

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ჟ. გრიგალაშვილი

**სასმელებისა და პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიური
პროცესების ავტომატიზაციის შესახებ**

ტომი 1

(გადამწოდები და შემსრულებელი მოწყობილობები)

რეგისტრირებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი 2013

უაკ 62-52 (075.8); 681.5 (075.32)

წიგნში წარმოდგენილია პრაქტიკულად ნებისმიერი პროდუქციის ხარისხის კონტროლის, სამრწველო პროცესებისა და ტრანსპორტირების ეფექტური მართვის უმნიშვნელოვანესი ამოცანების გადაწყვეტილებებისათვის აუცილებელი უკონტაქტო სენსორების, კუთხური გადაადგილებების გადამწოდების, მანძილის გამზომების, ბიჯური და სერვოდრავების, სისშირული გარდამქმნელებისა, და ავტომატიკის სხვა ელემენტებისა და მოწყობილობების აღწერილობები.

ბევრი მათგანი, მათში ჩაშენებული ლოგიკიდან გამომდინარე, განკუთვნილია საკონტროლო-გამზომი და კომუნიკაციური ფუნქციების შესასრულებლად და წარმოადგენს ავტონომიურ ინტელექტუალურ ხელსაწყოებს, რის ძალითაც მათ შეუძლიათ შეასრულონ რეგისტრაციის, ათვლის, კლასიფიკაციის, ობიექტის მდგომარეობის, ფორმისა და დასწრების განსაზღვრის, ზედაპირის არაერთგვაროვნების განსაზღვრის ამოცანების შესრულება.

არწერილი ელემენტები და მოწყობილობები შეიძლება გამოიყენებულ იქნას: შემფუთავ ხაზებზე, სასაწყობე და სატრანსპორტო ტერმინალებში, ელექტრონულ მანქანათმშენებლობაში, ტიპოგრაფიულ მანქანებსა და ხისლამშუშავებელ ჩარხებში, თამბაქოსა და მედიკამენტების წარმოებაში, და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია საქართველოს მრეწველობის პერსპექტიული განვითარებისათვის - ისინი გამოიყენება და გამოყენებულნი იქნებიან მომავალში სასმელების, კონსერვებისა და სხვა პროდუქტების წარმოებაში.

წიგნი განკუთვნილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ხელსაწყობათმშენებლობის, ავტომატიზაციისა და მართვის სისტემების სპეციალობების სტუდენტებისათვის. იგი დაეხმარება მათ ზემოთაღნიშნული საწარმოების ავტომატიზირებული სისტემების სერვისული მომსახურების უნარ-ჩვევების გამომუშავებასა და შესწავლაში.

რეცენზენტი აკადემიკოსი რ. ხუროძე

რეცენზენტი სრული პროფესორი ნ. ჯიბლაძე

© საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2013

ISBN (ყველა ტომი)

ISBN (პირველი ტომი)

| | |
|--|----|
| სარჩევი. | 3 |
| თავი I - ავტომატიზირებული სისტემების არქიტექტურა | 7 |
| 1.1. არქიტექტურის შემადგენელი ნაწილები. | 7 |
| 1.2. უმარტივესი ავტომატიზირებული სისტემა | 10 |
| 1.3. სამრეწველო გამოყენების გადამწოდები. | 12 |
| 1.4. გადამწოდების კლასიფიკაცია | 12 |
| 1.5. მოთხოვნილებები გადამწოდების მიმართ. | 13 |
| თავი II - ფირმები და გადამწოდები. | 15 |
| 2.1. Schneider Electric-ის გადამწოდები. | 15 |
| 2.2. SICK -ის გადამწოდები. | 16 |
| 2.3. Simens-ის გადამწოდები. | 18 |
| 2.4. Leuze electronic-ის გადამწოდები | 19 |
| 2.5. TR-Electronic-ის გადამწოდები. | 20 |
| 2.6. BALLUFF -ის გადამწოდები | 21 |
| 2.7. Autonics-ის გადამწოდები. | 22 |
| 2.8. CARLO GAVAZZI -ის გადამწოდები. | 23 |
| 2.9. PEPPERL+FUCHS-ის გადამწოდები. | 25 |
| 2.10. Endress+Hauser-ის გადამწოდები. | 26 |
| 2.11. Omron-ის გადამწოდები | 27 |
| თავი III - ინდუქციური გადამწოდები | 29 |
| 3.1. ინდუქციური გადამწოდების შემადგენლობა | 29 |
| 3.2. ინდუქციური გადამწოდების მოქმედების პრინციპი. | 30 |
| 3.3. მიახლოების ინდუქციური გადამწოდები | 32 |
| 3.4. ინდუქციური გადამწოდების შეერთებები. | 36 |
| 3.5. ინდუქციური გადამწოდების ძირითადი პარამეტრები. | 36 |
| თავი IV - ტევადური გადამწოდები. | 38 |
| 4.1. ტევადური გადამწოდების შემადგენლობა | 38 |
| 4.2. ტევადური გადამწოდების გამოყენების არეები | 40 |

| | |
|---|----|
| 4.3. ტევადური გადამწოდების ტიპიური გამოყენებები | 40 |
| 4.4. ტევადური გადამწოდების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები. | 41 |
| 4.7. ტევადური გადამწოდების შეერთებები | 42 |
| 4.8. ტევადური გადამწოდების ძირითადი პარამეტრები | 43 |
| თავი V - ულტრაბგერითი გადამწოდები. | 44 |
| 5.1. ულტრაბგერითი გადამწოდის მოქმედების პრინციპი | 44 |
| 5.2. ულტრაბგერითი გადამწოდის მუშაობის რეჟიმები. | 47 |
| 5.3. ულტრაბგერითი გადამწოდების თავისებურებები. | 49 |
| 5.4. ულტრაბგერითი გადამწოდების გამოყენების არეები. | 50 |
| 5.5. ულტრაბგერითი გადამწოდების ძირითადი პარამეტრები | 50 |
| 5.6. ულტრაბგერითი გადამწოდების შეერთებები. | 51 |
| 5.7. ულტრაბგერითი გადამწოდების გამოყენების მაგალითები | 52 |
| თავი VI - ფოტოელექტრული გადამწოდები. | 54 |
| 6.1. ფოტოელექტრული გადამწოდების ტიპები | 54 |
| 6.2. სხვა ტიპის ოპტიკური გადამწოდები | 58 |
| 6.3. ფოტოელექტრული გადამწოდების მოქმედების პრინციპი | 63 |
| 6.4. ფოტოელექტრული გადამწოდების ტექნიკური მახასიათებლები | 70 |
| 6.5. ფოტოელექტრული გადამწოდების შეერთებები. | 71 |
| თავი VII – ენკოდერები. | 71 |
| 7.1. მექანიკური ენკოდერი | 71 |
| 7.2. ოპტიკური ენკოდერი. | 73 |
| 7.3. ოპტიკური ენკოდერი მოქმედების პრინციპი | 75 |
| 7.4. ოპტიკური მოწყობილობების სქემოტექნიკის თავისებურებები. | 77 |
| 7.5. კუთხური ოპტიკური ენკოდერები | 78 |
| 7.6. აბსოლუტური ენკოდერი | 80 |
| 7.7. მრავალბრუნვიანი კუთხური ენკოდერები | 85 |
| 7.8. ენკოდერების პარამეტრები (Siemens-ის ფირმის). | 87 |

| | |
|---|-----|
| თავი VIII - ტემპერატურული გადამწოდები | 89 |
| 8.1. თერმოწინააღმდეგობები. | 90 |
| 8.2. თერმოწყვილები | 93 |
| 8.3. ნახევარგამტარული გადამწოდები (თერმისტორები). | 95 |
| თავი IX - წნევის გადამწოდები. | 97 |
| 9.1 გასაზომი წნევების სახეები | 99 |
| 9.2. ჰიდროსტატიკური წნევა | 101 |
| 9.3. წნევის გადამწოდი | 103 |
| 9.4. წნევის გადამწოდების კლასიფიკაცია | 104 |
| 9.5. წნევის ტენზორეზისტული და პიეზორეზისტორული გადამწოდები. | 105 |
| 9.6. წნევის ტევადური და რეზონანსული გადამწოდები | 106 |
| 9.7. წნევის ინდუქციური და იონიზაციური გადამწოდები. | 107 |
| 9.8. ნახევარგამტარული წნევის გადამწოდების მოქმედების პრინციპი. | 108 |
| 9.9. პულსირებული წნევის გადამწოდები. | 110 |
| თავი X - დონის გადამწოდები | 113 |
| 10.1. დონის გაზომვა წნევის გადამწოდების დახმარებით. | 113 |
| 10.2. დონის გაზომვა დიფერენციალური მანომეტრების გამოყენებით | 114 |
| 10.3. დონის გაზომვა ჰიდროსტატიკური გადამწოდებით | 115 |
| 10.4. Deltapilot M FMB51 ჰიდროსტატიკური დონის გამზომი | 117 |
| 10.5. ტექნიკური მახასიათებლები | 118 |
| 10.6. სამომხმარებლო ინტერფეისი. | 120 |
| 10.7. ელექტრონული მისადგამის აღწერილობა. | 121 |
| თავი XI - სიხშირული გარდამქმნელები. | 122 |
| 11.1. სიხშირული გარდამქმნელების მოქმედების პრინციპი | 123 |
| 11.2. ასინქრონული ძრავების მართვის მეთოდები. | 124 |
| 11.3. Simens Mikromaster 430 ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები. | 128 |
| 11.4. Simens Sinamik G 110 ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები | 129 |

| | |
|---|-----|
| 11.5. Danfoss VLT® Automation Drive ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები . . . | 130 |
| 11.6. გარდამქმნელის ზოგიერთი ფუნქციის განმარტებები | 137 |
| თავი XII - სერვოდრავები. | 139 |
| 12.1. (DS/CM, CMP, CMD სერიის) სინქრონული სერვოდრავები | 141 |
| 12.2. (CT/CV სერია და DRL სერია) ასინქრონული სერვოდრავები | 143 |
| 12.3. (SL2 სერიის) სინქრონული ხაზური ძრავები. | 145 |
| 12.4. (CMS სერია) სინქრონული ხაზური ძრავები. | 146 |
| 12.5. ბიჯური ძრავები | 148 |
| თავი XIII - დაბალვოლტიანი საკომუტაციო მოწყობილობები. | 155 |
| 13.1. საბოლოო გამომრთველები | 155 |
| 13.2. კონტაქტორები | 156 |
| 13.3. რელეები | 158 |
| 13.4. წვრილმანები. | 160 |

თავი I - ავტომატიზირებული სისტემების არქიტექტურა

ავტომატიზირებული სისტემის დანიშნულებაა შეამსუბუქოს ადამიანის შრომა, გააფართოვოს მისი ფუნქციონალური შესაძლებლობები, ამიტომ, რომ ავტომატიზაციის სისტემის არქიტექტურა მეტნაწილად გვაგონებს ადამიანის აგებულებას: გრძობის ორგანოების როლს ასრულებს გადამწოდები, ხელების, ფეხების და მეტყველების ორგანოების როლს – შემსრულებელი მექანიზმები, ტვინის როლს კი კონტროლერები.

აქედან გამომდინარე, ავტომატიზირებული სისტემების არქიტექტურა გასაგებია ყველასათვის, მაგრამ კონკრეტული სისტემის დამუშავებისას წარმოიშვება მრავალი პრაქტიკული საკითხი, რომლებიც ეხება სტანდარტიზაციას, უსაფრთხოებას, კომერციულ ეფექტურობას, ტექნოლოგიურობას, სიზუსტეს, საიმედოობას, შეთავსებადობას, ტექნიკურ მხარდაჭერას და სხვ. რომლებიც ზოგადად განხილული იქნება შემდეგ თავებში.

წინამდებარე შრომაში განხილული იქნება მხოლოდ და მხოლოდ სამრეწველო ავტომატიზაციის აგების ზოგადი პრინციპები.

1.1. არქიტექტურის შემადგენელი ნაწილები

გადამწოდები – არსებობს გადამწოდების უამრავი სახეობა (ტემპერატურის, სიჩქარის, აჩქარების, ვიბრაციის, წონის, დაძაბულობის, სიხშირის, მომენტის, განათებულობის, ხმაურის, წნევის და სხვ.), რომლებიც გარდაქმნიან ფიზიკურ სიდიდეებს ელექტრულ სიგნალებად. თუ კი სიგნალის პარამეტრები არ შეესაბამება ანალოგურ-ციფრული (აცპ) გარდამქმნელების პარამეტრებს (მაგ. აცპ-ს შესასვლელი დიაპაზონია 0 ... 10 ვ, ხოლო გადამწოდს (თერმოწვეილი) აქვს გამოსასვლელი ძაბვა 0 ... 100 მვ-ის დიაპაზონში), მაშინ გამოიყენება გამზომი გარდამქმნელები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გადამწოდის სიგნალის ნორმალიზებას (გაზომვის სტანდარტულ დიაპაზონზე დაყვანა, გაწრფივება, გაძლიერება, ცდომილების კომპენსაცია და სხვ.). გამზომ გარდამქმნელებს ჩვეულებრივ აერთიანებენ ანალოგური შესასვლელების მქონე მოდულებთან.

გამზომი გარდამქმნელები – მათ შემადგენლობაში შეიძლება იყოს აცპ ან ცაპ (ციფრულ ანალოგიური გარდამქმნელი), აგრეთვე მიკროპროცესორი გადამწოდის მახასიათებლის გაწრფივებისა და სისტემის ანალოგიური ნაწილის ცდომილების კომპენსაციისათვის.

ცნობილია ასევე ციფრული გადამწოდები - რომლებიც თავის თავში აერთიანებს ფიზიკური სიდიდის პირველად გარდამქმნელს ელექტრულ სიგნალად, გამზომ გარდამქმნელსა და აცპ-ს.

ანალოგიური შემყვანი მოდულები – ანალოგიური სიგნალების შემყვანისათვის კომპიუტერში გამოიყენება ანალოგიური შემყვანი მოდულები, რომლებიც შეიძლება ორი სახისა იყვნენ, საერთო დანიშნულების და სპეციალიზირებული დანიშნულების.

უნივერსალური დანიშნულების მოდულები - რომლებმაც შეიძლება აღიქვან ძაბვის სიგნალები შემდეგ დიაპაზონებში (150 მვ, 500 მვ, 1 ვ, 5 ვ, 10 ვ და დენის სიგნალები 20 მა დიაპაზონში.

სპეციალიზირებული დანიშნულების მოდულებმა - შეიძლება აღიქვან სიგნალები მაგ. მხოლოდ თერმოწყვილებიდან და შეიცავენ ჩაშენებულ მესხიერების ბლოკს, რომელიც თავის მხრივ შეიცავს შესწორებების ცხრილს თერმოწყვილების ცივი შედულების ტემპერატურისა და არახაზოვნობის კომპენსაციისათვის.

დისკრეტული შემყვანი მოდულები – რომლებიც არ შეიცავს აცპ-ს და შეუძლიათ ისეთი სიგნალების შეყვანა, რომელთაც აქვთ ორი დონე (მაგ. სიგნალები საბოლოო გამომრთველებიდან, კარების გაღების გადამწოდებებიდან, სახანძრო გადამწოდებებიდან, მოძრაობის გადამწოდებიდან და სხვ. დისკრეტული შემყვანი მოდულების დონეები შეიძლება, როგორც წესი, იცვლებოდნენ 0 ... 24 ვოლტამდე ან 0 ... 220 ვოლტამდე. მოდულები, რომელთა შესასვლელია 220 ვ შეიძლება გამოყენებულ იქნას მაგ., ძაბვის არსებობის რეგისტრაციისათვის ელექტროძრავის მომჭერებზე ანდა გამათბობელ აპარატზე.

თვლის შეყვანის მოწყობილობები - რომლებსაც აქვთ დისკრეტული შესასვლელი და შესაძლებლობას იძლევა აითვალოს შემომსვლელი იმპულსების

რაოდენობა ანდა სიხშირე. ისინი გამოიყენება, მაგ. ლილვის ბრუნვის სიჩქარის გაზომვისათვის, ანდა კონვეიერზე პროდუქციის რაოდენობის თვლისათვის.

ინტერფეისები - კომუნიკაციები კომპიუტერსა და შემყვან-გამომყვან მოწყობილობებს შორის სრულდება მიმდევრობითი ინტერფეისებით მაგ. USB, CAN, RS-232, RS-485, RS-422, Ethernet ან პარალელური ინტერფეისით LPT. ზოგჯერ შემყვან-გამომყვან მოწყობილობებს ამზადებენ პლატების სახით, რომლებიც იდგმება პირდაპირ კომპიუტერში PSI ან ISA გასართებში. პლატების ღირსებაა შემყვან-გამომყვანი არხების მიერ მაღალი გატარების უნარის შექენა (10 მბიტი/წმ-ზე მეტი). ნაკლოვანებაა ელექტრომაგნიტური აღძვრების უფრო მაღალი დონე და კონსტრუქციული შეზღუდვა შემყვან-გამომყვანი არხების რაოდენობაზე.

კომპიუტერი – წარმოადგენს ავტომატიზირებული სისტემის “ტვინს”. იგი იღებს სიგნალებს გადამწოდებიდან, ასრულებს მასში ჩაწერილ პროგრამას და გასცევს აუცილებელ ინფორმაციას გამომყვან მოწყობილობაზე.

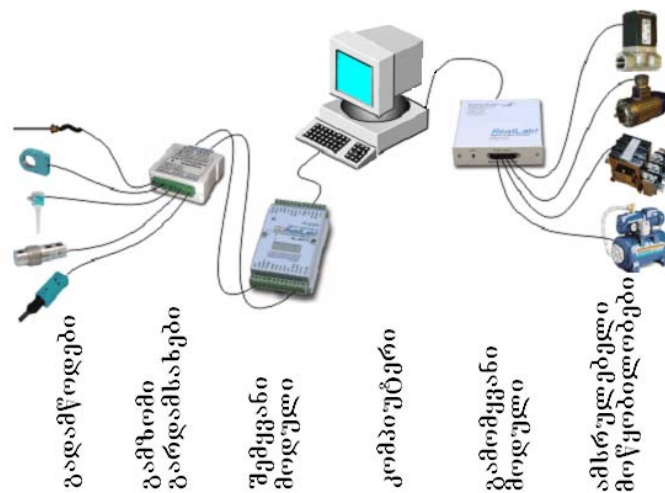
პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი (პლკ) - ავტომატიზირებულ სისტემებში კომპიუტერის ნაცვლად, ანდა მასთან ერთად ხშირად გამოიყენება პლკ. მისი ძირითადი განსხვავება კომპიუტერისაგან არის სპეციალური კონსტრუქციული შესრულება (მონტაჟი დგარზე, სტენდზე, კედელზე ანდა ტექნოლოგიურ მოწყობილობაში), გარდა ამისა მას არ აქვს მექანიკური მყარი დისკი, დისპლეი, კლავიატურა. კონტროლერებს აქვთ აგრეთვე მცირე ზომები, გაფართოვებული ტემპერატურული დიაპაზონი, მომეტებული მედეგობა ვიბრაციებისა და ელექტრომაგნიტური გამოსხივებების მიმართ, დაბალი ელექტრომოსხმარება, დაცულია მტვრისა და წყლის ორთქლის ზემოქმედებისაგან, შეიცავს სადარაჯო ტაიმერს და ანალოგიური და დისკრეტული შეყვანა-გამომყვანის პლატებს, აქვს აგრეთვე კომუნიკაციური პორტების მეტი რაოდენობა;

შემყვან-გამომყვანი მოწყობილობები (მოდულები) – შესაძლებლობას იძლევა შეტანილ ან გამოტანილ იქნას დისკრეტული, ანალოგიური ან სიხშირული სიგნალები. დისკრეტული სიგნალები გამოიყენება ელექტროძრავების და ელექტრული გამათბობლების ჩართვისთვის, სარქველების, ძრავების, ტუმბოების და სხვა ამსრულებელი მოწყობილობების მართვისათვის.

სიხშირული სიგნალი გამოიყენება საშუალო სიმძლავრის, მაგრამ დიდი ინერციულობის მქონე მოწყობილობების მართვისთვის განივ-იმპულსური მოდულაციის გამოყენებით.

1.2. უმარტივესი ავტომატიზირებული სისტემა

ნახ. 1.1-ზე მოყვანილი სისტემა მისი დანიშნულებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის მიხედვით შეიძლება მუშაობდეს მონაცემთა შეგროვების სისტემად, დესპეჩერული ან ავტომატური მართვის სისტემად, კონტროლის, გამოცდის, დიაგნოსტიკის სისტემად და სხვ. ავტომატიზირებული სისტემის უმარტივესი ვარიანტია, ნახაზზე ბაჩვენები სისტემა რომელიც აგებულია ერთი კომპიუტერის, შემყვან-გამომყვანი მოწყობილობების, გადამწოდების და შემსრულებელი მოწყობილობების (აქტივატორები) გამოყენებაზე. ნახაზზე გადამწოდები მიერთებული არიან ერთ მრავალარხიან გამზომ გარდამსახს. თუმც სხვადასხვა ტიპის გადამწოდები შეიძლება ითხოვდნენ სხვადასხვა ტიპის გარდამსახებს ანდა შეიძლება მათ გარეშეც კი მუშაობდნენ.



ნახ. 1.1. ავტომატიზირებული სისტემის უმარტივესი ვარიანტი

ზოგიერთი ტიპის ინტელექტუალურ გადამწოდებს აქვთ RS-485 ინტერფეისი და შეუძლიათ პირდაპირ კომპიუტერს (კონტროლერს) მიუერთდნენ, როგორც მაგ. NL-1S სერიის გადამწოდები.

ნახაზზე ავტომატიზირებული სისტემა წარმოდგენილია ერთი კომპიუტერთა და თითო შემყვან/გამომყვანი მოწყობილობით. სიგნალის გადაცემის სიშორის 1,2 კმ-მდე გაზრდის მიზნით შეიძლება გამოყენებულ იქნას RS-232 ინტერფეისის გარდამქმნელი RS-485 ინტერფეისში ან RS-422 ინტერფეისში, აგრეთვე “დენური მარყუვი“-ის ინტერფეისში.

თუ თავისუფალი პორტი მოწყობილობის შესაერთებლად აღარ დარჩა, მაშინ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ინტერფეისების განმშტოებლები. გავრცელებულია USB (ხაბები) და RS-232 ინტერფეისების განმშტოებლები. მოწყობილობები, რომელთაც აქვს RS-232 ინტერფეისი შეიძლება შეერთებულ იქნას USB პორტთან, თუ გამოყონებული იქნება USB ინტერფეისების გარდამქმნელი RS-232-ში.



ნახ. 12. შემყვან/გამომყვანი მოწყობილობების შეერთებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას კომპიუტერის (კონტროლერის) ყველა პორტი

სამრეწველო დანიშნულების კომპიუტერებისა და კონტროლერებს ჩვეულებრივად აქვთ რამდენიმე RS-485, RS-422 პორტი და აგრეთვე ოპტიკურბოქოვანი პორტი. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი პორტი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ინფორმაციის გაცვლისთვის კომპიუტერსა (კონტროლერსა) და გარე მოწყობილობებს შორის, იხ. ნახ. 12.

1.3. სამრეწველო გამოყენების გადამწოდები

თანამედროვე მართვის ავტომატური სისტემები – ეს რთული მრავალდონიანი მოწყობილობების კომპლექსია, რომელიც შექმნილია გამოსაშვები პროდუქციის მაქსიმალური მწარმოებლობისა და მაღალი ხარისხის მიღების უზრუნველსაყოფად. პროდუქციის წარმოებისას მართვის სისტემების ურთიერთმოქმედება ტექნოლოგიურ პროცესებთან, პარამეტრების, რაოდენობისა და ხარისხის კონტროლი ხდება სხვადასხვა ტიპის გადამწოდებისა და ანალიზური აპარატურის დახმარებით.

გადამწოდების გამოყენება საშუალებას გვაძლევს გამოდგებით ვაკონტროლოთ ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობა და ვახდინოთ მისი ოპტიმიზირება, რაც აუმჯობესებს პროდუქციის ხარისხსა და ზრდის წარმოების კონკურენტუნარიანობას. სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაცია, სხვადასხვა აგრეგატების, მექანიზმების, მანქანების ეფექტური მართვა ითხოს სხვადასხვა ფიზიკური სიდიდეების მრავარიცხოვან გაზომვებს.

გადამწოდები (გამზომი გარდამსახები, სენსორები) გამოიყენება ავტომატიკის მრავალი სისტემის ელემენტებად – მათი დახმარებით იღებენ ინფორმაციას საკონტროლებელი სისტემების ან მოწყობილობების პარამეტრების შესახებ.

1.4. გადამწოდების კლასიფიკაცია

გადამწოდი საზომი, სასიგნალო, სარეგულირებელი ანდა სამართავი მოწყობილობების ის ელემენტია, რომელიც გარდაქმნის საკონტროლო სიდიდეს (ტემპერატურა, წნევა, სიხშირე, სინათლის ძალა, ელექტრული ძაბვა, დენი და ა.შ.შ) ისეთ სიგნალად, რაც მოსახერხებელი იქნება გაზომვის, გადაცემის, შენახვის, დამუშავების, რეგისტრაციის და ზოგჯერ მათი ზემოქმედებისათვის სამართავ პროცესებზე.

ავტომატიკის სისტემებში გამოყენებული გადამწოდები ძალზედ მრავალფეროვანია და შეიძლება კლასიფიცირებულნი იყოს სხვადასხვა ნიშნების მიხედვით:

1. შემაჯავლი (გასაზომი) სიდიდის სახეობის მიხედვით განარჩევენ: მექანიკური გადაადგილების (ხაზური, კუთხური); პნევმატიკური,

ელექტრული, ხარჯის, სიჩქარის, აჩქარების, დაძაბულობის, ტემპერატურის, წნევის, დონის, დროის და სხვ. გადამწოდებს;

2. გამომავალი სიდიდის სახეობის მიხედვით (რაშიც გარდაიქმნება შემავალი სიდიდე), განარჩევენ: მუდმივი დენის ამპლიტუდის, ცვლადი დენის ამპლიტუდის, ცვლადი დენის სიხშირის, წინააღმდეგობის (აქტიური, ინდუქტიური, ტევადური) და სხვ. გადამწოდებს;
3. მოქმედების პრინციპის მიხედვით, განიარჩევიან: გენერატორული და პარამეტრული (გადამწოდი-მოდულატორები) გადამწოდები. გენერატორული ტიპის გადამწოდები ასრულებენ შემავალი ფიზიკური სიდიდის უშუალო გარდაქმნას ელექტრულ სიგნალად, ხოლო პარამეტრული ტიპის გადამწოდები კი ასრულებენ შემავალი სიდიდის გარდაქმნას თავისივე რომელიმე ელექტრული პარამეტრის (R, L და C) ცვლილებად;
4. მოქმედების პრინციპის მიხედვით, გადამწოდები შეიძლება კიდევ განიარჩეოდნენ: ომურ, რეოსტატულ, ფოტოელექტრულ (ოპტიკურ-ელექტრული), ინდუქტიურ, ტევადურ და სხვ. გადამწოდებად.

განასხვავებენ გადამწოდების სამ სახეობას:

- ანალოგური გადამწოდები, ანუ გადამწოდები, რომლებიც გამოიმუშავენ შესასვლელი სიდიდის ცვლილების პროპორციულ ანალოგურ სიგნალებს;
- ციფრული გადამწოდები, რომლებიც გენერირებენ ან იმპულსების თანმიმდევრობას ან ორობით სიტყვას (კოდს);
- ბინარული (ორობითი) გადამწოდები, რომლებიც გამოიმუშავენ მხოლოდ ორი დონის სიგნალს: “ჩართული/გამორთული” (ანუ 0 ან 1).

1.5. მოთხოვნილებები გადამწოდების მიმართ

გადამწოდები უნდა აკმატოფილებდნენ შემდეგ მოთხოვნებს:

- შემავალ და გამომავალ სიდიდეებს შორის ცალსახა დამოკიდებულებას;
- მახასიათებლების სტაბილურობას დროში;
- მაღალ მგრძობიარობას;
- მცირე ზომებს და მასას;
- საკონტროლო პროცესსა და საკონტროლო პარამეტრზე უკუმოქმედების

არარსებობას;

- მუშაობის შესაძლებლობას სხვადასხვა საექსპლუატაციო პირობების დროს;
- მონტაჟის სხვადასხვა ვარიანტების არსებობას.

თავი II - ფირმები და გადამწოდები

წინამდებარე ნაშრომში ნაჩვენებია ელექტრონული კომპონენტების მწარმოებელი ცნობილი ფირმების სხვადასხვა სახის პროდუქცია, განიხილება გადამწოდები, ამსრულებელი ელემენტები და მოწყობილობები რომლებიც გამოიყენება საქართველოს მრეწველობაში, კერძოთ სასმელი პროდუქციის წარმოების საქმეში.

2.1. Schneider Electric-ის გადამწოდები

Schneider Electric-ის აწარმოებს სამრეწველო გადამწოდების სრულ სპექტრს: ოპტიკურ, ინდუქციურ (Osiprox), ტევადურ გადამწოდებს. Schneider Electric-ის სამრეწველო გადამწოდებს განეკუთვნება აგრეთვე ულტრაბგერითი (Osisonic), მაგნიტური, ფოტოელექტრული გადამწოდები, (Osipric) საბოლოო გამომრთველები (Osiswitch), დონის კონტროლის გადამწოდები (Nautilus) და სხვ.



ოპტიკური
გადამწოდები



ინდუქციური
გადამწოდები



მაგნიტური
გადამწოდები



ტევადური
გადამწოდები



საბოლოო
გადამწოდები

Osiswitch



2.2. SICK -ის გადამწოდები

SICK-ი აწარმოებს სრულ სპექტრს ოპტიკური (SICK WLG, SICK WL), ულტრაბგერითი (SICK UM), ფოტო (SICK WTB, SICK ZT, SICK WL, SICK WT, SICK WTV), ინდუქციური (SICK IME, SICK IH, SICK IM, SICK IMF, SICK I), ტევადური (SICK CM, SICK CQ), მაგნიტური (SICK MM, SICK MQ), ოპტიკურბოხკოვანი (SICK WLL), ლაზერული, დონისა და წნევის, კუთხური გადაადგილებების (ენკოდერები) სამრეწველო გადამწოდებს.

გამოყენების მიხედვით SICK-ის გადამწოდების დანიშნულებაა ობიექტის არსებობის უკონტაქტო აღმოჩენა, რომლებიც შეიძლება დამზადებულ იყოს როგორც მეტალური ასევე არამეტალური (მაგ. ფხვიერი მასალები, თხევადი, მარცვლოვანი) ნივთიერებებისაგან აგრეთვე გამჭირვალე ნივთიერებებისაგან.



მდგომარეობის
მაგნიტური
გადამწოდი



საკონვეიერო
გადამწოდი



მდგომარეობის
ინდუქციური
გადამწოდები



ოპტიკური
გადამწოდი



მდგომარეობის
ინდუქციური
გადამწოდები



ინდუქციური
გადამწოდები



მდგომარეობის
ტევადური
გადამწოდები



ულტრაბგერითი გადამწოდ
Sick UM18-2 Hi



ფოტოელექტრული გადამწოდები
1. ობიექტიდან არეკვლით



ოპტიკურბოხკოვანი
ფოტოელექტრული
გადამწოდი



ფოტოელექტრული გადამწოდები
1. ობიექტიდან არეკვლით
2. რეფლექტორიდან არეკვლით
3. ერთგახვლიანი

2.3. Siemens-ის გადამწოდები

Siemens-ის გადამწოდები შეიძლება იყოს ოთხი სახის:

- ულტრაბგერითი უკონტაქტო გადამწოდები **Siemens BERO 3RG6**: ასრულებენ გაზომვებს 5 სმ-იდან 10 მეტრამდე დიაპაზონში;
- ოპტიკური უკონტაქტო გადამწოდები **Opto-BERO 3RG7**: წარმოდგენილი არიან:
 1. ზემინიატურული 4 მმ დიამეტრითა და 50 მმ-ის მგრძნობიარობის დიაპაზონით დაწყებული;
 2. და დამთავრებული, განსაკუთრებით ზუსტი ლაზერული გადამწოდით, აღმოჩენის მანძილით 50 მ-მდე.
- ინდუქციური უკონტაქტო **Siemens BERO 3RG4**: განსაზღვრავენ მეტალის საგნების ადგილმდებარეობას და გამოსცემენ შესაბამის სიგნალებს;
- ტევადური უკონტაქტო **Siemens BERO 3RG16**: წარმოადგენენ საბოლოო გამომრთველებს.



ულტრაბგერითი გადამწოდები
3RG60, 3RG61



ოპტიკური გადამწოდები
Opto-BERO 3RG7



მიხლოვების ოპტიკური
გადამწოდები
SIMATIC PXO



ინდუქციური გადამწოდები
**Simens BERO 3RG4011,
4012, 4013**



მიხლოვების ინდუქციური
გადამწოდები
სერიä **PXI**

2.4. Leuze electronic-ის გადამწოდები

Leuze electronic-ის აწარმოებს ოპტო-ელექტრონულ გადამწოდებს, იდენტიფიკაციის სისტემებს, მანქანური მხედველობის სამრეწველო სისტემებს, მონაცემთა გადაცემის სისტემებს, აგრეთვე უსაფრთხოების ოპტოელექტრონულ სისტემებს.

Leuze electronic ცნობილია თავისი ინოვაციური დამუშავებებით ოპტოელექტრონულ სისტემებში: კერძოთ, ცნობილია მონაცემთა გადაცემის ოპტიკური სისტემები, ხელისა და სტაციონარული შტრიხ-კოდების წამკითხავები, უსაფრთხოების მოღულები, უსაფრთხოების ბარიერები, უსაფრთხოების სკანერები.



ულტრაბგერითი
გადამწოდები



ოპტიკურბოჩკოვანი
გადამწოდები



ჭრილიანი
ოპტიკური
გადამწოდ



ოპტიკური
გადამწოდები



ოპტიკური
გადამწოდი



ჭრილიანი
ოპტიკური
გადამწოდები



ოპტიკური გამზომი
გადამწოდები



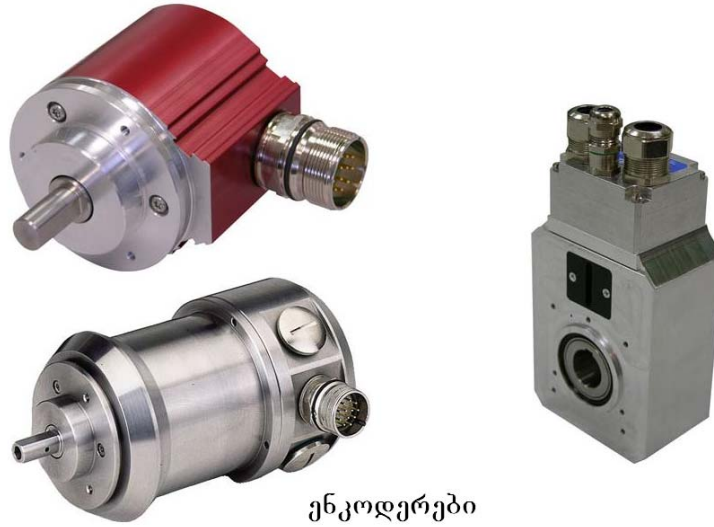
ფერის, კონტრასტის
ლუმინენსეციის
გადამწოდები

2.5. TR-Electronic -ის გადამწოდები

- ხაზური და კუთხური გადაადგილებების გადამწოდები
- აბსოლუტური და ინკრემენტალური ენკოდერები
- სიგნალების გარდამქმნელები
- ლაზერული შორსმზომები
- კომპაქტური ელექტროამძრავები
- ჰიდრავლიკური ამძრავების კონტროლერები
- სამრეწველო კომპიუტერები მძიმე პირობებში სამუშაოდ
- პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერები



1, 2 ხაზური გადაადგილების გადამწოდები
3 მანძილის ლაზერული გამზომი



ენკოდერები

2.6. BALLUFF-ის გადამწოდები

- ხაზური გადაადგილების გადამწოდები (დიაპაზონი 50 - 4000 მმ-მდე);
- ხაზური გადაადგილების გარდამქმნელები **BALLUFF Micropulse BTL7**;
- ხაზური გადაადგილების გარდამქმნელები **BALLUFF Micropulse AR**;
- სერვოცილინდრების შესაქმნელად, რომლებიც გამოიყენება მობილურ სისტემებში;
- მაღალი სიზუსტის ინკრემენტალური გამზომი სისტემა რომელიც შედგება კოდური მაგნიტური ლენტისა და წამკითხავი სენსორული თავაკისაგან, სისტემის გარჩევადობა 1 მკმ-იდან.



ანალოგიური
გადამწოდები



ელექტრომექანიკური
გადამწოდები



ინდუქციური
გადამწოდები



მაგნიტური
გადამწოდები



ფოტოელექტრული
გადამწოდები



გზის გამზომები



ტემპერატურული
გადამწოდები



მოწორებული
გადამწოდები

2.7. Autonics-ის გადამწოდები

კომპანია აწარმოებს მაღალი სიზუსტის წნევის ციფრულ გადამწოდების 2 მოდელს 24 სხვადასხვა ოპციით:

1. **Autonics PSA** -ს სერიის მინიატურულ წნევის გადამწოდებს მაღალი გარჩევადობით;
2. **Autonics PSB** -ს სერიის წნევის გადამწოდებს.

გამომდინარე გადამწოდების კომპაქტური ზომებითა და ოპტიმიზირებული პარამეტრებით, უზრუნველყოფილია პნევმატიკური სისტემების მართვის მაქსიმალური სიზუსტე და აგრეთვე მაქსიმალური ეფექტურობა მთელ რიგ სხვა სამრეწველო გამოყენებებში.



PRW სერიის გადამწოდი



PR სერიის გადამწოდი



PRD სერიის ინდუქციური უკონტაქტო გამომრთველები



PRA სერიის შხეპების მიმართ მუდმივი გადამწოდი



უკონტაქტო გამომრთველები და მიახლოების გადამწოდები



ფოტოელექტრული გადამწოდები



ენკოდერები



წნევის გადამწოდები



PSA ტიპის წნევის გადამწოდი



PSB ტიპის წნევის გადამწოდები

2.8. CARLO GAVAZZI – ის გადამწოდები

CARLO GAVAZZI აწარმოებს ოპტიკური, ინდუქციური, ტევადური, ულტრაბგერითი, მაგნიტური, ბოჩკოვან-ოპტიკური გადამწოდების სრულ სპექტრს, აგრეთვე ფოტო და დონის გადამწოდებს, საბოლოო გამომრთველებს, უსაფრთხოების მაგნიტურ გადამწოდებს.

