

Tekniska begrepp

För den som inte är så tekniskt insatt förklarar jag här olika tekniska begrepp som används vid tal om elöverkänslighet, el- och magnetfält och mikrovågor. Jag hoppas att förklaringarna ska ge en del "aha"-upplevelser.

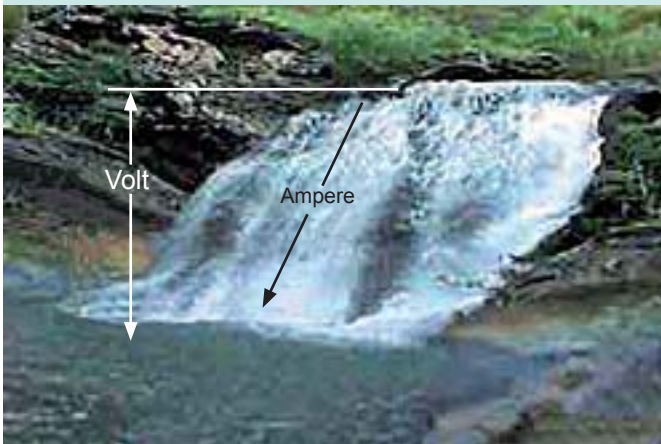
JAN BOLJANG, MARS 2012

INNEHÅLL

Analoga frekvenser	2	Energiöverföring	3	Mikrotesla	3	Sändareffekt	6
Ampere	1	Faser	5	Måttenheter	3.6	Switchade nätaggregat	4
Dator	4	Femledarsystem	5	Nätspänning	4.5	Tesla	3
dBm	6	Frekvens	1	Pulser	2,4	Tidsderivata	3
Decibel	6	Hertz	1	SAR-värde	6	Toppvärde	2
Datapulser	2	Jordledare	5	Sinuskurva	1	Transienter	2, 4, 5
Datorskärm	4	Likström	4	Skyddsjord	5	Volt	1
Effektivvärde	2	Lysrör, lågenergilampor	4	Spänning	1	Vagabonderande ström	5
Elfält	1	Magnetfält	1, 3	Ström	1	Övertoner	2

STRÖM OCH SPÄNNING

Ofta är man inte så noga med begrepp som ström och spänning. I detta sammanhang måste vi dock använda de rätta innebörderna för att kunna se skillnad och samband.



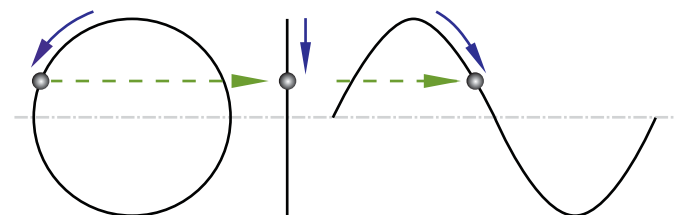
Vattenfall - Volt och Ampere

Bilden visar ett vattenfall och man kan likna fallhöjden vid spänning, volt (V) och vattenflödet vid ström, ampere (A). Fallhöjden är alltid densamma men flödet kan variera. Vattenfallet kan vara torrlagt och då rinner inget vatten – vi har ingen ström (ampere), men höjden – spänningen (volt) finns kvar.

Strömmen alstrar ett magnetiskt fält och spänningen ett elektriskt fält. Vid höga frekvenser (t.ex. mikrovågor) skiljer man inte på el- och magnetfält.

Då en apparat (lampa, radio, etc) är påslagen och förbrukar ström, sprids det elektriska och det magnetiska fältet samtidigt från den strömförsörjande ledaren. Stänger man av apparaten så bryts strömmen och det magnetiska fältet upphör. Dock finns det elektriska fältet kvar eftersom det finns spänning fram till strömbrytaren.

