

PROTECȚIA ÎMPOTRIVA ELECTROCUTĂRILOR ACCIDENTALE CU ÎNTRERUPĂTORUL DIFERENȚIAL

Autori: Sergiu MAZILU; Dionisie CEBAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În articol se abordează un dispozitiv de protecție contra electrocutării, analiza efectelor negative ale curentului electric asupra organismului uman, metodele existente de combatere a acestora, cât și ultimile realizări, norme și reguli privind domeniul electrosecurității din Republica Moldova, și experiența altor state.

Cuvinte cheie: Întrerupător automat, curenți reziduali, electrosecuritate, dizjunctor diferențial.

Protecția vitalității omului cât și a avutului său, constituie obiectivul strategic al oricărui stat dezvoltat și responsabil, care permanent trebuie să se afle în vizorul organelor ierarhice superioare de control și supraveghere. Realizarea acestui deziderat poate fi atins prin diverse modalități, inclusiv prin elaborarea și implementarea în mod continuu a mijloacelor inovative de protecție a vitalității omului. Actualmente energia electrică reprezintă factorul cheie pentru dezvoltarea oricărei societăți, se utilizează practic în toate domeniile și este greu de imaginat lipsa acesteia. În același timp curentul electric reprezintă un pericol iminent pentru sănătatea omului, prin faptul că nu posedă culoare, gust, miros, și de către factorul uman este greu de identificat. Prezența curentului electric poate fi depistat numai prin intermediul dispozitivelor și/sau indicatoarelor speciale. Dar în activitatea practică nu fiecare persoană posedă de instrumente, cunoștințe și abilități de aplicare a acestora, de aceea, mijloacele de protecție utilizate în acest domeniu sunt indispensabile lumii moderne. În studiul de față se abordează un mijloc modern de protecție contra electrocutărilor care își găsește o întrebuintare tot mai largă în întreaga lume datorită simplității, eficienței în utilizare și costului destul de redus.

Problema de bază constă în asigurarea securității și sănătății factorului uman la acțiunea curentului electric mai ales în instalațiile electrice de tensiune joasă, și protecția împotriva producerii incendiilor de natură electrică.

În acest sens, cu lux de argumente prezentăm factorii care determină pericolul de electrocutare. La atingerea simultană a două puncte cu potențial electric diferit prin corpul uman dintre aceste puncte se scurge un curent cu diferite valori a cărei gravitate depinde de: stare, poziție, gen, durata de acțiune, mediu în care se află, masa și dimensiunile corporale, prezența alcoolului în sânge, circulația sanguină, intensitatea curentului, frecvență etc., modificând rezistența corpului uman.

Având diferență de potențial între care este amplasat un corp cu o anumită rezistență, conform legii lui Ohm prin această rezistență va curge un curent, direct proporțional cu tensiunea aplicată și invers proporțională cu rezistența corpului prin care circulă. Efectul de trecere a curentului electric prin organismul uman poartă denumirea de electrocutare. Curentul electric scurs prin organismul uman poate fi benefic dacă este controlat, iar dacă acesta este accidental - provoacă consecințe grave cu efecte letale. Efectele negative ale electrocutării sunt de natură *termică*, care se manifestă în principal prin supraîncălzirea țesuturilor, provocând arsuri grave; *mecanică*, care se manifestă prin ruperea țesuturilor musculare și a vaselor sanguine; *electrolitică*, care se manifestă prin descompunerea lichidelor din organism și *biologică*, care se manifestă prin haosul impulsurilor electrice și dereglarea funcțiilor/sistemelor vitale din contul preluării dirijării câmpurilor biologice a organismului uman.

Curentul nepericulos reprezintă valoarea curentului sub acțiunea căruia omul se poate elibera singur și constituie maxim 20mA pentru curentul alternativ, și 50mA pentru curentul continuu. Valoarea curentului letal pentru om constituie minim 100mA cu durata acțiunii de 0.1-0.2s.

