

Contribution of FACTS to the Electric Energy Quality in Distribution Systems

Chaki Oana

Energy Systems Department, Faculty of Energetics, University Politehnica
Bucharest, Romania

Abstract. Limitation of electromagnetic disturbances occurring in industrial processes and improving power quality are major concerns of professionals in the energy sector. The goal of the work consists in emphasizing the power quality problems incurred due to equipment, which causes disturbances in electricity distribution networks, and highlights solutions for their effective functioning. The paper presents an application using specialized software to analyze power grids in order to create an overview of solutions for efficient operation of the distribution system in case when a user determines fluctuations of electrical supply voltage. The work aims verifying the connection of a STATCOM to limit disturbances, the data will be validated by experimental tests.

Keywords: flicker, electromagnetic perturbations, STATCOM.

Aportul sistemelor FACTS la funcționarea eficientă a sistemelor de distribuție a energiei electrice

Ceaki Oana

Departamentul Sisteme Electroenergetice, Facultatea de Energetică, Universitatea Politehnica
București, Romania

Rezumat. Limitarea perturbațiilor electromagnetice apărute în procesele industriale și îmbunătățirea calității energiei electrice sunt preocupări majore ale specialiștilor din sectorul energetic având în vedere problemele create de abaterile de la condițiile normale de funcționare ale sistemului de distribuție pentru utilizatorii conectați în această rețea. Lucrarea constă în scoaterea în evidență a problemelor de calitate a energiei electrice apărute datorită echipamentelor care determină perturbații în rețelele electrice de distribuție, precum și în evidențierea unor soluții în vederea funcționării eficiente a acestora. În lucrare este prezentată o aplicație realizată cu ajutorul unui software specializat în analiza rețelelor electrice pornind de la un sistem de distribuție real, cu scopul de a crea o imagine generală asupra soluțiilor pentru o funcționare eficientă a sistemului de distribuție pentru cazul unui utilizator care determină fluctuații de tensiune în rețeaua electrică de alimentare. Lucrarea urmărește verificarea deciziei privind conectarea unui STATCOM pentru limitarea perturbațiilor, datele obținute urmând a fi validate prin determinări experimentale.

Cuvinte-cheie: fenomen de flicker, perturbații electromagnetice, STATCOM

Вклад FACTS в эффективную работу распределительных систем электроэнергетики

Чаки Оана

Отделение энергетических систем, Факультет энергетики, Бухарестский политехнический университет,
Бухарест, Румыния

Аннотация. Ограничение электромагнитных помех, возникающих в производственных процессах и повышение качества электроэнергии занимают внимание профессионалов в области энергетики, принимая во внимание проблемы, создаваемые отклонениями параметров режима от нормальных условий работы системы распределения для пользователей, подключенных к этой сети. Работа заключается в решении задачи проблемы качества электроэнергии, возникающей из-за работы оборудования, вызывающего сбой в работе распределительных электрических сетей, а также выявлении решения для их эффективного функционирования. В статье описывается приложение, с использованием специализированного программного обеспечения, использованное в реальной системе распределения электроэнергии с целью получения общего представления о технических решениях для эффективного функционирования электрических систем для случая одного пользователя, который создает флуктуации напряжения. Эта работа является обоснованием для установки STATCOM, данные будут подтверждены экспериментальными исследованиями.

Ключевые слова: фликкер, электромагнитные возмущения, STATCOM.

I. INTRODUCERE

Eficiența activităților industriale depind de calitatea energiei electrice utilizate.

Echipamentele moderne pot fi afectate de abateri de la calitatea energiei.

Perturbațiile electromagnetice din sistemul de distribuție sunt o problemă pentru utilizatorii sensibili, iar fluctuațiile de tensiune pot afecta

atât eficiența echipamentelor acestora dar pot cauza și efecte asupra sănătății utilizatorilor [1].