SINUSKURVA, FREKVENNS, HERTZ



En sinuskurva kan härledas från en roterande rörelse

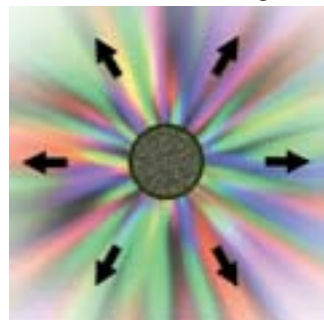
Tänk dig en punkt som roterar runt i en cirkel. Kunde du se denna rörelse från sidan skulle det då se ut som om punkten rör sig uppåt och nedåt. Läger du till en tidsaspekt för denna upp och nedåtgående rörelse så får du fram en sinuskurva.

Rör sig punkten ett varv på en sekund, så är 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.

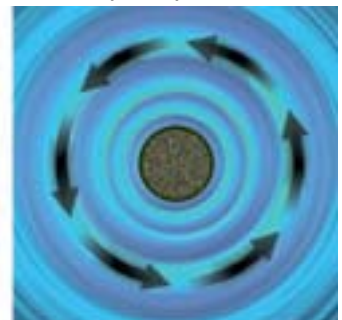
För mobilsändningar är frekvensen ca 2 GHz (gigahertz) = 2 000 000 000 gånger i sekunden.

EL- OCH MAGNETFÄLT

De elektriska och magnetiska fälten sprids på olika sätt.



Det elektriska fältet alstras av spänningen (Volt) och sprids rakt ut från ledaren.



Det magnetiska fältet, alstras av strömmen (Ampere) och cirkulerar runt ledaren.

TOPP- OCH EFFEKTIVVÄRDE på en sinuskurva

Toppvärdet

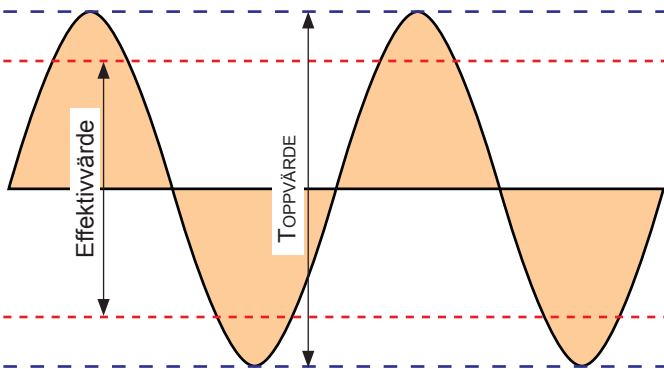
för en sinuskurva är skillnaden mellan dess maximala positiva och dess maximala negativa värden.

Effektivvärdet

är vanligtvis det mätvärde vi får då man mäter t.ex. spänning. Effektivvärdet är cirka 70% lägre än toppvärdet. Matematiskt gäller regeln:

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

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



DIGITALA PULSER, DATASIGNALER

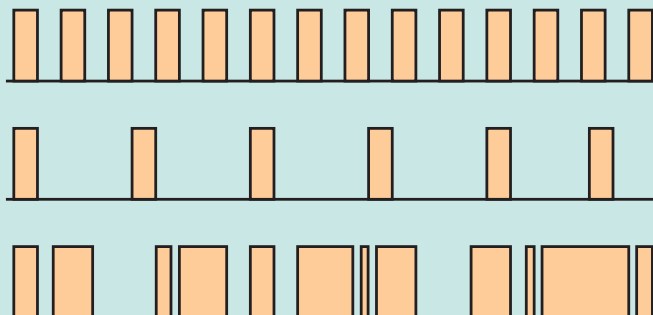
De digitala signalerna har endast två lägen - till och från eller etta och nolla. De växlar mycket snabbt från sitt botten- resp. toppvärde och ligger kvar på en konstant nivå däremellan. Den snabba förändringen gör att de är mycket energirika. Se pulserna nedan.



Digitala pulser stiger och faller mycket snabbt.

