

CUPRINS

1	Notiuni tehnice specifice meseriei de electrician	pg. 1
	Simboluri intalnite in schemele electrice	pg. 8
	Autorizarea electricienilor	pg. 11
	Obligații ale electricianului autorizat	pg. 12
2	Funcțiile de baza ale aparatelor de comutație de joasă tensiune	pg. 14
	Protecție electrică	pg. 15
	Protecția motoarelor electrice	pg. 15
	Separare	pg. 16
	Control	pg. 16
	Deconectarea de urgență - oprirea de urgență	pg. 17
	Deconectarea în cazul lucrărilor de întreținere mecanică	pg. 18
3	Aparate de comutație	pg. 18
	Separatorul	pg. 18
	Separatorul de sarcină	pg. 18
	Teleruptorul	pg. 19
	Contactorul	pg. 20
	Contactor echipat cu relee termice	pg. 20
	Sigurante fuzibile	pg. 21
	Memento	pg. 22
4	Caracteristici fundamentale ale unui întreruptor	pg. 23
	Tensiunea nominală	pg. 24
	Curentul nominal	pg. 25
	Parametri nominali în cazul modulelor cu domenii multiple	pg. 25
	Limitarea curentului de scurtcircuit	pg. 25
	Avantajele limitării de curent	pg. 26
5	Protecția motoarelor de JT	pg. 29
	Tipuri de motoare electrice	pg. 31
	Motoare asincrone	pg. 31
	Motoarele sincrone	pg. 32
	Motoarele de curent continuu	pg. 32
	Defecte interne ale motorului: avarii ale înfășurării statorice sau rotorice	pg. 33
	Caderi de tensiune și întreruperi	pg. 34
	Consecințele pentru un motor asincron	pg. 35
	Consecințele pentru un motor sincron	pg. 35
	Consecințele pentru o mașină cu viteză variabilă	pg. 35
	Blocarea rotorului	pg. 36
	Protecția la scurtcircuit Generalități	pg. 36
	Definiții și caracteristici ale protecțiilor	pg. 37
	Fuzibilele	pg. 37
	Întreruptoarele automate magnetice	pg. 38
	Protecția la suprasarcină	pg. 38
	Circuitele de alimentare a motoarelor	pg. 40

	Functiile de baza ale unui circuit de alimentare a unui motor	pg. 41
	Protectia la scurtcircuite	pg. 42
	Protectia la suprasarcini	pg. 42
	Comanda	pg. 42
	Cazul particular al demaroadelor si variatoarelor de viteza electronice	pg. 43
	Pornire directa	pg. 44
	Pornire stea-triunghi	pg. 45
6	Iluminat	pg. 45
	Sarcini de tip rezistiv	pg. 46
	Lampi fluorescente si echipamentul aferent	pg. 48
	Lampi fluorescente tubulare standard	pg. 48
	Lampi fluorescente compacte	pg. 49
	Lampi cu descarcari	pg. 49
7	Puterea ceruta de o instalatie electrica	pg. 50
	Puterea instalata	pg. 50
	Estimarea cererii maxime de putere aparenta	pg. 52
	Coeficientul de utilizare	pg. 52
	Coeficientul de simultaneitate	pg. 52
	Coeficientul de simultaneitate pentru un bloc de apartamente	pg. 52
	Conectarea consumatorului la retea	pg. 54
	Componentele tablourilor de distributie	pg. 55
	Separarea cablurilor	pg. 56
8	Ce este o supratensiune tranzitorie?	pg. 58
	Cele patru tipuri de supratensiuni tranzitorii	pg. 58
	Supratensiuni tranzitorii de origine atmosferica	pg. 59
	Riscul unei lovituri de trasnet: cateva cifre	pg. 59
	Efectele trasnetului	pg. 59
	Supratensiuni tranzitorii de comutatie	pg. 59
	Supratensiuni tranzitorii cauzate de descarcari electrostatice	pg. 60
	Dispozitive de protectie impotriva supratensiunilor	pg. 60
	Dispozitive de protectie primara (protectia instalatiilor Impotriva trasnetului	pg. 60
	Conductorul paratrasnet	pg. 60
	Dispozitive de protectie secundara	pg. 61
	Descrierea unui descarcator	pg. 61
	Energia reactiva si factorul de putere	pg. 62
	Natura energiei reactive	pg. 62
	Factorul de putere	pg. 63
	Definitia factorului de putere	pg. 63
	Reducerea costului energiei	pg. 65
	Reducerea caderii de tensiune	pg. 65
	Cresterea puterii disponibile	pg. 66
	Cum sa imbunatatim factorul de putere?	pg. 66
9	Scule utilizate in electrotehnica	pg. 68
10	Protectia muncii	pg. 70

Notiuni tehnice specifice meseriei de electrician

Simboluri intalnite in schemele electrice

Autorizarea electricienilor

Obligații ale electricianului autorizat

NOTIUNI TEHNICE SPECIFICE MESERIEI DE ELECTRICIAN

-Autorizare= activitate de emitere a unui act tehnic si juridic, denumit legitimație, prin care se acorda o permisiune unei persoane fizice in vederea desfasurarii unor activitati de proiectare, executare (inclusiv conducere sau supraveghere a executarii), verificare (inclusiv avizare) a proiectelor si lucrarilor, respectiv exploatare a instalatiilor electrice din sistemul electroenergetic

-Conducere a executării unei instalații electrice=Activitate de coordonare organizatorică și tehnică, de urmărire, de către un electrician autorizat, a executării unei instalații electrice, cu respectarea proiectelor și a tuturor normelor in vigoare; este o componentă a activității de executare a instalației

Electrician autorizat= Persoană fizică, avand calificare profesională in profil electric, autorizată in condițiile regulamentului pentru a desfășura, conform competențelor acordate, activități de proiectare, executare, verificare sau exploatare a instalațiilor electrice din sistemul electroenergetic

Instalație electrică= Ansamblu de echipamente, celule și elemente legate funcțional între ele, de regulă amplasate într-un spațiu comun și exploatate de aceeași formație operativă

Instalație electrică de utilizare (a energiei electrice) =Ansamblu cuprinzand totalitatea receptoarelor electrice precum și căile de curent de alimentare a acestora, inclusiv echipamentele aferente, care aparțin unui consumator și sunt situate in aval față de punctul de delimitare cu rețeaua distribuitorului

Menținere =Ansamblu al tuturor acțiunilor tehnice și organizatorice care se execută asupra sistemelor și instalațiilor electrice, pentru menținerea sau restabilirea stării tehnice necesare îndeplinirii funcțiilor pentru care au fost proiectate

Putere instalată =Putere activă nominală a unui receptor sau grup energetic indicată in documentația tehnică a fabricii constructoare, care este înscrisă pe plăcuța indicatoare sau care este indicată de fabricant; puterea instalată totală este suma puterilor instalate ale receptoarelor sau grupurilor energetice.

Retragere a autorizării= Anularea definitivă a dreptului de practică in calitate de electrician autorizat, incluzand anularea legitimației emise de către Autoritatea competentă

Suspendare a autorizării= Retragere a dreptului de practică in calitate de electrician autorizat și a legitimației corespunzătoare, de către Autoritatea competentă, pentru un interval de timp determinat

Supraveghere a executării unei instalații electrice=Activitatea organizatorică și tehnică de urmărire, de către un electrician autorizat, a executării unei instalații electrice, cu respectarea proiectelor și a tuturor normelor in vigoare; este o componentă a activității de executare a instalației.

Sistem electroenergetic= Ansamblu al instalațiilor electroenergetice interconectate prin care se realizează activitățile de producere, transport, conducere operativă, distribuție și utilizare a energiei electrice

Verificarea (și avizare) proiectelor sau a lucrărilor executate= Verificare a proiectelor din punctul de vedere al conformității cu normele in vigoare și cu cerințele stabilite printr-o temă, respectiv verificare a lucrărilor executate Din punctul de vedere al conformității cu normele in vigoare și al respectării proiectelor; electricianul autorizat care face verificarea unui proiect sau a unei lucrări este o persoană diferită de proiectantul sau de executantulAcestuia/ acesteia și are competența de a da un aviz

favorabil sau nu, prin proiectului sau lucrării executate, în calitatea pe care o are, eliberând în acest un buletin de verificare.

Amper [A] =unitate de masura a intensitatii curentului electric egala cu intensitatea unui curent de valoare constanta care, strabatand doua conductoare rectilinii, paralele, cu lungimea practic infinita si sectiunea neglijabila, situate în vid, la distanta de un metru unul de altul, produce o forta electrodinamica de $2 \times 10^{-7} \text{N}$ pe lungimea de un metru.

Abatere =Diferenta între valoarea masurata si valoarea prescrisa pentru o marime fizica

Actionare electrica=Sistem de conversie a energiei electrice în energie mecanica, având sau nu control asupra unor parametrici electrice sau mecanici. Se face cu motoare electrice, care absorb energia electrica de la retea si o transforma în energie mecanica, pe care o cedeaza la arborele masinii de lucru. Diferenta dintre energia electrica consumata si energia mecanica utila reprezinta pierderile electrice si mecanice de energie, care se transforma ireversibil în caldura

Acumulator= Element galvanic reversibil utilizat la inmagazinarea energiei electrice. La incarcarea acumulatorului, energia electrica de curent continuu se transforma în energie chimica, iar la descarcare aceasta este transformata din nou în energie electrica si restituita partial receptorului. Diferenta dintre energia inmagazinata la incarcare si ea restituita la descarcare

Admitanta [Y]= marime egala cu inversul impedantei [Z] a unui circuit de curent alternativ în regim sinusoidal. Valoarea numerica a admitantei este data de: $Y = G^{*2} + B^{*2}$, unde G este conductanta, iar B este susceptanta circuitului. Unitatea de masura este [S] siemens.

Alama =aliaj de cupru cu maximum 46% zinc utilizat în electrotehnica la confectionarea pieselor conductoare

Aluminiu= Element chimic metalic cu utilizare în electrotehnica datorita conductivitatii electrice ridicate (60% din conductivitatea cuprului). În contact cu cuprul, în mediu umed, formeaza elemente galvanice, motiv pentru care imbinarile conductoarelor de cupru si aluminiu se fac cu piese speciale numite cupal. Se utilizeaza la confectionarea conductoarelor, izolate si neizolate, barelor si pieselor conductoare pentru instalatii electrice, infasurarilor în transformatoare si unele motoare electrice, mantalelor de cabluri, armaturilor de condensator, etc.

Ampermetru= Instrument de masurare a intensitatii curentului electric. Aparatul este parcurs de curentul electric ce trebuie masurat, fiind legat în serie cu sursa si receptorul.

Tipuri constructive:

- ampermetru analogic (magnetoelectrice pt curent continuu, feromagnetice sau electrodinamice pt curent alternativ).
- ampermetru digital

Extinderea domeniului de masura se face cu sunturi de masura, în curent continuu, si cu transformatoare de masura în curent alternativ.

Aparat electric =dispozitiv sau ansamblu de dispozitive electrice sau mecanice, destinat comenzii, protectiei, reglarii sau controlului automat sau neautomat al functionarii obiectelor si instalatiilor electrice sau neelectrice.

Aparatele electrice se clasifica în urmatoarele categorii:

- De comutatie
- De pornire si reglare (reostate, bobine)
- De protectie (sigurante fuzibile, relee de Protectie, reactoare, descarcatoare)
- De amplificare si stabilizare (amplificatoare, Stabilizatoare)
- De actionare (cuplaje electromagnetice, frane electromagnetice, electromagneti, ventile electromagnetice)

Aparatele electrice pot fi de înalta tensiune (cu tensiunea între faze $> 1 \text{kV}$ în c.a., si tensiunea între conductoare $> 1.2 \text{kV}$ în c.c.)

Si de joasa tensiune.

Aparat de comutatie= aparat care serveste la conectarea si deconectarea circuitelor electrice sau la comutatrea curentilor de pe un circuit pe altul (intreruptoare, comutatoare, butoane, separatoare, contactoare, controlere, rele). Pot fi manuale sau automate, monopolare sau multipolare, cu contacte sau fara contacte (statice). Principala caracteristica a aparatelor de comutatie care manipuleaza curenti mari este **puterea de rupere**, in kva, sau **capacitatea de rupere**, masurata in ka. Puterea de rupere a unui aparat de comutatie trebuie sa fie mai mare decat puterea de scurt circuit a retelei in locul de montare. Arc electric descarcare electrica automata intre doi electrozi aflati intrun mediu puternic ionizat. Electronii emisi de catod si accelerati de campul electric, prin ciocnirea cu atomii gazului, in functie de energia ce o poseda, produc radiatii luminoase, incalzirea mediului de descarcare si ionizarea atomilor. Tensiunea pe arc este de ordinul zecilor de volti, iar curentul are valori de la zecimi de amperi la zeci de mii de amperi. Temperatura din arc atinge 5000 – 6000 K. **A.e.** De putere mica se utilizeaza la unele surse de lumina. La puteri mai mari, **a.e.** Se intalneste la redresoarele cu vapori de mercur, la sudarea electrica sau la topirea metalelor. La aparatele de comutatie (intreruptoare, contactoare) **a.e.** Trebuie stins cat mai repede posibil pentru micorarea uzurii contactelor. Stingerea se face prin alungire (suflaj magnetic sau pneumatic) sau prin deionizarea mediului prin apropierea arcului de peretei reci (camerele de stingere). **A.e.** de curent alternativ este mai usor de stins decat cel de curent continuu, datorita anularii curentului la fiecare alternanta. Din acest motiv, sudarea electrica cu arc in curent continuu este de calitate superioara celei in c.a.

Armatura= piesa sau ansamblu de piese metalice care apartin unui aparat, unei masini sau instalatii electrice cu functii de sustinere, protectie sau legatura mecanica.

Armatura unui cablu electric este un invelis de otel sub forma de benzi sau tesatura de sarma, care protejeaza cablul la sollicitari mecanice exterioare. **Armatura unui condensator** este fiecare din cele doua conductoare separate prin dielectric. **Armatura de electromagnet** este partea mobila a circuitului magnetic. **Armatura de instalatie electrica** poate fi un izolator, un suport, o clema, o piesa de innadire a cablurilor etc.

