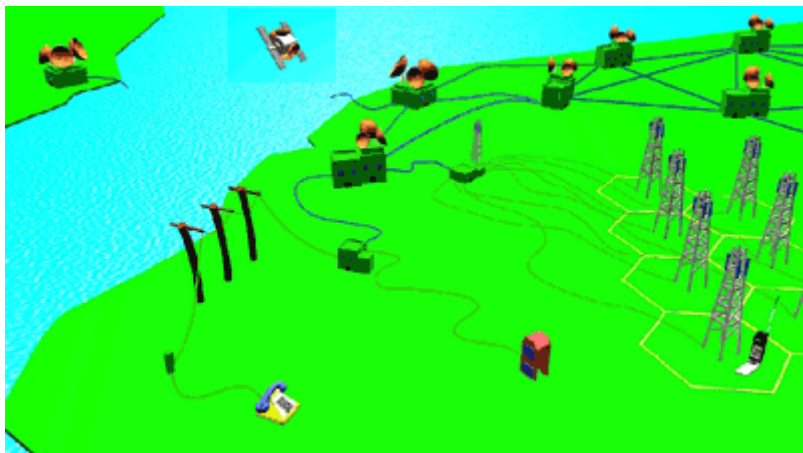


Telefoner, hvordan virker de egentlig?

Selv om de fleste av oss tar den for gitt og ser på den som en selvfølgelighet er faktisk telefonen du har hjemme et av de mest fantastiske apparater som noen sinne er oppfunnet. Hvis du vil snakke med noen trenger du bare å løfte opp rører og slå noen få siffer. Du blir umiddelbart koblet til den andre personens telefonapparat og hvis vedkommende er hjemme og tar telefonen kan du begynne å snakke, begge veier. Telefonnettverket er verdensomspennende og det er snart ingen steder igjen på jorden hvor man ikke kan bruke telefon, spesielt ikke etter at satellittelefonene dukket opp. Hvis vi sammenligner dette med hvordan verden var for bare 100 – 150 år siden er det radikale forskjeller. Det kunne ta flere uker å få frem en skriftlig melding (et brev) den ene veien, og like lenge for å få svar. Når vi tenker på dette ser vi hvor fantastisk dette egentlig er.

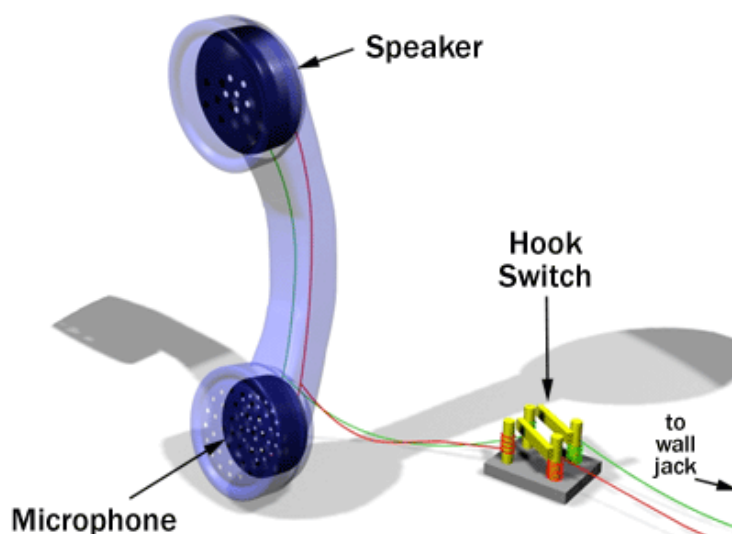


Telefonnettverk med oversjøisk satellitt, parabolantenner og kabling.

