

ა. ბენაშვილი

პერიფერიული მოწყობილობების ინტერფეისები

ნაშრომში წარმოდგენილია პერიფერიული მოწყობილობების როგორც უნივერსალური, ასევე სპეციალიზირებული ინტერფეისების არქიტექტურა, სტანდარტები, მახასიათებლები, განხილულია თანამედროვე ტენდენციები პერიფერიული მოწყობილობების ინტერფეისების განვითარების სფეროში.

დამხმარე სახელმძღვანელო განკუთვნილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის 2201 „კომპიუტერული სისტემები და ქსელები“ სპეციალობის სტუდენტებისათვის და მაგისტრებისათვის.

რეცენზენტები:

პროფ. კ. კამკამიძე,

პროფ. რ. სამხარაძე

„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

©გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2006.

ISBN 99940-56-31-X

შინაარსი

	შესავალი	5
თავი 1	ინტერფეისების ორგანიზაცია	7
1.1.	ინფორმაციის პარალელური და მიმდევრობითი გადაცემა	9
1.2.	მონაცემთა სინქრონული და ასინქრონული გადაცემა	11
თავი 2	სისტემური პლატის არქიტექტურა . . .	17
თავი 3	უნივერსალური დანიშნულების სალტები	23
3.1.	სალტები ISA/MCA/EISA/VESA	23
3.2.	სალტე PCI	29
3.3.	სალტე PCI EXPRESS	39
თავი 4	პერიფერიული მოწყობილობების უნივერსალური დანიშნულების სალტები	42
4.1.	ინტერფეისი SCSI	42
4.2.	სალტე IEEE-1394 (iLink) Fire Wire	58
4.3.	ინფრაწითელი ინტერფეისი IrDa	62
თავი 5	სპეციალური დანიშნულების ინტერფეისები	69
5.1.	დისკური მოწყობილობის ინტერფეისი ATA/ATAPI (IDE)	69
5.2.	დისკური მოწყობილობის ინტერფეისი SATA (Serial ATA)	82

	5.3. გრაფიკული სალტე AGP.	93
თავი 6	შეყვანა-გამოყვანის პორტები	97
6.1.	სტანდარტული მიმდევრობითი პორტი	97
6.2.	პარალელური პორტი	105
6.3.	მიმდევრობითი პორტი USB.	114
	ლიტერატურა	125

შესავალი

კომპიუტერისთვის გარე სამყაროს წარმოდგენს ინფორმაციის წყაროებისა და მომხმარებლების ერთობლიობა. გარე სამყარო ხასიათდება ობიექტებისა და ინფორმაციის წარმოდგენის ფორმების მრავალფეროვნებით – გრაფიკული, ტექსტური, ხმოვანი, ანალოგური, დისკრეტული და ა. შ.

კომპიუტერის მოწყობილობებს, რომლებიც განკუთვნილია გარე სამყაროდან ინფორმაციის მისაღებად და გარე სამყაროსათვის ინფორმაციის მისაწოდებად, ეწოდებათ პერიფერიული მოწყობილობები. ეს ტერმინი დამკვიდრდა ჯერ კიდევ 60-იან წლებში, როდესაც გამომთვლელი მანქანის იმ დროს ყველაზე ძვირადღირებული ცენტრალური ნაწილი განთავსებული იყო ცალკე დგარში, რომელთანაც კაბელების საშუალებით ერთდებოდნენ სხვადასხვა პერიფერიული მოწყობილობები. ამჟამად რიგი პერიფერიული მოწყობილობებისა (მაგ. დისკური მოწყობილობები) თავსდება ერთ კორპუსში კომპიუტერის ცენტრალურ ნაწილთან ერთად.

პერსონალური კომპიუტერების დამპროექტებლებისათვის ადამიანის კომპიუტერთან მოხერხებული ურთიერთქმედების უზრუნველყოფა წარმოადგენს ერთ-ერთ უმთავრეს ამოცანას. ამ ამოცანას გააჩნია რიგი სხვადასხვა ასპექტებისა. მათგან უმთავრესია შეყვანა-გამოყვანის სისტემების ორგანიზაცია და ახალი პერიფერიული მოწყობილობების დამუშავება. პერიფერიული მოწყობილობების როლი განუწყვეტლივ იზრდება პერსონალური კომპიუტერების გამოყენების სფეროების გაფართოებასთან ერთად.

