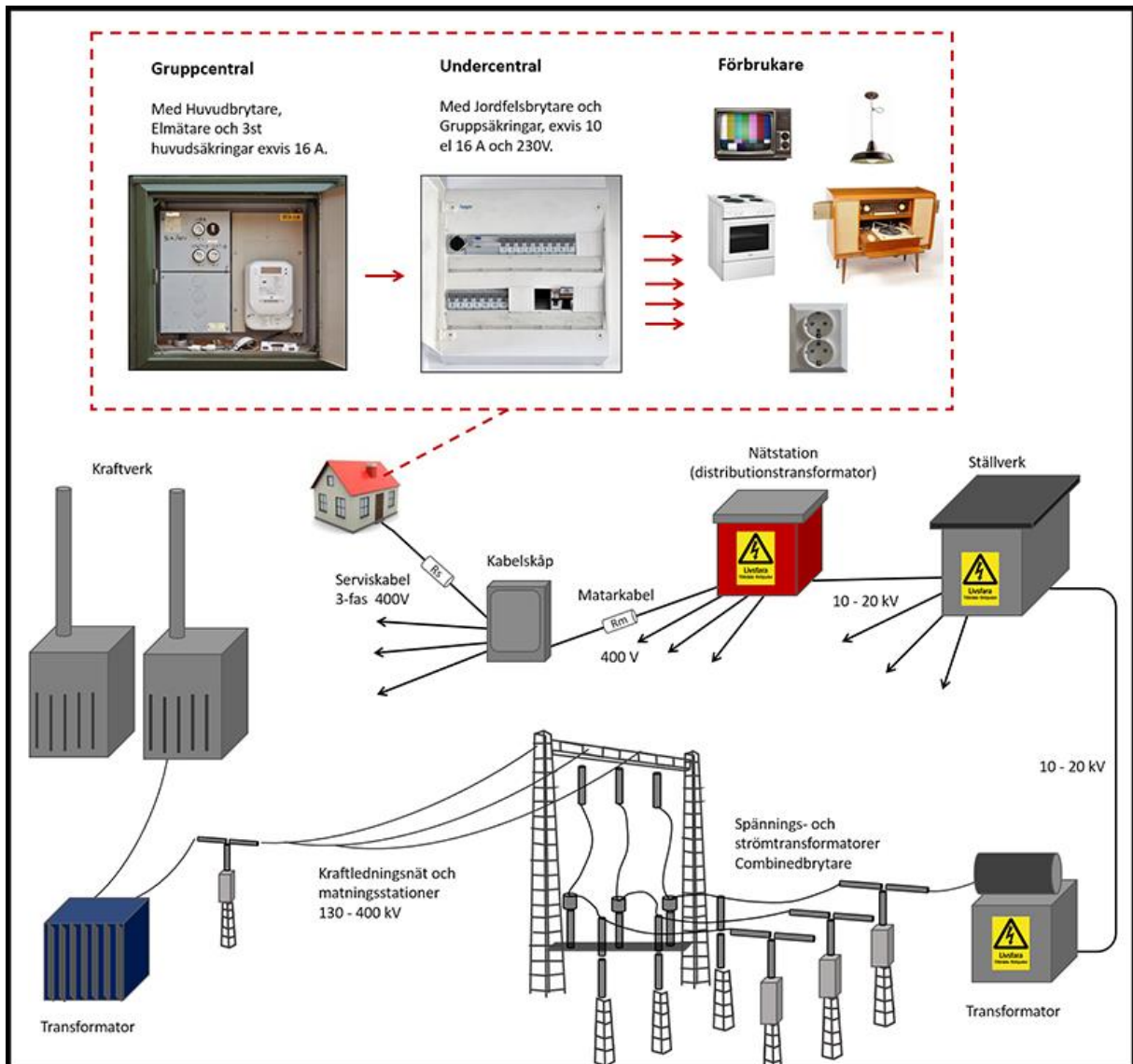


Det smutsiga nätet

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på
din strömförsörjning

Text och bilder: [Peg Karlshamn](#) Juli 2016



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det här dokumentet är en sammanfattad version av tråden "[Det smutsiga nätet](#)" som publicerats på Euphonia-audioforum.se och syftet är att försöka ge en större förståelse för vad som döljer sig bakom " två hål i väggen", varför vi kan få så olika resultat med olika strömprodukter, varför det kan låta olika bra vid olika tider på dygnet samt att belysa en del av de problem och störningar som finns på vårt elnät. Artikeln är inte heltäckande, men kan förhoppningsvis ändå förklara vad vi har att göra med. Jag kommer att blanda rena fakta med mina egna mätresultat och erfarenheter, men jag ska försöka vara tydlig med vad som är vad. Några av de parametrar som påverkar kvalitén på strömförsörjningen i en hifi-anläggning är följande:

- [Övertoner](#) sid 3
- [Förimpedans](#) sid 13
- [Impulsstörningar/Transienter](#) sid 39
- [RFI \(Högfrekvens/radiostrålning\)](#) sid 53
- [Flimmer](#) sid 62
- [Filter](#) sid 64
- [DC-offset](#) sid 79
- [Rätt fas?](#) Sid 84

Artikeln beskriver var dessa parametrar förekommer, vad de innebär och hur man kan påverka dem med olika val och lösningar. I grova drag är artikeln uppbyggd enligt denna dagordning.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

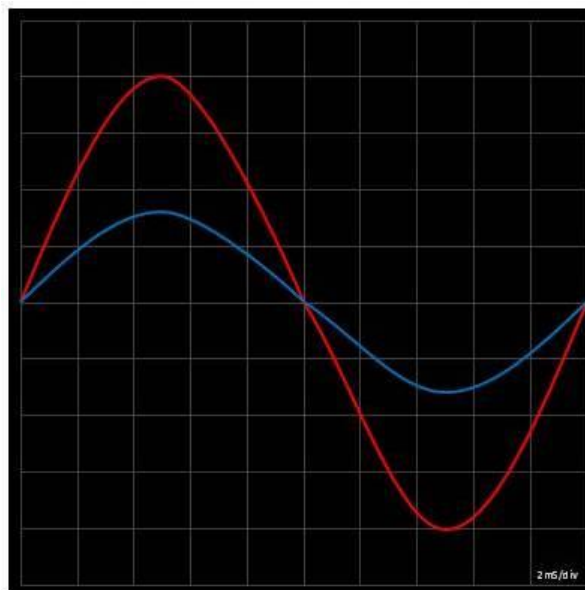
Övertoner

Inom Hifi brukar man normalt bara tala om THD när det gäller musiksignalen, men det finns även harmonisk distorsion i vår elförsörjning.

THD = **T**otal **H**armonisk **D**istorsion är förenklat ett mått på mängden (summan av) alla jämna och ojämna övertoner som grundtonen (50Hz) har blivit "besudlad" av.

Övertoner alstras av icke-linjära laster som drar en ström som inte linjärt följer spänningens sinusform.

Här är ett exempel på en linjär last där strömmen (blå) följer spänningen (röd)



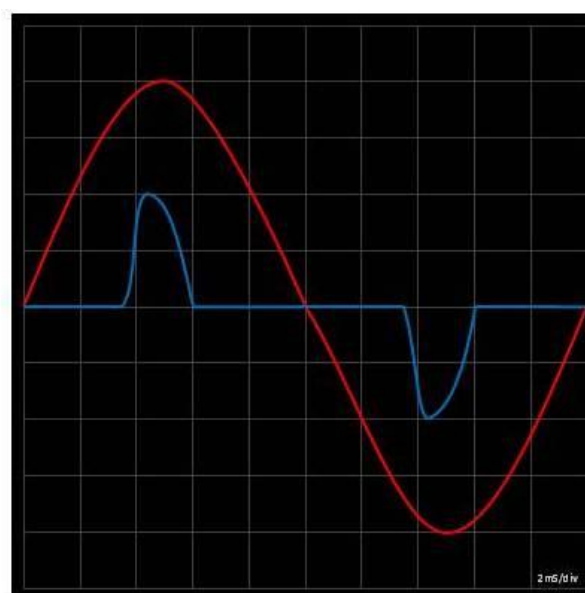
— Ch. A - Voltage — Ch. B - Current

och så tar vi ett exempel på en s.k. icke-linjär last:

Bilden till höger visar ett typiskt utseende för en enfasig halvåsläktare med glättringskondensator (d.v.s. en traditionell nät-del).

Några andra typer av kraftigt övertonsalstrande förbrukare i våra hem är:

Lågenergilampor, datorer, mobilladdare, TV-apparater, LED-drivdon, dimmer's mm
Varvtalsstyrda (frekvensomriktade) motorer är en annan stor störkälla (tvättmaskiner, ventilationsaggregat, mm).



— Ch. A - Voltage — Ch. B - Current

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Jag har gjort några mätningar på olika typer av vardagliga förbrukare och dokumenterat övertonshalten på belastningsströmmen, inte spänningen.

Nu får ni inte tolka mina mätresultat som en absolut sanning, de gäller bara vid detta mättillfället och med de apparater som jag mätt på.

Till THD-mätningarna har jag till största delen använt ett s.k. kombiinstrument från Megacon, modell [EMS-96ETH](#).



Det är egentligen ett trefasinstrument, men jag har bara använt en fas.

Vi använder den här typen av instrument på mitt jobb och det sitter snart ett i varje ställverksfack.

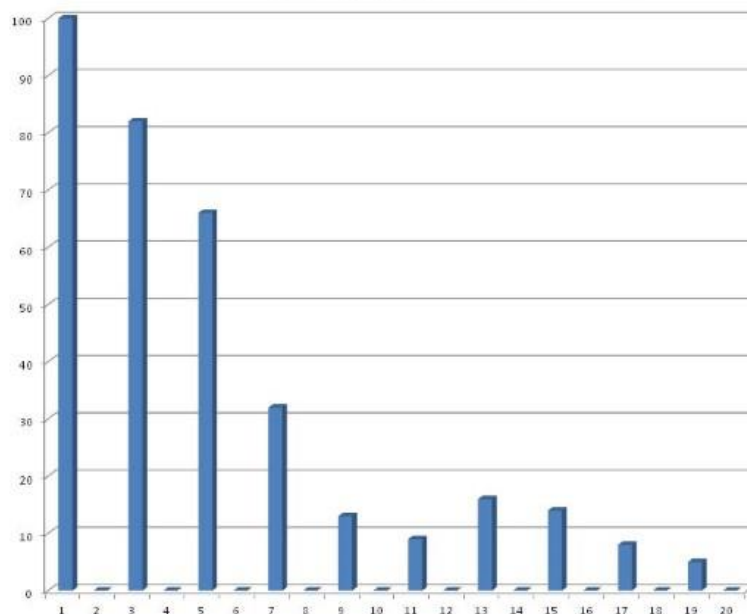
Den modellen som jag använder klarar en ström på 5A utan extern strömtransformator och det har varit tillräckligt för mina mätningar.

Först ut har vi ett standard nätaggregat med helvågsl rikning och glättringskondensatorer (det kunde ha varit en förstärkare).

Spänningsaggregat med transformator

Transformatorn är på 120VA och jag har belastat aggregatet med ungefär 80W.

Som vi ser dominerar den 3:e och 5:e, följt av den 7:e övertonen (150Hz, 250Hz och 350Hz), men övertonerna fortsätter högt upp i ordningen. Mätinstrumentet visar inte högre övertoner än den 20:e (1000Hz), men det kan finnas mycket "skit" högre upp i frekvens också.



I takt med att vi byter ut våra "vanliga" glödlampor mot lågenergi- eller LED-lampor har vi fått en helt annan störningsprofil i våra hem.

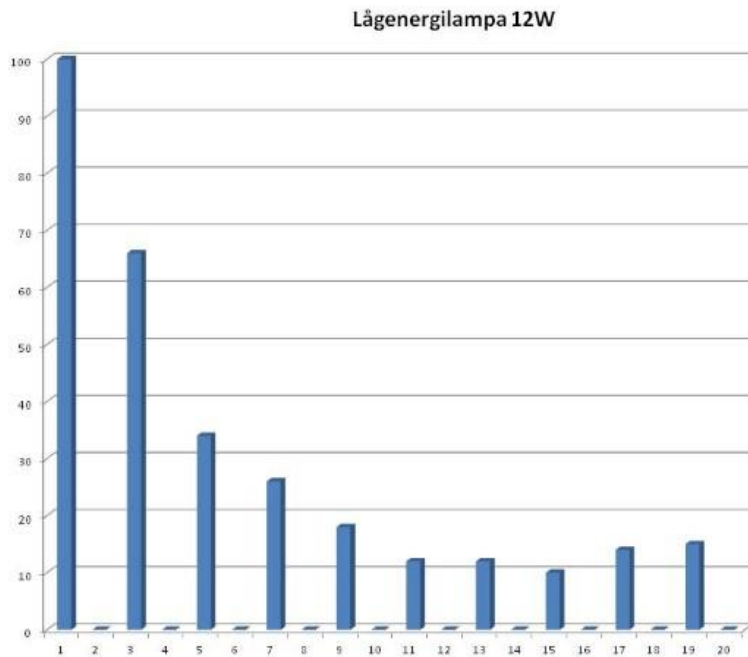
Den gamla hederliga glödlampan är att betrakta som en rent resistiv och linjär last och genererar därför inga övertoner alls.

Samma sak gäller även för halogenlampor.

Det smutsiga nätet.

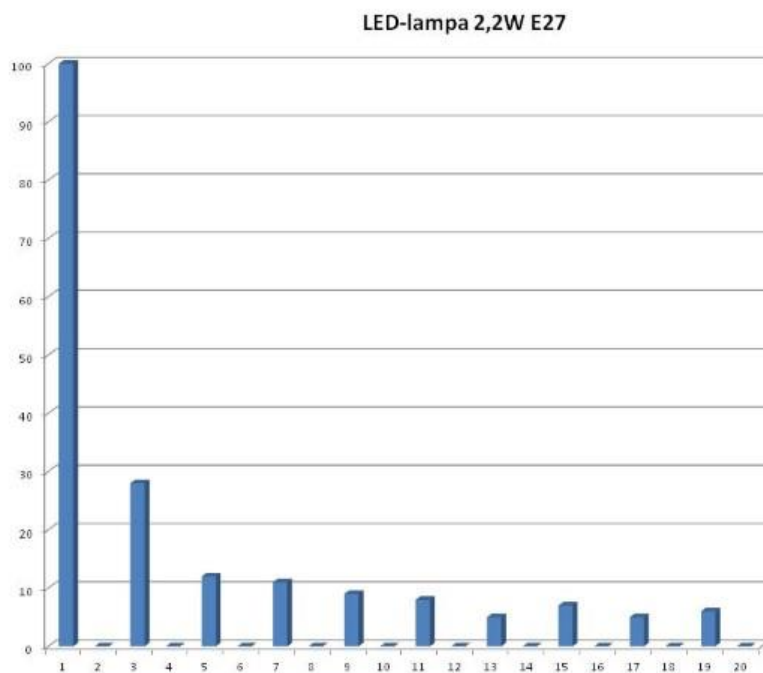
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Först ut av lamporna är en högst ordinär lågenergilampa på 12W.



I förhållande till den gamla vanliga "tysta" glödlampan så skitar den här ner ganska mycket.

Här ser vi hur en LED-lampa på 2,2W med inbyggt drivdon betar sig. Det är alltså en helt vanlig glödlampsersättare med E27 sockel.

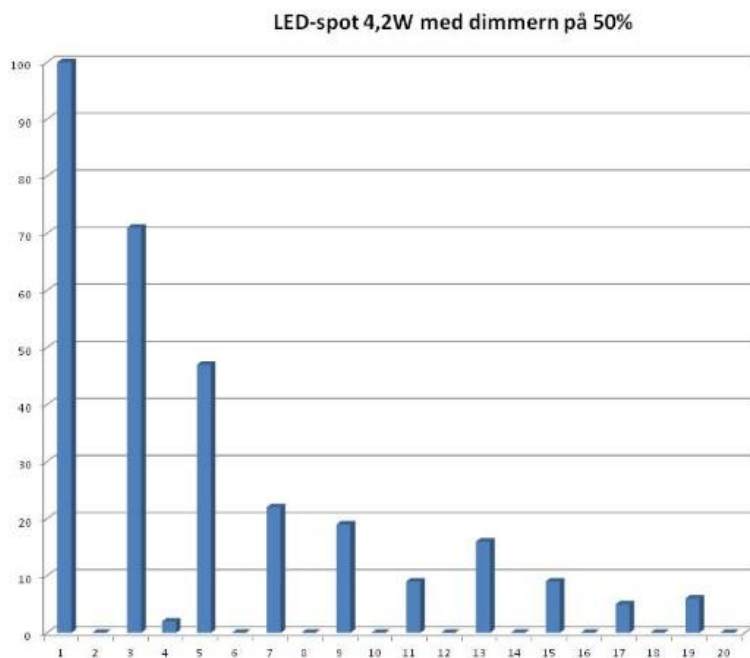


Den är betydligt snällare än lågenergilampan, men ,,.,.,.,,

Det smutsiga nätet.

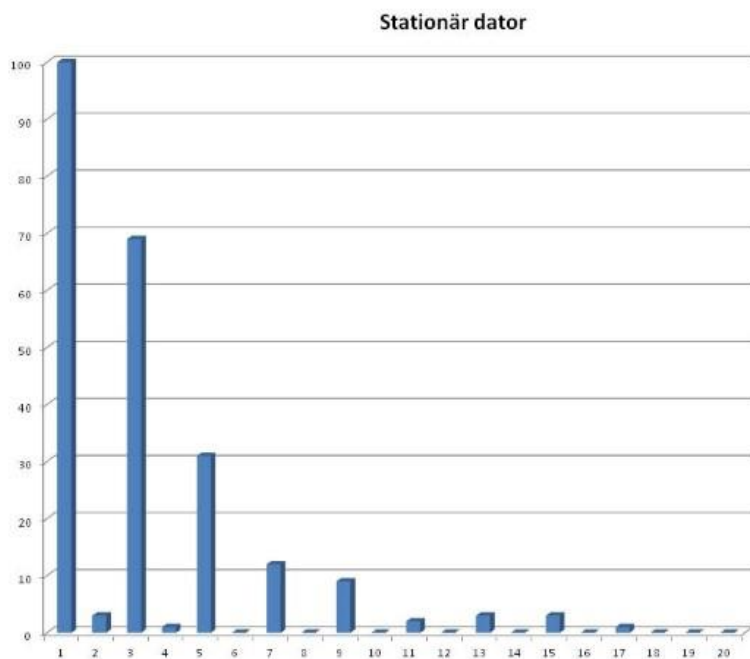
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Vi avslutar ljuskällorna med en dimmad LED-spot på halvlyse.



Dimmer'n gör att vi får betydligt kraftigare övertoner. Övertonerna blir som värst vid 50% pådrag.

Nästa mätning är på en stationär dator (Intel I5) som spelar FLAC-filer från en NAS till en DAC (jag tror det var Supertramp).

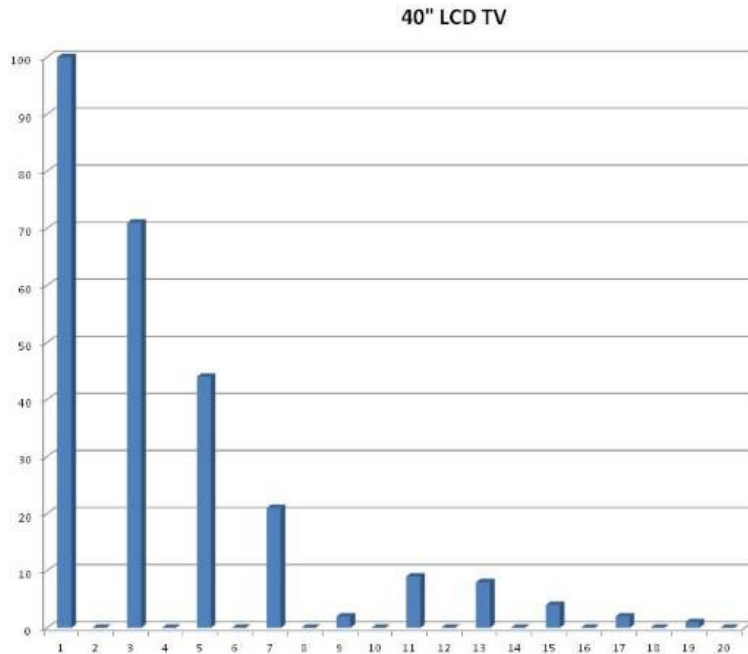


Här ser vi en övervikt av den 3:e övertonen, men den genererar ovanligt nog lite 2:a och 4:e övertoner också.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Då avslutar vi med en vanlig 40" LCD-TV som vid testillfället visade en repris av "Morden i Midsomer".



Även nu är det den 3:e, 5:e och 7:e övertonen som dominerar.

(Här skrev jag en syrlig kommentar om att ha datorer och bildskärm/TV tillsammans med sin ljudanläggning, men jag raderade den.) 😊

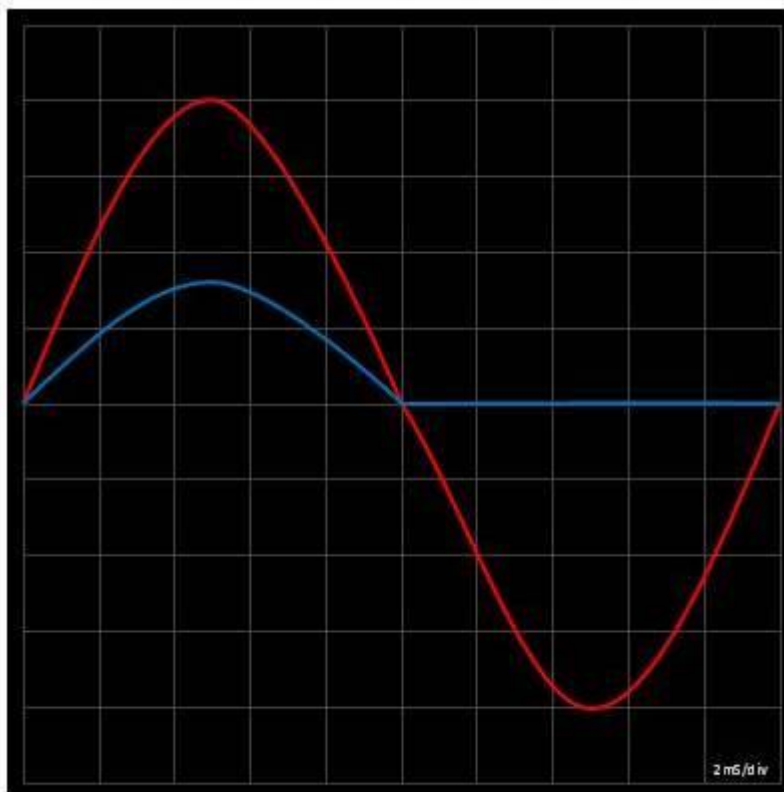
Jag tror att det räcker så här, det blir liknande resultat på de flesta av våra prylar där hemma.

Som ni ser är majoriteten av övertonerna ojämna multiplar (3, 5, 7, o.s.v.) av grundtonen (1), så kallade udda övertoner.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Jämna övertoner genereras normalt bara när den positiva och den negativa halvperioden belastas osymmetriskt (se bild nedan).



— Ch. A - Voltage

— Ch. B - Current

Här är det bara den positiva halvperioden som levererar ström.

Frugans hårtork är ett lysande exempel på det. För att få läge I och II på värmen så har man lagt en diod i serie med värmeelementet i läge I.

Det blir ju bara den ena halvperioden som belastas av elementets strömförbrukning (halvvågslirikning) och då kommer de jämna övertonerna.

Efter en långt ifrån komplett och antagligen något förvirrande redovisning av olika förbrukares övertonsströmmar blir antagligen den logiska frågan:

Varför i ~~@@\$#~~ tar du upp plats med detta, spelar verkligen dessa övertoner någon som helst roll för vår hifi-hobby?

Mitt svar är utan tvekan **JA!**, men beroende på en rad omständigheter kan det bli olika stor påverkan.

Problemet är att alla dina och dina grannars "små" övertonsströmmar tillsammans kommer att modulera matningsspänningen i en omfattning som är helt beroende på din elförsörjnings status och det är inte bara elnätet innan ditt vägguttag som spelar roll. Vad du gör från din central och fram till den enskilda apparaten har också stor betydelse.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Nu tänkte jag fokusera på elhälsan i vägguttaget, inte bara på vad den enskilda apparaten åstadkommer.

Jag har varit på mätbesök i fem olika hushåll, men med en lite annan typ av utrustning än vid tidigare mätningar.

För att göra det enkelt kallar jag mina "offer" för Gubbe A-E.

Vid dessa besök har jag mätt övertonerna i spänningsdomänen istället för som ström.

Det är betydligt enklare så här och jag tror också att det ger ett mer rättvist mätresultat vs mina lyssningsintryck.

Mätningarna har skett vardagar vid ungefär samma klockslag (mellan 18:00 och 20:00) hos A-C+E och dagtid en Lördag hos D.

Jag har vid varje tillfälle noterat spänning, THD och övertonerna 2-20.

Först lite bakgrundsinformation:

A bor centralt i en småstad med ca 15 000 invånare.

Elnätet i fastigheten renoverades 1999 och är jordat.

Nätstationen (distributionstransformatorn) försörjer ungefär 450 hushåll enligt den lokala kraftleverantören + 15 dagtidsöppna butiker, 3 restauranger, 1 bageri och en liten kylfirma.

B bor i ett villaområde byggt under sent 90-tal.

Husets elsystem är original och jordat.

Det är 168 villor som delar transformator. Ingen kommersiell verksamhet, många äldre familjer och få barn.

C bor i en hyresrätt.

Området byggdes under tidigt 90-tal.

Vad jag har lyckats ta reda på är att ungefär 230 lägenheter av varierande storlek delar transformator.

Där finns också 1 närbutik (07:00-21:00) och 1 pizzeria (16:00-22:00).

D bor i villa lite utanför tätort.

Jag har inte lyckats få någon information om eldistributionen.

Hifi-matningen är fixad med omsorg och hushållsförbrukarna är fördelade på de olika faserna efter störningsbenägenhet.

Det verkar inte finnas någon kommersiell verksamhet i området.

E bor i ett villaområde lite utanför en större sydsvensk stad.

Här har jag inte heller lyckats få någon information om eldistributionen.

Dedikerad Hifi-matning med en kabelarea på $\sim 5\text{mm}^2$ (10awg).

Det verkar inte finnas någon kommersiell verksamhet i detta område.

Och jag, **PEO**, bor i ett bostadsområde med hyfsat nyrenoverat elsystem (2008).

Det är bara elinstallationen i lägenheten som är fixad, tyvärr har man inte gjort något med fastighetens interna fördelning eller med huvudmatningen till området.

Allt är jordat och hifi'n matas från dedikerad säkring via $2,5\text{mm}^2$ kabel.

Ingen kommersiell verksamhet på samma nätstation, men en större industri väldigt nära.

Transformatorn försörjer tre liknande bostadsområden med totalt 450 hushåll.

Området byggdes i slutet på 60-talet och matningen till fastigheten är också från den tiden.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

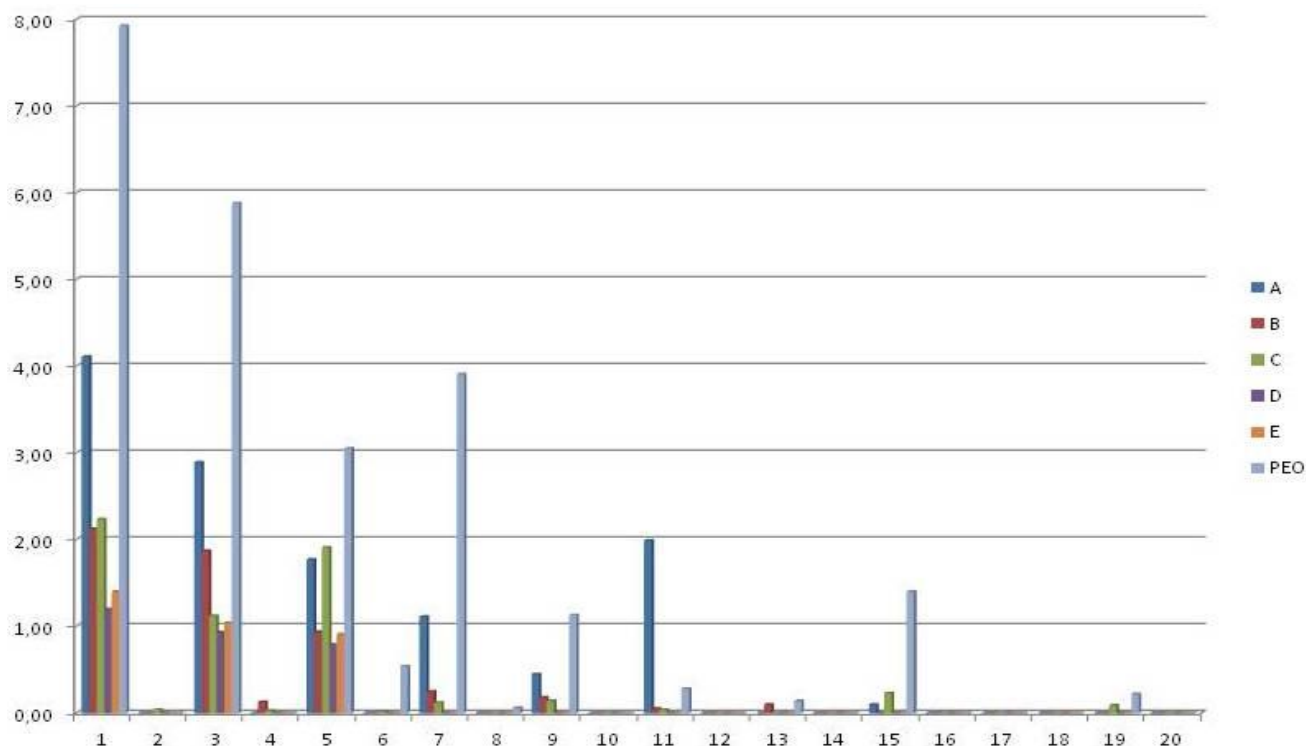
Så här ser sammanställningen av fasspänning och THD ut.

Namn	Spänning	THD
A	228 V	4,11%
B	226 V	2,12%
C	229 V	2,24%
D	227 V	1,20%
E	236 V	1,40%
PEO	231 V	7,93%

Bilden nedan visar övertonsspektrat i tabellform.

Namn	THD i%	Övertoner																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	4.11	0.00	2.89	0.00	1.77	0.00	1.11	0.00	0.45	0.00	1.99	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	2.12	0.00	1.87	0.13	0.94	0.00	0.25	0.00	0.18	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	2.24	0.04	1.12	0.03	1.91	0.02	0.12	0.00	0.14	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	1.20	0.00	0.93	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	1.40	0.00	1.04	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PEO	7.93	0.00	5.88	0.00	3.05	0.54	3.91	0.06	1.13	0.00	0.28	0.00	0.14	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00

och nästa visar det lite överskådligare i ett stapeldiagram.



OBS! 1:a stapelgruppen (1) är THD i %, inte grundfrekvensen.

Vi ser att överton 3 och 5 dominerar hos de flesta. Det är väl bara hos mig som 7:e

övertonen är så markant, men A har en peak på den 11:e.

Min 15:e överton finns inte under hela dygnet. Den framträder oftast bara mellan 16:00 och 22:00.

Julaftons kväll var den 15:e uppe på 2,75 och THD låg då på 8,22%.

Som ni ser skiljer det ganska mycket mellan mig och Gubbe D.

Vi har under åren som gått testat med ganska många olika fabrikat och modeller av strömrenare hos både A, B, C och hos mig, men det är faktiskt bara hos Gubbe A och hos mig som vi har märkt någon större skillnad med och utan.

Jag får oftast förhållandevis stor påverkan, men det är inte alltid som det har blivit till det bättre.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Jag fortsätter med en lite mer detaljerad redovisning från besöket hos D.

Första mätningen är från ett slumpmässigt uttag i huset (aka "Fas x"). Jag visar bara övertoner upp till och med den 10:e, de högre är bara 0,00.

THD VOLTAGES		VOLTAGE HARMONICS 1/4			VOLTAGE HARMONICS 2/4				
L1		L1	L2	L3	L1	L2	L3		
L1	1.80 %	01	100.00	0.00	0.00	06	0.00	0.00	0.00
L2	0.00 %	02	0.00	0.00	0.00	07	1.41	0.00	0.00
L3	0.00 %	03	0.91	0.00	0.00	08	0.00	0.00	0.00
		04	0.00	0.00	0.00	09	0.26	0.00	0.00
		05	0.82	0.00	0.00	10	0.00	0.00	0.00
kWh	0.0								

Detta är inte samma fas som ljudanläggningen ligger på. Här har vi mätningen direkt på HiFi-fasen.

THD VOLTAGES		VOLTAGE HARMONICS 1/4			VOLTAGE HARMONICS 2/4				
L1		L1	L2	L3	L1	L2	L3		
L1	1.20 %	01	100.00	0.00	0.00	06	0.00	0.00	0.00
L2	0.00 %	02	0.00	0.00	0.00	07	0.00	0.00	0.00
L3	0.00 %	03	0.93	0.00	0.00	08	0.00	0.00	0.00
		04	0.00	0.00	0.00	09	0.00	0.00	0.00
		05	0.79	0.00	0.00	10	0.00	0.00	0.00
kWh	0.0								

Att noggrant välja vilka laster som man lägger på sin "hifi-fas" lönar sig bevisligen. 1,2% THD är det lägsta som jag har mätt någon gång (när mätningen gjordes) och här finns bara den 3:e och den 5:e övertonen.

