

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Störningsfrihet i dag och i morgon

*Martin Lundmark*  
*EMC on SITE*



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– **Forskning & utbildning i världsklass**



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# AGENDA

## -Teknikskiftet

## -Hoten

- Omedvetenheten
- Den snabba teknikutvecklingen
- Teknikberoendet
- Skatteplaneringen
- Mängdläran

## -Störning och förstörelse



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– **Forskning & utbildning i världsklass**



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Teknikskifte

**Övergången från analog  
till digital teknik  
innebär inte bara ett teknikskifte...**

**...det innebär också ett annat sätt  
på vilket störningar ger sig till känna.**



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– **Forskning & utbildning i världsklass**



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

**Istället för att, som störnivån vid analog teknik  
kan öka och ge en förvarning...**

**...så sker övergången från störningsfrihet...  
... till signalfrihet ...**

**...plötsligt, vid digital teknik**



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
- **Forskning & utbildning i världsklass**



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

**Den digitala störimmunitet som bl.a. bygger på smarta algoritmer, frekvenshopp och redundans...**

**...ger en osäkerhet om störmarginalen...**

**[...digital cliff...]**

**...och det är ofta svårt att veta om det är:**

- ett handhavandefel av personal,
- fel på mjukvaran
- en teknisk störning

**som orsakar ett avbrott.**



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– Forskning & utbildning i världsklass



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

**Digital teknologi ger en störningsfriare överföring...  
... så länge marginalerna är tillräckliga...**

**...men kontrollen över störningsfriheten, ....**

**...och därigenom möjligheten att bibehålla  
störningsfriheten,  
har minskat**



Skandinavien nordligaste tekniska universitet  
- **Forskning & utbildning i världsklass**



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Hoten:

- Omedvetenheten
- Den snabba teknikutvecklingen
- Teknikberoendet
- Skatteplaneringen
- Mängdläran



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– **Forskning & utbildning i världsklass**



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Omedvetenheten

- Digital cliff

- Den aktuella störnivån  
Har vi en ökande störnivå?  
Mäter/kontrollerar vi nivå?



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– Forskning & utbildning i världsklass



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Omedvetenheten

Övergången från linjär  
till switchad teknik  
innebär inte bara ett teknikskifte...

...det ställer nya och förändrade krav på  
hur våra installationer är utförda

Multimedia, hemsjukvård....



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
- Forskning & utbildning i världsklass



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Den snabba teknikutvecklingen

- **Kort omsättningstid**  
(6 år för normarbete)
- **Parallell teknikutveckling**  
(Energibesparing, multimedia, hemsjukvård)



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– **Forskning & utbildning i världsklass**



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Teknikberoendet

- Vi är i allt högre grad beroende av att teknik fungerar
- Teknik är i allt högre grad beroende av att annan teknik fungerar



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– **Forskning & utbildning i världsklass**



# Skatteplanering

## Switchfrekvens under 150 kHz

“the switching frequency has been selected so as to have the first and second harmonic component of the ripple below the lower frequency considered by the standards; thus reducing the filter requirements.”

**Rossetto, L. Buso, S. Spiazzi, G**

Conducted EMI issues in a 600-W single-phase boost PFC design,

*IEEE Transactions on Industrial Electronics,*

Vol.: 36, Issue: 2 (March-April 2000), p.578 – 585.

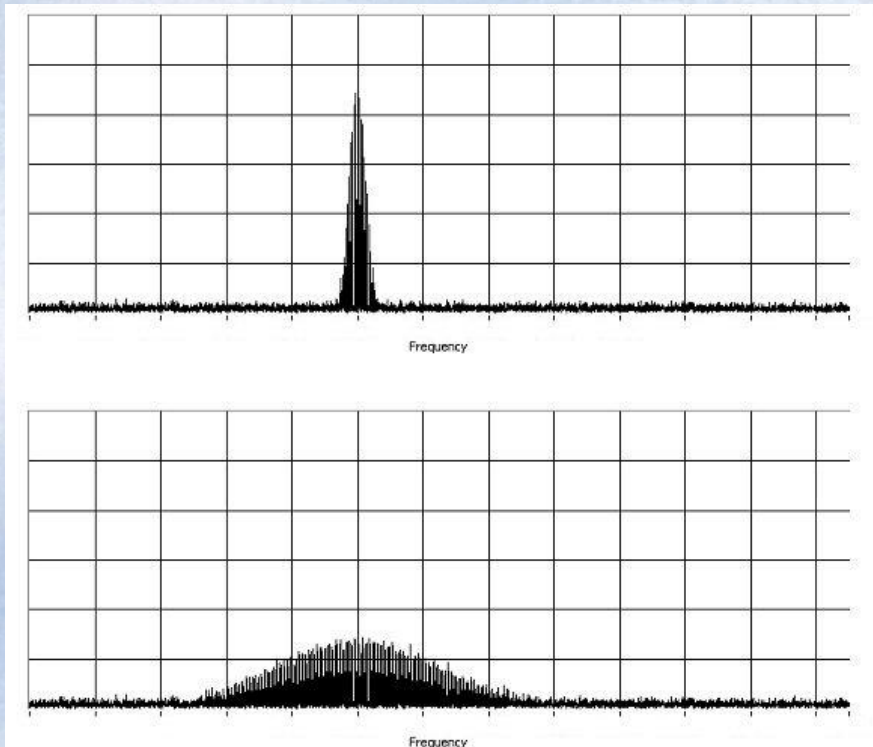


Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– Forskning & utbildning i världsklass



