

DISPOZITIV DE PROTECTIE A GENERATOARELOR SI MOTOARELOR DE MEDIE TENSIUNE

Autori: dr. ing. Ion Ionescu, cercetator stiintific principal gr. I, INCDE ICEMENERG Bucuresti, ing. Irina Racovitan INCDE ICEMENERG Bucuresti

In lucrare se prezinta un dispozitiv de protectie a generatoarelor si motoarelor de IT la supratensiuni de comutatie. Dispozitivul este de tip ZORC incrucisat, iar valorile echipamentelor componente au fost optimizate pentru acoperi intreaga gama de puteri si tensiuni nominale aflate in exploatare.

1. Introducere

Considerata candva o cerinta de exceptie, comutatia curentilor inductivi a devenit in prezent un regim normal de functionare pentru intreruptoarele de medie si chiar de inalta tensiune. Atentia acordata in ultimii ani acestui regim se datoreaza caracterului aparte al solicitarilor la care este supus atat intreruptorul si echipamentul adiacent in exploatare cat si sarcina sa.

2. Consideratii teoretice

Din punct de vedere al deconectarii motorului cu intreruptor, aceasta se aplica cel mai adesea la motorul asincron cu pornire directa, acest motor fiind cel mai folosit in sistemele de actionari uzuale. Deconectarea de la retea a motorului asincron in gol sau cu o sarcina redusa fata de sarcina sa nominala ridica probleme specifice comutatiei curentilor inductivi mici. Dupa caz, va trebui sa se tina seama de existenta tensiunii electromotoare induse in statorul masinii ca urmare a faptului ca in rotor curentul nu poate lua brusc valoarea zero.

Din aceste considerente rezulta mai multe situatii:

- a) Motorul in repaus, rotorul calat. Daca rotorul este calat, deci alunecarea $s = 1$, atunci motorul se comporta ca o inductivitate" Ca urmare pot apare supratensiuni, dar valoarea acestora este redusa, pentru ca, de fapt, se intrerupe un curent de scurtcircuit, deci un curent mare;
- b) Motorul in repaus cu circuitul secundar deschis. Aceasta situatie poate interveni la motorul asincron cu inele. În acest caz motorul se comporta asemanator cu un transformator cu secundarul in gol, iar supratensiunile sunt importante ca valoare (4- 5 u.r.);
- c) Motorul in functiune la sarcina nominala. Deconectarea motorului in functiune este usurata de conservarea fluxului principal in masina in momentul deconectarii, flux care apoi se amortizeaza in functie de constanta de timp a circuitului secundar .Astfel, dupa intreruperea circuitului la bornele motorului continua sa existe o tensiune alternativa practic in faza cu tensiunea retelei si aproape egala ca valoare in primele perioade semnificative ($t < \zeta_{motor}$).

Pentru evaluarea supratensiunilor s-au efectuat o serie de experimentari in laborator si in retea privind deconectarea circuitelor care alimenteaza motoare de inalta tensiune de diferite puteri cu intreruptoare cu diferite medii de stingere: ulei, aer comprimat, vid, SF 6, in regim simetric sau nesimetric.

S-a constatat astfel ca solicitari importante ca amplitudine se produc la deconectarea motorului in procesul de pornire si pot atinge valori mari atat in conditii normale (simetrice) cat si atunci cand exista o punere la pamant pe derivatia motorului. Astfel, in urma experimentarilor efectuate s-a stabilit ca factorul de supraamplitudine masurat pe derivatia spre motor poate atinge valori de 6 -7 u.r. la intreruperea curentului de pornire a motoarelor mari in conditiile unei puneri la pamant si 6,75 u.r. la 120 ms dupa incheierea pornirii. Pentru motoare de 6 kV s-au masurat

supratensiuni maxime de peste 33 kV, valoare care determina solicitari severe atat pentru cablu cat si pentru motor si placa de borne a motorului.