Här är efter strömrenaren (hela anläggningen är inkopplad och igång).

THD VOLTAGES		VOLTAGE HARMONICS 1/4			VOLTAGE HARMONICS 2/4				
L1		L1	L2	L3	L1	L2	L3		
L1	2.70 %	01	100.00	0.00	0.00	06	0.20	0.00	0.00
L2	0.00 %	02	0.00	0.00	0.00	07	0.00	0.00	0.00
L3	0.00 %	03	2.27	0.00	0.00	08	0.00	0.00	0.00
		04	0.00	0.00	0.00	09	0.00	0.00	0.00
		05	1.42	0.00	0.00	10	0.00	0.00	0.00
kWh	0.0								

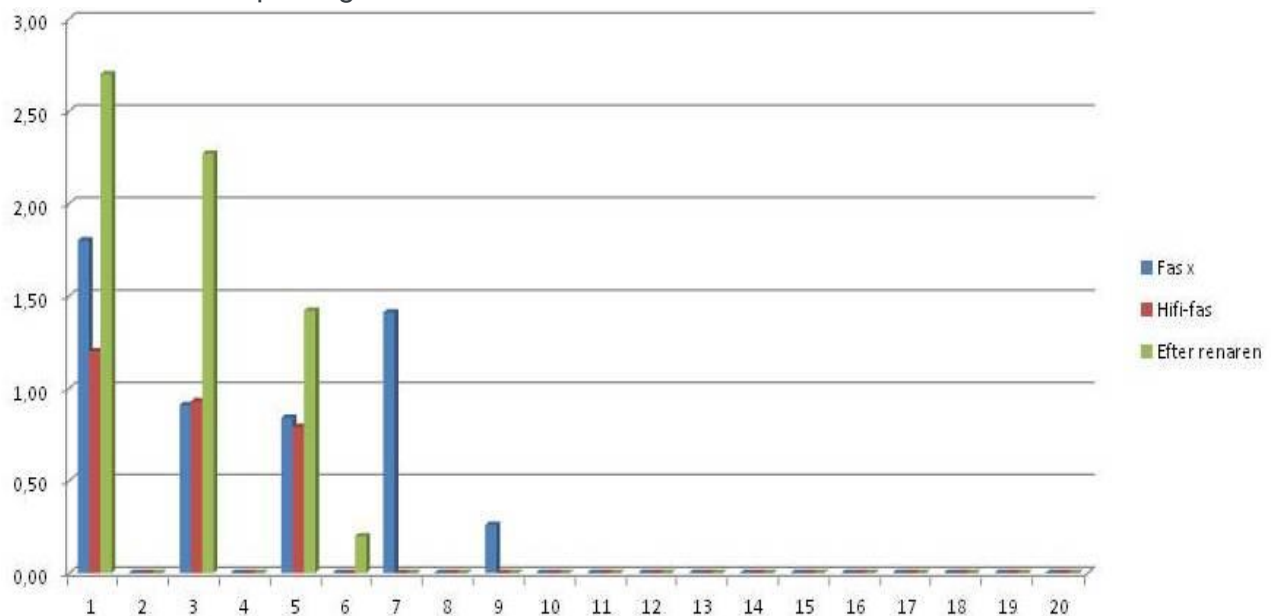
Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Vi kör resultaten i tabellform också

Namn	THD i %	Övertoner																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Fas x	1,80	0,00	0,91	0,00	0,84	0,00	1,41	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hifi-fas	1,20	0,00	0,93	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Efter renaren	2,70	0,00	2,27	0,00	1,42	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

och sedan som stapeldiagram.



Mätningen hos E gjordes efter hans strömrenare.

Utan last blev THD 1,30% och med hela anläggningen igång ökade den bara med 0,2%.

Övriga faser visade 1,7%, resp. 2,1%.

Tyvärr kunde jag inte mäta direkt innan strömrenaren då denna matning saknar vägguttag.

Jag tror dock inte att en måttlig THD påverkar våra apparater i någon större utsträckning, men ett högt THD-värde kan tydligen vara skadligt för elektroniken enligt expertisen.

Tabell 2. Gränsvärden för övertonshalter [8].

	Normal övertonshalt. (Ingen risk för skada på utrustning)	Signifikant övertonshalt. (Risk för skada på utrustning)	Hög övertonshalt. (Risk för skada på utrustning. Åtgärder bör vidtas)
THD Spänning	< 5 %	5 % - 8 %	> 8 %
THD Ström	< 10 %	10 % - 50 %	> 50 %

Hög THD är i vilket fall som symptomen på ett annat problem som jag snart kommer till.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Förimpedans.

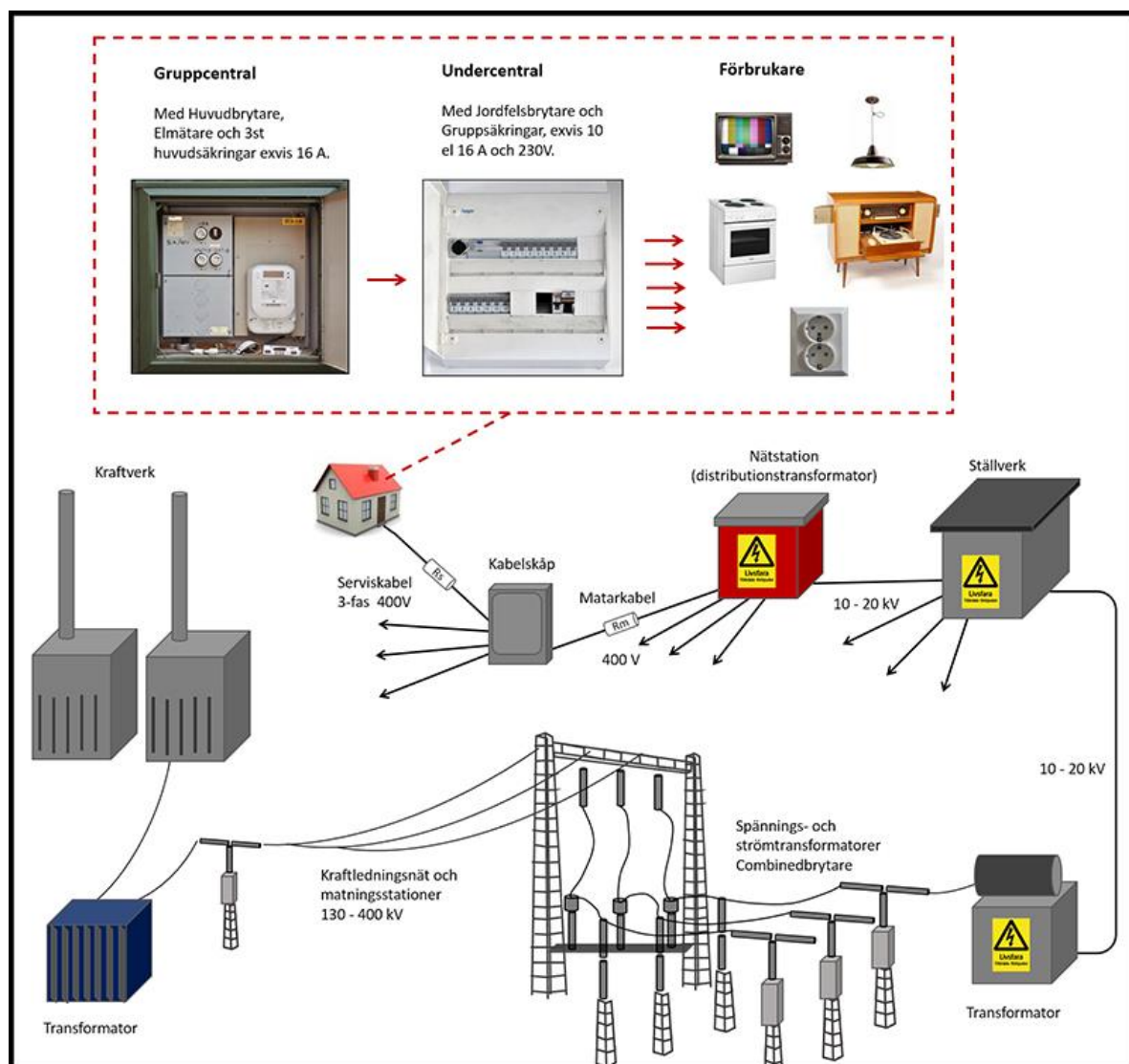
När jag kom hem efter att ha gjort mätningen hos D och började granska mätresultaten så blev jag lite konfunderad.

Mer övertoner efter strömmenaren??? detta måste undersökas.

Jag hade en teori sedan tidigare och nu var det rätt läge att spinna vidare på den.

Efter att ha inhämtat information från så många källor som möjligt börjar bilden klarna.

Det finns ett begrepp som man kallar för förimpedans eller källimpedans och jag ska göra ett försök att förklara med hjälp av en bild.



Förimpedansen är förenklat den impedans som hela systemet från din nätstation (det lilla fönsterlösa huset någonstans i grannskapet), via ett antal meter matarkabel till ett kabelskåp eller en motsvarande förgreningspunkt, vidare genom din serviskabel till din elmätare, elcentral och sedan den interna installationen fram till din förbrukare uppvisar. Enheten är i Ohm.

Alla dessa meter med kabel, säkringar, anslutningar och prylar som ligger i serie med strömmen ger var och en upphov till en liten resistans.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det är summan av dessa resistanser tillsammans med distributionstransformatorns utgångsimpedans som bildar förimpedansen.

Något att tänka på är att resistansen i matarkabeln R_m är gemensam för alla som matas via samma kabelskåp.

Resistansen i din serviskabel (R_s) kommer bara att påverka dig.

Nätstationen förser antagligen flera kabelskåp i området och därför kan transformatorn i nätstationen vara gemensam för ett ganska stort antal konsumenter.

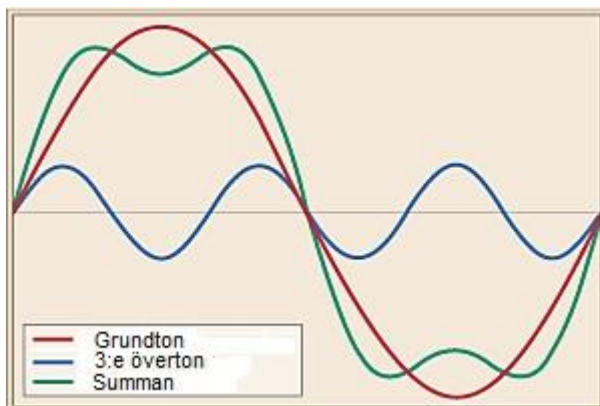
Jaha, och????

Jo, ju högre förimpedans din elförsörjning har, desto svårare är det att "dränera" bort de störningar (bl.a. övertoner) som dina förbrukare alstrar.

I första inlägget visade jag på vilka övertonsströmmar som olika apparater orsakar. Summan av alla dessa övertonsströmmar kommer att flyta fram och tillbaka mellan förbrukare och nätstation.

För ganska många år sedan kom ju farbror Ohm på att om man kör ström igenom en resistans så uppstår ett spänningsfall över densamma och det är precis det som händer här också.

Summan av de olika övertonsströmmarna kommer också att ge upphov till små spänningsfall över var och en av alla dessa småresistanser längs vägen och de kommer att "modulera" din matningsspänning med övertoner. Det är summan av dessa som jag har mätt i de olika bostäderna.



I bilden ovan visas hur den 3:e övertonen påverkar grundtonen.

Av pedagogiska skäl har jag överdrivet mängden av den 3:e övertonen kraftigt.

Hade förimpedansen varit 0 ohm (noll) hade jag inte fått något spänningsfall orsakat av övertonsströmmarna och jag hade inte heller kunnat mäta någon avvikelse (distorsion) på grundtonen.

Något förenklat kan man säga att ju högre förimpedans man har, desto större påverkan får övertonsströmmarna.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Om din granne har en förbrukare som drar mycket ström och som alstrar stora mängder av t.ex 3:e överton, så kommer det att bli ett 150 Hz spänningsfall över hans serviskabel ($I \cdot R_s$) och ett över er gemensamma matarkabel ($I \cdot R_m$).

Spänningsfallet orsakat i hans serviskabel påverkar inte dig, men det gör däremot spänningsfallet som han orsakar i er gemensamma matarkabel.

Man kan inte använda en vanlig multimeter för att mäta förimpedansen på "rätt" sätt, men man kan med hjälp av en vanlig multimeter kontrollera att förimpedansen inte är helt åt he___te..

Ta ett dubbelt vägguttag och mät spänningen med multimetern i det ena uttaget, vi kallar den U1. Skriv upp värdet.

Plugga sedan in en resistiv last på 1000W eller något åt det hållet i det andra uttaget. En vattenkokare, kaffebryggare eller ett värmeelement går bra.

Starta den och mät spänningen i uttaget när den är igång (kallas U2) och skriv upp värdet. Det räcker med några sekunder.

Stäng av "vattenkokaren" och kontrollera att spänningen nu är ungefär densamma som U1.

Titta på "vattenkokaren" så står det säkert någonstans (antagligen i botten) vilken effekt den har, t.ex 1200W.

Ta nu den spänning som du först mätte i uttaget (U1) minus den spänning som du fick när "vattenkokaren" var igång (U2).

exempel: Vid obelastat uttag mäter du 230V (U1) och med kokaren i drift mäter du 226V (U2). Skillnaden är då 4V (som vi logiskt kallar för U3).

Det är spänningsfallet över din förimpedans.

Räkna nu ut strömmen som kokaren drar genom att ta effekten (1200W i mitt exempel) och dela med spänningen U2 ($1200 / 226 = 5,31A$)

Nu kan du räkna ut impedansen genom att dela spänningsfallet över förimpedansen (U3) med strömmen. ($4V / 5,31A = 0,75 \text{ ohm}$)

Gör om mätningen ett par gånger för att vara säker.

Det här är ingen "snygg" eller exakt mätning, men den duger gott för att kontrollera att det inte är några större fel i ditt nät.

Det enklaste är att anlita en elfirma för att göra en "riktig" mätning.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Nu är det dags för ett litet experiment.

Jag använder en PS Audio Quintet (filter/skydd) till alla icke hifi-apparater (dator, motorstyrningen till skivspelaren, div belysning, USB-diskar, mm) för att isolera de här "skitgrisarna" från min ljudanläggning.



Den är ansluten på samma fas som Hifi'n, men på en helt annan säkring.

Jag tänkte använda den för att testa min teori.

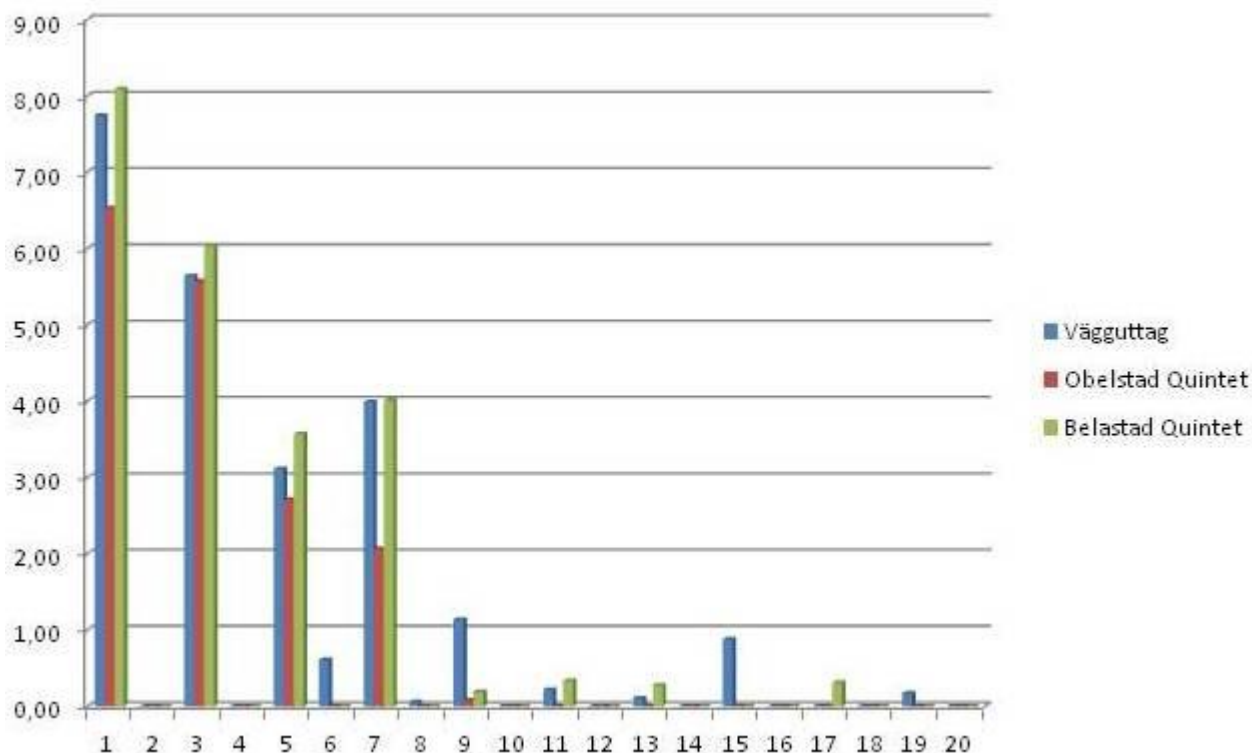
Först mätte jag direkt i vägguttaget.

Nästa mätning är efter Quintet'en, när den är helt obelastad och tredje mätningen är med hela anläggningen matad från ett av uttagen.

Namn	THD i%	Övertoner																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Wägguttag	7.74	0.00	5.64	0.00	3.11	0.61	3.99	0.06	1.14	0.00	0.22	0.00	0.11	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00
Obelastad	6.53	0.00	5.57	0.00	2.71	0.00	2.06	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Belastad	8.09	0.00	6.03	0.00	3.57	0.00	4.01	0.00	0.19	0.00	0.34	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.



Resultatet blev ungefär som jag misstänkte.

Jag hade som sagt en teori om varför resultat blev som det blev hos D, men det krävdes lite mer "kött på benen" innan jag var nöjd.

Den strömrenaren som används hos D är utrustad med en seriedrossel. Min Quintet är det också och de flesta renare/filter/skydd av den här typen har en eller flera drosslar i serie med lasten.

En drossel i serie höjer tveklöst förimpedansen för lasten och den är dessutom frekvensberoende. Ju högre frekvens, desto större motstånd.

Meningen är att drosseln ska vara ett hinder mot inkommande störningar, men den verkar samtidigt också vara ett hinder mot att bli av med de övertoner man själv har skapat på "insidan" av strömrenaren.

Mer om detta lite senare.

Med strömrenaren inkopplad har jag alltså fått en högre förimpedans och jag blir därför inte av med de övertoner som apparaterna alstrar, men i mitt fall blir ändå slutresultatet ungefär samma THD som om jag inte hade haft den inkopplad. Så var det ju faktiskt inte hos D.

Övertoner efter strömrenaren ökar mest när jag startar slutsteget och det är inte så förvånande eftersom det är slutsteget som drar mest ström.

Det här fenomenet förklarar kanske också varför det inte blev så bra lyssningsresultat när jag provade att mata slutsteget genom Quintet'en tidigare.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Jag har även använt ett mätinstrument som heter PROFiTEST 0100S-II

Instrumentet ansluts i ett vägguttag och mäter bl.a. förimpedansen i det aktuella mätstället. Enligt min kraftleverantör ligger oftast förimpedansen mellan 0,3-0,9 ohm, mätt i centralen.

Ovanpå det värdet tillkommer resistansen i ledningarna från centralen fram till vägguttaget och övergångsresistansen mellan uttag och stickkontakt.

Direkt i mitt hifi-uttag, säkrat med 16AT smältsäkring och med 6 meter 2,5 mm² kabel direkt från centralen får jag en förimpedans (Z) på 1,121 ohm, vilket är ett relativt högt, men tydligen ett helt acceptabelt värde.



Gubbe B har i sin villa en förimpedans på 0,403 ohm i hifi-uttaget. Det är betydligt under halva min förimpedans.

Han har också bara en bråkdel så mycket övertoner i sitt nät som vad jag har, trots betydligt fler elektroniska apparater och många fler "moderna" lampor.

Det finns nog bara lågenergilampor och dimmade LED-spotar i hela huset.

(Han har heller aldrig fått något direkt positivt resultat av en "vanlig" strömrenare till sin anläggning, snarare tvärtom.)

Detta styrker också min teori om att en låg förimpedans terminerar störningar.

Tyvärr kan jag inte mäta förimpedansen genom min Quintet, Profotest'en får fnatt.

Gör de här övertonerna någon skada då?

Nästan alla av våra "hifi-burkar" har en transformator i sin nät-del. Nättransformatorer är gjorda för att handskas med en ren, fin och sinusformad spänning på 50/60 Hz.

Får transformatorn en för hög övertonshalt är risken stor att den både blir onödigt varm och att den börjar ge ett mekaniskt oljud ifrån sig (den surrar).

Med en tillräckligt stor mängd av udda övertoner kommer sinusformen att börja likna en fyrkantsvåg istället och det riskerar att "mätta" transformatorn så att den tappar effekt.

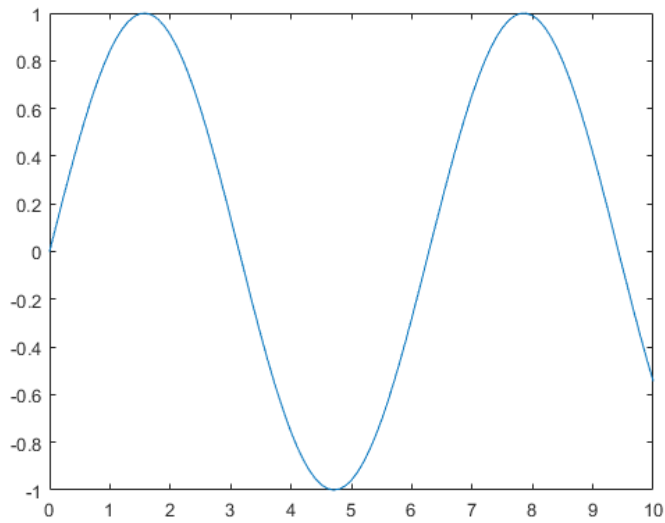
De lägre övertonerna kommer att ta sig igenom transformatorn och genom likriktaren för att sedan i viss mån "förpesta" likspänningen i apparaten.

De flesta prylar är försedda med någon form av spänningsreglering för att säkerställa en stabil likspänning oavsett tillförd spänning eller belastning, men ingen regulator är perfekt och risken för att den inte klarar av att kompensera för alla "störningar" är inte försumbar.

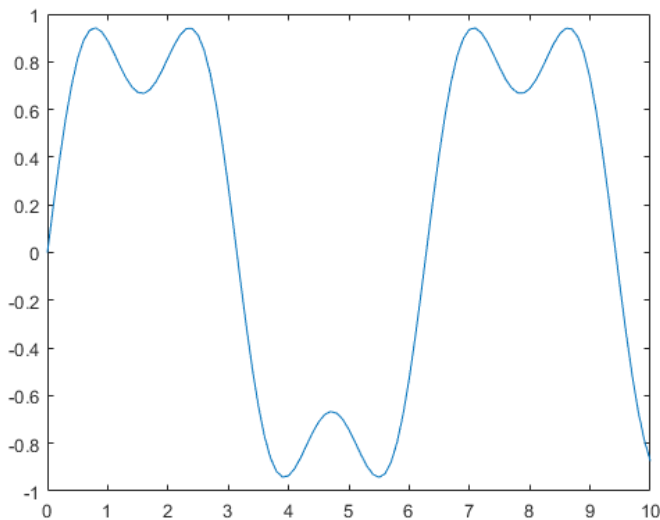
Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

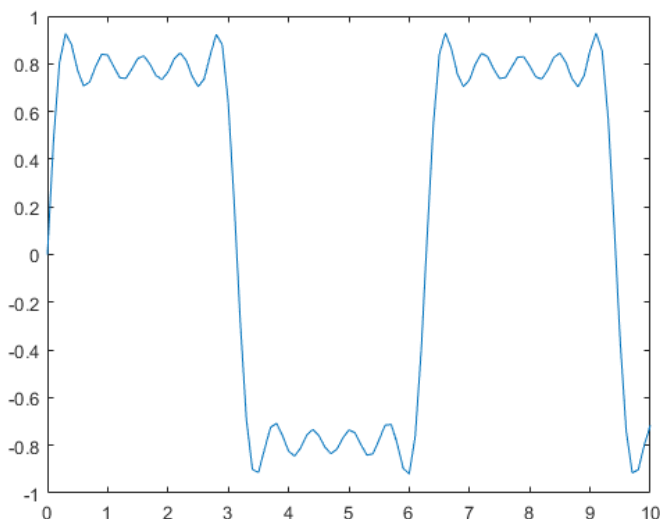
Nedan ser ni grundtonen på 50 Hz.



Nu har vi lagt till en lagom dos av den 3:e övertonen (150 Hz).



och här har vi kryddat grundtonen med 3:e, 5:e, 7:e och 9:e övertoner (150,250, 350 och 450 Hz).



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Man behöver inte ha så värst livlig fantasi för att kunna ana vad en sådan signal gör för en skivspelarmotor som kräver en perfekt sinsvåg.

Det går ju inte att freda sig mot övertonerna helt, så det bästa man kan göra är att försöka terminera dem så effektivt som möjligt.

Vad jag har kommit fram till så är det effektivaste sättet att hålla förimpedansen så låg som möjligt.

Man kan oftast fixa till betydligt bättre förutsättningar för sin ljudanläggning med relativt små insatser.

Det är väl kanske inte att rekommendera att ni själva gräver upp och byter ut er serviskabel, men det finns lite att göra på din sida om centralen.

Korta strömkablar med en grov area kan hjälpa till att hålla ner förimpedansen, bra uttag och stickkontakter ingår också i det tänket.

Är det långt från centralen till hifi-uttaget så kan det verkligen vara motiverat att dra fram en egen matning med minst 2,5 mm² area, helst grövre.

En 10 meters förlängningssladd av varuhusmodell höjer förimpedansen med ungefär 0,3-0,5 ohm. Avslutas den även med en klen list försedd med strömbrytare kan ni nog lägga till ytterligare 0,2-0,3 ohm.

Det är något att tänka på.

Undvik en sådan kabel till hifi'n, de är avsedda för julgransbelysningar och liknande laster.

Ni kan själva räkna ut kabelresistansen så här: $(0,0175 * \text{kabellängd i meter}) / \text{kabelarea i mm}^2$

(0,0175 är en konstant för koppar)

Tänk på att 10 meter mellan central och hifiuttag har 20 meter ledare. det är ju 10 m i varje riktning.

Med tanke på hur övertonsströmmarna från en lågenergilampa vs LED-lampa ser ut, så hade jag bytt ut mina lågenergilampor omedelbart. 😊 (förklaring följer)

Låt inte heller mobil/dator-laddaren sitta kvar i vägguttaget utan att telefon/dator är ansluten. De stör minst lika mycket obelastade har jag märkt, till och med mer ibland.

De levererar störningar från 3:e överton och upp till över 500 kHz.

Jag minskade t.ex. den ena "slask-fasen's" THD mätt i centralen med 1,2% bara genom att ansluta min stationära dator inkl. kringutrustning (skärmar, skrivare, router, printserver, NAS, o.s.v.) till en avstörd nätlist (Supra LoRad MD06).

Man kan ju ta ett ytterligare steg längre.

Försök att samla ihop dina värsta "skitgrisar" på en grupp (givetvis inte på hifi-fasen) och montera ett nätfiltre på den gruppen så hindrar du en del av övertonerna att komma tillbaka till centralen.

Det smutsiga nätet.

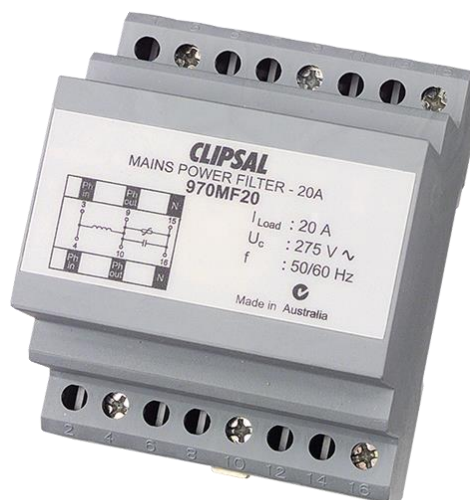
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det finns många enkla och billiga nätfiler typ



Jag hade ett liknande filter till skivspelarens motorstyrning tidigare med gott resultat och det finns till och med de som är avsedda för montage i en normcentral.

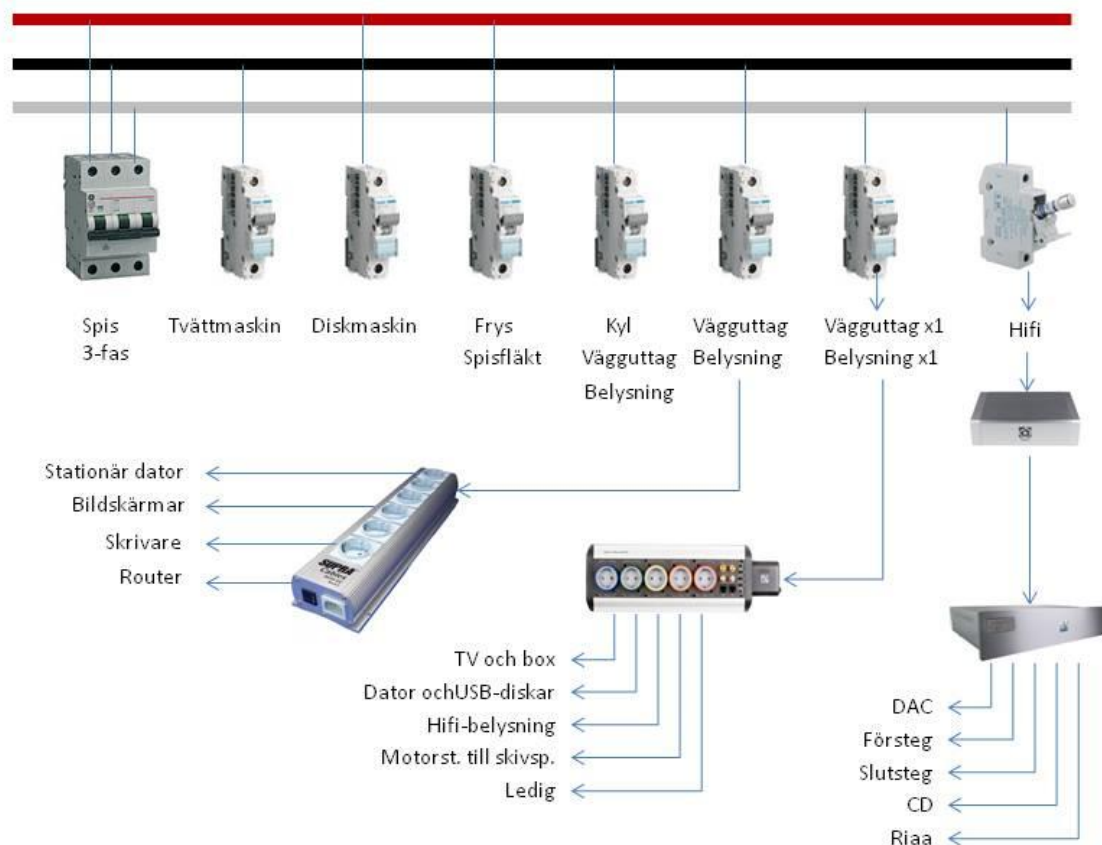
Det går också att komplettera en 3-fas varvtalsstyrd (frekvensomriktad) motor till ett ventilationssystem eller en värmepump med ett extra nätfiler för bråkdelen av vad en Hifi-strömrenare kostar.



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Så här har jag gjort.



På hifi-fasen (inte hifi-säkringen) har jag en extra strömrenare/filter som i sin tur matar alla icke hifi-signalbärande apparater som ingår i anläggningen. Man bör ha alla prylar som är ihopkopplade på samma fas för att förhindra onödiga jordströmmar. Belysningen som matas från samma säkring är av halogen-typ och stör inte.

Den stationära datorn med sina tillbehör föregås av ett Supra-filter och ligger på en annan fas än hifi'n.

Efter hifi-säkringen går det till en QX-2 och vidare till en Thor. Därifrån matas anläggningen. Jag har funderat på att sätta små 1-fasfilter till några olika laster i hemmet. Spisfläkten genererar störningar har jag märkt, så även viss belysning. Det finns gott om plats i min central och jag ska bara hitta några lämpliga filter att testa med.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Ett exempel:

Hur mycket övertoner får man om man har 1 ohm förimpedans i nätlisten?

Vi försöker oss på en beräkning så får vi se vad som händer.

Om du har 10 st lågenergilampor på vardera 12W kommer dessa att dra ungefär 0,5 A. Enligt min tidigare mätning ger lågenergilamporna en 3:e övertonsström motsvarande 66% av grundströmmen.

Det blir 0,33 A.

Med 1 ohm's förimpedans borde då spänningen för den 3:e övertonen bli $(0,33A * 1 \text{ ohm})$ 0,33 Volt eller 0,1%.

Nu ska ju alla övertonsströmmar adderas så resultatet kommer att bli lite högre, men nu förstår du säkert min 😊 i texten ovan. Det här är nog ett "piss i Mississippi".