Conform studiilor statistice electrocutările în instalațiile electrice survin: 22% din cauza întreținerii proaste a aparatelor și instalațiilor electrice, defecțiuni tehnice; 73% din cauza lipsei de cunoștințe minime în domeniul de electrosecuritate și ignorarea pericolelor, și 5% alte cauze.

În încăperile clădirilor cu pericol funcțional F1 - F5 se pot produce cu ușurință accidente care conduc la electrocutare prin folosirea diferitelor utilaje, dispozitive și instalații existente. De aceea, considerăm important să abordăm protecția împotriva electrocutărilor accidentale prin intermediul dispozitivului modern - întrerupător diferențial.

Principiul de funcționare a protecției diferențiale se bazează pe principiul de funcționare a transformatorului. Constructiv acest dispozitiv este constituit dintr-un miez feromagnetic închis pe care se bobinează conductoarele electrice racordate cu instalația consumatoare, și o înfășurare suplimentară conectată la un dispozitiv de acționare ce întrerupe circuitul primar.

Datorită inducției electromagnetice curentul scurs prin conductoarele primare crează un flux magnetic ce se închide prin miezul feromagnetic. Așa cum curenții la fază și la nul sunt opuși ca direcție, corespunzător și defazajul lor va constitui 180 de grade, iar în sumă vor da zero. În cazul în care apare o punere la pământ, adică curentul se închide prin alt circuit decât cel normal (fază și nul), atunci va apărea un dezechilibru de curent în rezultatul diferenței dintre curentul de fază și cel nul, care va avea două componente care circulă prin traseul normal și care se închide prin traseul nou format la pământ. Astfel curentul diferențial reprezintă acel curent, care se închide prin circuitul nou format la pământ, iar curentul din înfășurarea suplimentară de pe miezul feromagnetic va fi direct proporțional cu acesta. Deci, acest curent poate alimenta dispozitivul de acționare și, corespunzător va întrerupe circuitul. Desigur valoarea acestui curent poate fi reglată modificând numărul de fire a înfășurărilor de pe miezul feromagnetic, rezistența înfășurării suplimentare și a dispozitivului de acționare și/sau reglajul mecanic al arcului de acționare al dispozitivului.

Curentul poate fi reglat la o valoare nepericuloasă pentru factorul uman $30mA$, dar în dependență de condițiile existente în zona protejată se va adopta $10mA$ pentru zonele umede sau pentru cele care intră în contact cu apa și/sau substanțe bune conductoare ce pot avea simultan și contact cu omul, iar pentru halele industriale se adoptă reglajul de regulă de $10mA$.

Pentru a înțelege sensul protecției diferențiale, fie că avem în locuință o priză de 230V ale cărei borne le notăm cu U_0 și U_1 . Între cele două borne avem tensiunea de 220V notată cu U . Dacă la această priză introducem bornele de alimentare a unui consumator (spre exemplu, un mixer electric de bucătărie), obținem cel mai simplu circuit electric conform schemei din *Figura 1*.

Mixerul, ca orice consumator electric are o rezistență, Z . În acest caz, prin motorul mixerului se va scurge un curent electric notat cu I , al cărui sens îl considerăm în mod convențional de la borna U_0 către borna U_1 . În conformitate cu Legea lui Ohm, valoarea curentului I este funcție de valoarea tensiunii U și a impedanței Z , și conform relației $I = U/Z$, valoarea curentului este aceeași în orice punct al circuitului.

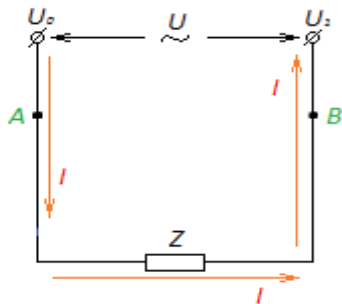


Figura 1. Schema circuitului format la conectarea unui consumator la bornele sursei (prizei).