თანამედროვე პერიფერიული მოწყობილობები წარმოადგენენ რთულ ტექნიკურ მოწყობილობებს და სისტემებს, რომელთა დამპროექტებისას საჭიროა მეცნიერებისა და ტექნიკის სხვადასხვა სფეროების – მექანიკის და ოპტიკის,

მასალათმცოდნეობისა და ფსიქოლოგიის, სქემოტექნიკის, ელექტრონიკის და ა.შ. ამოცანების გადაჭრა.

პერსონალური კომპიუტერების განვითარების ყველა ეტაპზე პერიფერიული მოწყობილობები წარმოადგენენ ყველაზე სუსტ რგოლს. ისინი მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდებიან კომპიუტერის ცენტრალურ მოწყობილობებს სწრაფქმედებით და საიმედოობით. მათი სრულყოფის ტემპი მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება კომპიუტერის ცენტრალური ბლოკების განვითარებას.

გარე სამყაროსა და კომპიუტერის ცენტრალურ ნაწილს შორის მონაცემების გაცვლა სრულდება შეყვანა-გამოყვანის სისტემების საშუალებით. შეყვანა-გამოყვანის სისტემა წარმოადგენს აპარატურული და პროგრამული საშუალებების ერთობლიობას, რომლებიც უზრუნველყოფენ მონაცემების მიღებას გარე წყაროდან, მათ განთავსებას კომპიუტერის მეხსიერებაში და პირიქით, კომპიუტერის მეხსიერებიდან მონაცემების გადაცემას ინფორმაციის მომხმარებელზე.

ინფორმაციას, რომელიც წარმოდგენილია ფორმალურად უზრუნველყოფილი სახით, ეწოდება მონაცემი, ხოლო თავად ფორმალიზაცია სრულდება ინფორმაციის კვანტების საშუალებით. ინფორმაციის კვანტი წარმოადგენს ინფორმაციის გარვეულ მოცულობას, რომელიც ყველზე მოსახერხებელია ინფორმაციის მიღებისათვის, აღწერისათვის და დამუშავებისათვის.

თაზო 1 ინტერფეისების ორბანიზაცია

ტერმინი „ინტერფეისი“ აღნიშნავს მოწყობილობის სხვადასხვა მახასიათებლების ერთობლიობას, რომლებიც განსაზღვრავენ ინფორმაციის გაცვლის ორბანიზაციას მასსა და სხვა მოწყობილობებს შორის. ასეთი მახასიათებლებია: ელექტრული და დროითი პარამეტრები, მმართველი სიგნალების კრებული, მონაცემთა გაცვლის პროტოკოლები, შეერთების კონსტრუქციული თავისებურებები და ა. შ.

ინტერფეისები წარმოადგენენ პერსონალური კომპიუტერის ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს. ინტერფეისების საშუალებით ხდება მონაცემების გაცვლა კომპიუტერის სხვადასხვა ბლოკებს, კომპიუტერსა და პერიფერიულ მოწყობილობებს შორის.

თანამედროვე პერსონალურ კომპიუტერებში გამოიყენება სტანდარტული ინტერფეისები, რაც მრავალი სხვადასხვა დანიშნულების, სწრაფქმედების, მუშაობის პრინციპებით განსხვავებული პერიფერიული მოწყობილობის კომპიუტერთან შეერთების საშუალებას იძლევა.

პერიფერიული მოწყობილობების პერსონალურ კომპიუტერთან დაკავშირება ისეთნაირად უნდა ხდებოდეს, რომ მომხმარებლის მიერ მიწოდებული მონაცემები არა მარტო კორექტულად უნდა მიეწოდებოდნენ კომპიუტერს, არამედ ეფექტურად უნდა ხდებოდეს მათი დამუშავებაც. ინფორმაცია, რომელიც მიეწოდება მონიტორს, პრინტერს და სხვა პერიფერიულ მოწყობილობებს, წინასწარ ისე უნდა დამუშავდეს, რომ შეესაბამებოდეს კონკრეტული გამომყვანი მოწყობილობის სპეციფიკაციას.

