

EMC Praktiska Planeringsnivåer

EMC i praktiken

I takt med den ökande användningen av olika typer av switchade apparater ser vi en markant ökning av ledningsbundna störningar i frekvensområdet 2-150 kHz. Exempel på dessa apparater/komponenter är switchade nätaggregat, UPS:er, frekvensomriktare, laddstationer för elbilar mm.

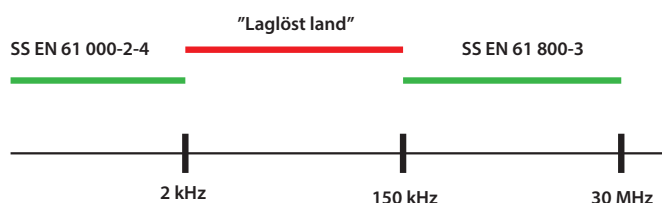
Det innebär att det blir allt viktigare att en EMC-plan upprättas innan en ny-/ombyggnad utförs i ett industrinät. Om frekvensomriktarens ström överstiger 400A SKALL det utföras en EMC-plan enligt SS EN 61800-3.

För industriapplikationer gäller SS EN 61 000-2-4 vilken anger kompatibilitetsnivåer, dvs max nivåer, för övertoner i industrinät. Den anger nivåer för frekvensområdet 50 Hz-2 kHz. Dessa anges i tre olika klasser beroende på accepterad störnivå på ledningsbundna störningar.

Gränsvärden för SS EN 61 000-2-4 vid 2 kHz:
($h=40$ dvs 40:nde övertonen, V_{rms})

Klass 1-2 = 0,512% av U_n 400V = 2V, 690V = 3,5V

Klass 3 = 2,62% av U_n . 400V = 10,5V, 690V = 18V



För frekvensområdet 2-150 Khz finns det inga egentligen applicerbara standarder som anger kompatibilitetsnivåerna för ledningsbundna störningar. Detta är olyckligt då vi här återfinner majoriteten av dagens ledningsbundna störningar.

Gränsvärde enligt SS EN 61 800-3 vid 150 kHz (Kategori 3):

150 kHz -> 120 dBuV = 1 Vrms.

Det motsvarar vid 400V 0.25% av U_n och vid 690V 0.145% av U_n . (SS EN 61 800-3 anger kompatibilitetsnivåerna för 150 kHz - 30 MHz)

Observera att ovanstående värden för SS EN 61 800-3 avser lastströmmar under 400A. Över denna nivå anges inga maximala störvärden då parterna skall gemensamt upprätta en EMC-plan.

Vad återfinner vi då för värden i området 2-150 kHz?

Det går att mäta upp 200V topp-topp, 20 kHz, överlagrat på ett 690V IT-nät och 150V topp-topp, 20, kHz överlagrat på ett 690V TN-nät. Det är oftast primärswitchade laster så som 4-kvadrants frekvensomriktardrifter, vilka även kallas för "Low harmonics", som genererar dessa nivåer. Här återfinner vi även många av dagens UPS-enheter och likriktare t.ex för elbilar. Det innebär att störningarna på nätet ofta är ett resterande switchbrus som inte har filtrerats tillräckligt.

Vi kan återfinna nätavsnitt som fungerar störningsfritt vid dessa störnivåer. Men då handlar det om nät som byggts som Klass 3 nät enligt SS EN 61 000-2-4 dvs anslutna laster har nödvändig immunitetsnivå. Men oftast har ingen EMC-plan upprättats och störnivåerna kommer som en överraskning vid uppstart. Och konsekvensen blir att driften mer eller mindre omöjliggörs samt att div. utrustning kan förstöras.

Så lämpliga gränsvärden måste upprättas även för området 2-150 kHz i en EMC-plan. Enklast är förstås att dra en rät "linje" från maxvärdet vid 2 kHz för vald nätklass enligt SS EN 61 000-2-4 till 1 Vrms vid 150 kHz enligt SS EN 61 800-3. Men ett problem är att standarderna talar om RMS-spänningar. Switchbruset uppvisar ofta mycket höga krestfaktorer.

Det innebär att bruset kan uppvisa ett toppvärde av 100V vid 20 kHz men endast ett RMS värde av 5V. För att inte hamna i en närmast omöjlig situation av att försöka klassa olika typer av switchbrus utifrån deras krestfaktor är den enda praktiska vägen att prata om störspänningarnas toppspänning för frekvenserna över 2 kHz.

