

Viktige WAN og høyhastighetsteknologier

Kompendium til bruk ved Oslo By Steinerskole, IKT driftsfag.

I våre dager kan du knapt kjøpe et datablad i kiosken uten at det er en eller flere artikler om nettverk og hvordan man kan øke hastigheten i datanettverk, og hvordan man kan koble seg til nettverk over stadig større avstander. Dette dreier seg om teknologier som "frame relay", 100VG-AnyLAN og ATM m. fl. Vi skal se på det grunnleggende i disse og noen andre WAN teknologier.

Følgende teknologier vil bli berørt:

- 100Base-TX
- 100VG-AnyLAN
- FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
- X.25
- Frame Relay
- ATM (Asynchronous Transfer Mode)
- ISDN (Integrated Services Digital Network)
- SONET (Synchronous Optical Network)
- DSL

100Base-TX:

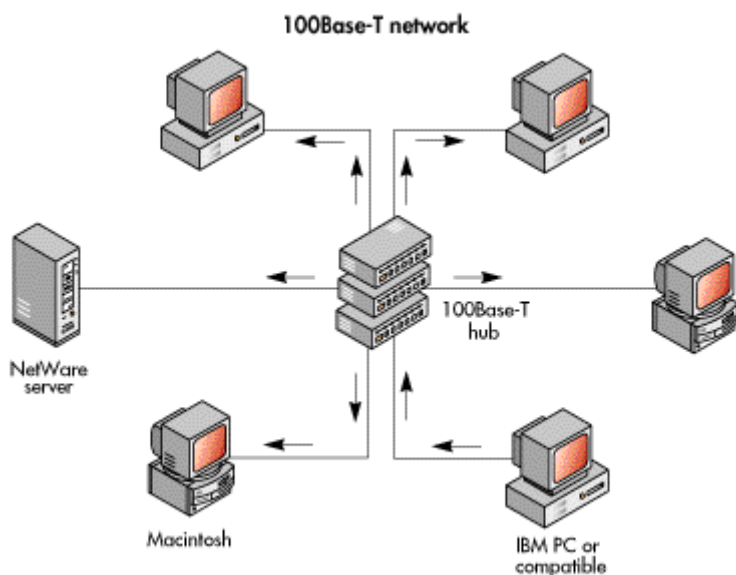
100 Base-TX er en høyhastighets LAN teknologi. 100 Base-TX heter, offisielt, IEEE 802.3u. Den opererer på lag to i OSI modellen, datalink laget, i sub layer MAC. Den har en kapasitet på inntil 100 Mbps.

Karakteristikker:

Akkurat som 10Base-T Ethernet (vanlig 10 Mbps Ethernet med UTP kabel) bruker 100Base-TX Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection som aksessmetode for å komme inn på kabelen. CSMA/CD har vi diskutert tidligere, så vi hopper over det her. Den største fordelene med 100Base-TX (gjelder også for 10Base-T og delvis for 10Base2, co-axial) er at det baserer seg på at CSMA/CD gjør at det er uproblematisk å fjerne enheter fra nettverket og stort sett uproblematisk å legge til enheter i nettverket. Dette skjer uten at det påvirker hastighet, sikkerhet (opetid) og uten å ødelegge mulighetene for et skikkelig overvåkningssystem for nettverket.

CSMA/CD var kjent som en skalerbar (det betyr at den kan øke og krympe i størrelse) aksessmetode før 100Base-TX standarden kom. En spesiell form for nedskalert Ethernet (kjent som 1Base-5) bruker CSMA/CD, gir en hastighet på 1 Mbps, men til gjengjeld kan det være lenger avstand mellom repeatere. Altså: man kan bruke lengre kabler. Kunne CSMA/CD nedskaleres, kunne det vel også oppskaleres? Ja da, det kunne det. Ved å senke kravet til minimumsavstand mellom repeatere og endre på en del andre spesifikasjoner fikk man CSMA/CD til å støtte 100 Mbps, den såkalte 100 megabits Ethernet, 100Base-TX. Dette er 10 ganger raskere enn standard 10Base-T Ethernet. En skikkelig fremgang!

I et 100Base-TX nettverk bruker man vanligvis UTP Cat 5e kabel. Det brukes to par av kabelen. Det finnes en spesiell variant av 100Base-TX som kalles 100Base-T4. Dette systemet kan gå ned til Cat 3 VG kabel ved å bruke 4 par kabel, 3 til data og en til å oppdage kollisjoner på kabelen, men vi henger oss ikke opp i det akkurat nå :-). Vi kan også bruke fiberoptisk kabel (100Base-FX) og STP type 1, dersom det er spesiell grunn til å tenke på crosstalk eller EMI (Electro Magnetic Interference).



I et 100Base-TX nettverk er den fysiske topologien en stjerne, men den logiske utformingen er en buss. Et broadcastsignal vandrer til alle deler av kabelen.

Fordeler:

100Base-TX er lett tilgjengelig, det er vanlig hyllevare i alle nettverkskomponenter og det er ikke spesielt dyre komponenter.

I tillegg til dette er det lett å oppgradere fra et 10Base-T nettverk til 100Base-TX, under forutsetning av at det ble installert tilstrekkelig kvalitetskabel. Minst bør det være Cat 5, helst Cat 5e. Begge systemene bruker CSMA/CD som aksessmetode og mange nyere nettverkskort støtter både 10 og 100 Mbps hastighet. Vanligvis er disse kortene utstyrt med såkalt "auto-sense", noe som betyr at de automatisk oppdager om de er i et 10 eller i et 100 Mbps miljø. Etersom disse to nettverkene er kompatible, kan de kjøres samtidig og en eventuell oppgradering kan gjøres gradvis, en og en maskin etter hvert som behovet melder seg. De fleste nettverksadministratorer er vel kjent med CSMA/CD teknologien og det er derfor ikke store, dyre behov for opplæring.

Ulemper:

100Base-TX vil redusere størrelsen på nettverket, eller for å si det mer korrekt, du kan ikke bygge et like stort (geografisk størrelse!) med 100Base-TX som du kan med 10Base-T. Grunnen er at det er strengere krav til maksimal kabellengde. I tillegg vil det faktisk at 100Base-TX er basert på CSMA/CD også skape noen problemer. Det er greit nok at vi kan strekke CSMA/CD standarden til dens maksimum: 100 Mbps, men det betyr også at trafikken øker, dermed øker antall kollisjoner og ventetid, og så har vi det gående. Dette er mest

fremtredende når det er stor belastning på nettverket. I noen tilfelle vil det være nødvendig å se på hva slags kabel som finnes på stedet fra før. Dersom det er kablet med Cat 3 eller Cat 4 kabel, er det mulig å bruke 10Base-T, men ikke 100Base-TX. Det kan være dyrt å legge om kabel i et bygg, vurder nøye kostnader kontra behov i et slikt tilfelle.

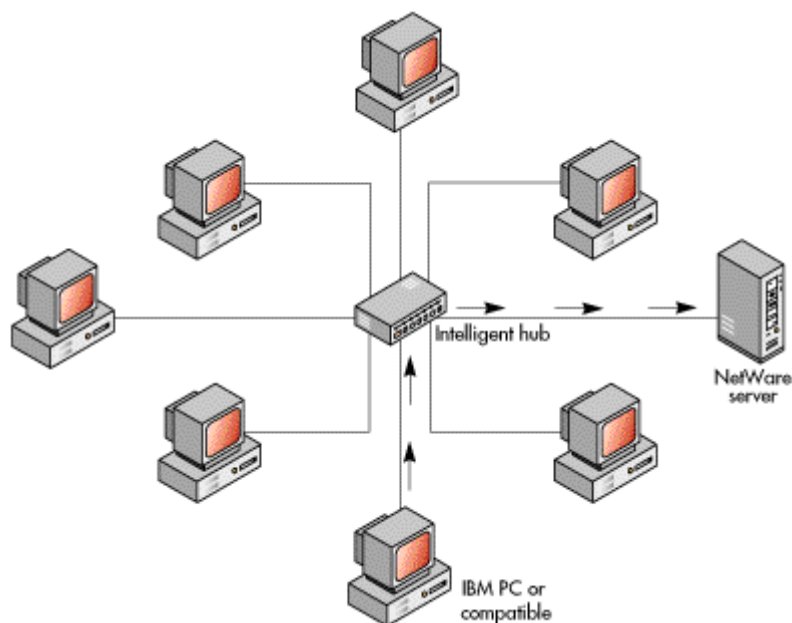
100VG-AnyLAN:

100VG-AnyLAN som offisielt heter IEEE 802.12 standarden er en høyhastighets LAN teknologi som konkurrerer med 100Base-TX. Akkurat som 100Base-TX er 100VG-AnyLAN en standard som opererer på lag to i OSI modellen, og har en maksimal hastighet på 100 Mbps. Imidlertid er det grunnleggende forskjeller mellom 100Base-TX og 100VG-AnyLAN.

