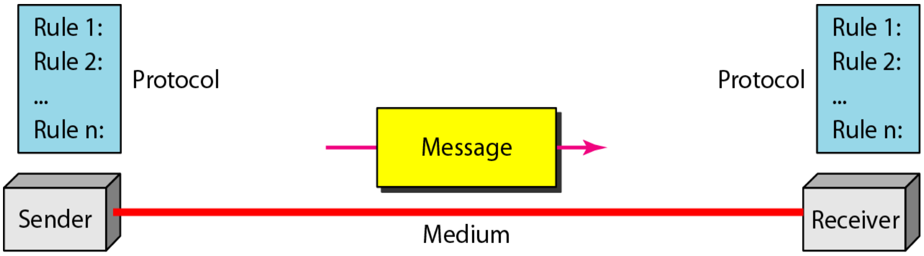
Chapter-8 Data Communication and Networking

၈.၁. Data Communication

Computer information system များတွင် data များကို binary information unit သို့မဟုတ် bits များဖြင့် ဖော်ပြကြသည်။ 0 နှင့် 1 ကိုသာ အသုံးပြု၍ အချက်အလက်များ(information)ကို ဖော်ပြသည်။

Data communication ဆိုသည်မှာ transmission medium (wire ၊ cable စသည့် ကြိုးတစ်မျိုးမျိုး) တစ်ခုခုဖြင့် ဆက်သွယ်ထားသည့် device နှစ်ခုတို့ data များ အပြန်အလှန် လဲလှယ်ကြခြင်း ဖြစ်ကြသည်။ Wireless communication များအတွက် radio wave နှင့် microwave တို့သည် transmission medium ဖြစ်သည်။ ဥပမာ အဆောက်အဦ တစ်ခုအတွင်းရှိ device များ အကြား data များ အပြန်အလှန် လဲလှယ်ခြင်း ဖြစ်သည်။



ပုံ ၈-၁ Data communication system components

Data communication system ၏ effectiveness သည် အခြေခံအချက် သုံးချက်အပေါ်တွင် မူတည်သည်။

(၁) Delivery : System သည် data များကို ရောက်ရမည့်နေရာ(correct destination)သို့ ရောက်အောင် ပေးပို့နိုင်ရမည်။ လက်ခံရမည့်သူ(receiver device) သို့မဟုတ် အသုံးပြုသူ(user)များ ကသာ data များကို ရရှိစေရမည်။ လမ်း၌ မသက်ဆိုင်သူများက dataများ မရယူနိုင်အောင် ကာကွယ်ပေးနိုင်ရမည်။

(၂) Accuracy : System များသည် data များကို တိကျစွာ မှန်ကန်စွာ ပေးပို့ရမည်။ လမ်းတစ်လျှောက် ပျက်စီးယိုယွင်းသွားသည့် data များနှင့် မမှန်သည့် data များကို အသုံးပြုရန် မဖြစ်နိုင် တော့ပေ။

(၃) Timeliness : System သည် data များကို ရောက်ရမည့် အချိန်အတွင်း အချိန်မှန် ရောက်ရှိအောင် ပေးပို့ရန် လိုအပ်သည်။

Data communication system များကို အစိတ်အပိုင်း(component) (၅)ခုဖြင့် တည်ဆောက်ထားသည်။

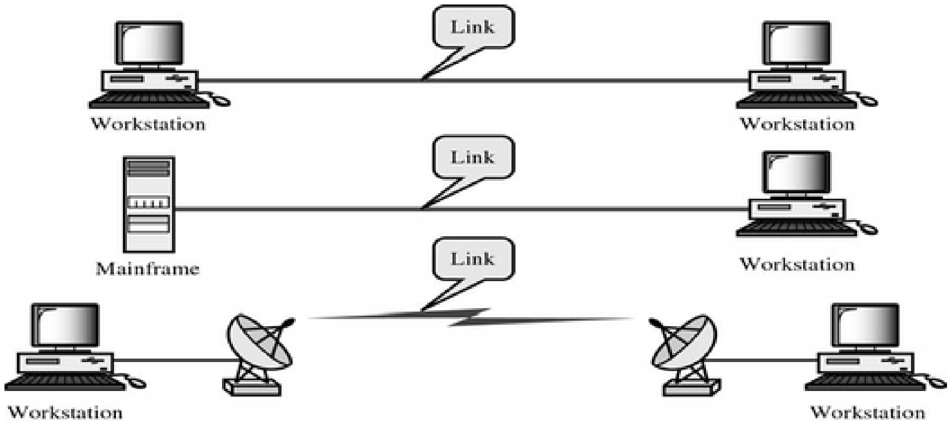
(၁) Message : Message ဆိုသည်မှာ ပေးပို့ရမည့် information သို့မဟုတ် data ဖြစ်သည်။ သို့မဟုတ် ဆက်သွယ်(communicate)ရန် information များ(data များ) ဖြစ်သည်။ Message များသည် အက္ခရာများ(text) ၊ နံပါတ်များ(number) ၊ အသံများ(sound) သို့မဟုတ် ဗီဒီယို(video) များ စသည်ဖြင့် ပုံစံ အမျိုးမျိုး ဖြစ်နိုင်သည်။

(၂) Sender : ပေးပို့သူ(sender) ဆိုသည်မှာ data message ကို ပေးပို့သည့်(send လုပ်သည့်) device ဖြစ်သည်။ Computer ၊ workstation ၊ telephone handset ၊ video camera တို့ဖြစ်သည်။

(၃) Receiver : လက်ခံသူ(receiver)ဆိုသည်မှာ message ကို လက်ခံသည့်(receive လုပ်မည့်) device ဖြစ်သည်။ PC ၊ handset ၊ TV တို့ဖြစ်သည်။

(၄) Medium : Medium ဆိုသည်မှာ(transmission media) ဖြစ်သည်။ ပေးပို့သူ(sender)ဆီမှ message သည် လက်ခံသူ(reciver) ထံသို့ ရောက်သွားအောင် ဆက်သွယ်ထားသည့် Physical path ဖြစ်သည်။ Twisted pair wire ၊ coaxial cable ၊ fiber optic cable ၊ laser ၊ radio wave နှင့် satellite microwave တို့ ဖြစ်သည်။

(၅) Protocol : Protocol ဆိုသည်မှာ data communication ကို ကြီးကြပ်သည့် စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းများ(rules) ဖြစ်သည်။ Communicating device များ အချင်းချင်း ထားရှိသည့် သဘောတူညီချက် ဖြစ်သည်။ device အချင်းချင်း နားလည်သည့် ဘာသာစကားဖြစ်သည်။ Protocol မရှိလျှင် device နှစ်ခုကို ချိတ်ဆက်(connect)ရုံသာ လုပ်နိုင်သည်။ ဆက်သွယ်ခြင်း(communication) လုပ်နိုင်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။



ပုံ ၈-၂ Link

၈.၂ Network

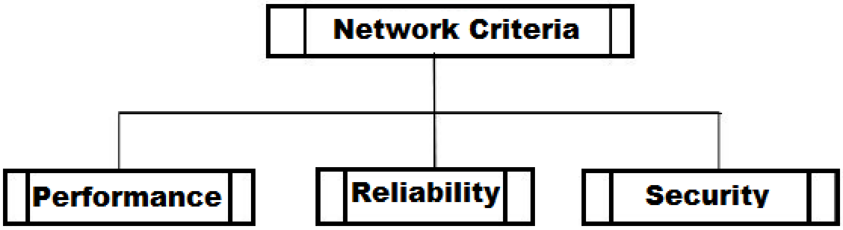
Network ဆိုသည်မှာ media link တစ်မျိုးမျိုးဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားသည့် device များဖြစ်သည်။ တစ်ခါတစ်ရံ ထို device များကို "**Node**" ဟုလည်း ခေါ်သည်။ Data များကို ပေးပို့နိုင်သော(send လုပ်နိုင်သော) စွမ်းရည်၊ လက်ခံနိုင်သည့်(receive လုပ်နိုင်သည့်) စွမ်းရည် ရှိသည့် device များ(node များ)မှာ computer နှင့် printer တို့ ဖြစ်သည်။ ထို device များကို ဆက်သွယ်ထားသည့် connecting link ကို "**Channel**" ဟုခေါ်သည်။

Network များ၏ effective ဖြစ်မှုနှင့် efficient ဖြစ်မှု တို့ကို တိုင်းတာသည့် အချက်များမှာ

(က) စွမ်းဆောင်ရည်(performance)

(ခ) စိတ်ချရမှု(reliability) နှင့်

(ဂ) လုံခြုံရေး(security)တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၈-၃ Network criteria

(၁) စွမ်းဆောင်ရည် (Performance) – Network တစ်ခု၏ performance သည်

(က) **အသုံးပြုသူ အရေအတွက်(number of user) –** အသုံးပြုသူများ(users)အားလုံး တစ်ပြိုင်နက် network ကို အသုံးပြုခြင်းကြောင့် တုံ့ပြန်ချိန်(response time) ပိုကြာစေနိုင်သည်။ နှေးကွေး သွားစေနိုင်သည်။ High traffic အချိန်၌ စွမ်းဆောင်ရည်(performance) ကျဆင်းနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် network တစ်ခုတွင် အသုံးပြုသူ(user)များသည့်အချိန်၌လျှင်မြန်စွာတုံ့ပြန်(response)နိုင်လျှင်စွမ်းဆောင်ရည်(performance) ပိုကောင်းသည်ဟု ဆိုနိုင်သည်။

(ခ) **Type of transmission –** Data များ သွားနှုန်းသည် medium အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ 100 Megabits per second (100 Mbps) နှုန်းဖြင့် သယ်ဆောင်နိုင်သည့် medium သည် 10 Megabits per second (10 Mbps) နှုန်းဖြင့် သယ်ဆောင်နိုင်သည့် medium ထက် (၁၀)ဆခန့်ပို စွမ်းရည်ကောင်းသည်။ Powerful ဖြစ်သည်။

(ဂ) **Hardware –** Transmission လုပ်ရန် ပိုမြန်သည့် ကွန်ပျူတာနှင့် ပိုကြီးမားသည့် storage capacity တို့သည် network performance ကို ပိုကောင်းစေသည်။

(ဃ) **Software -** sender ၊ receiver နှင့် intermediate node တို့၌ data များကို process လုပ်သည့် software များကြောင့် network performance ကောင်းလာနိုင်သည်။

(၂) စိတ်ချရမှု (Reliability)

စိတ်ချရမှု (reliability) ကို အောက်ပါ အချက်များဖြင့် တိုင်းတာသည်။

(က) အသုံးပြု၍ မရသည့် အကြိမ်အရေအတွက်(frequency of failure)

(ခ) ချို့ယွင်းပြီးနောက် ပြန်ကောင်းလာအောင်ပြုလုပ်ရန်ကြာချိန်(recovery time after a network failure)နှင့်

(ဂ) သဘာဝဘေးအန္တရာယ်များ(catastrophe) တို့ ဖြစ်သည်။

Network များကို မီးလောင်ခြင်း၊ ငလျင်လှုပ်ခြင်း စသည့် သဘာဝဘေးအန္တရာယ်များ(catastrophic event) မှ ကြိုတင် ကာကွယ်မှုများ ပြုလုပ်ထားသင့်သည်။

(၃) လုံခြုံရေး (Security)

Unauthorized access ၊ virus စသည် တို့သည် network များ၏ လုံခြုံရေး(security)ကို အန္တရာယ်ပေးနိုင်သည်။ Data များ တစ်နေရာမှ တခြားတစ်နေရာသို့ မည့်ကဲ့သို့ ရောက်ရှိသွားသည်ကို နားလည်ရန် အတွက် communication device များ အပြန်အလှန် ဆက်ဆံပုံ(relationship)ကို နားလည်ရန် လိုသည်။

အခြေခံအားဖြင့် ပုံစံ(၅)မျိုး ရှိသည်။

(က) Line configuration

(ခ) Topology

(ဂ) Transmission mode

(ဃ) Categories of network နှင့်

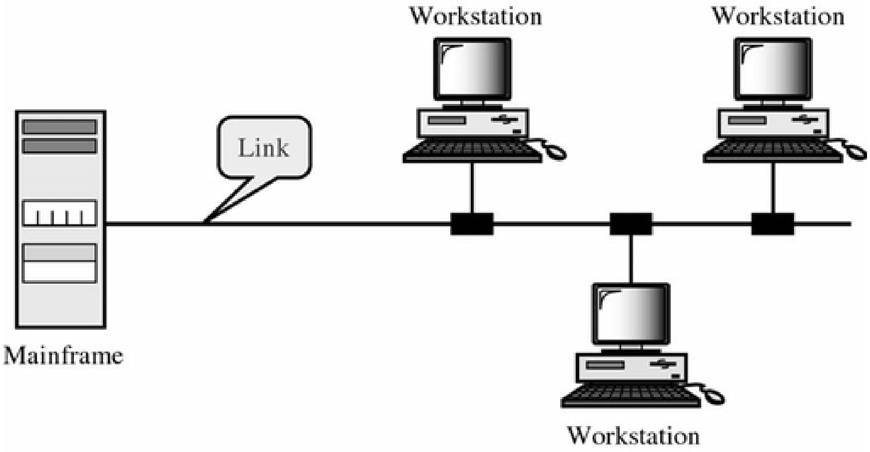
(င) Internet work တို့ ဖြစ်သည်။

Line configuration ဆိုသည်မှာ link တစ်ခုတွင် communicating device များ တွဲ၍ တပ်ဆင် ထားခြင်း (attach လုပ်ထားခြင်း)ကို ဆိုလိုသည်။ Link ဆိုသည်မှာ device တစ်ခုနှင့် တခြား device တစ်ခု အကြားရှိ data transfer လုပ်ရန်အတွက် လိုအပ်သည့် ဆက်သွယ်ရေးလမ်းကြောင်း(physical path) ဖြစ်သည်။

Line configuration နှစ်မျိုးမှာ point to point နှင့် multi point တို့ ဖြစ်သည်။

(က) Point to Point configuration ဆိုသည်မှာ device နှစ်ခုအကြားရှိ သီးသန့် သတ်မှတ် ထားသည့် (dedicated) link ဖြစ်သည်။ Channel တစ်ခုလုံး၏ capacity ကို ထို device နှစ်ခု အတွက်သာ သုံးခွင့် ပေးထားသည်။

(ခ) Multipoint line configuration ဆိုသည်မှာ နှစ်ခုထက်ပိုသည့် device များ link တစ်ခုတည်းကို အတူတကွ အသုံးပြုကြခြင်း ဖြစ်သည်။