CARLO GAVAZZI –ის სამრეწველო უსაფრთხოების სისტემები, რომლებიც აერთიანებს იმ მეთოდებსა და საშუალებებს, რომლებიც შექმნილია და ობიექტისთვის საჭირო უსაფრთხოების დონის უზრუნველსაყოფად.



ღონის ოპტიკური
გადამწოდები



საბოლოო
გამომრთველები



ულტრაბგერითი
გადამწოდები



ოპტიკური გადამწოდები



ტემპერატურის
გადამწოდები



ინდუსტრიული გადამწოდები



უსაფრთხოების
მაგნიტური
გადამწოდები



მაგნიტური
გადამწოდები



მოდრაობის
გადამწოდები



ავარიული
გამომრთველები



ფოტოელექტრული გადამწოდები

2.9. PEPPERL+FUCHS -ის გადამწოდები

PEPPERL+FUCHS აწარმოებს: ინდუქციურ, ტევალურ, ფოტოელექტრულ, ულტრაბგერით გადამწოდებს კუთხის გამზომ შიფრატორებს, ბრუნვის, სიჩქარისა და აჩქარების გამზომებს, პოზიციონირების სისტემებს, სამრეწველო AS-Interface ქსელის მოწყობილობებს, რადიო-სიხშირული იდენტიფიკაციის RFID სისტემებს.

აფეთქებადაცულ ხელსაწყოებს, ადამიანი-მანქანურ ინტერფეისებს და ოპერატორის დაფებს აფეთქებადაცული შესრულებით, დონის გამზომებს და კოროზიის გადამწოდებს.



მდგომარეობის
ინდუქციური
გადამწოდები
ჭრილური



მდგომარეობის
ინდუქციური
გადამწოდები
წრიული



მაგნიტური
გარდამქმნელი



მდგომარეობის
ინდუქციური
გადამწოდები
კილინდრული



მდგომარეობის
ტევალური
გადამწოდები



მდგომარეობის
ინდუქციური
გადამწოდები
სწორკუთხოვნული



ფოტოელექტრული
გარდამქნელები



მანძილის
ლაზერული
გამზომი



ნახრდების შიფრატორი



ულტრაბგერითი
გადამწოდები



უსაფრთხოების
უზრუნველყოფის
გადამწოდები



აბსოლუტური
შიფრატორი

2.10. Endress+Hauser -ის გადამწოდები

Endress+Hauser აწარმოებს ხარჯის, დონის, წნევის გამზომ ხელსაწყოებს, სითხის ქიმიური ანალიზის, ტემპერატურის გაზომვისა და რეგისტრაციის, ციფრული კომუნიკაციის მოწყობილობებს.

Endress+Hauser-ის პროდუქცია იწარმოება როგორც ჩვეულებრივი შესრულებით, ასევე აფეთქებადუსაფრთხო, ნაპერწკალუსაფრთხო ანდა ჰიგიენური შესრულებით.



უკონტაქტო
ულტრაბგერითი
დონისმზომი



მიკროიმპულსური
დონისმზომი
(რეფლექს-რადარი)



უკონტაქტო
რადარული
დონისმზომი



ჰიდროსტატიკური
წნევის გადამწოდი



ზღვრული
დონის
ვიბრაციული
გადამწოდი



დონის ტევადური
გადამწოდები

2.11. Omron-ის გადამწოდები

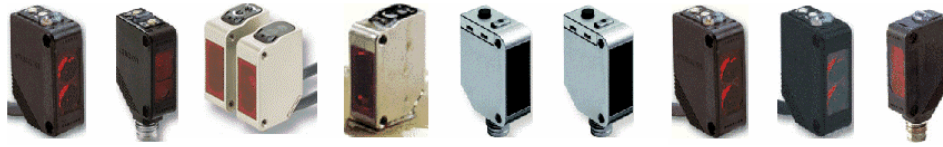
- გაზის ხარჯის გადამწოდები;
- გაზის ნაკადის სიჩქარის გადამწოდები;
- ფოტოგადამწოდები;
- ფოტოელექტრული გადამწოდები;
- ინდუქციური გადამწოდები;
- ბოჩკოვან-ოპტიკური გადამწოდები;
- კუთხური მდგომარეობის კოდური გადამწოდები (ენკოდერები);
- გამოსახულებისა და ტექნიკური მხედველობის სისტემები;
- ტევადური გადამწოდები;
- წნევის გადამწოდები.



ფოტოგადამწოდები



ენკოდერები



ფოტოელექტრული გადამწოდები



ცილინდრული ფოტოელექტრული გადამწოდები



ინდუქციური გადამწოდები



ინდუქციური გადამწოდები

თავი III - ინდუქციური გადამწოდები

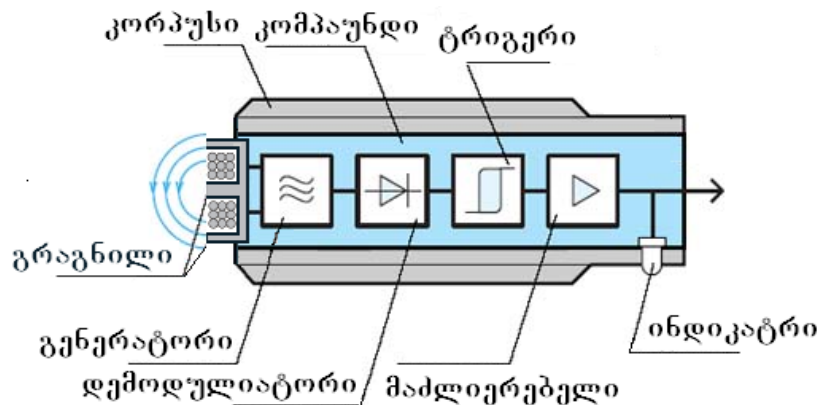
ინდუქციური გადამწოდი ეწოდება პარამეტრული ტიპის გარდამქმნელს, რომელშიც გასაზომი სიდიდის ცვლილება გარდაიქმნება ინდუქციური წინაღობის ცვლილებად. ინდუქციური გადამწოდები არიან უკონტაქტო გადამწოდები, რომლებიც გამოიყენება მეტალური საგნების ადგილმდებარეობის თვალყურის დევნებისა და კონტროლისათვის.

ინდუქციური გადამწოდები თვალყურს ადევნებენ მხოლოდ მეტალისაგან დამზადებულ საგნებს და სხვა მასალისაგან დამზადებული საგნების მიმართ არ არიან მგრძობიარენი. ინდუქციური გადამწოდები ძირითადათ გამოიყენება ტექნოლოგიური პროცესების მართვის სისტემების ავტომატიზაციის ამოცანების გადასაწყვეტად და მზადდება შეკრული ან ღია გამოსასვლელი კონტაქტებით.

3.1. ინდუქციური გადამწოდების შემადგენლობა

ინდუქციური გადამწოდები შედგება შემდეგი სახის ელემენტებისაგან:

- გენერატორიაგან – იგი უზრუნველყოფს ობიექტთან ურთიერთქმედებისათვის აუცილებელი ელექტრომაგნიტური ველის წარმოშობას იხ. ნახ. 3.1.

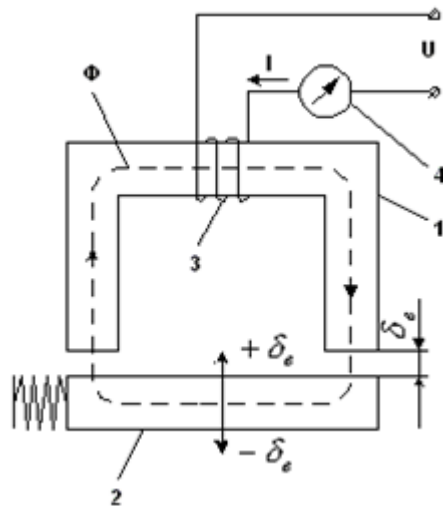


ნახ. 3.1. ინდუქციური გადამწოდის სტრუქტურა

- დემოდულიატორისაგან – იგი გარდაქმნის მაღალსიხშირული რხევების ამპლიტუდის ცვლილებას მუდმივ ძაბვად;
- ტრიგერისაგან – იგი უზრუნველყოფს გადართვის სიგნალის ფრონტის აუცილებლად საჭირო დამრეცობას და ჰისტერეზისს;
- მაძლიერებელისაგან – იგი აძლიერებს გამოსასვლელ სიგნალს საჭირო მნიშვნელობამდე;
- შუქდიოდური ინდიკატორისაგან – იგი უზრუნველყოფს გადამწოდის მდგომარეობას, უზრუნველყოფს მის შრომისუნარიანობას და აწეობს ოპერატიულობას;
- კომპაუნდისაგან - რითაც ამოვსებულია გადამწოდი მასში წყლის ან სხვა მყარი სხეულების მოხვედრის თავიდან აცილების მიზნით;
- კორპუსისაგან – რასაც ამზადებენ პოლიამიდის ანდა ბრონზისაგან.

3.2. ინდუქციური გადამწოდის მოქმედების პრინციპი

ინდუქციური გადამწოდების მოქმედების პრინციპი დამყარებულია მაგნიტური ველის ცვლილებაზე, რომელიც წარმოქმნილია გადამწოდის შიგნით მოთავსებული ინდუქციური კოჭას მიერ, იხ. ნახ. 3.2. ინდუქციური კოჭა ქმნის ელექტრომაგნიტურ ველს უშუალოდ ინდუქციური გადამწოდის სიბრტყის წინ, რომელიც ამუშავდება მასზედ ელექტრული კვების მიწოდების შემდეგ.

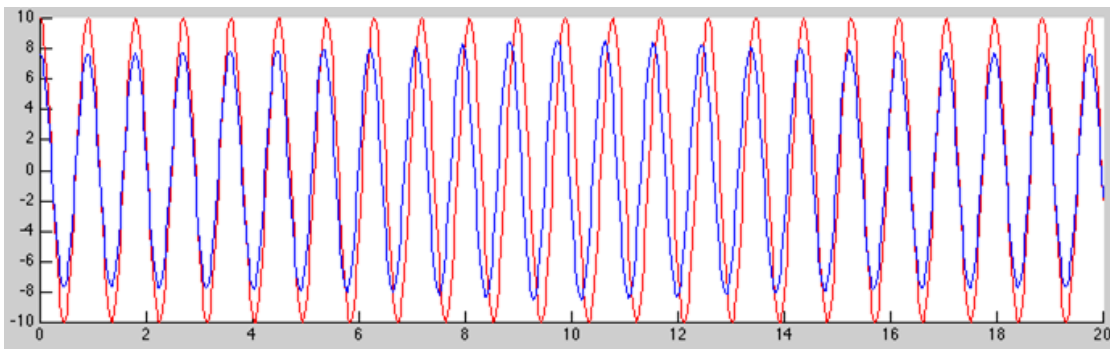


ნახ. 3.2. უმარტივესი ინდუქციური გადამწოდი

როდესაც მეტალის საგანი შეაღწევს კონტურში, ანდა აღმოჩნდება მის სიახლოვეს, იგი გამოიწვევს მის ინდუქციური წინააღმდეგობის ცვლილებას, რაც გამოიწვევს გადამწოდის გააქტიურებას. ამის შემდეგ ამუშავდება ტრიგერი და ინდუქციური გადამწოდის კომუტაციური მდგომარეობა იცვლება.

გულანა 1 და ღუზა 2 წარმოქმნიან გადამწოდის მაგნიტოგამტარს. ცვლადი მაგნიტური ნაკადი გადის მათში და ორი ჰაერის ღრეხოს შორის. ღუზა მექანიკურადაა დაკავშირებული გადაადგილების ობიექტთან, რომელიც წარმოადგენს დაკვირვების საგანს, და მოძრაობს ისრების მიმართულებით.

მექანიკური გადაადგილების გარდაქმნა ელექტრულ სიგნალად მდგომარეობს იმაში, რომ ღუზის გადაადგილების შედეგად იცვლება ჰაერის ღრეხოს სიდიდე, ეს იწვევს გადამწოდის მაგნიტური წრედის მაგნიტური წინააღმდეგობის ცვლას და შესაბამისად გრაგნილის ინდუქციური და სრული წინააღმდეგობის ცვლილებას. როდესაც გადამწოდის მოქმედების ზონაში გაჩნდება საგანი, მაშინ კონტურის ვარგისიანობა, ისევე როგორც რხევის ამპლიტუდა მცირდება.



ნახ. 3.3. სინუსოიდალური რხევების ამპლიტუდის შემცირება მეტალის საგანთან მიახლოების დროს

ინდუქციური გადამწოდებით შეიძლება: გაკონტროლდეს მექანიკური გადაადგილებები, მექანიკური ძალები, მაგნიტური მასალების თვისებები,

აღმოჩნდეს დეფექტები ანდა არასასურველი მინარევები მასალების სხეულებში, გაკონტროლდეს ფოლადის მათულის დიამეტრი და სხვ.

ინდუქციური გადამწოდების ღირებებია: კონსტრუქციის სიმარტივე და სიმყარე, საიმედოობა მუშაობაში (არ აქვთ მოძრავი ნაწილები), სამრეწველო სისშირეებთან მიერთების შესაძლებლობა, შედარებით დიდი სიმძლავრე გამოსასვლელზე რაც გადამწოდების საკონტროლო ხელსაწყოებთან უშუალო მიერთების შესაძლებლობას იძლევა, აქვს მნიშვნელოვანი მგრძობიარობა და გაძლიერების დიდი კოეფიციენტი.

ინდუქციური გადამწოდების უარყოფითი მხარეებია: მკვებავი ძაბვის რყევების გავლენა მუშაობის სიზუსტეზე და მხოლოდ ცვლად დენზე მუშაობის შესაძლებლობა, მათი გამოყენება მხოლოდ შედარებით დაბალ სისშირეებზე (3000-5000) ჰც, რადგანაც მაღალ სისშირეებზე მკვეთრად იზრდება კარგები ფოლადის გადამაგნიტებასა და გრიგალურ დენებზე.

ინდუქციური გადამწოდების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლებია

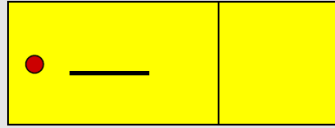
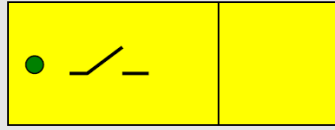
- კვების ნომინალური ძაბვა – 24 ვ;
- კვების ძაბვის დიაპაზონი – 12 ... 30 ვ;
- დატვირთვის წინააღმდეგობა (არანაკლები) – 100 ომ;
- დატვირთვის ნომინალური დენი – 200 მა;
- დაცვის ხარისხი IP65;
- გამოსასვლელი – ღია კოლექტორი.

3.3. მიახლოების ინდუქციური გადამწოდები

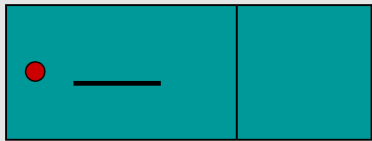
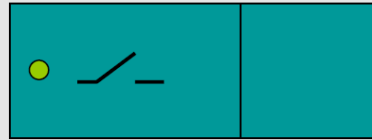
რა სხვაობაა ინდუქციურ გადამწოდსა და მექანიკურ საბოლოო გამომრთველს შორის?

ინდუქციური მეთოდი-
მეტალის საგნების ამოცნობა

უკონტაქტო
მეთოდი



მექანიკური
საბოლოო
გამომრთველები
მექანიკური კონტაქტი

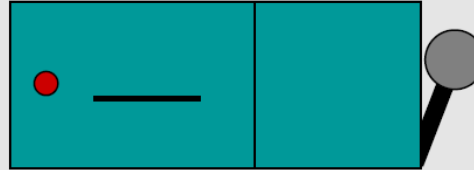
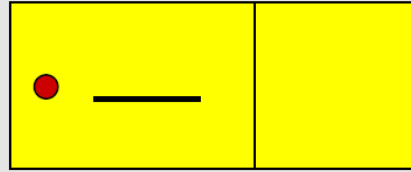


მექანიკური საბოლოო გამომრთველი

ინდუქციური გადამწოდები

უპირატესობები მექანიკური
გადამრთველების მიმართ

- უკონტაქტოა
- არ არის მოძრავი ნაწილები
- არ ძველდება
- მაღალი საიმედოობა
- მაღალი სამუშაო სიხშირე
- მუშაობის დიდი ვადა
- მედვეობა აგრესიული
არეების მიმართ

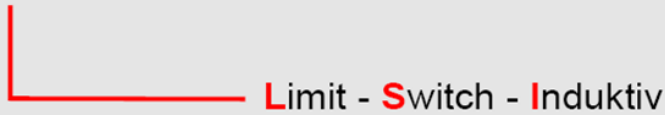


ინდუქციური გადამწოდები

ინდუქციური გადამწოდების აღნიშვნის მაგალითი

1.: ტიპი

LSI-R18M-F5-PD?



ინდუქციური გადამწოდები

ინდუქციური გადამწოდების აღნიშვნის მაგალითი

2.: ფორმა+მასალა

LSI-R18M-F5-PD?

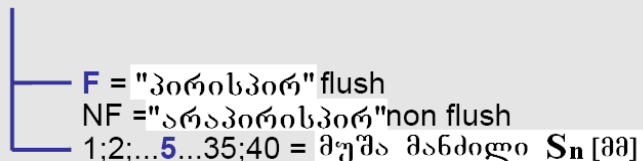
- Q40 = კვადრატული 40მმ
- R8 = მრგვალი (round) 8მმ
- R12 = მრგვალი (round) 12მმ
- R18** = მრგვალი (round) 18მმ
- R30 = მრგვალი (round) 30მმ
- P = პლასტიკი (plastik)
- M** = მეტალური (metal)
- S = უჟანგავი ფოლადი (stainless steel)

ინდუქციური გადამწოდები

ინდუქციური გადამწოდების აღნიშვნის მაგალითი

3.: დანართი

LSI-R18M-F5-PD?

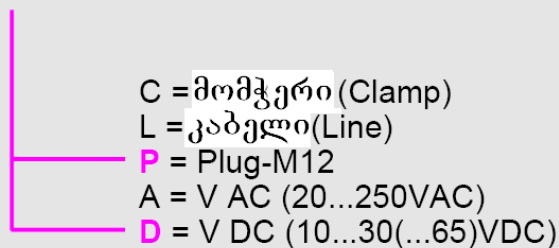


ინდუქციური გადამწოდები

ინდუქციური გადამწოდების აღნიშვნის მაგალითი

4.: შეერთება+კვება

LSI-R18M-F5-PD?

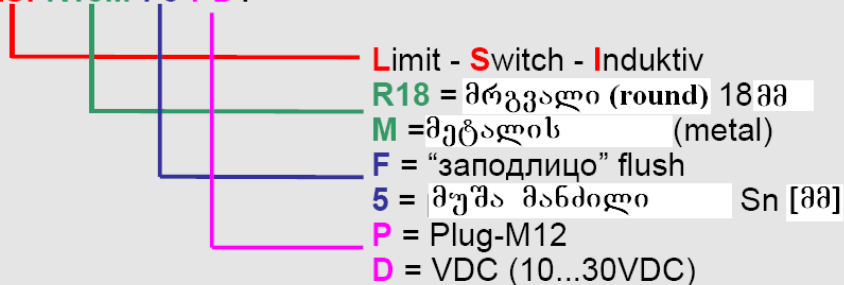


ინდუქციური გადამწოდები

ინდუქციური გადამწოდების აღნიშვნის მაგალითი

დამამთავრებელი:

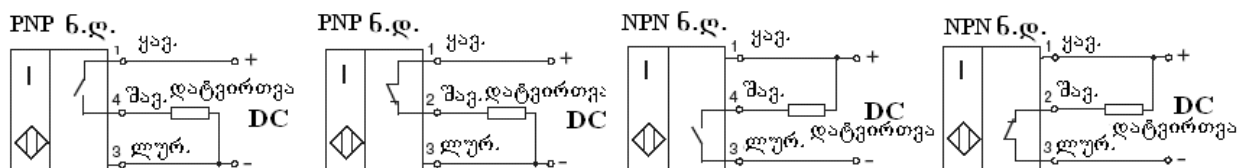
LSI-R18M-F5-PD?



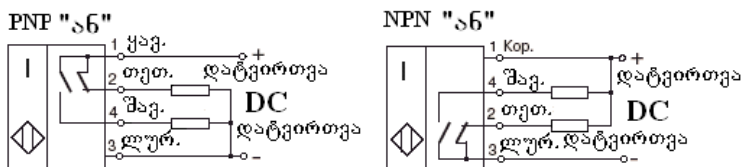
3.4. ინდუქციური გადამწოდების შეერთებები



ინდუქციური გადამწოდის შეერთების სქემები ორი გამომყვანით



ინდუქციური გადამწოდის შეერთების სქემები სამი გამომყვანით



ინდუქციური გადამწოდის შეერთების სქემები ოთხი გამომყვანით

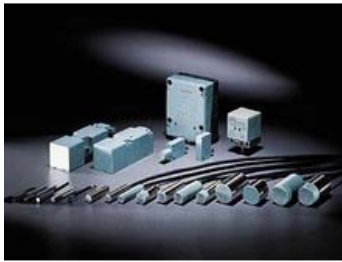
ნახ. 3.4. ინდუქციური გადამწოდების ჩართვის სქემები

3.5. ინდუქციური გადამწოდების გაფართოვებული პარამეტრები

- ამუშავების გარანტირებული ინტერვალი S_a 0—0,81 S_6 ;
- კვების ნომინალური ძაბვის დიაპაზონი 12 ... 24 ვ;
- სამუშაო კვების ძაბვის დიაპაზონი 10 ... 30 ვ;
- ნომინალური დენი 200 მა;
- კომუტაციური ელემენტის გამოყენების კატეგორია DC12;
- კომუტაციური ელემენტის დაცვა არ აქვს;
- ამუშავების ინდიკაცია აქვს;
- გარემომცველი არის ტემპერატურა -25° ... $+80^{\circ}$ ცელსიუსით;
- კორპუსის მასალა ბრინჯაო;
- ნაკეთობის მაქსიმალური მასა 0,05 კგ;

- ჩაშენებული კაბელი ПВС 3 X 0,12 мм²;
- კაბელის სიგრძე 2 მ;
- დაცვის ხარისხი IP67;

სადაც: Sა ამუშავების ინტერვალია; Sნ ნომინალური ინტერვალი.



თავი IV - ტევადური გადამწოდები

ტევადური გადამწოდი ეწოდება პარამეტრული ტიპის გარდამქმნელს, რომელშიც გასაზომი სიდიდის ცვლილება გარდაიქმნება ტევადური წინაღობის ცვლილებად. ტევადური გადამწოდი - ეს არაელექტრული სიდიდეების (სითხის დონე, მექანიკური ზემოქმედება, წნევა, ტენიანობა და სხვ.) გამზომი გარდამქმნელია ელექტრულ ტევადობაში.

ტევადური გარდამქმნელები მათი მოქმედების პრინციპის მიხედვით განიხილება: ელექტროდებს შორის დრეწოს ანდა მათი ურთიერთ გადაფარვის ფართობის ცვლილებებზე რეაგირების მიხედვით, დიელექტრიკის დეფორმაციაზე, მისი განთავსების, შემადგენლობის ანდა დიელექტიკური შეღწევადობის ცვლილებებზე რეაგირების მიხედვით.

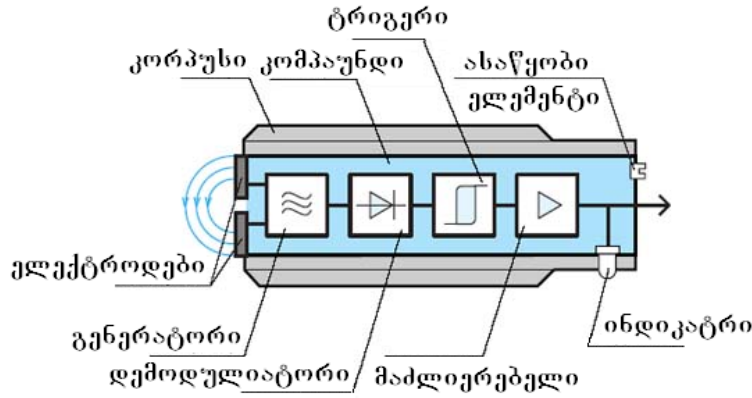
ტევადური გადამწოდები უფრო ხშირად გამოიყენება: ცვალებადი წნევის ან დონის გაზომვებისათვის, მექანიკური გადაადგილებების ზუსტი გაზომვებისათვის და სხვ.

4.1. ტევადური გადამწოდების შემადგენლობა

ინდუქციური გადამწოდები შედგება შემდეგი სახის ელემენტებისაგან:

- გენერატორისაგან – იგი უზრუნველყოფს ობიექტთან ურთიერთქმედების ელექტრულ ველს, იხ ნახ. 4.1.;
- დემოდულიატორისაგან – იგი გარდაქმნის მაღალსიხშირული რხევების ამპლიტუდის ცვლილებას მუდმივ ძაბვად;
- ტრიგერისაგან - იგი უზრუნველყოფს გადართვის სიგნალის ფრონტის აუცილებლად საჭირო დამრეცობას და ჰისტერეზისს;
- მაძლიერებელისაგან – იგი აძლიერებს გამოსასვლელ სიგნალს საჭირო მნიშვნელობამდე;
- შუქდიოდური ინდიკატორისაგან – იგი უზრუნველყოფს გადამწოდის მდგომარეობას, უზრუნველყოფს მის შრომისუნარიანობას და აწყობის ოპერატიულობას;

- კომპაუნდისაგან - რითაც ამოვსებულია გადამწოდი მასში წყლის ან სხვა მყარი სხეულების მოხვედრის თავიდან აცილების მიზნით;
- კორპუსისაგან - რასაც ამზადებენ პოლიამიდისაგან ანდა ბრინჯაოსაგან.



ნახ. 4.1. ტევადური გარდამქმნელის სტრუქტურული სქემა

ტევადური უკონტაქტო გადამწოდის აქტიური ზედაპირი შექმნილია ორი მეტალური ელექტროდისაგან, რომლებიც შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც “გაშლილი” კონდენსატორის შემონაფენები. ელექტროდები ჩართულია მაღალისიხშირის გენერატორის წრედში, რომელიც აწვობილია იმგვარად, რომ გადამწოდის სიხლოვეს ობიექტის არარსებობის დროს იგი არ გენერირებს სიგნალებს.

ობიექტის მიახლოებისას გადამწოდის აქტიურ ზედაპირთან, იგი ხვდება გადამწოდის ელექტრულ ველში და ცვლის მის ტევადობას. გენერატორი იწყებს მუშაობას, იგი გამოიმუშავებს რხევებს, რომლის ამპლიტუდა იზრდება ობიექტთან მიახლოებისას. ტევადური უკონტაქტო გადამწოდები მუშაობენ როგორც ელექტროგამტარი ობიექტებისგან ასევე დიელექტრიკებისგან, ამასთანავე გამტარი ობიექტების ზემოქმედებისას გადამწოდი ამუშავდება უფრო შორ მანძილზე ვიდრე არაგამტარი ობიექტების ზემოქმედებისას.

4.2. ტევადური გადამწოდების გამოყენების არეები

ტევადური გადამწოდები გამოიყენება სამრეწველო პროცესების რეგულირებისა და მართვის სისტემებში სამუშაოდ მრეწველობის თითქმის

ყველა დარგში. კონკრეტულად ისინი გამოიყენება: რეზერვუარების შევსების კონტროლისათვის ტხევადი, ფხვნილისმაგვარი ანდა მარცვლოვანი ნივთიერებით.

როგორც საბოლოო ამომრთველები ისინი გამოიყენება აგრეთვე: ავტომატიზირებულ ხაზებზე, კონვეიერებში, რობოტებში, ჩარხებში, სიგნალიზაციის სისტემებში, სხვადასხვა მექანიზმების პოზიციონირებისათვის და სხვ.

ამჟამად ტევადურმა გადამწოდებმა ყველაზე მეტი გამოყენება ჰპოვეს როგორც მიახლოების გადამწოდებმა, რომლების განირჩევიან მაღალი საიმედოობითა და დაბალი ფასით, ამ ამოცანის შესასრულებლად ისინი გამოიყენება მრეწველობის თითქმის ყველა დარგში.

4.3. ტევადური გადამწოდების ტიპური გამოყენებები

- პლასტიკატისა და მინის ჭურჭელის შევსების სიგნალიზაციისათვის;
- გამჭირვალე ფუთების შევსების კონტროლისათვის;
- საგრანგილე გამტარის გაწვევტის სიგნალიზაციისათვის;
- ლენტის დაჭიმვის რეგულირებისათვის;
- ნებისმიერი სახის საგნების საცალო თვლისათვის;
- ხაზური გადაადგილების გადამწოდებად;
- კუთხური გადაადგილების გადამწოდებად;
- დონის გადამწოდებად;
- წნევის გადამწოდებად.

მაგრამ, ყველაზე მეტი გამოყენება ტევადურმა გადამწოდებმა ნახა სითხეებისა და ფხვიერი ნივთიერებების დონის კონტროლისთვის, რეზერვუარებში ნივთიერების მინიმალური ან მაქსიმალური დონის განსაზღვრისთვის.

ტევადური გადამწოდების ღირსებებია

- დამზადების სიმარტივე, იაფი მასალების გამოყენება დამზადებისას;
- მცირე გაბარიტები და წონა;

- მოთხოვნილი ენერჯის სიმცირე;
- მაღალი მგრძობიარობა;
- კონტაქტების არარსებობა;
- ექსპლუატაციის დიდი ხანგრძლივობა;
- ტევადური გადამწოდის მოძრავი ნაწილის გადაადგილებაზე მცირე ძალდატანება;
- გადამწოდის მარტივი მისადაგება სხვადასხვა ამოცანებთან და კონსტრუქციებთან.

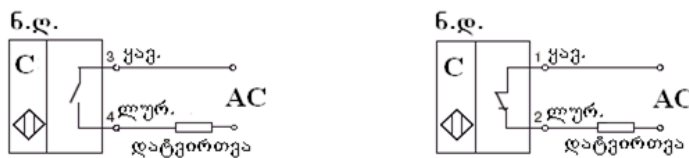
ტევადური გადამწოდების ნაკლოვანებებია

- შედარებით დაბალი გადაცემის (გარდაქმნის კოეფიციენტი);
- მაღალი მოთხოვნები მეტალების ეკრანირებაზე;
- მაღალ სიხშირეებზე მუშაობის მოთხოვნილება (50 ჰერცთან შედარებით).

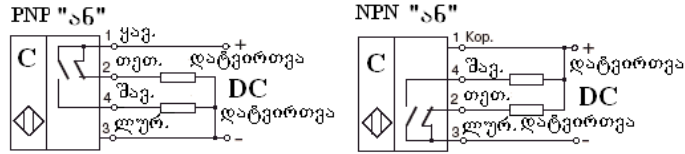
4.4. ტევადური გადამწოდების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები

- როგორც დამალული ასევე წინ წამოწეული მონტაჟი;
- კვების ძაბვა 10 ... 30 V DC, 20 ... 264 V AC;
- ოთხ, სამ ან ორგამტარიანი შეერთება;
- დაცვის ხარისხი IP 67;
- აღმოჩენის დისტანცია 2 დან 25 მმ-მდე.

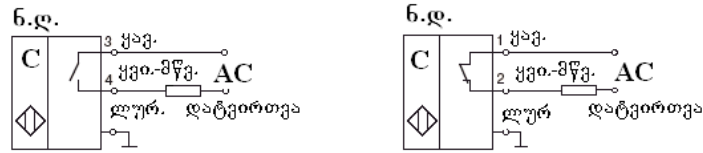
4.5. ტევადური გადამწოდების შეერთებები



ტევადური გადამწოდის შეერთების სქემები სამი გამომყვანით

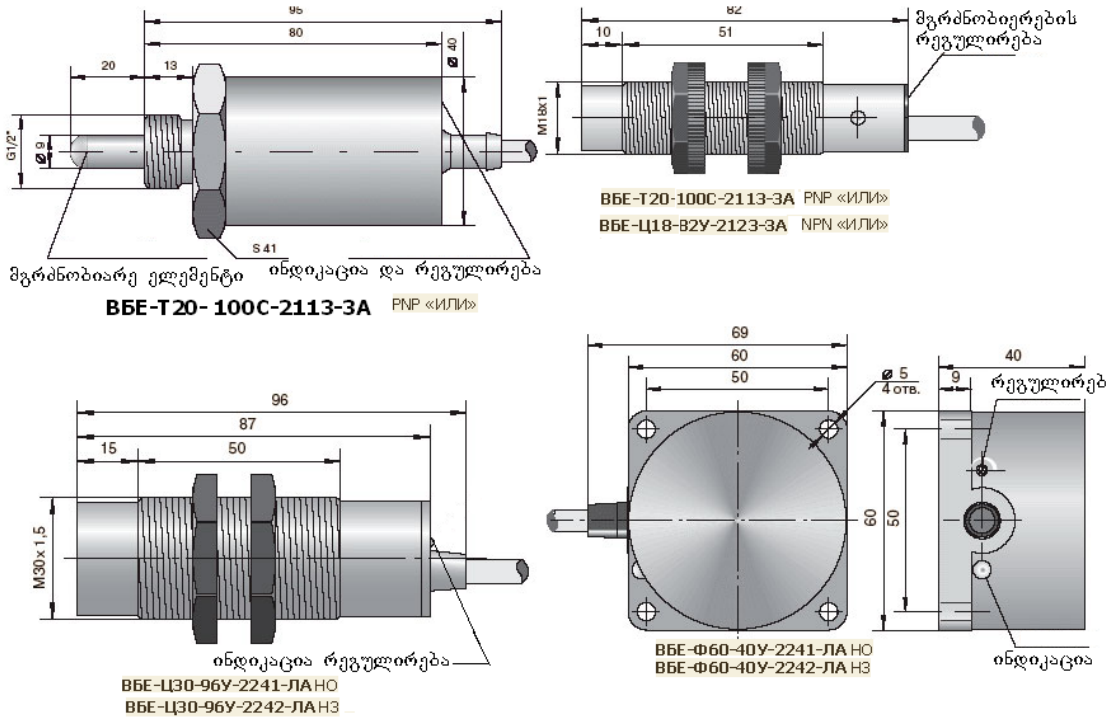


ტველური გადამწოდის შეერთების სქემები ოთხი გამომყვანით



ტველური გადამწოდის შეერთების სქემები სამი გამომყვანით

ნახ. 4.2. ტველური გადამწოდების ჩართვის სქემები



ნახ. 4.3. ზოგიერთი ტველური გარდამქმნელის ტიპური ზომები

4.8. ტევადური გადამწოდების გაფართოებული პარამეტრები

ამუშავების გარანტირებული ინტერვალი S_a 0 ... 0,72 S_N ;

კვების ძაბვის ნომინალური დიაპაზონი 12 ... 24 ვ;

სამუშაო კვების ძაბვის დიაპაზონი 10 ... 30 ვ;

ნომინალური დენი 200 მა;

კომუტაციური ელემენტის გამოყენების კატეგორია DC13;

კომუტაციური ელემენტის დაცვა - აქვს;

ამუშავების ინდიკაცია - აქვს;

მგრძნობიარობის რეგულირების დიაპაზონი 60 ... 120 %;

გარემომცველი არის ტემპერატურა -25 ... 80 გრადუსი;

კორპუსის მასალა პოლიამიდი;

ნაკეთობის მაქსიმალური მასა 0,35 კგ.

სადაც: S_a ამუშავების ინტერვალია; S_N ნომინალური ინტერვალი.

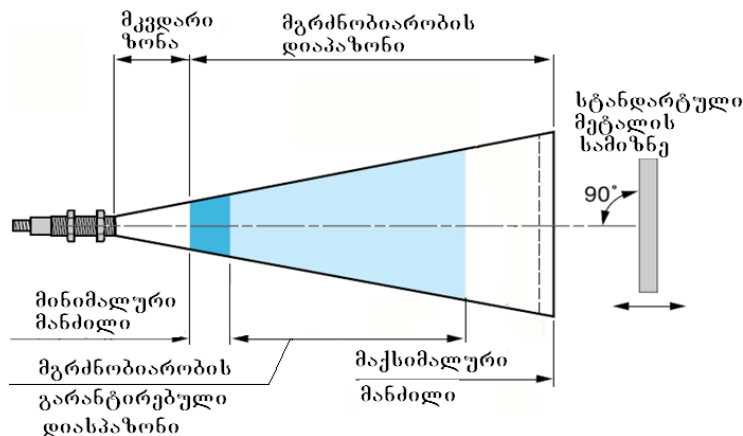
თავი V - ულტრაბგერითი გადამწოდები

ბგერა, რომლის სიხშირე 16 კჰც-ზე მეტია არ აღიქმება ადამიანის ყურის მიერ. ულტრაბგერა ჰაერში ვრცელდება 344 მ/წმ -ის სიჩქარით, ისევე როგორც ჩვეულებრივი ბგერა, რომელიც ჩვენ გვესმის. მაშასადამე, თუ ჩვენ გვეცოდინება ის დრო რასაც მოუნდება ბგერა საგნამდე მიღწევას, მაშინ შეგვიძლია გავიგოთ მანძილი საგნამდე.

5.1. ულტრაბგერითი გადამწოდის მოქმედების პრინციპი

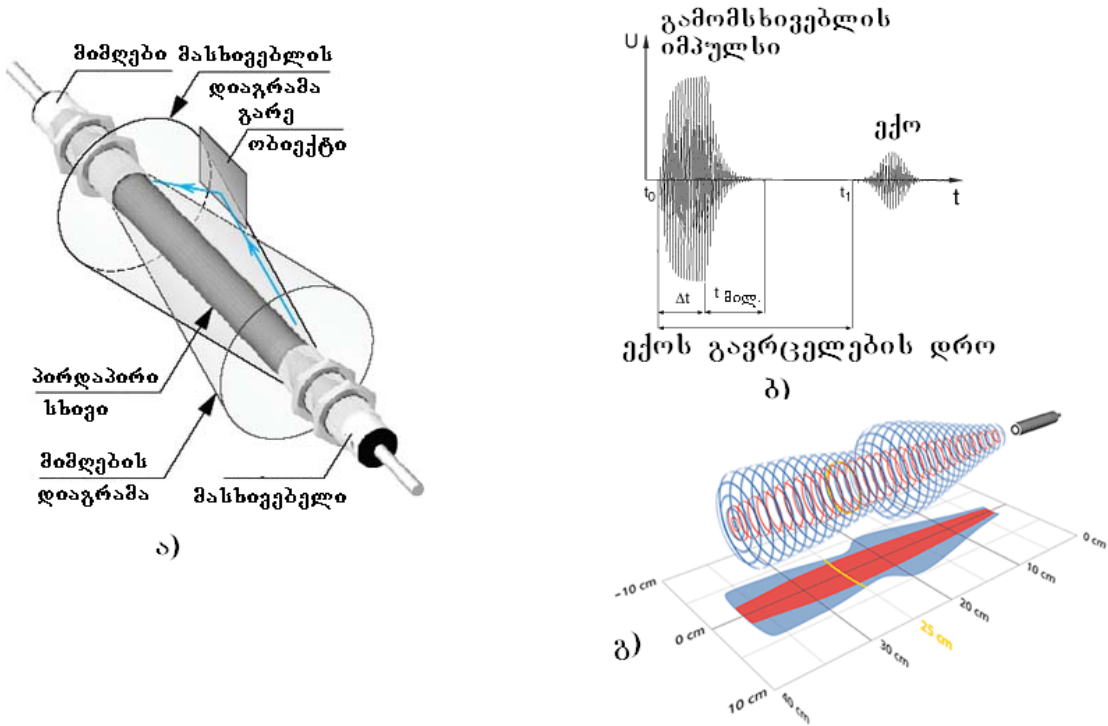
ულტრაბგერითი გადამწოდები მუშაობენ პიეზოელექტრული გარდამქმნელების გამოყენებით, რომელიც ასრულებენ როგორც ულტრაბგერის გამოსხივების, აგრეთვე მისი მიმღების ფუნქციას. გადამწოდი აგზავნის ბგერითი იმპულსების პაკეტს, შემდეგ იღებს ობიექტისგან არეკვლილ ექო სიგნალს და გარდაქმნის მას დაბვად. ულტრაბგერითი სიხშირეს ირჩევენ 65 კჰც-სა და 400 კჰც-ს შორის გადამწოდის ტიპის მიხედვით. იმპულსების განმეორების სიხშირე კი მდებარეობს 14 ჰც-იდან 140 ჰც-მდე.

