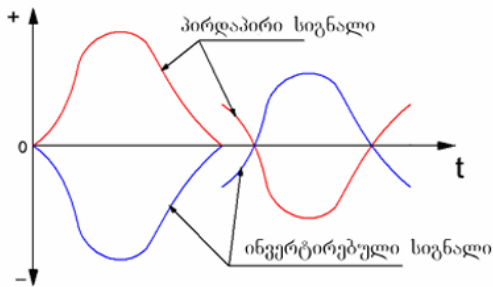
ოპერაციული მახასიათებლის გრაფიკული აღნიშვნა

ოპერაციული მადლიერებელი იკვებება ორი დამოუკიდებელი კვების წყაროსაგან, რომელთაგან ერთი (პირველი წყარო) თავისი დადებითი პოლუსით არის მიერთებული ოპერაციულ მადლიერებელთან (+VCC), ხოლო მეორე წყარო თავისი უარყოფითი პოლუსით მიერთებულია (-VCC)-თან. პირველი წყაროს უარყოფითი პოლუსი ელექტრონული სქემის საერთო გამომყვანთან – ე.წ. მიწასთან (0V) არის შეერთებული, ასევე მიწასთან (0V) არის შეერთებული მეორე წყაროს დადებითი პოლუსიც. სიგნალი ოპერაციულ მადლიერებელს მიეწოდება „-“ გამომყვანსა (V1) და მიწას (0V) შორის ან „+“ გამომყვანსა (V2) და მიწას (0V) შორის. ოპერაციული მადლიერებლის გამოსასვლელი სიგნალი მოიხსნება გამოსასვლელსა (Vout) და მიწას (0V) შორის.



ოპერაციული მადლიერებლის ჩართვის სქემა

„-“ ნიშნით აღინიშნება ოპერაციული მადლიერებლის მაინვერტირებელი შესასვლელი, „+“ ნიშნით – არამაინვერტირებელი (პირდაპირი).



ოპერაციული მადლიერებლის პირდაპირი და ინვერტირებული სიგნალების ცვლილება.

28. ტრანზისტორების კლასიფიკაცია. ბიპოლარული ტრანზისტორის მოქმედების პრინციპი და ვოლტამპერული მახასიათებლები

ტრანზისტორები იყოფა ა) ბიპოლარულ ტრანზისტორებად (BJT), ბ) ველით მართულ ტრანზისტორებად (FET), გ) ფოტოტრანზისტორებად.

ბიპოლარული ტრანზისტორები შეიძლება იყოს n-p-n ან p-n-p-ის ტიპის.

(აქ ჩანერეთ ზემოთ მოცემული #11 საკითხი: [ტრანზისტორების ზოგადი მიმოხილვა, ბიპოლარული ტრანზისტორები.](#))

ბიპოლარული ტრანზისტორის მოქმედების პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს. ტრანზისტორს აქვს ორი p-n გადასასვლელი და სამი გამომყვანი: ემიტერი (E), ბაზა (B), და კოლექტორი (C).

- ბაზა-ემიტერის გადასასვლელი მუშაობს პირდაპირი ჩართვით;
- კოლექტორ-ბაზის გადასასვლელი მუშაობს უკუჩართვით;
- ბაზაზე მცირე დენის მიწოდება იწვევს კოლექტორში მნიშვნელოვანი დენის გავლას, შედეგად მიიღწევა დენის გაძლიერება.

ბიპოლარული ტრანზისტორის ვოლტ-ამპერული მახასიათებლები აჩვენებს, როგორ არის დამოკიდებული დენი მოდებულ ძაბვაზე:

საერთო ბაზით (ს. ბ.) ჩართვა:

- შესასვლელი მახასიათებელთა ოჯახი: $I_{\text{გ}} = f(U_{\text{ბე}})$ როდესაც $U_{\text{კბ}} = \text{const.}$
- გამოსასვლელი მახასიათებელთა ოჯახი: $I_{\text{კ}} = f(U_{\text{კბ}})$ როდესაც $I_{\text{გ}} = \text{const.}$
- დენის გადაცემის კოეფიციენტი: $\alpha = \frac{I_{\text{კ}}}{I_{\text{გ}}}$. α იცვლება $0.9 \div 0.99$ საზღვრებში.

საერთო ემიტერით (ს. ე.) ჩართვა:

- შესასვლელი მახასიათებელთა ოჯახი: $I_{\text{ბ}} = f(U_{\text{ბე}})$ როდესაც $U_{\text{კბ}} = \text{const.}$
- გამოსასვლელი მახასიათებელთა ოჯახი: $I_{\text{კ}} = f(U_{\text{კბ}})$ როდესაც $I_{\text{ბ}} = \text{const.}$
- დენის გაძლიერების კოეფიციენტი: $\beta = \frac{I_{\text{კ}}}{I_{\text{ბ}}} = \frac{\alpha}{1-\alpha}$. β მეტია 1-ზე იცვლება $9 \div 99$ ფარგლებში.

