

Analiza armonicelor de curent si tensiune la tractiunea feroviara

ing. Eugen COCA
SD Suceava, PRAM

Rezumat

Articolul prezinta o analiza a armonicelor din retelele de alimentare cu energie electrica ale SD Suceava. Masuratorile s-au efectuat pe parcursul mai multor ani, cu aparatul pe care il are în dotare Centrul PRAM - SEM 110kV. Acest aparat (VIP System 3) are o precizie de masurare foarte buna, si anume:

- maxim 0,2 % pentru curenti (pentru toata plaja de masurare),
- maxim 0,1 % pentru tensiuni (pentru toata plaja de masurare).

În functie de modul de conectare al consumatorilor la retea, s-au facut masuratori atât în statiile de transformare, cât si în posturile de transformare.

Introducere teoretica

Exista mai multe moduri de calcul al coeficientului de distorsiune în functie de continutul de armonice. Astfel:

$$\text{THD}(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} Y_n^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} Y_n^2}} \cdot 100, \text{ conform IEC}$$

$$\text{D}(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} Y_n^2}}{Y_1} \cdot 100, \text{ conform CIGRE}$$

unde Y_n poate fi curent sau tensiune, iar Y_1 este amplitudinea fundamentalei.

IEC defineste si un coeficient de distorsiune individual (individual harmonic rate):

$$H_n (\%) = \frac{Y_n}{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} Y_n^2}} \text{ unde } Y_n \text{ este amplitudinea armonice de ordin } n$$

Standardele în vigoare definesc amplitudinile armonicelor și coeficientul de distorsiune maxim atât pentru curent cât și pentru tensiune. Acțiunile care trebuie întreprinse pentru limitarea prezentei armonicelor în rețea trebuie să înceapă cu cunoașterea lor. Fără măsurători este imposibilă o evaluare corectă a situației.

Rezultatele măsurătorilor la consumatori

În perioada 1997 – 2000 s-au efectuat mai multe serii de măsurători de armonice la mai mulți consumatori. Ne-am propus în prezentul articol să prezentăm rezultatele obținute la măsurătorile efectuate la unul din cei mai importanți consumatori ai noștri, și anume tracțiunea feroviara. Din multitudinea de rezultate le-am selectat pe cele mai reprezentative din punct de vedere științific.

În figurile 1 și 2 sunt prezentate curentul de sarcină și coeficientul de distorsiune al acestuia măsurate la consumatorul SNCFR (în Stația 110kV CFR Itcani). Alimentarea se face direct de pe barele de 110kV ale stației Itcani de pe fazele R și T. Din această cauză aparatul de măsurare a fost conectat în montaj monofazat, exact ca și un contor activ. Se observă că în cazul în care consumul este

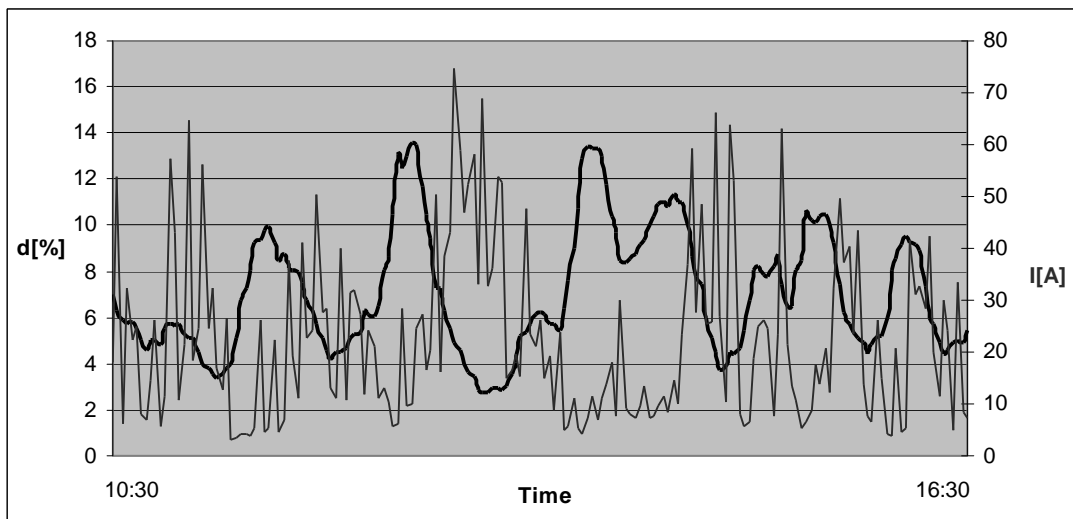


FIGURA 1. Reprezentarea grafică a coeficientului de distorsiune al curentului și a curentului în perioada orelor de vârf de sarcină

