

The background features a complex geometric pattern of yellow lines on a green gradient. The pattern consists of various sized polygons, some of which are filled with a darker green color, creating a mosaic-like effect. The lines are thin and sharp, forming a network that covers the entire page.

ელექტრონობა

ელექტროობა

სახელმძღვანელო შედგენილია და გამოცემულია ა(ა)იპ „ინფრასტრუქტურის მშენებელთა ასოციაციის“ და გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) საგრანტო ხელშეკრულების შესაბამისად, მიმდინარე პროექტის, „კერძო სექტორის განვითარება და პროფესიული განათლება სამხრეთ კავკასიაში“ ფარგლებში.

წინამდებარე გამოცემაში გამოთქმული მოსაზრებები ავტორებისეულია და შეიძლება არ ასახავდეს ა(ა)იპ „ინფრასტრუქტურის მშენებელთა ასოციაციის“ და გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების თვალსაზრისს.

ყველა უფლება დაცულია. სახელმძღვანელოს არცერთი ნაწილი (ტექსტი, ილუსტრაცია თუ სხვ.) არანაირი ფორმით და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის და შემდგენელის ნებართვის გარეშე.

სახელმძღვანელოს შედგენაში მონაწილეობდნენ:

ავტორი: მანფრედ ბეკერი

რედაქტორ-რეცენზენტი: ვახტანგ ბალავაძე

საგანმანათლებლო რესურსი გასაგებად და სრულყოფილად, ლაკონურად არის ჩამოყალიბებული. წარმოდგენილ ნაშრომში მოცემული რჩევები ადვილად გასაგებია და გამოადგებათ როგორც პროფესიულ სტუდენტებს/მსმენელებს, ასევე, პროფესიული განათლების მასწავლებლებს, მოკლევადიანი პროგრამების მსმენელებს და პრაქტიკოს სპეციალისტებს.

მომზადებული სახელმძღვანელო დიდ დახმარებას გაუწევს ელექტროობის დარგში დასაქმებულ ყველა: ტექნიკოსს, სამუშაოთა მწარმოებელს და სხვა კვალიფიციურებულ მუშას.

დიზაინერი: ვერა პაპასკირი

GIZ Georgia 2023. საავტორო უფლებები დაცულია. გამოცემულია საქართველოში Copyright

GIZ Georgia 2023. All rights reserved. Manufactured in Georgia



საქართველო, თბილისი, 2023

სარჩევი

თავი 1. შრომის უსაფრთხოება და ჯანმრთელობის დაცვა სამუშაო ადგილზე.....	3
კანონები და რეგულაციები.....	3
უსაფრთხოების სიმბოლოები.....	4
უსაფრთხოება სამუშაო ადგილზე	5
პირველადი დახმარება.....	5
კითხვა-პასუხი (30 წუთი).....	6
თავი 2. ელექტროინჟინერიის ძირითადი ცნებები.....	7
ძაბვა	7
დენი	9
დენის ტიპები.....	9
ომის კანონი.....	10
ელექტრული სიმძლავრე	11
თავი 3. წრედის ინჟინერია.....	13
პირობითი აღნიშვნები ელექტრო (საყოფაცხოვრებო) დანადგარებში	13
წრედის სქემები.....	20
მოწყობილობების სქემები.....	23
თავი 4. ელექტროსაზოგადოებრივი და დატვირთვის დაცვა.....	26
ძაბვის ვარდნა ხაზებზე.....	26
ამომრთველები.....	26
დამიწების სისტემები.....	29
ელექტროგანაწილების მოწყობა.....	30
თავი 5. საპროექტო სამუშაო (ხანგრძლივობა: 1 კვირა).....	34
თავი 6. ერთხაზიანი საერთო ელექტროსამუშაო განაწილებისთვის.....	40
თავი 7. დენის ნაკადის ელექტროსამუშაო განაწილებისთვის.....	40
თავი 8. მასალების სია.....	41



თავი 9. პრაქტიკული მონტაჟი.....	42
თავი 10. შესაბამისი გაზომვები.....	43
თავი 11. გაუმართაობის დიაგნოსტიკა.....	46
თავი 12. ელექტრული მოწყობილობის ექსპლუატაციაში გაშვება.....	46
გამოყენებული ლიტერატურა.....	47

1. შრომის უსაფრთხოება და ჯანმრთელობის დაცვა სამუშაო ადგილზე

• კანონები და რეგულაციები

ქვემოთ მოცემულია შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის დაცვის კანონებისა და რეგულაციების მიმოხილვა:

1. კანონი შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ;
2. ავარიების პრევენციის რეგულაციები;
3. ოპერაციული უსაფრთხოების ტექნიკური წესები;
4. კანონი პროდუქტის უსაფრთხოების შესახებ;
5. დადგენილება საშიში ნივთიერებების შესახებ;
6. დადგენილება მრეწველობაში შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ;
7. ტექნიკური სტანდარტები და რეგულაციები (კანონის ან ხელშეკრულებების შესაბამისი);
8. უბედური შემთხვევისაგან კერძო ან სამთავრობო დაზღვევის წესები და რეგულაციები, მაგ.:
 - პროფესიული სამედიცინო უსაფრთხოების ზომები;
 - ელექტროსისტემებისა და აღჭურვილობისადმი მოპყრობის წესები;
 - პრევენციის პრინციპები;
 - სამედიცინო პერსონალი და შრომის უსაფრთხოების დარგის სპეციალისტები.

დენით გამოწვეული ავარიები, ყველაზე ხშირად, ისეთი ტექნიკური დეფექტების გამო ხდება, როგორიცაა დამცავი ბარიერების არარსებობა, ან

არასათანადო იზოლაცია. გარდა ამისა, ორგანიზაციული ხარვეზები, როგორიცაა სამუშაო ინსტრუქციების არარსებობა ან ყალბი სამუშაო ინსტრუქციები, ასევე ადამიანური ფაქტორი (შეცდომები), მაგ., არასწორი ქმედებები, შეიძლება გახდეს უბედური შემთხვევების გამომწვევი მიზეზი.

აქედან გამომდინარე, ინდივიდუალური დაცვის აღჭურვილობას (PPE) სამუშაო ზონაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, ტრავმებისა და ავადმყოფობებისაგან დასაცავად. ცნება „ინდივიდუალური დაცვის აღჭურვილობა“ ვრცელდება ყველა იმ მოწყობილობასა და ნივთზე, რომელიც იცავს სხეულს, ჯანმრთელობისათვის საშიში ზემოქმედებისაგან. „მრეწველობაში შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ“ დადგენილებით, შეიქმნა და გამოიცა დირექტივები სამუშაო აღჭურვილობის უზრუნველყოფისა და გამოყენების შესახებ. კანონი „შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ“ შექმნილია შრომის უსაფრთხოების ზომების გამოყენების გზით, სამუშაო ადგილზე დასაქმებულთა ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად და გასაუმჯობესებლად. დამსაქმებელი პასუხისმგებელია სამუშაო ადგილზე ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების დაცვაზე. აგრეთვე, სავალდებულოა, კონკრეტული სამუშაოს შესრულებისთვის წერილობითი ფორმით შესრულებული რისკის ანალიზი.

ავარიების პრევენციის რეგულაციები დამსაქმებლებს ავალდებულებს, მიიღონ ზომები სამუშაოზე უბედური შემთხვევების, პროფესიული დაავადებებისა და სამუშაოსთან დაკავშირებული ჯანმრთელობისათვის საშიში საფრთხეების თავიდან ასაცილებლად, ასევე ეფექტური პირველადი დახმარების გასაწევად. კანონი პროდუქტების უსაფრთხოების შესახებ, არეგულირებს პროდუქტების უსაფრთხოების, ასევე მათი შემოწმებისა და ეტიკეტირების კუთხით არსებულ მოთხოვნებს (მაგ. ტესტირების სერთიფიკატები, იმპორტის სერთიფიკატები). მისი

მოქმედება ვრცელდება შემთხვევებზე, როდესაც პროდუქტები პირველად ხდება ხელმისაწვდომი, წარმოდგენილი ან გამოყენებული ბაზარზე, ბიზნეს ოპერაციების ფარგლებში. ის უნდა იძლეოდეს ერთგვარ გარანტიას, რომ პროდუქტი ყოველმხრივ უსაფრთხოა.

სახიფათო ნივთიერებების შესახებ დადგენილების მოქმედება ვრცელდება ნივთიერებების, ნარევებისა და პროდუქტების რეალიზაციაზე, სახიფათო ნივთიერებებისგან დასაქმებულთა და სხვა პირთა ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოებისათვის არსებულ საფრთხეებზე, ასევე გარემოს დაცვაზე, ასეთი ნივთიერებებით გამოწვეული ზიანისაგან. საშიში

ნივთიერებები და ნარევები სწორად უნდა იყოს შეფუთული და ეტიკეტირებული. გლობალურად ჰარმონიზებული სისტემის (Globally Harmonized System) იმავე (GHS) საფუძველზე, ქიმიური ნივთიერებების კლასიფიცირება და ეტიკეტირება მთელი მსოფლიოს მასშტაბით, ხდება იდენტური კრიტერიუმების მიხედვით, CLP რეგულაციებთან ((Classification, Labeling and Packing) კლასიფიკაცია, ეტიკეტირება და შეფუთვა, იხ. სურათი 1) შესაბამისობაში.

სასიგნალო სიტყვა „ფრთხილად“ მიუთითებს ნაკლებად მძიმე საფრთხის კატეგორიებზე, ხოლო სასიგნალო სიტყვა „საშიშია“ მიუთითებს მაღალი საფრთხის კატეგორიებზე.



ცხრილი: საფრთხეების იდენტიფიკაცია									
ფიზიკურ-ქიმიური საფრთხეები				ჯანმრთელობისათვის არსებული საფრთხეები				ეკოლოგიური საფრთხეები	
Old	 E	 F F+	 O	 C	 T T+	 Xi	 Xn	 N	
New	 ფეთქებადი	 აალებადი  Compressed gases	 დამჟანგავი  Corrosive substances	 კოროზიული, გამაღიზიანებელი	 ტოქსიკური	 გამაღიზიანებელი	 ჯანმრთელობისთვის საშიშრო, CMR ნივთიერებები	 გარემოსთვის საშიშრო	

სურათი 1.

• უსაფრთხოების სიმბოლოები

ტექნიკური სახელმძღვანელო „განკარგულება სამუშაო ადგილის შესახებ“ აღწერს სამუშაო ადგილებზე უსაფრთხოებისა და საფრთხისაგან დაცვის მარკირების მოთხოვნებს. უსაფრთხოების სიმბოლოები გამოიყენება ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების დაცვის მარკირებისათვის. ეს სიმბოლოები გვაფრთხილებს რისკების შესახებ, იძლევა მითითებებს სახიფათო სიტუაციების შემთხვევაში და გვთავაზობს ქცევის ინსტრუქციებს. ხსენებული ასევე მოიცავს აკრძალვების იდენტიფიცირებას. თითოეული სიმბოლოს დანიშნულებაა, ძალზე სწრაფად და გაურკვევლობის გარეშე მიაპყროს ადამიანის ყურადღება ობიექტებსა და სიტუაციებს, რომელთაგანაც

შეიძლება საფრთხე მომდინარეობდეს. უშუალოდ ნიშნის ფორმისა და ფერის კომბინაცია მიუთითებს იმაზე, არის თუ არა ნიშანი დაკავშირებული ინფორმაციასთან, სავალდებულო ქმედებასთან, გაფრთხილებასთან, აკრძალვასთან, საგანგებო სიტუაციასა თუ ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვასთან (იხ. სურათი 2).

გარდა ამისა, უსაფრთხოების სიმბოლოებს აქვს შესაბამისი ფორმა/გამოსახულება. ჩვენ განვასხვავებთ ამკრძალავ სიმბოლოებს, სავალდებულო მოქმედების სიმბოლოებს, გამაფრთხილებელ სიმბოლოებს, საგანგებო სიტუაციის სიმბოლოებს, ხანძარსაწინააღმდეგო სიმბოლოებსა და დამატებით სიმბოლოებს.

ცხრილი: უსაფრთხოების სიმბოლოების ფორმა, ფერი და მნიშვნელობა			
გეომეტრიული ფორმა	მნიშვნელობა	უსაფრთხოების ფერი	გამოყენების მაგალითი
 წრე დიაგონალური ზოლით	აკრძალვა	წითელი	 მოწევა აკრძალულია
 წრე	სავალდებულო ქმედება	ლურჯი	 გამოიყენეთ დაცვის საშუალებები
 ტოლგვერდა სამკუთხედი მომრგვალებული კუთხეებით	გაფრთხილება	ყვითელი	 გაფრთხილება ააღებადი ნივთიერებების შესახებ
 ოთხკუთხედი	უსაფრთხოება	მწვანე	 საგანგებო დახმარების ტელეფონი

სურათი 2.

- **უსაფრთხოება საშუალო ადგილზე (იხ. სურათი 3)**

უსაფრთხოება საშუალო ადგილზე

- იმუშავეთ უსაფრთხოდ და ფრთხილად.
- გამოიყენეთ პასიური უსაფრთხოება.
- ატარეთ პერსონალური დამცავი აღჭურვილობა.

აძიეთ: ➡

- გამაფრთხილებელი სიმბოლოები;
- სავალდებულო სიმბოლოები;
- ამკრძალავი სიმბოლოები;
- საგანგებო სიტუაციების სიმბოლოები;
- ხანძარსაწინააღმდეგო სიმბოლოები.

- დაემორჩილეთ აკრძალვებს, მაგალითად, აკრძალულია სასმელების მიღება, მოწევა, არაავტორიზებული შესვლა.
- დაუყოვნებლივ შეატყობინეთ ან აღმოფხვრით უსაფრთხოების ხარვეზები ან სახიფათო მდგომარეობა.
- არ გამოიყენოთ სამუშაო აღჭურვილობა, სამუშაო
- მოწყობილობები და არ იმუშაოთ მათთან ავტორიზაციის გარეშე.
- დაიცავით სისუფთავე სამუშაო ადგილზე.

ფიზიკური ჩარევით, აქტიურად დაიცავით საკუთარი თავი და კოლეგები უბედური შემთხვევებისა და ჯანმრთელობის დაზიანებისგან.

პირველადი დახმარება

პირველადი დახმარება გულისხმობს ადგილზე დახმარებას, სანამ სპეციალისტი ან ექიმი შეძლებს დაშავებულის ან ავადმყოფისათვის დახმარების აღმოჩენას. დაზიანებული ადამიანის სიცოცხლე ხშირად დამოკიდებულია უშუალოდ შემთხვევის ადგილზე, დროულად გაწეულ პირველად დახმარებაზე. დამსაქმებელი პასუხისმგებელია ეფექტური პირველადი დახმარების გაწევაზე.

ელექტრული დენით გამოწვეული უბედური შემთხვევისას, უნდა გვახსოვდეს, რომ აუცილებელია საკუთარი თავის დაცვა. მსხვერპლის სხეულში გამავალი დენი უნდა შეწყდეს. დაბალი ძაბვის სისტემების შემთხვევაში (საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ძაბვა, 230 ვოლტიდან 400 ვოლტამდე) ჩართული ელექტრული წრედის შეწყვეტა ხდება მაგ. გამორთვის, დენის როზეტიდან შტეკერის (ჩანგლის) გამოღების ან მცველის ამოღების გზით. თუ წრედის შეწყვეტა შეუძლებელია, დაზარალებული უნდა განცალკევდეს დენგამტარი ნაწილებისაგან დენგაუმტარი საგნის, მაგ. მაიზოლირებელი დეროს, მშრალი ხის საგნის მეშვეობით.

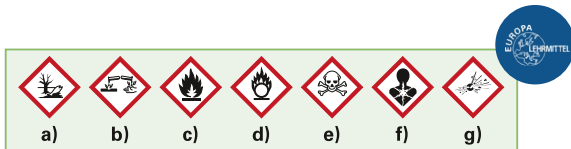
გადაუდებელი დახმარების თაობაზე სატელეფონო ზარის მიმდინარეობისას, უნდა მიუთითოთ შემდეგი ფაქტები:

- სად მოხდა უბედური შემთხვევა?
- რა მოხდა?

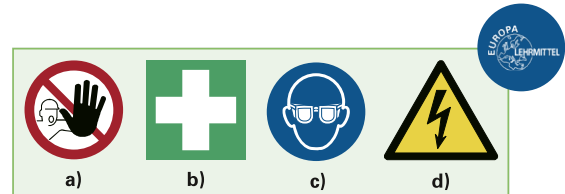
- რამდენი ადამიანია დაშავებული?
- რა სახის დაზიანებები აღენიშნებათ მათ?
- დაელოდეთ, რათა პასუხი გასცეთ სამაშველო ჯგუფის ნებისმიერ კითხვას.
- არასოდეს დაასრულოთ სატელეფონო ზარი პირველმა.

• **კითხვა-პასუხი (30 წუთი)**

1. ა) რა არის ინდივიდუალური დამცავი აღჭურვილობა? ბ) რა არის ინდივიდუალური დამცავი აღჭურვილობის დანიშნულება? გ) მოიყვანეთ ინდივიდუალური დამცავი აღჭურვილობის სამი მაგალითი.
2. რას ნიშნავს შემდეგი აბრევიატურები: ა) CLP, ბ) GHS?
3. რა ინფორმაცია უნდა იყოს წარმოდგენილი საშიში ნივთიერებების შეფუთვაზე?
4. დაასახელეთ ქვემოთ ნაჩვენები საშიშროების პიქტოგრამების აღნიშვნები ა)-დან გ)-მდე.



5. რა ინფორმაციის მიწოდებაა სავალდებულო გადაუდებელი დახმარების თაობაზე ზარის განხორციელებისას?
6. რა არის პირველადი დახმარება?
7. როგორ შეგიძლიათ დაეხმაროთ ადამიანს, რომელმაც განიცადა ელექტრული დენით გამოწვეული უბედური შემთხვევა, თუ წრედის შეწყვეტა შეუძლებელია?
8. რომელი ორი მახასიათებელი განასხვავებს უსაფრთხოების სიმბოლოებს?
9. დაასახელეთ უსაფრთხოების სიმბოლოები ა)-დან d)-მდე და აღწერეთ მათი მნიშვნელობა.



10. რატომ გამოიყენება დამატებითი სიმბოლოები ხშირად, უსაფრთხოების სიმბოლოებთან ერთად?



2. ელექტროინჟინერიის ძირითადი ცნებები

- SI საბაზისო გაზომვები და ერთეულები (ცხრილი 1 და 2)

ცხრილი 1. პრეფიქსები ერთეულების ჯერადებისა და წილადებისთვის (შერჩევა)

პრეფიქსი	გიგა	მეგა	კილო	დეცი	ცენტი	მილი	მიკრო	ნანო	პიკო
სიმბოლოები	G	M	k	d	c	m	μ	n	p
ფაქტორი	10^9 1,000,000,000	10^6 1 000 000	10^3 1000	10^{-1} 0.1	10^{-2} 0.01	10^{-3} 0.001	10^{-6} 0.000 001	10^{-9} 0.000 000 001	10^{-12} 0.000 000 000 001

ცხრილი 2. SI ბაზის გაზომვები და SI ბაზის ერთეულები

ბაზის გაზომვა	სიგრძე	დრო	მასა	ელექტრო მიმდინარე	ტემპერატურა	ნივთიერება	მანათობელი
ფორმულის სიმბოლო	l	t	m	I	T	n	Φ
საბაზისო ერთეული	მეტრი	წამი	კილოგრამი	ამპერი	კელვინი	მოლი	კანდელა
ერთეულის სიმბოლო	m	s	kg	A	K	mol	cd

- ძაბვა**

მიზიდულობის ძალები ჩნდება და მოქმედებს ნიშნით განსხვავებულ/არამსგავს მუხტებს შორის. აქედან გამომდინარე, საჭიროა მუშაობის შესრულება მათ განსაცალკევებლად. შემდგომში, ეს მუშაობა ინახება მუხტებში ენერგიის სახით. განცალკევებულ მუხტებს ახასიათებს გათანაბრებისაკენ მიდრეკილება. ძაბვის ისეთ წყაროებში, როგორიცაა გენერატორები, გალვანური ელემენტები ან ფოტოელემენტები, ელექტრული მუხტები განცალკევებულია ერთმანეთისაგან. ამ პროცესში ძაბვის გენერატორის გამოყვანებზე (ე. წ. „კლემა“) იქმნება ელექტრონების სიჭარბე ან დეფიციტი. ძაბვა შეიძლება იყოს მხოლოდ ორ წერტილს შორის, მაგ., ძაბვის

წყაროს დადებით და უარყოფით ტერმინალებს შორის ან დატვირთვის ტერმინალებს შორის.

