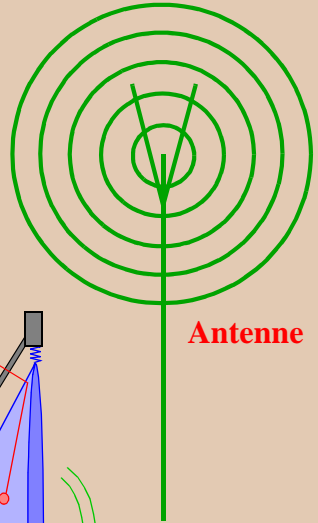
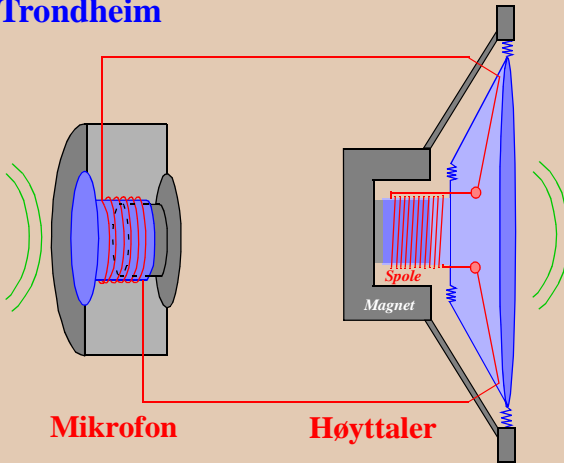




Vitensenteret  
Trondheim



Antenne



Mikrofon

Høyttaler

# Kommunikasjon



Experimentarius forklarer  
hvordan radioen virker



Nils Kr. Rossing



**Midt Nordisk Vitensenteret 2001**

***Kommunikasjon -***

*Experimentarius forklarer hvordan radioen virker.*

ISBN 82-92088-15-6

Henvendelser om dette hefte kan rettes til:

*Vitensenteret  
Postboks 117  
7400 Trondheim*

Omslag: *Nils Kr. Rossing*

Trykk: *NTNU-trykk*

1. utgave 23.11.01  
Prøvetrykk

**Prosjektet er støttet av:**



**Norges  
Forskningsråd**

**Studieavdelingen  
Inst. for Teleteknikk  
Inst. for Akustikk**



## Forord

Dette heftet er blitt til i forbindelse med samarbeidsprosjektet Kommunikasjon. I dette prosjektet deltar Ringve Museum, Nidarosdomen og Erkebispegården, NTNU Vitenskapsmuseet, Pilotgalleriet i Trondheim Kunstmuseum, Pilotgalleriet i Nordenfjeldske Kunstindustrimuseum og Trøndelag Folkemuseum.

Hensikten er at elever og andre interesserte gjennom å besøke flere steder skal få lære noe om, og oppleve mangfoldet rundt temaet kommunikasjon.

Ved Vitensenteret har vi på en interaktiv måte forsøkt å forklare hvordan lyd og bilde kan overføres trådløst til radio og TV-mottakere rundt om i landet. Både radioen og TV'en omdanner signalene flere ganger underveis. Fra å være lyd eller lys ved senderen, via radiobølger til en mottaker, som igjen gjør radiosignalet om til lyd eller lys.

I dette første hefte behandles radioen.

Vi vil takke **Jostein Bratsberg** ved Inst. for teleteknikk, **Øyvind Lervik** ved Inst. for Akustikk og **Frank Børø** ved Studieavdelingen ved NTNU for velvilligst å ha lånt oss nødvendig instrumentering til vår utstilling.

Prosjektet er støttet av Norges forskningsråd.