Deși este imposibil de evitat degradarea parametrilor de calitate a energiei electrice în sistemele de distribuție, totuși nivelul acestora trebuie să se încadreze în limitele acceptate de standardele în vigoare. În acest sens este necesară identificarea perturbațiilor evaluarea acestora și adoptarea de decizii pentru limitarea lor [1,2]. Pentru limitarea fluctuațiilor de tensiune apărute în procesele industriale există soluții tehnice eficiente care necesită investiții ce trebuie să fie asumate de către utilizatorii perturbatori. De asemenea pot fi luate în considerație soluții prin reconfigurarea sistemului de alimentare a utilizatorilor perturbatori [1-3].

Fenomenul de flicker este un efect de jenă vizuală asupra ochiului ce poate fi resimțit de anumiți utilizatori de lămpi care sunt alimentate de la o sursă unde avem și o sarcină

perturbatoare. Fluctuațiile de tensiune sau fenomenul de flicker depind de valoarea curentului de scurtcircuit, variațiile sarcinii perturbatoare și tipul acestei sarcini în punctul comun de conectare (PCC) [1,2].

Astfel de variații sunt determinate de funcționarea cu șocuri de putere activă și reactivă a unor receptoare, cum ar fi cuptoare cu arc electric conectate în rețele de distribuție. Ca exemplu în figura 1 este prezentată variația curentului electric absorbit de un utilizator perturbator care include un cuptor cu arc electric. Variația curentului electric determină la barele de alimentare nivelul de flicker P_{st} indicat în figura 2.

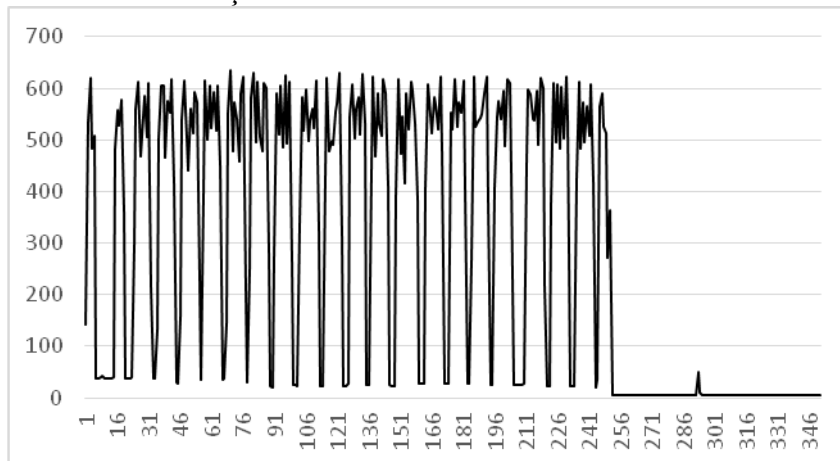


Fig. 1. Variația curentului electric absorbit de utilizatorul perturbator.

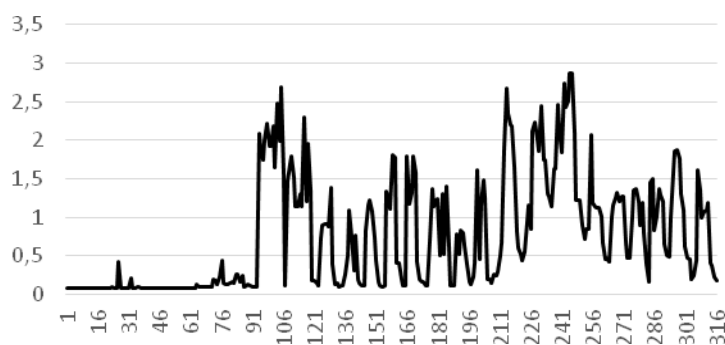


Fig. 2. Nivelul de flicker determinat de utilizatorul perturbator.