Autotransformator= un transformator la care o parte a infasurarii apartine atat primarului cat si secundarului, tensiunea secundara fiind luata de la o priza a infasurarii primare. Autotransformatorul se foloseste acolo unde nu este necesara o separare galvanica intre primar si secundar si acolo unde cele doua tensiuni sunt de acelasi ordin de marime; exemple - pentru pornirea motoarelor asincrone si sincrone, la modificarea tensiunii in instalatii de incercari din laboratoare, pentru interconectarea liniilor de transport de tensiuni diferite (ex 220kv cu 400kv).

Balast= dispozitiv de limitare a curentului in circuitele cu tuburi cu decarcari in gaze sau vapori metalici. Balastul inductiv este o bobina cu circuitul magnetic din tole. Este folosit la stabilizarea descarcarii in lampile cu vapori de mercur de inalta presiune si la lampile fluorescente, la care are si rol de producere a unui impuls de tensiune pentru amorsare (bobina de soc). Balastul capacitiv cu bobine si condensatoare, este folosit pentru imbunatatirea factorului de putere al tuburilor fluorescente si la aprinderea fara starter bransament legatura dintre reseaua furnizorului de energie electrica si circuitul utilizatorului (in j.t.).

Cablu =conducta electrica formata din unul sau mai multe conductoare din Cu sau Al izolate, acoperite de o manta etansa peste care, in functie de destinatia cablului, se aplica invelisuri de protectie la sollicitari mecanice sau la influenta unor factori externi. Dupa utilizare cablurile pot fi de energie sau de telecomunicatii. Dupa principiul constructiv, pot fi:

- cabluri cu izolatie de cauciuc sau materiale plastice
- cabluri cu izolatia de hartie impregnata (vechi)
- cabluri cu ulei sub presiune
- cabluri cu gaz sub presiune
- cabluri criorezistive
- cabluri supraconductoare

Simbolizarea cablurilor

M – pentru receptoare mobile;
 C – cablu de energie (primul C), izolare din cauciuc (al Doilea C);
 CC - cablu de comanda si control;
 H – hartie impregnata;
 I – manta individuala ;
 E – ecranat;
 EE – dublu ecranat;
 A – aluminiu, daca este la inceputul simbolului; armatura, Daca este la sfarsitul simbolului;
 R – sarma rotunda;
 P – sarma plata;
 Z – sarma profilata;
 B – benzi de otel;
 I – invelis protector;

T – impletitura;
 O – tub de otel;
 U – ulei;
 G – gaz;
 S - special;
 CS – cablu de semnalizare;
 Y, 2Y – izolare, manta sau invelis exterior din PVC;
 Ab - armatura din banda de otel;
 M – minier;
 N – naval;
 As – pentru ascensoare;
 P – conductor pilot (de comanda);
 Sud – sudare;
 P – plumb;

Canal de cabluri numit si tunel de cabluri, este un canal vizitabil, de beton sau zidarie, in care se aseaza cabluri electrice (de energie, de comanda etc).

SIMBOLURI INTALNITE IN SCHEMELE ELECTRICE

Semne convenționale pentru contacte

Nr. crt.	Mod de reprezentare	Explicații
1		Contact normal deschis
2		Contact normal închis
3		Contact cu temporizare la închidere: a) normal deschis b) normal închis
4		Contact cu temporizare la deschidere: a) normal deschis b) normal închis
5		Contact de capăt de cursă
6		Contact acționat de releu termic









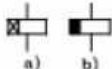
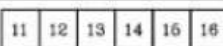


Mașini electrice

Nr.crt.	Mod de reprezentare	Explicații
1		Motor asincron trifazat cu: a) rotorul în scurtcircuit b) rotor cu inele (bobinat)
2		Motor de curent continuu cu excitație separată pe bază de magnet permanent
3		Transformator de tensiune monofazat
		Autotransformator: a) monofazat b) trifazat, conexiune în stea

Semne convenționale pentru butoane, comutatoare, controlere, chei de comandă

Nr.crt.	Mod de reprezentare	Explicații
1		Buton de comandă cu revenire automată: a) cu contact normal deschis b) cu contact normal închis
2		Buton de comandă cu blocaj mecanic a) cu contact normal deschis b) cu contact normal închis
3		Întreruptor cu pârghie în aer: a) monopolar b) bipolar c) tripolar
4		Comutator cu "n" direcții manevrabil în sarcină fără poziții de "0"
5		Priză și fișă: a) priză b) fișă c) priză și fișă asamblate

Aparate electrice diverse

Nr.crt.	Mod de reprezentare	Explicații
1		Lampă de semnalizare (iluminat)
2		Lampă de semnalizare cu pâlpâire
3		Hupă (avertizor sonor)
4		Sonerie
5		Buzer
6		Siguranță fuzibilă
7		Relev termic
8		Bobină de relev electromagnetic sau de contactor
9		Bobină de relev cu temporizare la : a) acționare b) revenire
10		Cleme de șir
11		Legare la: a) pământ b) masă
12		Defect electric

Nr.crt.	Grupa de aparate sau mașini	Simbol	Explicații
1	Înteruptoare	a	Separatoare, întreruptoare automate, echipamente pentru pornirea automată etc.
2	Înteruptoare auxiliare	b	Comutatoare, butoane de comandă, și separație, fișe de prize, limitatoare de cursă etc.
3	Contactoare	c	Contactoare de putere
4	Contactoare auxiliare	d	Contactoare (relee) de comandă, de timp
5	Dispozitive de protecție	e	Siguranțe, relee de protecție
6	Avertizoare luminoase și acustice	h	Avertizoare optice, relee de semnalizare, sonerii, hupe etc
7	Transformatoare de masura și traductoare	f	transf. de tensiune, de curent, traductoare de presiune, temp, etc.
8	Aparate de masura	g	ampermetre, voltmetre, etc.
9	Avertizoare luminoase și acustice	h	lămpi, hupe, relee de semnalizare, contoare numerice, etc.
10	Elemente logice	y	automate programabile, calculatoare
11	Armături mecanice diverse	v	robinete, filtre de aer, etc.
12	Redresoare	n	Aparate și instalații de redresare

AUTORIZAREA ELECTRICIENILOR

Autorizarea electricienilor, este facuta de **Autoritatea Nationala de Reglementare in domeniul Energiei**.

.Tipuri de autorizatii și competențe conferite de acestea

* Electricienii autorizați pot avea următoarele tipuri de autorizatii:

A) **autorizații de tip A** pentru proiectare și verificare proiecte;

B) **autorizații de tip B** pentru executare și verificare instalații;

C) **autorizații pentru exploatare**.

- Pentru autorizatiile de tip A și B se prevăd cate patru grade de competență: gradul I, gradul II, gradul III și gradul IV.

Autorizațiile de fiecare tip și grad enumerat conferă următoarele competențe:

A) **gradul I A**, pentru proiectare de instalații electrice de utilizare, cu

O putere instalată cel mult egală cu 10 kw și la o tensiune de cel mult 1 kv;

B) **gradul I B**, pentru executare de lucrări de instalații electrice de utilizare, cu o putere instalată cel mult egală cu 10 kw și la o tensiune de cel mult 1 kv;

C) **gradul II A**, pentru proiectare de instalații electrice, cu orice putere instalată tehnic realizabilă și la o tensiune nominală de cel mult 1 Kv;

D) **gradul II B**, pentru executare de lucrări de instalații electrice, cu orice putere instalată tehnic realizabilă și la o tensiune nominală de cel mult 1 kv;

E) **gradul III A**, pentru proiectare și verificare de proiecte de instalații electrice, cu orice putere instalată tehnic realizabilă și la o tensiune nominală de cel mult 110 kv;

F) **gradul III B**, pentru executare și verificare a lucrărilor de instalații electrice, cu orice putere instalată tehnic realizabilă și la o tensiune nominală de cel mult 110 kv;

G) **gradul IV A**, pentru proiectare și verificare de proiecte de instalații electrice, cu orice putere instalată tehnic realizabilă și la orice tensiune nominală standardizată;

H) **gradul IV B**, pentru executare și verificare a lucrărilor de instalații electrice, cu orice putere instalată tehnic realizabilă și la orice tensiune nominală standardizată.

* Electricianul autorizat care *proiectează* o instalație electrică poate să elaboreze individual un proiect sau să coordoneze elaborarea proiectului de către un colectiv de electricieni, care nu este obligatoriu să fie autorizați.

Electricianul autorizat care *execută* o lucrare de instalație electrică poate să execute individual instalația sau să coordoneze și să supravegheze executarea lucrării de către o echipă de electricieni, care nu este obligatoriu

Obligații ale electricianului autorizat

Electricianul autorizat are obligația de a cunoaște și respecta prevederile regulamentului, ale legilor și normelor tehnice in vigoare. Electricianul autorizat care execută instalații electrice are obligația de a respecta proiectele după care lucrează; in cazul constatării unor neconformități de orice natură in acestea este obligat să sesizeze proiectantul.

Electricianul autorizat are obligația de a realiza lucrări numai in limita competențelor acordate de gradul și de tipul de autorizare obținute.

Electricianul autorizat are obligația de a prezenta legitimația de autorizare beneficiarului activității sale intotdeauna la contractarea lucrării, precum și pe parcursul realizării lucrării dacă beneficiarul solicită acest lucru.

Electricianul autorizat are obligatia de a executa lucrari numai pe baza proiectelor intocmite sau avizate de electricieni autorizati. Electricianul autorizat are obligatia de a avea un comportament corect, etic si profesional, in relatia cu persoanele fizice sau cu agentii economici cu care vine in contact in relatia profesionala. La solicitarea beneficiarului sau a operatorului de retea la care urmeaza a se racorda o instalatie electrica proiectata, executata sau verificata de un electrician autorizat, acesta are obligatia de a participa la receptia si la punerea in functiune a instalatiei.

Se interzice electricienilor autorizati:

A) să execute lucrări in instalațiile electrice din sistemul electroenergetic fără obținerea acordurilor sau avizelor legale necesare;

B) să proiecteze sau să execute lucrări neconforme cu normele privind executarea instalațiilor electrice din sistemul electroenergetic;

C) să permită punerea in funcțiune a instalațiilor electrice din sistemul electroenergetic care nu au fost recepționate de beneficiarii acestora;

D) să racordeze noi puncte de consum de energie electrică la instalațiile existente și să le pună in funcțiune fără aprobarea operatorului de rețea la ale cărui instalații se racordează;

E) să execute manevre sau să intervină sub orice formă in instalațiile operatorilor de rețea fără aprobarea acestora;

F) să semneze documentații de orice fel pentru lucrări pe care nu le execută sau nu le supraveghează direct.



Funcțiile de bază ale aparatelor de comutație de joasă tensiune

Protecție electrică
Protecție electrică
Protecție electrică
Protecția motoarelor electrice
Separare
Control
Deconectarea de urgență - oprirea de urgență
Deconectarea în cazul lucrărilor de întreținere mecanică

Aparate de comutație

Separatorul
Separatorul de sarcină
Teleruptorul
Contactorul
Contactor echipat cu relee termice
Sigurante fuzibile

Memento

Caracteristici fundamentale ale unui întrerupător

Tensiunea nominală
Curentul nominal
Parametrii nominali în cazul modulelor cu domenii multiple
Limitarea curentului de scurtcircuit
Avantajele limitării de curent

Funcțiile de bază ale aparatelor de comutație de joasă tensiune

Standardele naționale și internaționale definesc modul în care trebuie realizate circuitele instalațiilor de JT precum și caracteristicile diferitelor aparate de comutație.

Principalele funcții ale aparatelor de comutație sunt:

- protecție electrică;
- separare electrică a unei secțiuni dintr-o instalație;
- comanda locală sau de la distanță.

Aceste funcții sunt rezumate în **tab. H1**.

Protecție electrică împotriva	Separare	Comandă
<ul style="list-style-type: none">■ curenților de suprasarcină■ curenților de scurtcircuit■ defectelor de izolație	<ul style="list-style-type: none">■ separare indicată clar de un indicator mecanic cu imunitate la defect■ un interval sau barieră de separare, intercalată între contactele deschise, vizibilă în mod clar	<ul style="list-style-type: none">■ comutație în regim de funcționare normală■ comutație de urgență■ oprire de urgență■ deconectare pentru asigur. mentenanței mecanice

Tab. H1: Funcțiile de bază ale unui aparat de comutație de JT.

Protectia electrica la joasa tensiune este (exceptie sigurantele fuzibile) de obicei incorporata in intreruptoarele automate sub forma dispozitivelor termice si electromagnetice si/sau dispozitive de declansare pe baza curentului rezidual (mai rar dispozitive sensibile la tensiunea reziduala - acceptate dar nerecomandate de cei).

Celor prezentate in **tabelul h1** li se adauga ai alte functii, anume:

- protectie la supratensiune;
- protectie la minima tensiune;

Care sunt realizate cu dispozitive specifice (diferite tipuri de descarcatoare, relee Asociate cu contactoare, intreruptoare automate comandate de la distanta, Combinatii intreruptor automat/izolator, etc.).

Protectie electrica

Scopul protectiei este evitarea si limitarea consecintelor distructive sau periculoase ale supracurentilor (suprasarcina si scurtcircuit) si defectelor de izolatie, precum si separarea circuitului defect de restul instalatiei.

Trebuie facuta o distinctie intre protectia:

- elementelor instalatiei (cabluri, conductoare, aparate de comutatie, etc.);
- persoanelor si animalelor;
- echipamentelor si receptoarelor alimentate de la instalatii electrice.

Protectie electrica

-impotriva suprasarcinii; in cazul supracurentului produs intr-o instalatie normala (fara defect).

- impotriva curentilor de scurtcircuit datorati defectului de izolatie intre conductoarele de faze diferite sau (in sistemele de tip tn) intre faza si conductorul neutru (sau pe). Protectia in aceste cazuri este realizata de sigurante fuzibile sau intreruptoare automate, la nivelul tabloului de distributie la care este legat circuitul receptorului.

Protectie electrica

- impotriva defectelor de izolatie. In acord cu schema , protectia va fi realizata de sigurante fuzibile sau intreruptoare automate cu dispozitive de curent diferential rezidual si/sau monitorizarea permanenta a rezistentei de izolatie intre instalatie si pamint.

Protectia motoarelor electrice

- impotriva supraincalzirii datorate, de exemplu, unei suprasarcini indelungate, rotorului blocat, functionarii intr-o singura faza, etc. Sunt utilizate relee termice proiectate special astfel incat sa corespunda caracteristicilor particulare aferente motoarelor. Daca este necesar, astfel de relee pot sa protejeze la suprasarcina cablul aferent circuitului motorului. Protectia la scurtcircuit este realizata fie de o siguranta de tip am fie de un intreruptor automat fara elementul de protectie termic.