En intressant artikel i ämnet "Nätpåverkan av lågenergibelysning" finns [här](#).

För er som inte orkar läsa igenom den så får ni här ett citat som sammanfattning.

"den lågfrekventa nätpåverkan (under 2 kHz) är ringa vid utbyte av glödlampor till andra ljuskällor med motsvarande ljusstyrka i våra bostäder. Strömövertonerna ökar men samtidigt så minskar grundtonsströmmen."

(2 kHz motsvarar den 40:e övertonen.)

Tyvärr klarar inte mitt mätinstrument mer än 5 A så jag har inte kunnat mäta hur mycket övertonsström mitt slutsteg tillför, så detta får bli helt teoretiskt.

Slutsteget drar ungefär 4 A i vid normal spelning (men väl över 10 A under den första minuten efter uppstart) och tittar vi på min tidigare mätning på ett helvågslikriktat nätaggregat så ser vi att den 3:e övertonen var på 82% av grundströmmen, den 5:e på 65% och den 7:e på 32%.

Om vi för enkelhetens skull säger att mitt slutsteg är ett helvågslikriktat nätaggregat så skulle den 3:e övertonsströmmen i så fall vara på 3,3 A, den 5:e på 2,6 A och den 7:e på 1,28 A.

Bara den 3:e övertonen skulle alltså generera en övertonsspänning på 3,3 volt med 1 ohm's förimpedans. Det är 1,4%.

Summan av övertonsströmmarna = $\text{SQR}(2:a^2+3:e^2+4:e^2+5:e^2\dots\dots\dots)$

Om jag har räknat rätt så kommer de här tre första övertonerna att generera en övertonsström på 4,4 A tillsammans, vilket ger 4,4 Volt över 1 ohm's förimpedans.

Bara slutsteget ger i så fall nästan 2% övertonsspänning.

Nu är detta bara teoretiska beräkningar, men jag vill ändå på så sätt försöka förklara hur mycket THD våra förbrukare genererar.

Var gränsen går för oss hifi-nördar vet jag inte, men vad man anser rent allmän belyses av tabellen nedan.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Tabell 2. Gränsvärden för övertonshalter [8].

	Normal övertonshalt. (Ingen risk för skada på utrustning)	Signifikant övertonshalt. (Risk för skada på utrustning)	Hög övertonshalt. (Risk för skada på utrustning. Åtgärder bör vidtas)
THD Spänning	< 5 %	5 % - 8 %	> 8 %
THD Ström	< 10 %	10 % - 50 %	> 50 %

Jag ligger alltså i överkant av mittfältet (5-8%) med "risk för skada på utrustning" och det vore märkligt om man inte får någon ljudmässig påverkan långt innan apparaterna riskerar att gå sönder.

Nu tror jag som sagt att de flesta av våra hifi-apparater har en hyfsat bra filtrering av de här låga övertonerna i sin nätdelar, men jag tvivlar starkt på att de skulle vara 100% immuna. Jag tror också att övertonerna (inte nödvändigtvis harmoniska) i ett betydligt högre frekvensregister än vad jag har tittat på påverkar våra prylar mer. Tyvärr kan jag inte mäta de högre frekventa övertonerna med mina instrument.

Nättransformatorer brukar normalt sett inte ha någon större bandbredd. De är gjorda för 50/60 Hz och kommer därför att dämpa många av de högre övertonerna innan de når likriktaren och elektroniken.

Problemet är att den energin som transformatorn inte "släpper igenom" till sekundärsidan kommer att generera en massa värme istället.

Varmgång i komponenter gynnar inte livslängden positivt och kan även påverka deras prestanda negativt.

Quote

"Förbrukare både på hifins matarledning, mina andra grupper på centralen och mina grannars förbrukare påverkar alltså min hifi (i den ordningen)"

Jag har inga vetenskapliga belegg för detta påstående, men det verkar som att grannarnas förbrukare på min hifi-fas påverkar mig mer än vad jag har för förbrukare på de andra två faserna.

En strömrenare av typ Nordost Thor eller en QX-2/4 påverkar knappast de här låga övertonerna (2-20) överhuvudtaget, men i gengäld påverkar den knappast förimpedansen heller (0,012 ohm).

Den här typen av "strömrenare" har sin verkan på betydligt högre frekvenser än den 20:e övertonen (1000Hz).

Trots den höga halten av övertoner i området 2-20 hos mig, så tycker jag att det är just den här typen av strömrenare ger mig bäst resultat.

Man ska nog vara försiktig med att dra några allt för stora slutsatser av den här typen av amatörmässiga experiment, men detta är ändå vad jag har kommit fram till så här långt. Det är fritt fram att tolka det som rent svammel om ni vill.

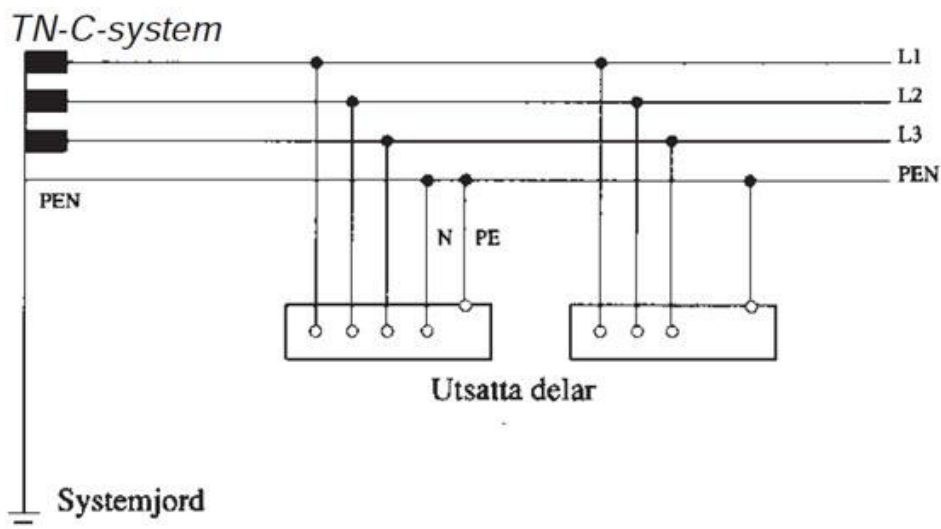
Det finns så många mätningar kvar att göra för att kunna täcka upp alla eventualiteter, men jag saknar i dagsläget resurser att ta det mycket längre än så här.

Det smutsiga nätet.

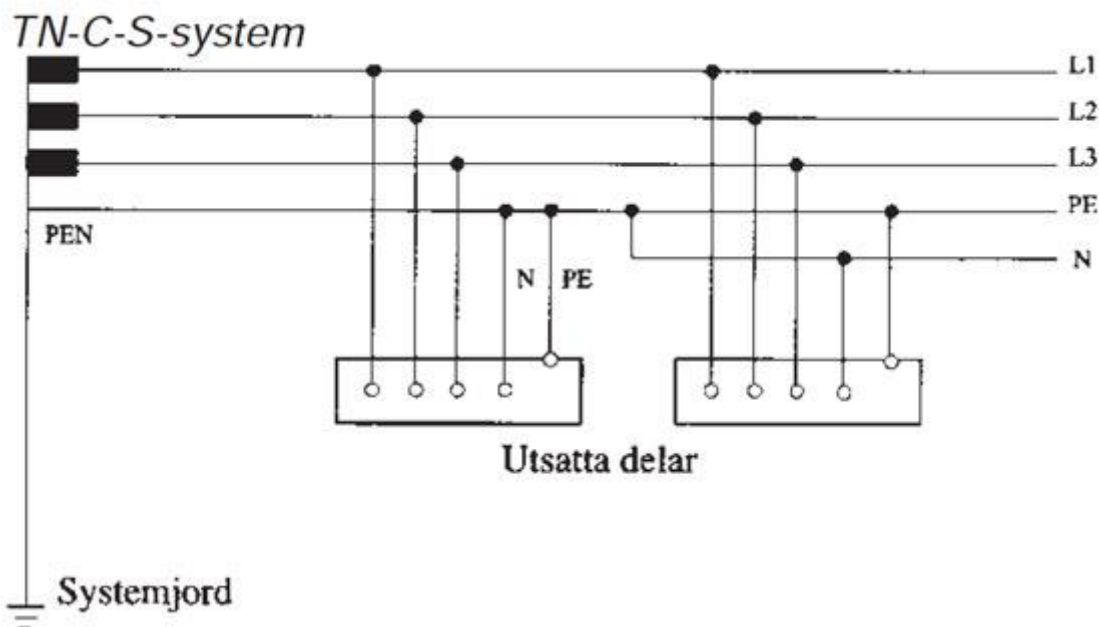
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det finns ett antal olika typer av fördelningssystem. Beteckningarna för dessa är: TN-C, TN S, TN-C-S, IT och TT.

TN-systemet har en punkt direkt jordad, och utsatta delar i installationen är anslutna till denna punkt med skyddsledare eller PEN-ledare. De tre **TN-systemen** definieras med hänsyn till hur neutralledare och skyddsledare är anordnade.



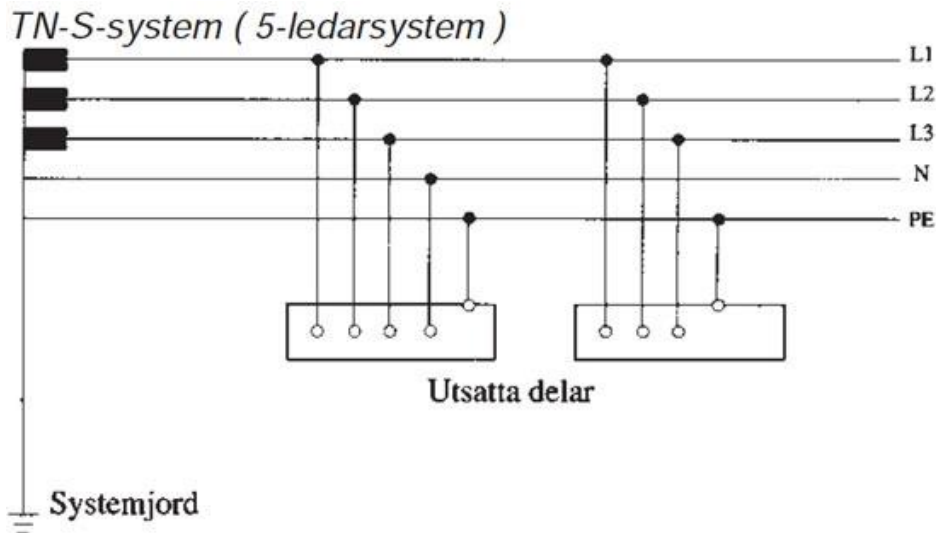
Lågspänningsdistribution med 230/400 V sker normalt i **TN-C-system (fyrledarsystem)**, där neutral- och skyddsledarfunktionen är kombinerad i en gemensam ledare.



TN-C-S-system (neutral- och skyddsledarfunktionen kombinerad i en ledare i en del av systemet) är vanligt förekommande i allmänna anläggningar.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.



TN-S-system (femledarsystem), där neutral- och skyddsledare är åtskilda, används normalt inom byggnader men även allt mer i serviser och i nya distributionsnät. Med detta system minskar risken för vagabonderande strömmar och det orsakar därmed mindre magnetiska fält och störningar (EMI, elektromagnetisk interferens) än motsvarande TN-C-system.

Bilderna är lånade från www.voltimum.se och du kan läsa mer på deras hemsida:
<https://www.voltimum.se/glossary/fordelningssystem>

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Efter att ha satt mig in i våra olika fördelningssystem blev jag nyfiken och smög runt lite i källarregionerna för att försöka hitta ledtrådar till hur "mitt" elsystem ser ut. Innan källarpromenaden började jag med att kolla i min egen central och det kommer upp fem "tåtar" till mig. Jag har alltså ett TN-C-S system.

En ny mätning med Profitest instrumentet resulterade i följande story.

Jag började med att kontrollmäta i mitt hifi-uttag. Nu fick jag 1,09 ohm, sist blev det 1,121 ohm (mätt mellan fas och nolla, F-N). Jag kan inte mäta F-PE (mellan fas och jord) för då löser jordfelsbrytaren direkt.

Nästa mätning var direkt i centralen, L1-N, L2-N och L3-N. Jag bröt min huvudbrytare och mätte på direkt på inkommande kablar.

L1-N = 0,38 ohm
L2-N = 0,38 ohm
L3-N = 0,99 ohm

L1-PE = 0,40 ohm
L2-PE = 0,41 ohm
L3-PE = 1,04 ohm

L3 är givetvis min hifi-fas. Något är alltså galet.

Jag for in till grannen och frågade om jag fick kolla på hennes central, hon tittade konstigt på mig och kontrade snabbt med "Inte på första dejten grabben, det krävs minst en bukett blommor och en fin middag först".

Det tog några sekunder innan jag fattade. 🤔
Isen var bruten och jag fick tillträde till hennes EL-central.

L1-N = 0,37 ohm
L2-N = 0,37 ohm
L3-N = 0,36 ohm

L1-PE = 0,39 ohm
L2-PE = 0,38 ohm
L3-PE = 0,39 ohm

Nu råder det ingen tvekan, det är något fel med min matning och inget gemensamt fel.

Leta upp fastighetsskötaren, övertala honom att låna ut nycklarna till "el-rummet" och med Profitest:en i högsta hugg försvann jag ner i källaren. Jag skruvade ut mina tre säkringar och mätte direkt i passkontakten. Tyvärr kommer jag inte åt någon "nolla" eftersom allt är låst eller plomberat, så jag får mäta mellan fas och jord istället.

L1-PE = 0,33 ohm
L2-PE = 0,33 ohm
L3-PE = 0,97 ohm

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Felet finns kvar även på denna nivå, jag misstänker den låsta centralen mellan huvudbrytaren och mätarna.

På morgonen efter ringde jag till föreningens elfirma och förklarade min upptäckt. Receptionisten förstod inte många ord, så hon kopplade mig vidare till en av gubbarna på fältet.

"Va f_n håller du på med?"

Jag berättade hela historien för honom och till slut tog han det på fullt allvar. Han avslutade faktiskt samtalet med "bra jobbat".

När jag kom hem från jobbet låg det en lapp i postfacket.

Elektrikern hade redan varit här.

En passkontakt och en säkring hade bytts ut och alla anslutningar hade efterdragits enligt arbetsorderns återrapportering.

Mycket riktigt låg felet i den central som jag misstänkte.

Enligt vaktmästarens utsago "det var bränt i hålet som proppen sitter i" kan jag förstå anledningen till mitt "problem".

Det är rätt gott att veta att jag inte spände bågen i onödan.

Upp till bevis.

Jag "fimpade" min central, klädde av den skalet och mätte direkt på de inkommande faserna.

L1-N = 0,31 ohm

L2-N = 0,33 ohm

L3-N = 0,32 ohm

I mitt hifi-uttag har jag nu



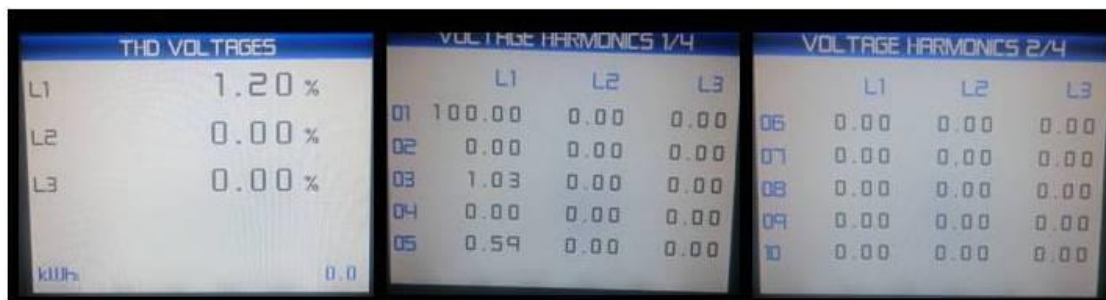
0,38 ohm (605 A). En oerhörd förbättring alltså.

Att gå från det högsta värdet som jag har mätt någonstans, till bland de lägsta, var faktiskt oväntat.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Jag pluggade givetvis in mitt THD-instrument i hifi-uttaget omedelbart och här är det nya



resultatet. (Måndag kväll kl 18:15)

Första mätningen visade bara 1,20% THD och inga övertoner alls över den 5:e.

Jag kom på att jag hade försteg, slutsteg och CD-spelare i standby, men resten av prylarna i drift. (total strömförbrukning=1,17 A)

Tyvärr gjorde jag nog inte någon tidigare mätning av detta driftläge, så jag har inget att jämföra med. (Det är lätt att vara efterklok.)

Så här ser det ut när hela anläggningen är i drift, men med slutsteget i tomgång. (totalt 2,6 A förbrukning).



Det är samma driftläge som vid mina tidigare mätningar.

1,60 %, Not so f*ck*ng bad!

Man ser nu att anläggningen genererar mest av den 5:e övertonen, men det är inte mycket kvar.

Inga övertoner över 0,01% från den 6:e och upp.

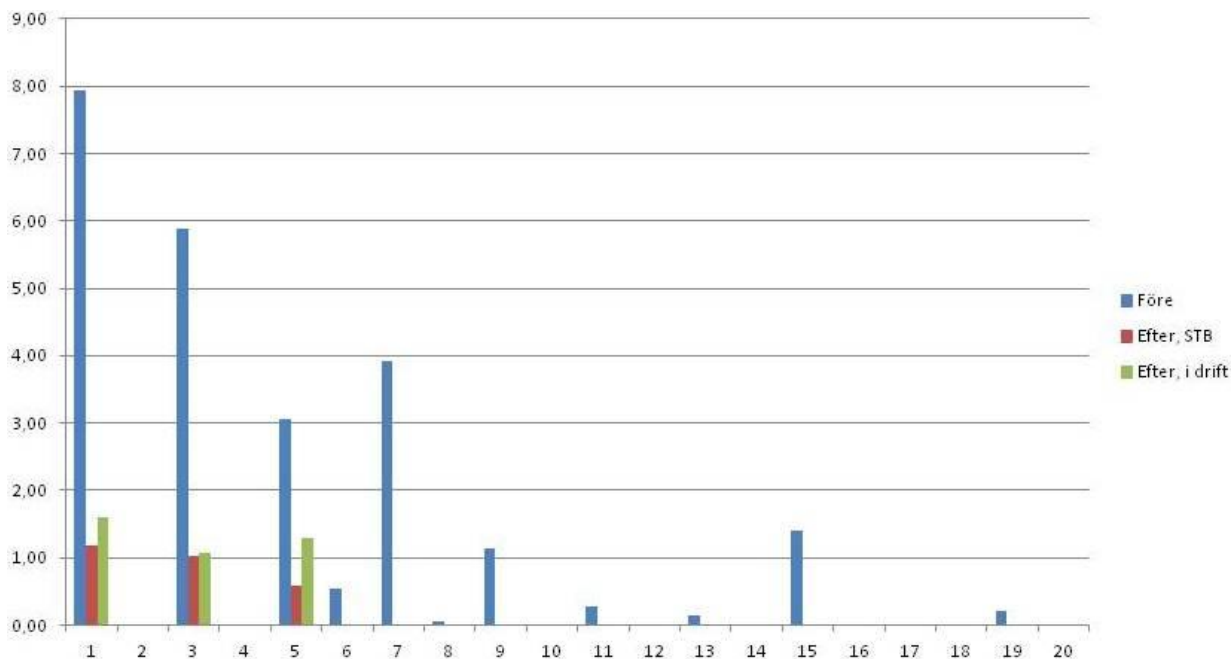
Detta ska då jämföras med 7,93 % THD som jag hade innan åtgärden

Namn	THD i%	Övertoner																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Före	7.93	0.00	5.88	0.00	3.05	0.54	3.91	0.06	1.13	0.00	0.28	0.00	0.14	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00
Efter STB	1.19	0.00	1.03	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Efter idrift	1.60	0.00	1.07	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

och samma siffror men i stapelform.



Jag kan dock inte förstå varför jag hade så hög THD innan. Övertonerna borde ju logiskt komma från min sida av felet (övergångsresistansen) och hur jag än räknar på de laster som jag totalt har på den fasen och vilka övertonsströmmar som de genererar så får jag inte ihop mer än 5-5,5% med min gamla höga förimpedans.

"Shit the same" egentligen, man måste ju inte nödvändigtvis förstå allt, men det stör mig ändå att inte veta.

Här har ni mina slutsatser av den här storyn.

- Dålig kontakt ger bevisligen en högre förimpedans, ganska logiskt eller hur?
- En högre förimpedans ger bevisligen också mer THD. Extra kul när teori och praktik stämmer överens.
- Även en elinstallation kan behöva service och översyn.
- Envishet kan definitivt löna sig.

Med en förimpedans på 0,38 ohm i hifi-uttaget och en THD på 1,60% i stället för 1,121 ohm och 7,93% THD så är jag faktiskt ganska nöjd.

Hade jag bara mätt THD och förimpedansen på någon av de andra faserna hade jag nog uppdagat felet tidigare.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Brända passdelar är ingen ovanlighet för mig (i mitt jobb alltså, det är däremot första gången på hemmaplan).



Detta hände nyligen.

Allt satt ihop. När jag gängade av huven fick jag med mig både säkring och passkontakt.

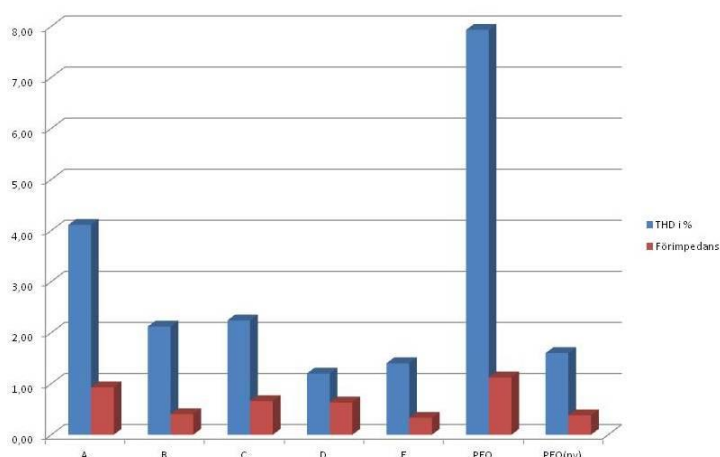
Elektrikern skrev ju i sin rapport att han hade "efterdragit" alla anslutningar också. Det kan kanske vara någon/några 0,1 ohm även i den åtgärden.

Här kommer ytterligare en felkälla att ha med sig.

Jag har nu besökt samtliga av gubbarna A-E för att mäta förimpedansen i deras hifi-uttag. (se sid.9 för en förklaring av "Gubbe A-E").

Så här ser sammanställningen av THD vs förimpedans ut.

Namn	THD i%	Förimpedans
A	4,11	0,93
B	2,12	0,40
C	2,24	0,66
D	1,20	0,63
E	1,40	0,33
PEO	7,93	1,12
PEO(ny)	1,60	0,38



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det misstänkt "höga" värdet hos A vid den första mätningen föranledde ett återbesök för att kontrollmäta på inkommande fasar direkt i hans central.

L1-N = 0,38 ohm

L2-N = 0,38 ohm

L3-N = 0,38 ohm

Här verkar det inte vara några problem.

Nästa mätning var på utgången hos den automatsäkring som bl.a. matar stereon.

Nu mätte vi 0,61 ohm.

På säkringens ingång hade vi 0,39 ohm och på andra sidan visade mätaren 0,61 ohm, skumt. 🤔

Säkringen har alltså en resistans på 0,22 ohm.

Övriga säkringar kontrollerades också och de uppvisar en resistans på 0,02-0,11 ohm. (Säkringarna är av fab/modell GE EPP60)

Efter detta konstaterande är jag riktigt nöjd med att jag valde en smältsäkring till min hifi-matning i stället för en automat.

Den mäter 0,00 ohm.

Det är tydligen normalt med så hög övergångsresistans och så stor spridning hos automatsäkringar.

Utifrån detta skulle jag undvika dem till varje pris till det här ändamålet. Det spelar säkert ingen roll till taklampan, klockradion eller till brödrosten, men.....

OK, men 0,61 ohm på säkringens utgång och 0,93 ohm i hifi-uttaget är ju ändå en ganska stor skillnad, var är resten?

Någonting, någonstans orsakar en resistans på 0,32 ohm.

Fram med tumstocken och en snabb överslagsberäkning på hur långt det var mellan centralen och hifi-uttaget (kabelvägen).

Vi fick det till 13-14 meter.

14 meter kabel blir ju 28 meter ledare totalt.

kabelresistansen = $0,0175 \cdot \text{längden} / \text{arean}$ ($0,0175 \cdot 28 / 1,5$)

Resultatet blir 0,32 ohm.

Förimpedansen i centralen (0,38 ohm) + säkringens resistans (0,22 ohm) + den teoretiska kabelresistansen till hifi-uttaget (0,32 ohm) = 0,92 ohm.

Jag älskar när teori och praktik stämmer så här bra.

Här ser man hur stort tillskott till förimpedansen som den fasta installationen kan ge. De 14 m med 1,5mm² FK som A har mellan central och uttag ger nästan lika mycket som vad hela vägen från nätstationen och fram till hans central gör.

Säkringen kommer att bytas ut snarast och med stor sannolikhet kommer han även att dra fram en egen matning till hifi'n.

Mätvärden kan vara rätt övertygande.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

En liten räkneövning.

1. Han byter ut säkringen mot en smältsäkring med 0,00 ohm.
2. Han drar fram en egen matning till hifi'n med 4mm² kabel (det kommer förvisso att öka till 16 meter kabel vid utvändig förläggning).

Hur mycket förimpedans blir det då rent teoretiskt i hifi-uttaget?

Kabelresistansen blir $0,0175 \cdot 32/4 = 0,14$ ohm.

Summan borde då bli: Förimpedansen i centralen (0,38 ohm) + säkringens resistans (0,00 ohm) + kabelresistansen till hifi-uttaget (0,14 ohm) = 0,52 ohm.

En sänkning av förimpedansen i hifi-uttaget från 0,93 och till 0,52 ohm borde göra skillnad. Det skulle inte förvåna mig om han sänker sin THD till hälften av vad han hade tidigare.

De här åtgärderna är givetvis ingen garanti för att hans anläggning kommer att låta bättre, men det genererar ändå en viss "feelgood"-känsla som man definitivt inte ska förringa. Antagligen finns det ingen självklar korrelation mellan mätvärde och lyssningsupplevelse här heller, men man måste testa för att få veta, i vanlig ordning.

Det blev ett säkringsbyte hos A till en Klangmodul III från den tyska tillverkaren AHP med en 10A 10x38mm säkring.



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Inkommande faser i centralen visade samma som sist.

L1-N = 0,38 ohm

L2-N = 0,38 ohm

L3-N = 0,38 ohm

På klangmodulens ingång mäter vi 0,39 ohm denna gången också och på utgången mäter vi 0,39 ohm.

Säkringen har alltså mindre resistans än vad mätinstrumentet kan detektera.

Som förväntat.

I hifi-uttaget visar nu "Profitesten" 0,72 ohm, att jämföra med 0,93 ohm vid förra mätningen.

Vid den första THD-mätningen hade gubbe "A" 4,11 % THD

och nu visar THD-instrumentet 2,79 %

Det förhållandevis höga halten av 11:e övertonen som han hade sist vi mätte är i stort sätt borta.

Tyvärr mätte jag inte direkt innan säkringsbytet.

Övertone Mätning.1 Mätning.2

3:e 2,89 2,44

5:e 1,77 1,21

7:e 1,11 0,56

9:e 0,45 0,10

11:e 1,99 0,21

-

15:e 0,10 0,10

Nu vet jag att det kan skilja lite mellan olika mättillfällen, men så stor skillnad har jag inte märkt tidigare, max någon/några tiondelar.

Klockan visade nästan på minuten samma tid som vid första mätningen och det var t.o.m. samma veckodag (ren slump).

Jag hann inte stanna kvar för en provlyssning, men han ringde mig två timmar senare och var alldeles till sig av upphetsning.

"*F_n vilken skillnad*" skrek han och la på luren.

Nu hör det till saken att han tillhör den skaran som gärna "blåser upp" resultatet av alla små "tweek's", men han är samtidigt en väldigt kritisk lyssnare.

Det fick bli en snabb provlyssning hos A dagen efter.

Om det är den minskade nät-distorsionen eller om klangmodulen och säkringen besitter några magiska krafter, det vet jag inte, men att det blev skillnad står utom all tvivel.

Det blev ett helt annat lugn och en irriterande, nästan stressande betoning/vasshet i mellanregistret (som jag har stört mig på tidigare) var spårlöst försvunnen.

Jag har hela tiden anklagat förstärkaren för att vara orsaken till den vassheten, så fel man kan ha.

Det kan ju vara så enkelt att hans befintliga förstärkare är känslig för den här typen av nät-distorsion och nu har fått bättre arbetsbetingelser.

Jag är förhållandevis van vid A's anläggning och vi spelade uteslutande välbekant musik, så att blev skillnad är det ingen tvekan om.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

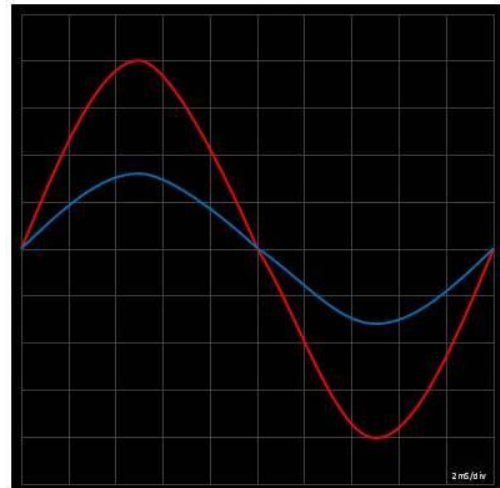
Jag tänkte avsluta detta kapitel med en sammanfattande epilög på vad vi har gått igenom så här långt.

"

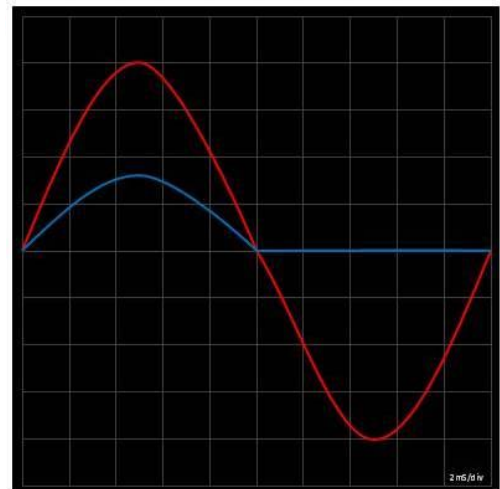
I den perfekta världen skulle ju spänningen i vägguttaget vara en helt ren 50Hz sinusformad växelspanning på 230V och med en oändligt låg förimpedans, men verkligheten ser annorlunda ut.

Spänningen varierar på grund av bl.a. övertoner, transienta störningar(spikar), högfrekventa RFI störningar (Radio Frequency Interference) och flimmar.

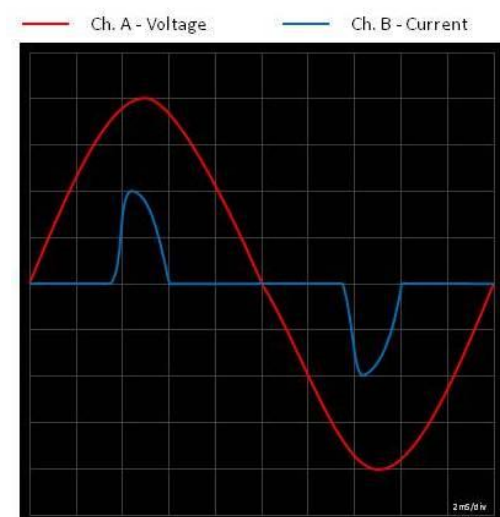
Linjära laster (resistiva) som värmelement och gamla hederliga glödlampor orsakar inga övertoner.



Symmetriska och halvågslikriktade belastningar orsakar jämna övertoner (2, 4, 6, osv).



Icke linjära laster som lågenergi/LED-lampor, utrustning med likriktare, dimmers och varvtalsstyrda motorer (listan kan göras lång) orsakar däremot ett spektra av udda övertoner (3, 5, 7, osv).