Asupra valorii supratensiunii influenteaza viteza de intrerupere a intreruptorului (tipul intreruptorului) si puterea motorului deconectat. Daca puterea motorului creste, scade inductivitatea acestuia si, in consecinta, amplitudinea oscilatiilor la deconectare scade, imbunatatind conditiile de rupere pentru intreruptor, care nu mai au posibilitatea de a taia (smulge) curentul. Elementele care influenteaza cresterea tensiunii in aceste regimuri sunt: tensiunea sistemului de alimentare, caracteristicile cablului de alimentare (lungimea, impedanta caracteristica, capacitatea echivalenta transversala), capacitati concentrate in retea (inclusiv capacitatea echivalenta a motorului), caracteristicile de reaprindere ale intreruptorului (nivelul tensiunii de tinere, viteza de refacere a rigiditatii dielectrice intre contacte, forma caracteristicilor dielectrice de gol - determinante in strapungerea spatiului intre contacte atat in conditiile ionizarii spatiului intre contacte cat si deionizarii arcului - determinante in reaprinderi si reaprinderi).

De asemenea, o solicitare importanta a izolatiei motorului si a cutiei de borne (solicitare care accelereaza imbatranirea izolatiei) o reprezinta supunerea motorului si a echipamentului auxiliar la supratensiuni cu front abrupt care, in conditiile reaprinderilor si reaprinderilor, pot atinge frecvente de 8 MHz si mai mari, frecvente care se transmit si in circuitele din amonte, inclusiv pe partea de intreruptor, cu frecvente dependente de lungimea cablului de racord (mai mici la lungimi mai mari de cablu, capacitatea cablului determinand o crestere a timpului in care se atinge valoarea maxima a supratensiunii, deci o scadere a frecventei caracteristice de oscilatie).

Situatia este oarecum similara la deconectarea generatoarelor, deconectarea unui generator legat la bornele unui transformator de evacuare a puterii cu o putere aparenta considerabil mai mare decat a generatorului.

Valorile masurate ale parametrilor TTR (tensiunea tranzitorie de restabilire) conduc la viteze de crestere (u_c/t_3) cu un ordin de marime mai mari decat cele impuse de normele de incercare (CEI 60056 si ANSI C37.13). Inlocuirea intreruptorului cu unul special de generator (dupa ANSI C37.13) nu rezolva problema supratensiunilor (u_c) la deconectare, supratensiuni care solicita izolatia generatorului, a transformatorului si care influenteaza (modifica) conditiile de rupere ale intreruptorului.

3 .Alegerea dispozitivului de protectie

Dispozitivul de protectie este unul universal, care acopera majoritatea corpurilor din exploatare in ceea ce priveste puterea motoarelor si generatoarelor (cu precadere hidro).

Folosirea unui dispozitiv de protectie care sa contina numai descarcatoare cu ZnO nu este suficient, folosirea unui astfel de element producand doar o reducere a varfului supratensiunii si nu scaderea frecventei de oscilatie. În acest caz, la o reaprindere, descarcatorul ar fi solicitat de circa 10 -20 ori pe fiecare semialternanta, producandu-se o uzura a sa prematura.

De aceea, in urma numeroaselor experimentari efectuate cu mai multe aparate de comutatie si folosirea unor module R-C experimentale de diferite valori, s-a ajuns la concluzia ca folosirea unor dispozitive R-C -ZnO este cea mai sigura, condensatorul producand o crestere a lui t_3 (scadere a f_c), rezistenta – scadere a factorului de supra-amplitudine (deci scaderea lui U_c), varistorul cu oxid de zinc – o limitare a valorii de varf cat mai aproape de tensiunea nominala a motorului sau, in orice caz, sub valoarea tensiunii de incercare a motorului ($2,5 \times U_J$, coeficientul de supraamplitudine fiind in cazul folosirii acestui dispozitiv mixt de maxim 1,4, asa cum s-a masurat pentru un intreruptor cu vid echipat cu descarcator cu ZnO la borne si suntat de un modul R-C experimental.

Pentru detalierea modului in care se lucreaza fiecare componenta in parte in cadrul dispozitivului mixt, s-au efectuat trei incercari de deconectare in acelasi punct pe sinusoida (acelasi moment al desprinderii contactelor)sis-au realizat trei inregistrari, reprezentate in figura nr. 2, dupa cum urmeaza:

- deconectare motor fara utilizarea vreunui mijloc de reducere a supratensiunilor de comutatie – fenomenul 1;
- deconectare motor utilizand un descarcator cu oxid de zinc la borne (care intra in funitura intreruptorului cu vid utilizat) – fenomenul 2;
- deconectare motor utilizand dispozitivul de protectie combinat de tip ZORC - fenomenul 3.