ძაბვას ასევე უწოდებენ პოტენციალთა სხვაობას.

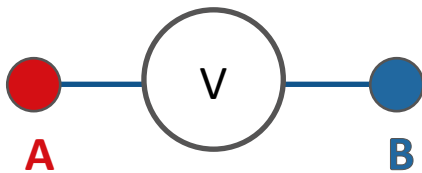
მულტიმეტრი არის ელექტრული მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება მრავალი ელექტრული პარამეტრის გასაზომად, როგორიცაა ძაბვა, დენი, წინაღობა, წრედის მთლიანობა, გამტარობა, სიხშირე, ტევადობა, ტემპერატურა და მრავალი სხვა.

არსებობს სხვადასხვა მწარმოებლის და დიზაინის მულტიმეტრები, ზოგი ციფრულია, ზოგი კი ანალოგური. ამ თავში, ჩვენ ყურადღებას გავამახვილებთ ციფრულ მულტიმეტრებზე, ძაბვის მნიშვნელობის გაზომვაზე, როგორც ცვლადი, ასევე მუდმივი დენის შემთხვევაში.



სანამ დაიწყებდეთ, მნიშვნელოვანია იცოდეთ, თუ რომელი სახის ძაბვის გაზომვას აპირებთ (ცვლადი თუ მუდმივი დენის). ეს აადვილებს მულტიმეტრის პარამეტრების სწორად დაყენებას (შერჩევის დილაკის/ტუმბლერის სწორი პოზიციის და შესაბამისი მისაერთებელი ტერმინალების გამოყენებით).

ძაბვა არის პოტენციალთა სხვაობა ორ წერტილს შორის, რომელიც, როგორც წესი, დადებითი და უარყოფითია. SI სისტემაში მისი ერთეულია ვოლტი და აღინიშნება (V) სიმბოლოთი. შესაბამისად, ეს ნიშნავს, რომ ძაბვა იზომება ორ სხვადასხვა წერტილს შორის.



ამ მულტიმეტრს გააჩნია 4 პორტი, რომლებიც განკუთვნილია სხვადასხვა მიზნებისათვის.



ციფრული მულტიმეტრის გამოყენებით ძაბვის გაზომვის ეტაპები:

1. აიღეთ მულტიმეტრი თავისი ზონდებიანად და დარწმუნდით, რომ ბატარეა სწორად არის ჩასმული და მუშაობს;

2. მოძებნეთ COM პორტი და V პორტი მულტიმეტრზე;
3. შეაერთეთ უარყოფითი ზონდი (შავი ფერის) COM პორტში;
4. შემდეგ შეაერთეთ დადებითი ზონდი (წითელი ფერის) V პორტში;
5. მოძებნეთ დილაკი და დაატრიალეთ წერტილი $V\sim$ -მდე AC (ცვლადი დენის) ძაბვის გასაზომად და $V=-$ -მდე – DC (მუდმივი დენის) ძაბვის გასაზომად.
6. ზონდებისა და დილაკის სწორად დაყენების შემდეგ აიღეთ დადებითი სადენი (ის წითელი ფერისაა) და შეეხეთ დადებით ტერმინალს (ე. წ. „კლემას“) ან ხაზს, შემდეგ კი შეეხეთ უარყოფით სადენს (შავი ფერის) უარყოფით ტერმინალთან ან ნეიტრალთან დასაკავშირებლად. დარწმუნდით, რომ კავშირი სტაბილური და მყარია.
7. ამოიკითხეთ თქვენი ძაბვის მნიშვნელობა იმის მიხედვით, ცვლადი დენისაა თქვენს მიერ გაზომილი ძაბვა თუ მუდმივის.
8. გაზომვის დასრულების შემდეგ გამორთეთ მულტიმეტრი. ამით დაიზოგება ბატარეა და თავიდან იქნება აცილებული არასწორი პოლარობით გამოწვეული შესაძლო ავარიული სიტუაცია.

დილაკის და ზონდის პოზიციები მუდმივი დენის ძაბვის გასაზომად

დილაკის და ზონდის პოზიციები ცვლადი დენის ძაბვის გასაზომად.



• დენი

დენის წყაროდან განცალკევებული მუხტები გათანაბრდება. ამ პროცესში, ელექტრონები უნდა მიედინებოდეს უარყოფითი პოლუსიდან, (ელექტრონების სიჭარბე) დატვირთვის გავლით, დადებითი პოლუსისაკენ. ელექტრული მუხტის მატარებლების ამ მოძრაობას ელექტრული დენი ეწოდება. უარყოფითი და დადებითი პოლუსების მუხტების მიდრეკილება გათანაბრებისკენ იწვევს დენის დინებას. რაც უფრო მაღალია დენის წყაროს ძაბვა, მით უფრო ძლიერია გათანაბრებისკენ მიდრეკილება მუხტებს შორის. უფრო მეტი ელექტრონი გადაიტანება გამტარში. თავისუფალი ელექტრონების რაოდენობა, რომლებიც მიედინება გამტარის განივ კვეთში ერთი წამის განმავლობაში, არის ელექტრული დენის საზომი.

ელექტრული დენი / არის მუხტი Q , რომელიც გადაადგილდება გამტარის განივ კვეთში t დროის განმავლობაში. დენი გამოისახება ერთეულით „ამპერი“ (A).

გამტარში მოძრავი მუხტი Q არის ელემენტარული მუხტის $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C-ს (Coulomb, კულონი) ჯერადი. ამრიგად, ელექტრული მუხტი $Q = 1$ C შედგება ელემენტარული მუხტების $n = 6,242 \times 10^{18}$ რაოდენობისაგან. ამიტომ, შესაძლებელია, 1 A დენის ახსნა მუხტისა და დროის ტერმინების გამოყენებით. გამტარში დენი არის 1 A, როდესაც 1 C ელექტრული მუხტი წამში მოძრაობს გამტარის განივ კვეთში.

არსებობს ელექტრული დენის სხვადასხვა ეფექტები, როგორიცაა სითბური ეფექტი, მაგნიტური ეფექტი, განათების ეფექტი, ქიმიური ეფექტი და ცოცხალ ორგანიზმებზე გავლენა.

განასხვავებენ ტექნიკური დენის მიმართულებას და ელექტრონების მოძრაობის მიმართულებას.

ტექნიკური დენის მიმართულება: გენერატორის გარეთ დენი მიედინება დადებითი (+) პოლუსიდან უარყოფითი (-) პოლუსისკენ.

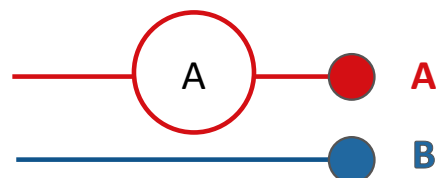
ელექტრონების მოძრაობის მიმართულება: გენერატორის გარეთ თავისუფალი ელექტრონები მიედინება უარყოფითი პოლუსიდან (ჭარბი ელექტრონები) დადებითი პოლუსისკენ (ელექტრონების დეფიციტი).

• დენის ტიპები

ცხრილი: დენის ტიპები		
სახელწოდება	სურათი	მაგალითები
მუდმივი დენი (DC) ელექტრული დენი, რომელიც მიედინება მხოლოდ ერთი და იმავე მიმართულებით და მიედინება ერთი და იგივე სიძლიერით.		ბატარეა, უჯრედული ბატარეა, ელექტრო და ელექტრონული მოწყობილობების კვების წყარო, ოსცილოსკოპი, ტელევიზორის მილაკი
ცვლადი დენი (AC) ელექტრული დენი, რომელიც მუდმივად იცვლის მიმართულებას და ძალას.		ენერგეტიკული ბაღ, ველოსიკლის დინამო AC გენერატორები და ძრავები, დინამური მიკროფონები
უნივერსალური დენი (UC) შედგება: - AC კომპონენტი - და - DC კომპონენტი		გამართული ცვლადი დენი, დენი ელკვების ბლოკებში კონდესატორით გამართვის შემდეგ, ტრანზისტორების საკონტროლო დენი, AC გამამლიერებლებში, „პულსირებადი“ DC

გაზომვის დაწყებამდე, მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, თუ რომელ დენს ვზომავთ (AC (Alternating Current, ცვლადი დენი) თუ DC (Direct Current, მუდმივი დენი) დენს).

დენი არის ელექტრული მუხტის ნაკადი გამტარში. SI სისტემაში მისი ერთეული არის ამპერი და აღინიშნება (A) ასოთი. შესაბამისად, ეს ნიშნავს, რომ დენი იზომება გასწვრივ, რადგან ის მიედინება გამტარში.



ახლა, როდესაც ვიცით, თუ რა არის დენი, მოდით, ვნახოთ, როგორ უნდა გამოვიყენოთ მულტიმეტრი დენის გასაზომად.

ციფრული მულტიმეტრის გამოყენებით დენის გაზომვის ეტაპები

1. ძაბვისგან განსხვავებით, დენის გაზომვა განხორციელდება მულტიმეტრზე დამატებული სხვა დამატებითი კომპონენტის გამოყენებით, რომელსაც ეწოდება დენის სენსორის სამაგრი ან სამაგრ-მზომი. სამაგრ-მზომები ასევე ხელმისაწვდომია, როგორც დამოუკიდებელი ინსტრუმენტები.



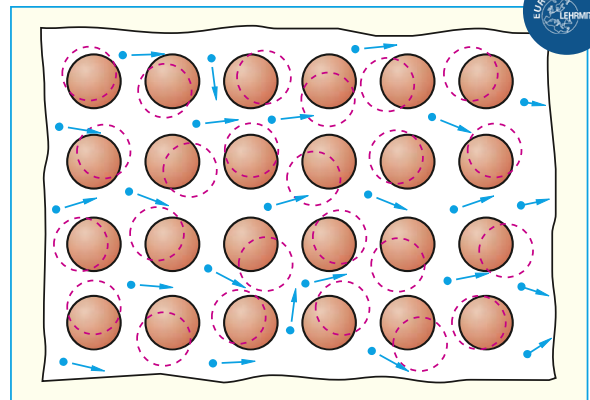
2. შეაერთეთ დენის სენსორის სამაგრის დადებითი ბოლო (წითელი ფერის) პორტში 1, ხოლო უარყოფითი ბოლო (შავი ფერის) – პორტში 3 და დაატრიალეთ დილაკის ბერკეტი სამაგრის ნიშნამდე, უკიდურეს მარჯვენა კუთხეში, როგორც ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ სურათზე.



3. დაამაგრეთ სამაგრი სადენზე, რომელშიც გავალი დენის განსაზღვრაც გასურთ, შემდეგ ჩართეთ სამაგრი გადამრთველის „ON“ პოზიციასზე გადართვის გზით, რათა აინთოს წითელი შუქი, როგორც ეს ზემოთ სურათზეა ნაჩვენები.
4. ამოიკითხეთ და ჩაიწერეთ თქვენი მნიშვნელობები და შემდეგ გამორთეთ ორივე ინსტრუმენტი.

ომის კანონი

როდესაც დენი მიედინება ლითონის გამტარში, თავისუფალი ელექტრონები მოძრაობს გამტარი მასალის ატომებს შორის (იხ. სურათი 3). ეს ატომები იმყოფება არა მოსვენებულ მდგომარეობაში, არამედ ირხევა. ოთახის ტემპერატურაზე კი, ისინი ირხევიან მათი მოსვენებული მდგომარეობის გარშემო, ყველა მიმართულებით (არაკოორდინირებული თერმული მოძრაობა). ეს ხელს უშლის, აფერხებს თავისუფალი ელექტრონების გადაადგილებას.



სურათი 3. ელექტრონების მოძრაობა გამტარში

ყველა გამტარი ავლენს წინაღობას ელექტრული დენის მიმართ და ის უნდა გადაილახოს ძაბვის მეშვეობით. ელექტრულ წინაღობას აქვს ფორმულის სიმბოლო R და ერთეული ომი (ერთეულის სიმბოლო Ω).

დაბალი წინაღობის მქონე გამტარი ძალიან კარგად ატარებს დენს, ესე იგი მას აქვს მაღალი გამტარობა. პირიქით, დაბალ გამტარობას ახლავს მაღალი წინაღობა. ელექტრული გამტარობის (ფორმულის სიმბოლო G), ერთეული არის **სიმენსი** (ერთეულის სიმბოლო S).



რეზისტორი	გამტარობა
$R = \frac{1}{G}$	$G = \frac{1}{R}$
$[R] = \frac{1}{S} = \Omega$	$[G] = \frac{1}{\Omega} = S$
R წინაღობა	G გამტარობა

წინადადება და გამტარობა

ფორმულის სიმბოლო:	წინადადება	გამტარობა
ერთეულის დასახელება:	R ომი	G სიმენსი
ერთეულის სიმბოლო:	Ω	S
ერთეულის პრეფიქსები (მაგალითები):		
1 მილიომი	$= 1 \text{ m}\Omega = 1 \cdot 10^{-3} \Omega = 0,001 \Omega$	
1 კილომი	$= 1 \text{ k}\Omega = 1 \cdot 10^3 \Omega = 1000 \Omega$	
1 მეგაომი	$= 1 \text{ M}\Omega = 1 \cdot 10^6 \Omega = 1,000,000 \Omega$	

ელექტრული დენი I არის U ძაბვის პროპორციული. ელექტრული დენი I წინადადება R -ის უკუპროპორციულია.

ომის კანონი

$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = R \cdot I$		
I დენი	$[I] = \frac{V}{\Omega} = \frac{V}{\frac{V}{A}} = A$	
U ძაბვა		
R წინადადება		

გამტარის წინადადება დამოკიდებულია მასალაზე, რომლისგანაც ის არის დამზადებული (იხ. ცხრილი 1). 1 მეტრის სიგრძის გამტარის წინადადებას $1 \text{ m}\Omega$ კუთრის სადენის შემთხვევაში, 20° C ტემპერატურაზე, ეწოდება კუთრი წინადადება ρ , რომელიც წარმოდგენილია შემდეგი ბერძნული ასოთი ρ . კუთრი წინადადების საპირისპირო მნიშვნელობას ეწოდება გამა გამტარობა, რომელიც წარმოდგენილია ბერძნული ასოთი γ .

კუთრი წინადადება ρ	გამტარობა γ
$\rho = \frac{1}{\gamma}$ $[\rho] = \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	$\gamma = \frac{1}{\rho}$ $[\gamma] = \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} = \frac{1}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
ρ კუთრი წინადადება	γ გამტარობა

ცხრილი 1: კუთრი წინადადება და გამტარობა (მაგალითები 20° C -ზე)

მასალა	კუთრი წინადადება ρ in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	გამტარობა γ in $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
ალუმინი (Al)	0.0278	36.0
სპილენძი (Cu)	0.0178	56.0
ვერცხლი (Ag)	0.0167	60.0
ოქრო (Au)	0.022	45.7

მასალას, რომელიც სიცივის პირობებში დენს უკეთესად ატარებს, ეწოდება PTC (დადებითი ტემპერატურის კოეფიციენტი) რეზისტორებს. მასალებს, რომლებიც უკეთესად ატარებს დენს სიცივის პირობებში, ეწოდება თერმორეზისტორები.

ელექტრული სიმძლავრე

როდესაც სამუშაოს გარკვეული რაოდენობა W შესრულებულია კონკრეტულ დროში t , ამას ეწოდება სიმძლავრე P . ეს ცნება თანაბრად ვრცელდება მექანიკურ და ელექტრულ სიმძლავრეზე. სიმძლავრის ერთეული არის ვატი (W). დენის სიმძლავრე არის დენის მუშაობა გაყოფილი დროზე. თუ იყენებთ ფორმულას $W = U \cdot I \cdot t$ დენის მუშაობისთვის, შედეგად მიღებული დენის სიმძლავრე არის:

$$P = W/t = U \cdot I \cdot t / t = U \cdot I$$

დენის სიმძლავრე გამოითვლება ძაბვის გამრავლებით დენზე.

მუდმივი დენის (DC) შემთხვევაში, სიმძლავრე ყოველთვის შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით $P = U \cdot I$, AC-ს შემთხვევაში კი ეს მხოლოდ ომურ რეზისტორებთან ან დატვირთვებთან მიმართებაშია მართებული, რომელთა სიმძლავრის კოეფიციენტი = 1.

დენის სიმძლავრე

$P = \frac{W}{t}$ $P = U \cdot I$	$[P] = W$ $1W = 1 \frac{VA}{S} = 1VA$
P დენის სიმძლავრე W დენის მუშაობა U ძაბვა	I დენი t დრო

ელექტროენერგია

- ფორმულის სიმბოლო: P
- ერთეულის დასახელება: Watt
- ერთეულის სიმბოლო: W
- ერთეულის პრეფიქსები (მაგალითები):

1 მვტ	= 0,001 ვტ	= $1 \cdot 10^{-3}$ ვტ
1 კვტ	= 1000 ვტ	= $1 \cdot 10^3$ ვტ
1 მგვტ	= 1,000,000W	= $1 \cdot 10^6$ ვტ

• კითხვა-პასუხი (30 წუთი)

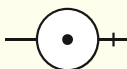
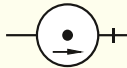
1. ზუსტად განმარტეთ, თუ რა არის ძაბვა.
2. მუდმივი დენის წყაროს აქვს ხუთი ტერმინალი, შემდეგი წარწერებით:
ა) დამიწება / მინუსი, ბ) 3 V, გ) 6 V, დ) 9 V და ე) 12 V. განმარტეთ, თუ რას ნიშნავს პოტენციალთა სხვაობა და გამოთვალეთ იგი გ) და ე) ტერმინალებს შორის.
3. როგორ გავზომოთ DC ძაბვა მულტიმეტრით. დაასახელეთ ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაბიჯები.
4. გთხოვთ გადაიყვანოთ ა) 1,25 A mA-ში, ბ) 3,24 mA A-ში, გ) 0,123 A μ A-ში და დ) 43,6 A kA-ში.
5. ჩამოთვალეთ ხუთი ეფექტი, რომლებიც გამოწვეულია დენით და დაასახელეთ თითოეულის პრაქტიკული მაგალითი.
6. გამოთვალეთ გამტარობის მნიშვნელობები G , რომლებიც შეესაბამება R -წინააღობის მნიშვნელობებს:
ა) 1 Ω , ბ) 2 Ω , გ) 4 Ω , დ) 6 Ω , ე) 8 Ω , ვ) 10 Ω
7. რამდენია ძაბვა U 500 Ω -იან რეზისტორზე, რომელშიც 0,2 A მიედინება?
8. სარჩილავს მიეწოდება 0,22 A დენი 230 V ძაბვით. რისი ტოლია გამაცხელებელი კოჭის წინააღმდეგობა R ?
9. რომელი ფორმულით გამოითვლება ელექტრული სიმძლავრე (P) დენისა (I) და ძაბვის (U) გამოყენებით?
10. როგორ იცვლება დენი, უცვლელი ძაბვის პირობებში, თუ წინააღობა სამჯერ იზრდება?

3. წრედის ინჟინერია

- პირობითი აღნიშვნები ელექტრო (საყოფაცხოვრებო) დანადგარებში



სიმბოლოები შექმნილია ევროპული ინდუსტრიული სტანდარტის 60617 მიხედვით.

