

## საინფორმაციო სიბნელით დაკავშირებული მონაცემთა გადაცემის არხის ავტომატური კონტროლის მოწყობილობის დამუშავება

გურამ მურჯიკენელი, იური მოდებაძე, თორნიკე ხარიტონაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

მონაცემთა გადაცემის სისტემების ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული კავშირის არხის გამართულ მუშაობაზე. ამ მიზნით უნდა ხდებოდეს არხის სისტემატური კონტროლი, რაც დაკავშირებულია მასში ხელშეშლების შედეგად გაჩენილი შეცდომითი ციფრული სიმბოლოების გამოვლენასთან. მოცემულ სამუშაოში, განსხვავებით ტექნიკურ ლიტერატურაში აღწერილი ხელსაწყოებისა, შემოთავაზებულია არხის კონტროლის მოწყობილობის სტრუქტურული სქემა, რომლის საშუალებითაც არხის შემოწმება შესაძლებელია მასში საინფორმაციო სიგნალის გადაცემის პარალელურად, კერძოდ, განხილული საკონტროლო მოწყობილობის მუშაობა გათვალისწინებულია საინფორმაციო სიგნალის პაუზებს შორის ავტომატურად, გადაცემული საინფორმაციო სიგნალის დამახინჯების გარეშე.

**საკვანძო სიტყვები:** მონაცემთა გადაცემა. კავშირის არხი. ციფრული სიგნალი. არხის ავტომატური კონტროლი.

### 1. შესავალი

მონაცემთა გადაცემის (ციფრული) სისტემების ხარისხიანი მუშაობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული კავშირის არხის გამართულ მუშაობაზე, რომელიც წარმოადგენს აღნიშნული სისტემების ყველაზე უფრო მგრძობიარე ელემენტს ხელშეშლების მიმართ. აქედან გამომდინარე, უნდა ხდებოდეს მისი მუდმივი კონტროლი.

კავშირის არხს რომ არ შექონდეს დამახინჯებები გადაცემულ ინფორმაციაში (შეტყობინებაში), მაშინ მისი დახსიათება საკმარისი იქნებოდა სიგნალის გადაცემის სიჩქარით. მაგრამ რეალურად ხელშეშლებისა და დამახინჯებების არსებობამ არხში შეიძლება გამოიწვიოს შეცდომების გაჩენა შეტყობინებებში. შეცდომების შედეგად ხდება მიღების ადგილზე ზედმეტი იმპულსის გაჩენა, ან რომელიმე გადაცემული იმპულსის გაქრობა.

მიღებული შეტყობინების შესაბამისობას გადაცემულთან ახასიათებენ უტყუარობით. რაოდენობრივად უტყუარობის მახასიათებელს წარმოადგენს შეცდომების კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება როგორც შეცდომების რაოდენობის შეფარდება საცდელი სეანსის განმავლობაში გადაცემული იმპულსების სრულ რაოდენობასთან [4]

$$K_{\text{შ}} = n_{\text{შ}} / n_{\text{სრ}},$$

თუ გავასაშუალოებთ ამ სიდიდეს დროის საკმაოდ დიდ მონაკვეთზე, მივიღებთ შეცდომების ალბათობას

$$p = \lim_{n_{\text{სრ}} \rightarrow \infty} K_{\text{შ}}, \text{ როცა } n_{\text{სრ}} \rightarrow \infty.$$

