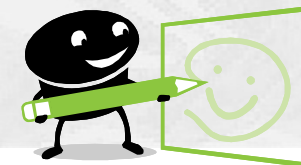


# IP Telefoni

## Modul 1

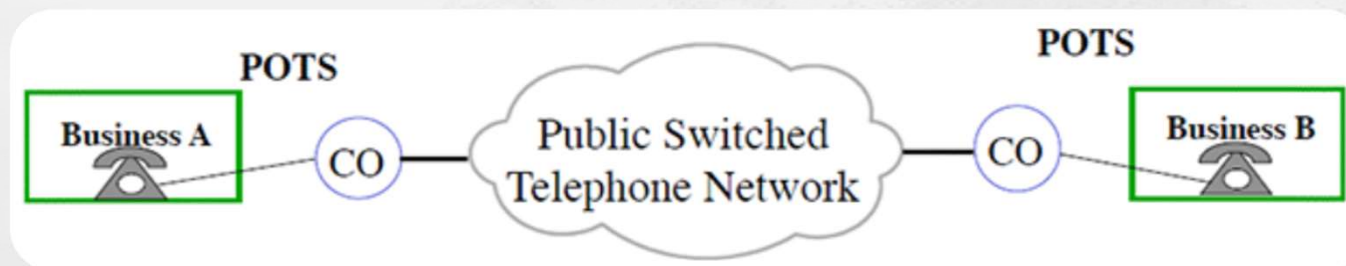
- Hvad ved i om IP Telefoni?
- Analog telefoni begreber
- Analog waveform
- Signalering
- Analog telefoni udfordringer
- Digital telefoni løsninger
- Analog til Digital
- VoIP / IP Telefoni begreberne
- Sampling, Quantization, Encoding, Compression
- Opgave #1



## Analog telefoni begreber

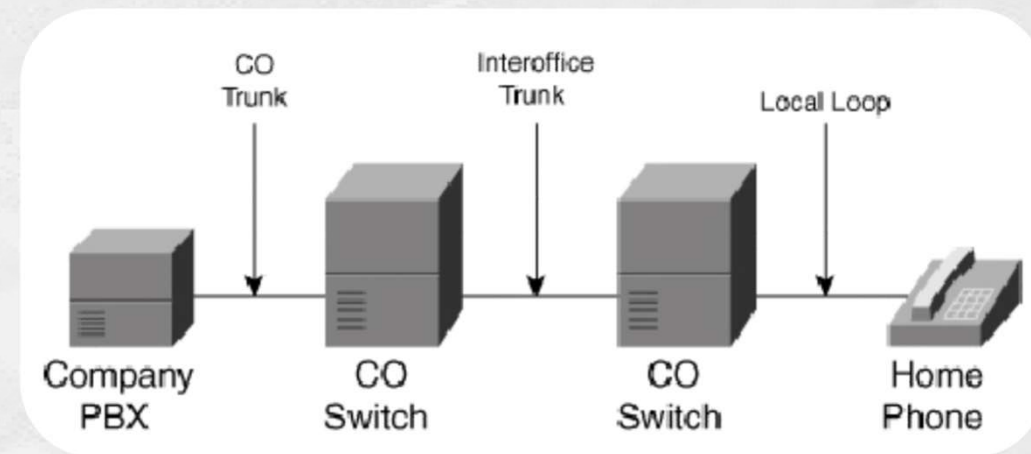
Først nogle begreber og forkortelser – som man støder på i telefoni-verdenen:

- POTS = Plain Old Telephone Service (= analog telefoni)
- PSTN = Public Switched Telephone Network (= det off. tlf. netværk)
- PABC = Privat Automatisk Bi-Central (=PBX , på dansk = tlf. central)
- PBX = Private Branch Exchanges (= det samme som en PABC)
- CO = Central Office (udbyderens central)
- Local loop = linjen fra dit hus/virksomhed til udbyderens central



