

# Tekniska begrepp

av Jan Boljang, sept. 2008

Från [www.eloverkanslig.se](http://www.eloverkanslig.se) "Tekn. begrepp"  
© InnovaDesign, januari 2012

## Innehåll

|                |      |                      |      |
|----------------|------|----------------------|------|
| Ampere         | 1    | Referensvärde        | 2    |
| Dator          | 5    | SAR-värde            | 2    |
| dBm            | 6    | Tesla                | 1, 3 |
| Decibel        | 6    | Toppvärde            | 2    |
| Datapulser     | 2    | Transienter          | 3    |
| Effektivvärde  | 2    | $\mu\text{T/s}$      | 3    |
| Elfält         | 1    | Volt                 | 1    |
| Femledarsystem | 5    | Sinuskurva           | 1    |
| Frekvens       | 1    | Skyddsjord           | 5    |
| Hertz          | 1    | Skärm                | 5    |
| Magnetfält     | 1, 3 | Spänning             | 1    |
| Mikrotesla     | 3    | Ström                | 1    |
| Måttenheter    | 6    | Vagabonderande ström | 4    |
| Pulser         | 4    |                      |      |

Jag förklarar här olika tekniska begrepp för den som inte är så tekniskt insatt. Begrepp som används vid tal om elöverkänslighet, el- och magnetfält och mikrovågor. Jag hoppas att förklaringarna ger en del "Ahaa"-upplevelser.

## Ström och Spänning

Ofta är man inte så noga med begrepp som ström och spänning. I detta sammanhang måste vi dock använda oss av den riktiga innebörden, för att kunna se skillnad och samband.

Bilden visar ett vattenfall och man kan jämföra fallhöjden = spänningen, volt (V) och vattenflödet = strömmen, ampere (A).

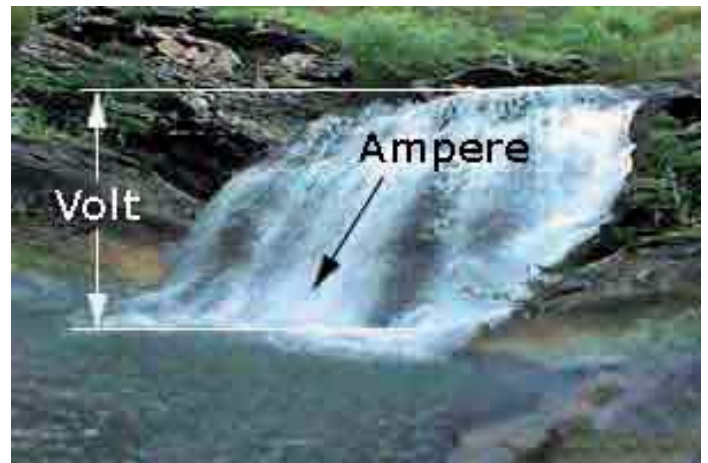
Fallhöjden är alltid lika stor, men vattenflödet kan variera.

Rinner inget vatten och vattenfallet är torrlagt - vi har ingen ström (ampere), men höjden, spänningen (volt) finns kvar.

Vi kan ha spänning (volt), utan ström (ampere), men inte tvärt om.

Det är strömmen som alstrar det magnetiska fältet och spänningen det elektriska fältet.

Vid höga frekvenser skiljer man inte på el- och magnetfält.



Vattenfall - Volt och Ampere

## Magnet- och elfält

Det elektriska och magnetiska fälten sprids på olika sätt.

Då en apparat (lampa, radio etc) förbrukar ström, sprids det elektriska och det magnetiska fältet samtidigt, från den strömförsörjande ledaren.

Slår vi av apparaten finns fortfarande spänning fram till strömbrytaren, men det går ingen ström i ledaren.

Det elektriska fältet finns kvar men det magnetiska "försvunnit".

Det elektriska fältet (spänningen) kan finnas kvar, trots att apparaten är avslagen, eftersom vi ofta bara bryter strömmen på ena ledaren. Spänningen kan ligga över lampan/apparaten fram till strömbrytaren. Därför är det av betydelse hur kontakten sitter i uttaget, så att det är faset som bryts och inte nollan (mer om detta längre fram i texten). Detta är särskilt viktigt vid användning av sänglampor. Säkra är att använda strömbrytare som bryter på bägge ledarna.



Spänningen (Volt) alstrar det elektriska fältet och sprids rakt ut från ledaren.



Strömmen (Ampere) alstrar det magnetiska fältet, som cirulerar runt ledaren.