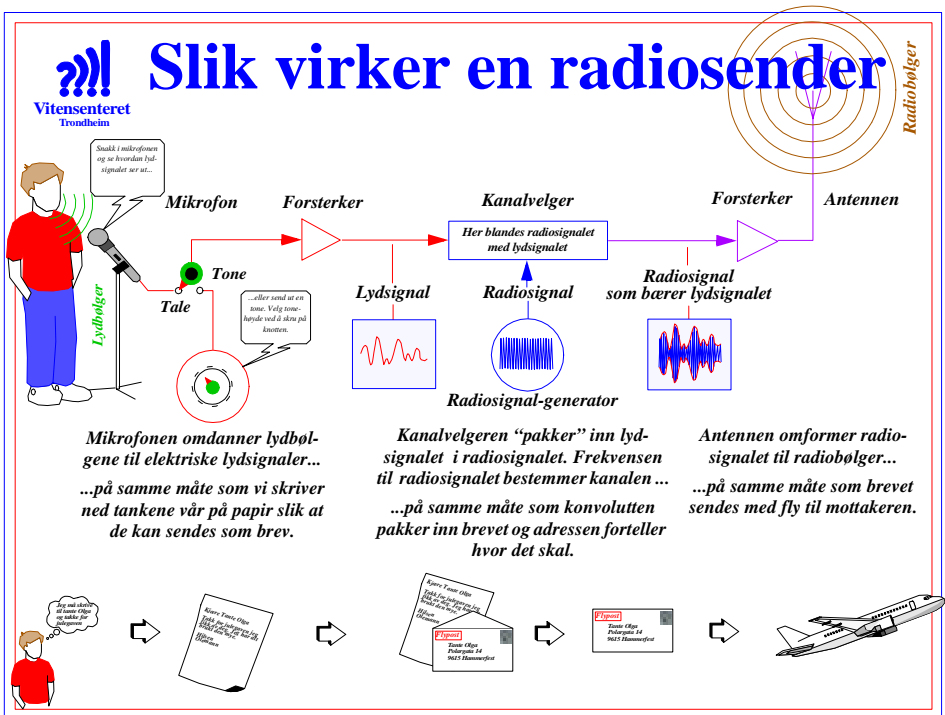
Nils Kr. Rossing  
November 2001





## Radioen

Her ser du hvordan lyden først omdannes til lydbølger når du snakker eller synger. Disse lydbølgene gjøres om til elektriske spenninger som varierer i takt med stemmen vår ved hjelp av mikrofonen. Dernest blir det elektriske talesignalet flyttet opp til riktig radiokanal ved hjelp av kanalvelgeren, for å sendes ut til antennen som gjør om radiosignalet til radiobølger som kan bre seg gjennom tomt rom.



Vi kan sammenligne radiosenderen med skrijving og posting av brev:

**Mikrofonen** omdanner lydbølgene til elektriske lydsignaler, på samme måte som vi skriver ned tankene våre på papir slik at de kan sendes som brev.

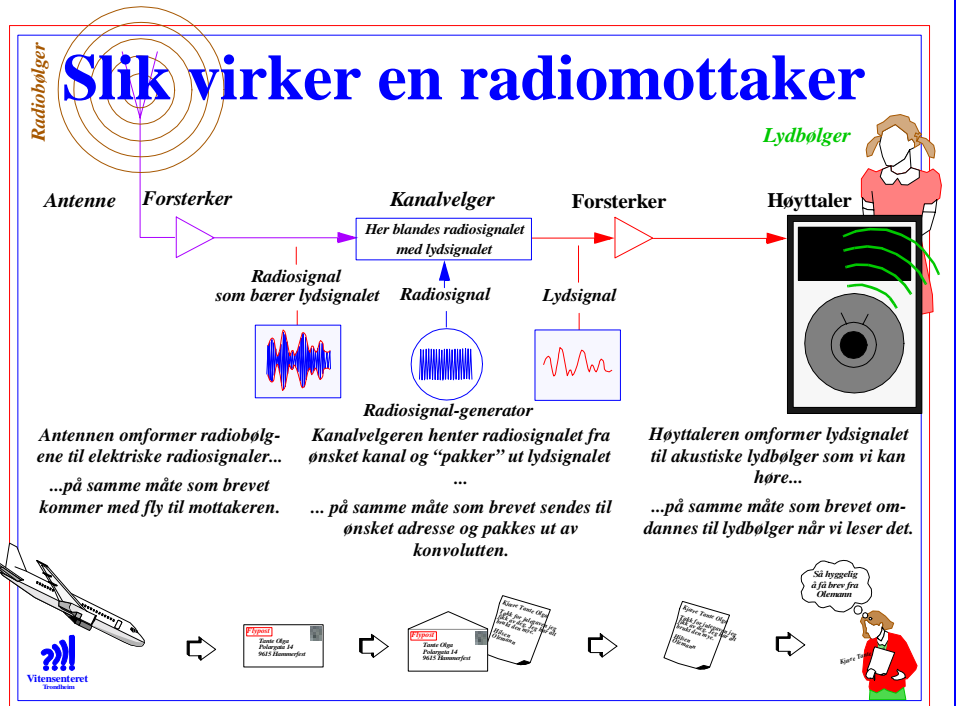
**Kanalvelgeren** "pakker" inn lydsignalet i radiosignalet, på samme måte som konvolutten pakker inn brevet. Frekvensen til radiosignalet bestemmer kanalen, på samme måte adressen forteller hvor brevet skal.