Karakteristikker:

Isteden for å bruke CSMA/CD som aksessmetode bruker 100VG-AnyLAN en metode som kalles "demand priority". Dette er ikke en *contention method* (kamp om plassen) det bruker isteden en form for token passing. Dette tokenet er litt annerledes enn det vi er vant med fra Token Ring nettverk. Tokenet baserer seg på en rangeringsordning (som administrator kan sette opp) over hvilke typer nettverkstrafikk som skal ha fortrinn fremfor annen trafikk og i hvilken rekkefølge hubene (disse hubene er mer avanserte enn både MAU og Ethernet hub) skal ta i mot henvendelser fra andre noder. Dette kan baseres både på noden / maskinen og typen nettverkstrafikk. Eksempelvis kan en administrator sette det opp slik at servere har rang foran arbeidsstasjoner, og trafikk til og fra databaseprogrammene har rang foran e-post fra Internett og tekstbehandlingsprogrammer. Dersom en hub får to forespørsler fra to likeverdige noder vil den betjene den som kom først, først.

100VG-AnyLAN bruker vanligvis Cat 5 UTP kabel, men kan kjøres på Cat 3.



I et 100VG-AnyLAN er både den fysiske og den logiske utformingen stjernenett. Et signal fra en maskin går IKKE til alle de andre, det går til huben og blir rutet til riktig maskin.

Fordeler:

Fordi 100VG-AnyLAN bruker Demand Priority har denne teknologien en rekke fordeler fremfor 100Base-TX.

Først og fremst fordi 100VG-AnyLAN tilbyr den nødvendige båndbredden og timingen som mange applikasjoner trenger, spesielt multimedia programmer. Administratoren kan gi høyere prioritet til arbeidsstasjoner eller servere som ofte sender tidsavhengige programmer slik som videostreaming eller radio.

For det andre vil det ikke oppstå kollisjoner og ventetid, noe som betyr at nettverket er mer stabilt og oppfører seg jevnere. Det blir mindre "overhead".

For det tredje er 100VG-AnyLAN switchet, det vil si at det ikke sendes broadcastpakker til alle maskinene. En datapakke sendes bare ut på en bestemt port i huben dersom maskinen som skal ha den er koblet til den porten. Dette øker også datasikkerheten, det er vanskeligere å avlytte nettverket for noen som har uærlige hensikter. Kostnadene ved 100VG-AnyLAN er ikke spesielt mye høyere enn 100Base-TX. Man kan bruke de samme nettverkskortene, men de må være 10/100 Mbps.

Ulemper:

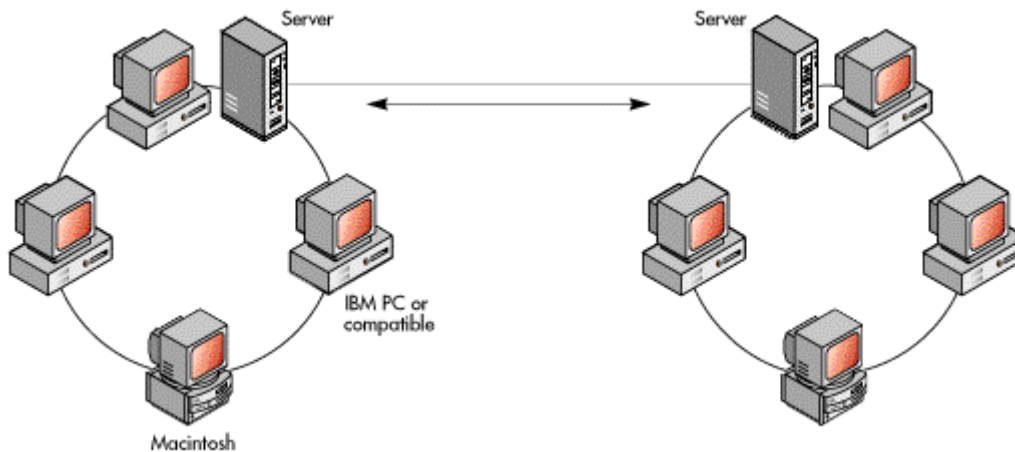
CSMA/CD og 100Base-TX er velkjent for de fleste administratorer. 100VG-AnyLAN er en mye nyere teknologi og mange steder må man regne med å sende IT staben på kurs for å lære å bruke 100VG-AnyLAN på en optimal måte. Det er heller ikke like mange produsenter av 100VG-AnyLAN utstyr, noe som gjør at man binder seg i sterkere grad til en eller noen få produsenter. Det betyr igjen at du kan stå med katta i sekken hvis produsenten går konkurs. Det er også store sjanser for at det må trekkes nye kabler. 100VG-AnyLAN bruker alle 4 par i Cat 3 eller Cat 5 kabelen. En del steder vil man se at et eller to av parene i Cat 5 kabelen er brukt til noe annet, for eksempel telefon. (Et par for analogt, to par for ISDN).

Fiber Distributed Data Interface (FDDI)

Fiber Distributed Data Interface (FDDI) er også en høyhastighets LAN teknologi.

Det er ikke vanlig å bruke FDDI som kobling mellom arbeidsstasjoner, det blir vanligvis brukt som "backbone" teknologi. Et backbone kobler et eller flere LAN sammen ved å lage en slags motorvei for datatrafikk mellom de to nettverkene. Et enkelt backbone kan for eksempel forbinde to servere med en høyhastighetslinje bestående av nettverkskort og kabel.

Fiber Distributed Data Interface (FDDI) heter offisielt ANSI X3T9.5 og befinner seg både på lag 1, det fysiske og på lag 2 datalinklaget i OSI modellen. Akkurat som 100Base-TX og 100VG-AnyLAN har Fiber Distributed Data Interface (FDDI) en overføringshastighet på 100 Mbps.



Eksempel på et backbone som forbinder serverne i 2 token ring nettverk

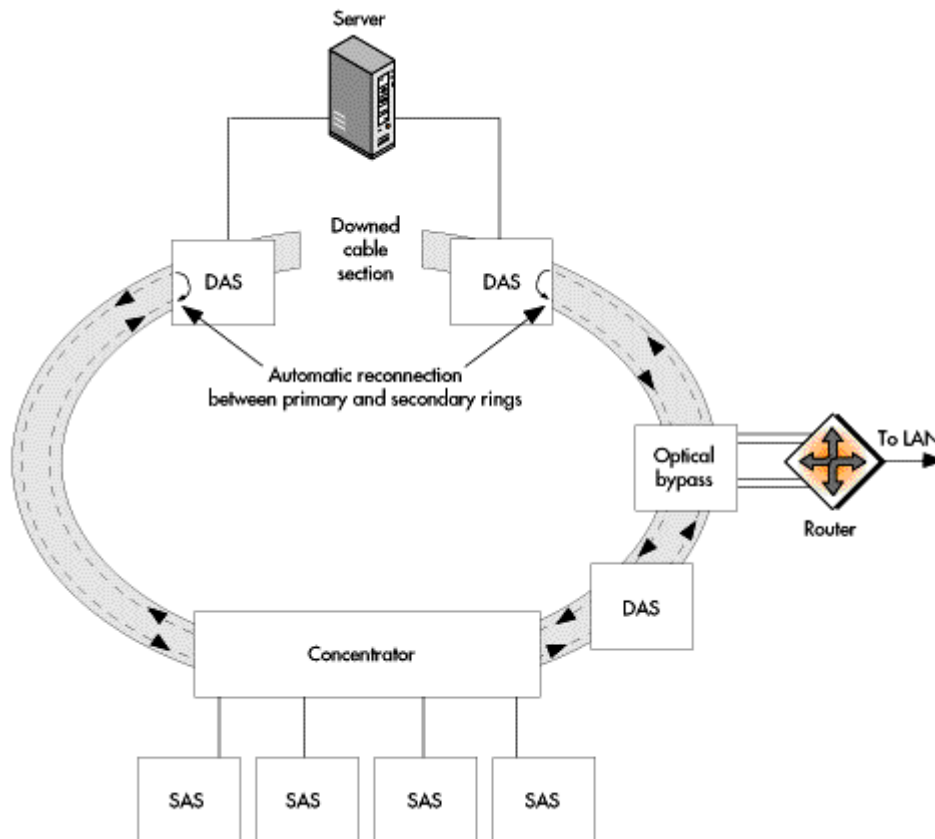
Karakteristikker:

FDDI nettverk har en ringtopologi, men den er annerledes enn vanlig token ring. Det er to ringer som går i hver sin retning. Her, akkurat som i token ring er ringen en logisk greie inne i en spesiell hub. Selv om begge disse ringene kan frakte data, er det vanligvis slik at bare den ene ringen brukes, den andre er til ren back-up i tilfelle ringnettverket skulle gå ned.