Vi måste även välja olika nivåer för TN- kontra IT-nät. Då switchbrusets spänning kommer att driva läckströmmar genom alla anslutna kapacitanser kan det bli ett extra stort problem i TN-nät.

Ett exempel från ett 690V TN-nät med ca 50V topp-topp vid 50 kHz överlagrat på huvudspänningen drev en läckström av ca 5A topp-topp i en 300 meter lång motorkabel till en direkt driven motor.

Detta omöjliggjorde en traditionell läckströmsövervakning av 300 mA för jordfel/brandskydd.

Ett annat stort problem i TN-nät är EMC-filter som kopplar den bortfiltrerade störningarna till skyddsjord. Det innebär i ett PUS-kopplat jordsystem att denna störström kan vandra fritt i jordplanet. Och observera att störningarna lika lätt kan vandra upp från skyddsjorden till fas och/eller nolledaren i andra apparater med denna typ av EMC-filter.

Ett exempel är en UPS i vilket det flöt ca 1A vid 20 kHz till jord via dess EMC-filter. Denna ström gav upphov till ett spänningsfall i jordledaren på ca 2,5V varvid denna potentialskillnad mot N-ledaren drev en ström "bakvägen" via EMC-filtren i andra anslutna apparater.

Det medförde att jordfelsövervakningen uppvisade en obalans på ca 0,5A för denna matningen. Konsekvensen blev att det blev omöjligt att upprätthålla en jordfelsövervakning av 30 mA vid 50 Hz. Det är heller inte ovanligt att kondensatorer i bl.a EMC-filter förstörs pga av de höga kapacitiva strömmar som uppstår. Det utgör i slutändan även en brandrisk!

Det har uppstått någon form av "Branschpraxis" som hävdar att det är enklare att bygga störningsfria TN-nät i förhållande till IT-nät bl.a därför att man kan koppla EMC-filtren till skyddsjord. Detta är dock en missuppfattning av faktiska fysikaliska samband. Detta har delvis sin rot i det faktumet att majoriteten av alla EMC-kontroller som utförs har som mål att minska eventuella radiostörningar.

Dessa filterlösningar bygger på att det finns ett jordplan som kan "svälja" de bortfiltrerade störningarna. Men ett sådant existerar bara i radiokonstruktioner och inte i industriella nät. Där har vi en skyddsjord vilket är något helt annat!

Om vi väljer att arbeta med ett TN-nät så är rekommendationen att välja lågläckande filter. Dessa är en standardkomponent hos filterleverantörerna. Dessa uppvisar även samma dämpning upp till 150 kHz som ett högläckande filter.

Det är generellt mycket enklare att i efterhand försöka minska en eventuell hög radiostörningsnivå via en punktinsats än att försöka åtgärda höga läckströmmar som cirkulerar i skyddsjorden pga av ett systemfel i anläggningens uppbyggnad.

Kom i håg att inom tung processindustri så är radiostörningar idag sällsynta, det är ledningsbundna störningar som är närmast allena rådande.

Den primära rekommendationen blir att alltid välja IT-nät där det är möjligt. Det är ett självklart val för en driftskritisk produktion!

En fördel med ett IT-nät är att det per automatik tvingar oss till en högre disciplin under konstruktions/montage-stadiet då i princip ingenting annat än ren skyddsjordning får anslutas till skyddsjordsnätet. Det finns då ingen anslutning mellan skyddsjord och transformatorns 0-punkt. Därmed undviker vi att koppla upp läckströmmarna via 0-ledaren vilka kan ge upphov till stora spänningsfall i transformatorn vilket visar sig som överlagrade brusspänningar på faserna.

Det har för övrigt aldrig varit enklare att drifta och felsöka IT-nät än vad det är idag tack vare den senaste generationen övervakningsutrustning!

Nedanstående planeringsnivåer är att betrakta som ett rimligt diskussionsunderlag vid upprättandet av en EMC-plan. Parterna kan fritt välja nivåer men skall vara fullt medvetna om att i takt med att nivåerna stiger desto större blir kraven på immunitetsnivåerna för ansluten utrustning! Samt att läckströmsnivåerna i t.ex nätkablar och eventuella EMC-filter ökar.

(Alla spänningsnivåer nedan anges som toppvärden).

