

# Litt fysikk for ikke ingeniører

## Elektrisitet og magnetisme

### Det usynlige univers

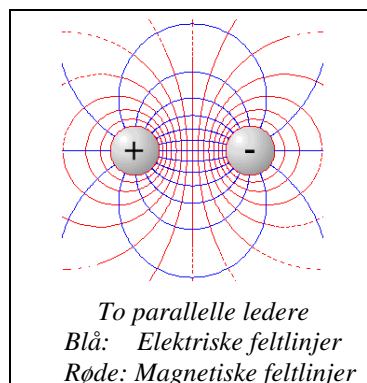
I universet finnes usynlige fenomener og krefter, blant dem elektrisitet og magnetisme, som vi er fortrolige med og kan utnytte og måle og forutsi 100%, men ikke oppfatte med sansene våre, enda nervesystemet og sanseapparatet vårt i stor grad er basert på elektriske signaler. Det vi observerer er sekundæreffekter.



Nordlys, synlig manifestasjon av usynlige fenomener

### Elektromagnetisme

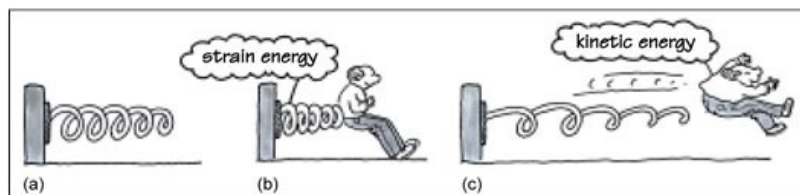
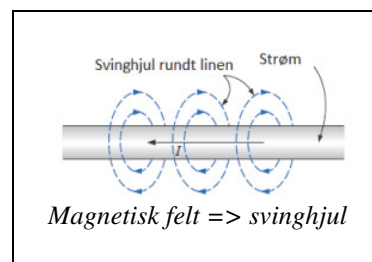
Elektrisitet og magnetisme er to sider av samme sak på samme måte som potensiell og kinetisk mekanisk energi (eks. spent fjær og svinghjul). Når det flyter en strøm (dvs. elektroner forflytter seg) oppstår et magnetisk felt rundt den, og når et magnetisk felt endrer styrke oppstår et elektrisk felt (spenning, kraft) som kan frembringe en strøm i en leder eller forskyve elastisk bundne ladninger i en isolator. Elektriske og magnetiske krefter høyst reelle og nyttige (ref. høyttaler og elektromotor osv.).



To parallelle ledere  
Blå: Elektriske feltlinjer  
Røde: Magnetiske feltlinjer

### Energi lagres i rommet

Magnetiske og elektriske felter er energi lagret i rommet rundt en strøm eller mellom elektriske ladninger med motsatt fortegn. Energien som må til for å starte en strøm lagres i det magnetiske feltet som i et svinghjul og fås (ubønnhørlig!) tilbake når strømmen opphører. (Overslag/lysbue ved plutselig brudd). Dette er som med treghet i mekanikken. Elektrisk energi lagres i feltet mellom to poler, dvs. legemer med ulikt spenningspotensial – f.eks. to parallelle plater adskilt av et isolerende skikt (dielektrikum), som kalles en kondensator. Elektronene i dielektrikumet (negativ ladning), som er elastisk bundet, trekkes mot den positive platen og frastøtes av den negative. Energi lagres i rommet ved at det flyter en forbigående strøm (forskyvningsstrøm) inntil spenningslikevekt er oppnådd, når det settes på en spenning mellom platene. Den lagrede energien fås tilbake i form av motsatt strøm når spenningen opphører - som fra en spent fjær. (Strømstøt/gnist ved kortslutning)



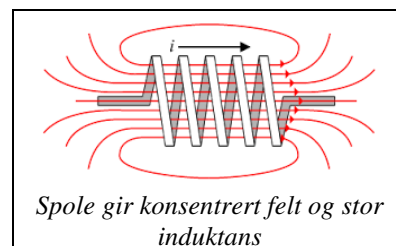
Potensiell og kinetisk energi

På de følgende sidene vil jeg prøve å forklare noen begreper og virkninger som vi har stor nytte av.

