

ბ. ღვინეზაძე

**კომპიუტერული ქსელები
(კონსპექტი)**



ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. კომპიუტერული ქსელის ცნება

კომპიუტერული ქსელების შექმნა განაპირობა დროის მოთხოვნამ – გაადვილებულიყო კომპიუტერებს შორის ინფორმაციის გაცვლა, მომხმარებლებს ესარგებლათ ერთმანეთის კომპიუტერების აპარატურული და გამოთვლითი შესაძლებლობებით.

თავდაპირველად ქსელებში ჩართული კომპიუტერების რიცხვი მცირე გახლდათ - ტიპური კონფიგურაცია მოიცავდა ათამდე კომპიუტერს და ერთ პრინტერს. შემდგომ, 80-იანი წლების დასაწყისში, ყველაზე პოპულარული ტიპის ქსელი აერთიანებდა 30-მდე კომპიუტერს, რომელთა დამაკავშირებელი კაბელის სიგრძე 185 მეტრს არ აღემატებოდა. რადგან ასეთი ქსელები განკუთვნილი იყო პატარა ორგანიზაციებისთვის (ხშირად ისინი ერთ სართულზეც კი იყვნენ განლაგებული), მათ უწოდეს ლოკალური ქსელები (LAN). ასეთი ქსელები დღესაც ფართოდაა გავრცელებული.

ბუნებრივია, ცხოვრებამ დააყენა ლოკალური ქსელების გაფართოების საკითხიც და მოხდა მათი თანდათანობითი გადაზრდა გლობალურ ქსელებში (WAN). ამგვარი ქსელები უკვე ასობით და ათასობით კომპიუტერს მოიცავს.

კომპიუტერულმა ქსელმა შესაძლებელი გახდა არა მარტო ქსელის საერთო რესურსებით სარგებლობა, არამედ დროის რეალურ რეჟიმში ინფორმაციის გაცვლის უზრუნველყოფაც, რამაც საბოლოოდ ინტერნეტის შექმნამდე მიგვიყვანა.

მაგრამ ახალმა, ფართო შესაძლებლობებმა დამპროექტებლები მორიგი პრობლემების წინაშე დააყენა – უნდა შემუშავებულიყო გლობალური ქსელების ისეთი იდეოლოგია, რომელზეც დაყრდნობა შესაძლებელს გახდიდა სხვადასხვა აპარატურული თუ პროგრამული საშუალებების გამოყენებულ კომპიუტერებს “ერთ ენაზე” ელაპარაკათ.

სწორედ, ამგვარი პრობლემების არსზე და გადაწყვეტის წესებზე გვექნება საუბარი წინამდებარე სახელმძღვანელოში. ბოლოს კი განიხილება კონკრეტული ქსელური ოპერაციული სისტემები: Windows 2000 Server (დაწვრილებით) და მისი წინამორბედი Windows NT 4 (მოკლედ).

2. ქსელების ორი ტიპი

განიხილავენ ორი ტიპის ქსელებს:

- ერთრანგიანს (peer-to-peer);
- კლიენტ-სერვერულს, ანუ სერვერის გამოყენების პრინციპზე დაფუძნებულს (server-based).

2.1 ერთრანგიანი ქსელები

ერთრანგიან ქსელში ყველა კომპიუტერი თანაბარი უფლების მქონეა. ნებისმიერ მათგანს შეუძლია როგორც კლიენტის, ასევე სერვერის როლში გამოსვლა.

ქსელში კომპიუტერების რიცხვი, როგორც წესი, 10-ს არ აღემატება, რის გამოც ამგვარ, მცირე ზომის ლოკალურ ქსელებს სამუშაო ჯგუფებსაც (workgroup) უწოდებენ. მათ მომხმარებლების პატარა კოლექტივები იყენებენ თავიანთ საქმიანობაში.

რადგანაც ასეთ ქსელებში მძლავრი ცენტრალური სერვერისა და რთული ქსელებისთვის აუცილებელი სხვა კომპონენტების დაყენება არ ხდება, ისინი საგრძნობლად იაფი ჯდება მეორე ტიპის ქსელებთან შედარებით. ბუნებრივია,

არც პროგრამულ უზრუნველყოფას, პირველ რიგში, ოპერაციულ სისტემებს, წაყენებათ განსაკუთრებული მოთხოვნები. ადვილდება მათი დაყენება და ექსპლოატაცია. არ არის საჭირო ადმინისტრატორის (ადმინისტრატორების) შტატის შემოღება - თითოეული მომხმარებელი თვითონვე ასრულებს ქსელის ადმინისტრატორის ფუნქციებს, ზრუნავს საკუთარი ინფორმაციის დაცვაზე, ქსელის განკარგულებაში კი გადასცემს იმ ინფორმაციას, რომლის საერთო რესურსად ქცევასაც ჩათვლის მიზანშეწონილად.

2.2 სერვერის გამოყენებაზე დაფუძნებული ქსელები

ორგანიზაციებში კომპიუტერთ მოსარგებლედ თანამშრომლების რიცხვი ხშირად აჭარბებს ათ კაცს. პირველი ტიპის ქსელით მათი მომსახურებისას ბევრი პრობლემა წარმოიქმნება. ჯერ ერთი, ფაქტობრივად, შეუძლებელი ხდება სისტემის უსაფრთხოების დაცვა. მომხმარებელს, რომელიც ერთდროულად კლიენტია და ადმინისტრატორიც, რესურსებთან შესაძლებლად უამრავი პაროლის დამახსოვრება და მათი სხვებისთვის შეტყობინება უხდება, რასაც საბოლოო ჯამში ინფორმაციის გაუონვამდე მივყავართ. ამასთან, რადგანაც საერთო რესურსები ცენტრალიზებულად არ ინახება, ძნელდება მათთან შედგენა და უსაფრთხოდ შენახვა.

აღნიშნული და სხვა პრობლემების გადასაწყვეტად შემუშავებული იქნა სერვერზე დაფუძნებული ქსელების ტიპი. მისი არსი შემდგომში მდგომარეობს:

ქსელში ერთ (ან რამდენიმე) კომპიუტერს აკისრებენ ყველა სხვა კომპიუტერის მომსახურების ფუნქციას. როგორც წესი, სერვერ-კომპიუტერს კლიენტის (ან სამუშაო სადგურის) როლში აღარ იყენებენ. მეტიც, ხდება თვით სერვერების სპეციალიზაცია: კერძოდ, სერვერ-კონტროლერებს ევალება ქსელის უსაფრთხოების პოლიტიკის წარმართვა. სხვა ტიპის, მაგალითად, ფაილ-სერვერებზე კი განალაგებენ მონაცემების დიდ საცავებს. ამ ტიპის ქსელებში დასაშვებია რიგი სხვა სპეციალიზებული სერვერების არსებობაც (ბეჭდვის, გამოყენებების შემნახველი, საკომუნიკაციო და სხვ.)

სერვერების მუშაობა ოპტიმიზებულია ქსელური კლიენტების მოთხოვნების სწრაფად დამუშავების თვალსაზრისით.

სერვერებისათვის სპეციალურად იქნა დამუშავებული ქსელური ოპერაციული სისტემები. მათგან დღეს ყველაზე ფართოდ გამოიყენება Windows 2000 Server. მაგრამ ამ ქსელური ოპერაციული სისტემის არსში გასარკვევად საჭიროა ვიცნობდეთ წინამორბედსაც - Windows NT-ს. მით უფრო მაშინ, როცა საჭირო ხდება Windows NT-ის განახლება – ახალი ოპერაციული სისტემით მისი შეცვლა, რაც, როგორც წესი, უსაფრთხოების ადრინდელი პარამეტრების შენარჩუნებით ხდება.

ჩამოვთვალეთ სერვერზე ორიენტირებული ქსელის უპირატესობები ქსელის პირველ ტიპთან შედარებით:

- რესურსების გამოყოფის ცენტრალიზებული წესი;
- მონაცემთა დაცვის საიმედოობა. უსაფრთხოების პოლიტიკას (security policy) წარმართავს მხოლოდ ერთი პირი (ადმინისტრატორი);
- მონაცემთა სარეზერვო კოპირების (backup) მნიშვნელოვნად გაადვილება;
- ინფორმაციის სიჭარბის უზრუნველყოფა (შენარჩუნება) დროის რეალურ რეჟიმში. ძირითადი ფაილის დაზიანებისას მომხმარებელს შეუძლია დროის ნებისმიერ მომენტში ისარგებლოს მისი სარეზერვო ასლით.
- ძალიან დიდი რაოდენობის მომხმარებელთა მომსახურება.

დაბოლოს, შევნიშნოთ, რომ შესაძლებელია ორივე ტიპის ქსელების კომბინირებაც. ასეთ შემთხვევაში კლიენტი-კომპიუტერები არა მარტო სარგებლობენ სერვერის (სერვერების) მომსახურებით, არამედ თვითონაც შეუძლიათ, ერთრანგიანი ქსელის მოქმედების პრინციპზე დაყრდნობით, საერთო მფლობელობაში გადასცენ თავიანთი რესურსები.

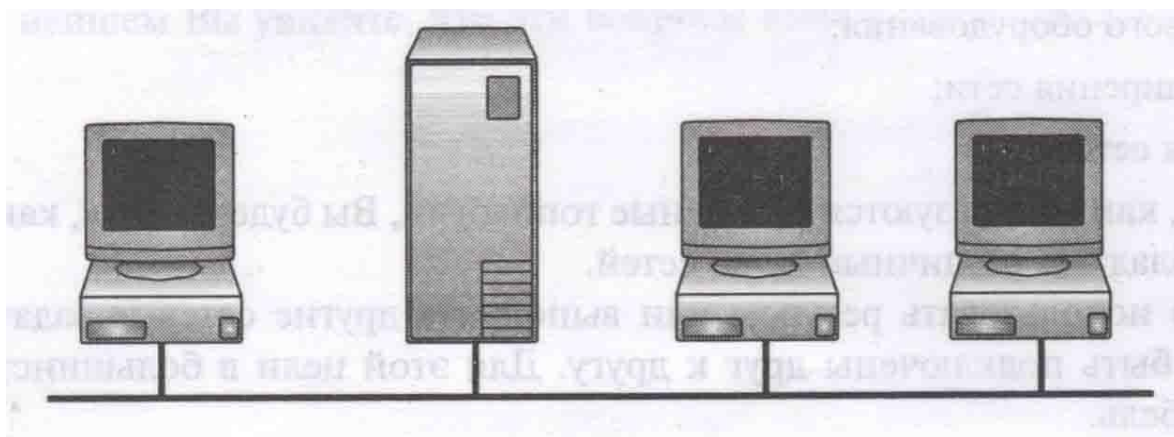
3. ქსელის ტოპოლოგია

განარჩევნ ქსელის ტოპოლოგიის (სქემის) 3 ბაზურ სახეს:

- სალტე (bus);
- ვარსკვლავი (star);
- წრიული (ring).

3.1 სალტე

ასეთი ტოპოლოგია, რომელშიც მხოლოდ ერთი კაბელი (მაგისტრალი, სეგმენტი) გამოიყენება, ქსელის ყველაზე მარტივი და გავრცელებული სახეა:



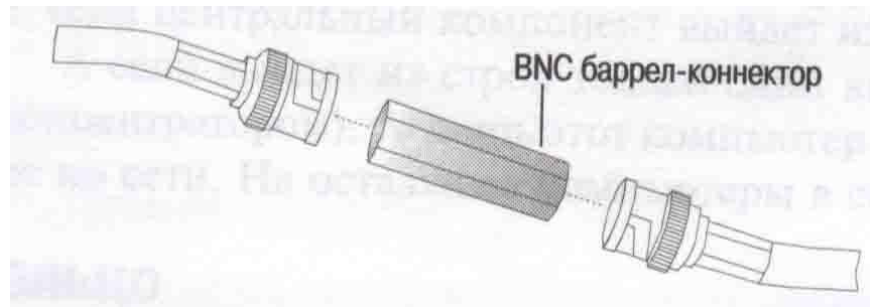
ნახ. 3.1-1. სალტური ტოპოლოგიის ქსელი

კაბელით ნებისმიერ კომპიუტერს შეუძლია ნებისმიერ სხვას ინფორმაცია ელექტრული სიგნალების სახით გადასცეს. სალტე პასიური ტოპოლოგიის ქსელია: კომპიუტერი მხოლოდ “უსმენს”, რა გადაიცემა არხით, რათა “დაიჭიროს” მისდამი გამოგზავნილი ინფორმაცია. თუ კომპიუტერი გამორთულია (ან მწყობრიდან გამოვიდა), ეს ქსელის მუშაობას ხელს არ შეუშლის.

პასიურისაგან განსხვავებით, აქტიურ ტოპოლოგიებში სიგნალების რეგენერაცია და შემდგომი გავრცელება ხდება.

როცა სიგნალი კაბელის (სეგმენტის) ბოლოს მიაღწევს, საჭიროა მიღებულ იქნეს სპეციალური ზომები, რათა იგი უკუგზით არ გავრცელდეს ქსელში, ანუ არ მოხდეს მისი არეკვლა. არეკვლის ეფექტის თავიდან ასაცილებლად კაბელის ბოლოებზე აყენებენ მცირე ზომის დეტალებს - ტერმინატორებს. ბუნებრივია, ტერმინატორის არარსებობა ანდა კაბელის დაზიანება მთელი სეგმენტის მუშაობას აფერხებს (წყვეტს).

როცა კაბელის სიგრძე საკმარისი არ გახლავთ, მისი ორი ნაწყვეტის დასაკავშირებლად ე.წ. ბარელ-კონექტორებს იყენებენ.

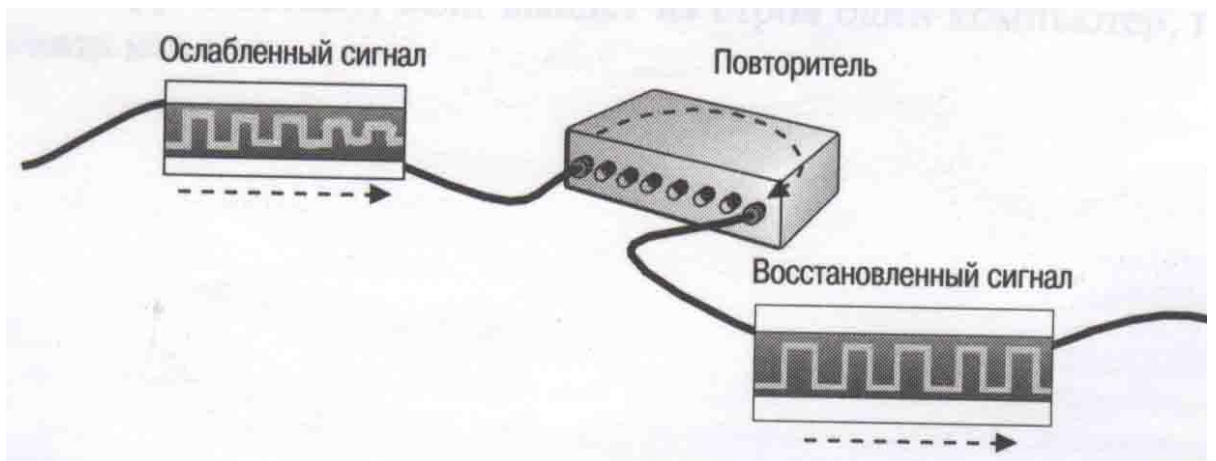


ნახ. 3.1-2. კაბელის მონაკვეთების ბარელ-კონექტორით დაკავშირება

სეგმენტის სიგრძეზე დაწესებულია შეზღუდვა (185 მ). მისი გადაჭარბება გამოიწვევს სიგნალის დასუსტებას, რასაც ქსელის ფუნქციონირების შეწყვეტა მოჰყვება.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ბარელ-კონექტორის გამოყენება სიგნალს ასუსტებს, რის გამოც დიდი რაოდენობით მათი სეგმენტში ჩართვა დაუშვებელია.

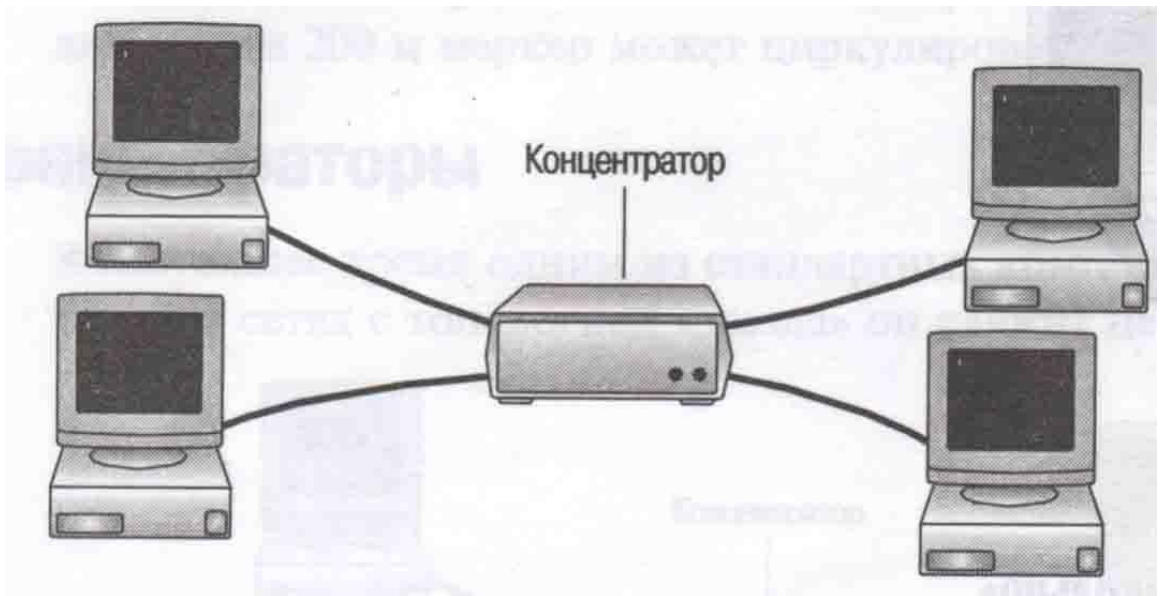
ასეთ შემთხვევაში შეიძლება გამოვიყენოთ განმმეორებელი (repeater), იგი ასდენს სიგნალის გაძლიერებასა და თავდაპირველი ფორმით აღდგენას.



ნახ. 3.1-3. კაბელის მონაკვეთები კავშირდება განმმეორებლით და ხდება სიგნალის გაძლიერება

3.2 ვარსკვლავი

ვარსკვლავური ტოპოლოგიის ქსელებში კომპიუტერები კაბელის სეგმენტების მეშვეობით უკავშირდებიან ქსელის ცენტრალურ კომპონენტს – კონცენტრატორს (hub).



