

# Ghid de Aplicare - Calitatea Energiei Electrice

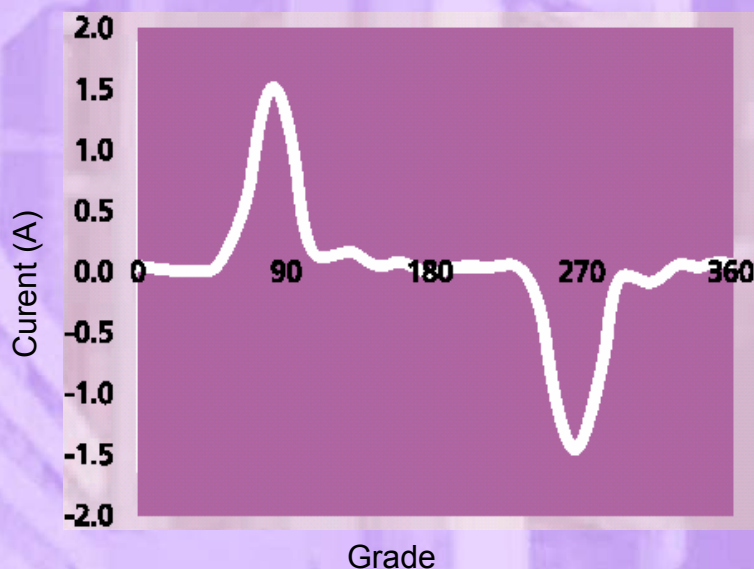
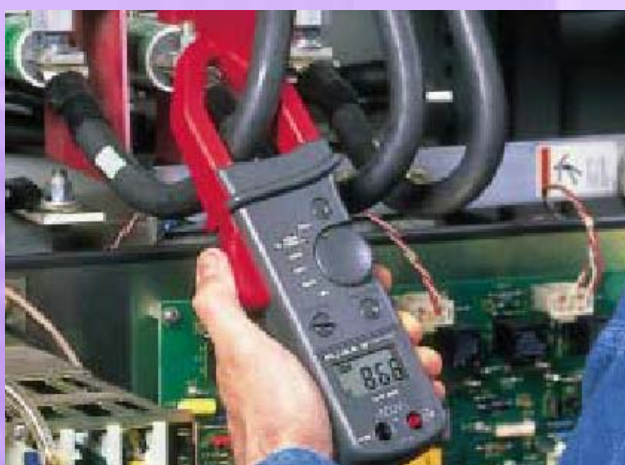


Leonardo da Vinci

## Introducere

### *Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice*

1.2



Membri a  
EUREL



Introducere

# *Introducere*

## *Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice*

Hans De Keulenaer  
European Copper Institute  
Mai 2002

### **European Copper Institute (ECI)**

European Copper Institute este un joint venture între ICA (International Copper Association) și membrii IWCC (International Wrought Copper Council). Prin membrii săi, ECI acționează în numele celor mai mari producători de cupru din lume și a principalilor prelucrători din Europa, pentru promovarea cuprului în Europa. Apărută în ianuarie 1996, ECI are suportul unei rețele de zece Copper Development Association („CDAs”) în Benelux, Franța, Germania, Grecia, Ungaria, Italia, Polonia, Scandinavia, Spania și Regatul Unit. ECI continuă eforturile întreprinse inițial de către Copper Products Development Association, apărută în 1959 și INCRA (International Copper Research Association), apărută în 1961.

### **Societatea Inginerilor Energeticieni din România**

Societatea Inginerilor Energeticieni din România - SIER, constituită în 1990, este o asociație profesională, autonomă, cu personalitate juridică, neguvernamentală, apolitică, fără scop patrimonial. Scopul Societății este de a contribui activ atât la creșterea rolului și eficienței activității inginerilor energeticieni, cât și la stabilirea orientărilor, promovarea progresului tehnic și îmbunătățirea legislației în domeniul energetic. SIER promovează un schimb larg de informații, cunoștințe și experiență între specialiștii din domeniul energetic prin cooperarea cu organizații similare naționale și internaționale. În anul 2004 SIER a semnat un acord de parteneriat cu European Copper Institute pentru extinderea și în România a programului LPQI (Leonardo Power Quality Initiative), program educațional în domeniul calității energiei electrice, realizat cu suportul Comisiei Europene. În calitate de partener al ECI, SIER se va implica în desfășurarea unei ample activități de informare și de consultanță a consumatorilor de energie electrică din România.

### **Mulțumiri**

Acest proiect a fost realizat cu suportul Comunității Europene și al International Copper Association, Ltd.

### **Atenționare**

Conținutul acestui proiect nu reflectă în mod necesar poziția Comunității Europene și nu implică nici o responsabilitate din partea Comunității Europene.

European Copper Institute și Societatea Inginerilor Energeticieni din România își declină răspunderea pentru orice daune directe, indirecte, subsidiare sau incidentale care ar putea să rezulte în urma utilizării informațiilor sau a inabilității de a utiliza informațiile și datele cuprinse în această publicație.

Copyright© European Copper Institute și Societatea Inginerilor Energeticieni din România.

Reproducerea prezentului document este permisă numai sub forma sa integrală și cu menționarea sursei.