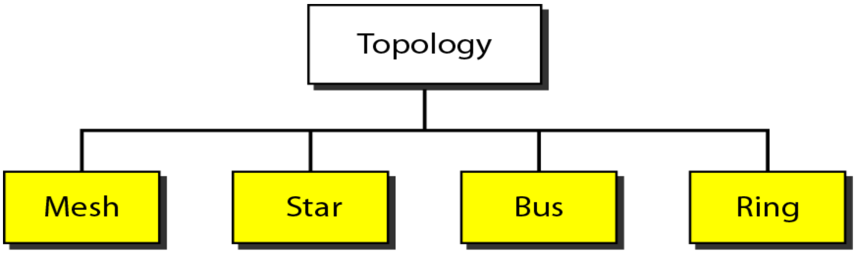


ပုံ ၈-၄ Link

၈.၃ Topology

Topology ဆိုသည်မှာ physical နည်း သို့မဟုတ် logical နည်း ဖြင့် network ဖြစ်အောင် ချိတ်ဆက် (connect) ထားသည့် ပုံစံကို ဆိုလိုသည်။ Device နှစ်ခု သို့မဟုတ် နှစ်ခုထက်များသည့် device များ link တစ်ခု၌ ချိတ်ဆက်ထားသည်။ Link များ စုပေါင်း ချိတ်ဆက်ခြင်းဖြင့် topology ကို ဖြစ်စေသည်။

အခြေခံ topology (၅)မျိုးမှာ Mesh ၊ Star ၊ Tree ၊ Bus နှင့် Ring တို့ဖြစ်သည်။

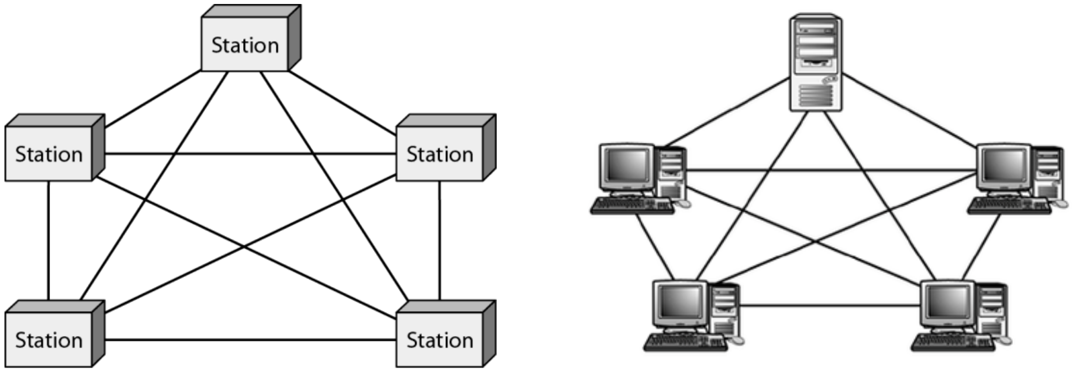


ပုံ ၈-၅ Categories of topology

၈.၃.၁ Mesh topology

Mesh topology တွင် device အားလုံးသည် တခြား device အားလုံးနှင့် ဆက်သွယ်ထားသော သီးသန့် (dedicated) point to point link ရှိကြသည်။ Dedicated ဆိုသည်မှာ device နှစ်ခုတည်းကိုသာ ဆက်သွယ်ထားသော သီးသန့် link ဖြစ်သည်။ Device အရေအတွက် n ရှိသော mesh network တွင် fully connected လုပ်ထားသည့် physical channel အရေအတွက်မှာ $\frac{n(n-1)}{2}$ ဖြစ်သည်။

ထိုသို့ဆက်သွယ်နိုင်ရန်(connect)အတွက် deviceတိုင်းတွင် deviceအရေအတွက်ထက် တစ်ခုလျော့သော (n-1) input/output port များ ပါရှိရမည်။

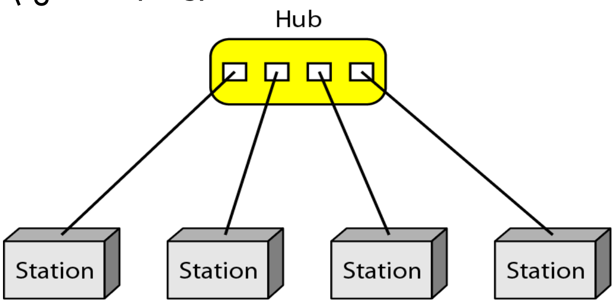


ပုံ ၈-၆ A fully connected mesh topology(five devices)

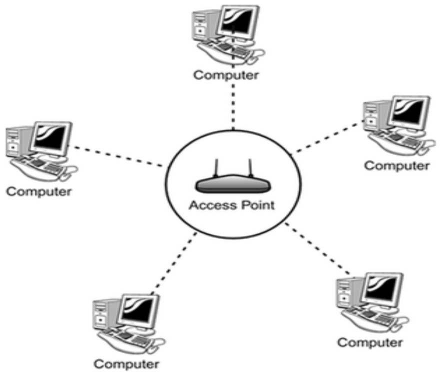
သီးသန့်(dedicated) link များဖြင့် ဆက်သွယ်ထားသောကြောင့် link များသည် device နှင့် သက်ဆိုင်သည့် ကိုယ်ပိုင် ဒေတာ(own data) များကိုသာ သယ်ဆောင်ရန် လိုသည်။ Traffic problem မရှိပေ။ Multi device များတွင် link များကို ခွဲဝေ သုံးစွဲသည့်(share လုပ်သည့်)အခါ traffic problem များ ဖြစ်ပေါ်သည်။ Link တစ်ခု သုံးမရလျှင် network တစ်ခုလုံးကို မထိခိုက်နိုင်ပေ။ Privacy သို့မဟုတ် လုံခြုံမှု(security) ပိုကောင်းသည်။

အမှား(fault)ပေါ်ခဲ့လျှင် အမှားရှာဖွေခြင်းလုပ်ရန်(fault identification) လွယ်ကူသည်။ ဖြစ်ပေါ်နေသည့် ပြဿနာများ ကန့်သတ်တားဆီးခြင်း(fault isolation)ပြုလုပ်ရန်လည်း လွယ်ကူသည်။ အားနည်းချက်မှာ cable များစွာ အသုံးပြုရန် လိုအပ်ပြီး device များ၌ input/output port များစွာ ပါရှိရန် လိုအပ်သည်။

၁.၃.၂ Star Topology



ပုံ ၈-၇ A star topology connecting four stations



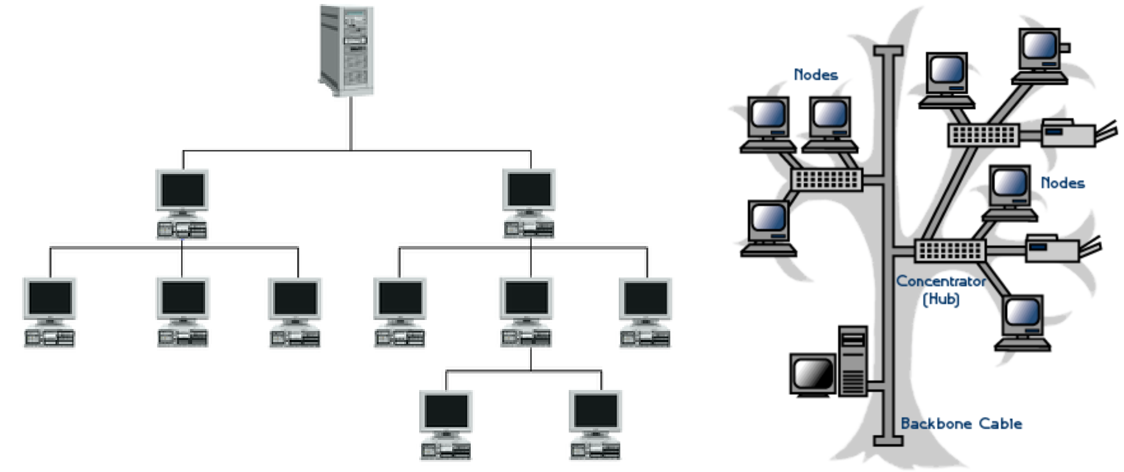
A star topology connecting five stations

Device တိုင်း၌ hub ဟုခေါ်သည့် central controller နှင့် ချိတ်ဆက်(connect) ထားသည့် point to point link ရှိသည်။ Device များသည် အချင်းချင်း ချိတ်ဆက်ထားခြင်း မရှိပေ။ Star တွင် device နှစ်ခုအကြား၌ direct connection မရှိပေ။ Hub သည် exchange အဖြစ် ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ Device တစ်ခုသည် data ပို့လိုလျှင် hub သို့မဟုတ် controller ဆီသို့ အရင် ပေးပို့ရသည်။ ထို့နောက် hub မှ ရောက်ရမည့် device (destination device) ဆီသို့ ဆက်ပို့ပေးသည်။ Forward လုပ်ပေးသည်။

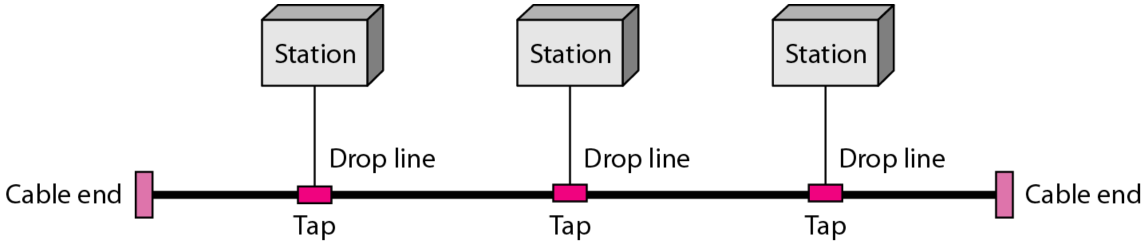
Mesh topology လောက် ဈေးမကြီးပေ။ Device တိုင်း၌ I/O port တစ်ခုစီသာ ရှိရန်လိုသည်။ Link တစ်ခု နှင့်သာ ချိတ်ဆက်(connect လုပ်)သည်။ ထို့ကြောင့် လွယ်ကူစွာ တပ်ဆင်နိုင်သည်။ လွယ်ကူစွာ reconfigure လုပ်နိုင်သည်။ နေရာရွှေ့ခြင်း(move) ပြုလုပ်သည့်အခါ နှင့် device တစ်ခုပျက်သည့်အခါ connection တစ်ခုကိုသာ စစ်ဆေး ပြုပြင်ရသည်။ Robust ဖြစ်သည်။ Link တစ်ခုပျက်လျှင် တခြားသော link များကို မထိခိုက်ပေ။ တခြား link များအားလုံး ပုံမှန် အလုပ်လုပ်နေဆဲ(active ဖြစ်နေမြဲ) ဖြစ်သည်။ ချို့ယွင်းချက်ရှိသည့် နေရာကို သိရန် လွယ်ကူသည်။

အမှားရှာဖွေခြင်းလုပ်ရန်(fault identification)လုပ်ရန် လွယ်သည်။ ချို့ယွင်းချက် ရှိသည့်နေရာကို ကန့်သတ်ရန် လွယ်ကူသည်။ ဖြစ်ပေါ်နေသည့် ပြဿနာများ ကန့်သတ်တားဆီးခြင်း(fault isolation)ပြုလုပ်ရန်လည်း လွယ်ကူသည်။ Hub ကောင်းနေသမျှ ကာလပတ်လုံး link များကို စောင့်ကြည့် နေနိုင်သည်။ Monitor လုပ်နိုင်သည်။ ပျက်သည့် link များကို ရှောင်လွှဲနိုင်သည်။ Bypass လုပ်နိုင်သည်။

Star သည် mesh လောက် cable များများထားရှိရန် မလိုအပ်သော်လည်း tree ring နှင့် bus တို့ထက် ပိုများသည် cable များ ထားရှိရန် လိုသည်။



ပုံ ၈-၈ Tree (Hierarchical) topology



ပုံ ၈-၉ A bus topology connecting three stations

၈.၃.၃ Tree (Hierarchical) topology

Tree topology သည် star topology ကို အနည်းငယ် ပုံပြောင်းထားခြင်း ဖြစ်သည်။ ပြုပြင်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ Tree topology တွင် hub တစ်ခု နှင့် secondary hub များ ပါဝင်သည်။ Device အများစုသည် secondary hub နှင့် ချိတ်ဆက်(connect) ထားသည်။ ထိုမှတစ်ဆင့် central hub နှင့် ချိတ်ဆက်ထား(connect) သည်။ Central hub သည် active hub ဖြစ်သည်။ Active hub ၌ repeater ပါဝင်သည်။ Repeater သည် hardware device တစ်ခု ဖြစ်ပြီး လက်ခံရရှိသည့် data များကို လက်ဆင့်ကမ်း ပေးပို့ခြင်း မပြုလုပ်ခင်(forward မလုပ်ခင်) ရရှိသည့် bit pattern များကို ပြန်တည်ဆောက်(regenerative လုပ်)သည်။ ထို့ကြောင့် signal strength ပိုကောင်းလာကာ ပို၍ ဝေးသည့် နေရာများဆီသို့ data များ ကောင်းစွာ ရောက်ရှိစေနိုင်သည်။

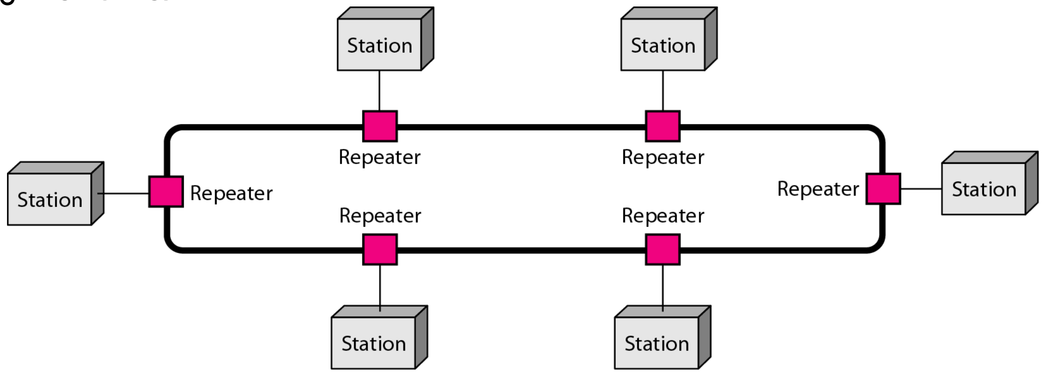
Secondary hub များသည် active hub ဖြစ်နိုင်သလို passive hub လည်း ဖြစ်နိုင်သည်။ Passive hub သည် physical connection မျှသာ ဖြစ်သည်။ Data များကို regenerative လုပ်သည့် repeater မပါဝင်ပေ။ Star ၏ အားသာချက်များနှင့် တူညီသည်။ Secondary hub များ ပါဝင်ခြင်းကြောင့် device အရေအတွက် များများ ချိတ်ဆက်နိုင်သည်။ တခြား computer မှ network ကို isolate လုပ်ခြင်း၊ communication priorities များ ခွဲထားခြင်းတို့ ပြုလုပ်နိုင်သည်။ Cable TV technology များ၌ star topology ကို တွေ့မြင်နိုင်သည်။ အထက်ပါ topology တို့သည် point to point configuration များ ဖြစ်သည်။