# Skatteplanering

## Frekvens spridning



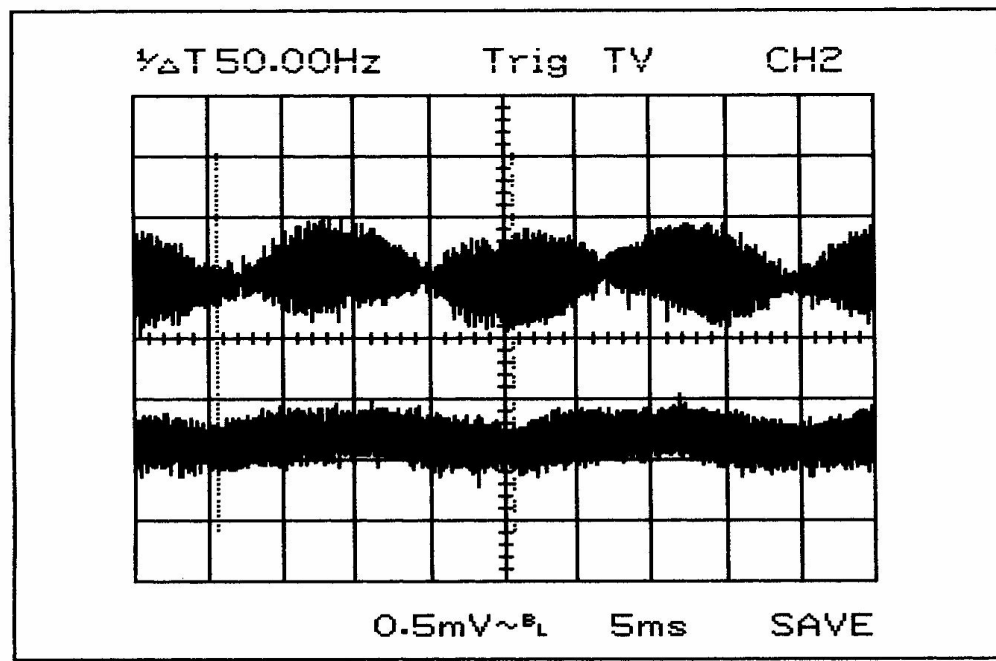
Normerna för strålad emission är skriven med avseende på analog radiokommunikation.

Kvasitoppvärdet motsvarar bra den mänskliga hörselns förmåga att uppfatta tal gentemot bakgrundsbruset

Genom att modulera switchfrekvensen kan strömmens RMS värde bibehållas samtidigt som kvasitoppvärdet minskar 6-9 dB, detta minskar EMC filtrets storlek



# Mängdläran



The current in PE- wire when one, (lower curve) and two (upper curve), HF- ballast are connected.

The current in PE- wire when 24 HF- ballast are connected.



# Mängdläran

## Required Changes in Emission Standards for High-Frequency Noise in Power Systems

C.M. Lundmark, E.O.A. Larsson, M.H.J. Bollen

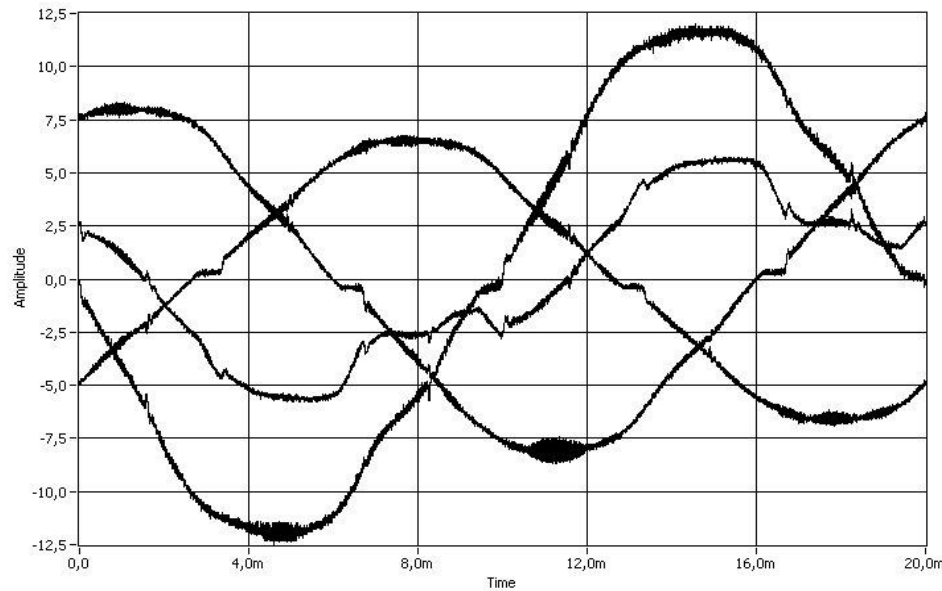


Figure 8. Measured currents containing high-frequency noise: three phase currents and the neutral current.