ელექტრული წრედის სიმბოლოები (1)				DIN EN 60617	
ელექტრული წრედის სიმბოლოები ზოგადი სქემებისთვის					
ელექტრული წრედის სიმბოლოები	აღწერა	ელექტრული წრედის სიმბოლოები	აღწერა	ელექტრული წრედის სიმბოლოები	აღწერა
	როზეტი, ზოგადი ნათურა		კოლოფი, ზოგადი		ნათურის ვაზნა
	როზეტი იზოლირებული ელექტროსადენით სამმაგი		მაშტოვებული კოლოფი		სანათი მოწყობილობა, ზოგადი
	ელექტროქსელის როზეტი დამიწების კონტაქტით		შემაერთებული როზეტი		სანათი მოწყობილობა ამომრთველით
	სამფაზიანი როზეტი		მანაწილებელი		ფლუორესცენციური ნათურა
	ძაბვის როზეტი ერთპოლუსიანი ამომრთველით		სატელეკომუნიკაციო როზეტი		ფლუორესცენციური ნათურა ორი მილაკით
	ელექტროსაპარსის როზეტი		ანტენის როზეტი		პროექტორი
ელექტრული წრედის სიმბოლოები ელექტრო მოწყობილობებისთვის					
	ელექტრო ღუმელი		წყლის გამაცხელებელი რეზერვუარით		მაცივარი
	მიკროტალღური ღუმელი		წყლის სწრაფი გამაცხელებელი		საყინულე
	საცხობი ღუმელი		სარეცხი მანქანა		ელექტრო გამათბობელი (რადიატორი)
	ინფრარითული გრილი		დოღურა საშრობი		ჰაერის კონდიციონერი
	ინფრარითული გამათბობელი		ჭურჭლის სარეცხი მანქანა		ვენტილატორი

ელექტრული წრადის სიმბოლოები ხაზებისა და ხაზების მონტაჟისთვის

	სადენი, ზოგადი		სადენი ბევრი მავთულით		მაგ.: 3 სადენი, ნულოვანი (N) და დამცავი დამიწების (PE)
	დრეკადი სადენი		ელექტროგაყვანილობა, გამარტივებული ხელი		აღმავალი ხაზი
	ეკრანირებული სადენი		ნულოვანი სადენი		დაღმავალი ხაზი
	კოაქსიალური სადენი		დამცავი სადენი		აღმავალი და დაღმავალი ხაზი
	ხაზი გეგმური		დამცავი დამიწებული ნულოვანი (PEN) სადენი		სატელეფონო ხაზი ბათქაშში
	ზედაპირზე დამონტაჟებული ხაზი		ბათქაშზე დამონტაჟებული ხაზი		დამონტაჟებული ხაზი

ელექტრული წრადის სიმბოლოები (2)

DIN EN 60617

ელექტრული წრადის სიმბოლოები მონტაჟისთვის

ზოგადი სქემა	წრადის სქემა	აღნიშვნა	ზოგადი სქემა	წრადის სქემა	აღნიშვნა
		რელე, ერთპოლუსიანი			გადამრთველი სანათით
		რელე, სამპოლუსიანი			დასაქვრი ღილაკი
		მიმდევრობითი (სერიული) გადართველი			ღილაკი სანათით
		საკვრანო გადამრთველი			ტრიგერული რელე კიბის უჯრედის ტაიმერიანი გადამრთველი
		ყრუ გადამრთველი			კიბის უჯრედის გადამრთველი ტაიმერით
		ოთხპოზიციური გადამრთველი			ჩანგალი, 2-პოლუსიანი
		შუქის მარეგულირებელი, ღიმერი			დამცავი საკონტაქტო ჩანგალი

ელექტრული წრედის სიმბოლოები გამთიშვებისთვის, ტვირთის გადართვალები და ძაბვის გადართვალი					
ზოგადი სქემა	წრედის სქემა	აღნიშვნა	ზოგადი სქემა	წრედის სქემა	აღნიშვნა
		კონტაქტორი			გამთიში
		ძაბვის ამომრთველი			ტვირთის ამომრთველი
		ძაბვის ამომრთველები - გადატვირთვის სითბური გამთიში სამარჯვით და - მაგნიტური მოკლე ჩართვის ტრიგერით			კონტაქტორი გადატვირთვის სითბური რელეთი

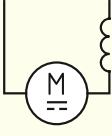
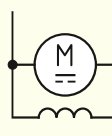
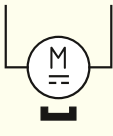
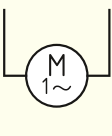
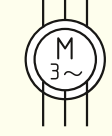
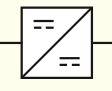
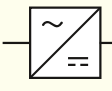
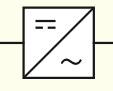
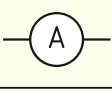
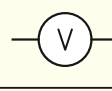
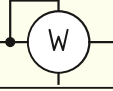
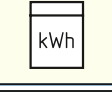
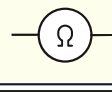
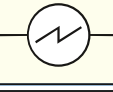
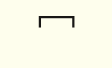
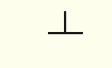
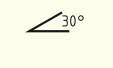
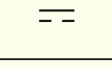
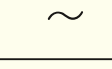
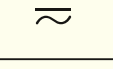
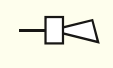
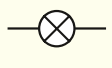
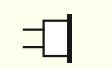
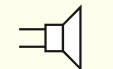
ელექტრული წრედის სიმბოლოები (3)		DIN EN 60617
დენის ტრანსფორმატორი, დიფერენციალური ამომრთველი (RCD)		
		ერთპოლუსიანი
		ყველა პოლუსი
		მემკრები დენის ტრანსფორმატორი ოთხძარღვიანი პირველადი გრადიენტებით
		ერთპოლუსიანი
		ყველა პოლუსი
		დიფერენციალური ამომრთველი

გადართვალის ამძრავები					
	ხელით მართვის ამძრავი, ზოგადი		ხელის დაჭერით ამძრავი		მოქაჩვით ამძრავი
	აძვრა გორგოლაჭებით		გასაღებით ამძრავი		როტორული ამძრავი
	კონტაქტორი ხვია		დაყოვნებული გამწევი რელე		დაყოვნებული გადატვირთვის რელე, თერმული რელე
	თერმული გადართველი		თერმული რელე		უკონტაქტო მექანიზმი
	ნარჩენი მაგნეტიზმის რელე		თერმული რელეს სამართავი მოწყობილობა		ელექტრონული რელე
	უკონტაქტო გადართველი, ზოგადი		პოზიციური ამომრთველი, კონტაქტის გაწყვეტა		უკონტაქტო გადართველი, რომლის ამოქმედებაც ხდება მაგნიტის მოახლოებით

კონტაქტების ტიპები					
	ჩვეულებრივ გახსნილი		ჩვეულებრივ დახურული		კონტაქტი ორმხრივი მოქმედებით
	კონტაქტი ორმხრივი მოქმედებით, უწყვეტი		შემკვრელი კონტაქტი		გამთიშველი კონტაქტი
პასიური კომპონენტები					
	რეზისტორი, ზოგადი		უარყოფითი ტემპერატურული კოეფიციენტის (NTC) რეზისტორი		დადებითი ტემპერატურული კოეფიციენტის (PTC) რეზისტორი
	ძაბვაზე დამოკიდებული (VDR)		ფოტორეზისტორი		ელექტრული ველის ფირფიტა
	რეზისტორი		რეგულირებადი რეზისტორი		თერმორეზისტორი
	პოტენციომეტრი კონდენსატორი,		ელექტროლიტური კონდენსატორი		რეგულირებადი კონდენსატორი
	არაპოლარიზებული ინდუქციურობა		ინდუქციურობა მაგნიტური გულარით		ინდუქციურობა, რეგულირებადი
	გარდამქმნელი		ავტომატური გარდამქმნელი		გარდამქმნელი, რეგულირებადი

ელექტრული წრადის სიმბოლოები (4)				DIN EN 60617	
გადაცემისგან დამცავი მოწყობილობები, ძაბვის წყაროები					
	დნობადი მცველი, ზოგადი		ქსელის მხრიდან მარკირების დამცავი		ავტომატური ამომრთველი
	მუდმივი დენის წყარო		მუდმივი დენის წყარო, რეგულირებადი		ცვლადი დენის კვების ბლოკი
	მუდმივი დენის კვების ბლოკი		მუდმივი დენის კვების ბლოკი, რეგულირებადი		ცვლადი დენის კვების ბლოკი, რეგულირებადი

ნახევრადგამტარი კომპონენტები					
	დიოდი, ზოგადი		შუქდიოდი (LED)		ფოტოდიოდი
	ოთხშრიანი დიოდები		Z-ტიპის დიოდი		ცვლადი ტევადობის დიოდი
	n-p-n ტიპის ტრანზისტორი		p-n-p ტიპის ტრანზისტორი		n-p-n ტიპის ტრანზისტორი ლითონის კორპუსით
	დიაკი, ორმხრივი დიოდური ტირისტორი		ტირისტორი P ტიპის მმართველი ელექტროდით		ტირისტორი N ტიპის მმართველი ელექტროდით
	ტრიაკი – ტრიოდი ალტერნატიული დენისთვის/ ორმხრივი ტრიოდის ტირისტორი		JFET, N-ტიპის არხი		ველის ტრანზისტორი გადამრთველის ეფექტით, P-ტიპის არხი
	იზოლირებული ჩამკეტის საველე ტრანზისტორი (IGFET) გამამდიდრებელი ტიპი, R-ტიპის არხი		IGFET გამამდიდრებელი ტიპი, N-ტიპის არხი		გადარიბებული ტიპის IGFET, P-ტიპის არხი
	გადარიბებული ტიპის IGFET, N-არხი		ბიპოლარული ტრანზისტორები იზოლირებული ბაზით (IGBT), გამოფიტვის ტიპი P-არხი		ბიპოლარული ტრანზისტორები იზოლირებული ბაზით (IGBT), გაძლიერების ტიპი N-არხი
ბინარული ოპერაციები					
	„და“ „AND“) ლოგიკური ოპერაცია		„ან“ (OR) ლოგიკური ოპერაცია		უარყოფა („არა“ (NOT) ლოგიკური ოპერაცია
	„და-არა“ („NAND“) ლოგიკური ოპერაცია		„ან-არა“ (NOR) ლოგიკური ოპერაცია		არაეკვივალენტური ლოგიკური ოპერაცია
	ინჰიბირება		იმპლიკაცია		ეკვივალენტური ლოგიკური ოპერაცია
	RS-ტიპის ტრიგერი		T-ტიპის ტრიგერი		D-ტიპის ტრიგერი
	მზარდი ფრონტით მართვადი ცალმხრივი იმპულსის JK გადამრთველი		დადმავალი ფრონტით მართვადი ცალმხრივი იმპულსის JK გადამრთველი		ორმხრივი იმპულსის JK გადამრთველი

ელექტრული წრადის სიმბოლოები (5)					DIN EN 60617
ელექტროძრავები					
	მუდმივი დენის სერიუ-სული ძრავა		მუდმივი დენის მუ-ნტური ძრავა		დამოუკიდებელი აღზნების მუდმივი დენის ძრავა მუდმივი მაგნიტის აღზნებით
	ერთფაზიანი სერიუ-სული ძრავა		სამფაზიანი ასინქრო-ნული ძრავა საკო-ნტაქტო რგოლიანი როტორით		სამფაზიანი ასინქ-რონული ძრავა
გარდამქმნელები					
	მუდმივი დენის გარდამქმნელი		გამმართველი		ინვერტორი
საზომი ხელსაწყოები					
	ამპერმეტრი		ვოლტმეტრი		ძაბვის საზომი
	კვტ.სთ. საზომი		ომმეტრი		ოსცილოსკოპი
საზომი ხელსაწყოების შკალების სიმბოლოები					
	მოდრავოჭიანი საზომი ელემენტი		ელექტრომაგნიტური საზომი ელემენტი		ელექტროდინამიკური საზომი ელემენტი
	ჰორიზონტალური გამო-ყენების პოზიცია		პერპენდიკულარული გამოყენების პოზიცია		გამოყენების პოზიცია დახრის კუთხით
	მუდმივი დენი		ცვლადი დენი		მუდმივი დენი და ცვლადი დენი
	სამფაზიანი დენი		საცდელი ვოლტაჟობა 500 ვოლტი		საცდელი ვოლტაჟობა 2 კილოვოლტი
სიმბოლოების სისტემა					
	ზარი		გონგი, მადვიძარას ჩართვა		ჰომი
	შეტყობინების ინდიკა-ტორი შუქი		სირენა		ჩხრიალი
	ყურსასმენი		მიკროფონი		დინამიკი

გადამეტაბვისგან დამცავი მოწყობილობები					
	სანაპერწკლო შუალედი		გადამეტაბვის განმმუხტველი		გადამეტაბვის განმმუხტველი აირგანმუხტვის მილაკში

უფრო მნიშვნელოვანი სიმბოლოები ელექტროტექნიკაში, სხვადასხვა გერმანული სამრეწველო სტანდარტების მიხედვით.

მნიშვნელოვანი სიმბოლოები ელექტრო-ინჟინერიაში					DIN VDE 0710 DIN VDE 0113 DIN VDE 0470				
ელექტროტექნიკური სიმბოლოები დენის და ძაბვის ტიპებისთვის									
					მუდმივი დენი, მუდმივი ძაბვა, DC	ცვლადი დენი, ცვლადი ძაბვა, AC	მუდმივი დენი და ცვლადი დენი	სამფაზიანი დენი	შერეული ძაბვა, UC
სიმბოლოები სანათ მოწყობილობაზე									
					სანათი მოწყობილობები აალებად მასალაზე მონტაჟისთვის	სანათი მოწყობილობები შეზღუდული ზედაპირული ტემპერატურისთვის	ავეჯის სანათი მოწყობილობები	მონტაჟი უცნობი აალებადი თვისებების მქონე ავეჯში	თერმული დაცვის მქონე P-ტიპის ბალასტი
სიმბოლოები დაცვის კლასებისთვის და აფეთქებისგან დაცვისთვის									
					დამიწება	დამცავი გამტარი (დაცვის კლასი 1)	დამცავი იზოლაცია (დაცვის კლასი 2)	დამცავი დაბალი ძაბვა (დაცვის კლასი 3)	დაცვა აფეთქებისგან
სიმბოლოები საოპერაციო ნაწილების ამოქმედებისთვის									
					ჩართვა-გამორთვა	გამორთვა	სტარტი (მოქმედების)	გაჩერება (მოქმედების)	ავარიული გაჩერება
სასიგნალო განათების ფერების მნიშვნელობა (ასევე ეხება დასაჯარ ღილაკებს)									
					ავარიული, სახიფათო მდგომარეობა	ანომალური, გარდაუვალი კრიტიკული მდგომარეობა	ნორმალური	აუცილებელი, საჭიროა ოპერატორის მხრიდან რეაგირება	ნეიტრალური, სხვა სტატუსები

ბადამატაბვისგან დამცავი მოწყობილობები									
IP 21		IP 33		IP 54		IP 55		IP 65	
დაცვა ქვემოთ მოცემულისგან		დაცვა ქვემოთ მოცემულისგან		დაცვა ქვემოთ მოცემულისგან		დაცვა ქვემოთ მოცემულისგან		დაცვა ქვემოთ მოცემულისგან	
კონტაქტი თითებთან ($\phi \geq 12.5$ მმ)	შვეულად მწვეთავი წყალი	კონტაქტი ინსტრუმენ- ტებთან ($\phi \geq 2.5$ მმ)	წყლის შესხურება 60°-მდე კუ- თხით, დაცვა წვიმისგან	კონტაქტის სრული დაცვა მტვრისგან დაცული	წყლის მხე- ფები ყველა მიმართულე- ბიდან	კონტაქტის სრული დაცვა მტვრისგან დაცული	წყლის ჭა- ვლი ყველა მიმართულე- ბიდან	კონტაქტის სრული და- ცვა მტვრის- შედწევისგან დაცული	წყლის ჭა- ვლი ყველა მიმართულე- ბიდან

• წრედის სქემები

წრედის სქემები (ელექტროსქემები) გვიჩვენებს აღჭურვილობის დანიშნულებასა და ურთიერთ-ქმედებას ელექტროსისტემებში. წრედის სიმბოლოები გამოიყენება სქემაში მოწყობილობების, მაგ. მცველების, ნათურების ან გადამრთველების გამოსახვისათვის.

ყველა შემთხვევაში, მოწყობილობა უნდა იყოს მონიშნული ცალსახად და იდენტურად ელექტროსქემის დოკუმენტებში. მარკირება შეიძლება არსებობდეს ოთხი ძირითადი ნიშნის სახით:

1. **საიდენტიფიკაციო ნიშანი:** ელექტრომოწყობილობა ელექტროსქემებში ასო-ციფრულად

აღნიშნება კოდური ასოებით და თანმიმდევრული რიცხვებით, მაგ. R1 ნიშნავს რეზისტორ 1-ს.

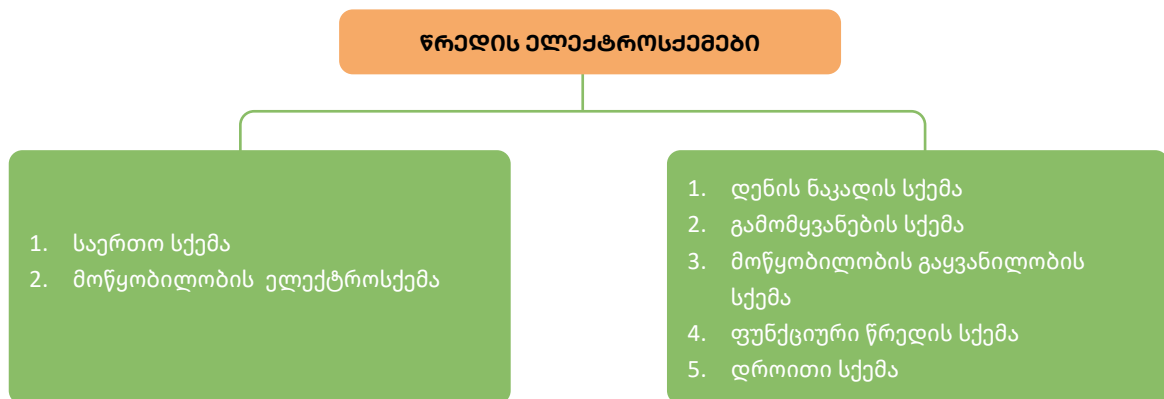
2. **კოდური ასოები** (იხ. შემდეგი ცხრილის ფორმა) მიუთითებს მოწყობილობის ტიპზე, მაგ. M აღნიშნავს ძრავებს.
3. **თანმიმდევრული რიცხვები** მოდის კოდური ასოს შემდეგ. მათი დახმარებით განასხვავებენ მსგავს აღჭურვილობას ერთი სისტემის ფარგლებში, მაგ., რელე K1 ან K2.
4. **ფუნქციური სიმბოლოები** არის ასოები, რომლებიც შეიძლება მოჰყვეს თანმიმდევრულ რიცხვს სპეციალური ფუნქციის აღსანიშნავად, მაგ. K1T ნიშნავს, რომ ეს არის ტაიმერით კონტროლირებადი რელე.

ცხრილი მოწყობილობების კოდური ასოები ელექტროსქემებში
(DIN EN 81346 ნაწილი 2-ის შესაბამისად) ამონაწერი



კოდური ასო	მოწყობილობის დანიშნულება (კომპონენტი)	მაგალითები
A	ორი ან რამდენიმე დანიშნულება, მაგრამ არ არის ნათელი მთავარი დანიშნულება	სენსორული ეკრანი, შეხებაზე მორეაგირე ეკრანი
B	შემაჯალი ცვლადის ტრანსფორმაცია შემდგომი დამუშავებისთვის განკუთვნილ სიგნალად	საზომი-გადამწოდი, სენსორი, თერმისტორული დამცავი მოწყობილობა (ძრავის დაცვა)
C	ენერგიის, ინფორმაციის ან მასალის შენახვა	კონდენსატორი, მყარი დისკი, ოპერატიული მეხსიერება, ROM
E	გამოსხივების ან თერმული ენერგიის მიწოდება	ნათურა, გამომასხივებელი, ლაზერი, გამაცხელებელი ნათურა
F	ენერგიის ან სიგნალის ნაკადის პირდაპირი დაცვა საშიში სიტუაციებისგან, დამცავი სისტემების ჩათვლით	მცველი, ამომრთველი, RCD, თერმული გადატვირთვის ამომრთველი
G	ენერგიის, მასალის ან სიგნალების ნაკადის წარმოქმნა ინფორმაციის მატარებლად გამოსაყენებლად	სიგნალის გენერატორი, გენერატორი, მზის ელემენტი, ბატარეა
K	სიგნალების ან ინფორმაციის დამუშავება, მიღება და მიწოდება, მაგრამ არა დაცვის მიზნებისთვის	რელეები, დამხმარე კონტაქტორი, დროის რელე, ორობითი ელემენტი, ტრანზისტორი
M	მექანიკური ენერგიის მიწოდება ამძრავის მიზნით	ამძრავი კოჭა, ელექტროძრავა
P	ინფორმაციის მითითება	საინდიკაციო სანათი, მრიცხველები, შუქდიოდი, დინამიკები
Q	ენერგიის, სიგნალის ან მასალის ნაკადის კონტროლირებადი გადართვა	ამომრთველი, დენის კონტაქტორი, სიმისტორი, მძლავრი ტრანზისტორი -, ტირისტორი, IGBT
R	ენერგიის, ინფორმაციის ან მასალის ნაკადის შეზღუდვა ან სტაბილიზაცია	დიოდი, რეზისტორი, დროსელი, დამცავი, სტაბილიზატორი
S	ხელით ამძრავის გარდაქმნა სიგნალად	საკონტროლო გადამრთველი, სელექტორი
T	ენერგიის ან ინფორმაციის გარდაქმნა ენერგიის ტიპისა თუ ინფორმაციის შინაარსის შენარჩუნებით	გამაძლიერებელი, მზომ-გადამწოდი, გამმართველი, AC-DC გადამყვანი, ტრანსფორმატორი
U	ობიექტების მომსახურება განსაზღვრულ მდგომარეობაში	იზოლატორი, საკაბელო უჯრა
V	მასალების დამუშავება	გამონაბოლქვი გაზის ფილტრი
W	ენერგიის, მასალების ან სიგნალების გატარება ან გადატანა	შემკრები სალტე, საინფორმაციო სალტე
X	კომპონენტების მიერთება	ტერმინალი, როზეტი
		კოდური ასოები D, H, J, Y და Z დაცულია მომავალი სტანდარტიზაციისთვის; I და O ამოღებულია მარკირებიდან, რადგან არსებობს მათი 1-სა და 0-ში არევის რისკი.