၈.၃.၄ Bus topology

Network အတွင်းရှိ device များ link အဖြစ် ချိတ်ဆက်ရန် bus သည် multi point ဖြစ်သည်။ အရှည်ဆုံး cable သည် backbone ကဲ့သို့ ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ Device သို့မဟုတ် node များသည် bus cable ကို drop line နှင့် tap များဖြင့် ချိတ်ဆက်သည်။ Drop line ဆိုသည်မှာ device နှင့် main cable (backbone) နှစ်ခုအကြား ဆက်သွယ်ထားသည့် connection ဖြစ်သည်။ Tap သည် connector တစ်မျိုး ဖြစ်သည်။ Backbone တစ်လျှောက် သွားနေကြသည့် signal များ၏ အချို့သည် အပူ(heat)အဖြစ်သို့ ပြောင်းသွားသည်။ ထို့ကြောင့် ပိုဝေးဝေး သွားရလေ signal strength အားနည်းသွားလေ ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် bus ပေါ်တွင် ရှိရမည့် tap အရေအတွက်ကို ကန့်သတ်ထားရန် လိုသည်။

အားသာချက်များမှာ တပ်ဆင်ရန် လွယ်ကူသည်။ Bus topology တွင် cable များစွာ အသုံးပြုရန် မလိုပေ။

၈.၃.၅ Ring topology



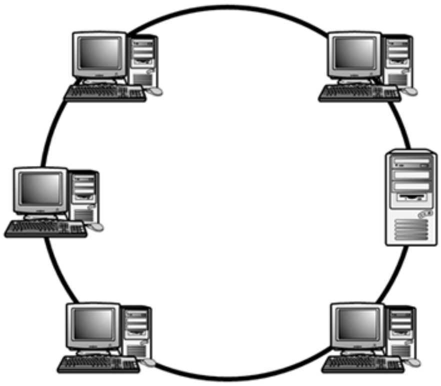
ပုံ ၈-၁၀ A ring topology connecting six stations

Reconfiguration လုပ်ရန် ခက်ခဲသည်။ ချို့ယွင်းချက် ရှိသည့်နေရာကို သိရန် ခက်ခဲသည်။ Fault isolation လုပ်ရန် ခက်ခဲသည်။ Device အသစ်ထပ်ထည့်ရန် ခက်ခဲသည်။ Signal reflection ကြောင့် signal အရည်အသွေး (quality) ကျဆင်းသည်။ Fault သို့မဟုတ် cable ပြတ်တောက်(break)ခြင်းကြောင့် transmission များအားလုံး ရပ်သွားနိုင်သည်။ ထိခိုက်သည့်နေရာမှ signal များ ပဲ့တင်သံကဲ့သို့ ပြန်ရိုက်ခတ်ခြင်းကြောင့် (reflection ဖြစ်ခြင်းကြောင့်) သို့မဟုတ် reflect ဖြစ်ပြီး မူလ(original) နေရာသို့ ပြန်သွားကာ direction နှစ်ဘက်လုံး၌ noise များ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် နှစ်ဘက်စလုံး သုံးမရ နိုင်တော့ပေ။။

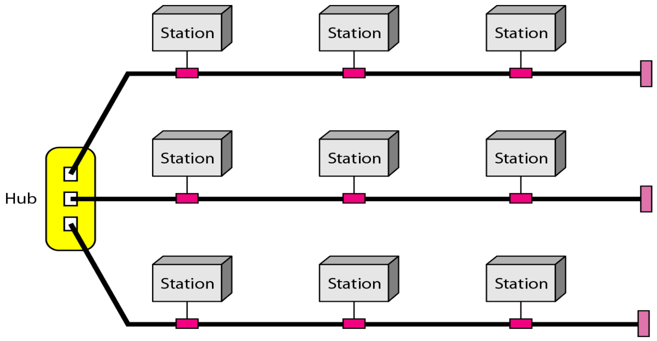
Ring topology ၌ ပါဝင်သော device အားလုံးတွင် ကပ်လျက်ရှိသော device နှစ်ခု အတွက်သာ dedicated point to point line configuration ရှိသည်။ Signal သည် သတ်မှတ်ထားသည့် ဦးတည်ရာ(direction) အတိုင်း device တစ်ခုပြီးတစ်ခု ဖြတ်ကာ နောက်ဆုံး အလိုရှိသည့် နေရာ (destination)သို့ ရောက်ရှိသွားသည်။ Device များ အားလုံးသည် repeater ကဲ့သို့ ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ Device တစ်ခုသည် တခြား device တစ်ခုအတွက် signal ကို လက်ခံ ရရှိပြီးသည့်အခါ regenerate လုပ်ပြီး ဆက်လက် ပေးပို့သည်။

တပ်ဆင်ရန်နှင့် reconfigure လုပ်ရန် လွယ်ကူသည်။ Device များ ထပ်ထည့်ရန် သို့မဟုတ် ဖယ်ထုတ်ရန် အတွက် connection နှစ်ခုကိုသာ ပြောင်းပေးရန် လိုအပ်သည်။ Ring တွင် အသုံးပြုမည့် cable အရှည်ကို ကန့်သတ်ထားရန် လိုသည်။ Ring တွင် တပ်ဆင်ထားမည့် device အရေအတွက် ကန့်သတ်ချက် ရှိသည်။ ချို့ယွင်းသည့်နေရာကို ကန့်သတ်ခြင်း(fault isolation) ပြုလုပ်ရန် ရှင်းလင်း လွယ်ကူသည်။ Ring ဖြစ်သောကြောင့် signal များသည် ring တစ်လျှောက် အမြဲလိုလို လည်ပတ်နေသည်။

Device တစ်ခုသည် သတ်မှတ်ထားသည့် အချိန်အတွင်း မည်သည့် signal ကိုမျှ မရရှိလျှင် alarm ထုတ်ပေးသည်။ Alarm ကြောင့် network operator သည် network အတွင်း၌ မည်သည့်နေရာ၌ ပြဿနာ (problem) ဖြစ်နေကြောင်း နှင့် မည်ကဲ့သို့သော ပြဿနာဖြစ်နေကြောင်း သိနိုင်သည်။



ပုံ ၈-၁၁ Ring topology connecting

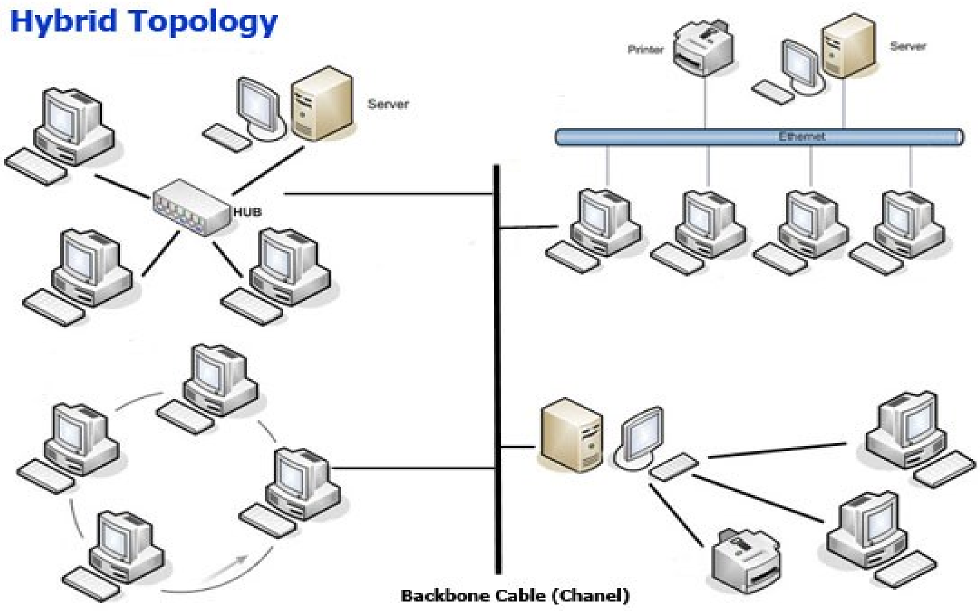


ပုံ ၈-၁၂ Hybrid topology: a star backbone with three bus

Unidirectional traffic ဖြစ်သောကြောင့် အားနည်းချက်များစွာ ရှိသည်။ Ring ၌ ပျက်တောက်(break) ခြင်းကြောင့် network တစ်ခုလုံး down သွားလိမ့်မည်။ Station တစ်ခုပျက်ခြင်းကြောင့်လည်း network တစ်ခုလုံး ထိခိုက်နိုင်သည်။ ထိုပြဿနာကို Dual Ring (ring နှစ်ခုထားရှိခြင်း)ဖြင့် ဖြေရှင်းနိုင်သည်။ ပြတ်တောက်(break)ခြင်း ဖြစ်ခဲ့သော် ဖြစ်သည့်(break)နေရာ၌ switch ထားရှိခြင်းဖြင့် ဖြေရှင်းနိုင်သည်။

၈.၃.၆ Hybrid Topologies

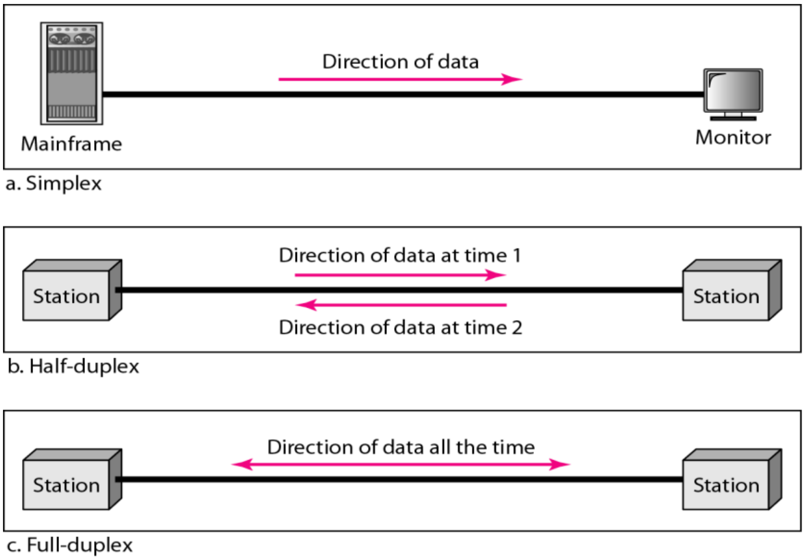
Network အကြီးတစ်ခုကို topology မတူသော network ငယ်(subnetwork) များစွာဖြင့် တည်ဆောက်ထားနိုင်သည်။ ဌာန(department)တစ်ခုသည် bus topology ကို အသုံးပြုပြီး၊ တခြားဌာန(department) တစ်ခုသည် ring topology သို့မဟုတ် star topology ကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ ထို network အားလုံးကို central controller ဖြင့် ချိတ်ဆက်ကာ star network အကြီးအဖြစ် တည်ဆောက် နိုင်သည်။



ပုံ ၈-၁၃ Hybrid topology

၈.၄ Transmission Mode

Link လုပ်ထားသည့် device နှစ်ခုတို့ ၏ signal များ သွားသည့် လမ်းကြောင်း(flow ဖြစ်သည့် direction) ကို သတ်မှတ်ရန်အတွက် "**Transmission Mode**" ကို အသုံးပြုသည်။ Transmission mode ဆိုသည်မှာ device များ အကြားတွင် သတင်းအချက်အလက်များသွားရာ ဦးတည်ရာ(information flow direction)ကို ဆိုလိုသည်။



ပုံ ၈-၁၄ Simplex ၊ Half-duplex နှင့် Full-duplex

Transmission mode သုံးမျိုးမှာ

(၁) Simplex
(၂) Half-duplex နှင့်
(၃) Full-duplex တို့ဖြစ်သည်။

၈.၄.၁ Simplex

Simplex mode သည် unidirectional ဖြစ်သည်။ Link နှင့် ချိတ်ဆက်ထားသည့် device နှစ်ခုအနက် တစ်ခုသည် အမြဲတမ်း ထုတ်လွှင့်(transmit)နေပြီး တခြားတစ်ခုမှာ အမြဲတမ်းလက်ခံ(receive)နေသည်။ တစ်လမ်းမောင်း လမ်းနှင့်တူသည်။ တစ်ဖက်တည်းသာ သွားနိုင်သည် လမ်းပြောင်းပြန် မသွားရ။ Keyboard နှင့် Monitor တို့သည် simplex device များဖြစ်သည်။ Keyboard သည် အမြဲတမ်း computer ဆီသို့ input သာထုတ် ပေးနေပြီး၊ monitor သည် အမြဲတမ်း CPU မှ data ကို display လုပ်ရန် လက်ခံယူနေသည်။

၈.၄.၂ Half Duplex

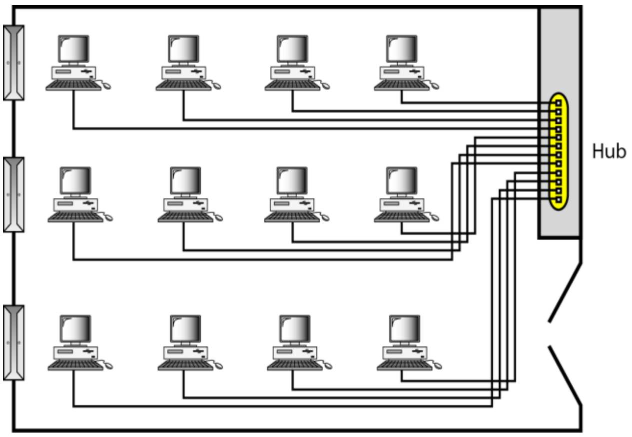
Half Duplex transmission mode တွင် ပါရှိသည့် device နှစ်ခုလုံးသည် ထုတ်လွှင့်(transmit) နိုင်သည်။ လက်ခံ(receive) နိုင်သည်။ သို့သော် တစ်ချိန်တည်း ပြိုင်တူ အလုပ်မလုပ်နိုင်ပေ။ Device တစ်ခုက data ပေးပို့နေချိန်(sending)၌ တခြား device တစ်ခုသည် လက်ခံခြင်း(receiving)သာ လုပ်နိုင်သည်။