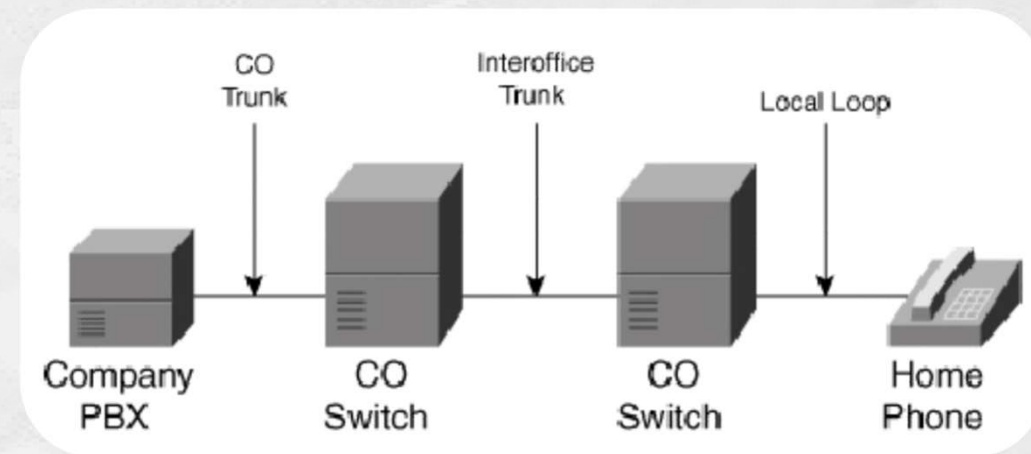
## Analog telefoni begreber

- Din hjemmetelefon forbindes til den lokale telefoncentral (CO) med et local loop.
- I CO sluttet du til en telefoni switch. Telefoni-switchen kan kende nummeret du har tastet, ud fra tonerne som tasterne frembringer. "Adresse signalering".
- Switchen kan så ud fra tone mønsteret aflæse hvor opkaldet skal viderestilles til (switchen har en tabel).



## Analog telefoni begreber

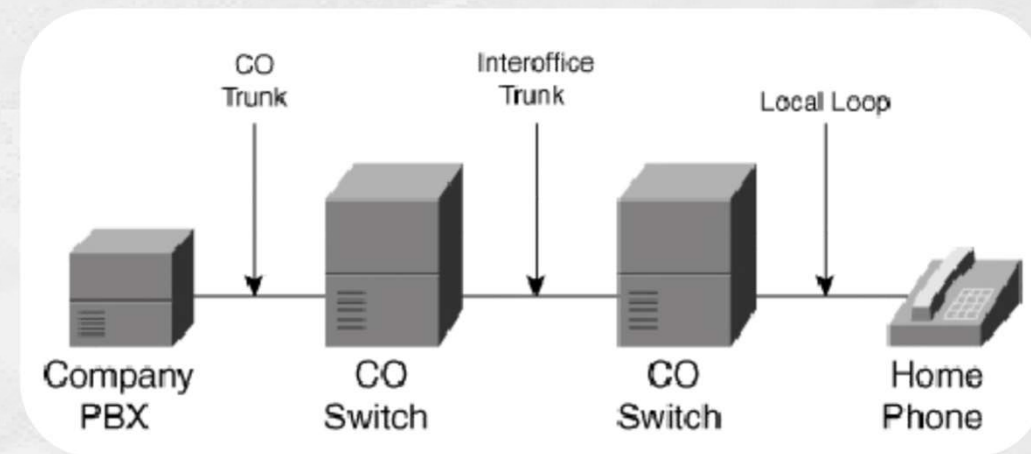
- Hvis den du ringer til befinder sig på samme switch, sender switchen signal om ringetone ("informations signalering") direkte ud på den port hvor modtager telefonen sidder – ud på modtagerens local loop.
- Hvis den du ringer til IKKE sidder på samme switch, videresender switchen til en anden telefoni-switch (i en anden central).