Membră a  
EUR-EL

Societatea Inginerilor Energeticieni din România  
No. 1, Lacul Tei Avenue, PO/BOX 30-33  
020371 Bucharest  
Romania

Tel: 4 0722 36 19 54  
Fax: (4 021) 610 52 83  
Email: [office@sier.ro](mailto:office@sier.ro)  
Website: [www.sier.ro](http://www.sier.ro)



European Copper Institute  
168 Avenue de Tervueren  
B-1150 Brussels  
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70  
Fax: 00 32 2 777 70 79  
Email: [eci@eurocopper.org](mailto:eci@eurocopper.org)  
Website: [www.eurocopper.org](http://www.eurocopper.org)

# Introducere

## Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice

Acest ghid permite o autoevaluare rapidă privind necesitatea deciziei pe care societatea dvs. ar trebui să o adopte privind realizarea unui program de creștere a calității energiei electrice (CEE). Lista problemelor CEE este surprinzător de lungă. Problemele privind CEE sunt complexe și, de multe ori, este necesară o echipă de specialiști pentru a le identifica, a stabili cauzele și a oferi soluții. Simptome similare, ca de exemplu încălzirea echipamentelor, pot avea diferite cauze (armonici, nesimetrii, suprasarcini) și fiecare necesită o soluție diferită.

## Sunteți probabil afectați de problemele CEE ?

Dacă sunteți sau nu afectați de problemele de calitate a energiei electrice depinde de:

- ◆ calitatea tensiunii la barele de alimentare ale furnizorului;
- ◆ tipul sarcinii electrice în instalațiile dvs.;
- ◆ susceptibilitatea/sensibilitatea echipamentului dvs. la diferitele tipuri de perturbații.

Nu există o singură soluție, general aplicabilă. O soluție optimă tehnic și economic poate fi necesară pentru fiecare locație, luând în considerare interconținerea celor trei factori de mai sus. Acest ghid nu se adresează furnizorului de energie electrică, aspecte amplu analizate în altă parte, ci se focalizează asupra acelor aspecte de calitate a energiei electrice care sunt sub controlul operatorului local.

## Probleme tipice

Următoarea listă oferă o vedere de ansamblu a celor mai frecvente probleme de calitate a energiei electrice care pot să apară. Conform studiilor realizate de European Copper Institute în anul 2001, în 1400 locații din 8 țări, fiecare locație din Europa are o probabilitate de 5... 20% de a fi afectată de una sau mai multe dintre problemele listate. În mod tipic, jumătate dintre locațiile din industria energo-intensivă sau clădirile cu sarcini critice sunt afectate de două sau mai multe probleme. Foarte puține locații nu sunt afectate de perturbații (a se vedea fig. 1).

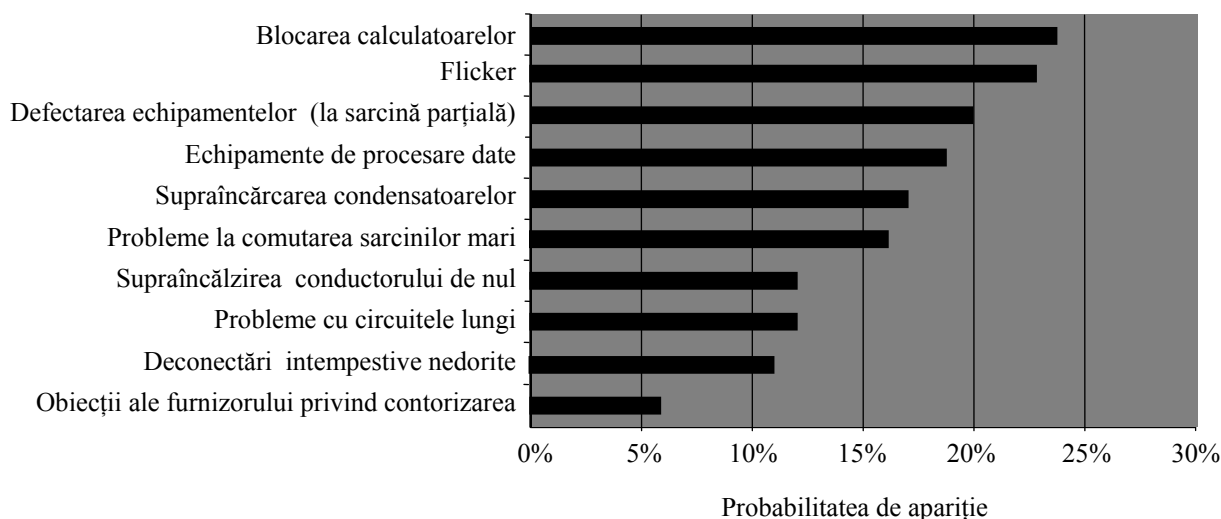


Figura 1 – Cele mai relevante probleme CEE, determinate la 1400 locații din 8 țări.

Desigur că o calitate redusă a energiei electrice nu este cauza apariției oricărei probleme din listă. De exemplu, blocarea calculatoarelor poate fi legată de software. În plus, atribuirea originii unei probleme unor cauze apărute înainte de contor (ceea ce înseamnă de partea furnizorului față de punctul comun de cuplare (PCC)) sau după contor (ceea ce înseamnă de partea consumatorului față de PCC) este de multe ori dificil de făcut fără măsurători și analize detaliate.

# Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice

---

## Blocarea calculatoarelor

Curenții în circuitul de pământ, care rezultă în echipament, conduc la apariția unei diferențe de potențial între echipament și pământul adevărat. Deși redusă, această tensiune perturbatoare poate fi semnificativă în raport cu nivelul semnalelor (având câțiva volți) cu care lucrează echipamentele informatice (IT). Partea de hardware a calculatoarelor este proiectată să minimizeze susceptibilitatea la aceste tipuri de perturbații care însă nu pot fi complet eliminate, în special datorită faptului că acestea sunt din ce în ce mai frecvente. Protocoalele moderne de comunicație cuprind algoritme de detecție și corectare a erorilor, necesitând o retransmisie a datelor eronate și, în consecință, reducând viteza de transfer a datelor. Ca rezultat, calculatorul devine mai lent sau se blochează, un fenomen frecvent în birourile actuale.

În rețelele TN-C, conductorul comun de nul de lucru și de nul de protecție este parcurs în mod permanent de curent electric, determinând o cădere de tensiune. Pământul de referință al diferitelor calculatoare de la diferitele etaje nu mai are același potențial. De exemplu, curenții circulă prin ecranele cablurilor de date, conectate la pământ la ambele capete din considerente de EMC.

## Pâlpâirea ecranelor

Curenții de armonică trei se însumează în conductorul de nul. În configurațiile TN-C conductorul de nul de lucru și de nul de protecție sunt combinate și conectate în multe puncte la structura clădirii. Ca rezultat, curentul de nul de întoarcere poate circula oriunde prin structura metalică a clădirii determinând câmpuri magnetice necontrolate și necontrolabile. În cazuri extreme, aceste câmpuri determină pâlpâirea monitoarelor calculatoarelor. Curentul de nul trebuie să ajungă întotdeauna în punctul comun de cuplare utilizând un conductor separat ca în sistemele TN-S și TN-C-S. De fapt, practica de a avea o singură legătură între conductorul de nul și pământ, într-un singur punct al instalației îmbunătățește condițiile de siguranță și compatibilitate electromagnetică.

## Pâlpâirea iluminatului

Variațiile de scurtă durată ale tensiunii, determinate de comutații, scurtcircuite și comutări de sarcină pot conduce la pâlpâirea iluminatului electric. Amplitudinea admisă a flickerului este reglementată de Standardele Internaționale, bazate pe criteriul percepției. Un nivel excesiv de flicker poate determina migrene și este responsabil, în unele cazuri, de așa numitul „sindrom rău de casă – *sick building syndrome*”.

## Supraîncălzirea transformatoarelor la sarcini moderate

Armonicile determină pierderi suplimentare în transformatoare. Atunci când un transformator este aproape de sarcina maximă, aceste pierderi pot conduce la defecte timpurii determinate de supraîncălzire și la apariția de puncte calde în înfășurare. Având în vedere tendința actuală de a lucra cu echipamentul aproape de limita de funcționare, prin creșterea poluării armonice în rețelele de joasă tensiune, această problemă apare din ce în ce mai frecvent.

Pierderile în transformator sunt date de pierderile datorate fluxurilor magnetice de dispersie în circuitul magnetic, de pierderile prin curenți turbionari și de pierderile rezistive în înfășurări. Dintre acestea, pierderile prin curenți turbionari ridică cele mai mari probleme în prezența armonicilor, deoarece cresc aproximativ cu pătratul frecvenței. Pentru o sarcină tipică complexă a unei clădiri, pierderile prin curenți turbionari pot să ajungă de 9 ori mai mari față de cele de proiect, dublând aproximativ pierderile determinate de sarcina totală. Pentru a determina pierderile suplimentare este necesar a cunoaște spectrul armonic al curentului de sarcină.

## Motoarele de inducție

Tensiunile armonice pot determina pierderi în motoarele cu inducție (asincrone) conectate direct la rețea. Armonica de rang 5 generează un câmp învârtitor invers, pe când armonica de rang 7 generează un câmp învârtitor suprapus peste viteza de rotație sincronă a motorului. Pulsațiile cuplului rezultat determină uzura și fisurarea elementelor de cuplare și a rulmenților. Deoarece viteza de rotație este fixă, energia corespunzătoare acestor armonici se disipă sub formă de căldură suplimentară, rezultând o îmbătrânire prematură. De asemenea, armonicile de curent induse în rotor determină o încălzire suplimentară. Încălzirea suplimentară reduce spațiul de aer dintre rotor și stator, reducându-se și mai mult eficiența.

# Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice

---

Echipamentele pentru viteză variabilă determină problemele lor proprii. Tendința lor de susceptibilitate la goluri de tensiune, poate conduce la dereglarea sincronizării proceselor la liniile de fabricație. Acestea sunt, de multe ori, plasate la o oarecare distanță de motor și determină vârfuri de tensiune la bornele motorului datorită pantelor abrupte ale tensiunii de ieșire.