ကားတစ်စီးစာသာ ကျယ်သည့် လမ်းမျိုးဖြစ်ပြီး နှစ်ဘက်စလုံးမောင်းနိုင်သည့် လမ်းမျိုး ဖြစ်သည်။ သို့သော် တစ်ချိန်တွင် တစ်ဘက်ဘက်သို့သာ သွားနေနိုင်သည်။ Channel ၏ capacity တစ်ခုလုံးကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ Walkies-talkies စက်များသည် Half-duplex system ဖြစ်သည်။

၈.၄.၃ Full Duplex

Full Duplex သည် လမ်းနှစ်လမ်းပါပြီး နှစ်ဘက်စလုံးကို တစ်ပြိုင်နက် အသွားအပြန် မောင်းနိုင်သည့်လမ်းနှင့် တူသည်။ Full duplex mode တွင် signal သည် တစ်ဖက်ဖက်သို့ အပြန်အလှန် တစ်ပြိုင်နက် သွားနေနိုင်သည်။ Telephone network သည် Full duplex communication ဖြစ်သည်။

အသွားနှင့် အပြန် တစ်ပြိုင်နက် ပြုလုပ်ရန်အတွက် link ကို ခွဲဝေ သုံးစွဲရန် လိုသည်။ အသွားအတွက် cable တစ်ခုနှင့် အပြန်အတွက် cable တစ်ခုထားပေးခြင်း သို့မဟုတ် channel capacity ကို ခွဲထားပေးခြင်းတို့ ပြုလုပ်နိုင်သည်။



ပုံ ၈-၁၅ Hub ဖြစ်တည်ဆောက်ထားသည့် network

၈.၅ Network အမျိုးအစားများ (Categories of Network)

အရွယ်အစား(size)၊ ပိုင်ဆိုင်သူများ(ownership)၊ ဖြန့်ကျက်(cover)ထားသည့် ဧရိယာအကျယ်နှင့် physical architecture တို့ပေါ်တွင် မူတည်၍ network များကို အမျိုးအစားခွဲခြား သတ်မှတ်ကြသည်။ Network ကို အဓိက အားဖြင့် သုံးမျိုး ခွဲခြားနိုင်သည်။

(က) Local Area Network (LAN)

(ခ) Metropolitan Area Network (MAN) နှင့်

(ဂ) Wide Area Network (WAN) တို့ ဖြစ်သည်။

၈.၅.၁ Local Area Network (LAN)

LAN ကို မိသားစု သို့မဟုတ် အဖွဲ့အစည်းတစ်ခုက ပိုင်ဆိုင်သည်။ ရုံးခန်းအတွင်း device များ အချင်းချင်း network ချိတ်ထားခြင်း၊ အဆောက်အဦ တစ်ခုအတွင်းရှိ device များ အချင်းချင်း network ချိတ်ထားခြင်းမျိုး ဖြစ်သည်။ အဖွဲ့အစည်း(organization)၏ လိုအပ်ချက်နှင့် သုံးထားသည့် နည်းပညာ (technology) အပေါ်တွင် မူတည်၍ PC နှစ်လုံးနှင့် printer သာ ပါဝင်သည့် ရုံးခန်းငယ်(home office)လည်း ဖြစ်နိုင်သည်။ LAN သည် ကီလို မီတာ အနည်းငယ် အကွာအဝေးထိ ဖြန့်ကျက်(cover)ထားနိုင်သည်။

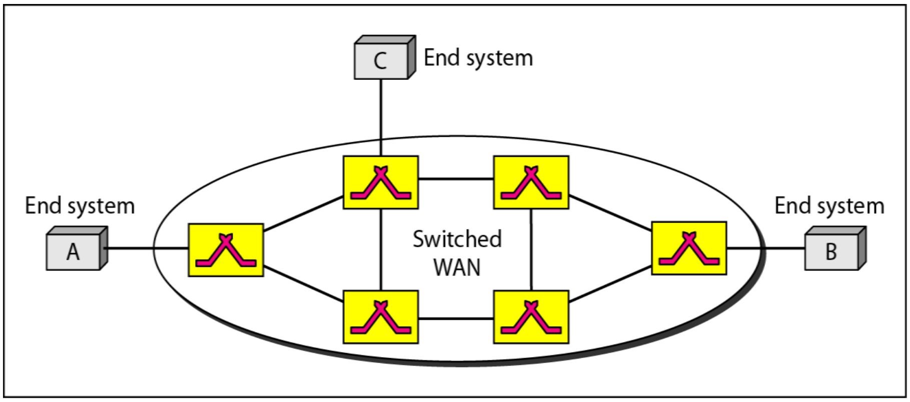
LAN သည် Personal Computer(PC) သို့မဟုတ် work station များ၊ printer ၊ scanner စသည့် တို့ကို အတူတကွ သုံးစွဲရန်(share လုပ်ရန်)အတွက် ဒီဇိုင်း လုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ ဥပမာ- printer တစ်ခုကို PC များအားလုံး ချိတ်ဆက် အသုံးပြုနိုင်ခြင်း၊ LAN များ၏ topology များမှာ bus ၊ ring နှင့် star တို့ဖြစ်သည်။ LAN များ၏ data rate သည် 4Mbps မှ 16Mbps အထိ ဖြစ်သည်။ သို့သော် ယနေ့အခါ 100 Mbps အထိ များလာသည်။

၈.၅.၂ Metropolitan Area Network (MAN)

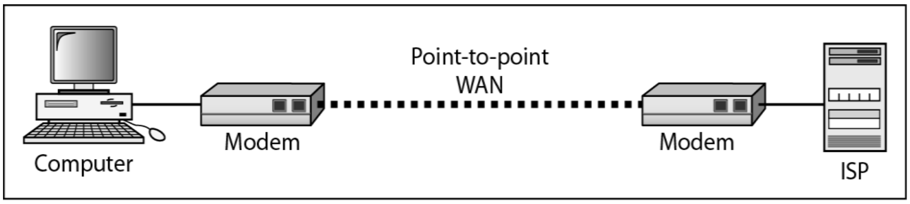
MAN သည် မြို့တစ်ခုလုံးရှိ device များပါဝင်သည့် network ဖြစ်နိုင်သည်။ ဥပမာ television network ၊ company တစ်ခုမှ မြို့နယ်တိုင်းတွင် ရှိသည့် LAN များကို ချိတ်ထားသည့် MAN ဖြစ်နိုင်သည်။ Telephone network သည် MAN ဖြစ်သည်။

> The IEEE 802-2002 standard describes a MAN as being:
>
> "A MAN is optimized for a larger geographical area than a LAN, ranging from several blocks of buildings to entire cities. MANs can also depend on communications channels of moderate-to-high data rates. A MAN might be owned and operated by a single organization, but it usually will be used by many individuals and organizations. MANs might also be owned and operated as public utilities. They will often provide means for inter networking of local networks."

၈.၅.၃ Wide Area Network (WAN)



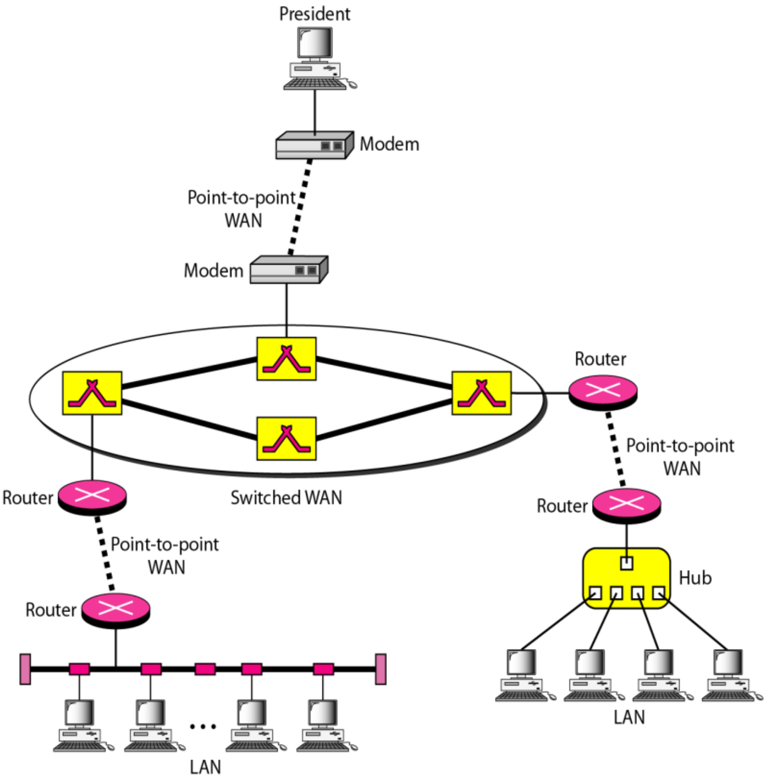
a. Switched WAN



b. Point-to-point WAN

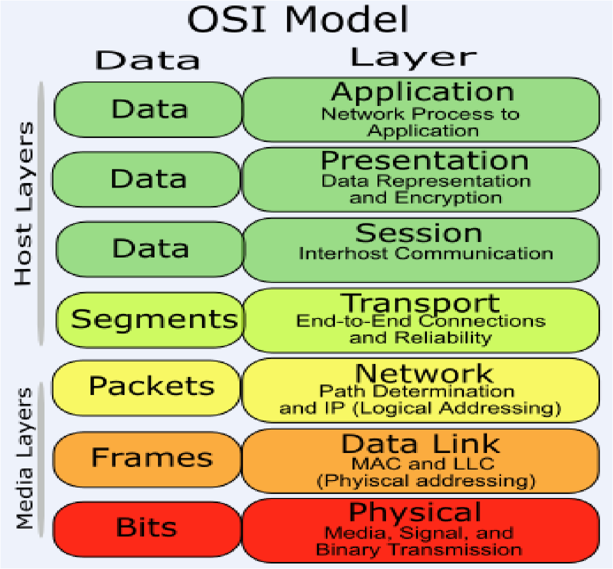
ပုံ ၈-၁၆ (a) Switched WAN နှင့် (b) Point-to-point WAN

Wide Area Network (WAN) သည် နိုင်ငံများ၊ တိုက်ကြီးများကို ကျော်ဖြတ်နိုင်သည့် long distance transmission စွမ်းရည်ရှိသည့် network ဖြစ်သည်။



ပုံ ၈-၁၇ Switched WAN နှင့် Point-to-point WAN တို့ဖြင့်တည်ဆောက်ထားသည့် network

၈.၆ OSI Model



ပုံ ၈-၁၈ OSI (Open System Interconnection) model

International Standard Organization (ISO)ကတစ်ကမ္ဘာလုံးလက်ခံသည့်network communication model တစ်ခုကို ၁၉၄၇ တွင် တီထွင်ပြဌာန်းခဲ့သည်။ ထို modelသည် Open System Interconnection (OSI) model ဖြစ်သည်။

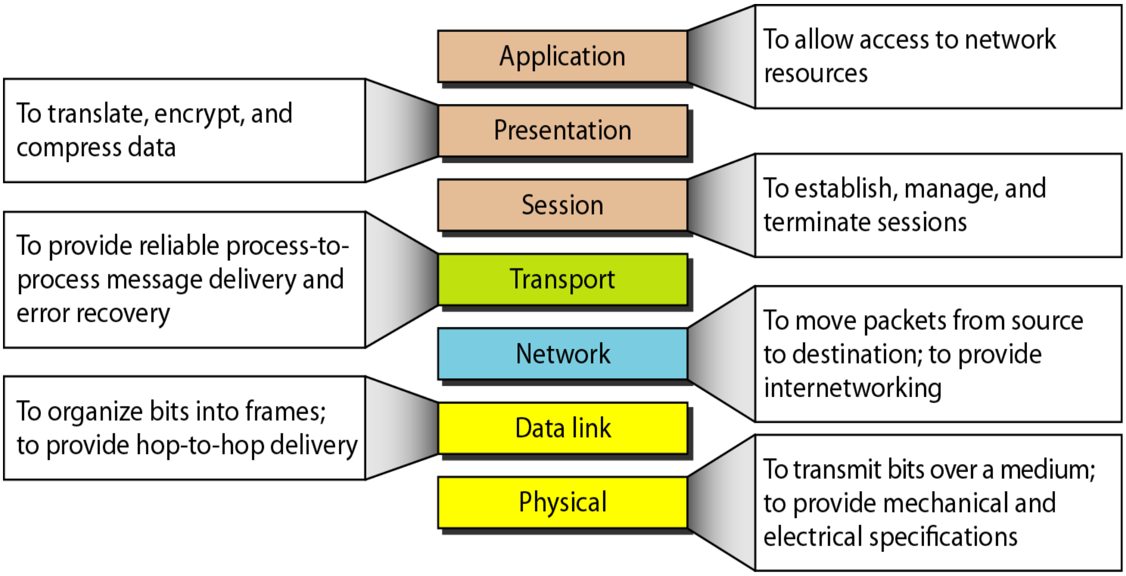
OSI model သည် layer (၇)မျိုး အစီအစဉ်တကျ ပါဝင်သည့် Seven Ordered Layer model ဖြစ်သည်။ Device A မှ ပေးပို့သည့် message တစ်ခုသည် device B သို့ ရောက်ရန်အတွက် intermediate mode များကို ဖြတ်သန်းရသည်။