mare coeficientul de distorsiune este mai mic (contrar așteptărilor). În cazul unui consum general mic (în golul de sarcină dintre orele 18 – 19) se observă un coeficient de distorsiune mare - mai mare de 25 % - de unde se poate trage concluzia că nu sarcinile mari, reprezentate de motoarele ce echipază locomotivele, sunt sursa principală de armonice, ci niște consumatori care absorb un curent mai mic. Valorile prezentate sunt medii pe intervale de 2 minute.

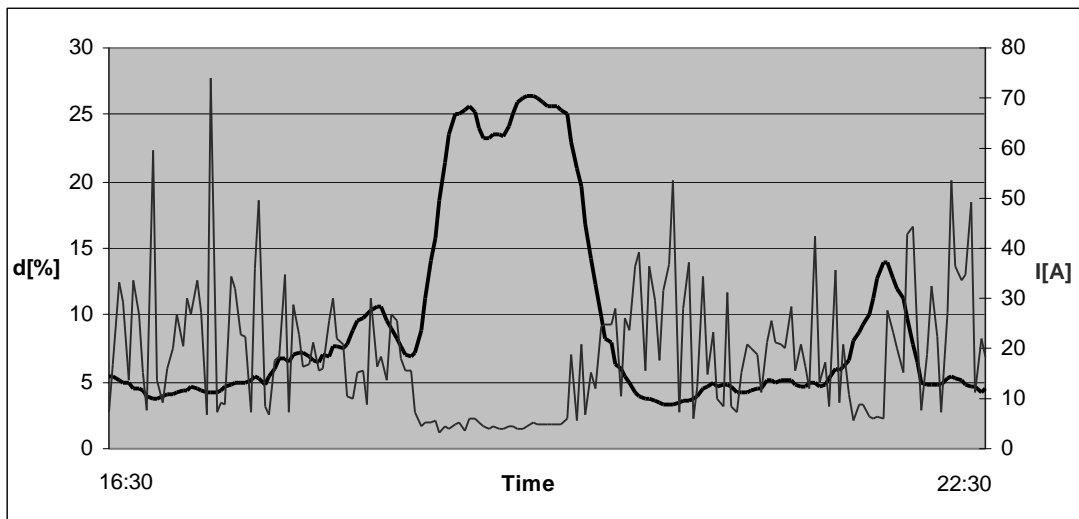


FIGURA 2. Reprezentarea grafica a coeficientului de distorsiune al curentului si a curentului în perioada orelor de gol de sarcina

Din analizele efectuate asupra rezultatelor tuturor masuratorilor (imposibil de prezentat în totalitate în aceste pagini din cauza spatiului limitat) nu s-au putut identifica armonice de tensiune care sa depaseasca valorile prevazute de normele în vigoare (o posibila explicatie ar putea fi puterea de scurtcircuit mare pe barele de 110kV din Statia Itcani – respectiv impedanta mica a sistemului în acea zona).

Se poate observa ca natura consumului este variabila (cu variatii între 10 si 70A la 110kV) ceea ce creeaza probleme în ceea ce priveste variatiile de tensiune. De asemenea, conectarea bifazata a transformatorului de 110kV/27kV - 40MVA de la consumator este sursa unor probleme suplimentare în ceea ce priveste generarea de armonice.

S-a observat prezenta unor armonice necaracteristice, si anume de ordinele 4, 8, 10, etc. fapt mai putin obisnuit (posibila cauza ar putea fi prezenta unor dispozitive semiconductoare la consumator combinata cu caracterul dezechilibrat al consumului).

Concluzii

Având în vedere cele de mai sus, se poate spune, fara a gresi, ca pâna la gasirea unor solutii tehnice de înlaturare a armonicilor de curent, este necesara o mai atenta monitorizare a consumatorilor potentiali generatori de armonice pentru a putea asigura o alimentare cu energie "nepoluata" a celorlalti consumatori. Este de asemenea necesara studierea cu o mai mare atentie a influentelor pe care o au asemenea consumatori asupra grupurilor de masura (transformatoare de tensiune, transformatoare de curent si contoare) având în vedere ca masurarea corecta a cantitatilor de energie vehiculate este cel mai important element într-o relatie cu un consumator, oricare ar fi el.