გადამწოდში ჩაშენებული კონტროლერი ექო სიგნალამდე დროის ინტერვალისა და ბგერის სიჩქარის მიხედვით ანგარიშობს მანძილს.

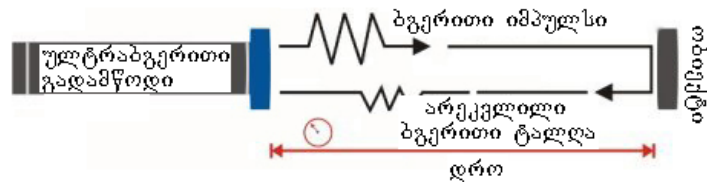


ნახ. 5.3 ულტრაბგერითი გადამწოდის მგრძნობიარობის ზონები

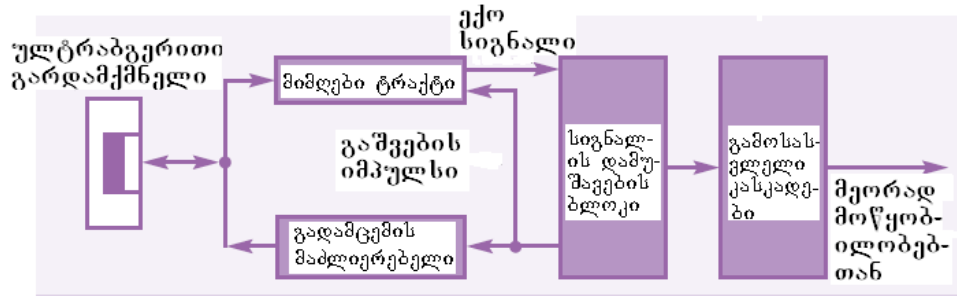
გამოსასხივებელი იმპულსის ხანგრძლიობა (იხ. ნახ. 5.1.ბ) Δt და მიღების დრო $t_{\text{მიღ.}}$ ქმნიან მკვდარ ზონას, რაშიც ულტრაბგერითი გარდამქმნელი ვერ აღმოაჩენს საგანს.



ნახ. 5.1. ულტრაბგერითი გადამწოდის: ა) კონსტრუქცია, ბ) მუშაობის დროის დიაგრამა, გ) ხმის ტალღური გავრცელება



ნახ. 5.2. ულტრაბგერითი გადამწოდის სტრუქტურული სქემა



ნახ. 5.4. ულტრაბგერითი გადამწოდის ბლოკსქემა მასხივებლითა და მიმღებით

ულტრაბგერითი გადამწოდი შედგება ორი ფუნქციონალური კვანძისაგან: მასხივებლისაგან და მიმღებისაგან. მასხივებელი აგზავნის ულტრაბგერით სიგნალებს, თუ კი ბგერის ნაკადს გზაზე შეხვედება ობიექტი, მაშინ შეიცვლება მიმღების გამოსასვლელის მდგომარეობა.

უშუალო აღმოჩენის ულტრაბგერითი გადამწოდის ფუნქციონალური სქემაზე გაშვების იმპულსის ზემოქმედებით გააქტიურდება მასხივებლის აღგზნების სქემა, რომელიც გამოიმუშავებს იმპულსების სერიას ამპლიტუდით 24 ვ. იგივე გაშვების იმპულსით ხდება მიმღები გამაძლიერებლის შესასვლელის ბლოკირება, რაც შეწყდება მასხივებლის გამორთვის შემდეგ. როდესაც ობიექტი გამოჩნდება კონტროლის ზონაში, მაშინ არეკვლილი აკუსტიკური სიგნალი აღძრავს მემბრანაზე მაღალი სიხშირის ცვლად ძაბვას, რომელიც შეიზღუდება, გაძლიერდება, დეტექტირდება და მიეწოდება კომპარატორს.

თუ კი ამ ძაბვის სიდიდე გადააჭარბებს წინასწარ ცნობილ აღმოჩენის ზღურბლს, მაშინ ეს მიუთითებს იმაზე, რომ საკონტროლო ზონაში იმყოფება ობიექტი. ელექტრონული სქემა აფიქსირებს დროის ინტერვალს, რომელიც გავიდა მასხივებლის აქტივიზაციის შემდეგ და აფორმირებს ამ დროის ინტერვალის პროპორციულ ელექტრულ სიგნალს და გადასცევს მას გარე სამყაროს ინტერფეისის სქემების საშუალებით.

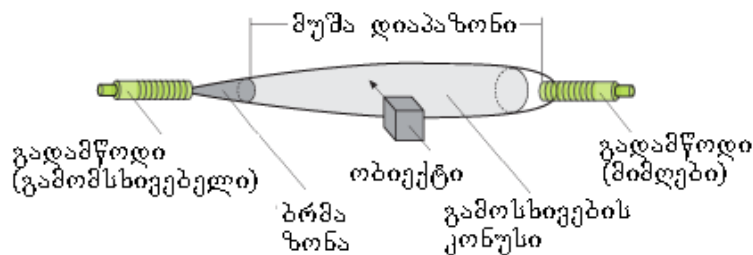
ადგილმდებარეობის გადამწოდებს შეუძლიათ ამოიცნონ ნებისმიერი ობიექტის სტრუქტურა: სითხე, მეტალი, ფხვნილისმაგვარი მასალა, გამჭირვალე საგნები მინა და პლასტიკატი. ულტრაბგერით გადამწოდებს შეუძლიათ მუშაობა მტვრიან, კვამლიან, ნისლიან გარემოშიც. ისინი, სხვა გადამწოდებისაგან განსხვავებით არ არიან მგრძობიარენი გარე სინათლისაგან და ხმაურისაგან.

გამოყენების მაქსიმალური ეფექტი მიიღწევა:

- ა. რეზერვუარის გავსების დონისა და სიმაღლის შევსებისას;
- ბ. მანძილის გაზომვისას;
- გ. რულონის დიამეტრის განსაზღვრისას;
- დ. გაღუნვისა და გახევის კონტროლისას;
- ე. ულტრაბგერითი ბარიერების გამოყენებისას, მინისა და პლასტიკური ობიექტების გარკვევისას (მაგ. ბოთლების).

5.2. ულტრაბგერითი გადამწოდის მუშაობის რეჟიმები

ა. ოპოზიტური რეჟიმი




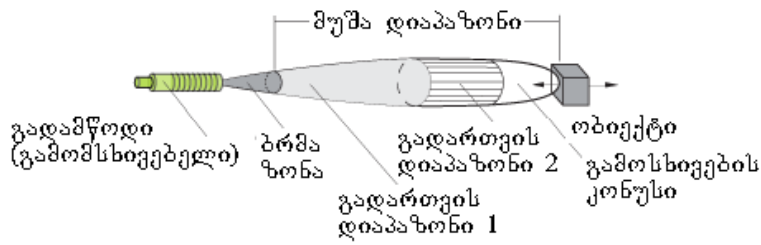
ნახ. 5.5. ულტრაბგერითი გადამწოდის მუშაობა ოპოზიტურ რეჟიმში

გადამცემი და მიმღები ცალცალკე მოწყობილობებია და მაგრდებიან ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ. გამომრთველის გამოსასვლელი გააქტიურდება მაშინ, თუ კი ობიექტი გადაჰკვეთს ულტრაბგერით კონას.

თავისებურებანი:

- მოქმედების ფართო დიაპაზონი, რადგან ულტრაბგერითი კონა გადის სასიგნალო მანძილს მხოლოდ ერთჯერ;
- ნაკლებად აღქმადია ინტერფერენციის მიმართ, გამოსადეგია როულ პირობებში სამუშაოდ;
- ხასიათდება ძალზედ სწრაფი გადართვების უნარით;
- გამოირჩევა მონტაჟის გაზრდილი ღირებულებით, რადგან უნდა დამონტაჟდეს ორი გადამწოდი (მასხივებელი და მიმღები).

ბ.  დიფუზიური რეჟიმი



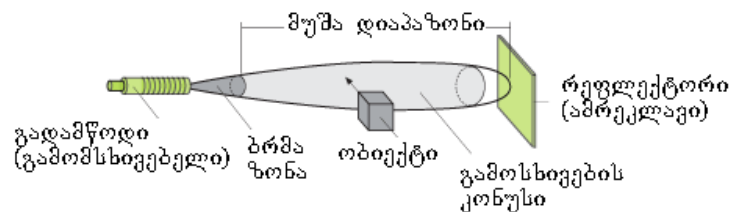
ნახ. 5.6. ულტრაბგერითი გადამწოდის მუშაობა დიფუზიურ რეჟიმში

გადამცემი და მიმღები ერთ კორპუსშია მოთავსებული. ამუშაგების დრო უფრო მეტია, ვიდრე ოპოზიტური გადამწოდისათვის. გადამწოდს აქვს ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი გადართვის წერტილი, თვითოეული გამოსასვლელი გააქტიურდება მაშინ, როცა ობიექტი მდებარეობს გადართვის შესაბამის პირველ ან მე-2 დიაპაზონში.

თავისებურებები:

- აღმოჩენის დიაპაზონი დამოკიდებულია ობიექტის ზედაპირის თავისებურებასა და მასზედ ბგერის დაცემის კუთხეზე;
- დაყენება, მარტივი და იაფია რადგან ერთ ბლოკშია მოთავსებული მთელი სრულყოფილი გადამწოდი;
- ჩვეულებრივად, ობიექტების აღმოჩენა იწვევს ან ორობითი სიგნალის გამომუშაებას დისკრეტულ გამოსასვლელზე ანდა ანალოგური სიგნალის გამომუშაებას ანალოგურ გამოსასვლელზე სიდიდით (4...20 მა ან 0...10 ვ).

გ.  რეფლექტული რეჟიმი



ნახ. 5.7. ულტრაბგერითი გადამწოდის მუშაობა რეფლექტურ რეჟიმში

მასხივებელი და მიმღები მოთავსებულია ერთი და იგივე კორპუსში ულტრაბგერითი სხივი აირეკლება ფონისაგან (რეფლექტორისაგან) რაც შემდეგ ეცემა მიმღებს.

ობიექტები, რომლებიც იმყოფებიან აღმოჩენის დიაპაზონში აღმოჩნდებიან:

- გაზომილი მანძილის მაჩვენებლის ცვლილებით;
- არეკვლილი სხივის მიხედვით, მასში წარმოშობილი კარგებით, რაც გამოწვეულია შთანთქმებითა და არეკვლებით;

ულტრაბგერითი გადამწოდის გამოსასვლელი ჩაერთვება შემდეგ შემთხვევებში:

- გადამწოდი იღებს ექო სიგნალს პატარა ობიექტისაგან ბგერით კონუსში და საყრდენი რეფლექტორისაგან;
- გადამწოდი აღმოაჩენს დიდ ობიექტს და შემდეგ არ იღებს ექო სიგნალს საყრდენი რეფლექტორისაგან;
- გადამწოდი არ იღებს ექოს, რადგან დახრილი საგანი გადახრის ბგერას.

5.3. ულტრაბგერითი გადამწოდების თავისებურებები

- რთული ობიექტების აღმოჩენის მაღალი საიმედოობა (ბგერის ჩამსშობი საგნები ანდა საგნები კუთხოვანი ზედაპირებით);
- ნაკლებად განიცდიან ინტერფერენციის ზემოქმედებას;
- გამოსადეგარნი არიან რთულ სამუშაო პირობებში გამოსაყენებლად.

ამოცანები:

- ის ამოცანები რომლებსაც წყვეტენ ულტრაბგერითი გადამწოდები ანალოგიურია ოპტიკური გადამწოდების ამოცანებისა ანუ აფიქსირებენ ობიექტის არსებობას მგრძნობიერობის ზონაში;
- ოპტიკური გადამწოდებისგან განსხვავებით, ამ გადამწოდებს შეუძლიათ მუშაობა მტვერიანობის, კვამლიანობის, ორთქლიანობის პირობებში;
- გარდა ამისა ულტრაბგერით გადამწოდებს შეუძლიათ აღმოაჩინონ ობიექტები ნებისმიერი ფერითა და არეკვლის შესაძლებლობით, ასევე გამჭვირვალე ობიექტები;

- ულტრაბგერით გადამწოდებში ხდება დაპროგრამირება წინა და უკანა მგრძნობიარობის ზონებისა, რაც შესაძლებლობას გვაძლევს შევქმნათ უფრო ვიწრო მგრძნობიარობის ზონა, ანდა თავიდან ავიცილოთ ყალბი ანდა ფონური ობიექტების ზემოქმედება.

5.4. ულტრაბგერითი გადამწოდების გამოყენების არეები

ულტრაბგერითი გადამწოდების გამოყენება ყველაზე მეტად ეფექტურია შემდეგი მიზნების მიღწევაში:

- ობიექტების დისტანციური აღმოჩენები, ჩავლის კონტროლი, პოზიციონირება;
- ობიექტებთან მანძილის გაზომვები და თვალყურის დევნება მათ მიმდინარე მდგომარეობებთან;
- საცაგების შევსება ნებისმიერი სახის მასალისაგან და სითხეებისგან, მიმდინარე და ზღვრული დონეების კონტროლი;
- კონტეინერების შევსების კონტროლი მარტივი მასალებისგან;
- მასალებისა და პროდუქციის დაწყობა მოცემულ ზღვრულ დონემდე;
- სატრანსპორტერო ლენტის, აფსკების, ქსოვილის და სხვ. გაწყვეტის, გახევის (დაკიდების) კონტროლი;
- ტექ. პროცესების უსაფრთხოება: გადავსებისა და გადადინების კონტროლი, სახიფათო ზონაში დაშვების სიგნალიზაცია და სხვ.
- ულტრაბგერითი გადამწოდის კონტროლის ობიექტებს წარმოადგენს: მასალები, რომლების ირეკვლავენ ბგერას (მეტალი, ხე, მინა, აფსკი, პლასტიკატი, ქაღალდი, გრანული, სითხე და სხვ.), მასალები რომლებიც შთანთქავენ ბგერას (ფხვნილი, პოროლონი, ქსოვილი, ბოჩკო და სხვ.).

5.5. ულტრაბგერითი გადამწოდების ზოგადი პარამეტრები

კვების ნომინალური ძაბვა 24 ვ;

კვების წყაროს მუშა ძაბვის დიაპაზონი 20 ... 30 ვ;

ნომინალური დენი 200 მა;

კომუტაციური ელემენტის გამოყენების კატეგორია DC13;

კომუტაციური ელემენტის დაცვა - არის;

ამუშავების ინდიკაცია - არის;

საკუთარი მოხმარების დენი 100 მა;

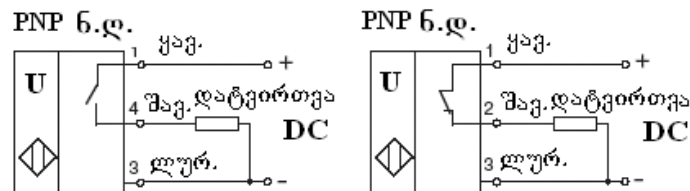
მგრძობიარობის რეგულირება - არის

გარემომცველი არის ტემპერატურა -25 ... +60 grad. C

კორპუსის მასალა ბრინჯაო;

ნაკეთობის მაქსიმალური მასა 0,3 კგ.

5.6. ულტრაბგერითი გადამწოდების შეერთებები

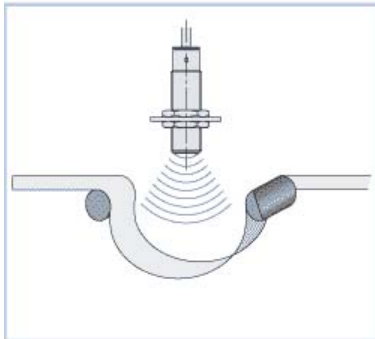


ნახ. 5.7. ულტრაბგერითი გადამწოდის შეერთების სქემები

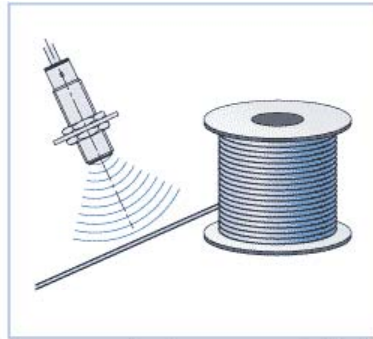


ნახ. 5.8. ტიპური ულტრაბგერითი გადამწოდი ტიპორაზმერი

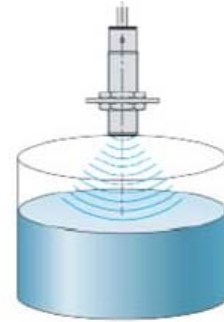
5.7. ულტრაბგერითი გადამწოდების გამოყენების მაგალითები



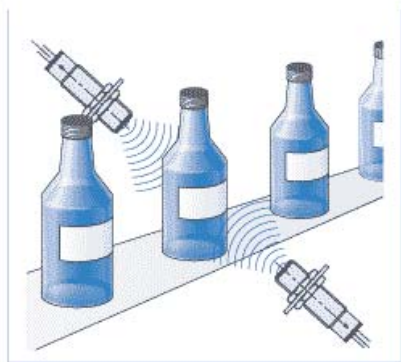
მარყუვის კონტროლი



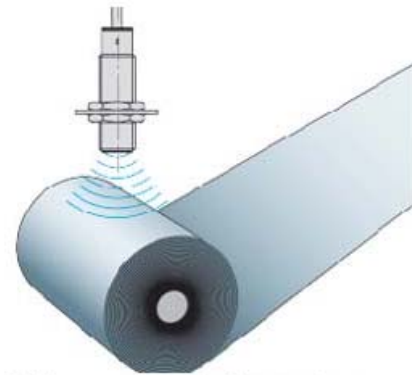
მათულებისა და ტროსების გაწვევების კონტროლი



შევსების დონის გაზმა გადამწოდის საშუალებით



საგნების დათვლა და დაშორებების კონტროლი



რულონის დიამეტრის გაზმა გადამწოდის საშუალებით

ნახ. 5.9. ულტრაბგერითი გადამწოდების სამრეწველო გამოყენება





აღმოჩენის მაქსიმალური სიშორე, მმ

18 – ცილინდრული
 30 – ცილინდრული
 U – ვარიეტეტი

FP } სწორკუთხა
 F43 } გორკუსი
 F54 }
 F64 }

GM – მეტალის
 GK – პლასტმ.

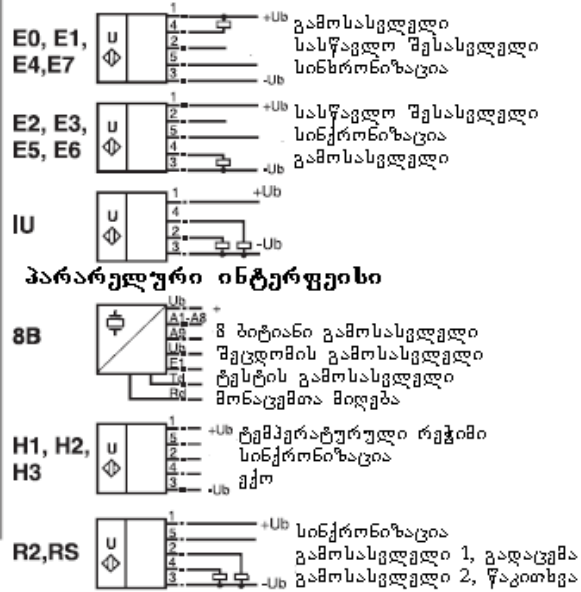
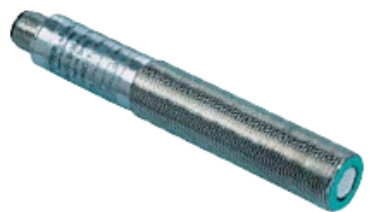
K – გამოტანითი გარდამსახი გახართის ტიპი

V1, V3, V15, V17, V7

UCC1000-30GM-E6-V1

B – ბაზური სერია
BE – სხივის გადაცემა გადაამწ
C – გაფართოებული სერია
CC – ქიმიურად მდგრადი სერია
DB – ორმაგი ფურცელ, აღმოს
J – ინიციატორი

ულტრაბგერითი გადაამწოლდი



ნახ. 5.10. ულტრაბგერითი გადაამწოლების აღნიშნათი სისტემა

თავი VI - ფოტოელექტრული გადამწოდები

ფოტოელექტრული (ოპტიკური) გადამწოდები ეწოდება ელექტრონულ მოწყობილობას, რომელსაც შეუძლია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ზემოქმედებით ხილულ, ინფრაწითელ თუ ულტრაიისფერ დიაპაზონებში გამოიმუშაოს და მიაწოდოს ერთეულოვანი სიგნალი ანდა სიგნალების ერთობლიობა მართვისა თუ მარეგისტრირებელი სისტემის შესასვლელებს.

ფოტოელექტრული გადამწოდები რეაგირებენ როგორც გაუმჭირვალე ისე ნახევრადგამჭირვალე საგნებზე, წყლის ორთქლზე, კვამლზე, აეროზოლზე. ოპტიკური გადამწოდები წარმოადგენენ უკონტაქტო გადამწოდების სახესხვაობას, რადგან არ არსებობს მექანიკური კონტაქტი გადამწოდის მგრძობიარე არესა და მასზედ ზემოქმედების ობიექტს შორის.

ფოტოელექტრული გადამწოდების ეს თვისება იწვევს მათ ფართო გამოყენებას მართვის ავტომატურ სისტემებში, რადგან ამ გადამწოდების მოქმედების სიშორე რამდენჯერმე მეტია სხვა ტიპის გადამწოდებთან შედარებით.

6.1. ფოტოელექტრული გადამწოდების ტიპები

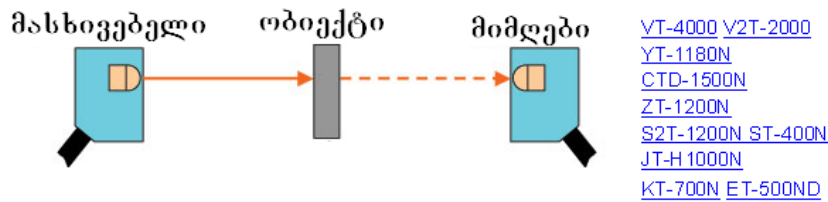
მოწყობილობის ტიპის მიხედვით ოპტიკური გადამწოდები იყოფა მონობლოკურად და ორად გაყოფილ ბლოკებად. მონობლოკურ გადამწოდში მასხივებელი და მიმღები იმყოფებიან ერთ კორპუსში, ორად გაყოფილ ბლოკებში კი ეს კომპონენტები სხვადასხვა კორპუსებშია მოთავსებული.

მუშაობის პრინციპის მიხედვით განარჩევენ ოპტიკური გადამწოდების სამ ჯგუფს:

1. T ტიპი – ბარიერული ტიპის გადამწოდი.
2. R ტიპი – რეფლექტული ტიპის გადამწოდი.
3. D ტიპი – დიფუზიური ტიპის გადამწოდი.

1. ბარიერული ტიპის გადამწოდები

აქ მასხივებელი და მიმღები სხვადასხვა კორპუსში იმყოფებიან და ისინი ყენდება ერთმანეთის მოპირდაპირედ ერთ ღერძზე. კორპუსებს შორის დაშორებამ შეიძლება მიაღწიოს 100 მეტრს. საგანი, რომელიც ხვდება გადამწოდის მოქმედების აქტიურ ზონაში წყვეტს სხივის სვლას. ეს ცვლილება ფიქსირდება მიმღებით და შედეგად ვიღებთ სიგნალს, რომელიც დამუშავების შემდეგ მიეწოდება სამართავ მოწყობილობას.



ნახ. 6.1. ბარიერული ტიპის ოპტიკური გადამწოდი

ბარიერული ტიპის გადამწოდების ღირსებებია:

- მოქმედების დიდი მანძილი (რამდენიმე ათეული მეტრი);
- ობიექტების საიმედო აღმოჩენა მტვრიან და ტენიან გარემოში;
- მცირე ობიექტების აღმოჩენის შესაძლებლობა;
- დიდი არეკვლითი თვისებების მქონე ობიექტების აღმოჩენა;
- ობიექტმა შეიძლება არ აირეკლოს და ჰქონდეს ნებისმიერი ფერი.

ბარიერული ტიპის გადამწოდების ნაკლოვანებებია:

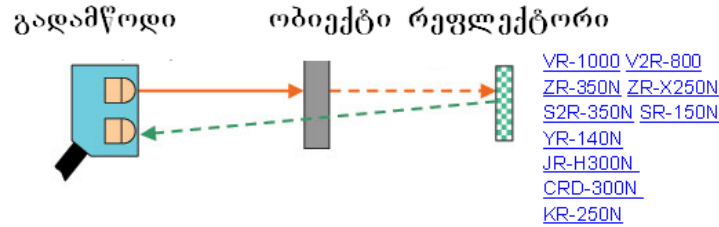
- ობიექტზე დაყენების სიძნელე (ორი კომპონენტის არსებობა).

2. რეფლექტორული ტიპის გადამწოდები:

რეფლექტორული ტიპის გადამწოდი ერთ კორპუსში შეიცავს როგორც ოპტიკური სიგნალის გადამცემს, ასევე მის მიმღებს. სხივის არეკვლისათვის გამოიყენება რეფლექტორი (კატაფოტი). ასეთი ტიპის გადამწოდები აქტიურად გამოიყენება კონვეიერზე დეტალების დათვლისთვის. რეფლექტორული ტიპის გადამწოდების მოქმედების სიშორემ შეიძლება მიაღწიოს 8 მეტრს.

ლაზერული დიოდების გამოყენება რეფლექტორიდან სხივის არეკვლით მომუშავე ფოტოელექტრულ გადამწოდებში საშუალებას იძლევა მიღწეულ იქნას

რეაგირების მნიშვნელოვანი მანძილები და ამასთანავე შენარჩუნებულ იქნას მაღალი გარჩევადობა. პოლიარიზებული ფილტრის გამოყენება საშუალებას იძლევა თავიდან იქნას აცილებული რთული სიტუაციები ზოგიერთი ობიექტის აღმოჩენისას.



ნახ. 6.2. რეფლექტორული ტიპის ოპტიკური გადამწოდი

რეფლექტორული ტიპის გადამწოდების ღირსებებია:

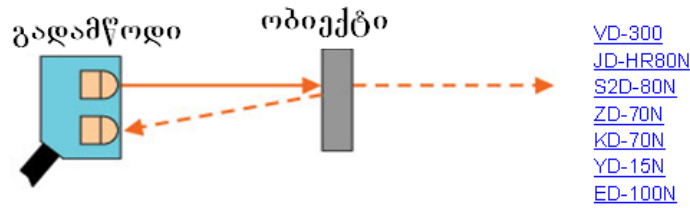
- ადვილი დაყენება;
- გამჭირვალე ობიექტების დეტექტირება;
- ობიექტის გადახრისას და ფერის ცვლილებისას მცირე დამახინჯებები.

რეფლექტორული ტიპის გადამწოდების ნაკლოვანებებია:

- შორ მანძილებზე მცირე ზომის ობიექტების არასაიმედო აღმოჩენა;
- მაპოლიარიზებული ობიექტების აღმოჩენების პრობლემები: პლექსიგლაზი, ლამინირებული აფსკი.

3. დიფუზიური გადამწოდები

დიფუზიური არეკვლის გადამწოდებში ოპტიკური სიგნალის წყარო და მისი მიმღები ერთ კორპუსშია მოთავსებული. მიმღები ანალიზებს საკონტროლო ობიექტის მიერ არეკვლილი სხივის ინტენსივობას. გადამწოდებში ამუშავების სიზუსტისათვის შეიძლება ჩართულ იყოს ფონის ჩახშობის ფუნქცია. მოქმედების სიშორე დამოკიდებულია ობიექტის ამრეკლავ თავისებურებებზე და სტანდარტული სამიზნის გამოყენებისას შეიძლება მიაღწიოს 2 მეტრს.



ნახ. 6.3. დიფუზიური ტიპის შუქამრეკელი ოპტიკური გადამწოდი

დიფუზიური ტიპის გადამწოდების მგრძობიარობა შეიძლება დარეგულირდეს პოტენციომეტრის საშუალებით. ნათელი ობიექტები აირეკლავენ მეტ სინათლეს, ვიდრე მუქები, ნათელი ობიექტები ამასთანავე შეიძლება აღმოჩენილი იყოს უფრო შორ მანძილზე. ამიტომ, იმისათვის რომ მუქი ობიექტების შემთხვევაში მიღწეულ იქნას სასურველი შედეგები, გადამწოდის მგრძობიარობას ზრდიან ბრუნვითი პოტენციომეტრის საშუალებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ დიფუზიური გადამწოდებისთვის გარკვეულ პრობლემას წარმოადგენს მუქი ობიექტების გამოცნობა ნათელ უკანა ფონზე. ასევე არის გარკვეული პრობლემები რთული გეომეტრიის ზედაპირის მქონე სარკოვანი საგნების აღმოჩენისას და აგრეთვე გარე განათების წყაროების გავლენისაგან გამოცნობის რეზულტატებზე.

დიფუზიური ტიპის გადამწოდების ღირსებებია:

- მარტივი დაყენება (არ არის საჭირო საწინააღმდეგო მხარიდან გადამწოდის დაყენება;
- ნათელი ობიექტების საიმედო გამოცნობა შავ ფონზე.

დიფუზიური ტიპის გადამწოდების ნაკლოვანებებია:

- წინა და უკანა ფონების ჩახშობის შეუძლებლობა;
- მუქი ობიექტების ნათელ ფონზე გამოცნობის პრობლემები.

6.2. სხვა ტიპის ოპტიკური გადამწოდები

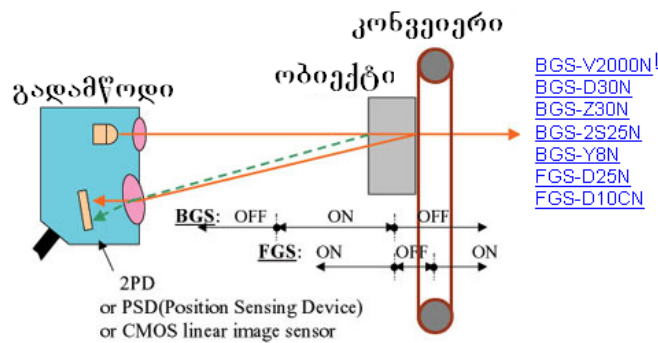
ა. ოპტიკური გადამწოდი უკანა ფონის ჩახშობით

ასეთი ტიპის გადამწოდები აფიქსირებენ ობიექტებს მხოლოდ მოცემულ მანძილზე სკანირების არეს საზღვრებში. ყველა ობიექტი, რომლებიც

განლაგებულნი არიან მოცემული არის საზღვრებს გარეთ არ შემოქმედებენ გაზომვის რეზულტატებზე, იხ. ნახ. 6.4.

ღირსებები:

- ამრეკლავის საჭიროების არარსებობა;
- ადვილი დაყენება;
- ობიექტის არ აღმოჩენა უკანა ფონზე (მგრძნობიარობის ზონის მიღმა);
- ძალზედ მცირე ზომების ობიექტების დეტექტირება მაღალი სიზუსტით.



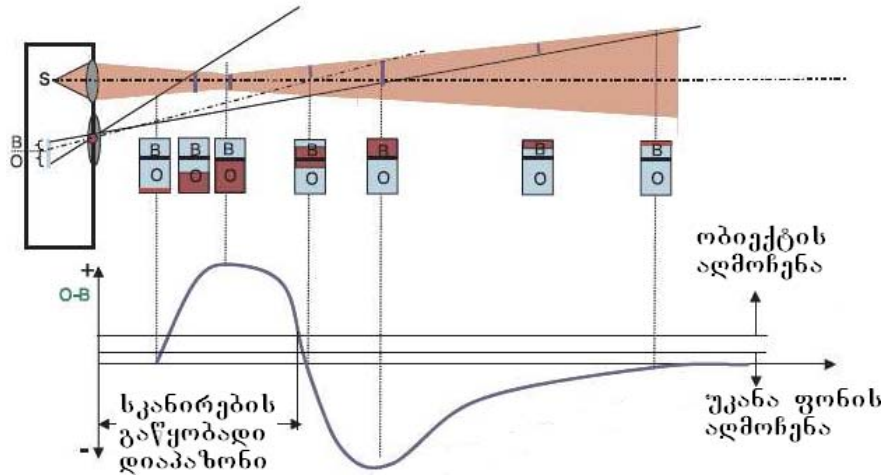
ნახ. 6.4. უკანა ფონის ჩამსშობი ოპტიკური გადამწოდი

- მუქი ობიექტების აღმოჩენის შესაძლებლობა ნათელ უკანა ფონზე;
- ნაკლები დამოკიდებულება ობიექტის მდგომარეობასა და მისსივე ზედაპირის ფონზე.

ნაკლოვანებებია:

- შეზღუდული მუშა დისტანცია (მხოლოდ 2 მეტრამდე);
- უკანა ფონის ცვლილების შემთხვევაში ობიექტის საიმედო აღმოჩენის შესაძლო პრობლემები;
- დიდი ფასი. ეს გადამწოდები უფრო ძვირია ვიდრე ობიექტიდან არეკვლის პრინციპით მომუშავე გადამწოდები.

ნახ. 6.5 – ზე ნაჩვენებია ოპტიკური გადამწოდის აღმოჩენის დიაპაზონი



ნახ. 6.5. უკანა ფონის ჩამსშობი ოპტიკური გადამწოდის აღმოჩენის დიაპაზონი

ასეთი ტიპის გადამწოდების გამოყენებისას მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული მთელი რიგი რთული მომენტები:

- სარკული ზედაპირისა და რთული რელიეფის მქონე ობიექტების მიერ შექმნილი პრობლემები, ასეთ შემთხვევაში არეკვლილი სხივი შეიძლება ვერ მოხვდეს ობიექტივში;
- თუ დეტალის უკანა ფონზე იმყოფება სარკოვანი ობიექტები, მაშინ მათ შეიძლება გამოიწვიონ გადამწოდის მცდარი ამუშავება;
- განათების წყაროები, რომლებიც იმყოფებიან უკანა ფონზე, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ გადამწოდის მუშაობაზე;
- მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული, რომ ობიექტის არეკვლის უნარი და ფერი მნიშვნელოვნად მოქმედებს გადამწოდის მუშა დიაპაზონზე.

ბ. გადამწოდი წინა ფონის ჩამსშობით

იგი რეალიზებულია სიგნალის გამომსახივებლისა და ფოტომიმდების სპეციალური განლაგებით. ამ გადამწოდების გარანტირებული საიმედო მუშაობისათვის უკანა ფონი უნდა იყოს შედარებით ნათელი ფერის და არ უნდა ჰქონდეს მნიშვნელოვანი ფლუქტუაციები სიმაღლის მიხედვით.

გადამწოდები წინა ფონის ჩამსშობით არის იდეალური არჩევანი იმ ობიექტებისათვის, რომელთაც აქვთ კრიტიკული ზედაპირები (გამჭირვალე ან

სარკისებური), აგრეთვე როდესაც ობიექტებს შორის, რომლებიც მოძრაობენ კონვეიერულ ლენტაზე არის ძალიან მცირე მანძილები.

ღირსებები:

- ისეთი ობიექტების აღმოჩენის შესაძლებლობა, რომლებიც ძალიან მცირედ არიან გამოშვებულნი კონვეიერული ლენტიდან;
- ობიექტების აღმოჩენა უსწორმასწორო ანდა არაერთგვაროვანი ზედაპირებით.

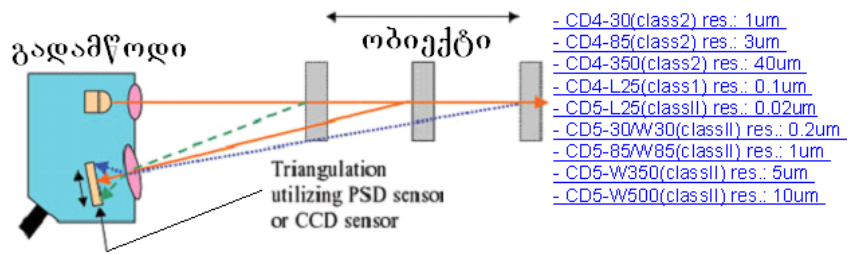
ნაკლოვანებები:

- პრობლემების წარმოქმნის შესაძლებლობა კონვეიერის არასწორი გაწყობის შემთხვევაში;
- შეზღუდული მუშა დისტანცია.

გ. წანაცვლების ოპტიკური გადამწოდები

წანაცვლების გადამწოდების კონსტრუქცია დამუშავებულია მათ მიერ ორი ამოცანის რეალზაციისათვის, ესენია: გაზომვის მაქსიმალური სიზუსტე და დამუშავების მაღალი სისწრაფე მონაცემების გაზომვისას რამდენიმე მილიმეტრის დიაპაზონში, იხ. ნახ. 6.6.

წანაცვლების ტიპის გადამწოდში გამოყენებულია გაზომვის ტრიანგულაციური მეთოდი. სხივების კონა მიმართულია ტესტირებულ ობიექტის ზედაპირზე (სხივთა კონის წყაროდ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ლაზერული დიოდი).



ნახ. 6.6. წანაცვლების ოპტიკური გადამწოდი

გადამწოდის კორპუსში ჩაყენებულია მიმღების ოპტიკა, რომელიც იღებს არეკვლილ სხივს შუქმგრძობიარე ელემენტზე. არეკვლილი სხივის მდებარეობისაგან დამოკიდებულებით და ცნობილი გეომეტრიით განისაზღვრება მანძილი ტესტირებულ ობიექტამდე.