Un caz special poate să apară la repornirea după un gol de tensiune atunci când motorul este încărcat în mod normal aproape de sarcina maximă. Căldura suplimentară determinată de curentul de pornire poate conduce la avarierea motorului. Dimensionarea optimă a motorului trebuie să ia în considerare:

- ◆ ca motorul să fie astfel utilizat încât să funcționeze la eficiență maximă la circa 70% din sarcina nominală;
- ◆ frecvența golurilor de tensiune și intervalul de timp până la repunerea în funcțiune a motorului.

## Supraîncălzirea conductoarelor datorată efectului pelicular

Toate armonicile determină pierderi suplimentare în conductoarele de fază. Efectul pelicular, care este neglijabil la 50 Hz, începe să aibă importanță de la 350 Hz (armonica de rang 7) și mai sus. De exemplu, un conductor cu diametrul de 20 mm are o rezistență electrică aparentă cu 60 % mai mare față de rezistența sa la tensiune continuă. Creșterea rezistenței, dar și mai mult creșterea reactanței (odată cu creșterea frecvenței), conduc la creșterea căderilor de tensiune și la creșterea distorsiunii curbei de tensiune.

## Funcționarea corectă a echipamentelor pentru controlul proceselor

Distorsiunile armonice importante pot determina treceri adiționale prin zero pe durata unei perioade a curbei, afectând astfel echipamentele de măsurare sensibile. Sincronizarea echipamentelor de control a proceselor în cazul proceselor continui poate fi perturbată, iar sistemele de prelucrare a datelor pot să se blocheze.

## Congestia rețelelor de transfer de date

Curenții de punere la pământ determină căderi reduse de tensiune în conductoarele de legare la pământ. Într-un sistem TN-C, conductorul comun pentru nul de lucru și nul de protecție este parcurs în mod permanent de un curent semnificativ, în special de armonici de rang multiplu de trei. Având în vedere utilizarea în creștere a semnalelor de tensiune redusă în echipamentele informatice, crește eroarea de bit, până la punctul în care întregul sistem se blochează. Câte dintre rețelele proprii de date ale unui utilizator privat, mari sau mai mici, nu au cunoscut acest fenomen aproape fiecare săptămână ? Dintr-un motiv inexplicabil, rețeaua se blochează, nu mai funcționează serviciul e-mail și mult timp nu mai este posibil de a tipări ceva ...

## Probleme cu echipamentele pentru corecția factorului de putere

Frecvențele armonice pot să coincidă cu frecvențele de rezonanță ale circuitului comun ce cuprinde inductivitățile de scăpări și echipamentul pentru corectarea factorului de putere (PFC – *power factor correction*), determinând tensiuni și curenți excesivi și conducând la avarii premature. În plus, ca o problemă generală, instrumentele de măsurare nu pot să măsoare corect încărcarea PFC, deoarece acestea nu măsoară corect componența armonică a curentului (a se vedea secțiunea 3.2.2 a acestui ghid).

## Probleme cu linii specifice (lungi) sau la comutarea sarcinilor mari

Circuitele lungi înseamnă impedanțe mari, ceea ce conduce la importante distorsiuni armonice la curenții de pornire, de exemplu atunci când un motor mare este pornit sau când este conectat un calculator. Armonicile de curent generate de echipamentele pentru viteză variabilă sau sursele în comutație, plasate la sfârșitul liniilor de lungime mare, determină o ridicată distorsiune armonică a tensiunii. Din această motiv, pentru a reduce căderile de tensiune, se utilizează secțiuni de arie mare la liniile electrice de lungime mare. Ca beneficiu colateral, creșterea ariei secțiunii conductoarelor conduce la pierderi mai reduse. Atunci când încărcarea este peste 3000 ore pe an, recuperarea economică poate fi foarte scurtă.

# Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice

## Supraîncărcarea conductorului de nul

Circuitele trifazate cuprind trei conductoare active și conductor de întoarcere, prin care circulă curentul de nesimetrie între cele trei faze. Deoarece armonicile de rang multiplu de trei se sumează, conductorul de nul este parcurs de un curent semnificativ. Deoarece în trecut cele mai multe dintre conductoarele de nul aveau o secțiune cu arie înjumătățită, situația poate deveni critică, atunci când conductorul de fază nu lucrează suficient de departe de sarcina maximă.

## Funcționarea nedorită a aparatelor de protecție

Curentul de pornire poate conduce la deconectarea întreruptoarelor. Întreruptorul ar putea să nu însumeze corect curentul fundamental și curenții de diferite armonici și poate să conducă la o deconectare eronată și chiar să nu deconecteze atunci când este necesar. Curenții de scurgere pot atinge un prag la care echipamentele de protecție la curent rezidual (DDR) să deconecteze.

Remediile pentru evitarea deconectărilor eronate nu trebuie să compromită măsurile de protecție ale personalului din zonă. Soluția generală constă în reducerea curentului de pornire și a curenților de scurgere, prin divizarea echipamentului în mai multe circuite, fiecare circuit alimentând o sarcină mai redusă. Trebuie să fie utilizate întreruptoare special dimensionate, care pot face față armonicilor. Creșterea secțiunii conductoarelor nu este niciodată o soluție corectă.

## Cerințele furnizorului privind armonicile care afectează alimentarea

Nu sunt mulți furnizori (până acum) care iau în considerare costurile pentru poluarea armonică, așa cum se face în mod curent pentru puterea reactivă. Totuși, în viitor pot să înceapă să facă acest lucru, deoarece armonicile conduc la o exploatare suboptimală a sistemului de distribuție a energiei electrice.

