

# PROTECȚIA ECHIPAMENTELOR ELECTRONICE CONECTATE ÎN SECUNDARUL TRANSFORMATOARELOR DE MĂSURARE LA SUPRATENSIUNI ȘI ZGOMOTE DE COMUTAȚIE

Constantin VLAICU

*Universitatea Politehnica București, e-mail:cvlaicu@electro.masuri.pub.ro*

## *Abstract:*

*The paper present a few possible methods for electronic equipment protection used in power station to the transient signal induced in secondary lines of measurement transformers by the opening and closing operations of breakers and disconnectors in the high voltage line of power stations. Following the study of these signals there are proposed a few methods and type of filtering circuits that can be used to protect the electronic equipment also concerning supply part also to the input part of it. So, there are presented ferrite core filters used usually on the supply line, ZnO varistor for overvoltage used on the input or supply line and filters with capacitors for high frequency noise.*

## 1. INTRODUCERE

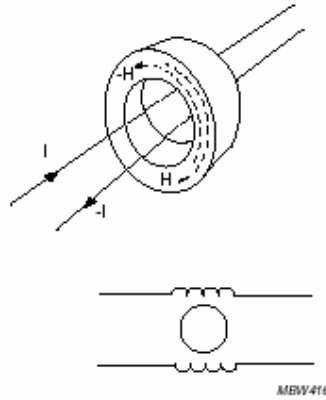
Regimurile tranzitorii care iau naștere în circuitele secundare din stații ca urmare a manevrelor efectuate în circuitele primare (manevre de separatoare de bare și de întreruptoare) pot constitui o problemă serioasă de când, în aceste circuite secundare, au început să se monteze echipamente electronice de protecție și înregistrare a datelor, mult mai sensibile la aceste solicitări decât echipamentele clasice. Așa cum s-a arătat în lucrarea "Regimuri tranzitorii induse de manevrele din circuitele primare în secundarele transformatoarelor de măsurare", supratensiunile înregistrate, potențial periculoase, s-au obținut în cazul stației Gura Ialomiței pe bornele bateriei de curent continuu care la majoritatea stațiilor sunt izolate față de pământ, din motive de siguranță în funcționare. Această izolare permite funcționarea fără probleme chiar dacă accidental unul din conductoarele de alimentare cu curent continuu suferă o punere la pământ prin deteriorarea izolației. Această configurație va conduce la culegerea pe aceste conductoare a unor zgomote de mod comun care se transmit aparatelor alimentate în c. c. în mod direct sau capacitiv, dacă zgomotele sunt de frecvență ridicată sau au fronturi foarte abrupte.

De asemenea s-au obținut semnale parazite induse în secundarele transformatoarelor de măsurare cu viteză de variație mare dar amplitudini nepericuloase pentru izolație dar care pot constitui cauza unor comenzi false și declanșări intempestive.

## 2. MIJLOACE DE PROTECȚIE LA SUPRATENSIUNI CU FILTRE INDUCTIVE

Această problemă, care este rezolvată în cazul calculatoarelor și aparatelor numerice, poate fi similar rezolvată și în acest caz. Astfel în literatura de specialitate sunt recomandate pentru această situație filtre de linie ce constă în inele de ferită plasate pe ambele conductoare ale liniei de alimentare cu c.c.

Pentru a evita transmiterea zgomotului de comutație din circuitele primare la un aparat alimentat de la aceste linii, în general, este necesar un filtru plasat pe circuitele de alimentare. Circuitul magnetic pentru aceste filtre este format, în mod normal, dintr-o pereche de miezuri U sau un miez inelar. Dacă semnalul de zgomot este mai ales de mod comun, cum este și cazul analizat, principal se utilizează compensarea în curent pentru a evita saturarea miezului.



**Fig. 2. Principiul compensării în curent pentru un inel de ferită utilizat ca filtru.**

Astfel, două înfășurări separate, identice, plasate pe același miez produc câmpuri magnetice opuse în momentul în care curentul de sarcină le parcurge în sensuri contrarii (compensare de curent) în timp ce semnalul de zgomot de mod comun, este blocat de inductanța mare datorată permeabilității ridicate a feritei (Fig. 1.).

Dacă, din diferite motive, compensarea de curent nu este completă sau este imposibilă, valorile mari ale permeabilității vor conduce la saturarea miezului de ferită. În acest caz luarea în considerare a funcționării cu un anumit nivel al câmpului magnetic în miezul de ferită poate fi o soluție acceptabilă.