II. SISTEME FACTS PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA CALITĂȚII ENERGIEI ELECTRICE

Sistemele actuale bazate pe electronica de putere pot asigura limitarea perturbațiilor sub formă de fluctuații de tensiune.

Dezvoltarea echipamentelor electronice a permis utilizarea de soluții care să asigure compensarea în timp real a puterii reactive care are o pondere importantă în generarea variațiilor de tensiune și astfel menținerea calității energiei electrice în limitele impuse.

O reducere semnificativă (de 4-6 ori) a fluctuațiilor de tensiune poate fi asigurată prin conectarea de echipamente STATCOM [4-7].

Schema de principiu al unui echipament STATCOM pentru limitarea circulației puterii reactive este indicată în figura 3. Astfel transformatoarele TC, TC_{CAE} de măsurare a curentului electric și transformatorul TT de măsurare a tensiunii pun la dispoziție date în blocul de calcul BC pentru calculul puterii reactive necesară cuptorului cu arc electric și transmit comenzi prin conectarea bateriei de condensatoare C la rețeaua electrică inverterului I_v pentru transferul puterii reactive în rețeaua electrică [1,5-6].

Utilizarea STATCOM conduce la avantaje din punct de vedere al eficienței și economiei pentru întreprindere, precum și pentru ceilalți utilizatori conectați în sistem, oferind soluții pentru încadrarea calității energiei electrice furnizată în limitele standardizate. Eficiența STATCOM trebuie să fie verificată pentru fiecare configurație a rețelei electrice de alimentare.

III. ANALIZA INFLUENȚEI SISTEMULUI STATCOM

Lucrarea constă în analiza influenței unui sistem STATCOM în punctul comun de conectare al unei instalații perturbatoare, asupra nivelului fluctuațiilor de tensiune. Se consideră schema de alimentare a unui cuptor cu arc electric și sistemul STATCOM conectat la tensiunea de 6kV cu o capacitate de compensare de 8 MVar din figura 4.

Pentru evaluarea nivelului de flicker a fost realizată simulată schema unui sistem de distribuție prezentată în figura 5, având conectată o sarcină perturbatoare și un sistem de compensare a puterii reactive și a fost utilizat programul ETAP 12.6.

În Figura 6 se prezintă amprenta sarcinii perturbatoare asupra fluxului de putere în sistemul de distribuție și se observă în punctul comun de conectare o scădere a tensiunii cu 6%.

În figura 7 se prezintă amprenta sistemului STATCOM asupra fluxului de putere în sistemul de distribuție, prin compensarea puterii reactive.

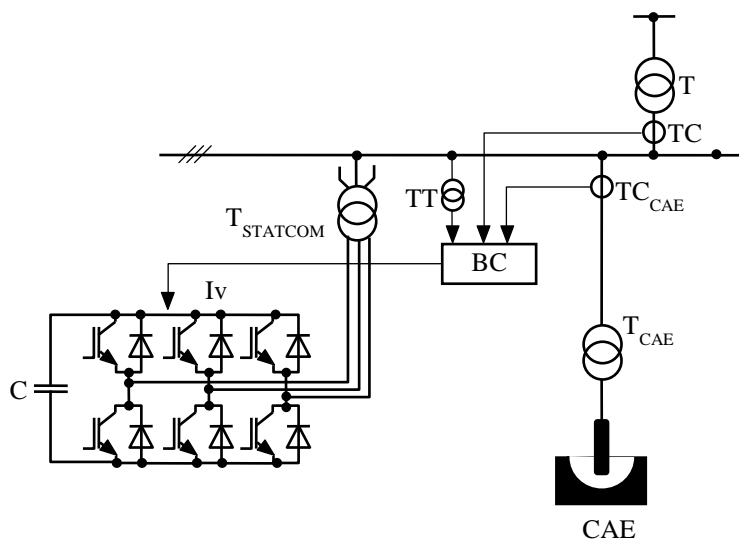


Fig. 3. Schema unei instalații cu cuptor cu arc electric prevăzută cu STATCOM [1].

PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE 1 (30) 2016
ELECTROENERGETICĂ

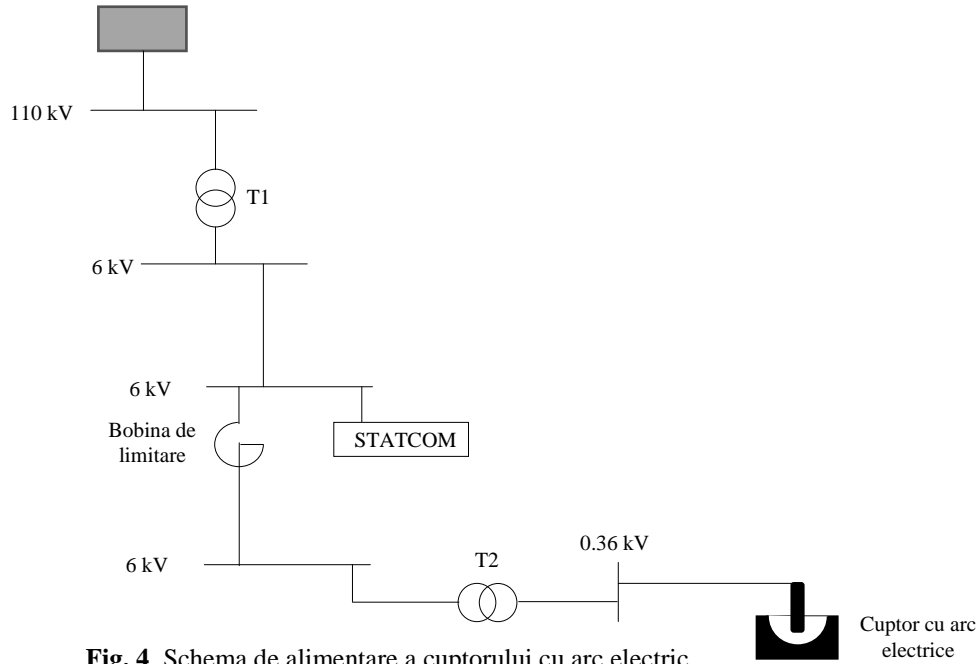


Fig. 4. Schema de alimentare a cuptorului cu arc electric

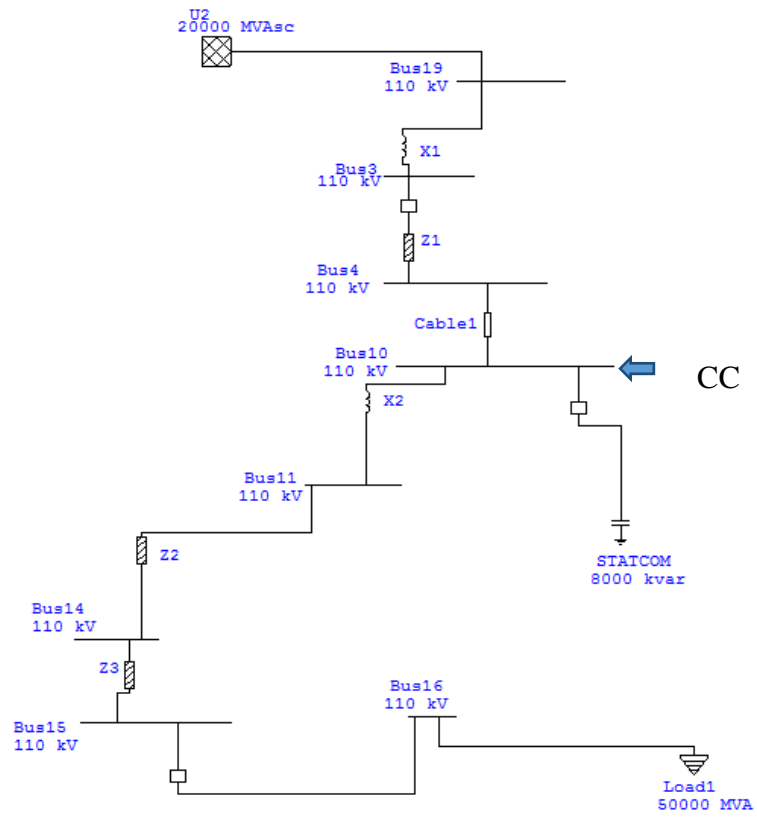


Fig. 5. Schema sistemului de distribuție.