Din cauza deteriorării cablului de alimentare al mixerului, factorul uman atinge în mod accidental porțiunea de cablu cu izolația deteriorată în punctul A . Întrucât corpul uman are o impedanță internă Z_0 , prin el se va scurge un curent electric de valoare I_0 care va avea sensul de la borna U_0 către pământ, concomitent cu curentul I_1 care circulă prin mixer către borna U_1 a prizei, iar factorul uman va fi supus acțiunii unui șoc electric. Schematic această situație este reprezentată în *figura 2*.

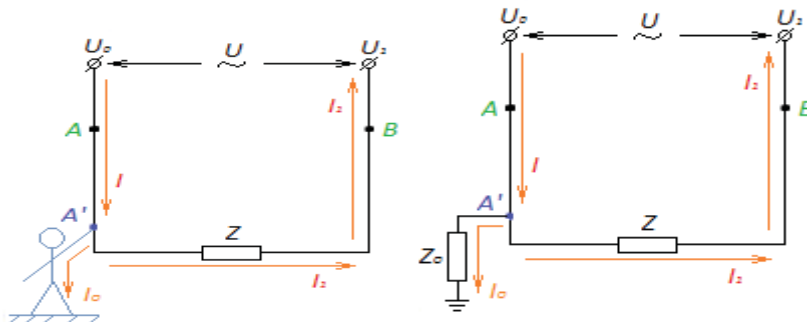


Figura 2. Schemele de principiu ale circuitului electric format și închiderea curenților.

Dacă valoarea curentului I_0 va constitui $\geq 30mA$, șocul suferit poate conduce la efect letal. Astfel, în punctul A apare un curent I care intră și doi curenți I_0 și I_1 , care ies. Punctul A poartă denumirea de nod de

rețea și pentru el este valabilă Legea I a lui Kirchoff: *suma algebrică a curenților care intră într-un nod de rețea este zero adică, suma curenților care intră într-un nod de rețea este egală cu suma curenților care ies din acel nod de rețea, iar în cazul precăutat $I = I_0 + I_1$ sau $I_1 = I - I_0$.*

În acest caz curentul care pleacă de la borna U_0 a prizei nu mai este egal cu curentul care ajunge la borna U_1 . Dacă la bornele prizei se instalează un dispozitiv “diferențial”, care poate detecta diferența dintre cei doi curenți, atunci prin acest dispozitiv se dă comandă de decuplare a tensiunii, asigurând securitate beneficiarului instalației electrice.

Așadar, o soluție simplă de protecție în domeniul asigurării securității contra electrocutării este protecția diferențială prin intermediul căreia se măsoară diferența dintre curentul din fază și curentul din nul, care în sumă trebuie să constituie zero. În figura 3 este reprezentat torul feromagnetic care face posibilă măsurarea curentului rezidual în baza căruia funcționează intrerupătorul diferențial.

Pe acest inel feromagnetic sunt înbobinate câteva fire ale conductorului de fază 1, de nul 2 și înfășurarea de diferență care va măsura valoarea curentul rezidual.

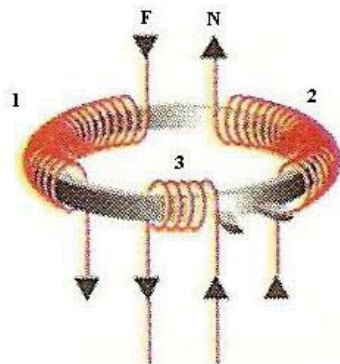


Figura 3. Miezul fieromagnetic și realizarea înfășurărilor pe el.