SVÅRT ATT MÄTA DIGITALA PULSER

Det är mer komplicerat att mäta energin i digitala signaler. Detta på grund av att pulsens varaktighet varierar. Signalen kan ha en smal puls med stort mellanrum och tvärt om. Den är modulerad.



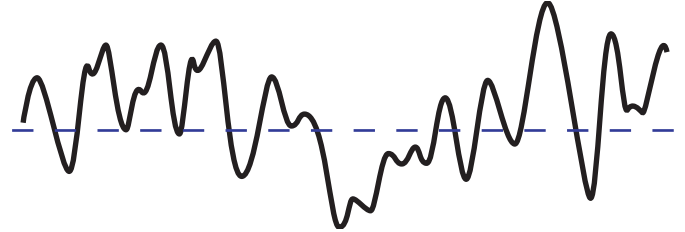
Bredden på digitala pulser varierar

Sett ur hälsosynpunkt kan det vara så att en kortvarig puls har större inverkan än puls med längre varaktighet eftersom fältet förändras under kortare tid.

ANALOGA FREKVENSER

Oftast motsvarar ett ljud inte formen av en ren sinuskurva. Det är sammansatt av många olika frekvenser.

Nedan visas kurvan av ett musikstycke. Kurvan stiger och faller mjukt och den här typen av ljudvågor förekommer naturligt i vår miljö. I naturen förekommer endast analoga signaler (baserade på den cykliska sinuskurvan) till skillnad från de digitala signalerna som är skapade av människan.



Ett musikstycke är sammansatt av många frekvenser.

ÖVERTONER

Transienter kräver ett insvängningsförlopp innan strömmen åter stabiliseras. Man kan jämföra detta med fysiska vågrörelser och karaktären för olika musikinstrument.

Ett piano låter inte som en klarinett även om man spelar samma ton, t.ex. ettstruken A (440 Hz). Det är övertonerna som ger instrumentet dess karaktär och det beror på instrumentets material, utformning, etc.

När det gäller ström så är det elnätet, apparatens och andra inkopplade apparaters elektriska egenskaper som ger övertonernas egenskaper. Så kallade "låg-energi-lampor" kan skapa frekvenser/störningar ända upp i mikrovågsområdet och de sprids på elnätet.

PULSER- 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, 230V/400V.

Då man slår på någon apparat händer det att lampor blinkar till. Varför?

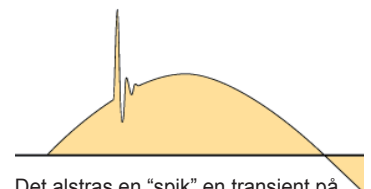
Låt oss studera vad som händer med t.ex. en glödlampa i själva tändningsögonblicket.

Glödtråden är i början kall, men värms snabbt upp till en avpassad temperatur och lampan börjar lysa. Då tråden är kall drar den mycket ström och det sker en plötslig strömrusning. Det alstras en "spik", en transient på elnätet. Ibland märker vi detta då lampor blinkar till.



Stänger vi av lampan sker motsatsen, det levereras plötsligt för mycket ström. Tänk dig en tät och snabb bilkö där någon tvärbromsar. Det blir en seriekrock. Det är vad som sker med strömmen då något stängs av. Det alstras åter en transient, en "spik", på elnätet.

Pulserna/transienterna är mycket snabba och kan jämföras med höga frekvenser (mikrovågor) och de har ett stort energiinnehåll.