ღირსებები:

- მაღალი გარჩევადობა და სიზუსტე ნებისმიერ მასალასთან მუშაობის დროს (დაბურული, ბრწყინავი, ნათელი და მუქი ზედაპირებით);
- გაზომვის მაღალი საიმედოობა ძლიერი კონტრასტულობის შემთხვევაშიც კი;
- გადამწოდების გაბარიტული ზომების პორტატულობა;
- მაღალი ხაზობრიობა.

დ. ოპტიკურბოჩკოვანი ტიპის გადამწოდები

ოპტიკურბოჩკოვანი ფოტოელექტრული გადამწოდების, სქემა ნაჩვენებია ნახ. 6.7.-ზე.



ნახ. 6.7. ოპტიკურბოჩკოვანო ფოტოელექტრული გადამწოდი

ელექტრული ნაწილი მოთავსებულია ხელმისაწვდომ და უსაფრთხო ადგილას, ხოლო მიმღები და გადამცემი გამოტანილია უშუალოდ დეტექტირების ზონაში. ისინი გადასცემენ შუქსიგნალს ოპტიკურბოჩკოვანი კაბელით.

ამ გადამწოდებისთვის დამახასიათებელია დეტექტირების ყველა მეთოდი (დიფუზიური, სხივის გადაკვეთის საფუძველზე და ა.შ.შ.).

ოპტიკურბოჩკოვანი ფოტოგადამწოდები შეიძლება გამოყენებულ იქნას იმ შემთხვევებშიც, როდესაც გაზომვის ზონაში შეიმჩნევა დარტყმითი ზემოქმედება, ვიბრაცია, მაღალი ტემპერატურა და ძლიერი მაგნიტური ველები.

ღირსებები:

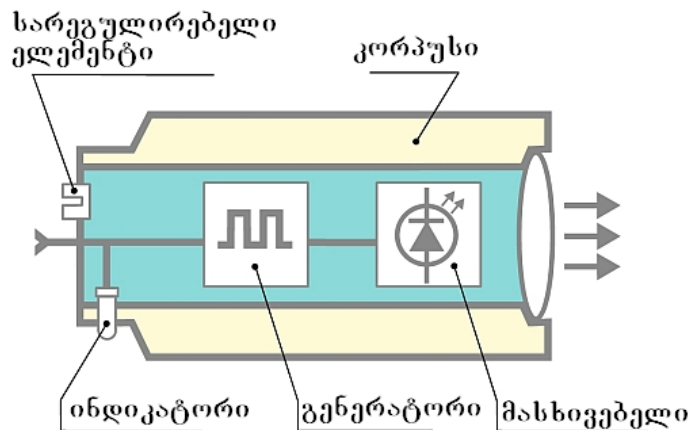
- უგრძობლობა ვიბრაციებისა და დარტყმების მიმართ;
- მარტივი დაყენება;
- ხმაურდაცულობა (ოპტიკური კაბელი დაცულია ელექტრული და მაგნიტური ხმაურისაგან);
- მოქნილი ბოჩკოვანოპტიკური კაბელი;
- მუშაობა ექსტრემალურ პირობებში.

ნაკლოვანებები:

- არამდეგობა ზოგიერთ ქიმიური ნივთიერებების მიმართ
- სტატიკური მუხტის დაგროვების შესაძლებლობა.

6.3. ფოტოელექტრული გადამწოდების მოქმედების პრინციპი

ოპტიკური უკონტაქტო გადამწოდები (გამომრთველები) შედგება 2 ფუნქციონალურად დამთავრებული ბლოკებისაგან – გამოსხივების წყაროსა და გამოსხივების მიმღებისაგან:



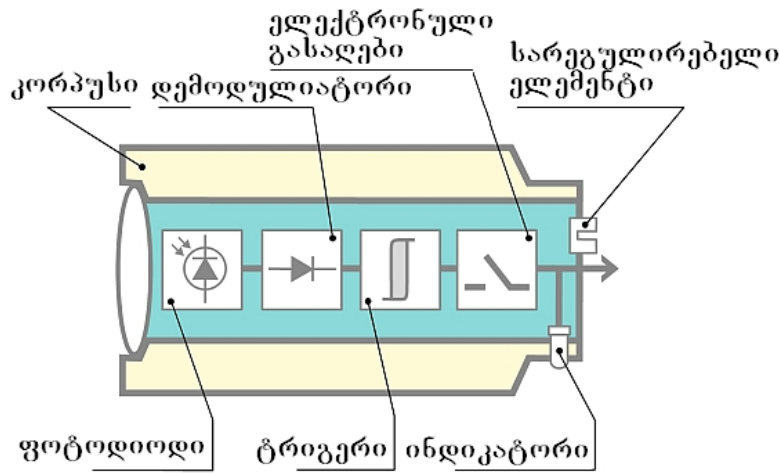
ნახ. 6.8. ფოტოელექტრული გადამწოდის მასხივებელი

1. გამოსხივების წყარო (მასხივებელი) შეიცავს:

- გენერატორს - იგი გამოიმუშავებს ელექტრული იმპულსების თანმიმდევრობას, რომლებიც მიეწოდება მასხივებელს;

- გამომსხივებელს - იგი არის ინფრაწითელი ან ოპტიკური (წითელი) დიაპაზონის მასხივებელი, რომელიც წარმოშობს გამოსხივებას;
- ინდიკატორის - იგი გვიჩვენებს კვების წყაროს ძაბვის არსებობას მასხივებელზე.

2. მიმღები შეიცავს:

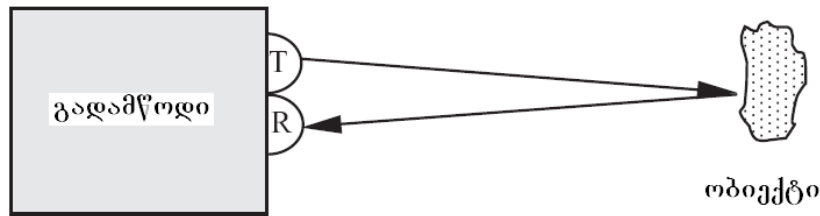


ნახ. 6.9. ფოტოელექტრული გადამწოდის მიმღები

- ფოტომიმღებს (ფოტოდiodი, ფოტოტრანზისტორი) – იგი შეიგრძნობს გამოსხივებას და გარდაქმნის მას ელექტრულ სიგნალად;
- დემოდულიატორი - გარდაქმნის ცვლადი რხევების ამპლიტუდის ცვლილებას მუდმივ ძაბვათ;
- ტრიგერი - უზრუნველყოფს გადართვის სიგნალის ფრონტის აუცილებლად საჭირო დამრეცობას და ჰისტერეზისს;
- შუქდიოდურ ინდიკატორს – იგი უჩვენებს გამომრთველის ჩართულ თუ გამორთულ მდგომარეობას, უზრუნველყოფის შრომისუნარიანობას, მოწყობილობის გაწყობისა და რემონტის ოპერატულობას;
- კომპაუნდს – იგი უზრუნველყოფს მაგარი ნაწილაკებისა და წყლის შეღწევისაგან აუცლებელი დაცვის ხარისხს;
- კორპუსს – იგი უზრუნველყოფს გამომრთველის მონტაჟს, იცავს მექანიკური ზემოქმედებისაგან, იგი დამზადებულია პოლიამიდისგან.

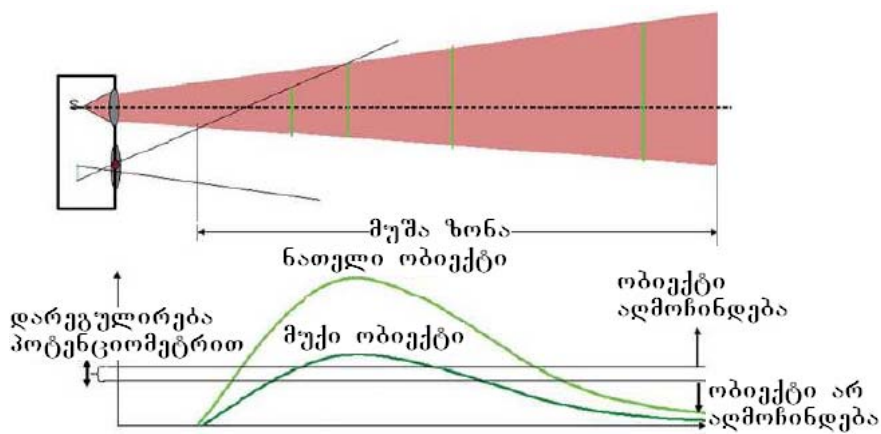
ამგვარად, ფოტოელექტრული (ოპტიკური) გადამწოდები ფუნქციონირებენ და მოქმედების პრინციპის მიხედვით იყოფიან სამ ძირითად ნაწილად:

ობიექტისაგან ამრეკლავი გადამწოდები –რომლებიც გამოასხივებენ და იღებენ გადამწოდის მოქმედების სფეროში მდებარე ობიექტისაგან არეკვლილ შუქს.



ნახ. 6.10. ობიექტისაგან ამრეკლავი გადამწოდი

- როგორც კი გადამწოდი დაიჭერს შუქის საკმარის ენერგიას მის გამოსასვლელზე დაყენდება შესაბამისი ლოგიკური დონე;
- მანძილი გადამწოდიდან ობიექტამდე დამოკიდებულია აღმოსაჩენი ობიექტის ზომებზე, ფერზე, ზედაპირის უსწორმასწორობაზე და სხვ. და შეიძლება მიაღწიოს ორ მეტრს;



ნახ. 6.11. ობიექტიდან არეკვლის გადამწოდის მუშაობის პრინციპი

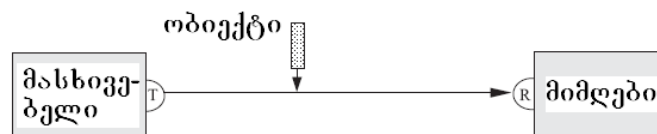
- კონსტრუქციულად მასხივებელი და მიმღები იყოფებიან ერთ კორპუსში;

ამ ტიპის გადამწოდების ძირითადი ღირსებებია: რეფლექტორის არარსებობა, დაბალი ფასი, ნათელი ობიექტების აღმოჩენის მაღალი ალბათობა შავ ფონზე;

- ამ ტიპის გადამწოდების ძირითადი ნაკლოვანებებია: წინა და უკანა ფონების ჩახშობის არარსებობა და შავი ობიექტების აღმოჩენის პრობლემები თეთრ ფონზე.

გამჭოლი ტიპის გადამწოდები

ასეთი ტიპის გადამწოდებს აქვთ განცალკავებული კონსტრუქციის სინათლის წყარო და მიმღები, რომლებიც განლაგებულნი არიან ერთ ღერძზე ერთმანეთის საპირისპიროდ. ნებისმიერი საგანი, რომელიც მოხვდება გადამწოდის სინათლის ნაკადში წყვეტს მას და იწვევს გამოსასვლელის ლოგიკური მდგომარეობის ცვლილებას;



ნახ. 6.12. გამჭოლი ტიპის გადამწოდი

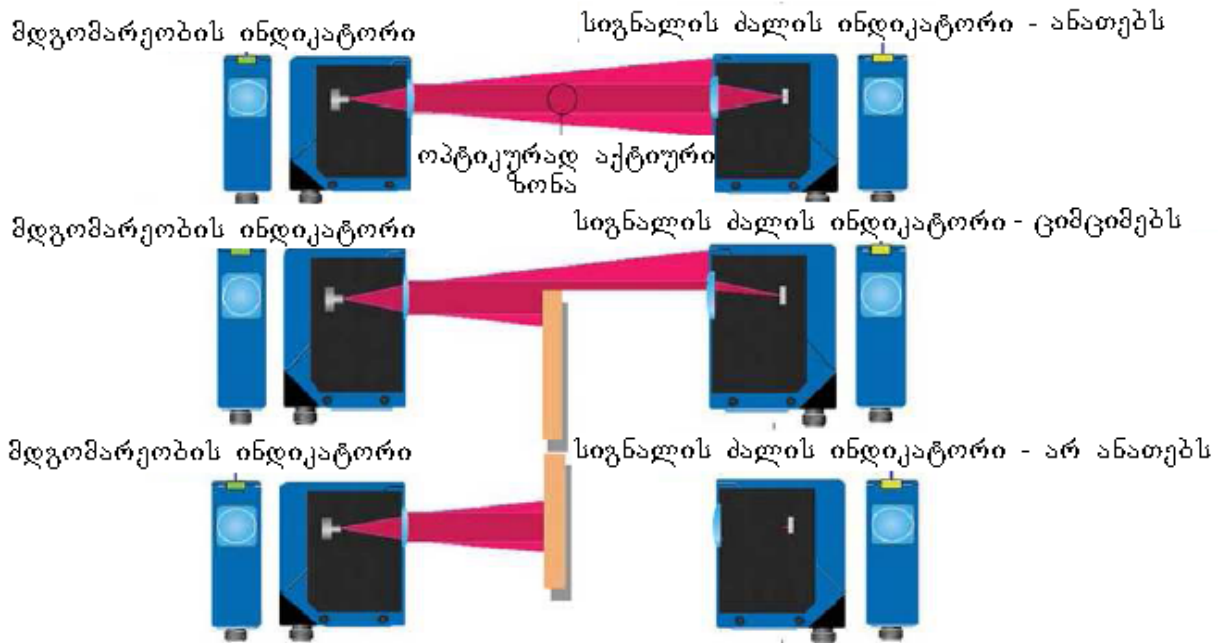
ღირსებებია:

- მუშაობის დიდი დიაპაზონი – 350 მეტრამდე;
- ობიექტების საიმედო აღმოჩენა მტვრიან და ტენიან შენობებში;
- მაღალი თვისებების მქონე ობიექტების აღმოჩენა;
- აგრეთვე მცირე ზომის ობიექტების აღმოჩენის შესაძლებლობა;

ნაკლოვანებებია:

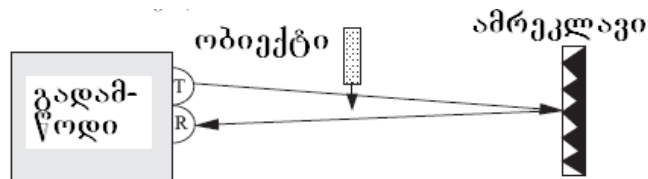
- მაღალი ფასი ობიექტებიდან ამრეკლავ გადამწოდებთან შედარებით;
- სიძნელეები გადამწოდის ინსტალაციის დროს;
- გაწყობის სიძნელე ორი კომპონენტის არსებობისაგან გამომდინარე;

გამჭოლი ტიპის გადამწოდის მუშაობა სხივის გადაკვეთის სხვადასხვა პოზიციის დროს ნაჩვენებია ნახ. 6.13. – ზე.



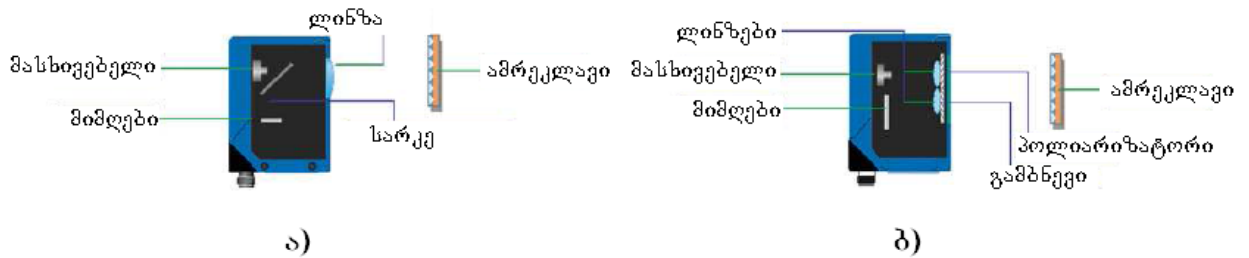
ნახ. 6.13. მწყვეტარას მუშაობის პრინციპი სხივის გადაკვეთისას

რეფლექტორისაგან ამრეკლავი გადამწოდები



ნახ. 6.14. რეფლექტორისაგან არეკვლის ტიპის გადამწოდი

- სინათლის ნაკადს დამბრუნებელიდან ამრეკლავი გადამწოდები გამოსასხივებენ და იღებენ ნაკადს, რომელიც არეკვლილია სპეციალური ამრეკლავიდან (რეფლექტორისგან), სხივის წყვეტისას გადამწოდის გამოსასვლელზე გაიცემა შესაბამისი სიგნალი;
- მოქმედების სიშორე დამოკიდებულია გარემოს მდგომარეობაზე (მტვერი, კვამლი დასხვ.) და შეიძლება მიაღწიოს 5 მეტრს;
- კონსტრუქციულად გადამწოდი მოთავსებულია ერთ კორპუსში.



ნახ. 6.15. რეფლექტორისაგან არეკვლით მოქმედი გადამწოდის

მოქმედების პრინციპი: ა) ავტოკოლიმაციით, ბ) ორი ლინზის გამოყენებით

- ეს მოწყობილობები ორი სახისაა გადამწოდები ავტოკოლიმაციით და გადამწოდები ორი ლინზით, რომელთა მოქმედების პრინციპი წარმოდგენილია ნახაზზე;
- პოლიარიზული ფილტრების გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა თავიდან იქნას აცილებული რთული სიტუაციები, მთელი რიგი ობიექტების აღმოჩენის დროს, ხოლო ღაზერული დიოდების გამოყენება საშუალებას იძლევა გაფართოვდეს მუშა დიაპაზონი მაღალი გარჩევადობის უნარის შერჩუნებასთან ერთად;

ღირსებები: დეტალის აღმოჩენის შესაძლებლობა ნულთან მანძილზე გადამწოდისგან, მარტივი დაყენება, მუშაობის დიდი დიაპაზონი (45 მეტრი), მარტივი რეგულირება, ყველა ტიპის ობიექტის აღმოჩენის შესაძლებლობა მათ შორის სარკოვანი ზედაპირებითა და გამჭვირვალე ობიექტების;

- **ნაკლოვანებები:** მაპოლარიზებული მასალებისაგან დამზადებული ობიექტების აღმოჩენის პრობლემები და მცირე ზომის ობიექტების არასაიმედო აღმოჩენა დიდ მანძილებზე.
- ფოტოელექტრული გადამწოდები უკანა ფრონტის ჩახშობით – აფიქსირებენ ობიექტებს გარკვეულ, წინასწარ მოცემულ მანძილზე სკანირების არის საზღვრებში. ყველა ობიექტი, რომლებიც მოთავსებულია აღნიშნული არის მიღმა არ მოქმედებენ გაზომვის რეზულტატებზე;
- ასეთი ტიპის გადამწოდები ფართოდ გამოიყენება წარმოების მრავალ სხვადასხვა დარგში;

- ამ ტიპის გადამწოდების გამოყენების დროს წინა ან უკანა ფონის ჩახშობით სკანირების დიაპაზონი ყენდება ოპტიკური იუსტირების გზით.

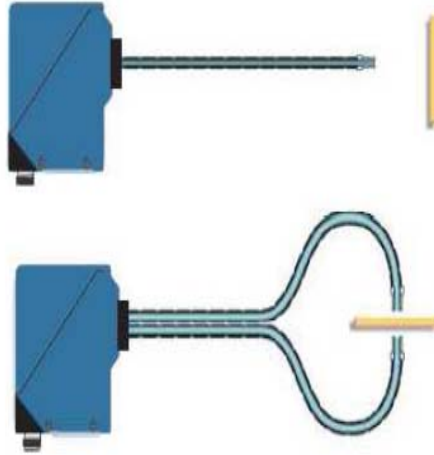
ფოტოელექტრული გადამწოდი ოპტიკურბოჩკოვანი კაბელით

ფოტოგადამწოდები ოპტობოჩკოთი შეუცვლელია ძნელად მისადგომ ადგილებში აღმოჩენების ამოცანების გადასაწყვეტად. აქ შეიძლება, რომ ერთმა მაძლიერებელმა ბლოკმა იმუშაოს ერთდროულად რამდენიმე ოპტიკურ კაბელთან, რომელთა გადამწოდებიც ერთმანეთისაგან შეიძლება განსხვავებულ იყოს როგორც კონსტრუქციული თავისებურებებით ისე აღმოჩენის მეთოდით, ისე რომ მომხმარებელს არ სჭირდება შეცვალოს მთელი გადამწოდი მართვის ამოცანების ცვლილებისათვის.

აქ საკმაოდ საპასუხისმგებლო ამოცანაა ოპტიკური კაბელის სწორი შერჩევა. ცნობილია ორი ტიპის ოპტიკური ბოჩკო: პლასტიკური (დიამეტრით 10 ... 70 მკმ) და მინის (0.5 ... 1,5 მმ). პლასტიკური კაბელის ღირსებებია დაბალი ფასი და ვიბრაციებისა და დარტყმების მიმართ უგრძობლობა, კაბელის შესაძლებლობა მნიშვნელოვან მოღუნვებზე.

ნაკლოვანებები:

ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერების მიმართ არამდგრადობა. სტატიკური მუხტის დაგროვების უნარი და ვიწრო სამუშაო ტემპერატურული დიაპაზონი: (-40...70°). რაც შეეხება მინის ოპტობოჩკოს, მისი ღირსებებიდან უნდა გამოვყოთ კაბელის მნიშვნელოვანი სიგრძე (10 მ-დე), შესაძლებლობა მაღალ ტემპერატურებზე მუშაობისა, აქვს მცირე წონა, აფეთქებადაცულობის რეალიზაციის შესაძლებლობა, უგრძობლობა დარტყმების მიმართ, მაღალი ფასი და პრობლემები მტვრიან შენობებში მუშაობისას.

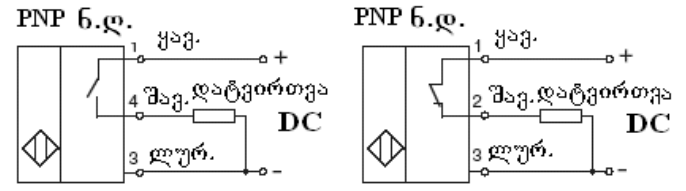
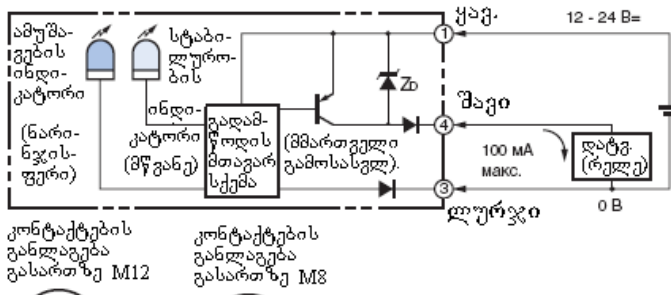
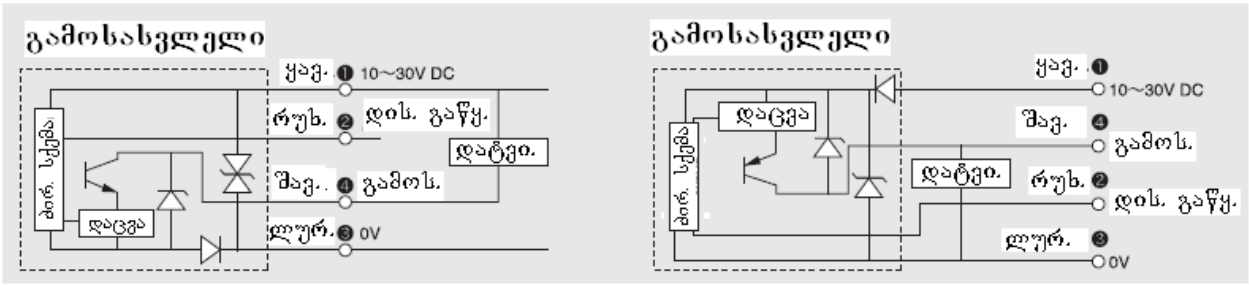


ნახ. 6.16. ოპტიკურბოჭკოვანი კაბელიანი ფოტოელექტრული
გადამწოდი

6.4. ფოტოელექტრული გადამწოდების ტექნიკური მახასიათებლები

- კვების ძაბვა 10 ... 30 ვ;
- მოხმარებული დენი 10 მა;
- გამომავალი კასკადი (N-P-N/P-N-P);
- დატვირთვის დენი 100 მა;
- ამუშავების დაყოვნება 100 ... 200 მწმ;
- კომუტაციის ფუნქცია ღია/ჩაკეტილი;
- დეტექტირების კუთხე 20 ... 30;
- ტემპერატურული დიაპაზონი (- 10 ... +50°C);
- დაცვის ხარისხი IP-58;
- შუქდიოდური ინდიკატორი;
- კორპუსის მასალა პოლიამიდი, ალუმინი.

6.4. ფოტოელექტრული გადამწოდების შეერთებები



ნახ. 6.17. ფოტოელექტრული გადამწოდების შეერთებები

თავი VII - ენკოდერები

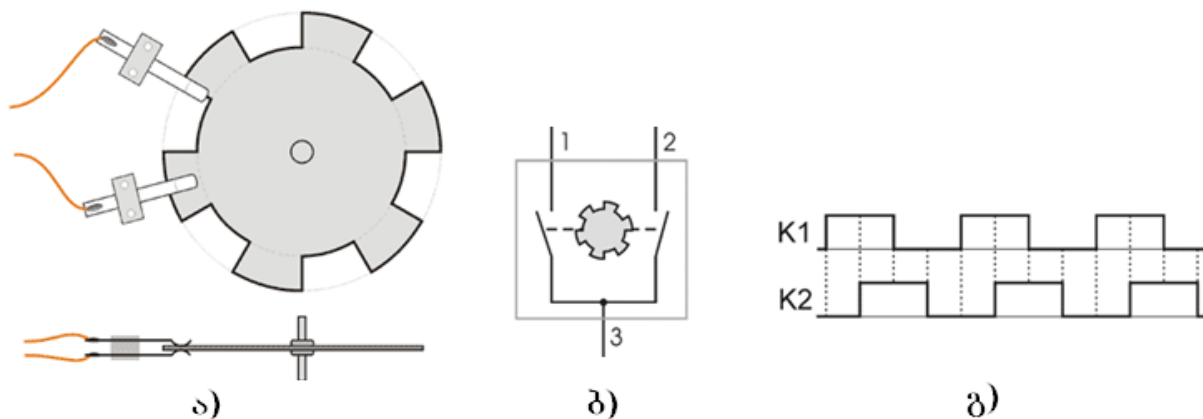
7.1. შესავალი

ფოტოელექტრული (ოპტიკური) გადამწოდების ბაზაზე შექმნილია ხაზური და კუთხური გადაადგილებების გადამწოდები ე.წ. ენკოდერები. ასეთი ტიპის გადამწოდების სიზუსტემ შეიძლება მიაღწიოს 1 მკმ-იდან 1 მმ-მდე, თუ გასაზომი მანძილი იცვლება შესაბამისად 8 მმ-იდან 3 მ-მდე. კუთხური გადაადგილების გადამწოდებს შეიძლება ჰქონდეთ 100-დან 10000 -მდე მარკერი ერთ ბრუნზე ანუ მათი გარჩევადობა შეიძლება იყოს 5 წამამდე.

7.1. მექანიკური ენკოდერი

უმარტივესი ტიპის ენკოდერის სახეობას წარმოადგენს მექანიკური ტიპის ენკოდერები, რომელთაც ისევე როგორც ცვლად რეზისტორებს აქვთ წინ გამოწეული ღერძი, რაზედაც შეიძლება დამაგრებულ იქნას ისეთივე სახელური როგორც ცვლად რეზისტორზე. სახელურის ბრუნვა იწვევს ენკოდერის მიერ იმპულსების თანმიმდევრობის გამომუშავებას, რაც შემდეგ მიეწოდება მიკროკონტროლერს და აძლევს მას ინფორმაციას იმის შესახებ, თუ რამდენად უნდა გაიზარდოს ან შემცირდეს ესა თუ ის მნიშვნელობა მაგ. რამდენად უნდა შეიცვალოს სიგნალის ხმამაღლობა და სხვ.

ამასთანავე, ენკოდერი ისეა მოწყობილი, რომ მიკროკონტროლერმა შეიძლება გაარჩიოს არა მარტო სიდიდე, რაზედაც მოითხოვება პარამეტრის ცვლილება, არამედ ამავე პარამეტრის ცვლილების მიმართულება დაკლება ან მომატება. ამის შესაძლებლობას გვაძლევს ენკოდერის კონსტრუქცია, სადაც ღერძის ერთი მინმართულებით ბრუნვა იწვევს მაგ. ხმის ძალის მომატებას, ხოლო მეორე მიმართულებით ბრუნვა კი – დაკლებას.



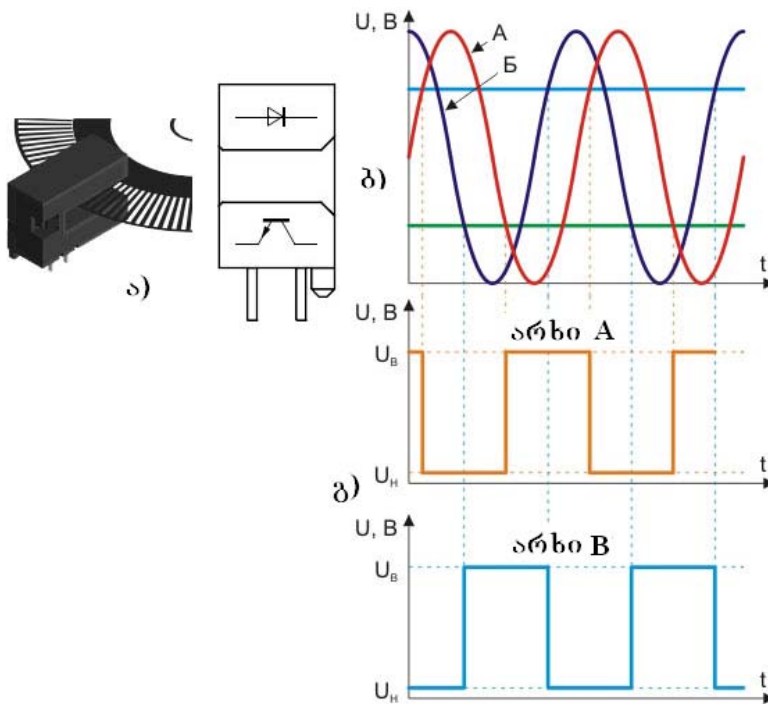
ნახ. 7.1. მწვევტარა ტიპის მოძრაობის ოპტიკური დეტექტორის ბაზური სქემა:
 ა) მექანიკური ენკოდერის მოქმედების პრინციპი, ბ) ენკოდერის სქემა,
 ენკოდერის ფუნქციონირების დროითი დიაგრამა

ნახაზიდან ჩანს, რომ მექანიკურ ენკოდერს აქვს ორი წყვილი მექანიკური კონტაქტი, მათთან მიერთებულია სამი გამომყვანით, საიდანაც ერთერთი მათგანი საერთოა ორთავე წყვილისთვის და მასზედ მოდებულია კვების დაბვა. ენკოდერის სახელურის ბრუნვისას დისკოს კბილები გადაადგილდებიან კონტაქტების ღრეჩოებში და ხსნიან და კრავენ კონტაქტებს მონაცვლეობით, შედეგად კონტაქტების დანარჩენ გამომყვანებზე ჩვენ ვიღებთ იმპულსების ორ თანმიმდევრობას, ანუ მეანდრას რომლებიც ერთმანეთის მიმართ 90-კუთხით არის დაძრულნი.

აქ ისმის კითხვა, თუ როგორ იგებს მიკროკონტროლერი ენკოდერის მობრუნების კუთხეს? ის უბრალოდ ითვლის იმპულსების რაოდენობას. ხოლო თუ როგორ იგებს მიკროკონტროლერი ბრუნვის მიმართულებას? ეს ნათელია დროის დიაგრამიდან, თუ პირველი კონტაქტის იმპულსი უკვე დამდგარია და მეორე იმპულსის წინა ფრონტი ჩნდება პირველის შუაში, როგორც ეს ნახზზე ნაჩვენებია, მაშინ ენკოდერი ბრუნავს ერთი მიმართულებით, ხოლო თუ მეორეს იმპულსია დამდგარი და პირველის იმპულსი ჩნდება მის შუაში, მაშინ იგი ბრუნავს უკუ მიმართულებით. ამ დროით თანაფარდობებს კი ადვილად არკვევს მიკროკონტროლერი მასში ჩაწერილი პროგრამის მიხედვით;

7.2. ოპტიკური ენკოდერი

ოპტიკური ენკოდერი შედგება თხელი ოპტიკური დისკოსაგან და სტაციონარული ბლოკისაგან – გამზომი თავაკისაგან, რომელიც შეიცავს შუქის წყაროსა და ფოტოდეტექტორს. ოპტიკური დისკოს აქვს არაგამჭირვალე და გამჭირვალე (მარკერები) მონაკვეთები. დისკოს მუშაობისას მარკერები ატარებენ ანდა წყვეტენ შუქის სხივს, რაც მიმართულია შუქის წყაროსაგან ფოტომიმღებისაკენ.



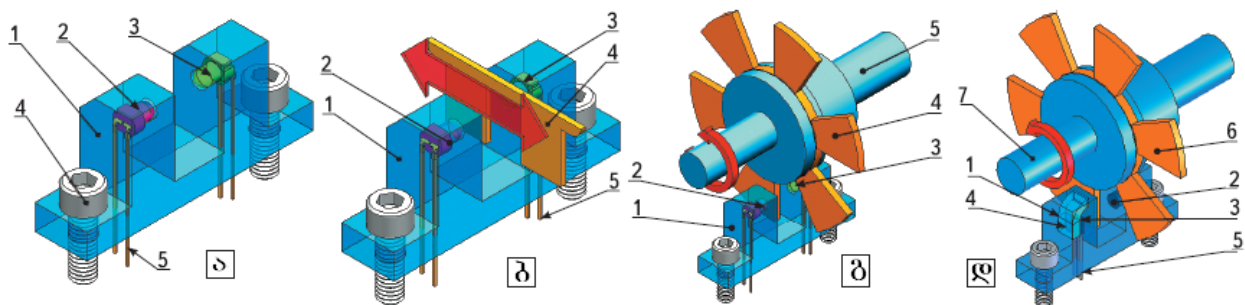
ნახ. 7.2. მწვევტარა ტიპის მოძრაობის ოპტიკური დეტექტორის ბაზური სქემა:

- ა) ელექტრონული ენკოდერის მოქმედების პრინციპი, ბ) სინუსოიდალური სიგნალები დეტექტორის გამოსასვლელიდან, გ) იმპულსური სიგნალები ენკოდერის ელექტრონული ბლოკის გამოსასვლელიდან

ფოტოდეტექტორი (იხ. ნახ. 7.2.) გენერირებს სიგნალს სიხშირით რომელიც ტოლია კოდური ელემენტების გადაადგილების სიხშირისა ციფრული ან ანალოგიური ფორმით, რომელიც შემდეგ შეიძლება გაძლიერდეს და წარმოდგენილ იქნას ციფრულ ფორმაში (A არხი).

“შუქდიოდ - ფოტოტრანზისტორი“-ის მეორე წყვილის დამატებისას, თუ კი იგი პირველთან შედარებით კუთხურად წანაცვლებით, სიგნალის პერიოდის მეოთხედით, იქნება დაყენებული, შეიძლება მიღებულ იქნას იმპულსების მეორე თანმიმდინარეობა – B არხი, რომელიც. A არხთან შედარებით წანაცვლებული იქნება 90 -ით. ენკოდერი, რომელიც იყენებს ორ ოპტიკურ გადამწოდს, შესაძლებლობას გვაძლევს განვსაზღვროთ ოპტიკური დისკოს ბრუნვის მიმართულება.

მოძრაობის დეტექტირების ყველა ცნობილი ოპტიკური სქემა დადის ორ ბაზურ სქემებზე, რომლებიც ნაჩვენებია ნახ. 7.3. - ზე.



ნახ. 7.3. მწვეტარა ტიპის მოძრაობის ოპტიკური დეტექტორის ბაზური სქემა

ნახაზზე წარმოდგენილია მწვეტარა ტიპის მოძრაობის ოპტიკური დეტექტირების ბაზური სქემა. სადაც ა-გ ჭრილური ფორმის ოპტიკური გადამწოდი-მწვეტარებია: 1 – გადამწოდის კორპუსი; 2 – შუქდიოდი; 3 – ფოტომგრძნობიარე ელემენტი (ფოტოდიოდი ან ფოტოტრანზისტორი); ა – გადამწოდის კორპუსი; 4 – კორპუსის სამონტაჟო ელემენტები; 5 – ტერმინალები საბეჭდ დაფაზე მონტაჟისათვის; ბ – ხაზური გადაადგილების მწვეტარაა, ანუ ხაზური სიჩქარის გადამწოდი (გარკვეული ხაზური მდგომარეობის ციფრული ინდიკატორი); 4 – ხაზური როტორი (ხაზურად გადაადგილებადი ელემენტი) მიმდევრობით დალაგებული ოპტიკურად გამჭირვალე და ოპტიკურად გაუმჭირვალე მონაკვეთებით; 5 - ტერმინალები საბეჭდ დაფაზე მონტაჟისათვის; გ. კუთხური სიჩქარის გადამწოდი (გარკვეული კუთხური მდგომარეობის ინდიკაცია); 4 - მბრუნავი ფრთები – ფრიალა გაუმჭირვალე კბილებით; 5 –

მბრუნავი ღერძი; დ – ჭრილური ოპტომწვევტარას ანალოგი ჰოლის გადამწოდით: 1 - გადამწოდის კორპუსი; 2 – მაგნიტი; 3 – ჰოლის გადამსწოდი (უნიპოლიარული გასაღები); 4 – მაგნიტოგამტარი; 5 – ტერმინალები სამონტაჟო პლატაზე მონტაჟისათვის; 6 – მბრუნავი როტორი –ფრიალა ფერომაგნიტური მასალისაგან დამზადებული ფრთებით; 7 – მბრუნავი ღერძი.