Separare

Scopul separării este să izoleze un circuit sau un receptor (de exemplu un motor, etc.) De restul sistemului alimentat cu energie astfel încât personalul să poată lucra la partea separată în perfectă siguranță. În principiu, cote elementelor unei instalații de JT trebuie să aibă mijloace de separare. În practică, pentru a menține o continuitate optimă a funcționării, este preferată asigurarea de mijloace de separare la originea fiecărui circuit. Un dispozitiv de separare trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- toți poli circuitului incluzând neutrul (exceptând cazul când neutrul este un Conductor pen) trebuie să poată fi deschis(1);
- trebuie să fie asigurat cu mijloace de zăvorare a deschiderii, cu cheie (prin Intermediul unui lacat) astfel încât să se evite reînchiderea neautorizată, accidentală;
- trebuie să se conformeze unui standard recunoscut național sau internațional (cum este CEI 60947-3) privind distanța dintre contacte, lungimea liniei de fuga, tensiunea de tinere, etc. Și de asemenea: o verificarea dacă contactele dispozitivului de separare sunt realmente deschise. Verificarea poate fi:
 - vizuală dacă dispozitivul este proiectat corespunzător astfel încât să permită observarea contactelor (anumite standarde naționale impun această condiție pentru un dispozitiv de separare plasat la originea unei instalații de JT alimentată direct de la un transformator mt/jt), sau
 - Mecanica, prin intermediul unui indicator fixat prin sudură de arborele activ al dispozitivului. În acest caz construcția dispozitivului trebuie să fie astfel încât, în eventualitatea sudurii contactelor în poziția închis, indicatorul să nu poată indica poziția deschis,
- curenții de scurgere. Cu dispozitivul de separare deschis, curenții de scurgere între contactele deschise ale fiecărei faze nu trebuie să depășească:
 - 0,5 mA pentru un dispozitiv nou
 - 6 mA la sfârșitul timpului de utilizare,
- tensiunea de tinere între contactele deschise. Dispozitivul de separare în stare deschisă trebuie să reziste la un impuls de $1,2/50 \mu s$ având o valoare de vârf de 6, 8 sau 12 kV conform tensiunii nominale așa cum se arată în **tab. H2**. Dispozitivul trebuie să satisfacă aceste condiții pentru altitudini de până la 2000 m. Factorii de corecție sunt dați în standardul CEI 60664-1 pentru altitudini mai mari de 2000 m. În consecință, dacă testele sunt făcute la nivelul mării, valorile de încercare trebuie maritate cu 23% pentru a lua în considerare efectul altitudinii. Vezi standardul CEI 60947

Control

În sens larg, prin “control” se înțelege orice facilități de modificare, în deplină siguranță, a configurației sarcinilor instalației, la toate nivelele. Funcționarea aparatelor de comutație este o parte importantă a comenzii sistemului de alimentare.

Comanda funcțională

Această comandă se referă la toate aparatele de comutație în condiții normale de serviciu, pentru conectarea/deconectarea unei părți a instalației sau a unui receptor de la sursa de energie. Aparatele de comutație destinate acestui rol trebuie să fie plasate cel puțin:

- la originea circuitelor de alimentare;
- la bornele receptoarelor.

Marcajul circuitelor comandate trebuie să fie clar și fără ambiguități. Pentru a obține un maximum de flexibilitate și continuitate în funcționare, în special acolo unde aparatele de comutație realizează și funcția de protecție (cazul întreruptoarelor automate sau siguranțelor) este preferabil să se includă un

aparate de comutatie la fiecare nivel de distributie, adica la fiecare iesire a tablourilor de distributie si subdistributie.

Manevrele pot fi:

- manuale (prin intermediul unui levier, etc.), sau
- electrice (prin buton aflat la nivelul aparatului sau la panoul de comanda).

Aceste aparate de comutatie, lucreaza instantaneu (fara nici o intarziere deliberata); in plus acelea care realizeaza si protectia sunt totdeauna multipolare(1). Intreruptorul general aferent sursei de alimentare a instalatiei precum si orice intreruptor utilizat pentru functia de inversor de sursa trebuie sa fie unitati multipolare.

Deconectarea de urgenta - oprirea de urgenta

- deconectare de urgenta este destinata sa intrerupa alimentarea unui circuit activ, care este sau poate sa devina periculos (soc electric sau incendiu).
- oprire de urgenta are drept scop oprirea unei miscari mecanice care poate sa devina periculoasa. In cele doua cazuri:
 - dispozitivul de comanda de urgenta sau mijloacele lui de operare (locale sau de la distanta) cum ar fi butonul de oprire de urgenta, in forma de ciuperca de culoare rosie, trebuie sa fie accesibile si usor de recunoscut. Acestea trebuie plasate in apropierea locului unde poate sa apara sau de unde poate fi observat un pericol;
 - o singura actiune trebuie sa duca la o intrerupere completa a tuturor conductoarelor active(2)(3);
 - butonul de deconectare de urgenta, protejat cu o fereastră din sticla, poate sa fie utilizat cu conditia ca in instalatiile neprotejate realimentarea circuitelor sa poata fi realizata de o persoana autorizata, care va folosi o cheie de acces. Trebuie notat ca, in anumite cazuri, un sistem de deconectare de urgenta poate sa solicite ca sursa auxiliara aferenta sistemelor de franare electromagnetica sa fie mentinuta pana la oprirea finala a utilajelor respective.

Deconectarea in cazul lucrarilor de intretinere mecanica

Aceasta operatie asigura oprirea unei masini si imposibilitatea de a fi repornita accidental atata timp cat se desfasoara lucrarile de intretinere. Deconectarea este in general realizata la nivelul aparatului de comutatie, cu utilizarea unei zavorari de siguranta corespunzatoare si plasarea inscriptiei de atentionare la mecanismul de actionare.

Aparate de comutatie

Separatorul (vezi fig. H5)

Acest aparat de comutatie este actionat manual, poate fi blocat prin zavorare, avand doua pozitii (deschis/inchis) si realizeaza o separare sigura a circuitului in pozitia deschis. Caracteristicile lui sunt definite in cei 60947-3. Un separator nu este proiectat sa inchida pe sarcina sau sa deschida pe sarcina(1) si nici o valoare nominala pentru acestea nu este data in standarde. Trebuie totusi sa fie curentului de scurta durata respectiv, in general pentru o secunda, in lipsa altei intelegeri intre utilizator si producator. Aceasta caracteristica este in mod normal adecvata pentru perioade lungi de supracurent (de valori mai mici), ca acelea de la pornirea motoarelor electrice. In cazul separatoarelor, trebuie satisfacute valorile standardizate pentru testele de anduranta mecanica, supratensiune si curent de fuga.

Separatorul de sarcina (vezi fig. H6)

Acest separator de comanda este in general actionat manual (dar uneori este dotat cu declansare electrica pentru usurarea operarii) si este un dispozitiv neautomat, cu doua pozitii (deschis/inchis). Acesta este capabil sa inchida si sa deschida circuite sub sarcina, in conditii normale de functionare. In consecinta, separatorul de sarcina nu asigura nici o protectie pentru circuitul in care este plasat.

Standardul cei 60947-3 defineste:

- frecventa de comutatie (max. 600 cicluri de inchideri/deschideri pe ora);
- anduranta mecanica si electrica (in general mai mica decat a unui contactor);
- puterea de rupere si capacitatea de inchidere la functionare normala si ocazionala. Cand inchidem un separator de sarcina pentru a alimenta un circuit exista intotdeauna posibilitatea ca un scurtcircuit neasteptat sa existe in avalul circuitului. Din aceasta cauza

separatoarele de sarcina sunt caracterizate de o anumita valoare a curentului de defect pe care pot sa-l suporte, in contextul aparitiei fortelor electrodinamice produse de curentul de scurtcircuit. Deci, aceste dispozitive pot inchide curenti de defect si deschide curenti de sarcina. Ca urmare dispozitivele de protectie din amonte sunt utilizate numai pentru intreruperea curentilor de defect. Categoria ac-23 include comutatia ocazionala a motoarelor individuale. Comutatia condensatoarelor si a lampilor cu filament de tungsten face obiectul intelegerii dintre producator si utilizator. Categoriile de utilizare (vazi **tab. H7**) nu se aplica unui echipament utilizat in mod normal pentru pornirea, accelerarea si/sau oprirea motoarelor individuale.

Exemplu:

Un separator de sarcina de 100 a din categoria ac-23 (sarcina inductiva) trebuie sa fie capabil:

- sa conecteze un curent de 10in (= 1000 a) la un factor de putere de 0,35 (inductiv);
- sa deconecteze un curent de 8in (= 800 a) la un factor de putere de 0,45 (inductiv);
- sa suporte curenti de scurtcircuit de scurta durata cand este in pozitia inchis.

Teleruptorul (vezi fig. H8)

Dispozitivul este utilizat in comanda circuitelor de iluminat unde prin apasarea unui buton (sau a unei comenzi de la distanta) se va deschide un intreruptor inchis sau se va inchide un intreruptor deschis, intr-o secventa bistabila.

Aplicatiile tipice sunt:

- comutatia iluminatului pe scarile marilor cladiri in sistem "control multipunct" sau "cap scara";
- scheme de iluminat etapizat;
- sistemele de iluminat a platformelor, fabricilor, etc.



Fig. H5: Simbol pentru un separator.

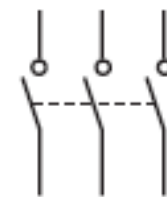


Fig. H6: Simbol pentru un separator de sarcina.

Exista dispozitive auxiliare care sunt disponibile pentru:

- semnalizarea la distanta a starii aparatului in orice moment;
- functii de temporizare;
- optiuni de contact mentinut.

Contactorul (vezi fig. H9)

Contactorul este un aparat de comutatie monostabila actionat prin intermediul unei bobine si tinut inchis prin intermediul unui curent (redus) prin acea bobina (desi exista si diverse tipuri de zavorari mecanice pentru diferite aplicatii). Contactoarele sunt proiectate sa realizeze un mare numar de cicluri inchidere/deschidere si sunt de obicei comandate de la distanta prin butoane de inchidere/deschidere.

Numarul mare de cicluri de functionare repetitive este standardizat in tabelul viii a cei 60947-4-1 prin:

- durata de functionare: 8 ore; fara intrerupere; intermitent; temporar, de 3, 10, 30, 60 si 90 minute;
- categoria de utilizare: de exemplu, un contactor din categoria ac3 poate fi utilizat pentru pornirea si oprirea unui motor cu rotorul in scurtcircuit;
- numarul de cicluri de porniri/opriri (1 la 1200 de cicluri pe ora);
- anduranta mecanica (numarul de manevre in lipsa sarcinii);
- anduranta electrica (numarul de manevre in sarcina);
- puterea de rupere si capacitatea de inchidere, conform cu categoria de utilizare.

Exemplu:

Un contactor de 150 a din categoria ac3 trebuie sa aiba un curent de deconectare minim de 8in (= 1200 a) si sa conecteze un curent de 10in (= 1500 a) la un factor de putere de 0,35 (inductiv).

Contactor echipat cu rele termice

Un contactor echipat cu rele termice pentru protectia la suprasarcina este denumit, in anumite tari discontactor. Aceste aparate sunt utilizate pentru comanda circuitelor de iluminat comandate la distanta cu butoane, etc. Si pot fi de asemenea considerate ca element esential in functionarea motoarelor, "dispozitive de comutatie combinate". "discontactorul" nu este echivalent cu intreruptorul automat, deoarece puterea sa de rupere este limitata la 8 sau 10 in de aceea, pentru protectia la scurtcircuit este necesar sa se utilizeze sigurante fuzibile sau un intreruptor automat, conectate in serie in amonte de contactele principale ale "discontactorului".

Sigurante fuzibile

Prima litera indica gama de rupere a arcului:

- "g" inseamna capacitate de rupere extinsa pe toata gama;
- "a" inseamna capacitate de rupere pe o parte a gamei.

A doua litera indica categoria de utilizare; aceasta litera defineste acuratetea caracteristicii timp-curent, timpii si curentii conventionali, pragurile.

Exemplu:

- "gg" indica fuzibile cu capacitate de rupere extinsa pe toata gama pentru aplicatii Generale;
- "gm" indica fuzibile cu capacitate de rupere extinsa pe toata gama pentru protectia Motoarelor;
- "am" indica fuzibile cu capacitate de rupere pe o parte a gamei pentru protectia motoarelor.

Sigurantele pot fi cu si fara semnalizator mecanic de fuziune. Sigurantele intrerup circuitul prin topirea controlata a elementului fuzibil, atunci cand curentul depaseste o valoare data, corespunzatoare unei anumite durate de timp; relatia curent/timp este data sub forma caracteristicii de protectie, specifica fiecarui tip de siguranta. Standardele definesc doua clase de sigurante fuzibile:

- cele destinate instalatiilor casnice, fabricate sub forma elementelor de inlocuire
Pentru curenti nominali de pana la 100 a, tip "gg" in cei 60269-1 si 3;

- cele pentru uz industrial, element de inlocuire denumit tip "gg" (uz general); "gm" si "am" (pentru circuitele motoarelor) in cei 60269-1 si 2. Principalele diferente intre sigurantele casnice si industriale constau in tensiunea nominala si valorile de curent (care cer dimensiuni fizice mult mai mari) precum si caracteristicile de intrerupere a curentului de defect. Tipul "gg" este des utilizat pentru protectia circuitelor motoarelor, ceea ce este posibil atunci cand caracteristicile lor le permit sa reziste la curentul de pornire al motorului fara a fi deteriorate. Recent au fost adoptate de cei sigurantele de tip "gm" pentru protectia motoarelor destinate sa acopere conditiile de pornire si de regim de scurtcircuit. Acest tip de siguranta este utilizat pe larg in anumite tari, dar in prezent sigurantele de tip "am", in combinatie cu relee termice de suprasarcina, sunt mult mai folosite.

Siguranta de tip "gm" este caracterizata prin doua valori de curent. Prima valoare defineste curentul nominal al elementului inlocuitor si al contactului fix; a doua valoare I_{ch} defineste caracteristica timp-curent a elementului inlocuitor aceste doua valori sunt separate printr-o litera care defineste tipul de utilizare. De exemplu: $I_n I_{ch} g$ defineste o siguranta destinata utilizarii pentru protectia unui motor si avand caracteristica g. Prima valoare I_n corespunde curentului continuu maxim pentru ansamblul sigurantei si a doua I_{ch} corespunde caracteristicii g pentru

Elementul de inlocuire un element inlocuitor "am" este definit de o valoare de curent I_n si o caracteristica timp-curent.