Spridningen av fält runt en ledare

## Sinuskurva, frekvens, hertz

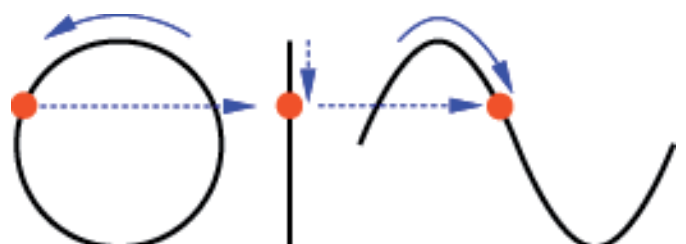
Tänk dig en punkt som roterar runt i en cirkel. Kunde du se denna rörelse från sidan, blir det en punkt som åker upp och ned.

Lägger du till en tidsaspekt för denna upp och nedåtgående rörelse så får du fram en sinuskurva.

Rörs sig punkten 1 varv på en sekund, så har du frekvensen 1 Hertz (Hz). Ju snabbare rörelsen är desto högre blir frekvensen.

I vårt ledningsnät händer detta 50 ggr i sekunden - frekvensen är 50 Hz, för t.ex. en mobiltelefon (UMTS) är frekvensen ca 2,2 GHz (gigahertz) = 2 200 000 000 gånger i sekunden.

Energin hos fältet står i direkt proportion till frekvensen. Ökas frekvensen 1000 ggr. så är energiinnehållet 1000 ggr kraftigare.

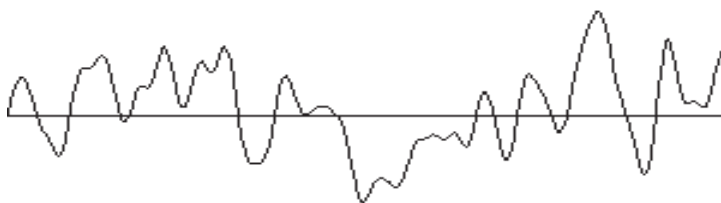


En sinuskurva kan härledas från en roterande rörelse

## Analoga - digitala frekvenser

Ofast är ljud inte en ren sinuskurva, det är sammansatt av många olika sinusformade frekvenser.

Kurvan här intill visar ett stycke musik. Dessa växer och faller mjukt och förekommer naturligt i vår miljö



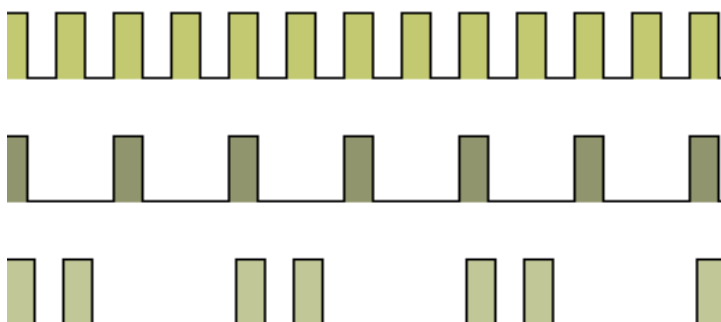
Ett musikstycke är sammansatt av många frekvenser.

## Digitala pulser - datasignaler

I naturen förekommer endast analoga signaler (baserade på den cykliska sinuskurvan) till skillnad från de digitala signalerna som är skapade av människan

De digitala signalerna har endast två lägen - till och från eller etta och nolla. De växlar mycket snabbt från sitt botten- resp. toppvärde och ligger kvar på en konstant nivå däremellan. Den snabba förändringen gör att de är mycket energirika.

Figuren här bredvid visar tre olika exempel.



Digitala pulser stiger och faller mycket snabbt.

## Svårt att mäta digitala pulser

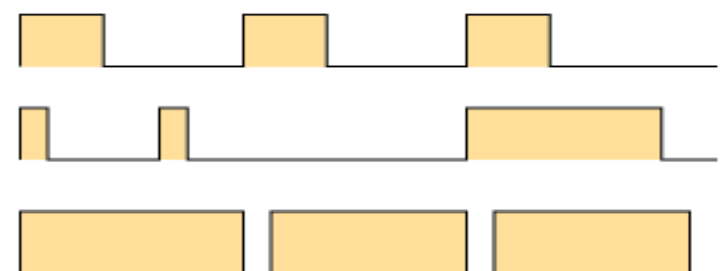
Det väsentligt mer komplicerat att mäta energin i digitala signaler. Detta har sin grund i att pulsens bredd varierar. Signalen kan ha en smal puls med stort mellanrum och tvärt om. De är modulerade. Sett ur hälsosynpunkt kan det vara så att en smal puls har större inverkan än en bred, då ett fält förändras snabbt under mycket kort tid.