ထို intermediate mode များတွင် Layer 1 ၊ Layer 2 နှင့် Layer 3 အထိသာ ပါဝင်သည်။

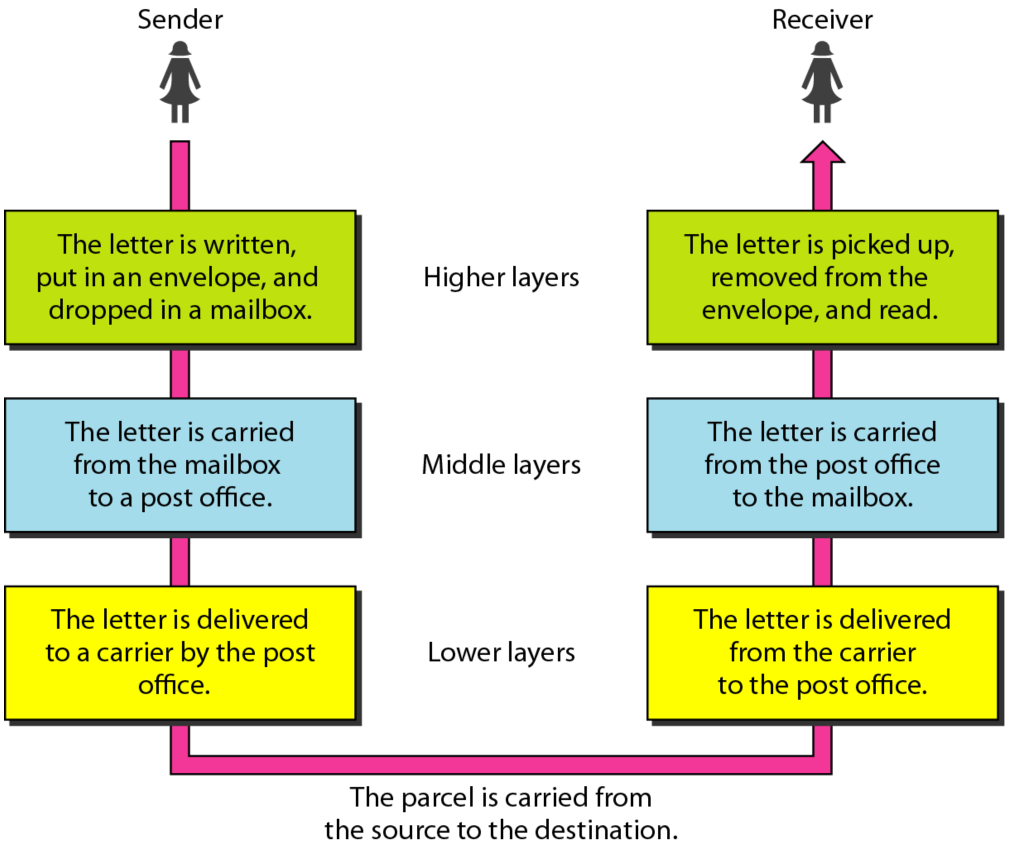
Layer 2 သည် Layer 3 ကို service provide လုပ်ပေးသည်။

Layer 3 သည် Layer 4 ကို service provide လုပ်ပေးသည်။

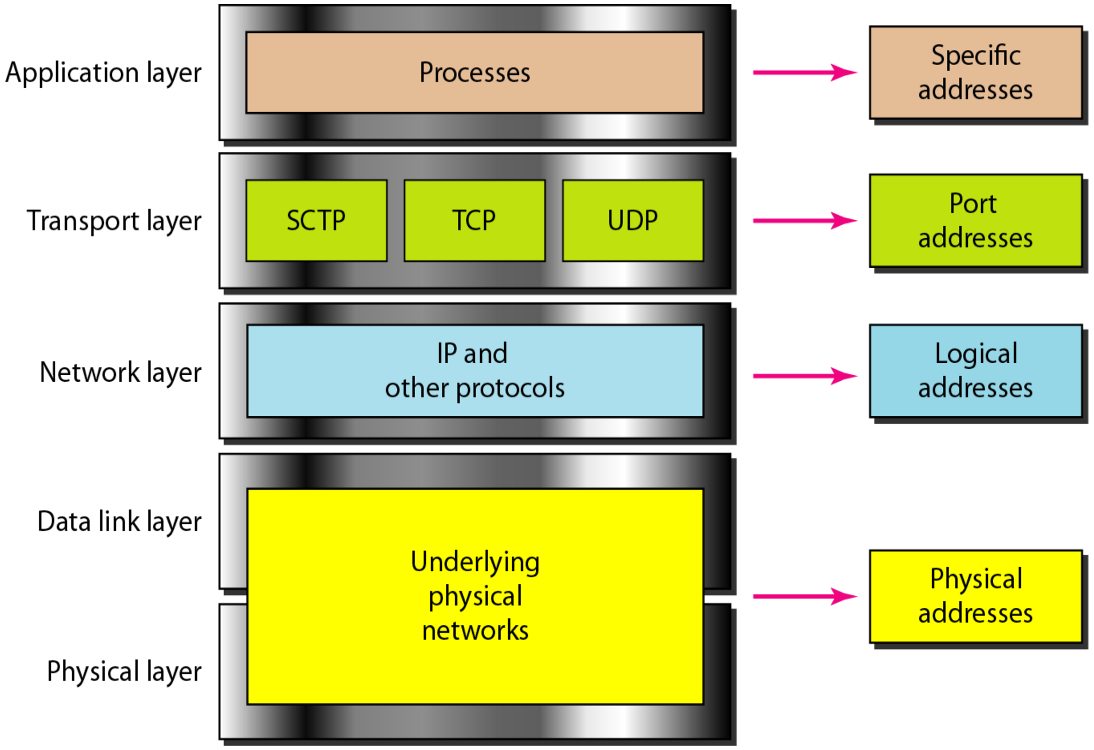
Machine တစ်ခု၏ Layer 3 သည် တခြား machine တစ်ခုမှ Layer 3 နှင့် communicate လုပ်သည်။ ထိုသို့ communication လုပ်ရန် နားလည်မှုယူထားသည့်(သဘောတူပြီးသား) စည်းကမ်းချက်များကို "**protocol**" ဟု ခေါ်သည်။ ထိုသို့ Layer များဖြင့် machine နှစ်ခု communicate လုပ်သည့် process ကို Peer-to-Peer process ဟု ခေါ်သည်။



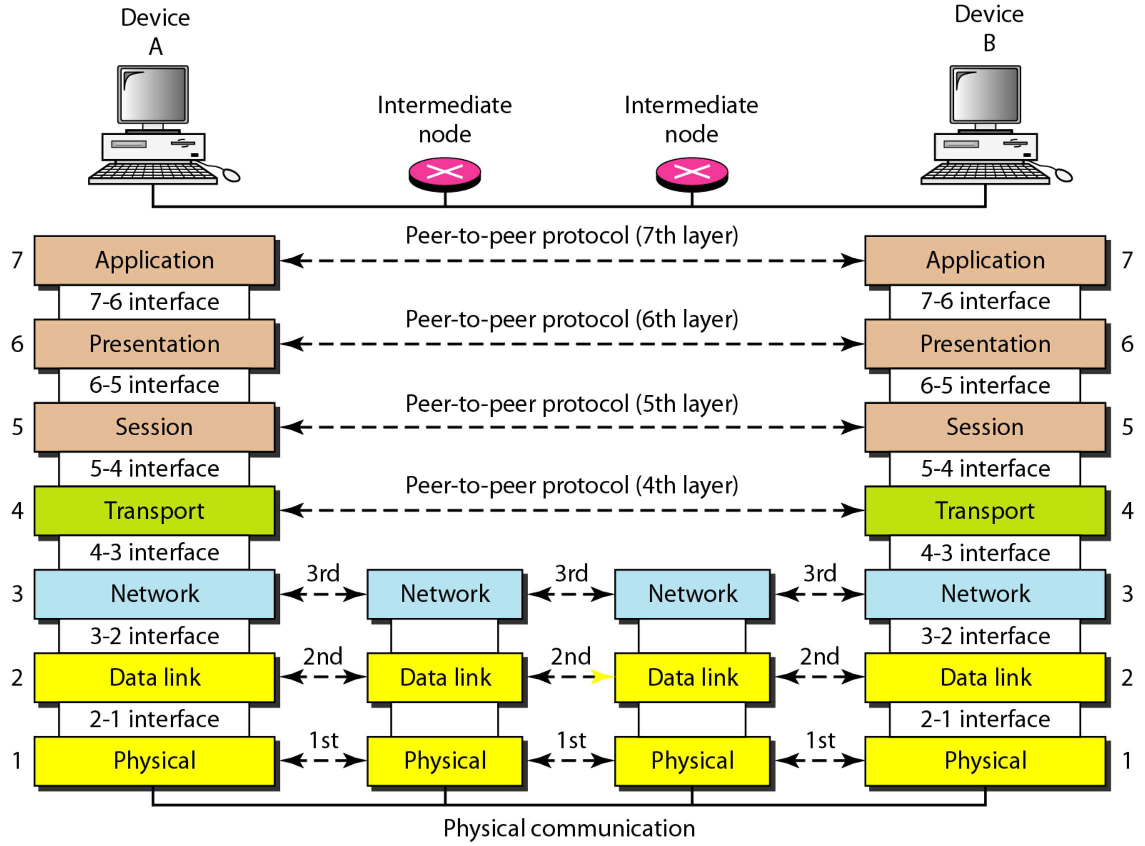
ပုံ ၈-၂၀ Layer (၇)မျိုး ပါရှိသည့် OSI (Open System Interconnection) model


Sender
Receiver
The letter is written, put in an envelope, and dropped in a mailbox.
Higher layers
The letter is picked up, removed from the envelope, and read.
The letter is carried from the mailbox to a post office.
Middle layers
The letter is carried from the post office to the mailbox.
The letter is delivered to a carrier by the post office.
Lower layers
The letter is delivered from the carrier to the post office.
The parcel is carried from the source to the destination.

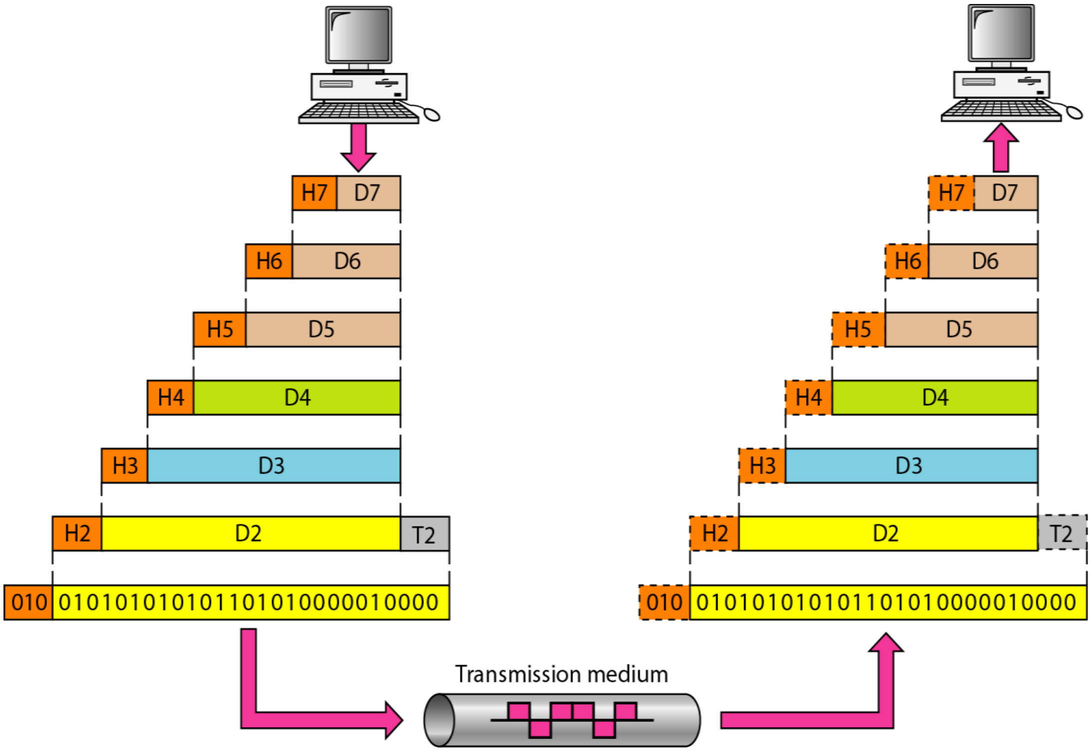
ပုံ ၈-၁၉


Application layer
Processes
Specific addresses
Transport layer
SCTP
TCP
UDP
Port addresses
Network layer
IP and other protocols
Logical addresses
Data link layer
Physical layer
Underlying physical networks
Physical addresses

ပုံ ၈-၂၁



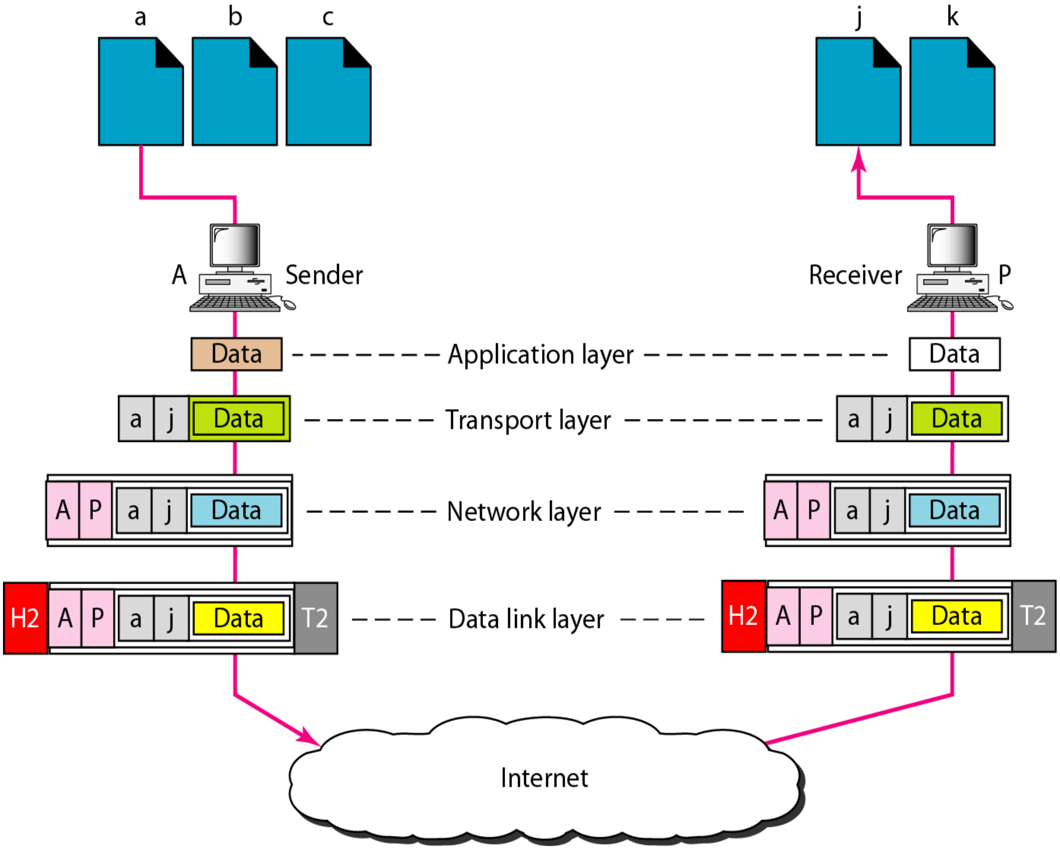
ပုံ ၈-၂၂ OSI layers



ပုံ ၈-၂၃ An exchange using the OSI model

Machine A မှ ပေးပို့(send) လိုသည့် original message သည် Layer 7 မှ စတင် အလုပ်လုပ်သည်။ Layer 7 မှ message သည် Layer 6 သို့ ရောက်သည့်အခါတွင် original message အပြင် Layer 6 က ထည့်ပေးသည့် message ပါ ပါဝင်သည်။ Layer 5 သည် Layer 6 မှ message လက်ခံယူက Header 5 ထပ်ထည့်သည်။ Layer 6 ၊ Layer 5 ၊ Layer 4 ၊ Layer 3 နှင့် Layer 2 တို့သည် Header များ ထပ်ထည့်ကြသည်။ Layer 2 ၌ Trailer ကို ထည့်သည်။