Important: anumite standarde nationale utilizeaza tipul (industrial) de sigurante "gl" care are aceleasi caracteristici principale ca si tipul "gg". Oricum sigurantele de tip "gl" nu trebuie sa fie utilizate in instalatii casnice.

Zone de fuziune - curenti conventionali

Aceste sigurante realizeaza protectia la suprasarcina si scurtcircuit. Curentii conventionali de nonfuziune si fuziune sunt standardizati, asa cum se arata in

. Curentul conventional de nonfuziune I_{nf} este valoarea curentului pe care elementul fuzibil poate sa-l suporte un timp specificat, fara sa se topeasca.

Exemplu: o siguranta de 32 a la un curent de 1,25 I_n (= 40 a) nu trebuie sa se topeasca in mai putin de o ora) . Curentul conventional de fuziune I_f este valoarea de curent care va produce topirea elementului de inlocuire, inainte de scurgerea unui timp specificat.

Exemplu: o siguranta de 32 a supusa unui curent de 1,6 I_n (= 52,1 a) trebuie sa se topeasca in timp de o ora sau mai putin teste standardizate cei 60269-1 impun plasarea caracteristicii de functionare a sigurantelor intre doua curbe limita. Aceasta inseamna ca doua sigurante care satisfac testul pot avea timpi de functionare semnificativ diferiti, in special pentru suprasarcini de valori reduse.

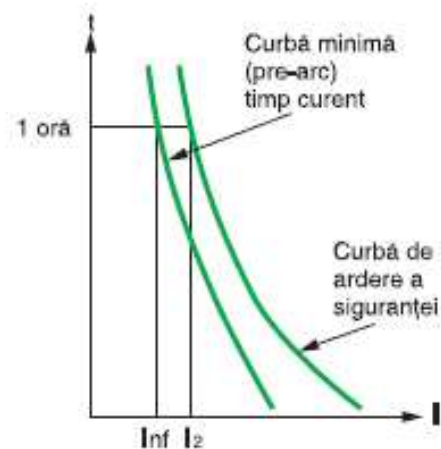


Fig. H12: Zona de fuziune și nonfuziune a fuzibilelor de tip "gG" și "gM".

Memento

Curentii de scurtcircuit contin initial o componenta de c.c., de marime si durata care depinde de raportul x_l/r , corespunzator buclei de curent de defect. Aproape de sursa (transformatorul m_t/j_t) relatia i_{varf}/i_{ef} (a componentei de c.a.) In momentul imediat urmator defectului, poate sa ajunga la 2,5. La nivelele inferioare ale distributiei, in cazul Circuitelor periferice x_l este mic in comparatie cu r si astfel pentru circuitele finale, $i_{varf}/i_{ef} = 1,41$ conditie care corespunde cu **fig. H15**. Efectul de limitare a varfului de curent apare numai cand valoarea eficace prezumata a componentei de c.a. Atinge un anumit nivel. De exemplu, , siguranta de 100 a va limita varful curentului de defect la o valoare de 2 ka (a). Aceeasi siguranta, pentru un curent prezumat efectiv de 20 ka va limita varful de curent la 10 ka (b). In acest caz particular, in lipsa limitarii produse de sigurantе, varful de curent ar fi atins 150 ka (c). Asa cum s-a mentionat deja, la nivelele inferioare ale distributiei, r este mult mai mare decat x_l si nivelul curentului de defect este in general redus. Aceasta inseamna ca, curentul de defect poate sa nu atinga valori suficiente de mari pentru a se putea produce limitarea. Pe de alta parte, componenta de curent continuu tranzitorie (in acest caz) are un efect nesemnificativ asupra valorii de varf a curentului, asa cum s-a mentionat anterior.

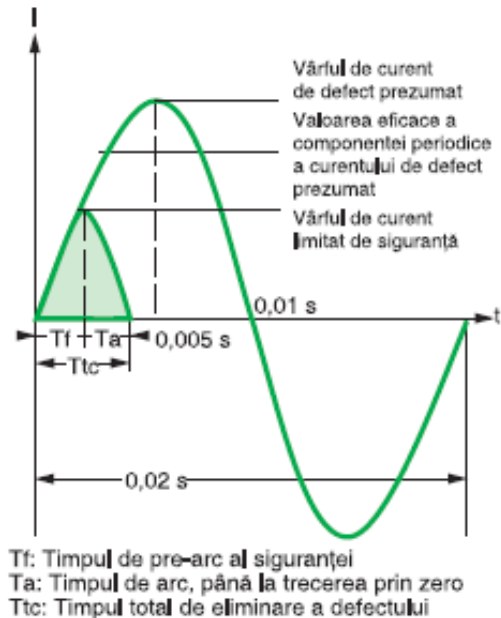


Fig. H15: Limitarea de curent data de o siguranță.

Caracteristici fundamentale ale unui intreruptor Automat

Parametrii fundamentali ai unui intreruptor automat sunt:

- tensiunea nominala u_e ;
- curentul nominal i_n ;
- domeniul de reglaj al curentului de declansare, pentru protectia la suprasarcina (ir sau irth si pentru protectie la scurtcircuit (i_m)(I);
- capacitatea de deconectare (i_{cu} pentru intreruptoarele automate de tip industrial; i_{cn} pentru cele de tip casnic).

Tensiunea nominala (de functionare) (u_e)

Aceasta este tensiunea la care intreruptorul automat a fost proiectat sa functioneze in conditii normale. Alte valori de tensiune sunt asociate intreruptorului automat corespunzatoare altor conditii intalnite in exploatare, asa cum se arata in subparagraful 4.3

Curentul nominal (i_n)

Aceasta este valoarea maxima a curentului, la care intreruptorul automat dotat cu un anumit tip de releu de protectie la supracurent poate sa functioneze indefinit, la o temperatura ambianta specificata de fabricant, fara sa fie depasite limitele de temperatura specifice pentru caile de curent.

Exemplu

Un intreruptor automat, avand curentul nominal $I_n = 125$ a pentru temperatura ambianta de 40°C , va fi echipat cu un releu de protectie la supracurent calibrat in mod corespunzator (la 125 a). Acelasi intreruptor automat poate fi utilizat la valori mai mari ale temperaturii ambianta daca reglajul este modificat in mod corespunzator. Astfel, la o temperatura ambianta de 50°C , intreruptorul automat poate sa functioneze in regim de durata numai la 117 a, (sau numai la 109 a, pentru 60°C), pentru a se conforma limitei de temperatura specificate.

Ajustarea reglajului unui intreruptor automat este realizata prin reducerea valorii curentului de declansare aferent releului de suprasarcina, fapt atestat printr-un marcaj corespunzator, aferent intreruptorului. Utilizarea unui modul de declansare de tip electronic, proiectat sa functioneze la temperaturi ridicate, permite intreruptoarelor automate sa functioneze la o temperatura ambianta de 60°C (sau chiar la 70°C).

Nota: curentul in pentru intreruptoare automate (conform cei 60947-2) este egal cu I_n pentru aparatele de comutatie in general, unde I_n este curentul nominal, de regim permanent.

Parametrii nominali in cazul modulelor cu domenii multiple

Un intreruptor automat, care poate fi dotat cu module diferite de protectie la supracurent, avand diferite domenii de reglaj ale curentului de declansare este considerat ca avand curentul nominal egal cu cea mai mare valoare a curentului de reglaj, aferenta tuturor tipurilor de releu de protectie cu care acesta poate fi echipat.

Exemplu

Un intreruptor automat ns630n poate fi echipat cu 4 declansatoare electronice de la 150 la 630 a. Calibrul intreruptorului automat este de 630 a.

Curentul reglat al releului de suprasarcina (I_{rth} sau I_n)

In afara de intreruptoarele automate de curenti mici, care sunt foarte usor de inlocuit, intreruptoarele automate industriale de putere sunt echipate cu releu de protectie la supracurent demontabile sau intersanjabile. In acest sens, pentru a adapta intreruptoarele automate la cerintele circuitului comandat si pentru a evita necesitatea instalarii de cabluri supradimensionate, releele de protectie sunt, in general, reglabile. Curentul reglat de declansare, in sau I_{rth} (sunt utilizate ambele notatii) reprezinta valoarea curentului peste care intreruptorul automat va declansa. Acesta reprezinta de asemenea, curentul maxim pe care intreruptorul automat poate sa-l suporte, fara declansare. Aceasta valoare

Trebuie sa fie mai mare decat curentul maxim de sarcina I_{smax} , dar mai redusa decat curentul maxim admisibil al circuitului, I_z (vezi capitolul g, subparagraful 1.3). Releele de protectie de tip "termic" sunt in general reglabile de la 0,7 la 1,0 in. In cazul in care sunt utilizate dispozitive electronice pentru aceste functii, intervalul de reglaj este mai mare; tipic in 0,4 si 1,0 in.

Exemplu:

Un intreruptor automat ns630n echipat cu un releu de protectie la supracurent tr23se de 400 a reglat la 0,9 va avea curentul reglat de declansare: $I_r = 400 \times 0,9 = 360$ a.

Nota: pentru intreruptoarele automate echipate cu releu de protectie la supracurent, nereglabile $I_r = I_n$. Exemplu pentru intreruptorul automat c60n, 20a, $I_r = I_n$ (**I**) reglajul valorilor de curent se refera la declansarea = 20a.

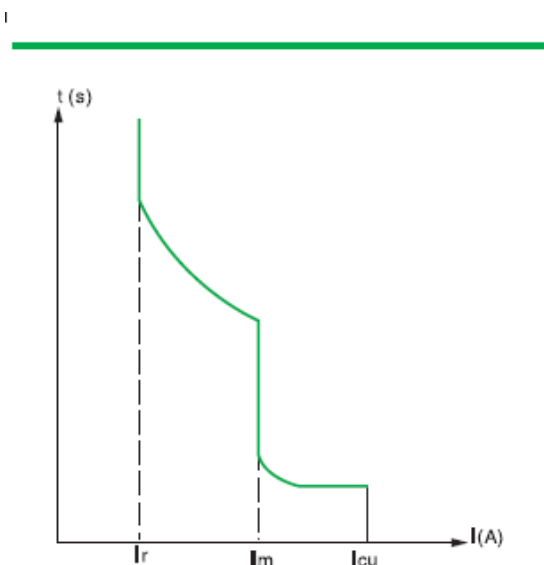


Fig. H32: Curba de declanșare a unui întreruptor automat cu declanșator magneto-termic.

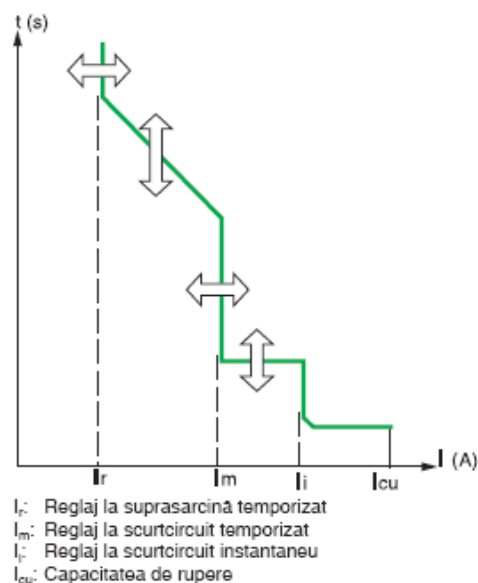



Fig. H33: Curba de declanșare a unui întreruptor automat cu declanșator electronic.

Caracteristici de separare (izolare)

Un întreruptor automat este capabil să separe un circuit dacă el îndeplinește condițiile impuse unui separator (la tensiunea sa nominală) corespunzătoare standardelor (vezi subparagraful 1.2). În acest caz este denumit întreruptor-separator (cu aptitudine de separare) și marcat cu simbolul \rightarrow .

Tensiunea nominală de tinere la impuls (uimp)

Această caracteristică indică valoarea de vârf (kvmax) a tensiunii de impuls (de o anumită formă și polaritate) pe care echipamentul este capabil să o suporte în condiții de test, fără a se defecta, și la care se raportează valorile distantelor de izolare. În general pentru întreruptoare automate industriale $u_{imp} = 8 \text{ kv}$ și pentru cele domestice $u_{imp} = 6 \text{ kv}$.

Capacitatea de rupere de serviciu la scurtcircuit (ics)

Capacitatea nominală de rupere limită la scurtcircuit (i_{cu}) sau capacitatea nominală de închidere la scurtcircuit (i_{cm}) este curentul de defect maxim pe care întreruptorul automat poate să-l întrerupă fără să fie afectat în mod semnificativ. Probabilitatea de apariție a unui astfel de curent este foarte scăzută și în circumstanțe normale curenții de defect sunt considerabil mai scăzuți decât capacitatea de rupere "limită" i_{cu} a întreruptorului. Pe de altă parte este important ca acești curenți (cu probabilitate scăzută) să fie întreruși în condiții bune astfel încât întreruptorul să fie imediat disponibil pentru reinchidere, după ce circuitul defect a fost remediat. Din aceste motive, a fost creat un nou parametru ics exprimat în procente din i_{cu} (25, 50, 75 și 100% pentru întreruptoarele automate industriale).

Limitarea curentului de scurtcircuit

Capacitatea de limitare a curentului de scurtcircuit aferentă unui întreruptor automat constă în abilitatea de a preveni atingerea curentului de defect prezumat maxim, permițând numai trecerea unui curent limitat, așa cum se arată în **fig. H38**. Caracteristicile de limitare a curentului sunt date de producător sub forma de

Diagrame specifice (**fig. H39, a și b**).

În diagrama (**a**) arată dependența valorii de vârf a curentului limitat față de valoarea Componentei de c.a. A curentului de defect prezumat (curentul prezumat este

Curentul de defect care ar trece prin intreruptorul automat daca nu s-ar realiza Limitarea curentului); limitarea de curent reduce semnificativ solicitarile termice (proportionale cu i^2t) Intreruptoarele automate pentru instalatii casnice si similare sunt clasificate in anumite standarde (mai ales standardul european en 60898). Ca urmare, intreruptoarele automate apartinand unei clase (de limitatoare de curent) au caracteristici de limitare standard, definite de clasa respectiva. In aceste cazuri fabricantii, de obicei, nu furnizeaza curbe de performanta caracteristice.