პერსონალური კომპიუტერის კომპონენტებს შორის მონაცემთა გაცვლა შესაძლებელია მხოლოდ მათი ინტერფეისების შეთავსებადობის შემთხვევაში.

IBM-შეთავსებადობა გულისხმობს კომპიუტერის ცალკეული კომპონენტების ინტერფეისების სტანდარტიზაციას, რაც, თავის მხრივ, განსაზღვრავს სისტემის მოქნილობას, ანუ საჭიროების შემთხვევაში მისი კონფიგურაციის შეცვლის, დამატებითი პერიფერიული მოწყობილობების შეერთების შესაძლებლობას.

ინტერფეისების შეუთავსებლობის შემთხვევაში (მაგ. სისტემური სალტის და ვინჩესტერის ინტერფეისები), გამოიყენება კონტროლერები.

ინტერფეისით მონაცემთა გაცვლა ხორციელდება სიგნალების საშუალებით, რომელთა გადაცემაც ხდება ელექტრული (ან ოპტიკური) ხაზებით, რომელთაც ინტერფეისის ხაზები ეწოდებათ. ხაზების ერთობლიობას, რომლებიც დაჯგუფებული არიან ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით, ეწოდება ინტერფეისის სალტე.

თანამედროვე ინტერფეისების დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს ურთიერთქმედების წესების უნიფიკაცია, რაც მიმართულია ინფორმაციული, ელექტრული და კონსტრუქციული შეთავსებადობის უზრუნველყოფისაკენ; სწორედ უნიფიკაცია და სტანდარტიზაცია წარმოადგენენ ფუნდამენტალურ პრინციპებს თანამედროვე ინტერფეისების დაპროექტებისათვის.

ინფორმაციული შეთავსებადობა მიიღწევა იმ ერთიანი მოთხოვნების საფუძველზე, რომელიც წაყენება ინტერფეისის ხაზების (სალტის) სტრუქტურას და შემადგენლობას, ურთიერთქმედების ალგორითმებს, მონაცემების ფორმატებს და კოდირების მეთოდებს, მმართველ და სამისამართო ინფორმაციას, სიგნალების დროით მახასიათებლებს.

ელექტრული შეთავსებადობა გულისხმობს სალტით გადაცემული ელექტრული, ან ოპტიკური სიგნალების პარამეტრების შეთავსებადობას, ლოგიკური მდგომარეობების სიგნალების დონეებთან შესაბამისობას. ელექტრული შეთავსებადობის უზრუნველყოფა განაპირობებს მოთხოვნებს კომპონენტების დატვირთვისუნარიანობისადმი და გადამცემა ხაზების მახასიათებლებისადმი (სიგრძე, ნებადართული წინაღობა, მოწყობილობების შეერთების წესი, თანმიმდევრობა და ა. შ.)

კონსტრუქციული შეთავსებადობა გულისხმობს მოწყობილობების მექანიკური შეერთების და შეცვლის შესაძლებლობას. კონსტრუქციული შეთავსებადობა მიიღწევა შემაერთებელი ელემენტების (გასართები, კაბელები, პლატების კონსტრუქციები და ა. შ.) სტანდარტიზაციით.

სალტის ორგანიზაცია განისაზღვრება ინფორმაციის გადაცემის (პარალელური ან მიმდევრობითი, სინქრონული ან ასინქრონული), მოწყობილობების შეერთების და ხაზების გამოყენების მეთოდებით.

1.1. ინფორმაციის პარალელური და მიმდევრობითი გადაცემა

ინფორმაციის გადაცემა შესაძლებელია პარალელური და მიმდევრობითი ფორმით. შესაბამისად სალტეებიც იყოფა პარალელურ და მიმდევრობით სალტეებად.