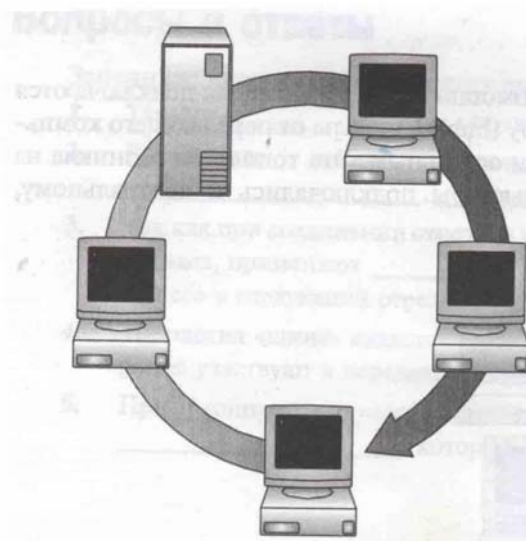
ნახ. 3.2-1. ვარსკვლავური ტოპოლოგიის ქსელი

აქაც ერთი კომპიუტერის მწყობრიდან გამოსვლა სხვათა მუშაობას არ აფერხებს. მაგრამ თუ კონცენტრატორი დაზიანდა, მუშაობას შეწყვეტს მთელი ქსელი. გარდა ამისა, წინა შემთხვევასთან შედარებით ასეთი ტოპოლოგიის ნაკლია კაბელის მეტი ხარჯი.

3.3 წრიული (რგოლური) ტოპოლოგია

ცხადია, წრიული ტოპოლოგია კონცენტრატორების გამოყენებას აღარ საჭიროებს. წრიული ტოპოლოგიის თავისებურება ის გახლავთ, რომ აქ სიგნალები მხოლოდ ერთი მიმართულებით გადაიცემა თითოეული კომპიუტერის გავლით, სადაც ისინი ძლიერდებიან და შემდეგ აგრძელებენ გზას. ამრიგად, თითოეული კომპიუტერი განმმეორებლის როლში გამოდის.

ამგვარი ტოპოლოგიის არსებითი ნაკლია ის, რომ ქსელი ფუნქციონირებას წყვეტს თუნდაც ერთი კომპიუტერის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაშიც.



ნახ. 3.3-1. წრიული ტოპოლოგიის ქსელი

წრიული ტოპოლოგიის ქსელში მონაცემების გადაცემის უზრუნველსაყოფად ხშირად მიმართავენ ე.წ. მარკერის გადაცემის ხერხს.

მისი არსი შემდეგშია: ქსელში კომპიუტერიდან კომპიუტერს მანამ გადაეცემა მოკლე შეტყობინება – მარკერი (token), ვიდრე იგი არ მიაღწევს იმ კომპიუტერამდე, რომელიც მზადაა მონაცემების გადასაცემად. აქ მარკერი სახეცვლილებას განიცდის, ამასთან, “ჩაიბამს” მონაცემებს და გზას გააგრძელებს დანიშნულების ადგილამდე. მიმღები კომპიუტერი გამგზავნის ატყობინებს ინფორმაციის ადგილზე “მშვიდობიანად ჩაღწევის” შესახებ, გამგზავნი კომპიუტერი ქსელში აბრუნებს პირვანდელი სახის ახალ მარკერს და ციკლი მეორდება.

3.4. კონცენტრატორები

კონცენტრატორები ორი სახისაა: პასიური და აქტიური. აქტიური კონცენტრატორი, განმეორებლის მსგავსად, თავის თავზე იღებს სიგნალის რეგენერაციასაც, ამიტომ აუცილებელია ელექტროქსელში მისი ჩართვა. აქტიურ კონცენტრატორში, ჩვეულებრივ, 8-12 პორტია გათვალისწინებული კომპიუტერებიდან გამოსული სეგმენტების მისაერთებლად, ამიტომ მათ მრავალპორტიან განმეორებლებსაც უწოდებენ.

პიზრიდულია კონცენტრატორი, თუ მას სხვადასხვა ტიპის კაბელები შეიძლება მიუერთდეს.

3.5. კომბინირებული ტოპოლოგიები

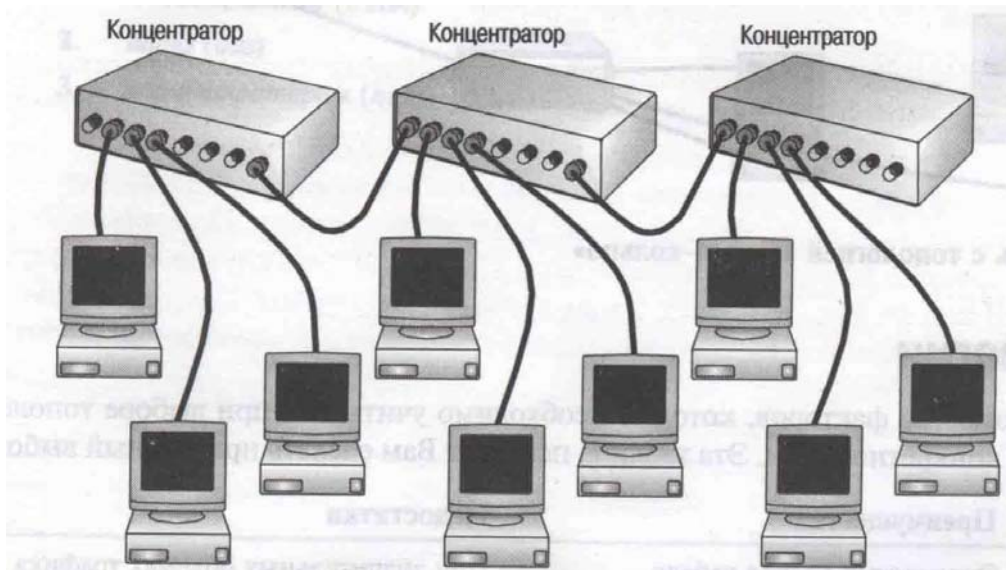
დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება ბაზური ტექნოლოგიების საფუძველზე შექმნილი კომბინირებული ტექნოლოგიები. გავეცნოთ ზოგიერთ მათგანს.

3.5.1 ვარსკვლავი-სალტის ტიპის კომბინირებული ტოპოლოგია

ამ ტოპოლოგიაში შეიძლება გავარჩიოთ ორი დონე:

პირველ დონეზე ფუნქციონირებს ცალკეული, ვარსკვლავის ტიპის ტოპოლოგიები.

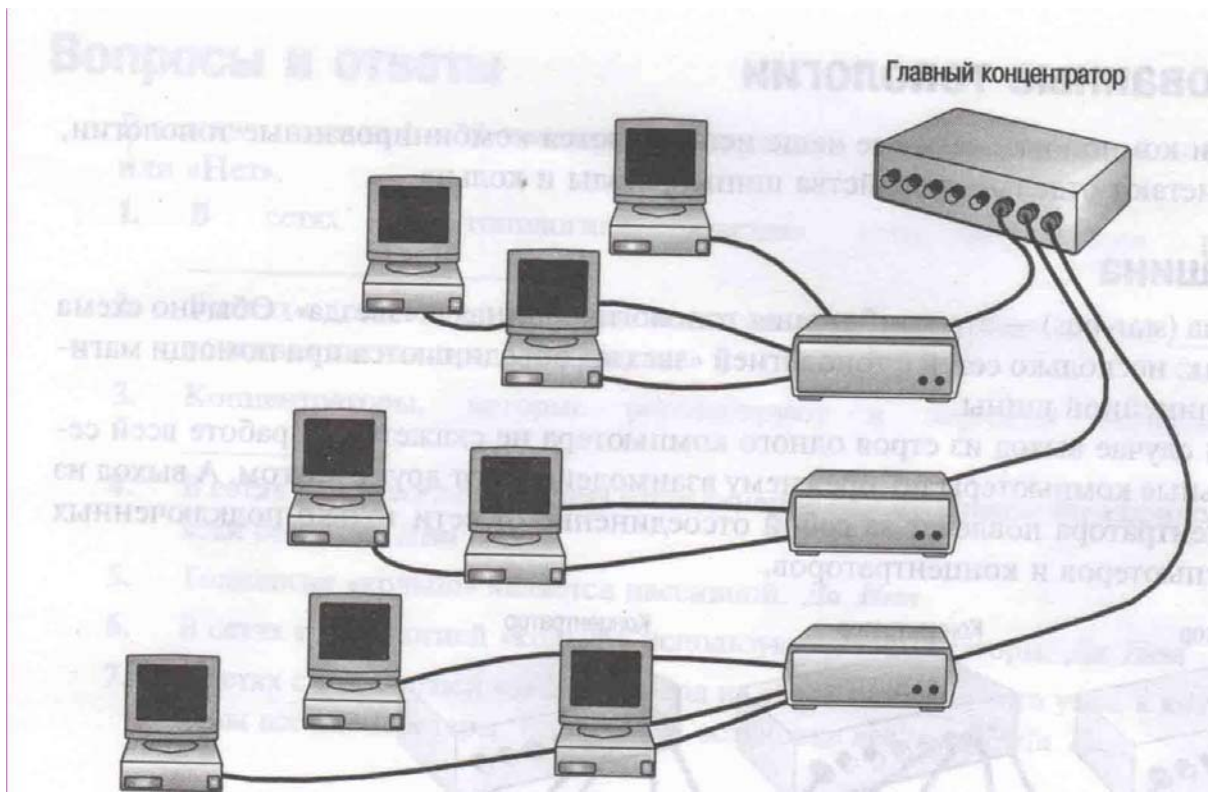
მეორე დონეზე ხდება კონცენტრატორების ერთმანეთთან დაკავშირება, სალტის ტიპის ტოპოლოგიაზე დაყრდნობით.



ნახ. 3.5.1-1. “ვარსკვლავი-სალტე” ტოპოლოგიის ქსელი

3.5.2. ვარსკვლავი-რგოლი

წინა ვარიანტისაგან მით განსხვავდება, რომ მეორე დონეზე კონცენტრატორების დაკავშირება ხდება არა სალტით, არამედ მთავარ კონცენტრატორში შექმნილი რგოლით.



ნახ. 3.5.2-1. “ვარსკვლავი-რგოლი” ტოპოლოგიის ქსელი

3.6. ტოპოლოგიის შერჩევა

ტოპოლოგიის შერჩევისას უნდა გავთვალისწინოთ რიგი ფაქტორებისა. უნდა ავწონ-დავწონოთ თითოეულისთვის დამახასიათებელი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. რეზიუმის სახით მოვიყვანოთ შემდეგი ინფორმაცია, რომელიც გაგვიადვილებს არჩევანის გაკეთებას:

სალტე

დადებითი მხარეები:

კაბელის ეკონომიკური ხარჯი; მონტაჟის სიიაფე, სიმარტივე, საიმედოობა; ქსელი ადვილად ფართოვდება.

ნაკლი:

ქსელში გადაგზავნილი ინფორმაციის (ტრაფიკის) ზრდის შემთხვევაში სწრაფად მცირდება ქსელის გამტარუნარიანობა. ძნელია პრობლემის დიაგნოზირება. კაბელის მწყობრიდან გამოსვლა მთელი ქსელის მუშაობას აფერხებს.

რგოლი**დადებითი მხარეები:**

მომხმარებელთა რაოდენობის ზრდა ქსელის წარმადობის მნიშვნელოვან შემცირებას არ იწვევს. ყველა კომპიუტერი თანაბარ პირობებშია ჩაყენებული.

ნაკლი:

ძნელია პრობლემის ლოკალიზება. ერთი კომპიუტერის მწყობრიდან გამოსვლა მთელი ქსელის მუშაობას წყვეტს. ქსელის კონფიგურაციის შეცვლა მისი მუშაობის შეჩერებას მოითხოვს.

ვარსკვლავი**დადებითი მხარეები:**

ქსელი ადვილად მოდიფიცირდება. ცენტრალიზებულია ქსელის კონტროლი და მართვა. ერთი კომპიუტერის მწყობრიდან გამოსვლა სხვათა მუშაობას ხელს არ უშლის.

ნაკლი:

ცენტრალური კვანძის მწყობრიდან გამოსვლა მთელი ქსელის მუშაობას წყვეტს.

4. ქსელის ფიზიკური კომპონენტები. მიერთების წესები

4.1. ინფორმაციის გადაცემის ფიზიკური გარემო

4.1.1. ქსელური კაბელი

დღეს ქსელში კომპიუტერებს შორის ინფორმაციის გადასაცემად უმეტესწილად კაბელები გამოიყენება. ისინი შეიძლება შემდეგ 3 ძირითად ჯგუფად დაეყოთ:

- *კოაქსიალური კაბელი;*
- *ხვეული წყვილი (ეკრანიზებული, არაეკრანიზებული);*
- *ოპტიკურ-ბოჭკოვანი.*

კოაქსიალური კაბელი

უმარტივესი კოაქსილური კაბელი შეიცავს სპილენძის გამტარს, რომელიც დამცავი ფენით არის იზოლირებული მეტალის ნაქსოვი ეკრანისა და გარე დამცავი გარსისაგან. თუ ამ სტრუქტურაში ფოლგის ფენაც შედის, მაშინ საქმე გვაქვს ორმაგი ეკრანიზაციის კაბელთან.



ნახ. 4.1.1-1. კოაქსიალური კაბელის აგებულება

ეკრანი ახშობს გარედან მოქმედ ელექტრომაგნიტურ ველებს (ხმაურს), რითაც მონაცემებს დამახინჯებისაგან იცავს. მოითხოვება, რომ იგი დამიწებული იყოს.

კოაქსიალური კაბელები, თავის მხრივ, ორი ტიპისაა:

- *წვრილი (thinnet),*
- *მსხვილი (thicknet).*

წვრილი კაბელის დიამეტრი დაახლოებით 0,5 სმ-ია. იგი უშუალოდ უერთდება ქსელური ადაპტერის ფირფიტას და საგრძნობი დამახინჯების გარეშე გადასცემს სიგნალებს 185 მეტრამდე მანძილზე. სპილენძის გამტარი შეიძლება იყოს როგორც მთლიანი (RG-58/U), ასევე უფრო მცირე დიამეტრის მქონე გამტარებისაგან დაწნულიც, ანუ მრავალძარღვიანი (RG-58 A/U).

მსხვილი კაბელის დიამეტრი კი დაახლოებით 1 სმ-ია. (ზოგჯერ მას Ethernet-ის სტანდარტულ კაბელსაც უწოდებენ). ბუნებრივია, მისი სპილენძის ძარღვი უფრო სქელია, რაც საშუალებას იძლევა სიგნალები დაუმახინჯებლად გადაიცეს 500 მეტრის ფარგლებში. ამის გამო, მსხვილი კოაქსიალური კაბელი ხშირად გამოდის დამაკავშირებელი საყრდენი მაგისტრალის (backbone) როლში წვრილ კოაქსიალურ კაბელზე აგებული ლოკალური ქსელებისათვის.

წვრილი კაბელის მსხვილთან მიერთება ხდება სპეციალური მოწყობილობის – *ტრანსივერის (transceiver)* მეშვეობით.

კომპიუტერს კი წვრილი კაბელი ე.წ. BNC-კონექტორის მეშვეობით მიერთდება, რომელიც რამდენიმე სახის არსებობს:

- უშუალოდ BNC-კონექტორი;
- BNC T-კონექტორი;
- BNC ბარელ-კონექტორი.

ხვეული წყვილი

ხვეული წყვილი ორი სახის გვხვდება:

- არაეკრანირებული (Unshielded twisted pair - UTP)
- ეკრანირებული (Shielded twisted pair - STP)

შესაძლოა ერთ კაბელში რამდენიმე წყვილიც იყოს მოთავსებული. მათულების დაწვნა ამცირებს გარე ელექტრომაგნიტური ველების მიერ ინფორმაციის დამახინჯების ალბათობას.

არაეკრანირებული წყვილისათვის (10BaseT სპეციფიკაცია) სეგმენტის სიგრძე 100 მ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

ეკრანირებული წყვილისთვის, რომელიც უკეთ უზრუნველყოფს ინფორმაციის დაცვას დამახინჯებებისაგან, დასაშვები მანძილი და გადაცემის სიჩქარეც მეტია – კატეგორიებისდა მიხედვით.

ამრიგად, ხვეული წყვილები კატეგორიებად იყოფა. უმაღლესი კატეგორიის წყვილისათვის ინფორმაციის გადაცემა 100 მბიტ/წმ სიჩქარით შეიძლება განხორციელდეს.

ასეთი გამტარების კომპიუტერთან მიერთება RJ-45 ტიპის სატელეფონო კონექტორების მეშვეობით ხორციელდება.

ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელი

ოპტიკურ-ბოჭკოვან კაბელებში ციფრული მონაცემები სინათლის იმპულსების სახით გადაიცემა. ინფორმაცია იგზავნება ძალიან დიდი სისწრაფით (1 გიგაბიტი/წმ-მდე სიჩქარითაც კი), ამასთან, პრაქტიკულად დამახინჯებების გარეშე (ელექტრომაგნიტური ველებით გამოწვეულ ხმაურს ადგილი არა აქვს).

ოპტიკური გამტარი მინის უწვრილესი ცილინდრია, დაფარულია მინისავე გარსით, რომელსაც ძარღვისაგან განსხვავებული სინათლის გარდატეხის კოეფიციენტი აქვს. ზოგჯერ ოპტიკურ ბოჭკოს პლასტმასისაგან ამზადებენ, მაგრამ მისი საიმედოობის ხარისხი უფრო დაბალია. მექანიკური დაზიანებისაგან დასაცავად გათვალისწინებულია მტკიცე მასალებისაგან (მაგალითად, კველარისაგან) დამზადებული გარსაცმი. ოპტიკური ბოჭკო სინათლეს მხოლოდ ერთი მიმართულებით გადასცემს. ამის გამო, კაბელში მინიმუმ ორი ძარღვია, საკუთარი კონექტორებით დაბოლოებული.

4.1.2. სიგნალების გადაცემა

სიგნალი კაბელით გადაიცემა მოდულირებული ან არამოდულირებული სახით. არამოდულირებული სიგნალი წარმოადგენს ელექტრულ ან სინათლის იმპულსს. იგი მთლიანად იკავებს არხს (მის პარალელურად სხვა სიგნალის გადაცემა ინფორმაციას დაამახინჯებს), რის გამოც ამბობენ, რომ იმპულსი, ანუ ციფრული სიგნალი იყენებს კაბელის გამტარუნარიანობის მთელ ზოლს.

გამტარუნარიანობის ზოლი წარმოადგენს არხში სიგნალების გადაცემის მაქსიმალური და მინიმალური სიხშირეების სხვაობას.

არხში გადაცემისას ასეთი სიგნალი ნელ-ნელა სუსტდება. საკმაო მანძილის გავლის შემდეგ იგი შესაძლოა დაიკარგოს კიდევ, ან იმდენად დამახინჯდეს, რომ მისი გამოცნობა ვეღარ მოხერხდეს – სასარგებლო სიგნალის ამპლიტუდა «ხმაურის» დონის თანაბარი აღმოჩნდეს.

ინფორმაციის მოდულირებული სახით გადაცემის შემთხვევაში გადამცემ სისტემას კაბელის გამტარიანობის ზოლიდან გამოეყოფა სიხშირის დიაპაზონის გარკვეული უბანი. ყველა მოწყობილობა (მოცემულ შემთხვევაში კომპიუტერები), რომლებიც დაკავშირებულია სისტემასთან, აწყობილი უნდა იყოს სწორედ ამ ზოლში მუშაობაზე. ამასთან, ინფორმაციის გადაცემისა და მიღებისათვის უნდა გამოიყოს საკუთარი ზოლები (არსებობს სხვა გზაც: ერთი კაბელით ინფორმაცია გადაიცეს, მეორეთი კი მიღებულ იქნეს).