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

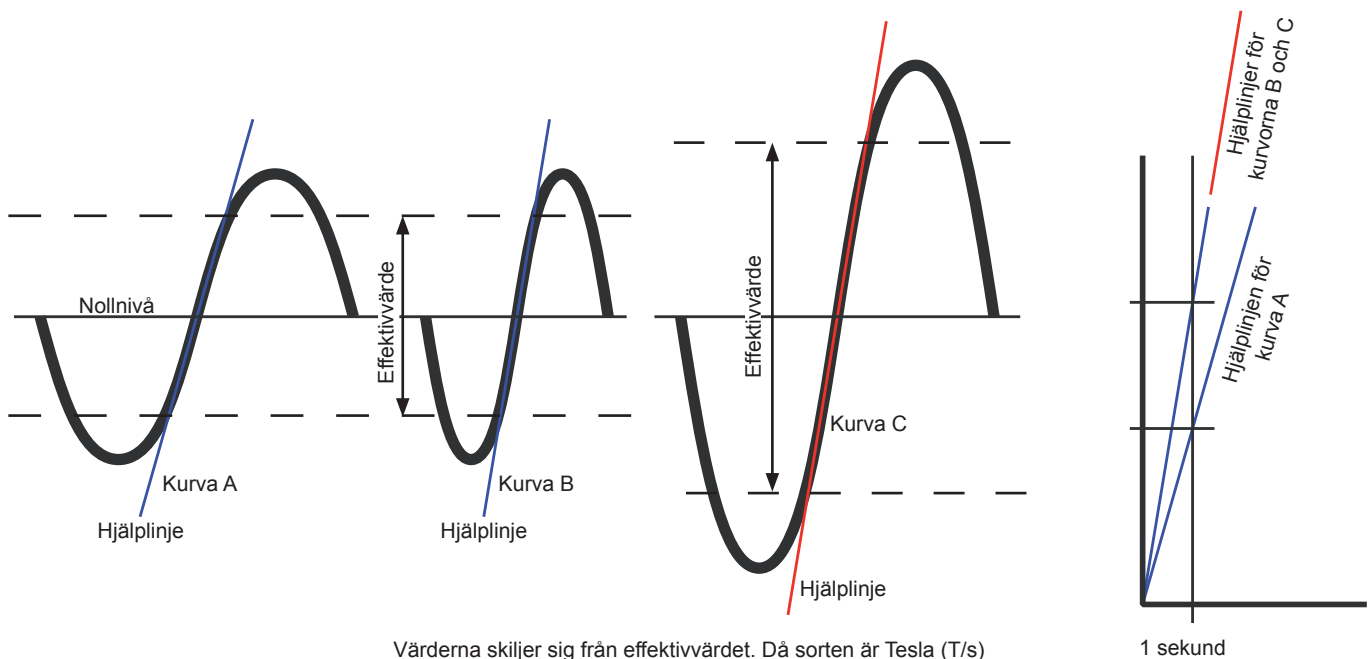
VAD ÄR T/S?

Man kan ange styrkan på ett magnetiskt fält på olika sätt. Ett sätt är att mäta effektivvärdet och sorten är då Tesla. Ett annat sätt är att ange hur fältets styrka förändras under en sekund, dvs. Tesla per sekund (T/s) som benämns *tidsderivata*.

Nedan visas tre kurvor där:

kurva A och B har samma effektivvärde men olika frekvens och kurva A och C har samma frekvens men effektivvärdet är större för kurva C.

Figurernas hjälplinjer är dragna där kurvorna stiger snabbast. För en sinuskurva sker detta då kurvan skär nollnivån. Överförs dessa hjälplinjer till ett diagram (fig. till höger) visar kurva B ett högre värde än A eftersom den hjälplinjen lutar mer. Läses nivån av efter en sekund erhålls sorten Tesla per sekund (T/s) – tidsderivata.



Värdena skiljer sig från effektivvärdet. Då sorten är Tesla (T/s)

Läggs hjälplinjen in för kurva C (den röda linjen) så visar den samma lutning som kurva B. Kurva B och C har således samma värde (tidsderivata) trots att styrkan är större hos C och frekvensen högre hos B jämfört med kurva A.

Slutsatser

Mäts enbart effektivvärdet (T) visar kurvorna A och B samma värde trots att B förändras snabbare.

Mäts enbart frekvensen har kurva A och C samma frekvens trots att C är starkare.