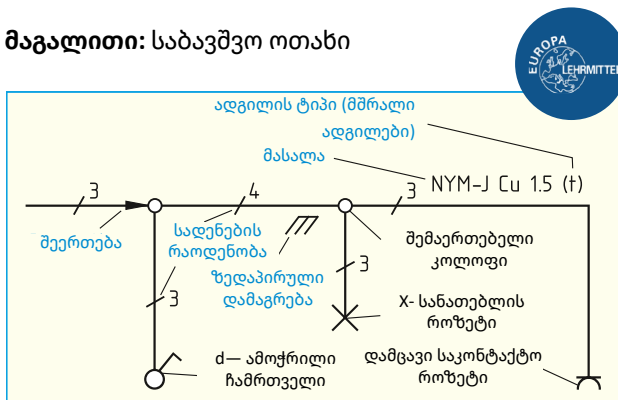
ელექტროსქემები შეიძლება განვასხვავოთ შემდეგნაირად:



ამ თავში ყურადღება გამახვილდება ოთახში მარტივი ინსტალაციის მაგალითზე (საბავშვო ოთახი). მოცემულია საერთო სქემა, ინსტალაციის სქემა და დენის დინების სქემა (დაშლილი სახით).

საერთო სქემები გვიჩვენებს ელექტროსქემას, გამართივებული, ცალხაზოვანი განაწილებით. ვრცელი სისტემების, მაგ. სამრეწველო ქარხანაში დენის მთავარი განაწილების საერთო სქემაში მოწყობილობების სივრცითი მდებარეობა არ არის გათვალისწინებული, ხოლო მარტივ საინსტალაციო სქემებში მოწყობილობების რეალური განლაგება მაქსიმალურად უნდა იყოს ორგანიზებული. მოწყობილობების ზოგადი სქემა შეიცავს ინფორმაციას მოწყობილობის ტიპის, გამტარის მასალისა და გამტარის კვეთის, შეერთების ტიპისა და მონტაჟის პირობების შესახებ, მაგ. მონტაჟი მშრალ ან სველ ადგილას.

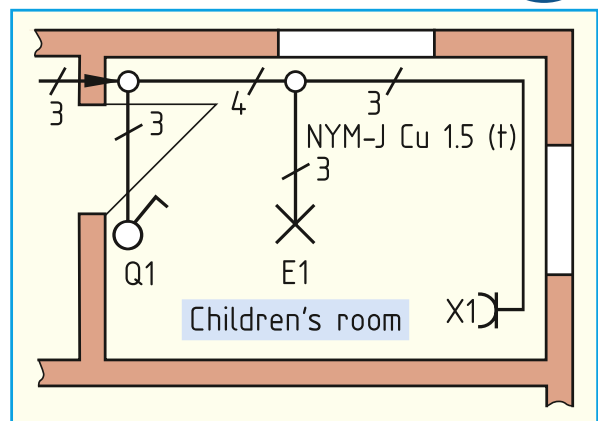
მაგალითი: საბავშვო ოთახი



საერთო სქემების მსგავსად, **სამონტაჟო ელექტროსქემები** ცალხაზოვანი გამოსახულებებია. ისინი ჩაიწერება შენობების სართულების გეგმებში,

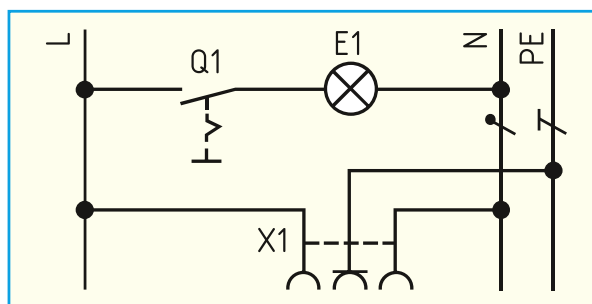
სადაც ნაჩვენებია კომპონენტები, მათი სწორი განლაგებით და, როგორც წესი, ზუსტი მასშტაბებით. ელექტრიკოსს შეუძლია მათგან ამოიკითხოს ყველა ის ინფორმაცია, რომელიც საჭიროა კაბელების გასაყვანად, მაგ. გამტარის მასალა, გამტარის კვეთი, საჭირო სადენების რაოდენობა ან მონტაჟის პირობები.

მაგალითი: საბავშვო ოთახი



დენის ნაკადის სქემები (დაშლილი სახით) არის ელექტროსქემის მრავალხაზოვანი გამოსახულება, განცალკევებული დენის მარშრუტების მიხედვით. დენის მარშრუტები გავლებულია ჰორიზონტალურად ან ვერტიკალურად და შეძლებისდაგვარად, გადაკვეთების გარეშე. კომპონენტების სივრცითი მოწყობა არ არის გათვალისწინებული. როზეტების გამოსახვაზე ან კომპონენტების კორპუსების ჩარჩოებზე ხშირად ამბობენ უარს, რათა დენის ნაკადის სქემა ნათელი და გასაგები იყოს.

მაგალითი: ბავშვთა ოთახი



საერთო და საინსტალაციო ელექტროსქემები არიან სამუშაო დოკუმენტები ელექტროსახლებისა და სხვა კომპონენტების დასამონტაჟებლად. თუმცა, ისინი არ გვაწვდიან ინფორმაციას ელექტროსქემების დანიშნულების შესახებ.

• მოწყობილობების სქემები

ამ თავში ძირითადი ყურადღება ეთმობა სხვადასხვა სახის მოწყობილობების ელექტროსქემების კომბინაციას, როზეტებთან ერთად.

წრედის ელ-სქემის აღწერა:

ჩართვა-გამორთვის სქემა: ჩართვა-გამორთვის სქემა გამოიყენება სანათის ან სანათების ჯგუფების ჩასართავად, ერთი წერტილიდან.

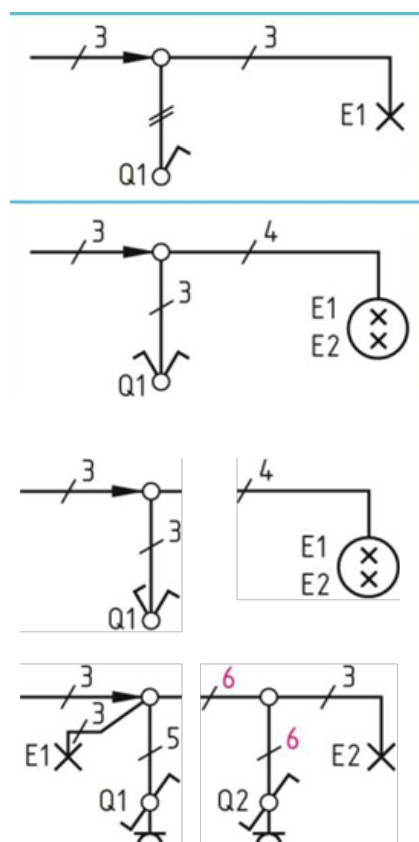
თანმიმდევრული გადართვა: გამოიყენება, როდესაც ორი განსხვავებული სანათი უნდა კონტროლდებოდეს ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად, ერთი წერტილიდან. მიმდევრობითი ჩამრთველი შეიცავს ორ დამოუკიდებელ „ჩამრთველ-ამომრთველს“ ერთ კორპუსში.

შერეული წრედი: გამოიყენება მაგ. ერთი ჩართვის წერტილიდან, ორი სანათის ჩასართავად ისე, რომ ერთდროულად მხოლოდ ერთმა სანათმა იმუშაოს.

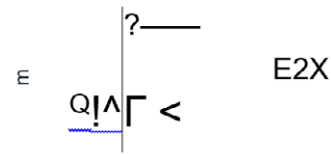
ორმხრივი წრედი: ის შესაძლებელს ხდის სანათის ჩართვა-გამორთვას, ორი განსხვავებული წერტილიდან, ორი ტუმბლერული ჩამრთველით, ორი შესაბამისი გამტარის გამოყენებით.

ზემოაღნიშნული ელექტროსქემების მიხედვით, შესაძლებელია სანათი (ან ნებისმიერი სხვა მოწყობილობა) ჩართოთ და გამორთოთ, ერთი, ორი ან მეტი წერტილიდან.

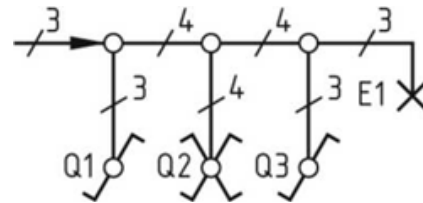
წრედის ელ-სქემის აღწერა:



ორმხრივი ეკონომიური წრედი: ის შესაძლებელს ხდის სანათის ჩართვა-გამორთვას, ორი განსხვავებული წერტილიდან, ორი ტუმბლერული ჩართვით, მხოლოდ ერთი შესაბამისი გამტარის გამოყენებით.



გამავალი კონტურის წრედი: ის შესაძლებელს ხდის სანათის ჩართვა-გამორთვას, სამი, ან მეტი ჩართვის წერტილიდან. გამათანაბრებელი კონტური ყოველთვის შედგება ორი ტუმბლერისა და ნებისმიერი სასურველი რაოდენობის ოთხმხრივი ჩართვებისგან.



• დავალება 1 (ხანგრძლივობა 360 წუთი):

გამოსახეთ სანათის მართვის ზემოაღნიშნული ექვსი განსხვავებული ძირითადი სქემა, როგორც დენის ნაკადის ელექტროსქემები განშლილი სახით). თითოეული სქემისთვის გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი. ეს შეიძლება გაკეთდეს ხელით ან კომპიუტერის გამოყენებით რომელიმე პროგრამული უზრუნველყოფის, მაგ. S-Plan ან Auto-CAD-ის დახმარებით. ეს ამოცანა შეიძლება გაფართოვდეს რეალური პროექტის (არქიტექტორული გეგმების) მიღების და გეგმაში ინსტალაციის ელექტროსქემის ჩახაზვის გზით მომხმარებლის ან კლიენტის საჭიროებების შესაბამისად.

დავალება 2 (ხანგრძლივობა დამოკიდებულია სქემების რაოდენობაზე, რომლების შექმნაც გასურთ სავარჯიშო დაფაზე. შესაძლებელია, გაგრძელდეს ერთ კვირამდე):

ყველა დახაზული წრედის სქემის პრაქტიკული განხორციელება შემდეგი ნაბიჯების შესრულებით:

1. მასალების ჩამონათვალის შექმნა;
2. მასალის მიღება მაღაზიიდან და კომპონენტების განსაზღვრა;
3. სავარჯიშო დაფის დიზაინის დამზადება;
4. ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების ზომების მიღება (რისკების ანალიზი) მომავალი სამუშაოსთვის;
5. გაიგეთ ყველაფერი გამოსაყენებელი ხელსაწყოების შესახებ;
6. ყველა კომპონენტის მონტაჟი სავარჯიშო დაფაზე;
7. ყველა კომპონენტის სადენებით მიერთება სავარჯიშო დაფაზე;
8. გაიგეთ ყველაფერი საზომი ხელსაწყოების შესახებ, რომლების გამოყენებასაც აპირებთ;
9. ელექტროსქემის ტესტირება დენის გარეშე: უწყვეტობის ტესტი, პოლარობის ტესტი, იზოლაციის ტესტი;
10. ელექტროსქემის ტესტირება დენით: ფუნქციური ტესტი, ძაბვის გაზომვა;
11. ყველა შესრულებული ტესტის დოკუმენტირება (ფორმები უნდა მომზადდეს წინასწარ);
12. დაფების დემონტაჟი.

- **კითხვა-პასუხი (20 წუთი)**

1. აღწერეთ განსხვავება ტუმბურულ და როზეტის ტიპის გადამრთველს შორის.
2. რომელი აპარატურაა საჭირო გამავალი კონტურის სქემის გასაფართოებლად, რათა შესაძლებელი გახდეს მეტი გადართვის წერტილის შექმნა?
3. ელექტროსქემაზე სიმბოლოების იდენტიფიცირებისათვის, როგორც წესი, რომელი ოთხი ინდიკატორის მკაფიოდ განსაზღვრა მოითხოვება სქემაში?
4. იძლევა თუ არა საერთო და სამონტაჟო ელექტროსქემები რაიმე სახის ინფორმაციას ელექტრომოწყობილობების ფუნქციის შესახებ?
5. რას ნიშნავს IP 54?
6. დაასახელეთ ორი განსხვავებული სახის, ცალხაზოვანი ელექტრული სქემა.

4. ელექტროსაზოგადოებისა და დატვირთვის დაცვა

• ძაბვის ვარდნა საზოგადოებაში

ელექტრო საზოგადოებასა და მავთულებს აქვს გაზომვადი ომური წინაღობა. დატვირთვა და ხაზი ელექტრულ წრედში ჩართულია მიმდევრობით. მიწოდებული ძაბვა ნაწილდება მკვებაზე ხაზზე, დატვირთვისა და დაბრუნების ხაზზე. მიწოდებული ძაბვის ნაწილი მოედება მკვებაზე ხაზსა და დაბრუნების ხაზს და წარმოადგენს ე. წ. ძაბვის ვარდნას ΔU (დელტა U) საზოგადოებაში. შესაბამისად, ეს ძაბვა დატვირთვისთვის აღარ არის ხელმისაწვდომი.

მაღალი დენი იწვევს უფრო დიდ ΔU ძაბვის ვარდნას საზოგადოებაში. გარდა ამისა, ძაბვის ვარდნა ასევე დამოკიდებულია ხაზის წინააღობაზე RR_{li} . საზოგადოებაში ძაბვის ვარდნა იწვევს ენერგიის დანაკარგებს, რომლებიც გარდაიქმნება სითბოდ (დენის სითბური დანაკარგები). ამიტომ, ეს დანაკარგები მაქსიმალურად დაბალი უნდა იყოს.

საზოგადოებაში დასაშვებ ძაბვის ვარდნას ადგენენ ქვეყნის სახელისუფლებლო ორგანოები ან კვალიფიციური ინსტიტუტები (გერმანიაში ეს არის VDE, (Association for Electrical, Electronics and IT Technologies), ელექტრობის, ელექტრონიკისა და IT-ტექნოლოგიების ასოციაცია) ელექტროქსელში განაწილებაზე პასუხისმგებელ ოპერატორთან მჭიდრო თანამშრომლობით.

ძაბვის ვარდნის გამოსათვლელად, შეგვიძლია გამოვიყენოთ ფორმულები: ΔU ვოლტში (V) ან ძაბვის ვარდნის Δu პროცენტებში (%) გამოსათვლელად.

$AU = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot A}$	DC
$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$	ერთფაზიანი AC
$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$	სამფაზიანი AC
$\Delta u = \frac{\Delta U \cdot 100 \%}{U}$	ძაბვის პროცენტული ვარდნა

ძაბვის ვარდნა ხდება დენის გავლისას, ყველა გამტარში. რაც უფრო მაღალია დენი ხაზში და რაც

უფრო მაღალია ხაზის წინააღობა, მით უფრო მაღალია ძაბვის ვარდნა საზოგადოებაში.

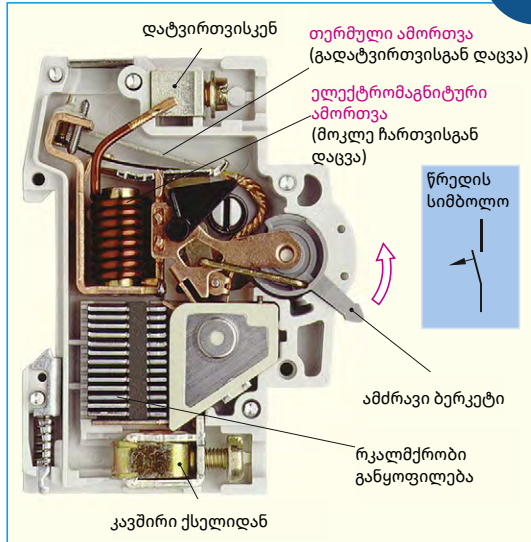
ევროპული სტანდარტების მიხედვით, დასაშვებია შემდეგი მაქსიმალური ძაბვის ვარდნები:

- 230-V ქსელებში 3% ან 6,9 V ვარდნა
- 400-V ქსელებში 3% ან 12 V ვარდნა

• ამომრთველები

ამომრთველები ჭარბი დენისაგან დამცავი მოწყობილობებია, რომლებიც შეიძლება ხელახლა ჩაერთოს მათი ამოქმედების შემდეგ. უმეტეს შემთხვევაში, ისინი დამონტაჟებულია DIN სალტზე (ძელზე). ამ თავში ჩვენ უფრო დეტალურად განვიხილავთ AC ამომრთველებს. ისინი ხელმისაწვდომია 1-პოლუსიან ვარიანტში (ერთფაზიანი ქსელი) და 3-პოლუსიანი ვერსიის სახით (სამფაზიანი ქსელი). მათ აქვთ თერმული და ელექტრომაგნიტური ამორთვის შესაძლებლობა. ორივე ამორთვა ამომრთველის შიგნით მიმდევრობით არის შეერთებული. გადატვირთვის შემთხვევაში ბიმეტალი ცხელდება და ამომრთველს ამოქმედებს. მოკლე ჩართვის შემთხვევაში, ელექტრომაგნიტური ამორთვა მყისიერად გათიშავს ჩამკეტს. დამრტყმელი ღუზა გამორთავს საკონტაქტო ნაწილს მანამ, სანამ მოკლე ჩართვის დენი მაქსიმალური მნიშვნელობის მიღწევას შეძლებს. ამორთვისას, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს რკალის წარმოქმნას - რაც უფრო ახლოს არიან გადამრთველი კონტაქტები ერთმანეთთან, მით უფრო მაღალია ამის ალბათობა. ეს ხდება მაშინ, როდესაც დაცულ წრედში დატვირთვები ჯერ კიდევ ჩართულ მდგომარეობაშია. რკალმქრობი განყოფილება იზიდავს ნაპერწკლებს და დაუყოვნებლივ აქრობს მათ, იმისათვის, რომ დაიცვას მოწყობილობა თერმული განადგურებისგან. რკალი არ წარმოიქმნება თუ კონტაქტები ბოლომდე შეკრულია.

შემდეგი სურათები გვიჩვენებს ამომრთველის შიდა სტრუქტურას და კონსტრუქციას:



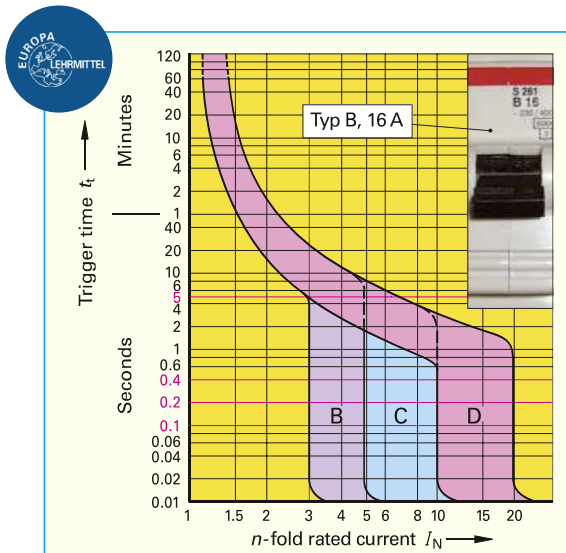
ამომრთველების ნომინალური მნიშვნელობებია:

> 2 A (ამპერი), 4 A, 6 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A.