## SAR-värde

Ett sätt att mäta energiinnehållet, är att mäta den uppvärmning, den temperaturökning som sker, det s.k. SAR-värdet.

Det man då mäter, är den temperaturökning som sker hos en docka (s.k. dummy) som utsätts för strålning av en mobiltelefon. På Strålsäkerhetsmyndighetens (f.d. SSI) webbsida\* står detta: "Även om mobiltelefonens effekt är liten tas en del av radiovågorna upp av kroppens vävnader och omvandlas till värme. SAR-värdet, Specific Absorption Rate, är ett mått på den energi som kroppen tar upp när mobilen hålls mot huvudet och sänder med högsta effekt, vilket den gör mycket sällan."

\* <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Allmanhet/Magnetfalt--tradlostechnik/Mobiltelefoni/SAR-varde/>



Bredden på digitala pulser varierar

Man mäter inte de nivåer där mikrovågor kan ge upphov till skador. SAR-värdet skyddar dig endast från att bli stekt!

## Topp- och effektivvärde

på en sinuskurva

Toppvärdet

för en sinuskurva är skillnaden mellan dess maximala positiva och dess maximala negativa värden.

Effektivvärdet

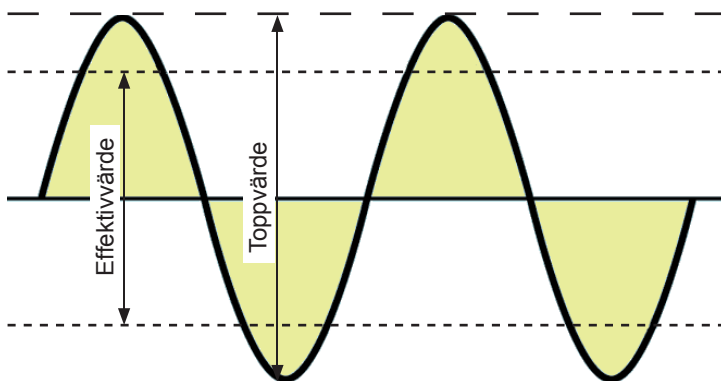
är det värde vi vanligtvis får då vi gör en mätning av t.ex. spänning. Det är ca. 70% lägre än toppvärdet.

Matematiskt gäller regeln:

$$\text{Effektivvärde} = \frac{\text{toppvärde}}{\sqrt{2}}$$

Omvänt:

toppvärdet är således ca. 40% ( $\sqrt{2} = 1,414$ ) större än effektivvärdet



Vill du fördjupa dig i detta finns här en bra länk: <http://matmin.kevius.com>

## Ett magnetiskt fält mäts i enheten Tesla.

Tesla är som sort otymplig och kan jämföras med att ange tjockleken av ett pappersark i enheten meter. Det skulle bli ganska många nollor. Av den anledningen används beteckningen  $\mu$  (mikro) som betyder en miljondel. exempelvis betyder  $0,3\mu\text{T}$  alltså  $0,3$  miljondels tesla. Dessa värden kan verka låga, men så är inte fallet, det är normala värden. Det förekommer även enheten milli-, ( $\text{mT}$ ), som är en tusendels tesla eller  $1000\mu\text{T}$ .

Även sorten  $\text{nT}$  (nanotesla) förekommer och är en tusedels  $\mu\text{T}$ .

Sammanfattat:  $1\mu\text{T}=0,001\text{mT}=1000\text{nT}$ .

Du kan läsa mer om storheter på sidan 6.

## Vad är $\mu\text{T/s}$ ?

Det finns olika sätt att ange styrkan på ett magnetiskt fält:

Ett sätt är att mäta effektivvärdet, då är sorten  $\mu\text{T}$  (mikrotesla).

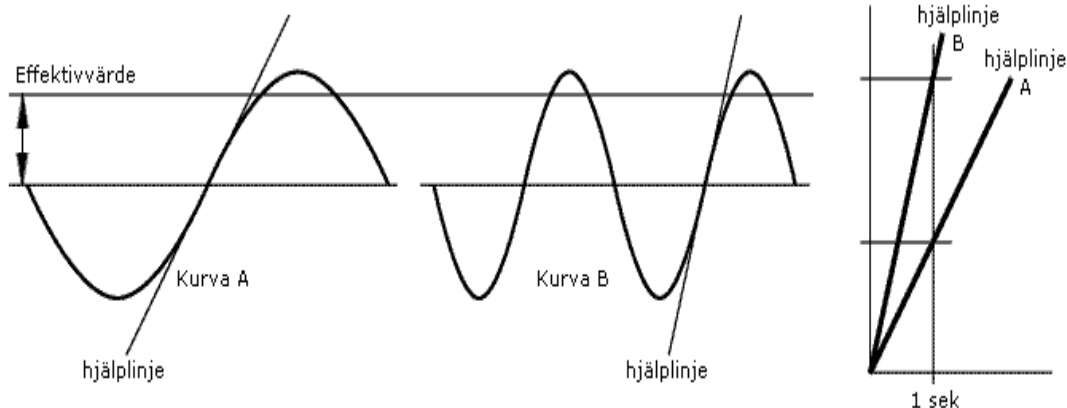
Ett annat sätt är att ange hur snabbt fältet ändras på en sekund.