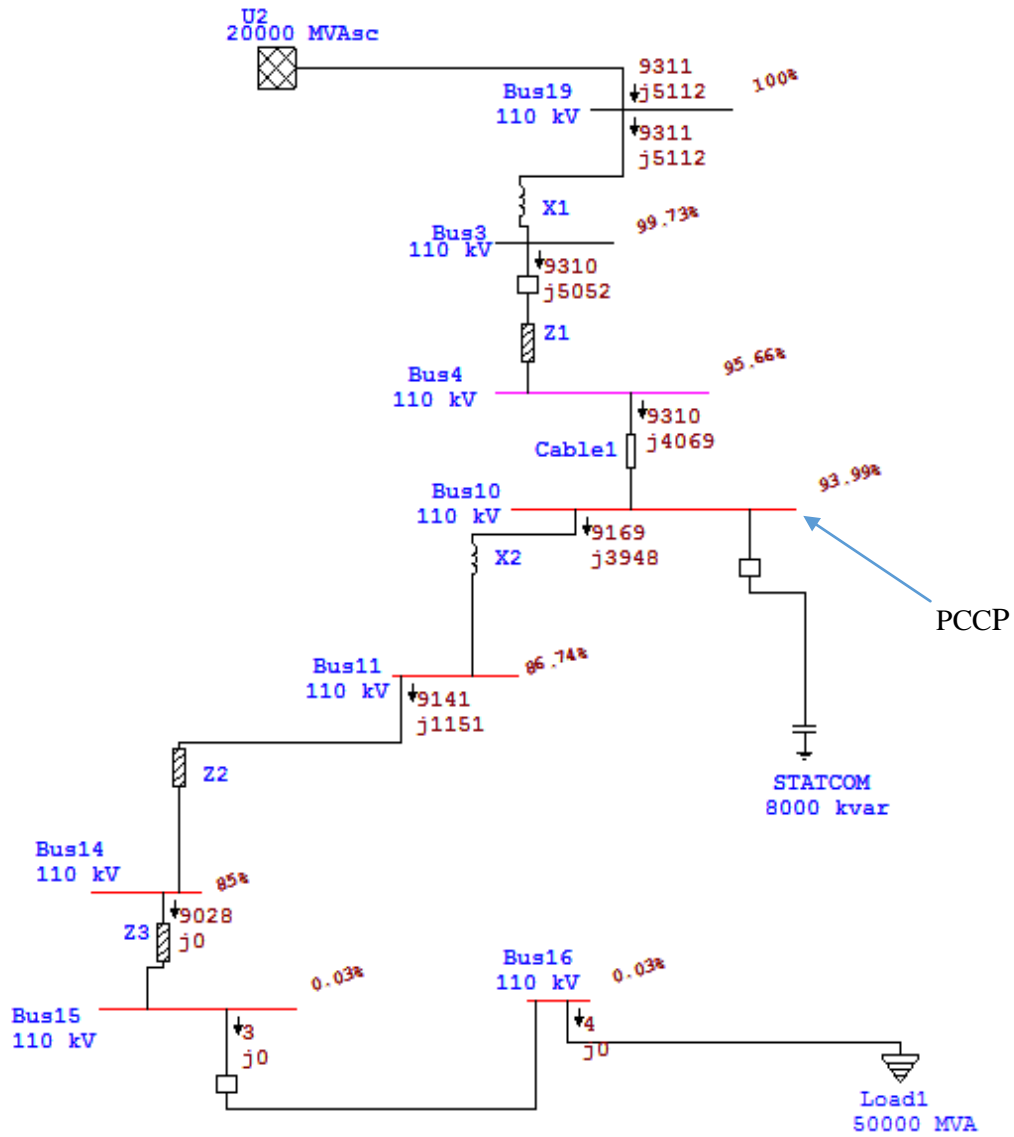


Fig. 6. Fluxul de putere în sistemul de distribuție