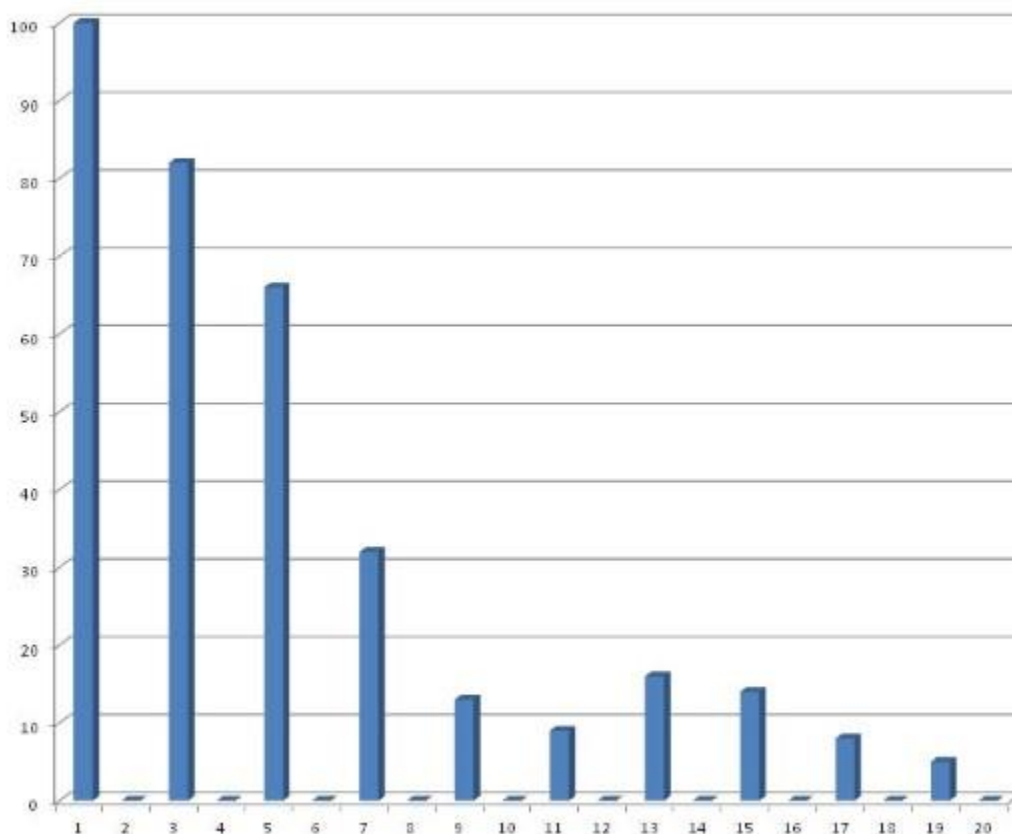


— Ch. A - Voltage — Ch. B - Current

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

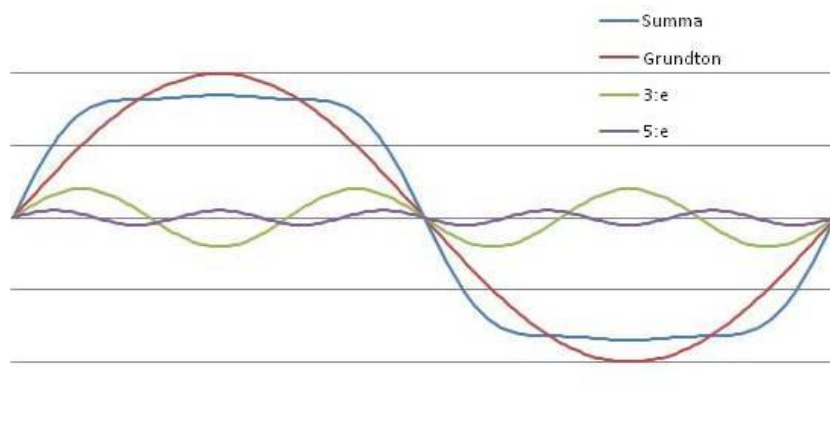
Spänningsaggregat med transformator



Jag talar alltså om övertonsströmmar.

Övertonsströmmarna ställer mest till med problem för kraftleverantören i form av reaktiv effekt som de inte får betalt för, ökade förluster/varmgång i kabelnätet, överbelastning av neutralledare, felfunktion i jordfelsövervakning, varmgång i transformatorer, mm.

Det är när dessa övertonsströmmar bildar spänningsfall över alla små resistanser i vårt nät (från nätstation till vägguttag) som det bildas en överlagrad övertonsspänning på vår spänningsmatning.



(storleken på övertonerna i bilden ovan är klart överdriven.)

Ju lägre nätimpedans, desto lägre övertonsspänning får vi. Summan av grundtonen och alla dessa övertonsspänningar (blå kurva) jämförs med grundtonen (röd kurva) och avvikelsen kallas "Total Harmonic Distorsion", eller THD och anges i %.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Vanliga problem relaterade till övertoner:

- Livstidsförkortning av utrustningen, t.ex glödlampor som oftare går sönder.
- Överbelastning av vissa spänningskänsliga komponenter som sitter direkt på nätet, typ kondensatorer avsedda för faskompensering (finns ofta i lysrörsarmaturer), eller i switchade nätdelar.
- Ökade och mer komplexa magnetfält (kan ge störningar i kablar och på utrustning)
- Varmgång i transformatorer med prestandaförluster som konsekvens
- Övertoner ger upphov till pulserande moment hos roterande maskiner/motorer (läs skivspelare) mm

Den enklaste lösningen att slippa höga värden av THD är att aldrig skapa övertonsströmmarna.

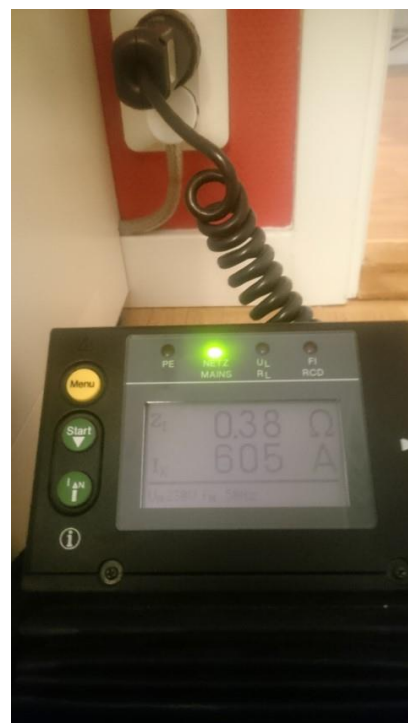
Välj era laster väl och välj framförallt vilka laster som matas från samma fas som Hifi'n.

Nästa steg är att hålla ner förimpedansen genom att ha grövre area på hifi'n's matning, kraftigt byggda strömlister, bra kontakter och uttag med stor anläggningsyta och högt kontaktryck och säkring med låg resistans. Där har smältsäkringar visat sig vara betydligt bättre än majoriteten av de uppmätta automatsäkringarna.

Glöm inte heller att välja en "bra" strömkabeln till själva apparaten. Använd inte sladden som du fick med till fotbadet eller till datorn, många av de här "standardkablarna" uppvisar en resistans på mer än 0,12 ohm/meter (inkl. kontakter).

Ett litet exempel på "fel" prylar.

Jag mätte med "profitesten" direkt i ett vägguttag och fick 0,38 ohm.



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Nästa mätning var i sista uttaget på en strömlist med 0,75 meter kabel från "stora varuhuset" .

Det ökade till 0,54 ohm. En skillnad på 0,19 ohm vilket motsvarar 13,5 meter 2,5mm² kabel (27 meter ledare).

Nu har jag även lagt till en 5 meter lång förlängningskabel från samma varuhus.

0,79 ohm är ju den dubbla resistansen mot vad jag har från nätstationen och fram till vägguttaget.

Jag vill med detta bara belysa att den här typen av elutrustning kanske inte bör användas till en hifi-anläggning. De fungerar säkert bra till julgransbelysningen, klockradion, sänglampan eller till en elvisp, men ni ser själva vilken påverkan de gör.

Om någon vill hävda att allt ovanstående bara är B.S. så är det helt OK för mig, men för den någon mer ??? (jag hittar inte ett bra ord) kan det kanske vara ett hjälpmedel till ett renare nät.

"Take it or leave it".



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Impulsstörningar/Transienter (spikar)

Tyvärr kan jag inte presentera några egna mätresultat för att "bevisa" orsak och verkan, så ni får hålla tillgodo med teori och illustrationer.

Jag har läst igenom en hel del litteratur i EMC-frågor under åren och det diskuteras mycket om olika typer av störningar och filter i dem, men det är teoretisk information som jag inte har haft möjlighet att verifiera med egna praktiska experiment.

(EMC är en engelsk förkortning och står för Electro Magnetic Compatibility.)

Ni får själva avgöra vad det kan ha för värde, jag är själv ganska skeptisk till att dra några större slutsatser utifrån teorier utan att kunna verifiera dem.

Det är ju sällan saker och ting verkligen är som de påstås vara, eller hur?

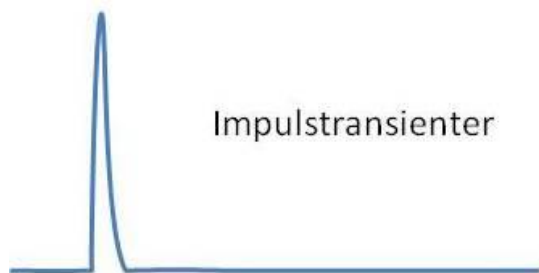
Litteraturen fokuserar framför allt på industriella tillämpningar och deras krav överensstämmer troligtvis inte med våra i alla lägen.

Industrin har också helt andra störningskällor än vad vi har i våra hem.

Transienter på elnätet är snabba och mycket kortvariga förändringar av spänningen. Man brukar kalla sporadiskt förekommande transienter för spänningsspikar eller bara spikar.

Det finns två kategorier av transienter:

1. Impulstransienter
2. Oscillatoriska transienter



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Impulstransienter kan vara antingen positiva eller negativa (avseende polariteten alltså). Transienter varar oftast en mycket kort tid, mindre än 1mS (en tusendels sekund), men kan ha hög amplitud. Spänningar på över 1000 Volt är inte ovanligt. Åska är det som enligt branschen orsakar de största "spikarna".

Oscillerande transienter karaktäriseras av mycket snabba ändringar i spänningens eller strömmens polaritet och genereras främst i samband med in/ur-kopplingar av olika slag. Speciellt vanligt förekommande är de när omkopplingen sker i utrustning med kraftelektronik, typ motorstyrning, svetsning och kraftiga likriktare. Det kan vara högfrekventa transienter med frekvensen 5-500kHz.

Transienter kan komma från överliggande elnät genom åsknedslag eller genom kopplingar ute i elnäten, men den största delen av transienterna skapas faktiskt i din närmiljö, d.v.s. efter din nätstation.

Varje gång du startar eller stoppar en belastning uppstår en transient. Induktiva laster typ motorer, transformatorer och den gamla typen av lysrörsarmaturer med glimtändare genererar förhållandevis stora transienter vid till/frånslag. Borstmotorer (motorer med kol), t.ex. en bormaskin, elvisp, vinkelslip och liknade maskiner kan skapa kontinuerliga transienter på uppemot 600 Volt, inte bara vid start och stopp.

Andra transienterstrande apparater som kan finnas i hemmet:

- Svetsaggregat
- Nätaggregat till t.ex. PC (switchade nätaggregat rent allmänt)
- Varvtalsstyrda motorer t.ex. värmepumpar och ventilation.
- Laserskrivare
- Inverters (omvandlare från likström till växelström)
- Kompressorer (tryckluft, värmepumpar, AC, kyl och frys)
- HF-don för belysning (LED, moderna lysrör, lågenergilampor, neon)
- Moderna spisar.

En låg förtimpedans (nu är jag där igen) gör att de strömrelaterade spikarnas amplitud reduceras.

Påverkar detta oss då?

En del stora transienter kan orsaka knäppar och t.o.m. riktiga smällar i högtalarna. Många elektroniska apparater kan faktiskt gå sönder av kraftiga transienter, eller åtminstone med stor risk för förkortad livslängd.

Motorer kommer att gå varmare om det finns mycket transienter i nätet och i vissa fall kan man få motorer att tappa takten s.k. "micro jogging" som resulterar i vibrationer, missljud och övertemperatur.

Inte så bra för en skivspelare som drivs av nätets 50Hz.

Transienter förkortar definitivt livslängden på glödlampor och lysrör.

Glödtråden i en glödlampa brinner upp av den höga spänningsspiken.

Lysrör som har blivit utsatta för höga halter av transienter brukar få en svart ring ute i änden av röret.

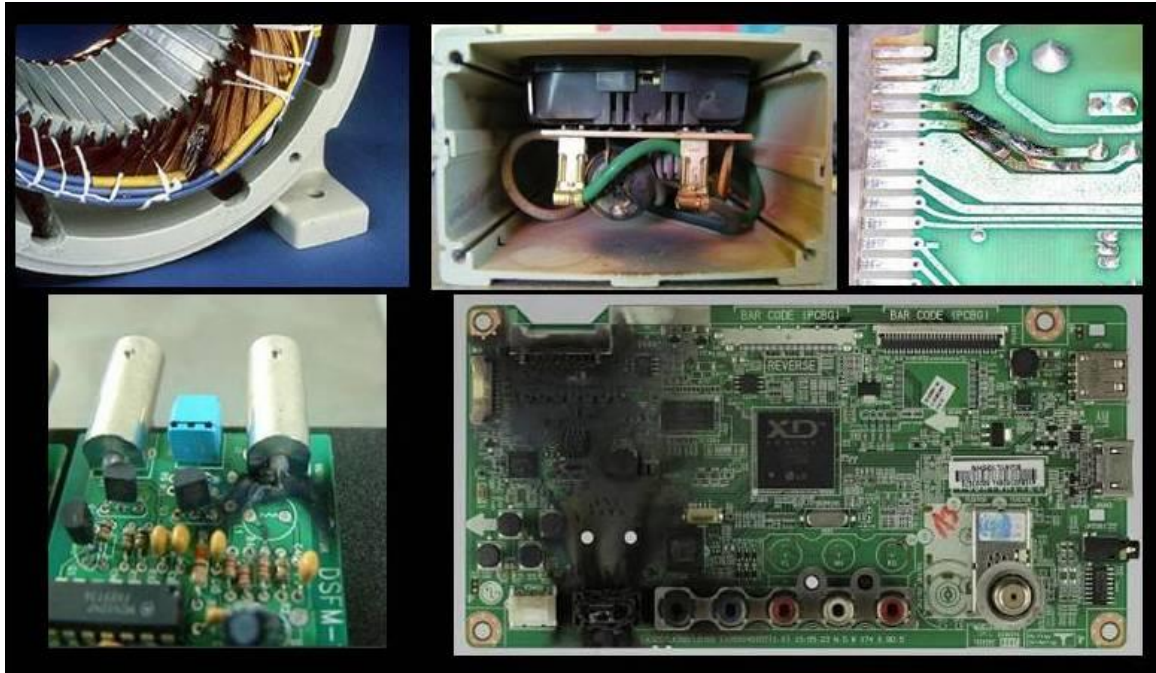
Transienter med hög amplitud kan orsaka överslag i transformatorer med haveri som följd.

Bilden nedan är inte till för att skrämma upp er, men den kanske får er att inse att man inte

Det smutsiga nätet.

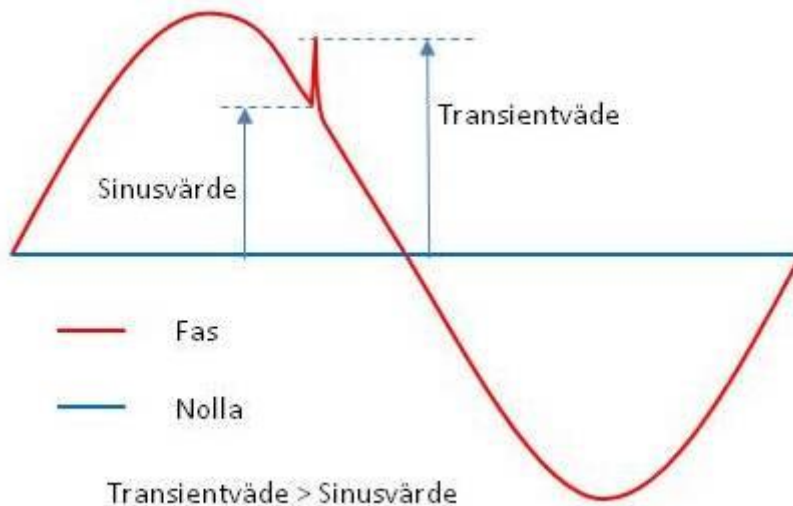
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

ska ignorera transienternas skadeverkningar.



Transienter av den kalibern att de orsakar sådana här skador är tack och lov inte så vanligt förekommande, men de förekommer.

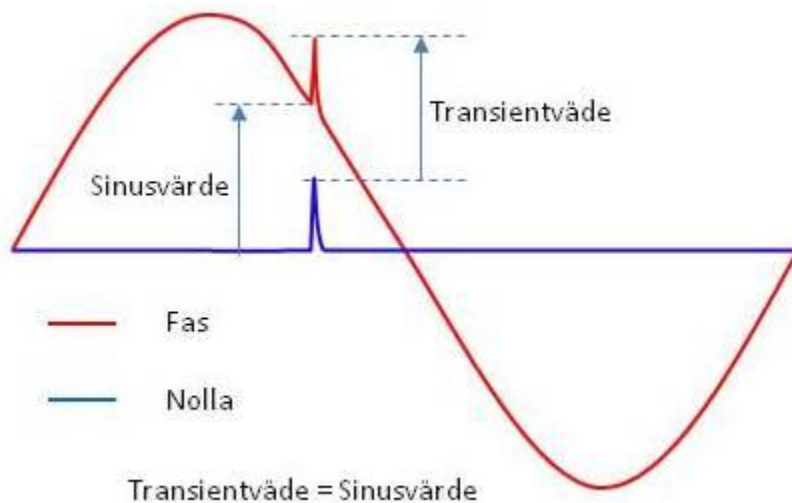
Det finns två olika typer av transienta störningar
Transienten i bilden nedan kallas för "Differential Mode"-transient och är en skillnad (differens) mellan fas och nolla.



Det smutsiga nätet.

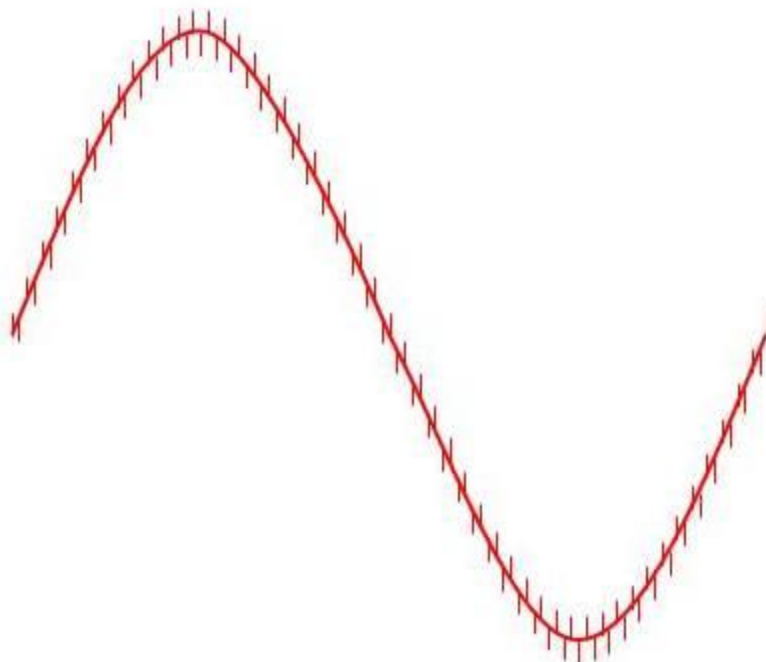
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det finns även transienter av typen "Common Mode" (gemensamma). Transienten har drabbat både fas och nolla i samma utsträckning.



Om ni tittar på bilden ovan så kommer inte spänningen mellan fas och nolla att påverkas av transienten eftersom den är lika stor i båda ledarna. De här båda typerna kräver helt olika medicin. Plåster fungerar inte mot huvudvärk.

En vanlig glödlampa skapar bara transienter när den tänds och släcks, men andra typer av lampor som lågenergilampor och LED-lampor använder switchteknik som kopplar in och ur lampan många tusen gånger per sekund och vid varje in och urkoppling skapas en liten transient.



Bilden ovan illustrerar bara ett litet antal transienter från en lågenergilampa (jag orkade inte rita in fler), det borde vara minst tio gånger så många transienter på sinuskurvan. Det är inte ovanligt att man kör med 20-50KHz switchfrekvens i vissa typer av lampor.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Vid 50KHz switchfrekvens blir det 1000 transienter i vardera riktning per sinusperiod.

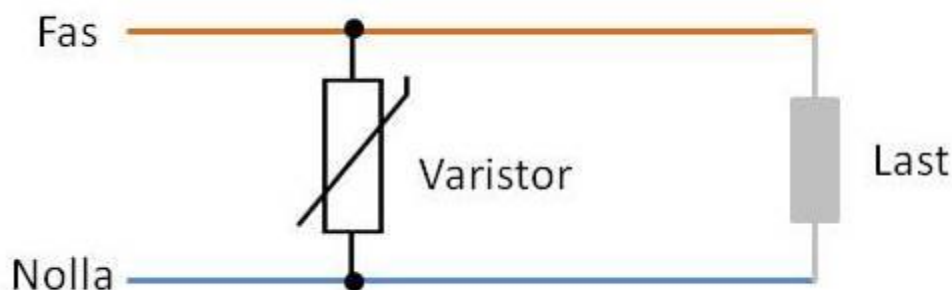
Även om förändringen av spänningen som exempelvis en lågenergilampa orsakar är mycket liten, blir den sammanlagda effekten av många lågenergilampor betydande. Sinuskurvan blir helt luden av små transienter.

Switchteknik används även i elektroniska transformatorer som finns i datorer, bildskärmar, TV-apparater, moderna spisar, laddare, mm.

Switchtekniken skapar väldigt mycket transienter och därmed riktigt smutsig el.

Transienter skapas också av "vanliga" dimmers vilka bryter eller kopplar på strömmen 100 gånger per sekund och transient-amplituden (höjden) är som störst vid 50% pådrag.

Den vanligaste metoden att skydda sig mot höga spänningstransienter (spikar) är med en [Varistor](#) parallellt mellan fas och nolla.



Varistor är ett annat namn för en "**V**oltage **D**ependent **R**esistor", eller VDR och är oftast tillverkad av zinkoxid dopad med olika ämnen för att få de önskade elektriska egenskaperna.

Varistor'n har den egenskapen att den uppvisar en mycket hög resistans när spänningen över den är låg, men minskar drastiskt i resistans när spänningen kommer över ett gränsvärde som kallas V_n .

Vid låga spänningar kan resistansen uppgå till flera MegaOhm (1 000 000 ohm) och leder ingen ström, men över sitt tröskelvärde (V_n) faller resistansen till några få ohm, nästan en ren kortslutning.

En fördel är att varistorn är polaritetsoberoende och fungerar på båda halvperioderna, det räcker alltså med en.

Det smutsiga nätet.

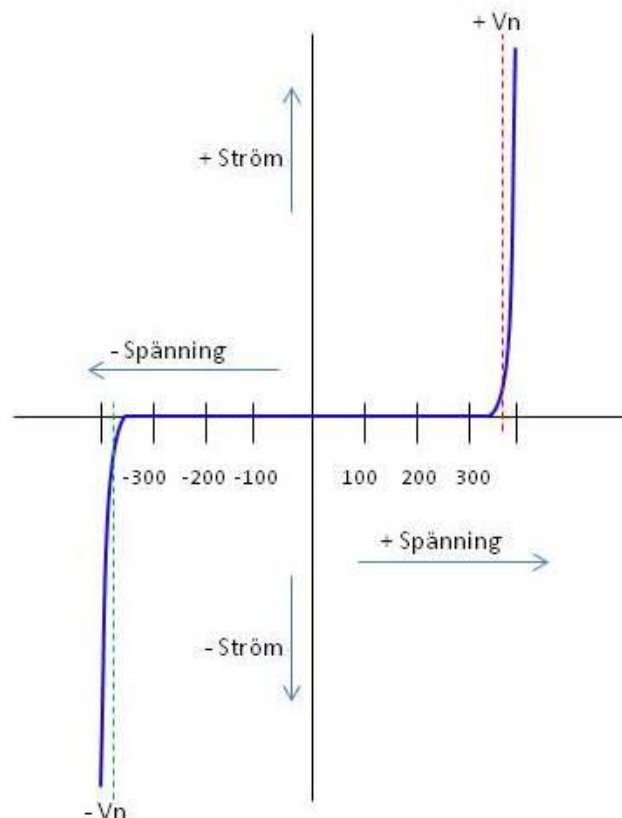
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.



Typisk Varistor



Symbol



Varistorns karakteristik kan ni se i diagrammet till höger i bilden ovan.

Om vi tittar på den högra halvan av diagrammet (+ Spänning) så ser ni att vid den streckade linjen $+V_n$ så ökar strömmen väldigt snabbt.

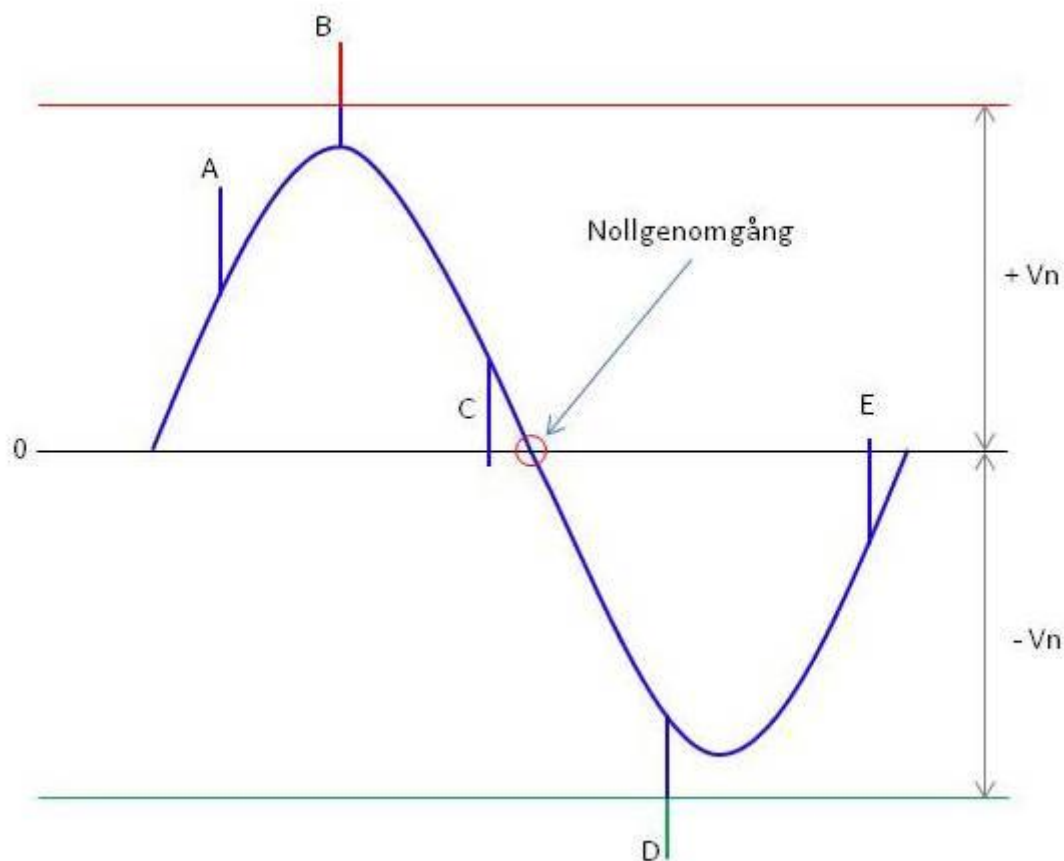
Spikarna kommer att "kortslytas" till nollan så länge spikens spänning är över V_n . Vid transienter med hög spänning eller lång varaktighet kan denna strömrusning resultera i att föregående säkring löser/går sönder.

Det gäller bara att välja en varistor med en tröskelspänning som är högre än normal nätspänning (230V + 10%) men inte så hög att den inte klipper spikarna. Ett typiskt värde är 275 Volt (man anger spänningens effektivvärde).

Man kan väl inte påstå att det här är ett filter, det är snarare ett skydd mot överspänning på grund av transienter.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.



Som ni ser på bilden ovan kommer bara de spikar som överskrider varistorns tröskelvärde V_n (röd och grön) att påverkas, d.v.s. B och D, inte A, C och E. Varistorn tar alltså inte bort transienterna, den ser bara till att vi inte får en för hög spänning.

Ett annat problem är att det finns många apparater som letar efter "nollgenomgången" för att veta var på sinuskurvan man befinner sig (nätsynkronisering).

Vid punkt C och E kommer transienten att "lura" systemet med en falsk nollgenomgång vilket allvarligt kan störa funktionen.

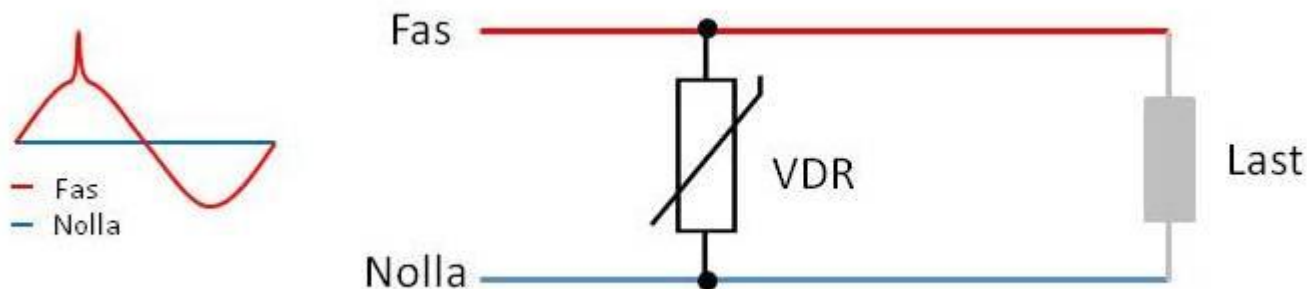
Det är framför allt varvtalsstyrning av motorer och vissa typer av switchade nätaggregat som får problem.

Troligtvis inget som påverkar våra "normala" hifi-prylar.

Det smutsiga nätet.

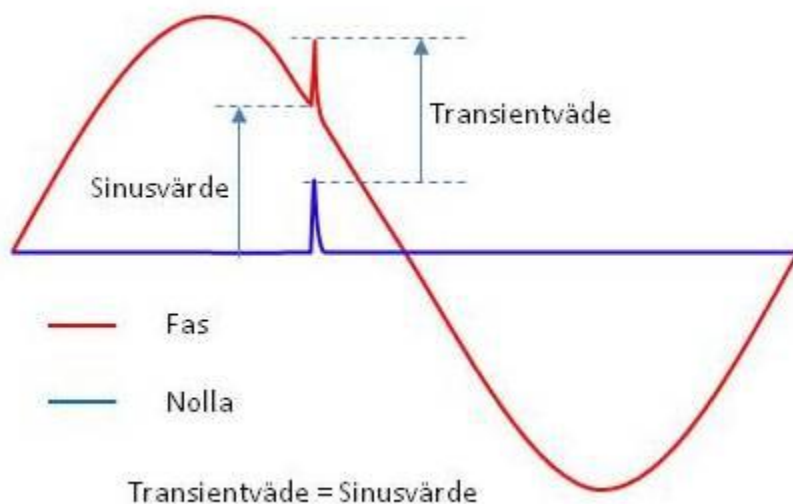
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Bilden nedan visar ett enkelt schema över kopplingen och funktionen.

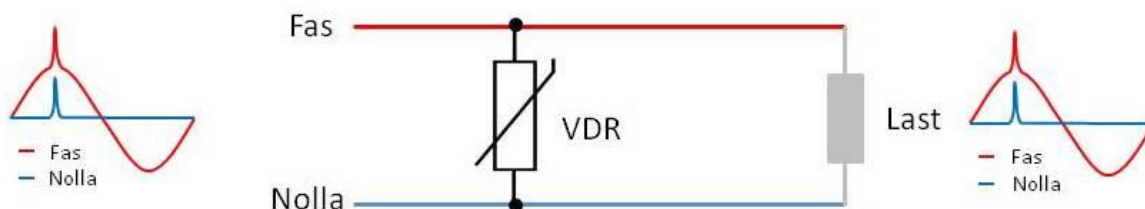


Det finns dock ytterligare ett problem.

"Differential Mode"-transienter (som i bilden ovan) kommer ju att bli av med skalpen om de sticker upp huvudet för långt, men det finns ju även transienter av typen "Common Mode". (De som har drabbat både fas och nolla i samma utsträckning.)



Om ni tittar på bilden ovan så kommer inte spänningen mellan fas och nolla att påverkas av transienten eftersom den är lika stor i båda ledarna. Transientvärdet är lika stort som sinusvärdet.

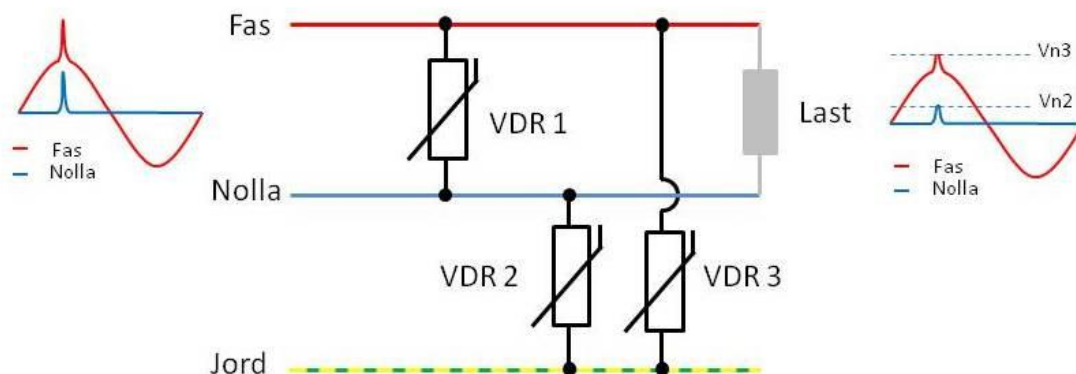


Varistorn kommer alltså inte att känna av spiken.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Lösningen är att använda tre varistorer.