7.3. ოპტიკური ენკოდერის მოქმედების პრინციპი

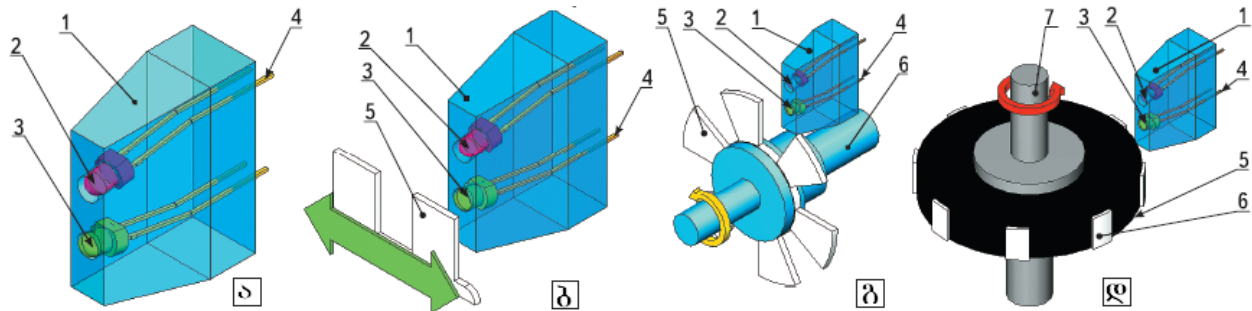
ოპტიკური ენკოდერის ძირითადი ელემენტებია შუქდიოდი და ფოტოდეტექტორი (ფოტოტრანზისტორი), რომლებიც განცალკავებულნი არიან გადამწოდის სხეულში ჰაერის ზოლით. როცა შუქი შუქის წყაროდან ეცემა ფოტოტრანზისტორს, მაშინ იგი გაღებულია და მის გამოსასვლელზე ძაბვის დაბალი დონეა. თუ კი ჭრილში გამოჩნდება გაუმჭირვალე როტორის ელემენტი, მაშინ შუქის გზა შუქდიოდსა და ფოტოტრანზისტორს შორის გადაიკეტება, რაც იწვევს ფოტოტრანზისტორის გამოსასვლელის გადართვას მაღალი დონისაკენ.

ჭრილური ოპტომწვევტარები ფართოდ გამოიყენება ძრავის სიჩქარის დეტექტივობისათვის, რომლის ღერძზეც განლაგებულია როტორი, რომელიც პერიოდულად წყვეტს ოპტიკურ არხს, მაგრამ პრაქტიკაში მათი გამოყენება შეზღუდულია მგრძნობიარობით გაჭუჭყიანებასა და ტემპერატურასთან დაკავშირებით (ჩვეულებრივ 90°C). მნიშვნელოვან წილად ამ პრობლემას წყვეტს მწვევტარას სქემის ალტერნატივა ჰოლის გადამწოდის საფუძველზე, მაგრამ ოპტომწვევტარასგან განსხვავებით ფრიალას ფრთებს წაეყენება მინიმალური ზომების ქონება, რაც თავის მხრივ აადვილებს გადამწოდის სივრცობლივ განლაგებას.

შემდეგ ნახაზზე ილუსტრირებულია დიფუზიური ტიპის ოპტიკური გადამწოდი, რომელიც ანალოგურად ფუნქციონირებს, მაგრამ განსხვავდება იმით, რომ ფოტოტრანზისტორის გადართვა ხდება იმ შუქით, რომელიც აირეკლება დეტექტირებული ობიექტის ზედაპირიდან.

სხივი, რომელიც არეკლილია სტანდარტული ზედაპირიდან არ არის ფოკუსირებული და წარმოადგენს გადაკვეთილ კონუსს ფუძით ამ ამრეკლავ ზედაპირზე, რაც არ იძლევა საშუალებას გამოვიყენებულ იქნას მცირე

ამრეკლავი ობიექტები და შეიზღუდოს გადამწოდის სივრცული განლაგება. იმისათვის, რომ შემცირდეს არეკვლილი სხივის დიამეტრი შუქის წყაროდ გამოიყენებენ ლაზერულ შუქდიოდებს, ხოლო სხივის ფოკუსირებისათვის მის გზაზე შუქდიოდთან ფოტოდეტექტორს შორის გადამწოდში აყენებენ ლინზებს.



ნახ. 7.4. დიფუზიური ტიპის ოპტიკური გადამწოდი

ნახაზზე: 1 – გადამწოდის კორპუსი; 2 – შუქდიოდი; 3 - ფოტომგრძობიარე ელემენტი (ფოტოტრანზისტორი ან ფოტოდოდი); 4 – ტერმინალები საბუკლ პლატაზე დამონტაჟებისათვის; ა - გადამწოდის კონსტრუქცია; ბ – ხაზური სიჩქარის გადამწოდი (გარკვეული მდგომარეობის ინდიკაცია); 5 – ხაზური როტორი მაღალი ამრეკლავი და დაბალი ამრეკლავი თვისებების მქონე ერთმანეთის მიმართ მორიგეობით განლაგებული მონაკვეთებით; გ – კუთხური სიჩქარის გადამწოდი (გარკვეული კუთხური მდგომარეობის იდიკაცია; 5 – მბრუნავი როტორი – ფრიალა მაღალი ამრეკლავი და დაბალი ამრეკლავი თვისებების მქონე ერთმანეთთან მორიგეობით განლაგებული მონაკვეთებით; 6 - მბრუნავი ღერძი; დ – კუთხური სიჩქარის გადამწოდი როტორი სპეციალური კონსტრუქციით; 5 – ფონის დაბალი ამრეკლავი თვისებების მქონე (შავი ფონი) მბრუნავი როტორი; 6 – როტორი, რიგრიგობით განლაგებული მაღალი ამრეკლავი თვისებების მქონე ზოლებით; 7 – მბრუნავი ღერძი.

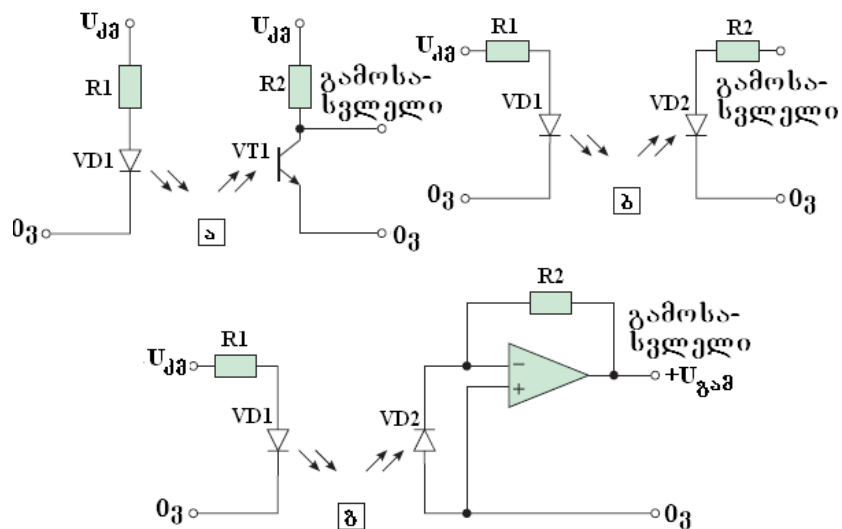
რეფლექტორული ტიპის გადამწოდის სახესხვაობაა გადაადგილების ოპტიკურ-ბოჩკოვანი გადამწოდი, რომელიც შეიცავს ბოჩკოვანი ოპტიკის ორ ჯგუფს: შუქის წყაროსთან შეერთებულ გადამცემ ოპტიკურ ბოჩკოვან კაბელს და ფოტოდეტექტორთან შეერთებულ ოპტიკურ ბოჩკოვან კაბელს. შუქის

წყაროდან შუქი ოპტიკური ბოჩკოს გავლით ეცემა ობიექტის ზედაპირს და აირეკლება მისგან. ამ არეკვლილი სხივის ნაწილი მიეწოდება მიმღები ოპტიკური ბოჩკოს გავლით ფოტოდეტექტორზე, რომელიც არეგისტრირებს მიღებული სხივის ინტენსიობას, რაც თავის მხრივ წარმოადგენს არახაზურ ფუნქციას ზედაპირის თვისებებსა და მანძილს შორის ობიექტამდე.

დიფუზიური გადამწოდები გამოიყენება მრავალ სხვადასხვა სფეროში, მრეწველობაში ანდა კომპიუტერებში (გადამწოდები კომპიუტერულ თავკვებში), სააავტომობილო ელექტრონიკაში – მაგ. მგზავრის მდგომარეობის კონტროლისთვის, წვიმის გადამწოდებში და სხვ.

7.4. ოპტიკური მოწყობილობების სქემოტექნიკის თავისებურებები

ოპტიკური გადამწოდი – ეს ის მოწყობილობაა, რომელიც ზომავს ელექტრო მაგნიტური ტალღების ინტენსიობას ულტრაიისფერიდან ინფრაწითელი სხივების დიაპაზონში.



ნახ. 7.5. ტიპური პრინციპიული ელექტრული სქემები ოპტომწვევტარასა და რეფლექტორის შეერთებისათვის

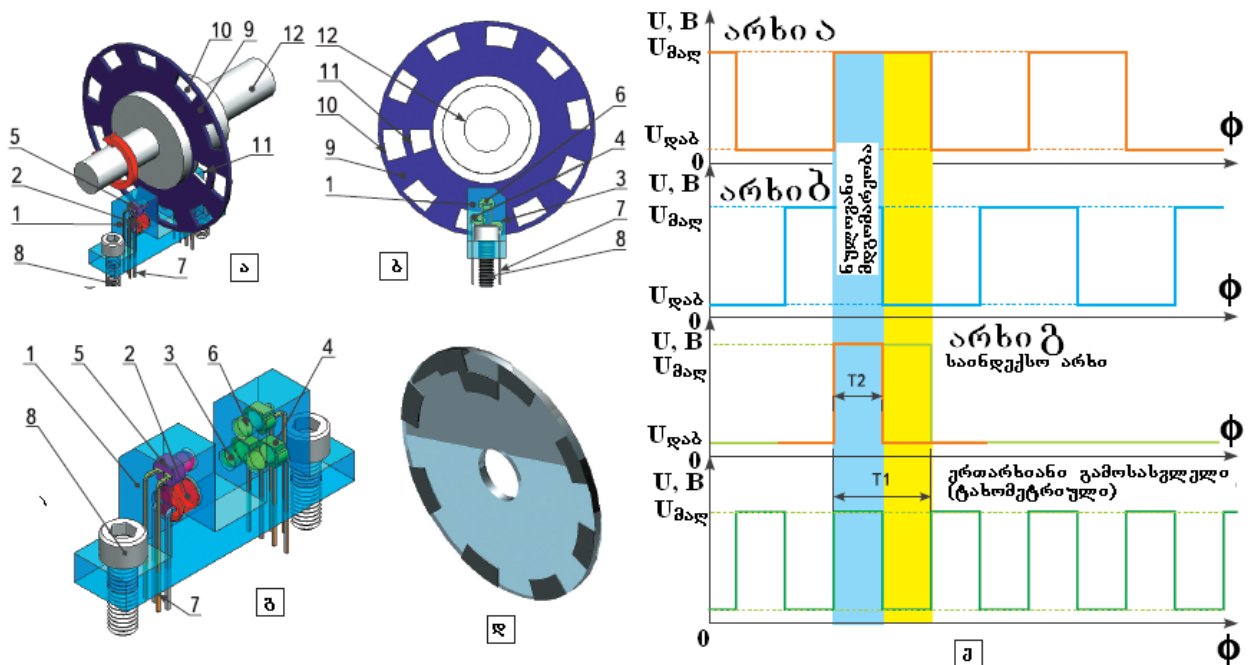
- ა - სქემა ფოტოტრანზისტორის გამოყენებით და ციფრული გამოსასვლელით;
- ბ - სქემა ფოტოდოდის გამოყენებით და ანალოგური იმპულსური გამოსასვლელით;

გ - სქემა ფოტოდოდის გამოყენებით და ციფრული იმპულსური გამოსასვლელით.

ნახაზზე VSD1 - შუქდიოდია, VD2 - ფოტოდოდია, VT1 - ფოტოტრანზისტორია, R1, R2 - დენის შემზღუდავი რეზისტორები, VD3 - ოპერაციული მაძლიერებელი.

მგრძობიარე ელემენტად ასეთი გაზომვების დროს ჩვეულებრივ გამოიყენება ფოტოტრანზისტორი, რომელიც შუქის სხივების დაცემის დროს იცვლის წინააღმდეგობას და ხდება კარგად გამტარი ელემენტი, იგი გადადის გაუდენტვის რეჟიმში და ამით უზრუნველყოფს მზა ციფრული სიგნალის გამომუშავებას გამოსასვლელზე.

7.5. კუთხური ოპტიკური ენკოდერები



ნახ. 7.6. ინკრიმენტალური ენკოდერი, ფარდობითი მდგომარეობის, სიჩქარისა და მინარტულულების ენკოდერები

ოპტიკურმა ტექნოლოგიამ შემოგვთავაზა ენკოდერების აგების მრავალი კლასიკური მეთოდი - გადამწოდისა, რომელსაც შესაძლებლობა აქვს

წარმოგვიდგინოს ინფორმაცია ობიექტის მდგომარეობის, მოძრაობის ან მოძრაობის მიმართულების შესახებ უშუალოდ ციფრული ანდა იმპულსური თანმიმდევრობის სახით.

მაღალი სიზუსტე, ინფორმაციის ციფრულ ფორმაში წარმოდგენის შესაძლებლობა, სტაბილურობა, მდგრადობა ხელშეშლების მიმართ უზრუნველყოფილია იმ პრინციპების შესრულებით, რომლებიც დევს ენკოდერების ტექნოლოგიებში.

კუთხური ოპტიკური ენკოდერი შედგება თხელი ოპტიკური დისკისა და სტაციონალური ბლოკისაგან – გამზომი თავაკისაგან, რომელიც შეიცავს სხივის წყაროსა და ფოტოდეტექტორს. გამზომი თავაკი შეიძლება აგებულ იქნას როგორც მწვევტარას ასევე რეფლექტორის პრინციპით.

მწვევტარა ტიპის ოპტიკური დისკი შეიცავს გამჭირვალე და გაუმჭირვალე მონაკვეთების კოდურ თანმიმდევრობებს. ნიშნულები შეიძლება წარმოადგენდეს მაგ. ნახვრეტებს მეტალურ დისკში, ანდა ნიშნულებს მინის დისკზე. დისკის ბრუნვის დროს მარკერები წვევტენ სხივის კონას, რომელიც მიმართულია შუქის წყაროდან ფოტო მიმღებისაკენ.

ფოტოდეტექტორი გენერირებს სიგნალს იმ სიხშირით, რა სიხშირითაც მისდევნ ერთმანეთს კოდური ნიშნულები. სწორკუთხა იმპულსების გარე მთვლელის მიერთებით ოპტიკური მეთოდი იძლევა შესაძლებლობას გაიზომოს დისკის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე. დისკზე სპეციალური ინდექსური აღნიშვნის დატანით ოპტიკური მეთოდი საშუალებას მოგვცემს გავზომოთ დისკის ფარდობითი მდგომარეობა 360 გრადუსის დიაპაზონში.

“შუქდიოდოდი-ფოტოდიოდის” მეორე წყვილის დამატებით, რომელიც პირველის მიმართ კუთხურად იქნება წანაცვლებული, მიღებულ იქნება იმპულსების მეორე თანმიმდევრობა – არხი ბ, რომელიც პირველი ა არხის მიმართ ფაზურად იქნება წანაცვლებული 90°-ით. ასეთ ენკოდერებს ჩვეულებრივ ინკრიმენტალური ენკოდერები ეწოდებათ. იმ ინკრიმენტალურ ენკოდერს, რომელიც იყენებს სამ ოპტიკურ არხს (ერთს – საწყისი მდგომარეობის დეტექტირებისათვის, ხოლო ორს ერთმანეთის მიმართ 90°-ით კუთხით წადრული

იმპულსების გენერირებისათვის), შეუძლია ერთდროულად გაზომოს ლილვის ადგილმდებარეობაც, სიჩქარეც და ბრუნვის მიმართულებაც.

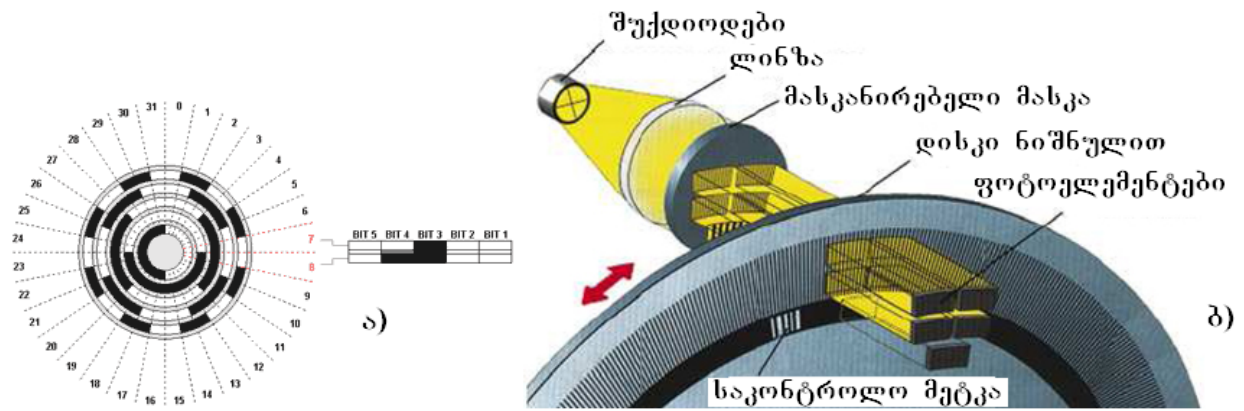
ინკრემენტალური ენკოდერების გარჩევადობა იზომება ერთ არხზე იმპულსების რაოდენობით ერთი ბრუნვის განმავლობაში. გადამწოდის გარჩევადობა შეიძლება გაიზარდოს უფრო მეტი ხაზების დამატებით ოპტიკურ დისკზე. ინკრემენტალური ენკოდერის ძირითადი ნაკლია ის, რომ იმპულსების თანმიმდევრობა გროვდება გარე ბუფერში ან მთვლელებში და თუ კი ამ დროს მოხდა კვების ბლოკის მოკლე ხნით გამორთვა, მაშინ ანათვალის იკარგება. კვების ბლოკის მოწესრიგების შემდეგ კი ენკოდერი ვერ შეძლებს ინფორმაციის წარმოდგენას დისკის ზუსტი მდგომარეობის შესახებ, მანამ არ იქნება მიღებული იმპულსი საინდექსო ნიშნულიდან, რომელიც შემდეგ ანულებს მთვლელის მდგომარეობას და იწყებს ანათვალის აღებას თავიდან.

ამ პრობლემის გადაწყვეტაა აბსოლუტური ენკოდერის გამოყენება, რომელიც იყენებს მდგომარეობის განსაზღვრის უფრო ზუსტ მეთოდს, რაც დაფუძნებულია აბსოლუტური მდგომარეობების კოდირებაზე სეგმენტების მრავლობითი ჯგუფების გამოყენებით, რომლებიც განლაგებულია დისკზე წრესაზების კონცენტრირებული ზოლების სახით.

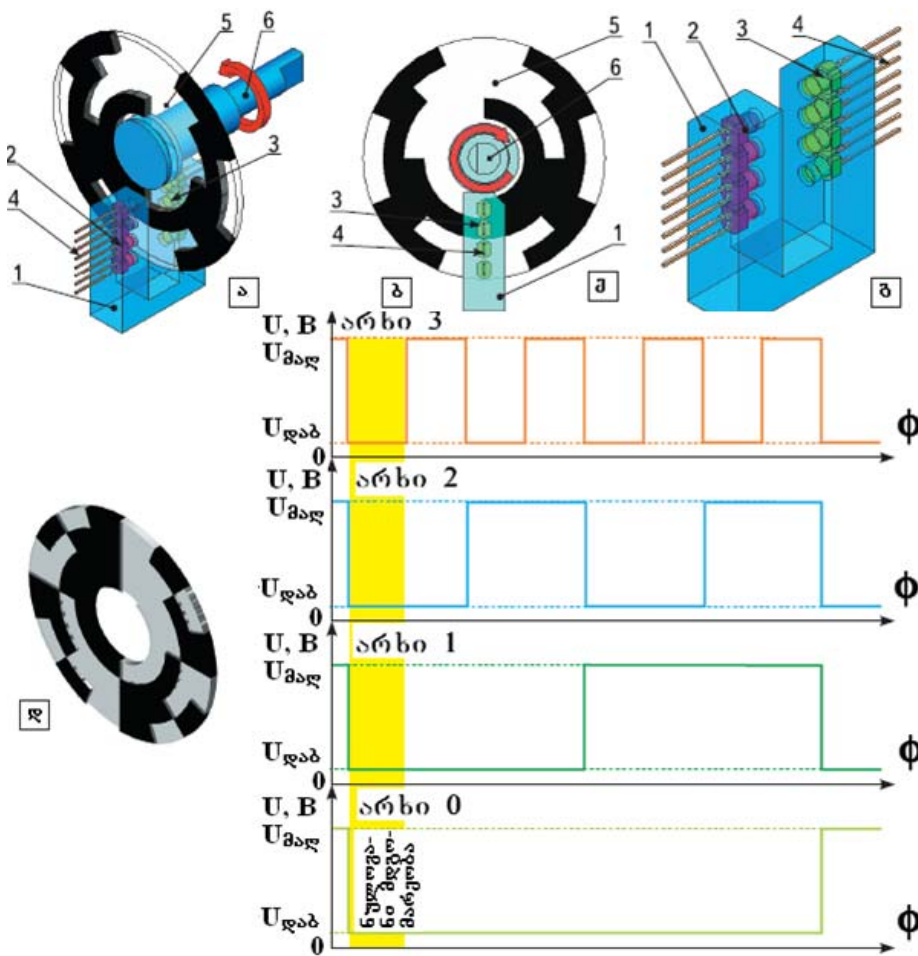
7.6. აბსოლუტური ენკოდერი

აბსოლუტური ენკოდერი მიეკუთვნება იმ ენკოდერების ტიპს, რომელიც ლილვის ყოველი პოზიციისათვის გამოიმუშავებს ესაბამის უნიკალურ კოდს. ინკრემენტალური ენკოდერისაგან განსხვავებით იმპულსების მთვლელი მას არ სჭირდება რადგან ამ შემხვევაში მობრუნების კუთხე ყოველთვის ცნობილი იქნება. აბსოლუტური ენკოდერი ყოველთვის აფორმირებს სიგნალს როგორც დისკის ბრუნვის დროს ასევე გაჩერებულ მდგომარეობაში.

აბსოლუტური ენკოდერის დისკი განირჩევა ინკრემენტალური ენკოდერისაგან, რადგან აქვს რამდენიმე კონცენტრირებული ბილიკი. თვითოეული ბილიკისგან ფორმირდება უნიკალური კოდი ლილვის ნებისმიერი კონკრეტული პოზიციისათვის.



ნახ. 7.7. ა) აბსოლუტური ენკოდერის კოდური ბადროა, ბ) კონსტრუქცია



ნახ. 7.8. აბსოლუტური ენკოდერი - აბსოლუტური მდგომარეობისა და სიჩქარის ენკოდერი

7.8. ნახაზზე ა-ბ - 4 ბიტანი კუთხური აბსოლუტური ენკოდერია; გ – გამზომი თავაკის კონსტრუქციაა, სადაც: 1 – გადამწოდის კორპუსიაა, 2 – შუქდიოდების მასივია, 3 – ფოტოდეტექტორების (ფოტოდიოდები/ფოტოტრანზისტორები) მასივი, 4 - გამზომი თავაკის ტერმინალებია, 5 – 4 ბიტანი აბსოლუტური როტორია გრეის კოდით; 6 – მბრუნავი ღერძი, დ – 4 ბიტანი მინის აბსოლუტური როტორის ვარიანტი ორობითი კოდით, ე – აბსოლუტური ენკოდერის გამოსასვლელი ციფრული (იმპულსების სახით) კოდი.

კონცეპტირებული წრიული ზოლები იწყება ენკოდერული დისკოს ცენტრში, მასთან ყოველი შემდეგი წრიული ზოლი ხასიათდება ორჯერ მეტი სეგმენტების რაოდენობით წინასთან შედარებით. პირველ ზოლს ექნება მხოლოდ ერთი გამჭირვალე და ასევე მხოლოდ ერთი გაუმჭირვალე სეგმენტი, მეორეს – ორ-ორი ასეთივე სეგმენტები, მესამეს – ოთხ-ოთხი და ა.შ.შ.

ზოლების რაოდენობა განსაზღვრავს ენკოდერის თანრიგიანობას. 4 წრიულ ზოლს შეესაბამება 4 თანრიგა ენკოდერი 16 მდგომარეობაზე (2 ხარისხად ოთხში), 16 თანრიგა ენკოდერს კი შეესაბამება 32767 მდგომარეობა; აბსოლუტურ ენკოდერში ორობითი კოდის წაკითხვისათვის აუცილებელია თითო შუქის წყარო და ფოტომიმდები ყოველი ზოლისათვის.

რადგანაც აბსოლუტური ენკოდერი ყოველთვის ქმნის სხვადასხვა ბიტების კომბინაციას ყოველი კუთხური მდგომარეობისათვის, ამიტომ იგი ყოველთვის წარმოაჩენს ინფორმაციას სისტემის კუთხური მდგომარეობის შესახებ. ენკოდერს ყოველი გამორთვისა და ჩართვისას არ ჭირდება რაიმე აპარატურული ან პროგრამული ინციალიზაცია, იგი უფრო მდგრადია შეშფოთებებისა და ხელშეშლების მიმართ, რადგან შეშფოთების შემდეგი მდგომარეობა მაინც წაკითხული იქნება სწორად.

აბსოლუტურ ენკოდერებში ინფორმაციის კოდირებისთვის ფართოდ გამოიყენება ორობითი კოდები, რომლებიც შეიძლება პირდაპირ გადამუშავებულ იყოს პირდაპირ მიკროპროცესორის მიერ. ორობითი კოდები შედგება მხოლოდ 0-ისა და 1-ს კომბინაციებისაგან.

1010 - ასე გამოიყურება რიცხვი 10 ორობით კოდში. უდიდესი რიცხვი, რომელიც შეიძლება გამოსახულ იქნას ორობითი კოდით დამოკიდებულია გამოყენებული თანრიგების რაოდენობაზე. მაგ. 0-დან 7-მდე რიცხვითი მნიშვნელობების გამოსახვისათვის ორობით კოდში საკმარისია გვექონდეს 3 – თანრიგიანი ანუ 3 – ბიტიაანი ორობითი კოდი: (იხ. ცხრილი 7.1), საიდანაც ჩანს, რომ რიცხვებისათვის, რომლებიც 7-ზე მეტია ორობით კოდში სადაც მხოლოდ 3 თანრიგია უკვე აღარ არის კოდური კომბინაციები. ცნობილია, რომ ზოგადად n ბიტიაანი (თანრიგიაანი) სისტემისათვის შესაძლებელია 2 ხარისხად n კომბინაციის მიღება. პრაქტიკაში იმ ენკოდერებს სადაც გამოყენებულია სტანდარტული ორობითი (ბინარული) კოდი აქვს ერთი ნაკლი: როდესაც გადასვლა ხდება 1111 – კომბინაციიდან 0000 – კომბინაციაზე ყველა ბიტი იცვლება ერთდროულად და როცა ეს გადასვლა რეალურ სისტემაში მოხდება პრაქტიკულად არაერთდროულად, მაშინ შეიძლება მოხდეს შეცდომა.

ცხრილი 7.1.

| რიცხვითი მნიშვნელობა | ორობითი კოდი |
|----------------------|--------------|
| 0 | 000 |
| 1 | 001 |
| 2 | 010 |
| 3 | 011 |
| 4 | 100 |
| 5 | 101 |
| 6 | 110 |
| 7 | 111 |

ნახაზზე 7.8. ა და ბ სქემებზე ოთხი ოპტიკური გადამწოდი დეტექტორებზე დისკის მარკერებს ოთხთანრიგა გრეის კოდში. აქ ყველა ცალკეული გადასვლისათვის იცვლება მხოლოდ ერთი პოზიცია (ბიტი), ამიტომ ეს კოდი ხასიათდება შეუმცდარობით, მაგრამ მისი ნაკლოვანებაა კოდირების სხვა სქემების გამოყენება, სიგნალების შეფასების სირთულე და სიგნალის არაცალსახა გამოსახულება მოულოდნელი შემფოთების დროს.

ცხრილი 7.2.

| ათობითი კოდი | ორობითი კოდი | გრეის კოდი |
|--------------|---|------------|
| | 2 ³ 2 ² 2 ¹ 2 ⁰ | |
| 0 | 0 0 0 0 | 0 0 0 0 |
| 1 | 0 0 0 1 | 0 0 0 1 |
| 2 | 0 0 1 0 | 0 0 1 1 |
| 3 | 0 0 1 1 | 0 0 1 0 |
| 4 | 0 1 0 0 | 0 1 1 0 |
| 5 | 0 1 0 1 | 0 1 1 1 |
| 6 | 0 1 1 0 | 0 1 0 1 |
| 7 | 0 1 1 1 | 0 1 0 0 |
| 8 | 1 0 0 0 | 1 1 0 0 |
| 9 | 1 0 0 1 | 1 1 0 1 |
| 10 | 1 0 1 0 | 1 1 1 1 |
| 11 | 1 0 1 1 | 1 1 1 0 |
| 12 | 1 1 0 0 | 1 0 1 0 |
| 13 | 1 1 0 1 | 1 0 1 1 |
| 14 | 1 1 1 0 | 1 0 0 1 |
| 15 | 1 1 1 1 | 1 0 0 0 |

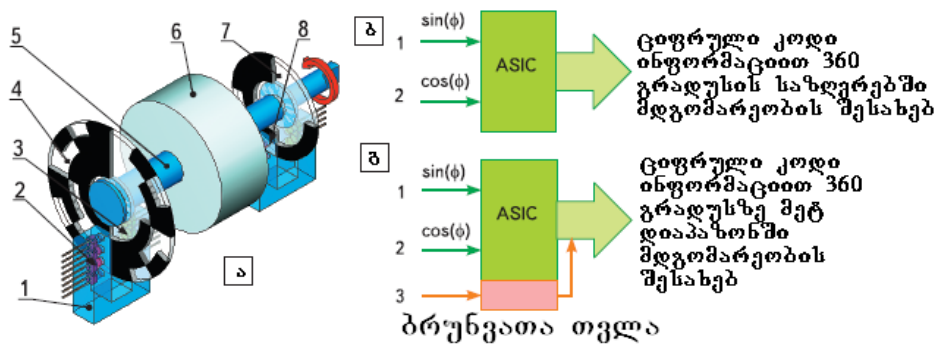
ცხრილიდან 7.2. ჩანს, რომ თუ კი რიცხვი წარმოდგენილია გრეის კოდში, მაშინ ერთი რიცხვიდან მეორეზე გადასვლისას (მეზობელზე) მდგომარეობას იცვლის ხოლოდ ინფორმაციის ერთი ბიტი, მაშინ როცა ორობით კოდში მდგომარეობა შეიძლება შეიცვალოს რამდენიმე ბიტმა ერთდროულად.

თუ ენკოდერს აქვს გრეის კოდის გამოსასვლელი, მაშინ მას არასდროს ექნება შეცდომა წაკითხვის დროს და ამიტომ გამოიყენება მრავალ აბსოლუტურ ენკოდერებში. თუმც მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული, გრეის კოდით წარმოდგენილ ინფორმაციას აქვს სუფთა კოდირებული ხასიათი და არაფრით არ მოგვაგონებს რეალურ ინფორმაციას, ამიტომ მისი შემდგომი გამოყენების მიზნით აუცილებელი ხდება მისი გარდაქმნა სტანდარტულ ბინარულ კოდში სპეციალური გრეი-ბინარული დეკოდერის (პროგრამულ/აპარატურული) დახმარებით.

7.7. მრავალბრუნვიანი კუთხური ენკოდერები

აბსოლუტური ენკოდერის ღირსება ისაა, რომ ბრუნვის სიხშირე შეიძლება შემცირებულ იქნას ენკოდერის დისკოს ერთ ბრუნვამდე მანქანის მთელი მუშა ციკლის განმავლობაში. ეს შესაძლებლობას გვაძლევს გაზრდილი სიზუსტით შევძლოთ დეტექტირება 360 - ზე ნაკლები კუთხური გადაადგილებების დროს. თუ კი საჭიროა 360 - ზე მეტი კუთხური გადაადგილებების გაზომვები, მაგ. ღერძის რამდენიმე ბრუნვის დროს, მაშინ გამოიყენება მრავალბრუნვიანი ენკოდერები, რომელიც რამდენიმე ენკოდერული დისკისაგან შედგება და შეერთებულია მექანიკური გადაცემით.

აღნიშნული პრინციპი ილუსტრირებულია ნახ. 7.9. - ზე, სადაც ბრუნვის უხეში შეფასებისათვის – ბრუნვების რიცხვის დათვლისათვის – გამოიყენება მცირე ენკოდერი, რომლის საზღვრებში მდგომარეობას ითვლის უფრო ზუსტი 4 ბიტიანი ენკოდერი. მცირე ენკოდერი ასრულებს მხოლოდ ერთ ბრუნს მაგალითად 2000 - ბრუნვის განმავლობაში, რომელსაც შეასრულებს დიდი ენკოდერი.



ნახ. 7.9. მრავალბრუნვიანი აბსოლუტური ენკოდერი

ნახაზზე: ა - გადამწოდის კონსტრუქცია: 1 - 360 გრადუსის ფარგლებში მდგომარეობის გადამწოდის კორპუსი; 2 - შექლიოდების მასივი; 3 - ფოტოდეტექტორების მასივი; 4 - ოთხბიტიანი როტორი ორობითი კოდით; 5 - მბრუნავი ლილვი; 6 - რედუქტორი; 7 - 2 ბიტიანი როტორი ორობითი კოდით; 8 - გამზომი თავაკი - ბრუნვის რაოდენობის მთვლელი; ბ-გ – ერთბრუნვიანი და

მრავალბრუნვიანი ენკოდერების ფუნქციონირების პერინციპების შედარება: ბ - ერთბრუნვიანი ენკოდერი; გ - მრავალბრუნვიანი ენკოდერი.

ნახაზზე წარმოდგენილია ერთბრუნვიანი და მრავალბრუნვიანი ენკოდერული მოწყობილობების სქემატური გამოსახულებები. ერთბრუნვიან ენკოდერში ერთი ბრუნვის შემდეგ კოდი გამოდის ბოლომდე გავლილი და შემდეგ თვლა იწყება ისევ მისი საწყისი მდგომარეობიდან.

ასეთი ტიპის გადამწოდების ძირითადი დანიშნულებაა მობრუნების კუთხის გაზომვა და ფართოდ გამოიყენება ავტომატიკის სქემებში, აგრეთვე საანტენო სისტემებში, ექსცენტრიულ მუხლანა წნეხებში და სხვ.

მრავალბრუნვიან ენკოდერებში მობრუნების კუთხის გაზომვასთან ერთად (ერთი ბრუნვის საზღვრებში) ხდება აგრეთვე ბრუნვათა რაოდენობის რეგისტრაცია რელუქტორის მაგვარი მექანიზმით რამდენიმე კოდური ოპტიკური დისკისათვის რაც ქმნის, შესაბამისად მრავალბრუნვიან ენკოდერს.



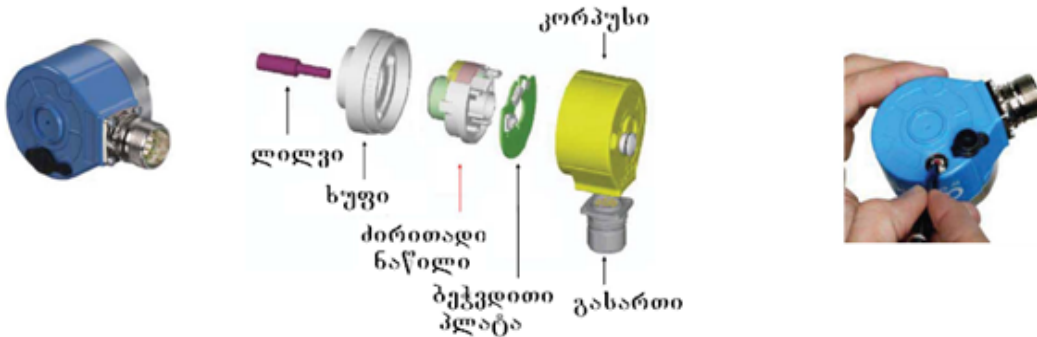
ნახ. 7.11. ერთბრუნვიანი ა) და მრავალბრუნვიანი ბ) ენკოდერების კინემატიკური სქემა

ცხრილში 7.3. მოყვანილია ენკოდერების ძირითადი ტექნიკური მახასიაღებლები.

7.8. ენკოდერების პარამეტრები (Siemens-ის ფორმის)

ცხრილი 7.3.

| კვების ძაბვა | 1XP8001-1 (ვერსია HTL) +10ვ ... +30ვ | 1XP8001-2 (ვერსია TTL) +5ვ ... +30ვ |
|--|--|--|
| შესასვლელი დენი დატვირთვის გარეშე | 200 მა | 150 მა |
| მაქსიმალური დატვირთვის დენი | მაქს. 100 მა | მაქს. 20 მა |
| სიზუსტე (იმპულსები/ბრუნვებზე) | 1024 | 1024 |
| წანაცვლების პულსაცია ორ გამოსასვლელს შორის | 90 პიკ ± 20% | 90 პიკ ± 20% |
| გამოსასვლელი ამპლიტუდა | U _{მაღ} > U _ვ -3.5ვ U _{დაბ} < 3pin | U _{მაღ} > 2.5ვ U _{დაბ} < 0.5ვ |
| სიხშირული დიაპაზონი | 0.8 მწ 160 კჰც | 0.45 მწ დი 300 კჰც |
| მაქსიმალური სიჩქარე | 9000 ბრ/წთ | 12000 ბრ/წთ |
| შენახვის ტემპერატურა | -20 C° ... 80 C° | -20 C° ... 100 C° |
| დამცავი შესრულება | IP66 | IP66 |
| მაქსიმალური რადიალური კონსოლური დატვირთვა | 60N | 60N |
| აქსიმალური რადიალური აქსიალური დატვირთვა | 40N | 40N |
| სისტემის გამოსასვლელი | 12- pin | 12- პინ |
| სერთიფიკატი | CSA, UL | CSA, UL |
| წონა | 0,3 კგ | 0,3 კგ |
| ფასი (რუბ) | 11 200 | 12 900 |





ინკრიმენტალური
ენკოდერი



აბსოლუტური მრავალბრუნვიანი
(4096 ბრუნვა) ენკოდერი 8192
მდგომარეობაზე



თავი VIII - ტემპერატურული გადამწოდები

ტემპერატურული გადამწოდები, ალბათ, ყველაზე მეტად გავრცელებული გადამწოდების სახეობაა ყოფაცხოვრებაში. თანამედროვე სამრეწველო საწარმოებში გაზომვათა 15% მოდის ხარჯების გაზომვებზე (მოცულობა, მასა), სითხის დონეთა გაზომვებზე 5%, დროის გაზომვაზე არაუმეტეს 4%-ისა, წნევის გაზომვაზე დაახლოებით 10% და ა.შ.მ. ხოლო ტემპერატურის გაზომვაზე მთელი ტექნიკური გაზომვების თითქმის 50%.