Deoarece nu s-a dispus de tipul de material dorit (comanda lui în cantitate mică nu a fost posibilă) s-a testat un inel de ferită utilizat pe cablurile ce leagă monitorul de calculator care lucrează într-un domeniu de frecvențe similar. Rezultatele obținute în laborator au fost pe deplin satisfăcătoare. Astfel s-a testat o linie de alimentare în c. c. peste care s-a suprapus un zgomot de frecvență variabilă produs de un generator de semnale dreptunghiulare de amplitudine 50 V, care, după cum se știe, are o bandă largă de armonici. În gama de frecvență 0 – 1 MHz atenuarea produsă de inelul de ferită a fost de peste 80 dB.

În concluzie aceste gen de ferite larg utilizate în calculatoare și având un preț nesemnificativ (sub 10 000 lei) pot fi utilizate cu succes la eliminarea acestui gen de perturbații care pot afecta aparatele electronice numerice montate în stații și alimentate de la bateria de cc.

### 3. PROTECȚIA LA SUPRATENSIUNI CU VARISTOARE

O a doua problemă o constituie protecția la supratensiuni. Aparatura electronică modernă foarte sofisticată, bazată pe componente integrate realizate în tehnologie C- MOS, N-MOS, etc. este foarte sensibilă la supratensiuni, indiferent care ar fi sursa acestora: fenomene atmosferice, comutarea unor circuite de forță, descărcări electrostatice etc.

Varistoarele de tip metal-oxid, cu calitățile lor cunoscute de suprimare a supratensiunilor și capacitatea lor mare energetică de absorbție a unor impulsuri de curent de valoare mare, le-a impus în timp pentru aceste aplicații și proiectanții de echipamente le utilizează acum frecvent pentru a asigura nivelul de protecție așteptat de utilizatori.

Principiul protecției cu varistoare este arătat în Fig.2. Tensiunea sursei de alimentare este aplicată varistorului  $-U$  și aparatului ce trebuie protejat prin rezistența  $R$  conectată în serie. În acest caz tensiunea se distribuie astfel:

$$V_1 = V_R + V_0 = R \cdot I + C \cdot I^\beta$$

În cazul variației sursei cu  $\Delta V_1$  curentul variază cu  $\Delta I$ , astfel că expresia tensiunii devine:

$$V_1 + \Delta V_1 = R(I + \Delta I) + C(I + \Delta I)^\beta$$

Datorită valorii foarte mici a lui  $\beta$  (0,03 – 0,05), este evident că  $V_0$  variază foarte puțin în comparație cu  $V_R$ .

Schema echivalentă a unui varistor este formată dintr-o rezistență  $R_p$  variabilă cu tensiunea în paralel cu o capacitate  $C_p$ . Pentru valori mici ale tensiunii  $R_p$  reprezintă pierderile ohmice prin varistor.

O mărime caracteristică ce trebuie calculată este energia disipată la tăierea unui impuls de curent. Astfel pentru un impuls standard de curent cu o anumită amplitudine și durată relația de calcul a energiei disipate este:

$$E = K \cdot V_v \cdot I_v \cdot t_2$$

unde:  $V_v$  și  $I_v$  sunt valorile amplitudinii tensiunii de limitare și curentul de vârf. De exemplu un impuls cu durată de 1  $\mu$ s amplitudinea de 33A și tensiunea de limitare de 700V,  $k=1,4$  disipă în varistor o energie de:

$$E = 1,4 \cdot 700 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 32 J$$

Puterea disipată în c.c. și c.a. se pot de asemenea calcula sau lua din tabelele furnizate de producător în catalogul produselor ca și alte mărimi mai puțin importante cum ar fi coeficientul de temperatură.

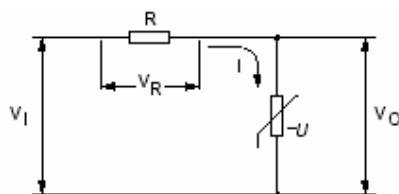


Fig.2. Schema de protecție directă a echipamentelor electronice

Luând în considerație impulsurile obținute în cazul comutării separatoarelor redată în Fig.1. se poate remarca că amplitudinea acestora este de cca 28V iar durată de cca 1ms, deci nu se pot utiliza varistoare cu ZnO din mai multe motive.

În primul rând tensiunea de protecție minimă dată în cataloage pentru varistoare pornește de la 47V pentru curentul standard de 1mA.

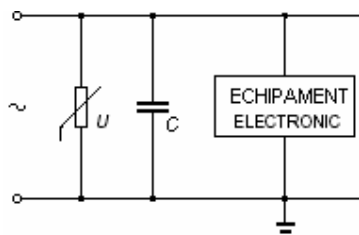


Fig.3. Schemă de protecție cu varistor și condensator

În al doilea rând pe înfășurările de protecție curentul secundar trebuie să urmărească cât mai fidel pe cel primar în caz de scurtcircuit pentru a declanșa cât mai prompt și mai eficient protecțiile. În acest caz, tensiunea pe intrările de curent ale dispozitivelor de protecție, poate lua în mod normal

valori de 200-300V. Din acest motiv, limitarea tensiunii sub aceste valori poate face să nu mai lucreze protecția și să nu se mai deconecteze avaria cu consecințe lesne de imaginat.