დენის გაძლიერების სწორედ ეს უნარი აქცევს ტრანზისტორებს გამაძლიერებელ სქემებში მნიშვნელოვან ელემენტებად.

29. ველით მართული ტრანზისტორები

ველით მართული ტრანზისტორი წარმოადგენს სამელექტროდიან ნახევარგამტარულ ხელსაწყოს, რომლის დანიშნულებაც ელექტრული სიგნალის გაძლიერება და გადამრთველის ფუნქციის შესრულებაა. ასეთ ტრანზისტორებში დენის გადატანაში მონაწილეობას იღებენ მხოლოდ ერთი ტიპის მუხტის გადამტანები — ელექტრონები ან ხვრელები. დენის მართვა ხდება ელექტრული ველის საშუალებით, რის გამოც ამ ტრანზისტორებს უნიპოლარულ ტრანზისტორებსაც უწოდებენ.

ველით მართულ ტრანზისტორებს განასხვავებენ ორ ტიპად:

1. ველით მართული ტრანზისტორი p-n გადასასვლელით
2. იზოლირებული საკეტით ტრანზისტორი

ველით მართულ ტრანზისტორს აქვს სამი გამოყენება:

- სათავე (source) — საიდანაც გამოდის მუხტის გადამტანები
- ჩასადენი (drain) — სადაც ჩაედინება მუხტის გადამტანები
- საკეტი (gate) — რომლის საშუალებითაც ხდება დენის მართვა

იმისდა მიხედვით, თუ რომელი ტიპის ნახევარგამტარია არხად გამოყენებული, ველით მართული ტრანზისტორები შეიძლება იყოს p ან n ტიპის. მოქმედების პრინციპი ორივესთვის ერთნაირია — განსხვავება მხოლოდ მუხტის გადამტანების ტიპშია.

ჩასადენსა და სათავეს შორის უნდა მიენდოს ისეთი პოლარობის ძაბვა, რომ მუხტები გადაადგილდებოდნენ სათავედან ჩასადენისკენ. საკეტსა და სათავეს შორის ძაბვა კი ისე შეირჩევა, რომ p-n გადასასვლელი იყოს უკუმიმართულებით ნანაცვლებული. ამ სქემით ტრანზისტორის შიდა ელექტრული ველი (ძაბვა) არეგულირებს გამავალ დენს.

ეს პრინციპი რადიკალურად განასხვავებს ველიან ტრანზისტორს ბიპოლარული ტრანზისტორისგან, სადაც დენის მართვა ხორციელდება ბაზის დენით. ველიან ტრანზისტორს კი მართვადი დენი არ გააჩნია და, შესაბამისად, შესასვლელი წინაღობა ძალიან დიდია — შეიძლება იყოს ასეულობით გიგა ომი.

უნიპოლარული ენოდებათ მას კიდევ იმიტომაც, რომ მასში დენის გადატანაში მონაწილეობს მხოლოდ ერთი ტიპის მუხტის გადამტანი — ან მხოლოდ ელექტრონები, ან მხოლოდ ხვრელები. ბიპოლარულ ტრანზისტორში კი ერთდროულად მონაწილეობენ ორივე ტიპის მუხტის გადამტანები.

ველით მართულ ტრანზისტორებს შორის ძირითადი ტიპებია:

1. **ველით მართული ტრანზისტორი p-n გადასასვლელით** — ეს არის JFET ტიპის ტრანზისტორი, რომელშიც მუხტები ელექტრული ველის გავლენით გადაადგილდებიან p-n გადასასვლელში.
2. **ტრანზისტორი იზოლირებული საკეტით** — ცნობილია როგორც MOSFET ტრანზისტორი, რომლის სტრუქტურაც აგებულია ლითონის, დიელექტრიკისა და ნახევარგამტარის ფენებისგან. დიელექტრიკად უმეტესად გამოიყენება სილიციუმის ორჟანგი, რის გამოც ამ ტრანზისტორებს ლოდ ტრანზისტორებსაც უწოდებენ.

დღეს ველიანი ტრანზისტორები ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში. ზოგ შემთხვევაში ისინი ბიპოლარულ ტრანზისტორებზე უკეთეს შედეგებს იძლევიან — გააჩნიათ დაბალი ხმაურის დონე და ფუნქციონირებენ ზემაღალ სიხშირეებზე. ასევე ხშირად გამოიყენებიან მიკროსქემების შექმნისას.