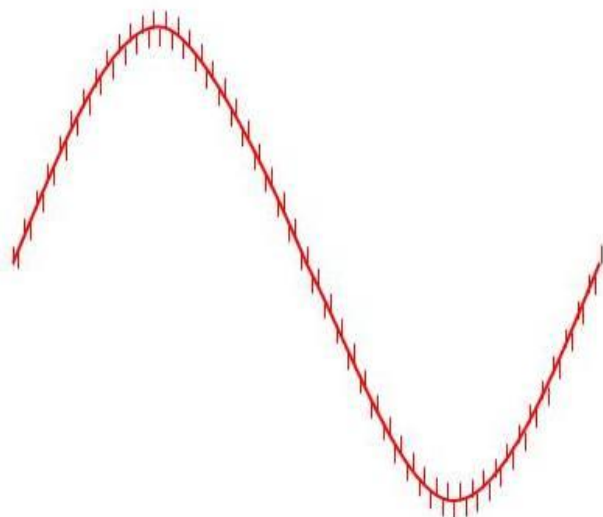
Transienter av typen "Common Mode" kommer nu att kapas i topparna av varistorerna 2 och 3 som dränerar dem till jord.

Det går alltså inte att realisera ett "Common Mode"-skydd utan att man har ett jordat elsystem.

VDR 2 har en lägre tröskelspänning (V_n) än VDR 1 och VDR 3. Normalt 10-30 volt (spänningen mellan nolla och jord är ju normalt 0 volt).

En standardvaristor från t.ex. [Farnell](#) kostar under 10:-. Ett billigt skydd mot kraftiga transienter.

Många apparater har därför redan en varistor monterad.



Bilden ovan känner ni nog igen, den illustrerar transienter från en lågenergilampa.

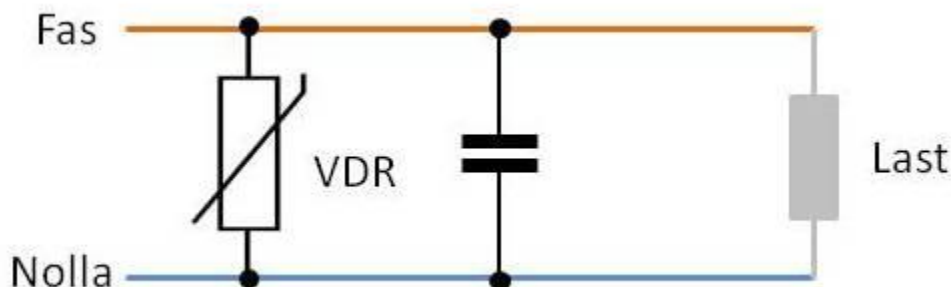
Den här typen av "småtransienter" kommer ju inte en varistor att kunna göra något åt.

Amplituden på spiken är alldeles för låg för att varistorns tröskelspänning ska överstigas.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

I och med att vi har begränsat den högsta förekommande spänningen till varistorns tröskelspänning, t.ex. 275 volt så kan vi lägga till en kondensator parallellt över varistorn.



Det hade knappast varit praktiskt genomförbart utan varistorn, en kondensator tål inte hur hög spänning som helst och en 2000-3000 volts kondensator hade blivit både stor och dyr. En 300 volts kondensator hade antagligen mött sin skapare redan vid den första 1000 volts transienten.

Nu hade inte jag tänkt gå så djupt i komponentläran att ni kommer att förstå kondensatorns innersta väsen med hjälp av min text, men en liten förenklad förklaring kan ändå vara på sin plats för att öka förståelsen för resten av inlägget.

Detta kommer alltså att bli på en väldigt enkelt och generaliserande nivå.

För er som kan komponentläran ter sig nog min förklaring ganska underlig, men det finns ingen anledning att skriva många hundra rader text + bilder för att förklara kondensatorn på ett mer korrekt sätt.

Det är ingen konstruktörsutbildning det handlar om.

Precis som en resistor ger kondensatorn ett motstånd mot ström, men det finns en stor skillnad:

Kondensatorns "motstånd" är nämligen beroende på frekvensen.

Ju högre frekvens, desto mindre motstånd uppvisar en kondensator.

För en ren och stabil likspänning (som inte har någon frekvens), är den att betrakta som ett avbrott.

Mycket förenklat kan man säga att Kondensatorn kommer att "kortslua" höga frekvenser mellan fas och nolla.

Ett annat sätt att se på kondensatorn, är som ett batteri.

Om spänningen över kondensatorn ökar, kommer kondensatorn att laddas upp och under uppladdning kommer kondensatorn att leda ström. Ju snabbare spänningen över kondensatorn rör sig, desto högre ström släpper den igenom.

En transient har en väldigt snabb stigning (brant framflank) och det gör att kondensatorn kommer att leda en hel del ström initialt.

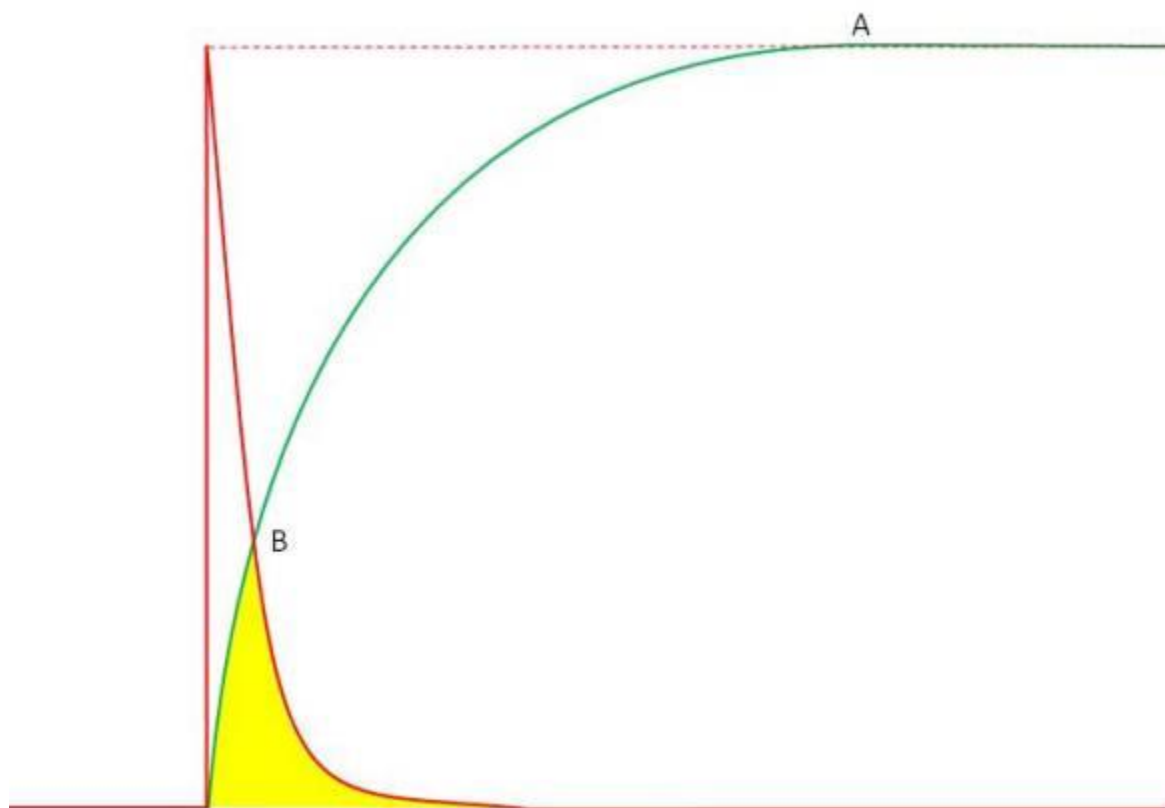
I takt med att kondensatorn laddas upp kommer strömmen igenom den att avta, men med en tillräckligt stor kondensator kommer den inte att hinna laddas upp så mycket under transientens varaktighet.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Titta på bilden nedan.

Den röda kurvan är transienten och den gröna är tänkta spänningen över kondensatorn.



Hade transienten varat för evigt, den streckade röda linjen, hade till slut kondensatorn laddats upp till transientens toppspänning (punkt A)

Eftersom transientens varaktighet är så kort kommer transientens spänningen ganska snart att vara på väg ner igen och vid punkt B möter den kondensatorns spänning (grön).

Nu slutar kondensatorn att laddas upp och den kommer att börja laddas ur istället.

För att försöka hålla resonemanget på en hyfsat begriplig nivå kan vi väl säga att kondensatorn laddas ut i takt med transientens avtagande spänning.

Det som blev kvar av den röda transienten är då "bara" det gula fältet.

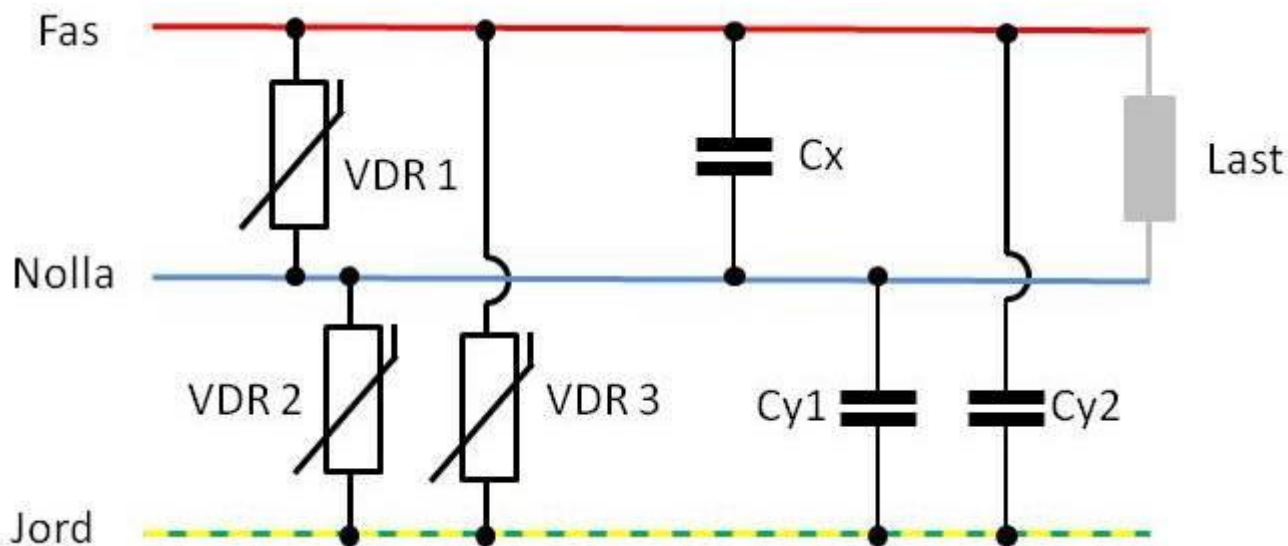
Jag tänker inte gå djupare än så här i dagsläget och jag hoppas att det räcker för att de flesta av er kan förstå funktionen i vår applikation.

Kondensatorn kommer alltså att "släta ut" transienterna något och det sker oavsett transientens amplitud till skillnad mot varistorer, men det här "filtret" fungerar bara på "Differential Mode"-transienter.

Det smutsiga nätet.

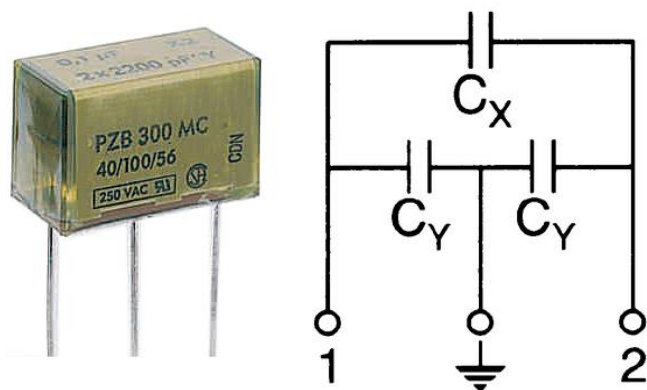
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Transienter av typen "Common Mode" kräver



....tre kondensatorer.

Nu har tillverkarna tagit fram speciella kondensatorer för just detta ändamål.



En sådan här s.k. XY-kondensator kostar ungefär 20:-

Vi har definitivt inte utrotat våra transienter med den här lösningen, men det är bättre än inget.

Eftersom en kondensator får en lägre reaktans ju högre frekvensen är så kommer också "filtret" att vara effektivare på störningar med hög frekvens, men tyvärr nästan helt verkningslöst på lågfrekventa störningar. Nackdelen är att C_y kondensatorerna "smutsar ner" jordledaren och har vi kombinationen av en hög förimpedans och ett TN-C-S-system kommer ju störningarna att finnas på både jord och nolla. Mot det problemet gör inte C_{y1} någon nytta längre. Det blir ju en CM-störning av det. Om både jord och nolla har samma störning känner inte C_{y1} av den.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

I bilden nedan visas innehållet i en känd s.k. strömrenare.



(jag hittade bilden på <http://www.6moons.com/audioreviews/gigawatt4/4.html>)

Vad jag kan se så är det bara en varistor och en kondensator parallellt över strömbrytarens utgång i en för övrigt hyfsat välbyggd "grendosa".

Läs den här testen från Stereotimes. <http://www.stereotimes.com/acc020805.shtml>

Ni får inte missförstå mig nu, jag är definitivt inte ute efter att varken ifrågasätta de så kallade strömrenarna, eller att smutskasta ett specifikt märke. Jag är bara nyfiken på vad som gör vad.

Som jag ser det så kan man tolka det här på olika sätt.

Antingen kan det vara så att varistorerna och kondensatorerna "frisering" av nätspänningen faktiskt gör så stor skillnad som recensionerna påstår, eller att det bara handlar om vad en grendosa med riktigt bra kontakter och ett lågt inre motstånd kan åstadkomma. Det kan ju givetvis vara en kombination av dessa också.

Är det varistorerna och kondensatorerna som är hemligheten så är det ju läge att investera 30:- och montera en uppsättning direkt i vägguttaget, eller varför inte på hifi-matningen direkt i centralen.

Kanske till och med montera varistorerna och kondensatorerna i en stickkontakt och sedan sätta den i ett ledigt uttag.

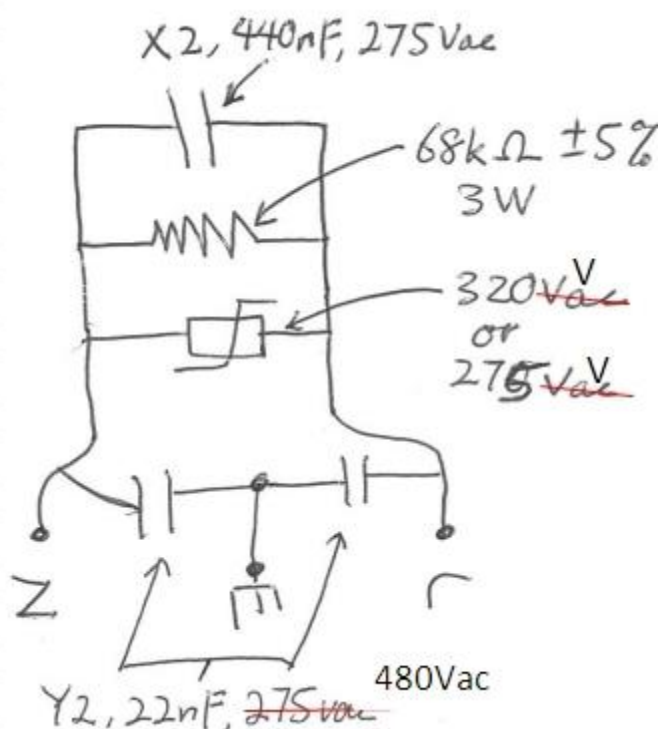
Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Jag misstänker att [Nordost Qv2](#) är något liknade, men jag vet inte.



Isoteks isoplug är en sådan typ som man bara sätter i uttaget bredvid sin hifiutrustning. Den är bygg enligt denna ritning dock så saknas ju varistorerna mellan nolla/jord och fas/jord. Motståndet är för att ladda ur kondensatorn när du tar ut den ur vägguttaget.



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

RFI (Hörfrekvens/radiostrålning)

Egentligen borde rubriken varit **Electro Magnetic Interference (EMI)**.

(EMI) är ett samlingsbegrepp för den här typen av störningar och som bara kallas Radio-Frequency Interference (RFI) när den ligger i radiofrekvensspektrat.

EMI-störningar kan i huvudsak delas upp i tre olika orsaker.

1. Störningar via spänningsmatningen (ledningsburna).

Ledningsbundna störningar innebär att apparater direktkopplade till samma nät som störkällan kan motta störningarna via spänningsmatningen.

Alla apparater anslutna via en gemensam impedans (i vårt fall hela eller delar av vår förimpedans), kan bli drabbade.

Detta kallas för "Common Impedans Coupling".

Vi tittade ju på impulsstörningar/transienter i förra avsnittet så nu tar vi nästa steg.

2. Närfältskoppling. Närliggande kablar och apparater kan överföra störningar mellan varandra antingen via ett elektriskt fält (kapacitiv koppling, kallas även för influens) eller via ett magnetiskt fält (induktiv koppling, kallas för induktion).

Elektriska fält alstras av en skillnad i elektrisk potential och mäts i V/m (volt per meter), högre spänning och kortare avstånd ger större fält.

Elektriska fält runt en kabel eller apparat finns där oavsett om det går någon ström eller inte. Det räcker med att den är ansluten till vägguttaget.

Den här typen av fält är förhållandevis enkla att freda sig emot. Det räcker med en ganska enkel skärm för att "isolera" sig mot elektriska fält eller att bara att hålla ett lite längre avstånd mellan kablarna/prylarna. En vägg dämpar fältet ganska effektivt.

Smitta (influens) av elektriska fält brukar vi normalt höra som brum. Signalkablar som ligger för nära strömkablar eller annan ansluten utrustning eller apparater som står för nära varandra kan vara orsaken.

Att ställa en StepUp-transformator ovanpå en förstärkare är att be om brum.

Det är avståndet mellan två kablar (eller apparater) som är avgörande för kapacitansens storlek och därmed influensens påverkan. Influensen avtar logaritmiskt med avståndet och dämpas mycket snabbt även vid en liten separering av objekten.

5-10 cm räcker oftast för att minska den kapacitiva kopplingen till en närmast försumbar nivå.

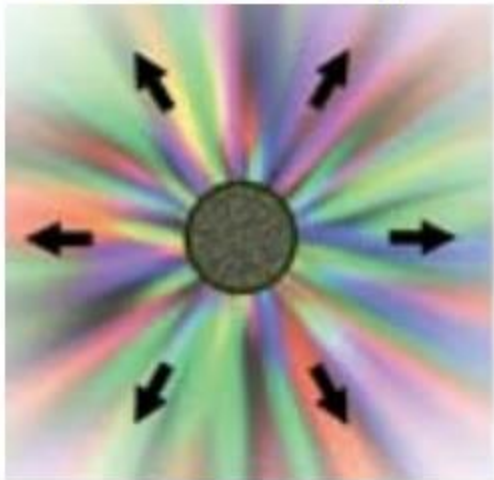
Bunta därför inte ihop era kablar till ett knippe bakom stereobänken. "Håll avståndet" gäller även här.

Det smutsiga nätet.

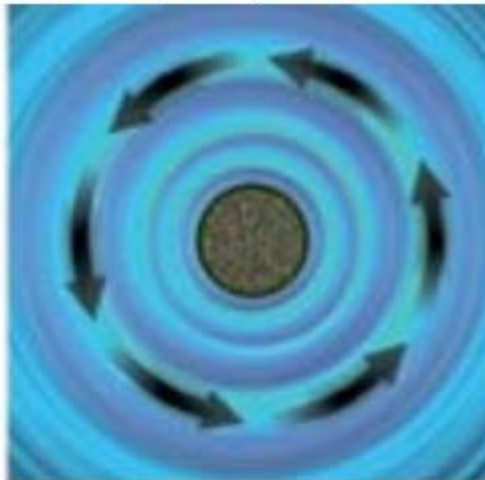
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

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.

Magnetiska fält uppstår runt exempelvis transformatorer, motorer och kablar, p.g.a. den ström som flyter där. Ju högre ström, desto större fält. Detta gör ju att det magnetiska fältet moduleras av strömförbrukningen som även kan vara besudlad med övertoner, transienter och annat "slask".

Anläggningens strömförbrukning i sig bör ju ha en viss likhet med själva musiksигнаlen och om man "smittar" sin musiksигнал med detta magnetfält kan nog resultatet bli lite konstigt. Jag vet inte, det är bara en fundering.

Fälten bildar slutna cirklar runt en strömförande ledare. Magnetiska fält uppkommer dels vid den elektriska förbrukaren men även längs med kablarna.

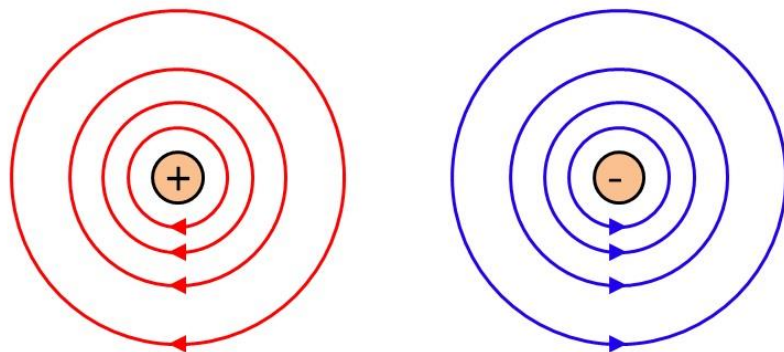
Magnetfältets riktning kring en strömförande ledare beror på strömmens riktning. Vid 50Hz växelspanning (som i vårt elnät) kommer magnetfältet att ändra riktning 100 gånger per sekund. Man kallar det då för ett växlande magnetfält eller växelfält.

Det magnetiska fältet är starkare nära ledaren och försvagas då avståndet till ledaren ökar.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Bilden nedan ska försöka illustrera fältet runt två lösa parallella ledare, typ FK i ett VP-rör.



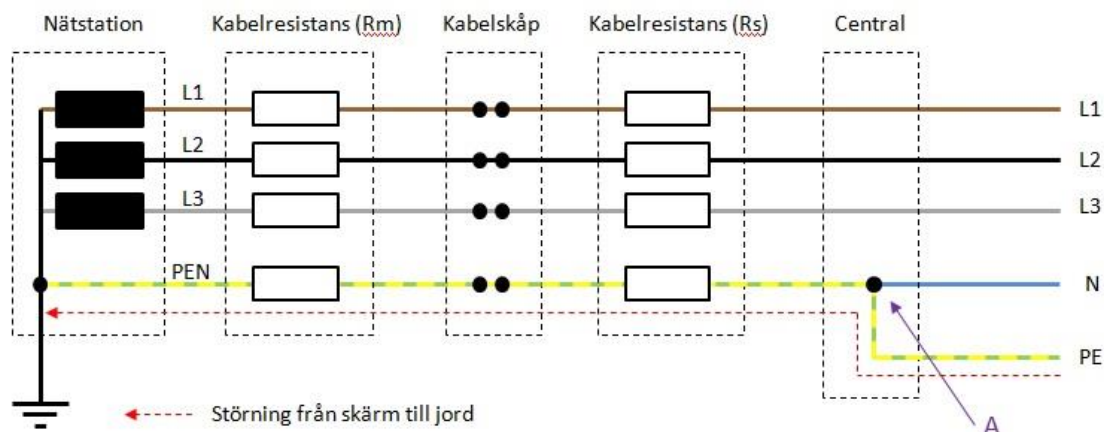
Ju tätare fältlinjer, desto kraftigare magnetfält.

Den här typen av fält är betydligt svårare att handskas med än elektriska fält. Du kan inte "släcka" ett magnetiskt fält med "vanlig" kabelskärmning, bara flytta på det till skärmens anslutningspunkt.

En skärmad nätkabel kommer att "leda" den (i skärmen) inducerade störningen till den punkt där skärmen är ansluten, d.v.s. till jord.

Skärmad eller oskärmad nätkabel är en flitigt diskuterad fråga på många forum och här får nog en personlig utvärdering fälla avgörandet.

Har man ett TN-C-S system där nolla och jord bara är separerade från centralen och ut till förbrukarna (d.v.s. med en gemensam PEN-ledare från nätstation till central) kommer de störningar som skärmen har dränerat till jord att skapa störningar på den gemensamma PEN-ledaren och som sedan dyker upp på din nolla.



Även här är alltså en hög förimpedans av ondo.

Störningsströmmen kommer att ge ett spenningsfall över både serviskabelns impedans (R_s) och matarkabelns impedans (R_m).

Dessa spenningsfall kommer att modulera spennningen i punkt A (nollan) och därmed också matningsspennningen till hifi'n.

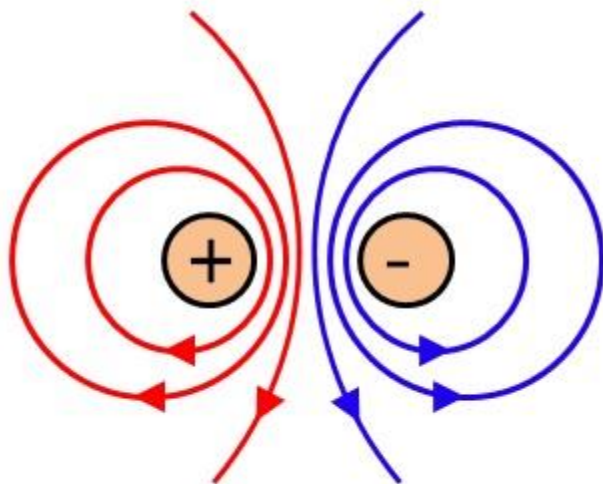
Debatten om man ska ansluta eventuell skärm i den ena eller i båda ändar har också pågått under lång tid och det finns lika många "vettiga" och logiska argument från båda sidor.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

(Jag personligen föredrar skärmad kabel från central till uttag med skärmen endast ansluten i centralen (den mest lågohmiga jordpunkten) och oskärmad nätkabel från uttag till apparat. Jag har inga vetenskapliga belägg för detta, men jag upplever att det ger bäst resultat i min anläggning, med de testade kablarna och med de förutsättningar som råder för övrigt.)

Vissa arrangemang kan faktiskt vidtas för att minska fälten utan skärmning, till exempel med ett närliggande motriktat fält. Eftersom strömmen i fas och nolledaren går på varsitt håll är också deras magnetfält motriktade.



Ju tätare ledarna kommer varandra, desto mer kommer fältet att koncentreras mellan ledarna och det utstrålade fältet glesnar (minskar) betydligt.

Att hålla ledarna i en strömkabel så nära varandra som möjligt ger alltså ett betydligt mindre magnetfält än om trådarna ligger löst en bit ifrån varandra.

Vad händer om vi tvinnar dem?

Bilden nedan ska illustrera en tvinnad kabel.



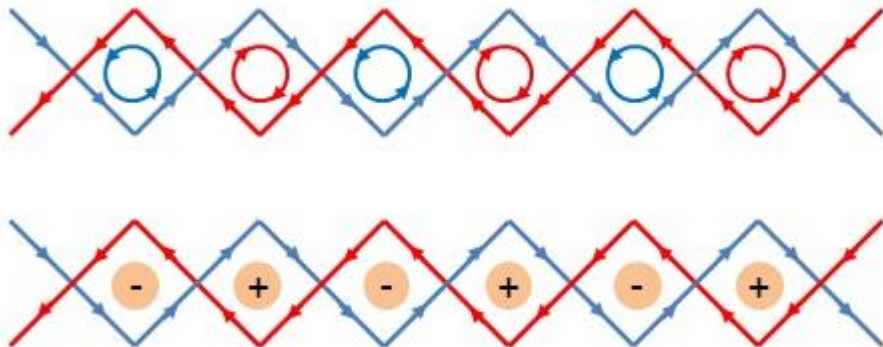
För att lättare kunna förklara så ritas jag in strömpilar för ett givet ögonblick. (Strömmen växlar ju riktning 100 gånger per sekund.)



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Fältet i varje liten "loop" (där röd och blå byter plats) kommer att vara motriktad sin närmaste granne, vilket minskar det utstrålande magnetfältet rejält.



Som jag skrev tidigare: Ett effektivt sätt att släcka ett magnetfält är att tillföra ett nytt fält, men med motsatt riktning.

Tvinnad kabel är ett enkelt sätt att uppnå detta.

Utifrån detta är det kanske inte så konstigt att många upplever en förbättring med en ny kompakt och tvinnad installationskabel mellan central och hifi, jämfört med lös tråd i VP-rör.

Det går ju givetvis att tvinna FK'n innan de dras in i röret och det finns förövrigt färdigtvinnad FK att köpa på rulle.

En "hårt" tvinnad kabel (> 10 varv per meter) ger betydligt bättre resultat än en löst tvinnad (< 3 varv per meter).

Helst ska ledarna korsas varandra med en vinkel på 90 grader, hårt tvinnad kabel kommer närmare det idealet.

Flätning av ledarna är ett annat effektivt sätt att minska fältet på.

Det gäller alltså att hålla fas och nolla så tätt ihop som möjligt. Problemen uppstår när man har ett stort avstånd mellan ledarna.

Äldre och oftast mer energiförbrukande apparater har med några få undantag ett större magnetfält än nyare modeller.

Apparaternas konstruktion har stor betydelse för hur stora magnetfälten blir.

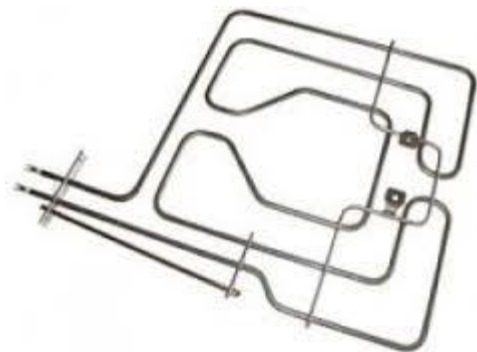
Olika typer av radiatorer, golvvärme och nätaggreget etc. kan ge radikala skillnader i fältstyrka beroende på sin konstruktion.

Ibland kan ett byte av apparat vara det bästa/enklaste sättet att minska fältet på.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det gäller till exempel ett byte från den äldre typen av värmeelement som har en värmespiral i luft bakom en täckplåt



(man kan nästan tro att de medvetet har försökt bygga den optimala sändarantennen.)

.....till ett oljefyllt element.

Den nya typen av olje-element med kompaktare värmepatron (stav) alstrar bara en bråkdel av det fält som ett gammalt el-element gör och det ger bara ett närmast försumbart fält ifrån sig redan vid 20-30 cm avstånd.

Konstruktionen är alltså viktig för produktens magnetfält. En underdimensionerad transformator ger ett betydligt större magnetfält ifrån sig än vad en överdimensionerad/måttligt belastad transformator gör, samma sak gäller för motorer.

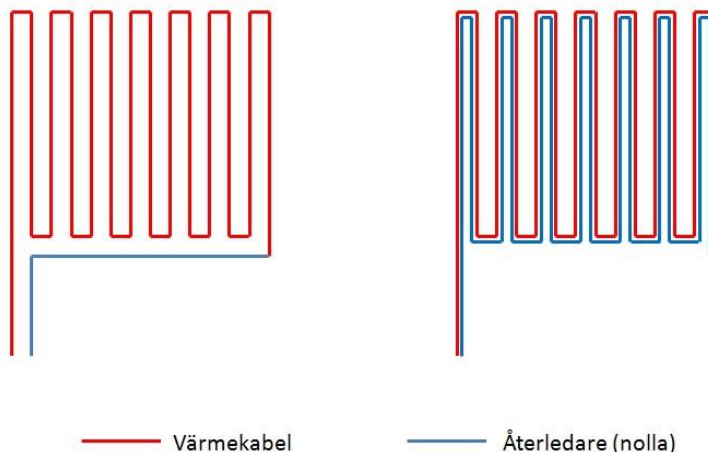
Bilden visar på två olika förläggningssätt av elektrisk värmekabel.

Till vänster ser vi en enkel värmekabel förlagd som en slinga.

I installationen till höger har man använt en värmekabel med returledare istället.

Skillnaden i utstrålat magnetfält är faktiskt ganska stor.

Enligt "expertisen" är det en faktor på x20-30.



För de personer som är elöverkänsliga är det här viktiga frågor och det finns ganska mycket kunskap och erfarenheter av att dämpa både elektriska och magnetiska fält inom det området.

Det som rent generellt skapar de största magnetfälten är när strömmen inte går tillbaka i sin returledare, utan väljer en annan väg, s.k. vagabonderande strömmar.

Den "bollen" passar jag vidare till proffsen här på forumet, vi får se om någon tar upp den.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

3. Radiofrekvent störning (RFI). Detta kan vara ett "avlägset" problem. Med avlägset menar jag att storkällan inte ens behöver befinna sig i närheten av det störda objektet. Radiosignaler kan ju som bekant nå ganska långt.

Alla apparater som kan avge radiostrålning ska godkännas enligt EMC-kraven. (Electromagnetic Compatibility)

Du har kanske hört ett "tadada, tadada, tadada" i radion eller datorhögtalarna precis innan mobilen ringer. Det är ett exempel på radiostrålning.

Alla prylar ska ju vara godkända enligt EMC-kraven, men ändå kan man få en klart hörbar störning?

EMC-kraven säger egentligen bara att apparaten inte ska gå sönder, eller att funktionen inte uteblir. Våra krav är nog lite högre ställda än så.

I vårt moderna samhälle har vi fått en övervikt av RFI-störningar i frekvensområdet 2-3GHz. I det registret finns t.ex. Wifi, Bluetooth, baby monitorer, trådlösa telefoner, trådlös ljud- och bildöverföring och vissa typer av mikrovågsugnar.