Sorten blir då mikrotesla per sekund,  $\mu\text{T/s}$ .

Nedan två kurvor där amplituden (variationen) är lika stor - de har samma effektivvärde, men olika frekvens.

Kurva A varierar långsamt. Den har en låg frekvens.

Kurva B har en högre frekvens (tätare) och växlar snabbare.



Värdena skiljer sig från effektivvärdet,  $\mu\text{T}$

## Mikrotesla per sekund, $\mu\text{T/s}$

Tänk dig en sinuskurva och dra en hjälplinje där kurva stiger som snabbast. För en sinuskurva sker detta då kurvan skär nollstrecket. Förläng denna och avläs styrkan efter en sekund - vi har då sorten mikrotesla per sekund,  $\mu\text{T/s}$ .

Överför du dessa hjälplinjer till ett diagram så visar kurva B ett högre värde, ( $\mu\text{T/s}$ ), än kurva A, eftersom den hjälplinjen stiger snabbare. Måts enbart effektivvärdet,  $\mu\text{T}$  visar kurvorna samma värde och mätningarna blir missvisande. Effektivvärdet,  $\mu\text{T}$  tar inte hänsyn till hur snabbt fälten förändras.

## Energiöverföring.

Energiinnehållet står i proportion till hur snabbt fältet förändras, dess hastighet, frekvensen. Ju högre frekvens (snabbare förändring) desto mer energi innehåller fältet

Kurva B (ovan) har därför även ett större energiinnehåll än kurva A

Det verkar vara så att störst påverkan har fält med höga frekvenser och snabba transienter.

Det vi får fram vid mätning med sorten  $\mu\text{T/s}$ .



## Transienter

Strömmen är en färskvara som tillverkas i samma stund vi förbrukar den. Detta styrs via kraftverken, som gör allt för att hålla spänningen på samma nivå,  $230\text{V}/400\text{V}$ .

Då slår på någon apparat händer det att lampor blinkar till, varför? Låt oss studera vad som händer med t.ex. en glödlampa i själva tändningsögonblicket.

Glödtråden är kall i början men värms snabbt upp till en avpassad temperatur och börjar lysa. Då tråden är kall drar den mycket ström och en strömpuls skapas. Detta skedde på bekostnad av spänningen som tillfälligt sjönk, men den återhämtade sig snabbt. Det alstrades en "spik", en transient på nätet.

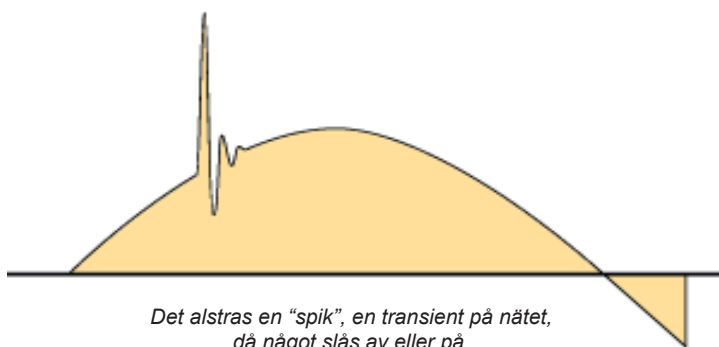
Vi märker detta ibland genom att lampor blinkar till.

Stänger vi av lampan sker motsatsen, det leveras plötsligt för mycket ström.

Tänk dig en tät, snabb bilkö där någon tvärbromsar. Det är vad som sker med strömmen, då något stängs av. Det alstrades åter en "spik".

Samma fenomen sker även då andra apparater slås på eller av.

Vi har många apparater vi oftast inte tänker på: fläktar, kyl och fryboxar, värmereglering, el-stängsel m.m.



Det alstras en "spik", en transient på nätet, då något slås av eller på.