Telefonapparatet:

Overraskende nok er et telefonapparat egentlig meget enkelt bygget. Overraskende er det når vi ser på hva du kan gjøre med en telefon og hvor fort det går. Telefonapparater er egentlig så enkle at de egentlig ikke har endret seg på 100 år. Hvis du har en gammel telefon fra 20 – 30 tallet, er det stor sannsynlighet for at du klarer å få den til å virke, bare ved å koble den til telefonnettverket.

En skikkelig enkelt oppbygget telefon, som vil virke kunne se ut omtrent som dette på innsiden:



Enkleste oppbygning av en telefon.

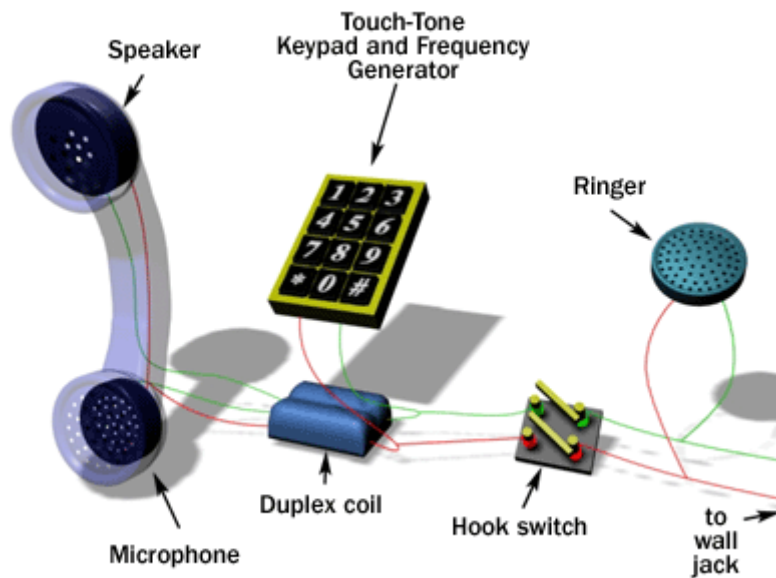
Som vi ser består den av bare tre deler, og det er relativt enkle deler:

- En bryter for å koble til og koble fra telefonen (til og fra telefonnettverket, naturligvis). Denne bryteren kalles vanligvis "gaffelen" og virker slik at den kobler til når du løfter opp røret.
- En høyttaler. Dette er vanligvis en bitte liten, billig 8 Ω høyttaler. Slike får man i elektronikkforretninger for en tier.
- En mikrofon. I de tidligste telefonapparatene var dette så enkelt som to tynne metallplater med små karbonklumper mellom. Når du snakker vil lydbølger fra stemmen din endre litt på trykket mellom platene (press på karbonklumpene), noe som endrer den elektriske motstanden i klumpene, noe som justerer hvor mye elektrisk strøm som går gjennom mikrofonen og dermed hva som kommer ut av høyttaleren i den andre enden.

Det er faktisk alt du trenger. Nå sier du sikkert til deg selv at dette ikke kan være riktig. Vi trenger vel også en måte å slå nummeret på, ikke sant? Vel, egentlig ja og egentlig nei. Det går an å slå et nummer fra denne telefonen ved å trykke på gaffelen raskt. Trykker du fire raske trykk har du slått et 4 tall i et telefonnummer. Vent et til to sekunder og slå det neste tallet. Alle telefonsentraler forstår fremdeles såkalt "pulse-dialing" selv om de fleste nå hovedsakelig bruker "tone-dialing" istedenfor. Gamle telefoner med roterende nummerskive brukte denne metoden for å ringe.

Det eneste egentlige problemet med telefonen over er at du vil komme til å høre din egen stemme i høyttaleren. De fleste synes det er ganske forstyrrende og derfor har moderne telefoner en liten del som kalles en "dupex-coil", eller en tilsvarende innretning som hindrer at du hører din egen stemme i høyttaleren. En moderne telefon vil også ha en bjelle eller en annen innretning som kan lave lyd slik at du hører når noen ringer til deg, og dessuten en ringeskive eller en "touch-tone keypad" og en frekvensgenerator.