Så höga frekvenser stör nog inte vår utrustning i någon större omfattning, men oftast är dessa signaler modulerade med betydligt lägre frekvenser och det är de frekvenserna som kan ställa till med problem för oss.

Även prylar som per definition inte är en radiosändare kan faktiskt vara det.

Så fort det bildas en gnista så avges radiostrålning. Gamla typer av telegraf använde detta fenomen för att skicka meddelanden via etern.

Jag saxar ett stycke från wikipedia.

"Gnistsändaren är den första typen av radiosändare i radiohistorien. Guglielmo Marconi använde den redan 1895 i sina första sändningar. Tekniken var bara lämpad för telegrafi, inte för tal och musik.

Gnisttekniken hade Marconi övertagit från Hertz. En hög spänning fick urladdas över ett gnistgap. Den plötsliga strömstöten skapade en kort elektromagnetisk svängning som via en antenn kunde breda ut sig i rymden. Till en början var man bara intresserad av att åstadkomma ett radiofrekvent ljud, oavsett frekvens, men snart försökte man koncentrera energin till en viss radiofrekvens och få varje radiopuls att vara lite längre. Då kunde man överbrygga större avstånd, skilja sig bättre från naturliga störningar, och flera sändare kunde sända samtidigt utan att störa varandra.

Genom att förse sändaren med resonanskretsar gynnade man en bestämd frekvens. När man skilde gnistgapet från antennkretsen med en induktiv koppling kunde den utsända radiopulsen fortsätta klinga av en stund efter att gnistan slocknat, och nya gnistor skapades i tät följd för att upprätthålla sändningen. Gnisttekniken kunde dock aldrig komma i närheten av en ren och kontinuerlig bärvåg, utan resultatet kan snarare beskrivas som ett radiofrekvent surr. Det var användbart för telegrafi, men inte för tal eller musik.

Telegrafisten använde en telegrafnyckel för att sluta och bryta kontakten mellan gnistgeneratören och antennen. På så sätt delades strömmen av radiopulser in i korta och långa enheter som bildade morsetecknen i det utsända meddelandet."

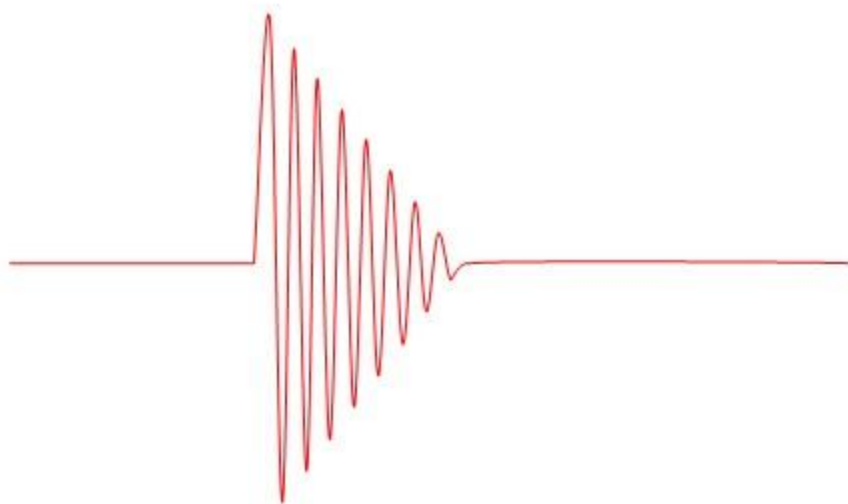
Det är väl därför den gamla radiotelegrafisten ofta kallades för "gnisten".

Man hade ju faktiskt en räckvidd över Atlanten med den tekniken.

Vanliga "gnistsändare" i våra hem är t.ex. termostater i kyl, frys, AC, värmepumpar och liknande, brytare till belysning och relä/kontakorer till motorer.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.



Bilden ovan visar en typisk oscillerande störning (en burst) från t.ex. en kylskåpstermostat. Oscilleringsfrekvensen avgörs av apparatens elektriska omgivning.

Den induktiva delen som wikipedia talar om står t.ex. elmotorn, reläspolen, transformatorn eller kylskåpskompressorn för och apparatens kablage bildar antennen. Kabelkapacitanser och diverse andra s.k. strökapacitanser tillsammans med induktansen bildar en resonanskrets som ökar störningens varaktighet.

I våra analoga apparater hör vi dem som allt från små knäppar till kraftiga smällar i högtalarna.

Olika anläggningar påverkas på olika sätt av dessa eterburna störningar. Apparatlådornas materialval och uppbyggnad, kretslösningen i sig, kablarnas immunitet mot att plocka upp störningar och vilken signalstandard man valt mellan apparaterna (RCA eller XLR) kan spela stor roll. En välkonstruerad balanserad kretslösning är oftast betydligt tåligare mot den här typen av störningar än en s.k. "single end" lösning. Därmed inte sagt att den låter bättre.

Alla kablar och komponenter kan agera mottagarantenn för dessa eterburna radiovågor. Tvinnade kablar är definitivt att föredra även här. Antennverkan reduceras till en bråkdel med tvinnade ledare.

Det är faktiskt lika stor risk att en kylskåpsknäpp kommer direkt in i apparater via etern som via strömkabeln.

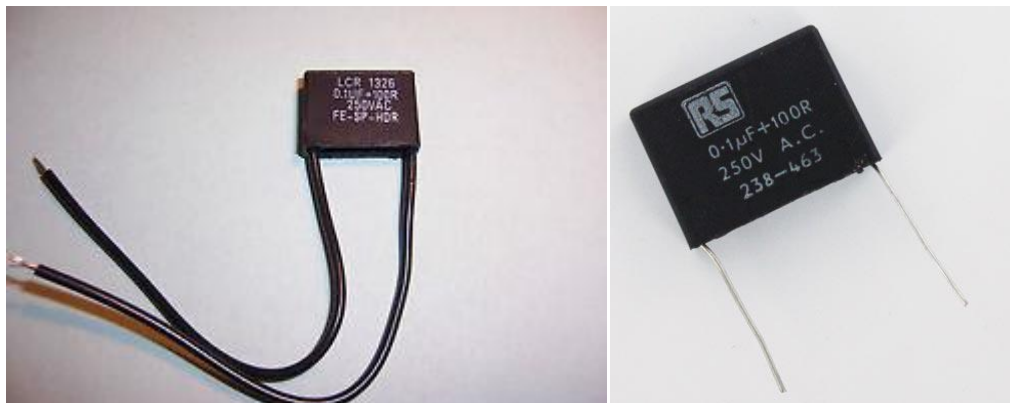
Är det en eterburen störning hjälper ingen strömrenare i världen mot det här problemet och det hjälper inte heller att flytta runt förbrukarna mellan faserna.

Det enklaste sättet är att angripa källan till problemet.

Det finns s.k. gnistsläckare, eller även kallad "RC-snobber" att köpa och de kostar inte många kronor.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

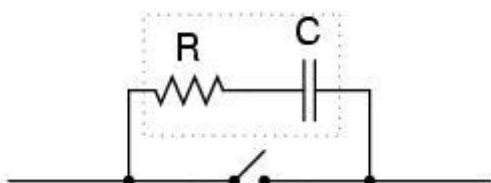


Det är en kondensator och en resistor i serie monterade i samma kapsel.

De finns både med ben och med anslutningskablar.

Snubbern ska monteras parallellt över gniststället, t.ex. över kylskåpets termostat, strömbrytaren, reläkontakten, osv.

"Snubber"



Det är nog inget ni ska "trixa" med själva om ni inte vet vad ni gör.

Idag är det ganska vanligt att tillverkaren av t.ex. en kyl/frys redan har monterat en "snubber" över termostaten, men det är sämre med det på äldre utrustning.

Strömbrytare som med åren har bränt kontaktytorna kommer att ge betydligt större störningar än en frisk brytare.

Ni kanske t.o.m. har hört ett bzzzzzz från någon gammal strömbrytare när ni tänder taklampan, där har ni i så fall den perfekta sändaren.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

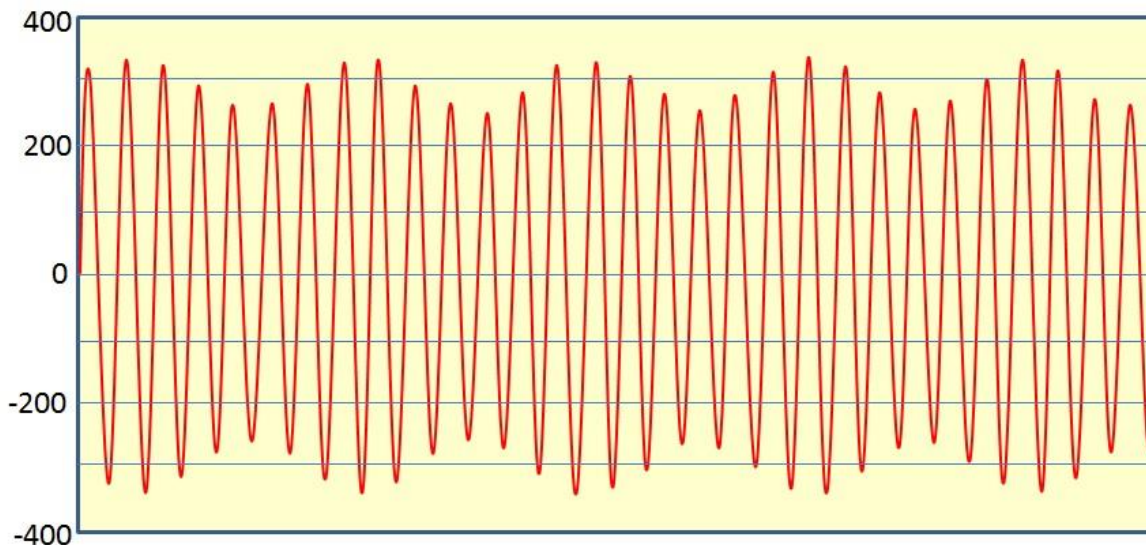
Flimmer

Det här kapitlet är bara en presentation av ytterligare ett fenomen som kan sänka kvalitén på vår elförsörjning, nämligen "Flimmer".

Troligtvis påverkar inte flimmer i sig vår hobbyutövning i någon större omfattning (helt säker är jag inte), men det är definitivt en indikation på att ditt elnät behöver lite omtanke.

Flimmer är snabba variationer i spänningen som påverkar bl.a. ljuskällor så att ögat kan uppfatta det som ett blinkande ljus.

Den mänskliga uppfattningsförmågan är känsligast för ljusflimmer i frekvensområdet 2-15 Hz.



Hur uppkommer flimmer?

Typiska orsaker till flimmer är svetsapparater, kopieringsmaskiner, värmepumpar, hissmotorer och kompressorer etc.

I samtliga fall är det de snabba lastvariationerna som påverkar spänningen.

Förenklat kan man säga att det är förhållandet mellan de snabba lastvariationerna (snabbt varierande ström) och elnätets förimpedans som är avgörande för flimmernivån.

Nätflimmer är alltså vanligast i s.k. svaga elnät med hög förimpedans och/eller underdimensionerad nätstation.

I "verkstan" har jag en 2-cylindrig kolvkompessor som får lyset att blinka vid varje kolvslag. Kompessorn snurrar med ungefär 250 rpm och det ger 8 kolvslag per sekund.

Det är definitivt ingen som missar att kompressorn har startat. Lyset blinkar rejält.

Hur, eller om detta skulle påverka en ljudanläggning vet jag inte, men den storleken på spänningsvariationerna (flimret) borde rimligtvis märkas på något vis.

Vilken skada orsakar flimmer?

Flimmer är framförallt störande när det förekommer på belysningen.

Uppgifter på nätet påstår att (belysnings-) flimmer kan framkalla epilepsianfall hos känsliga.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Enligt min kraftleverantör är vanligtvis spänningsfluktuationerna så små att de inte ska "störa funktionen på tekniska system".

"Störa funktionen" är ett luddigt begrepp, jag vet faktiskt inte om en förstärkare skulle

påverkas, men att vissa typer av motordrifter (t.ex. skivspelare) kan reagera ser jag inte som osannolikt.

Är orsaken till flimret någon enfas apparat hos dig kan du alltid lägga den på en annan fas än hifi'n, men är det en 3-fas last hjälper inte det.

Den enda lösningen på detta problem är att minska förimpedansen, som jag ser det.

Har du problem med "blinkande" belysning eller på något annat sätt misstänker att att du har mycket flimmer på ditt nät ska du definitivt kontakta din kraftleverantör för en kontrollmätning.

Ett "svagt" nät är inget du själv kan göra något åt, den bollen måste du passa vidare till kraftleverantören.

Jag har terroriserat min leverantör vid flera tillfällen med frågor och önskemål och de har alltid vara väldigt tillmötesgående.

Det smutsiga nätet.

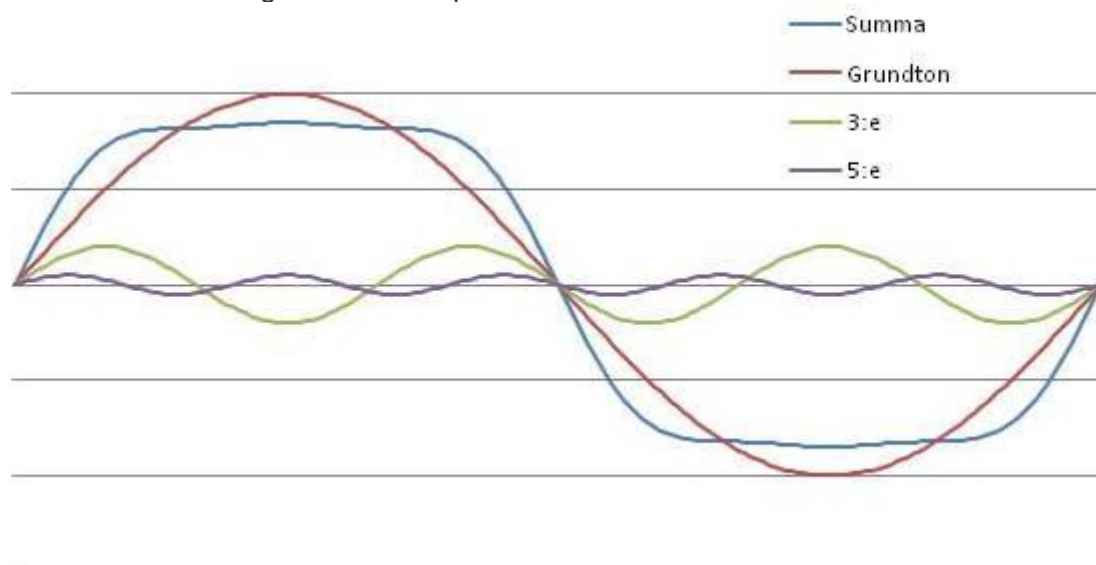
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Filter.

Det ideala nätfiltret ska ju helst filtrera bort allt som avviker från en perfekt sinuskurva med frekvensen 50Hz och göra det utan att tillföra några begränsningar för "nyttströmmen". Jag kan garantera att det inte finns något sådant filter, alla mediciner har biverkningar. Det mest logiska är nog att först analysera vilka typer av störningar man har, hur stora de är och sedan medicinera specifikt mot dem, inte mot allt och med full styrka. Som sagt, all medicin har biverkningar.

Nu blir det lite repetition av vad vi har avhandlat tidigare.

Den första "störningen" vi tittade på var övertoner.



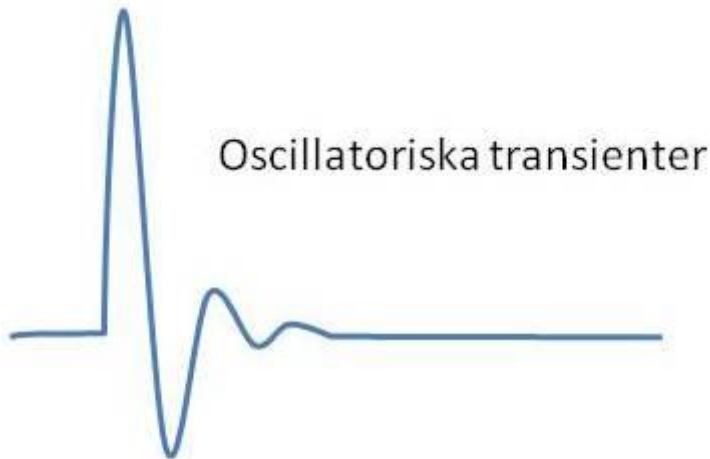
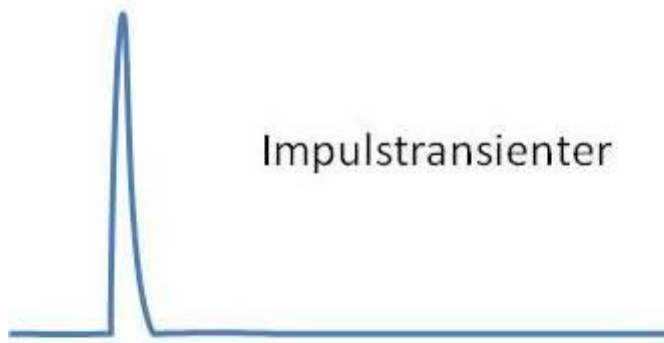
Det är nog inte relevant att försöka filtrera bort de lägsta 10 övertonerna med ett nätfiler, kostnaden och storleken på de drosslar som behövs är inte försvarbart.

Lösningen (som jag ser det) är att sänka sin förimpedans så långt det är möjligt genom att se över sitt interna elnät från central till hifi med grövre kablar och bättre kontakter (ev. säkring). Nästa steg är att flytta runt bland sina förbrukare i centralen så att man får en hyfsat ren hifi-fas.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Störning nummer två är transienter.



Dessa kan vara rejält stora och definitivt vara skadliga för din utrustning. De riktigt elaka transienterna kommer oftast från till/från-slag ute på högspänningsnätet eller från åska. Tre kondensatorer i en XY-koppling ger en hyfsad reducering av små och högfrekventa transienter, men mot de här "stora" transienterna krävs det mer.

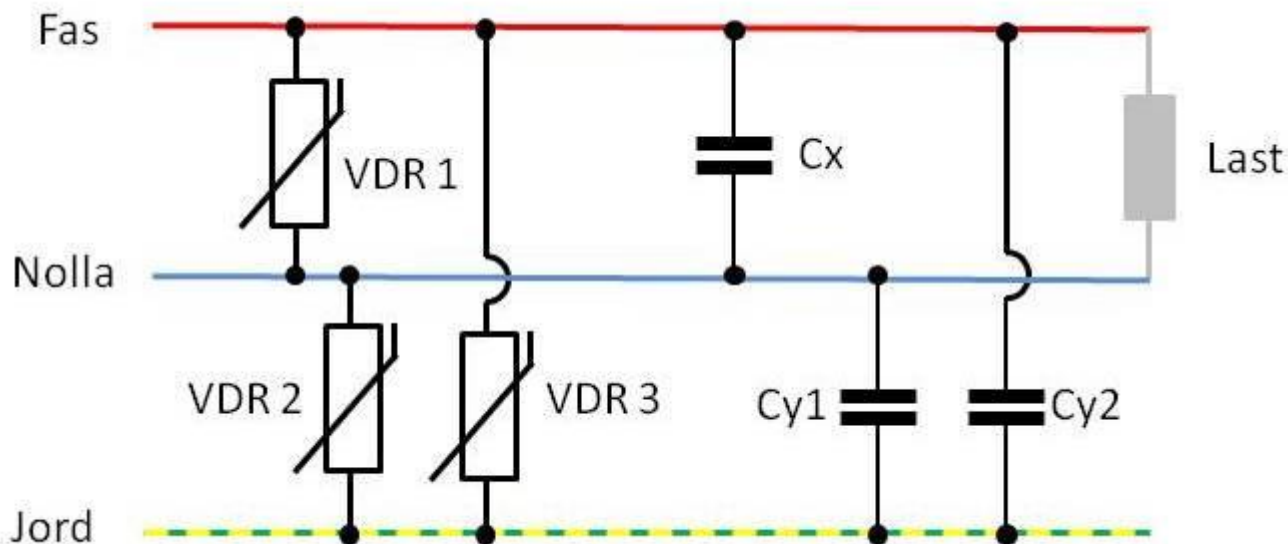
Dessa transienter kan lätt uppnå en toppspänning på över 1000 volt och det håller inte kondensatorerna för.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det finns en enkel och billig lösning som är tillräckligt effektiv i de flesta fall, nämligen varistorer.

Tre varistorer i en XY-koppling ger i och för sig inte ett 100% skydd, men det är betydligt bättre än inget alls.

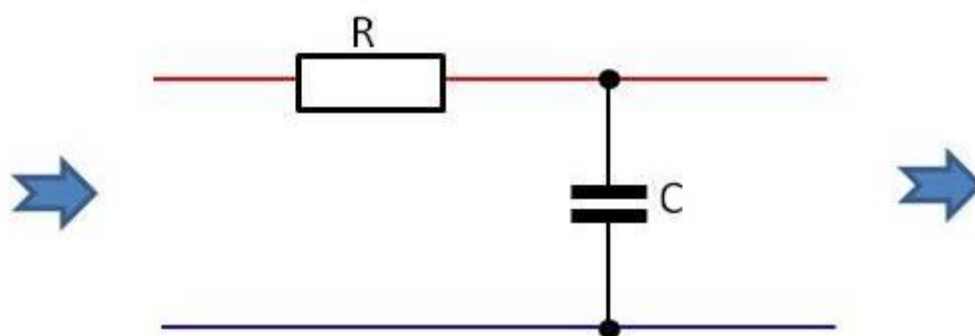


Detta får man nog anse vara grunden för ett skydd och ett filter och har man bara bra ordning på sitt elnät med hyfsat låg förimpedans, "vettiga" strömkablar och strömlister, en genomtänkt hifi-installation (ordning bakom hifi'n) och inga större "skitgrisar" på samma fas som hifi'n så tror jag det räcker långt.

Filter mot EMI:

Ett filter består generellt av två delar, en i serie och en parallellt med signalen.

Bilden nedan föreställer ett traditionellt RC-filter med...



...en resistor i serie och en kondensator parallellt.

Ett filter bestående av en resistiv och en reaktiv (frekvensberoende) komponent kallas allmänt för ett 1:a ordningens filter.

Förhållandet mellan R och C bestämmer vilken s.k. brytfrekvens filtret har.

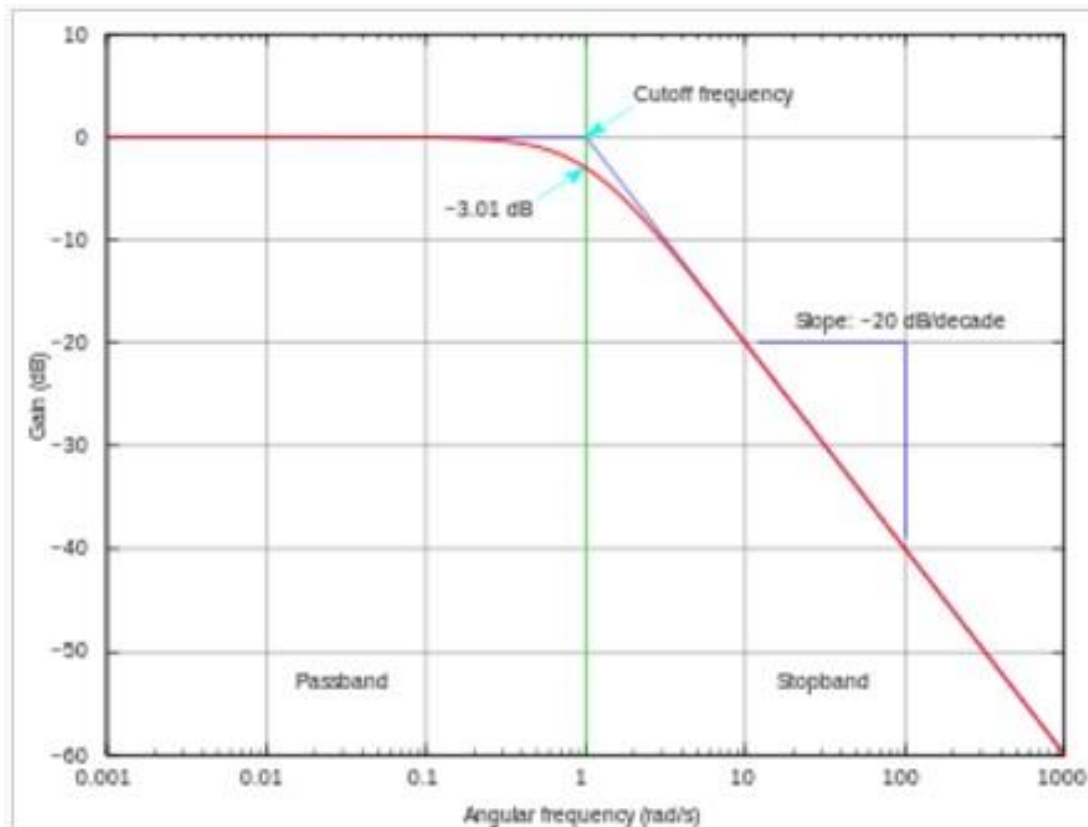
Brytfrekvensen definieras när utsignalen har dämpats med -3dB (~70% av insignalen kvar).

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Man kan räkna ut brytfrekvensen f_c enligt formeln

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

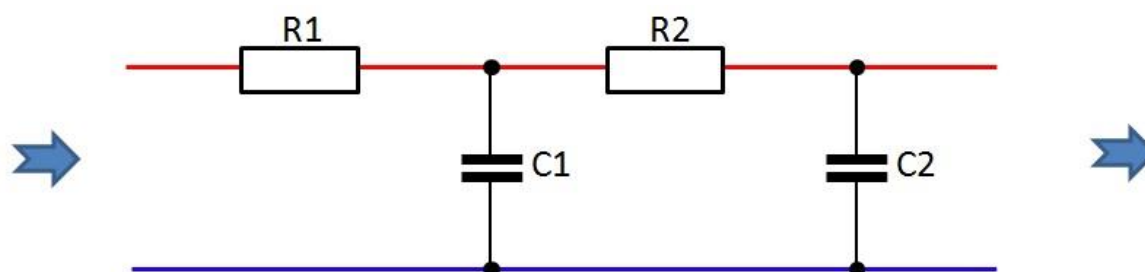


Brantheten (slope) är -6dB/octav eller -20dB/decad hos ett 1:a ordningens filter. (En Octav är en fördubblig av frekvensen och en Decad är gånger 10.)

Vi tar ett exempel:

Om vi väljer R och C så att brytfrekvensen blir 1 kHz så kommer signalen att ha dämpats 10ggr (-20dB) vid 10 kHz och 100 ggr (-40dB) vid 100kHz.

Nackdelen med 1:a ordningens filter är att brantheten är för flack. Vi vill ju ha ett filter som släpper igenom 50Hz, men stoppar alla högre frekvenser.

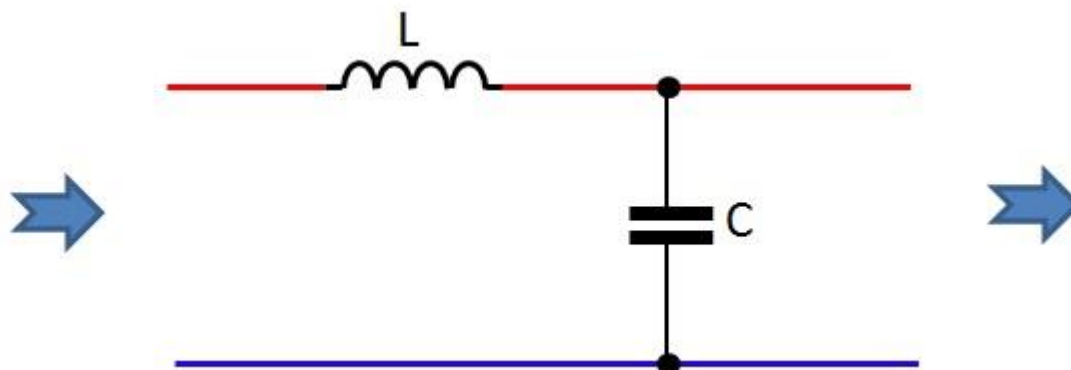


Vi kan lägga ytterligare ett 1:a ordningens RC-filter i serie med det befintliga så har vi skapat ett 2:a ordningens filter med en branthet på -40dB/decad.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Ett annat sätt att höja brantheten (öka ordningstalet) är att ersätta R med en induktans (L).



Nu har vi fått ett 2:a ordningens filter eftersom vi har två reaktiva komponenter.

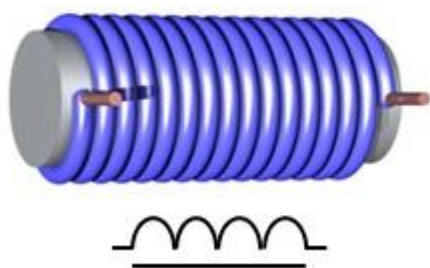
En kondensator minskar ju sin impedans (resistans) vid ökad frekvens, men en induktans gör precis tvärtom och ökar sin impedans vid ökad frekvens.

Nu är det risk för att jag blir alldeles för teoretisk (jag ska försöka att hejda mig), men det är inte lätt att förklara det här.

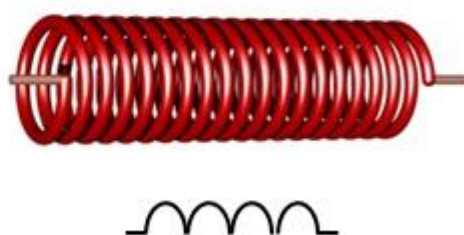
Induktor, spole eller drossel är olika namn på samma princip. Det är applikationen som avgör vilket namn man brukar använda.

En spole är en tråd som är lindad i spiral och som används för att filtrera eller välja ut signaler av bestämd frekvens. Tråden i en spole kan vara lindad kring en kärna, ofta i form av en stav eller en ring, men det förekommer också så kallade luftlindade spolar.

Spole med kärna



Luftlindad spole



Spolar som används för att begränsa strömmens storlek i en ledare brukar kallas för "drossel". Drossel kommer från tyskans *drossel* och betyder "strypa" eller minska (en liknande benämning används i engelskan, nämligen *choke* (strypare)). En drossel stryper höga frekvenser och låter låga passera.

En drossel/spole är alltså en komponent som blockerar högfrekvent växelström i en elektrisk krets men släpper fram signaler med lägre frekvens och likström genom att ha en impedans som till största delen bestäms av reaktansen, som är proportionell till frekvensen.

Enheten för induktans är "Henry" och man kan räkna ut en induktors reaktans (X_L) med formeln $X_L = 2 * \pi * \text{frekvensen} * \text{Induktansen i Henry}$

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

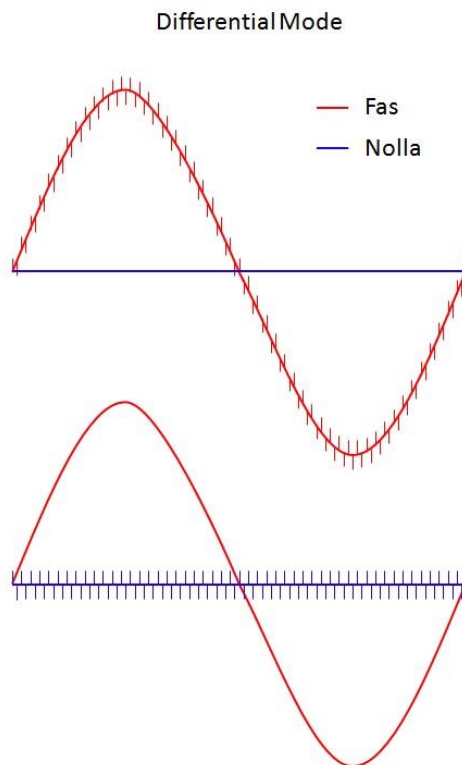
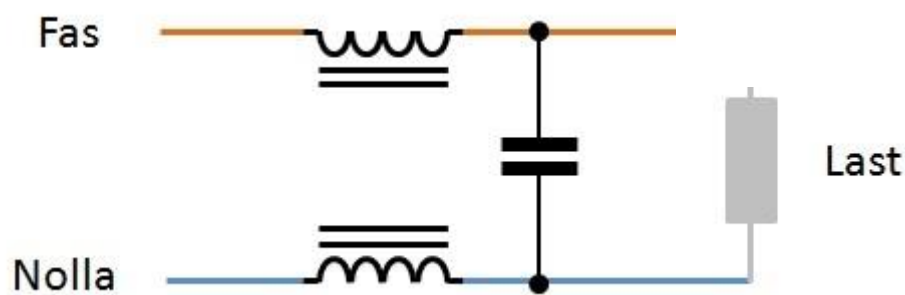
De elektriska, magnetiska och RFI-störningar vi utsätts för kan vi dela in i två olika grupper. Först ut har vi "**Differential Mode**" (DM).

Störningen har drabbat antingen fas eller nolla. Detta är den vanligaste störningen från t.ex. switchade nätdelar och lågenergilampor. Det spelar ingen roll om det är fas eller nolla som har besudlats, det är lika illa.

Störningen på nollan kan mycket väl komma från skärmade nätkablar om förimpedansen i PEN-ledaren är för hög i ett TN-C-S system.

Eftersom både fas och nolla kan vara förorenade krävs det ett filter för varje.

Vi sätter dit en drossel på fasen och en på nollan. Kondensatorn kan däremot vara gemensam.