ამომრთველები იცავს ხაზებსა და მოწყობილობებს გადატვირთვისა და მოკლე ჩართვისაგან.

არასოდეს გამოიყენოთ AC ამომრთველი DC სქემებში!

დენის ნომინალური მაჩვენებლების გარდა, ამომრთველებს გააჩნია ამორთვის სხვადასხვა მახასიათებლები. ორივე ნაჩვენებია ამომრთველის ზედა



წინა მხარეს, ამ მაგალითში, ეს არის ტიპი B, 16 A. ბაზარზე ყველაზე გავრცელებული მახასიათებლებია ტიპი B, C და D. ამიტომ შემდეგ სურათზე ყურადღება გამახვილებულია აღნიშნულ შემთხვევებზე.

B ტიპის ამომრთველი უზრუნველყოფს ხაზის დაცვას.

C და D ტიპის ამომრთველები გამოიყენება მაღალი საწყისი დენის მქონე მოწყობილობებზე.

B ტიპის ამომრთველები ამოქმედდება ნომინალურ დენზე 3-5-ჯერ მაღალი მნიშვნელობებისას.

C ტიპის ამომრთველები ამოქმედდება ნომინალურ დენზე 5-10-ჯერ მაღალი მნიშვნელობებისას.

D ტიპის ამომრთველები ამოქმედდება ნომინალურ დენზე 10-20-ჯერ მაღალი მნიშვნელობებისას.

მაგალითი:

ზემოთ ნაჩვენები B ტიპის, 16 A ამომრთველი ამოქმედდება არაუგვიანეს 80 A-ზე 0,4 წამის განმავლობაში.

განგარიშება:

უნდა გადიოდეს ნომინალურზე 5-ჯერ მაღალი დენი

$$\rightarrow I_t = 5 \times 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$$

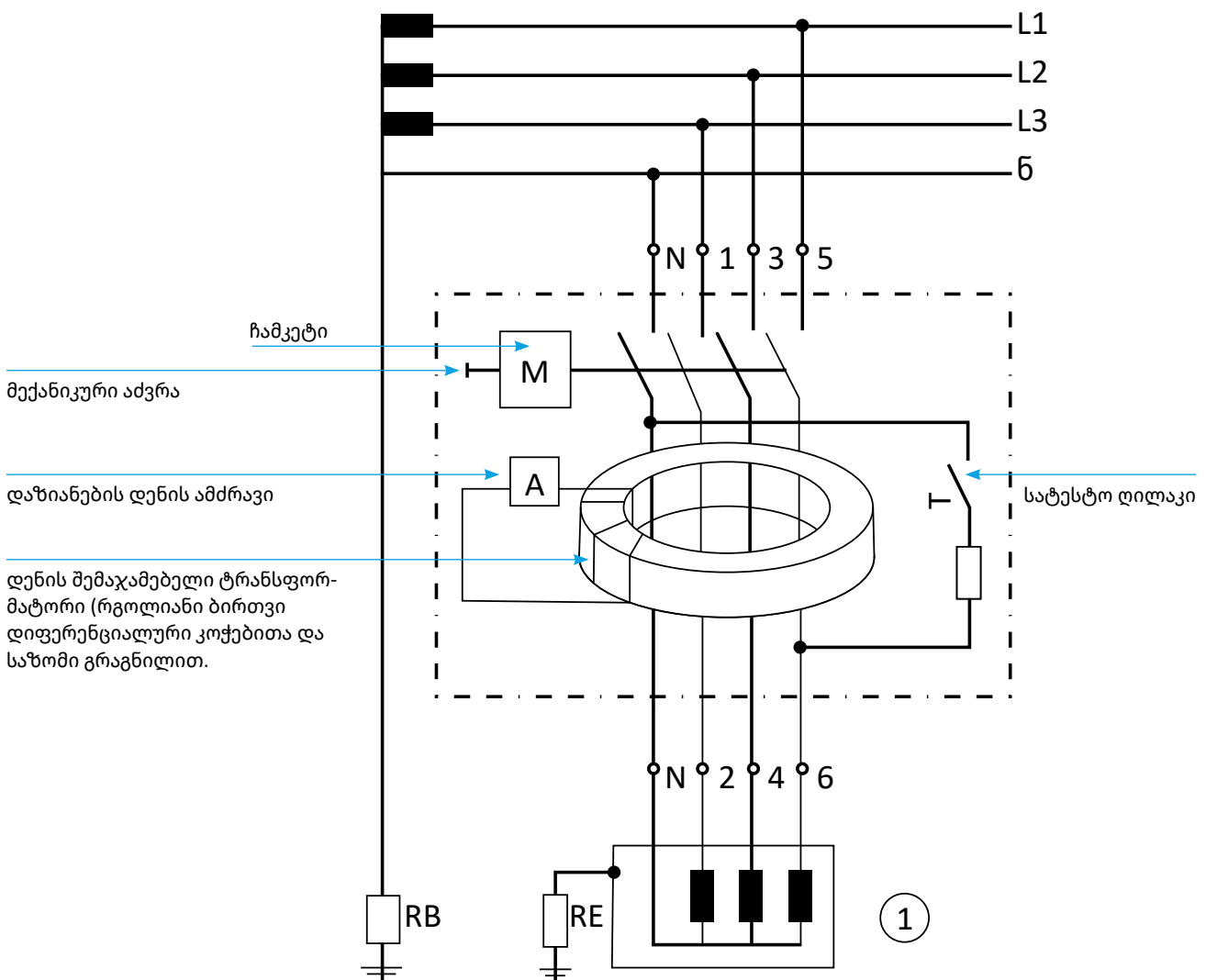
- RCD – გაჟონვის დენის მოწყობილობები

გაჟონვის დენის მოწყობილობები იცავს ადამიანებს, ცხოველებსა და ქონებას, თუ არ იმუშავა ძირითადმა დაცვამ ან ავარიულმა დაცვამ (მოკლე ჩართვისას). ძირითადი დაცვა ნიშნავს დაცულობას დენგამტარ მავთულთან პირდაპირი კონტაქტისგან, მაშინ, როდესაც ავარიული დაცვა ნიშნავს დაცულობას დენგამტარ ნაწილთან არაპირდაპირი კონტაქტისგან. RCD წარმოადგენს დამცავი ზომების დამატებითი მხარდაჭერის ღონისძიებას, მაგ., TN ან TT ელექტრო ქსელის სისტემაში. ისინი ასევე ასრულებენ დამატებითი ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალების ფუნქციას, რადგან გამოავლენენ იზოლაციის დაზიანებებსა და დენის გაჟონვას და იძლევიან RCD-ს ამოქმედების საშუალებას.

RCD-ებით დაცვა უნდა განხორციელდეს როგორც დამატებითი ღონისძიება და არავითარ შემთხვევაში, როგორც ძირითადი. RCD არ არის დამცავი ზომების შემცველი.

ხელმისაწვდომია ერთფაზიანი გამოყენების (2 პოლუსი) ან სამფაზიანი გამოყენების (4 პოლუსი) RCD-ები. ქსელი უნდა იყოს მიერთებული შემავალ მხარეს, რომელიც მდებარეობს მოწყობილობის თავზე. ცალფაზა და სამფაზა ძირითადად შედგება სამი ფუნქციური ჯგუფისგან.

- დაზიანების შემთხვევაში, დენის შემაჯამებელი ტრანსფორმატორი დიფერენციალური კოჭებით გამოიყენება დაზიანების დენის ΔI - ის გამოსავლენად და გამზომ კოჭაში ძაბვის წარმოსაქმნელად, რაც გამოიწვევს ამომრთველის ამოქმედებას დენის გაჟონვის საპასუხოდ.
- საზომი კოჭა ააქტიურებს გაჟონვის დენის ამძრავს და ჩამკეტი მექანიკურად იხსნება.
- ჩამკეტის მექანიკური გახსნა იწვევს ელექტრომიწოდების გათიშვას.



ყველა აქტიური გამტარი (მაგ. L1, L2, L3, N) ქსელიდან მოწყობილობამდე გადის შემაჯამებელი დენის ტრანსფორმატორის გავლით RCD-ში. შედეგი არის სრული დაცვა დენის დარტყმისგან მთელ სისტემაში. გამართულ მდგომარეობაში შემომავალი და გამომავალი დენების ჯამი არის ნული.

ეს ნიშნავს, რომ გამტარების მაგნიტური ცვლადი ველები შემაჯამებელ დენის ტრანსფორმატორში ანეიტრალუბენ ერთმანეთს. შემაჯამებელი დენის ტრანსფორმატორის გამომავალ ხვეულაში ძაბვის ინდუქცია არ ხდება.

გაუმართაობის შემთხვევაში, როგორცაა გამტარის მოკლე ჩართვა მიწაზე, მოკლე ჩართვის დენი მიედინება PE გამტარში, ან ბრუნდება მიწაში წყაროსკენ. ახლა შემომავალი და გამომავალი დენების ჯამი აღარ არის ნული და შემაჯამებელი დენის ტრანსფორმატორის გამომავალ ხვეულაში წარმოიქმნება ძაბვა. ეს ამოქმედებს ელექტრომაგნიტური მოკლე ჩართვის დენის ამომრთველს და გამორთავს ყველა პოლუსს ქსელიდან, ძალიან მოკლე დროში.

დაზიანების (მოკლე ჩართვის ან გაჟონვის) სიმულაცია შესაძლებელია ტესტის ღილაკით, ნებისმიერ დროს. შეიძლება შემოწმდეს მხოლოდ RCD-ის გამშვების ფუნქცია და არა დამცავი ღონისძიების ეფექტურობა.

გაჟონვის დენის მოწყობილობები ითიშება ყველა პოლუსზე ძალიან მოკლე დროში (მაქსიმუმ 0,3 წმ), თუ იზოლაცია დაირღვა, საშიში კონტაქტის ძაბვა U_c მაქსიმალურ დასაშვებ მნიშვნელობაზე (50 V AC) მაღალი იქნება.

RCD-ის ამოქმედება ტესტის ღილაკით უნდა შემოწმდეს სისტემის ოპერატორის მიერ, ყოველ სამუშაო დღეს, არასტაციონარულ მოწყობილობებზე, მაგ. სამშენებლო ობიექტებზე. სტაციონარული დანადგარების შემთხვევაში, მაგალითად, კერძო სახლებში, ტესტი უნდა ჩატარდეს ყოველ ექვს თვეში ერთხელ.

ევროკავშირის რეგულაციებში ნათქვამია, რომ RCD-ის გამოყენება სავალდებულოა, ელექტრული სისტემების დამონტაჟებისას, ისეთ ადგილებში, რომლებიც განსაკუთრებით მიდრეკილია ავარიებისკენ:

- სველი წერტილები;
- როზეტის სქემები;
- სამშენებლო უბნების გამანაწილებლები;
- სასოფლო-სამეურნეო დაწესებულებები;
- საცურაო აუზები;

- სამედიცინო მიზნებისთვის განკუთვნილი ოთახები;
- ლაბორატორიები, სკოლები და სასწავლო ობიექტები

არსებობს 2 და 4 პოლუსიანი RCD ნომინალური დიფერენციალური დენებით $I_{\Delta N} \leq 10 \text{ mA}$ -დან 500 mA -მდე. არსებული ნომინალური დენებია 10 A-დან 125 A-მდე. $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$ -იანი RCD-ები ემსახურება პერსონალურ დაცვას. ხანძარსაწინააღმდეგოდ გამოიყენება მაღალი ნომინალის დიფერენციალური დენები.

სახლში დასამონტაჟებლად რეკომენდებულია RCD ნომინალური დენით 40 A და ნომინალური დიფერენციალური დენით 30 mA. ტიპი A მითითებულია ეტიკეტზე ან მონაცემთა ფურცელზე და ნიშნავს, რომ ამ RCD-ს შეუძლია აღმოაჩინოს სუფთა AC მოკლე ჩართვის დენები ჰარმონიკის დაბალი დონეებითა და პულსირებადი DC მოკლე ჩართვის დენები.

- დამიწების სისტემები

დამიწების სისტემები იცავს საშიში ძაბვის არსებობისგან დამიწებულ მოწყობილობასა და მიწას შორის პოტენციალის გათანაბრების გზით.

დამიწებული სისტემები შედგება დამიწების ელექტროდისა და დამიწების ხაზისგან, რომელიც მთავრდება დამიწების მთავარ სალტესთან. დამიწების ელექტროდები არის მიწაში ჩასმული შიშველი გამტარები, რომელთაც აქვთ მიწასთან ელექტრული კავშირი. გამტარობა, რა თქმა უნდა, დამოკიდებულია ნიადაგის შემადგენლობაზე. დასამიწებელი კომპონენტები დაკავშირებულია დამიწების ხაზებით მთავარ დამიწების სალტესთან, პოტენციალების საშიში სხვაობების გასათანაბრებლად. TN ქსელის სისტემებში დამიწების ძირითადი სალტე დაკავშირებულია მრიცხველის ყუთში PEN ან PE გამტართან. TT და IT ქსელის სისტემებში იგი

დაკავშირებულია საზომი ხელსაწყოების ყუთში PE გამტართან.

ტექნიკოსებს აქვთ სამი განსხვავებული ვარიანტი დამიწების სისტემის მოსაწყობად:

- ზედაპირული დამიწება
- დამიწების ღეროები
- საძირკვლის დამიწება

მინიმალური განივი კვეთები და მასალები მიწის დამიწების ელექტროდებისთვის:

- გალვანზირებული ფოლადის ზოლები – 90 მმ², მინიმალური სისქე – 3 მმ;
- სპილენძის ზოლები – 50 მმ², მინიმალური სისქე 2 მმ;
- მრგვალი სპილენძი – 25 მმ².

ნებისმიერ შემთხვევაში, სავალდებულოა გაზომოთ დამიწების წინააღობა, დამიწების ხაზის ბოლოსა და ნიადაგს შორის (დამიწების წინააღობის ტესტირის გამოყენებით, ორი ან სამი ღეროს მეთოდით), რათა დარწმუნდეთ, რომ დამცავი ელემენტები (ამომრთველები და RCD) მუშაობს გამართულად.

დამცავი პოტენციალის გათანაბრება აღკვეთს პოტენციალთა სხვაობებს და, შესაბამისად, კონტაქტურ ძაბვებს, გამტარი სისტემის კომპონენტებს შორის იზოლაციის დაზიანების შემთხვევაში. დამცავი დამიწების გამტარებს უნდა ჰქონდეს შემდეგი მინიმალური განივი კვეთები ძირითადი დამიწების სალტესთან დასაკავშირებლად:

- 6 მმ² სპილენძი;
- 16 მმ² ალუმინი;
- 50 მმ² ფოლადი.

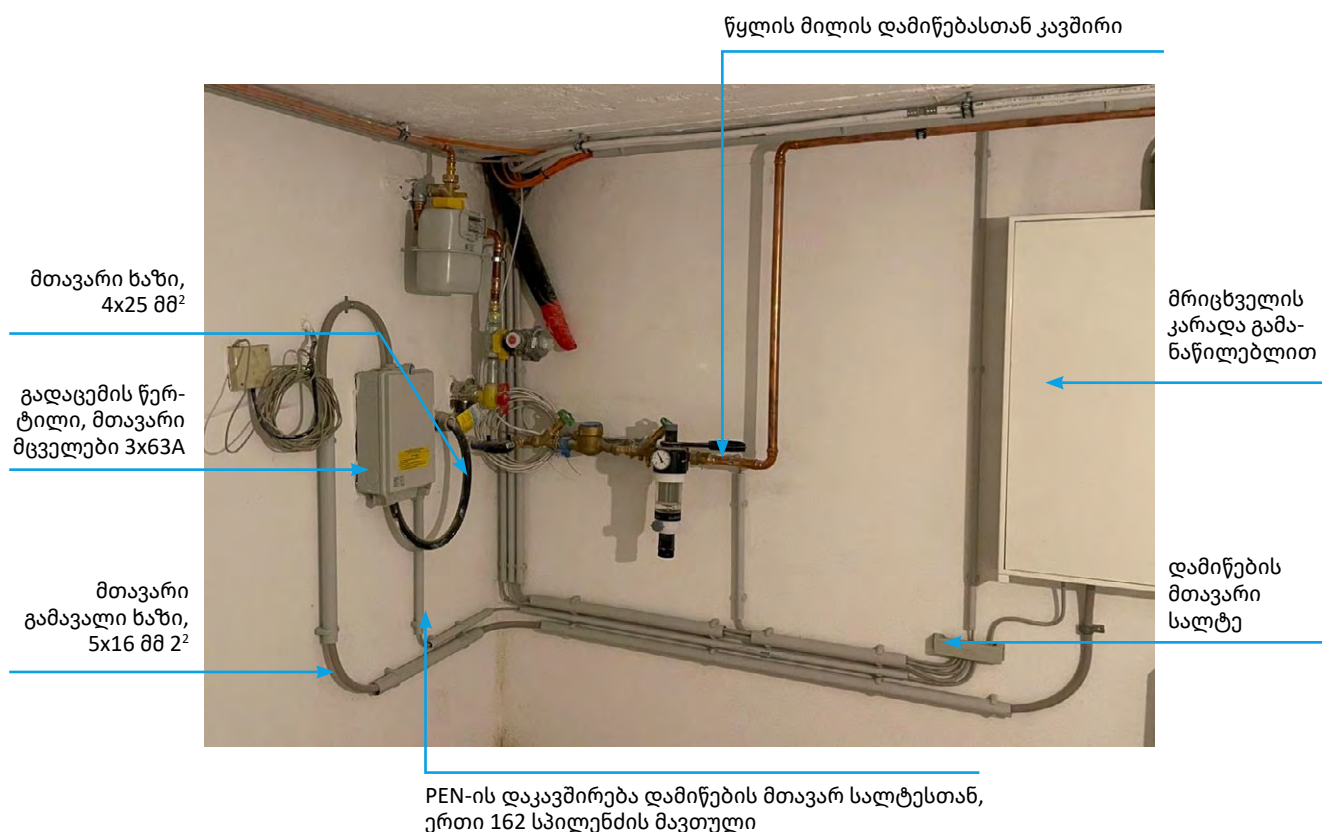
- ცივი და ცხელი წყლის მილები;
- გამტარი ჩამდინარე წყლების მილები;
- გათბობის სისტემების მილები;
- ცენტრალური გათბობის მილები;
- სახლის შიდა გაზის მილები;
- ანტენის სისტემები;
- შენობის კონსტრუქციის გამტარი ნაწილები, მაგ., ლითონის კიბე;
- PEN ან PE გამტარები;
- საძირკვლის დამიწება.

