

სიგნალით დაკავშირებული ბინარული ციფრული არხის უმცლომების კონტროლის მოწყობილობის დამუშავება

გურამ მურჯიკიანი, ვიქტორ ნანობაშვილი, იური მოდებაძე,
ლევან ლაზარიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ბინარული ციფრული არხებით ხდება უმარტივესი სახაზო სიგნალების გადაცემა, რომელთაც საწყისი ორობითი კოდის ფორმა აქვთ. ამ კოდებს სიჭარბე არ გააჩნიათ, რის გამოც შეუძლებელია მათი საშუალებით არხის მუშაობის ხარისხის კონტროლი. მოცემულ სამუშაოში განხილულია სისტემა, რომელშიც არხის შემოწმება ხდება საინფორმაციო სიგნალის გადაცემისას მასში წინასწარ სიჭარბის შეტანის შემდეგ. განსხვავებით არსებული სისტემებისაგან, განხილული მოწყობილობა იძლევა არხში საინფორმაციო სიგნალის გადაცემის არა მთელი სიგნალის განმავლობაში შემოწმების საშუალებას, არამედ გარკვეულად შერჩეულ დროით ინტერვალში.

საკანძო სიტყვები: ბინარული კოდი. ციფრული არხი. სახაზო სიგნალი. ინფორმაციის სიჭარბე. შეცდომა არხში. არხის კონტროლი.

1. შესავალი

ბინარულ ციფრულ არხში ინფორმაციის გადაცემა ხორციელდება საწყისი ორობითი კოდის სახით (სახაზო კოდირების გარეშე). ამ ტიპის გადაცემული ციფრული ინფორმაცია სახაზო სიგნალების უმარტივესი სახეა, სადაც ყოველ “1” სიმბოლოს შეესაბამება T ხანგრძლივობის იმპულსი, ხოლო “0”-ს იგივე ხანგრძლივობის პაუზა. ამ კოდირებას აბსოლუტური ეწოდება და აღინიშნება L სიმბოლოთი, ხოლო თვით კოდს – NRZ-L (“კოდი ნულისკენ დაბრუნების გარეშე”) [1,2,3,4].

ასეთ კოდებს დადებით მხარეებთან ერთად გააჩნიათ აგრეთვე ნაკლოვანებები. კერძოდ, არ აქვთ სიჭარბე, რის გამოც შეუძლებელია მათი საშუალებით არხის მუშაობის კონტროლი (შეცდომების აღმოჩენა).

ამ კოდების გამოყენებისას არხების კონტროლი შესაძლებელია განვახორციელოდ ორი მეთოდით. ერთ შემთხვევაში კავშირი უნდა გავწყვიტოთ (არ გადავცეთ საინფორმაციო სიგნალი) და არხი შევამოწმოთ სპეციალური საცდელი სიგნალებით (არხის გამორთული მდგომარეობა) [1,5,6,7], ხოლო მეორეში კი საინფორმაციო ორობით კოდში შევიტანოთ სიჭარბე და მისი საშუალებით მოვახდინოთ არხის შემოწმება (არხის ჩართული მდგომარეობა) [1,4,8,9].

არხის გამორთულ მდგომარეობაში შესაძლებელია გვეძლევა მიმღებში ერთმანეთს შევადართო გადაცემისა და მიმღების მიერ ფორმირებული ერთმანეთის მიმართ სინქრონიზებული ერთი და იგივე ტესტური მიმდევრობები და აღმოვაჩინოთ (აღვიცხოთ) ბიტური შეცდომები. ხოლო არხის შემოწმება გამოურთველად დამყარებულია ბიტური შეცდომების იდენტიფიკაციაზე გადაცემულ გარკვეულ ბლოკში (ერთ ან რამოდენიმე საინფორმაციო სიმბოლოში), მაგრამ ამ შემთხვევაში გაზომვის ობიექტური სიზუსტე შეზღუდულია ბლოკის ზომებით. ჩვეულებრივ, ორი შეცდომა ბლოკში იდენტიფიცირდება, როგორც ერთი. მაგრამ ამ მეთოდის ღირსებამ, რომ არხის გამორთვა არაა საჭირო, განაპირობა მისი ფართო გავრცელება.