Mätning med tidsderivata (T/s) visar hur snabbt ett fält förändras och är beroende både på frekvens och styrka. Bedömningar kan bli felaktiga om de enbart baseras på effektivvärdet och tyvärr är det oftast det som ligger som grund vid mätningar.

Mätning med tidsderivata gäller för frekvenser upp till 400 kHz. Vid högre frekvenser tar man inte hänsyn till detta då mätresultaten blir extremt höga och man skiljer inte på el- och magnetfält.

ETT MAGNETISKT FÄLT MÄTS I ENHETEN TESLA

Tesla är en otympligt stor sort och kan jämföras med att ange ett pappersarks tjocklek i meter. Det skulle bli ganska många nollor. Av den anledningen används olika prefix. Vanligast är milli, mikro och nano:

milli (m) = 0,001
mikro (μ) = 0,000 001
nano (n) = 0,000 000 001

Sammanfattat: $1\text{mT} = 1\,000\mu\text{T} = 1\,000\,000\text{nT}$.

Exempel: $3\mu\text{T} = 0,000\,003$ Tesla.

Dessa värden kan verka låga, men så är inte fallet. Det är helt vanliga mätvärden av de magnetfält som finns i vår omgivning.

Du kan läsa mer om storheter längre fram i häftet.

ENERGIÖVERFÖRING.

Kurva B och C har ett större energiinnehåll (inte att förväxla med effekt - Watt) än kurva A.

Mätning med sorten Tesla per sekund (T/s) är ett mått på ett fälts energiinnehåll.

Jämför detta med vatten. Det kan ha en viss mängd t.ex. m^3 (effektivvärde), men om det rinner anges flödet med exempelvis sorten m^3/s .

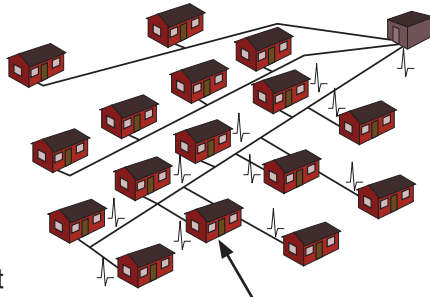
Energien hos ett fält står i proportion till dess frekvens. Ju högre frekvens desto större är energin. Ökas frekvensen 1000 gånger så blir energin 1000 ggr större.

Vid höga frekvenser är energin så stor att elektroner kan stötas bort från en atom och kvar blir en laddad atomkärna – en jon (även benämnd *fri radikal* som ofta är mycket reaktiv och gärna bildar nya kemiska föreningar). Frekvenserna är då joniserande.

PULSER SPRIDS

Strömmen skapas i samma stund som den förbrukas. Det innebär att den puls som skapades av glödlampan (i tidigare avsnitt), påverkar hela elnätet mellan transformator och anslutna fastigheter.

Många apparater som är anslutna till elnätet slås av och på med jämna mellanrum t.ex. fläktar, kylar och frysboxar, värmereglering, fläktar, elstängsel. Detta för med sig att elnätet förorenas. Olika apparater ger olika mycket störningar. Värst är strömkrävande maskiner och lågenergilampor.



Lampan tändes i denna fastighet och skapade en transient som sprids till alla som är anslutna till samma stam

SWITCHADE NÄTAGGREGAT

Modern elektronik innehåller s.k. switchade nätaggregat som "hackar" nätspänningen flera tusen gånger per sekund. Varje "hack" alstrar en puls. Nätaggregaten är försedda med filter som reducerar pulserna, men de är ofta av dålig kvalitet*. Även batteriladdare, som stoppas i vägguttaget, och lågenergilampor fungerar på liknande sätt.