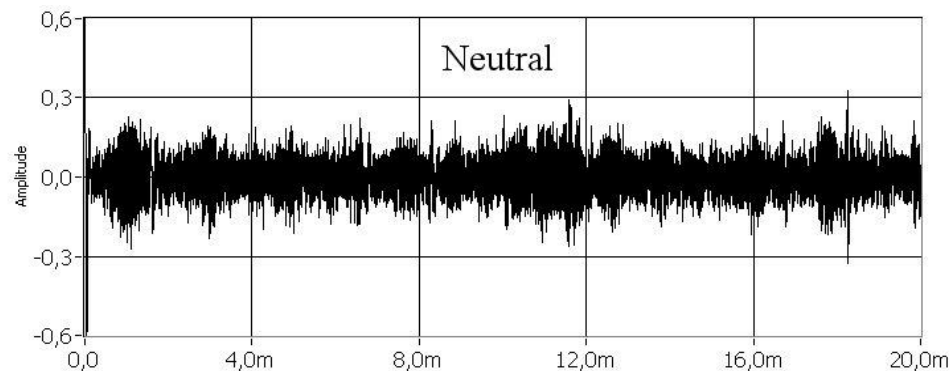
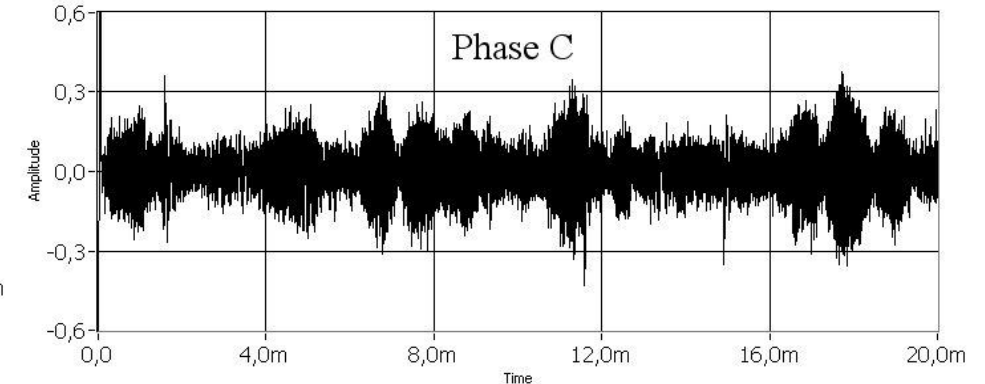
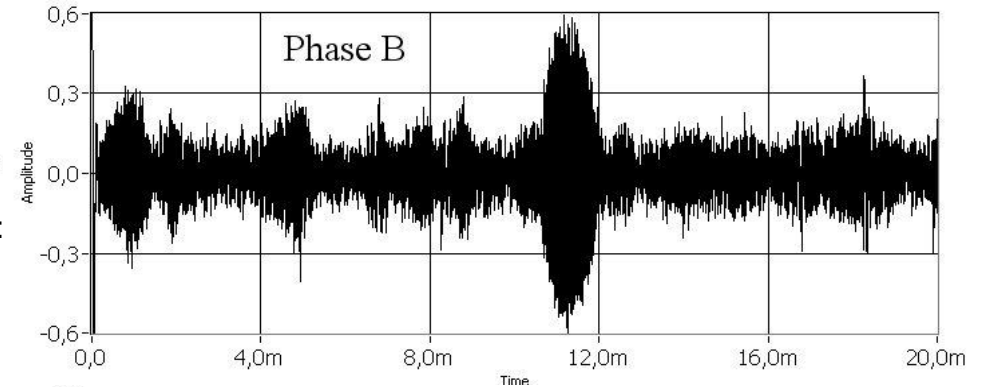
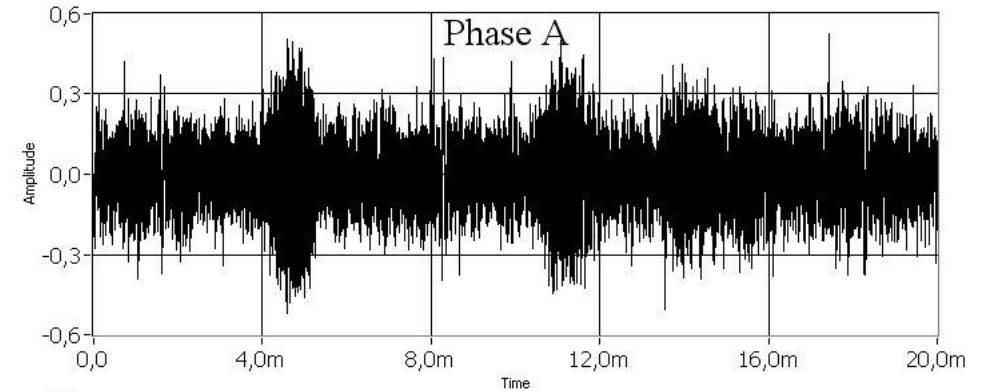


Figure 10. The high-pass filtered current shown in Figure 8.