En ”ekte” telefon kan se slik ut:



Moderne telefon i deler...

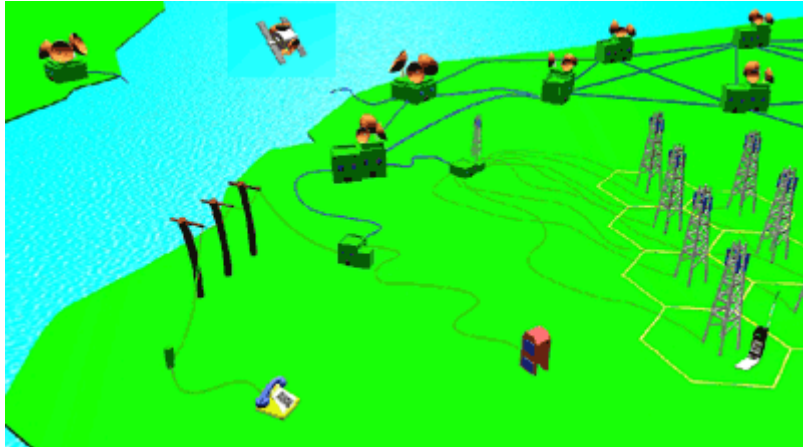
Det er fremdeles et ganske enkelt oppsett. I en moderne telefon er det en elektronisk mikrofon, en forsterker og en elektrisk krets som erstatter kullklumpene (karbongranulatene) i den gamle typen mikrofon. Den gammeldags' bjellen blir vanligvis erstattet av en liten høyttaler og noe elektronikk som laver en mer behagelig ringetone enn de gamle klokkene. En helt enkel, billig telefon kan man få for en hundrelapp eller der omkring, dersom det ikke er avanserte funksjoner eller en helt spesiell design eller lignende. Dette er fremdeles et av de enkleste apparatene man finner i et vanlig hjem.

Telefonnettverket:

Telefonnettverket begynner hjemme hos deg selv, i ditt eget hjem. Det går en kobberledning med to ledere fra en koblingsboks ute ved gaten et eller annet sted, ikke så veldig langt unna. Derfra går ledningene til en liten koblingsboks i bygningen, gjerne en utenfor hver leilighet dersom det er en bygård, eller det kan være en stor koblingsboks (kalles en plintboks) i kjelleren. Hvis du har to telefonlinjer innlagt (analoge) med to telefonnumre, så går det to slike kabler inn i huset.



En slik telefonkoblingsboks (plintboks) som står ved veien.



Illustrasjon av et komplett telefonnettverk med mobilantenner, satellitt, undersjøisk kabel og telefon i enden. (Jada, vi har sett denne før...)

Utendørs, gjerne langs veiene går det store, tykke backbone kabler for telefonnettverket. Disse har ofte hundre eller flere ledningspar. Avhengig av hvor du bor i forhold til telefonsentralen, vil denne tykke kabelen enten gå direkte til telefonsentralen, eller til en stor boks, på størrelse med et kjøleskap, som er en digital forsterker / konsentrator for telefonsignaler. Det denne konsentratoren gjør er å omforme det analoge signalet fra telefonen din til et digitalt signal som den sender videre, enten i en fiberoptisk kabel, eller en koaksialkabel (litt gammeldags). Derefter går det hele inn i telefonsentralen hvor alle abonnentene har sitt "eget" kretskort som sørger for at du har summetone på linjen.