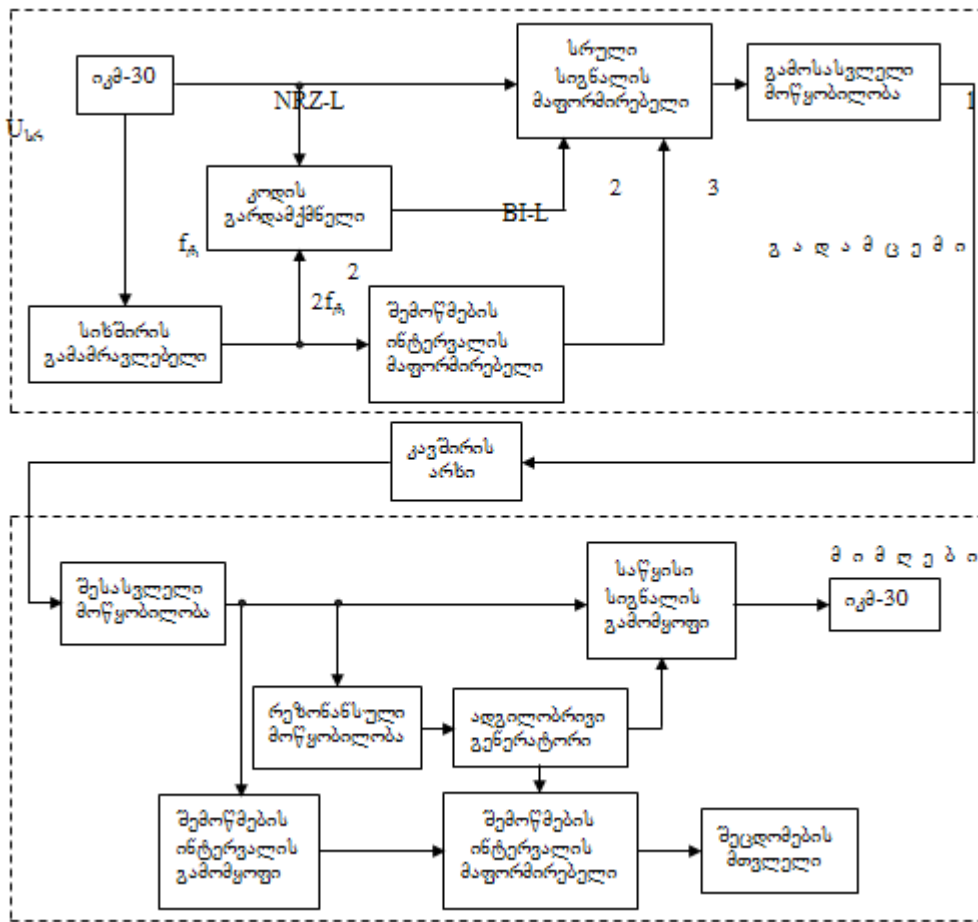
2. ძირითადი ნაწილი

განსახილველი შემოწმების სისტემა განკუთვნილია ბინარული ციფრული სისტემების (მაგალითად იკმ-30-ის) ჩართული კავშირის არხის შემოწმებისათვის. განსხვავებით არსებული სისტემებისგან [1,2,3,8,9], შემოწმების მოწყობილობა მუშაობს გადაცემის არა მთელი სიგნალის განმავლობაში, არამედ შერჩეულ დროით ინტერვალში.

პირველ ნახაზზე ნაჩვენებია განსახილველი მოწყობილობის სტრუქტურული სქემა, რომელიც შედგება გადაცემის, კავშირის არხისა და მიმღებისაგან. მისი მუშაობის პრინციპის ასახსნელად შეიძლება ვისარგებლოთ მე-2 ნახაზზე მოცემული დროითი დიაგრამებით. როდესაც არხის შემოწმება არ ხდება, საინფორმაციო სიგნალის გადასაცემად გამოიყენება სიჭარბის არმქონე NRZ-L კოდი (ნახ.2-გ), ხოლო არხის შემოწმების დროით ინტერვალში კი ხდება როგორც საინფორმაციო სიგნალის გადაცემა, ისე არხის შემოწმება სიჭარბის მქონე ე.წ. 1B2B ტიპის BI-L კოდის საშუალებით (ნახ.2-დ). ამ კოდში საწყისი ორობითი მიმდევრობის სიმბოლოები “0” და “1” შესაბამისად იცვლება სახაზო სიგნალის “01” და “10” ბლოკებით [2,3,4]. ამგვარად, კავშირის არხში უნდა გადავცეთ სრული საინფორმაციო სიგნალი, რომელიც NRZ და BI-L კოდების შესაბამისი სიგნალების ერთობლიობაა (ნახ.2-ზ).