## Analog telefoni begreber

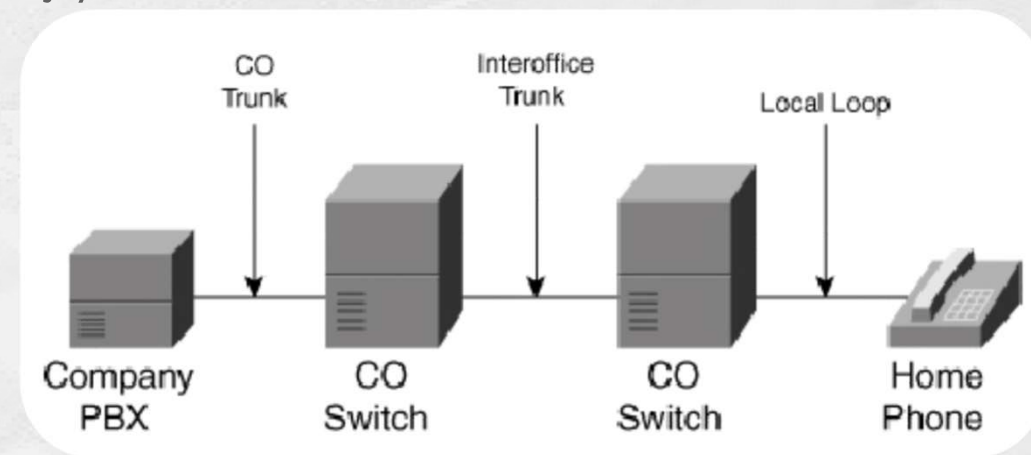
- Forbindelsen mellem én telefoni-switch til en anden, kaldes en "inter office trunk". En trunk kan bære flere samtidige samtaler.
- Når telefonen i den anden ende bliver taget, stopper switchen med at sende ringesignal og I kan tale sammen.



## Analog telefoni begreber

PSTN (Public Switched Telephone Network) består af 3 typer netværk:

- Local network: local loops til virksomheder og private
- Exchange Area Network: sammenkobler lokale nabo CO'er (centraler), som perler på en snor.
- Long-Haul Network: sammenkobler lokale CO'er direkte med andre CO'er langt væk (uden alle "perlerne" undervejs).



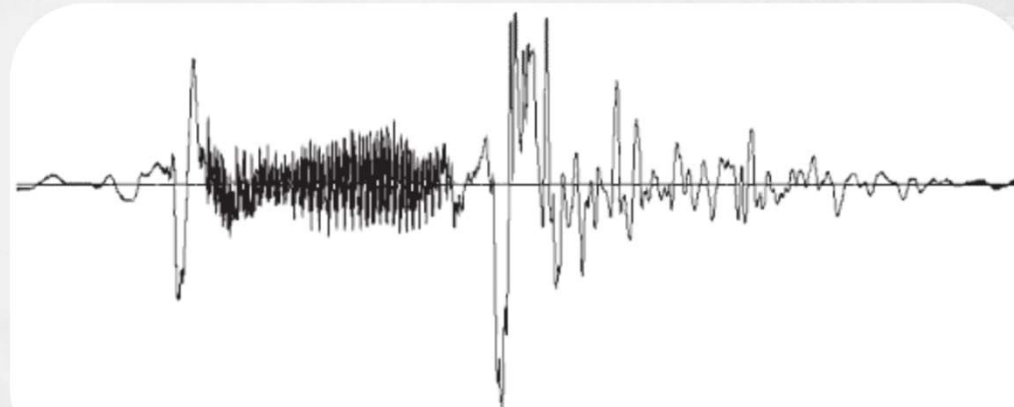
## Analog telefoni begreber

- *PSTN Nummer planer – gælder både for analog og digital telefoni.*
- Ligesom data netværk bruger IP adresser til at lokalisere modtageren, bruger voice netværk også en nummer plan.
- Virksomheder der har deres egen central (PBX) kan bruge interne numre ligesom det passer dem (ligesom private IP adresser), men så snart vi skal have kontakt til PSTN, skal man bruge en gyldig E.164 standard adresse!
- E.164 er en international nummerplan (15 cifre), består af flg:
  - Country code (f.eks. DK = +45, Schweiz = +41)
  - National destination code (022 = Geneve; 043 = Zurich. Ej i brug mere i DK)
  - Subscriber number (den enkelte kundes nummer)



# Analog waveform

- Analog telefoni udnytter elektricitets evne til at gengive ændring i "menneskelig tale" (ved hjælp af svingninger).
- Ud over tale, skal telefonerne også gengive mange forskellige typer af "signalering", som f.eks. ringetone, tal der drejes/trykkes, optaget signal osv.
- *OBS: De signaler skal vi have med over til IP telefoni (når vi kommer dertil!)*



*Electrical Analog Waveform of Human Speech ("Hello")*

## Signalering (Supervisory)

- **On-hook signal:** Når røret er lagt på, er forbindelsen afbrudt og ingen elektriske signaler passerer.
- **Off-hook signal:** Når røret løftes, forbindes et kredsløb, og elektriske signaler kan passere.
- **Ringning:** For at få telefonen til at ringe, sender teleudbyderen et vekselstrøm (AC) signal til telefonen, som genererer et ringe signal.