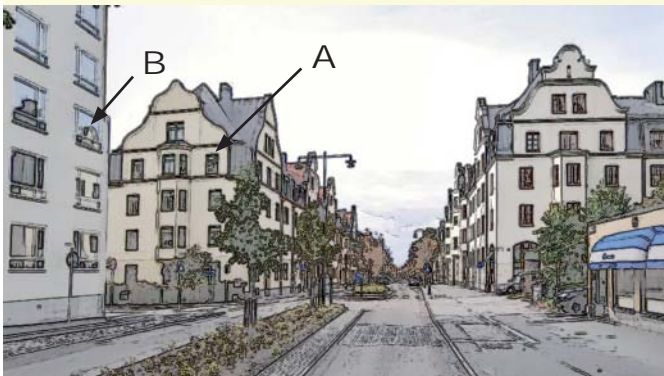


Ofta avges även elektromagnetiska fält som sprids i rummet där de finns, men även akustiskt ultraljud som kan uppfattas av djur.

* Elsäkerhetsverket underkänner (februari 2012) fyra av fem lågenergilampor som säljs på den svenska marknaden. De alstrar för mycket störningar på elnätet, som även sprids i luften och kan påverka trådlös elektronik.

NÄTSPÄNNINGEN

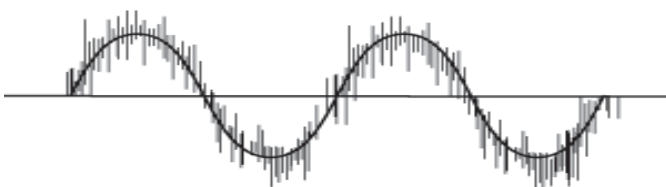
Det är allmänt känt att TV:n störs om någon borrar i huset. En trasig gatlykta som står och blinkar orsakar även den störningar, transienter, som ger verkningar långt bort i elnätet beroende bl.a. på hur långt det är till ställverket och hur kablarna är dragna.



Orsaken till störningskällan kan finnas långt bort.

Antag att en elöverkänslig person, Elsa, bor vid A och att man vid B börjar borra i väggen med en bormaskin. Då alstras transienter/störningar i hela elnätet som är anslutet till transformatorn. Elsa märkte kanske att en lampa blinkade till.

Normalt finns det massor av sådana här transienter på elnätet av allt som sätts på eller stängs av: kylar, frysboxar, spisar, fläktar, element, mm. Elsas kropp reagerar och en stund senare får hon symtom. Hon mår dåligt, men vet inte varför.



Nätspänningen är förorenad.

Nätspänningen (ovan) är ofta förorenad av transienter och motsvarar inte en ren sinuskurva. Lågenergilampor (lysrör) och modern elektronik innehåller ofta s.k. switchade nätaggregat som kontinuerligt skapar transienter upp till flera tusen gånger i sekunden.

DATOR

Datorskärmen avger oftast starka elektriska- och magnetiska fält. Fälten från själva datorn, tangentbord och mus är svagare, men ett fälts styrka beror på avståndet till källan.

Minskas avståndet till hälften ökar styrkan till det dubbla. Det gör att fälten från tangentbord och mus kan bli starkare än de från datorskärmen eftersom man befinner sig närmare dem.

LÄGSTRÄLANDE SKÄRMAR

Det finns inga datorskärmar som inte avger magnetiska eller elektriska fält, bara mer eller mindre. TCO-normen anger bland annat hur starka de elektriska och magnetiska fälten får vara (effektivvärden).

LIKSTRÖM

En likströmsmotor som drivs av t.ex. 12 volt likström kan den avge högfrekventa pulser. Det kan vara motorn i t.ex. en rakapparat eller cirkulationspumpen i en husvagn. Hur kommer det sig?

Motorn kan bestå av en rotor, ofta med tre poler kopplade till var sin spole. Rotorn omges av ett magnetfält skapat av en permanentmagnet (stator). I en av spolarna skapar strömmen ett magnetfält och rotorn attraheras av statorns nord- och sydpoler varvid den vrids, men när rotorn vrids bryts strömmen till spolen och i stället kopplas nästa spole in. Rotorn attraheras på nytt av statorns nord- och sydpoler och den vrids ytterligare en bit och förloppet upprepas hela varvet runt.