განსახილველი მოწყობილობის გადამცემის მართვა ხდება იკმ-30-ის მიერ გამოუმუშავებული ტაქტური ($f_{ტ}$, ნახ.2-ბ) სიხშირის იმპულსთა მიმდევრობით, რომელიც მიეწოდება სიხშირის გამამრავლებელს ორზე. მის გამოსასვლელზე მიღებული $f_{ტ}$ -ს მიმართ სინქრონული $2f_{ტ}$ (ნახ.2-ა) იმპულსების მიმდევრობა მიეწოდება შემოწმების ინტერვალის მაფორმირებელს და მის გამოსასვლელზე მიღება შემოწმების ინტერვალის იმპულსები (ნახ.2-ე). $2f_{ტ}$ იმპულსები მიეწოდება აგრეთვე კოდის გარდამქმნელის მე-2

შესასვლელს, ხოლო მის პირველ შესასვლელს კი იკმ-30-ის გამოსასვლელიდან NRZ-L კოდის შესაბამისი ციფრული საინფორმაციო სიგნალი. შედეგად, გარდაქმნელის გამოსასვლელზე მივიღებთ BI-L კოდის შესაბამის სიგნალს (ნახ.2-დ). აქედან მიღებული სიგნალი მიემართება სრული სიგნალის მაფორმირებლის მე-2 შესასვლელისაკენ. სრული სიგნალის მაფორმირებლის პირველ შესასვლელს კი მიეწოდება NRZ-L კოდის შესაბამისი სიგნალი. სრული სიგნალის მაფორმირებლის მართვა ხდება შემოწმების ინტერვალის იმპულსებით, რომელიც მიეწოდება მის მე-3 შესასვლელს, შესაბამისად, სრული სიგნალის მაფორმირებლის გამოსასვლელზე ვღებულობთ გაერთიანებულ სიგნალს (ნახ.2-ზ), რომელიც გამოსასვლელი მოწყობილობის გავლით გადაეცემა კავშირის არხს. შემოწმების ინტერვალის მაფორმირებელში გათვალისწინებულია სხვადასხვა ხანგრძლიობის შემოწმების დროითი ინტერვალის ფორმირება. როდესაც ამ მაფორმირებლის გამოსასვლელზე იმპულსები არ გამოძევა, მაშინ არ მოხდება BI-L კოდის ფორმირება და სრული სიგნალის მაფორმირებლის გამოსასვლელზე გვექნება მხოლოდ საწყისი (NRZ-L კოდის შესაბამისი) საინფორმაციო სიგნალი, რომლის დროსაც არხის შემოწმება არ ხდება.