Din figura se observa clar eficienta utilizarii unui dispozitiv de protectie, de tip combinat pentru o configuratie a circuitului in care s-a utilizat un intreruptor (cu vid), cablu de legatura de 120 m lungime, trifazat, ecranat, cu ecranul legat la pamant, motor asincron de 1400 kW si tensiune nominala 6,3 kV, dispozitivul de protectie experimental fiind montat la bomele intreruptorului, pe plecarea spre motor.

Schema electrica a dispozitivului mixt este redata in figura 1.

Din punct de vedere constructiv, dispozitivul este amplasat intr-o anvelopa metalica cu dimensiunile de gabarit 600 x 340 x 400 mm, confectionata din tabla de otel cu grosimea de 2 mm, vopsita in camp electrostatic cu vopsea pulbere RAL 7032.

Echiparea interioara cuprinde:

- descarcatoare cu ZnO tip POLIM D6
- rezistente tip RGB6250 SILICON 4
- condensatoare tip CPXE 12,6/50-25
- presgarnituri IPE 48.

De asemenea anvelopa, executata in clasa IP 55, este prevazuta cu o membrana de protectie la arc intern din Al, cu grosimea de 0,5 mm, care se deschide la 0,57 kPa, asigurand dirijarea gazelor esapate in afara zonei de operare.

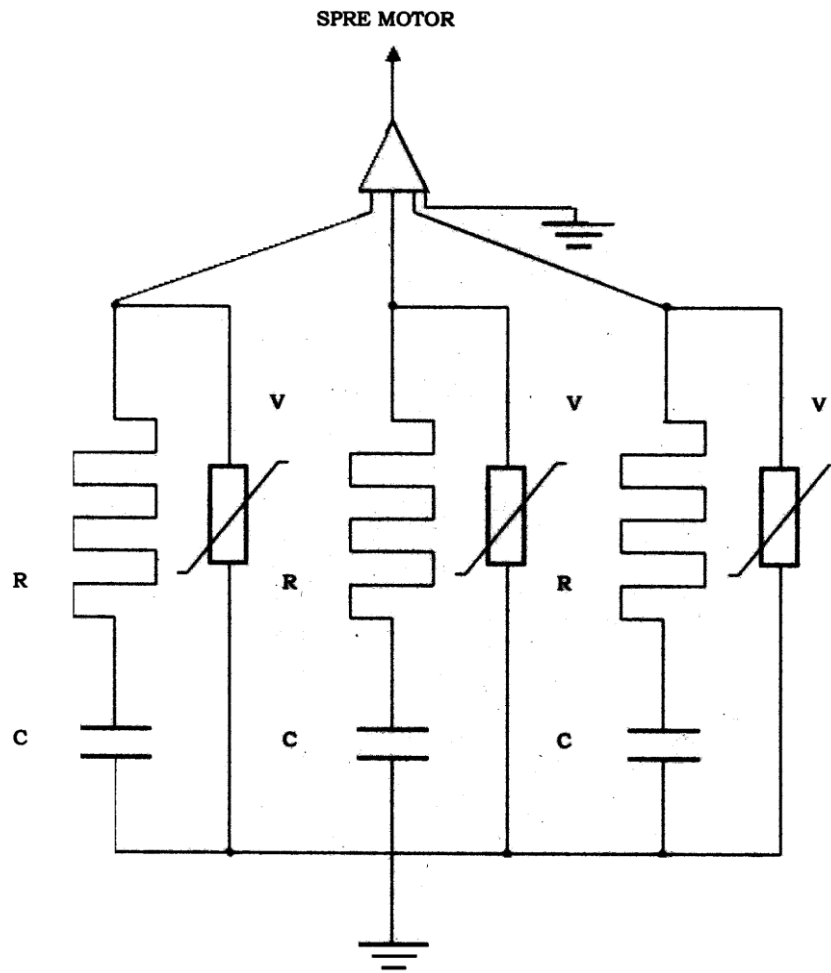
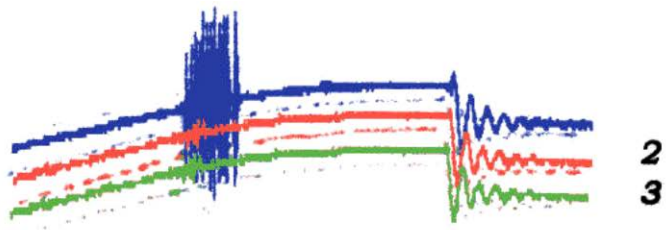
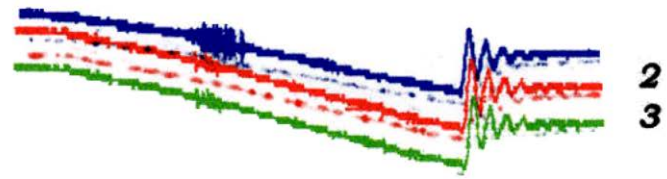