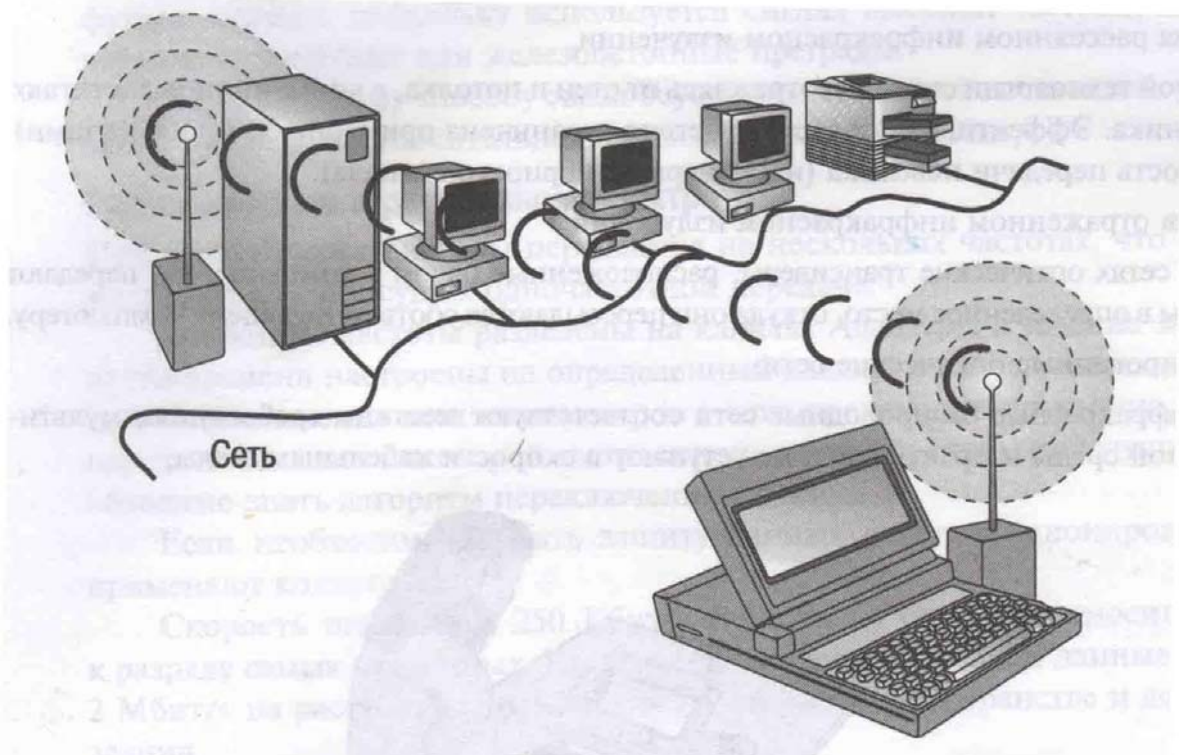
შემდეგ, მოცემული კაბელით შეიძლება რამდენიმე სისტემამაც ისარგებლოს (თითოეულს თავისი ზოლი გამოეყოფა). მაგალითად, შესაძლებელია, ერთი ზოლი დაიკავოს კაბელურმა ტელევიზიამ, სხვები - კომპიუტერულმა ქსელებმა, სატელეფონო არხებმა და ა.შ.

დაბოლოს, გამოყოფილ სიხშირეზე ინფორმაციის დატანა ხდება სპეციალური მოწყობილობით – მოდემით. სიგნალის დატანა-გამოყოფა შეიძლება განხორციელდეს ამპლიტუდური ან სიხშირული მოდულაციის გზით.

მართალია, მაღალ სიხშირეებზე გადაცემისას სიგნალები უფრო ნაკლებად განიცდიან მიღევას, მაგრამ თუ მანძილები დიდია, აქაც საჭირო ხდება სიგნალის აღდგენა, ოღონდ ამ მიზნად გამოიყენება არა განმეორებლები, არამედ – გამამძლიერებლები (amplifiers).

4.2. უმაჯთულო ქსელები

ტიპური უმაჯთულო ქსელის ფუნქციონირება თითქმის ანალოგიურია კაბელური ქსელის მუშაობისა. განსხვავება ქსელური ადაპტერის სახეობაშია, რომლებთანაც სპეციალური ტრანსივერები მიერთებული სხვა კომპიუტერებთან რადიოკონტაქტის დასამყარებლად.



ნახ. 4.2-1. გადასატანი კომპიუტერის მიერთება შეღწევის წურტილთან

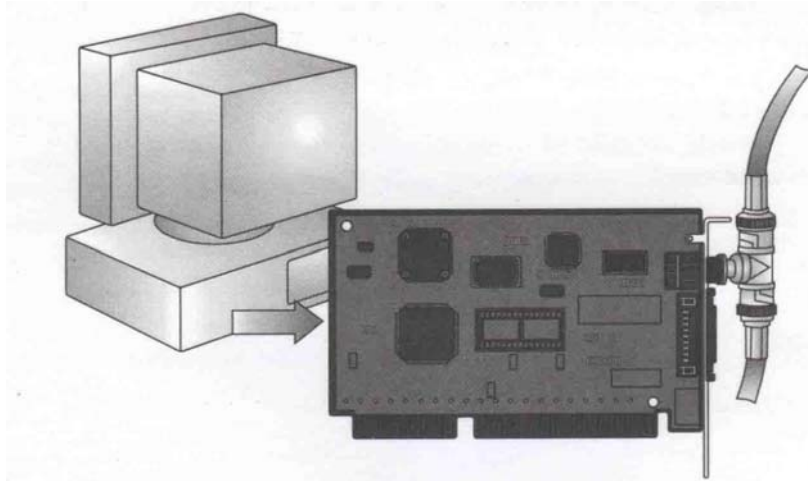
ინფორმაციის გადაცემა ხდება ეთერში ელექტრომაგნიტური ტალღების მეშვეობით, ქვემოთ ჩამოთვლილთაგან ერთ-ერთ საშუალებაზე დაყრდნობით:

- ინფრაწითელი გამოსხივება;
- ლაზერი;
- ვიწრო დიაპაზონში რადიოგადაცემა;
- მორიგეობით რამდენიმე სიხშირეზე გადაცემა.

ეთერით ინფორმაციის გადაცემაში შეიძლება ჩართული იყოს თანამგზავრები, ფიჭური კავშირგაბმულობის საშუალებები, რადიოგადამცემები.

4.3. ქსელური ადაპტერის ფირფიტები

ქსელური ადაპტერის მეშვეობით კომპიუტერი კავშირს ამყარებს გადაცემის გარემოსთან. იგი ჩაიდგმება დედაფირფიტაზე, გაფართოებისათვის განკუთვნილ სლოტში. ქსელური ადაპტერის ფირფიტაზე განთავსებულ გასართს (პორტს) კი ქსელური კაბელი მიუერთდება.



ნახ. 4.3.-1. ქსელური ადაპტერის ფირფიტა

ქსელური ადაპტერის ფუნქციებში შედის:

- კომპიუტერიდან ქსელში გადასაგზავნი ინფორმაციისათვის შესაბამისი სახის მიცემა;
- მონაცემების გაგზავნა;
- ქსელში გადასაცემი მონაცემების ნაკადის მართვა;
- კაბელიდან ინფორმაციის მიღება, საჭიროების შემთხვევაში მისთვის სათანადო სახის მიცემა და ცენტრალური პროცესორისათვის გადაგზავნა.

აღსანიშნავია, რომ ქსელურ ადაპტერში ხდება მუდმივი მეხსიერების უბანში ჩაშენებული პროგრამების გადმოწერა-გამოყენებაც.

კომპიუტერის შიგნით მონაცემები სალტეების მეშვეობით გადაიცემა. სალტე შეიცავს პარალელურ გამტარებს. თანამედროვე კომპიუტერებში მათი რიცხვი 32-ია, რაც, ცხადია, ძალიან ამაღლებს ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარეს. მაგრამ ქსელურ კაბელში კი იგივე ინფორმაცია მხოლოდ ბიტების ერთადერთი მიმდევრობის სახით შეიძლება გადაიცეს.

სწორედ პარალელური მონაცემების ბიტურ სტრიქონში გადაყვანას ემსახურება ქსელური ფირფიტა (ინფორმაციის მიმღებ კომპიუტერში იგი უკუგარდაქმნას ახორციელებს).

აღსანიშნავია, რომ თითოეული ქსელური ფირფიტა უნიკალური ნომრის მფლობელია, რომლითაც მისი დამისამართება ხდება მსოფლიო ქსელში. ეს ნომერი მწარმოებლის მიერ ფირფიტის მუდმივი მეხსიერების მოწყობილობაში არის ჩაწერილი.

თანამედროვე ქსელურ ფირფიტებს შეუძლიათ საკუთარ ბუფერულ მეხსიერებაში ჩაწერილი ინფორმაცია პროცესორის გვერდის ავლით გადააგზავნონ ოპერატიულ მეხსიერებაში (ან იქიდან მიიღონ).

ბუფერული მეხსიერებით ხდება იმ წინააღმდეგობის მოხსნა, რომელიც წარმოიშობა “ოპერატიული მეხსიერება / ქსელური ადაპტერი” და “ქსელური ადაპტერი / ქსელი” უბნებზე ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარეებს შორის დიდი განსხვავების გამო.

გამგზავნი და მიმღები კომპიუტერების ადაპტერებმა ქსელში ინფორმაციის გადაგზავნამდე ურთიერთშორის უნდა შეათანხმონ შემდეგი პარამეტრები:

- გადასაცემი მონაცემების ბლოკის მაქსიმალური სიგრძე;

- მონაცემების მოცულობა, რომელთა ვაგზავნის შემდეგ გამგზავნი მხარე მიმღებისაგან ელოდება შეტყობინებას პროცესის ამ ეტაპის წარმატებით დამთავრების შესახებ;
- ინტერვალი, რომლის განმავლობაშიც გამგზავნი მხარე დაელოდება ამ პასუხს;
- მონაცემების მოცულობა, რომელიც ბუფერის გადავსებას არ გამოიწვევს;
- მონაცემების გადაცემის სიჩქარე.

თუ ერთი ფირფიტა მეორეზე ნელა მუშაობს, მაშინ, ცხადია, მათ შორის ინფორმაციის გაცვლის სიჩქარეს სწორედ ეს ნელი ქმედების ფირფიტა განსაზღვრავს.

4.3.1. ქსელური ფირფიტების გაწყობის პარამეტრები

ქსელურმა ფირფიტამ გამართულად რომ იმუშაოს, აუცილებელია, მისი პარამეტრები სწორად იყოს განსაზღვრული. თანამედროვე კომპიუტერებში ამ პარამეტრების დაყენებაზე თვითონ კომპიუტერი ზრუნავს, მაგრამ ზოგჯერ მაინც საჭირო ხდება ადამიანის ჩარევა.

ეს პარამეტრებია:

- წყვეტის ნომერი (IRQ);
- შეტანა/გამოტანის პორტის ბაზური მისამართი;
- მესხიერების ბაზური მისამართი;
- ტრანსივერის ტიპი.

წყვეტის ნომერი

სხვადასხვა მოწყობილობები პროცესორს მომსახურებაზე მოთხოვნას უგზავნიან თითოეულისათვის გამოყოფილი წყვეტაზე მოთხოვნის ხაზის მეშვეობით.

ამ ხაზებისთვის განსაზღვრულია მომსახურების სხვადასხვა პრიორიტეტები, რათა კომპიუტერმა შეძლოს მოთხოვნების რანჟირება მათი მნიშვნელობების მიხედვით. ხაზების და, შესაბამისად, წყვეტების (interrupt) რიცხვი 15-ია.

მოცემული მოწყობილობებიდან, როგორც წესი, არჩევანი რამდენიმე ვარიანტზე შეიძლება შეჩერდეს. კერძოდ, ქსელური ადაპტერისთვის დასაშვებია გამოვიყენოთ IRQ3, IRQ5, IRQ10 ან IRQ11 წყვეტის ნომერი. დუმილით, უპირატესობა IRQ10 წყვეტას ეძლევა (თუ, ცხადია, ის დაკავებული არ გახლავთ სხვა მოწყობილობის მიერ).

შეტანა-გამოტანის ბაზური პორტი

ეს პორტი განსაზღვრავს არხს, რომლითაც მონაცემების გაცვლა ხდება პროცესორსა და კომპიუტერის სხვა რომელიმე მოწყობილობას შორის (ამ შემთხვევაში საუბარია ქსელური ადაპტერის ფირფიტაზე).

ცენტრალური პროცესორის პორტი აღიქმება, როგორც არხის მისამართი. მისამართი წარმოდგენილია 16-ობით სისტემაში. თუ კომპიუტერში რამდენიმე ქსელური ადაპტერია, თითოეულს უნდა დაენიშნოს თავისი პორტი (მისამართი). მაგალითად:

210 – 21F	

230 – 23F	თავგი
2FO – 2FF	COM2

300 – 30F	ქსელური ადაპტერის ფირფიტა
310 – 31F	ქსელური ადაპტერის ფირფიტა

3FO – 3FF	დისკოწამყვანის კონტროლერი; COM1

მეხსიერების ბაზური მისამართი

მეხსიერების ბაზური მისამართი (base address) ოპერატიული მეხსიერების იმ უბანს განსაზღვრავს, რომელიც ქსელური ადაპტერის მიერ ბუფერად გამოიყენება შემავალ-გამავალი ინფორმაციისათვის.

უმეტეს შემთხვევაში ეს მისამართია D8000 (ზოგიერთი ტიპის ქსელური ფირფიტისათვის ბოლო ნულის ჩვენება არ ხდება, ე.ი. D8000-ის ნაცვლად წერენ D800-ს).

ადაპტერი, რომელიც საკუთარ ბუფერს იყენებს, ამ პარამეტრის ჩვენებას არ საჭიროებს.

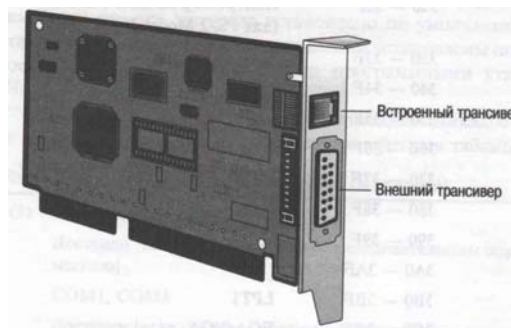
ტრანსივერი, მისი შერჩევა

ტრანსივერი არის კომპიუტერის ქსელთან მიერთების მოწყობილობა (მიმღებ-გადამცემი). სწორედ მისი ფუნქციაა პარალელური მონაცემების მიმდევრობით მონაცემებად გარდაქმნისა და უკუპროცესების ჩატარება.

ზოგჯერ მოცემული ქსელური ადაპტერის ფირფიტისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც გარე, ასევე ჩაშენებული ტრანსივერიც. ამ შემთხვევაში საჭიროა მივუთითოთ, როგორია ჩვენი არჩევანი.

ტრანსივერის არჩევა ხორციელდება:

- მცირე ზომის შემაერთებლებით;
- DIP-გადამართვების მეშვეობით;
- პროგრამულად.



ნახ. 4.3.1-1. ქსელური ადაპტერის ფირფიტა გარე და ჩაშენებული ტრანსივერით

4.3.2. მონაცემთა შეთავსებადობა,
მონაცემთა სალტის არქიტექტურა

ქსელური ადაპტერის ფირფიტა შეთავსებადი უნდა იყოს კომპიუტერის სტრუქტურასთან (რაც მოცემულ შემთხვევაში მონაცემთა სალტის არქიტექტურასთან არის გაიგივებული). ამასთან, მას უნდა შეეძლოს ქსელში გამოყენებულ კაბელთან შეერთება.

მონაცემთა სალტები სხვადასხვა არქიტექტურის არსებობს:

- ISA – დღეისათვის მოძველებულად ითვლება;
- EISA – 32-თანრიგიანი სალტე. წინას გაუმჯობესებული ვარიანტია;
- PCI – თანამედროვე არქიტექტურის 32-თანრიგიანი სალტე. აკმაყოფილებს Plug-and-Play ტექნოლოგიის მოთხოვნების უმეტესობას.
- MCA და სხვ.

შეგნიშნოთ, რომ Plug-and-Play ტექნოლოგიაზე დაყრდნობა უზრუნველყოფს კომპიუტერზე ახალი მოწყობილობის ინსტალირების პროცესში ადამიანის მაქსიმალურად ჩაურევლობას.

ქვემოთ ნაჩვენებია წვრილ და მსხვილ კოაქსიალურ კაბელებთან, ასევე მავთულების წნულ წყვილთან დამაკავშირებელი ის გასართები, რომლებიც შეიძლება გვხვდებოდნენ ქსელურ ფირფიტაზე.

5. ქსელის ფუნქციონირება

5.1. კომპიუტერული ქსელის ფუნქციონირების და მართვის 7-დონიანი OSI მოდელი

თანამედროვე კომპიუტერები მეტად რთული მოწყობილობებია. კიდევ უფრო რთულია ქსელების შექმნისა და მართვის პროცესები, მით უფრო, როცა ერთმანეთთან ურთიერთობის დამყარება უხდებათ განსხვავებული აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფების ბაზაზე აგებულ სისტემებს.

1978 წელს სტანდარტების შემმუშავებელმა საერთაშორისო ორგანიზაციამ (ISO - International Standards Organization) შექმნა ქსელების არქიტექტურის აღმწერი დოკუმენტი, ხოლო 1984 წელს გამოუშვა მისი ახალი ვერსია, რომელშიც მოცემული იყო ღია სისტემების ურთიერთქმედების ეტალონური მოდელი (Open System Interconnection Reference Model, OSI).

აღნიშნული მოდელი საერთაშორისო სტანდარტად იქცა ქსელური გარემოს დამპროექტებელი ყველა სპეციალისტისათვის.

ამ მოდელში ქსელის მიერ შესასრულებელი ფუნქციები შვიდ დონეზე არის განაწილებული. თითოეულ დონეზე ერთმანეთთან დაკავშირებული მხარეებისათვის (ქსელში ჩართული კომპიუტერებისათვის) “ქცევის” წესები ე.წ. პროტოკოლებით (ოქმებით) რეგულირდება.

ქვემოთ წარმოდგენილია OSI მოდელის არქიტექტურა:

გამოყენებითი დონე
წარმოდგენითი დონე

<i>სენსორი დონე</i>
<i>სატრანსპორტო დონე</i>
<i>ქსელური დონე</i>
<i>არხის დონე</i>
<i>ფიზიკური დონე</i>

დიალოგში მონაწილე ორ კომპიუტერს (სისტემას) შორის ყოველი დონის შესატყვისი ინფორმაციის გაცვლაზე ზრუნავენ ამ დონისათვის განკუთვნილი მოდულები.

მოდულები ის პროგრამული და აპარატურული საშუალებებია, რომლებიც მოცემული დონისათვის გათვალისწინებულ პროტოკოლზე დაყრდნობით ახდენენ მონაცემების დამუშავებისა და გადაცემა-მიღების განსაზღვრული ფუნქციების რეალიზებას.