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# Störning och förstörelse

Övergången från linjär  
till switchad teknik  
innebär inte bara ett teknikskifte...

...det ökar störgenereringen...

...och ställer nya och förändrade krav på  
hur våra installationer är utförda

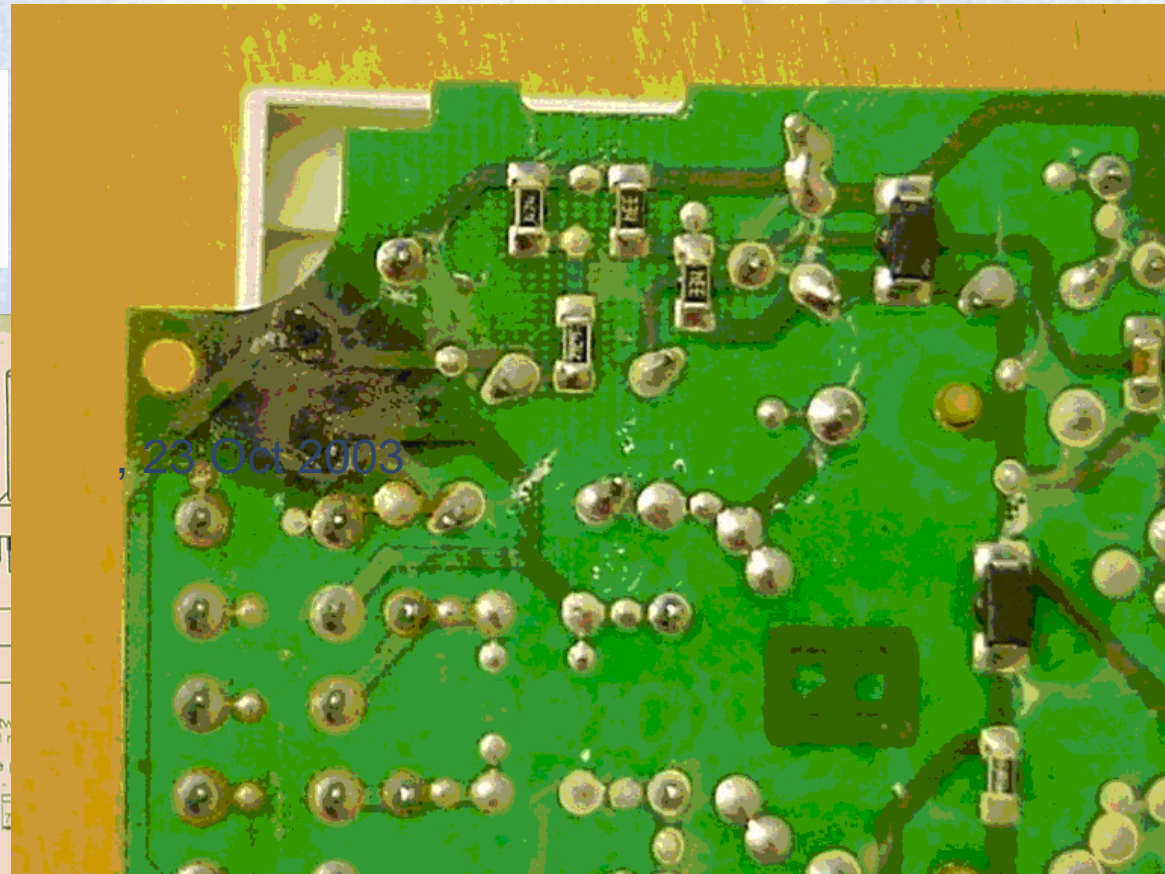


Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– Forskning & utbildning i världsklass



# LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

Hej Martin.  
Översänder lite bilder på de HF-Don  
som vi diskuterade på telefon.  
(23 Oct 2003)