Machine A မှ message သည် Layer 7 မှ အဆင့်ဆင့် ဆင်းကာ Layer 1 သို့ ရောက်သည်။ ထို့နောက် ဆက်ထားသည့်ကြိုး သို့မဟုတ် transmission medium မှတစ်ဆင့် machine B သို့ရောက်သည်။ Machine B ၏ Layer များ အဆင့်ဆင့် တက်ကာ Layer 7 တွင် original message အဖြစ်သို့ ရောက်သည်။ Layer များ သည် လက်ခံ ရရှိသည့် message ထဲသို့ သူတို့ ၏ own message ကို ထည့်သည်။



ပုံ ၈-၂၄ Internet connection

Interface between Layer

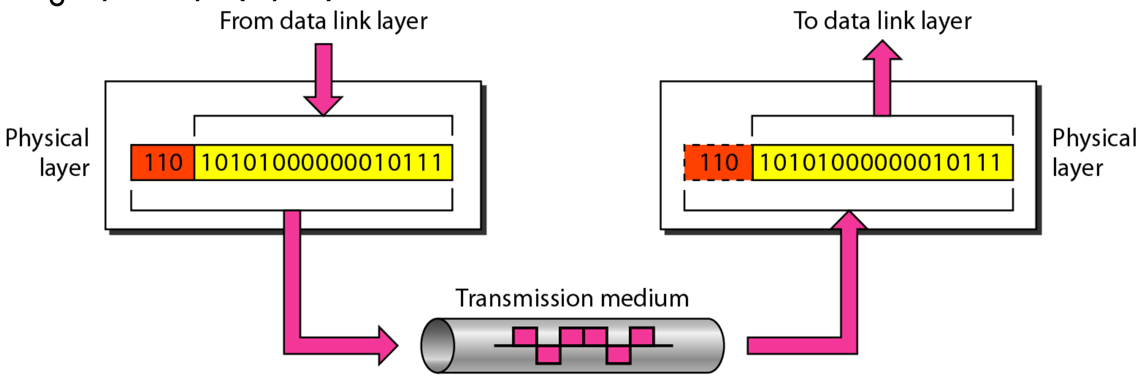
Layer နှစ်ခုအကြားတွင် ကြားနေရာ(interface) တစ်ခု ရှိသည်။

၈.၆.၁ Organization of Layer

Layer 1 (Physical Layer)၊ Layer 2 (Datalink Layer)၊ Layer 3 (Network Layer) တို့သည် "**network support layer**" များ ဖြစ်သည်။ Device တစ်ခုမှ data များ တခြား device သို့ရောက်ရန် အတွက် electrical specification ၊ physical connection ၊ physical addressing နှင့် transport timing စသည့် အလုပ်များကို လုပ်ဆောင်ပေးသည်။Layer 5 (Session Layer)၊ Layer 6 (Presentation Layer)၊ Layer 7 (Application Layer) စသည် တို့သည် "**user support layer**" များ ဖြစ်ကြသည်။ Layer 4 (Transport Layer)သည် data များ transmission လုပ်ရန် တာဝန်ယူရသည်။

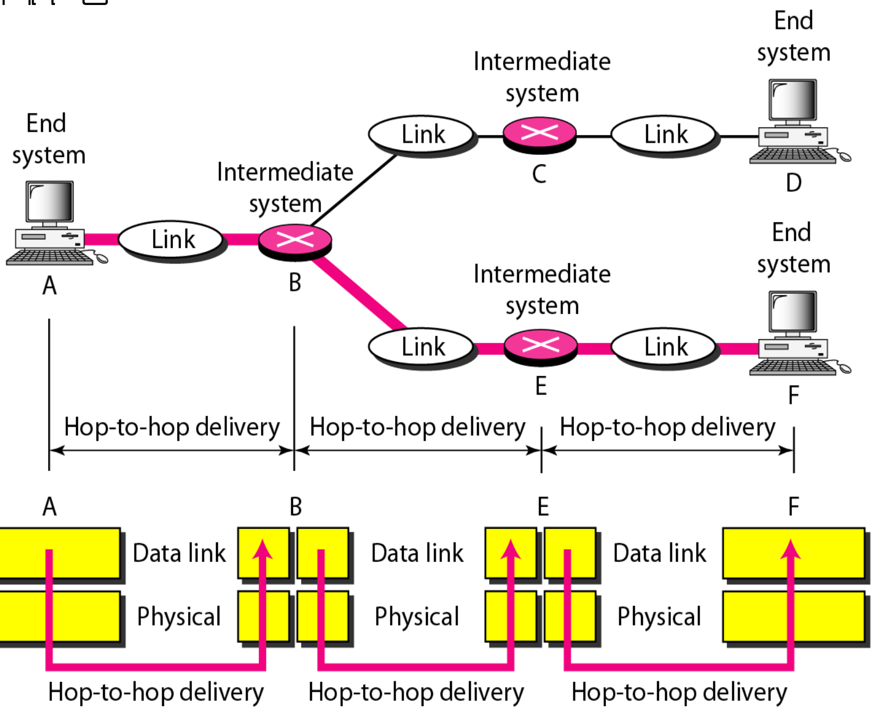
OSI model ၏ Layer အထက်ပိုင်း Layer 5 ၊ Layer 6 နှင့် Layer 7 တို့ကို software ဖြင့် ပြုလုပ်ပြီး၊ (သက်ဆိုင်ပြီး) low level layer ဖြစ်သော Layer 1 ၊ Layer 2 ၊ Layer 3 တို့သည် hardware ဖြင့် သက်ဆိုင်သည်။

၈.၆.၂ Physical Layer (Layer 1)



ပုံ ၈-၂၅

Physical layer သည် node တစ်ခုမှ bit များ တခြား node တစ်ခုသို့ ရောက်သွားအောင် ဆောင်ရွက်ပေးရသည်။ တာဝန်ယူရသည်။



ပုံ ၈-၂၆

Physical Layer မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် လုပ်ငန်းများမှာ

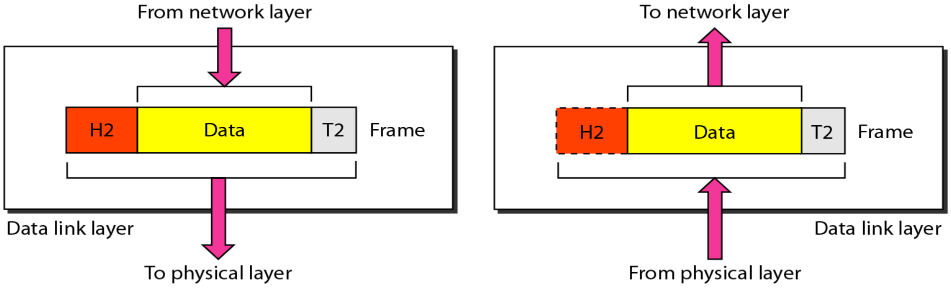
(က) Physical characteristic of interface and media
(ခ) Representation of bit
(ဂ) Data rate
(ဃ) Synchronization of bits
(င) Line configuration
(စ) Physical topology နှင့်
(ဆ) Transmission mode တို့ ဖြစ်သည်။

၈.၆.၃ Data Link Layer (Layer 2)

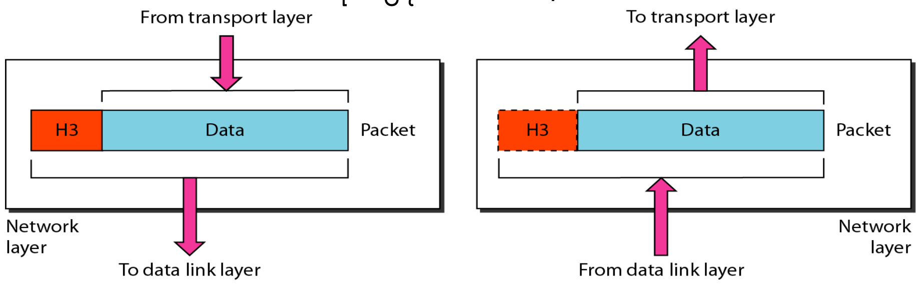
Data link layer သည် node တစ်ခုမှ frame များ တခြား node တစ်ခုဆီသို့ ရောက်အောင် သို့မဟုတ် ရွှေ့လျားသွားအောင် ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ တာဝန်ယူရသည်။

Data link layer မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် လုပ်ငန်းများမှာ

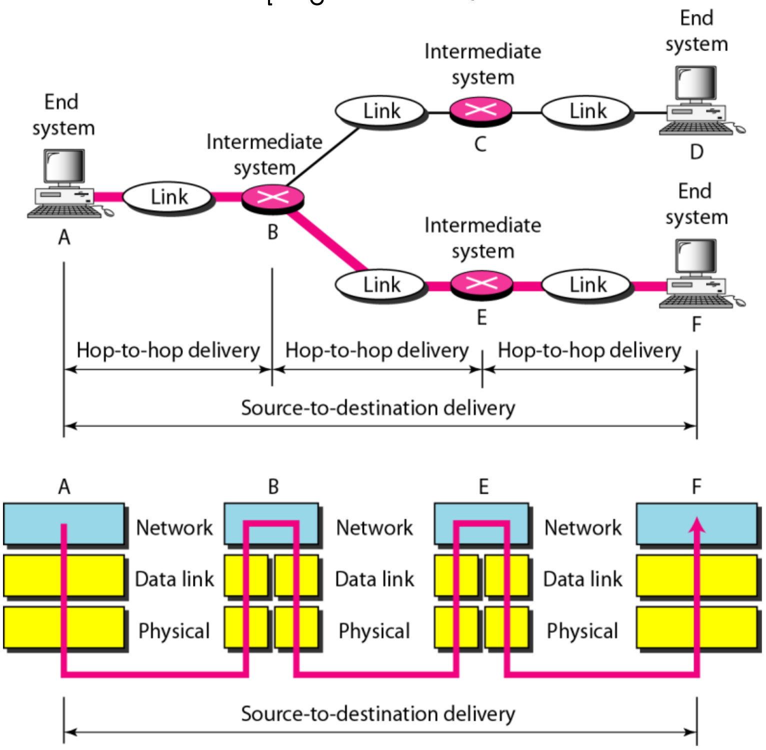
(က) Framing
(ခ) Physical addressing
(ဂ) Flow control
(ဃ) Error control နှင့်
(င) Access control တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၈-၂၇ Data link layer



ပုံ ၈-၂၈ Network layer



ပုံ ၈-၂၉ Source-to-destination delivery

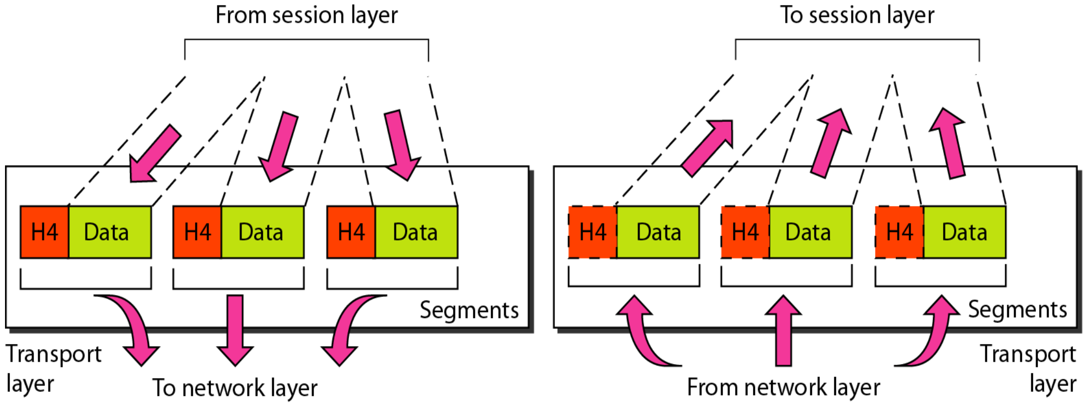
၈.၆.၄ Network Layer (Layer 3)

Network layer သည် ပေးပို့သူ(source host) ထံမှ data packet ကလေးများ တစ်ခုချင်းစီကို destination လက်ခံသူ(host) ထံသို့ ရောက်အောင် ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ တာဝန်ယူသည်။

Network Layer မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် လုပ်ငန်းများမှာ

(က) Logical Addressing နှင့် (ခ) Routing တို့ဖြစ်သည်။

Source-to-destination delivery



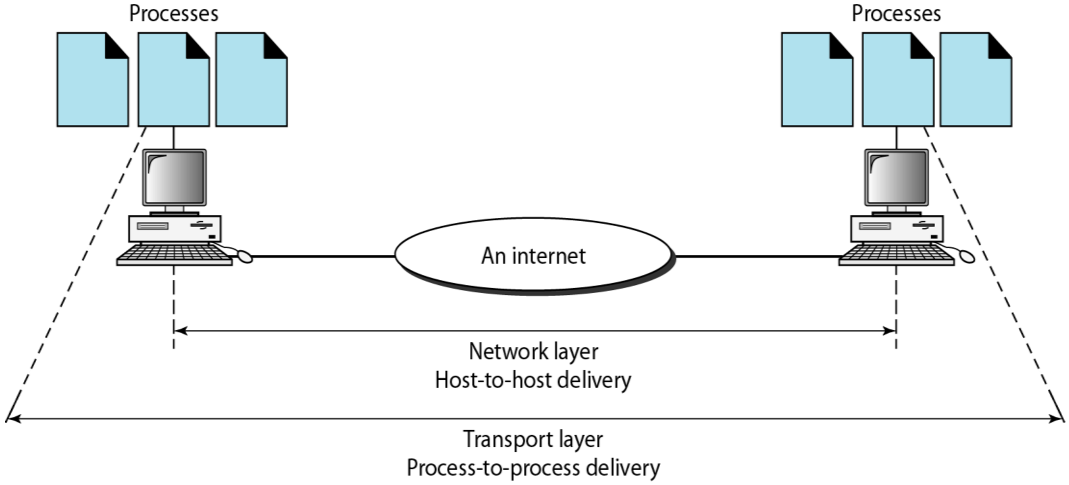
ပုံ ၈-၃၀ Source-to-destination delivery

၈.၆.၅ Transport Layer (Layer 4)

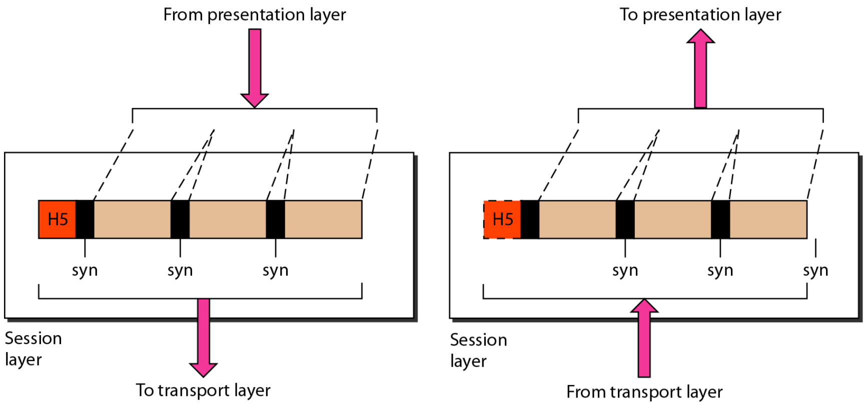
Transport layer သည် process တစ်ခုမှ message များကို တခြား process သို့ရောက်အောင် ပို့ပေး (deliver လုပ်ပေး)သည်။ တာဝန်ယူသည်။