ყველაზე დაბალი გახლავთ ფიზიკური დონე, ყველაზე მაღალი - გამოყენებითი. ფიზიკური დონის შესატყვისი მოდული უშუალოდ არის დაკავშირებული ინფორმაციის გადამცემ გარემოსთან, ნებისმიერ სხვა დონეზე კი მოდულებს შორის კავშირის დამყარებაში ქვედა დონის მოდულებიც მონაწილეობენ.

ამრიგად, თითოეული დონის მოდული უშუალო ურთიერთობაშია მხოლოდ მეზობელი დონეების მოდულებთან. ამასთან, იგი იმართება ზედა დონის მოდულით, ქვედა დონისას კი თვითონ მართავს.

ცხადია, მოდულის შემქმნელი ღრმად უნდა ერკვეოდეს ამ მოდულის სტრუქტურისა და მუშაობის ნებისმიერ ასპექტში, ქვედა დონის მოდულების არქიტექტურისა და ფუნქციონირების შესახებ კი ყოველი ნიუანსის ცოდნა საჭირო არ გახლავთ.

განვიხილოთ OSI მოდელის თითოეული დონე, მისი ფუნქციები, მეზობელ დონეებთან ურთიერთობის ასპექტები.

5.1.1. ფიზიკური დონე (physical)

ფიზიკურ დონეზე ხდება გადასაცემი გარემოს ანუ ფიზიკური არხის ჩართვა-გამორთვა, შემოწმება, გადასაცემი სიგნალების ფორმირება, გადაცემა და მიღება.

ინფორმაცია არხში ბიტების (ნულები, ერთიანები) სახით გადაიცემა. თვით ბიტების შემცველობას ამ ეტაპზე მნიშვნელობა არა აქვს. მთავარია, რომ გაგზავნილმა ინფორმაციამ ადრესატს პირვანდელი სახით მიაღწიოს.

სწორედ ფიზიკურ დონეზე ხდება სპეციალური მოწყობილობის – მოდემის მეშვეობით ინფორმაციის მაღალ სიხშირეებზე გადაცემა.

ფიზიკურ დონეზე განისაზღვრება ქსელური კაბელის ქსელურ ადაპტერთან მიერთებისა და ინფორმაციის არხით გადაცემის წესები.

ფიზიკური დონისათვის მრავალი პროტოკოლი (ოქმი) არსებობს. მათ შორის ყველაზე ცნობილია RS-232-C და X21 ოქმები. პირველი მათგანი თითოეული ტიპის მმართველი სიგნალისათვის განსაზღვრავს გამტარს, რომელიც აერთებს

შესაბამის მოდულებს. შეერთება ხდება 21-კონტაქტიანი გასართით, თუმცა გამოიყენება კი ამ კონტაქტების მხოლოდ მცირე ნაწილი.

კავშირის დამყარება, თუ დეტალებს არ ჩაუვლრმავედებით, ასე ხდება:

- გადამცემი მხარე მიმღებს უგზავნის სიგნალს “მოთხოვნა გადაცემაზე”.
- უკანასკნელი სიგნალს თანხმობის შესახებ აბრუნებს გამტარით “თავისუფალი ვარ გადაცემისათვის” და მიმღებ მხარეს უგზავნის ზოგიერთ სხვა სიგნალსაც.
- გადამცემი მხარე იწყებს მონაცემების გადაცემას მონაცემებისათვის განკუთვნილი გამტარით.

X21 პროტოკოლი ანალოგიურია RS-232-C-ის. ოღონდ მისთვის გამოიყენება გამტარების უფრო მცირე რიცხვი (8, მაშინ, როცა გასართი 15 კონტაქტს მოიცავს).

აღსანიშნავია, რომ ზედა დონეებზე შეიძლება სრულებითაც არ დავინტერესდეთ, თუ როგორ ხდება ინფორმაციის გადაცემა ფიზიკურ დონეზე და ამით ხელი არ შეგვეშალოს.

მაგრამ ხდება, რომ სხვადასხვა დონეებზე გადასაწყვეტი საკითხების ერთმანეთისგან აბსოლუტური გამოიჯვანა მაინც ვერ ხერხდება. მაგალითად, დავსვათ შეკითხვა:

“რა სჯობია, გვექონდეს მოდემი, რომელიც წამში R ბიტს გადასცემს 10^6 შეცდომის რიგის სიხშირით, თუ 2R ბიტ/წმ სიჩქარის მქონე, რომლისთვისაც ეს სიხშირე 16^4 რიგის იქნება?”

ამ კითხვაზე სწორ პასუხს ვერ გავცემთ, თუ არ გვეცოდინება, როგორი წესებით ხდება ზედა დონეებზე შეცდომების გასწორება.

ამრიგად, ფიზიკური დონის ძირითადი ამოცანა არის კომპიუტერის არხთან მიერთების უზრუნველყოფა და ინფორმაციული ბლოკების გაგზავნა-მიღება.

5.1.2. არხის დონე (Data Link)

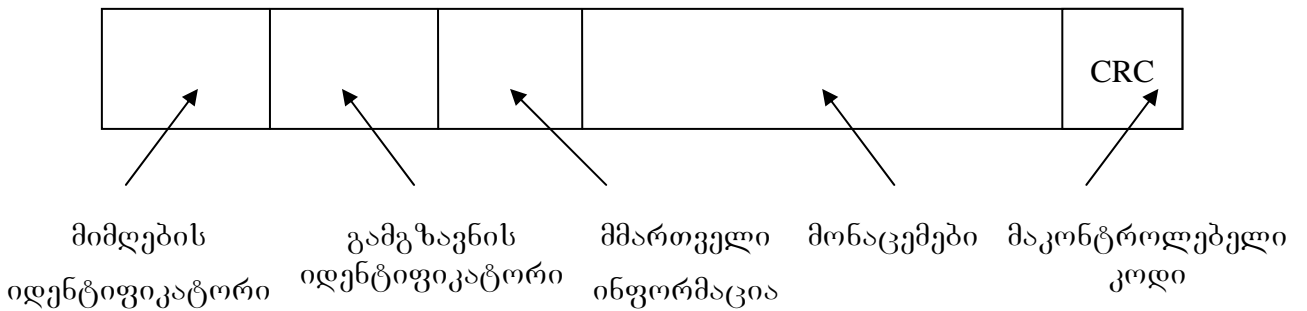
არხის დონეზე ხდება მონაცემების გადაცემის სისწორის შემოწმება და შეცდომების გასწორება. აქ ზედა დონიდან გადმოცემულ პაკეტს (ბიტების სტრიქონს) თავსა და ბოლოში ემატება მმართველი ბიტების გარკვეული რაოდენობა. შედეგად მიიღება კადრი. მმართველ ბიტებში მოცემულია:

- გამგზავნი და მიმღები კომპიუტერების იდენტიფიკატორები (მისამართები);
- მარშრუტიზაციისთვის საჭირო ინფორმაცია;
- პაკეტის ტიპისა და სტრუქტურის ამსახველი მონაცემები;
- საკუთრივ გადასაცემი ინფორმაცია;
- საკონტროლო ჯამის ნაშთი (ემსახურება შეცდომების გამოვლენას).

აღგორითმები, რომლებიც შეცდომების აღმოჩენაზე მუშაობენ, საკმაოდ რთულია, რადგანაც ისინი ითვალისწინებენ მათი დაშვების შესაძლებლობას მმართველ ბიტებშიც კი.

ჩვეულებრივ, როცა არხის დონე ქსელში კადრს აგზავნის, იგი მიმღების მხრიდან ელოდება დასტურს ამ ოპერაციის წარმატებით დამთავრების შესახებ. თუ მიმღებმა მხარემ კადრი დამახინჯებული სახით მიიღო, ან იგი საერთოდ გზაში დაიკარგა, კადრი არხში ხელახლა გადაიგზავნება.

მონაცემთა კადრის სტრუქტურა ამგვარად წარმოგვიდგება:



უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ არხში ინფორმაციის გადაცემის პროცესი:

დაეუშვათ, შეტყობინება შედგება 100 000 სიმბოლოსაგან და ცნობილია, რომ მოცემულ არხში ამ რაოდენობის ინფორმაციის გადაცემისას საშუალოდ ერთი შეცდომა ხდება.

ცხადია, ამ შეცდომის აღმოჩენის შემდეგ არხში ხელახლა უნდა გადაიცეს 100 000-ვე სიმბოლო.

დროის ხარჯვის თვალსაზრისით ამ არასასურველი სიტუაციის თავიდან ასაცილებლად მივიმართოთ სხვა გზას. კერძოდ, შესაძლებელია ეს 100 000 სიმბოლო წარმოვადგინოთ 200-200 სიმბოლოს შემცველი 500 ბლოკის (პაკეტის) სახით. მართალია, 500 პატარა ბლოკის გადაცემას შედარებით მეტი დრო დასჭირდება, ვიდრე ერთი დიდი ბლოკისას, სამაგიეროდ, შეცდომის აღმოჩენის შემთხვევაში (რომელიც საშუალოდ ამ 500-დან მხოლოდ ერთ ბლოკში გაიპარება), განმეორებით გადაცემაზე გაცილებით ნაკლები დრო დაიხარჯება.

არხის დონეზე გამოყენებული კონტროლის საშუალებები, როგორც ანალიზმა აჩვენა, ინფორმაციის დამახინჯების აღბათობას საშუალოდ 4 რიგით ამცირებენ.

5.1.3. ქსელური დონე (Network)

ქსელური დონე უზრუნველყოფს ერთმანეთთან დასაკავშირებელ ორ კვანძს შორის მარშრუტის შერჩევას.

ამ დონეზე იქმნება სპეციალური პაკეტები. ისინი შედგება მხოლოდ მმართველი ინფორმაციისაგან. მათი მეშვეობით პუნქტებს შორის სეანსები იწყება. შემდგომ კი, მონაცემთა თითოეულ პაკეტს ემატება მმართველი ბიტები, რომლებიც სეანსის გასაგრძელებლად შეიცავენ მარშრუტის საწყისი და საბოლოო პუნქტების შესახებ ინფორმაციას.

ქსელური დონე, თავის ფუნქციიდან გამომდინარე, ყველაზე უფრო რთულია დონეთა იერარქიაში. ყველა სხვა დონეზე დასაკავშირებელი პროცესები წყვილებს ქმნიან – კავშირის ხაზის თითოეულ მხარეზე თითო პროცესი მიდის. ქსელურ დონეზე კი, რადგანაც პაკეტების გაგზავნა სხვადასხვა მიმართულებით შეიძლება მოხდეს, მოცემულ კვანძს, ბუნებრივია, ორზე მეტი რაოდენობის კვანძთან დასჭირდება ურთიერთობის დამყარება.

ქსელურ დონეს სატრანსპორტო დონიდან მიეწოდება არხში გადაცემისათვის განკუთვნილი პაკეტები და იგი იღებს გადაწყვეტილებას, რომელი მიმართულებით გააგზავნოს ისინი, ანუ ასრულებს მარშრუტიზაციის

(კომპიუტაციის) ფუნქციას. და პირიქით, არხის დონიდან მიღებულ პაკეტებს ქსელური დონე საკუთარი კვანძის სატრანსპორტო დონეს გადაუგზავნის.

ამ დონეზე აგრეთვე ხდება ქსელის გადატვირთვის კონტროლიც. როცა ქსელი პაკეტების გადაცემას აყოვნებს, ინფორმაცია რომ არ დაიკარგოს, იგი დროებით შეინახება პაკეტებისათვის განკუთვნილ ბუფერულ მეხსიერებაში.

ზოგჯერ მარშრუტიზატორის ქსელურ ადაპტერს არ შეუძლია გამგზავნი კომპიუტერიდან მიღებული დიდი ბლოკების ქსელში გადაგზავნა. მაშინ ამ დონეზე ისინი უფრო მცირე ზომის ბლოკებად დაიყოფა, ხოლო საწყის ბლოკებად მიმღები კომპიუტერის ქსელურ დონეზე აიწყობა.

5.1.4. სატრანსპორტო დონე (Transport)

სატრანსპორტო დონეზე ხდება ზედა დონიდან გადმოცემული შეტყობინებების დაყოფა პაკეტებად (ანდა მოკლე შეტყობინებების ერთ პაკეტში გაერთიანება).

მიმღები კომპიუტერის მხარეზე შეტყობინება თავდაპირველი სახით აიწყობა, რისთვისაც პაკეტები სპეციალურად გამოყოფილ ბუფერში საჭირო სახით უნდა დალაგდნენ. თუ ბუფერი საკმაო ზომის არ გახლავთ, ამასთან, მისით მრავალი მომხმარებელი სარგებლობს, საქმე რთულდება. შეტყობინების აწყობის პრობლემა განსაკუთრებით ძნელად გადასაწყვეტი მაშინ ხდება, როცა პაკეტების თანმიმდევრობის დაცვა ვერ ხერხდება.

სატრანსპორტო დონეზე დასაშვებია, საერთო დანიშნულების პუნქტის არსებობის შემთხვევაში, ერთი ქსელური დონის სეანსში რამდენიმე ნელი სეანსი გაერთიანდეს. შედეგად, მთლიანი ნაკადისათვის საგრძნობლად მცირდება მმართველი ბიტების რიცხვი.

თუ ერთმანეთს უკავშირდება ორი არათავსებადი ქსელური დონის ქსელი (ასეთი შეერთება ხორციელდება სპეციალური კვანძების – რატების მეშვეობით), სატრანსპორტო დონემ მოცემული სახის პაკეტებს უნდა მისცეს მეორე ქსელში პაკეტებისათვის მიღებული ფორმა.

სატრანსპორტო დონე განსაკუთრებულ როლს თამაშობს ლოკალური ქსელების გლობალურთან დაკავშირებისას. რადგანაც ლოკალური ქსელის ქვედა სამი დონე არსებითად განსხვავდება გლობალური ქსელის შესაბამისი დონეებისაგან, სწორედ ამ შეუთავსებლობის გადალახვა უნდა მოხდეს სატრანსპორტო დონეზე.

5.1.5. სეანსური დონე (Session)

სეანსური დონე საშუალებას აძლევს ორ გამოყენებას (პროგრამას), ერთმანეთთან დაამყარონ, გამოიყენონ და დაამთავრონ სეანსად წოდებული კავშირი. ამ დონეზე მომხმარებელს საშუალება ეძლევა, შეარჩიოს:

- საკონტროლო წერტილები (checkpoints) მონაცემთა ნაკადისათვის. შედეგად, შეცდომის მოხდენის შემთხვევაში ხელახლა გადაიცემა მხოლოდ საკონტროლო წერტილის შემდეგ მომავალი მონაცემები;

- მონაცემების გადაცემის სიჩქარე;

- პროცესის ავარიულად დასრულებისა და რესტარტების მომენტები.

სეანსურ დონეზე ხდება შედწევის უფლებისა და გაწეული მომსახურებისათვის ფასის განსაზღვრის საკითხების გადაწყვეტა.

ზოგიერთ ქსელებში შესაძლოა, რომ სეანსური, სატრანსპორტო და ქსელური დონეების ფუნქციები ერთმანეთისაგან მკვეთრად არც იმიჯნებოდეს. ხდება კიდევ, რომ სამივე მათგანი ერთ დონედ წარმოგვიდგება.

5.1.6. წარმოდგენითი დონე (Presentation)

ამ დონეზე განისაზღვრება მონაცემების წარმოდგენის სახე. მაგალითად, თუ პროცესში მონიტორიც გამოიყენება, მისთვის უნდა მომზადდეს ინფორმაცია განსაზღვრული სიგრძისა და რიცხვის სტრუქტურებისაგან შემდგარი კადრის სახით.

აღნიშნულ დონეზე ხდება, აგრეთვე, მონაცემების შიფრაცია და შეკუმშვა. ბოლო ოპერაცია, საერთოდ, ნებისმიერ დონეზე შეიძლება განხორციელდეს, მაგრამ ამ დონეზე შესაძლებელია გათვალისწინებულ იქნეს სწორედ მოცემული სეანსის მონაცემებისთვის დამახასიათებელი ინდივიდუალური საჭარბე.

წარმოდგენით დონეზე მუშაობს რედიქტორიც – უტილიტა, რომლის დანიშნულება გახლავთ შეტანა/გამოტანის ოპერაციების გადამისამართება სერვერისათვის.

5.1.7. გამოყენებითი დონე (Application)

ამ ყველაზე ზედა დონეზე ხდება გამოყენებითი პროცესების მიერ ქსელური პროცესების ინიცირება. აქ ვირჩევთ, რას გვსურს მივმართოთ: მონაცემთა ბაზებს, ელექტრონულ ფოსტას, თუ დაშორებული კომპიუტერიდან ფაილების გადმომწერ პროგრამას და ა.შ. აქედან ყველაზე მაღალი დონის ბრძანებების გაცემით იმართება ქსელში მიმდინარე პროცესები, მონაცემთა ნაკადები, მიიღება გადაწყვეტილებები, რა ზომები იქნეს მიღებული კავშირის შეფერხების შემთხვევაში და სხვ.

ამრიგად, ჩვენ განვიხილეთ ურთიერთკავშირში მყოფ კომპიუტერებს (სისტემებს) შორის მიმდინარე ქსელური პროცესების მართვის 7-დონიანი OSI მოდელის სქემა.

სქემის მთავარი თავისებურება ის არის, რომ გადაცემის პუნქტიდან მიმდებ პუნქტამდე შეტყობინებამ უნდა გაიაროს ყველა დონე, რაც, ცხადია, ინფორმაციის გადაცემის პროცესს ანელებს. სამაგიეროდ, პროცესის ამგვარი სტანდარტიზაცია, შესაბამისი პროტოკოლების მიერ მართვისას, საშუალებას იძლევა ერთმანეთს დაუკავშირდეს მსოფლიოს ნებისმიერ ორ პუნქტში მყოფი კომპიუტერები და სხვადასხვა სახის ტერმინალებიც.

5.2. IEEE Project 802-ის მოდელი

70-იანი წლების ბოლოს ამერიკულმა ორგანიზაციამ (Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE) დაამუშავა სტანდარტები ლოკალურ ქსელებში გამოყენებული ქსელური ფირფიტებისა და საკაბელო სისტემებისათვის, ანუ OSI მოდელის ფიზიკური და არხის და ისინი 1980 წელს Project 802 –ის სახელწოდებით გამოაქვეყნა.

Project 802 იყოფა 12 კატეგორიად 801.1-დან 802.12-მდე.

აღნიშნულმა პროექტმა დააზუსტა (გააფართოვა) OSI მოდელი. კერძოდ, ლოკალურ ქსელებში არხის დონე ამ პროექტის მიხედვით წარმოდგენილი იქნა ორი ქვედონის სახით:

1. ლოგიკური კავშირის მართვა (Logical Link Control);
2. გადაცემის არეში შეღწევის მართვა (Media Access Control).

პირველი ქვედონე პასუხს აგებს კომპიუტერებს შორის კავშირის დამყარება/გაწყვეტაზე, მონაცემების ნაკადის მართვასა და კადრების მიღების შესახებ გამგზავნი მხარის ინფორმირებაზე. კავშირის მოცემული არხისათვის განისაზღვრება ინტერფეისის ლოგიკური წერტილები, მომსახურების სხვადასხვა სახეების არჩევის მიზნით.