## Begreper:

### Induktans = elektrisk treghet

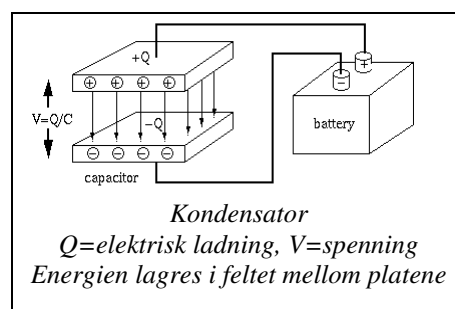
Tregheten som må overvinnnes for å få i gang en strøm kalles induktans. En spole med mange vindinger gir et konsentrert felt og kan lagre mye energi, dvs. har stor induktans. Spolen kan ha en kjerne av jern eller ferrit med mye større lagringsevne (permeabilitet = magnetisk ledeevne) enn luft. Det kan øke induktansen opptil mange hundre ganger i forhold til luft.



### Kapasitans = elektrisk elastisitet

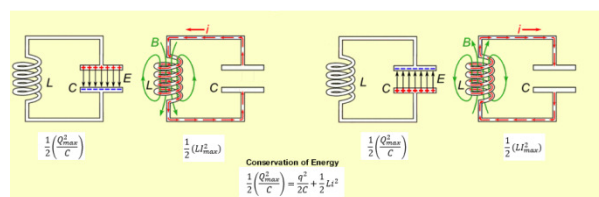
Elektrisk energi lagres i feltet (rommet) mellom to poler med motsatt ladning – f.eks. i en kondensator som i sin enkleste form består av to plater med et isolerende skikt (dielektrikum) imellom. Energimengden som kan lagres ved en gitt spenning, kapasitansen, bestemmes av arealet og avstanden mellom platene og av den såkalte dielektrisitetskonstanten. Stort areal, liten avstand og høy dielektrisitetskonstant gir stor kapasitans (dvs. lagringsevne).

Isolasjonsmaterialet (dielektrikumet) mellom platene har stor innvirkning og kan øke kapasitansen mange ganger i forhold til luft. Enkelte keramiske materialer har en dielektrisitetskonstant som er flere hundre ganger større enn i luft eller vakuum.



### Svingkrets, resonans

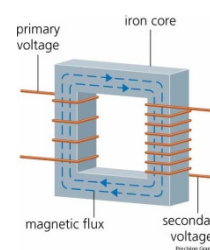
Når en fjær og en masse kobles sammen får vi et svingedyktig system med en resonansfrekvens som bestemmes av masse og fjærkonstant. Det samme skjer når vi kobler sammen en spole og en kondensator. Da får vi en elektrisk svingkrets (resonanskrets) hvor energien pendler frem og tilbake mellom spole og kondensator.



Svingkrets

### Transformator

Magnetisk feltenergi fra vekselstrøm tilført gjennom én spolevinding (primærvikling) kan tappes ut gjennom en annen (sekundærvikling) som omslutter samme felt. Da har vi en transformator. Forholdet mellom vindingstallene bestemmer spenningsforholdet mellom primær og sekundær.



## Induktans (L) er elektrisk treghet, kapasitans (C) er elektrisk elastisitet, motstand (R) er elektrisk friksjon!

### Et paradoks:

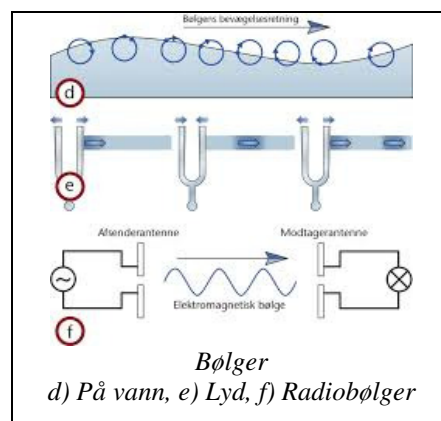
Energitransporten langs en leder (ledning) foregår i all hovedsak utenfor lederen!