## Soluții

Lista soluțiilor posibile pentru rezolvarea problemelor de calitate a energiei electrice este lungă și incompletă. În figura 2 sunt listate soluțiile pentru problemele de calitate a energiei electrice adoptate, relativ la 1400 locații din 8 țări.

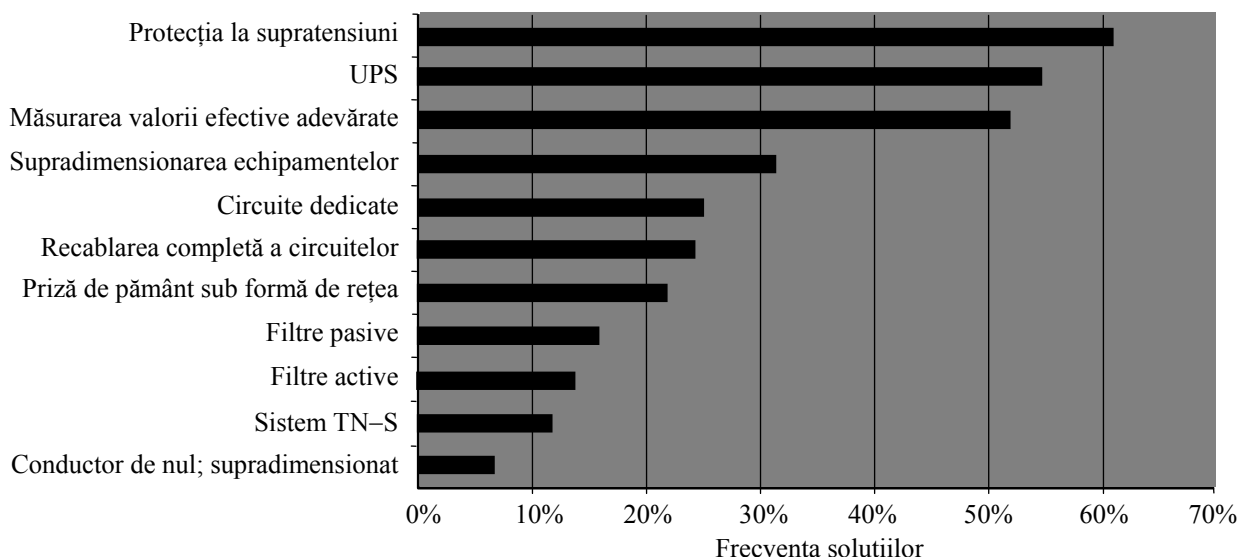


Figura 2 – Cele mai frecvente soluții pentru probleme de calitate a energiei electrice, în procente, din datele din 1400 locații din 8 țări

Este important de subliniat faptul că nu sunt singurele soluții pentru problemele de calitate a energiei electrice. Pentru orice tip de problemă, există o gamă de posibile mijloace de limitare, dintre care unele pot fi aplicate cu

# *Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice*

---

succes. În realitate, există probabilitatea ca unele probleme să coexiste, iar soluțiile adoptate trebuie să fie compatibile cu fiecare dintre ele și cu sarcinile incluse în instalație. Este necesar a se feri de așa numitele soluții minune de tipul „cutie neagră”, care uneori au o reclamă puternică dar rezolvă însă, în toate cazurile, numai o problemă particulară – în realitate asemenea soluții nu există ! Proiectanții trebuie totdeauna să caute un complex optim de soluții pentru problemele care apar în exploatare sau care ar putea să apară în viitor cu privire la instalația respectivă. Aceste soluții trebuie să fie robuste.

Este de asemenea important de reținut faptul că sarcinile electrice nu sunt statice. Modificările pe durata de serviciu a echipamentului și variațiile în comenzile de producție conduc la o modificare permanentă a structurii sarcinii. O clădire mare cu birouri, de exemplu, poate avea sute de mutări pe an, astfel încât mediul armonic – spectrul agregat al armonicilor de curent – în instalație se modifică permanent. Profilul armonic al echipamentelor informatice nu se mediază ci se adună, în special pentru armonicile importante de rang trei și cinci. Funcționarea echipamentelor cu ciclu scurt de lucru, ca de exemplu, lifturile sau echipamentele de prelucrare a metalului (a se vedea locația proprie sau locația vecină) determină variații locale de tensiune care se adună la cele care rezultă în sistemul de distribuție. În consecință, problemele de calitate a energiei electrice au deseori caracter statistic și impun o monitorizare atentă pentru a le defini complet.