• **ელექტროგანაწილების მოწყობა**

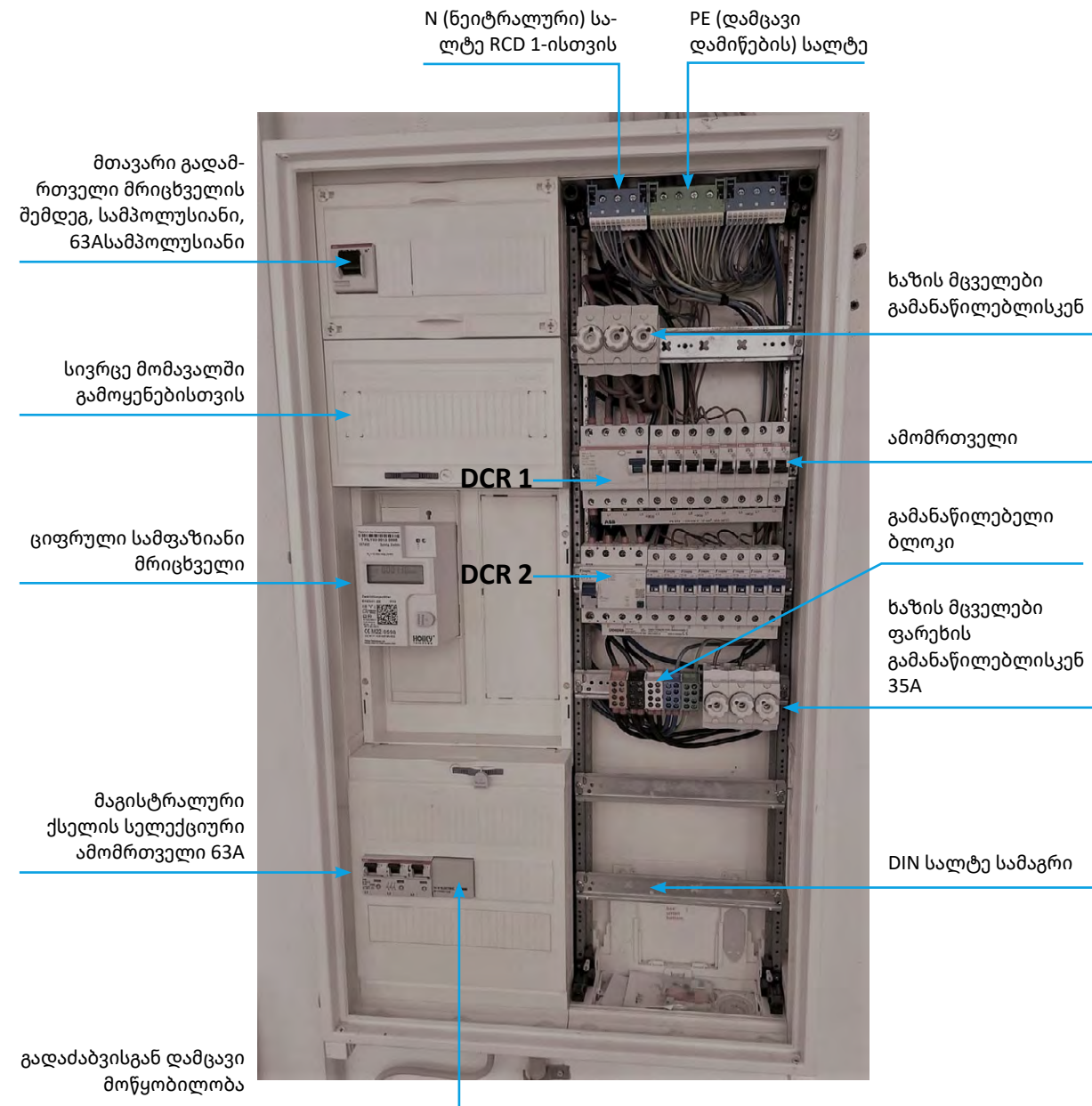
ელექტრული (საყოფაცხოვრებო) განაწილების ზომიდან და საჭიროებიდან გამომდინარე, ენერგიის მრიცხველი შეიძლება ჩართული იყოს გამანაწილებელ ყუთში. ასევე არის სიტუაციები, როდესაც მრიცხველი ცალკე კორპუსშია, ხოლო გამანაწილებელი კარადები შენობის სხვადასხვა სართულზე გვხვდება. ასე რომ, საბოლოო ჯამში, ნებისმიერი ელექტრული განაწილების მოწყობა არის ინდივიდუალური ამოცანა, რომელიც უნდა დაიგეგმოს ძალიან სერიოზულად და დეტალურად, როგორც კლიენტთან, ასევე ელექტრო ქსელის პროვაიდერთან ერთად. როგორც წესი, ენერგიის მრიცხველის მოწოდება (და ძირითადად დამონტაჟებაც) ქსელის ელექტროენერგიის პროვაიდერის მიერ ხორციელდება.

ენერგოსისტემები ძირითადად შედგება გადაცემის (სახლზე მიერთების) წერტილის შემდეგ არსებული გადამცემი, მაგისტრალური ხაზებისა და ყველა იმ მოწყობილობისგან, რომელიც საჭიროა ელექტროენერგიის მისაწოდებლად და მათში გადის აღურიცხავი ელექტროენერგია.

შემდეგი ნაწილები უნდა იყოს დაკავშირებული დამიწების მთავარ სალტესთან:



აღრიცხვის და ტარიფის კონტროლის სისტემები და ბლოკები დამონტაჟებულია მრიცხველის კარადებში, რომლებიც შეიძლება მოიცავდეს ელექტრო გამანაწილებელსა და სივრცეს სხვა დანიშნულებით გამოყენებისთვის, როგორიცაა მარშუტიზატორი მრიცხველზე გარედან წვდომისათვის ან თბური ტუმბოებისა და სხვა მოწყობილობების სამართავი რელეებისათვის.



დამცავი მოწყობილობები ყოველთვის უნდა იყოს დამონტაჟებული შერჩევითად, რაც იმას ნიშნავს, რომ ელექტროენერგიის მოწოდების მხრიდან ჯერ უნდა მოდიოდეს მოწყობილობა, ყველაზე მაღალი გამოთვლილი და საჭირო ნომინალური დენით, ხოლო შემდეგ უფრო დაბალი ნომინალური დენის მოწყობილობა და ა. შ. ყველა დამცავი მოწყობილობა ადვილად შეიძლება დამონტაჟდეს

და დემონტირებულ იქნას DIN ძელის სამაგრებზე მომჭერებიანი მექანიზმის დახმარებით. დამცავი მოწყობილობების შემავალი და გამომავალი ტერმინალები მონიშნულია მოწყობილობაზე, თუმცა ზუსტი ინფორმაცია ყოველთვის შეგიძლიათ მოიძიოთ ინსტრუქციიდან ან მოწყობილობის დოკუმენტაციიდან.

ფარეხის გამანაწილებელი

სახლის გამანაწილებელი 1

შემდეგი ორი სურათი იგივე პროექტიდანაა, რომელიც ზემოთ იყო მოცემული.

ელექტრო განაწილების მოწყობილობა საცხოვრებელ კორპუსში არ უნდა იყოს მხოლოდ არსებული მოთხოვნისთვის საკმარისი. მომავალში ცვლილებების ან/და დამატებების შეტანა შესაძლებელი უნდა იყოს შრომატევადი და რთული სამუშაოს ჩატარების გარეშე.



• კითხვა-პასუხი (20 წუთი)

5. დაასახელეთ ძაბვა და მაქსიმალური დასაშვები ძაბვის ვარდნის პროცენტული ოდენობა 230 V ელექტროქსელში.
6. ჩამოთვალეთ ამომრთველის დაცვის მექანიზმები. როგორ არიან ისინი შეერთებული, მიმდევრობით/პარალელურად ამომრთველის შიგნით?
7. რა ინფორმაციას იღებს ელექტრიკოსი ამომრთველიდან, რომლის ნომინალიცაა C 10A?
8. რას ნიშნავს აბრევიატურა RCD?
9. ΔI-ის რომელი ნომინალური მნიშვნელობა ემსახურება RCD-ის ინდივიდუალურ დაცვას?
10. ყველა RCD-ს აქვს მკაფიოდ მონიშნული სატესტო ღილაკი წინა მხარეს. რა არის მისი ფუნქცია?
11. რომელი სამი დამიწების სისტემის გამოყენებაა რეკომენდებული?
12. რას ნიშნავს პოტენციალების გათანაბრება?
13. რას ნიშნავს შერჩევითი ინსტალაცია, როდესაც ვსაუბრობთ დამცავ მოწყობილობებზე?
14. რატომ არის სავალდებულო მრიცხველის კარადაში დატოვებულ იქნას დამატებითი ადგილი უშუალოდ მრიცხველის ზემოთ?

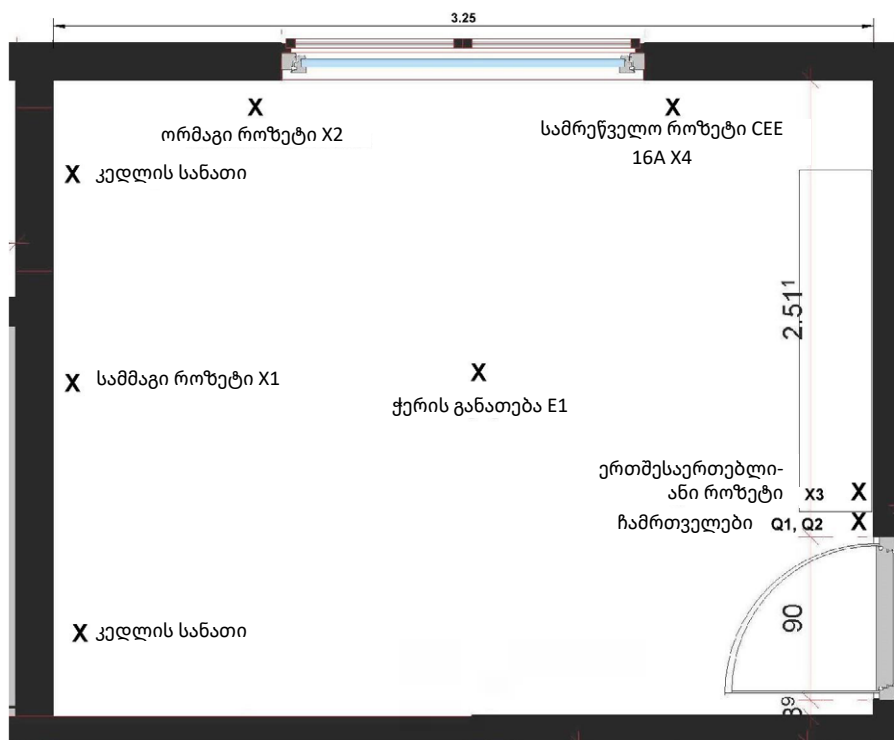
5. საპროექტო სამუშაო (ხანგრძლივობა: 1 კვირა)

საპროექტო სამუშაო მოიცავს რეალური დაგეგმარების პროცესს, რომელიც ერთი ოთახის სანათებითა და როზეტებით აღჭურვას გულისხმობს. ამის შემდეგ მოხდება პროექტის პრაქტიკული განხორციელება სავარჯიშო დაფაზე ან სავარჯიშო კედელზე (ზედაპირზე დამონტაჟებული კომპონენტები). ნახაზების გაკეთება შესაძლებელია ხელით ან კომპიუტერზე დაინსტალირებული S-Plan7.0-ის მსგავსი პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით. თუმცა, ელექტრიკოსს უნდა შეეძლოს ამ სამუშაოს ორივე გზით შესრულება. საპროექტო დავალება უნდა შესრულდეს შემდეგ ეტაპებად:

1. კლიენტთან კონსულტაციის შემდეგ მოცემული იქნება ოთახის გეგმა, ელექტრომოწყობილობების ფიზიკური განლაგებით. გეგმას თან ახლავს სინათლის ჩართვისა და როზეტების მახასიათებლების უფრო დეტალური აღწერა;
2. დატვირთვის ანალიზისა და კლიენტის სურვილის შესაბამისად, უნდა შეირჩეს ელექტრული წრედის სქემების რაოდენობა. ეს პროცესი მთავრდება სათანადო რაოდენობისა და სახის დამცავი მოწყობილობების შერჩევით, რაც გვაძლევს გამანაწილებელი კარადის ზომას. (გამანაწილებელი კარადის მდებარეობა არ განიხილება ამ სავარჯიშოს ფარგლებში);

3. უნდა დაიხაზოს ოთახის ელექტრული ინსტალაციის ერთხაზიანი სქემა;
4. უნდა დაიხაზოს ოთახის საერთო ერთხაზიანი ელექტროსქემა;
5. უნდა დაიხაზოს ელექტრული დენის ნაკადის სქემა მოცემული ოთახისთვის;
6. უნდა დაიხაზოს განაწილების საერთო ერთხაზიანი ელექტროსქემა;
7. უნდა დაიხაზოს ელექტრული დენის ნაკადის განაწილების ელექტროსქემა;
8. უნდა შეიქმნას მასალების სრული სია;
9. უნდა განხორციელდეს პრაქტიკული ინსტალაცია;
10. უნდა ჩატარდეს და ჩაიწეროს ყველა შესაბამისი გაზომვა;
11. უნდა მოხდეს პრობლემების გამოვლენა და აღმოფხვრა (საჭიროების შემთხვევაში) და დოკუმენტირება;
12. ელექტროდანადგარები უნდა გაეშვას ექსპლუატაციაში.

1. ოთახის გეგმა:



- E1-იმართება Q1-ის საშუალებით, დატვირთვა 75 W
- E2 და E3 კონტროლდება სერიული გადამრთველით Q2, თითოეული დატვირთვა არის 50 W
- X1, X2 და X3 არის სტანდარტული 230V როზეტები, თითოეულის მოსალოდნელი დატვირთვა 1.750W
- X4 არის სამფაზიანი CEE 16A როზეტი, მოსალოდნელი დატვირთვა 3.200 W

2. ელექტრული წრედის სქემა:

წრედის No	ამომრთველი	1~	3~	მდებარეობა	მოწყობილობა(ები)	დატვირთვა (W)
1	B 16A	X		E1	ჭერის სანათი	75
		X		E2, E3	კედლის სანათი	100
2	B 16A	X		X1, X2, X3	როზეტები 230 V 230V 230V	
3	C 16A		X	X4	როზეტი 400 V	3.200

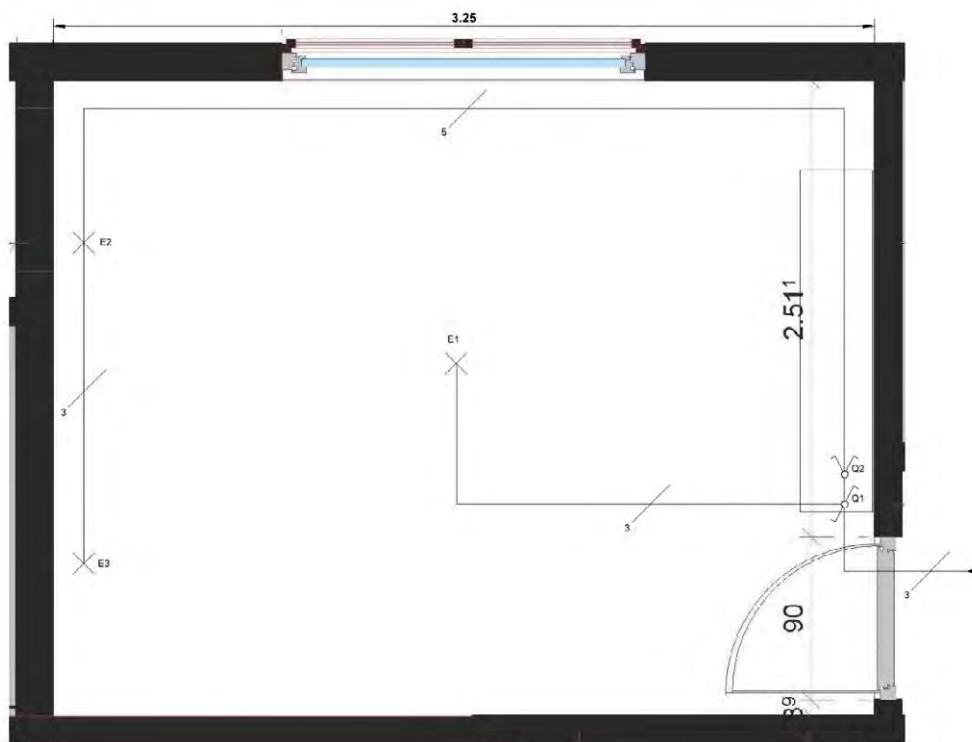
განათების წრედისა და როზეტების წრედის სქემები, თითოეული 230 V-იანი, დაცულია B 16A ამომრთველით. ასე რომ, როზეტის წრედში რაიმე სერიოზული გაუმართაობის შემთხვევაში, განათების წრედი კვლავ განაგრძობს მუშაობას. 16A ნომინალურ მნიშვნელობას შეუძლია დაფაროს მოსალოდნელი სიმძლავრე. მავთულის რეკომენდებული განივი კვეთი არის 1,5 მმ².

- 400V როზეტი სამფაზიანია. ამრიგად, ამომრთველი უნდა იყოს 3-პოლუსიანი ტიპის. ასეთ შემთხვევაში არასოდეს გამოიყენოთ სამი ერთპოლუსიანი ამომრთველი! 3x16A ნომინალის ამომრთველი გვაძლევს მოსალოდნელი დატვირთვის უზრუნველყოფის გარანტიას. ამომრთველის C მახასიათებლები საჭიროა დატვირთვის ჩართვისას, უფრო მაღალი დენის

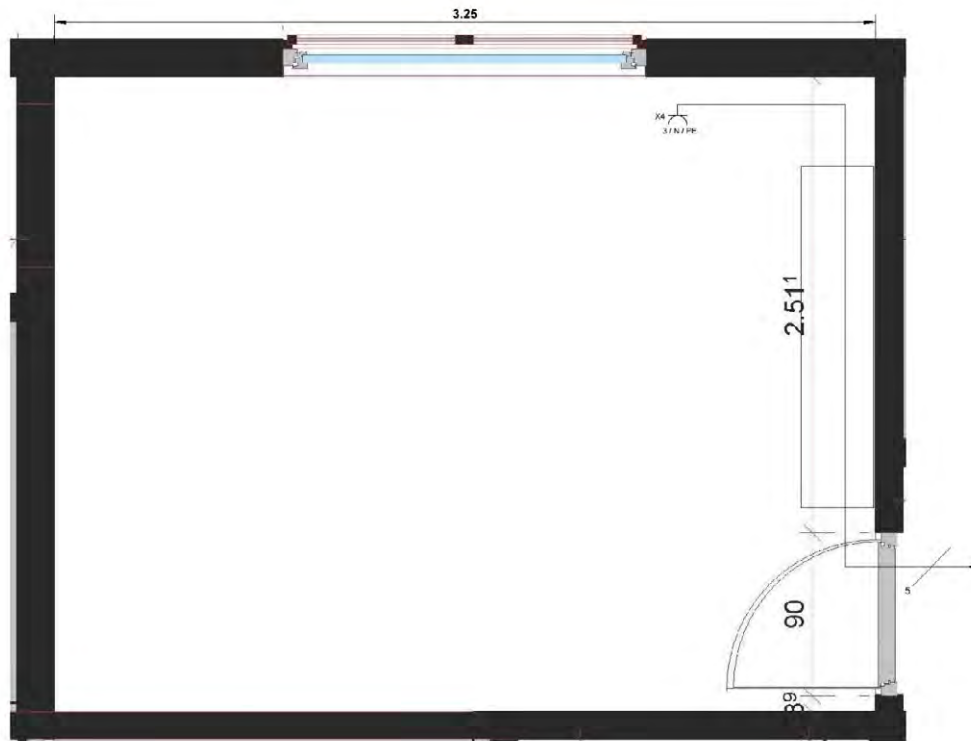
უზრუნველსაყოფად (მაგ. ძრავის შემთხვევაში). მავთულის რეკომენდებული განივი კვეთი არის 2,5 მმ².

- ამომრთველები მთლიანობაში იკავებს 5 სტანდარტიზებულ სექციის სივრცეს DIN სამონტაჟო სალტეზე. სრულყოფილი დაცვის უზრუნველსაყოფად, ჩვენ ვამატებთ 4-პოლუსიან RCD-ს (ოთხი სექცია), 25A / 0,03A ნომინალებით ინდივიდუალური დაცვისათვის.
- ამოცანისთვის საჭირო გამანაწილებლის ყუთს უნდა ჰქონდეს მინიმუმ ერთი DIN სამონტაჟო სალტე (ეს მოგვცემს თორმეტ სექციას). მაგრამ მომავალში, გაფართოებისა და უფრო მარტივი ინსტალაციისათვის, ჩვენ ვადიდებთ კორპუსს და ვეძებთ ვარიანტს ორი DIN სამონტაჟო სალტით.