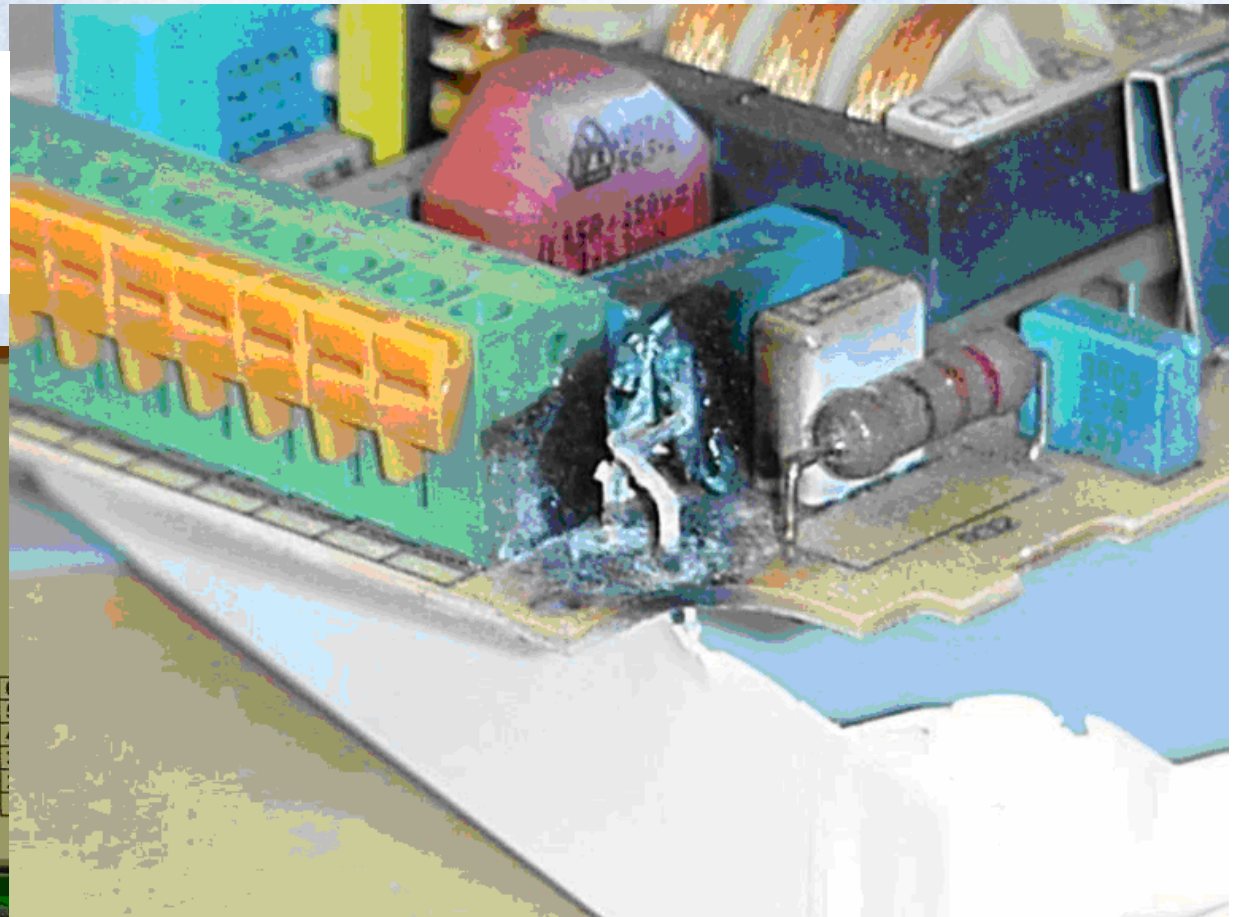
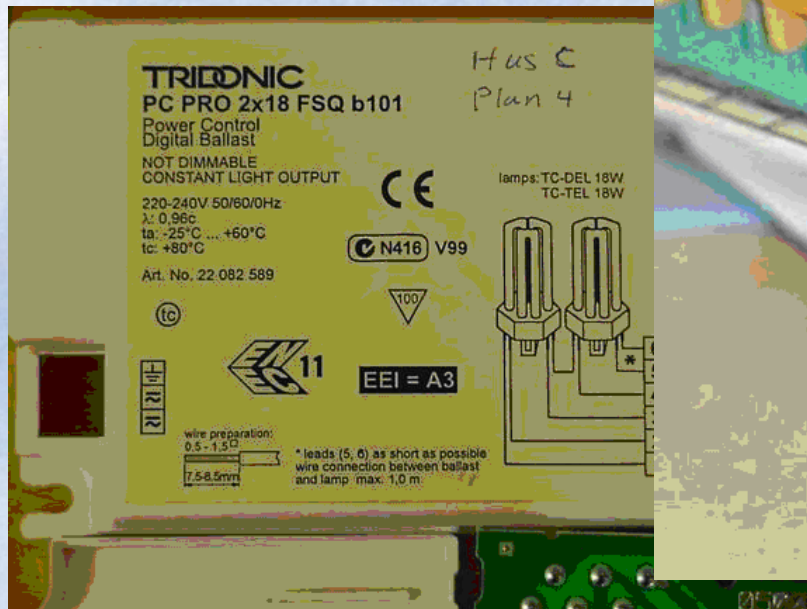
Skandinavien's nordligaste tekniska universitet  
- Forskning & utbildning i världsklass



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

Hej Martin.  
Översänder lite bilder på de HF-Don  
som vi diskuterade på telefon.

(23 Oct 2003)



Skandinavien nordligaste tekniska universitet  
- Forskning & utbildning i världsklass



# THE IMPACT OF REPETITIVE COMBINED VOLTAGES WITH LOW AND HIGH FUNDAMENTAL FREQUENCIES ON THE AGEING OF CAST RESIN

C I R E D 18th International Conference on Electricity Distribution Turin, 6-9 June 2005

## SUMMARY

*Due to the increased unbalanced loading of electrical grids, the penetration of power electronics and an increased number of switching phenomena in low and medium voltage grids, it is obvious that electrical insulation systems are no longer subjected to only a 50 Hz, purely sinusoidal voltage. The existence of fast transients, switching impulses or in general combined voltages with at least two clearly distinguishable frequencies affects the ageing mechanisms and expected lifetime of electrical insulation systems.*