Strømmen av elektroner inne i lederen skaper feltet rundt den eller drives av variasjoner i feltstyrken. Lederen er en vei for elektronene og en guide for energitransporten. I en ideell leder (null motstand) flyter all strøm i overflaten, og all energitransport foregår på utsiden!

## Nyttige effekter:

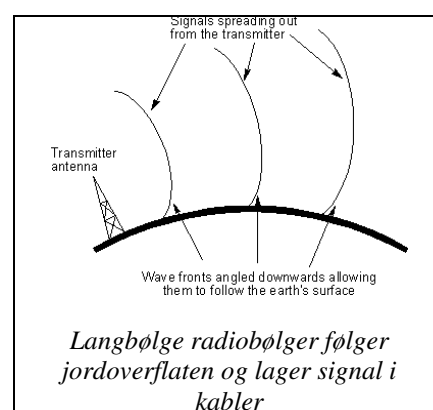
### Svingninger og bølger (lyd og radiobølger)

Elektromagnetiske systemer kan svinge og bølger utbre seg som i mekanikken. Det beskrives med de samme formlene (ref. Maxwells ligninger), bare med forskjellige måleenheter. Svingninger opptrer i alle frekvensområder fra langsomme variasjoner og lav frekvens (f.eks. 50Hz vekselstrøm) via radiobølger og varme til lys, røntgenstråler og kosmisk stråling. En elektrisk svingning som ikke tjener til energioverføring kalles ofte et signal. Signaler kan være både nyttesignaler og støy og kan utbre seg både ledningsbundet og i rommet som bølger. Radiobølger er «elektromagnetisk lyd», og her er vi ved sakens kjerne i et kabelsøkeperspektiv.



### Radiobølger, antenner

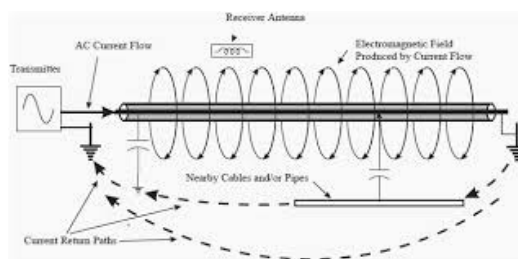
Med en effektiv antenne, kan en stor del av den tilførte energien stråle ut i rommet som radiobølger. De utbrer seg, analogt med lyd, ved at elektriske og magnetiske felter brer seg utover i rommet som ringer i vannet med lysets hastighet. Virkningsgraden i en avstemt senderantenne kan teoretisk bli 100% - dvs. at all tilført energi stråles ut i rommet. Antenner er to-veis. En effektiv senderantenne er også en god mottakerantenne. Kabler – også nedgravde – fungerer som mer eller mindre gode antenner og både tar opp og sender ut signaler.



### Jordstrømmer

Fuktig jord leder strøm – riktig nok dårlig, men siden tverrsnittet er veldig stort, kan det likevel bli store strømmer. En kabel fungerer som antenne og danner minste motstands vei mellom steder med ulikt potensial. Den fanger opp og stråler ut igjen signaler fra omgivelsene. Strøm flyter i lukkede kretsløp, og returstrømmen går spredt i jordsmonnet.

**Ubalanserte vekselstrømmer i kabler gjør det mulig å lokalisere kablene ved hjelp at det magnetiske strøfeltet rundt dem.**



*Illustrasjon av strømveier og magnetisk felt rundt kabel. Kabelsøkere detekterer det magnetiske feltet over bakken.*

Figurene i dette innlegget er frie illustrasjoner hentet fra Internett. Det er forenklet en del for å gjøre stoffet lettforståelig. Neste gang om kabelsøking.