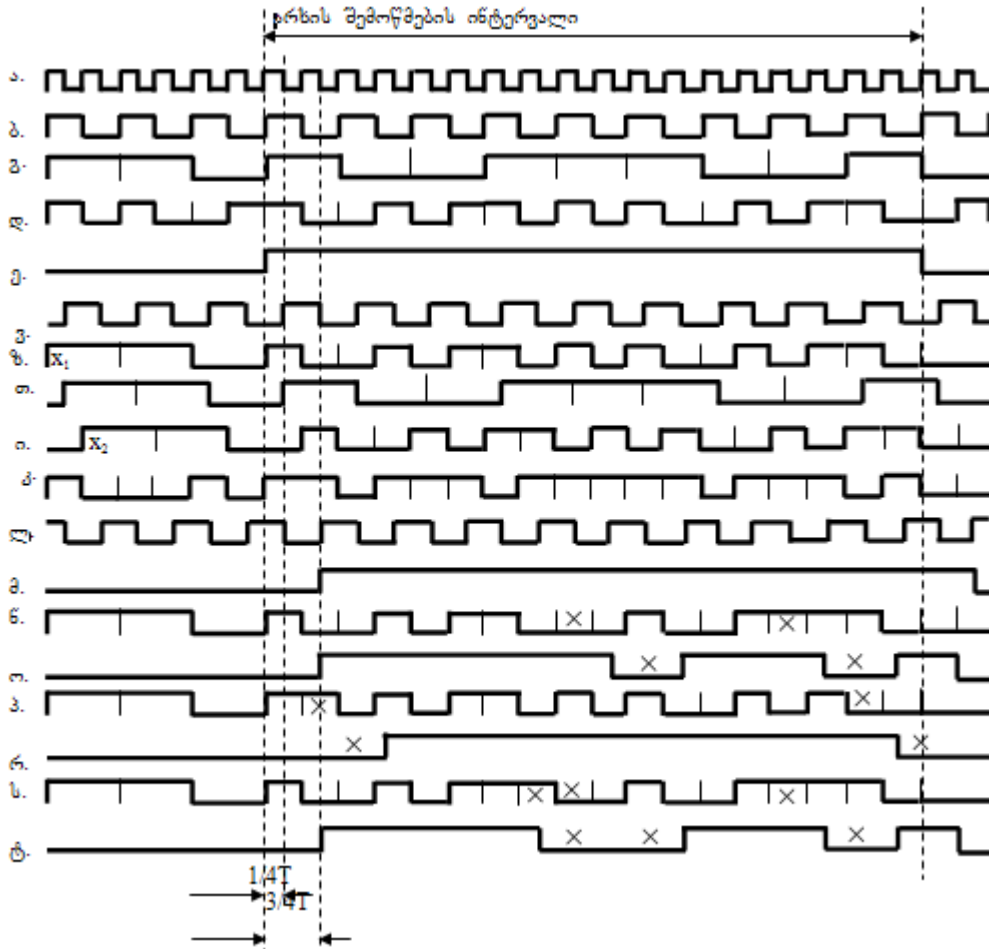


ნახ.1 შეცდომების კონტროლის მოწყობილობის სტრუქტურული სქემა

მოწყობილობის მიმღებ ნაწილში ხდება სრული ციფრული სიგნალიდან შემოწმების დროით ინტერვალში მოთავსებული BI-L კოდის შესაბამისი სიგნალის გამოყოფა და შემდეგ ამ ინტერვალში მოხვედრილი შეცდომების აღრიცხვა.

თავდაპირველად, არხის გამოსასვლელიდან სრული სიგნალი (ნახ.2-ზ) მიეწოდება შემავალ მოწყობილობას, ხოლო მისი გამოსასვლელიდან რეზონანსულ მოწყობილობასა და საწყისი ციფრული სიგნალის გამოყოფის სქემას.

სრული სიგნალიდან, რომელიც წარმოადგენს ტაქტური და ორმაგი ტაქტური იმპულსების ერთობლიობას, უნდა გამოცალკევდეს ერთიანი სატაქტო მასინქრონიზებელი იმპულსები. ეს შეიძლება განხორციელდეს რეზონანსული მოწყობილობით, რომელიც აწყობილი იქნება ორმაგ ტაქტურ სიხშირეზე და მის შესასვლელზე ტაქტური იმპულსების მიწოდებისას გამოყოფს მეორე ჰარმონიკას, ხოლო ორმაგი ტაქტური სიხშირის მიწოდებისას პირველ ჰარმონიკას. მიღებული $2f_{ტ}$ სიხშირის იმპულსების მიმდევრობა მიეწოდება ადგილობრივ გენერატორს და სინქრონიზაციას უკეთებს მას.



ნახ.2. შეცდომების კონტროლის მოწყობილობის მუშაობის დროითი დიაგრამები

საწყისი ციფრული სიგნალის გამოყოფის სქემა წარმოადგენს ტრიგერს თვლის რეჟიმში. ამ ტრიგერის მართვა ხდება ადგილობრივი გენერატორის მიერ გამოქმუშავებული ტაქტური ($f_{ტ}$) სიხშირის იმპულსებით, რომლებიც საწყისი ტაქტური იმპულსების მიმართ დაძრულია $1/4$ ტაქტით (ნახ.2-ვ). ამ მოწყობილობის გამოსასვლელზე მიღებული სიგნალი მიეწოდება იკმ-30-ის მიმღებ ნაწილს. სრული სიგნალი მიეწოდება აგრეთვე შემოწმების ინტერვალის გამოყოფის მოწყობილობას. მასში წინასწარ ხდება სრული სიგნალის ნახევარი ტაქტით დაძვრა, ხოლო შემდეგ სრული - x_1 (ნახ.2-ზ) და ნახევარი ტაქტით დაძრული - x_2 (ნახ.2-ი) სიგნალები მიეწოდება სქემას, რომელიც მუშაობს ალგორითმით $x_1x_2+x_1\bar{x}_2$. შედეგად, მის გამოსასვლელზე მიიღება ნახ.2-კ -ზე ნაჩვენები იმპულსთა მიმდევრობა. შემდეგ ეს მიმდევრობა მიეწოდება შემოწმების ინტერვალის მაფორმირებელს, რომელიც წარმოადგენს ტრიგერს თვლის რეჟიმში (საწყისი ციფრული სიგნალის გამოყოფის ანალოგურად). ამ ტრიგერის მართვა ხდება ადგილობრივი გენერატორიდან მიწოდებული ტაქტური - $f_{ტ}$ იმპულსებით, რომლებიც საწყისი სატაქტო იმპულსების მიმართ დაძრულია $3/4$ ტაქტით (ნახ.2-ლ). შესაბამისად, ტრიგერის გამოსასვლელზე ვლევულობთ ნახ.2-მ -ზე ნაჩვენებ შემოწმების ინტერვალის იმპულსს.