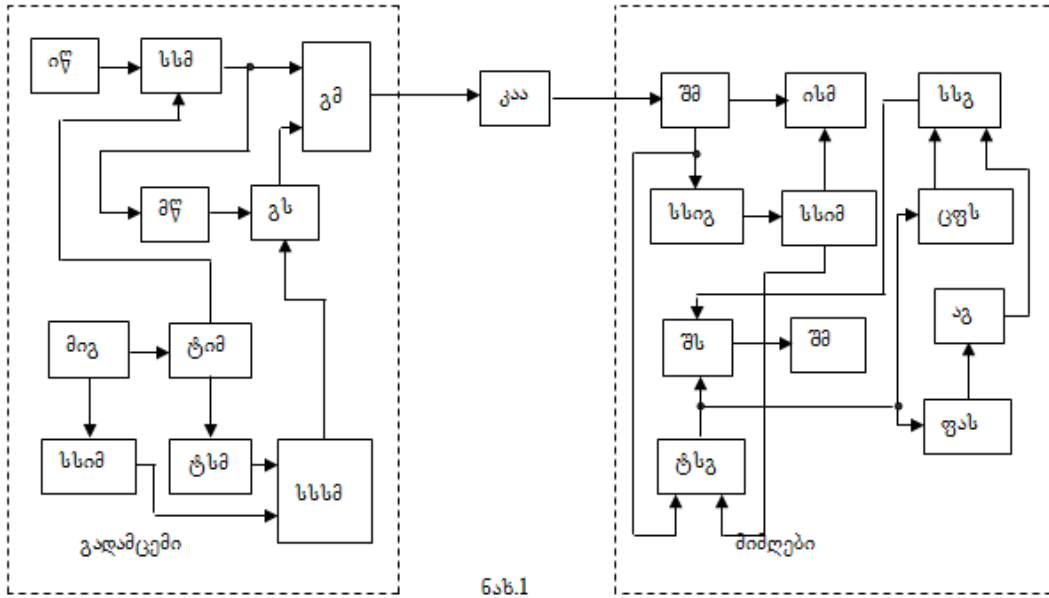
რიგ სამუშაოებში [2÷5] აღწერილია შეცდომების გამოვლენისა და თვლის მოწყობილობები. [2÷4]-ში განხილულია ხელსაწყოები, რომელთა საშუალებითაც ხდება შეცდომების დათვლა სასარგებლო (ინფორმაციული) სიგნალისაგან თავისუფალი არხის პირობებში.

[5]-ში შემოთავაზებულია ხელსაწყო სტრუქტურული სქემა, სადაც განხილულია შეცდომების დათვლის შესაძლებლობები სასარგებლო სიგნალით დაკავებულ არხში. მაგრამ ამ მოწყობილობას გააჩნია ნაკლოვანება. კერძოდ, საცდელი სიგნალის ტესტი უნდა გადაიცეს არხში პერიოდულად დროის გარკვეულ ინტერვალში სასარგებლო სიგნალის მაგივრად. ანუ უნდა მოხდეს ან სასარგებლო სიგნალის პერიოდული წყვეტა (ინფორმაციის გარკვეული რაოდენობის დაკარგვა), ან სქემის არსებითი გართულება, რომ ავიცილოთ თავიდან ინფორმაციის დაკარგვა.

