

Laboration 4 Elkraftsystem I

Elkvalité och övertoner

Målsättning:

- **Utföra mätningar på olika laster för att mäta övertonshalten hos spänning och ström**
- **Få en insikt i skillnaden mellan DPF och PF**
- **Förstå problematiken som finns med övertoner i elnätet**

OBS! OBS! Alla uppkopplingar görs med avslagen huvudbrytare på spänningskuben !!!!

Utrustning som används: voltmeter, wattmeter, 2 st
varierbara resistorer 33Ω eller 110Ω , trefas asynkronmotor,
spänningskub trefas 127V/220V, kondensatorbatteri,
Effektanalysator FLUKE 43

Förberedelseuppgifter :

F1: Definiera effektfaktor (PF) !

F2: Definiera effektförskjutningsfaktor, DPF !

F3: Vad är en överton ?

F4: Vad betyder Total Harmonisk Distorsion, THD ?

F5: Kan du ge exempel på ett beteende hos en icke-linjär belastning !

Uppgift 1:

Introduktion till området med hjälp av en videofilm: Power Quality Troubleshooting

Uppgift 2: Övertoner hos fasspänning

Nollställ instrumentet (se sid tillämpningsguide) !

- Mät mellan fas och nolla på vridfastransformatorn. Välj HARMONICS på huvudmenyn !
Vilket RMS-värde har fasspänningen ?
- Avläs de tre största övertonerna !

Bestäm

- THD (övertonshalt %)
- De tre största övertonerna (övertonshalt %) samt nummer och frekvens på dessa !

Enligt svensk standard SS 421 18 11 ”Spänningsgodhet i lågspänningsnät för allmän distribution” accepteras följande nivåer:

Udda enskild ton: 4%

Jämn enskild ton: 1%

Total övertonshalt: 6%

Uppfyller vårt nät standarden ?

Uppgift 3: Spänningsavvikelser

- Ställ in effektanalysatorn på ”SAGS AND SWELLS”
- Välj ”RECORD TIME” på 4 minuter
- Anslut mätproben till nätspänningen 230V på bänkar.
- Beslasta nätet med ca 1kW under 1 minut för den spänning som mäts.

Avläsning och beräkning

- Minimal spänning:
- Maximal spänning:
- Spänningsvariation under 4 minuter:
- Ändring av belastningsström:

Enligt svensk standard SS 421 18 11 skall spänningen ligga mellan 207 V och 244 V.

Uppfyller vårt nät standarden ?

Uppgift 4: Effektanalys, lysrör

- Koppla in instrumentet för spänningsmätning på ett lysrör.
- Koppla in för strömmätning. Utöka strömområdet genom att linda sladden 5 varv genom strömtången.
- Välj mätområde "POWER" !

Avläsningar och beräkningar

- Strömförbrukning avläst:
- Strömförbrukning, faktisk (dela med 5):
- Aktiv effekt:
- Aktiv effekt, faktisk:
- Reaktiv effekt:
- Reaktiv effekt, faktisk
- Effektförskjutningsfaktor, $\cos\phi$, DPF
- Effektfaktor, PF

Om $\cos\phi$ och PF uppvisar stor skillnad indikerar detta närvaro av mycket övertoner. Vad tycker du ?

Uppgift 5: strömkurva lysrör

- Behåll inkopplingen för ström och spänningsmätning.
- Välj mätområde "VOLTS/AMPS/HERTZ"

Vid hög elkvalitet är kurvor för spänning och ström sinusformade. Ger någon av kurvorna indikation om att vi har problem med elkvaliteten ?

Uppgift 6: strömövertoner , lysrör

- Välj "HARMONICS" i huvudmenyn !
- Välj enheten "AMPS" !
- Kontrollera halten av övertoner för de tre största övertonerna.

Avläsningar av övertonshalt:

- THD
- Övertton nr
- Övertton nr
- Övertton nr

Om strömmens THD är lägre än 20% är den harmoniska distorsionen acceptabel.
Är den högre bör övertonsfiler installeras.

Vad säger du om övertonshalten hos vår belastning ?

Uppgift 7: Effektanalys och strömövertoner, dator

- Upprepa uppgifter 4 och
- 6 för en dator.

Uppgift 8: Effektanalys och strömövertoner, energilampa

- öka strömområdet genom att vira sladden 5 ggr hos strömtången
- Upprepa uppgifter 4 och 6 för energilampa

Uppgift 9: Effektanalys och strömövertoner, datorskrivare

- öka strömområdet genom att vira sladden 5 ggr hos strömtången
- Upprepa uppgifter 4 och 6 för datorskrivare

Jämför lysrör, dator, energilampa och datorskrivare. Vilken av dessa har sämst effektfaktor ?

Ange någon negativ effekt som låg effektfaktor ger i elnätet !

Jämför lysrör, dator, energilampa och datorskrivare.
Vilken av dessa har harmonisk distorsion ?

Ange någon skadlig effekt som hög halt av övertoner har i elnätet ?

Uppgift 9: Trefas motorlast – obalansspänning

Vid drift av asynkronmotor ska matningsspänningen vara i balans i respektive fas. Brist på balans orsakar ökad upphettning och minska livslängd hos motorn.

- Ställ in instrumentet för spänningsmätning.
- Mät de tre huvudspänningarna hos vridfastransformatorn och beräkna medelvärdet.
- Beräkna avvikelserna hos respektive huvudspänning från medelvärdet.
- Beräkna obalansspänningen !