მიმდევრობით სალტეში მონაცემთა გადაცემას ემსახურება მხოლოდ ერთი ხაზი, თუმცა ხაზების საერთო რაოდენობა, როგორც წესი, მეტია. დამატებითი ხაზებით ხდება მმართველი და მასინქრონიზირებელი სიგნალების გადაცემა.

პარალელური სალტით გადაიცემა მონაცემების კვანტები, რომლებიც შედგებიან m ბიტისაგან. მონაცემის თითო-

ეული კვანტი გადაიცემა m ხაზით. m სიდიდე განსაზღვრავს სალტის თანრივიანობას („სიგანეს“). პარალელური სალტეების თანრივიანობა 8-ის ჯერადია (ერთი ბაიტი) და შეიძლება შეადგენდეს 8, 16, 32, 64 და ა.შ. ბიტს.

ინტერფეისის გარემოს (მიმღებ-გადამცემა აპარატურა, ხაზები) პარამეტრების გაბნევა იწვევს $1-m$ ხაზებით გადაცემული სიგნალების არათანაბარ დაყოვნებებსა და ფრონტების არათანაბარ დამახინჯებებს. ეს ნიშნავს, რომ მოწყობილობა-გადამცემიდან $1-m$ ხაზებზე ერთდროულად გადაცემული სიგნალები მოწყობილობა-მიმღებს მიეწოდება არა ერთდროულად, არამედ (t_1, t_2) დროით ინტერვალში (ნახ 1.1). ამ მოვლენას ეწოდება ინფორმაციის დროითი გადახრა. (t_1, t_2) დროით ინტერვალში მოწყობილობა-მიმღებმა შეიძლება მიიღოს ნებისმიერი $\{x_i\}$ ($i = \overline{1, m}$) კოდური კომბინაცია მაშინ, როდესაც მოწყობილობა-გადამცემიდან გაიცა $\{b_i\}$ კოდური კომბინაცია.

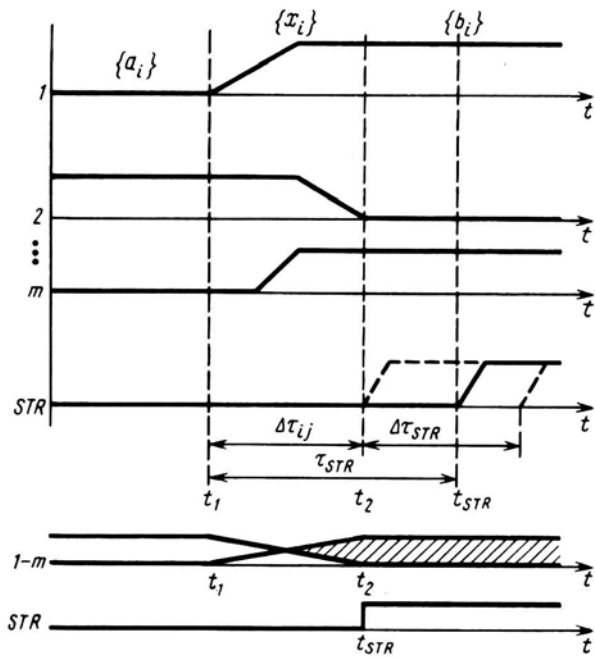
არასწორი კოდური კომბინაციის მიღების თავიდან ასაცილებლად პარალელურ ინტერფეისებში დამატებით შემოაქვთ სტრობირების (მასინქრონიზირებელი) სიგნალი STR , რომელიც მოწყობილობა-მიმღებს მიეწოდება დროის იმ t_{str} მომენტში, რომელიც შეესაბამება მოწყობილობა-მიმღების შესასვლელებზე $\{b_i\}$ კოდური კომბინაციის დაყენებას, ანუ უნდა სრულდებოდეს პირობა $t_{str} > t_2$.