IT-Nät:

Klass 1: 2-60 kHz: 1V, 60-150 kHz 0,5V

Klass 2: 2-60 kHz: 3V, 60-150 kHz 1,5V

Klass 3: 2-60 kHz: 30V, 60-150 kHz 15V

(Detta innebär att Klass 3 nät per automatik bör klassas som "Röd Zon", se SSG och EMC)

TN-Nät:

Klass 1: 2-60 kHz: 0,5V, 60-150 kHz 0,25V

Klass 2: 2-60 kHz: 2 V, 60-150 kHz 1V

Klass 3: 2-60 kHz: 10V, 60-150 kHz 3V

Observera att ovanstående värden för TN-nät avser huvudspänningar. Värdena för fasspänningarna bör sänkas till åtminstone 70% av huvudspänningarnas värden dvs 0,707.

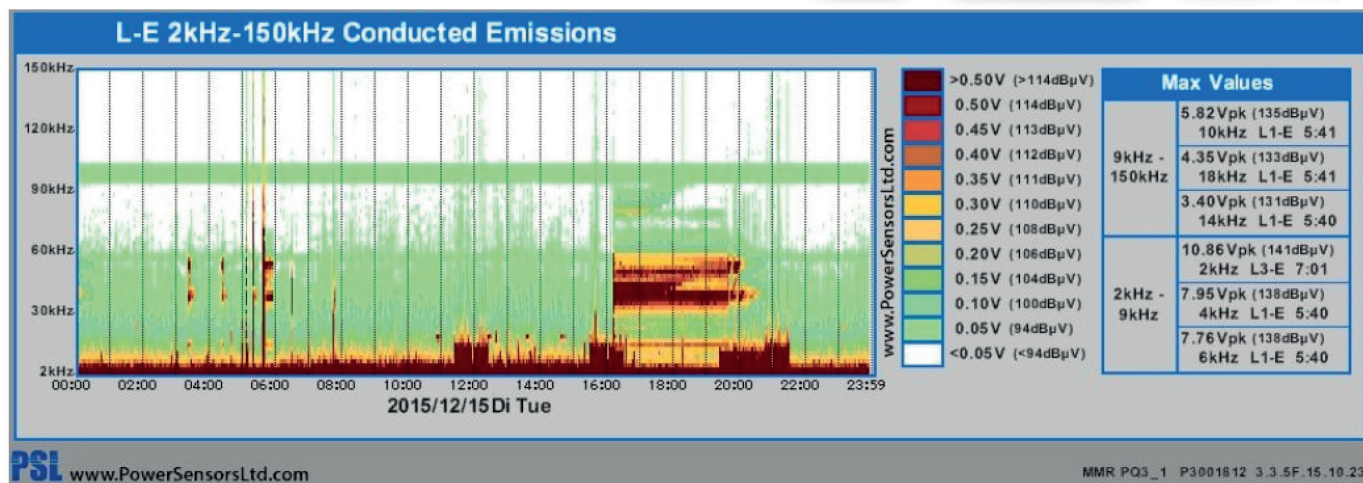
(Brytgränsen av 60 kHz är vald pga att switchfrekvenserna för den senaste generationen av switchkomponenter närmar sig 50 kHz. Därmed kan rimliga krav på filtrering anges).

Observera dock att det alltid måste utföras lokala bedömningar utifrån varje anläggnings utformning. Ett industrinät med mycket långa sammanlagda kabellängder uppvisar betydligt större läckströmmar än ett nätavsnitt med korta kabellängder vid samma brusspänning på matande nät. Även val av kabellarnas isolationsmaterial kan ha mycket stor inverkan på den totala läckströmmen i en anläggning.

Kablar med en isolation av XLPE (cross-linked polyethylene) uppvisar en kapacitans som är 2,5-3 gånger lägre än för motsvarande kabel med en isolering av PVC. Läckströmmarna minskar i motsvarande grad.

När vi så bestämt planeringsnivåerna för de aktuella nätavsnitten kan vi nu välja adekvata immunitetsnivåer för de apparater vi ansluter till respektive nätavsnitt!

PQube® 3



Verifikation

Efter att den nya/ombyggda anläggningen skall tas i drift är det dags att verifiera att vi håller oss under de planeringsnivåer vi tidigare kommit överens om under upphandlingen.

Vi har givetvis även utfört referensmätningar innan om/nybyggnationen för att vi skall kunna enkelt avgöra om den nya utrustningen har försämrat matande nät!

Det är tyvärr ont om mätutrustning för frekvensområdet 2-150 kHz som inte ställer mycket höga krav på rent mättekniska kunskaper. Det handlar oftast om att mäta med någon typ av spektrumanalysator, vilka kan vara komplexa instrument att arbeta med. Idealet är ett lättarbetat instrument som är enkelt att ansluta och att konfigurera och att hämta mätresultat från.