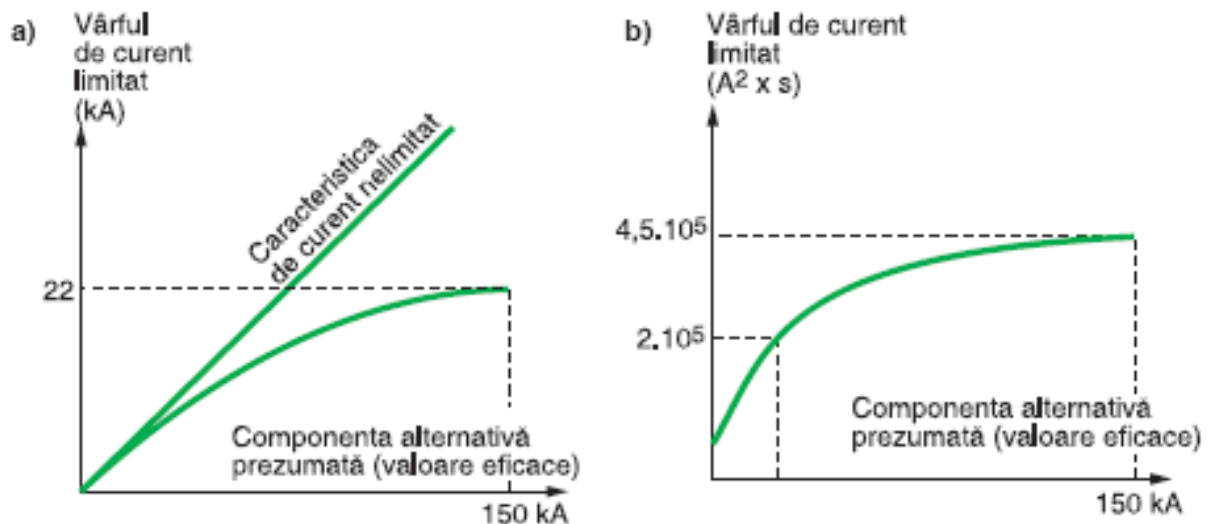


Fig. H39: Curbele de performanță ale unui Intreruptor automat de JT tipic.

Avantajele limitării de curent

Utilizarea intreruptoarelor automate limitatoare de curent aduce numeroase avantaje:

- o mai buna conservare a circuitelor instalatiei: intreruptoarele limitatoare de curent atenueaza puternic toate efectele nocive asociate curentilor de scurtcircuit;
- reducerea efectelor termice: incalzirea conductoarelor (si implicit a instalatiei) este semnificativ redusa, astfel incat durata de viata a cablurilor creste corespunzator;
- reducerea efectelor electrodinamice (mecanice): fortele datorate respingerii electrodinamice sunt mai reduse, cu risc mai mic de deformare si posibila rupere, uzura excesiva a contactelor, etc.;
- reducerea efectelor de influenta electromagnetica: o influenta mai redusa asupra instrumentelor de masura si circuitelor asociate, sistemelor de telecomunicatii, etc.

Ca urmare, intreruptoarele limitatoare contribuie la o exploatare optima a:

- cablurilor si circuitelor electrice;
- sistemelor de bare colectoare;
- aparatelor de comutatie, reducand semnificativ imbatranirea izolatiei.

Exemplu

Intr-un sistem avand curentul de scurtcircuit prezumat de 150 kaef, un intreruptor automat compact l limiteaza curentul de varf la mai puțin de 10% din valoarea de varf prezumata si efectul termic (integrala joule) la mai puțin de 1% din valoarea calculata.

Utilizarea tehnicii filiatiei cu ajutorul unor intreruptoare limitatoare pe mai multe nivele de distributie poate determina realizarea unor importante economii. Tehnica filiatiei descrisa in subcapitolul 4.5, permite realizarea de economii substantiale din punctul de vedere al aparatului de comutatie

(intreruptoarele din aval de cele limitatoare vor putea avea performante mai reduse). Economii care se fac la costul tablourilor de distribuție din faza de proiectare pot atinge, global, valoarea de 20%.

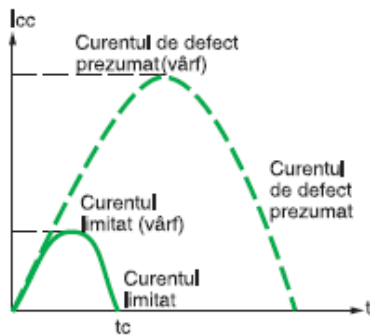


Fig. H38: Curenți prezumați și reali.

Alegerea pragului de declanșare instantanee sau cu temporizare redusă

Tab. H43 de mai jos prezintă principalele caracteristici ale declanșatoarelor instantanee sau cu temporizare redusă.

Tip	Declanșator	Aplicații
	Reglaj jos, tip B	<ul style="list-style-type: none"> surse cu puteri de scurtcircuit reduse (generatoare de rezervă) cabluri sau linii aeriene lungi
	Reglaj standard, tip C	<ul style="list-style-type: none"> protecția circuitelor, cazul general
	Reglaj sus tip D sau K	<ul style="list-style-type: none"> protecția circuitelor cu curenți tranzitorii inițiali importanți (motoare, transformatoare, sarcini rezistive)
	12 I_n tip MA	<ul style="list-style-type: none"> protecția motoarelor în asociere cu discontactoarele (contactoare cu protecție la suprasarcină)

Tab. H43: Diferite declanșatoare instantanee sau cu temporizare redusă.

Alegerea intreruptorului automat in functie de capacitatea de rupere

Instalarea unui intreruptor automat intr-o instalatie de jt trebuie sa indeplineasca una din conditiile urmatoare:

- sa aiba o capacitate de rupere i_{cu} si i_{cs} (sau i_{cn}) egala sau mai mare decat curentul

De scurtcircuit prezumat, calculat in punctul respectiv al instalatiei, sau

- daca prima conditie nu este satisfacuta, sa fie asociat cu un alt dispozitiv, plasat in amonte, care are capacitatea de deconectare necesara. In al doilea caz, caracteristicile celor doua dispozitive trebuie sa fie coordonate astfel incat energia care poate sa treaca prin dispozitivul din amonte sa nu depaseasca pe cea pe care poate sa o suporte dispozitivul din aval. De asemenea cablurile asociate, conductoarele si celelalte componente, trebuie sa nu fie afectate in nici un fel.

Aceasta tehnica este utilizata eficient in:

- asocierea sigurantelor cu intreruptoare automate;
- asocierea intreruptoarelor limitatoare cu intreruptoare automate standard.

Aceasta tehnica este denumita filiatie (vezi subparagraful 4.5).

Protectia motoarelor de JT

Tipuri de motoare electrice

Motoare asincrone

Motoarele sincrone

Motoarele de curent continuu

Defecte interne ale motorului: avarii ale infsurarii statorice sau rotorice

Caderi de tensiune si intreruperi

Consecintele pentru un motor asincron

Consecintele pentru un motor sincron

Consecintele pentru o masina cu viteza variabila

Blocarea rotorului

Protectia la scurtcircuit Generalitati

Definitii si caracteristici ale protectiilor

Fuzibilele

Intreruptoarele automate magnetice

Protectia la suprasarcina

Circuitele de alimentare a motoarelor

Funcțiile de baza ale unui circuit de alimentare a unui motor

Protectia la scurtcircuite

Protectia la suprasarcini

Comanda

Cazul particular al demaroadelor si variatoarelor de viteza electronice

Pornire directa

Pornire stea-triunghi

Protectia motoarelor de JT

Toate motoarele electrice trebuie selectate pentru a raspunde anumitor conditii de lucru si nu pot lucra in alt mod fara riscul defectarii, atat a motorului cat si a instalatiei.

In scopul eliminarii riscurilor sau cel putin a reducerii considerabile a acestora, proiectantii si instalatorii de masini furnizeaza dispozitive de protectie selectate din cataloagele producatorilor. Dar ce anume din aceste dispozitive trebuie alese, avand in vedere ca trebuie sa interactioneze cu echipamentele de control si izolare? Cum anume alegem? Îi mai mult decat atat, cum putem fi siguri ca echipamentul ales va fi protejat corespunzator?

Toate motoarele electrice au limite de functionare. Depasirea acestor limite va conduce, mai devreme sau mai tarziu, la distrugerea motorului si de asemenea a mecanismului pe care il pune in miscare, avand drept consecinte imediate opriri si pierderi ale productiei. Acest tip de receptor, care transforma energia electrica in energie mecanica, poate fi punctul unor incidente de natura electrica sau mecanica.

Electrica

-supratensiuni, caderi de tensiune, dezechilibre, disparitia unei faze cauzand variatii ale curentului absorbit;

-scurtcircuite unde curentul poate atinge nivele distructive pentru receptor.

Mecanica

- calarea rotorului, suprasarcina de moment sau prelungita care provoaca o crestere a curentului absorbit de motor si in consecinta o incalzire periculoasa a infasurarilor.

Costurile acestor incidente pot fi ridicate. Trebuie luate in considerare pierderile de productie, pierderile de materii prime, repunerea in stare de functionare a utilajelor de productie, problemele de calitate care pot sa apara precum si intarzierile la livrare. Necesitatea economica de crestere a competitivitatii intreprinderii implica reducerea costurilor legate de pierderea continuitatii in serviciu si a costurilor legate de deficiente de calitate.

Aceste incidente pot avea de asemenea consecinte dramatice asupra securitatii personalului care vine in contact direct sau indirect cu motorul.

Pentru evitarea acestor incidente sau cel putin pentru limitarea consecintelor si prevenirea deteriorarii echipamentului si a perturbarii retelei de alimentare trebuie utilizate sisteme de protectie. Aceste sisteme pot separa echipamentul protejat de retea, prin declansarea unui echipament de comutatie ca raspuns la o variatie detectata si masurata a valorilor electrice (tensiune, curent, etc.).

Fiecare circuit de alimentare al unui motor trebuie deci sa contina:

- protectie la scurtcircuit, pentru detectarea si intreruperea cat mai repede posibil a curentilor anormali, care sunt in general de peste 10 ori mai mari decat curentul nominal (I_n);

-protectie la suprasarcini, pentru detectarea curentilor anormali de pana la 10 I_n si intreruperea circuitului inainte ca incalzirea motorului si a conductorilor sa antreneze deteriorarea izolatiei.

Aceasta protectie este asigurata de aparate specifice cum sunt sigurantele fuzibile, intreruptoarele automate, releele de suprasarcina sau aparate care integreaza

Mai multe tipuri de protectii.

Nota: protectia impotriva punerilor la pamant care include protectia persoanelor si protectia la incendiu nu este tratata in acest document, deoarece este furnizata de obicei

ca parte a sistemului de distributie electrica pentru un echipament, pentru un atelier sau pentru o intreaga cladire.

Tipuri de motoare electrice

Exista trei categorii principale de motoare electrice:

- motoare asincrone;
- motoare sincrone;
- motoare de curent continuu.

Fiecare este compus dintr-o parte fixa statorul sau inductorul si dintr-o parte mobila rotorul sau indusul.

Motoare asincrone

Statoarele acestor motoare au infasurarile alimentate in curent alternativ si positionate astfel incat sa creeze un camp magnetic rotitor (flux rotitor) la viteza sincrona Ω . Pentru un motor alimentat trifazat cea mai frecventa configuratie consta in trei infasurari (care pot include mai multe bobine) conectate in triunghi sau in stea. Rotoarele constau de obicei din bare conductoare legate in scurtcircuit la extremitati, ca in cazul motoarelor cu rotorul in „colivie” (pentru motoare de mica putere), sau, mai rar, sub forma de infasurari ca in cazul motoarelor asincrone cu rotorul bobinat (de mare putere). Fluxul rotativ generat de stator induce in rotor un curent care provoaca rotatia sa (conform legii lui Laplace). Viteza sa Ω' este mai mica decat viteza sincrona Ω a fluxului rotativ; diferenta este denumita „alunecare” (a) corespunzatoare pierderii relative de viteza: acesta este conceptul de asincronism.

Motoarele asincrone sunt adaptate pentru aplicatii de putere mica si medie, in special acelea la care cuplul la pornire creste cu viteza. Acestea sunt cele mai utilizate motoare datorita costului scazut, robusteții, instalării și mentenanței ușoare. Comandate direct, ele au inconvenientul unor curenti la pornire ridicati care pot ajunge la pana de 8 ori curentul nominal

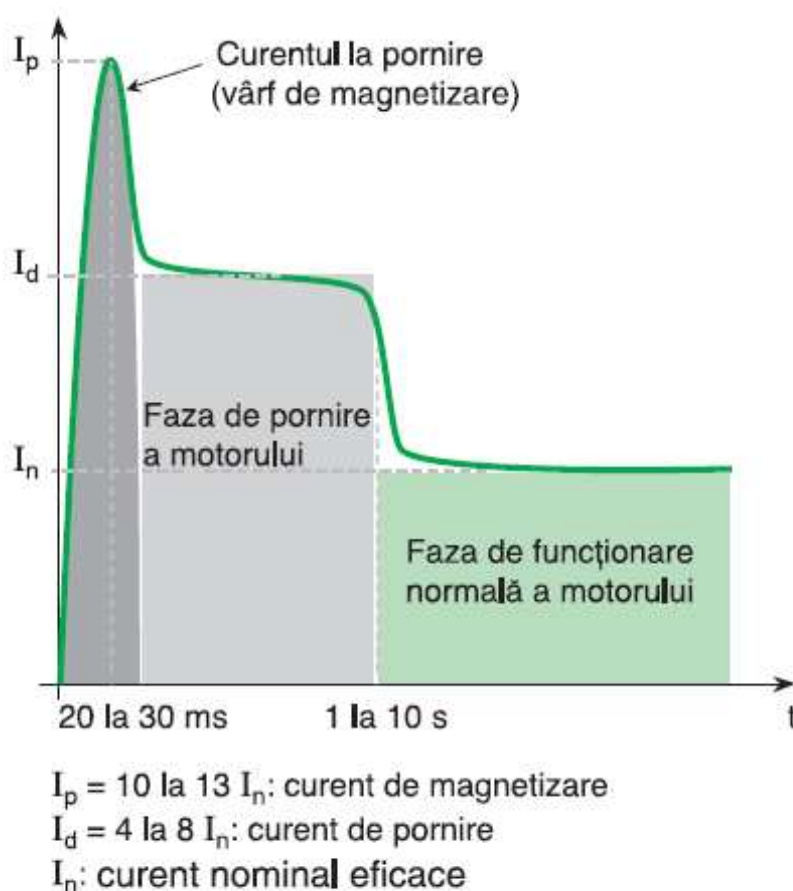


Fig. 1: Graficul lui $I = f(t)$ pentru un motor asincron.