STR სიგნალის გადაცემა უნდა მოხდეს $\overline{1, m}$ ხაზებზე საინფორმაციო სიგნალების გადაცემის შემდეგ, გარკვეული დროითი დაყოვნებით.

$$\tau_{str} > 2 \max (\Delta t_{i,j}) = 2 \max |t_i - t_j|,$$

სადაც t_i და t_j წარმოადგენენ მოწყობილობა-გადამცემიდან ერთდროულად, შესაბამისად i და j ხაზებით გადაცემული სიგნალების მოწყობილობა-მიმღებზე მიწოდების ყველაზე ადრეულ და გვიან მომენტებს, $\Delta t_{i,j}$ – შესაბამისი სიგნალების

შესაძლებელი დროითი გაბნევაა, ხოლო Δt_{str} – მასტრობირებული სიგნალის დროითი გაბნევა.



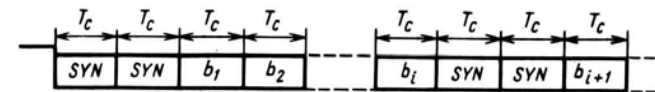
ნახ. 1.1

1.2. მონაცემთა სინქრონული და ასინქრონული გადაცემა

მონაცემთა გადამცემისა და მიმღების ურთიერთქმედება გულისხმობს ინფორმაციის კვანტების გადაცემისა და მიღების მომენტების დროში შეთანხმებას. სინქრონული გადაცემისას მთლიანი შეტყობინების, ან მისი ძირითადი ნაწილის განმავლობაში გადამცემი ინარჩუნებს მუდმივ დროით ინტერვალს ინფორმაციის კვანტების გადაცემებს შორის. მიმღები დამოუკიდებლად, ან გადამცემიდან მიწოდებული

მმართველი სიგნალების საშუალებით უზრუნველყოფს ინფორმაციის კვანტების მიღებას მათი გაცემის ტემპში.

მიმღევრობით ინტერფეისში მონაცემთა გადაცემის სინქრონული რეჟიმის რეალიზაციისათვის გადამცემი შეტყობინების დასაწყისში გადასცემს ბიტების წინასწარ განსაზღვრულ ერთობლიობას, რომელსაც სინქრონიზაციის სიგნალი – SYN ეწოდება. ინტერფეისის ნულოვანიდან ერთეულოვან მდგომარეობაში გადასვლისას გაიშვება მიმღების შიგა გენერატორი, რომლის სიხშირეც ემთხვევა გადამცემის გენერატორის სიხშირეს. მიმღები აღიქვამს SYN სიგნალს, რომლის შემდეგაც მიიღებს მიმდინარე სიმბოლოს, დაწყებული პირველი ბიტიდან. ეს პროცესი ილუსტრირებულია ნახ. 1.2-ზე. სიმბოლოების გადაცემის (და მიღების) ინტერვალების მუდმივობას უზრუნველყოფენ სინქრონულად მომუშავე, სიხშირის მაღალი სტაბილურობის მქონე, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი გენერატორები მიმღებში და გადამცემში. სინქრონიზაციის დარღვევისას გადამცემმა მიმღევრობით გადაცემულ ბაიტებს შორის უნდა ჩასვას დამატებითი SYN სიგნალები. თუ მიმღევრობითი გადაცემისას გამოიყენება ინტერფეისის დამატებითი ხაზები, გადამცემისა და მიმღების სინქრონულ მუშაობას უზრუნველყოფენ გადამცემიდან მიმღებზე მმართველი ხაზებით გადაცემული სინქროსიგნალები.

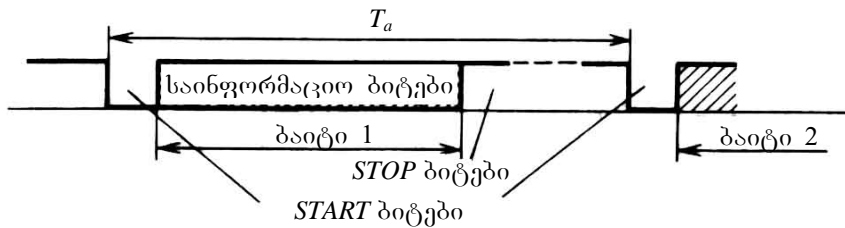


ნახ. 1.2

სინქროსიგნალების საშუალებით რეალიზდება მონაცემთა სინქრონული გადაცემა პარალელურ ინტერფეისშიც. ინფორმაციის კვანტის გადაცემა ხდება მხოლოდ მას შემდეგ, რაც წინა კვანტი იქნა მიღებული და დაფიქსირებული