## Signalering (Informational)

- **Dial tone:** Klar tone. Teleudbyderen er klar til at modtage telefonnummer
- **Busy:** Optaget. Modtagerens telefon allerede er i brug
- **Ringback:** Modtager telefonen ringer
- **Congestion:** Forstoppelse. Lang-distance netværket kan ikke håndtere opkaldet
- **Reorder:** Den lokale teleudbyder kan ikke håndtere opkaldet
- **Receiver off-hook:** Modtageren har været off-hook i et bestemt tidsrum – ikke lagt røret på efter samtale.
- **No such number:** Opkaldte nummer er forkert
- **Confirmation:** Udbyderen er ved at håndtere opkaldet
  
- Hver af disse signaler genereres af teleudbyderen, ved hjælp af forudbestemte elektriske frekvenser (afhængig af region/land).
- *Alle analoge telefoner i samme land/region skal bruge samme Informationale signaler.*

## Signalering (Addressing)

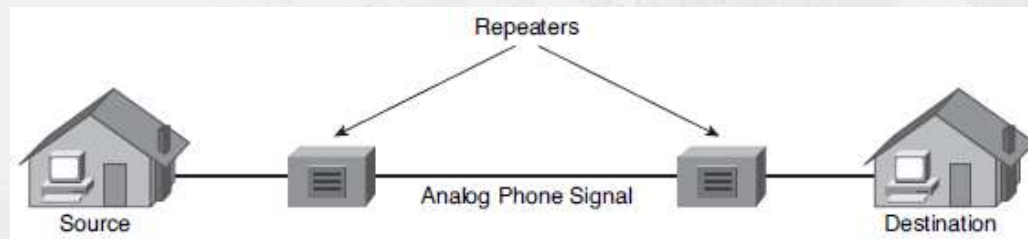
- **Dual-tone multifrequency (DTMF):** Knapperne på telefonen bruger et par af høj og lav frekvens (=dual-tone) til at generere et signal hver gang der trykkes på en knap.
- **Pulse:** Drejeskiven på en telefon forbinder og afbryder local loop når den roterer – og på den måde signalerer den de forskellige tal (f.eks. 1 = 1 forbindelse/afbrydelse; 4 = 4 forbindelser/afbrydelser osv, eller noget i den retning).





## Analog telefoni udfordringer

- Analoge signaler "falmer" over lange distancer. For at forøge afstanden som et analogt signal kan rejse, satte teleudbyderne repeatere op.
- Uheldigvis kan en repeater ikke kende forskel på voice og støj, så begge dele blev genskabt, og jo sværere blev det at skelne støj fra tale hos modtageren.
- Et andet problem var det store antal ledninger (store bundter) som udbyderne skulle grave ned/hænge op.

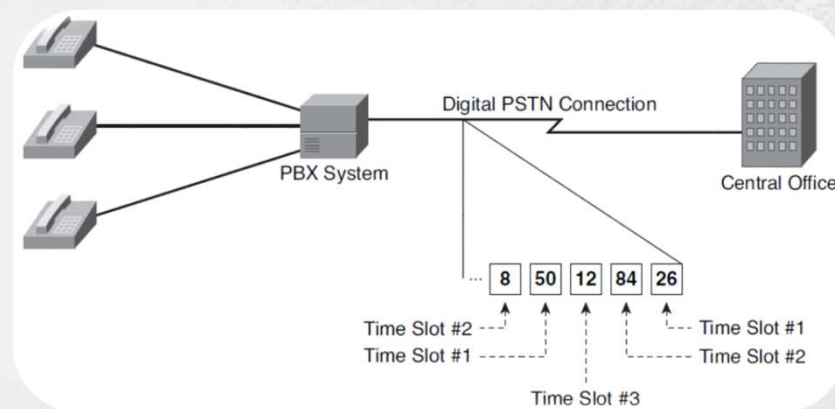




# Digital telefoni løsninger

Så udfordringer i den analoge telefoni var:

- Signalet forværres over lange distancer
- Der kan kun sendes en samtale over én linje (hvilket resulterer i massive krav til antallet af kabler)
- Digitalisering af tale løser det første problem, da man nemt kan sende en numerisk værdi (binær) uden at man taber kvalitet.
- Time Division Multiplexing (TDM) løser det andet problem