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Nästa typ av störning kallas för "**Common Mode**" (CM).

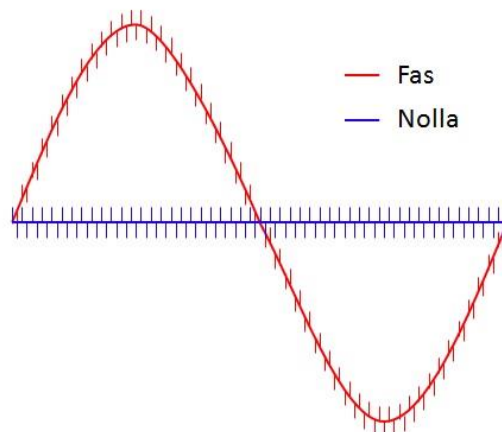
Common Mode-störningen är en störning som har drabbat både fas och nolla.

Detta är en typisk störning från ett elektriskt eller magnetiskt fält som har tagit sig in i en kabel. Digital utrustning har tydligen (enligt mina böcker) också en förkärlek att generera de här störningarna tillbaka på nätet.

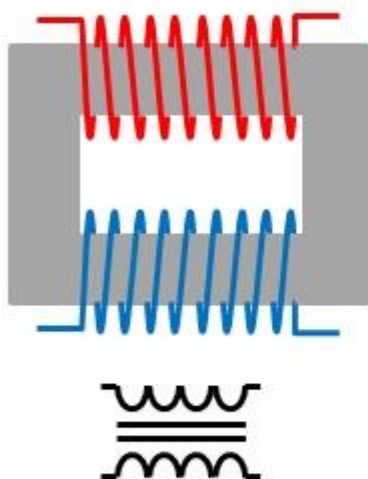
Visserligen kommer ett Differential Mode-filter att dämpa de här störningarna något, men inte speciellt effektivt.

Någon finurlig "gubbe" kom på att om man lindar två exakt likadana spolar fast på varsitt håll på en gemensam kärna så får man en funktion som dämpar Common Mode-störningar väldigt effektivt.

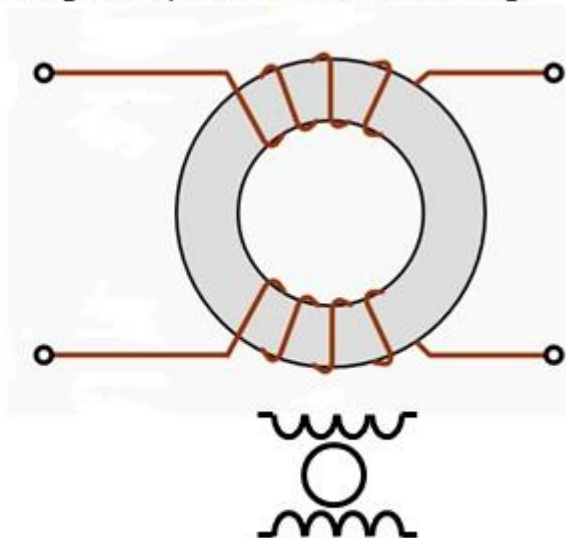
Common Mode



De båda lindningarna har lika många varv, men i motsatt riktning



Lindad på lamellkärna



Lindad på toroidkärna

De kan ha många olika utseenden....

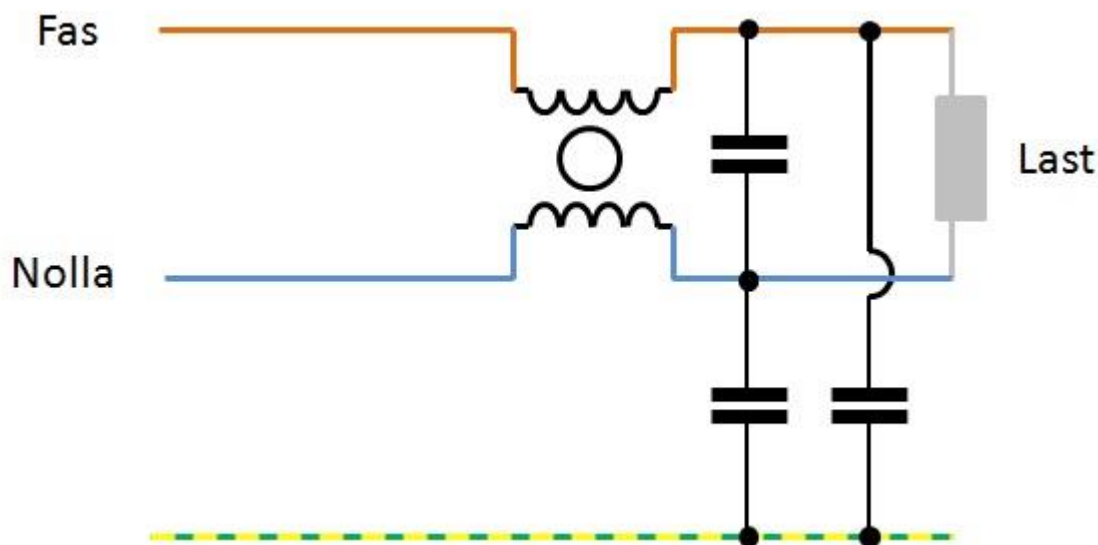


....beroende på värdet och strömtåligheten.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Ett enkelt CM-filter kan se ut så här.



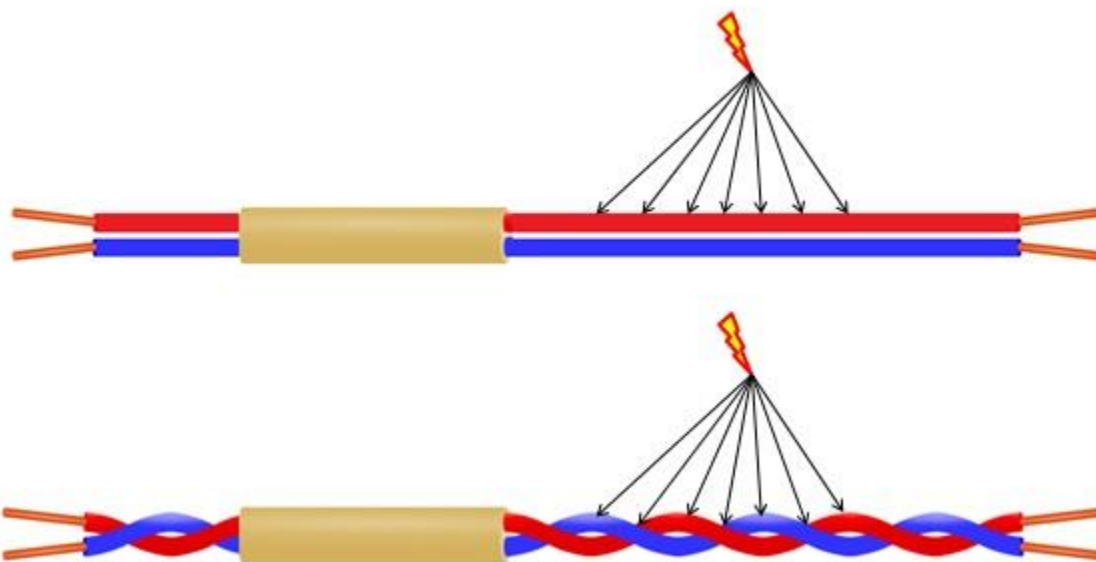
Detta filter ger en väldigt hög dämpning för CM-störningar.

För att detta filter ska fungera måste störningarna i både fas och nolla vara lika stora i amplitud och komma exakt samtidigt i tid.

Om störningen är fältburen och induceras in i en kabel har det stor betydelse hur kabeln är uppbyggd.

Ju längre det är mellan kabelns ledare, desto större skillnad i amplitud blir det på störningarna i resp. ledare.

Den ledaren som är närmast störningen får den högsta amplituden.



En tvinnad eller flätad kabel minimerar det problemet eftersom ledarna hela tiden byter plats.

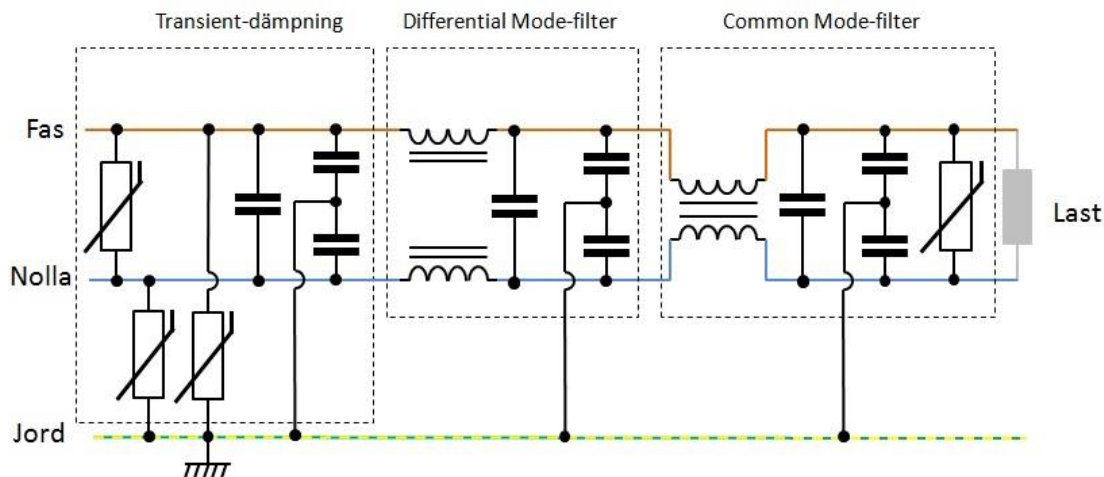
Det är förövrigt samma krav som gäller för en balanserad kabel.

Det smutsiga nätet.

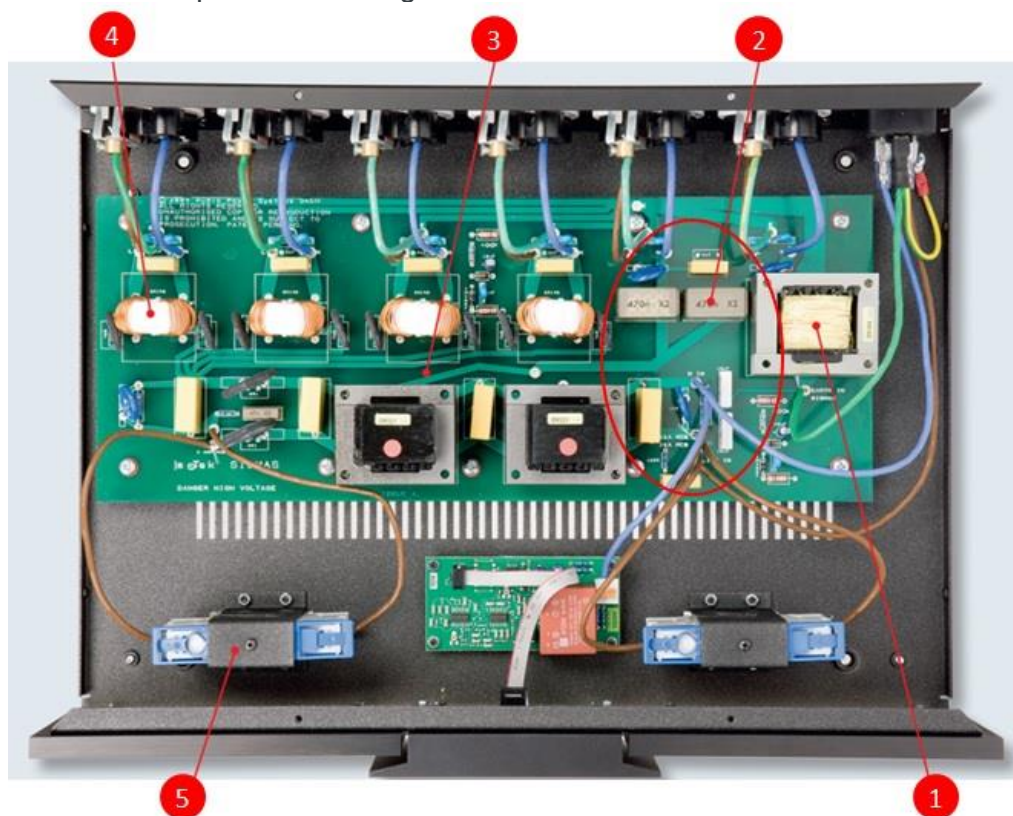
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Den här typen av CM-filter (med CM-drossel + C_x och C_y) har en förhållandevis låg serieimpedans för nyttoströmmen, men blir ändå relativt högimpediv för CM-störningar.

Nu kan vi kombinera de olika delarna till ett komplett filter.



Vi tar ett "köpefilter" som exempel.
Här är en bild på ett Isotek Sigma.

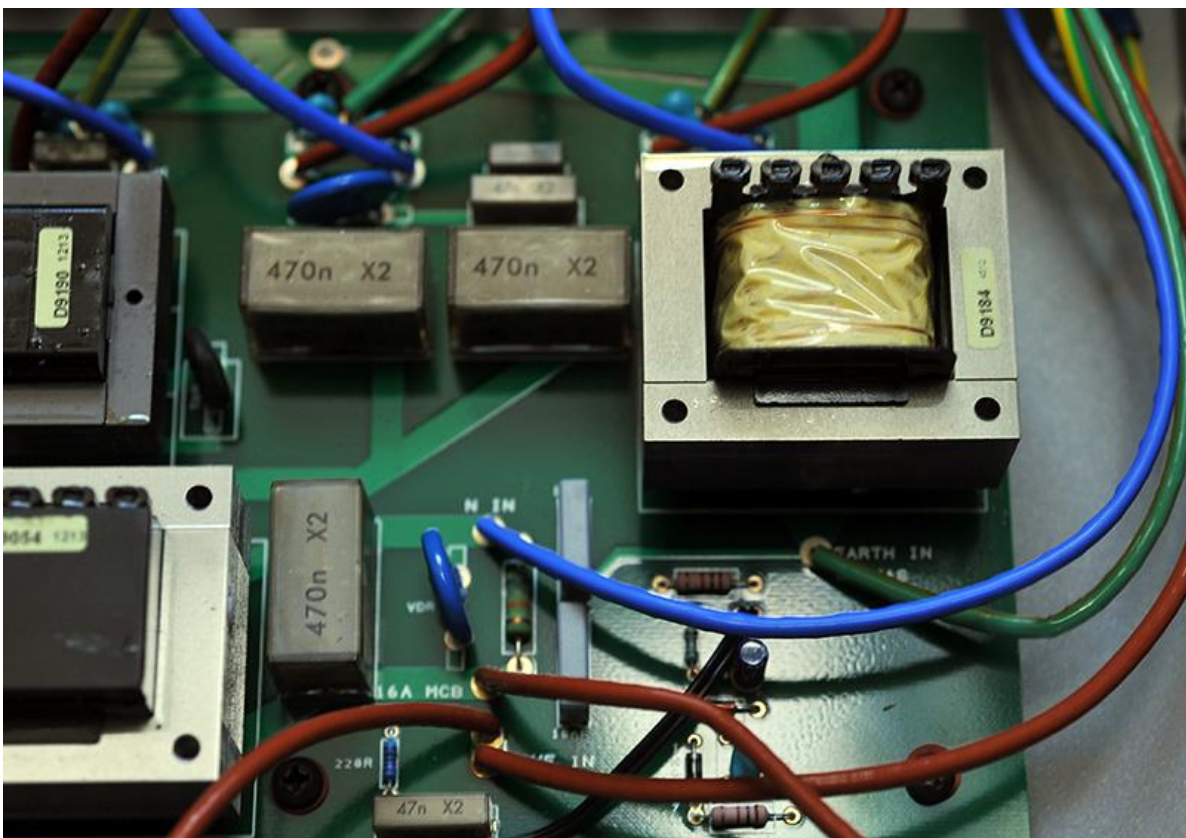
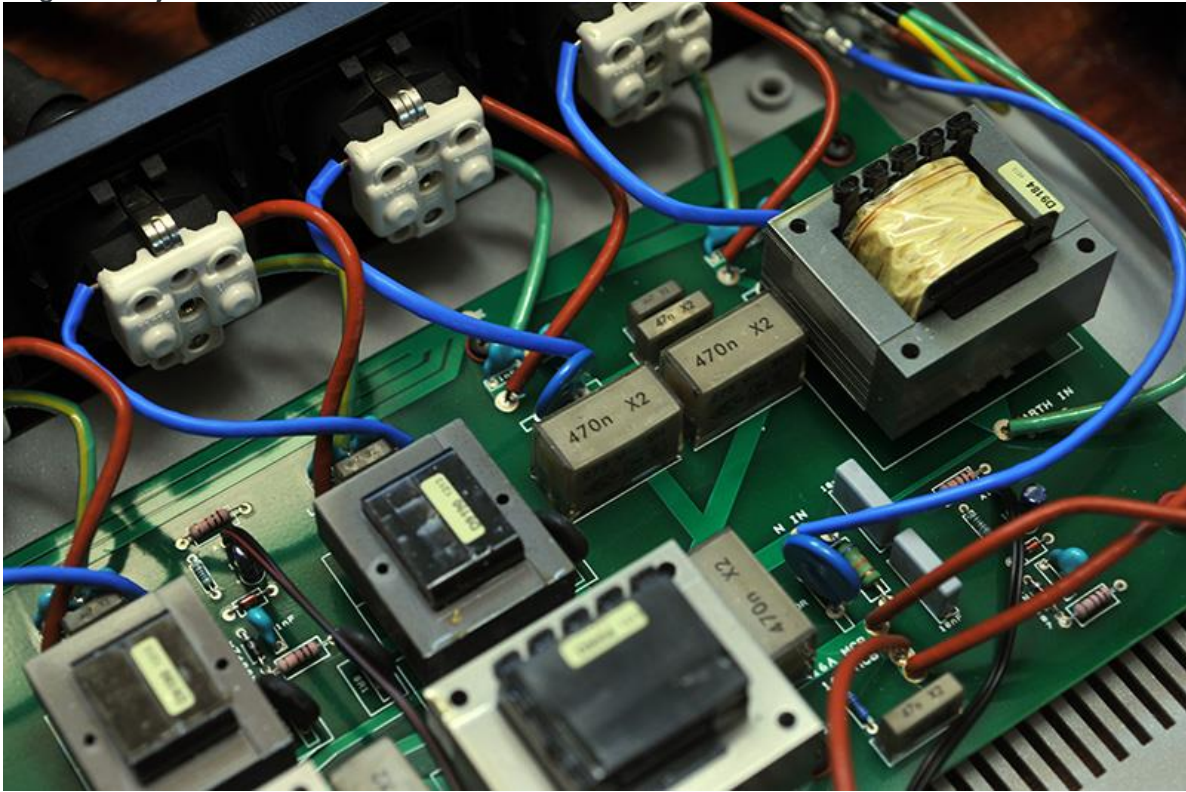


1. Gemensam "Differential Mode"-drossel
2. Varistorer och C_x, C_y kondensatorer
3. "Common Mode"-drosslar för 2x "High current" uttag
4. "Common Mode"-drosslar för 4x "Medium current" uttag
5. Automatsäkringar

Det smutsiga nätet.

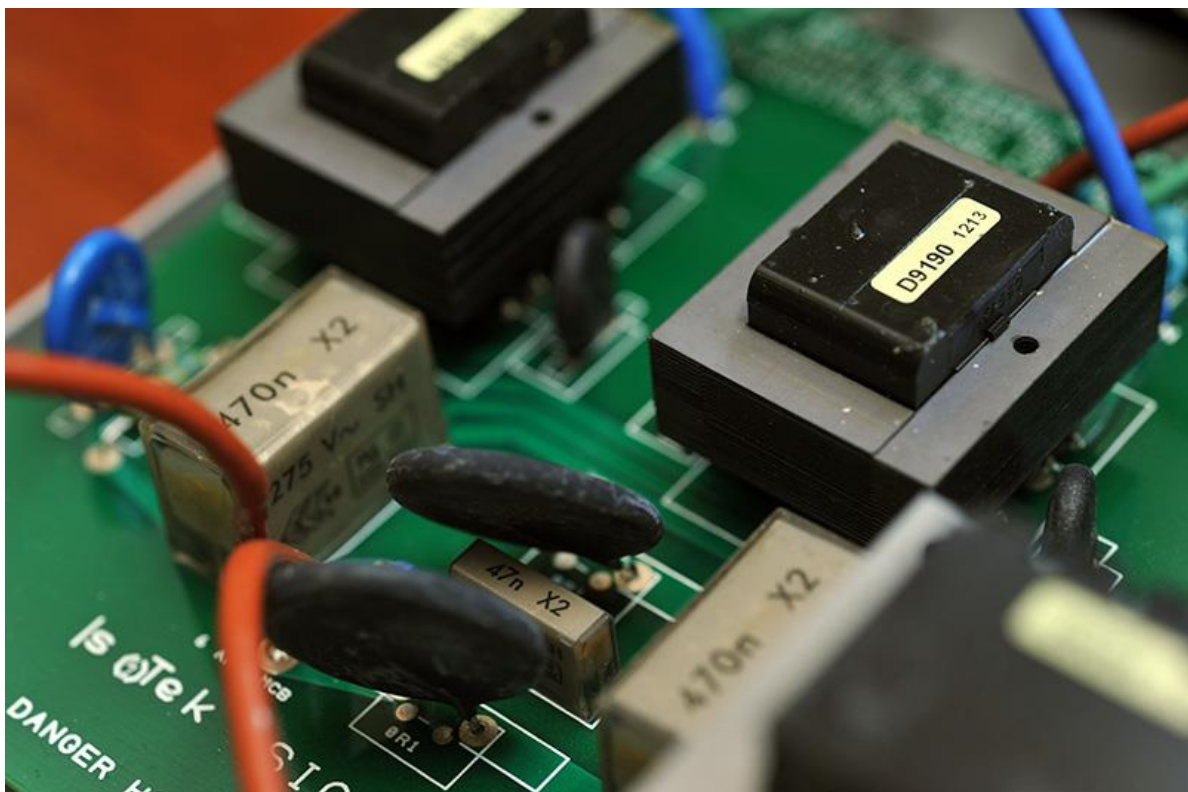
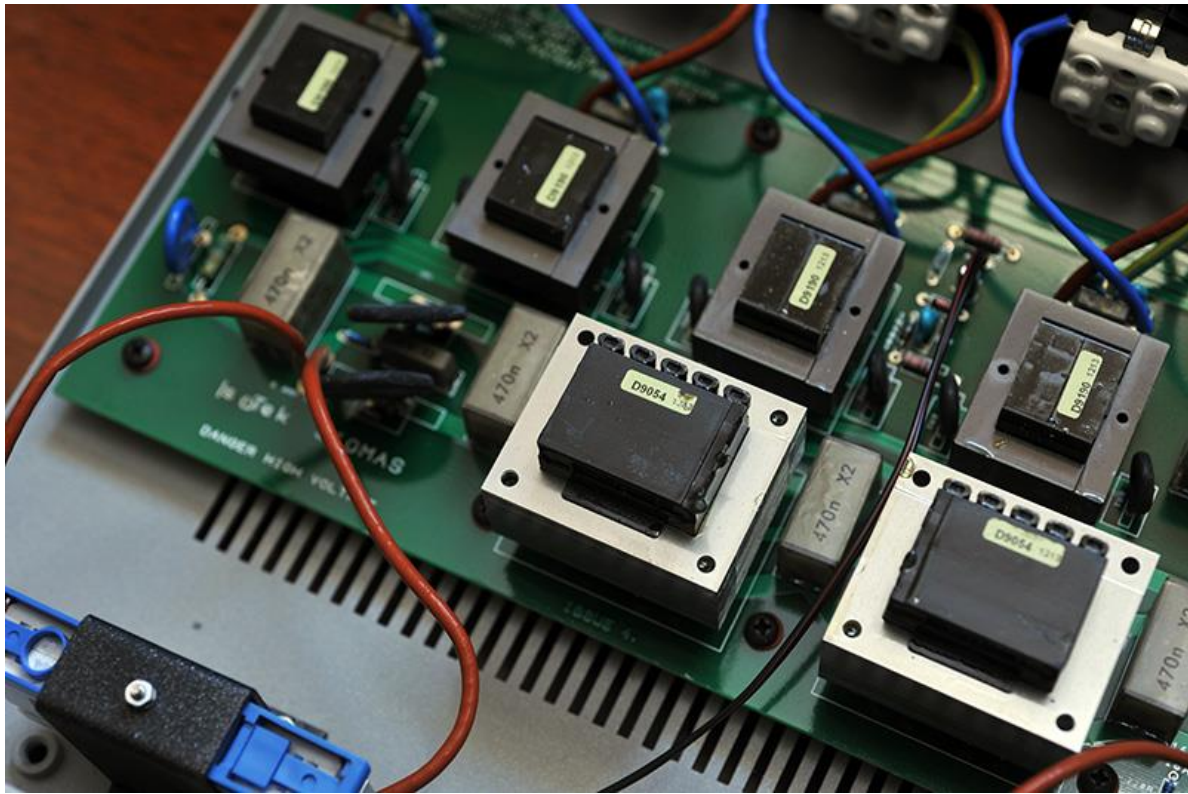
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Några detaljbilder.



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

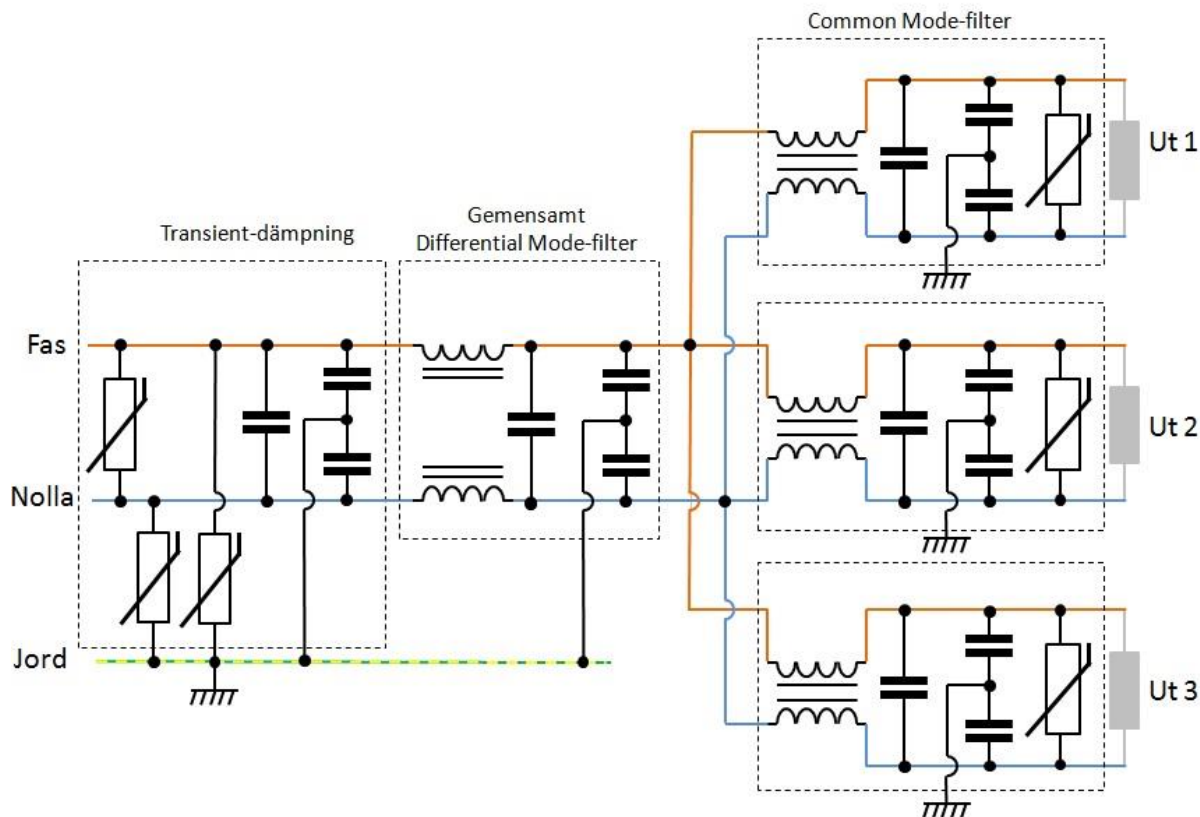


Som ni ser så har Isotek valt att använda ett gemensamt DM-filter och separera de olika utgångarna med egna CM-filer.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Följande bild är bara ett enkelt exempel på hur det kan se ut med tre utgångar inritade.



Observera att det inte är ett komplett schema över någon känd strömrenare utan bara ett försök till pedagogiskt underlag för mitt fortsatta "svammel".

Längst till vänster matas filtret från nätet.

Jag börjar med tre XY-kopplade varistorer för att ta hand om de största transienterna. Efter varistorerna kommer ett RC-filter och i detta fallet representeras R av vår förimpedans.

Eftersom transformatorn (i nätstationen) är en induktiv komponent kommer förimpedansen att bli betydligt högre än vanligt vid höga frekvenser.

Vi går sedan vidare till ett gemensamt DM-filter med efterföljande X och Y-kondensatorer.

Nu är det dags att dela "signalen" till de olika utgångarnas CM-filter och respektive utgång avslutas med ytterligare en varistor som antagligen borde vara en XY-koppling med tre varistorer istället för en ensam. Den är ett extra skydd och skyddar även din övriga anläggning om den anslutna apparaten skulle generera några stora transienter.

Respektive utgångs CM-filter med efterföljande kondensatorer kommer även att dämpa det "slask" som den anslutna apparaten hade skickat tillbaka till nätet annars och som hade stört de andra prylarna.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Nu är det tyvärr så att det finns en del biverkningar också.

Samtliga drosslar's serieresistans kommer att adderas till uttagens förimpedans. Det blir faktiskt ganska många meter koppartråd totalt i drosslarna.

Jag har mätt resistansen på några olika drosslar i "vanliga" industriella filter och för ett enkelt 10A filter ligger den mellan 0,1-0,2 ohm per lindning.

Om vi då tittar på bilden ovan så ser vi att strömmen passerar fyra lindningar på sin resa från fas till nolla.

Dessa fyra lindningar höjer förimpedansen med 0,4-0,8 ohm.

Detta förklarar varför jag fick de resultaten som jag fick vid tidigare THD-mätningar.

Hos gubbe D var det 1,2% THD innan strömrenaren och 2,7% efter.

De övertonsströmmar som de olika apparaterna alstrar ger upphov till spänningsfall över de olika drossel-lindningarnas resistans. Eftersom DM-filtret är gemensamt för alla anslutna apparater kommer dess spänningsfall att påverka alla uttag i strömrenaren.

Det är alltså ingen fullständig störningsisolation mellan uttagen.

En strömtörstig apparat som t.ex. ett större slutsteg kan ge ett betydande spänningsfall (inkl. övertoner) över det gemensamma DM-filtret som med stor sannolikhet kan påverka de andra apparaternas prestanda.

Det kan vara en anledning till att så många tycker att de förlorar på att mata slutsteget via strömrenaren.

Den högre förimpedansen som man onekligen får med ett antal drossellindningar i serie påverkar också den maximala kortslutningsströmmen negativt.

Har man ett väldigt svagt nät med hög förimpedans och man sedan stoppar in ett filter med hög resistans kan det resultera att säkringar får svårt att lösa inom godkänd tid på fel efter filtret vilket kan resultera i brand. En vanlig C10 automatsäkring brukar man räkna behöver 100A kortslutningsström för att lösa inom föreskriven tid.

Det smutsiga nätet.

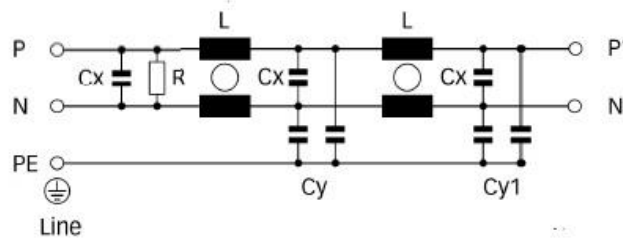
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Jag har mätt på ett Schaffner FN2090. Ett standard 10 A industriellt filter.

Multi-stage EMI Filter with Excellent Attenuation Performance



FN 2090 two-stage filters

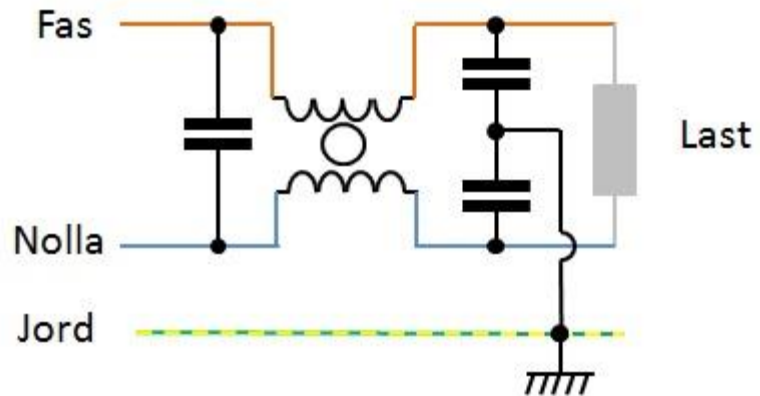


Förimpedansmätningen direkt i vägguttaget gav 0,38 ohm och 605 A kortslutningsström. Med filtret blev det 1,07 ohm och 214 A. Filtret adderar alltså 0,69 ohm. Hade jag haft en förimpedans i uttaget på 1,5 ohm eller mer så hade det nog varit på gränsen till att inte klara utlösningvillkoret med en trög säkring.