მეორე ქვედონე უზრუნველყოფს რამდენიმე ქსელური ფირფიტის მიერ ფიზიკურ დონესთან ერთობლივი შეღწევისას კონფლიქტური სიტუაციების გამორიცხვას. ამ ქვედონეზე განისაზღვრება კადრების საზღვრები, ხდება კადრების მისამართების გამოცნობა და შეცდომების აღმოჩენა.

5.3. დრაივერები

როცა რომელიმე მოწყობილობას კომპიუტერს მიუერთებთ, მას ოპერაციულ სისტემასთან ურთიერთობისათვის ესაჭიროება “შუამავალი” პროგრამა, ე.წ. **დრაივერი**, რომელიც შეატყობინებს კომპიუტერს, თუ როგორ უნდა წარიმართოს ამ მოწყობილობასთან სისტემის მუშაობა, რათა მაქსიმალური ეფექტიანობით იქნეს რეალიზებული მოწყობილობის შესაძლებლობები.

კომპიუტერებისთვის მოწყობილობებს უამრავი ფორმა უშვებს. იმის გამო, რომ ყოველი მათგანი გარკვეული სპეციფიკით ხასიათდება, დამპროექტებლები ქმნიან საკუთარ დრაივერებს, ჩაწერენ მათ დისკეტაზე და მოწყობილობასთან ერთად კომპლექტში ყიდიან. პოპულარული და შემოწმებული დრაივერები უშუალოდ ოპერაციულ სისტემასაც მოჰყვება, შესაძლებელია მათი “გადმოქაჩვა” ინტერნეტიდანაც.

დრაივერები, ფაქტობრივად, ნებისმიერ მოწყობილობას ესაჭიროება, როგორცაა, მაგალითად:

- *თაგვი*
- *პრინტერი*
- *მულტიმედიის საშუალებები (მიკროფონი, ვიდეოკამერა, ჩამწერი)*
- *ქსელური ადაპტერის ფირფიტა*
- *ხისტი და მოქნილი დისკოები*
- *SCSI და IDE დისკური კონტროლერები და სხვ.*

შენიშვნა: **SCSI** ტიპის კონტროლერს შეუძლია ერთდროულად რამდენიმე მოწყობილობა (ხისტი დისკო, **CD-ROM** დისკოწამყვანი) მართოს. მათი გამოცვლა (და შესაბამისი დრაივერის დაყენება) ცალკე ხდება. **IDE** ტიპის კონტროლერი კი ამავე ტიპის დისკურ დამგროვებელშია ჩაშენებული.

დრაივერების დაყენება, როგორც წესი, გრაფიკული ინტერფეისის მეშვეობით ხდება. მაგალითად, **Windows** ოპერაციული სისტემა ამ მიზნით **Control Panel**-ს იყენებს.

თუ კომპიუტერში რომელიმე მოწყობილობა აღარ გვესაჭიროება, სისტემიდან უნდა ამოვაგდოთ მისი დრაივერიც, რათა მომავალში ახალი მოწყობილობის დაყენებისას კონფლიქტური სიტუაცია არ შეიქმნეს.

5.4. პროტოკოლები

პროტოკოლი არის წესებისა და პროცედურების სახით წარმოდგენილი სტანდარტი, რომელიც უზრუნველყოფს ქსელის ერთსახელა დონეებს შორის ურთიერთობის სწორად წარმართვას.

პროტოკოლის რეალიზაციის თავისებურებები განპირობებულია მისი ფუნქციებით, რომლებიც, თავის მხრივ, განისაზღვრება ზემოთ განხილულ ქსელის მართვის 7-დონიან სქემაში პროტოკოლის მიზმის ადგილით.

მოვიყვანოთ ეს სქემა თითოეული დონისათვის დანიშნულების მოკლე აღწერით.

<i>გამოყენებითი დონე</i>	მოთხოვნის ინიცირება (ან მიღება)
<i>წარმოდგენითი დონე</i>	პაკეტისათვის დაფორმატების, ასახვის და შიფრაციისათვის საჭირო ინფორმაციის დამატება
<i>სეანსური დონე</i>	ტრაფიკის შესახებ ინფორმაციის დამატება (პაკეტის გაგზავნის მომენტის ჩვენებით)
<i>სატრანსპორტო დონე</i>	ინფორმაციის დამატება შეცდომების აღმოსაფხვრელად
<i>ქსელური დონე</i>	კვანძის მისამართისა და მიმდევრობაში პაკეტის ადგილის შესახებ ინფორმაციის დამატება
<i>არხის დონე</i>	მონაცემთა კადრის (ფრეიმის) დონეზე შეცდომების აღმოსაჩენად ინფორმაციის დამატება და კადრის ფიზიკურ არხში გადასაცემად მომზადება
<i>ფიზიკური დონე</i>	ბიტების ნაკადის გადაცემა

ზედა სამი დონის პროტოკოლებს უწოდებენ გამოყენებითი ტიპის პროტოკოლებს, მომდევნო ორს - სატრანსპორტოს, ხოლო დანარჩენებს – ქსელური ტიპის პროტოკოლებს.

მწარმოებლები ხშირად რამდენიმე, ურთიერთთან კარგად შეთანხმებულ პროტოკოლებს ე. წ. პროტოკოლების სტეკის სახით უშვებენ ბაზარზე. მაგალითად, ძალიან პოპულარულია შემდეგი სტეკები:

TCP/ IP და IPX/ SPX.

ზოგჯერ სტეკს პროტოკოლების მთელ კრებულსაც უწოდებენ. მაგალითად, 7-დონიან სქემას შეესაბამება OSI ოქმების სრული სტეკი.

ოპერაციული სისტემის დაყენებისას ხდება პროტოკოლის ან პროტოკოლების სტეკის მიბმა შესაბამის დონესთან. შესაძლებელია ეს პროცესი ოპერაციული სისტემის დაყენების შემდეგაც განხორციელდეს. პროტოკოლი ან სტეკი შეიძლება კონკრეტულ ფიზიკურ კომპონენტსაც მიებას, რაც ყველაზე ხშირად ქსელური ფირფიტისათვის ხდება.

ერთიდაიგივე სტეკი ზოგჯერ რამდენიმე მიბმაშიც მონაწილეობს. კერძოდ, TCP/ IP სტეკი ზემოთ შეიძლება მივაბათ NetBIOS-ის სეანსურ დონეს, ხოლო

ქვემოთ - იმ დრაივერს, რომელიც, თავის მხრივ, ქსელური ადაპტერის ფირფიტასთან არის მიბმული.

დაბოლოს, დონეს (მოწყობილობას) ხშირად ებმება რამდენიმე, მსგავსი ფუნქციების მქონე პროტოკოლი. ერთსახელა დონესთან კავშირის დამყარებისას თავდაპირველად ხდება მიბმის სიაში პირველ ადგილზე მყოფი პროტოკოლის გამოყენების მცდელობა. თუ ეს ცდა წარუმატებლად დამთავრდა, მაშინ ხდება მეორე პროტოკოლისადმი მიმართვა და ა.შ.

დღეისათვის ყველაზე გავრცელებული პროტოკოლებია:

TCP/ IP;

NetBEUI;

X.25;

IPX / SPX და NWLink;

OSI.

მათ უფრო დაწვრილებით კონკრეტული ოპერაციული სისტემებისა და ინტერნეტის შესწავლის დროს გავეცნობით.

5.5. პროტოკოლებისა და ინტერფეისის

როლები მონაცემების გადაცემაში

ქსელში მხარეებს შორის ურთიერთქმედება შემდეგნაირად მიმდინარეობს:

A სისტემაში მიმდინარე გამოყენებითი პროცესი გამოიძუშავეს შეტყობინებას B სისტემაში მიმდინარე გამოყენებითი პროცესისათვის. ამასთან, მას არ სჭირდება, გაითვალისწინოს სხვა დონეებზე ინფორმაციის გადაგზავნის თავისებურებები. შეტყობინება ფიზიკურად გადის ყველა ქვედა დონეს, გადაიცემა კავშირის არხით და B სისტემაში იგივე დონეების, ოღონდ ქვემოდან ზემოთ გავლით მიეწოდება მიმდინარე პროცესს.

აღსანიშნავია, რომ საკუთარი შეტყობინებები უფრო დაბალი დონის პროცესებმაც შეიძლება გაუგზავნონ თავისივე დონის პროცესებს (ძირითადად, ეს მეორე და მესამე დონეებზე ხდება). ამგვარი შეტყობინებებით გადაიცემა მხოლოდ მართვისათვის საჭირო ინფორმაცია.

შეტყობინებას გაგზავნისას ყოველ დონეზე თავსა და ბოლოში ემატება მმართველი ინფორმაციის შემცველი ბიტები. მიმღებ მხარეზე ადგილი აქვს საპირისპირო ქმედებას – თითოეულ დონეზე ხდება შესაბამისი “ფრჩხილების” მოცილება.

მთელ ზემოთ აღნიშნულ პროცესს წარმართავენ ოქმები და ინტერფეისები. ოქმებზე წარმოდგენა ჩვენ უკვე შეგვექმნა.

ინტერფეისი განიმარტება, როგორც შეთანხმება, რომელიც განსაზღვრავს მეზობელ დონეებს შორის მონაცემთა გადაცემის ალგორითმსა და ამ მონაცემების სტრუქტურას.

ჩანს, რომ ოქმებს ინტერფეისებთან შედარებით, უფრო რთული ფუნქცია აკისრიათ, რადგანაც მათ თვალ-ყური უნდა ადევნონ შეტყობინების (პაკეტის) მოგზაურობას გაცილებით დიდ მანძილზე.

ოქმის აღწერისას გამოყოფენ მის ლოგიკურ და პროცედურულ მახასიათებლებს.

ქმის ლოგიკური მახასიათებელი განისაზღვრება შეტყობინების სტრუქტურითა და შინაარსით.

პროცედურული მახასიათებელი ალგორითმია, რომლის მიხედვითაც ხდება შეტყობინების დამუშავება.

5.7. მონაცემების გადაცემა კაბელის მეშვეობით

ქსელის მუშაობის თავისებურებებს დიდად განაპირობებს მასში გამოყენებული შეღწევის მეთოდი.

შეღწევის მეთოდი არის წესების ერთობლიობა ინფორმაციის მიღება-გადაცემისთვის ქსელური კაბელის მეშვეობით.

ჩვეულებრივ, ქსელურ კაბელთან რამდენიმე კომპიუტერია მიერთებული. ქსელის შეუფერხებლად მუშაობისათვის აუცილებელია ყოველი მათგანი ერთსა და იმავე შეღწევის მეთოდს იყენებდეს.

განვიხილოთ შეღწევის რამდენიმე მეთოდი. აქვე შევნიშნოთ, რომ პირველ ორს უფრო თეორიული მნიშვნელობა აქვს.

5.7.1. თავისუფალი შეღწევა კონფლიქტური სიტუაციების შემთხვევით

ქსელში ინფორმაციის გადაცემისას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს კონფლიქტურ სიტუაციას (კოლიზიას), როცა მოცემული კომპიუტერიდან გაგზავნილი პაკეტი არხში “ეჯახება” სხვა კომპიუტერიდან გაგზავნილ პაკეტს, ანუ ადგილი აქვს მათ ზედდებას დროში. ბუნებრივია, ასეთ შემთხვევებში მახინჯდება პაკეტში არსებული ინფორმაცია და საჭირო ხდება მისი ხელახლა გადაგზავნა ადრესატისათვის.

შეცდომის აღმოჩენის შემდეგ პაკეტი ქსელში დროის გარკვეული ინტერვალის გავლის შემდეგ გაიგზავნება განმეორებით. დაყოვნების დრო აირჩევა, როგორც თანაბრად განაწილებული შემთხვევითი სიდიდე, $[0, t]$ ინტერვალიდან.

კოლიზიების გამო, ცხადია, ქსელის ფაქტობრივი გამტარებლობა ნომინალურს ჩამორჩება. თუ ნომინალურ გამტარებლობას ერთის ტოლად ჩავთვლით, ფაქტობრივი გამტარებლობა $S \leq 1$.

S ფაქტობრივი გამტარებლობა განისაზღვრება T დროის მონაკვეთში არხში გადაცემული პაკეტების რიცხვით. თვით ამ მონაკვეთს ეწოდება ფანჯარა. იგი ტოლია არხში ერთი პაკეტის გადაცემის დროსი.

თუ არხში პაკეტების გადაცემაზე მოთხოვნების ინტენსივობაა G , ანუ T დროის მონაკვეთზე (ფანჯარაზე) მოდის G მოთხოვნა, მაშინ დაუმახინჯებლად გადაცემული პაკეტების რიცხვი - ფაქტობრივი გამტარებლობა

$$S = G \cdot e^{-2G} \quad (1)$$

S სიდიდე მაქსიმუმს აღწევს $G = 0.5$ მნიშვნელობისათვის და ტოლია

$$S_{\max} = 0.5 \cdot e^{-1} \quad \text{ანუ დაახლოებით } 0.184 \text{ პაკეტი/ფანჯარის.}$$

ეს შედეგი გვეუბნება, რომ კოლიზიების შემთხვევითი თავისუფალი შეღწევის მეთოდი გამოიყენებს არხის გამტარუნარიანობის მხოლოდ 18.4%-ს.

როცა ქსელში ჩართული აბონენტების რიცხვი სასრულია და, ვთქვათ, M -ის ტოლია, მაშინ:

$$S = G*(1-G/M)^{2M-1} \quad (2)$$

როდესაც $M \rightarrow \infty$, მაშინ (2) ფორმულა (1)-ში გადადის.

პაკეტის გადაცემაზე საშუალო ცდების რიცხვი განისაზღვრება ფორმულით:

$$n = G*S^{-1}$$

5.7.2. სინქრონული თავისუფალი შეღწევა კონფლიქტური სიტუაციების შემთხვევით

ამ შემთხვევაში პაკეტების გადაცემა ხდება არა დროის შემთხვევით მომენტებში, არამედ სინქრონიზაციის სიგნალით განსაზღვრულ შუალედებში.

ტაქტის ხანგრძლივობა განისაზღვრება დროის T მონაკვეთით, ანუ ფანჯრით.

თუ $M \rightarrow \infty$, მონოარხში დაუმახინჯებლად გადაცემული პაკეტების რიცხვი

$$S = G*e^{-G}$$

როცა $M \leq N$, მაშინ:

$$S = G*(1-G/M)^{M-1}$$

ეს სიდიდე მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს, როცა $G=1$ და ტოლია:

$$S = 1/e \quad \text{ანუ დაახლოებით } 0.368 \text{ პაკეტი/ფანჯრის.}$$

ქსელის გამტარუნარიანობა ამ შემთხვევაში ორჯერ იზრდება, მაგრამ საჭირო ხდება სინქრონიზაციის სიგნალების გენერატორის და ამ სიგნალების გადასაცემად დამატებითი არხების გათვალისწინება, რაც ქსელს აძვირებს, მისი მუშაობის საიმედოობას კი ამცირებს.

5.7.3. თავისუფალი შეღწევა საყრდენი სიხშირის შემთხვევით

ამ მეთოდის გამოყენებისას კომპიუტერი ამოწმებს, თავისუფალია თუ არა არხი. მაგრამ, რადგანაც სიგნალების გავრცელებას გარკვეული დრო სჭირდება, კოლიზიების სრული გამორიცხვა მაინც ვერ ხერხდება, თუმცა, ცხადია, მათი რიცხვი წინა შემთხვევებთან შედარებით, გაცილებით მცირდება.

გამოვთვალეთ არხის გამტარუნარიანობა მოცემული შემთხვევისათვის. დაუშვათ, კომპიუტერების თითოეული წყვილისათვის სიგნალების გავრცელების დრო ერთნაირია და α -ს ტოლია. თუ ერთი მათგანი პაკეტის გადაცემას იწყებს დროის t მომენტში, მაშინ მეორე კომპიუტერი $t + \delta$ ($\delta < \alpha$) დროის განმავლობაში არხს თავისუფალ მდგომარეობაში მყოფად აღიქვამს და იგი არხში გადაცემს პაკეტს, რასაც მოჰყვება კონფლიქტური სიტუაციის შექმნა. გამოთვლებმა აჩვენა, რომ ამ მეთოდისათვის:

$$S = G*e^{-\beta * G} / G*(1+2\beta)+ e^{-\beta * G} \quad \text{აქ } \beta = \alpha / T$$

როდესაც $\beta \rightarrow 0$, მაშინ:

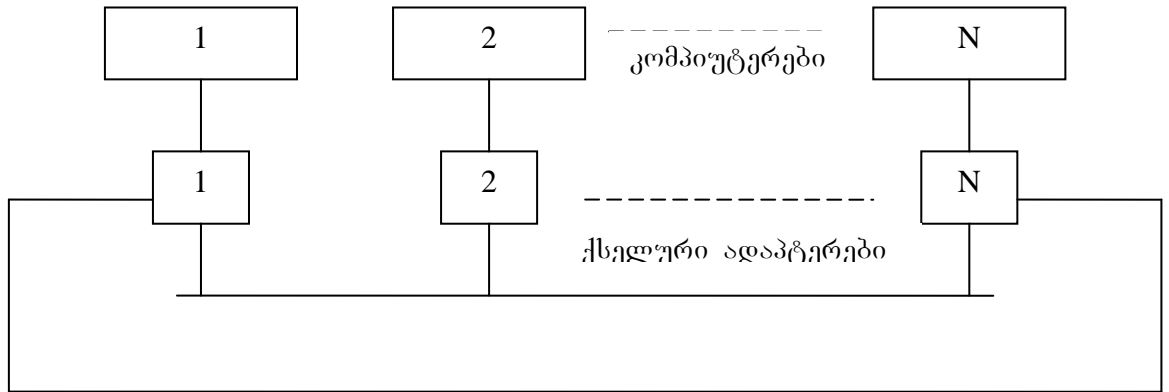
$$S = G / G+1$$

რადგანაც $\alpha \ll T$, G მოთხოვნების რიცხვის ზრდისას S უახლოვდება არხის მაქსიმალურ გამტარუნარიანობას.

5.7.4. შეღწევა მარკერის გადაცემით

მარკერის გადაცემით შეღწევა რამდენადმე განსხვავებული სახით ხორციელდება მაგისტრალურ და რგოლურ სტრუქტურებში.