Transport layer မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် လုပ်ငန်းများမှာ

(က) Service point addressing
(ခ) Segmentation and reassembly
(ဂ) Connection control
(ဃ) Flow control နှင့်
(င) Error control တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၈-၃၁ Transport layer (process-to-process delivery)



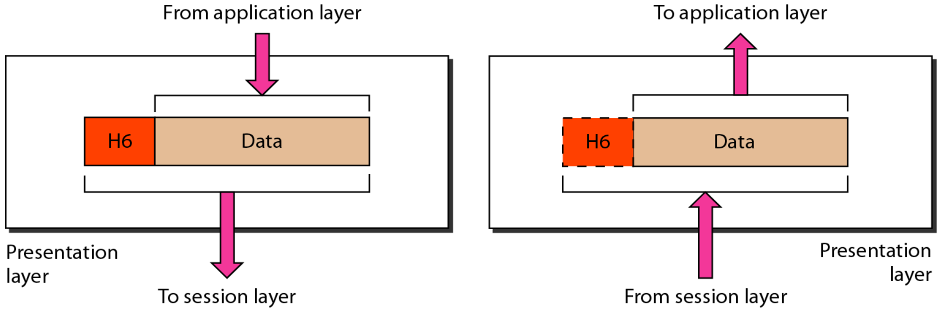
ပုံ ၈-၃၂ Session layer

၈.၆.၆ Session Layer (Layer 5)

Session layer မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် လုပ်ငန်းများမှာ

(က) Dialog control နှင့်

(ခ) Synchronization တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၈-၃၃ Presentation layer

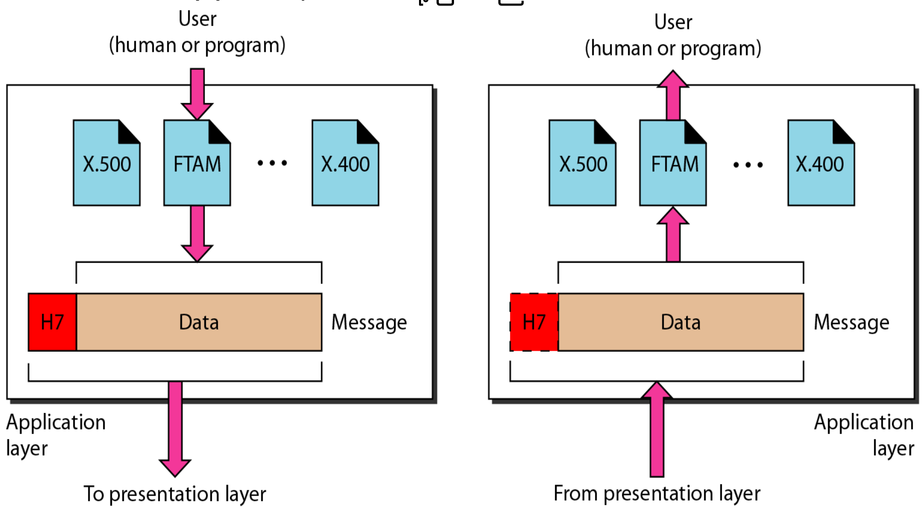
၈.၆.၇ Presentation Layer (Layer 6)

Presentation layer မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် လုပ်ငန်းများမှာ

(က) Translation

(ခ) Encryption နှင့်

(ဂ) Compression တို့ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၈-၃၄ Application Layer

၈.၆.၈ Application Layer (Layer 7)

Application layer သည် အသုံးပြုသူများအတွက် လိုအပ်သည့် service များကို ဆောင်ရွက် ပေးသည်။ တာဝန်ယူသည်။ Application Layer မှ ဆောင်ရွက်ပေးသည့် လုပ်ငန်းများမှာ

(က) Network virtual terminal
(ခ) File Transfer Access and Management (FTAM)
(ဂ) Mail service နှင့်
(ဃ) Directory service တို့ ဖြစ်သည်။

၈.၇ Network Standards

HVAC control system များတွင် protocol နှစ်မျိုးရှိသည်။ HVAC information များနှင့်သက်ဆိုင်သည့် protocol နှင့် network protocol ဖြစ်သည်။ ပထမ အမျိုးအစားသည် controller အချင်းချင်း ပေးပို့သည့် data များကို အချင်းချင်း နားလည်ရန် လိုအပ်သည်။ Network protocol သည် information များ physical medium မှ တစ်ဆင့် ပေးပို့ခြင်း ပြုလုပ်ရန်အတွက် packaging လုပ်ခြင်း နှင့် unpackaging လုပ်ခြင်း တို့နှင့် သက်ဆိုင်သည်။

ကုန်ကျစရိတ်နှင့် စွမ်းဆောင်ရည်(performance)ကို လိုက်၍ network အမျိုးမျိုး ကွဲပြားသည်။ မြန်နှုန်း မြင့်မြင့်နှင့် capacity များလျှင် စျေးနှုန်း ပိုမြင့်မားသည်။ Network capacity အပြည့်နီးပါးသို့ ရောက်လျှင် network performance သည် သိသိသာသာ ကျဆင်းလိမ့်မည်။ ထို့ကြောင့် network များကို ဒီဇိုင်းလုပ်သည့်အခါ spare node နှင့် traffic capacity ကို အပို ဆောင်းထားရန် လိုအပ်သည်။

BAS တွင် အဓိက အသုံးပြုသည့် network standard များမှာ

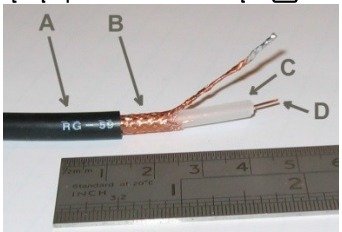
၈.၇.၁ Ethernet (IEEE 802.3)

Ethernet သည် အသုံးအများဆုံးသော Local Area Networks (LAN) ဖြစ်သည်။ မြန်နှုန်း(speed)နှင့် ဖြန့်ကျက်နိုင်သည့် အကွာအဝေးကို လိုက်၍ Ethernet အမျိုးအစားများ ကွဲပြားသည်။

RG-8/U coaxial cable ကို အသုံးပြုထားသည့် thick Ethernet (10BASE5) နှင့် RG-58 coaxial cable ကို အသုံးပြုသည့် thin Ethernet(10BASE2) တို့ကို အသုံးများသည်။ 'Thin' Ethernet ၏ မြန်နှုန်းသည် RG-58 coaxial cable ကို အသုံးပြုလျှင် 100 Mbps ဖြစ်ပြီး၊ ဖြန့်ကျက်နိုင်သည့် အကွာအဝေးသည် မီတာ(၂၀၀) ဖြစ်သည်။ Unshielded 'twisted pairs' ကို အသုံးပြုလျှင် မြန်နှုန်း 10 Mbps ရရှိနိုင်ပြီး မီတာ(၁၀၀) ဖြန့်ကျက်ထားနိုင်သည်။ Twisted pair အသုံးပြုလျှင် 100 nodes per segment ဖြစ်သည်။ Segment တစ်ခုနှင့် တခြားတစ်ခုကို repeater အသုံးပြု၍ ချိတ်ဆက်နိုင်သည်။ Repeater များသည် signal ပိုအားကောင်းလာအောင် ပြုလုပ်ပေးနိုင်သည်။

Ethernet များကို အဆောက်အဦအတွင်း IT လုပ်ငန်းများအတွက် အသုံးပြုနိုင်သလို BAS system အတွက် အသုံးပြု နိုင်သည်။ သို့သော် IT department အနေဖြင့် IT network ကို တခြားသော system များနှင့် အတူကွ အသုံးပြုရန် လိုလားနစ်သက်လိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။ Unknown traffic နှင့် security ပြဿနာများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်သည်။

Network များ၏ အသုံးပြုနိုင်ချိန်(uptime) နှင့် အသုံးမပြုနိုင်ချိန်(downtime)သည် အလွန်အရေးကြီးသည်။ IT system တိုင်းတွင် အကြောင်းတစ်ခုခုကြောင့် ရပ်နားထားရချိန်(downtime) ရှိနိုင်သည်။ ညအချိန် နှင့် စနေ၊ တနင်္ဂနွေ ရုံးပိတ်ရက် များတွင် upgrade လုပ်ခြင်း၊ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုလုပ်ခြင်း(maintenance) တို့ကြောင့် network များကို ရပ်နား(down) ထားရသည်။



ပုံ ၈-၃၅ Coaxial cable is used to transmit 10BASE-2 Ethernet

10BASE2 cable with BNC T-Connector

10BASE2 cable end Terminator

၈.၇.၂ ARCNET

ARCNET သည် Ethernet ထက် ပို၍ ဈေးချိုသည်။ မြန်နှုန်းသည် 19 kps မှ 10 Mbps အတွင်းဖြစ်သည်။ Cable အမျိုးမျိုးကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ ရိုးရှင်းသည့် system ဖြစ်သည်။ Device (၂၅၅)ခုအထိ ချိတ်ဆက်နိုင်သည်။ HVAC network များတွင် ARCNET သည် intermediate level အဖြစ် တည်ရှိသည်။ Building နှင့် operator terminal အကြားတွင် Ethernet ကို အသုံးပြုသည်။ ARCNET ဖြင့် Controller များကို အချင်းချင်း ချိတ်ဆက်ထားသည်။ ARCNET နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အချက်အလက်များကို www.arcnet.com တွင် အသေးစိတ် ဖတ်ရှုနိုင်သည်။

၈.၇.၃ RS-485

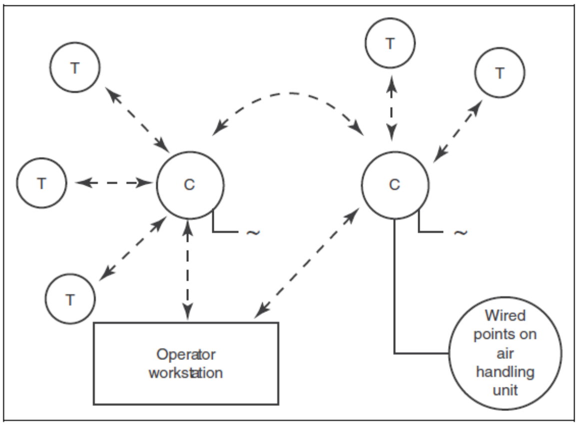
HVAC network များ၏ lower level များ၌ RS-485 ကို အသုံးပြုကြသည်။ ဝါယာကြိုးနှစ်ချောင်း (two-wire)နှင့် ground ဝါယာ ကို အသုံးပြုသည်။ BACnet MS/TP protocol ကို RS-485 နှင့် တွဲ၍ အသုံးပြုနိုင်သည်။ Network တစ်ခုတွင် သီအိုရီအရ master node (၁၂၇)ခု အပါအဝင် node ပေါင်း(၂၅၄) ချိတ်ဆက်ထားနိုင်သော်လည်း ချောမွေ့စွာ အလုပ်လုပ်နိုင်ရန်အတွက် node ပေါင်း (၄၈)ခန့်သာ ထားရှိကြသည်။

ရှေးယခင်က မြန်နှုန်း 9.6 kbps ကိုသာ ရရှိနိုင်သည်။ ယခုအခါ 76.8 kbps ရရှိနိုင်သည်။ Master node များသည် အချင်းချင်း အပြန်အလှန် ဆက်သွယ်(communicate)နိုင်ကြသော်လည်း slave node များသည် master node များက တောင်းဆိုသည့် အရာများကိုသာ ပြန်ဖြေကြားခွင့် ရှိသည်။ Building network ရှိ master node များ၌ ARCNET communications port ပါရှိသည်။

၈.၇.၄ Wireless

Wireless နည်းပညာသည် အလွန်လျင်မြန်စွာ တိုးတက်ပြီး အသုံးများနေသည့် နည်းပညာ အသစ်ဖြစ်သည်။ Wireless signal သည် network cable များ နေရာတွင် အစားထိုး အသုံးပြုလာကြသည်။ Node တစ်ခုသည် wireless signal ကို အသုံးပြု၍ တခြား node တစ်ခု သို့မဟုတ် node များနှင့် ဆက်သွယ်နိုင်သည်။ Node ၌ လိုအပ်သည့် ပါဝါ(power) အတွက် ဘက်ထရီ(battery)ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် မည်သည့် ဝါယာကြိုးကိုမျှ အသုံးပြုရန် မလိုအပ် တော့ပေ။

ဘက်ထရီ(battery)ကို အသုံးပြုထားသောကြောင့် device များကို ပါဝါ(power) သုံးစွဲမှုနည်းအောင် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားရန် လိုသည်။ အချိန်တိုင်း message များကို လက်ခံနိုင်ပြီး တစ်ခါတစ်ရံမှသာ ထုတ်လွှင့်ခြင်း(occasionally broadcast) ပြုလုပ်အောင် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ ပါဝါ(power) သုံးစွဲမှုသက်သာစေရန် message များကို လက်ဆင့်ကမ်းခြင်း(passing on messages) ပြုလုပ်ရာတွင် မပါဝင်အောင် ပြုလုပ်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ Message များကို လက်ခံနိုင်ပြီး တစ်ခါတစ်ရံမှသာ ထုတ်လွှင့်သည့် device များကို Limited Function(LF) device များ ဟုခေါ်သည်။ Lithium ion battery တစ်လုံးကို သာမန်device တစ်ခုတွင် အသုံးပြုလျှင် (၅)နှစ်ကျော် အသုံးပြုနိုင်သည်။