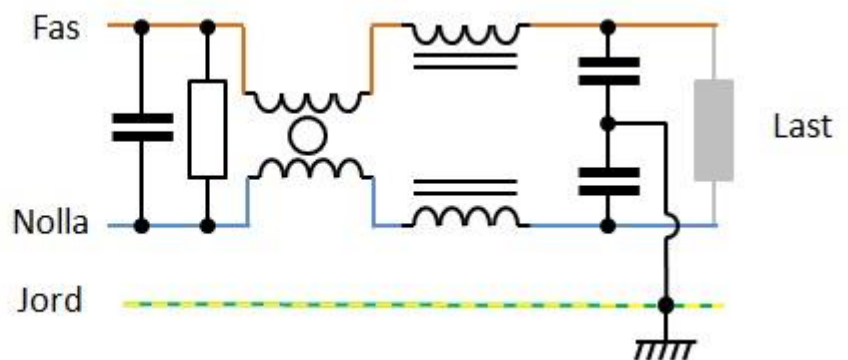
Denna "förstrykning" kommer givetvis att påverka nätets förmåga att lämna ström och eftersom nästan 2/3 av förimpedansen (i mitt exempel) består av induktanser vars enda uppgift är att förhindra snabba strömförändringar kan jag mycket väl förstå varför så många upplever att man tappar dynamik med vissa filter (renare).

Vi tar ett par andra exempel på "köpefilter".

Här är ett Furutech AC-1501 "IEC inlet with EMI filtration"



Här har vi ett tvåstegs standardfilter för inbyggnad från Schaffner

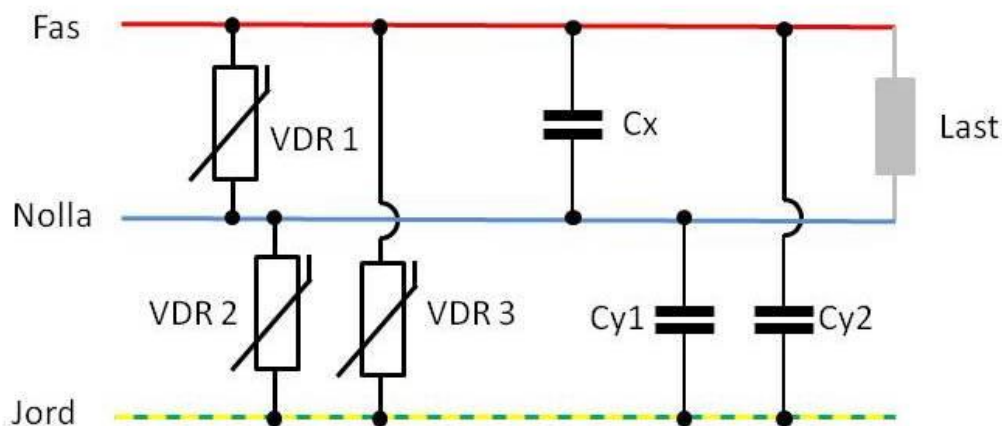


Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Många tillverkare har redan monterat något motsvarande filter i sina apparater för att klara EMC-kraven.

Problemet är att den här typen av filter nästan alltid saknar transientskydd. Kompletterar man med ett transientskydd typ



så kommer man nog långt.

Mitt syfte med denna artikel är inte att ni ska tillverka ert egna nätfiler och därför har jag inte plågat er med en massa beräkningar, men om någon är sugen på att bygga själv så finns det massor med färdiga scheman ut på nätet.

Komponenterna är inte speciellt dyra, men det gäller att man verkligen vet vad man gör. Det här är inget att leka med. Det kan kosta livet.

Det smutsiga nätet.

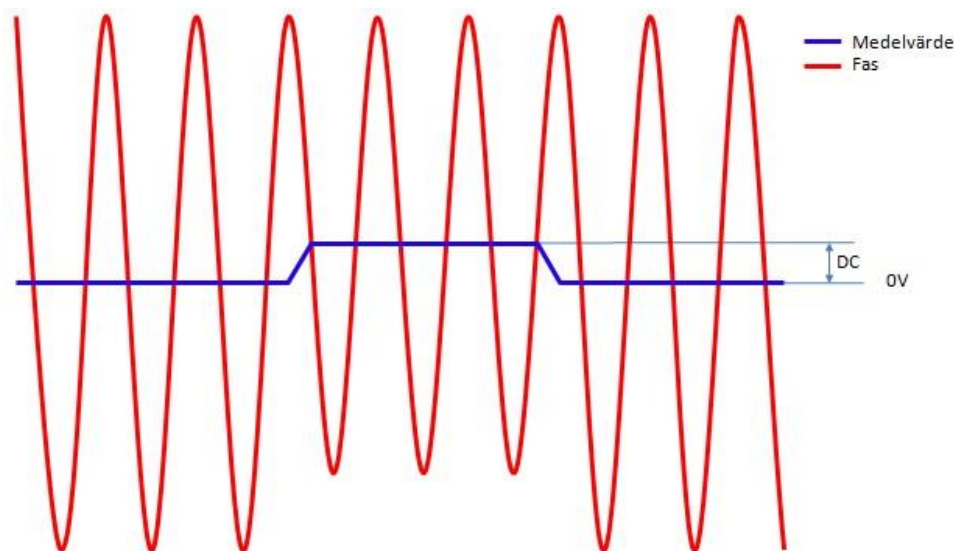
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

DC-offset

Det blir allt vanligare att vi har DC (likström) på vårt elnät.

Mängden kan variera ganska mycket under dygnets timmar, det är nätets olika laster som avgör.

Tanken med en växelspanning är att båda halvperioderna är exakt lika stora (symmetrisk last), men när de inte är det kommer det att resultera i en DC-offset.



På bilden ovan börjar och slutar vi med en symmetrisk last, men på mitten är spänningen osymmetrisk på grund av en last som drar mer ström från den negativa halvperioden än från den positiva.

En större strömförbrukning innebär att spänningen sjunker och ju högre förimpedans du har, desto mer sjunker den (nu var vi där igen).

Under tiden som denna asymmetriska last pågår kommer medelvärdet att stiga (från 0:an) och det kommer att bli en DC-offset (DC på bilden).

Det finns flera olika laster som kan orsaka DC-offset i våra hem. Den gemensamma egenskapen är dock att de utgör en asymmetrisk last.

Med det menas alltså att de drar olika mycket ström under den positiva och den negativa halvperioden.

Vissa moderna spisar, tvättmaskiner, diskmaskiner, mm uppvisar det här beteendet.

Jag återkommer till en typisk asymmetrisk last, nämligen frugans hårtork.

På lågfart har man halv vågslikriktat spänningen till värmeelementet med en diod och elementet kommer då bara att belasta den ena halvperioden.

Förutom att den genererar jämna övertoner kommer den att orsaka en DC-offset.

Oftast är det här intermittenta störningar och är de bara tillräckligt kortvariga så ställer det sällan till med några problem.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Hårtorken i mitt exempel har en effekt på 500/1000 W.

I 500 W läget kommer den att dra ungefär 2,2 A, men bara under den ena halvperioden.

Har vi en förimpedans på 0,5 ohm kommer den halvperiodens spänning att sjunka med styvt 1 V och det genererar en DC-offset på 0,5 V.

Har 0,5 volt någon betydelse då?

Ja, det kan det ha. Den vanligaste märkbara symtomen på DC-offset är att transformatorer börjar väsnas (ett mekaniskt surrande/brummande ljud).

Nättransformatorer är gjorda för symmetrisk spänning och vid DC-offset på nätet kommer kärnan successivt att gå mot mättnad med varmgång och minskad uteffekt som följd. För varje period där den ena halvperioden är större än den andra kommer kärnan att magnetiseras något och till slut är gränsen nådd.

En kortvarig (< 1 minut) offsetspänning hinner oftast inte mätta kärnan, men är det ett kontinuerligt offsetfel behövs det inte så hög offsetspänning för att transformatorn ska påverkas negativt. För vissa typer av transformatorer räcker några 10-dels volt om det är kontinuerligt. Toroid-transformatorer är generellt känsligare än transformatorer med lamellkärna.

Kan vi göra något åt detta om vi har problem?

Svar, Ja. Det finns s.k. DC-blockers (eller DC-traps) att köpa.



Det finns även byggsatser på nätet.

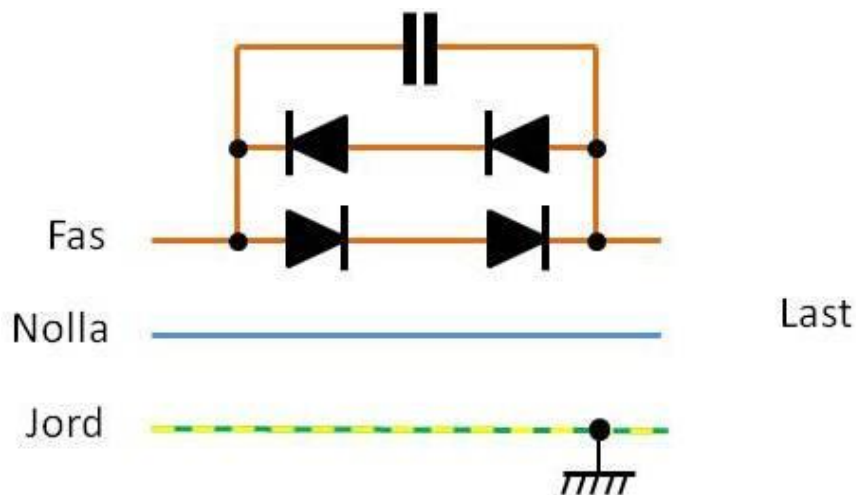
<http://www.ebay.com/itm/DC-trap-blocker-filter-for-toroidal-transformers-assembled-in-case-/131654666919>

<http://sjostromaudio.com/pages/index.php/hifi-projects/108-dct01-the-dc-trap-high-end-style>
<http://www.atlhifi.com/shop/populated-pcb/fully-populated-dc-blocker-pcb/>

Tänk på att det är farliga saker och bygg inget själv om du inte känner att du har "koll på läget".

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.



Bilden ovan visar ett principschema för en DC-blocker.

En diod har ett spänningsfall på 0,6-0,7 volt i framriktningen (när den leder) och i schemat ovan har jag lagt två dioder i serie för den positiva halvperioden och två för den negativa.

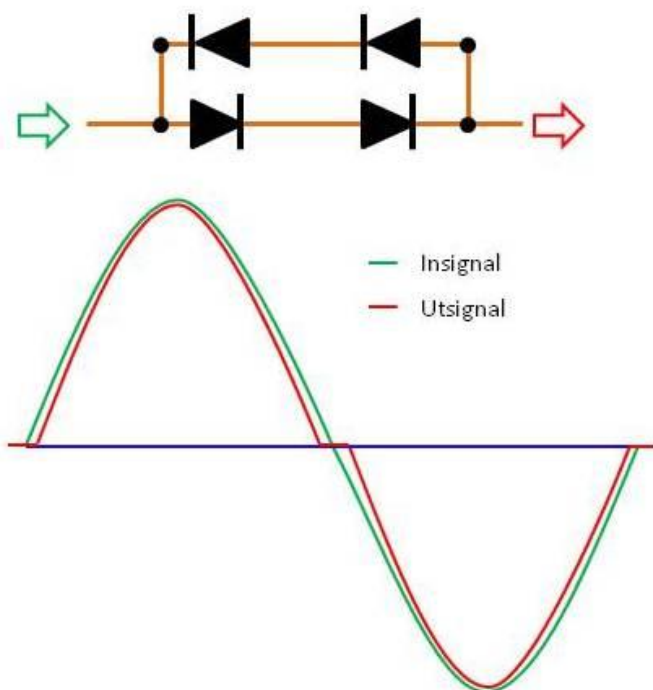
Dioderna kommer att orsaka ett spänningsfall på 1,2-1,4 volt.

Detta spänningsfall blir som ett "elektriskt glapp". Dioderna kommer inte att börja leda ström förrän spänningen över dem överstiger 1,2-1,4 volt och så länge DC-offseten är lägre än den spänningen kommer likströmmen inte att släppas igenom.

DC-blockern i mitt exempel klarar alltså av en maximal DC-offset på 1,2-1,4 volt.

Kondensatorn är till för att släppa fram växelströmmen till förbrukaren innan dioderna öppnar. Förenklat brukar man säga att en kondensator blockerar likström och leder växelström.

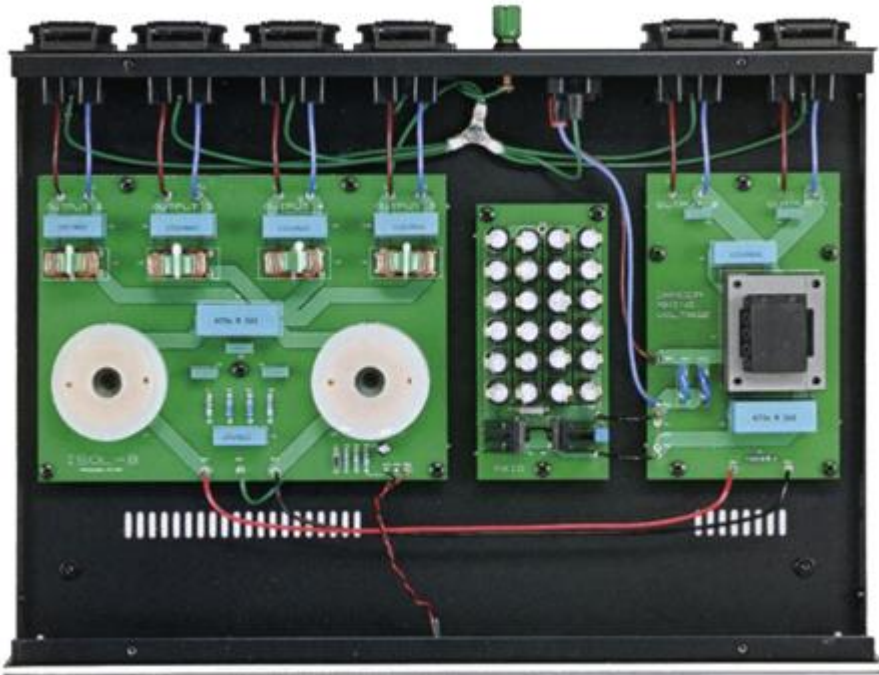
Utan kondensator hade det blivit så här.



Det smutsiga nätet.

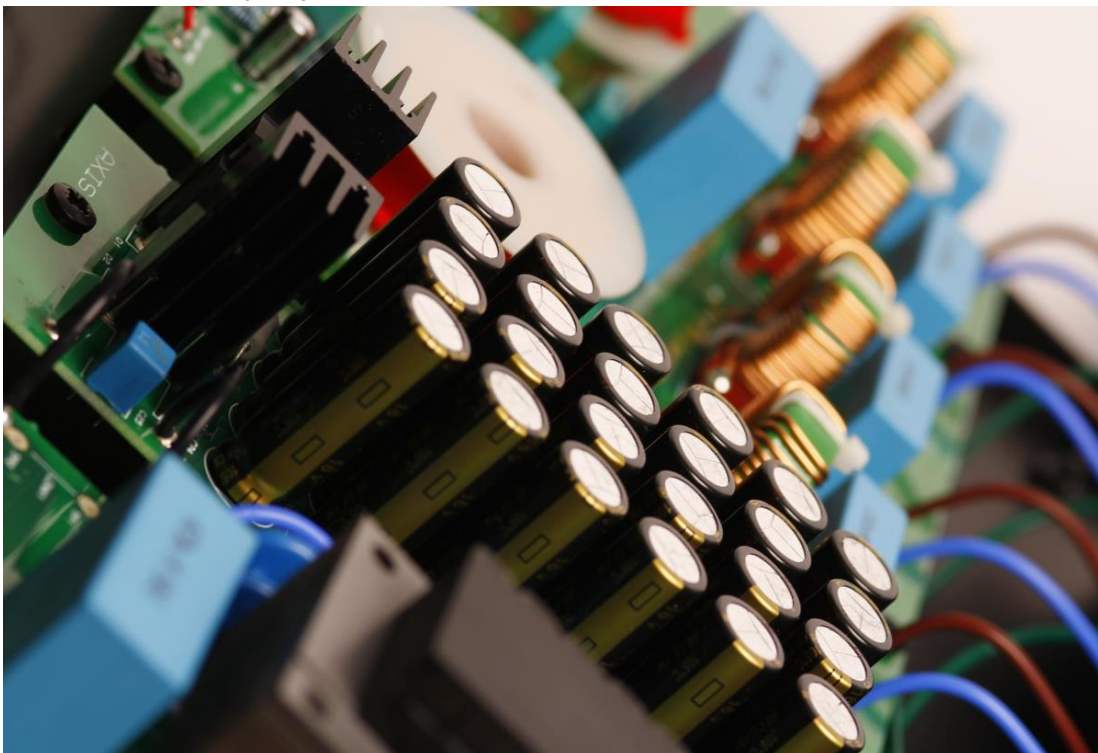
En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Det finns även tillverkare av s.k. nätfilter som har lagt till den här funktionen.



Här är en bild på en Isol8 Minisub Axis,

och här är en bild på själva DC-blockern.



Det finns mer att läsa på deras hemsida: http://www.isol-8.co.uk/dc_on_the_mains.html.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

För mig känns det här som en medicin man inte ska ta om man inte har några symtom. Jag är nämligen notoriskt skeptisk till allt som ligger i serie med strömmen, men jag kan ha fel. Hur som helst kan man ju försöka lokalisera och åtgärda det som skapar DC-offset innan man skaffar en DC-blocker.

Som vanligt är det din förimpedans som avgör hur stora störningar dina egna prylar orsakar.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Rätt fas?

Detta är ju ett flitigt diskuterat ämne och även om det kanske är lite OT i förhållande till trådens rubrik, så tycker jag ändå att frågan är relevant. Som vanligt finns det flera olika läger och alla är lika övertygade om sin egen "sanning". Det är sällan som det tas upp några tekniska aspekter i diskussionerna, det lutar oftare åt tyckande och ibland på gränsen till närmast religiös klan-tillhörighet.

Jag kommer inte att försöka predika någon allenarådande sanning, den har jag inte, men jag tänkte ta upp lite av vad som händer om vi vänder på stickkontakten.

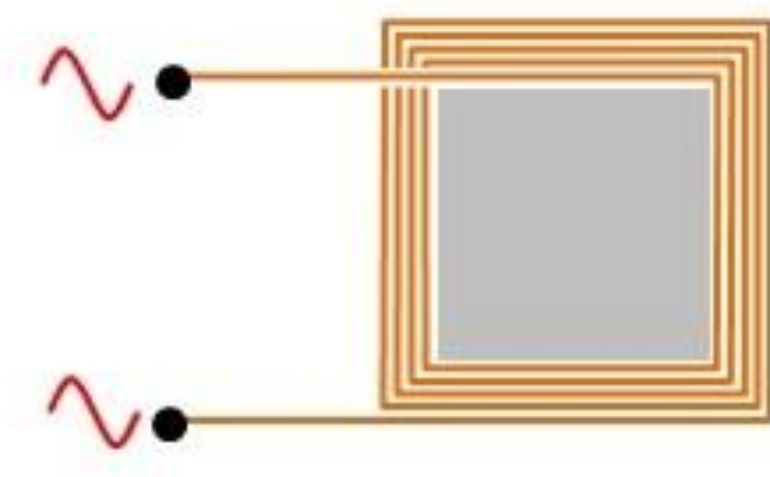
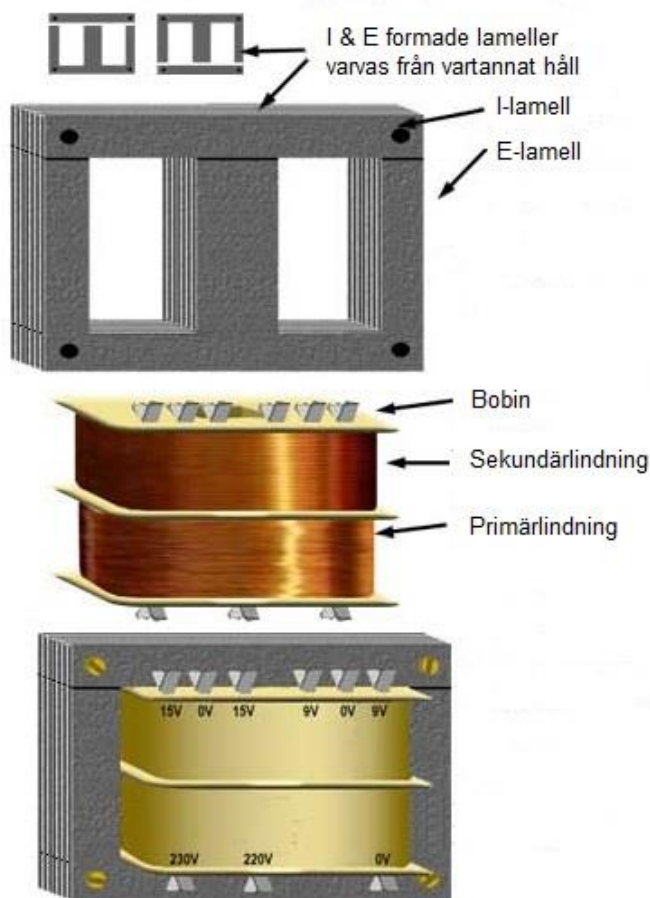
Vi tar ett steg tillbaka och tittar på den huvudsakliga anledningen till att frågan överhuvudtaget existerar.

En transformator består en kärna, en primärlindning och en sekundärlindning.

I bilden till höger visas en transformator med lamellkärna.

Det är oftast ganska många varv per lindning och det blir därför många lager av koppartråd.

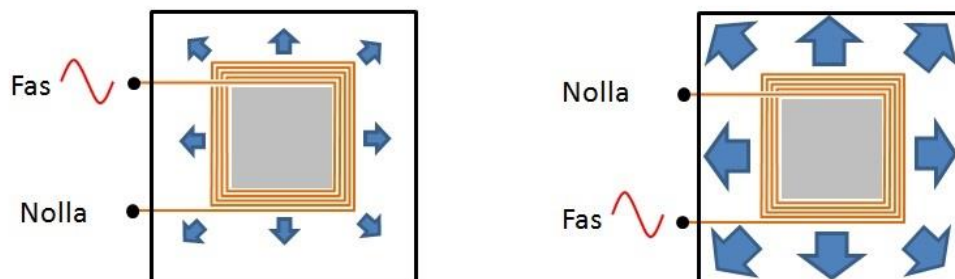
Bilden nedan illustrerar kärnan (den grå kvadraten) och primärlindningen, lager för lager. Transformatorn bryr sig inte om vilken anslutning fas resp. nolla ansluts till, men.....



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Följande bild visar de två olika varianterna som erbjuds.



Den vänstra bilden visar när fasen är ansluten till lindningens början, d.v.s det innersta varvet närmast kärnan.

Det elektriska fältet som lindningen orsakar är förhållandevis litet, eftersom inkommande fas kommer att "skärmas" av efterföljande varv och det yttersta varvet är ju mer eller mindre det samma som nollan (jord). En hyfsat bra skärm alltså.

På den högra bilden har jag vänt stickkontakten. Det är nu nollan som ligger på det innersta varvet, fasen på det yttersta och det elektriska fältet kommer därför att bli betydligt större i innan.

Det här fenomenet är inte svårt att bevisa, det räcker med en hyfsat hög-ohmig multimeter



eller en enkel s.k. faspenna.



Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Har du jordat elsystem så behöver du först tillverka en kort förlängningskabel med bruten jordanslutning. (det finns givetvis andra sätt att lösa det på)
Jag har tillverkat en sådan här kabel speciellt för detta ändamål (det blev även en med IEC-kontakt).



Tänk på att själva apparaten inte längre är jordad med den här kabeln och om det uppstår ett fel kan hela chassit bli spänningsförande. Lämna aldrig en apparat inkopplad med den här kabeln utan tillsyn. Ta inte i denna apparat samtidigt som du tar i någon annan jordad pryl.

Denna kabel behövs alltså bara i ett jordat nät. Anledningen till den brutna jorden är att om apparaten är jordad kommer den spänning som induceras i apparathöljet att ledas till jord och du får då väldigt små utslag vid mätningen. Transformatorns utstrålade elektriska fält påverkas dock inte av att apparaten är jordad, det är bara mätningen som försvåras. Det elektriska fältet som transformatorn ger ifrån sig drabbar elektroniken i lådan lika mycket ändå.

Gör så här om du har en multimeter:

Ta en apparat, t.ex. förstärkaren.

Inga kablar som går till andra apparater får vara anslutna.

Anslut den aktuella apparaten till vägguttaget via ojordad kabel, starta upp den och mät växelspanningen (VAC) mellan apparatens chassi och jord (se bilden ovan med min hemgjorda "mätkabel"). Har du ojordat elsystem så kan du mäta mot t.ex. ett element istället.

Notera spänningen.

Vänd stickkontakten och gör om mätningen. Det är inte ovanligt att det skiljer över 50 volt.

Jag brukar markera med en tejpbit på vilken sida av nätbrunnen som jag ska ha "fas" för lägsta värde. Gå nu igenom alla apparater, mät, märk och notera spänningarna i respektive läge för varje apparat. Har man inte en multimeter men en faspenna, typ Elfix, kan man göra såhär:

Det är exakt samma grundförutsättningar som gäller, d.v.s. inga andra kablar anslutna till mätobjektet och ingen jord.

Mät avståndet från apparaten där faspennan börjar ge utslag.

Vänd stickkontakten och gör om mätningen.

Skriv ner avståndet istället för spänningen.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Är det så enkelt att man bara ska välja det hållet som ger lägst spänning (längst avstånd)? Svaret är tyvärr inte så enkelt som ett entydigt JA. Det finns som vanligt olika teorier även här.

Jag ska försöka ge er bakgrunden till några av dem.

Teori 1.

Välj det hållet på stickkontakten som ger minst elektriskt fält (lägst spänning eller längst avstånd om du mäter med en faspenna).

Detta alternativ stör apparatens elektronik minst, men kan ställa till med andra problem.

Vi tar ett exempel:

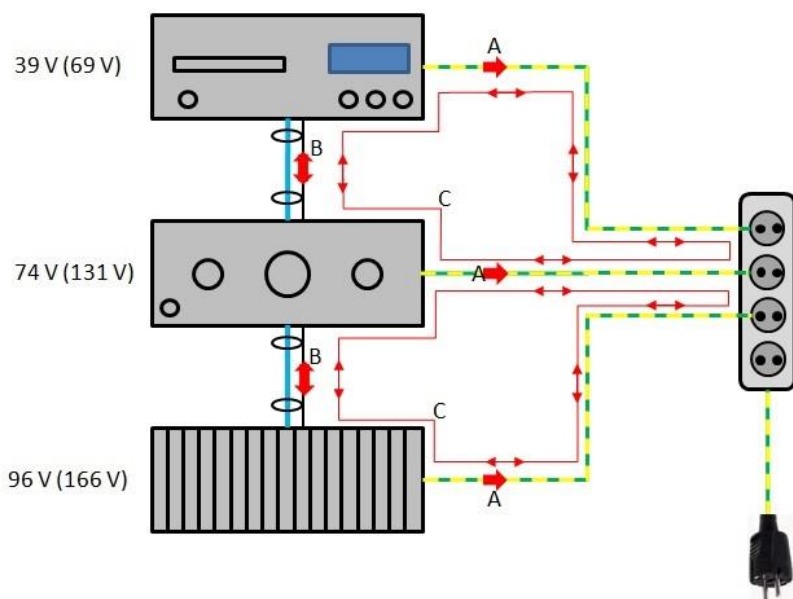
En mätning gav resultatet enligt tabellen nedan.

Objekt	Fas åt vänster	Fas åt höger
CD-spelare	39 v	69 v
Försteg	74 v	131 v
Slutsteg	166 v	96 v

Ska vi följa teori 1. så blir det ju så här.

(CD) 39v -> (försteg) 74v -> (slutsteg) 96 v

Vi kommer alltså att ha en potentialskillnad på 57 volt mellan CD och slutsteg. Det blir en del jordströmmar för att utjämna den skillnaden.



Den största delen kommer nätkablarnas jordledare (gul/grön på bilden) att dra ner till strömlisten, men tyvärr finns det ingen kabel eller strömlista som saknar resistans. Det kommer alltså att bli en liten potentialskillnad mellan de olika apparaternas chassi.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

De flesta av våra prylar har signaljord (SG) förbunden med skyddsjord (PG) och därför kommer signalkablarnas (blå kablar på bilden) minusledare/skärm också att genomflytas av denna potentialutjämningsström (B i bilden ovan).

Denna ström kan definitivt orsaka brum och enligt många har det även en negativ påverkan av själva signalen. Den stora anledningen till brum är utan tvekan de jordslingor som kan uppstå (C i bilden ovan).

Viss elektronik kan vara närmast överkänslig mot detta.

Teori 2.

Vänd stickkontakten så att alla apparater har så lika värden som möjligt, oavsett storlek. I vårt exempel skulle då CD-spelaren vändas.

(CD) 69V -> (försteg) 74V - (slutsteg) 96V

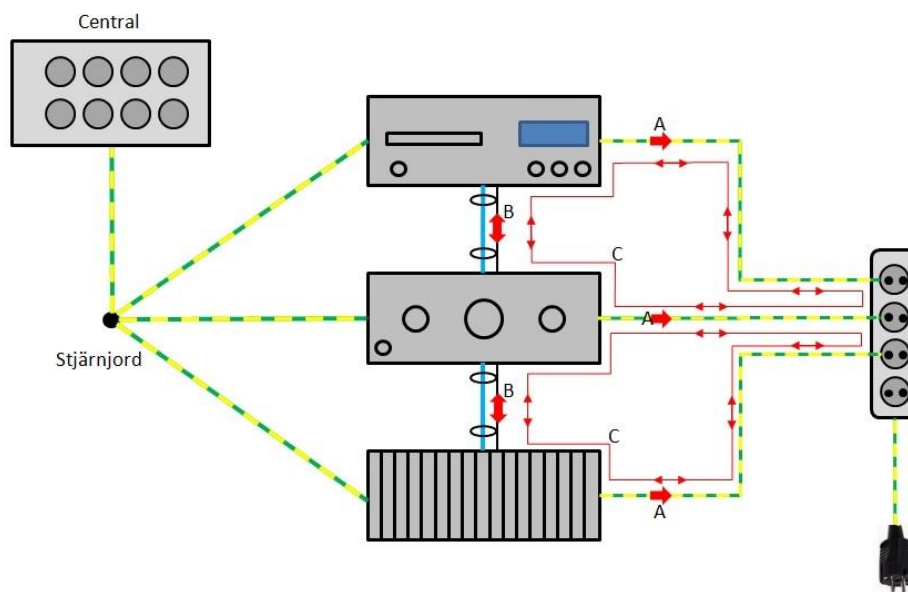
Detta ger oss en potentialskillnad på 27 volt jämfört med 57 volt i Teori 1. Det verkar väl vettigt, men som vanligt finns det lite "smolk i bägaren".

Elektroniken i CD-spelaren kommer nu att utsättas för ett betydligt större elektriskt fält, som definitivt kan påverka mer än vad ev. jordströmmar gör. Jag personligen gillar inte detta tilltag. Jag vill hålla ner det elektriska fältet så långt det är möjligt men jag har inga vetenskapliga bevis, det är nog mest en känsla.

Teori 3.

Gör enligt teori 1, men komplettera installationen med ett eget potentialutjämningsnät.

En grov (minst 6 mm²) jordledning från centralen till hifi'n och komplettera med grova jordkablar till respektive apparat. OBS! Det ska vara stjärnjordat. Du ska inte gå från en apparat till nästa o.s.v.



Detta kommer att reducera jordströmmarna till ett minimum.

På mitt jobb drar vi alltid fram en 10 mm² potentialutjämnning från det matande ställverket till våra kopplingskåp/apparatskåp och det hade man definitivt inte gjort om det inte funnits en god anledning. Det handlar inte om en stor kabelarea p.g.a. höga strömmar, utan att få så låg förimpedans som möjligt på jorden för en effektiv störningsbekämpning. Det finns flera leverantörer av "seriösa" strömprodukter, men oftast blir prislappen därefter. Nu går det att lösa det här för ganska små pengar.

Du behöver i och för sig hjälp av en installationselektriker för att dra jordkabeln från centralen till hifi', men resten kan du antagligen fixa själv.

Det smutsiga nätet.

En genomgång av de parametrar som påverkar kvalitén på din strömförsörjning.

Detta går även att realisera med en tillräckligt kraftig hifi-matning (minst 6 mm²) till en välbyggd och stjärnjordad strömled. Många av dessa strömled har ett jordtag på sig för att kunna använda extra grova jordsladdar till respektive apparat.



Jorden kan du ansluta i någon skruv på chassit

Skillnaden på ett potentialutjämnat system mot att låta signal och strömkablarna göra jobbet kan vara förhållandevis stor. Av störningshänseende är det minst lika viktigt att hålla en låg förimpedans till jord, som mellan fas och nolla. De flesta störningar försöker vi ju faktiskt dränera till jord via kablarnas skärm och de ska helst ha en "autobahn" till nätstationen. Det här kan man självklart göra utan att mäta överhuvudtaget, det är ju "bara" att provlyssna alla möjliga kombinationer och låta örat avgöra. I en anläggning med DAC, riaa-steg, CD-spelare, försteg och slutsteg blir det ju bara 32 olika kombinationer, "piece of cake", eller hur?