Costul problemelor de calitate a energiei electrice, determinat de pierderi datorate întreruperilor variază în limite largi în funcție de tipul de industrie. Totuși, costul mijloacelor de limitare, de multe ori corespund criteriilor de recuperare a investițiilor în industrie și societăți comerciale, durata de recuperare fiind de 2 ... 3 ani. Desigur, costul mijloacelor de prevenire – de evitare a problemelor încă din stadiul inițial de proiectare – este de 10 ... 20% din costul implementării mijloacelor de limitare într-o instalație în funcțiune (a se vedea secțiunea 2 din acest ghid). Din păcate, pentru clădirile în stadiul de proiect, natura și locul sarcinilor finale sunt în general necunoscute, astfel încât problemele potențiale de calitate a energiei electrice și costurile asociate sunt dificil de cuantificat. Investițiile în soluții privind calitatea energiei electrice în cazul clădirilor de afaceri pot reprezenta o adevărată provocare. În viitor, inginerii vor fi în stare să prevadă în mod veridic dimensiunea problemelor și vor avea experiența practică de a le rezolva. În același timp, probabil că proprietarii clădirilor vor realiza faptul că prevenirea este totdeauna mai ieftină decât remedierea.

## **Protecția la supratensiuni**

Este prima măsură care trebuie adoptată în practică. Este analizată în detaliu în secțiunea 6 a acestui ghid (Legarea la pământ și compatibilitatea electromagnetică (EMC)).

## **UPS (surse neîntreruptibile)**

Sunt foarte puține locații care cuprind o mare cantitate de echipamente IT sau de control al proceselor și care nu au unele tipuri de UPS. Acestea se pot întinde de la una sau mai multe unități de putere mică, ce asigură protecția calculatoarelor individuale până la unități centrale mari cu putere normată până la 1 MVA. Strategia privind utilizarea UPS trebuie să fie bine gândită deoarece energia din UPS este o energie stocată și la realizarea acesteia rezultă substanțiale pierderi suplimentare. Aceasta este scumpă și trebuie să fie utilizată în mod selectiv. Cea mai economică soluție constă în utilizarea UPS numai pentru alimentarea serverelor, echipamentelor de control al proceselor și a echipamentelor de siguranță, pe o durată suficientă pentru a permite o oprire controlată și/sau evacuarea – astfel rămânând nealimentate calculatoarele din rețea și echipamentele auxiliare. La celălalt capăt al spectrului, UPS poate fi dimensionat pentru a asigura practic întreaga funcționalitate pentru durata necesară pentru punerea în funcțiune a sursei de intervenție. În cele mai multe situații, soluția optimă este undeva între aceste două extreme. În secțiunea 4 a acestui ghid sunt analizate mai în detaliu aceste aspecte.

## **Generator de intervenție**

Din cauza întârzierii la pornire, generatorul de intervenție este în a doua linie de protecție la o întrerupere în alimentare. Acest echipament poate să asigure alimentarea unei mari părți a sarcinii, pe un interval mare de timp.

## **Măsurarea valorii efective adevărate**

Măsurarea înseamnă cunoaștere. Valoarea efectivă adevărată poate fi semnificativ mai mare decât valoarea incorect măsurată cu ajutorul unui aparat de valoare medie. Din fericire, cele mai multe dintre locațiile analizate

# *Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice*

---

au în dotare aparate de valoare efectivă adevărată. Totuși, pentru a fi siguri este necesar ca toate instrumentele de măsurare să fie de valoare efectivă adevărată.

## **Subîncărcarea transformatoarelor**

Practica subîncărcării transformatoarelor în cazul sarcinilor cu armonici este bine documentată, în standardul CEI 61378-1 „Transformatoare pentru aplicații industriale”, dar este încă puțin înțeleasă. Trebuie reținut faptul că energia termică suplimentară determinată de poluarea armonică poate conduce la o spectaculoasă reducere a duratei de viață. Utilizarea unui transformator dimensionat pentru factorul K, special pentru a rezista la sarcini cu armonici, este de preferat față de subîncărcarea transformatorului, deoarece transformatorul dimensionat pentru factorul K este proiectat să aibă pierderi prin curenți turbionari reduse. Transformatorul subîncărcat are pierderi mari – el este pur și simplu supradimensionat, astfel încât pierderile care rezultă să poată fi disipate. La nivel practic este dificil de a menține subîncărcarea transformatorului pe durata sa de viață – dacă sarcina crește problema subîncărcării va fi uitată și transformatorul poate ajunge să fie puternic supraîncărcat.

## **Subîncărcarea motoarelor**

Nesimetria de tensiune și armonicile de tensiune determină pierderi suplimentare în motoarele electrice, astfel că un motor nu poate fi încărcat complet până la sarcina normată. NEMA (National Electrical Manufacturers Association) oferă unele indicații cât trebuie să fie subîncărcat motorul în prezența armonicilor de tensiune.

Motoarele de eficiență ridicată (clasa A de eficiență) economisesc nu numai energie și în acest fel și bani, dar sunt și mult mai robuste la problemele menționate mai înainte. Prin utilizarea de material mai mult și mai bun, sunt mai reci în funcționare și sunt astfel mai adecvate să transfere căldura suplimentară generată de armonici sau de curentul de pornire după un gol de tensiune.

## **Circuite dedicate**

Sarcinile care sunt sensibile la poluarea armonică trebuie să fie alimentate prin circuite dedicate. Sarcinile mari trebuie să aibă de asemenea circuitul lor propriu, pentru a nu afecta alte sarcini pe durata punerii în funcțiune. Conform analizei efectuate, 25 % dintre locații utilizează soluția circuitelor separate.