## Övertoner

Transienter kräver ett insvängningsförlopp innan strömmen åter stabiliseras. Man kan jämföra detta med fysiska vågrörelser och karaktären för olika musikinstrument. Ett piano låter det inte som en klarinet även om de spelar samma ton. Det är övertonerna som ger instrumentet sin karaktär och det beror på instrumentets material, utformningen etc. När det gäller ström så är det elnätet, apparatens och andra inkopplade apparaters elektriska egenskaper som ger övertonernas egenskaper. Så kallade "lågenergilampor" kan skapa högfrekventa övertoner, ända upp i mikrovågsområdet. Dessa sprids galvaniskt i el-nätet.

## Nätspänningen

Det är allmänt känt att TV:n störs om någon borrar i huset. En trasig gatlykta som står och blinkar orsakar även den störningar, transienter. Dessa störningar ger verkningar långt bort i nätet beroende bl.a. på hur långt det är till ställverket/transformatorn och hur kablarna är dragna.

Antag att en elöverkänslig person, Elsa, bor i hus A och att man i hus B sätter på en kaffebruggare.

Då skapas en puls/transient i hela slingan som är ansluten från ställverket. Elsa märkte kanske att en lampa blinkade till.

Normalt finns det massor av sådana här transienter, av allt som sätts på eller stängs av.



Orsaken till pulsen kan finnas långt bort

## Pulser på nätet

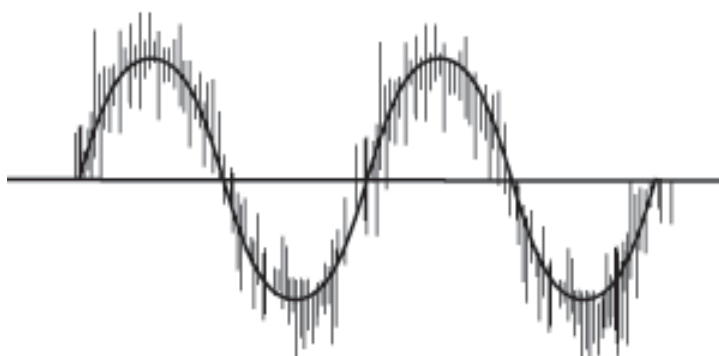
Denna bild är mer rättvis hur nätspänningen egentligen ser ut. Den är inte en ren sinuskurva, den innehåller många transienter. Dessa transienter/pulser gör att Elsa mår dåligt, men hon kan inte förstå varför.

Det räcker inte att stänga av sina egna apparater.

Kablarna, som är under spänning "spänningssatta" finns i tak, väggar och golv, och kontakten kanske sitter kvar i uttagen. Dessa kablar avger sitt elektriska fält, även om det inte går ström i dem. Det är en förklaring till varför många elöverkänsliga gärna skruvar ur propparna.

Kom ihåg vad som skrevs tidigare om frekvens och effektivvärde. Det är hur snabbt fältet förändras som är av betydelse.

En puls/transient är mycket snabbt och kan jämföras med en hög frekvens (mikrovågor) och den har ett stort energiinnehåll.



Nätspänningen innehåller mycket skräp



## Skyddsjord och vagabonderande ström

Vårt eldistributionsnät är i dag uppbyggt kring ett system som har tre faser samt nolla och skyddsjord. Skyddsjorden är sammankopplad med nollan i husets proppskåp. Normalt ska strömmen som kommer från någon av faserna, gå tillbaka via nollan. Då något blir fel, ska höljet på en apparat fungera som ett skyddande skikt och vara anslutet till skyddsjorden. Strömmen ska då gå via höljet och återföra strömmen till nollan i proppskåpet.

Ibland blir det inte som det var tänkt.

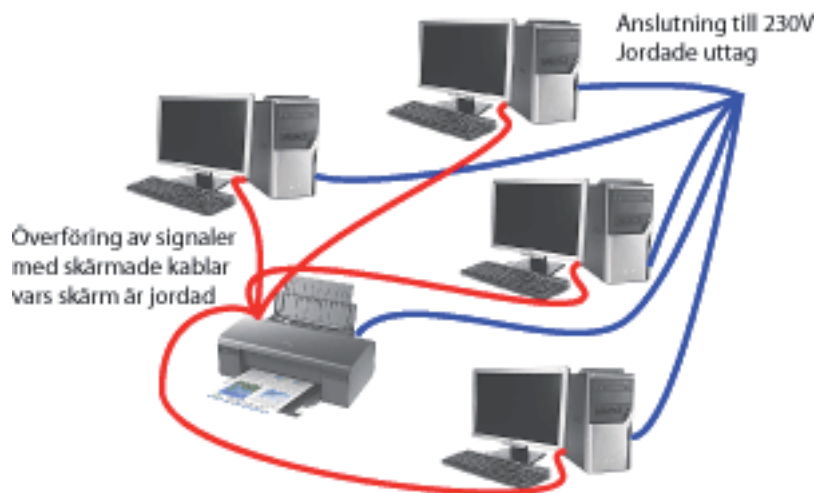
Strömmen söker den väg där den möter minsta motståndet. Den kan hitta andra vägar att gå tillbaka än via nollan. Är ledningsnätet lite till åren eller om en ogynnsam koppling är installerad, kan vi få strömmar som går andra vägar - vagabonderande strömmar. Ström som inte går tillbaka via nollan, utan t.ex. via vattenledningsrör eller mark. Eftersom det är ström som flyter avges ett magnetfält och de kan vara kraftiga. Innehåller strömmen dessutom pulser kan de ställa till med stora problem både för hälsan och tekniken.