Det sker således in- och urkoppling av spolarna flera gånger per varv. Vid varje in- och urkoppling skapas en transient som kan alstra störningar ända upp i mikrovågsområdet. Detta trots att strömkällan är ren likspänning.

STÄNGA AV - RÄCKER INTE

Kablar till våra vägguttag finns i tak, väggar och golv är under spänning (spänningssatta). Dessa kablar, men även sladdar vars kontak sitter kvar i uttagen, avger elektriska fält även om det inte går ström i dem.

Det är en förklaring till varför många elöverkänsliga gärna skruvar ur propparna.

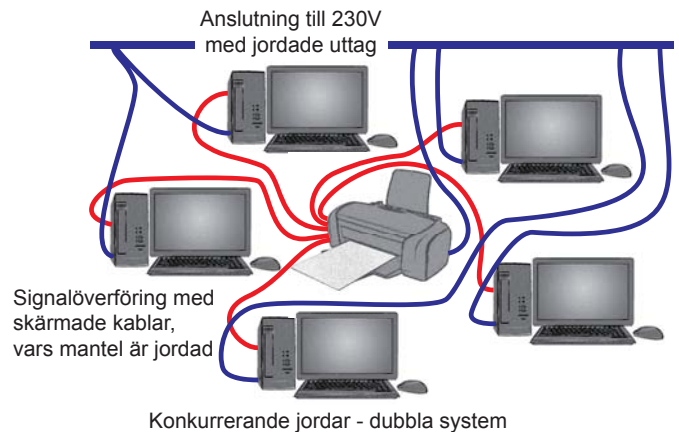
OFTA BRYTS STRÖMMEN BARA PÅ ENA LEDAREN.

En avstängd lampa/apparat kan vara spänningssatt, beroende på hur kontakten sitter i vägguttaget. Är det inte den strömförande ledaren (fasen) som kopplas bort, bryts spänningen först efter apparaten. En mätning med s.k. Elfix kan visa om kontakten sitter rätt eller fel. Säkrast är att dra ur väggkontakten helt eller använda strömbrytare som bryter båda ledarna.

KONKURRERANDE JORDLEDARE

Vi kopplar i dag samman datorer, bildskärmar, skrivare, faxar, etc. med skärmade (jordade) kablar för signalöverföring. Samtidigt stoppar vi in kontakten för respektive apparat i ett jordat uttag. Vi har skapat "konkurrerande" vägar för strömmen. En via signalkablarna och en annan via elnätet. Detta gäller i hög grad hos företag där datorer är sammankopplade i nätverk. Är apparaterna anslutna till olika faser eller om det finns spänningsskillnader på jordanslutningen, kan man få vagabonderande ström i signalkabelns skärm eller i jordledaren.

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

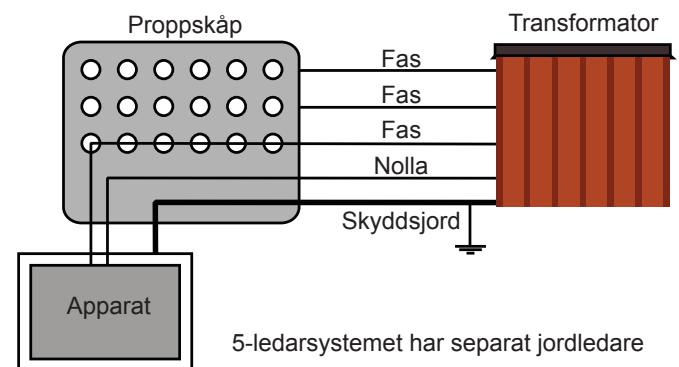
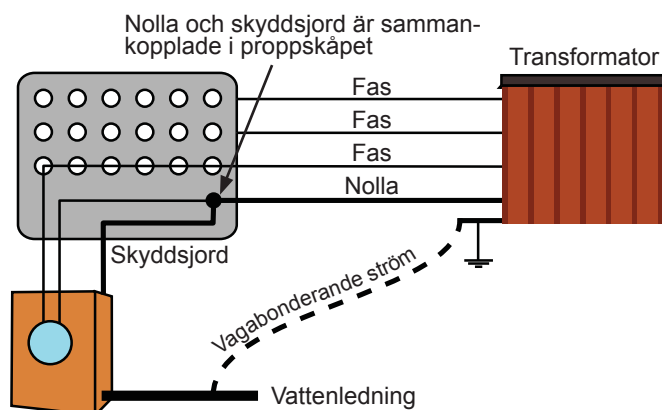