På et FDDI nettverk er alle nodene repeaterer. FDDI bruker fire typer noder:

- DAS (Dual Attached Station)
- SAS (Single Attached Station)
- SAC (Single Attached Concentrator)
- DAC (Dual Attached Concentrator)

DAS og DAC er koblet til begge ringene. SAS og SAC kobles bare til den ytterste (primære) ringen. Det er vanlig at det er mange SAS koblet til den primære ringen via en "concentrator" (samleenhet) slik at en SAS som går ned ikke skal bringe hele nettverket ned. Dersom kabelen skulle kuttes, eller noe skje med nettverket (en oppkobling går ned) mellom to noder vil nærmeste DAS og DAC på hver side av bruddet rute signalet om til den sekundære ringen og kommunikasjonen kan fortsette. FDDI bruker token passing som aksessmetode og det er fiberoptisk kabel som brukes.



Vi ser at den grå ringen (primærkabelen) er kuttet og to DAS ruter signalene via den indre ringen slik at kommunikasjonen ikke stopper.

Fordeler:

FDDI er en rask og sikker standard som ikke går ned til stadighet. Dobbeltringen hvor signalet kan reise i begge retninger øker sikkerheten i nettverket ved at kommunikasjonen fortsetter selv om det oppstår et kabelbrudd. FDDI har også innebygget nettverksovervåking i standarden. Det finnes også en CDDI standard for å gjøre det samme på kobberlinjer (vanlig Cat 5 for eksempel). Kobber er billigere enn fiberoptisk kabel.

Ulemper:

Den største ulempen ved FDDI er prisen. Både fiberoptisk kabel og de spesielle nettverkskortene som brukes i FDDI er mye dyrere enn vanlig standard utstyr til 100Base-TX.

X.25

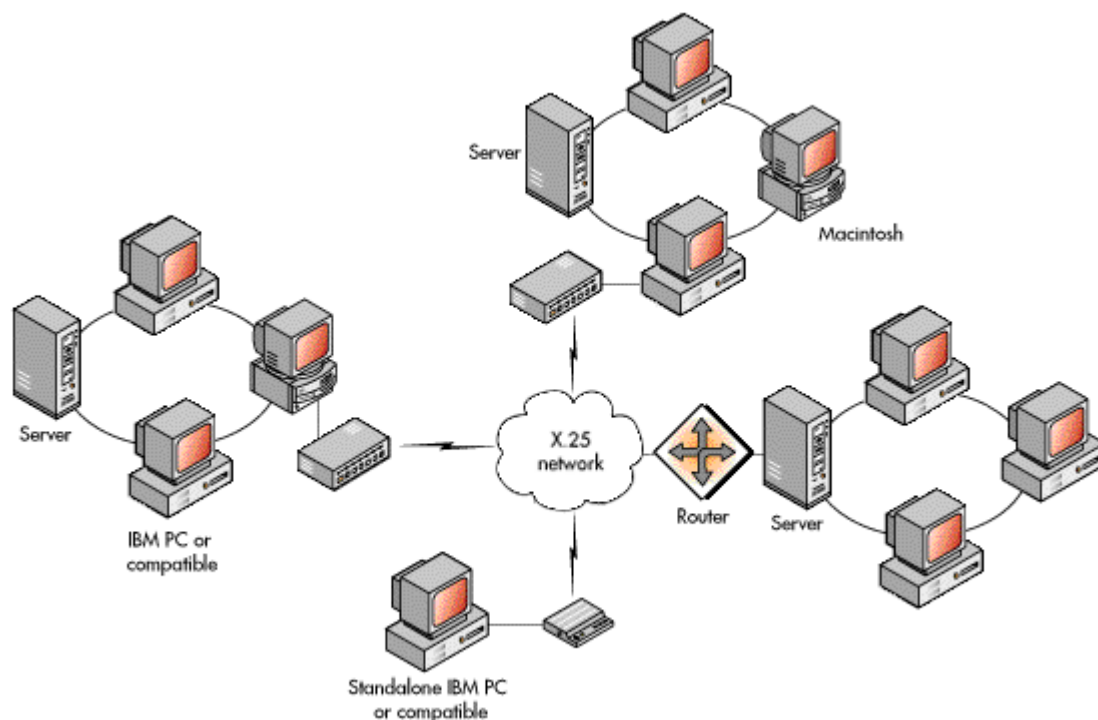
X.25 er en mye brukt WAN standard som hovedsakelig opererer på nettverkslaget (lag 3) i OSI modellen.

Det er en standard (protokoll) som i sin tid ble utviklet av CCITT (nå kjent som ITU, eller International Telecommunications Union) og denne protokollen, til tross for at jeg sier at den hovedsakelig arbeider på nettverkslaget, har også lag 2 protokoll (LAP-B) og lag 1 protokoll (X.21).

X.25 kan tilby hastigheter fra 9.6 kbps til 256 kbps, avhengig av oppkoblingsmetoden.

Karakteristikker:

X25spesifiserer et interface (grensesnitt) for å koble sammen datamaskiner på forskjellige nettverk via en "midlertidig" oppkobling over et pakkeswitchet nettverk. Et par eksempler på slike kan være "CompuServe", "Tymnet" eller "Datapak" som var norsk v/ Televerket. Datapak er nedlagt i Norge (1999). X.25 ble lavet den gang da kvaliteten på telefonlinjene var betydelig dårligere enn de er i dag. Dette er grunnen til at det er lagt inn en betydelig del med feilsjekking i X.25. Et av prinsippene er at en mottagermaskin (eller en annen type nettverkskomponent) alltid må motta en hel IP-pakke og kontrollere den for CRC (feilsjekking) før den kan sende pakken videre.



De store nettverkene (Internet) blir vanligvis tilbudt av store telefonoperatører. En slik operatør er CompuServe som bruker X.25 på sitt nettverk.

Fordeler:

X.25 er en velkjent protokoll og den er stødig. Den går sjelden ned. Tilkobling til et X.25 nettverk kan gjøres via vanlig analog telefon, ISDN eller leide linjer. Fordi tilknytningen er såpass enkel er det relativt billig, utstyrmessig, å koble seg til X.25, og det er tilgjengelig på verdensbasis. Skal du koble deg til Internet via X.25 fra Norge i våre dager er det fullt mulig selv om Televerket nå heter Telenor og datapak tjenesten er nedlagt, men du må regne med å ringe et utenlandsnummer, og da begynner jo tellerskrittene å løpe. I mindre teknologisk utviklede land vil X.25 ofte være den eneste, for ikke å si den beste, oppkoblingen du kan finne.

Ulemper:

Selv om X.25 er greit og enkelt og til tross for at det er såpass enkelt tilgjengelig, er ikke X.25 så mye i bruk lenger. Grunnen er nok hovedsakelig at X.25 er en langsom teknologi. Selve feilsjekkingsprosessen er tungvindt, alle pakker må sjekkes 100 % før noe kan sendes videre. Pakkestørrelsen i et X.25 nettverk er variabel, altså den kan være forskjellig fra pakke til pakke. Dette kan også skape forstyrrelser i nettverkskomponenter under veis, slik som repeatere og bridger. Dertil er det slik at svært mange brukere av X.25 nettverk kobler seg til via vanlige analoge modemer, noe som begrenser overføringshastigheten. Den vil være fra 9,6 Kbps til 56 Kbps. Det er grunn til å tro at X.25 vil fortsette å eksistere i verden i ganske lang tid fremover. Allikevel ser vi tydelig at nyere, raskere overføringsmetoder erstatter X.25 i stadig nye og større geografiske områder.