მაგისტრალური სტრუქტურის ქსელში გამოიყენება შემდეგი სქემა:



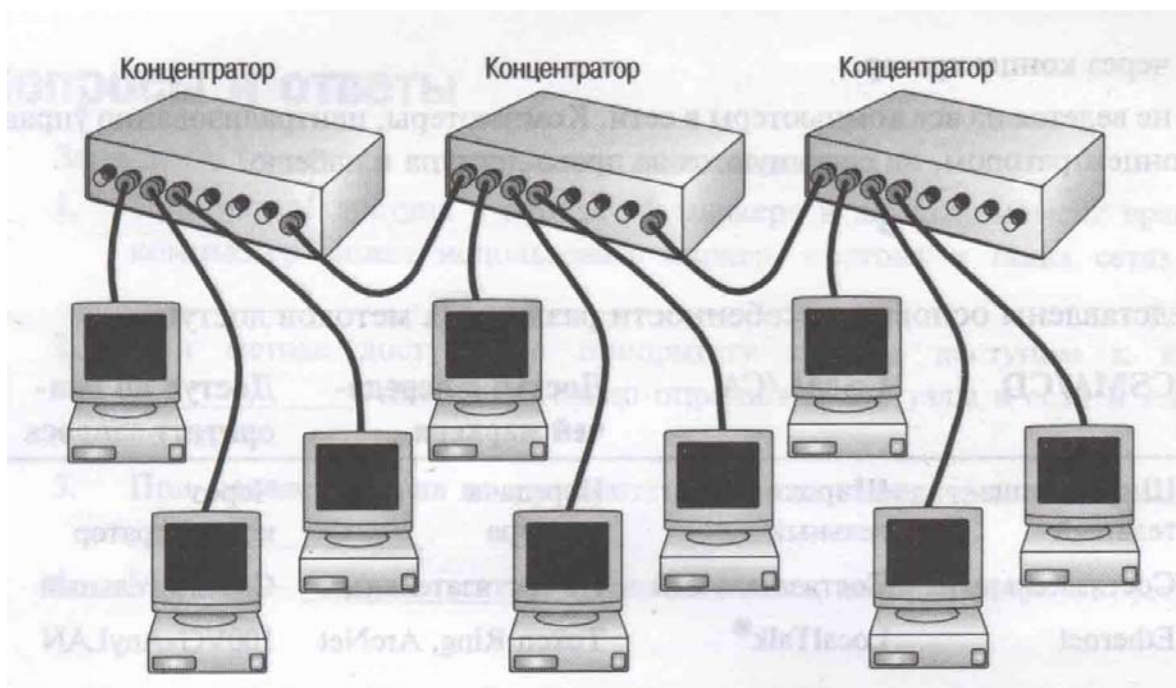
როგორც ვხედავთ, კომპიუტერებისაგან განსხვავებით, ქსელური ადაპტერები რგოლური ჯაჭვით არიან ერთმანეთთან დაკავშირებული. ადაპტერებს შორის ხდება სპეციალური პაკეტის – მარკერის გადაცემა. იგი ერთგვარი ესტაფეტის როლს ასრულებს. თუ მარკერის მიღების მომენტში ადაპტერში გადასაცემი პაკეტი არ არსებობს, ეს ადაპტერი ესტაფეტას გადასცემს მომდევნო ადაპტერს და ა.შ. საპირისპირო შემთხვევაში მარკერი (ესტაფეტა) მომდევნო ადაპტერს მხოლოდ მას შემდეგ გადაეცემა, როცა «მშვიდობიანად» დასრულდება მისი საკუთარი პაკეტის ქსელში მოგზაურობა. ინფორმაციას გაგზავნილი პაკეტის დანიშნულების ადგილამდე მიღწევის შესახებ მისი გამგზავნი კომპიუტერი იღებს უკან დაბრუნებული ოდნავ მოდიფიცირებული პაკეტის სახით (პაკეტის თავში იცვლება ერთადერთი ბიტის მნიშვნელობა - უტოლდება 1-ს).

გამორიცხული არ გახლავთ, რომ ქსელში შეფერხებების გამო გაგზავნილი პაკეტი დაიკარგოს. ეს ფაქტი დადგინდება წინასწარგანსაზღვრული ტაიმ-აუტის გასვლის შემდეგ ერთ-ერთი კომპიუტერის მიერ და იგი მოახდენს მარკერის ხელახლა გენერირებას. ლოკალურ ქსელში ამ მიზნის განსახორციელებლად წინასწარ აირჩევა ერთი (ან რამდენიმე) კომპიუტერი. ამ კომპიუტერის ფუნქციებში შედის აგრეთვე ქსელის ჩართვის მომენტში მარკერის შექმნა.

5.7.5. შეღწევა მოთხოვნების პრიორიტეტის მიხედვით

ეს მეთოდი გამოიყენება «ვარსკვლავი-სალტე» ტოპოლოგიის ქსელებისათვის. Ethernet-ის სტანდარტის ასეთ ქსელებს შეუძლიათ ინფორმაცია 100 მბიტ/წმ სიჩქარით გადასცენ.

პრიორიტეტული შეღწევის მეთოდი ითვალისწინებს «ვარსკვლავი-სალტე» კონფიგურაციის ქსელების აგების თავისებურებებს. მოვიყვანოთ ასეთი ქსელების სქემა:



ნახ. 5.7.5-1. «ვარსკვლავი-სალტე» ტოპოლოგიის ქსელი მოთხოვნების პრიორიტეტის მიხედვით შეღწევით

ქსელი აგებულია კონცენტრატორებისა და განაპირა კვანძებისაგან. კვანძის როლი შეიძლება დაეკისროს კომპიუტერს, ხიდს, მარშრუტიზატორს ან კომუტატორს. კონცენტრატორები თანმიმდევრულად გამოკითხავენ კვანძებს, აქვთ თუ არა მათ მოთხოვნები ინფორმაციის გადაცემაზე. თუ აღმოჩნდება, რომ ასეთი მოთხოვნა რამდენიმე კვანძს გააჩნია, უპირატესობა ენიჭება მათ შორის უფრო მაღალი პრიორიტეტის მქონეს.

პრიორიტეტული შეღწევის ქსელებში კავშირის არხად გამოიყენება 8 გამტარისაგან შემდგარი კაბელი. ამასთან, ოთხიდან თითოეული წყვილი ერთდროულად მუშაობს ინფორმაციის როგორც მიღებასა, ასევე – გადაცემაზეც. წყვილში ინფორმაცია გადაცემა 25 მპც სიხშირით გადაიცემა.

მოცემული ტიპის ქსელებში თითოეული კონცენტრატორი შეზღუდული რაოდენობის კვანძებს განაგებს, რაც ზრდის ქსელის ფუნქციონირების ეფექტიანობას. ამასთან, ინფორმაციის გამგზავნი და მიმღები კომპიუტერების დიალოგში ჩართულია 1 ან 2 კონცენტრატორი. სხვა კომპიუტერებს ეს ურთიერთობა არ ეხებათ.

6. ქსელური არქიტექტურის სახეები

ქსელური არქიტექტურა წარმოადგენს სტანდარტების, ტოპოლოგიების და პროტოკოლების ერთობლიობას, რომლებიც მთლიანობაში ქმნიან ქსელს.

განვიხილოთ დღეისათვის ყველაზე მეტად გავრცელებული ქსელური არქიტექტურები.

6.1. Ethernet

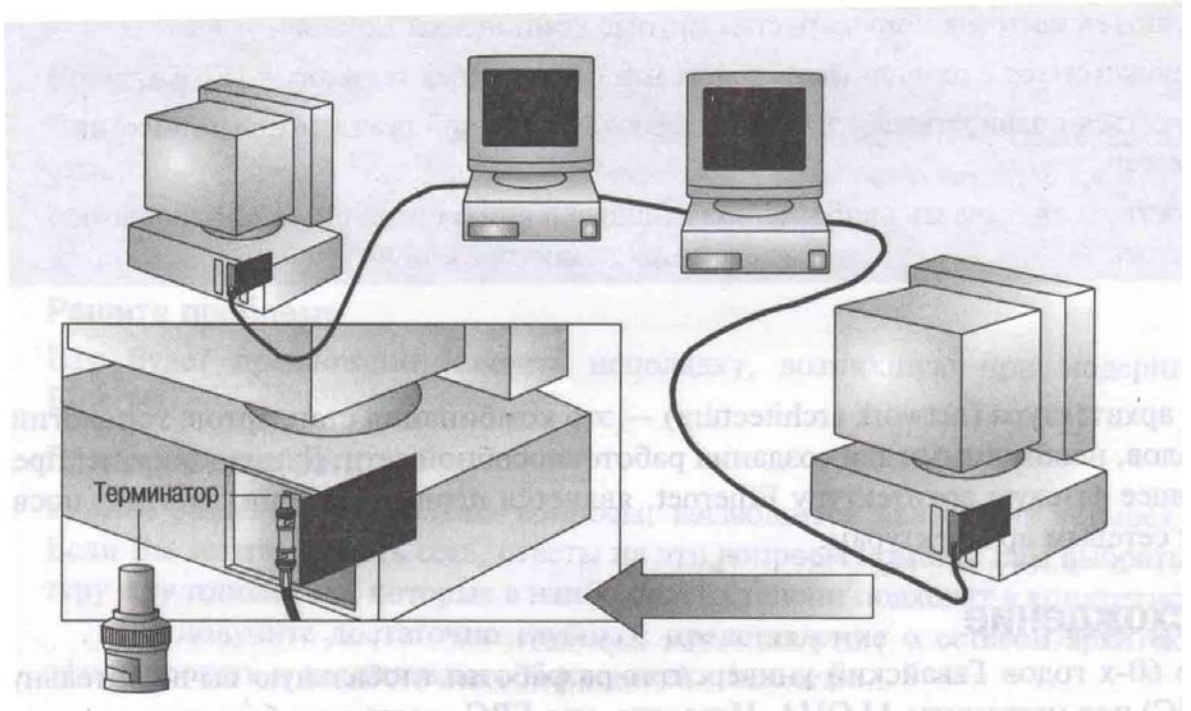
ძირითადი მახასიათებლები

Ethernet განსაკუთრებით პოპულარული ქსელური არქიტექტურა გახლავთ. იგი იყენებს «სალტე» ტოპოლოგიასა და არხში თავისუფალი შეღწევის რომელიმე მეთოდს. მონაცემები მიმღებს ეგზავნება ბიტების სტრიქონის სახით.

ამრიგად, არ ხდება სიგნალების მოდულაცია-დემოდულაცია, ანუ არ გამოიყენება მოდემი. ინფორმაცია გადაიცემა არანაკლებ 10 მბიტ/წმ სიჩქარით. Ethernet-ის უახლესი სტანდარტებისათვის კი ეს სიჩქარე 5-10-ჯერ უფრო მეტია.

კაბელის ორივე მხარეს დაყენებულია ტერმინატორები.

ტრადიციული წრფივი ტოპოლოგიის გარდა, დასაშვებია «ვარსკვლავი-სალტე» ტოპოლოგიის გამოყენებაც.

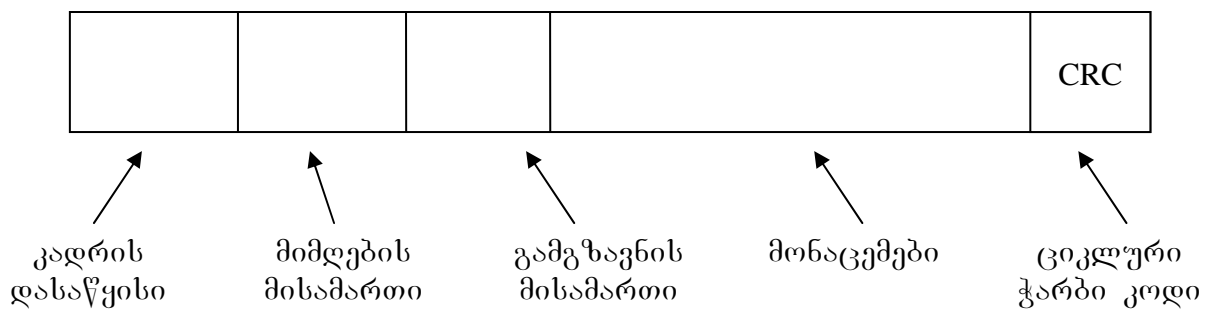


ნახ. 6.1-1. სალტური ტოპოლოგიის Ethernet ქსელი ტერმინატორებით კაბელის ორივე ბოლოზე

კადრის (ფრეიმის) ფორმატი

კადრი Ethernet-ისთვის მთლიანი ბლოკის ქვემოთ წარმოდგენილი პაკეტია, რომლის სიგრძე 64 - 1518 ბაიტის ფარგლებში იცვლება. აქედან მინიმუმ 18 ბაიტი მოდის მმართველ ინფორმაციაზე. ამრიგად, “სუფთა” მონაცემების წილად რჩება 64 - 1500 ბაიტი.

კადრის სტრუქტურა შემდეგი სახისაა:



IEEE-ის სტანდარტები 10 მბიტ/წმ სიჩქარის Ethernet-ქსელებისთვის

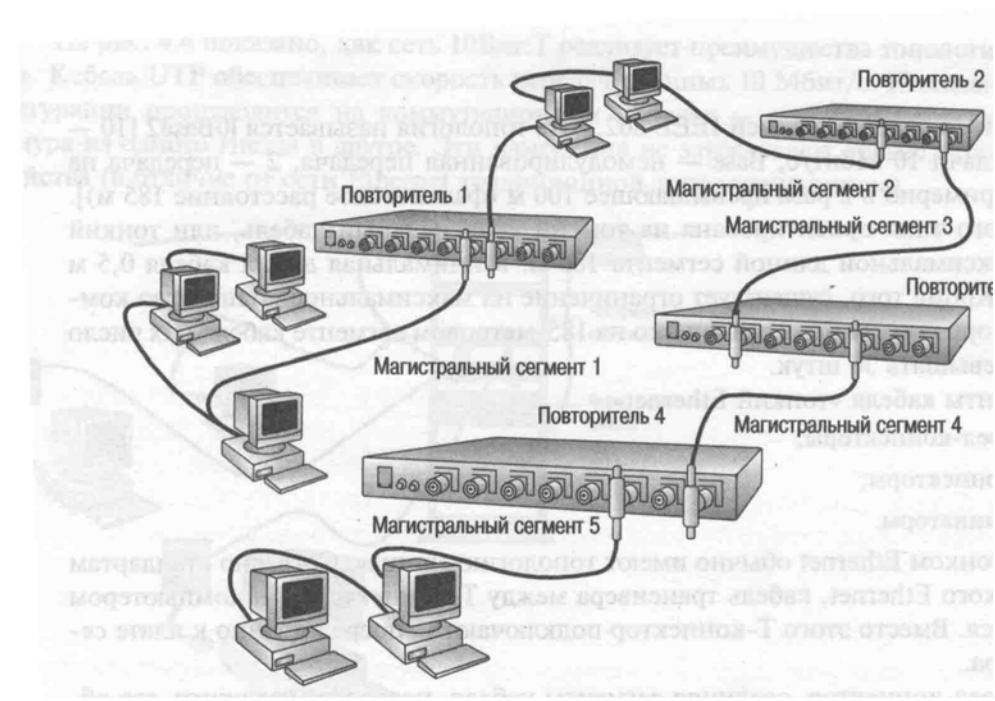
IEEE-ის სტანდარტებით 10 მბიტ/წმ სიჩქარის Ethernet-ქსელებისთვის გამოიყენება შემდეგი 4 ტოპოლოგია:

- 10 Base T;
- 10 Base 2;
- 10 Base 5;
- 10 Base FL.

10 აღნიშნავს მონაცემების გადაცემის სიჩქარეს (მბიტ/წმ), Base მიუთითებს, რომ ხორციელდება არამოდულირებული გადაცემა, T გვამცნობს, რომ გამოიყენება მავთულების დაწნული წყვილი.

შევნიშნოთ, რომ 10 Base T ტოპოლოგიის გამოყენების შემთხვევაში სეგმენტის მაქსიმალური სიგრძე 100 მეტრს არ უნდა აღემატებოდეს, მაშინ, როცა მომდევნო ორი ტოპოლოგიისათვის ეს სიდიდე, შესაბამისად, ორჯერ და 5-ჯერ მეტი შეიძლება იყოს. ამასთან, 10 Base 2 ტოპოლოგია გულისხმობს წვრილი, ხოლო 10 Base 5 მსხვილი კოაქსიალური კაბელის გამოყენებას. ორივე ეს ტექნოლოგია ქსელის კონფიგურებისას იყენებს ე.წ. 5-4-3 წესს, რაც გულისხმობს, რომ ქსელის კაბელი მაქსიმუმ 5 სეგმენტისაგან შეიძლება შედგებოდეს. მათგან მხოლოდ სამს შეიძლება მიუერთდეს კომპიუტერები. ორი სეგმენტი განმმეორებლებისათვის არის დარეზერვირებული. 5 სეგმენტს ერთმანეთთან აკავშირებს 4 განმმეორებელი.

ქვემოთ ნაჩვენებია ასეთი წესით აგებული 10 Base 2 ტოპოლოგიის ქსელი:



ნახ. 6.1-2. 5-4-3 წესის მიხედვით შედგენილი ქსელი:
5 სეგმენტი, 4 განმმეორებელი, 3 სეგმენტი სადგურების მისაერთებლად

IEEE-ის სტანდარტებით 100 მბიტ/წმ სიჩქარის Ethernet-ქსელებისთვის

ხშირად საჭიროა, ქსელები გაცილებით მეტი სიჩქარით გადასცემდნენ ინფორმაციას, მაგალითად, ეს მოითხოვება ვიდეოსისტემებისათვის. ასეთ შემთხვევებში იყენებენ გაუმჯობესებულ სტანდარტებს, როგორებიც გახლავთ:

10 0 BaseVG-AnyLAN Ethernet (10 0 BaseVG);

10 BaseX Ethernet (Fast Ethernet).

ჩამოვთვალოთ პირველი მათგანის ძირითადი თავისებურებანი:

- მონაცემების გადაცემის მინიმალური სიჩქარეა 100 მბიტ/წმ ;
- კასკადურ-ვარსკვლავური ტოპოლოგია იყენებს მავთულების დაწნულ წყვილს და ოპტიკურ-ბოჭკოვან კაბელს;
- მოთხოვნის ორდონიანი პრიორიტეტის მიხედვით შედწევა;
- ცენტრალურ (მშობელ) კონცენტრატორთან ვარსკვლავური სქემით დაკავშირებულია შვილობილი კონცენტრატორები, რომელთაც უერთდებიან კომპიუტერები.

მეორე სტანდარტი კი წარმოადგენს Ethernet-ის ქსელის გაფართოებას. იგი იყენებს თავისუფალი შედწევის მეთოდს და «ვარსკვლავი-სალტე» ტოპოლოგიას.

დაბოლოს, აღვნიშნოთ, რომ Ethernet-არქიტექტურის ქსელების წარმადობის ასამაღლებლად ხშირად მიმართავენ ასეთ ხერხს:

გადატვირთულ სეგმენტს ჰყოფენ ორ სეგმენტად და მათ ერთმანეთთან აერთებენ ხიდით ან მარშრუტიზატორით (ამ მოწყობილობების დანიშნულებას დაწვრილებით ქვემოთ განვიხილავთ).

შეეცადეთ ახსნათ, როგორ ეფექტს მოიტანს და რის გამო ასეთი მიდგომა.

სხვა არქიტექტურის მქონე ქსელებიდან აღსანიშნავია Token Ring, AppleTalk და ArcNet.

Token Ring არქიტექტურის ქსელის თავისებურება გახლავთ მარკერის გადაცემის მექანიზმის გამოყენება.

AppleTalk არქიტექტურის ქსელი ორიენტირებულია Macintosh კომპიუტერებზე.

ArcNet შედარებით მოძველებული არქიტექტურის ქსელია.

სამივე ტიპის ქსელი ჩვენთან ნაკლებად გამოიყენება, რის გამოც მათ დაწვრილებით აღარ განვიხილავთ.