ტემპერატურის გაზომვა საჭიროა ყველგან: ფოლადის სადნობ ღუმელში, ქიმიურ რეაქტორში ან ბინის გათბობის სისტემაში. მაგრამ, უნდა გვახსოვდეს, რომ ტემპერატურისა და სითბოს რაობა ერთდაიგივე არ არის. მარტივი მაგალითი: წარმოვიდგინოთ ჩვეულებრივი გაზის ღუმელი სამზარეულოში დიდი და პატარა საცეცხლურით, ორთავე წვავს ერთდაიგივე გაზს, მისი წვის ტემპერატურა ერთდაიგივეა ორთავეში, ამიტომ თვითონ საცეცხლურების ტემპერატურაც ერთნაირი იქნება. მაგრამ ერთდაიგივე წყლის მოცულობა, მაგ. ჩაიდან ან ვედრო უფრო ჩქარა ადუღდება დიდ საცეცხლურზე, ვიდრე პატარაზე. ეს ხდება იმიტომ, რომ დიდი საცეცხლური უფრო მეტ სითბოს რაოდენობას იძლევა, რადგან დროის ერთეულში უფრო მეტ გაზს წვავს, ანუ აქვს უფრო ნეტი ენერჯია.

სითბოს რაოდენობის ერთეულად მიღებულია კალორია, იგი სითბოს ის რაოდენობაა, რომელიც უზრუნველყოფს 1 გრამი (სმ კუბში) წყლის 1°C-ით გათბობას. დღეისათვის ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენება ცელსიუსის შკალა, სადაც აღებულია ორი საწყისი წერტილი: წყლის გაღვობის ტემპერატურა (0) და წყლის ადუღების ტემპერატურა (100°), ხოლო ეს შკალა დაყოფილია თანაბრად 100 ტოლ ნაწილად.

თანამედროვე თერმომეტრიაში როგორც ძირითადი სტანდარტი ხშირად გამოიყენება აგრეთვე კელვინის შკალა სადაც ათვლის წერტილად აღებულია ტემპერატურის აბსოლუტური ნულის მნიშვნელობა, რომელიც ტოლია - 273,15 გრადუსისა ცელსიუსით.

ტემპერატურის გაზომვისათვის თავისი არსებობის მანძილზე კაცობრიობამ მოიგონა უამრავი რაოდენობის მოწყობილობათა ტიპები და კიდევ უფრო მეტი

მათი რეალიზაციის ვარიანტები, რომელთაგან ჩვენ განვიხილავთ მხოლოდ იმ გადამწოდებს, რომლების გამოიყენება მრეწველობაში, სადაც წარმოებული ტემპერატურული გადამწოდები გაზომვის ტიპის მიხედვით შეიძლება დაიყოს კონტაქტურ და არაკონტაქტურ გადამწოდებად.

ტემპერატურის უკონტაქტო გადამწოდები იყენებს ინფრაწითელი გამოსხივების სიმძლავრის გაზომვას, რაც გამომდინარეობს ყოველი ობიექტიდან, იქნება ეს მდნარი მეტალი თუ ყინულის ნატეხი. ინფრაწითელი გამოსხივება ტალღის სიგრძით 3 – 14 მკმ, გასაზომი ობიექტიდან ეცემა უკონტაქტო გადამწოდის მგრძობიარე ელემენტზე და გარდაიქმნება ელექტრულ სიგნალად, რომელიც შემდეგ ძლიერდება ნორმირდება, გარდაიქმნება ციფრულ ფორმაში და გადაიცემა ქსელში. ტემპერატურის უკონტაქტო გადამწოდები ხასიათდება მობილობითა და მცირე ინერციულობით, და გამოიყენება: იქ სადაც გაძნელებულია გასაზომ დეტალებთან მიდგომა; სადაც აუცილებელია მაღალი ტემპერატურების გაზომვები 1500 ... 3000°C-მდე (პირომეტრები); მტვრიან ან კვამლიან გარემოში გაზომვებისთვის; კვების პროდუქტების ტემპერატურის გაზომვისათვის სამაცივრე კამერებში და სხვ.

ტემპერატურის კონტაქტური გადამწოდები – ეს უპირველეს ყოვლისა თერმოწყვილები და თერმოწინააღმდეგობებია. ასეთი ტიპის გადამწოდების ძირითადი ღირსებაა მათი შედარებითი სიიაფე. ყველაზე დიდი გამოყენება ჰპოვეს თერმოწყვილებმა, რომლებიც დამზადებულია ხრომელ-კოპელისა (L ტიპის) და ხრომელ-ალუმელის (J ტიპის) შენადნობებით. პლატინა-როდიუმის შენადნობის (S ტიპის) გადამწოდი კი გამოიყენება მაღალი ტემპერატურების გასაზომად.

8.1. თერმოწინააღმდეგობები

თერმოწინააღმდეგობებით (თერმორეზისტორები) ტემპერატურის გაზომვა დამყარებულია იმ მოვლენაზე, რომ ისეთ მასალები როგორცაა ნახევარგამტარები და მეტალები აქვთ თავიანთი წინააღმდეგობის ტემპერატურული კოეფიციენტი (წტკ) და ამიტომ ისინი იცვლიან თავიანთ

ელექტრულ წინააღმდეგობას ტემპერატურის ყოველგვარი ცვალებადობის მიხედვით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ყველა მეტალს აქვთ დადებითი წტკ, ანუ გამტარის ელექტრული წინააღმდეგობა იზრდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. მასალებად თერმორეზისტორებში ყველაზე მეტად გამოიყენება პლატინა და სპილენძი, ასეთი თერმორეზისტორები აღინიშნება (TCPI-Pt) და (TCM-Cu) შესაბამისად. TCPI ტიპის ტერმორეზისტორები გამოიყენება - 260 - 1100 °C. ასეთი გადამწოდები 0 – 600 °C დიაპაზონში შეიძლება გამოიყენებულ იქნას როგორც ეტალონური და სანიმუშონი, რადგან მათი არასტაბილურობის მახასიატებელი არ აღემატება 0,001 °C.

პრაქტიკაში დიდი გამოყენება ჰპოვეს უფრო იაფმა სპილენძის TCM თერმორეზისტორებმა, რომელთა წინააღმდეგობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან საკმაოდ ხაზობრივია, მაგრამ მისი ნაკლოვანებაა დაბალი ხვედრითი წინააღმდეგობა და არასაკმარისი მდგრადობა მაღლ ტემპერატურებზე (ადვილად იჟანგება), ამიტომ ისინი არ გამოიყენება 180°C მეტი ტემპერატურის დროს. ამ ტიპის თერმორეზისტორების მიერთებისთვის გამოიყენება ორწვერა ხაზი თუ გადამწოდის დაშორება ხელსაწყოსთან არ აჭარბებს 200 მ, თუ კი მანძილი მეტია მაშინ გამოიყენება სამწვერა ხაზი, რომელიც გამოიყენება გამტარის წინაარმდეგობების კომპენსაციისათვის.

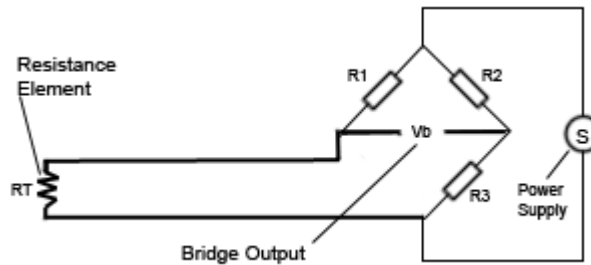
თერმორეზისტორების ნაკლოვანებებია მათი დაბალი სწრაფქმედება, მაგრამ მზადდება აგრეთვე მცირეინერციული თერმორეზისტორები, რომელთა დროის მუდმივა არ აჭარბებს წამის მეათედებს. ასეთი ტიპის თერმორეზისტორები არიან მაღალსტაბილურობის, ჰერმეტიზირებული და ნაკლებ ინერციულები, ხოლო მათი წინააღმდეგობა აღწევნ რამდენიმე ათეულ კოლომს.



თერმოწყვილები
TE-ME-MI3
ან 6 ან 8



მცირეინერციული
თერმოწინააღმდეგობები

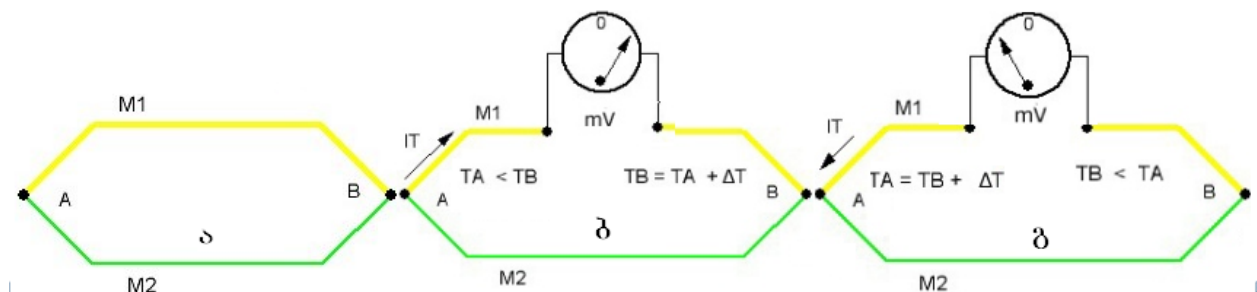


ნახ. 8.1 უოტსონის ოთხმხარიანი ხიდი

თერმოწინააღმდეგობის ძირითადი პარამეტრებია: ნომინალური წინააღმდეგობა, წინააღმდეგობის ტემპერატურული კოეფიციენტი, მუშა ტემპერატურათა ინტერვალი, მაქსიმალური დასაშვები გაფანტვის სიმძლავრე.

8.2. თერმოწყვილები

თერმოწყვილი არის ყველაზე ძველი და ყველაზე გავრცელებული თერმოგადამწოდი, რომლის მოქმედაბაც დამყარებულია ზეებეკის ეფექტზე. ეს ეფექტი საილუსტრაციოდ მოყვანილია ქვემოთ სქემაზე.



ნახ. 8.2. ზეებეკის ეფექტის საილუსტრაციო სქემები

სქემაზე ნაჩვენებია ორი სხვადასხვა სახის მეტალის გამტარი M1 და M2 რომელთა ბოლოებიც A და B წერტილებში შედუღებულია ერთმანეთთან, (ასეთ კონსტრუქციას თერმოწყვილი ეწოდება), თუ ერთერთ შენადულს როგორმე გავახურებთ მაშინ M1 და M2 გამტართა ჩაკეტილ წრედში გაივლის ელექტრული დენი. თუ გავახურებთ მაგ. A შენადულს მაშინ ხელსაწყოს ისარი გადაიხრებთ ერთ მხარეს, ამასთან შენადულის ტემპერატურა იქნება $T = T + \Delta T$, სადაც $\Delta T = T_A - T_B$ არის ტემპერატურათა სხვაობა A და B წერტილებს შორის, თუ კი გავახურებთ B შენადულს, მაშინ დენი გაივლის მე-2 მიმართულებით.

თუ ერთერთ შენადულს მოვათავსებთ მდნარ წყალში (0°C) ხოლო მეორეს მდულარე წყალში (100°C) მაშინ ტემპერატურის სხვაობა ცივსა და ცხელ შენადულებს შორის იქნება 100°C და შესაბამისად წრედში გამავალი დენი (ანუ თერმოწყვილის გამოსასვლელებზე გენერირებული თერმო ელექტრომამოძრავებელი ძალა ე.მ.ძ.) პროპორციული იქნება 100°C - ის.

თუ ერთ წყვილს მოვათავსებთ ოთახის ტემპერატურაზე (25°C) ხოლო მეორეს ისევ მდულარე წყალში მაშინ თერმოწყვილის მიერ გამომუშავებული ე.მ.ძ. პროპორციული იქნება 75°C . თუ კი მდულარე წყლის მაგივრად ამ ბოლოს მოვათავსებთ გასაზომ არეში (მაგ. ღუმელი) მაშინ თერმოწყვილის მიერ გამომუშავებული ე.მ.ძ. პროპორციული იქნება გასაზომ ტემპერატურას გამოკლებული ოთახის ტემპერატურა.

თუ კი ოთახის (შენობის) ტემპერატურა იცვლება მაშინ ცივი შენადნობის ტემპერატურა, რომელიც ჩვეულებრივად შენობაშია მოთავსებული აგრეთვე იცვლება და ამ ცვლილების საკომპენსაციოდ გამოიყენებენ სხვადასხვა სახის ჩაშენებულ ელექტრონულ სქემებს, რომელთაც ინტეგრალური მიკროსქემების სახით დიდი ხანია უშვებს მრეწველობა.

თერმოწყვილის არჩევისას უნდა ვიხელმძღვანწველოთ იმით, რომ საზომ დიაპაზონში მახასიათებლების არახაზოვნობა იყოს მინიმალური, მაშინ გაზომვის ცდომილებაც იქნება შეუმჩნეველი. თუ თერმოწყვილი იმყოფება მნიშვნელოვან დაშორებაზე ხელსაწყოსაგან, მაშინ მიერთება უნდა მოხდეს სპეციალური საკომპენსაციო გამტარის საშუალებით, ასეთი გამტარი

დამზადებულია იგივე მასალისაგან რითაც ტერმოწყვილია დამზადებული, მაგრამ როგორც წესი უფრო დიდი დიამეტრისაა. უფრო მაღალ ტემპერატურებზე მუშაობისას ხშირად გამოიყენება უფრო ძვირფასი მეტალებისაგან დამზადებული თერმოწყვილები მაგ. პლატინა-როდიუმის შენადნობები.

ცნობილია დაახლოებით ათამდე სხვადასხვა ტიპის თერმოწყვილი, რომლებიც საერთაშორისო სტანდარტით აღინიშნება ლათინური ანბანის გამოყენებით, აქვთ თავიანთი განსაკუთრებული მახასიათებლები, რაც განპირობებულია ელექტროდების მასალებით. მაგ. საკმაოდ გავრცელებული თერმოწყვილი TYPE K დამზადებულია ქრომელ-ალუმელის წყვილისაგან და აქვს - 200 - 1200°C მუშა ტემპერატურული დიაპაზონი და 0 - 1200°C დიაპაზონში აქვს 35 – 32 მკვ/°C თერმოემპი – ი ს კოეფიციენტი, რაც მეტყველებს თერმოწყვილის გარკვეულ არახაზონობაზე.

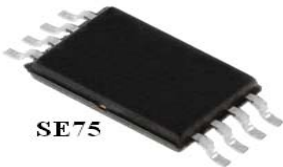
უმარტივესი ტიპის თერმომეტრში გამოიყენება ორი გამტარი, ასეთი შეერთების სქემა გამოიყენება იქ სადაც არ არის საჭირო მაღალი სიზუსტეების მიღება, რადგან გამომყვანთა წინააღმდეგობა ჩაირთვება გასაზომ წინააღმდეგობაში და იწვევს დამატებითი ცდომილების წარმოშობას. გაზომვის ცდომილების შემცირების მიზნით გამოიყენება 3 და 4 გამტარიანი შეერთებები, სადაც მხედველობაშია მიღებული გამტარების წინააღმდეგობები და ამიტომ ხდება მათი გამოკლება გაზომვილი წინააღმდეგობიდან.



8.3. ნახევარგამტარული გადამწოდები (თერმისტორები)

ნახევარგამტარულ თერმოწინააღმდეგობებს თერმისტორები ეწოდებათ და აქვთ სიზუსტისა და სტაბილურობის საშუალო მონაცემები, მაგრამ ასეთი გადამწოდები ძალზედ მარტივი და იაფები არიან. ამის საწინააღმდეგოდ, თუ კი მგრძობიარე ელემენტად გამოყენებულია რომელიმე მეტალი, მაგ. პლატინა, სპილენძი, ზოგჯელ კი ნიკელი, მაშინ ასეთი გადამწოდები ძალზედ ზუსტნი და სტაბილურნი არიან, მაგრამ აქ უკვე იზრდება გადამწოდების ღირებულება.

ნახევარგამტარული გადამწოდები დამზადებულია კრემნიუმისაგან და მათ შეიძლება ჰქონდეთ, მგრძობიარე ელემენტის გარდა აგრეთვე, სიგნალის გაძლიერებისა და დამუშავების სქემები, ციფრული ინტერფეისის სქემები, რაც საშუალებას იძლევა პირდაპირ შეუერთდეს გადამწოდი კომპიუტერს ან მიკროკონტროლერს. აერთიანებს რა ერთ კრისტალში მგრძობიარე ელემენტს არასახოვნობის წრედებს, ანალოგურ-ციფრულ გარდამქმნელს, სტანდარტულ ინტერფეისს მიკროკონტროლერთან შეერთებისათვის და კვების სტაბილიზატორს ციფრული ტემპერატურული გადამწოდები იძლევა მათი ღირებულების შემცირების, საიმედოობის გაზრდის და სქემოტექნიკის გამარტივების შესაძლებლობებს.



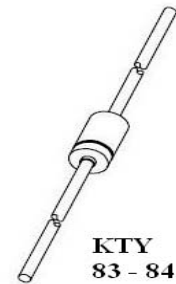
SE75



NE1617, NE1617A



LM75A, LM75B



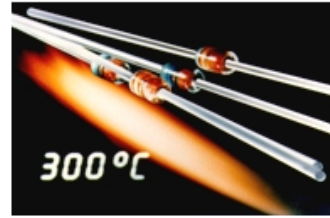
KTY
83 - 84



KTY82



KTY81



თავი - IX წნევის გადამწოდები

წნევა ფიზიკური სიდიდეების ერთერთი უმნიშვნელოვანესი პარამეტრია და მისი გაზომვა აუცილებელია როგორც გაანგარიშების ამოცანებისთვის, მაგ. ხარჯისა და რაოდენობის განსაზღვრისათვის, ასევე ტექნოლოგიური ამოცანების გადაწყვეტილებებისათვის.

წნევა ეწოდება სხეულის პერპენდიკულარულად მოქმედი F ძალის ვექტორის S ფართობთან ფარდობის აბსოლუტურ მნიშვნელობას $P=F/S$. თუ ძალა თანაბრადაა განაწილებული ფართობზე, მაშინ ნახევნები თანაფარდობა გვიჩვენებს წნევის ზუსტ მნიშვნელობას მის თვითოეულ წერტილში, წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი მხოლოდ წნევის საშუალო მნიშვნელობაა.

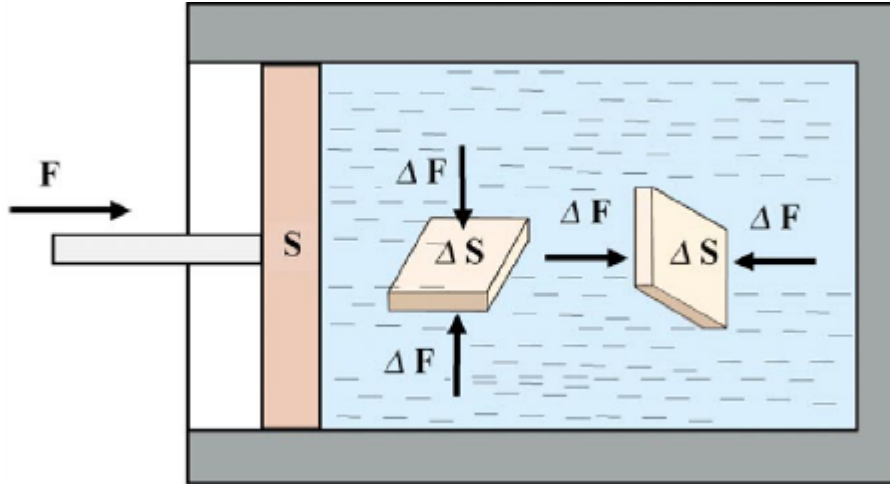
9.1. გასაზომი წნევების სახეები

როგორც ცნობილია თხევადი და გაზობრივი არეები ხასიათდება კუმშვადობის თვისებით, ანუ მათი მოცულობის შემცირებით, თუ მათზედ იმოქმედებს შემკუშავი ძალა (წნევა) და საწყისი მდგომარეობის აღდგენით ამ ძალის მოხსნის შემდეგ. ასეთ არეებში განირჩევიან გარე ზედაპირული წნევები, რომლებიც მოქმედებენ არეების საზღვარზე და შიგა წნევები, რომლებიც მოქმედებენ არეების მოცულობაში ანდა მასაში.

თხევადი ან გაზისმაგვარი არის გარე წნევა, S ზედაპირზე, რომელიც ტოლია გარედან მოდებული ჯამური ძალის ნორმალური მდგენელის ფარდობისა S ზედაპირის ფართობთან, თანაბრად გადაეცემა შიგნით უცვლელად და ყველა მიმართულებით (იხ. ნახ. 9.1).

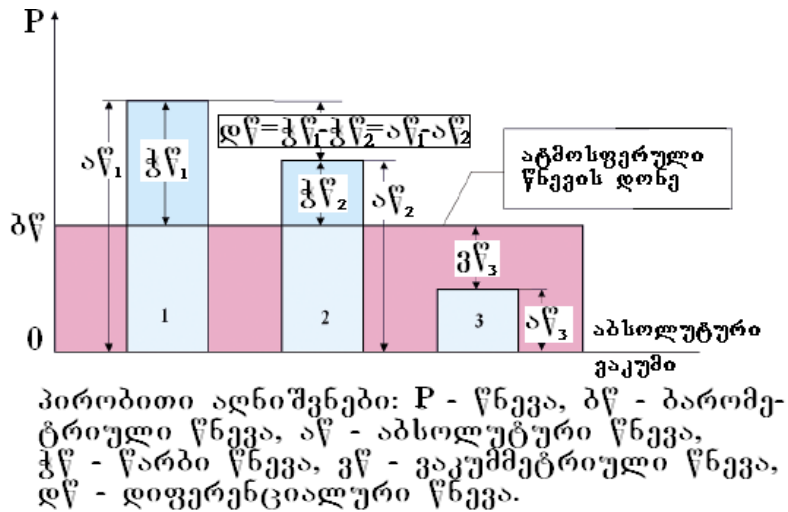
ანუ წარმოშობილი შიგა წნევა პერპენდიკულარულადაა მიმართული ნებისმიერი შიგა ΔS ფართობის მიმართ, მიუხედავად იმისა თუ როგორაა განლაგებული ეს ფართობი ამ არეში და რა სიდიდისაა ის. (პასკალის კანონი). აქ ცხადია, რომ $P=F/S=\Delta F/\Delta S$ ფორმულა სამარლიანია ნებისმიერი წერტილისათვის.

ნახაზზე შემოტანილია შემდეგი სახის პირობითი აღნიშვნები: F - გარე ძალა, S - არეს თავისუფალი ზედაპირია (ფართობი), ΔF - წნევის ძალა შიგა ფართობზე - ΔS .



ნახ. 9.1 სითხეებსა და გაზებში მოქმედი ძალები

შიგა წნევა, რომელიც წარმოიშობა თხევად და გაზობრივ არეებში დამოკიდებულია არა მხოლოდ გარე წნევისაგან, არამედ თვითონ ამ არის წონისაგან, რაც უფრო გამოხატულია სითხეებში ვიდრე გაზებში. პრაქტიკაში წნევა სითხეებსა და გაზებში შეიძლება გაზომილ იქნას ორ სხვადასხვა დონესთან მიმართებაში (იხ ნახ. 9.2).



ნახ. 9.2. ფიზიკური პროცესების 1,2,3 წერტილებში გასაზომი წნევების სახეები

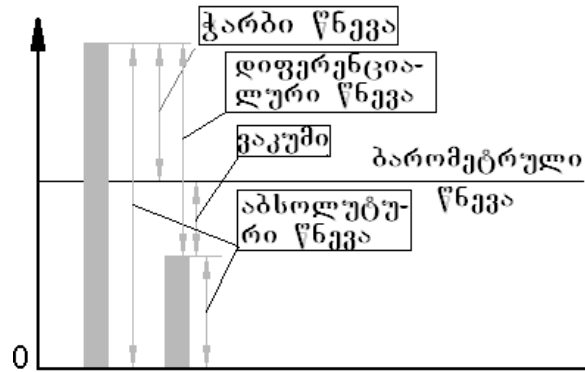
9.2 გასაზომი წნევის სახეები

არსებობს წნევის რამდენიმე ტიპი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან იმ სიდიდით, რომლის მიმართაც წარმოებს გაზომვა. სისისტემაში წნევის საზომი ერთეულია პასკალი (პა). ეს სიდიდე ძალიან მცირეა, იგი დაახლოებით უდრის 0,1 მმ-ის სიმაღლის წყლის წონის მიერ შექმნილ წნევას 1მ² ფართობზე.

მეტროლოგები წნევას ზომავენ მილიბარებში, რომელიც ტოლია 100 პა. გადამწოდის ტიპის აღნიშვნისათვის თვითოეულ მათგანისთვის არსებობს სპეციალური მინდორი “გასაზომი წნევის ტიპი”, გავარკვეოთ როგორია ისინი:

- აბსოლუტური წნევა – წნევის სიდიდე, რომელიც გაზომილია აბსოლუტურ ნულთან მიმართებაში, სხვა სიტყვებით, წნევა აბსოლუტურ ვაკუუმთან მიმართებაში;
- ბარომეტრული წნევა – ეს დედამიწის ატმოსფეროს აბსოლუტური წნევაა. თავის სახელწოდება ამ წნევამ მიიღო გამზომი ხელსაწყო ბარომეტრისაგან, რომელიც განსაზღვრავს ატმოსფერულ წნევას დროის გარკვეულ მომენტში, გარკვეული ტემპერატურისა და გარკვეულ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. ამ წნევასთან თანაფარდობაში განსხვავებენ ჭარბ წნევას და ვაკუუმს;
- ჭარბი წნევა – ჭარბ წნევას მაშინ აქვს ადგილი, როცა სხვაობა გასაზომი წნევასა და ბარომეტრულ წნევას შორის დადებითია. ანუ ჭარბი წნევა ეს ის სიდიდეა რითაც გასაზომი წნევა მეტია ბარომეტრულზე. ამ ტიპის წნევის გასაზომად გამოიყენება მანომეტრები;
- ვაკუმი – ვაკუმი, ანუ სხვანაირად ვაკუუმეტრული წნევა ეს ის სიდიდეა, რითაც გასაზომი წნევა ნაკლებია ბარომეტრულზე. თუ ჭარბი წნევა აღინიშნება დადებით ერთეულებში მაშინ ვაკუმი უარყოფითში. ამ სახის წნევის გასაზომად გამოიყენება ვაკუუმეტრები;
- დიფერენციალური წნევა – დიფ. წნევას ადგილი აქვს თუ კი ერთი წნევა ედრება მეორეს და იზომება მის მიმართ. როგორც აღნიშნული იყო ჭარბი წნევა და ვაკუმი გაიზომებიან ბარომეტრულ წნევასთან ფარდობაში. თუ

კი გავზომავთ ამ ორ წნევას სხვა წნევასთან მიმართებაში, მაშინ ჩვენ მივიღებთ უკვე დიფერენციალურ წნევას.



ნახ. 9.2 წნევის საზომი ერთეულები

ნაკლებად გრკვეული ადამიანი ადვილად დაიბნევა წნევის ერთეულების დღეისათვის არსებულ მრავალფეროვნებაში, რაც კიდევ უფრო რთულდება აბსოლუტური და ფარდობითი შკალების გამოყენებით. ამიტომ ჩვენ ჩავთვალეთ აუცილებლად შესაბამისობის ცხრილებთან ერთად კიდევ ერთჯერ მოგვეყვანა რამდენიმე განსაზღვრება და პრაქტიკული რჩევა, რომლებიც ჩვენი აზრით უნდა დაეხმაროს გამოუცდელ პიროვნებას სწორად შეაფასოს მაგალითად ტუმბოსათუ კომპრესორის მახასიათებლები.

ამრიგად, აბსოლუტური წნევა – ეს ის წნევაა, რომელიც იზომება აბსოლუტურ ნულთან ანუ აბსოლუტურ ვაკუუმთან შეფარდებაში (ანუ მიმართ), ხოლო ფარდობითი წნევა (ჭარბი წნევა) – ეს ის წნევაა, რომელიც იზომება დედამიწის ატმოსფეროსთან შეფარდებაში (ანუ მიმართ); სი სისტემაში წნევის საზომ ერთეულად მიღებულია პასკალი, (პა) რომელიც უდრის $\mathbf{Pa} = 1\text{N}/\text{მ}^2$, სადაც N ნიუტონ ძალაა. აქედან იწარმოება (კპა) $1\text{ kPa} = 1000\text{ Pa}$ და (მპა) $1\text{ MPa} = 1000000\text{ Pa}$.

ტექნიკაში გამოიყენება სხვადასხვა ერთეულები: მილიმეტრი ვერცხლისწყლის სვეტისა (მმ.ვწ.სვ. ან ტორი), ფიზიკური ატმოსფერო (ატმ), ტექნიკური ატმოსფერო (1ატმ = 1 კგ/სმ²), ბარი, ზოგიერთი ქვეყნებისათვის PSI

(pounds per square inch). თანაფარდობა ამ ერთეულებს შორის მოყვანილია ცხრილში 9.1-ში.

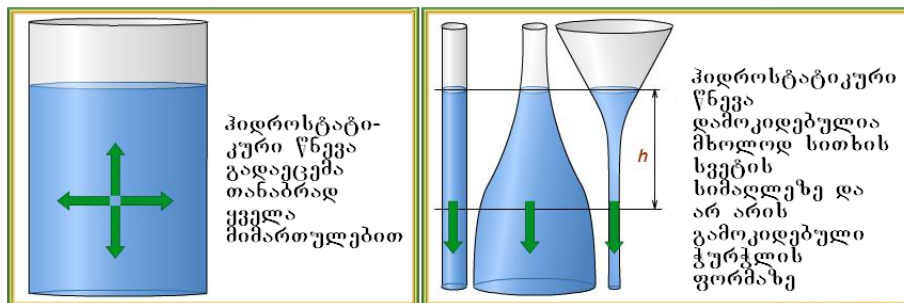
ცხრილი 9.1.

| სიდიდე | მპა | ბარი | მმ.ვწ.სვ | ატმ. | კგძ/კვ.სმ | PSI |
|-------------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------|
| 1 მპა | 1 | 10 | 7500,7 | 9,8692 | 10,197 | 145,04 |
| 1 ბარი | 0,1 | 1 | 750,07 | 0,9869 | 1,0197 | 14,504 |
| 1 მმ.ვწ.სვ | 133,32 | 0,00133 | 1 | 0,00136 | 0,001359 | 0,01934 |
| 1 ატმ. | 0,10133 | 1,0133 | 760 | 1 | 1,0333 | 14,696 |
| 1 კგძ/კვ.სმ | 0,098066 | 0,98066 | 735,6 | 0,96784 | 1 | 14,223 |
| 1 PSI | 6,8946 | 0,068946 | 51,715 | 0,068045 | 0,070307 | 1 |

მილიბარის გადაყვანა პასკალში ან ტორში: 1 მლბ = 100 პა = 0,75 მმ.ვწ.სვ. თუ წნევა იზომება ტექნიკურ ატმოსფეროში, მაშინ აბსოლუტური წნევა აღინიშნება როდორც “ატა”, ხოლო ფარდობითი – როგორც “ატი”.

9.2. ჰიდროსტატიკური წნევა

როგორც აღნიშნული იყო, სითხის შიგნით არსებობს ჯამური წნევა, რომელიც შედგება გარე წნევისაგან რომელიც გადაეცემა სითხეს მაგალითად დგუშის საშუალებით ჩაკეტილ ჭურჭელში და შიგა წნევისაგან, რომელიც მიიღება სითხის სვეტის ზემოქმედებით. აქ ეს წნევა მიიღება სითხის ფენებით, ზედა ფენები აწევა შუა ფენებს, ეს უკანასკნელნი კი ქვედა ფსკერის ფენებს და ა.შ.შ.



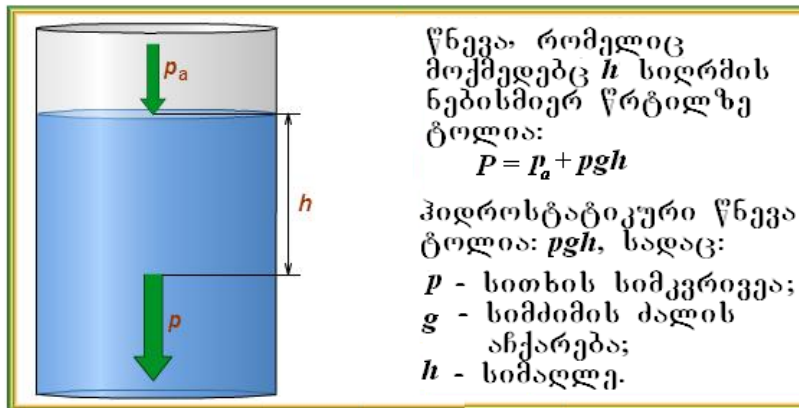
ნახ. 9.3. ჰიდროსტატიკური წნევის რაობა

ამრიგად, სხეულზე, რომელიც ჩაძირულია სითხეში ან გაზში მოქმედებენ ძალები, რომლებიც განაწილებულნი არიან სხეულის ზედაპირზე.

ასეთი განაწილებული ძალების აღწერისათვის შემოღებულია ფიზიკური სიდიდე – წნევა. წნევა განისაზღვრება, როგორც ზედაპირის პერპენდიკულარულად მოდებული ძალის მოდულის ფარდობა, ამ ზედაპირის ფართობთან: $P = F/S$.

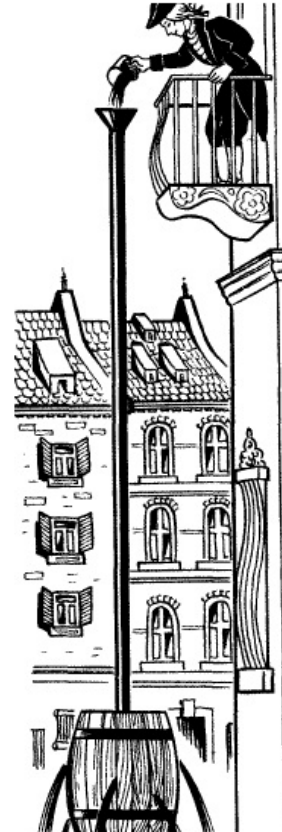
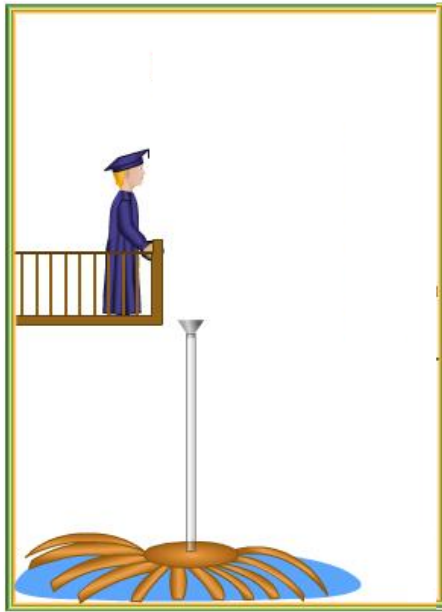
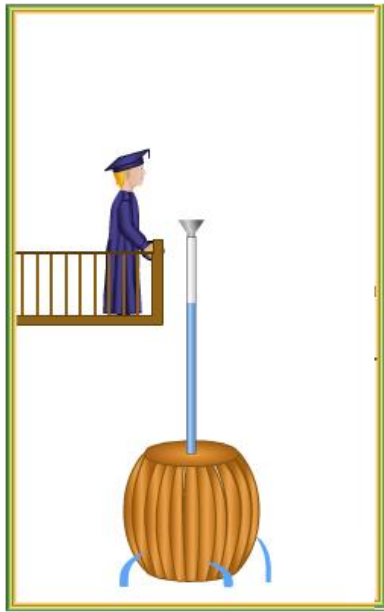
თუ ღია ჭურჭელში ჩასხმულია სითხე, რომლის სიმკვრივეა ρ , ხოლო p_a წყლის ზედაპირზე მოქმედი ატმოსფერული წნევაა (იგი დაახლოებით ტოლია $p_a = 10^5$ პა), g - სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, რომელიც ტოლია $9,81$ მ/წმ², მაშინ წნევა ჭურჭლის ნებისმიერი h სიღრმის ნებისმიერ წერტილში:
 $P = p_a + \rho gh$.

წყლის სვეტის წნევას ρgh -ს ეწოდება ჰიდროსტატიკური წნევა, ეს წნევა პასკალის კანონის მიხედვით მოქმედებს ჭურჭლის გვერდით კედლებზეც, იხ. ნახ. 9.3.



ნახ. 9.4. ჰიდროსტატიკური წნევა

ჭურჭელში თუ გამოყენებული იქნება საკმაოდ მაღალი სვეტი, მაშინ მასში წყლის ჩასხმისას წნევამ ჭურჭლის ქვედა ნაწილში შეიძლება გადააჭარბოს სიმტკიცის ზღვარს და ჭურჭელი დაიშალოს. ამის დასამტკიცებლად ქვემოთ მოყვანილია ილუსტრაცია პასკალის ცდისა სადაც მან დაამაგრა კასრზე მაღალი მილი და შემდეგ შენობის მეორე სართულიდან ამ მილში ჩაასხა წყალი. შედეგად წარმოქმნილი წნევის ნამეტის ზემოქმედებით კასრი დაიშალა.



ნახ. 9.5. პასკალის ცდის ილუსტრაცია

9.3. წნევის გადამწოდი

წნევის გადამწოდი ის მოწყობილობაა, რომლის ფიზიკური პარამეტრები იცვლება გასაზომი არეს (სითხე, გაზი, ორთქლი) წნევისგან დამოკიდებულებით. გადამწოდებში გასაზომი არის წნევა გარდაიქმნება პნევმატურ ან ელექტრულ უნიფიცირებულ სიგნალად ანდა ციფრულ კოდად.

წნევის გადამწოდი შედგება: წნევის პირველადი გარდამსახისაგან, რომლის შემადგენლობაშია მგრძობიარე ელემენტი და წნევის მიმღები და სიგნალის მეორადი დამუშავების სქემისაგან, ასევე სხვადასხვა კონსტრუქციის საკორპუსო დეტალებისა და მოწყობილობის გამომყვანებისგან.

ერთი ხელსაწყოს მეორესაგან ძირითადი განმასხვავებელი ნიშნია წნევის რეგისტრაციის სიზუსტე, რომელიც დამოკიდებულია წნევის სიდიდის ელექტრულ სიგნალად გარდაქმნის პრინციპზე. არსებობს: ტენზომეტრიული,

პიეზორეზისტული, ტევადური, ინდუქციური, რეზონანსული, იონიზაციური, და სხვ.