Frame Relay

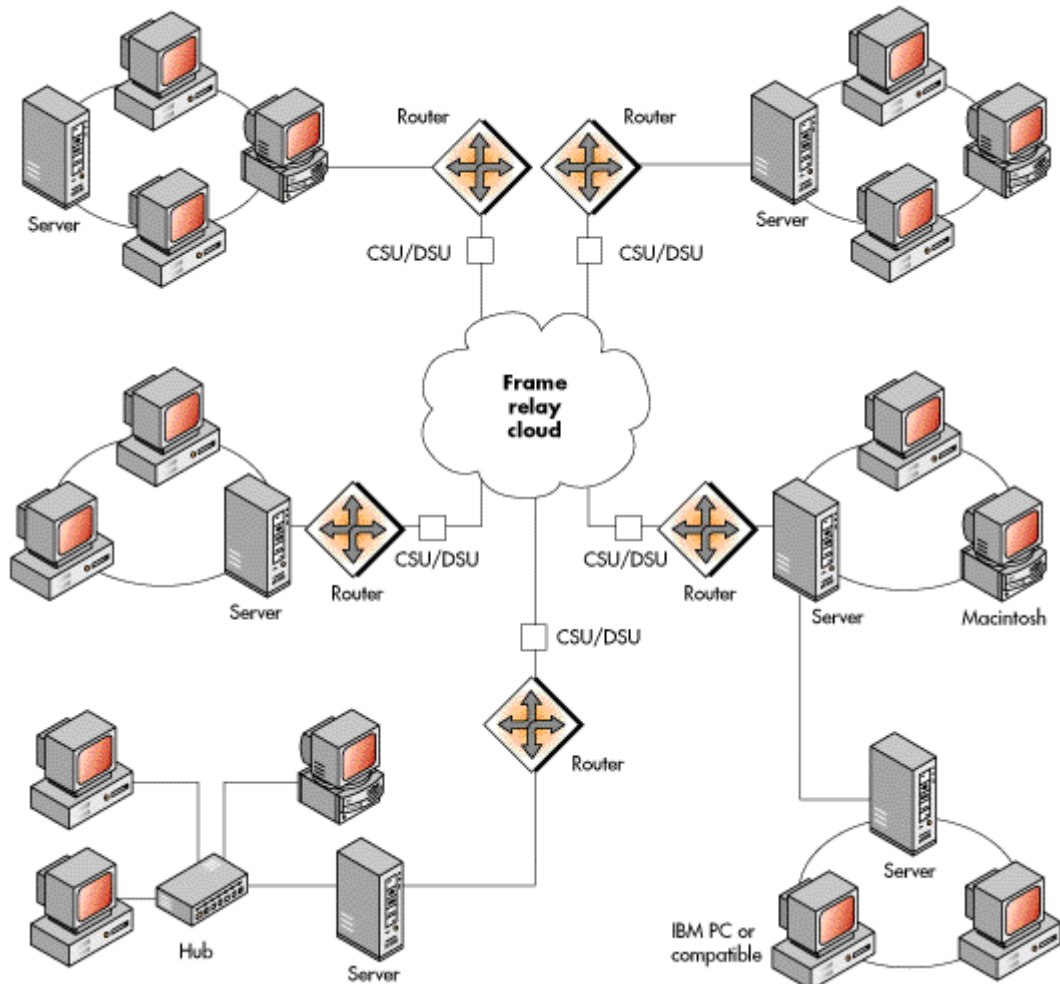
Frame Relay, akkurat som X.25, er en WAN teknologi. Frame Relay arbeider på lag 2 (Datalink laget) i OSI modellen og vedlikeholdes av ANSI (American National Standards Institute) og ITU (the International Telecommunications Union). Frame relay støtter hastigheter fra 56 Kbps til 1,544 Mbps, et ganske stort spekter.

Karakteristikker:

Frame relay er en spesifikasjon for et grensesnitt som kobler sammen to eller flere LAN over et offentlig pakkeswitchet nettverk. Man kan godt se på Frame relay som en forenklet form for X.25, hvor poenget er å dra fordel av digitale overføringsmetoder. Frame relay brukes altså ikke over analoge linjer. Det er vanlig at Frame relay tilbys som en tjeneste av telefonselskaper. Kundene installerer en ruter og leier en fast linje, gjerne en E1 (nokså tilsvarende amerikansk T1) for å sette opp en permanent kobling mellom telefonselskapets linjer og kunden. Det er jo vanligvis telefonselskapene som tilbyr Internet også... Denne permanente linjen brukes til å tilby kunden en PVC (Permanent Virtual Circuit) som er en fast, permanent oppkobling til nettverket og dermed til Internet.

Når man bruker Frame relay vil ruterens "pakke inn" eller "encapsulate" (innkapsle, man kunne til og med si: "rammer inn") pakker fra nettverkslaget slik at de kan sendes direkte gjennom datalinklaget og ut på et pakkeswitchet nettverk. Akkurat som X.25 bruker også Frame relay pakker av variabel størrelse, men denne protokollen tar bort behovet for å feilsjekke så ofte som i X.25. En Frame relay switch bare leste headeren, og sender pakken

videre. Den sjekker ikke at innholdet er inntakt, det gjør X.25. Det kan til og med hende at ruterer begynner å sende pakken videre før den har mottatt hele pakken. Det er den endelige mottageren av dataene som må være smart nok til å fatte at det mangler noe, eller at noe har gått galt, og så selv sende en melding til avsenderen og be om å de og de pakkene om igjen.



Frame relay er en protokoll som tillater bedrifter og lignende å koble seg permanent til telefonselskapenes Internettoppkobling. AT & T WorldNet Intranet Connect Service bruker denne teknologien.

Fordeler:

Frame relay gir en rekke fordeler fremfor X.25. Det viktigste er at Frame relay er raskere enn X.25. Frame relay bruker PVC (Private Virtual Connection) over leide linjer, heller enn modemtilkobling. I motsetning til en modemopkobling vil en PVC overføre data umiddelbart, slik at vi unngår oppkoblings og "handshake" tiden som går med i en modemtilkobling. I tillegg til dette, som jeg nevnte litt tidligere, trenger ikke Frame relay å benytte feilsjekking i alle rutere under veis. Dette minner overhead og gir dermed større båndbredde til dataoverføringen. Frame relay er en vanlig standard, i bruk i en lang rekke land. Frame relay kan også være litt billigere enn en del andre WAN teknologier fordi det gir brukerne båndbredde etter det behovet de har i øyeblikket, fremfor å reservere en bestemt båndbredde til hver enkelt kunde, uavhengig av om data blir sendt, mottatt eller om det står stille i kabelen.

Til tross for at Frame relay er komplisert og dyrt å legge opp, vil nok mange større telefonselskaper ha både kunnskap og kapasitet til å kunne beregne en kundes behov og legge opp Frame relay dersom det skulle være ønskelig.

Ulemper:

Til tross for at Frame relay er, til dels betydelig, raskere enn X.25 er det absolutt begrensninger for hvor høy hastighet du kan oppnå. Grunnen til dette er først og fremst begrensningene på grunn av at Frame relay, akkurat som X.25 bruker variabel pakkestørrelse, og dette kan forårsake forsinkelser, spesielt i rutere og annet nettverksutstyr som brukes under veis. På grunn av dette er Frame relay svært lite egnet til applikasjoner som er sterkt avhengige av tidsaspektet, avhengige av at det ikke er forsinkelser, slik som videostreaming og radio og annet som kjøres i real-time. Her tenker jeg også på slikt som Bloomberg som streamer aksjekurser. Som om ikke dette var nok får kunden flere problemer, de må forhandle med telefonselskapet, de må ha en spesiell Frame relay ruter, som slett ikke er billig, de må også leie fast linje. Det er heller ikke bestandig det billigste man gjør.

Asynchronous Transfer Mode (ATM)

Asynchronous Transfer Mode (ATM), asynkron overføringsmodus, er både en LAN og en WAN teknologi. Generelt sett kan man si at det brukes som en back-bone teknologi. Den egentlige sammenhengen mellom OSI modellen og ATM er ikke definert av de store standardiseringsinstitusjonene som ISO, ANSI og ITU, men det er rimelig å si at det foregår på lag 2, datalinklaget. Det er i alle fall her ” ATM LAN Emulation” virker.

ATM er meget lett skalerbart. Det betyr at et ATM nettverk uten videre kan utvides og øke i omfang. Hastigheten varierer fra 25 Mbps til 2,4 Gbps. Denne uvanlig store spredningen i hastighet er en av årsakene til at ATM er så anvendelig. Hastigheten på 25 Mbps er ganske ny, og faktisk beregnet på et desktopmiljø. I LAN back-bone systemer vil ATM vanligvis bruke hastigheter på 100 Mbps eller 155 Mbps. I den ekstreme enden har man fått til WAN systemer hvor man har brukt en kombinasjon av ATM og SONET (vi skal ikke gå inn på SONET, søk det frem på nettet selv, dersom du er interessert) som har tacklet overføringshastigheter på inntil 2,5 Gbps.

Karakteristikker:

ATM der en grunnleggende forskjellig teknologi fra f.eks. X.25 og Frame relay, i det at alle pakker er nøyaktig like store. Det er ingen variasjon i lengden på pakkene. Disse pakkene kalles ”cells”, eller celler. Størrelsen på en ATM celle (pakke) er 53 bytes. Av dette er headeren 5 byte, og datamengden er 48 byte.

Det er denne egenskapen med fast pakkestørrelse som gjør ATM så attraktivt. Blant annet kan man utnytte RAM i rutere etc. betydelig bedre når man vet nøyaktig hvor store alle pakkene er og at de er like store hver gang. Tenk litt på den der...