SKYDDSJORD OCH VAGABONDERANDE STRÖM

Vårt eldistributionsnät utgörs i dag av ett system som har tre faser samt PEN-ledaren (nolla och skyddsjord) det kallas för TN-C-S. Skyddsjorden är sammankopplad med nollan i husets proppskåp (gruppcentral). Normalt ska strömmen som kommer från någon av faserna gå tillbaka via PEN-ledaren. Då något blir fel ska apparat-höljet fungera som ett skyddande skikt som är anslutet till skyddsjorden. Strömmen ska då gå via höljet och återföra strömmen till proppskåpet.

Ibland blir det inte som det var tänkt.

Strömmen söker den väg där den möter minst motstånd. Den kan hitta andra vägar att gå tillbaka än via PEN-ledaren. Är installationen bristfällig kan det ge upphov till s.k. vagabonderande ström – felström som kan ta vägen via t.ex. via vattenledningsrör eller mark. Eftersom det är ström som flyter avges ett magnetfält som kan vara kraftigt. Innehåller strömmen dessutom pulser (transienter) kan det ställa till med stora problem både för hälsan och tekniken.



FEL PÅ NOLLAN, EN TVÄTTMASKIN SOM EXEMPEL

På bilden kommer strömmen från transformatorn/ställverket i fasledarna och går tillbaka via nollan. Lägga märke till att nollan är förbunden med skyddsjorden i proppskåpet. Nollan har i exemplet ett högt motstånd. Strömmen väljer den väg där motståndet är lägst och den kan då välja vägen via apparthöljet, vattenledningen eller marken, tillbaka till ställverket. Vi har en vagabonderande ström.

Spänningen kan ligga på endast någon volt, men strömstyrkan kan vara stor och då kan det skapas ett starkt magnetfält.

5-LEDAR SYSTEM

Som beskrivits tidigare har vi i dag tre faser samt nolla (skyddsjord), dvs. fyra 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, totalt 5 ledare.

MÄTTENHETER

Enligt det s.k. metriska systemet visar: den första bokstaven storleksordning och påföljande bokstäver vad som avses.

Exempel:

k = kilo (1000) g = gram
d = deci (0,1) s = sekund
m = milli (0,001) m = meter
M = mega (1 000 000) Hz = Hertz

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

mm = millimeter km = kilometer
mg = milligram ms = millisekund
kW = kilowatt GHz = Gigahertz

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	Hundradel
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

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 procent-sats i förhållande till ett referensvärde*. Lagg märke till att 3 dB motsvarar en fördubbling.

*I tabellen ovan är referensvärdet 1.

SÄNDAREFFEKT

Post & Telestyrelsen (PTS) använder ett komplicerat begrepp för att ange effekten på sändare (basstationer) för mobiltelefoner. På deras hemsida finns 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 utstrålande effekt (equivalent isotropically radiated power, e.i.r.p.).

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

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

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

OMVANDLING

Omvandling av uteffekten (Watt) hos en basstationssändare då dBm-värdet är känt.

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

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

dBm-värdet står i cell A1 och svaret fås i den cell där formeln skrivs in.

SAR-VÄRDE

Ett sätt att mäta energiinnehåll är att mäta den temperaturökning som sker vid påverkan av mikrovågor, det s.k. SAR-värdet. Man mäter en temperaturökning hos en docka (s.k. dummy) som utsätts för strålningen från 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.”

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

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