9.4. წნევის გადამწოდების კლასიფიკაცია

არსებობს:

- აბსოლუტური წნევის გადამწოდები – მათი დანიშნულებაა თხევადი და გაზისმაგვარი არეების აბსოლუტური წნევის გაზომვა. საყრდენი წნევაა ვაკუმი. ჰაერი მგრძობობიარე ელემენტის შიგა ავსიდან გამოტუმბულია;
- ჭარბი წნევის გადამწოდები – მათი დანიშნულებაა თხევადი და გაზისმაგვარი არეების ჭარბი წნევის გაზომვა. საყრდენი წნევაა ატმოსფერული. ამ ტიპის გადამწოდებში მემბრანის ერთი მხარე შეერთებულია ატმოსფეროსთან;
- დიფერენციალური წნევის გადამწოდები – მათი დანიშნულებაა სითხის გაზის, ორთქლის არეებში წნევების სხვაობის გაზომვა. წნევა მიეწოდება მემბრანის ორთავე მხარეს, გამოსასვლელი სიგნალი კი დამოკიდებულია მათ სხვაობაზე.
- ჰიდროსტატიკური წნევის გადამწოდები – მათი დანიშნულებაა საკონტროლო არეს ჰიდროსტატიკური წნევის გარდაქმნა მუდმივი დენის სიგნალად. აქ გაიზომება სთხის სვეტის წნევა, რომელიც დამოკიდებულია მის სიმაღლესა და თვით ამ სითხის სიმკვრივეზე;
- ვაკუმეტრიული წნევის (გაუხშოვების) გადამწოდები – მათი დანიშნულებაა თხევადი და გაზისმაგვარი არეების ვაკუმური წნევის სიდიდის გაზომვა. საყრდენი წნევა აქაც ატმოსფერულია, მაგრამ ჭარბი წნევისაგან განსხვავებით აქ გასაზომი წნევა ნაკლებია ატმოსფერულზე.

კლასიფიკაცია კონსტრუქციული შესრულების მიხედვით

- წნევის გარე გადამწოდები;
- წნევის ჩაშენებული გადამწოდები.

კლასიფიკაცია მოქმედების პრინციპის მიხედვით

- პირდაპირი მოქმედების გადამწოდები – გარე ზემოქმედებას გარდაქმნიან პირდაპირ ელექტრულ სიგნალში, რისთვისაც იყენებენ შესაბამის ფიზიკურ მოვლენას;
- წნევის შედგენილი გადამწოდები – შეიცავს ენერჯის რამდენიმე გარდამსახს.

კლასიფიკაცია წნევის ელექტრულ სიგნალად გარდაქმნის პრინციპის მიხედვით

- წნევის ტენზორეზისტული გადამწოდები, წნევის ტვადური გადამწოდები, წნევის რეზონანსული გადამწოდები, წნევის ინდუქტიური გადამწოდები;
- წნევის პიეზოელექტრული გადამწოდები, წნევის პიეზორეზისტული გადამწოდები.

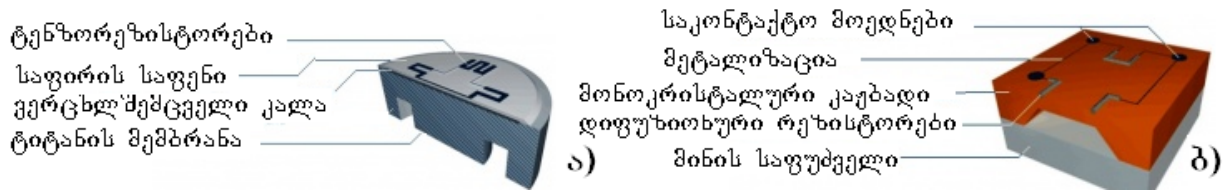
9.5. წნევის ტენზორეზისტორული და პიეზორეზისტორული გადამწოდები

ტენზორეზისტული გადამწოდების მოქმედების პრინციპი დამყრებულია ტენზოფეექტის მოვლენაზე კაუბადის, სპილენძის, ნიკელის, რკინის მასალებში. მგრძნობიარე ელემენტად გამოიყენება მემბრანა ტენზორეზისტორებით, რომლებიც შეერთებულია ბოგირული სქემით. წნევის ზემოქმედებით მემბრანა დეფორმირდება, რაც იწვევს ტენზორეზისტორების დეფორმაციას და შესაბამისად მათ წინაღობების ცვლილებას. ეს იწვევს უისტონის ბოგირის განზალანსირებას და წნევის მიმართ პროპორციული სიგნალის გამომუშავებას. ნაკლოვანებაა დროითი არასტაბილურობა და მნიშვნელოვანი ჰისტერეზისტული მოვლენები. ღირსებაა დაბალი ღირებულება და მგრძნობიარე ელემენტის კარგი დაცულობა აგრესიული ზემოქმედებისაგან.

პიეზორეზისტული გადამწოდების მგრძნობიარე ელემენტია წნევის ინტეგრალური გარდამქმნელი, რომელიც შედგება კაუბადისაგან დამზადებულ მემბრანისაგან. იგი შეიცავს უიტსონის ბოგირით შეერთებულ დიფუზიურ პიეზორეზისტორებს, რომელთა წინაღობაც იცვლება მექანიკური ძალის ზემოქმედების შედეგად. ეს იწვევს ბოგირის განზალანსებას და შესაბამისი სიგნალის გამომუშავებას.

ღირსებებია:

მახასიათებლების უფრო მეტი სტაბილურობა დარტყმით და ნიშანცვალებადი დატვირთვების მიმართ.

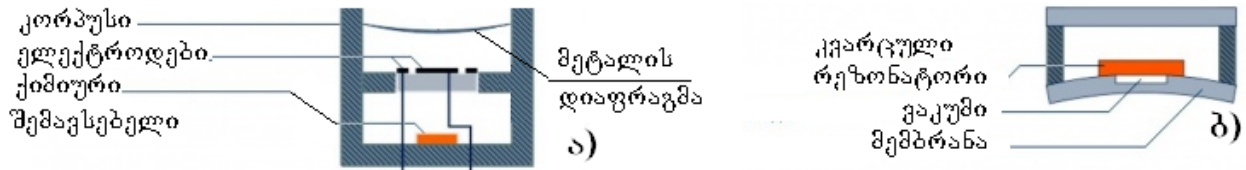


ნახ. 9.3. წნევის გადამწოდები: ა) ტენზორეზისტორული, ბ) პიეზორეზისტორული

9.6. წნევის ტევადური და რეზონანსული გადამწოდები

წნევის ტევადური გადამწოდი - წარმოადგენს კონდენსატორს რომელიც შედგება დიელექტრიკით განცალკავებული ორი ფირფიტისაგან. ცნობილია კერამიკული და კაუბადური ტევადური წნევის გარდამქმნელები, რომლებიც დამზადებულია ღრეკადი მეტალის მემბრანის გამოყენებით. წნევის ცვლილებისას მემბრანა ელექტროდით დეფორმირდება და ამით ხდება ტევადობის ცვლილება. ღირსებაა კონსტრუქციის სიმარტივე, მაღალი სიზუსტე და სტაბილიზაცია დროში, დაბალი წნევების გაზომვა, ნაკლოვანებაა არახაზოვანი დამოკიდებულება ტევადობასა და მოდებულ წნევას შორის;

წნევის რეზონანსული გადამწოდი - წარმოადგენს მემბრანაზე დამაგრებულ კვარცულ რეზონატორს ჩართულს რეზონანსულ კონტურში, რომელიც გენერირებს სტაბილური სიხშირის იმპულსებს. მოქმედი წნევის ცვლილებისას ხდება მემბრანის და შესაბამისად კვარცის კრისტალის დეფორმაცია, რაც იწვევს კრისტალის რხევის სიხშირის ცვლილებას. ღირსებაა მაღალი სიზუსტე და მახასიათებლების სტაბილურობა, ნაკლოვანებაა წნევის გარდაქმნის ინდივიდუალური მახასიათებელი, წნევის ცვლილებაზე რეაქციის დიდი დრო, აგრესიულ გარემოში გაზომვების შეუძლებლობა სიზუსტის კარგების გარეშე.



ნახ. 9.4. წნევის ტევალური გარდამსახები: ა) მეტალის მემბრანიანი, ბ) კვარცული

9.7. წნევის ინდუქციური და იონიზაციური გადამწოდები

წნევის ინდუქციური გადამწოდი – დაფუძნებულია ფუკოს დენების რეგისტრაციაზე. მგრძობიარე ელემენტი შედგება ორი, ერთმანეთისაგან მეტალის ეკრანით იზოლირებული ინდუქციური კოჭისაგან, რომელთაგან პირველი მოძრავია და დაკავშირებულია მემბრანასთან. კოჭებში გენერირებს ცვლადი დენი. წნევის გავლენით მემბრანის წანაცვლება იწვევს მეტალის ფირფიტაში ფუკოს დენების ცვლილებას და მეორე კოჭაში შესაბამისი სიგნალის წარმოშობას. ღირსებაა ჭარბი და დიფერენციალური წნევების გაზომვის შესაძლებლობა, მაღალი სიზუსტე და უმნიშვნელო ტემპერატურული დამოკიდებულება. ნაკლოვანებაა მგრძობიარობა მაგნიტურ ზემოქმედებებზე.

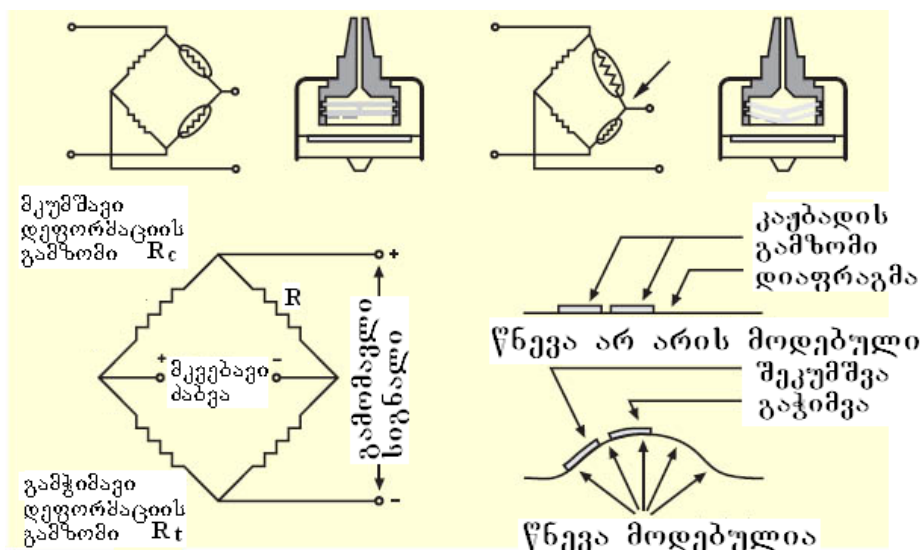
წნევის იონიზაციური გადამწოდი – დაფუძნებულია იონიზაციური ნაწილაკების რეგისტრაციაზე. ანალოგიურია დიოდურ მილაკს. მილაკი შეიცავს ანოდს, კათოდს და გამახურებელს. ნათურის კორპუსი დამზადებულია მაღალხარისხოვანი მინისაგან. ღირსებაა დაბალი წნევების რეგისტრაციის საშუალება ღრმა ვაკუუმის ჩათვლით. ნაკლოვანებაა ატმოსფეროსთან მიახლოებული წნევების გაზომვის შეუძლებლობა და აგრეთვე წნევისა და სიგნალს შორის დამოკიდებულების ლოგარითმული ხასიათი.



ნახ. 9.5 წნევის გარდამქმნელები ა) ინდუქციური, ბ) იონიზაციური

9.8. ნახევარგამტარული წნევის გადამწოდები

ნახევარგამტარული წნევის გადამწოდები დღეისათვის ერთერთი ყველაზე მეტად დინამიურად გნვითარებადი მიმართულებაა ელექტრონიკის დარგში. ამ ტიპის გადამწოდების შექმნასა და წარმოებაზე მუშაობს 100 - ზე მეტი კომპანია. აქ განვიხილავთ ერთერთი მათგანის, კერძოდ Honeywell-ის ნახევარგამტარული გადამწოდების (უშვებს რამდენიმე 1000-ეული ტიპის გადამწოდს) მოქმედების პრინციპს, მოკლე ტექნიკურ დახასიათებას, თავისებურებებსა და გასაზომი წნევების დიაპაზონს და სხვ. (იხ. ნახ. 9.6).



ნახ. 9.6. ნახევარგამტარული წნევის გარდამქმნელები

ნებისმიერი მოდელის წნევის გადამწოდის საფუძველია ტენზომგრძნობიარე ელემენტი, რომელიც შედგება ოთხი, ბოგირული სქემით შეერთებული იდენტური პიეზორეზისტორისგან, რომლებიც იმპლანტირებულია კრემნიუმის მემბრანაში ამოკვეთილ ღარებში. გარე წნევა იწვევს მემბრანის დეფორმაციას, რაც თავის მხრივ იწვევს ბოგირის განბალანსებას. შედეგად შექმნილი ძაბვა პირდაპირ პროპორციულია მოდებული წნევისა.

გასაზომი წნევის ტიპები

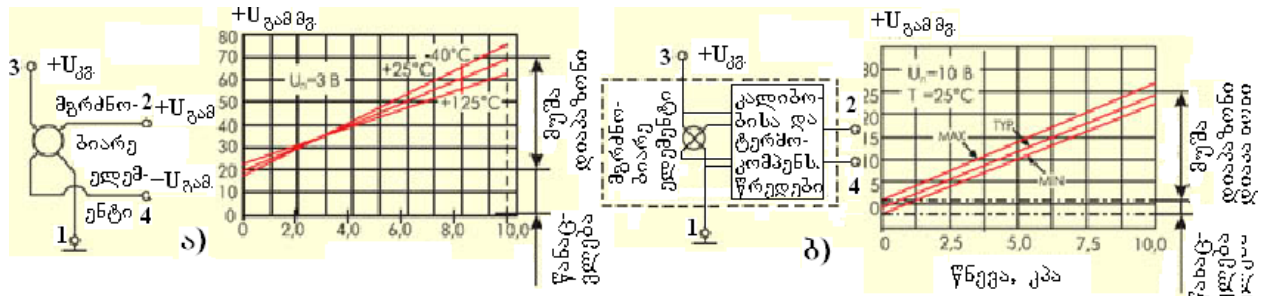
კომპანია აწარმოებს ყველა არსებული ტიპის წნევების შესაბასმის გადამწოდებს, როგორცაა აბსოლუტური, ჭარბი, დიფერენციალური და ვაკუმი. მათი უმრავლესობა ერთმიმართულებიანია ანუ წნევა ერთ პორტზე (შემყვან

პორტზე) ყოველთვის მეტი უნდა იყოს მეორეზე, მაგრამ იგი აწარმოებს ორმიმართულებიან გადამწოდებსაც, ანუ მათ შეუძლიათ გაზომონ მემბრანის ერთ მხარეზე მოდებული როგორც გაუხშოვება ისე ჭარბი წნევა.

გამოსასვლელი სიგნალის ტიპები

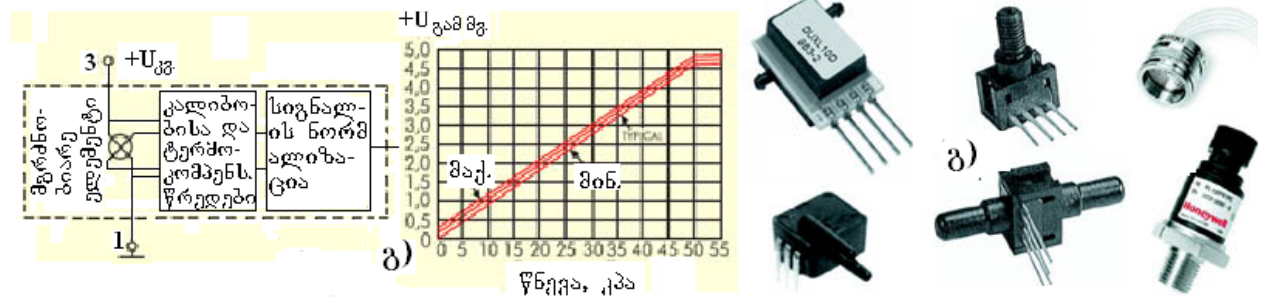
წნევის გადამწოდის სიგნალის ტიპი განსაზღვრავს მისი ინტეგრაციის ხარისხს. ამ ნიშნის მიხედვით გადამწოდები დაყოფილია სამ დიდ ჯგუფად: ბაზური, თერმოკომპენსიური წანაცვლებისა და დიაპაზონის ქარხნული კალიბრებით და თერმოკომპენსაციური ქარხნული კალიბრებითა და ნორმალიზირებული სიგნალით.

გასაზომი წნევების დიაპაზონის მიხედვით ამ ფორმის გადამწოდები შეიძლება დაიყოს სამ დიდ ჯგუფად. მცირე წნევის გადამწოდები (0 ... 250 კპა, ... 0 ... 1700 კპა), საშუალო წნევების გადამწოდები (0 ... 1 კპა, ... (0 ... 1000 კპა) და მაღალი წნევების გადამწოდები (0 ... 1700კპა, ... 0...4150 ატმ (!)). (იხ. ნახ. 9.7).



ნახ. 9.7. გადამწოდების სტრუქტურა და გარდაქმნის მახასიათებლის მაგალითები:

ა) ბაზური გადამწოდით, ბ) ტემპერატურული წანაცვლების კომპენსაციით, გ) ტემპერატურული წანაცვლების კომპენსაციით, კალიბრებით და ნორმალიზაციით



ნახ. 9.8. მცირე (ა), შუალედური (ბ) და მაღალი (გ) წნევების გადამწოდების ტიპური წარმომადგენლების გარე ხედი

9.9. პულსირებული წნევის გადამწოდები

გამოყენება:

ისინი გამოიყენება სხვადასხვა არეებში დინამიური წნევის გაზომვებისთვის. წნევის გადამწოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც დამოუკიდებლად, ასევე კომპრესორების, ძრავების, ტურბინების და სხვა მანქანების მექანიზმების დიაგნოსტიკური სისტემის შემადგენლობაში. მაღალსიჩქარული იმპულსური პროცესების რეგისტრაციისათვის.



ნახ. 9.9. წნევის გადამწოდის შეერთება პერსონალურ კომპიუტერთან

თავისებურებები:

კვარცული მგრძობიარე ელემენტი, ფართო დინამიური დიაპაზონი, ხანგრძლივი სტაბილურობა, საკუთარი ხმაურის დაბალი დონე, ჰერმეტიული შესრულება, (გამოყენების შესაძლებლობა 50 მ სიღრმეზე).

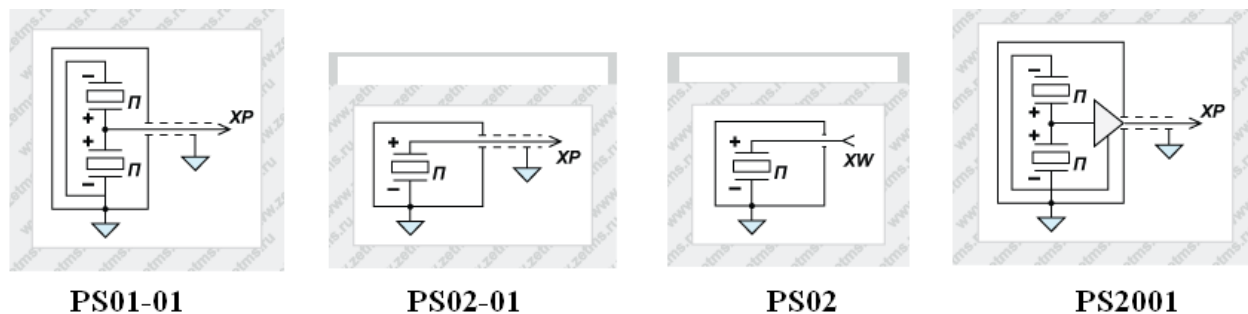


ნახ. 9.10. ჭარბი წნევის გადამწოდების გარე სახე

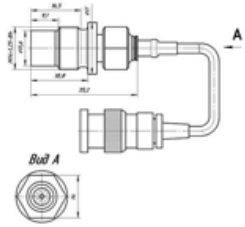
ცხრილი 9.2.

| | PS 01-01 | PS 02, PS 02-01 | PS 2001 |
|--|---------------------------------|---|-----------------|
| მგრძობიარობა ($\pm 20\%$) | 20 მვ/ბარი | 4 მვ/ბარი | 200 მვ/ბარი |
| გაზომვის დიაპაზონი | 0,1...250 ბარი | 1...2 500 ბარი | 0,1...50 ბარი |
| რეზონანსული სიხშირე | > 120 კჰც | > 200 კჰც | > 120 კჰც |
| არაწრფიობა | | < 2 % | |
| მგრძობიარობა აჩქარებაზე | < 0,0015 ბარი/გ | < 0,001 ბარი/გ | 0,0015 ბარი/გ |
| თემპერატურული დიაპაზონი | - 50...+ 200 °C | - 50...+ 200 °C | - 40...+ 125 °C |
| პოლარობა | | დადებითი | |
| მგრძობიარე ელემენტი | | კვარცი | |
| მემბრანის/კორპუსის მასალა | უჯანგავი ფოლადი/უჯანგავი ფოლადი | | |
| შემაერთებლის ტიპი | BNC | 10-32UNF/BNC | BNC |
| კაბელი* | ჩაშენებული | PS02: 10-32UNF – BNC PS02-01: ჩაშენებული | ჩაშენებული |
| მასა (კაბელისა და შემაერთებლის გარეშე) | 35 გ | 12 გ | 40 გ |

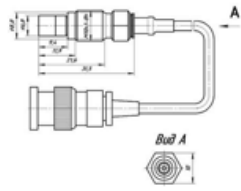
RS ტიპის ჭარბი წნევის გადამწოდების პარამეტრები



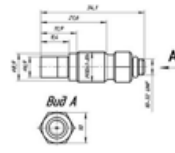
ნახ. 9.13. RS ტიპის ჭარბი წნევის გადამწოდების ელექტრული სქემები



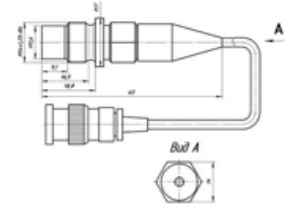
PS01-01



PS02-01



PS02



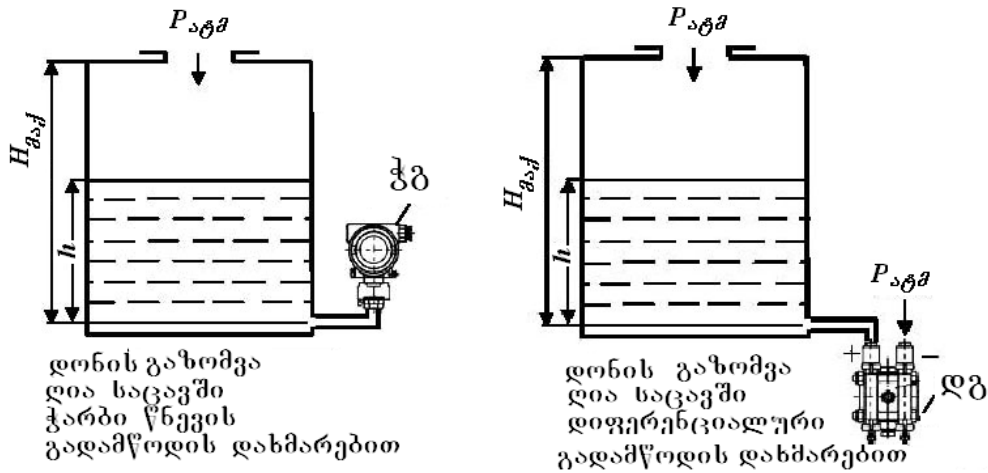
PS2001

ნახ. 9.14. RS ტიპის ჭარბი წნევის გადამწოდების გაბარიტული ზომები



თავი X - დონის გადამწოდები

ჰიდროსტატიკური წნევის სიდიდე P_g დამოკიდებულია სითხის სვეტის h სიმაღლეზე გამზომი ხელსაწყოს მიმართ და ამ სითხის სიმკვრივეზე ρ . (იხ. ნახ 10.1)



ნახ. 10.1. ჰგ - ჰარბი წნევის გადამწოდია, დგ - დიფერენციალური გადამწოდი, $H_{ბაქ}$ - საცავის მაქსიმალური სიმაღლეა, $P_{ატმ}$ - ატმოსფერული წნევა.

10.1. დონის გაზომვა წნევის გადამწოდების დახმარებით

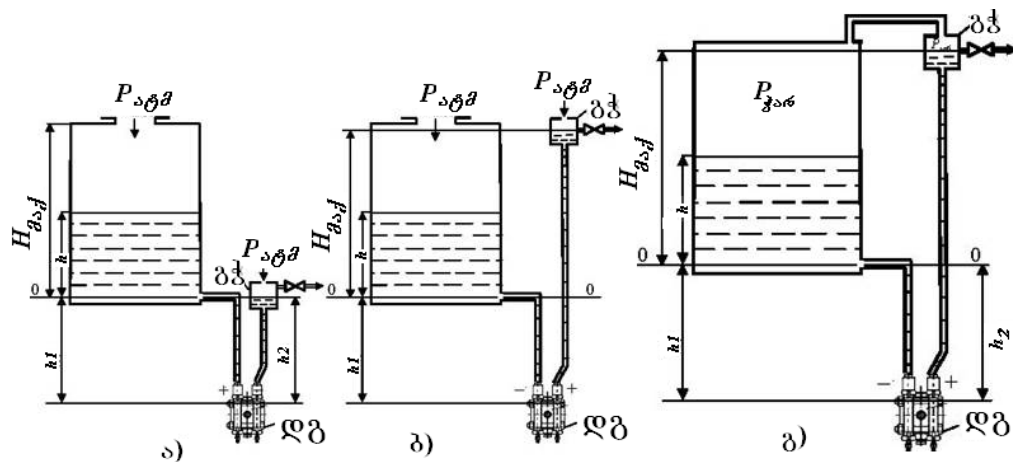
ჰიდროსტატიკური წნევის გაზომვა შეიძლება სხვადასხვა მეთოდებით, მაგ: მანომეტრით, რომელიც მიერთებულია რეზერვუარზე სითხის ქვედა დონის სიმაღლეზე, დიფერენციალური მანომეტრით, რომელიც ერთი კამერით მიერთებულია რეზერვუარზე სითხის ქვედა დონის სიმაღლეზე, ხოლო მეორე კამერით შერწყმულია ატმოსფეროსთან. (იხ. ნახ. 10.1).

ჰიდროსტატიკური მეთოდით წნევის გაზომვისას პირველი სქემის მიხედვით გაზომვების ცდომილება განისაზღვრება გამზომი ხელსაწყო სიზუსტის კლასით და ატმოსფერული წნევის რყევებით. თუ საცავი იმყოფება ჰარბი წნევის ქვეშ, მაშინ ჰიდროსტატიკურ წნევას ემატება ჰარბი წნევა სითხის ზედაპირზე, რომელიც მითითებული სქემის მიხედვით მხედველობაში არ მიიღება, ამიტომ ასეთი შემთხვევებისათვის გაზომვის ასეთი სქემა უსარგებლოა.

10.2. დონის გაზომვა დიფერენციალური მანომეტრის გამოყენებით

უფრო მეტად უნივერსალური ამ შემთხვევაში წნევის დიფერენციალური გადამწოდების გამოყენებაა, რომლითაც შეიძლება წნევების გაზომვა ღია საცავებში და აგრეთვე სითხეთა გაყოფის საზღვრის კონტროლიც, (იხ. ნახ. 10.2). აქ დიფმანომეტრის პლიუსური კამერა იმპულსური მილის გამოყენებით შეერთებულია საცავთან მის ქვედა წერტილში, ხოლო მინუსური კამერა კი შერწყმულია ატმოსფეროსთან. ასეთ სქემაში თავიდანაა აცილებული ატმოსფერული რყევებით გამოწვეული ცდომილებები.

გაზომვის ასეთი სქემა შეიძლება გამოყენებულ იქნას იმ შემთხვევაში, როდესაც დიფმანომეტრი განლაგებულია საცავის ქვედა სიბრტყის მიმართ ერთ დონეზე. თუ ეს პირობა დაცული არ არის და დიფმანომეტრი განლაგებულია h_1 სიმაღლით ქვემოთ მაშინ გამოიყენება გამაწონასწორებელი ჭურჭელი (გჭ), იხ. ნახაზები შემდეგ გვერდზე.



ნახ. 10.2. დონის გაზომვა დიფერენციალური წნევის გადამწოდისა და გამაწონასწორებელი ჭურჭლის გამოყენებით:

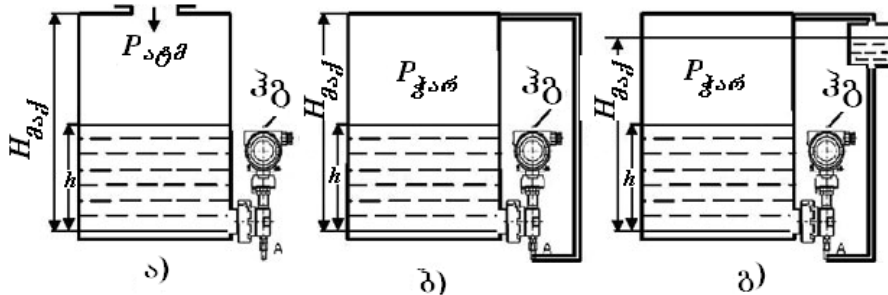
- ა) ღია საცავში, გამაწონასწორებელი ჭურჭლის ქვემოთ განლაგებით
- ბ) ღია საცავში, გამაწონასწორებელი ჭურჭლის ზემოთ განლაგებით
- ვ) დახშულ საცავში, გამაწონასწორებელი ჭურჭლის ზემოთ განლაგებით.

გამაწონასწორებელი ჭურჭელი გამოიყენება სტატიკური წნევის კომპენსაციისათვის, რაც წარმოიქმნება h_1 სიონის სვეტით იმპულსურ მილში. ნახაზებზე გჭ - გამაწონასწორებელი ჭურჭელია, დგ - დიფერენციალური

გადამწოდი, $H_{მპ}$ - საცავის მაქსიმალური სიმაღლეა, $P_{ატმ}$ - ატმოსფერული წნევაა, $P_{ჭარ}$ - ჭარბი წნევა, h_1 - სიმაღლე დიფერენციალური გადამწოდის საცავის ქვედა დონემდე, h_2 - სიმაღლე დიფერენციალური გადამწოდის საცავთან მილის შერთობამდე.

10.3. დონის გაზომვა ჰიდროსტატიკური გადამწოდებით

დიფერენციალური უფრო თანამედროვე ანალოგიული წნევის ჰიდროსტატიკური გადამწოდები. როგორც დიფერენციალურებს ასევე ამათაც აქვთ ორი გამზომი კამერა. ერთერთი მათგანი დამზადებულია როგორც ღია კამერა, მეორე კი შტუცერის სახით. ასეთი გადამწოდები ყოველთვის შეიძლება დაყენდეს უშუალოდ საცავის ფსკერთან ახლოს. ამიტომ არ არის აუცილებელი იმპულსური მილაკების დაყენება და მათი კომპენსაცია. იხ. ნახ. 10.3. სადაც ჰგ – ჰიდროსტატიკური გადამწოდია.



ნახ. 10.3. დონის გაზომვა წნევის ჰიდროსტატიკური გადამწოდის გამოყენებით

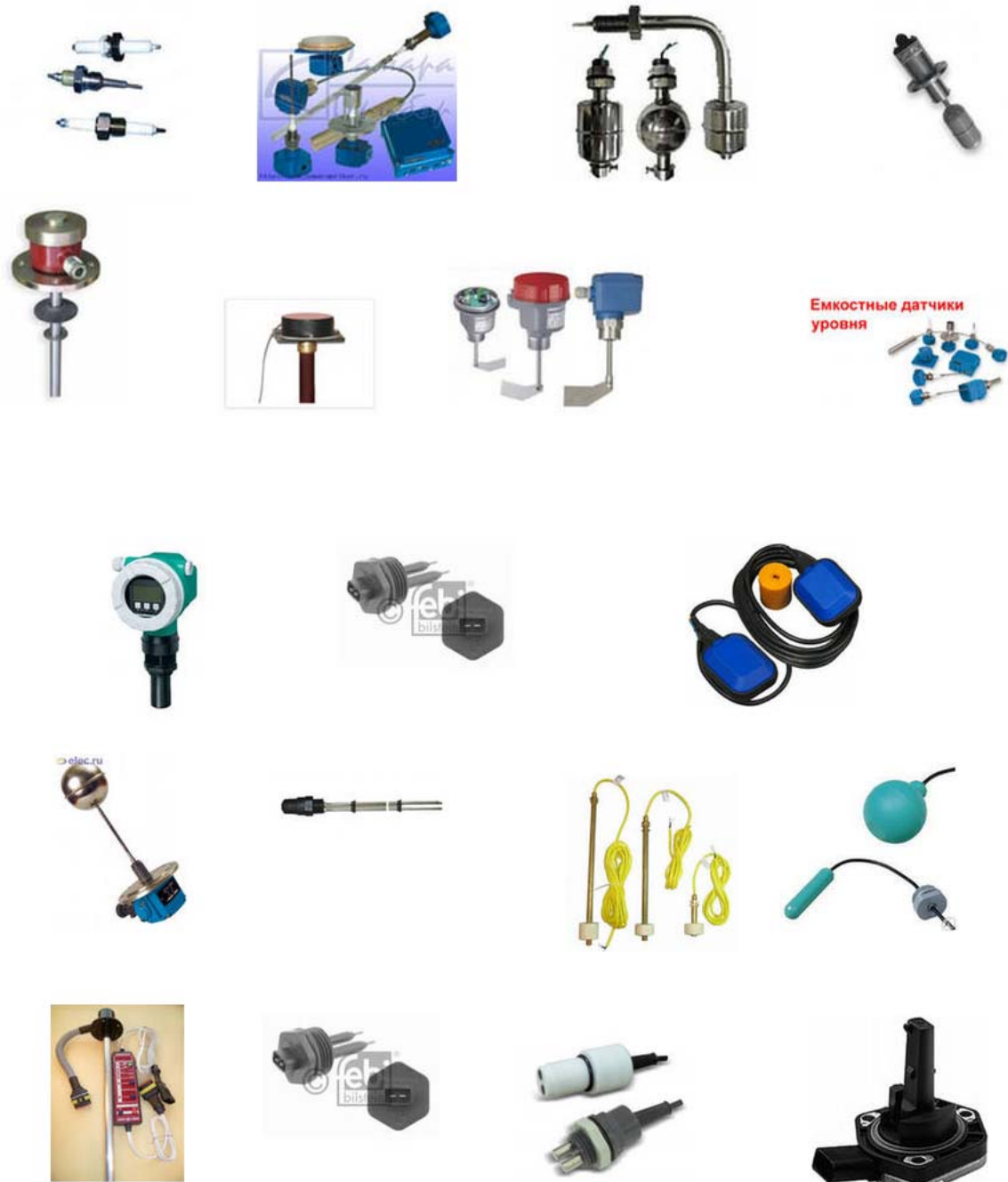
ნახაზზე:

სქემა ა) გამოიყენება დონის გაზომვისათვის ღია საცავებისათვის;

სქემა ბ) დახურული საცავებისათვის გამაწონასწორებელი ჭურჭლის გამოყენებლად;

სქემა გ) დახურული საცავებისათვის გამაწონასწორებელი ჭურჭლის გამოყენებით.

სქემა ბ) გამოიყენება ისეთ პროცესებში სადაც ვერ ხდება უხვი კონდენსატის წარმოქმნის თავიდან აცილება და მისი დაგროვება მილში, რომელიც აერთებს გადამწოდს სითხის ზემოთ მდებარე მოცულობასთან.



10.4. Deltapilot M FMB51 ჰიდროსტატიკური დონის გამზომი

გამოყენების სფერო

აღნიშნული ჰიდროსტატიკური წნევის გადამწოდის დანიშნულებაა შემდეგი სახის ამოცანების შესრულება:

- ჰიდროსტატიკური წნევის გაზომვა თხევად და ბლანტ პროდუქტებში, ტექნოლოგიური მომზადების ნებისმიერ დარგში, პროცესების გაზომვების ნებისმიერი ტექნოლოგიებში, ფარმაცევტულ და კვების მრეწველობაში;
- სითხის დონის, მოცულობისა და მასის გაზომვა.

ღირსებებია

- მაღალი მწარმოებლობა და ხანგრძლივდროიანი სტაბილურობა;
- გაზომვების დიაპაზონი 100:1;
- ჰერმეტიული გამზომი უჯრედი CONTITETM;
 - კონდენსატისაგან და კლიმატური ზემოქმედებისაგან დაცვა;
 - დაბალი ცდომილება: 0,2%, ზოგ შემთხვევაში 0,1%;
 - მინიმალური ტემპერატურული დამოკიდებულება;
- მოდულური კონსტრუქცია წნევის ვარდნისა და ჰიდროსტატიკური წნევის გაზომვისათვის (Deltabar M, Deltapilot M, Cerabar M). მაგ. შეცვლადი დისკლეი, უნივერსალური ელექტრონული მისაერთებელი;
- მარტივი შეყვანა ექსპლუატაციაში მართველი პროგრამების გარეშე;
- ექსპლუატაციის ადგილზე მართვა მენიუსა 4 ... 20 მა-იანი გამოსასვლელებისა და HART პროტოკოლის დახმარებით.
- მსოფლიოს ნებისმიერ წერტილში გამოყენების შესაძლებლობა მრავალი სერტიფიკატებიდან გამომდინარე (ATEX, FM, CSA და სხვ.).