7. “კლიენტ-სერვერული” გარემო

ადრე გაბატონებულ ე.წ. მაინფრეიმულ გარემოში ინფორმაციის დამუშავება, მაგალითად, მონაცემების ბაზებთან დაკავშირებული ოპერაციები, თითქმის მთლიანად ერთ მძლავრ ცენტრალურ კომპიუტერზე სრულდებოდა, რომელსაც მოთხოვნებს გამოთვლებზე გადაუგზავნიდნენ ტერმინალები.

კლიენტ-სერვერულ ტექნოლოგიაში კი მონაცემების დამუშავების გარკვეულ ნაწილს თავის თავზე იღებს კომპიუტერი-კლიენტი.

კლიენტ-სერვერულ გარემოში ეფექტიანად წყდება ისეთი ამოცანები, როგორიცაა:

- მონაცემების ბაზებისადმი მიმართვა სხვადასხვა გამოყენებების მიერ:

- ელექტრონული ცხრილები;
- საბუღალტრო პროგრამები;
- დოკუმენტწარმოების გამოყენებები;
- ქსელის მართვა;
- ფაილების ცენტრალიზებული შენახვა.

მოვიყვანოთ კლიენტ-სერვერული ქსელის ფუნქციონირების მაგალითი SQL მონაცემთა ბაზისათვის. ეს პროცესი მოიცავს 6 ეტაპს:

1. კლიენტის მიერ მოთხოვნის ფორმირება;
2. მოთხოვნის ტრანსლირება SQL-ში;
3. კლიენტი-კომპიუტერიდან SQL მოთხოვნის სერვერზე გადაგზავნა;
4. სერვერის მიერ ბაზაში შესაბამისი მონაცემების ძებნა;
5. მონაცემების კლიენტისათვის გადაცემა;
6. მონაცემების გადაყვანა მომხმარებლისათვის ადვილად აღსაქმელ ფორმაში.

კლიენტ-სერვერული გარემო ორ ძირითად კომპონენტს შეიცავს:

1. გამოყენებას, რომელსაც ხშირად კლიენტს ან ინტერფეისულ ნაწილს (front-end) უწოდებენ;
2. მონაცემთა ბაზის სერვერს (მოკლედ, სერვერს) ანუ გამოყენებით ნაწილს (back-end).

კლიენტი, როგორც წესი, თავისი მოთხოვნის ფორმირებას ახდენს ეკრანული ფორმის დახმარებით. მასვე შეუძლია სერვერიდან გადმოგზავნილი ინფორმაცია მომხმარებელს სასურველი ფორმის ან ანგარიშის სახით წარმოუდგინოს. თუ მომხმარებელს შესაბამისი უფლებები აქვს, შეუძლია კორექტივებიც შეიტანოს სერვერზე განლაგებულ მონაცემთა ბაზებში.

რიგ შემთხვევებში აღნიშნული მოდელი იყენებს ე.წ. შენახვად პროცედურებსაც, რომლებიც წარმოადგენენ მონაცემების დამუშავებისათვის განკუთვნილ, წინასწარ დაწერილ და სერვერზე განლაგებულ მცირე ზომის პროგრამებს. მათ კლიენტები მიმართავენ. ერთი ასეთი პროცედურა ერთდროულად, ფაქტობრივად, ნებისმიერი რაოდენობის კლიენტმა შეიძლება გამოიძახოს. ამასთან, ცხადია, შესაძლებელია სერვერის დაცვა არასანქცირებული შედწევებისაგან. რადგანაც კლიენტის მოთხოვნა სერვერზე არსებულ პროცედურაში შემავალი ბრძანებების მთელი სერიის შესრულებას იწვევს, ასეთი მიდგომა, ცხადია, დიდად ამცირებს ქსელში ტრაფიკის მოცულობას.

8. დიდი ქსელები

თუ თავდაპირველად კომპიუტერებს ლოკალურ ქსელებში აერთიანებდნენ, შემდეგ ლოკალურმა ქსელებმაც იწყეს გაერთიანება უფრო დიდ ქსელებად საწარმოს, რეგიონის და ქვეყნის მასშტაბის დონეზე.

დაბოლოს, დედამიწის მასშტაბით ლოკალური და გლობალური ქსელების, ასევე ცალკეული კომპიუტერების გაერთიანების შედეგად შეიქმნა ინტერნეტი.

რადგანაც დიდი ქსელების შესაქმნელად უმთავრესი სპეციფიკური კომპონენტი მოდემი, დაწვრილებით გავეცნოთ მას.

8.1. მოდემის დანიშნულება, ტიპები, მახასიათებლები

მოდემი (მოდულატორ-დემოდულატორი) არის მოწყობილობა, რომლის მეშვეობით კომპიუტერები ერთმანეთს უცვლიან ინფორმაციას სატელეფონო ხაზით.

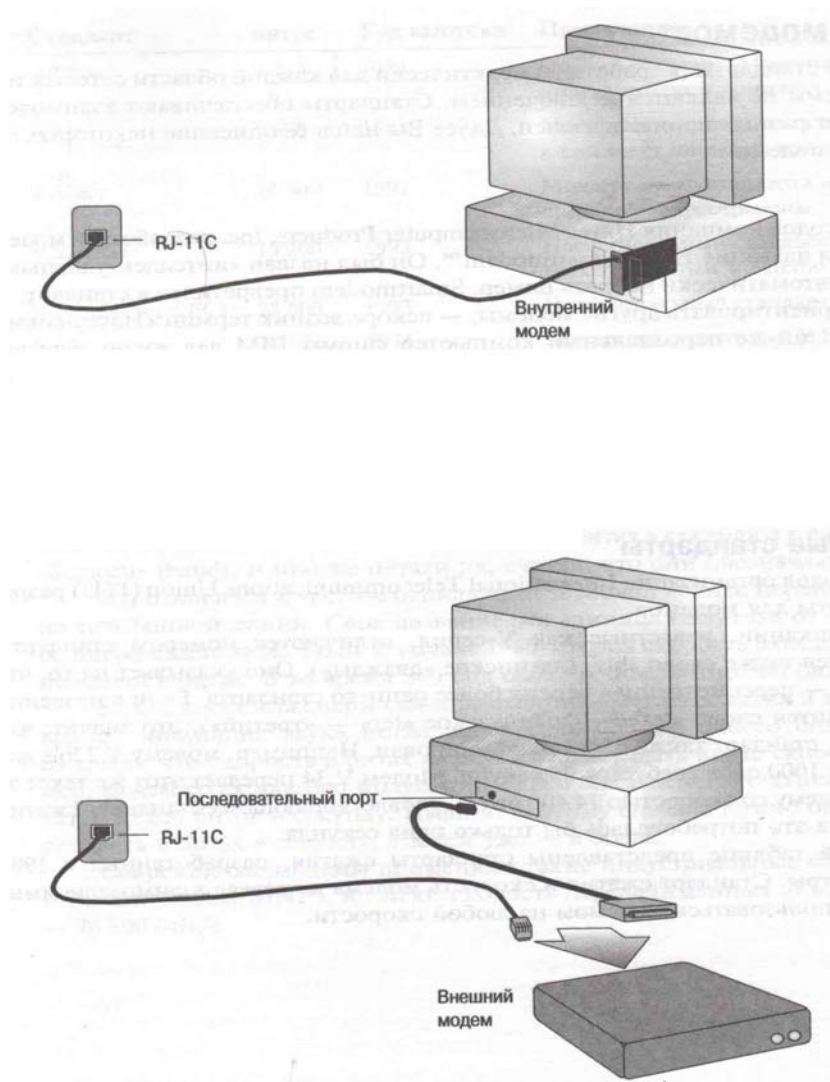
მოდემის გამოყენების საჭიროება მაშინ იქმნება, როცა კომპიუტერებს (ლოკალურ ქსელებს) შორის არსებული დიდი მანძილების გამო მათი კაბელებით დაკავშირება ვერ ხერხდება და კავშირიე დასამყარებლად სატელეფონო ხაზები გამოიყენება. ასეთი ხაზები კი ორიენტირებულია ანალოგიური და არა დისკრეტული (იმპულსური) სიგნალის გადაცემაზე.

მოდემის მეშვეობით გადამცემ მხარეზე ხდება დისკრეტული სიგნალების სახით წარმოდგენილი ინფორმაციის დატანა საყრდენ სიხშირეზე, ხოლო მიმღებ მხარეზე კი ხორციელდება საპირისპირო ქმედება ანუ დემოდულაცია – სატელეფონო ხაზით მიღებული ჯამური სიგნალიდან საჭირო ინფორმაციის გამოყოფა.

მოდემები ორი სახისაა: *შიდა* და *გარე შესრულების*.

პირველი მათგანი ჩაიდგმება დედაფირფიტის გაფართოების სლოტში. გარე მოდემი RS-232 სტანდარტის კაბელებით მიუერთდება კომპიუტერის მიმდევრობით პორტს.

ტელეფონის ქსელთან დაკავშირება ორივე სახის მოდემისათვის RJ-11 გასართებიანი კაბელებით ხდება.



ნახ. 8.1-1. შიდა და გარე მოდელების მიერთება

მოდემის დასახელება იწყება V ასოთი, სტანდარტის ნომრის შემდეგ შეიძლება ფიგურირებდეს bis ან turbo სიტყვა. ისინი მიუთითებენ ამ სტანდარტის შემდგომ მოდიფიცირებაზე.

მოდემის უმთავრესი მახასიათებელია წარმადობა. იგი იზომება ბიტი/წმ ერთეულებში. მიღებულია აგრეთვე წარმადობის ბოდებში გაზომვაც. მაგრამ რადგანაც თანამედროვე მოდელებში «ბიტი/წმ» ერთეული აღარ გახლავთ «ბოდი» ერთეულის ეკვივალენტი, უმჯობესია პირველი მათგანს დავეყრდნოთ.

მოდელების გავრცელებული სტანდარტებია:

V.22 bis 2400

V.32 9600

V.34 28900

V.42 57600

8.1.1. მოდემების ტიპები

მოდემის არჩევანს, უპირველეს ყოვლისა, განაპირობებს გადაცემი არხისათვის დამახასიათებელი კავშირის ტიპი. ასევე ითვალისწინებენ ქსელის დანიშნულებასაც.

ასინქრონული კავშირი

ასინქრონული კავშირი დამახასიათებელია სტანდარტული სატელეფონო ხაზებისათვის. მონაცემები მათში გადაიცემა ბიტების ნაკადის სახით. საწყისი ინფორმაციის თითოეული ბაიტი მოექცევა სასტარტო და საფინიშო ბიტებს შორის, რომელთა მეშვეობითაც ხდება გადაცემი და მიმღები კომპიუტერების მუშაობის კოორდინირება.

რადგანაც არხში ინფორმაციის გადაცემის დროს გამორიცხული არა არის მისი დამახინჯება, ასინქრონული გადაცემისას იყენებენ სპეციალურ ე.წ. ლუწობაზე შემოწმებულ ბიტს. მიმღებ მხარეზე ინფორმაციის სისწორის შემოწმება ხორციელდება ლუწობაზე კონტროლის გზით, რაც გულისხმობს გადაცემ და მიმღებ მხარეებზე ლოგიკური ერთიანის შემცველი ბიტების რაოდენობათა თანხვედრის შემოწმებას.

არხის წარმადობაზე გავლენას ახდენს არა მარტო მონაცემების გადაცემის სიჩქარე, არამედ მისი გამტარუნარიანობაც. ეს პარამეტრი განსაზღვრავს მთელ გადაცემულ ინფორმაციაში სასარგებლო ინფორმაციის წილს. ამ წილის გაზრდა შესაძლებელია მონაცემების შეკუმშვის გზით. საინტერესოა, რომ ერთსა და იმავე მოდემთან შეიძლება დაკავშირდეს მონაცემთა გადაცემის, შეკუმშვის და კონტროლის პროტოკოლების სხვადასხვა კომბინაციები.

სინქრონული კავშირი

სინქრონული კავშირის უზრუნველსაყოფად საჭირო ხდება დამატებითი კომპონენტების გამოყენება. შედეგად, ასეთი მოდემები ასინქრონულთან შედარებით უფრო ძვირადღირებულია.

ასინქრონული რეჟიმისაგან განსხვავებით, გადასაცემი ინფორმაცია იყოფა ბლოკებად – კადრებად, რომელთაც თავსა და ბოლოში სინქრონიზაციისათვის ემატებათ მმართველი ინფორმაცია – სპეციალური სიმბოლოები. რადგანაც თითოეული ბიტი დროის განსაზღვრულ მომენტებში ანუ სინქრონულად გადაიცემა, ცხადია, სასტარტო და საფინიშო ბიტების გამოყენება საჭირო აღარ არის.

მიმღებ მხარეს ხდება ინფორმაციის კონტროლი. მაგრამ შეცდომის აღმოჩენისას ინფორმაცია ადგილზე კი არ კორექტირდება, არამედ კადრი ხელახლა გადმოიგზავნება გამგზავნი კომპიუტერიდან.

სინქრონული კავშირი ციფრულ ქსელებში გამოიყენება. მხოლოდ შესაბამისი მოდემის დაყენება ასეთი კავშირის უზრუნველყოფისათვის საკმარისი არ არის. ამის გამო უფრო დაწვრილებით გავეცნოთ სატელეფონო ხაზების შერჩევასთან დაკავშირებულ საკითხებს.

არსებობს ორი ტიპის სატელეფონო ხაზები, რომელთა მეშვეობით ხორციელდება მოდემური კავშირი:

კომუტირებადი ხაზები. ისინი ჩვეულებრივი სატელეფონო ხაზებია. მომხმარებელი თითოეული სეანსისათვის თვითონ ამყარებს საჭირო შეერთებას. ციფრული კავშირისათვის განკუთვნილი ხაზებისათვის შესაძლებელია კავშირის

ხარისხის ამაღლება მონაცემთა შეკუმშვით, სინქრონული მოდემების გამოყენებით და შედეგად გადაცემის სიჩქარის 56 კილობიტ/წამამდე აყვანა.

გამოყოფილი (dedicated) ხაზები. მათ არენდირებულ (leased) ხაზებსაც უწოდებენ. შექმნილი არიან სპეციალურად მონაცემების გადასაცემად. მათი მეშვეობით კავშირი უზრუნველყოფილია განუწყვეტლივ – 24 საათის განმავლობაში, რის გამოც არსების კომპიტირება საჭირო აღარაა. მიუხედავად აღნიშნულისა, დიდ მანძილებზე ინფორმაციის გადაცემისას კომუტაციის საჭიროებას გვერდს მაინც ვერ ავუვლით. მაგრამ ასეთ შემთხვევებშიც კი კომპიტირებული არხი მომხმარებლისათვის გამოიყურება, როგორც გამოყოფილი ხაზი და იწოდება ვირტუალურ კერძო ქსელად (VPN).

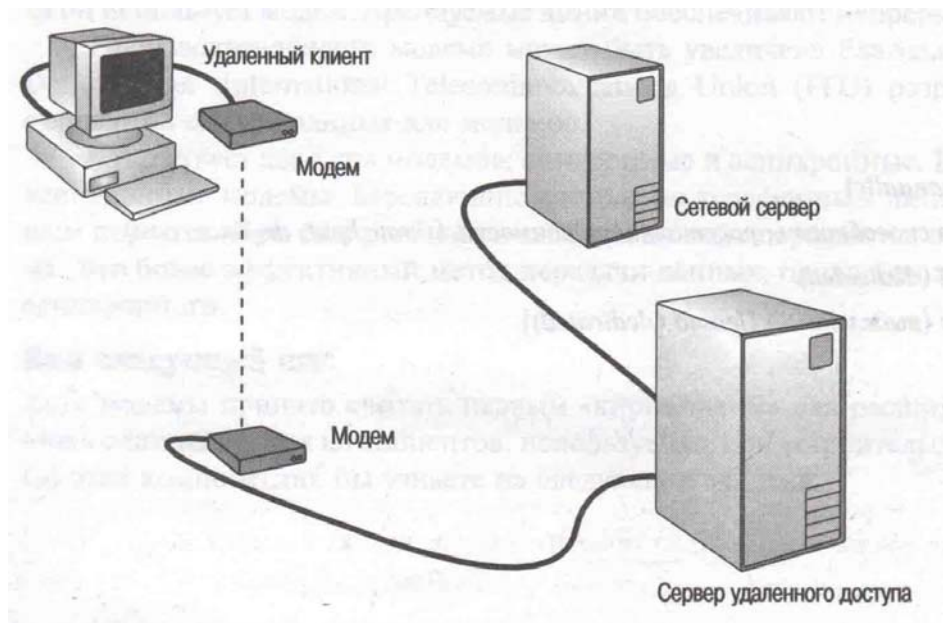
გამოყოფილ ხაზებში ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე ფართო დიაპაზონში შეიძლება იცვლებოდეს 56 კილობიტ/წმ-დან – 100 მეგაბიტ/წამამდე.

შორეული შეღწევა

შორეული შეღწევას მაშინ მიმართავენ, როცა მომხმარებელს, ვთქვათ, სახლიდან სურს ორგანიზაციის ლოკალურ ქსელში შესვლა და ისე მუშაობა, თითქოს იგი სამსახურში იმყოფებოდეს. უსაფრთხოების ჩვეულებრივი წესების დაცვის გარდა, აქ შესაძლებელია საჭირო გახდეს პირის იდენტიფიცირებისათვის დამატებითი ხერხების გათვალისწინებაც.

მართალია, მომხმარებელს ექმნება ილუზია, თითქოს მისთვის არაფერი შეცვლილა, მაგრამ, რადგანაც ქსელთან დაკავშირება მოდემის მეშვეობით ხდება, ცხადია, სერვერთან ინფორმაციის გაცვლის სიჩქარე გაცილებით მცირდება. თანამედროვე ქსელური ოპერაციული სისტემები ამგვარი წესით სერვერთან ასეულობით კომპიუტერის დაკავშირების საშუალებას იძლევიან.

შორეული შეღწევის უზრუნველსაყოფად ლოკალურ ქსელში აუცილებელია ე.წ. შორეული შეღწევის სერვერის ჩართვა. თუ «შორეული» მომხმარებლების რიცხვი დიდი არ გახლავთ, შეიძლება ეს ფუნქცია თავის თავზე აიღოს ლოკალური ქსელის რომელიმე სერვერმა. საჭიროა მხოლოდ მასზე რამდენიმე მოდემის მიერთება.



ნახ. 8.1.1-1. RAS-ის მეშვეობით დაშორებული მომხმარებლების ქსელთან მიერთება

შორეული მომხმარებლებისათვის ლოკალურ ქსელში შედწევას ძალიან აადვილებს PPTP «წერტილიდან-წერტილამდე» გვირაბული პროტოკოლის გამოყენება, რადგანაც ამ პროცესში უკვე ინტერნეტის ქსელი ერთვება. შედეგად, ბევრი ფუნქციის გადაბარება ხდება ინტერნეტისათვის, იაფდება ინფორმაციის ქსელში გადაგზავნა, რადგანაც საერთაშორისო სატელეფონო არხებით სარგებლობის ნაცვლად ვიყენებთ პროვაიდერების მიერ მოწოდებულ სერვისს.

სწორედ ეს ოქმი გამოიყენება ვირტუალური კერძო ქსელების (VPN) დაპროექტების დროსაც.