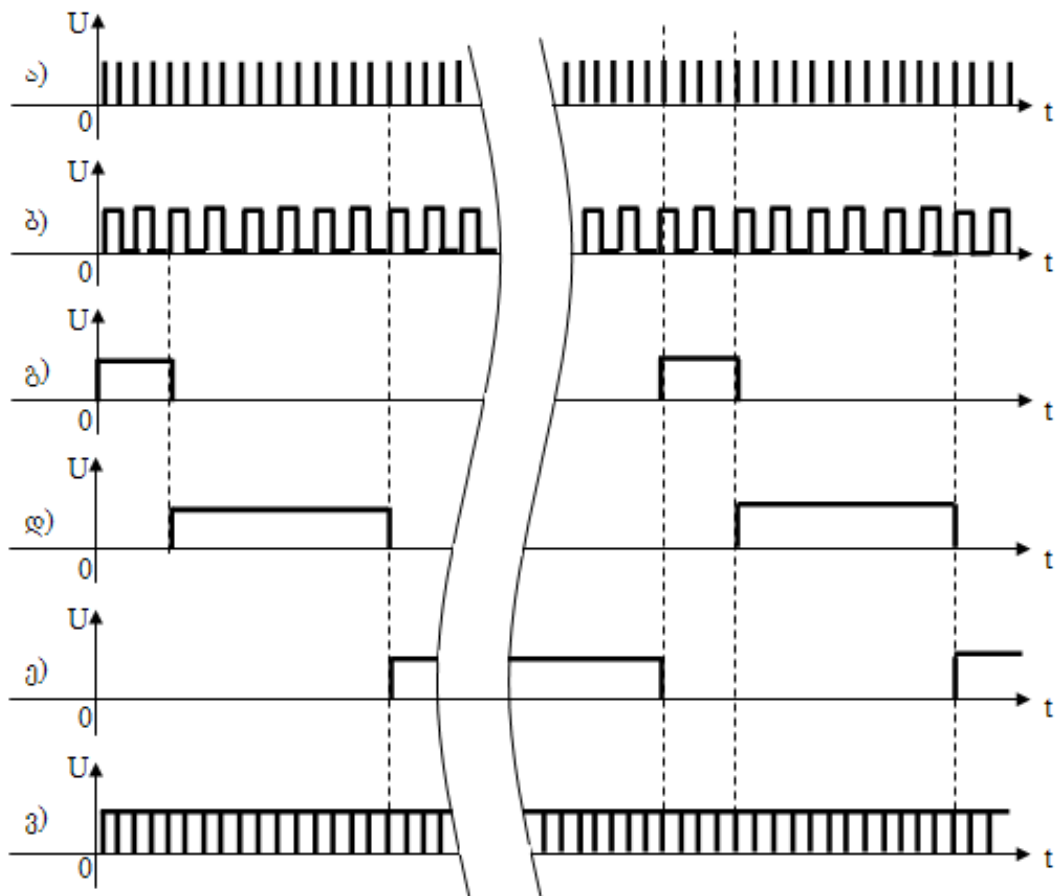
### 2. ძირითადი ნაწილი

წინამდებარე სამუშაოში განხილულია მონაცემთა გადაცემის სისტემა, რომელშიც საცდელი სიგნალის გადაცემა შეიძლება განხორციელდეს არა პერიოდულად, განსხვავებით [5]-საგან, არამედ ავტომატურად დროის ისეთ მონაკვეთებში, როდესაც არხი არ არის დაკავებული სასარგებლო სიგნალის გადაცემით (პაუზის დროს).

1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია განხილული მოწყობილობის სტრუქტურული სქემა, რომელიც შედგება გადამცემის, კავშირის არხისა და მიმღებისაგან. სქემის მუშაობის პრინციპის ილუსტრაცია ხდება მე-2 ნახაზზე მოცემული დროითი დიაგრამებით.



ნახ.1



ნახ.2

გადამცემი მუშაობს შემდეგნაირად: მართვის იმპულსების გენერატორი (მიგ) გამოიმუშავებს სწორკუთხა ფორმის მაღალსიხშირული იმპულსების მიმღევრობას (ნახ.2ა), რომელიც მიეწოდება

ტაქტური იმპულსებისა (ტიმ) და სპეციალური სინქრონიზაციის (სსიმ) მაფორმირებლებს. უკანასკნელის გამოსასვლელზე მიღება სინქრონიზაციის (მაგალითად, ბარკერის კოდი), რომელიც აუცილებელია მიმღებში სასარგებლო და სრული საცდელი სიგნალების განცალკავებისათვის. ტაქტური იმპულსების მაფორმირებლის გამოსასვლელზე მიღებული იმპულსების მიმდევრობა (ნახ.2ბ) მიეწოდება ტესტური სიგნალებისა (ტსმ) და სასარგებლო სიგნალების (სსმ) მაფორმირებლებს. სასარგებლო სიგნალების მაფორმირებლებს მიეწოდება აგრეთვე სიგნალი ინფორმაციის წყაროდან (ინ). ტესტური სიგნალის მაფორმირებელი კვაზიმეთხვევითი იმპულსების რამდენიმე ციკლის თანმიმდევრობას შეცდომების თვლის დროითი ინტერვალის შესაბამისად (ნახ.2დ). თითოეული ასეთი ციკლის ხანგრძლივობა განისაზღვრება ტაქტური იმპულსების გარკვეული რაოდენობით. სპეციალური სინქრონიზაციისა და ტესტური სიგნალის მაფორმირებლის გამოსასვლელზე მიღებული იმპულსები მიეწოდება სრული საცდელი სიგნალის მოწყობილობას (სსსმ), რომელიც მათ აერთიანებს. გაერთიანებული საცდელი სიგნალი აქედან მიეწოდება გასაღების სქემას (გს).