Motoarele sincrone

Ca și motoarele asincrone, acestea au statoare compuse din înfășurări alimentate în curent alternativ. Caracteristica acestor motoare este sincronismul între viteza de rotație a rotorului și viteza de rotație a câmpului rotitor creat de stator. Acest fenomen se petrece datorită faptului că rotoarele motoarelor sincrone sunt alcătuite din magneti permanenți sau din înfășurări alimentate în curent continuu, generând un câmp magnetic fix. Această caracteristică face construcția lor mai dificilă și justifică costul ridicat. Motoarele sincrone sunt utilizate în principal pentru aplicații de puteri foarte mari (> 5 MW) care necesită viteză constantă indiferent de sarcină, dar ele pot prezenta adesea dificultăți la demaraj ceea ce explică de ce ele sunt adesea asociate cu variatoare de turatie.

Motoarele de curent continuu

În aceste motoare și statorul și rotorul au înfășurări strabatute de curent continuu. Curentul este preluat din inductor cu ajutorul unui colector cu perii. Statorul creează un câmp magnetic fix care provoacă, conform legii lui Laplace, mișcarea conductoarelor din rotor.

Motoarele de curent continuu sunt utilizate în principal pentru aplicații ce necesită un reglaj al vitezei precis și rapid și pot rezista unor suprasarcini importante.

Inconvenientul este prezența colectorului cu perii care necesită mentenanță regulată. Trebuie luate precauții la pornirea și oprirea acestor motoare, notabilă fiind cea de a evita întreruperea excitației când rotorul este alimentat; o astfel de întrerupere va provoca ambalarea motorului

3 Cauzele defectelor și consecințele acestora : putem distinge două tipuri de defecte: defecte interne și externe.

1. Defecte interne:

- scurtcircuite între fază și pământ,
- scurtcircuite între faze,
- scurtcircuite între spire,
- supraîncălzirea înfășurărilor,
- ruperea unei bare la motoarele cu rotorul în scurtcircuit,
- probleme legate de rulmenți;

2. Defecte externe:

Sursele acestor defecte sunt localizate în afara motoarelor electrice, dar consecințele lor pot cauza degradarea motorului electric. Aceste defecte pot proveni:

- de la sursa de alimentare
 - întreruperea alimentării
 - inversarea sau dezechilibrul fazelor
 - caderi de tensiune
 - supratensiuni etc.
- de la modul de exploatare al motorului
 - regim de suprasarcină
 - numărul de porniri și regimul de pornire
 - inerția sarcinii etc.
- de la modul de instalare al motorului
 - aliniere defectuoasă

- dezechilibru fizic
- efort excesiv pe arbore etc.

Defecte interne ale motorului: avarii ale înfășurării statorice sau rotorice

Înfășurarea statorică a unui motor electric este constituită din conductoare de cupru izolate cu lac electroizolant. Distrugerea acestei izolații poate cauza un scurtcircuit permanent între o fază și pământ, între două sau chiar trei faze sau între spirele aceleiași faze (vezi **Fig. 3**). Ele pot fi provocate de fenomene electrice (descărcări superficiale, supraîncălziri), termice (supraîncălziri) sau chiar mecanice (vibrații, eforturi electrodinamice în conductoare).

Defectele de izolație se pot produce și în înfășurarea rotorică cu aceleași consecințe: ieșirea din serviciu a motorului.

Cea mai frecventă cauză de defectare a înfășurărilor unui motor este supraîncălzirea acestora. Aceasta este provocată de o supraîncălzire care conduce la o creștere a curentului prin aceste înfășurări.

Fig. 3: Pentru motoare înfășurările sunt părțile cele mai vulnerabile la defecte electrice și la incidente de exploatare.

Caderi de tensiune și întreruperi

O cadere de tensiune este o scădere abruptă a tensiunii într-un punct al unei rețele electrice la o valoare cuprinsă (prin convenție) între 90% și 1% din tensiunea nominală a rețelei de JT. Întreruperile sunt un caz particular al caderilor de tensiune de valoare mai mare de 99% (CEI). Ele sunt caracterizate de un singur parametru: durata. Întreruperile scurte au o durată mai scurtă de un minut (CEI), cele lungi au o durată mai mare. Termenul de microîntreruperi este

Utilizat pentru durate de ordinul milisecundelor. Originea acestor variații de tensiune poate fi un fenomen aleatoriu extern aplicației (defect în rețeaua de distribuție publică sau scurtcircuit accidental) sau un fenomen legat de instalație (conectarea de sarcini importante ca motoare, transformatoare, etc.). Influența variațiilor poate avea efecte negative asupra motorului.

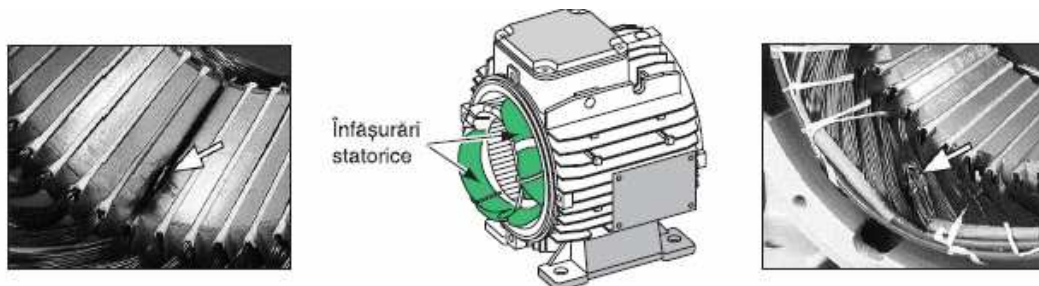


Fig. 3: Pentru motoare înfășurările sunt părțile cele mai vulnerabile la defecte electrice și la incidente de exploatare.

Consecintele pentru un motor asincron

La aparitia unei caderi de tensiune, cuplul unui motor asincron (proportional cu patratul tensiunii) scade brusc provocand o deceleratie. Aceasta incetinire este in functie de amplitudinea si durata caderii de tensiune, de inertia masei aflate in rotatie si de caracteristica cuplu- viteza a sarcinii antrenate. Cand cuplul dezvoltat de motor devine inferior cuplului rezistent, motorul se opreste (se caleaza). Dupa o cadere de tensiune, la revenire este solicitat un curent de reacceleratie apropiat de curentul de pornire, pentru o durata dependenta de durata caderii de tensiune. Atunci cand in instalatie sunt mai multe motoare, repornirea lor simultana poate provoca o cadere de tensiune in impedantele amonte ale rezelei. Durata caderilor de tensiune este prelungita si poate conduce la porniri dificile (demaraje lungi cusupraincalziri) sau chiar imposibile (cand cuplul motor este inferior cuplului rezistent).

Realimentarea rapida (~ 150 ms) a unui motor asincron in deceleratie il expune riscului unei reanclansari in opozitie de faza intre sursa si tensiunea reziduala intretinuta de motorul asincron. In acest caz primul varf de curent poate fi de trei ori mai mare decat curentul de pornire (15 la 20 In) conformcaietului tehnic Schneider Electric numarul 161.

Acesti supracurenti si caderile de tensiune ce ii insotesc au urmatoarele efecte asupra motorului:

- Incalziri suplimentare si eforturi electrodinamice in bobine care pot genera deteriorarea izolatiei,
- Socuri cu solicitari mecanice anormale la imbinari care conduc la uzuri premature sauchiar ruperi.

Alte echipamente pot fi de asemenea afectate, de exemplucontactorii (uzura contactelor Sauchiar sudarea lor), poate fi provocata declansarea protectiei generale a instalatiei Si deci oprirea unei linii de productie saua unui atelier.

Consecintele pentru un motor sincron

Consecintele sunt practic aceleasi ca si in cazul motoarelor asincrone. Totusi motoarele sincrone pot suporta caderi de tensiune mai mari (cupana la 50%) fara a se opri datorita faptului ca inertia lor este in general mai mare si tensiunea are mai putin efect asupra cuplului. In cazul in care motorul se opreste intregul proces de pornire, adesea complicat, trebuie reluat.

Consecintele pentru o masina cu viteza variabila

Problemele puse de caderile de tensiune unui variator de viteza sunt:

- imposibilitatea furnizarii unei tensiuni suficiente motorului (pierdere de cuplu, deceleratie),
- disfunctionalitati ale circuitelor de control alimentate direct din retea,
- supracurenti la revenirea tensiunii (reincararea condensatorilor de filtrare ai variatoarelor),
- supracurenti si dezechilibre de curenti in retea, in cazul unei caderi de tensiune pe o singura faza.

In general variatoarele de viteza nu pot functiona in cazul unei caderi de tensiune mai mari de 15%.

Blocarea rotorului

Blocarea unui motor, datorita unei cauze mecanice provoaca un supracurent apropiat de curentul de pornire. Dar incalzirea care rezulta este cumult mai importanta deoarece pierderile in rotor sunt mentinute la valoarea maxima pe durata blocarii iar ventilatia este suprimata, fiind legata de rotatia rotorului. Temperaturile din rotor pot deveni importante (350° C).

3.4 Sinteza

Tabelul 14 prezintă pentru fiecare tip de defect originile posibile, efectele probabile și consecințele stabilite.

Defecte	Origini	Efecte	Consecințe asupra motorului
Scurtcircuit	■ Contact între una sau mai multe faze, între fază și nul sau între spirele aceleiași faze	■ Vârf de curent ■ Eforturi electrodinamice în conductoare	Distrugerea înfășurărilor
Supratensiuni	■ Trăznet ■ Descărcări electrostatice ■ De comutație	■ Distrugerea dielectricului la nivelul înfășurărilor	Distrugerea înfășurărilor prin deteriorarea izolației
Dezechilibre de tensiune	■ Dispariția unei faze ■ Sarcini monofazate în amonte de motor	■ Scăderea cuplului util ■ Creșterea pierderilor	Supraîncalziri ⁽¹⁾
Căderi și vârfuri de tensiune	■ Instabilitatea tensiunii rețelei ■ Conectarea de sarcini importante	■ Scăderea cuplului util ■ Creșterea pierderilor	Supraîncalziri ⁽¹⁾
Armonici	■ Poluarea rețelei de către variatoare de viteză, redresoare	■ Scăderea cuplului util ■ Creșterea pierderilor	Supraîncalziri ⁽¹⁾
Pomiri lungi	■ Cuplu rezistent prea mare ■ Căderi de tensiune	■ Creșterea timpului de pornire	Supraîncalziri ⁽¹⁾
Blocaje	■ Probleme mecanice	■ Supracurent	Supraîncalziri ⁽¹⁾
Suprasarcină	■ Creșterea cuplului rezistent ■ Căderi de tensiune	■ Creșterea timpului de pornire	Supraîncalziri ⁽¹⁾

(1) Urmate de scurtcircuit și distrugerea înfășurărilor după o perioadă care depinde de gravitatea și de frecvența defectelor.

Tab. 14: Sinteza defectelor posibile pentru un motor cu origini, efecte și consecințe.

Protectia la scurtcircuit Generalitati

Un scurtcircuit este o conexiune directă între două puncte care sunt la potențiale electrice diferite:

- în curent alternativ: o conexiune între faze, între faze și neutru conductor sau între spirele aceleiași faze;
- în curent continuu: legătura între două polarități sau între un neutru conductor și o polaritate izolată de acesta

Exista mai multe cauze posibile: deteriorarea lacului izolant al conductoarelor, desertizarea, ruperea sau dezizolarea conductoarelor sau cablurilor, prezenta corpurilor straine metalice, depuneri conductoare (praf, umezeala), patrunderea apei sau a altor lichide conductoare, odeteriorare a sarcinii, eroare de cablaj la punerea sub tensiune sau la o interventie.

Un scurtcircuit se traduce printr-o crestere brusca a curentului care poate atinge in cateva milisecunde o valoare de sute de ori mai mare decat curentul de utilizare. Un scurtcircuit poate avea efecte devastatoare si poate provoca distrugerii importante materialului. El se caracterizeaza prin doua fenomene:

- un fenomen termic care corespunde cantitatii de energie eliberata in circuitul electric parcurs de curentul de scurtcircuit I pentru un timp t , conform formulei RI^2t si exprimata in W .

Acest efect termic poate provoca:

- topirea contactelor contactorului,
- distrugerea elementelor termice ale unui releu bimetalic, in cazul coordonarii de tip I (vezi capitolul Coordonarea),
- generarea de arcuri electrice
- arderea materialelor izolante,
- incendiu in echipament;
- un fenomen electrodinamic care se traduce prin eforturi mecanice intense, provocate de trecerea curentului, cu urmatoarele efecte:
 - deformare a conductoarelor din infasurarea motorului,
 - ruperea suportilor izolanti ai conductoarelor,
 - respingerea contactelor (in interiorul contactoarelor) poate provoca topirea si sudarea lor.

Aceste manifestari sunt periculoase pentru persoane si bunuri. Este necesara folosirea dispozitivelor de protectie la scurtcircuit capabile sa detecteze si sa intrerupa circuitul foarte rapid, daca este posibil inainte de atingerea valorii maxime a curentului.

Pentru aceasta sunt utilizate doua tipuri de dispozitive de protectie:

- fuzibilele care intrerup circuitul prin arderea lor, la care este necesara inlocuirea ulterioara;
- Intreruptoarele automate cu declansatoare magnetice care intrerup automat circuitul prin deschiderea polilor si pentrucare repunerea in serviciu consta in efectuarea unei manevre de reanclansare.

Protectia impotriva scurtcircuitelor poate fi integrata in aparate cu functii multiple cumar fi intreruptoarele automate pentru motoare sau demaroarele.