I et LAN vil ATM operere på datalinklagets Media Access Layer (MAC). ATM teknologien deler MAC laget opp i tre mindre, underliggende lag. Vi skal ikke bruke mye tid på dette, men det er vel greit å liste dem opp en gang, de er:

- LAN emuleringslaget (som ”later” som det er et vanlig MAC lag)
- ATM Adaptation Layer (AAL) (som oversetter til ATM)
- ATM som ligger rett over det fysiske laget

LAN emuleringen lar oss få lov til å koble sammen (integrere) ATM i et LAN uten å måtte endre på Token Ring eller Ethernet protokollene.

Fordeler:

Det er mange nettverksfolk rundt omkring som mener, tror og/eller håper at ATM vil bli industristandarden for overføringsteknologi innen dataoverføring. Det er spesielt skalerbarheten som er attraktiv i den sammenhengen. Den ser ut til å være nesten grenseløs. Hastigheten på dataoverføringen i denne teknologien har krøpet over 2 Gbps (våren 2002) og det er ingen grunn til å tro at det ikke vil fortsette.

En av grunnene til at ATM er så mye raskere enn andre teknologier er dette prinsippet med fast cellestørrelse. Fordi pakkene er uniforme (det betyr at de er like) er det lett å forutse og

beregne hvorledes ruterne vil komme til å behandle dem. Dette, i kombinasjon med fiberoptikk gjør ATM særdeles godtegnert til å overføre real-time data, slik som aksjekurser, streaming video og radiosendinger.

ATM er også uovertruffen når det gjelder overføringsmedia. Det finnes så mange som 22 spesifikasjoner for hvordan ATM kan kjøres over UTP, STP, Fiber etc. Det vanlige er å bruke fiber i forbindelse med ATM.

ATM kan tilpasses både Token ring og Ethernet.

ATM also offers flexibility in its transmission media. As many as 22 ATM specifications exist for media like unshielded twisted-pair, shielded twisted-pair, and fiber-optic cable.

(ATM is generally implemented with fiber-optic cable.)

Although it is seen as a technology of the future, ATM can currently be integrated with Ethernet and token-ring networks, through use of LAN Emulation.

Ulemper:

ATM er fremdeles under utvikling. Dersom det ikke kommer skikkelige industristandarder for ATM kan man ikke være sikker på at utstyr fra forskjellige forhandlere og produsenter vil passe sammen. ATM er også fremdeles ganske dyrt. Det er nok fremdeles den viktigste årsaken til at mange selskaper velger å vente med å implementere ATM.

Integrated Services Digital Network (ISDN)

Integrated Services Digital Network (ISDN) er en gruppe protokoller som er laget av CCITT (også kjent som ITU) beregnet på å overføre data, vanlig stemme og video over digitale telefonlinjer. Disse protokollene fungerer på lag 1, 2, 3 og 4 i OSI modellen, altså; fysisk, datalink, nettverk og transportlagene. ISDN støtter hastigheter på 128 kbps og, enten 1,544 Mbps eller 2,048 Mbps, avhengig av hvilket land vi snakker om.

Karakteristikker:

ISDN brukes for å lage digitale oppkoblinger mellom to noder over en digital telefonlinje. Det er digitalt hele veien, såkalt digital ende-til-ende oppkobling.

Selv om de fleste moderne telefonselskaper har telefonnettverk som er nesten 100 % digitale, vil det vanligvis være slik at "loopen" det vil si den "kabeløkken" som går fra sentralen til huset du bor i, er analog. De fleste slike, fysiske, telefonkabler mellom telefonselskapets hovednett og hjemmet ditt sender analoge signaler, ikke digitale. ISDN erstatter denne siste biten av telenettverket, og gir deg en analog ende-til-ende oppkobling.

ISDN består av to typer telefonoppkobling, eller tilbud om du vil. Det ene kalles BRI (Basic Rate Interface) og er beregnet på privatpersoner og små firmaer. Den andre heter PRI (Primary Rate Interface) og er beregnet på større firmaer.

BRI benytter seg av to bærekkanaler, eller B-kanaler, hver med en båndbredde på 64 kbps som brukes til å sende og motta data og en delta, eller D-kanal som brukes til å sende kontrollsignaler frem og tilbake mellom sender og mottager. D-kanalen brukes også for å koble opp en forbindelse og sende signal om at den skal kobles ned igjen.

PRI er det samme som en T1 linje.

I USA består en T1 linje av 23 B-kanaler og en D-kanal, noe som gir en overføringshastighet på 1,544 Mbps.

I Europa består en T1 linje av 30 B-kanaler og en D-kanal, noe som gir en overføringshastighet på 2.048 Mbps.

Man har også noe som kalles en "fractional T1" det betyr at man leier noen av B-kanalene i en T1 linje, men ikke alle, man kan for eksempel dele med en nabo... Da får man naturligvis bare en viss del av hastigheten tilsvarende hvor stor del av linjen du leier.

I Europa kaller vi en T1 linje for en E1 linje, bare for å holde forskjell på de to typene. Nå ser du hvorfor det er avhengig av hvilket land du er i, om ett PRI abonnement skal gi deg 1,544 eller 2,048 Mbps hastighet.

ISDN krever spesielt utstyr hos abonnenten, blandt annet digital telefonlinje og en "Network Termination Unit" (NT-1). En NT-1 er et apparat som brukes til å konvertere den båndbredden som kommer i telefonlinjen til 2 B-kanaler og 1 D-kanal, og dessuten bruker telefonselskapene den til feilsøking. De kan for eksempel sende et lite signal til den og få et svar tilbake, noe som bekrefter at telefonlinjen er OK. NT-1 enheten er også den enheten som gir brukeren mulighet til å koble "terminaler" (terminerende nettverksutstyr) til nettverket. Terminaler kan være for eksempel en ISDN telefon, et ISDN kort (ISDN "modem") og lignende. Det er en ting til som en NT-1 gjør, og det er litt viktig, den gir deg også en "TA" ("Terminal Adapter") som gir deg muligheten til å koble utstyr som ikke er ISDN kompatibel til et ISDN nettverk. Dette er ofte faxmaskiner og vanlige analoge telefoner. Derfor kalles en TA for en "analogboks"...

Fordeler:

ISDN øker hastigheten og utvider tilbudet av hva som kan sendes over en telefonlinje, spesielt for de som tidligere bare hadde analog oppkobling via modem, enten det er til Internet, eller som en fjernoppkobling til et privat nettverk, for eksempel på jobben. Overføringshastigheten er tilfredsstillende for overføring av stemme, data, fax, bilder og en begrenset videooverføring. ISDN kan også brukes, i begrenset grad, til data som skal sendes fra LAN til LAN.

Med ISDN kan du overføre både data og stemme samtidig. Det er helt opp til telefonselskapet hvordan de vil gjøre det, i Norge får du lov til å snakke i en B-kanal mens du overfører data i den andre B-kanalen. Da kan du overføre data med en hastighet på 64 kbps.

I mange andre land gjør de det litt annerledes, du får lov til å overføre data i begge B-kanalene og snakke i D-kanalen. Da kan du overføre data med en hastighet på 128 kbps samtidig som du snakker.

Det er faktisk slik at i en ISDN linje, må D-kanalen alltid stå åpen, altså oppkoblet. Dette fordi utstyret i telefonsentralen må sjekke med jevne mellomrom at linjen er oppe. Derfor er det noen land hvor en ISDN linje betyr at du kan snakke så mye du vil, i alle fall lokalt, og du betaler bare for den tiden du faktisk bruker B-kanalen(e).

Ulemper:

ISDN er lett tilgjengelig i Norge, vest Europa, Japan og Australia. I USA er det bare utbygget i ca. 50 % av landet. (Telefonselskapene holder på å bygge ut). Årsaken til at det er dårlig utbygget i USA og en rekke u-land er at det ikke har vært nok efterspørsel og at det koster flekk å bygge ut. I Norge er den største ulempen med ISDN de vanvittige prisene Telenor opererer med.

Synchronous Optical Network (SONET)

Synchronous Optical Network (SONET) også kjent som synkront optisk nettverk, eller Synchronous Digital Hierarchy (Synkront digitalt hierarki) er en WAN teknologi som hører hjemme på lag 1, det fysiske laget i OSI modellen.

SONET er noe som installeres av store telefonselskaper, det er neppe private kunder, enten det er personer eller bedrifter som ville finne på å legge opp SONET.

Bare telefonselskaper.

SONET er akseptert av ANSI og anbefalt av ITU. SONET spesifiserer en rekke overføringshastigheter fra 51,8 Mbps til 2,48 Gbps.

Karakteristikker:

SONET definerer en høyhastighetsoverføring av data over fiberoptisk kabel. Denne standarden har en fordel, den kan være fleksibel og kan derfor overføre en mengde data med forskjellig kapasitet.