**Antennen** omformer radiosignalet til radiobølge, på samme måte som brevet sendes med fly til mottakeren.



Radiomottakeren virker omtrent omvendt av radiosenderen.

Antennen “fanger” opp radiobølgene og omdanner disse til et elektrisk radiosignal. Kanalvelgeren velger ut den kanalen eller den frekvensen vi ønsker å høre på, og tilslutt omdanner høyttaleren det elektriske lydsignalet til lydbølger som øret vårt kan høre.



Vi kan også sammenligne radiomottakeren med å motta og lese et brev:

**Antennen** omformer radiobølgene til elektriske radiosignaler, på samme måte som brevet kommer med fly til mottakeren.

**Kanalvelgeren** henter radiosignalet fra ønsket kanal og “pakker” ut lydsignalet, på samme måte som brevet sendes til ønsket adresse og pakkes ut av konvoluttene.

**Høyttaleren** omformer lydsignalet til akustiske lydbølger som vi kan høre, på samme måte som brevet omdannes til lydbølger når vi leser det.

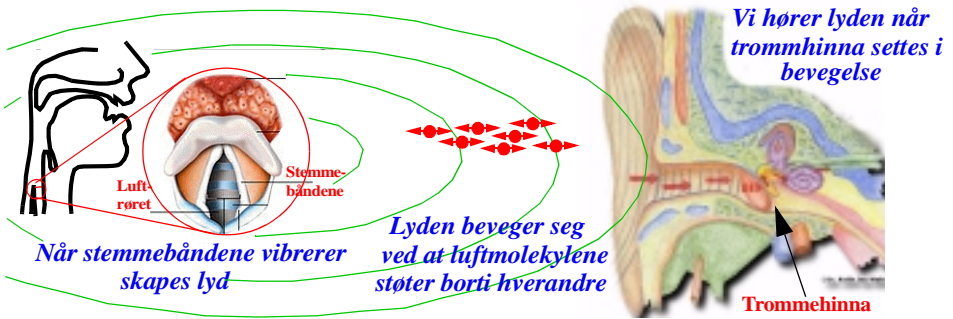
Vi skal nå se nærmere på noen av delene i radio senderen og mottakeren. La oss først se litt på hva lydbølger er:



## Hva er lydølger?

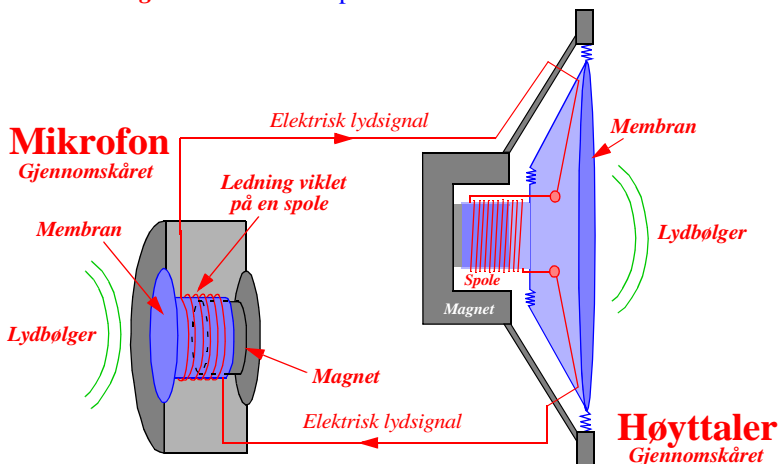
Når vi snakker eller synger settes **stemmebåndene** i raske svingninger. Svingningene brer seg utover i lufta som ringer i vannet med en hastighet på ca 340 meter i sekundet. Lydølger oppstår og brer seg utover ved at **luftmolekyler** støter borti hverandre.