## Konkurrerande jordar - dubbla system

Vi kopplar i dag samman datorer, med skärmar, med skrivare, med faxar, m.m. med skärmade (jordade) kablar, för signalöverföring. Samtidigt stoppar vi in kontakten för respektive apparat, i ett jordat uttag. Vi har skapat "konkurrerande" vägar åt strömmen. Det ena via signalkablarna och det andra via 230V nätet.

Detta gäller i högsta grad vid företag där datorer är sammankopplade i nätverk. Är apparaterna anslutna till olika faser eller om det finns spänningsskillnader på jordanslutningen, kan vi få vagabonderande felströmmar i signalkabelns skärm eller i jordledaren.

Strömmen väljer den enklaste vägen och bryr sig inte om vad vi tycker.



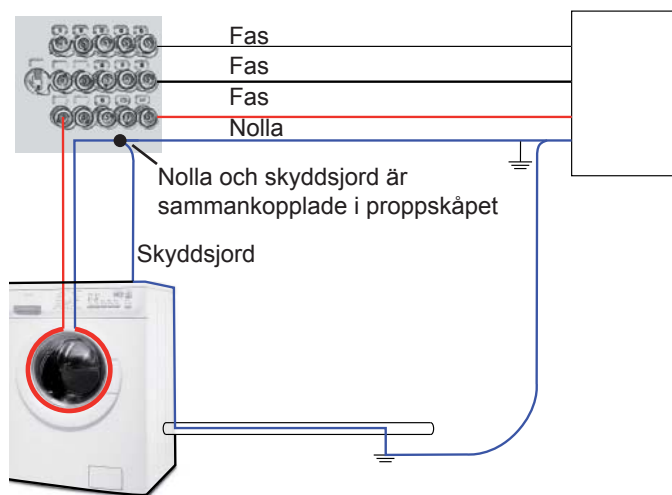
Konkurrerande jordar - dubbla system

## Fel på nollan, en tvättmaskin som exempel

På bilden kommer strömmen från transformatorn/ställverket i en av faserna och går tillbaka via nollan. Allt är frid och fröjd. Lägga märke till att nollan är sammankopplad med skyddsjord i proppskåpet.

Nollan har i exemplet ett högt motstånd. Strömmen tar den väg där motståndet är lägst, så strömmen kan gå via apparthöljet, vattenledningen och marken, tillbaka till ställverket. Vi har en vagabonderande ström.

Spänningen kanske bara ligger på några få volt, men strömstyrkan kan vara åtskilliga ampere och skapar ett kraftigt magnetfält där den tar sig fram.

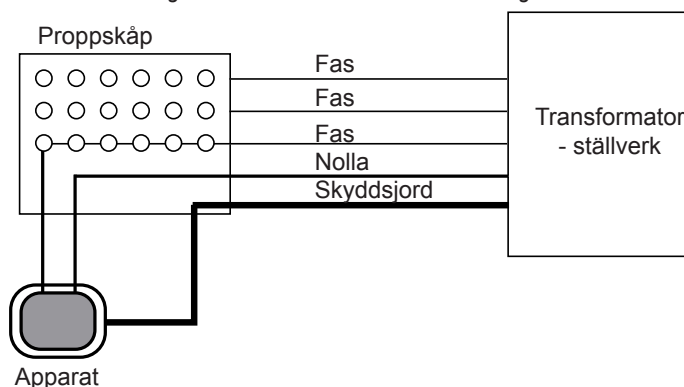


Vagabonderande ström via vattenledningen

## 5-LEDAR SYSTEM

Som angavs i tidigare har vi i dag tre faser samt nolla/skyddsjord (4 ledare fram till proppskåpet).