10.5. ტექნიკური მახასიათებლები

ბაზური დაყვანილი ცლომილება

- 0,2%
- 0,1%

კვება, კომუნიკაცია

- 11,5... 45 DC
- 4..20 მა HART
- Profibus PA
- FOUNDATION Fieldbus

გარემო პირობების ტემპერატურა

- -40...+85°C

დიფერენციალური წნევის გასაზომი

დიაპაზონების ზედა ზღვრები

- 0, 1/0,4/1,2/3/10/ბარი

გაზომვის დიაპაზონის გადაწყობა

- 200:1-მდე (რეკომენდებულია 100:1-მდე)

კორპუსი

- კორპუსის მასალა: ალუმინი,

უჯანგავი ფოლადი

- კორპუსის დაცვის ხარისხი: IP66/68

ჩასაძირი ღერძის მასალა

- 316L

- Alloy C

მემბრანის მასალა

- Hastelloy C276

- Rhodium>Gold>Alloy C

- Platinum>Gold>Alloy C

შემჭიდროვების მასალა

- Viton, EPDM,

- Kalrez 6375

პროცესთან მიერთება

- რეზბა, ფლანცები



Deltapilot M FMB50



კონდენსატის მიმართ მუდმივი ტენზორეზისტული გამზომი უჯრედი CONFITTE™



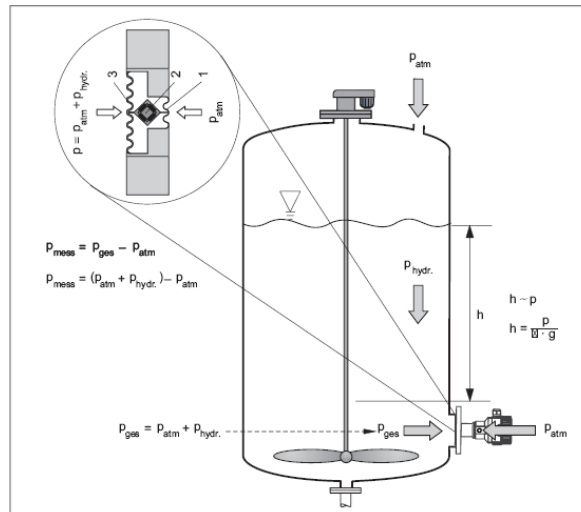
FMB51



FMB52



FMB53



ნახ. 10.4. ჰიდროსტატიკური წნევის გადამწოდი Deltapilot M და გაზომვის პრინციპი

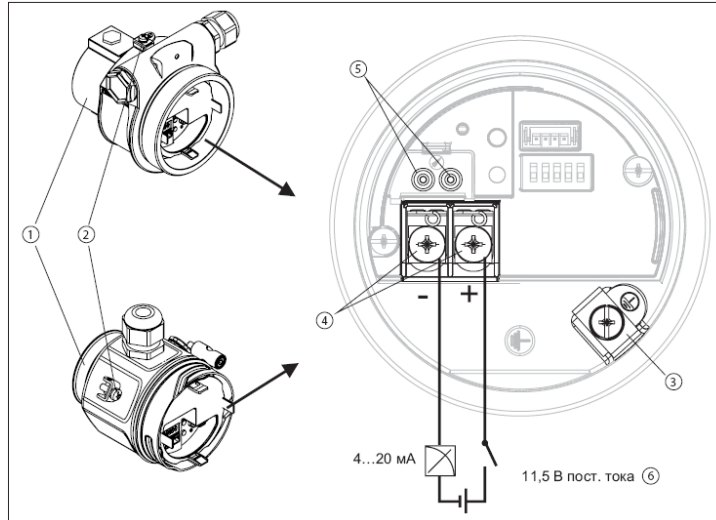
ნახაზზე 1 - გამზომი უჯრედის უკანა გამყოფი მემბრანაა CONFITETM, 2 - გამზომი ელემენტი, 3 - გამყოფი დიაგრამა, h - დონის სიმაღლე, $P_{ატმ}$ - ატმოსფერული წნევა, p - პროდუქტის სიმკვრივე, g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, P_{hidr} - ჰიდროსტატიკური წნევა, $P_{ges.}$ ჯამური წნევა = ჰიდროსტატიკური წნევა + ატმოსფერული წნევა, P_{mess} - გაზომილი წნევა გამზომ უჯრედში = ჰიდროსტატიკური წნევა

როგორც ნახ. 10.4. - დან ჩანს პრეციზიული გამზომი ელემენტი (2) გამზომ უჯრედში CONFITE აბსოლუტურად იზოლირებულია, რადგან იგი განლაგებულია გამყოფ დიაფრაგმასა (3) და უკანა გამყოფ მემბრანას (1) შორის. მოდებული წნევა გამყოფი დიაფრაგმიდან ზეთის გავლით გადაეცემა მგრძნობიარე ელემენტს წნევის უმცირესი კარგების გარეშე. გამყოფ დიაფრაგმასა და გამზომ ელემენტს შორის განლაგებულია ორი ტემპერატურული გადამწოდი, რომლებიც ზომავენ ტემპერატურის განაწილებას უჯრედის შიგნით. ამ გაზომვებით ელექტრონული სქემა კომპენსაციას უწევს ტემპერატურის რხევებისაგან გამოწვეულ გაზომვების ნებისმიერ ცდომილებას.

გადამწოდს აქვს კიდევ ერთი - გაწრფივების ფუნქცია, რომლისთვისაც შეიძლება განისაზღვროს 32 წერტილი ცხრილის შევსებით ავტომატურ ან ხელის რეჟიმებში. ეს რეჟიმი შეიძლება გააქტიურდეს ადგილზე ექსპლუატაციის რეჟიმში ან დისტანციურად. ნახ. 10.5. - ზე მოცემულია ელექტრული შეერთების სამონტაჟო სქემა, სადაც:

ელექტრული შეერთება HART 4 ... 20 მა

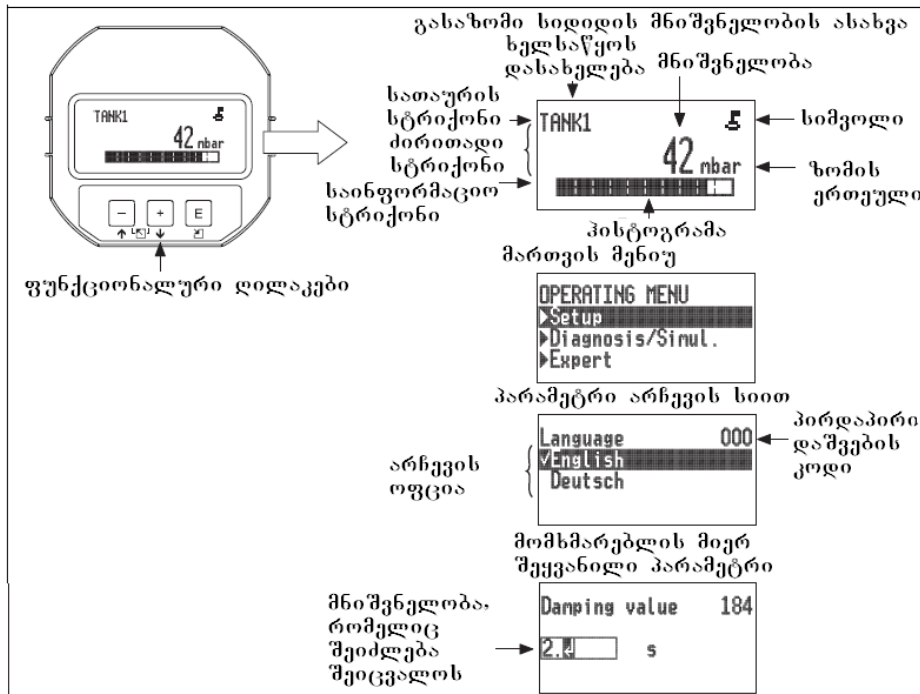
- 1 კორპუსი
- 2 დამიწების გარე კლემა
- 3 დამიწების შიდა კლემა
- 4 კვების ბლოკის კლემები
- 5 კლემის კონტროლერები
- 6 კვების ძაბვის მინიმალური მნიშვნელობა
= 11.5 ვ მუდმივი დენის



ნახ. 10.5. ჰიდროსტატიკური წნევის გადამწოდ Deltapilot M - ის კონსტრუქციული სქემა

10.6. სამომხმარებლო ინტერფეისი

ადგილობრივი დისპლეი



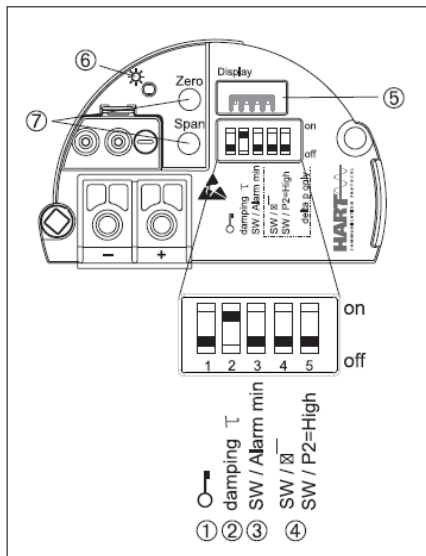
ნახ. 10.6. წნევის გადამწოდ Deltapilot M - ის სამომხმარებლო ინტერფეისი

თხევადკრისტალურ ინდიკატორზე აისახება გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობა, მომხმარებლის მიერ ინფორმაციის შეყვანაზე მიწოდებული მოთხოვნები, აგრეთვე შეტყობინებები შეშფოთებებზე და გამაფრთხილებელი შეტყობინებები ჩვეულებრივი ტექსტის სახით.

ფუნქციები:

- ინდიკაციის ეკრანი გასაზომი სიდიდის 8-თანრიგიანი მნიშვნელობისთვის, თავისი ნიშნითა და ათობითი გამყოფით, მიმდინარე ინფორმაცია – ჰისტოგრამა 4 ... 20 მა HART დიაპაზონით;
- სამი მართვის ღილაკი; მარტივი და სრული მენიუ პარამეტრების განაწილებით რამდენიმე დონეებათ და ჯგუფებად; ნავიგაციის გამარტივებისათვის თვითოეულ პარამეტრს მინიჭებული აქვს 3-ნიშნა საიდენტიფიკაციო ნომერი;
- დისპლეის გაწყობა კონკრეტული მოთხოვნების და უკეთესობების მიხედვით, მაგ. ენის შერჩევა, ინდიკაციის რიგითობა, კონტრასტულობის დაყენება, გასაზომი სიდიდის სხვადასხვა მნიშვნელობების ინდიკაცია (მაგ. გადამწოდის ტემპერატურისა და სხვ.);
- დიაგნოსტიკის კომპლექსური ფუნქციები (შეტყობინენი შეშფოთებებზე და გამაფრთხილებელი შეტყობინებები და სხვ). იხ ნახ. 10.6.

10.7. ელექტრონულ მისაღვამის აღწერილობა



ელექტრონული მისაღვაში HART

- 1 DIP - გადამრთველი, გასაზომი სიდიდის მნიშვნელობების შესაბამისი პარამეტრების ბლოკირება/განბლოკირებისთვის
- 2 DIP -გადამრთველი გათანაბრების აქტივაცია/დეაქტივაციისთვის
- 3 DIP- გადამრთველი SW/Alarm Min. (3.6ma)
- 4 DIP- გადამრთველი მხოლოდ Deltabar M-თვის
- 5 ადგილობრივი დისპლეის მიერთების ბუდე
- 6 მწვანე ფერის შუქდიოდი ხელსაწყოს მუშა მდგომარეობის ინდიკაციისათვის
- 7 ფუნქციონალური ღილაკები, დიაპაზონის (დიაპაზონების) ქვედა (ნოლი) და ზედა მნიშვნელობათა შეყვანისათვის

ნახ. 10.7. წნევის გადამწოდ Deltapilot M - ის ელექტრონული მისაღვაში

თავი XI - სისშირული გარდამქმნელები

მოკლედშერთულ როტორიანი ასინქრონული ძრავები დღეისათვის ყველაზე მეტად საიმედოა და იაფი და ამიტომ აქტიურად გამოიყენება მრეწველობაში. მიუხედავად ამისა ასეთ ძრავებს აქვთ ორი მნიშვნელოვანი ნაკლი: 1) ვერ ხდება ძრავის სიჩქარის მარტივი რეგულირება, 2) გააჩნია დიდი გამშვები დენი (5-7 ჯერ მეტი ნომინალურზე) და მომენტი, რაც იწვევს დარტყმით მექანიკურ დატვირთვებს გაშვებისას. მრავალწლიანი მუშაობის შედეგად ეს პრობლემა გადაწყვეტილ იქნა და შეიქმნა ოპტიმალური თავისი ფუნქციებით ხელსაწყო (სისშირული გარდამქმნელი), რომელიც უზრუნველყოფს ძრავის მდორე გაშვებისა და უწყვეტი რეგულირების შესაძლებლობას ელექტრონული მეთოდით.

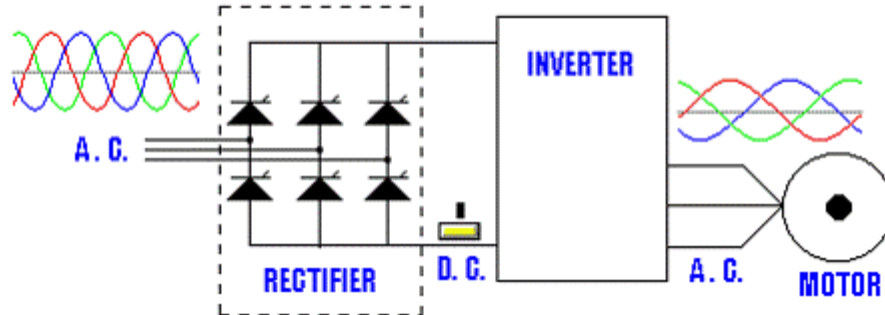
სისშირული გარდამქმნელი, ეს ისეთი ელექტრონული მოწყობილობაა, რომელიც ცვლადი დენის (ძაბვის) რაღაც სისშირეს გარდაქმნის იგივე ცვლადი დენის (ძაბვის) სხვა სისშირედ, რომელიც შემდეგ გამოიყენება ასინქრონული ძრავების კვებისთვის. თანამედროვე გარდამქმნელების გამომავალი სისშირე შეიძლება იცვლებოდეს ფართო დიაპაზონში და იყოს როგორც მაღალი ასევე დაბალი მკვებავი ქსელის სისშირეზე.

ნებისმიერი გარდამქმნელის სქემა შედგება ძალური და მმართველი ნაწილებისაგან. ძალური ნაწილი ჩვეულებრივ შესრულებულია ტირისტორებზე ან ტრანზისტორებზე და მუშაობენ ელექტრონული გასაღებების რეჟიმში. მმართველი ნაწილი შესრულებულია ციფრულ მიკროპროცესორებზე და გამოიყენება ძალური ელექტრონული გასაღებების მართვისთვის.

კვების მრეწველობაში სისშირული გარდამქმნელები ხშირად გამოიყენება კონვეიერების ტრანსპორტერებში, რითაც ადვილად მიიღწევა ტრანსპორტერების ძრავების და მთელი კონვეიერისაც კი სინქრონიზაცია, ამასთანავე მიიღწევა ელექტროენერჯის ეკონომია და კონვეიერის მწარმოებლობის გაზრდა. ამრიგად, სისშირული გარდამქმნელების დანიშნულებაა სამფაზა ასინქრონული ძრავების სიჩქარის მდორე, არაბიჯური რეგულირება, რაც ხდება ინვერტორის გამოსასვლელზე ცვლადი სისშირის სამფაზა დენის რეგულირებით.

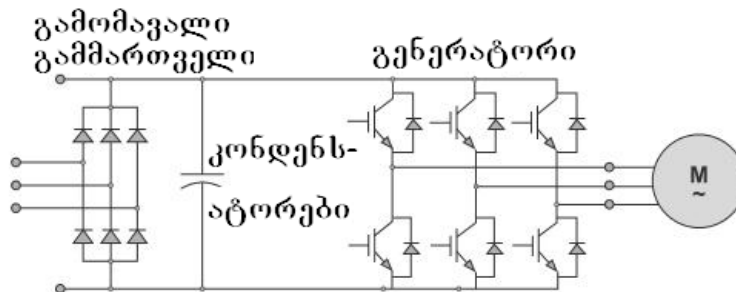
11.1. სისშირული გარდამქმნელების მოქმედების პრინციპი

სისშირული გარდამქმნელი შედგება იხ. ნახ. 11.1. მართვის სისტემისაგან, გამმართველისაგან, მუდმივი დენის სალტისაგან და გამომავალი ინვერტორისაგან. გამომავალი ძაბვა წარმოიქმნება მაღალსისშირული განივი-იმპულსური მოდულიაციის მეთოდის გამოყენებით.



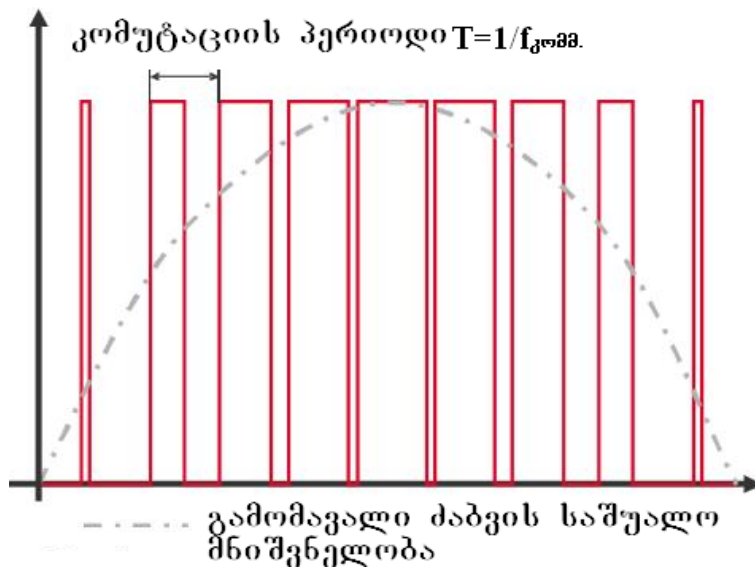
ნახ. 11.1 ინვერტორის მიერთების სქემა

სისშირული გარდამქმნელებს ძაბვის ინვერტორებსაც უწოდებენ და მათ შეუძლიათ მუშაობა მრავალძრავიან ამძრავებში. სისშირული გარდამქმნელის კიდევ ერთი სქემა წარმოდგენილია ნახ. 11.2. – ზე. სქემაზე ცვლადი დენი გარდაიქმნება მუდმივ დენად გამმართველის მიერ, გასწორდება კონდენსატორით, შემდეგ კი მიღებული გამომავალი გენერატორი აფორმირებს საჭირო ამპლიტუდისა და სისშირის იმპულსებს.



ნახ. 11.2. სისშირული გარდამქმნელის სქემა

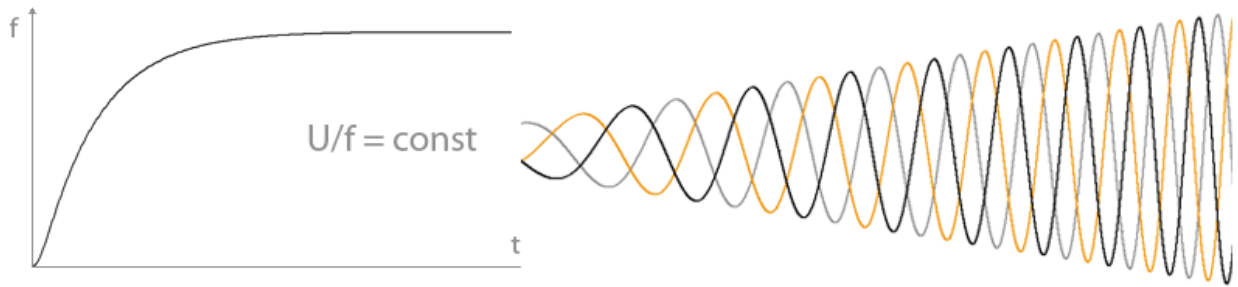
ეს ფორმირება სქემატურად ნაჩვენებია ნახ. 11.3. – ზე. გენერატორი უბრალოდ აღებს და კეტავს საჭირო გამოძავალ გასაღებებს, რითაც აფორმირებს სხვადასხვა სიგანის იმპულსების თანმიმდევრობას. რეზულტატური ძაბვა მართალია არ არის სინუსოიდალური, მაგრამ აქ უკვე მუშაობაში ერთვება ძრავი რომლის ინდუქტივობაც აუთოვებს დენის მრუდს და მიიღება ძაბვის საშუალო მნიშვნელობა. მიღებული მრუდი კი მიახლოებული იქნება სინუსოიდალურთან.



ნახ. 11.3. გენერატორის მიერ ფორმირებული განვიმპულსური თანმიმდევრობის ფორმირება ერთი ფაზისთვის

11.2. ასინქრონული ძრავების მართვის მეთოდები

არსებობს მოკლედშერთულ როტორიანი ასინქრონული ძრავების მართვის ორი მეთოდი: სკალიარული (სიხშირული) მართვა – ელექტროძრავის მართვის მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ აქ ხდება ძაბვა/სიხშირე (ვ/ჰც) თანაფარდობის მუდმივი შენარჩუნება სიშქარეების მთელ დიაპაზონში, ამასთან ამ დროს ხდება მკვებავი ძაბვის მხოლოდ სიდიდისა და სიხშირის კონტროლი. ეს მეთოდი ყველაზე მეტად გამოიყენება ასინქრონული ელექტროძრავების მართვაში. მეთოდის არსი ნათლადაა გამოხატული ნახ. 11.4.-ზე.



ნახ. 11.4. ძრავის სკალიარული მართვის არსი

სკალიარული მართვა სრულიად საკმარისია ამაცანების უმრავლესობაში, სადაც გამოიყენება ელექტროამძრავები ძრავის ლილვის ბრუნვის დიაპაზონით 1:40-ის საზღვრებში, სადაც არაა მოთხოვნილება მაღალ დინამიკურ მახასიათებლებზე (ვენტილიატორები, ტუმბოები). აქ როტორის სიჩქარე შეიძლება შეფასებულ იქნას მკვებავი ძაბვის სიხშირით, ამიტომ ასეთი მართვისას არაა საჭირო როგორც ენკოდერის ასევე მაღალმწარმოებლური ციფრული სასიგნალო პროცესორის გამოყენება.

სკალიარული მართვის ღირსებაა მისი რეალიზების სიმარტივე, ხოლო ნაკლოვანებებია ის, რომ ამ მეთოდით შეუძლებელია რეგულირება ძალზე დაბალ სიჩქარეებზე და ძრავის მომენტის რეგულირება, გარდა ამისა შეუძლებელია სიჩქარის ზუსტი მართვა, რადგან იგი დიდატაა დამოკიდებულია დატვირთვებზე.

ვექტორული მართვა – ელექტროძრავის მართვის მეთოდი, გამოიყენება მაშინ როცა საჭირო ხდება უკუ კავშირი ელექტროძრავის როგორც სიჩქარის ასევე მომენტის რეგულირებისათვის. კერძოდ, იგი გამოიყენება ჩარხების, ტრანსპორტერების, რობოტების, პრეციზიული მექანიზმების მართვაში.

ეს მეთოდი სკალიარულ მეთოდთან შედარებით უზრუნველყოფს უფრო მეტ მწარმოებლობას. ეს მეთოდი თავისუფალია სკალიარული მართვის ყველა ნაკლოვანებისაგან. ვექტორული მართვის მთავარი იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ აქ კონტროლდება არა მარტო სიხშირე და ძაბვა მკვებავი ძაბვისა, არამედ ფაზაც. ვექტორული მეთოდი შესაძლებლობას იძლევა დამოუკიდებლად და თითქმის უინერციოთ დარეგულირდეს ძრავის სიჩქარე და მომენტი ღერძზე.

ვექტორული მართვის ღირსებებია: სიჩქარის რეგულირების მაღალი სიზუსტე, მდორე სტარტი და ძრავის სიჩქარის მდორე ცვლილება სიხშირეთა მთელ დიაპაზონში, სიჩქარეთა ფართო დიაპაზონი (1:10000), სწრაფი რეაქცია დატვირთვის ცვლილებაზე (ამ დროს პრაქტიკულად არ ხდება სიჩქარის ცვლილება), მართვის გაფართოებული დიაპაზონი და რეგულირების სიზუსტე, შემცირებული კარგვები გახურებასა და დამაგნიტებაზე და გაზრდილი მარგი ქმედების კოეფიციენტი, ვექტორული მართვის ნაკლოვანებებია: ძრავისთვის პარამეტრების მოცემულობის მიცემის აუცილებლობა, სიჩქარის დიდი რხევები მუდმივი დატვირთვის პირობებში, გამოთვლების სიძნელები.

ქვემოთ წარმოდგენილია სხვადასხვა ფირმების სიხშირული გარდამქმნელების ნიმუშები.



HYUNDAI

წარმოდგენილია

სერიებით:

- N50, N100, N300, N300P
- N700V, N700E, N500,
- N500P, N5000

ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/სიხშირული მართვა სიმძლავრის მწკრივი 0,75-იდან 220 კვტ-მდე



OMRON

წარმოდგენილია

სერიებით:

- V1000, J1000, A1000
- JX, MX2, RX
- Varispeed E7, F7, G7, V7, L7

ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/სიხშირული მართვა სიმძლავრის მწკრივი 0,1-იდან 300 კვტ-დე



HITACHI

წარმოდგენილია

სერიებით:

- L100, SJ200, L300, L300P
- COMBIVERT: F5 BASIC, F5 COMPACT, F5 GENERAL, F5 MULTI/F5 SERVO, F5 A-SERVO

ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/სიხშირული მართვა სიმძლავრის მწკრივი 0,22-იდან 315 კვტ-მდე



ABB

წარმოდგენილია

სერიებით:

- AC S55, AC S150, AC S350
- AC S550, AC H550, AC S800

ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/სიხშირული მართვა სიმძლავრის მწკრივი 0,18-იდან 5600 კვტ-მდე



HF ELECTRONICS

(EuroDrive)

წარმოდგენილია სერიებით:
 - E-1000, F1000-G, F1500-G
 ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/
 /სიხშირული მართვა, სიმძლავრის მწკრივი 0,2-იდან 500 კვტ-მდე



SCHNEIDER ELECTRIC

წარმოდგენილია სერიებით:
 - ATV11, ATV31, ATV58, ATV71

MITSUBISHI

წარმ. სერიებით:
 - FR-D 700, FR-E 700, FR-F740, FR-A740, FR-A471, FR-S 500, FR-E 500
 ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/
 /სიხშირული მართვა, სიმძლავრის მწკრივი 0,1-იდან 500 კვტ-მდე



TOSHIBA

წარმოდგენილია სერიებით:
 - VF-nC3, VF-MB1, VF-S11
 - VF-FS1, VF-PS1, VF-AS1
 ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/
 /სიხშირული მართვა, სიმძლავრის მწკრივი 0,2-იდან 500 კვტ-მდე



SIMENS

წარმოდგენილია სერიებით:
 MICROMASTER 420, 440
 - SINAMISC G150
 ერთფაზა და სამფაზა, ვექტორული და ვოლტ/
 /სიხშირული მართვა, სიმძლავრის მწკრივი 0,12-იდან 11 კვტ-მდე



ნახ. 11.5. Simens Mikromaster 430 სიხშირული გარდაქმნელი

11.3. Simens Mikromaster 430 ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები

ღირსებები:

1. მარტივი დაყენება და მიერთება;
2. წრაფი გაშვება ექსპლუატაციაში;
3. მართვის სიგნალებზე რეაგირების მცირე დრო;
4. ელექტრომაგნიტურ თავსებადობის საერთაშორისო ნორმებთან შესაბამისობა;
5. პარამეტრების უხვი ანაწყოები, რაც იძლევა კონფიგურირების შესაძლებლობის ფართო გამოყენებას;
6. სამი ჩაშენებული რელე;
7. Simens Mikromaster 430 მზადდება 7,5 კვტ-იდან 250კვტ-მდე სიმძლავრის მოდელები;
8. ექვსი იზოლირებული pnp/npn გადასართველი დისკრეტული შესასვლელი;
9. ორი ანალოგური შესასვლელი: AIN 1 0-10 ვ, 0-20 მა, ან -10-დან +10-მდე ვ; AIN 2 0-10 ვ, 0-20 მა; ეს ორი ანალოგიური შესასვლელი შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც მე-7 და მე-8 დისკრეტული შესასვლელებად;
10. მოდულური კონსტრუქცია უზრუნველყოფს კონფიგურაციის მოქნილობას;
11. გარე ოპციები კომპიუტერთან მონაცემების გაცვლისთვის, ოპერატორის ბაზური პანელი და Profibus-ი.

11.4. Simens Sinamik G 110 ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები



ნახ. 11.6. Simens Mikromaster G 110 სისშირული გარდამქმნელი

ღირსებები:

1. ქსელის ძაბვა 120-240 ვ;
2. სიმძლავრეების დიაპაზონი 120 ვტ-3,0 კვტ;
3. გამომავალი სისშირე 0-650 ჰც;
4. სიმძლავრის კოეფიციენტი $\text{COS.}=0,95$;
5. მქკ 90-94% ხელსაწყოებისთვის <750 ვტ 95% ხელსაწყოებისთვის >750 ვტ;
6. გადატვირთვის დენი 1,5*ნომ. გამომ. დენი 60 წ განმავლობაში, შემდეგ 0,85*ნომ.; გამომ. დენი 240 წ განმავლობაში ციკლის დრო 300 წ;
7. გამომავალი ძაბვა მომხმარებლისათვის 24 ვ მე-6 და მე-7 კლემებზე (50 მა), 10 ვ მე-8 და მე-10 კლემებზე (5 მა);
8. მართვა ხაზური, კვადრატური, მრავალწერტილოვანი (გაწობადი);
9. იმპულსების სისშირე 8 კჰც (სტანდარტული); 2 კჰც-16 კჰც (2 კჰც-იანი ბიჯით);
10. მუდმივი სისშირეები 3 (შეიძლება აწყობა);

11. ნომინალური მნიშვნელობების გარჩევადობა 0,01 ჰც, ციფრული, 0,01 ჰც სერიული 10 ბიტი ანალოგური (ძრავის პოტენციომეტრი 0,1 ჰც);
12. ციფრული შესასვლელები 3, აწყობადი, პოტენციურად კავშირიანი, pnp, Simatik-თან თავსებადი. Low<5 whigh>10 ვ. მაქს. შემავალი ძაბვა 30 ვ.

11.5. Danfoss VLT® Automation Drive ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები



VLT® Automation Drive - ეს ერთი ამძრავის კონცეფციაა, რაც გამოდგება ნიბისმიერი გამოყენებითი ხასიაის ამოცანის შესასრულებლად. კონცეფციის ძირითადი ღირსებებია: ექსპლუატაციის დაბალი ფასი, მაღალი ხარისხი და მუშაობის საიმედოობა. ამასთან მოწყობილობა იძლევა მისი შემდგომი განვითარების და პარამეტრების ცვლილებების შესაძლებლობას.

VLT® Automation Drive VLT® Automation Drive – აგებულია ღია მოდულური პოლაფორმის ბაზაზე, რაც იძლევა მისი მარტივად აწყობისა და გადაწყობის საშუალებას. კონფიგურირებადი მეგობრული ინტერფეისი მხარს უჭერს მრავალ ენასა და სიმელოებს.

ამძრავის შეცვლადი ოფციები მოქნილი მოდულური სტრუქტურიდან გამომდინარე შეიძლება იგი შეიძლება ადაპტირებულ იქნას ნებისმიერი გამოყენებისათვის. ხელმისაწვდომია მრავალი ოპცია, რომლებიც შეიძლება დაყენებულ და შემოწმებულ იქნას ქარხანაში ანდა მოგვიანები მისი გადაწყობისა და მოდერნიზების დროს.

მომავლის გავალისწინება

VLT® Automation Drive-ის მოდულური კონსტრუქცია საშუალებას გვაძლევს მარტივად გავაუმჯობესოთ ამძრავი მომავალში ახალი ოპციების დამატების გზით. მოდულურობა საშუალებას გვაძლევს ვიყიდოთ ის, რაც დღეისავეს ნამდვილად საჭიროა. ამასან არ იკარგება მისი შემდგომი მოდერნიზაციისა და გაუმჯობესების შესაძლებლობა.

მართვის პანელის ცხლად დაყენება

ადგილობრივი მართვის პანელი (LCP) შეიძლება შეერებულ იქნას გარდამქმნელს პირდაპირ ანდა შორიდან კაბელის გავლით. LCP შეიძლება შეერთებულ ანდა გაიშუღ იქნას გარდამქმნელს მისი მუშაობის დროსაც კი (ეგრე წოდებული ცხელი ჩარვა გამორთვა). ერთი გარდამქმნელის აწყობა შეიძლება ადვილად იქნას გადატანილი მეორეზე ანდა LCP –ის ანდა კომპიუტერის დახმარებით MCT 10 პროგრამის გამოყენებით.

ჯილდოები

VLT® Automation Drive-ს მიღებული აქვს ჯილდოები: Frost & Sullivan ინოვაციებისვის და iF Design Award მომხმარებლის მეგობრული ინტერფეისისთვის.

შესანიშნავი გადაწყვეტა

- სამრეწველო ავტომატიზაციისათვის;
- მაღალდინამიური გამოყენებისათვის;
- უსაფრხო დაყენებისთვის.

სიმძლავრეთა დიაპაზონი

0,25 – 37 კვტ(200 – 240 ვ);
0,37 – 800 კვტ(380 – 500 ვ);
0,75 კვტ – 1,2 მვტ(525 – 690 ვ).

საიმედოობა, მუშაობის მაქსიმალური დრო

- გარემომცველი არის ტემპერატურა 50°C მახასიაებლების შემცირების გარეშე;
- არ საჭიროებს დამატებით გაგრილებას ანდა გადამზომვას;
- ხელმისაწვდომია IP 20, 21, 55 და 66 შესრულება. ერგება დაჭუჭყიანებულ ანდა ტენიან ზონებში მუშაობას;
- გაზრდილი მუშაობის დრო, დაბალი საამორტიზაციო დანახარჯები.

მეგობრული ინტერფეისი, ეკონომია დაყენებასა და ექსპლუატაციაზე.

- Plug-and-Play ტექნოლოგია, ადვილია გაუმჯობესება და შეცვლა;
- მარვის პანელი დაჯილდოებულია, ინტერფეისი მეგობრულია;
- ინტუიტიური VLT® ინტერფეისი, დროის ეკონომია;
- მოხსნადი მომჭერი გასარები, მონტაჟის სიმარტივე;
- შეიძლება სხვადასხვა ენის დაყენება. **ინტელექტუალობა**
- დაცვის ინტელექტუალური სისტემა, კონტროლერის გაჩერების წინა შეტყობილება;
- ინტელექტუალური ლოგიკური კონტროლერი (SLC), გარე პროგრამირებად ლოგიკურ კონტროლერებზე მოხონათა შემცირება;
- გაუმჯობესებული გასართები, მარტივი დაყენება;
- უსაფრთხო გაჩერება, Safety cat. 3 (EN 954-1), PL d (ISO 13849-1);
- უსაფრთხო გაჩერება მომენტის მიხედვით (IEC 61800-5-2), 2 (IEC 61508) SIL CL 2 (IEC 62061);
- გახურების ინტელექტუალური რეგულირება. დაცვა ნამეტანი გახურების მიმართ.

VLT® Automation Drive-ის ოპციები

ნებადარულია შემდეგი სახის ოპციები:

ქსელური ოპციები:

- MCA 101 Profi bus;
- MCA 104 DeviceNet;
- MCA 105 CanOpen;

- MCA 113 Profi bus VLT® 3000 პროტოკოლების კონვეიერი;
- MCA 114 Profi bus VLT® 5000 პროტოკოლების კონვეიერი;
- MCA 121 Ethernet IP.

შესასვლელ/გამოსასვლელების და უკუ კავშირების ოპციები

- MCA 101 დამატებითი შესასვლელ/გამოსასვლელები;
- MCB 102 ენკოდერული;
- MCB 103 რეზოლვერული;
- MCB 105 რელეური გამოსასვლელები;
- MCB 113 რელეური კარის გაფარობა;
- MCB 113 რელეური კარის გაფარობა;
- MCB 107 24 ვ. პლატის გარე კვების შესასვლელი.

უსაფრთხოების ოპციები:

- MCA 131 სალტის ინტერფეისი უსაფრხო შესასვლელ/გამოსასვლელებით;
- MCA 108 - სლკ-ის ინტერფეისი გაზრდილი საიმედოობი (DC/DC/კონვერტერი);
- MCB 112 AEX-PC თერმისტორის კარტა.

მოძრაობის კონტროლერების ოპციები:

- MCO 305 მოძრაობის პროგრამირებადი კონტროლერი;
- MCO 350 სინხრონიზაციის კონტროლერი;
- MCO 351 პოზიციონირების კონტროლერი;
- MCO 352 დამხვევის კონტროლერი.

ძალური ოპციები:

- სამუხრუჭე რეზისტორები;
- სინუსური ფილტრი;
- du/dt ფილტრები;
- ჰარმონიკების ფილტრი (AFN).

დამატებითი ოპციები:

- IP 21/NEMA 1 დაცვის ასამაღლებელი კომპლექტი IP20 - დან IP20 - მდე;
- შემაერთებელი გასართი Sub-D9;

- განმშტოებელი პლატა ქსელური კაბელებისვის;
- USB კაბელი პკ-ს მიერთებისვის;
- გამოსატანი პანელი.

ტექნიკური მახასიათებლები

მკვებავი ქსელი (L1, L2, L3)

| | |
|---|--|
| კვების ძაბვა | 200-240 ვ +/- 10% FC 301 : 380 - 480 +/- 10% FC 302 : 380 - 500 +/- 10%, 525 – 600 +/- 10%, 525 – 690 +/- 10% |
| მკვებავი ქსელის სიხშირე | 50/60 ჰც |
| სიმძლავრის კოეფიციენტი (λ) | 0,92 ნორმალური დატვირთვის დროს |
| სიმძლავრის კოეფიციენტი ($\cos \varphi$) დაახლოებით 1 | (>0,98) |
| კვების წრედების L1, L2, L3 კომუტაციის სიხშირე | 1 – 2 - ჯერ წუთში |

გამომავალი ქსელი (U,V,W)

| | |
|-------------------------------|---|
| გამომავალი ძაბვა | 0 – 100% კვების ძაბვისაგან |
| გამომავალი სიხშირე | FC 301: 0,2 – 1000 ჰც (0,25 – 75 კვტ) FC 302: 0 – 1000 ჰც (0,25 – 75 კვტ) 0 – 800 ჰც (90 – 1000 კვტ) 0 – 300 ჰც (ნაკადით მართვის რეჟიმი) |
| კომუტაციის რიცხვი გამოსავალზე | შემოუსაზღვრელია |
| გაქანება/შენელების დრო | 0.01 – 3600 წმ. |

შენიშვნა: დასაშვებია 160 პროცენტობიანი გადატვირვა ღენის მიხედვით 1 წუთის განმავლობაში. უფრო ღენის მიღება შესაძლებელია გარდამქმნელის გადაზომვების? (*переразмеривание*) შედეგად.

ციფრული შესასვლელები

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| ციფრული შესასვლელების რაოდენობა | FC 301:4(5)/FC 302:4(6) |
| ლოგიკა | PNP ან NPN |
| ძაბვის დონე | 0-24 ვ მუდმივი ღენის |

შენიშვნა: ერთი ან ორი ციფრული ციფრული შესასვლელი შესაძლებელია გადაპროგრამირებულ იქნას FC 301/FC 302 ციფრულ გამოსასვლელებად.

ანალოგური შესასვლელები

ანალოგური შესასვლელების