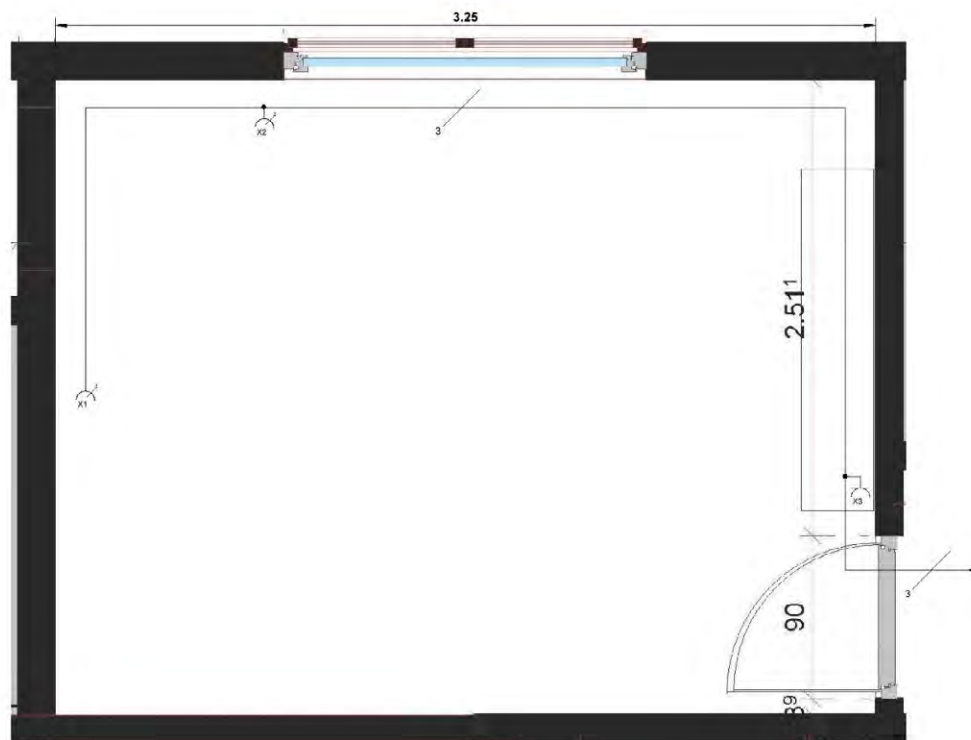
3-1 განათების ელექტრომონტაჟის ერთხაზიანი სქემა



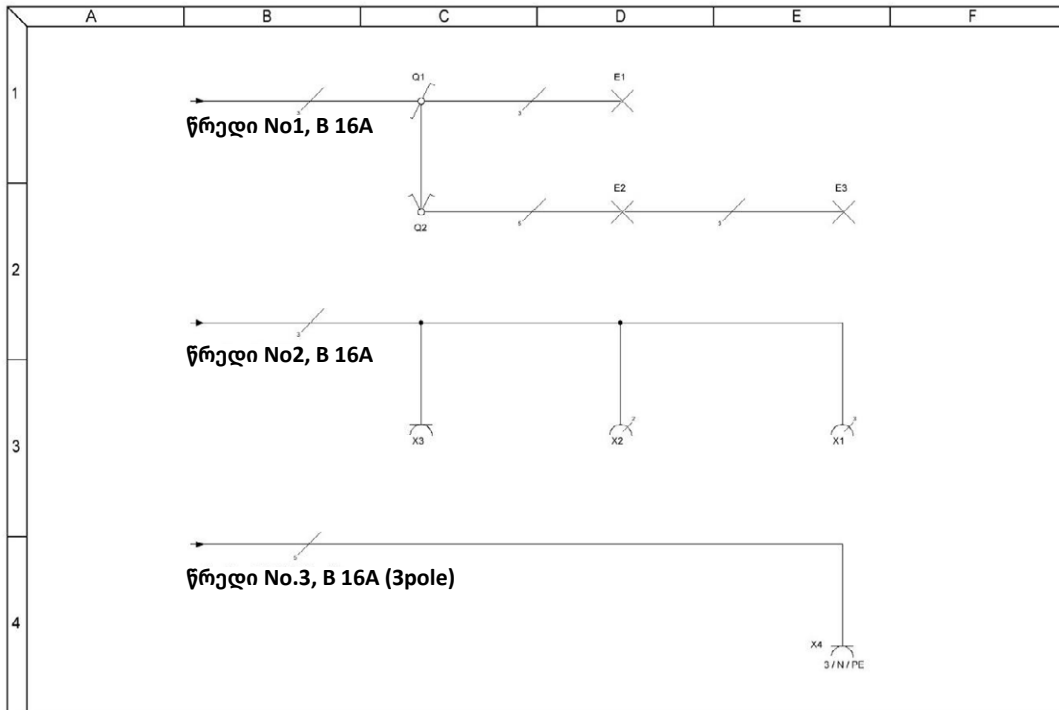
3-2 ერთხაზიანი ელექტრომონტაჟის სქემა საფუაზიანი CEE 16A ჩოჯატისთვის



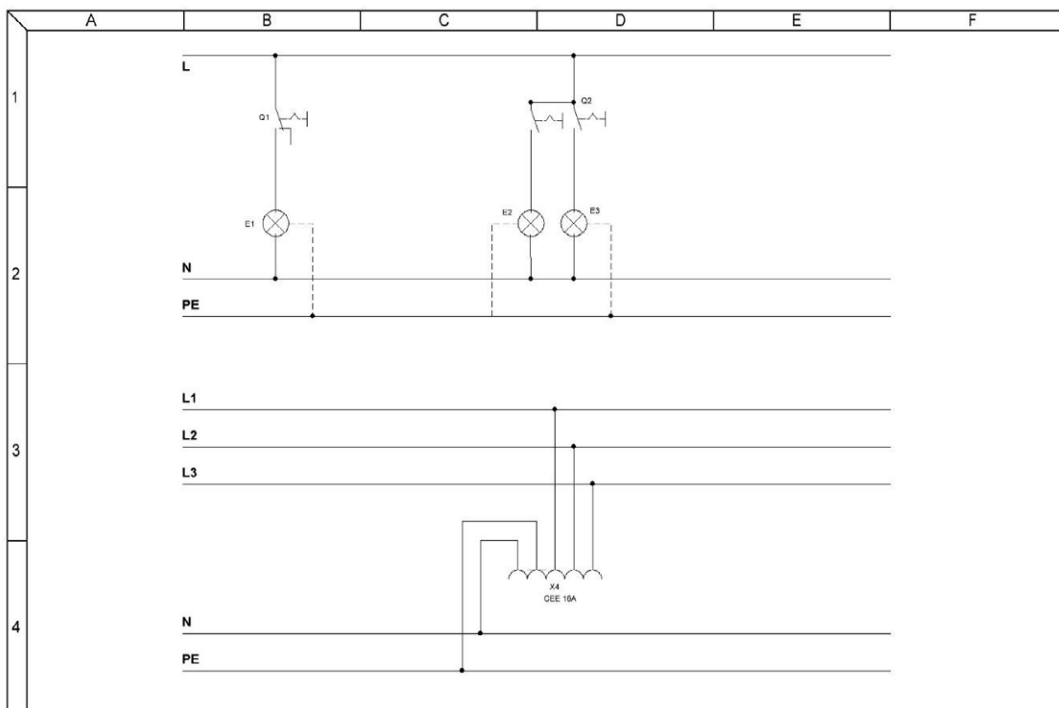
3-3 რობოტების ერთხაზიანი ელექტრომონტაჟის სქემა 230 V



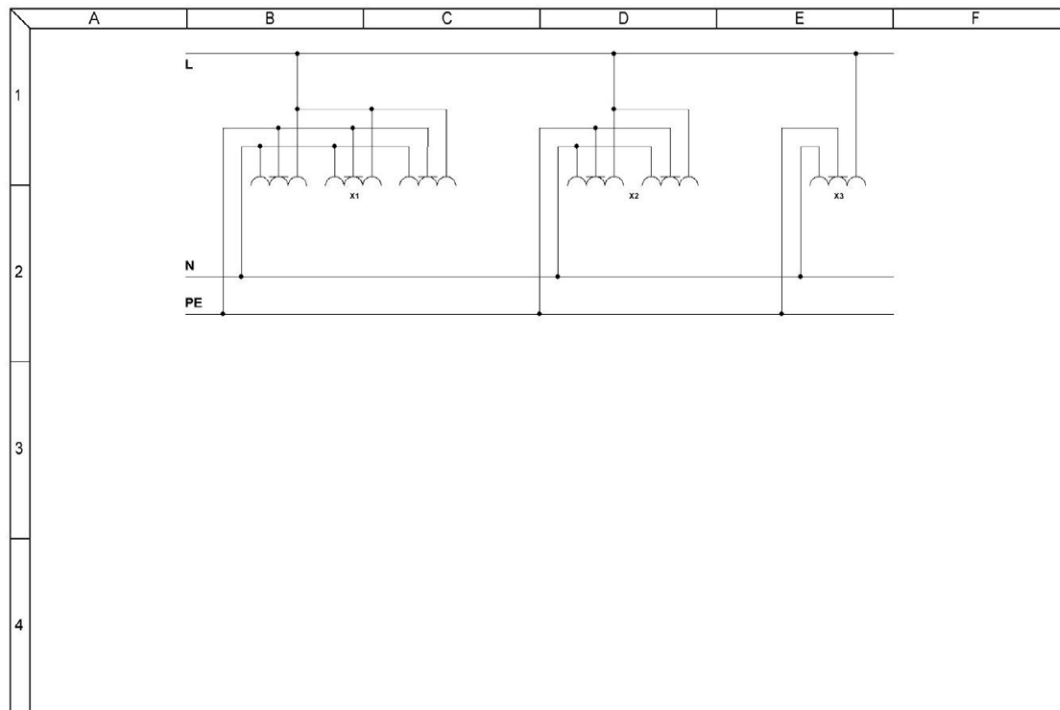
4. ოთახის ერთხაზიანი სართო ელექტროსქემა



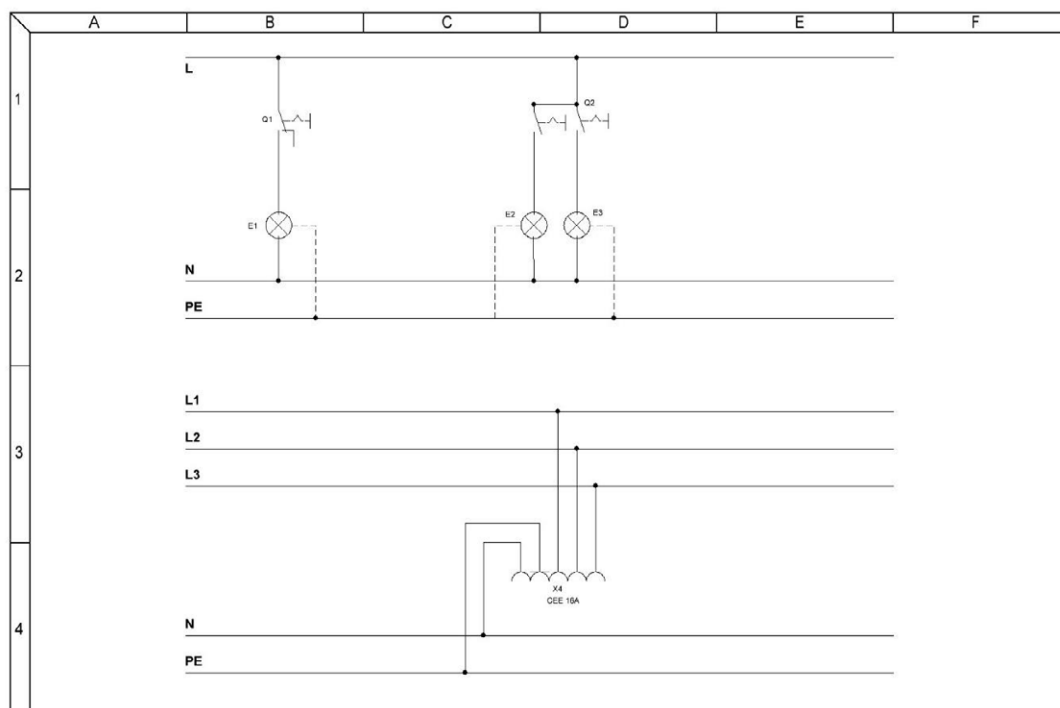
5-1. ელექტრული ღანის ნაკადის სქემა ოთახისთვის



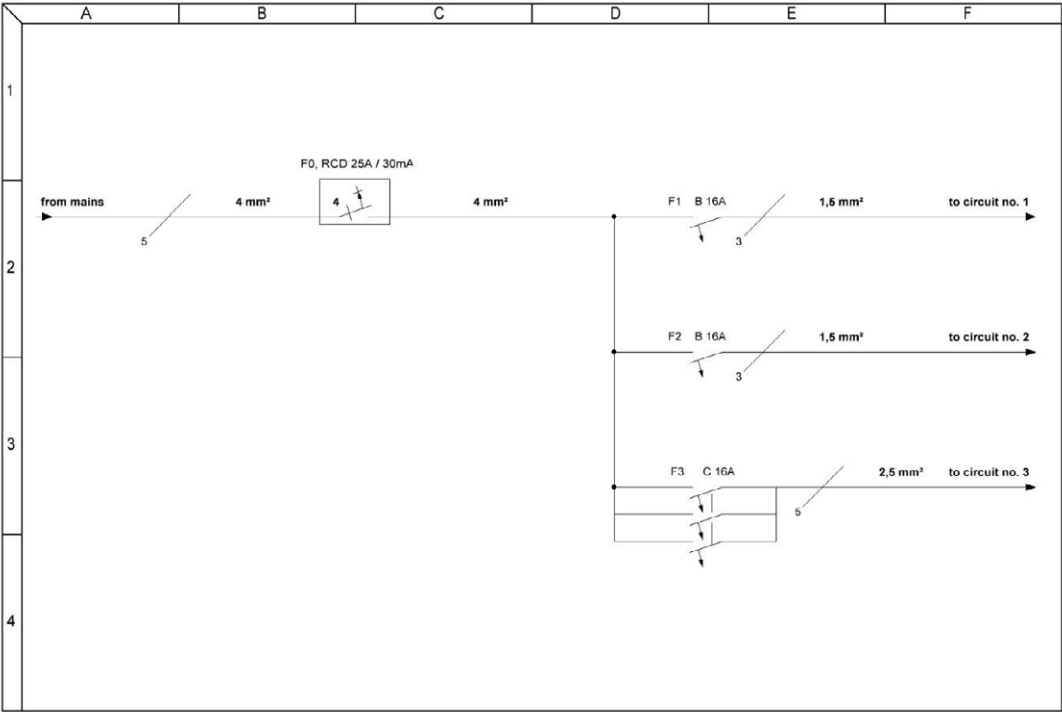
5.2. ელექტრული ღუნის ნაკადის სქემა ოთახისთვის



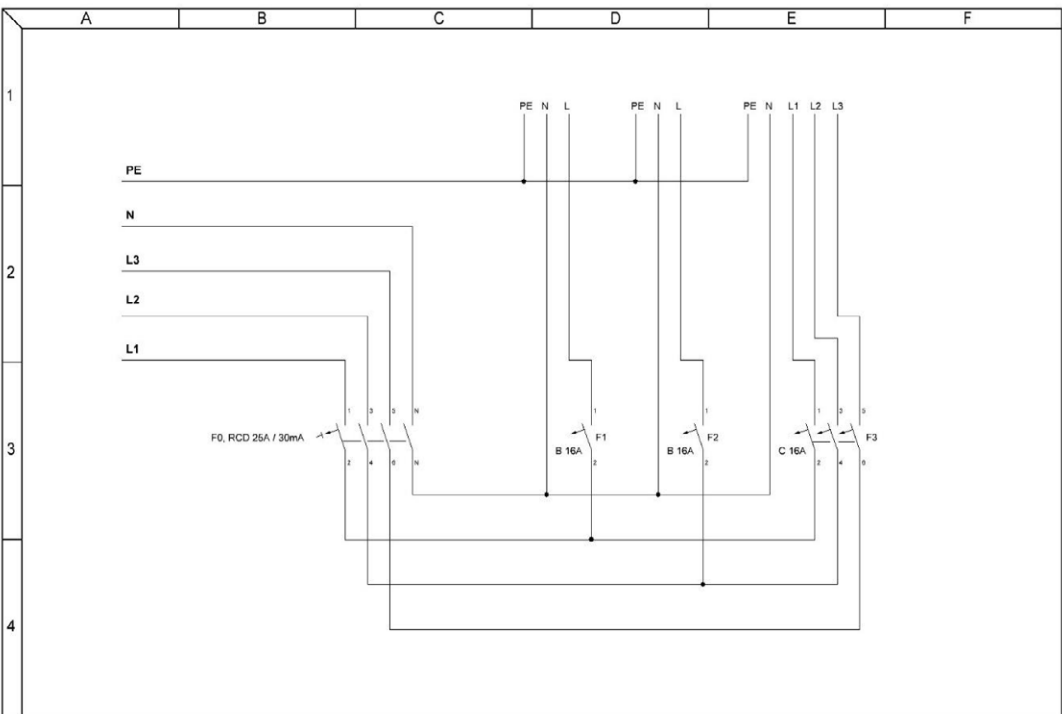
5-1. ელექტრული ღუნის ნაკადის სქემა ოთახისთვის



6. ერთხაზიანი საერთო ელექტროსქემა განაწილებისთვის



7. ღუნის ნაკადის ელექტროსქემა განაწილებისთვის



8. მასალების სია

მასალების სია დამოკიდებულია სასწავლო ობიექტზე და ტექნიკის ხელმისაწვდომობაზე.

9. პრაქტიკული მონტაჟი

პრაქტიკულ სამუშაოს ყოველთვის თან ახლავს გარკვეული დაგეგმვა. ქვემოთ მოცემულია პრაქტიკული რჩევები, უსაფრთხო, სწრაფი და პროფესიონალური შედეგის მისაღწევად.

- ჩვენს საპროექტო სამუშაოს ესაჭიროება გარკვეული PPE (პერსონალური დამცავი აღჭურვილობა), როგორიცაა სამუშაო ხელთათმანები, უსაფრთხოების ჩექმები და ბურღვისას თვალის დამაცვი საშუალებები. იმ შემთხვევაში, თუ საჭიროა უწყვეტი დარტყმითი (ნგრევის) სამუშაოების ჩატარება, სავალდებულოა სმენის დამცავი საშუალებების გამოყენება. ნუ გაიკეთებთ სამკაულებსა და ყელსახვევს. უნდა გეცვათ მჭიდრო და გრძელმკლავიანი ტანსაცმელი. დაუშვებელია ნარკოტიკული თრობისა ან ალკოჰოლის ზემოქმედების ქვეშ მუშაობა!
- ყველა შემთხვევაში უნდა ჩატარდეს რისკების მცირე სიტყვიერი ანალიზი.
- დარწმუნდით, რომ გაქვთ თავისუფალი და უსაფრთხო წვდომა თქვენს სამუშაო ადგილთან და განათების პირობებიც ნორმალურია. იმ შემთხვევაში, თუ თქვენ გჭირდებათ ხელის ელექტროხელსაწყო, მოიძიეთ უახლოესი მოქმედი როზეტი და გამოიყენეთ პროფესიონალური დამაგრებელი კაბელი (რეზინის საფარით). თუ საჭიროა კიბის გამოყენება, ნუ აიღებთ გატეხილ ან ხარვეზიან კიბეს (ბევრი უბედური შემთხვევა ხდება ხარვეზიანი კიბის გამოყენების, ან გამართული კიბის არასათანადო გამოყენების გამო).
- შექმენით ყველა საჭირო ხელსაწყო მცირე ჩამონათვალი, იქნება ეს ხელის ინსტრუმენტი თუ ელექტროხელსაწყო. დაზოგეთ დრო და ორგანიზებულად იქონიეთ ისინი მზადყოფნაში, ახლო მანძილზე. გთხოვთ, გამოიყენოთ

ინსტრუმენტები მხოლოდ იმ მიზნებისათვის, რომლისთვისაც ისინი არიან განკუთვნილი.

- მონიშნეთ კომპონენტები დაფაზე ან კედელზე, სპირტიანი თარაზოს და ნებისმიერი სახის ლენტური სახაზავის გამოყენებით. მოსანიშნად მოსახერხებელია ფანქარი და შემდგომში, ფანქრით ნაწერის წაშლაც ადვილად არის შესაძლებელი.
- ნუ მოახდენთ კონცენტრაციას თქვენს სმარტფონზე! გთხოვთ, მთელი ყურადღება მიაპყროთ თქვენს ტრენერს/ხელმძღვანელს და სამუშაოს, რომლის შესრულებასაც აპირებთ. ნებისმიერი კითხვის შემთხვევაში, აუცილებელია, მიმართოთ თქვენს ტრენერს/ხელმძღვანელს (და არა თქვენ გვერდით მყოფ კოლეგას).
- დაიცავით უსაფრთხოება გაზომვის ჩატარების დროს. ამ დროს თქვენ მუშაობთ ელექტროსისტემასთან, სადაც ექსპერიმენტები დაუშვებელია! გამზომი მოწყობილობები უკიდურესად ძვირია, ამიტომ გთხოვთ, სათანადოდ გაუფრთხილდეთ მათ. მზომი აღჭურვილობის გამოყენების ტექნიკურ საკითხებთან დაკავშირებით,, სავალდებულოა მიმართოთ თქვენს ტრენერს/ხელმძღვანელს ან წაიკითხოთ სახელმძღვანელო ინსტრუქცია. ნებისმიერი დაზიანების ან უბედური შემთხვევის შესახებ, დაუყოვნებლივ აცნობეთ თქვენს ტრენერს/ხელმძღვანელს.
- ყოველთვის გამოავლინეთ თქვენი პროფესიონალური დამოკიდებულება სამუშაოსადმი და შეასრულეთ სამუშაო ისე, თითქოს ის თქვენი საკუთარი მიზნებისთვის სრულდება. შედეგი თქვენი „სავიზიტო ბარათია“!