## Digital telefoni fordele



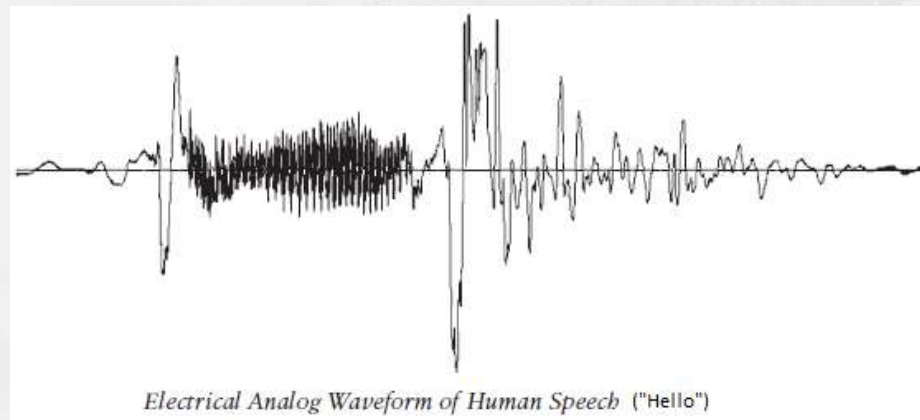
- en del af **mercantec**<sup>+</sup>

- Færre udgifter til kommunikation. Ingen telelinjer.
- Lavere udgifter til kabling. Fælles med datanetværk.
- Centraliseret kontrol med alle voice enheder og dial plan
- Telefonen kan tages med/flyttes uden problemer
- SoftPhones
- Forenet e-mail, voice mail og fax i én mail boks
- Forøget antal muligheder – fordi voice, data og video netværk er kombinerede, kan man udnytte mulighederne for f.eks. video konferencer via telefoner. Eller når en kunde ringer til et call center, kan kundens data automatisk komme frem, osv.
- Open, kompatible standarder – forskellige producenter arbejder hen imod fælles standarder. Ikke helt sådan endnu.

# Analog til digital

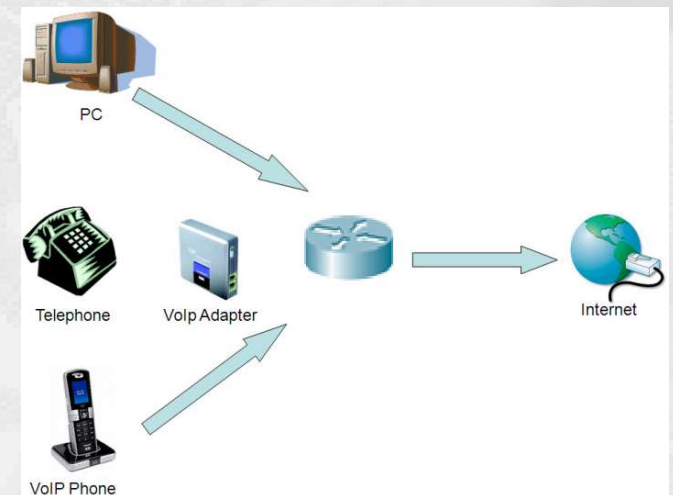


- Hvis vi ønsker at gå over til digitale forbindelser (og IP telefoni), skal vi sende vores stemme i et format som kan overføres i et IP netværk (Ethernet).
- IP netværk kan kun transportere 0'er og 1-taller (tændt/slukket; strøm/ingen strøm; lys/ingen lys).
- Vores stemme er analog, dvs. lydbølger.
- Det vil sige – Vi skal have konverteret fra analog til digital



# VoIP og IP Telefoni begreber

- **Voice over IP (VoIP)** definerer en måde at transportere tale over et IP netværk – inklusiv “digitization\*” og “packetization\*” af tale. VoIP kan sagtens bruges i systemer hvor analoge telefoner benyttes – der er så bare en gateway/adapter, som digitaliserer data, inden de sendes over et IP netværk (og f.eks. videre via Internettet).
- I **IP Telefoni** digitaliseres datastrømmen allerede i telefonen. **IP telefoni** bygger naturligvis på VoIP standarderne.





# Analog til digital

- Konvertering fra analog til digital signal, følger 4 trin:
  1. "Sampling" af signalet
  2. "Quantize" signalet
  3. "Encoding"
  4. Komprimér eventuelt det binære data for at spare båndbredde.
- Vi ser på hver af de 4 trin i de efterfølgende slides.