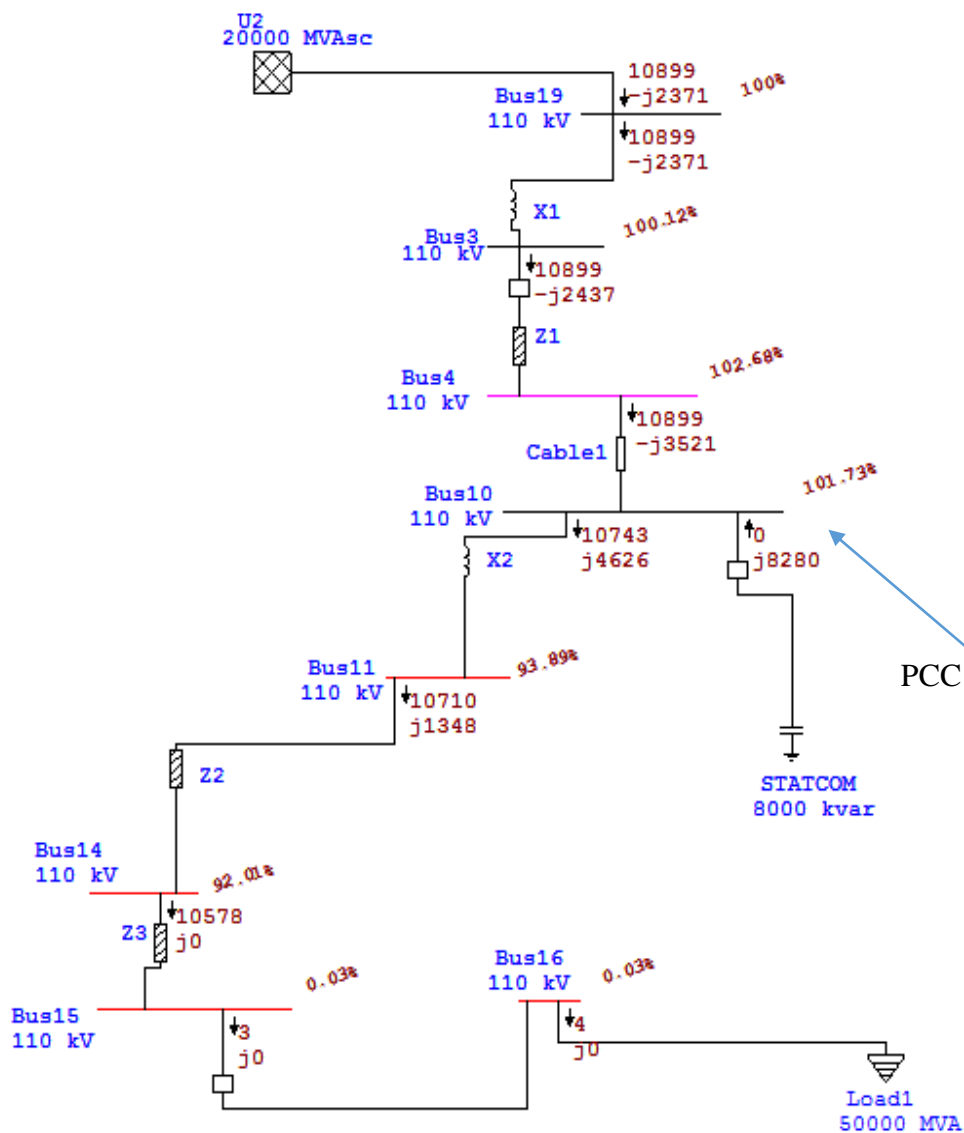


Fig. 7. Fluxul de putere în sistemul de distribuție cu STATCOM.