10. შესაბამისი გაზომვები

სანამ პრაქტიკულ გაზომვებს დავიწყებთ, ყურადღება უნდა გავამახვილოთ ორ საზომ მოწყობილობაზე, რომელიც გვაძლევს არჩევანის მეტ შესაძლებლობას, ვიდრე მულტიმეტრი, შესაბამისი გაზომვების ჩასატარებლად.

ძალზე მოსახერხებელი და პროფესიონალური ინსტრუმენტია ორპოლუსიანი ფაზის ტესტერი (დამატებითი ფუნქციების შესახებ ინფორმაციის მისაღებად, რომელთა შემოთავაზებაც შეუძლია ამ ინსტრუმენტს, გთხოვთ, წაიკითხოთ სახელმძღვანელო ინსტრუქცია):



ის საიმედოდ ამოიცნობს ძაბვის ქვეშ მყოფ სადენს (L) და ზომავს ძაბვას N - L, PE - L და N - PE-ს შორის. სავალდებულოა შედეგების ჩაწერა.

L-ის ამოცნობა (წითელი შუქი)	N - L-ის გაზომვა (230V)
PE - L-ის გაზომვა (230V) (230V)	N - PE-ის გაზომვა (დაბალი Ω, მწვანე შუქი)

მოწყობილობებზე ჩვენ ასევე უნდა დავაკვირდეთ იზოლაციის მდგომარეობას. ეს ეხება სადენების იზოლაციას და ნათურის დამჭერების ან როზეტების იზოლაციას. გაზომვა უნდა განხორციელდეს **სისტემაზე დენის მიწოდების** გარეშე და აუცილებელია სისტემაში ყველა ნარჩენი მუხტის მოხსნა, რადგან თქვენ აწვდით გარე მაღალ ძაბვას (1000 ვ-მდე) იზოლაციის შესამოწმებლად. ტესტირების ჩატარება მიზანშეწონილია ახალ მოწყობილობებზე, სანამ დააკავშირებთ N-სა და PE-ს შესაბამის საერთო სალტესთან. ძველ მოწყობილობებზე უნდა მოხდეს შეერთებების განცალკევება. უშუალოდ ტესტი უნდა ჩატარდეს ყველა გამტარს შორის, N - L, PE - L და N - PE, დაწყებული გამანაწილებელი კარადიდან. ომებში გამოსახული იზოლაციის წინაღობა უნდა აღემატებოდეს 500MΩ-ს.

სატესტო მოწყობილობა დაყენებულია 500V სატესტო ძაბვაზე (F4) და მიერთებულია სტანდარტულ

შესაბამისი გაზომვები

დენის კაბელთან, ორი საზომი სადენით. პროცედურის დასაწყებად, უნდა დააჭიროთ სატესტო ღილაკს და გეჭიროთ მცირე ხნით – ამ დროს ძაბვა გაიზრდება ნულიდან 500 ვ-მდე და გაჩერდება. შემდეგი უნდა ჩაიწეროთ.



შემდეგი სურათზე გამოსახული მოწყობილობა არაპროფესიონალურია, მან შეიძლება გვაჩვენოს არასწორი შედეგი და შესაძლოა საშიში იყოს სიცოცხლისთვის. გთხოვთ, არ (აღარ) გამოიყენოთ იგი!



საპროექტო მოწყობილობის გაზომვების ჩასაწერად, გამოყენებული იქნება შემდეგი ცხრილის ფორმები:

იზოლაციის ტესტი (შედეგი MQ):

წრედი No.	L - N	L - PE	N - PE	გამართულია	გაუმართავია
1					
2					
3 (L1)					
3 (L2)					
3 (L3)					
3 (L1)					
3 (L2)					
3 (L3)					
3					

ძაბვის გაზომვები ერთფაზიან როზეტებსა და განათების როზეტებზე (შედეგები ვოლტში):

მდებარეობის No.	L - N	L-PE	N - PE	გამართულია	გაუმართავია
X1.1					
X1.2					
X1.3					
X2.1					
X2.2					
X3					
E1					
E2					
E3					

შენიშვნა: განათების როზეტებზე ძაბვის გაზომვისას, ღარწმუნდით, რომ ჩამრთველები არის ჩართულ მდგომარეობაში.

ძაბვის გაზომვა სამფაზიან როზეტზე:

მდებარეობის No.	L1 - N	L2 - N	L3 - N	L1 - PE	L2 - PE	L3 - PE	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3	N - PE	გამართულია	გაუმართავია
X4												

11. გაუმართაობის დიაგნოსტიკა

იმ შემთხვევაში, თუ ჩვენი საპროექტო ელექტრომონტყობილობა ვერ გაივლის ყველა საჭირო ტესტს, უნდა განხორციელდეს სცენარი, რომელსაც ეწოდება ხარვეზების დიაგნოსტიკა ან ხარვეზების აღმოჩენა. ხარვეზების აღმოჩენა ყოველთვის წარმოადგენს ვიზუალური შემოწმებების, გაზომვებისა და პროფესიული გამოცდილების ერთობლიობას. ხარვეზების გამოსწორების შემდეგ უნდა დაფიქსირდეს, თუ რა პრობლემა არსებობდა და როგორ იქნა ის აღმოჩენილი. რაც შეეხება ჩვენს პროექტს, ხარვეზები შეიძლება გამოწვეული იყოს შემდეგი ფაქტორებით:

- ხარვეზები იზოლაციაში;
- კონტაქტის პრობლემები მიერთების წერტილებზე;
- უწყვეტობის პრობლემები;
- არასწორი გაყვანილობა;
- სადენების არასათანადო ფერის კოდი;
- არასათანადო დამცავი მოწყობილობები;
- ფაზის არარსებობა;
- ნეიტრალის არარსებობა;
- PE-ს არარსებობა;
- მოკლე ჩართვა;
- ხარვეზიანი გადამრთველები, ნათურები ან როზეტები.

12. ელექტრული მოწყობილობის ექსპლუატაციაში გაშვება

ძირითადად, ნებისმიერი ელექტრული მოწყობილობის ექსპლუატაციაში გაშვების ტექნიკური მხარე შედგება შემდეგი დოკუმენტებისაგან, რომლებიც გადაეცემა დამკვეთს და ასლის სახით - მემონტაჟეს:

- ოთახის გეგმა განლაგებების მითითებით;
- ელექტრული წრედების დაგეგმილი რაოდენობა;
- ელექტრომონტყობილობების ერთხაზიანი სქემები;
- ელექტრული საერთო ელექტროსქემები;
- ელექტრული ნაკადის სქემები;
- ჩაწერილი გაზომვები, ხელმოწერილი ოფიციალური დოკუმენტის სახით, რომელიც აღასტურებს სისტემის უსაფრთხოებასა და გამართულ ფუნქციონირებას.

13. ელექტროინჟინერია (ელექტროტექნიკა)

ნაწილი 1: საბაზისო ელექტრული პროფესიული მომზადების გადაწყვეტები

- **პროფის უსაფრთხოება და ჯანმრთელობის დაცვა – კითხვები და პასუხები**
 1. ცნება „ინდივიდუალური დამცავი აღჭურვილობა“ ვრცელდება ყველა მოწყობილობასა და ნივთზე, რომელიც იცავს სხეულს ჯანმრთელობისათვის საშიში ზემოქმედებისაგან.
 2. ა) კლასიფიკაცია, ეტიკეტირება და შეფუთვა
 3. ბ) გლობალურად ჰარმონიზებული სისტემა საშიში ნივთიერებები და ნარევები სწორად უნდა იყოს შეფუთული და ეტიკეტირებული. გლობალურად ჰარმონიზებული სისტემის (GHS) საფუძველზე ქიმიური ნივთიერებების კლასიფიცირება და ეტიკეტირება მთელი მსოფლიოს მასშტაბით ხდება იდენტური კრიტერიუმების მიხედვით CLP (კლასიფიკაცია, მარკირება და შეფუთვა), რეგულაციების პარალელურად.
 4. ა) გარემოსათვის საშიშრო
 - ბ) კოროზიული, გამაღიზიანებელი
 - გ) აალებადი
 - დ) დამჟანგავია
 - ე) ტოქსიკური
 - ვ) ჯანმრთელობისათვის საშიშრო
 - ზ) ფეთქებადი
 5. ა) სად მოხდა უბედური შემთხვევა?
 - ბ) რა მოხდა?
 - გ) რამდენი ადამიანია დაშავებული?
 - დ) რა სახის დაზიანებები აღენიშნებათ მათ?
 - ე) დაელოდეთ, რათა პასუხი გასცეთ სამამულო ჯგუფის ნებისმიერ კითხვას.
 - ვ) არასოდეს დაასრულოთ სატელეფონო ზარი პირველმა.
 6. პირველადი დახმარება გულისხმობს ადგილზე დახმარებას, სანამ სპეციალისტი ან ექიმი შეძლებენ დაშავებულის ან ავადმყოფისათვის დახმარების აღმოჩენას.
 7. ელექტრული დენით გამოწვეული უბედური შემთხვევისას, უნდა გვახსოვდეს, რომ საჭიროა საკუთარი თავის დაცვა. მსხვერპლის სხეულში გამავალი დენი უნდა შეწყდეს. დაბალი ძაბვის სისტემების შემთხვევაში (საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ძაბვა, 230 ვოლტიდან 400 ვოლტამდე), აქტიური ელექტრული წრედის შეწყვეტა ხდება მაგ. გამორთვის, შტეფსელიდან (დენის როზეტიდან) შტეკერის (ჩანგლის) გამოღების ან მცველის მოცილების გზით. თუ წრედის შეწყვეტა შეუძლებელია, დაზარალებული უნდა განცალკევდეს დენგამტარი ნაწილებისაგან, დენგამტარი საგნის, მაგ. მაიზოლირებელი ღეროს მეშვეობით.
 8. ფორმისა და უსაფრთხოების ფერის კომბინაცია, თავისთავად, იმაზე მიუთითებს, არის თუ არა სიმბოლო დაკავშირებული ინფორმაციასთან, სავალდებულო მოქმედების, გაფრთხილების, აკრძალვის, საგანგებო ან ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის შესახებ.
 9. ა) არაუფლებამოსილი პირები არ დაიშვებიან
 - ბ) პირველადი დახმარების ოთახი, მასალები ან მოწყობილობები
 - გ) სავალდებულოა თვალის დამცავი საშუალებების ტარება
 - დ) ელექტროდენით დაზიანების საფრთხე
 10. ისინი გვაწვდიან დამატებით ინფორმაციას, სიტყვების ან ტექსტების მეშვეობით.
- **ელექტროტექნიკის თემაზე კითხვა-პასუხის ძირითადი ცნებები**
 1. მიზიდულობის ძალები ჩნდება და მოქმედებს განსხვავებულ/არამსგავს მუხტებს შორის. აქედან გამომდინარე, საჭიროა ძალისხმევა მათ განსაცალკევებლად. შემდგომში ეს ძალისხმევა იწახება მუხტებში ენერგიის სახით. განცალკევებულ მუხტებს ახასიათებს გათა-

ნაბრებისაკენ მიდრეკილება. ძაბვას ასევე უწოდებენ „პოტენციალთა განსხვავებას“.

2. ძაბვის ისეთ წყაროებში, როგორიცაა გენერატორები, გალვანური ელემენტები ან ფოტოელემენტები, ელექტრული მუხტები განცალკევებულია ერთმანეთისაგან. ამ პროცესში, ძაბვის გენერატორის ტერმინალებზე იქმნება ელექტრონების სიჭარბე ან დეფიციტი. პოტენციალთა განსხვავება გ)-სა და ე)-ს შორის არის 6 V.
3. შეამოწმეთ ინსტრუმენტის ბატარეა. ჩადეთ ორი ზონდი სათანადო პორტებში. შეამოწმეთ მუდმივი დენის ძაბვის გაზომვის პარამეტრები. სადენები მყარად უნდა იყოს დაკავშირებული საზომ წერტილებთან.
4. ა) 1.250 mA
ბ) 0,00324 A
გ) 123.000 pA
დ) 0,0436 kA
5. ა) სითბური ეფექტი: ელექტროდუმელი
ბ) მაგნიტური ეფექტი: რელე
გ) განათების ეფექტი: ნათურა
დ) ქიმიური ეფექტები: ბატარეა
ე) გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე: კუნთების უკონტროლო შეკუმშვა
6. ა) 1 S
ბ) 0,5 S
გ) 0,25 S
დ) 0,166 S
ე) 0,125 S
ვ) 0,1 S
7. $U = 100 \text{ V}$
8. $R = 1.045,45 \text{ Q}$
9. $P = U \times I$
10. დენი სამჯერ მცირდება.

• **წრედის ინჟინერია (საქმის ტექნიკა)**

1. ტუმბლერულ გადამრთველს გააჩნია ერთი შემავალი კონტაქტი, ე. წ. საერთო კონტაქტი და ორი გამომავალი კონტაქტი. შემავალი კონტაქტი უნდა იყოს მიერთებული დენის

წყაროზე. გადამრთველის შიგნით, კონტაქტების მექანიკური განლაგება იძლევა ან გამომავალი (კონტაქტი) ერთის, ან გამომავალი (კონტაქტი) ორის კვების საშუალებას. ბრმა გადამრთველს აქვს ერთი საერთო კონტაქტი, ე. წ. საერთო კონტაქტი და ასევე ორი გამომავალი კონტაქტი. შემავალი კონტაქტი უნდა იყოს მიერთებული დენის წყაროზე, მაგრამ გადამრთველის შიგნით კონტაქტების მექანიკური განლაგება განსაზღვრავს, რომ გამორთულ მდგომარეობაში, არცერთ გამომავალ კონტაქტს კვება არ მიეწოდება. ნომერ პირველ მდგომარეობაში აქტიურია გამომავალი (კონტაქტი) ერთი, მეორე მდგომარეობაში კი აქტიურია გამომავალი (კონტაქტი) ორი.

2. სისტემის გაფართოებისათვის, საჭიროა მეტი ტუმბლერული გადამრთველი.
3. ა) საიდენტიფიკაციო ნიშანი
ბ) კოდური ასო
გ) რიგითი ნომერი
დ) ფუნქციური სიმბოლო
4. არა.
5. IP ნიშნავს შეღწევის დაცვის კლასს. ორი რიცხვი უკან არის საკლასიფიკაციო კოდი. ამ მაგალითში, მოწყობილობას აქვს სრული კონტაქტური დაცვა, დაცულია მტვრისგან და დაცულია წყლის შხეფებისგან, ყველა მხრიდან.
6. ა) ერთხაზიანი დანადგარის მიმოხილვის სქემა
ბ) ერთხაზიანი დანადგარის წრედის სქემა

• **ელექტროხაზებისა და დატვირთვების დაცვა**

1. 230-V ქსელებში არის 3% ან 6,9V.
2. ა) თერმული გამორთვა (გადატვირთვისაგან დაცვა)
ბ) ელექტრომაგნიტური გამორთვა (მოკლე ჩართვისაგან დაცვა) ისინი თანმიმდევრულად არის დაკავშირებული წრედის ამომრთველის შიგნით.
3. C ტიპის ამომრთველები ამოქმედდება ნომინალურზე 5-10-ჯერ მაღალი დენის შემ-

თხვევაში. აქ მოიაზრება მახასიათებლები, რომელთა პირობებშიც უნდა მოხდეს მისი ამოქმედება. 10A არის ნომინალური დენი.

4. ნარჩენი დენის მოწყობილობა (RCD).
5. RCD-ები, რომელთა $I_{AN} < 30 \text{ mA}$, ემსახურება ინდივიდუალურ დაცვას.
1. გაუმართაობის სიმულაცია შესაძლებელია ტესტის დილაკით, ნებისმიერ დროს. შეიძლება შემოწმდეს მხოლოდ RCD-ის ამოქმედების ფუნქცია და არა დამცავი ღონისძიების ეფექტურობა.
2. ა) ზედაპირული დამიწება
ბ) დამამიწებელი ღეროები
გ) საძირკვლის დამიწებები
3. დამცავი პოტენციალის გათანაბრება ადკვეთს პოტენციალთა განსხვავებებს და შესაბამისად, კონტაქტურ ძაბვებს გამტარ სისტემის

კომპონენტებს შორის იზოლაციის დარღვევის შემთხვევაში, მათი PE (დამცავი დამიწების) გამტარების მიწასთან შეერთების გზით.

4. დამცავი მოწყობილობები ყოველთვის უნდა იყოს დაყენებული შერჩევით, ანუ წყაროს თვალსაზრისით, ჯერ უნდა მოდიოდეს ყველაზე მაღალი გამოთვლილი და საჭირო ნომინალური დენის მოწყობილობა, შემდეგ – უფრო დაბალი ნომინალური დენის მოწყობილობა და ა. შ.
5. საზომი სისტემები და ტარიფების კონტროლის ბლოკები დამონტაჟებულია მრიცხველების კარადებში, რომელიც შეიძლება მოიცავდეს ელექტრო განაწილებას და ასევე სივრცეს მომავალი გამოყენებისთვის, მაგალითად, როუტერისათვის მრიცხველზე გარე წვდომის უზრუნველსაყოფად, ან სითბოს ტუმბოების და სხვა მოწყობილობების სამართავი რელეები.

გამოყენებული ლიტერატურა

სახელმძღვანელოში გამოყენებულია Verlag Europa-Lehrmittel-ის (დიუსელდერგერშტრასე 23, 42781 ჰაანი, გერმანია), მიერ გამოცემული პუბლიკაცია, საავტორო უფლებების დაცვით. ხსენებული შინაარსი მონიშნულია შესაბამისი ლოგოთი და მოიცავს მასალას „ელექტრო ინჟინერიის სახელმძღვანელოდან“ (#32409, Verlag Europa-Lehrmittel, გამოყენების ნებართვის ნომრით 301-253, დათარიღებული 2023 წლის 6 ივნისს).

ყველა სხვა კონტენტი ეკუთვნის მანფრედ ბეკერს, Becker Consulting, საავტორო უფლებით (ლანგერაცჰე 7, 50171 კერპენი, გერმანია).

ავტორი ნებას რთავს ა(ა)იპ ინფრასტრუქტურის მშენებელთა ასოციაციას კონტენტის შეუზღუდავ გამოყენებაზე.

დანართი



[ვიდეორგოლი](#)

ვიდეორგოლი – პრაქტიკული სავარჯიშო, კოლეჯში შედუღების პროფესიის შემსწავლელი სტუდენტებისა და მსმენელებისათვის.



ICCA

ინფრასტრუქტურის
მშენებელთა
ასოციაცია



გერმანიის
თანამშრომლობა
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implemented by

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

დაბეჭდილია გერმანიის საერთაშორისო
თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) მიერ, გერმანიის
ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების
ფედერალური სამინისტროს (BMZ) სახელით.

რეგისტრირებული ოფისები: ბონი და ეშბორნი, გერმანია
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

კერძო სექტორის განვითარება და პროფესიული
განათლება სამხრეთ კავკასიაში
რუსთაველის გამზირი N42/გრიბოედოვის ქუჩა N31ა,
0108 თბილისი, საქართველო
ტელეფონი: + 995 32 220 1833
ელ.ფოსტა: giz-georgia@giz.de
ვებგვერდი: www.giz.de

Published by the Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH on behalf of the German
Federal Ministry for Economic Cooperation and
Development (BMZ).

Registered offices Bonn and Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Private Sector Development and Technical Vocational
Education and Training South Caucasus.
42, Rustaveli Ave/31a, Griboedov Street, 0108 Tbilisi,
Georgia
T + 995 32 220 1833
E giz-georgia@giz.de
I www.giz.de