მიმღებში, ანუ გარკვეული T_{ci} დროის ინტერვალის შემდეგ, თუ გადაცემის ინტერფეისით შეტყობინებას გადასცემს რამდენიმედან ერთ-ერთ მიმღებს, სინქრონიზაციის T ინტერვალს განაპირობებს ყველაზე ნელი მიმღების სწრაფქმედება – $T_c \geq \max T_{ci}$.

გადაცემას ეწოდება ასინქრონული, თუ გადაცემისა და მიმღების სინქრონიზაცია ხორციელდება ინფორმაციის ყოველი კვანტის გადაცემისას. კვანტების გადაცემებს შორის ინტერვალს არ არის მუდმივი. მიმღევრობითი ინტერფეისის შემთხვევაში ყოველი გადაცემული ბაიტი „აღიჭურვება“ სასტარტო (*Start*) და დამამთავრებელი (*Stop*) ბიტებით (ნახ. 13).

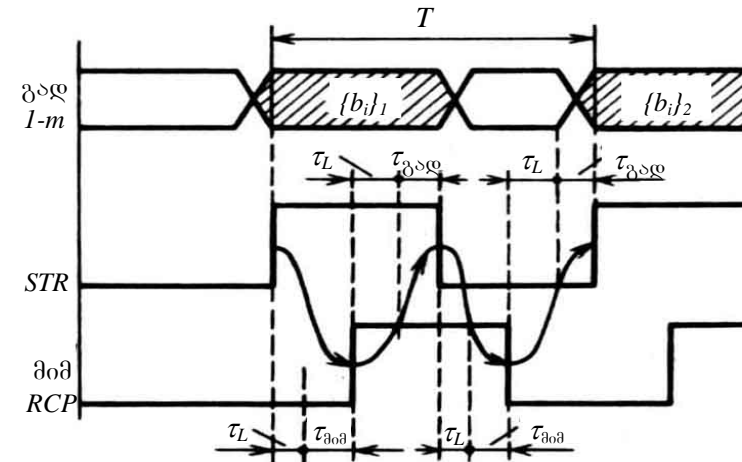


ნახ. 13.

Start ბიტი ცვლის ინტერფეისის ხაზის მდგომარეობას და მიმღებში გენერატორის გაშვებას ემსახურება. *Stop* ბიტს ხაზი გადაჰყავს საწყის მდგომარეობაში და მიმღებში გენერატორის მუშაობას აჩერებს. ამრიგად, გადაცემისა და მიმღების სინქრონიზაცია ხდება მხოლოდ ერთი ბაიტის გადაცემის ინტერვალში.

მონაცემთა ასინქრონული გადაცემის რეჟიმში პარალელურ ინტერფეისში ეფუძნება „მოთხოვნა – პასუხი“ სქემას (ნახ. 14). მიმღები მიიღებს რა მასტრობირებელ სიგნალს და ბაიტ-შეტყობინებას $I-m$ ხაზებზე, აფორმირებს საპასუხო სიგნალს – *RCP* კვიტანციას, რომელიც მიეწოდება გადაცემს.

ასეთ გადაცემას ეწოდება გადაცემა კვიტირებით. *RCP* სიგნალი წარმოადგენს ნებართვას გადაცემისთვის მასტრობირებელი და მონაცემთა $I-m$ ხაზების საწყის მდგომარეობაში გადასაყვანად. ამის შემდეგ მიმღები ჩამოაგდებს *RCP* სიგნალს. *RCP* სიგნალის ჩამოგდება ნებას რთავს გადაცემს, რათა გადასცეს შემდეგი ბაიტი.