Det kan ofte være problemer forbundet med å overføre data, dersom det er ulike hastigheter i forskjellige deler av nettverket. For eksempel vil en T1 linje i USA gi en overføring på 1.544 Mbps, mens en (tilsvarende) E1-linje i Europa vil gi 2.048 Mbps. SONET omgår denne typen problemer ved å definere hvordan switcher og multiplexere skal koordinere signalene / kommunikasjonen over telefonlinjer med forskjellig kapasitet, og ved å gi bestemte regler for hvorledes pakker/rammer skal utformes og hvor fort de skal få lov til å bevege seg i kabelen. SONET definerer en rekke såkalte OC (Optical Carrier) nivåer. Hvert nivå vil definere et "optisk signal" og et korresponderende elektrisk signal som kalles STS (Synchronous Transport Signal). Grunnlaget, det nederste nivået er: OC-1/STS-1 eller 51,84 Mbps. Alle de nivåene som ligger over dette er multiplikater (multiplisert et visst antall ganger) av 51,84 Mbps.

Tabellen under viser en oversikt over hvilke OC nivåer som er definert og deres tilhørende (korresponderende) hastigheter.

OC Nivå	Datahastighet
OC-1	51.8 Mbps
OC-3	155.5 Mbps
OC-9	466.5 Mbps
OC-12	622.0 Mbps
OC-18	933.1 Mbps
OC-24	1.24 Gbps
OC-36	1.86 Gbps
OC-48	2.48 Gbps

SONET har også en metode for å sende signaler med lavere hastighet enn 51.8 Mbps. Dette kalles "Virtual Tributaries". Dette skal vi ikke gå nærmere inn på, men det er definert et nivå som heter OC-0 som er på 64 kbps.

Fordeler:

SONET har den store fordel at det tilbyr overføringshastigheter og et datapakkeformat som kan benyttes av telefonselskaper over hele verden, og gir dermed et grunnlag for verdensomspennende nettverk. SONET har også innebygd en del standarder og protokoller som telefonselskapene benytter får å sjekke og feilsøke telefonutstyr. En del protokoller slik som for eksempel ATM befinner seg over SONETS eget nivå, og en del av disse vil "forvente" å finne SONET "i bunnen" og er ofte avhengige av SONET for å fungere.

Ulemper:

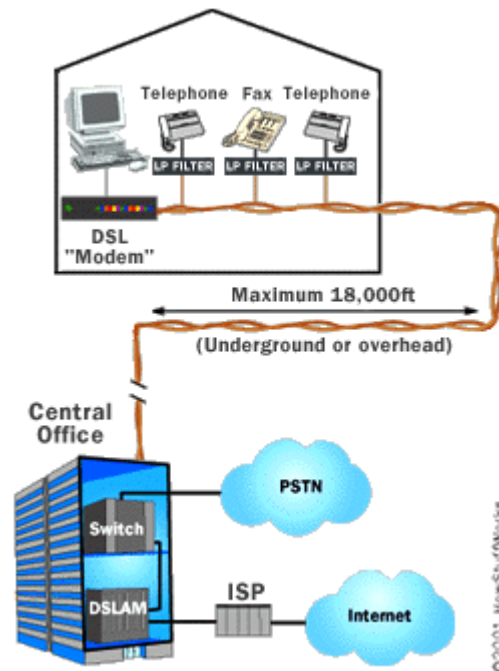
Noen telefonselskaper har Sonet implementert, men de tilbyr det ikke til kunder enda. I alle fall ikke på en måte som gjør det mulig å leve med prisene, de kan for eksempel være "utarifferte".

Med mindre du er administrator i et stort firma i en storby, vil du sannsynligvis ikke få mulighet til å installere SONET.

I tillegg til dette er det slik at SONET der avhengig av å kjøre på fiberoptisk kabel, og det er slett ikke utbygd fiberoptiske nettverk over alt. Dersom det ikke er fibernetttverk tilgjengelig vil du ikke kunne benytte deg av SONET.

DSL:

Når du kobler deg til Internet er det jo, som vi har sett, flere metoder man kan bruke. Man kan koble seg opp med et vanlig modem, gjennom et lokalt nettverk (LAN) på kontoret / skolen, gjennom et kabelmodem over TV kabelen eller via en DSL (Digital Subscriber Line). DSL er en høyhastighetsteknologi som benytter de vanlige eksisterende telefonlinjene. Vi skal se litt nærmere på denne teknologien.



*Skjematisk oppsett for DSL teknologien
(PSTN (Public Switched Telephone Network) er det vanlige telefonnettverket)*

Fordeler:

- Man får mulighet til å ha en åpen Internet forbindelse hele tiden, samtidig som man kan bruke telefonlinjen til å overføre stemme.
- Hastigheten er betydelig høyere enn vanlige modem (for eksempel 1.5 Mbps vs. 56 kbps)
- DSL (til private hjem) krever vanligvis ikke at det installers ny linje. Teknologien benytter de eksisterende telefonlinjene. Dette gjør det rimelig.
- Dersom din ISP tilbyr DSL vil et DSL modem vanligvis være inkludert i abonnementet.

Ulemper:

- DSL er avhengig av at avstanden til telefonsentralen ikke er for stor, den gir deg svakere signal jo lenger vekk du er fra sentralen.
- Det er ulik hastighet på det du sender og det du mottar (vanligst slik!)
- Tjenesten er slett ikke tilgjengelig over alt, i alle fall ikke i Norge.

Vi skal se litt nærmere, litt mer detaljert på hvordan en DSL oppkobling kan gi mulighet for å klemme mer kommunikasjon (Internet) gjennom en ”trang” telefonkabel, og samtidig lar deg få lov til å prate i vei med naboen eller andre på telefonen.

Tynn stemme, bredt bånd!

Hvis du har litt kjennskap til hvordan en telefon virker, vet du at en vanlig telefon har to kabler (noen ganger en tredje som vanligvis ikke er i bruk) og at det er telefonselskapet *) som installerer dem. Disse telefonledningene som nesten alltid er laget av kobber har muligheten til å overføre betydelig mer enn bare en stemme. Man sier at ”båndbredden” er større. De kan overføre signaler som har en frekvens som er høyere enn det som er påkrevet for stemmeoverføring. Det er denne ekstrapasiteten som normalt ikke er i bruk som DSL teknologien benytter seg av. Spørsmålet blir egentlig mer: Hvordan kan man benytte denne utvidede, hittil ukjente kapasiteten uten å forstyrre taletrafikken som går i telefonnettet? Det hele baserer seg på en plan hvor vi benytter bestemte frekvenser til bestemte oppgaver og avstanden i frekvens er såpass stor at de ikke påvirker hverandre.

For å forstå DSL må du først vite et par grunnleggende ting om vanlige telefonlinjer, den typen telefonlinjer som profesjonelle nettverksfolk kaller ”POTS”, Plain Old Telephone Service.

En av metodene POTS bruker for å få mest mulig kapasitet ut av telefonlinjene er ved å sette en begrensning på hvilke frekvenser switcher, telefoner, telefonsentraler og annet utstyr vil støtte. Menneskelig stemme, dersom vi snakker i vanlig, normal tale, kan overføres i frekvensområdet 0 til 3400 Hertz. En Hertz er en bølgedal og en bølgetopp, en ”cycle” per sekund. (Er du usikker på disse begrepene bør du slå opp litt om grunnleggende elektronikk). Dette er en meget liten båndbredde. Vi sier at båndbredden øker dersom det er et større område av Hertz (det finnes også: kilo, mega, giga osv. Hertz) som kan overføres. Vi kan sammenligne dette frekvensområdet med en stereohøytaler som normalt dekker et område som dekker 20 Hertz til 20000 Hertz. (Dette er enkle, billige høyttalere). Kablene i telefonnettverket har, i seg selv, mulighet til å tackle frekvenser opp til flere millioner Hertz. Grunnen til at POTS ikke bruker mer av båndbredden er rent historisk. Husk at telefonnettverket har vært der i omtrent et århundre, og det var basert på rent kobber. Nå i våre dager er det vanligvis bare den siste biten inn til et hus som er basert på kobber. Det er allikevel det som er årsaken til at man snakker om at Telenor fremdeles har monopol på kobberet. (Våren 2002). Ved å begrense hvilke frekvenser som blir brukt (det vil si sørge for at det bare er lave frekvenser som blir brukt) oppnår telefonselskapet *) å kunne legge svært mange ledningspar i samme kabel uten å behøve å tenke på cross-talk eller interferens mellom kablene. Dette var den gang da det bare var analoge signaler i nettverket. Med moderne utstyr og digital teknologi kan vi med letthet og sikkerhet bruke en mye større del av kapasiteten som telefonlinjen egentlig har. Det er nettopp dette DSL teknologien benytter seg av.