თუ არხში შეცდომები არ გვაქვს, ნახ.2-კ -ზე მოცემული შემოწმების ინტერვალი იქნება უწყვეტი. როდესაც არხში ადგილი აქვს ერთეულოვან შეცდომებს („1“-ის მაგივრად „0“ და პირიქით), რაც ნახ.2-ნ -ზე ვკრებთაა მონიშნული, შეცდომების ინტერვალის გამოსასვლელზე ფორმირებულ სიგნალს ექნება „ჩავარდნები“ (ნულოვანი მნიშვნელობები) ტაქტის ხანგრძლივობით. ისინი ნახ.2-ის მომდევნო დიაგრამებზე ასევე ვკრებთაა მონიშნული, რომელთა რაოდენობა შეესაბამება შეცდომების რაოდენობას. მათი აღრიცხვა ხდება შეცდომების მთვლელით. შეცდომების ალბათობის განსაზღვრის მიზნით მთვლელს აგრეთვე მიეწოდება შემოწმების ინტერვალის შესაბამისი სატაქტო იმპულსების რაოდენობა.

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ, როგორც ნახ.2-ო -დან ჩანს, მთვლელი აფიქსირებს ერთ ზედმეტ შეცდომას (ორის მაგივრად ხდება სამის ფიქსირება).

მხედველობაშია აგრეთვე მისაღები, რომ თუ შეცდომა დაემთხვა შემოწმების ინტერვალის დასაწყისსა და დამთავრებას (ნახ.2-პ), მაშინ მისი ფიქსირება არ მოხდება (ნახ.2-რ), მაგრამ ეს შემოწმების ხარისხზე არ იმოქმედებს, რადგან შემოწმების ინტერვალის ბევრად აღემატება ცალკეული შეცდომების ხანგრძლიობას.

არსებითია ასევე, რომ მოწყობილობა განკუთვნილია მხოლოდ ერთეულოვანი შეცდომების დასაფიქსირებლად, ვინაიდან 2 ან 2-ზე მეტი მეზობელი შეცდომიდან მთვლელი რეაგირებას მოახდენს მხოლოდ ერთზე. (ნახ.2-ს, ტ).

3. დასკვნა

ამგვარად, განხილული შეცდომების კონტროლის მოწყობილობა შეიძლება გამოვიყენოთ ბინარული ციფრული არხების შესამოწმებლად მათში საინფორმაციო სიგნალის გადაცემასთან ერთდროულად წინასწარ სიჭარბის შეტანის საშუალებით. მაგრამ, განსხვავებით არსებული სისტემებისაგან, განხილული მოწყობილობა იძლევა საშუალებას შემოწმება განვახორციელოთ არხში საინფორმაციო სიგნალის გადაცემის არა მთელი სენსის განმავლობაში, არამედ გარკვეულად შერჩეულ დროით ინტერვალში.

ლიტერატურა:

1. , 1999
2. ნანობაშვილი ვ. ბოჭკოვან-ოპტიკური ტელეკომუნიკაცია. სტუ, თბილისი. 2009
3. ნანობაშვილი ვ. ტელეკომუნიკაციის სახაზო სიგნალების სინქრონიზება. სტუ, თბილისი. 2009
4. , 1987
5. , 1970
6. , 1965
7. , 1964, 9
8. Georgian Engineering News. 1,2007
9. მურჯიკნელი გ., მოდებაძე ი., ხარიტანაშვილი თ. საინფორმაციო სიგნალით დაკავებული მონაცემთა გადაცემის არხის ავტომატური კონტროლის მოწყობილობის დამუშავება. სტუ შრ. "მართვის ავტომატიზებული სისტემები", №1(8). თბილისი 2010.

SIGNAL BOUND BINARY DIGITAL CHANNEL MALFUNCTIONING CONTROL DEVICE DEVELOPMENT

Murjikneli G., Nanobashvili V., Modebadze I.,
Lazarikashvili I.
Georgian Technical University

Summary

The binary digital channels transfer the simplest signals having the primitive binary code nature. These codes are not complex enough to control channel functioning quality. In this work we demonstrate the system where the channel is being inspected through the information signal transfer, in which the necessary complexity is introduced in advance. In contrast with the existing systems, presented device does not need the entire signal transfer duration but only chosen interval to inspect the channel.