Figura 1

Faza R



Faza S



Faza T

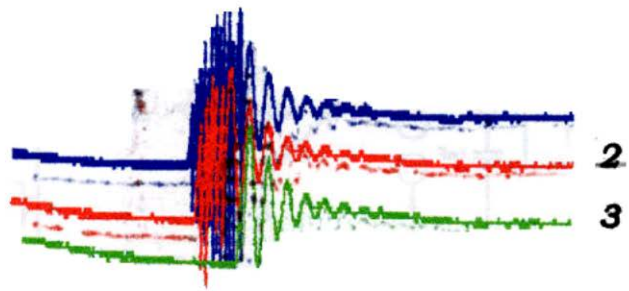


Figura 2

4. Concluzii

- Solutia adoptata pennite o functionare in conditii de siguranta pentru personalul de operare si pentru instalatiile din vecinatate, un eventual arc liber produs In carcasa dispozitivului neputand fi transferat spre sarcina prin discontinui-tatea conductiva, limitata la nivelul incintei; de asemenea incinta este protejata la explozie prin membrana special prevazuta In acest sens, eventualele emisii de flacarisigaze fiind dirijate spre pardoseala, In partea opusa oricarei posibilitati de acces;
- Dimensionarea incintei este minima (in limita distantei de izolatie ales de 12 kV) si este dictata de gabaritul condensatoarelor; optimizarea dimensiunilor permite amplasarea sa intr-un spatiu limitat, in vecinatatea celulei de intreruptor sau (la celulele de tip vechi, cu pasul de 800+1200 mm) chiar in interiorul celuei, in compartimentul de cabluri;
- Conexiunile se executa in cabluri, folosind dopuri de izolare standard atat pentru intrare cat si pentru iesire.

5. Bibliografie

5.1 PRETORIUS, R.E.

Optimized surge suppression on high voltage vacuum contactor controlled motors.
IEE Conference Publication 210, 1982, p. 65- 70.

5.2 PRETORIUS, R.E., 1981

"The suppression of internal overvoltage surges in industrial high voltage systems", Journal of the S.A. Instn. Of. Cert. Mech. And Elec. Eng.,
Vol 54 No.7, 938-956.

5.3 INTERRUPTION OF SMALL INDUCTIVE CURRENTS

Chapter 3, Part B

CIGRE SC 13-83 (wg 13.02) 37 IWD 1984-03-12.

5.4 Catalog Siemens HG 11/1987.

5.5 K.J. Cornik, M. Sc. (Eng.), and T.R. Thompson, B. Sc. (Eng.)

Steep-fronted switching voltage transients and their distribution in motor windin~
IEE PROC., Vol. 129, Pt. B. No.2, MARCH 1982.

5.6 A. TIMOTIN; V. HOTOPAN; A. IFRIM; M. PREDA

Lectii de bazele electrotehnicii.

Editura Tehnica 1970.

5.7 I. IONESCU

Dispozitiv de protectie a motoarelor de 6 kV din serviciile interne ale centralelor la STC produse de reaprinderile multiple din cadrul proceselor de comutatie.

S.C. ICEMENERG S.A. – lucrare interna.