Når lydølger treffer **trommehinna** inne i øret vårt, vil den begynne å svinge i takt med lydølgerne og vi hører lyden.



## Hvordan virker en mikrofon og en høyttaler?

**Mikrofonen** kan sammenlignes med øret. Når lydølgerne treffer **membranen** i mikrofonen settes den i bevegelse. En **spole** viklet av kobberledning, er festet til baksiden av membranen. En **magnet** stikker inn i spolen fra baksiden.



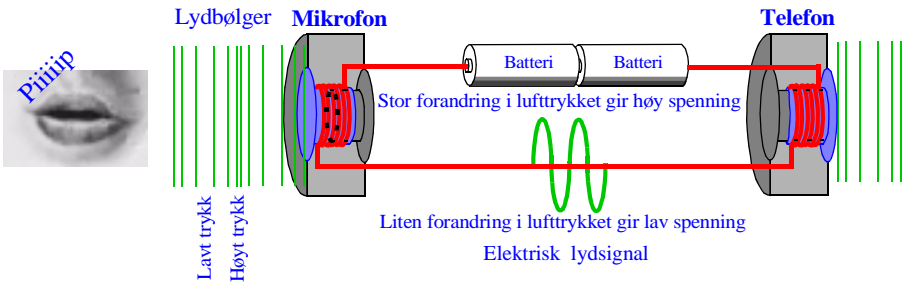


Når spolen beveger seg i forhold til magneten, vil det oppstå elektriske strømmer i spolen. Strømmen i spolen vil variere i takt med lydbølgene som treffer membranen.

**Høytaleren** virker omvendt av mikrofonen. Det elektriske lydsignalet ledes gjennom spolen på høytaleren. Inne i, og rundt spolen er det plassert en **magnet**. Når det elektriske lydsignalet ledes gjennom spolen skapes et magnetfelt som varierer i takt med lydsignalet. Det varierende magnetfeltet rundt spolen setter **høytalermembranen** i bevegelse.

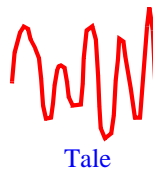
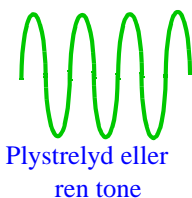
## Hva er et elektrisk lydsignal?

Når du plystrer lager du fine regelmessige lydbølger som treffer mikrofonen. Når lydbølgene treffer mikrofonen settes **membranen** og **spolen** i bevegelse. Inne i spolen ligger en **magnet**. Når spolen beveger seg i magnetfeltet lages et **elektrisk lydsignal** som varierer i takt med lydbølgene. Det elektriske lydsignalet forplanter seg langs ledningen til **øretelefonen**. Når signalet kommer til telefonen setter det spolen og membranen i bevegelse og det oppstår lyd.



Stor forandring i lufttrykket gir høy spenning, liten forandring gir lav spenning.

Lydbølger fra rene toner gir også fine regelmessige elektriske lydsignaler. Mens lyd som bærer informasjon, som f.eks. tale, blir uregelmessig som vist på figuren under.