*Some typical fast transients superimposed on the main 50 Hz voltage are generated in the laboratory by using a Tesla transformer and supplied to a commonly used cast resin insulated system. One of the most important conclusions confirms an accelerated accumulated ageing mechanism of the resin due to the combined fast transient pulses. This specific ageing is also modelled by an equivalent ageing effect using only a 50 Hz sinusoidal voltage having a crest value of 127 % of the highest peak value ever measured for the superimposed fast transients.*

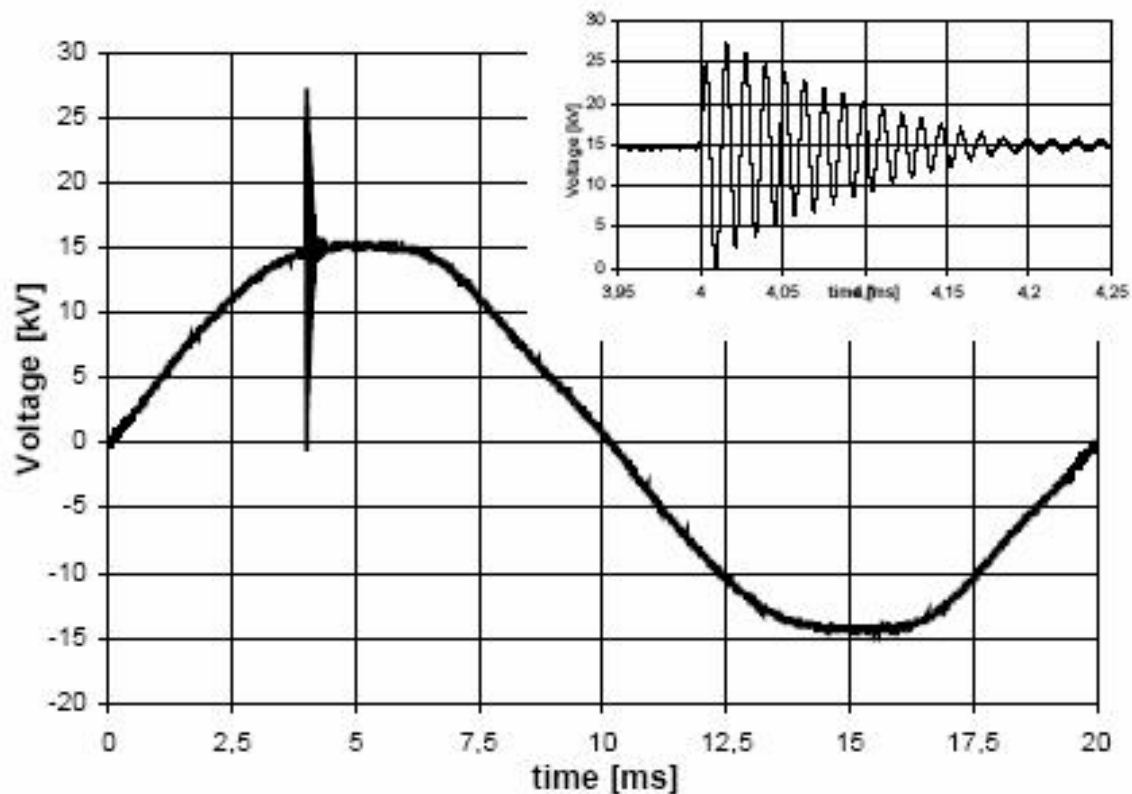


Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
– Forskning & utbildning i världsklass



# THE IMPACT OF REPETITIVE COMBINED VOLTAGES WITH LOW AND HIGH FUNDAMENTAL FREQUENCIES ON THE AGEING OF CAST RESIN

C I R E D 18th International Conference on Electricity Distribution Turin, 6-9 June 2005



**Figure 1 : Fast transient superimposed to the 50 Hz main voltage -  
Reproduction in the laboratory**



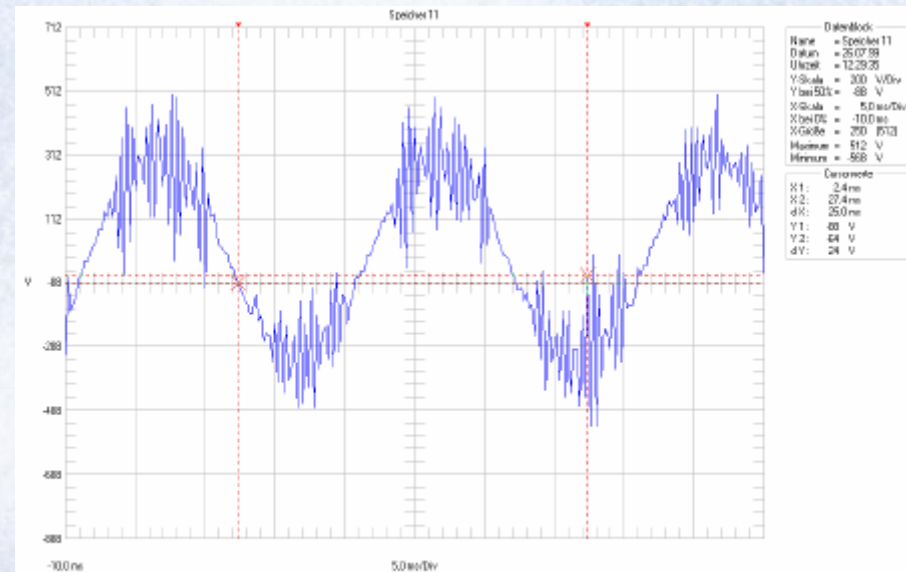
Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
- Forskning & utbildning i världsklass