Definitii si caracteristici

Principalele caracteristici ale protectiilor la scurtcircuit sunt:

- **Puterea de rupere:** valoarea cea mai mare a curentului de scurtcircuit prezumat pe care un aparat de protectie il poate intrerupe la otensiune data.
- **Puterea de inchidere:** valoarea cea mai mare a curentului pe care un aparat de protectie o poate stabili sub tensiunea sa nominala in conditii specificate

Fuzibilele

Fuzibilele asigura protectia faza cu faza (monopolara), cu o putere de rupere importanta la un volum redus. Ele asigura limitarea RI^2t si a solicitarilor electrodinamice I_{vf} .

Ele se monteaza:

- fie pe suporti specifici numiti support fuzibili;
- fie pe izolatoare cand au si rolul de conector al terminalelor cablurilor (vezi **Fig. 16**).

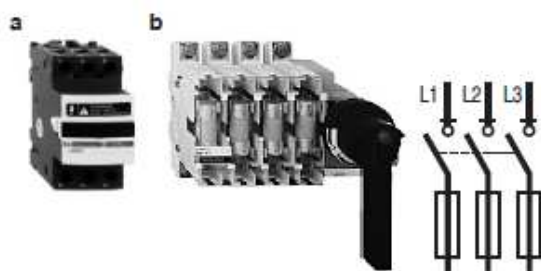


Fig. 16: Separatoare cu fuzibili de 32 A și 125 A.
(Schneider Electric [a] LS1D32 și [b] GS1-K4).

De retinut ca sigurantele fuzibile prevazute cu percutor pot fi asociate cu un dispozitiv de intrerupere a tuturor polilor (adesea contactorul de comanda al motorului) pentru a preveni functionarea in doua faze dupa arderea unei sigurante.

Pentru protectia motoarelor sunt utilizate sigurantele fuzibile de tip am. Particularitatea lor este ca rezista la curentul puternic de magnetizare ce apare la punerea sub tensiune a motorului. In schimb ele nu sunt adaptate la protectia impotriva suprasarcinilor (spre deosebire de fuzibilele de tip gg). De aceea este necesara adaugarea unui releu de suprasarcina in circuitul de alimentare al motorului.

Ca regula generala calibrul lor trebuie ales imediat superior curentului de sarcina al motorului de protejat.

Intreruptoarele automate magnetice

Aceste intreruptoare automate asigura, in limita puterii de rupere si prin intermediul declansatoarelor magnetice (unul pe fiecare faza), protectia instalatiilor la scurtcircuit. Intreruptoarele automate magnetice realizeaza o intrerupere a tuturor polilor; functionarea unui singur declansator magnetic conduce la comanda deschiderii simultane a tuturor polilor. Pentru curenti de scurtcircuit nu prea mari, functionarea acestor intreruptoare automate este mai rapida decat a fuzibilelor.

Aceasta protectie este conforma cu standardul CEI 60947-2.L1L3L2

De retinut ca sigurantele fuzibile prevazute cu percutor pot fi asociate cu un dispozitiv de intrerupere a tuturor polilor adesea contactorul de comanda

Pentru intreruperea eficace a unui curent de scurtcircuit, trebuie indeplinite trei functii:

- detectarea din timp a curentului de defect;
- separarea rapida a contactelor;
- intreruperea curentului de scurtcircuit.

Cele mai multe intreruptoare magnetice pentru protectia motoarelor sunt limitatoare si contribuie de asemenea si la coordonare. Timpul lor de rupere foarte scurt permite intreruperea curentului de scurtcircuit inainte de atingerea amplitudinii maxime. De fapt efectele termice si electrodinamice sunt de asemenea limitate asigurandu-se o mai buna protectie a cablurilor si a echipamentelor.

Protectia la suprasarcina

Generalitati

Suprasarcina este defectul cel mai frecvent al motoarelor. Ea se manifesta printr-o crestere a curentului absorbit de motor si prin efecte termice. Clasa de izolatie determina incalzirea normala a unui motor la o temperatura ambianta de 40° C. Daca temperatura maxima de functionare este depasita rezultatul este reducerea duratei de serviciu datorita imbatranirii premature a izolatiei.

Totusi trebuie sa retinem ca o suprasarcina care conduce la o incalzire superioara celei normale nu are efecte negative imediate daca este limitata in timp si de frecven redusa. Ea nu implica deci necesitatea opririi motorului, dar este importanta revenirea rapida la conditii de functionare normale.

Importanta unei bune protectii la suprasarcini este evidenta deoarece:

- protejeaza durata de viata a motoarelor interzicand functionarea lor in conditii anormale de incalzire;
- asigura continuitatea in exploatare prin:

O evitarea opririlor intempestive ale motoarelor,

O permiterea repornirilor dupa declansari in cele mai bune conditii de securitate pentru oameni si echipamente.

Conditiiile reale de functionare (temperatura ambianta, altitudinea de utilizare si standardul de utilizare) trebuie cunoscute pentru determinarea caracteristicilor de functionare ale unui motor (putere, curent) si pentru alegerea unei protectii eficace impotriva suprasarcinilor . Aceste caracteristici de functionare sunt furnizate de fabricantul motorului.

In functie de nivelul de protectie dorit, protectia impotriva suprasarcinilor poate fi realizata de relee:

De suprasarcini, termice (bimetalice) sau electronice, care trebuie sa protejeze motorul cel putin in cele doua cazuri ce urmeaza:

- suprasarcini, prin controlul curentului absorbit de fiecare din faze,
- dezechilibru sau absenta fazelor, prin dispozitivul lor diferential;
- De sonde de temperatura PTC (Positive Temperature Coefficient)
- De supracuplu,
- multifunctie.

Memento: Un releu de protectie nu are functia de intrerupere. Rolul sau este de a comanda deschiderea unui aparat de comutatie, in general un contactor, care trebuie sa aib puterea de rupere corespunzatoare curentului din circuit.

In acest scop releele de protectie dispun de un contact de defect (ND) care este plasat in serie cu alimentarea bobinei contactorului.

Releele termice de suprasarcina cu bimetal (vezi **Fig. 22**).

Ele asigura, asociate cu un contactor, protectia motorului, a liniei si a aparatelor, impotriva suprasarcinilor mici si prelungite. Ele sunt proiectate pentrua permite pornirea normala a motoarelor fara a declansa. In acelasi timp ele trebuie protejate de suprasarcinile importante printr-un intreruptor automat sau prin fuzibile (vezi protectia impotriva scurtcircuitelor). Principiul de functionare al unui releu termic de suprasarcina consta in deformarea lamei bimetalice incalzita de curentul care o strabate (vezi **Fig. 23**).

La trecerea curentului lama bimetalica se deformeaza si provoaca deschiderea brusca a contactelor releului. Rearmarea se poate face numai dupa racirea suficienta a lamei.

Releele termice de suprasarcina sunt utilizabile in curent alternativ si continuu si sunt in general:

- tripolare,
- compensate, adica insensibile la variatiile de temperatura din mediul ambiant (curba de declansare identica de la 0 la 40°C pentru o gama standard,
- cu rearmare manuala sau automata,
- gradate in „amperi motor”: afiaaj direct pe releu a curentului indicat pe placuta motorului.



Fig. 22: Releu termic de suprasarcina cu lama bimetalica tip LRD (Schneider Electric) si simbolul sau grafic.

Ele pot fi sensibile de asemenea la disparitia unei faze: conceptul se numeste diferential. Aceasta functionalitate evita functionarea in doua faze a motorului si raspunde conditiilor standardului CEI 60947-4-1 si CEI 60947-4-2 .

Frecvent utilizat, acest releu o fera o fiabilitate

Excelenta la un cost scazut. El este recomandat cu precadere acolo unde exista riscul de blocaj al rotorului. Prezinta totusi inconvenientele de a nu tine cont de o maniera foarte precisa de starea termica a motorului pe care il protejeaza

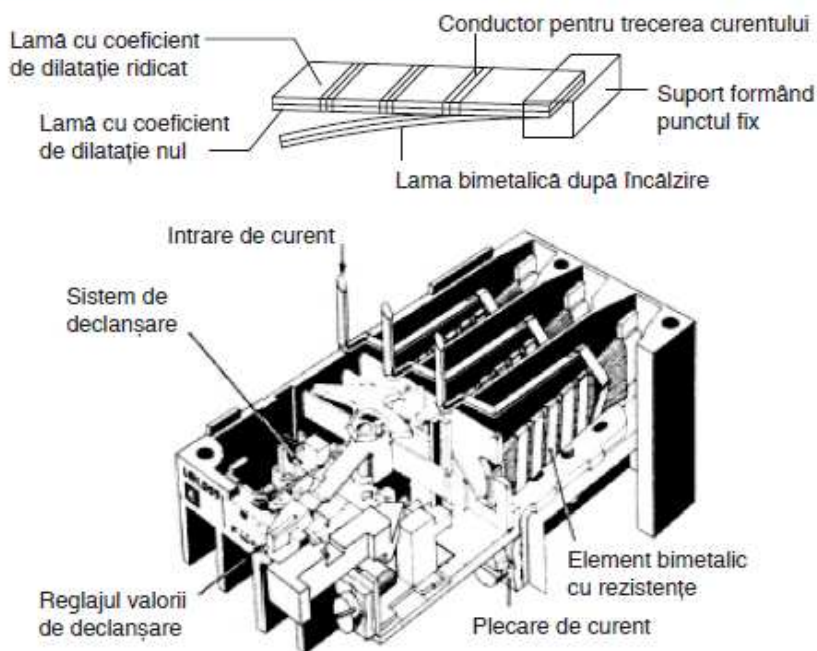


Fig. 23: Vedere din interior a unui releu termic de suprasarcina si detaliu asupra unei lame bimetalice

Circuitele de alimentare a motoarelor

5.1 Generalitati

Un circuit de alimentare a unui motor are patru functii de baza:

- Izolatie
- Protectie la scurtcircuit
- Protectie la suprasarcina
- Comanda (pornit - oprit)

Fiecare circuit de alimentare a unui motor poate avea functii suplimentare, in functie de cerintele aplicatiei. Acestea sunt legate de:

- Putere: variatia vitezei, demaraj progresiv, inversarea fazelor
- Control: contacte auxiliare, temporizare, comunicatii ...

In construirea unui circuit de alimentare a unui motor, functiile sunt repartizate in diferite moduri

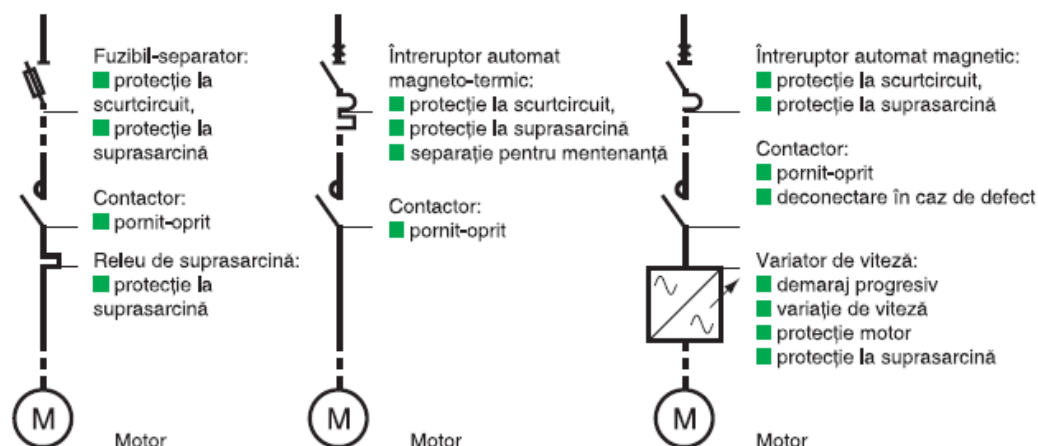


Fig. 34: Diferitele funcții și asocierea lor pentru alcătuirea unui circuit de alimentare a unui motor.

Funcțiile de baza ale unui circuit de alimentare a unui motor

Separarea

Funcția de separare este obligatorie și trebuie să se găsească la originea tuturor circuitelor (vezi standardele de instalare NF C15-100, 57-2002, CEI 60364-5-53); nu este menționată în mod special dar este recomandată pentru toate circuitele de alimentare a motoarelor. Separarea trebuie concepută în funcție de specificații care cer:

- ruperea simultană pe toți polii;
- respectarea distanțelor de izolație în funcție de tensiunea de alimentare;
- opțiunile de blocaj;
- întreruperea vizibilă sau întreruperea deplină aparentă a circuitului:
- „Întreruperea vizibilă” înseamnă că deschiderea polilor poate fi observată direct de un operator,
- Întreruperea deplină aparentă este identificată fie prin poziția organului de manevră, fie printr-un indicator de poziție care, conform standardului, nu poate indica poziția „fără tensiune” decât dacă contactele sunt efectiv separate printr-o distanță specificată de standarde. Fabricanții oferă numeroase aparate care pot îndeplini această funcție. Adesea același aparat îndeplinește simultan funcțiile de separare și de protecție la scurtcircuit (de exemplu fuzibilul - separator). Pentru acest scop, anumite dispozitive elementare trebuie completate cu dispozitive complementare cum ar fi, de exemplu, suport de broșare.

Memento: un separator este destinat separării unui circuit, el nu are nici putere de rupere, nici putere de închidere. El se manevrează întotdeauna în gol (fără sarcină).

Protectia la scurtcircuite

Aceasta functie necesita detectarea supracurentilor ce urmeaza scurtcircuitelor (in general de zece ori mai mari decat curentii nominali) si deconectarea circuitului cu defect. Functia este indeplinita de catre fuzibile sau de catre intreruptoare automate magnetice.

Protectia la suprasarcini

Aceasta functie necesita detectarea supracurentilor ce urmeaza suprasarcinilor ($I_r < I_{suprasarcina} < I_m$) si deconectarea circuitului cu defect. Functia este indeplinita de catre dispozitive electromecanice sau electronice (relee de suprasarcina) combinate cu un dispozitiv de rupere (intreruptor automat sau contactor) sau incorporate in demaroare sau variatoare de viteza electronice. Ele protejeaza de asemenea circuitul motorului impotriva suprasarcinilor.