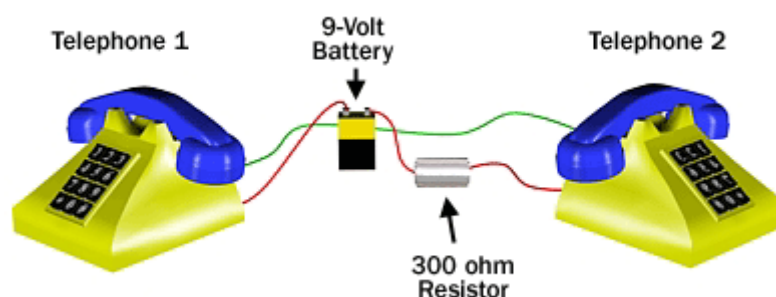
Hvis du ringer til noen som er fysisk koblet til den samme sentralen vil kretsene (består stort sett av transistorer, likerettere og kondensatorer) bare lave en løkke og koble apparatene sammen. Dersom det er en oppkobling som går over to eller flere sentraler vil stemmen din bli digitalisert og signalet vil gå over koaksialkabel, fiberoptisk kabel, satellitt, radio eller mikrobølger. Det er viktig å ha i minnet at de lange distansene er digitale, mens korte avstander kan være analogt fra ende til ende.

Hvordan kan du lave ditt eget telefonnettverk?

Ikke bare det at en telefon er enkelt oppbygget. Forbindelsen mellom den og telefonsentralen er egentlig også meget enkel. Faktisk er det såpass enkelt at du meget lett kan legge opp ditt eget telefonnettverk (intercom) hjemme med enkle deler. Du trenger:

- To telefoner
- Et 9 volts batteri (slik som sitter i røykvarslere) eller en 9 volts batterieliminatør
- En stk. 300 Ω motstand (kan være vanskelig å finne, forsøk Arngren eller Clas Olsson).

Du kobler det hele sammen slik:



Enkelt oppsett for intercom.

Din analoge tilkobling til telefonsentralen består av to kobberledere, vanligvis i to forskjellige farger. Den ene (la oss kalle den grønn) går bare fra det ene apparatet til det andre, den andre (la oss kalle den rød) skaffer telefonen strøm. Dette er fra 6 til 12 volt, og 9 volt ligger akkurat passe i mellom disse verdiene. Det kan vi bruke. Hvis vi tenker oss den første telefonløsningen vi så på, med kullmikrofon, så var det eneste som skjedde at stemmen din ga lydsvibrasjoner som økte og minket trykket på kullgranulatene og dette økte eller minket spenningen som gikk gjennom. Høytaleren i den andre enden bare gjengav disse variasjonene og vi fikk frem en stemme. Det er det hele!

Den aller enkleste måten å få dette til å fungere på er å stikke innom Clas Olsson og kjøpe et batteri (9v, eller om du har en gammel batterieliminatør som gir ca. 300 milliamperer mA), en rull med telefonledning og en 300 Ω motstand, slik det er koblet på tegningen ovenfor.

Dersom to mennesker tar opp røret samtidig og snakker vil de kunne høre hverandre og føre en samtale. Dette vil gå bra på avstander opp til flere kilometer.

Det eneste dette systemet ikke kan, foreløpig, er å gi et signal i den andre enden om når det er noen som ønsker å ha en konversasjon. Man kan jo avtale bestemte tider, eller sitte der hele tiden, men begge alternativer er egentlig svært tungvindte.

Ringesignalet er et 90 volt vekselstrømsignal som ligger i frekvensområdet 20 Hz (hertz).

HÅNDSVEIV!

Er du gammel nok til å huske, eller har du sett en slik på teknisk museum? Håndsveiven ble brukt for å generere et ringesignal som gav lyd i en bjelle i den andre enden (vanligvis på sentralen).

Å ringe til noen:

Hvis vi tenker oss helt tilbake til gamle dager, da det var manuelle sentraler, er det lett å forstå hvordan de store, moderne telefonsentralene virker. Den gangen var det faktisk slik at det, fysisk, gikk en kobberledning fra huset ditt til sentralen. Det gjorde det også til alle de andre husene i nærheten. Sentralborddamen satt ved et stort panel hvor det kom en inngående linje fra hvert eneste hus og en utgående linje til hvert eneste hus. Over hvert av disse punktene hvor linjene kom inn (de sluttet i en kobling hvor sentralborddamen satte inn en bananstikker) var det en liten lampe. Hvis noen løftet av røret begynte den lille lampen å lyse.