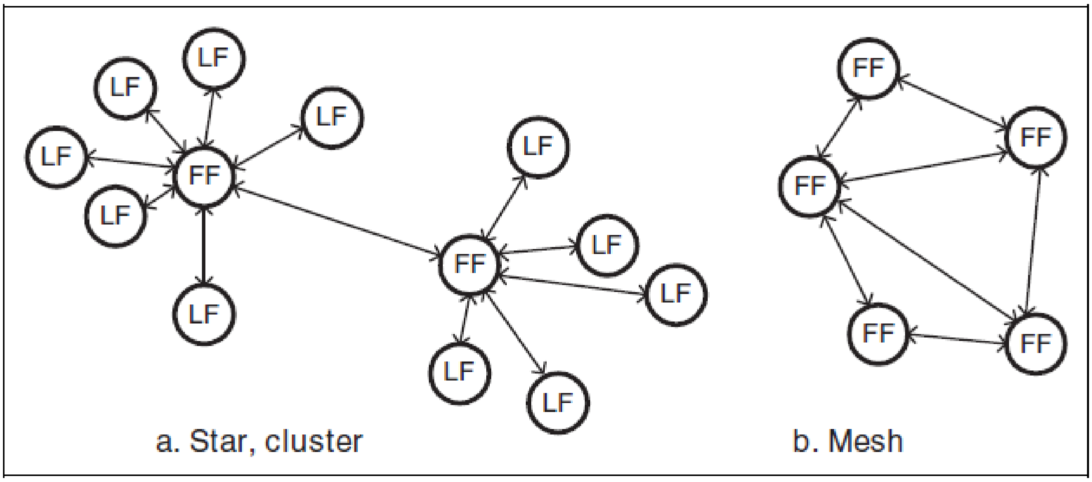


ပုံ ၈-၃၆ Wireless network with self- and building-powered devices

ပုံ(၈-၃၆)တွင် ဘက်ထရီ(battery) ကို အသုံးပြုထားသည့် thermostats (T)၊ building power controllers (C) နှင့် operator workstation (OW) တို့ ဆက်သွယ်(communicate)ပုံ ဖော်ပြထားသည်။

Wireless နည်းပညာသည်တွင် ပါဝါ(power)သုံးစွဲမှုနည်းသည် device များကိုသာ အများဆုံး အသုံးပြုကြသည်။ ကြိုးမဲ့ (wireless) ဖြစ်သောကြောင့် အစဦးကုန်ကျစရိတ် နည်းသည်။ Sensor တစ်ခုကို တပ်ဆင်ရန် ကုန်ကျစရိတ်ထက် ၅၀% လျော့နည်းသည်။ သို့သော် battery အသစ်လဲရသည့် ကုန်ကျစရိတ်များရှိ နိုင်သည်။

Full Function(FF) wireless node များသည် information များကို လက်ခံ(receive)နိုင်သလို တခြား node များဆီသို့ ပေးပို့(send) နိုင်သည်။ Full Function(FF) node များကို ပုံ(၈-၃၇)[a]တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း တပ်ဆင်နိုင်သည်။ Mesh topology ကို တစ်စထက်တစ် ပို၍ အသုံးများလာကြသည်။ ပုံ(၈-၃၇)[b]တွင် ပြထားသည့်အတိုင်း တခြား node တစ်ခုမှ တစ်ဆင့်ကျန် node များဆီသို့ information များကို ပေးပို့ နိုင်သည်။



ပုံ ၈-၃၇ Linear and Mesh arrangements of Nodes

Wireless signal သည် အကွာအဝေး(distance)နှင့် အဆောက်အဦတွင် အသုံးပြုထားသည့် ပစ္စည်းများ (materials) အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Wireless signal သွားရသည့် အကွာအဝေး(distance) ပိုများလေ wireless signal အားလျော့နည်းသွားလေဖြစ်သည်။ Wireless signal အားလျော့နည်းခြင်းကို "**signal attenuation**" ဟု ခေါ်သည်။ ကွန်ကရစ်(concrete) ကဲ့သို့သော နံရံကို ဖြတ်ကျော်ရလျှင် wireless signal အား လျော့နည်းသွားသည်။ နံရံမှ signal များကို စုပ်ယူခြင်း(absorption)ကြောင့် signal အား လျော့နည်းသွားခြင်း ဖြစ်သည်။ သတ္တုများ(metal) သည် signal reflection ဖြစ်စေသောကြောင့် သတ္တုမျက်နှာပြင်ဧရိယာများလေ wireless signal ပိုအားကောင်းလေ ဖြစ်သည်။

အတွေ့အကြုံများသော ဒီဇိုင်းအင်ဂျင်နီယာသည် node များကို သင့်လျော်သည့် အကွာအဝေး(spacing) တွင် ချိန်ဆ ထားခြင်းဖြင့် wireless signal များ အားလျော့နည်းသွားခြင်း(attenuation) ပြဿနာကို ဖြေရှင်းနိုင်သည်။ လုံလောက်သည့် signal အား(strength) ရှိ၊ မရှိကို သိနိုင်ရန်အတွက် signal strength test ပြုလုပ် လိုအပ်သည်။ Node တိုင်းကို signal strength test ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သည်။ လိုအပ်လျှင် repeater များထည့်ခြင်း၊ node များကို နေရာ ရွှေ့ပြောင်းခြင်းဖြင့် signal အား(strength)ကောင်းအောင် ပြုလုပ်နိုင်သည်။ Repeater သည် message များကို လက်ခံရရှိ(receive)ပြီးနောက် ပြန်လည်ထုတ်လွှင့်(rebroadcast)သည့် device ဖြစ်သည်။ Repeater များကို "**signal power booster**" ဟူ၍လည်း ခေါ်ဆိုလေ့ရှိသည်။

ကြိုးမဲ့ဆက်သွယ်ရေး(wireless communication)သည် hard-wired connection နှင့် မတူညီပေ။ ကြိုးမဲ့ဆက်သွယ်ရေး(wireless communication)သည်တွင် wireless signal များ နှောက်ယှက်ခံရသည့်(interference) ပြဿနာ ဖြစ်ပေါ်နိုင်သည်။ ပရိဘောဂ၊ လူ၊ ခန်းစီး စသည့် ရွှေ့လျားနိုင်သည့် အရာဝတ္ထုများကြောင့် interference ဖြစ်ပေါ် နိုင်သည်။ lights ၊ variable speed drives ၊ elevators နှင့် တခြားသော radio equipment တို့ကြောင့်လည်း interference ဖြစ်ပေါ် နိုင်သည်။

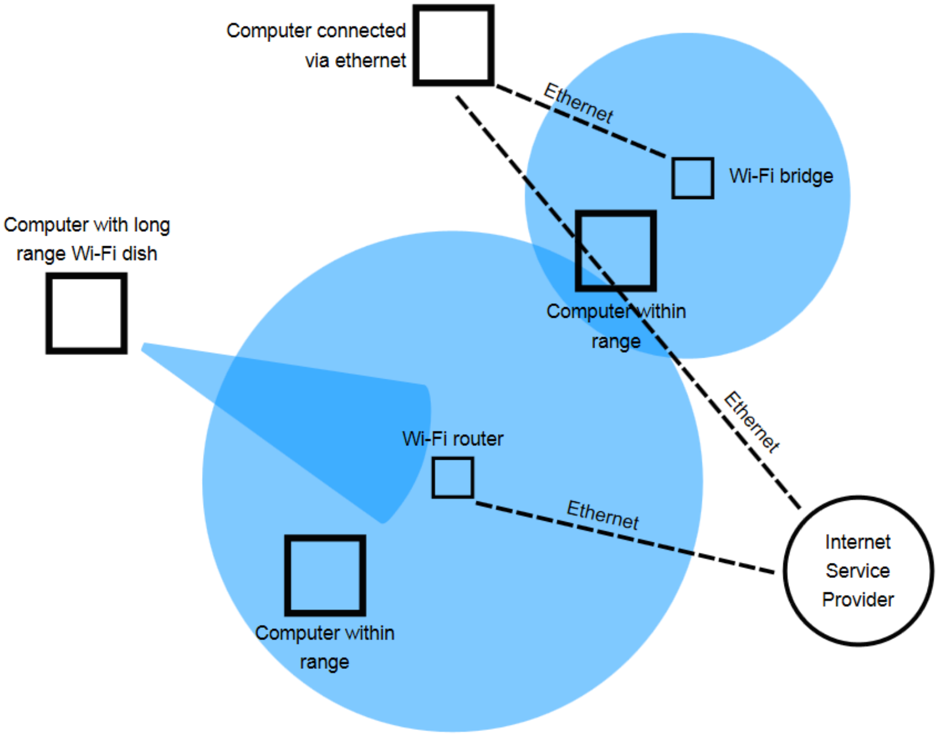
ယေဘုယျအားဖြင့် အသုံးပြုသည့် ရေဒီယိုလှိုင်း(radio frequencies) သုံးမျိုးမှာ

(၁) 2.4 GHz (2.4 to 2.4835 GHz) [IEEE 802.11]

2.4 GHz frequency သည် IEEE 802.15.4 standard ဖြစ်သည်။ ဤ frequency band ကို အသုံးပြုလျှင် စွမ်းအင်အနည်းငယ်သာ လိုအပ်သော်လည်း data transmission speed နှေးသည်။ Commercial building နှင့် institutional building များ အတွင်း(indoor range)၌ ပေ(၁၅၀)အတွင်း mesh arrangement ဖြင့် အသုံးပြုနိုင်သည်။ ပေ(၃၀၀)အတွင်း non-mesh communication ဖြင့် အသုံးပြုနိုင်သည်။

(၂) 900 MHz (902 to 928 MHz)သည် 2.4 GHz band ထက် အသုံးပြုသည်။ ဖြန့်ကျက်နိုင်မှု(range) ပိုကောင်းသည်။ မြောက်အမေရိကတိုက် နှင့် ဩစတြေးလျတိုက်ရှိ နိုင်ငံများသာ အသုံးပြုနိုင်သောကြောင့် ထုတ်လုပ်သူများအတွက် စီးပွားဖြစ် ထုတ်လုပ်ရန် ခက်ခဲသည်။

(၃) 800 MHz ကို မြောက်အမေရိကတိုက် နှင့် ဩစတြေးလျတိုက် ပြင်ပရှိ နိုင်ငံများတွင် အသုံးပြုသည်။ ဖြန့်ကျက်နိုင်မှု(range) ပိုကောင်း သော်လည်း အသုံးပြုနိုင်သည် နိုင်ငံအနည်းငယ်သာ ရှိသည်။

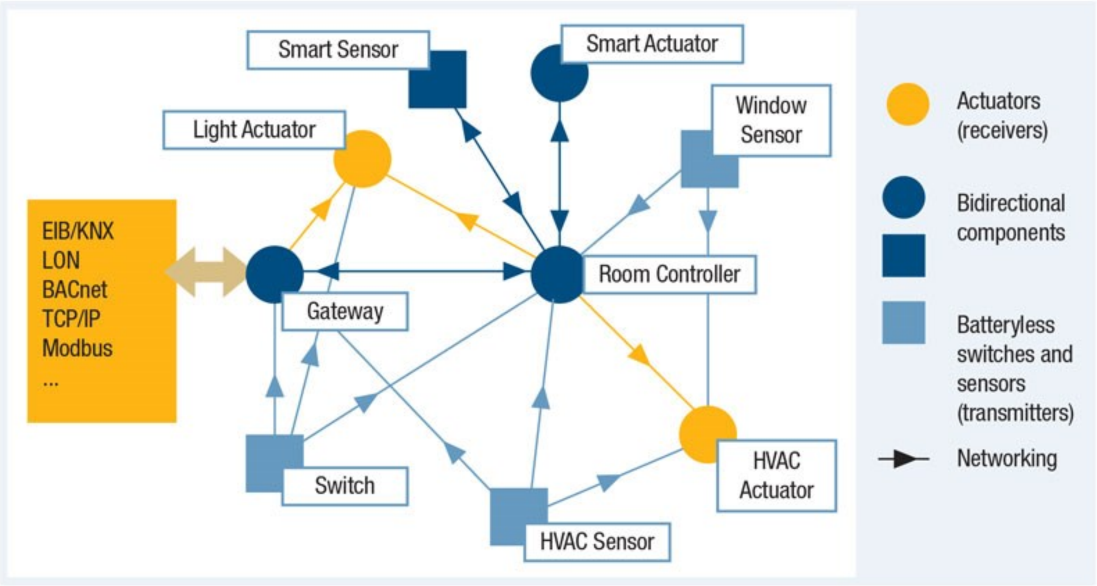


ပုံ ၈-၃၈ WI-FI Range Diagram

Data Transmission Feature of Wired and Wireless Network

Table 8.1 Feature of wired and wireless transmission data

Feature	Wired	Wireless
Range	Better	Bad
Installation effort and flexibility	Worse	Better
Data volume	Better	Worse
Availability of information in room	Bad	Better
Realibility	Better	Good
Cost	Good	Better



ပုံ ၈-၃၉ Wireless Building Automation System (BAS) တစ်ခုပုံ

-End-

Chapter-8 Data Communication and Networking

၈.၁. Data Communication	1
၈.၂ Network	2
၈.၃ Topology	4
၈.၃.၁ Mesh topology	4
၁.၃.၂ Star Topology	5
၈.၃.၃ Tree (Hierarchical) topology	6
၈.၃.၄ Bus topology	7
၈.၃.၅ Ring topology	7
၈.၃.၆ Hybrid Topologies	8
၈.၄ Transmission Mode	8
၈.၄.၁ Simplex	9
၈.၄.၂ Half Duplex	9
၈.၄.၃ Full Duplex	9
၈.၅ Network အမျိုးအစားများ (Categories of Network)	10
၈.၅.၁ Local Area Network (LAN)	10
၈.၅.၂ Metropolitan Area Network (MAN)	10
၈.၅.၃ Wide Area Network(WAN)	11
၈.၆ OSI Model	12
၈.၆.၁ Organization of Layer	15

၈.၆.၂ Physical Layer 16
၈.၆.၃ Data Link Layer 17
၈.၆.၄ Network layer 18
၈.၆.၅ Transport Layer 18
၈.၆.၆ Session Layer 19
၈.၆.၇ Presentation Layer 19
၈.၆.၈ Application Layer 20
၈.၇ Network Standards 20
၈.၇.၁ Ethernet (IEEE 802.3) 20
၈.၇.၂ ARCNET 21
၈.၇.၃ RS-485 21
၈.၇.၄ Wireless 21