## **Cabluri multiple pentru sarcinile nelineare**

În afara căldurii suplimentare generată de curentul electric prin conductorul de nul, aria secțiunii transversale a cablului se reduce datorită efectului pelicular, având efect începând cu armonică de rang 7. Utilizarea diametrelor mai mari ale cablurilor nu este o soluție, deoarece curentul va continua să fie refulat spre periferia conductorului. Prin urmare este necesar a utiliza mai multe cabluri plasate în paralel, astfel încât să se asigure alimentarea.

## **Recablarea completă a instalației**

Este o măsură destul de drastică (cu excepția cazului în care este parte a unei modernizări importante), dar frecvent adoptată, atunci când instalațiile vechi nu au fost proiectate pentru a face față sarcinilor moderne. Conform analizei a 1400 clădiri, această soluție a fost adoptată în 24 % dintre cazuri.

## **Zonarea sarcinilor electrice**

Diferitele tipuri de sarcini prezintă diferite cerințe relativ la EMC, continuitate și siguranță în alimentare. De aceea este necesară clasificarea sarcinilor electrice în diferite categorii, fiecare cu propriul traseu, legătură la pământ sau alimentare de siguranță (a se vedea secțiunea 4 și 6).

## **Priză de pământ sub formă de rețea**

Cerința de a obține o impedanță redusă a circuitului de pământ pentru un larg spectru de frecvențe (a se vedea secțiunea 6) necesită realizarea unei prize de pământ sub formă de rețea, pentru fiecare etaj, cu multiple legături verticale.

# *Ghid de autoevaluare a calității energiei electrice*

---

## **Filtre pasive**

Este o soluție larg întâlnită, care poate fi aplicată pentru sarcini individuale sau centralizate. Atunci când filtrul este plasat cât mai aproape posibil de punctul de generare a armonicilor, se poate asigura că filtrarea va rămâne eficientă pe durata multor schimbări care intervin în mod obișnuit într-o clădire cu birouri. Dezavantajul constă în aceea că este prevăzută o capacitate de filtrare mai mare decât cea necesară în prezent (ceea ce înseamnă că nu a fost luată în considerare diversitatea sarcinilor), iar filtrele individuale de capacitate redusă sunt mai scumpe decât o unitate centralizată.

Pe de altă parte, unitatea centralizată oferă posibilitatea realizării unei combinații de filtru pasiv cu un echipament de corectare a factorului de putere. La proiectarea acestor funcțiuni în comun este necesar a adopta măsuri pentru evitarea rezonanțelor pe frecvențele armonice. În mod uzual, echipamentele combinate pentru corectarea factorului de putere și filtrare sunt plasate centralizat, asigurând economii prin limitarea diversității, reducerea volumului necesar de semnale de comandă, posibilitatea de a asigura o reglare de calitate ridicată a factorului de putere, fără riscul unei autoexcitări a motoarelor. Deoarece mediul armonic al sarcinii se modifică treptat, este necesar a se asigura că filtrele rămân funcționale.

Acest aspect este detaliat suplimentar în Secțiunea 3.3.1. a acestui Ghid.

## **Filtre active**

Este cea mai bună soluție practică, dar are prețul ei. Totuși, este extrem de flexibilă și adaptabilă și este utilizată în special atunci când au loc modificări ale mediului armonic. De utilizat în mod selectiv.

## **Recablarea pentru sistem TN–S**

Sistemele TN–C, cu așa numitul conductor PEN, sunt în prezent o excepție, deși în unele țări sunt încă în funcțiune. În normativele europene, conductorul PEN este în prezent considerat ca un caz special. Pentru clădirile cu sisteme informatice puternice, sistemul TN–C nu mai este permis de mult. Din punctul de vedere al EMC, sistemul TN–S este superior.

## **Supradimensionarea conductorului de nul**

În cele mai multe normative actuale se impune utilizarea conductorului de nul cu secțiune 100 % (în raport cu conductorul de fază), cu excepția cazului în care se poate arăta faptul că o secțiune mai mică este suficientă. Acolo unde intervin armonicile, conductorul de nul dimensionat pentru 100 % – capabil să transfere actualul curent de nul – trebuie, în unele normative de instalații, să fie protejat eficient contra supracurenților (a se vedea secțiunea 3.5.1 a acestui ghid).

## **Concluzii**

Calitatea energiei electrice este un domeniu complex, acoperind o arie de mai mult de o duzină de probleme, pentru fiecare existând un mare număr de soluții. În prezent, multe locații energointensive sunt afectate într-o oarecare măsură de o calitate redusă a energiei electrice, dar multe locații au adoptat deja unele soluții. Acestea constau în mod obișnuit în procurarea de UPS, de generatoare de intervenție, adoptarea de măsurători ale valorii efective adevărate și suplimentate cu o serie de alte măsuri, de exemplu priză de pământ sub formă de rețea, recablarea în sistem TN–S, utilizarea filtrelor active etc.

Este improbabil ca o singură soluție să fie eficientă. Este necesară o proiectare atentă a unui complet de soluții, adaptate la problemele de calitate a energiei electrice care apar în exploatare și bazate pe înțelegerea în detaliu a cauzelor problemelor de calitate a energiei electrice. Următoarele capitole ale acestui ghid urmăresc să ofere astfel de cunoștințe pentru antreprenori, ingineri de proiectare și specialiștii de întreținere.