# Sampling

- Vi "sampler"! (sample = tage et snapshot/øjebliksbillede)
- Denne sampling proces, kaldes også for Pulse-Amplitude Modulation (PAM).

Mennesker kan høre imellem 20Hz til 20kHz

Menneskelig tale ligger ca imellem 300Hz til 3400Hz og kaldes Voice Band

En teori (Nyquist teorien fra 1933) siger at sample raten (= antallet af samples), skal være mindst 2 x den højeste frekvens der skal samples. For stemmer vil det sige omkring 4kHz (4.000 svingninger pr. sekund).

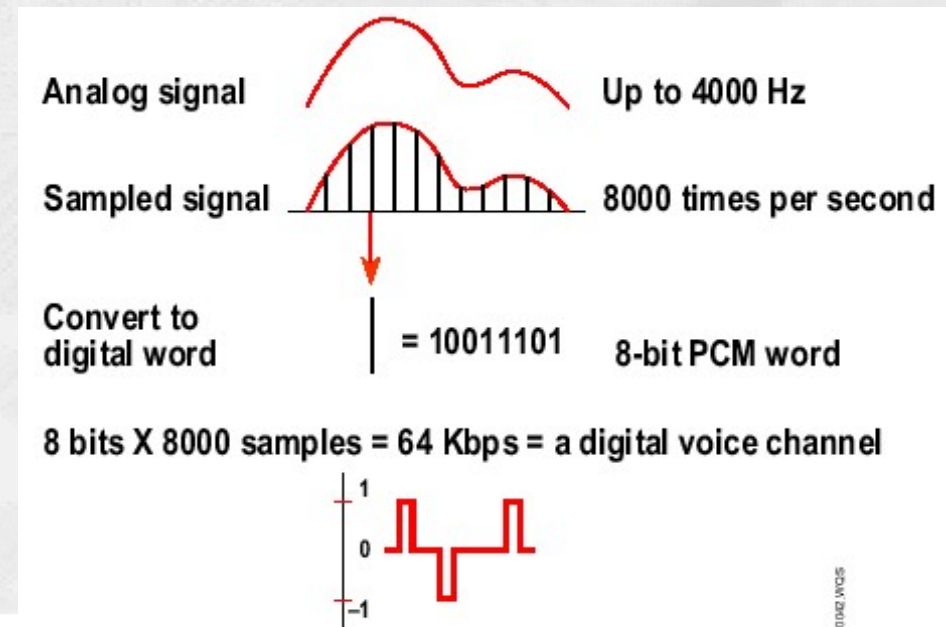
(Området imellem 3,4 – 4kHz bruges til system kontrol)

Det betyder at vi skal tage **8.000 samples pr. sekund** for at få en troværdig lyd (= ét pr. 125 mikrosekund).

- Hvor mange samples tror i man tager af vores analoge stemme?

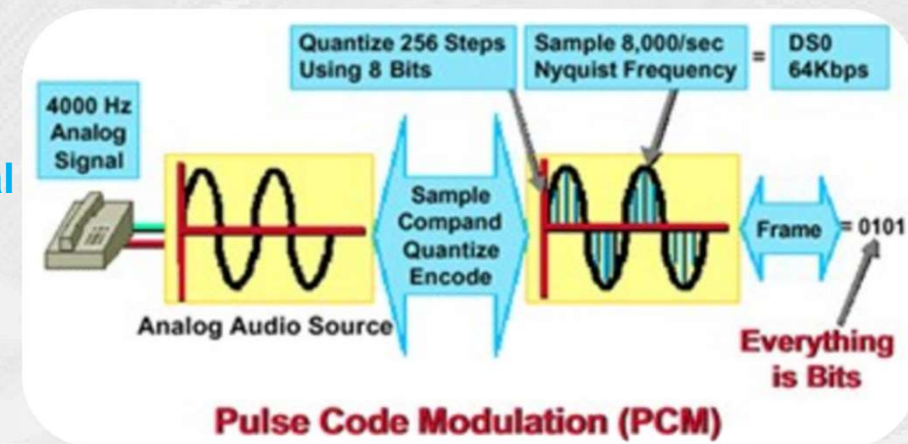
# Quantization

- De tusindvis af samples (PAM samples) sammenlignes med en volt-skala, og tildeles en Pulse Code Modulation (PCM) værdi
- Denne proces kaldes quantization.
- Ved quantization tildeles en værdi fra et volt område, baseret på amplituden af hver sample.
- Volt området er opdelt i 16 segmenter (-7 til 0 og 0 til +7) hvilket kan angives med 8 bit
- Læg mærke til at afstanden mellem værdierne er mindre indenfor området hvor det meste humane tale ligger - og bliver mere upræcis i yderområderne.
- 8bit x 8000 samples = 64Kbps = a digital voice channel