Curentul ce trece prin fază în miezul feromagnetic crează un flux magnetic (solenajie) $F_F = I_F W_F$, și coresponzător și curentul ce se întoarce prin nul va crea în miez un flux magnetic $F_N = I_N W_N$. Aceste două fluxuri în regim normal se reduc reciproc, de aceea, numărul de fire W_F și W_N trebuie să fie egale. Înfășurarea de măsură 3 în regim normal nu va fi influențată, prin ea nu va circula curent, iar în regim de defect când o parte din curentul fazei se va scurge prin pământ, fluxul rezultat din cele două va fi diferit de zero și în înfășurarea 3 va crea un curent rezidual.

În exteriorul intrerupătorului diferențial sunt scoase 4 borne (*de nul, de fază, de intrare și de ieșire*), iar bornele înfășurării reziduale sunt conectate la un dispozitiv de acționare format dintr-o bobină înfășurată pe un miez feromagnetic care va cupla un contact mobil la trecerea prin bobină a curentului rezidual. În acest sens poate fi prevăzut și un element de reglare pentru diferite valori ale curenților de declanșare $10mA$, $30mA$, $100mA$ etc.

Ținând cont de faptul că echipamentele informatice funcționează utilizând ca sursă energia electrică, este necesar de precizat și unele aspecte ce țin de normele și regulile de securitate tehnică pentru evitarea electrocutării. Conform normelor și regulilor de exploatare a instalațiilor electrice, mijloacele tehnice pentru protecția împotriva electrocutării prin atingere indirectă prevăd *protecția automată împotriva tensiunilor de defect și protecția automată împotriva curenților de defect.*

În conformitate cu cerințele *Normelor de Amenajare a Instalațiilor Electrice*, pentru protecția împotriva atingerii indirecte trebuie să fie realizate următoarele măsuri tehnice: folosirea tensiunilor reduse; legarea la pământ; legarea la nul; izolarea suplimentară de protecție; izolarea amplasamentului; separarea de protecție; nivelarea potențialelor; deconectarea automată și folosirea mijloacelor de protecție electroizolante.

Pentru evitarea electrocutărilor accidentale și asigurarea unei funcționări în siguranță a dispozitivului de protecție abordat în prezentul studiu, este binevenită aplicarea unei deserviri tehnice prin testarea lunară privind buna funcționare a diferențialelor prin apăsarea butonului “T” (Test), protejarea cu diferențiale doar circuitele cu pericol real de electrocutare. În condiții normale, valoarea de $30mA$ a curentului de defect este suficientă pentru protecția vitalității. În cazul folosirii valorii de $10mA$ există riscul ca diferențialul să declanșeze fără nici un defect în instalație, doar datorită interferenței dintre fază și împământare dacă s-au folosit conductoare sau cabluri cu izolație de calitate mai slabă.

În concluzie ne exprimăm convingerea, că protecția diferențială de curent rezidual reprezintă un mijloc de protecție contra electrocutării la atingerea accidentală a omului de circuitele electrice neizolate sau defecte.

Aceasta poate identifica scurgerile de curent rezidual și deconecta circuitul la valoarea de $30mA$, ca fiind valoare periculoasă pentru om. Deconectarea are loc instantaneu sau cu temporizare 40 - 300ms, ceea ce nu permite extinderea efectului negativ al curentului electric asupra organismului uman sau supraîncălzirea, și deci inițierea unui incendiu. Protecția dată este normată ca construcție și ca mijloc de protecție: se folosește ca protecție suplimentară în rețelele de tensiune joasă, se produce în mai multe variante funcționale monopolare și/sau tripolare, iar în raport cu efectul produs, din punct de vedere economic sunt foarte eficiente.

Bibliografia:

1. Istrate, M. *Electrosecuritate*. - Iași,, Editura Cerni, 2007. ISBN 978-973-667-274-3
2. Normele de Amenajare a Instalatiilor Electrice, 2003
3. Buta, A., Oprincariu, D. Bazele electrotehnicii, lecții de curs. – Timișoara, Editura Didactică Tehnică, 2003
4. www.jesus.warcraftuniverse.info/uchebzniki/releynaya-zaschita-n-v-chernobrovov.htm