Din analiza proceselor au fost puse în evidență circa 20 variații pe minut. Pentru cele 20 de variații, P_{st} este egal cu 1 pentru $\Delta U/U=1,05\%$ (fig. 8).

Valorile înregistrate au pus în evidență o variație de tensiune de 6%, ceea ce permite

evaluarea nivelului de flicker P_{st} prin raportare la variația de tensiune pentru $P_{st}=1$. Rezultă, în acest fel un nivel de flicker la barele utilizatorului $P_{st} = 5,71$. Această valoare este confirmată de măsurările efectuate cu echipamentul Fluke 434.

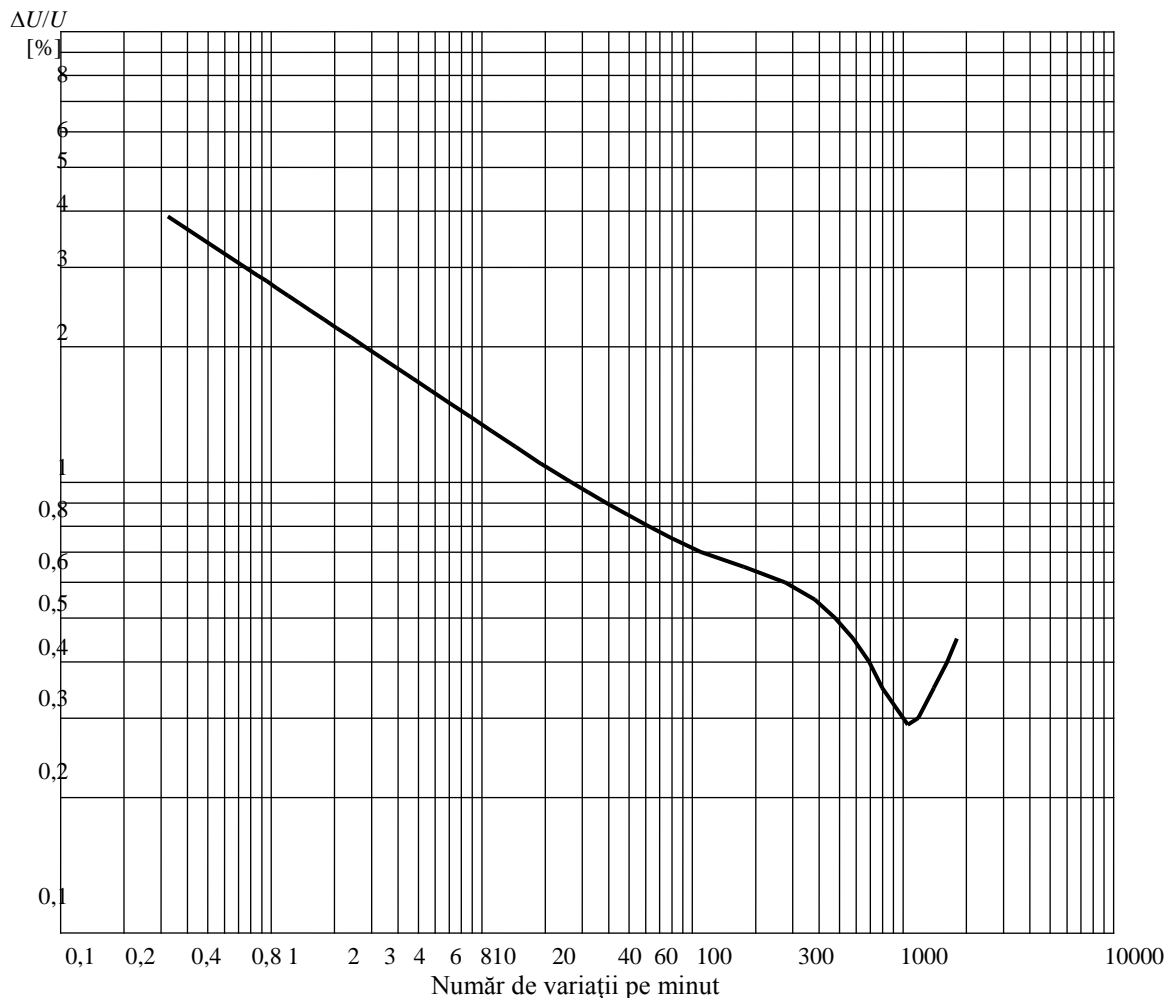


Fig. 8. Curba de iritabilitate ($P_{st} = 1$), pentru variații dreptunghiulare și echidistante.

Prin conectarea echipamentului STATCOM, vezi figura 7, tensiunea în punctul comun de conectare (PCC) a crescut la valoarea 101,73%, astfel că nivelul de flicker a devenit practic nul.

Concluzii

Sistemele de distribuție actuale includ receptoare care pot determina perturbații importante ce afectează calitatea energiei electrice furnizată utilizatorilor conectați în aceeași rețea.

Funcționarea unui cuptor cu arc electric conectat în rețeaua de medie tensiune a unei localități urbane determină fluctuații de tensiune care au condus la afectarea utilizatorilor conectați la aceleași bare.

Pentru încadrarea nivelului de calitate în limitele acceptate a fost montat un echipament STATCOM pe baza rezultatelor unor verificări

teoretice prin simulare care au fost validate prin măsurări la barele utilizatorului perturbator.