როგორც აღნიშნული იყო, საცდელი სიგნალის გადაცემა უნდა ხდებოდეს ავტომატურად, სასარგებლო სიგნალის შეწყვეტის შემდეგ. ეს ხორციელდება შემდეგნაირად: როდესაც ხდება სასარგებლო სიგნალის გადაცემა, ის ერთდროულად მიეწოდება მაინტეგრირებელ წრედის (მწ) შესასვლელს. მწ ახდენს სასარგებლო სიგნალის გასაშუალებას და აწვდის გასაღების სქემას, რომელიც კეტავს მას. შესაბამისად, გამოსასვლელ მოწყობილობას (გმ) მიეწოდება მხოლოდ სასარგებლო სიგნალი, რომლის გამოსასვლელიდანაც ის მიემართება კავშირის არხისაკენ (კა). როდესაც შეწყდება სასარგებლო სიგნალის გადაცემა, მაინტეგრირებელი წრედის გამოსასვლელზე ასევე აღარ გვექნება გასაღების სქემის ჩამკეტი სიგნალი, გაიხსნება ის და ამჯერად გამოსასვლელი მოწყობილობის გავლით კავშირის არხს მიეწოდება სრული საცდელი სიგნალი.

ამგვარად, გამოსასვლელ მოწყობილობას მორიგეობით მიეწოდება სასარგებლო და სრული საცდელი სიგნალები, რომლებიც კავშირის არხის საშუალებით გადაიცემა მიმღებისაკენ, ანუ ხდება სიგნალების გაერთიანება.

რომ არ მოხდეს სქემის მცდარი ამუშავება, მაინტეგრირებელი წრედის გამოსასვლელზე არსებული გასაღების სქემის ჩამკეტი სიგნალი უნდა შევინარჩუნოთ სასარგებლო სიგნალის შეწყვეტის შემდეგ გარკვეული დროით.

მოწყობილობის მიმღები მუშაობს [5]-ში განხილული სქემის მიმღების ანალოგიურად.

მიღებული სიგნალი შემავალი მოწყობილობის (შმ) გავლით მიეწოდება ინფორმაციული სიგნალის მიმღებს (ისმ) და სპეციალური სინქრონიზაციის გამომყოფ (სსიგ) მოწყობილობას. უკანასკნელის გამოსასვლელიდან სინქრონიზაციის იმპულსები მიეწოდება სასარგებლო და საცდელი სიგნალების განცალკავების იმპულსების მაფორმირებელს (სსიმ). მისი გამოსასვლელიდან შეცდომების დათვლის ინტერვალის (ნახ.2დ) შესაბამისი იმპულსები მიეწოდება ტესტური სიგნალის გამომყოფის (ტსგ) შესასვლელს, ხოლო სასარგებლო სიგნალის შესაბამისი (ნახ.2ე) – ინფორმაციული სიგნალის მიმღებს. ტესტური სიგნალის გამომყოფის მეორე შესასვლელს მიეწოდება გაერთიანებული სიგნალი (ნახ.2ვ). შედეგად, ტსგ-ს გამოსასვლელზე ვლუბლობთ კვაზიმეთხვევითი საცდელი სიგნალის რამდენიმე ციკლს შეცდომების თვლის ინტერვალის განმავლობაში (ნახ.2დ), რომელიც მიეწოდება შედარების სქემას (შს). შედარების სქემის მეორე შესასვლელს საკონტროლო სიგნალის გენერატორიდან (სსგ) მიეწოდება გადამცემის ტესტური სიგნალის გენერატორის მიერ გამოძუშავებული იმპულსების ანალოგიური სიგნალი. შედარების სქემის გამოსასვლელზე მიღებული შეცდომითი იმპულსები მიეწოდება შეცდომების მთვლელს (შმ). შეცდომების თვლის პროცესი გრძელდება წინასწარ დადგენილ ციკლების რაოდენობის განმავლობაში. ამის შემდეგ შეცდომების თვლის პროცესი წყდება და სისტემა ელოდება სასარგებლო სიგნალის გადაცემის პროცესის განახლებას. ფაზური ავტოაწყობის სქემა (ფას) უკეთებს სინქრონიზაციას მიღებულ და მიმღებში ადგილობრივი გენერატორის (აგ) მიერ გამოძუშავებულ ტაქტურ იმპულსებს, ხოლო ციკლური ფაზირების სქემა (ცფს) ახდენს საკონტროლო და ტესტური კვაზიმეთხვევითი იმპულსების ციკლების სინქრონიზაციას. ფაზირების ორივე სქემას შემავალი იმპულსები მიეწოდება ტესტური სიგნალის გამომყოფიდან. ავ-სა და ცფს-ს გამოსასვლელზე მიღებული ტაქტური და ციკლური სინქრონიზაციის იმპულსები მიეწოდება სსგ-ს, რომელიც გამოიძუშავებს საკონტროლო სიგნალს.