# Encoding

- Hele forløbet med at tage det analoge signal og sample og quantize kan gøres på forskellige måder:
  - Antallet af samples pr sekund
  - Antallet af segmenter
  - Måder at komprimere på
- Man vælger hvordan telefonen skal gøre det ved at vælge et codec (vi har set på eksempel med G.711). Der genereres altså et binært format.
- Et Audio Codec refererer til det program/system der:  
**encoder et analog audio signal til et digitalt audio signal**  
eller  
**decoder et analog audio signal fra et digitalt audio signal**
- Der findes mange variationer af audio/voice codec's (G.711, G.722, G.729, iLBC), forskelligt udstyr understøtter forskellige codec's



# Compression

- Som nævnt i forrige slide så har man også mulighed for at komprimere ens datastrøm (ikke et krav, men en mulighed)
- Når et menneske taler er der mange "tomrum" dvs perioder af tid (husk på vi sampler 8000 gange i sekundet) hvor der ikke bliver sagt noget. F.eks. Imellem hvert ord, eller hver sætning.
- Disse perioder kunne man komprimere ved at sende en pakke der indeholdte informationer om at de næste 1000 pakker var "tomme", så kunne man sende 1 pakke i stedet for 1000 og på den måde spare båndbredde.



## Opgave #1



Vi skal bygge et netværk i Packet Tracer.

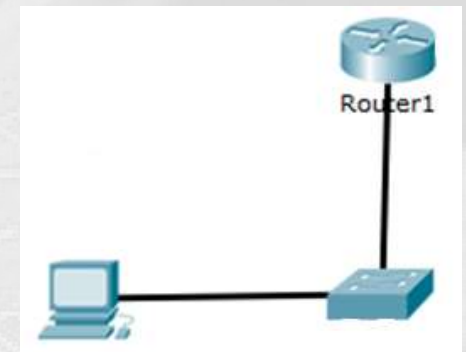
Hver gruppe kun konfigurere en router og en switch

### Adressering:

- Gruppe 1 = 10.10.1.0 /24 som i så skal subnette
- ..
- Gruppe 5 = 10.10.5.0 /24 som i så skal subnette

### Subnet selv jeres hovednetværk!

- I skal bruge adresser til VLAN10 (DATA), VLAN20 (VOICE), og VLAN19 (Management).





# Opgave #1 - Router

## ■ Router Konfiguration

- Slet eksisterende konfiguration (*Hvis fysisk*)
- Konfigurer subinterfaces med første ip adresse i hvert VLAN (inkl. Management)
- Konfigurer DHCP for både VLAN10 (DATA), VLAN20 (VOICE)  
Husk default gateway, og exclude de første 10 adresser i hvert VLAN.
- Konfigurer ikke DHCP for VLAN30 (alle ubrugte porte sættes til dette VLAN) eller VLAN19 (Management).
- Konfigurer telnet og console adgang, med password cisco
- Konfigurer enable secret password cisco

# Opgave #1 - Switch

- Switch Konfiguration
  - Start med at slette konfiguration og VLAN databasen (del vlan.dat)
  - Konfigurér trunk port imod routeren
  - Konfigurér en port i VLAN10 og verificer at PC kan få adresse vha DHCP
  - Konfigurér en port i VLAN20 og verificer at PC kan få adresse vha DHCP
  - Konfigurér alle ubrugte porte til VLAN30
  - Konfigurér management IP adresse
  - Konfigurér default gateway (tænk over hvilken der er den rigtige og hvorfor)
  - Konfigurér telnet og console adgang, med password cisco
  - Konfigurér enable secret password cisco
- PC
  - I skal teste med en virtuel PC at i kan få IP adresser i VLAN10 og VLAN20
- Verifikation
  - PC skal kunne telnet til router og switch
  - PC skal kunne ping alle subinterface adresser lige meget hvilket VLAN den er i.

# Spørgsmål