# THE IMPACT OF REPETITIVE COMBINED VOLTAGES WITH LOW AND HIGH FUNDAMENTAL FREQUENCIES ON THE AGEING OF CAST RESIN

C I R E D 18th International Conference on Electricity Distribution Turin, 6-9 June 2005

An individual machine tool connected at a remote place via a small dedicated transformer is working troublefree. One day, a precision measuring device is connected to a socket outlet in the control section of the machine due to a lack of other power supply possibilities in the vicinity. Accelerating the main spindle drive creates immediately a black cloud coming out of the expensive measuring device, being not able to measure anymore before an expensive repair. The experiment was repeated several times with the same result. The voltage during the acceleration of the drive at the socket outlet shows Fig. 5. Although the manufacturer of the machine offered (optional) a filter in order to reduce system perturbations, the owner decided to omit this costly accessory.



**Fig. 5: Commutation oscillations caused by a machine tool main spindle drive**

# INTERACTION BETWEEN POWER ELECTRONIC COMPONENTS AND DISTRIBUTION TRANSFORMERS – RISK EVALUATION AND MITIGATION TECHNIQUES

C I R E D 18th International Conference on Electricity Distribution Turin, 6-9 June 2005

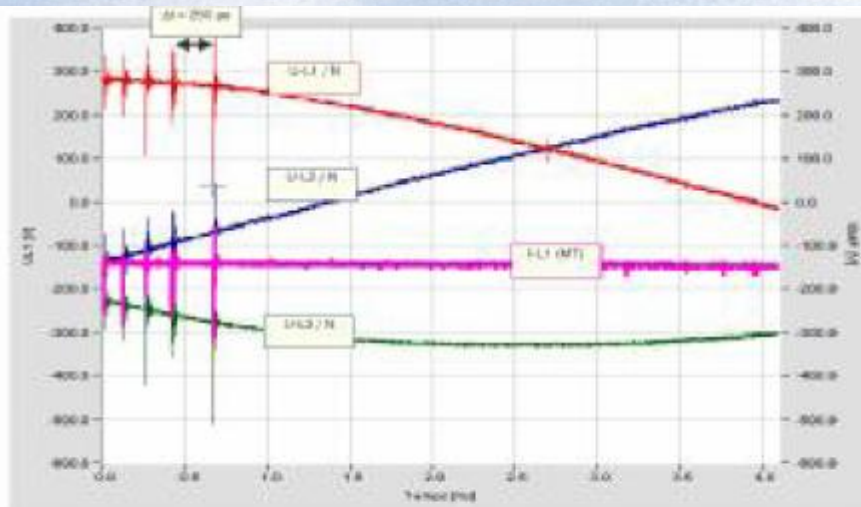


Fig.1 Typical distortions in a shopping center ( phase voltage vs. time )

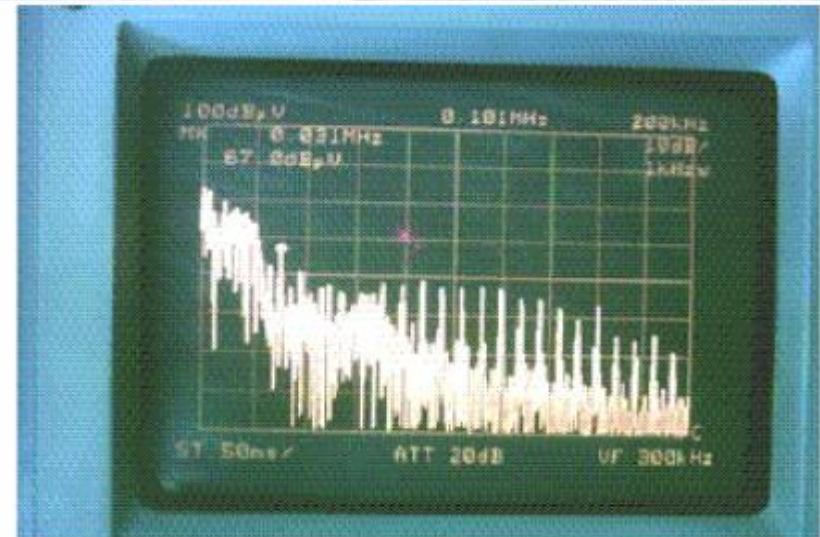


Fig.2 Perturbations spectrum in the range 10 – 200 kHz ( dBmicroV)

Fig. 1 and 2 show two different ways of presenting distortions acting on a transformer in a transformer station where several units were destroyed. Fig 1 is a representation in function of time and fig. 2 is the perturbation spectrum in function of the frequency.