Totuși aceste impulsuri cu fronturi relativ abrupte de ordinul 50KV/s pot pătrunde prin cuplaje capacitive pe circuitele de intrare și pot deteriora componentele electronice sensibile sau pot produce deconectări intempestive la protecțiile electronice foarte rapide.

#### 4. FILTRE MIXTE CU VARISTOARE I CONDENSATOARE

Soluția o constituie punerea unor condensatoare de șuntare la masă a acestor impulsuri. Având în vedere supratensiunile ce pot apare în urma unor scurt circuite pe primar, care pot atinge valori de ordinul 2 –3 kV, se poate utiliza o schemă mixtă formată din varistor în paralel cu un condensator având valoarea de 10 – 100 nF între intrarea de curent secundar și masă, la bornele fiecărui echipament în parte. (Fig.3)

Aceași schemă poate fi utilizată și în cazul alimentării cu curent continuu a echipamentelor electronice în locul filtrelor cu inele de ferită, propuse anterior.

În acest caz, deoarece liniile de + și – ale bateriei sunt izolate față de masă, filtrul trebuie plasat între aceste linii la intrarea în aparat ca în Fig.3.

Un astfel de filtru a fost încercat în laborator cu impulsuri standard de diverse forme și amplitudini (8/20  $\mu$ s 500 – 2500V) ca și cu impulsuri de amplitudine de 20V/1ms produse de un generator de semnale dreptunghiulare și rezultatele au fost pe deplin satisfăcătoare. Montarea acestui tip de filtru la bornele unui echipament electronic, aflat în funcțiune pe secundarul unui transformator de curent, din una din stațiile în care s-au făcut măsurători (de exemplu LEA Fundeni 220kV) unde s-au obținut supratensiuni semnificative constituie un obiectiv ce rămâne de realizat.

#### 5. CONCLUZII

Lucrarea prezintă câteva metode de protecție la supratensiunile regimurilor tranzitorii ce apar în circuitele secundare ale transformatoarelor de măsurare în cazul manevrelor de comutație efectuate în circuitele primare de înaltă tensiune.

Sunt prezentate în primul rând filtrele cu inductanțe realizate în special cu miezuri de ferite moi soluție cunoscută și larg aplicată în domeniul calculatoarelor în special pe legătura cu monitorul. Este prezentat principiul acestuia și rezultatele obținute la încercările de laborator cu semnale în banda de frecvență a semnalelor tranzitorii existente în cazul zgomotelor de comutație.

Acest filtru se pretează a fi utilizat pe liniile de alimentare cu curent continuu din stații unde s-au înregistrat semnale parazite sub formă de impuls de ordinul 150 - 200 V.

Pe secundarele transformatoarelor de curent s-au obținut regimuri tranzitorii mai periculoase nu atât ca amplitudine cât mai ales ca viteză de variație caracteristică ce le permite transmitere capacitivă potențial periculoasă pentru producerea de evenimente false și comenzi intempestive.

Pentru astfel de semnale parazite induse, care apar pe circuitele de intrare ale echipamentelor electronice, se propun protecții cu varistoare cu oxid de zinc și acolo unde este necesar a permite trecerea unor semnale utile cu amplitudini mari, se pot asocia în paralel condensatoare de filtrație destinate să rejeteze semnalele parazite de valori mici și frecvențe mari.

În consecință au fost propuse aceste scheme de protecție folosite în alte cazuri similare care și-au dovedit și în acest caz eficacitatea.

#### 6. BIBLIOGRAFIE

- [1]. ALBU M.M., IOSOF C, VLAICU C., Analyse des transitoires electromagnetiques de puissance a l'apparition de defaults. Conference Proceedings of CONGRES EF'99-Electrotechnique du Futur, Lille 1999.
- [2]. C. VLAICU, F. MIHAI, TRANSVIEW - program pentru achiziția datelor în regim tranzitoriu cu 2 osciloscopae conectate la PC prin GPIB. *Simpozionul METSIM'2002, 27-28 iunie 2002, Bucuresti*
- [3]. VLAICU, F. MIHAI, Program de calcul a supratensiunilor produse de scurtcircuitele primare în secundarele transformatoarelor de măsurare de curent, *Simpozionul METSIM'2002, 27-28 iunie 2002, Bucuresti*