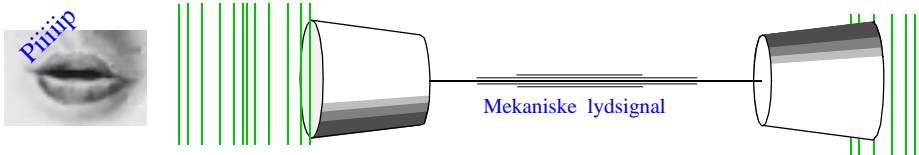


Du kan lage en enkel telefon av to yoghurtbegere. Lag et lite hull i bunnen av hvert beger og knytt en tråd mellom. La en venn få den andre boksen og stram tråden. Snakk inn i den ene boksen og lytt i den andre. Boksen omdanner lydbølgene til mekaniske lydsig-





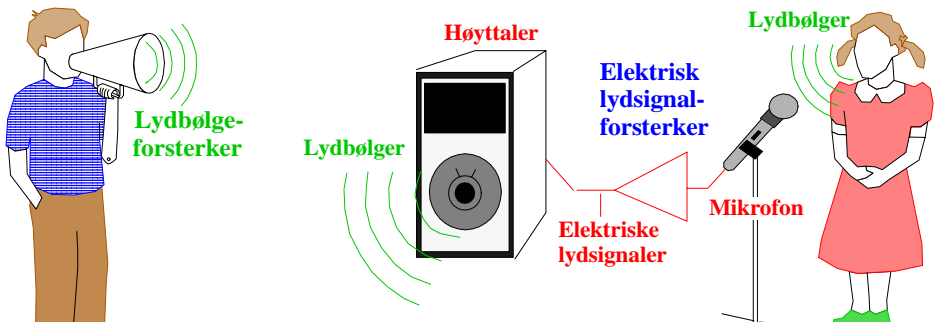
naler som forplanter seg langs tråden. I den andre enden omdannes lydsignalene til lyd-  
bølger.



## Hva er en forsterker?

Når du står foran en stor forsamling så er det ikke alltid at stemmen din er kraftig nok til at alle hører deg. Da kan det være lurt å bruke en **forsterker**.

Det er ikke lett å forsterke lydbølger. En måte å gjøre det på kan være å rette all lyden i en retning. Da kan en bruke en **ropert**.



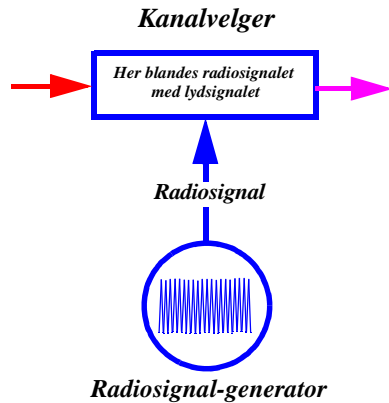
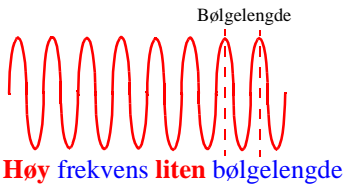
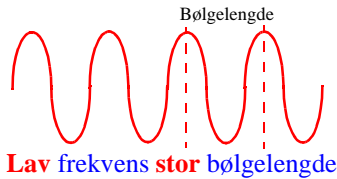
Da er det imidlertid langt lettere å forsterke elektriske lydsignaler. For å omdanne lydbølgene til elektriske lydsignaler bruker vi en **mikrofon**. Ved hjelp av en **elektrisk lydsignalforsterker**, forsterker vi opp det elektriske lydsignalet. Til slutt omdannes det forsterkede signalet til lydbølger ved hjelp av en **høytaler**.

## Hvorfor blandes ikke forskjellige radiosignaler sammen til en uforståelig suppe?

Det finnes i dag flere tusen radio- og TV-stasjoner rundt om i verden og de fleste sender samtidig. *Hvordan er det da mulig å skille ut en spesiell radio eller TV-stasjon fra alle de andre?*