Ett bättre system är det där nollan och skyddsjorden är åtskilda från varandra hela vägen, från en apparat till ställverket/transformatorn. Det är då tre faser, nolla och en helt separat skyddsjord dvs. totalt 5 ledare.



5-ledarsystem har helt separat jordledare

## DATOR och SKÄRM

Det är datorskärmen som avger de kraftigaste fälten. Det finns även el- och magnetfält runt själva datorn, tangentbord och mus, men styrkan är lägre än vad de fält skärmen avger.

### Katodstråleskärm

För att inte krångla till det mer än nödvändigt beskriver jag en svart/vit TV-skärm.

Längst bak sitter en "kanon" som avger en elektronstråle mot skärmens insida. Ytan är belagd med ett ämne som lyser upp som en liten punkt då den träffas av elektroner. Skall punkten lysa konstant, "skjuts" elektronerna ut i ett jämnt flöde, vill vi släcka punkten görs ett avbrott i flödet. Vi har här att göra med spänningar på 30 000 Volt.

För att kunna flytta punkten över skärmen har vi fyra magnetpoler till hjälp, två horisontellt och två vertikalt. Med den horisontella spolarna kan vi flytta punkten horisontellt, görs detta snabbt får vi en linje. Detta kallas för "linjefrekvent magnetiskt växelfält", och arbetar med frekvenser upp till 100 000 Hz (100 tusen ggr per sekund).

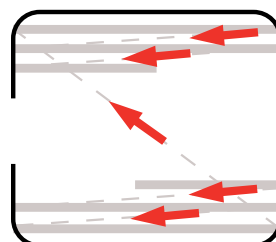
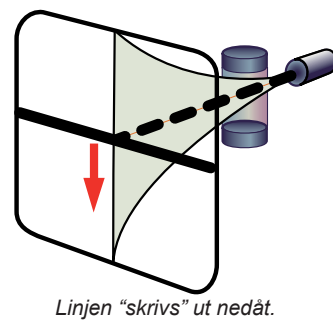
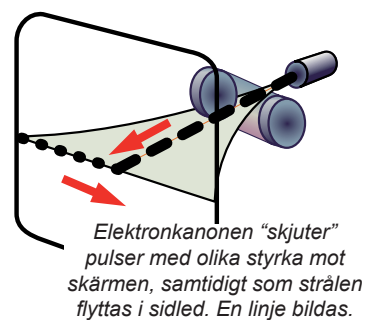
Med de två vertikala spolarna flyttas linjen upp och ned, och vi får en helvit skärmbild. Detta kallas för "bildfrekvent magnetiskt växelfält" och detta görs ca. 100 ggr per sekund.

Bilden börjar ritas vid skärmens vänstra övre hörn.

Strålen dras horisontellt över till högra sidan, samtidigt som den "moduleras" dvs. den varierar i styrka beroende på vad som skall ritas. Därefter återgår strålen, som nu släcks (röda pilarna), till vänster sida och straxt under den första linjen och förloppet upprepas. När strålen kommit längst ner till höger återgår den till övre vänstra hörnet igen. Så här håller det på. På en TV skapas en ny bild 25 ggr/sek som i sin tur består av 625 linjer. Detta är småpotatis jämfört med vad en datorskärm presterar.

Utvecklingen går mot allt högre upplösning, fler linjer och mindre punkter och större bildformat, (gäller även TV). Detta medför högre frekvenser och kraftigare magneter eftersom strålen måste böjas (länkas av) kraftigare. Samtidigt som elektronstrålen i sig måste bli kraftigare. Vi kommer då att, relativt sett, sitta närmare skärmen och utsätta oss för högre påverkan av ogynnsamma och kraftigare fält.

Framtiden för den elöverkänslige ser alltså inte så värst bra ut, trots allt tal om lågstrålande skärmar. Vilket egentligen är en falsk varudeklaration. Det finns inga datorskärmar som inte avger magnetiska eller elektriska fält, bara mer eller mindre.



Strålen släcks (röda pilarna) då den går till vänstra sidan.

## Måttenheter

Standard inom det metrisk systemet för att ange storheter så anger den första bokstaven storleksordning och den andra bokstaven vad som avses.