Ett viktigt krav i detta sammanhanget är att instrumentet mäter enligt någon form av officiell standard. Därmed går det att replikera och verifiera mätresultat från ett mätinstrument genom att mäta med ett annat som följer samma standard.

Ett exempel på ett sådant instrument är **PQube 3**. Förutom att det kan utföra "vanliga" elkvalitetsmätningar kan det även mäta spänningar i frekvensområdet 2-150kHz.

Samt mäter enligt **SS EN 61 000-4-30, utgåva 3**.

Ovanstående bild visar ett exempel på mätresultat.

X-axeln visar mättiden. Mätresultatet presenteras per dygn. Y-axeln visar frekvensområdet från 2-150 kHz.

Spänningsnivån vid en given tidpunkt och frekvens visas som en specifik kulör.

Till höger om mätgrafens visas vad respektive kulör representerar i termer av spänningsnivåer

Instrumentet presenterar de tre högsta mätvärdena för två separata frekvensområden:

2-9 kHz och 9-150 kHz

Den högsta toppspänning som kan mätas är 60V vilket för de allra flesta industrinät är tillräckligt för att kunna bestämma spänningsnivåer. Ligger vi över 60V är vi för det mesta över de planeringsnivåer vi normalt väljer att arbeta med.

Ovanstående instrument är ett exempel på hur planeringsnivåerna kan verifieras!

Detta dokument är ett utdrag ur kursen "EMC för fasta installationer - Industriella elnät" från NORBO KraftTeknik AB. Där återfinns mycket mer information om problematiken med EMC i industriella elnät samt strategier för att minska EMC-problematiken vid om/nybyggnad av industriella anläggningar.

© Copyright NORBO KraftTeknik AB 2015-2017

Vers# 07-17 2B

NORBO har varit verksam i 20 år mot Svensk processindustri och kraftbolag. Verksamheten vilar på en gedigen erfarenhet av modern elkraftteknik och mätteknik. NORBO är verksamt både i Sverige och utomlands i olika typer av konsultuppdrag.

Då många störningar i dagens utrustningar uppvisar andra frekvenssignaturer än tidigare krävs det en grundläggande förståelse för högfrekventa störningar samt en instrumentering som kan hantera många olika frekvenser och signalstorheter. NORBO arbetar med mobil mätutrustning från kända tillverkare inom frekvensområdet DC till 8 GHz.

Elmiljö (Elkvalitet/EMC):

Elkvalitet

Felsökning/utredning av elkvalitetsrelaterade störningar såsom:

- Övertoner,
- Spänningsvariationer/Dippar
- Flimmer
- Transienter
- Kontroll av aktiva och reaktiva laster

Magnetfältsmätningar

Kontroll av magnetfältsnivåer för publika- och arbetsplatsmiljöer enligt AFS, ICNIRP, SS-EN 634455 med flera standarder.

Magnetfältsrelaterade störningsmätningar.

EMC

Genomför kartläggning och dokumentation av apparatur och maskinella installationer enligt bl.a. elsäkerhetsverkets krav.

Utredning av högfrekventa störningar

Pre-Compliance tester

Prov av apparatur inför EMC-test av apparat, dvs kontroll att dessa uppfyller kraven för CE-märkning.

NORBO KraftTeknik AB

Odivvägen 10, 293 35 Olofström

info@norbo.se 0708-793397

Sellihca Id: 109795

SSG Entre: 1143880

SSG registrerad leverantör

Industriella anläggningar:

Frekvensomriktardrifter

Utredning av frekvensomriktardrifter med avseende på olika störningar såsom:

- Över- och underspänningsproblematik
- Diffusa driftstörningar i både frekvensomriktardrifter och/eller närliggande apparatur (EMC-relaterade störningar)
- Regler/laststörningar
- Lagerströmsproblematik
- Vibrationsmätningar motorer och last

Industriella jordsystem

- Kontroll av jordtag
- Kontroll av potentialutjämning i anläggningar
- Utredning av läckströmmar
- Felsökning av jord/isolationsfel i direktjordade och isolerade nät

Termografering

Termografering av elanläggningar
Level 3 Termograför (ITC)

Radiokommunikation:

Felsökning på alla typer av teknisk signalering, både trådbunden och trådlös, såsom elnätssam-
munikation, signalkommunikation för tågtrafik,
trådlösa sensorer, larmsystem, nätverk, blåtand,
samt även allmän radiokommunikation

Kontroll/Kartläggning av signalstyrkor för olika
typer av radiokommunikation.