**Frekvens** er stikkordet for å forstå hvordan dette fungerer.



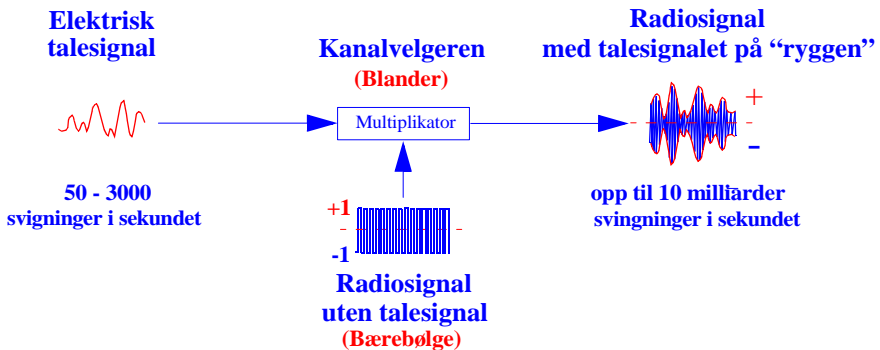
Radiobølgens frekvens angir antall svingninger radiobølgene svinger med i sekundet. Ved å gi<sup>1</sup> hver radio- og TV-stasjon forskjellig frekvens, er det mulig å skille de forskjellige stasjonene fra hverandre.

Radiobølger med ulik frekvens brukes til forskjellig formål, fra noen 1000 svingninger opp til over 10 milliarder svingninger i sekundet.

**Kannelvelgeren i radiosenderen** flytter talesignalet opp til ønsket frekvens, f.eks. til FM-båndet som har en frekvens fra 88 - 108 millioner svingninger i sekundet.

## Hva er modulasjon?

Den prosessen som legger det elektriske talesignalet på riktig plass langs frekvenslinja kalles for **modulasjon**.



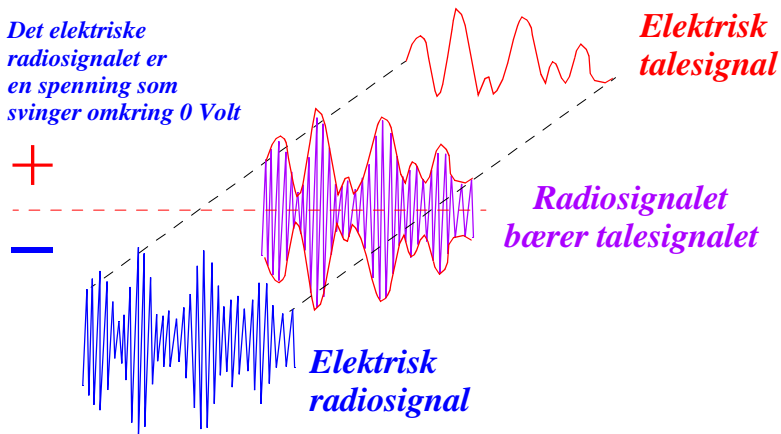
1. En internatinal komite tildeler de enkelte stasjonene sine frekvenser



Kanalvelgeren plasserer det elektriske talesignalet på “ryggen” av radiosignalet. Radiosignalet kalles derfor også for **bærebølgen** siden den bærer talesignalet. Dette skjer ved å multiplisere det raske radiosignalet, som svinger mellom +1 og -1, med det langsomme talesignalet. Multiplikasjonen skjer i kanalvelgeren. Vi kaller derfor ofte kanalvelgeren for en multiplikator eller en **blander**.

## Hva er et radiosignal?

Et **elektrisk radiosignal** er et signal som er klart til utsendelse. Signalet er en **elektrisk spenning** som svinger med den frekvensen som tilsvarer den radiokanalen som radiosignalet skal sendes ut på.