# INTERACTION BETWEEN POWER ELECTRONIC COMPONENTS AND DISTRIBUTION TRANSFORMERS – RISK EVALUATION AND MITIGATION TECHNIQUES

C I R E D 18th International Conference on Electricity Distribution Turin, 6-9 June 2005

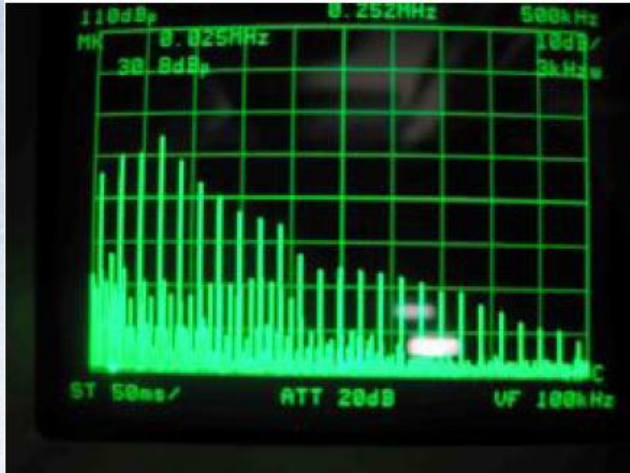


Fig.3 Network analysis in an Munich apartment building



Fig.4 Primary windings of distribution transformer after a failure.

Transformers dissipate these energy in their windings but throughout the years the stress will weaken the isolation up to a point where – depending of the actual load conditions – small arcs will appear and later on a short circuit will result.

Thus it is not astonishing that the lifetime of capacitors, transistors, and transformers under severe conditions is reduced to several weeks only.

Figure 3 shows that a lift drive without sufficient spike suppression in an apartment building destroying several machine controls and 5 PCs.

Failed transformers showed a fault in the isolation at the mid of the medium voltage coil (Fig. 4), at a zone where the electric stress from steep voltage fronts are normally not very high. This leads to the assumption that resonance phenomena may be the cause.

# INTERACTION BETWEEN POWER ELECTRONIC COMPONENTS AND DISTRIBUTION TRANSFORMERS – RISK EVALUATION AND MITIGATION TECHNIQUES

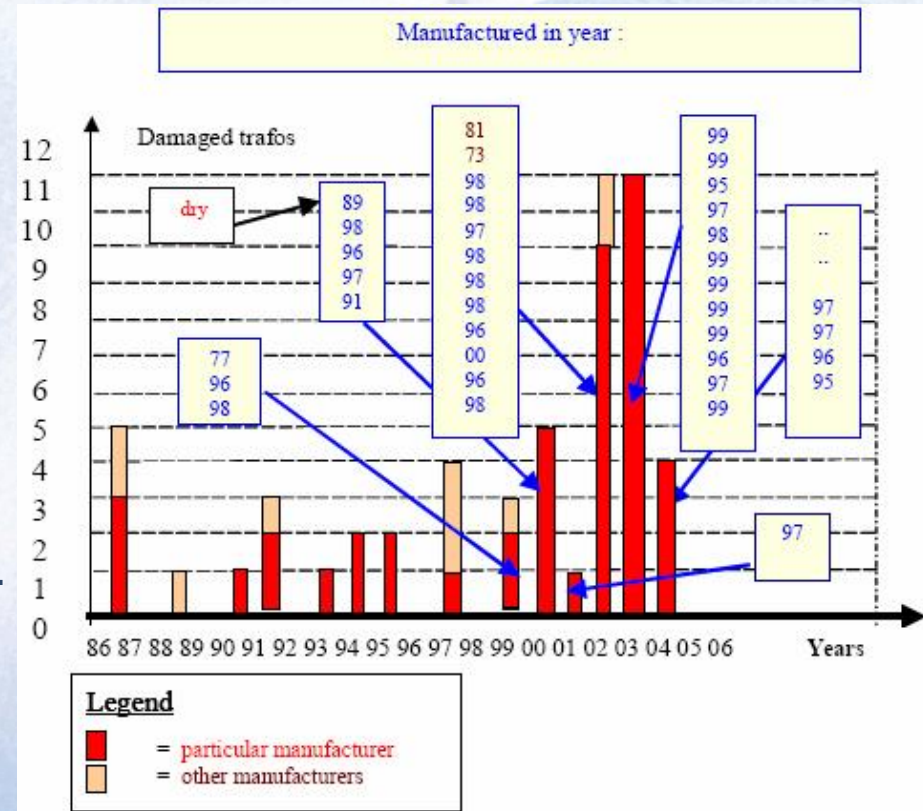
C I R E D 18th International Conference on Electricity Distribution Turin, 6-9 June 2005

## 5. FUTURE TRENDS

It cannot be expected that a reduction of the permissible transient levels, esp. covering the range of below 150 kHz will be integrated into the international standards. Thus an increasing number of failures of electronics and other equipment can be awaited. The trend to cables in networks will reduce the network impedance further and as a consequence increase the short circuit power.

## 6. POSSIBLE SOLUTIONS

Systems and apparatus can be protected against high  $dU/dt$  by the right measures. Only installing varistors and the like will not be sufficient. A correct dimensioned filtering will be necessary. Whereas the correct earthing methods are well known in the area of distribution, the correct HF earthing must be taken into account in future.



LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

# TACK



Skandinaviens nordligaste tekniska universitet  
- **Forskning & utbildning i världsklass**