De fleste hjem og mindre bedrifter som benytter DSL er oppkoblet med en DSL teknologi som kalles ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line). Eller asymmetrisk DSL. At noe er asymmetrisk betyr at det ikke er likt på begge sider (begge veier). ADSL deler opp båndbredden på en slik måte at man får en større båndbredde til nedlasting enn til opplasting, det vil si det du selv sender fra deg og ut på Internet. Vanligvis vil de fleste brukere laste ned betydelig mer enn de laster opp. Det en vanlig Internett-surfer laster opp er for det meste kommandoer av typen: hent den siden som heter ”www.goodhopes.no” og vis meg innholdet. Det er en kommando som krever lite båndbredde, men vi vet ikke hvor mye som er på siden ”www.goodhopes.no”, men det er all grunn til å tro at det er mye mer enn kommandoen og derfor krever mer båndbredde, eller mer tid. En annen mye brukt kommando kan være:

”fetchmail bruker@mailserver.com:passord”. Dette går fort, å laste ned all e-posten kan ta mye mer tid. Dette er tankegangen bak ADSL. Hvis man nå setter nedlastingshastigheten til tre til fire ganger opplastingshastigheten vil de fleste brukere få et optimalt resultat, mesteparten av tiden. Det man ofte merker best er dersom du skal sende e-post med et bildevedlegg eller man legger ved en MP3 låt til en kamerat. Da har du plutselig litt mer opplastingsbehov enn vanlig og du merker at ADSL er rast på nedlasting, men det er strupet på opplastingssiden. Det tar lang tid å sende e-posten. Det som kan være interessant å gjøre er å sende en litt stor e-post til noen og sende en kopi til deg selv. Mål tiden på hvor lang tid det tar å sende og hvor lang tid det tar fra du er ferdig med å sende til kopien kommer i postboksen din. Det vil si noe om hvor stor forskjell det er på opplastings og nedlastingsdelen av ADSL abonnementet.

Stemme og data:

Hvilken hastighet du egentlig får når du bestiller et ADSL abonnement er avhengig av hvor langt det er fra der du er til der telefonsentralen er. ADSL er en teknologi som er ”avstandssensitiv”. Det betyr at kvaliteten (hastigheten) blir dårligere jo lenger unna sentralen du er. Den fysiske grensen for hvor lang avstand det kan være er 5460 meter (18000 fot), men av hensyn til kvalitet og hastighet er det mange ISP-er som vil sette betydelig lavere grenser enn dette. Er det for lang avstand for det ISP-en syns er tilstrekkelig kvalitet til at de ikke får for mange klager fra kunder, vil de ganske enkelt ikke tilby ADSL. Hvis abonnenten befinner seg helt på grensen til det som er fysisk mulig for ADSL teknologien vil hastigheten bli betydelig lavere enn det abonnementet skulle tilsi, og telefonselskapet eller ISP-en får klager fra abonnentene. Kunder som befinner seg fysisk nær telefonsentralen vil kunne oppleve betydelig bedre hastigheter enn det abonnementet skulle tilsi. I fremtiden kan det bli veldig stor forskjell på disse abonnentene. ADSL teknologien kan gi nedlastingshastighet opp til 8 Mbps ved en avstand på inntil 1820 meter (6000 fot) og samtidig opplastingshastighet på 640 kbps. I praksis kan man i dag bestille ADSL abonnementer med nedlasting inntil 1,5 Mbps og opplasting fra 64 til 640 kbps. Dette er mest avhengig av hvor mye du vil betale.

Nå kan man jo lure på en ting; hvis det er slike avstandsbegrensninger på DSL (og ADSL etc.) hvorfor er det ikke det på stemmeoverføring (vanlig telefoni) også? Hvorfor kan vi prate med noen i Afrika, men ikke bestille ADSL fra en leverandør i Moss, hvis vi bor i Oslo? Svaret ligger i en liten elektronisk komponent som brukes i telefonnettverk. Det er små forsterkere som kalles ”loading coils” på engelsk. Disse forsterkerne støtter kun analoge signaler som det er i vanlig telefon, ikke binære datasignaler som overføres på ADSL. Hvis det befinner seg en ”loading coil”, en telefoniforsterker mellom deg og telefonsentralen kan du ikke få ADSL. Det er *ekskluderende* for ADSL.

Andre typer DSL

- **Very high bit-rate DSL (VDSL)** - Dette er en svært rask DSL, men den er sterkt begrenset id et at den bare kan brukes over korte avstander.
- **Symmetric DSL (SDSL)** - Dette er en DSL type som oftest blir brukt av små og mellomstore bedrifter. Den sender data like raskt som den mottar, altså lik hastighet begge veier. Problemet er at du ikke kan bruke telefonen samtidig som DSL og derfor krever den egen linje. Dette blir ofte dyrt for private.
- **Rate-adaptive DSL (RADSL)** - Dette er en variant av ADSL, men den bruker et spesialisert ADSL modem som gjør at hastigheten justeres opp eller ned avhengig av kvaliteten på telefonlinjene og avstanden til nærmeste sentral (DSLAM)

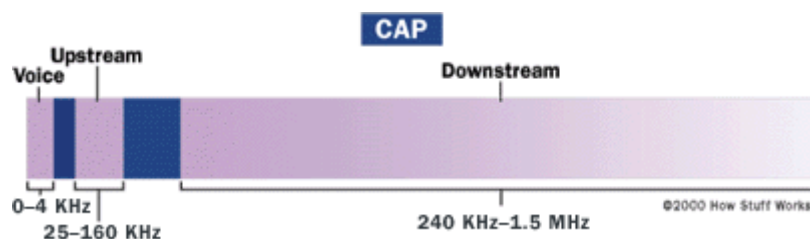
Det er også andre faktorer (årsaker) til at telefonselskapet kanskje ikke vil tilby ADSL der du bor. Det kan være av hensyn til, eller på grunn av:

- **Bridge Taps:** Dette er utstyr telefonselskapet setter opp på linjen mellom deg og sentralen for å kunne tilby telefonitjenester til andre abonnenter i samme område. Selv om du ikke har noen mulighet for å oppdage disse bridge taps når du bruker telefonen kan de gi en uønsket effekt. De får telefonlinjen til å oppføre seg som om den er betydelig lengre enn det den ser ut til å være. Dette kan sammenlignes med en motorvei hvor telefontrafikken går, og så er det en sidevei ut til en liten småby. Hadde det bare vært motorveien ville du kunne få ADSL, men på grunn av at telesignalet også kjører ut sideveien og tilbake på motorveien før det får kjøre videre, blir avstanden for stor.
- **Fiberoptiske kabler:** ADSL signaler tåler ikke å omgjøres fra analoge signaler til digitale og tilbake til analoge signaler. Dette gjøres dersom en del av kabelen du må benytte er fiberoptisk. Fiberoptiske kabler i deler av telefonnettet er ekskluderende for ADSL.
- **Avstand:** Selv om du vet nøyaktig hvor telefonsentralen er, og ikke vær lei deg hvis du ikke vet det, er det slett ikke sikkert at kabelen går i en rett linje fra sentralen til deg. Det er ikke vanlig å vite nøyaktig hvor telefonsentralen egentlig ligger. Telefonselskapene forteller normalt ikke hvor de er plassert rent fysisk.

Delingen av signalet:

Det finnes to konkurrerende standarder for ADSL. Disse to standardene er ikke kompatible. Den offisielle ANSI standarden som kalles DMT (Discrete MultiTone) og CAP (Carrierless Amplitude/Phase). Det aller meste av utstyr som installeres i dag er DMT. CAP er en eldre standard og er sannsynligvis på vei ut, i alle fall i vår del av verden. CAP ble brukt på de tidligste installasjonene av ADSL, men jeg må innrømme at jeg er ikke sikker på om det noensinne har vært i bruk i Norge.

CAP:



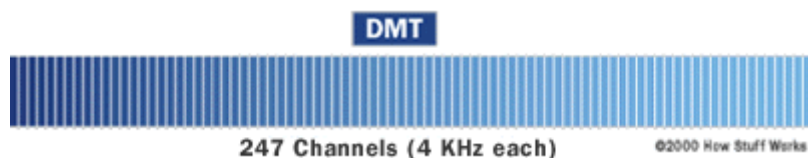
Frekvensfordeling i CAP ADSL systemer.

CAP deler båndbredden i telefonlinjen i tre separate bånd:

- Stemme som tildeles båndbredde i frekvensområdet 0 til 4 kHz (kilo Hertz) og all denne båndbredden tildeles POTS (og dette er jo det frekvensområdet POTS har brukt i hundre år).
- Opplasting reserveres til frekvensområdet 25 – 160 kHz.
- Nedlasting skjer i frekvensområdet 240 til 1500 kHz (1,5 MHz). Det betyr at det begynner i dette området og kan gå helt opp til 1,5 MHz, avhengig av en rekke faktorer, slik som avstand (kabel lengde), linjestøy (crosstalk og EMI), antall brukere på linjen samtidig også videre, med en maksimal båndbredde som går opp til 1,5 MHz.