### 3. დასკვნა

ამგვარად, სრული საცდელი სიგნალი მიეწოდება მიმღებს კავშირის არხის გავლით დროის იმ ინტერვალებში, როდესაც არ გადაიცემა სასარგებლო სიგნალი და შესაბამისად, გამოწმობთ არხის უტყუარობას. სასარგებლო სიგნალის გადაცემის სიჩქარისა და ხელშეშლების პარამეტრებიდან გამომდინარე, შეიძლება ვცვალოთ სასარგებლო სიგნალის და შეცდომების თვისებების დროითი ინტერვალები.

### ლიტერატურა:

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е издание (Пер. с английского). – М., Изд. дом «Вильямс», 2003
2. Брусиллов К.А. Измерения искажений импульсов в системах передачи дискретной информации. – М., Наука, 1965
3. Беркман Н.А. и др. Прибор для подсчета ошибок при передаче дискретной информации. Электросвязь, 1964, №9
4. Шварцман В.О. и др. Каналы передачи данных. – М., Связь, 1970
5. მურჯიკნელი გ.გ., მოდებაძე ი.ი., სულაშვილი შ.ტ. Выявление ошибок в канале цифровой связи, занятом полезной информацией. Georgian engineering news, №1, 2007.

## DEVELOPMENT OF THE AUTOMATIC CONTROL DEVICE FOR DATA LINK WITH USEFUL INFORMATION

Murjikneli Guram, Modebadze Iuri, Xaritonichvili Tornike  
Georgian Technical University

### Summary

Data transmission system quality significantly depends on efficient functioning of connection channel. For this purpose, channel systematic control should be undertaken, which includes identification of digital signals originating from channel defects. In this thesis, channel control systems differ from those described in the literature, channel control equipment structured scheme is demonstrated, which enables channel checking in parallel with information transmission. This control equipment functionality is considered to be automatic between pauses of data signals, without effecting quality of transmitted signal.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, ЗАНЯТОЙ ПОЛЕЗНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

მურჯიკნელი გ., მოდებაძე ი., ხარითონიშვილი ტ.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Качество систем передачи данных в значительной степени зависит от исправной работы канала связи. С этой целью необходимо систематически контролировать канал, т.е. выявлять появившиеся в ней ошибочные цифровые символы вызванные помехами. В данной работе, в отличие от описанных в технической литературе приборов, представлена структурная схема устройства контроля канала, с помощью которой проверяется канал параллельно передаваемой по нему информационного сигнала. В частности, работе рассмотренного устройства возможна между паузами информационного сигнала автоматически, не искажая информационный сигнал.