8.2. ქსელების გაფართოება

ქსელების გასაფართოვებლად გამოიყენება შემდეგი მოწყობილობები:

- განმმეორებლები
- ხიდები
- მარშრუტიზატორები
- ხიდი-მარშრუტიზატორები
- რაბები

8.2.1. განმმეორებლები (repeaters)

დიდ მანძილზე სიგნალის (იმპულსის) გადაცემის დროს იგი მიღევას განიცდის. ამ პროცესმა შეცდომა რომ არ გამოიწვიოს, ერთი გრძელი კაბელის ნაცვლად იყენებენ დასაშვები სიგრძის მქონე კაბელის სეგმენტებს, რომელთა შორისაც ჩაიდგმება განმმეორებელი. ეს მოწყობილობა სიგნალს აღუდგენს პირველად სახეს და მას ერთი სეგმენტიდან მეორეში გადააგზავნის.

აუცილებელია, რომ განმმეორებელი ორივე მხარეზე ქსელში შედწევის ერთსა და იმავე მეთოდს იყენებდეს, თუმცა დასაშვებია იცვლებოდეს სეგმენტის ფიზიკური სახე. კერძოდ, ერთ მხარეზე სეგმენტი შეიძლება კოაქსიალურ კაბელს წარმოადგენდეს, ხოლო მეორე მხარეზე კი – ოპტიკურ ბოჭკოს.

მრავალპორტიანი განმმეორებელი შეიძლება გამოვიდეს მრავალპორტიანი კონცენტრატორის როლშიც.

დაბოლოს, აღვნიშნოთ, რომ განმმეორებლები ინფორმაციას ორივე მხარეს გადასცემენ.

8.2.2. ხიდები (bridges)

ხიდები ასრულებენ განმმეორებლებისთვის დაკისრებულ ყველა ფუნქციას. მაგრამ დატებით მათ შეუძლიათ პაკეტი ჩადებული მისამართების წაკითხვა და მარშრუტიზაციის ცხრილის მეშვეობით დადგენა, თუ რომელ სეგმენტში უნდა გადაიგზავნოს პაკეტი. იმ შემთხვევაში, როცა ცხრილში საჭირო მისამართი ნაჩვენებია არ არის, პაკეტი ყველა დასაშვები მიმართულებით იგზავნება.

დასაწყისში მარშრუტიზაციის ცხრილი ცარიელია. მისი შევსება ხდება მიღებული პაკეტიდან ინფორმაციის წყაროთა მისამართების გადმოწერის საფუძველზე.

აქ ძალიან მნიშვნელოვანია ერთი მომენტი. თუ გამგზავნი და მიმღები კომპიუტერები ერთსა და იმავე სეგმენტში იმყოფებიან, პაკეტი სხვაგან აღარ

იგზავნება, ანუ ხდება პაკეტების ფილტრაცია, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ტრაფიკს.

ორი კაბელური სეგმენტის დასაკავშირებლად ერთი ხილია საჭირო. მაგრამ როცა ერთმანეთს უკავშირდება ორი დაშორებული ლოკალური ქსელი, ორივე მხარეს უნდა იქნეს გათვალისწინებული სინქრონული მოდემები და დაშორებული ხიდები. რადგანაც სატელეფონო კავშირი არც ისე საიმედოა, ზრდიან მარშრუტების რიცხვს. სპეციალურად შემუშავებული ალგორითმი ამ მარშრუტებიდან ერთ-ერთს ძირითადად შეარჩევს, დანარჩენების გამოყენება ხდება მაშინ, როცა ამ ძირითადი გზით სარგებლობა ვერ ხერხდება.

დასასრულ, აღვნიშნოთ, რომ განმმეორებელი მუშაობს OSI მოდელის ფიზიკურ დონეზე. ხილი კი, რომელიც უფრო მეტი «ინტელექტით» ხასიათდება, მუშაობს არხის, კერძოდ, მასში შეღწევის ქვედონეზე.

8.2.3. მარშრუტიზატორები (routers)

მარშრუტიზატორებს კიდევ უფრო მეტი «ინტელექტი» გააჩნიათ, ვიდრე ხიდებს. ისინი ფუნქციონირებენ OSI მოდელის ქსელურ დონეზე.

მარშრუტიზატორის დანიშნულებაა განსხვავებული ტიპის ქსელები, რომლებიც სხვადასხვა პროტოკოლებით იმართებიან.

მარშრუტიზატორების სხვა მნიშვნელოვანი ფუნქციებია:

- გარე წყაროებიდან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე ოპტიმალური მარშრუტის დადგენა;
- ფართომაუწყებლობრივი ტიპის პაკეტების ფილტრაცია – თუ ხილი მარშრუტიზაციის ცხრილში ვერ პოულობს მიმდები პუნქტის მისამართს, იგი პაკეტებს ამრავლებს და ყველა დასაშვები მიმართულებით აგზავნის, მარშრუტიზატორი კი ასეთ შემთხვევაში განსაზღვრავს, რომელ სხვა მარშრუტიზატორს უნდა გადაეგზავნოს პაკეტი.

აღვნიშნოთ ის ფაქტიც, რომ მარშრუტიზატორები ფილტრაციას უკეთებენ იმ პაკეტებსაც, რომლებიც არასწორ ქსელურ მისამართებს შეიცავენ, რაც ასევე ამცირებს ქსელის გადატვირთვას.

მარშრუტიზატორმა ყოველთვის იცის საკუთარ სეგმენტში ჩართული კომპიუტერების მისამართები. რაც შეეხება გარე სამყაროში არსებულთ, მან იცის, რომელ ქსელს, უფრო ზუსტად, რომელი ქსელის მარშრუტიზატორს მიმართოს საჭირო კომპიუტერის მისამართის დასადგენად (ეს საკითხი უფრო დაწვრილებით კონკრეტული ოპერაციული სისტემების შესწავლის დროს განიხილება).

მარშრუტიზატორი იყენებს მხოლოდ ე.წ. მარშრუტიზებად პროტოკოლებს, როგორცაა, მაგალითად:

IP, IPX, OSI და სხვ.

უმეტეს შემთხვევაში მარშრუტიზატორები, ხიდებისაგან განსხვავებით, «უსმენენ» ქსელს და პაკეტების გადასაგზავნად იმ მარშრუტებს ირჩევენ, რომლებიც მოცემულ პერიოდში ნაკლებად დატვირთულია. ასეთ მარშრუტიზატორებს დინამიკურ მარშრუტიზატორებს უწოდებენ. თუმცა არსებობენ სტატიკური მარშრუტიზატორებიც. მათთვის მარშრუტიზაციის ცხრილებს თავისი ხელით ადგენს ქსელის ადმინისტრატორი. მასვე ეკისრება აგრეთვე დანიშნულების ადგილებამდეც მარშრუტების ჩვენება. აღსანიშნავია, რომ მარშრუტიზაციის ცხრილის თავდაპირველი კონფიგურირება დინამიკური

მარშრუტიზატორებისათვისაც ხელით ხდება. შემდგომ კი, მუშაობის პროცესში ხდება მათი ავტომატურად შევსება.

დაბოლოს, ხაზი გავუსვათ ძირითად სხვაობას ხიდებსა და მარშრუტიზატორებს შორის:

ხიდი ქსელებს შორის მხოლოდ ერთადერთ მარშრუტს ადგენს, მარშრუტიზატორი კი რამდენიმე შესაძლებელიდან საუკეთესოს განსაზღვრავს.

შევნიშნოთ, რომ არსებობენ ხიდი-მარშრუტიზატორებიც (brouter). მარშრუტიზებად პროტოკოლებთან ისინი მუშაობენ როგორც მარშრუტიზატორები, ხოლო არამარშრუტიზებადთან (როგორცაა, მაგალითად, NetBEUI პროტოკოლი) – როგორც ხიდები.

8.2.4. რაბები (gateways)

მარშრუტიზატორებსა და ხიდებთან შედარებით რაბებს კიდევ უფრო რთული ფუნქციების შესრულება უწევთ. კერძოდ, ისინი კურირებენ ინფორმაციის გაცვლას განსხვავებულ გარემოთა შორის, როგორცაა, მაგალითად:

Windows 2000 და SNA (IBM ფირმის დამუშავებული Systems Network Architecture).

თითოეული გარემო ხასიათდება ისეთი თავისებურებებით, როგორცაა:

- საკომუნიკაციო პროტოკოლები;
- მონაცემთა სტრუქტურა და ფორმატები;
- გამოყენებული ენები;
- არქიტექტურა.

ამოცანის სირთულის გამო, როგორც წესი, რაბის როლის შესრულება ეკისრება ამ მიზნით ქსელში გამოყოფილ სერვერებს. ისინი სპეციალიზებულია კონკრეტული ტიპების მონაცემების გაცვლაზე.

ზოგჯერ მიღებული პაკეტების გარდაქმნაში ქსელის 7-ვე დონე მონაწილეობს, უმეტეს წილად კი საკმარისია ამ პროცესში მხოლოდ გამოყენებითი დონის ჩართვა.

9. მონაცემების გადაცემა გლობალური ქსელებით

რაბების, ხიდების და მარშრუტიზატორების მეშვეობით შესაძლებელია ლოკალური ქსელი გაფართოებული იქნეს ისეთ გლობალურ ქსელამდე, რომელიც მოიცავს ქალაქს, რეგიონს, ქვეყანას და მთელ მსოფლიოსაც კი. ამასთან, ჩვეულებრივი მომხმარებლისათვის ასეთი ქსელი (თუ იგი კარგად არის ორგანიზებული) შეიძლება, ფაქტობრივად, არც განსხვავდებოდეს ლოკალური ქსელისაგან, მუშაობის მოხერხებულობის თვალსაზრისით.

გლობალური ქსელების უმეტესობა წარმოადგენს საკომუნიკაციო არხებით დაკავშირებული ლოკალური ქსელების ერთობლიობას.

ასეთი საკომუნიკაციო არხების როლში შეიძლება გამოვიდნენ:

- კომპიუტერული სატელეფონო არხები პაკეტების კომუტაციით;
- ოპტიკური ბოჭკოს კაბელი;
- მიკროტალღური გადამცემები;
- კაბელური სატელევიზიო სისტემები (კოაქსიალურ კაბელზე).

რადგანაც გლობალური ქსელების აგება რიგითი ორგანიზაციებისათვის მეტად რთულ და ძვირადღირებულ საქმეს წარმოადგენს, ისინი, ჩვეულებრივ, ამ მიზნით, არენდით იძენენ არხებსა და შესაბამის სერვისს პროვაიდერებისაგან.

ზემოთ ჩამოთვლილ არხებში ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენება ერთ-ერთი ტექნოლოგია ქვემოთ ჩამოთვლილთაგან:

- ანალოგიური
- ციფრული
- პაკეტების კომუტაცია

ანალოგიური კავშირი

ასეთი კავშირის დამყარებისას გამოიყენება სატელეფონო ქსელის კომპუტირებადი ხაზები. ისინი კი თავდაპირველად სხვა მიზნით – მხოლოდ საუბრების გადასაცემად შეიქმნა, რის გამოც, ცხადია, რომ მათი დროებით შექმნილ კომპუტირებულ არხში მონაცემების გადაცემის საიმედოობა არც ისე მაღალია.

გამოყოფილი ანალოგიური ხაზები

ამგვარი ხაზი ყოველთვის მზადაა ინფორმაციის გადასაცემად (მიუხედავად იმისა, მოცემულ მომენტში მიმდინარეობს თუ არა სეანსი). ბუნებრივია, გამოყოფილი ანალოგიური ხაზებით დამყარებული კავშირი გაცილებით უფრო საიმედოა, მაგრამ ძვირი ჯდება ასეთი ხაზის არენდა.

ციფრული კავშირი

ციფრული გადაცემებისას მოდემების გამოყენება საჭირო აღარაა. ინფორმაცია სწრაფად და პრაქტიკულად შეცდომების გარეშე გადაიცემა. თუმცა მოითხოვება, რომ ხიდისა თუ მარშრუტიზატორისაგან მიღებული სიგნალები არხში გადაგზავნამდე გარდაიქმნენ ციფრულ ბიპოლარულ სიგნალებად. ამ მიზნით გამოიყენება არხის მომსახურე/მონაცემთა დამუშავების მოწყობილობა – CSU/DSU.

განვიხილოთ ციფრული გადაცემის ყველაზე უფრო პოპულარული სახეები:

T1 – ორი წერტილი (კომპიუტერი) კავშირდება გამოყოფილი ხაზით 24 საათის განმავლობაში

მონაცემების სრული დუბლექსური გაცემის უზრუნველსაყოფად გამოიყენება მავთულების 2 წყვილი. მონაცემების გადაცემის სიჩქარეა 1,544 მეგაბიტი/წმ.

რადგანაც მთლიანი არხის არენდა ძვირი ჯდება, ხშირად სარგებლობენ ქვეარხის მომსახურებით – მთელი არხის წარმადობის ნაწილით. ქვეარხი იწოდება Fractional T1-ად. მისი მეშვეობით მონაცემების გადაცემა 64 კილობიტი/წმ სიჩქარით ხორციელდება.

მულტიპლექსირების რეჟიმში შესაძლებელია რამდენიმე ქვეარხის გაერთიანება. ამ რეჟიმში არხი იყოფა 24 ქვეარხად. ყოველი მათგანი წამში გამოიკითხება 8 000-ჯერ. თითოეული მიმართვისას არხში გადაიცემა 8 ბიტი ინფორმაცია.

T3 და Fractional T3 – გამოყოფილი ხაზები ინფორმაციას გადასცემენ 6 - 45 მეგაბიტი/წმ დიაპაზონში. T3 ხაზს შეუძლია რამდენიმე T1 ხაზის შეცვლა.

Switched 56 სერვისს მომხმარებელს სთავაზობენ სატელეფონო კომპანიები. იგი გულისხმობს მონაცემების გადაცემას 56 კილობიტი/წმ სიჩქარით. გამოყოფილი ხაზებისაგან განსხვავებით, თანხის გადახდა ხდება მხოლოდ სეანსის დროს გამოყენებული დროის მიხედვით. აბონენტებისათვის ორივე მხარეს უნდა დაიდგეს CSU/DSU მოწყობილობები.

ქსელები პაკეტების კომუტაციით

დიდ ქსელებში, როგორც წესი, გამოიყენება პაკეტების კომუტაციის ხერხი. მისი არსი შემდგომშია:

შეტყობინება იყოფა ცალკეულ პაკეტებად, რომლებში არსებულ მონაცემებს ემატება სამსახურებრივი ინფორმაცია (მისამართები და სხვ.). თითოეული ასეთი პაკეტი მოცემული მომენტისათვის ოპტიმალური გზით გადაიცემა. მიმღებ მხარეზე ხდება მონაცემთა საწყისი ბლოკის აღდგენა. თუ პაკეტი გზაში დაიკარგეს ან აღვილზე დამახინჯებული სახით მივიდა, მისი გადაცემა განმეორდება.

ქსელები პაკეტების კომუტაციით გამოირჩევიან მაღალმწარმოებლურობითა და მომსახურების სიიფით, რაც განპირობებულია კომპიუტერების ინტელექტუალიზაციის მაღალი ხარისხით.

ვირტუალური არხები

პაკეტების კომუტაციის დროს უმეტეს შემთხვევაში გამოიყენება ვირტუალური არხები, რაც გულისხმობს მიმღებ და გადამცემ კომპიუტერებს შორის ლოგიკური კავშირების ჯაჭვის ფორმირებას. სეანსის დაწყების წინ კომპიუტერები «მოილაპარაკებენ», რომელი გზით გაცვალონ ინფორმაცია, როგორი უნდა იყოს კავშირის პარამეტრები.

ვირტუალურ არხებში ინფორმაციის გადასაცემად ქვესოლის გამოყოფა შეიძლება მოხდეს როგორც 24 საათის განმავლობაში, ასევე მხოლოდ სეანსის მანძილზე. გამოყოფილი ხაზისაგან განსხვავებით, უკანასკნელ შემთხვევაში თანხის გადახდა ხდება მხოლოდ «სუფთა» სამუშაო დროის მიხედვით.

რადგანაც გლობალური ქსელების აგების საკითხი მეტად მნიშვნელოვანია, შევაჯამოთ ზემოთ მოყვანილი ინფორმაცია:

ლოკალური ქსელების გლობალურში ერთიანდებიან სპეციალური კომპონენტების - ხიდების, მარშრუტიზატორების, რაბების ან საკომუნიკაციო კომპანიების მიერ მოწოდებული სერვისის მეშვეობით.

მონაცემთა გასაცემად გამოიყენება 3 ტიპის ტექნოლოგია:

ანალოგიური, ციფრული, პაკეტების კომუტაცია.

ანალოგიური ტექნოლოგია იყენებს სატელეფონო ხაზებსა და მოდემებს. ამასთან, არხების კომუტაციას ეს ტექნოლოგია მიმართავს პუნქტებს შორის დროებითი კავშირის დასამყარებლად, ხოლო გამოყოფილ ხაზებს იყენებს მუდმივი კავშირისთვის.

როცა პუნქტებს შორის საჭიროა დამყარდეს უფრო სწრაფი და საიმედო კავშირი, სატელეფონო ნაცვლად იყენებენ ციფრულ ხაზებს. მათ კი მოდემები აღარ სჭირდებათ. ციფრული ხაზების T1 და T3 სახეობები იყენებენ «წერტილი - წერტილთან» შეერთებას.

Switched 56 ციფრული კომუტირებადი ხაზია, რომლით სარგებლობისათვის თითოეული აბონენტი იყენებს CSU/DSU მოწყობილობას.

ქსელები პაკეტების კომუტაციით ინფორმაციის დიდ მანძილებზე გადასაცემად გამოიყენება. პაკეტებად დაყოფილი მონაცემები გადაიცემა ვირტუალური არხების მეშვეობით – ფიზიკური არხიდან გატარების ზოლი გამოიყოფა მომხმარებლის მოთხოვნის შედეგად.

ზემოთ განხილული ტექნოლოგიები საბაზო გახლავთ. მათ საფუძველზე იგება უფრო კონკრეტულ მოთხოვნებზე გათვლილი, გაუმჯობესებული სახის ტექნოლოგიები, როგორებიცაა, მაგალითად:

X.25

Frame relay

ATM

ISDN

DSL

ADSL

FDDI

SONET და სხვ.

ზოგიერთი მათგანი ინფორმაციის გადაცემის განსაკუთრებულად მაღალ სიჩქარეს უზრუნველყოფს. მაგალითად, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) ოპტიკურ-ბოჭკოვანი გამტარის მეშვეობით მონაცემებს გადასცემს 100 მეგაბიტი/წმ სიჩქარით, ხოლო SONET (Synchronous Optical Network) ასევე ოპტიკურ-ბოჭკოვან ტექნოლოგიაზე დაყრდნობით უზრუნველყოფს წამში გიგაბაიტზე მეტი მოცულობის ინფორმაციის გადაცემას.

დასასრულ, აღვნიშნოთ, რომ ქსელების შესახებ კიდევ მრავალი თეორიული და პრაქტიკული საკითხი შეიძლება განვიხილოთ. ბევრი მათგანი დამუშავებული იქნება უკვე კონკრეტული ოპერაციული სისტემებისა და ინტერნეტის შესწავლის დროს.