Exempel:

k = kilo (1000)  
d = deci (0,1)  
m = milli (0,001)

g = gram  
s = sekund  
m = meter

Sätts de samman kan resultatet bli t.ex. kg = kilogram

Andra exempel:

mm = millimeter  
mg = milligram

km = kilometer  
ms = millisekund

Se tabellen här bredvid

| symbol | prefix | Antal ggr.        | faktor | i ord      |
|--------|--------|-------------------|--------|------------|
| T      | Tera   | 1 000 000 000 000 | 12     | biljon     |
| G      | Giga   | 1 000 000 000     | 9      | miljard    |
| M      | Mega   | 1 000 000         | 6      | miljon     |
| k      | kilo   | 1 000             | 3      | tusen      |
| h      | hekto  | 100               | 2      | hundra     |
| da     | deka   | 10                | 1      | tio        |
| d      | deci   | 0,1               | -1     | tiondel    |
| c      | centi  | 0,01              | -2     | hundredel  |
| m      | milli  | 0,001             | -3     | tusendel   |
| μ      | micro  | 0,000 001         | -6     | miljondel  |
| n      | nano   | 0,000 000 001     | -9     | miljarddel |
| p      | pico   | 0,000 000 000 001 | -12    | biljondel  |

## Decibel, dBm

Inom elektroniken används decibel, dB för att beskriva förhållandet mellan två storheter.

| Antal st | Procent % | Decibel dB |
|----------|-----------|------------|
| 1        | 100       | 0          |
| 2        | 200       | 3          |
| 10       | 1000      | 10         |
| 100      | 10000     | 20         |
| 1000     | 100000    | 30         |

Decibel dB kan sägas vara en logaritmisk procentsats i förhållande till ett referensvärde.

## Sändareffekt

På Post och telestyrelsens, PTS, hemsida\*, bör man finna var maste/sändare finns placerade, om man vet gatuadress och har senaste versionen Java och Javascript aktiverat. Där använder de sig av sorten dBm, då de anger en sändares uteffekt.

Sorten dBm avviker från vedertagen standard i svenska språket. Då bokstaven m står sist avses en sträcka i meter. Således borde dBm vara "decibelmeter" eller mer exakt eftersom deci betyder en tiondel - tiondelsbellmeter. En helt vansinnig sort med andra ord.

\* <http://e-tjanster.pts.se/Map/>

## Omvandling av Watt till dBm

Beräkning av dBm-värdet då effekten (Watt) är känt

B är effekten i Watt

I Excel skrivs detta så här: =10\*LOG10(B1/0,001)

där effekten i Watt står i cell B1

| Watt | dBm  |
|------|------|
| 1000 | 60,0 |
| 900  | 59,5 |
| 800  | 59,0 |
| 700  | 58,5 |
| 600  | 57,8 |
| 500  | 57,0 |
| 400  | 56,0 |
| 300  | 54,8 |
| 200  | 53,0 |
| 100  | 50,0 |

dBm är en fackterm, som slarvigt och felaktigt används på en hemsida som vänder sig till allmänheten. Detta är ett skamligt sätt att sprida information och inte försvarbart av en statlig myndighet. Hela deras upplägg strider troligen mot lagen om tillgänglighet, som gäller för statliga myndigheter.

Letar man ordentligt på deras hemsida\* så finner man att de utgår från referensvärdet 1 milliwatt (0,001Watt) och man kan då räkna ut sändarens effekt. Vet man inte hur stort referensvärdet är, blir informationen om sändareffekt värdelös.

\*Under "Frågor och svar" står detta:

...Effekten från basstationens antenn anges i dBm e.i.r.p. Basstationens antenn har en riktverkan som gör att sändareffekten koncentreras i en riktning. Måttet på hur stor koncentrationen är kallas antennvinst. Antennvinst anges normalt i enheten dBi. När sändareffekten multipliceras med antennvinsten resulterar det i storleken på signalens effekt i antennens riktning. Detta värde kallas för ekvivalent isotropiskt utstrålade effekt (equivalent isotropically radiated power, e.i.r.p.).

Inom mobiltelefoni anges effekter i enheten dBm som uttrycker effekten i logaritmisk skala i förhållande till 1 mW (milliwatt).

Exempel: 10 Watt e.i.r.p = 40 dBm e.i.r.p.

$P (dBm) = 10 \times \log (10 \text{ Watt} / 0,001) = 40 \text{ dBm}...$

## Omvandling av dBm till Watt

Beräkning av effekten (Watt) då dBm-värdet är känt

A är dBm-värdet

I Excel skrivs detta så här: =UPPHÖJT.TILL(10;A1/10)/1000

där dB-värdet står i cell A1

| dBm | Watt |
|-----|------|
| 50  | 100  |
| 51  | 126  |
| 52  | 158  |
| 53  | 200  |
| 54  | 251  |
| 55  | 316  |
| 56  | 398  |
| 57  | 501  |
| 58  | 631  |
| 59  | 794  |
| 60  | 1000 |

På [www.eloverkanslig.se](http://www.eloverkanslig.se) "Tekn-begrepp" finns en Excel.fil där du att skriva in egna värden, eller ta hem hela filen..