## Parteneri

### **Copper Benelux**

168 Avenue de Tervueren  
B-1150 Brussels  
Belgium

Tel: 00 32 2 777 7090  
Fax: 00 32 2 777 7099  
Email: [mail@copperbenelux.org](mailto:mail@copperbenelux.org)  
Web: [www.copperbenelux.org](http://www.copperbenelux.org)

Contact: Mr B Dôme

### **Copper Development Association**

Verulam Industrial Estate  
224 London Road  
St Albans AL1 1AQ  
United Kingdom

Tel: 00 44 1727 731205  
Fax: 00 44 1727 731216  
Email: [copperdev@compuserve.com](mailto:copperdev@compuserve.com)  
Webs: [www.cda.org.uk](http://www.cda.org.uk) & [www.brass.org](http://www.brass.org)

Contact: Mrs A Vessey

### **Deutsches Kupferinstitut e.V**

Am Bonneshof 5  
D-40474 Duesseldorf  
Germany

Tel: 00 49 211 4796 323  
Fax: 00 49 211 4796 310  
Email: [sfassbinder@kupferinstitut.de](mailto:sfassbinder@kupferinstitut.de)  
Web: [www.kupferinstitut.de](http://www.kupferinstitut.de)

Contact: Mr S Fassbinder

### **ECD Services**

Via Cardinal Maffi 21  
I-27100 Pavia  
Italy

Tel: 00 39 0382 538934  
Fax: 00 39 0382 308028  
Email: [info@ecd.it](mailto:info@ecd.it)  
Web [www.ecd.it](http://www.ecd.it)

Contact: Dr A Baggini

### **European Copper Institute**

168 Avenue de Tervueren  
B-1150 Brussels  
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70  
Fax: 00 32 2 777 70 79  
Email: [eci@eurocopper.org](mailto:eci@eurocopper.org)  
Web: [www.eurocopper.org](http://www.eurocopper.org)

Contact: Mr H De Keulenaer

### **Hevrox**

Schoebroekstraat 62  
B-3583 Beringen  
Belgium

Tel: 00 32 11 454 420  
Fax: 00 32 11 454 423  
Email: [info@hevrox.be](mailto:info@hevrox.be)

Contact: Mr I Hendrixx

### **HTW**

Goebenstrasse 40  
D-66117 Saarbruecken  
Germany

Tel: 00 49 681 5867 279  
Fax: 00 49 681 5867 302  
Email: [wlang@htw-saarland.de](mailto:wlang@htw-saarland.de)

Contact: Prof Dr W Langguth

### **Istituto Italiano del Rame**

Via Corradino d'Ascanio 4  
I-20142 Milano  
Italy

Tel: 00 39 02 89301330  
Fax: 00 39 02 89301513  
Email: [ist-rame@wirednet.it](mailto:ist-rame@wirednet.it)  
Web: [www.iir.it](http://www.iir.it)

Contact: Mr V Loconsolo

### **KU Leuven**

Kasteelpark Arenberg 10  
B-3001 Leuven-Heverlee

Belgium  
Tel: 00 32 16 32 10 20  
Fax: 00 32 16 32 19 85  
Email: [ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be](mailto:ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be)

Contact: Prof Dr R Belmans

### **Polish Copper Promotion Centre SA**

Pl.1 Maja 1-2  
PL-50-136 Wroclaw  
Poland

Tel: 00 48 71 78 12 502  
Fax: 00 48 71 78 12 504  
Email: [copperpl@wroclaw.top.pl](mailto:copperpl@wroclaw.top.pl)

Contact: Mr P Jurasz

### **TU Bergamo**

Viale G Marconi 5  
I-24044 Dalmine (BG)  
Italy

Tel: 00 39 035 27 73 07  
Fax: 00 39 035 56 27 79  
Email: [graziana@unibg.it](mailto:graziana@unibg.it)

Contact: Prof R Colombi

### **TU Wroclaw**

Wybrzeze Wyspianskiego 27  
PL-50-370 Wroclaw  
Poland

Tel: 00 48 71 32 80 192  
Fax: 00 48 71 32 03 596  
Email: [i8@elektryk.ie.pwr.wroc.pl](mailto:i8@elektryk.ie.pwr.wroc.pl)

Contact: Prof Dr H Markiewicz



*Hans De Keulenaer*



European Copper Institute  
168 Avenue de Tervueren  
B-1150 Brussels  
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70  
Fax: 00 32 2 777 70 79  
Email: [eci@eurocopper.org](mailto:eci@eurocopper.org)  
Website: [www.eurocopper.org](http://www.eurocopper.org)



Membră a  
EUREL

Societatea Inginerilor Energeticieni din România  
No. 1, Lacul Tei Avenue, PO/BOX 30-33  
020371 Bucharest  
Romania

Tel: 4 0722 36 19 54  
Fax: (4 021) 610 52 83  
Email: [office@sier.ro](mailto:office@sier.ro)  
Websites: [www.sier.ro](http://www.sier.ro)



European Copper Institute  
168 Avenue de Tervueren  
B-1150 Brussels  
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70  
Fax: 00 32 2 777 70 79  
Email: [eci@eurocopper.org](mailto:eci@eurocopper.org)  
Website: [www.eurocopper.org](http://www.eurocopper.org)