Analiza efectuată în cadrul lucrării a pus în evidență faptul că există soluții tehnice eficiente pentru limitarea perturbațiilor și asigurarea nivelului de calitate a energiei electrice pentru utilizatorii conectați la aceleași bare cu utilizatorul perturbator, acesta trebuind să își asume investiția în echipamentul de limitare.

Bibliografie

- [1] Albert H., Gheorghe Ș., Golovanov N., Elefterescu L., Porumb R. *Calitatea energiei electrice. Contribuții. Rezultate. Perspective*, Editura AGIR, București, 2013.
- [2] Golovanov N., Iordanescu I., Postolache P., Toader C., Popescu S., Porumb R., Lipan L. *Instalații electroenergetice și elemente de audit industrial*, Editura N'ERGO, București, 2008.

- [3] Fuchs, E., F., Masoum, M. – *Power quality in power systems and electrical machines*, Elsevier Academic Press, 2008.
- [4] Mohan, N. – *Power electronics and drivers*, MNPERE, Minneapolis, USA, 2003
- [5] Ionescu, F., Floricău, D., Nițu, S., Six, J., P., Delarue, P., Boguş, C. – *Power electronics. Static converters*, Technical Publishing, Bucureşti, 1998
- [6] Rashid M. H. *Power electronics handbook*, Academic Press, 2001.
- [7] *Power Quality Solutions for Industrial Customers*, California Energy Commission: 2000.

Despre autor.



Cheaki Oana – doctorand Facultății de Energetică din UPB. Domeniul de cercetare: dispozitivele FACTS bazate pe electronica de putere, sistemele de conducere prin calculator a sistemelor electroenergetice, protecțiile numerice, tehnicile de inteligență artificială, dezvoltarea conceptului de rețele electrice inteligente conform priorităților de cercetare ale Comunității Europene, tehnica tensiunilor