ნახ. 14

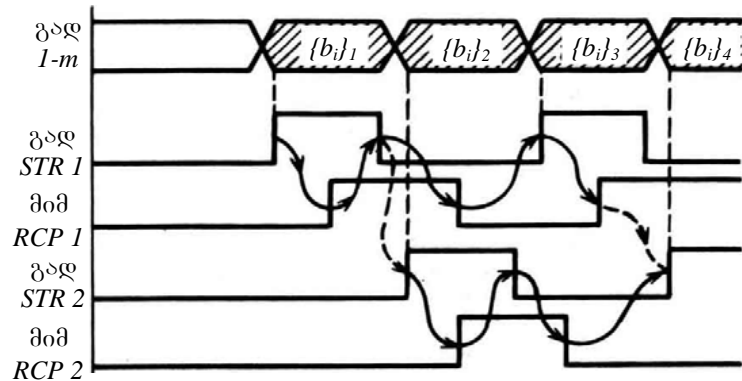
დროითი დანახარჯები ასინქრონულ გადაცემაზე განისაზღვრება გამოსახულებით

$$T_a = 4\tau_L + 2\tau_{\text{გად}} + 2\tau_{\text{მიმ}} = 4(\tau_L + \tau),$$

სადაც τ_L – წარმოადგენს ხაზში სიგნალის გავრცელების დროს, ხოლო $\tau_{\text{გად}}$ და $\tau_{\text{მიმ}}$ – დროით დაყოვნებებს საპასუხო სიგნალების ფორმირებაზე შესაბამისად გადაცემში და მიმღებში.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ $I-m$ ხაზები კვანტების გადასაცემად გამოიყენება მხოლოდ ნახევარი ინტერვალის განმავლობაში.

ასინქრონული ინტერფეისის გამტარუნარიანობის გასაზრდელად შესაძლებელია დანქარებული გადაცემის რეალიზაცია ორი მასტრობირებული – *STR 1*, *STR 2* და ორი კვიტირების – *RCP 1*, *RCP 2* სიგნალის გამოყენებით (ნახ. 1.5).



ნახ. 1.5

ამ დროს საინფორმაციო სიგნალების გადაცემა *I-m* ხაზებით სრულდება გაორმაგებული სიხშირით. *I-m* ხაზები ყოველთვის იმყოფებიან აქტიურ მდგომარეობაში, ხოლო კვანტების გადაცემა სტრობირება ხდება ორი სხვადასხვა – *STR 1* და *STR 2* სიგნალის საშუალებით.

ინფორმაციის კვანტების გადაცემებს შორის დროითი ინტერვალი შეადგენს

$$T_a^- = 2(\tau_L + \tau).$$

წარმოდგენილი არქიტექტურა საშუალებას იძლევა მონაცემთა გაცვლის სისწრაფე „აეწიოს“ კონკრეტულ მოწყობილობაზე და მიუხედავად სიგნალების ორი მიმართულებით გადაცემისა, განაპირობებს საღტის მაღალ გამტარუნარიანობას. ამას გარდა კვიტირება უზრუნველყოფს მონაცემთა გადაცემის მაღალ საიმედოობას და უტყუარობას.

მონაცემთა კვიტირებით გადაცემისას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს სიტუაციას, როდესაც შეფერხების გამო, რომელიც იწვევს კვიტირების სიგნალის გამომუშავების შეწყვეტას, წყდება მონაცემთა გადაცემის პროცესიც. ასეთი შემთხვევები გამოვლინდება დროითი ინტერვალის გაზომვით, რომლის განმავლობაშიც გადამცემმა აუცილებლად უნდა მიიღოს სიგნალი-კვიტირება. თუ განსაზღვრული T_{ϕ} ინტერვალის განმავლობაში გადამცემი არ მიიღებს სიგნალს, ფიქსირდება მტყუნება. ასეთ კონტროლს ეწოდება კონტროლი ტაიმ-აუტით, ხოლო T_{ϕ} – წარმოდგენს ტაიმ-აუტის ინტერვალს, რომლის სიდიდეც უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას

$$T_{\phi} > \max \{T_{ai}\},$$

სადაც T_{ai} – მტყუნების არარსებობის დროს მოწყობილობებს შორის ინფორმაციის კვანტების გადაცემებს შორის შესაძლებელი დროითი ინტერვალებია.