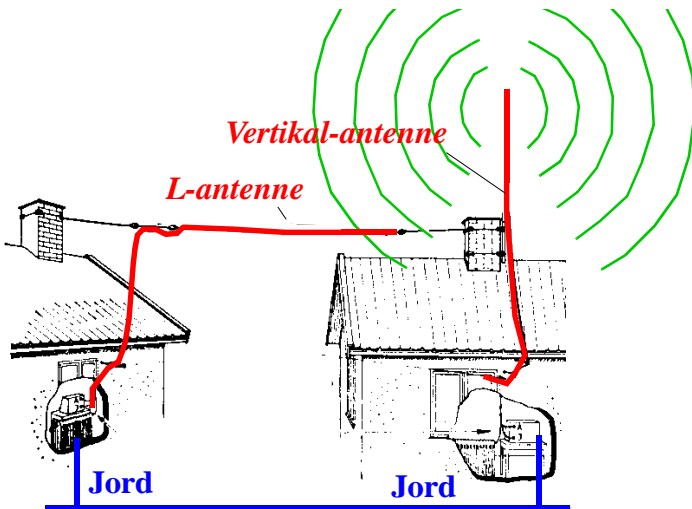


Talesignalet ligger på “ryggen” av det elektriske radiosignalet. Radiosignalet inneholder derfor både taleinformasjonen og i hvilken kanal signalet skal legges.

## Hva er radiobølger og hvordan lages de?

Radiobølger lages i og rundt **antennen**. En antenne kan være en lang ledning som ender i ingenting. Normalt vil det ikke kunne gå strøm gjennom en slik ledning. Sendes det derimot et **radiosignal** ut i antenna, vil det begynne å gå en strøm fram og tilbake i takt med svingningene til radiosignalet og det vil oppstå et **felt** som stråler ut fra antennen og brer seg utover i rommet som bølger i vann.

Feltet veksler mellom å være et **magnetisk felt** og et **elektrisk felt** og kalles derfor et **elektro-magnetisk felt**. Slike felt brer seg ut over jorda med lysets fart og kan fanges opp av antenner andre steder i verden.

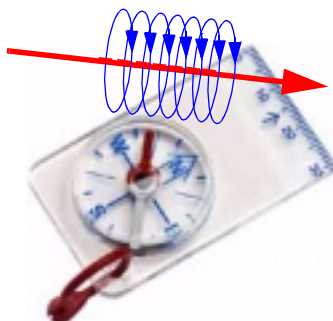


På figuren over ser vi to typer antenner. Den ene ligger horisontalt og kalles en **L-antenne** fordi den ser ut som en omvendt L. Den andre er montert oppover og kalles av den grunn en **vertikal-antenne**. Rundt den vertikale antennen har vi tegnet hvordan vi tenker oss at feltet brer seg utover.

Vertikalantenner brukes blant annet i forbindelse med **Walkie-Talkier**.

**Hva er så et elektromagnetisk felt?**

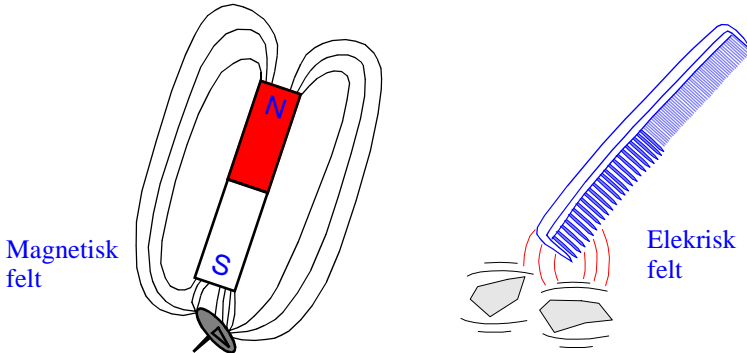
Rundt en ledning som det går strøm i, blir det et magnetfelt. Det kan lett vises ved å holde et kompass i nærheten av ledningen. Da vil vi se at kompassnåla stiller seg inn på tvers av ledningen. Snur vi retningen på strømmen, vil kompassnåla peke i motsatt retning.





Vi har alle erfart at magneter, selv på litt avstand, kan løfte opp tegnestifter og binders. Det betyr at **magnetfelter virker på avstand**.

Noen har kanskje også erfart at det er mulig å løfte opp små papirbiter ved hjelp av en kam som er dradd gjennom håret noen ganger. Dette skyldes et elektrisk felt mellom kammen og papirbitene, som trekker papiret opp til kammen. Vi legger merke til at **elektriske felter virker på avstand**.



På samme måte kan **elektromagnetiske radiobølger utbre seg** over store avstander.