Mätningar och beräkningar:

$$U_{12} =$$

$$U_{23} =$$

$$U_{31} =$$

$$U_{\text{medel}} =$$

$$U_{\text{obalans}} = (\Delta U / U_{\text{medel}}) * 100 =$$

där ΔU är den största skillnaden mellan huvudspänningen och medelspänningen.

Obalansspänningen bör inte överstiga 1%. Är den större kan det bero på att belastningen är en ojämn per fas.

Behöver det åtgärdas ?

Uppgift 10: Startström, asynkronmotor - tomgång

- D-koppla motorn. Anslut den till tre faser på vridfastransformatorn.
- Anslut instrumentet med strömtång till fas 1.
- Välj "INRUSH CURRENT" i huvudmenyn.
- Välj "MAXIMUM CURRENT" ca 10 gånger märkströmmen.
- Välj starttid 10 sekunder.
- Starta motorn. Om inget händer så starta med en lägre inställd maximal ström.
- Avläsning av maximal startström och starttid !

Avläsning

$$I_{\text{start}} =$$

$$\text{Starttid} =$$

$$I_{\text{start}}/I_N =$$

$$I_N = \text{märkström}$$

Uppgift 11: Effektanalys, asynkronmotor

- Bibehåll instrumentets strömanslutning.
- Anslut instrumentets spänningsladdar mellan fas L1 och N på vridfastransformatorn.
- Välj "POWER" i huvudmenyn !
- Kör motorn så att den belastas med med sitt märkmoment $P_N = M_N \cdot n_N / 9.55$ [W]. Detta görs med likströmgeneratorn. Inkoppling av likströmgenerator med 2 st 33Ω motstånd i ankarkretsen (rotor).
- Gör avläsningar och beräkna de aktiva och reaktiva trefaseffekterna.

Avläsningar och beräkningar:

Aktiv effekt, avläst:

Aktiv effekt, beräknad:

Reaktiv effekt, avläst:

Reaktiv effekt, beräknad:

Effektfaktor, $\cos\phi$, DPF :

Effektfaktor, PF :

Uppgift 12: strömövertoner, asynkronmotor

- Välj "HARMONICS" !
- Välj enhet "AMPS" !
- Granska övertonsspektrat och avläs den totala harmoniska distorsionen !

Avläsning:

THD = [%]

Uppgift 13: Effektanalys och övertoner efter faskompensering

- Faskompensera motorn med kondensatorbatteri läge 1 (varierbart batteri) - D-kopplat.
- Kör motorn med märkmoment. Starta motorn med lågt belastningsmoment för att därefter öka.
- Gör mätningar enligt uppgift 11 och 12 !

Avläsningar och beräkningar:

Aktiv effekt, avläst:

Aktiv effekt, beräknad:

Reaktiv effekt, avläst:

Reaktiv effekt, beräknad:

Effektfaktor, $\cos\phi$, DPF :

Effektfaktor, PF :

THD, ström:

THD, spänning:

Jämför resultaten vid drift med och utan kondensator. Har kompensering lyckats ?
Har distorsionen ökat eller minskat ?
Finns det några alternativ till faskompensering med kondensatorbatteri ?

APPENDIX: Lab.utrustning

vridfastransformator 3*230V AC, 133/230V AC eller 220V DC



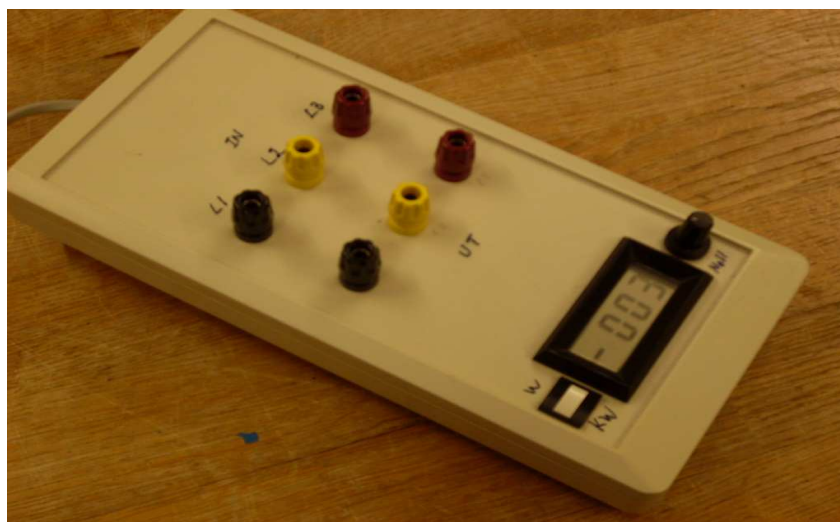
Figur: vridfastransformator

Varierbar AC/DC

Fast likspänning 220V, Variabel likspänning 0-220V

Variabel växelspänning 0-220V
Fast växelspänning 220V

Trefas wattmeter: tre fasledare in och tre fasledare ut ger effekt som passerar wattmeter på display.



Figur: trefaswattmeter

Variert effektmotstånd i detta utförande : finns i 33Ω , 110Ω , 330Ω och 3300Ω .
Dock inte för samma strömstorlek.



Figur: varierbart effektmotstånd

Digitala multimetrar och analog amperemeter.



Figur: Digitala och analoga mätinstrument



Figur: Varierbart kondensatorbatteri och icke-varierbart



Figur: Momentvåg

Mäter moment [Nm], varvtal [rpm], magnetiseringström och ankarström till likströmsmaskin som används som belastning både vid körning med asynkronmotor och likströmsmotor.



Figur: trepolig brytare



Figur: trefastransformator 2kVA