Dette systemet med tre skarpt adskilte frekvensområder er et greit system, det er effektivt til å hindre interferens (elektromagnetisk forstyrrelse) både innen en kabel, mellom frekvensområdene og mellom separate kabler som bare ligger fysisk tett inntil hverandre.

DMT:



Frekvensfordeling i DMT ADSL systemer.

DMT deler også opp signalet i separate (distinkte) kanaler, men ikke på samme måte. DMT bruker ikke to ganske brede kanaler for opplasting og nedlasting av data. Isteden deler DMT teknologien den totale båndbredden opp i 247 separate, distinkte kanaler som er 4 kHz brede. En måte å forsøke å forstå prinsippet er å tenke seg at telefonselskapet deler kobberlinjen din i 247 forskjellige ledninger, hver med en båndbredde på 4 kHz og så setter et modem på hver av ledningene. Du får tilsvarende 247 modemer koblet til datamaskinen samtidig! Hver eneste kanal (hvert modem) overvåkes elektronisk og dersom kvaliteten på en linje er for dårlig vil trafikken bli flyttet til en annen kanal. Noen av de lavere kanalene (de som begynner på 8 kHz) brukes "bidireksjonalt", altså med trafikk begge veier. Ved å bruke noen få kanaler til å overvåke de andre av de 247 kanalene og både ta opp og nedlasting gjør DMT mye vanskeligere å sette opp, men man får betydelig bedre fleksibilitet, særlig dersom det er dårlig kvalitet på telefonlinjene. Dårlig kvalitet kan bety mye, alt fra stor avstand via stor trafikk til EMI (Electro Magnetic Interference).

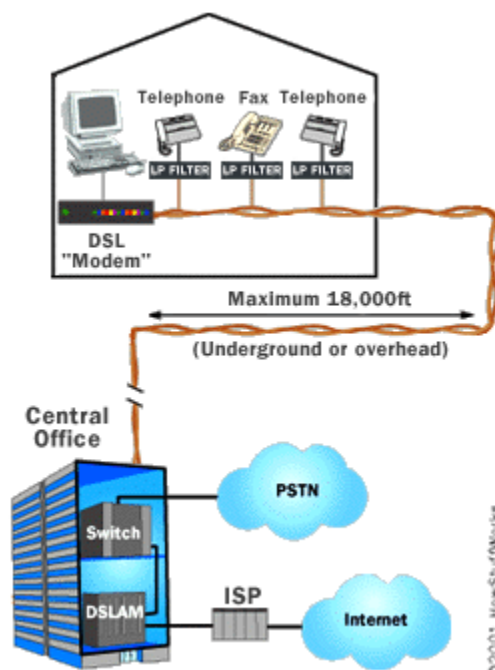


Frekvensfilter (Low-Pass filter)

CAP og DMT er like på et punkt. De bruker noe som kalles Low-Pass filter, dette settes på telefonuttak der du ikke kobler til ADSL modemmet, altså der du skal ha vanlige telefoner. Et Low-Pass filter er et enkelt filter som ganske enkelt sperrer for alle signaler som er høyere enn (eller lavere enn) en bestemt frekvens. Som vi husker foregår all taletrafikk i området under 4 kHz og Low-Pass filterne som settes opp er der for å hindre at datatrafikken går til telefonuttakene og forstyrrer taletrafikken. I praksis settes dette ikke alltid i alle uttak, men ADSL modemmet kobles til telefonlinjen tidlig på linjen og filteret settes rett etterpå, da vil alle uttak senere på kabelen være sikret.

DSL-utstyr:

ADSL utstyret består av to deler, en del hos abonnenten og en del som står på telefonsentralen eller hos en frittstående ISP. Hos abonnenten er det en DSL transceiver (transmitter/recipient eller sender/mottaker). Hos ADSL tilbyderen (vanligvis telefonselskapet) har de en DSL Access Multiplexer, en DSLAM, som tar i mot henvendelsene fra kundenes maskiner.



ADSL oppsett. Det er ikke uvanlig å bytte rekkefølgen på utstyret hos kunden slik at DSL modemmet kommer før et LP filter og så kommer telefoner og faxer etc.

DSL tranciever:

De fleste vanlige private ADSL abonnenter kaller DSL trancieveren for et DSL eller ADSL modem. Nettverksfolkene hos telefonselskapet kaller dette en ATU-R.

<Elevoppgave: finn ut hva ATU-R står for!>

Uansett hva man kaller dette er det her abonnenten får sin port inn på DSL linjen og kobler seg til for eksempel Internet. Fra ADSL modemmet til datamaskinen, ute hos kunden, kan oppkoblingen være på flere måter. Det vanligste er 10 Base-T, men det er også mulig å få DSL-trancievere som har USB utgang eller 10 Base-2 og alle disse bruker vanligvis Ethernet. De fleste ATU-R enheter som selges til private abonnenter er rene trancievere, men dersom det er firmaer eller organisasjoner av en viss størrelse (for eksempel en skole) kan det hende det følger med både ruter og switch.

De fleste ADSL oppkoblinger bruker PPPoE (Point to Point Protocol over Ethernet). Denne forklares i detalj i RFC 2516.

DSLAM:

Det er en DSLAM hos ISP'en eller telefonselskapet (vanligvis er telefonselskapene de største ISP'ene også!) som får det hele til å virke. En DSLAM tar i mot trafikk fra en rekke kunder og slår dette sammen til en samlet høyhastighetsoppkobling til Internet. De fleste DSLAM er ganske fleksible og støtter ofte flere forskjellige DSL teknologier samtidig, på en og samme sentral. De støtter ofte både CAP og DMT i samme type DSL. Det vil si at den støtter både CAP og DMT i SDSL linjene og kanskje også i ADSL linjene, men ikke nødvendigvis. Det er også vanlig at en DSLAM har innebygget DHCP server for å kunne tildele abonnentene dynamiske IP-adresser og de er ofte rutere også. Kan du tenke deg en ting til som kunne være praktisk å legge inn? (svar: proxy).

Bruken av en DSLAM er også en av hovedforskjellene på å få Internet via ADSL og via kabelmodem (TV kabel). Vanligvis er oppkoblingen over TV kabel omtrent som ADSL, men med den hovedforskjellen at TV kabelen går som en sløyfe gjennom et nabolag eller lignende og ettersom det kommer flere abonnenter på kabelen vil de få en lavere båndbredde. Dersom det brukes en DSLAM vil alle abonnenter få en dedikert oppkobling og vil normalt ikke oppdage at det er kommet flere kunder til. Hastigheten er den samme, det er helt til antallet kunder er såpass stort at inntakslinjen (forbindelsen mellom DSLAM og Internet) blir sprengt. Når dette skjer må ISP'en enten øke kapasiteten på inntakslinjen eller få en linje til og dele kundene på 2 stk DSLAM.

Fremtiden for DSL:

DSL konkurrerer med teknologier som Internet over kabel TV og over satellitt for å gi abonnentene høyhastighets internetttilgang.

I Norge har utbyggingen av DSL nesten stoppet opp, annet enn i de store byene (sommeren 2002). Grunnen er at DSLAM og annet DSL utstyr er veldig dyrt og det er ingen av de som leverer DSL i Norge i dag som tjener penger på det. ISDN vil nok være det raskeste alternativet i Norge for mange abonnenter i lang tid fremover. Dagens DSL teknologi kan gi hastigheter opp til 7 Mbps, og forskningen tilsier at dette kan øke ganske mye i fremtiden når protokoller som VDSL (se egen tekstboks) tas i bruk i større utstrekning. VDSL kan gi hastigheter opp mot 52 Mbps. Hvis vi sammenligner dette med overgangen fra ISDN og modemer til ADSL og SDSL, ser vi at denne oppgraderingen vil bli like betydningsfull. Det er mange som antar at VDSL er en virkelig teknologi for fremtiden.

Kabel-TV bredbånd:

Denne teknologien er omtrent tilsvarende DSL hvor det er CAP som er brukt. Kablene er forskjellige, først og fremst fordi TV signalet må ha en annen motstand enn datasignaler alene. (TV bruker 75Ω og 10 Base-T bruker 50Ω). Som nevnt over er oppkoblingen over TV kablen delt mellom flere abonnenter og jo flere som holder på samtidig, jo lavere hastighet blir det på hver enkelt.

*)

I dette og andre kompendier bruker jeg nokså konsekvent "telefonselskapet" og ikke "Telenor" da dette stort sett gjelder flere steder enn i Norge, og dessuten er det vel ikke bare forfatteren som tror og håper at Telenors monopol i Norge faller snarest mulig.