Sentralbordoperatøren ville da stille en hodetelefon / mikrofon løsning inn der det lyser og spørre abonnenten hvem de ønsket å snakke med. Derefter tok operatøren ledningen fra den du ville ha kontakt med og plagget inn i det lille hullet under lampen som lyste, men først sendte damen et ringesignal til den du ønsket å nå og spurte om det passet å få en samtale akkurat da. Hvis svaret var "ja" koblet hun dette sammen og du kunne si "hallo" og få et svar. Nå hadde telefonsentraloperatøren faktisk koblet sammen to telefonapparater på den samme måten som vi så på litt tidligere. Såpass enkelt er det faktisk!

I et moderne telefonsystem med automatisk sentral er sentralbordoperatøren (hvorfor var det alltid damer som arbeidet på sentralene?) byttet ut med en elektronikkrets som virker som en avansert bryter. Når du løfter opp telefonrøret vil elektronikk i sentralen oppdage "sense" at kretsen er sluttet og den vil gi deg et signal tilbake som betyr at linjen er oppe og i orden. Dette signalet kaller vi for en summetone. Ringesignalet som kan sendes over telefonlinjen er ganske enkelt en kombinasjon av en 350 Hz og en 440 Hz toner og høres slik ut:



Dobbeltklikk på høyttaleren for å høre en ringelyd!

Hvis du bruker et tonetastatur for å ringe (telefon med stjerne og firkanttast) er det jo flere lyder som kan dannes. For de spesielt interesserte skal jeg ta med en tabell over hvilke frekvenser som brukes for å danne hvilke tall. Legg merke til at alle tall, inkludert stjerne og firkant er lavet av en kombinasjon av to frekvenser. Her ser du en kort tabell over hvilke kombinasjoner som brukes i vanlige telefoner, over hele verden.

	1,209 Hz	1,336 Hz	1,477 Hz
697 Hz	1	2	3
770 Hz	4	5	6
852 Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#

Hvis linjen er opptatt vil du få et opptattsignal tilbake. Dette signalet består av en 480 Hz og en 620 Hz tone, som skrur av og på sånn ca. hvert halve sekund. Du har sikkert hørt et opptattsignal i telefonen... ☺

Telefoners båndbredde:

For å få mulighet til å overføre flere fjernsamtaler (de hvor begge abonnenter ikke er tilknyttet samme sentral) samtidig er båndbredden begrenset til ca. 3000 Hz (3khz). Alle svingninger i stemmen din som er lavere enn 400 hertz eller høyere enn 3400 hertz blir kuttet ut, eliminert. Dette er årsaken til at det høres forskjellig ut når vi snakker sammen direkte og når vi snakker sammen over telefonen. Telefonstemmen har en litt spesiell klang. De av dere som er musikalske har sikkert lagt merke til det. Forskjellen er ikke større enn at vi vanligvis gjenkjenner folk som ringer til oss på stemmen.

Hvis du vil prøve dette selv, kan du ringe til noen og spille en lyd som du vet at er enten:

- 1000 hertz
- 2000 hertz
- 3000 hertz
- 4000 hertz
- 5000 hertz
- 6000 hertz

Du kan sikkert skaffe deg noen rene toner slik som dette, MIDI er et OK format. Den du ringer til vil kunne høre, klart og tydelig, tonene på 1000, 2000 og 3000 hertz, men vil få litt problemer med 4000 hertz tonen. 5000 og 6000 hertz tonene vil du ikke få høre i det hele tatt, de fjernes av telefonselskapet.

Dette kan du meget godt teste selv!!