Comanda

Prin comanda intelegem inchiderea (stabilirea) si deschiderea (intreruperea) unui circuit electric in sarcina. Functia de comanda este realizata prin separatoare de sarcina sau prin intreruptoare automate de motor, demaroare si variatoare de viteza. Dar produsul cel mai utilizat in acest scop este contactorul deoarece permite comanda de la distanta. Pentru motoare, acest aparat de comanda permite un numar mare de manevre (durabilitate electrica) si trebuie sa fie conform standardului CEI 60947-4-1. Conform acestui standard, fabricantul trebuie sa comunice urmatoarele caracteristici ale echipamentului:

-Circuitul de comanda

- natura curentului de comanda ca si frecventa sa, in cazul curentului alternativ,

- tensiunea nominala a circuitului de comanda (U_c) sau tensiunea de alimentare a comenzii (U_s);

- Circuitul de putere

- tensiunea nominala de utilizare (U_e): ea este exprimata in general prin tensiunea intre faze. Ea determina functionarea circuitului, la care se adauga puterea de inchidere si puterea de rupere, tipul serviciului si caracteristicile pornirii,

- curentul nominal de utilizare (I_o) sau puterea nominala de utilizare: Aceasta caracteristica este definita de fabricant in functie de conditiile de utilizare specificate si tinand cont mai ales de tensiunea nominala de utilizare si de curentul termic conventional (I_{th} corespunde valorii maxime a curentului de incercare: $I_{th} > I_e$).

In cazul echipamentelor pentru comanda directa a unui singur motor, indicarea curentului nominal de utilizare poate fi inlocuita sau completata de cea a puterii nominale maxime disponibile.

In anumite cazuri aceste informatii sunt completate de:

- clasele de serviciu, cu indicarea clasei de serviciu intermitent, daca este cazul. Clasele definesc diferite cicluri de manevra,

- puterile nominale de inchidere si/sau de rupere. Acestea sunt valorile maxime ale curentilor, specificate de fabricant, pe care un aparat le poate stabili (inchide) sau intrerupe (deschide) in mod satisfactor, in conditiile date. Puterile nominale de inchidere sau de rupere nu

Tip curent	Categoriile de utilizare	Aplicații tipice
Curent alternativ	AC-1	Sarcini neinductive sau slab inductive, cuptoare cu rezistențe. Distribuție de putere (iluminat, generatoare, etc.)
	AC-2	Motoare asincrone, pomiri, opriri. Echipamente pentru uz intensiv (ridicare, manipulare, mori, laminoare, etc.)
	AC-3	Motoare asincrone cu rotorul în scurtcircuit: pomiri, deconectări ale motoarelor pomite ⁽¹⁾ . Comandă motoare (pompe, compresoare, ventilatoare, mașini unelte, transportoare, prese, etc.)
	AC-4	Motoare asincrone cu rotorul în scurtcircuit: pomiri, inversarea sensului, funcționare pas cu pas
Curent continuu	DC-1	Sarcini ne inductive sau slab inductive, cuptoare cu rezistențe.
	DC-3	Motoare derivație: pomiri, inversarea sensului, mersul în pași. Deconectarea dinamică a motorului pentru curent continuu.
	DC-5	Motoare serie: pomiri, inversarea sensului, mersul în pași. Deconectarea dinamică a motorului pentru curent continuu

(1) Categoria AC3 poate fi utilizată pentru mersul în pași sau inversarea sensului pentru operații ocazionale de durată limitată cum ar fi asamblarea unei mașini; numărul acestora în timpul acestei perioade limitate nu va depăși normal cinci manevre pe minut sau zece într-o perioadă de 10 minute.

Tab. 35: Diferitele categorii de utilizare ale contactoarelor, în funcție de aplicații - CEI 60947-1.

Cazul particular al demaroarelor și variatoarelor de viteză electronice

Pornirea motoarelor electrice prin conectare direct la rețeaua de distribuție este soluția cea mai răspândită, cea mai economică ca și investiție inițială și de cele mai multe ori cea mai potrivită pentru un mare număr de mașini. În același timp dezavantajele (curent mare la pornire, imposibilitatea controlării accelerației și decelerației și imposibilitatea variației vitezei) pot crea probleme pentru anumite aplicații sau genera incompatibilități și cu operațiile dorite. Demaroarele și variatoarele de viteză electronice (vezi **Fig. 36**) permit evitarea acestor inconveniente. În acest caz protecțiile convenționale descrise mai înainte nu se mai folosesc, aceste funcții fiind implementate electronic.

Pentru buna funcționare a unui circuit de motor coordonarea între toate aparatele trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- releul de suprasarcină trebuie să protejeze intreruptorul automat magnetic în zona de suprasarcină: curba sa trebuie să treacă pe sub curba de rezistență termică a intreruptorului automat,

- și invers, în zonele de scurtcircuit, pentru a proteja releul termic, curba de declansare la scurtcircuit trebuie să treacă pe sub curba de rezistență termică a releului,

- pentru a proteja contactorul, curba sa de rezistență termică trebuie să fie deasupra curbelor de declansare (termică și magnetic) (sau fuzibil,).



Fig. 36: Variator de viteză (ATV71 - Schneider Electric).

De notat ca standardul specifica limita curentilor de test:

- pan la $0,75 I_c$ numai protectia termica trebuie sa functioneze;
- peste $1,25 I_c$ numai protectia la scurtcircuit trebuie sa functioneze.

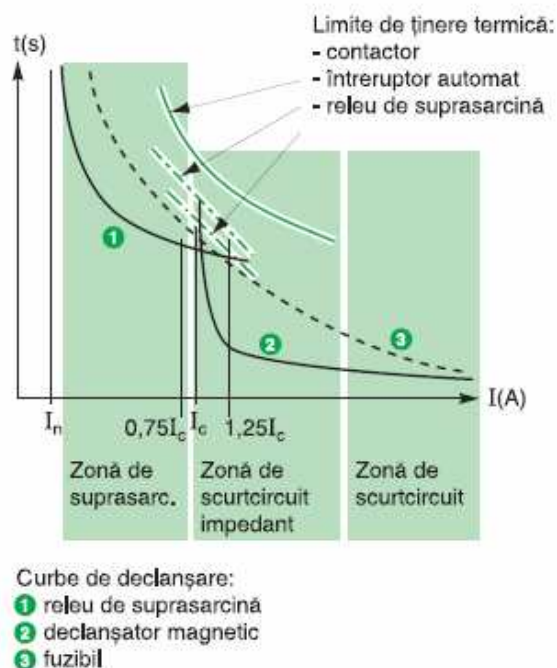


Fig. 40: Principiul coordonării.

6 Concluzii

În orice instalație care include motoare electrice pot apărea diferite tipuri de defecte. Chiar dacă sunt de origine internă motoarelor (scurtcircuit între faze, etc.) sau generate de funcționarea motorului (blocaj rotor, demaraj lung, etc.) sau provocate de sursa de alimentare (supratensiuni, dezechilibre, etc.) efectele lor includ scurtcircuite și/sau supraîncălziri care duc la distrugerea motorului. Pentru evitarea acestor incidente și pentru limitarea consecințelor, toate motoarele trebuie protejate împotriva:

- Scurtcircuitelor: prin fuzibile, întreruptoare automate cu declanșator magnetic, etc;
- Suprasarcinilor: prin relee termice sau electronice, relee multifuncție, etc.

Într-un circuit de alimentare motor aceste elemente sunt asociate unui aparat de separare și unui dispozitiv de comandă. Pentru ca ansamblul să își îndeplinească corect funcția trebuie să existe asigurată coordonarea. Aceasta este dificil de stabilit pentru proiectantul instalației sau al mașinii deoarece trebuie să țină cont nu numai de tipul motorului ci și de modul de funcționare și de caracteristicile instalației.

Pentru a ușura procesul de selecție toți fabricanții importanți de demarare publică tabele de asociere pentru echipamentele de catalog. Numai că înțeleg că, printre care și Schneider Electric, produc aparate care încorporează toate elementele necesare pentru garantarea funcționării corecte a întregii instalații. Astfel specificarea și instalarea aparatelor pentru protecția motoarelor se poate face rapid și corect.

Pornire directa

Acest mod de pornire este cel mai simplu si cel mai economic, dar nu poate fi utilizat decat daca:

- Sarcina permite un cuplur de pornire
- retea permite un curent de pornire care poate fi de pana la 10 ori mai mare decat curentul nominal.

Pornire stea-triunghi

Principiul consta in a porni motorul conectand infasarile in stea la tensiunea rezelei (vezi **Fig. 47**), ceea ce ineamna micorarea tensiunii nominale a motorului conectat in stea de 1.73 ori. Varful de curent la pornire este deci de trei ori mai mic adica $I_p = 1,5$ panã la $3 I_n$. Este un mod de pornire simplu si economic care reduce varful de curent la pornire (vezi **Fig. 48**).

El poate fi utilizat daca:

- Sarcina la pornire este nula sau furnizeaza un cuplu slab care nu depaseste 1/3 din cuplul nominal.
- Reteaua suporta supracurentul la schimbarea conexiunii.

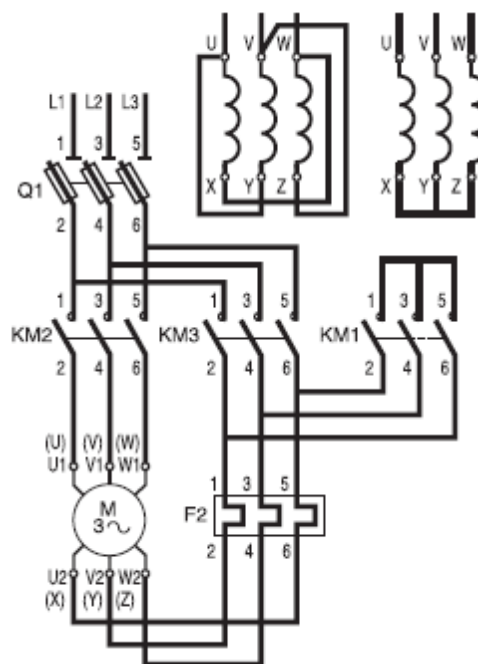
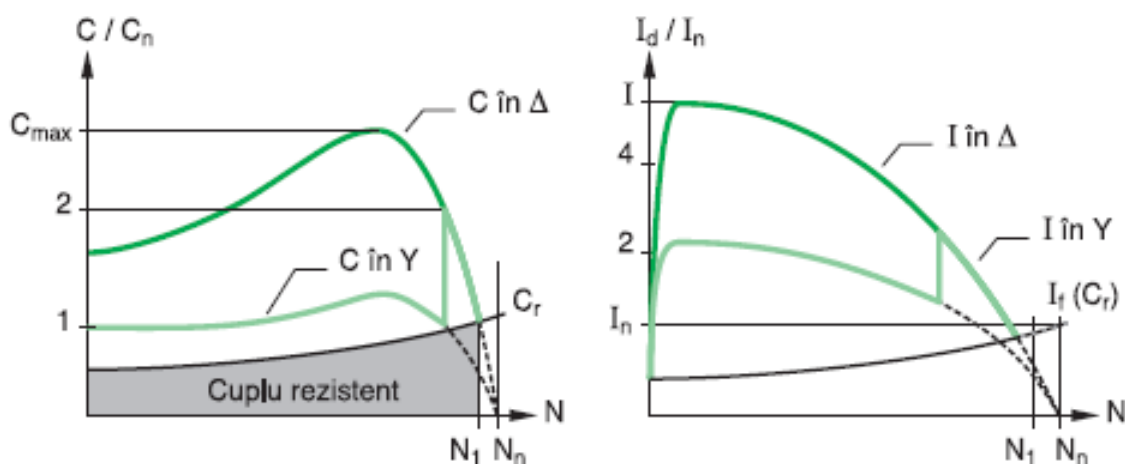


Fig. 47: Schema electrică a unei pomiri stea-triunghi.



Iluminat

Sarcini de tip rezistiv

Lampi fluorescente si echipamentul aferent

Lampi fluorescente tubulare standard

Lampi fluorescente compacte

Lampi fluorescente compacte

Lampi cu descarcari

Puterea ceruta de o instalatie electrica

Puterea instalata

Estimarea cererii maxime de putere aparenta

Coefficientul de utilizare

Coefficientul de simultaneitate

Coefficientul de simultaneitate pentru un bloc de apartamente

Conectarea consumatorului la retea

Componentele tablourilor de distributie

Separarea cablurilor

Verificarea initiala a unei instalatii electrice

Inaintea conectarii unei instalatii electrice noi la retea de alimentare trebuie realizate teste preliminare si inspectii vizuale de catre furnizorul de energie electrica sau de catre agentii sai autorizati. Aceste teste se fac in conformitate cu reglementarile locale (guvernamentale si/sau institutionale) care pot diferi in mare masura de la o tara la alta. Totusi, principiile tuturor acestor reglementari sunt comune si se bazeaza pe indeplinirea riguroasa a conditiilor de siguranta in proiectarea si realizarea instalatiilor electrice. Cei 60364-6-61 si celelalte standarde asociate incluse in acest ghid se bazeaza pe consensul international legat de aceste teste care trebuie sa acopere toate masurile de siguranta si modul de functionare impus, in mod normal, de cladirile rezidentiale, social-culturale, administrative si (in mare parte) cele industriale. Multe ramuri industriale au, totusi, reglementari particulare, proprii, legate de un produs particular (petrol, carbune, gaz natural, etc.). Aceste reglementari particulare nu sunt incluse in acest manual. Testele electrice preliminare si inspectiile vizuale ale instalatiilor electrice din cladiri includ, in mod normal, urmatoarele:

- verificarea rezistentei de izolatiei ale tuturor cablurilor si conductoarelor din instalatia permanenta, intre faze si intre faze si pamant;
- verificarea continuitatii circuitelor de protectie, a conductivitatii electrice conductoarelor, a legaturilor echipotentiale;
- verificarea rezistentei de dispersie a prizei de pamant;
- verificarea functionarii corecte a interblocajelor (daca exista);
- verificarea numarului recomandat de prize pe un circuit;
- verificarea sectiunii tuturor conductoarelor cunoscandu-se valorile curenților de scurtcircuit si tinand cont de dispozitivele de protectie asociate, materialele si modul de pozare (in aer, in tub, etc.);

- verificarea modului de legare la pamant a tuturor partilor metalice expuse;
- verificarea distantelor de izolare in bai, etc.

Aceste teste si verificari sunt de baza (dar nu exhaustive) pentru majoritatea instalatiilor electrice, in timp ce numeroase alte teste si reguli sunt incluse in regulamentele ce se refera la cazurile particulare, de exemplu: sistemele de tratare a neutrilor tn-, tt-, sau it, instalatii avand clasa 2 de izolatie, circuitele de siguranta cu tensiune foarte joasa, zonele speciale, etc. Scopul acestui ghid este sa atraga atentia asupra unor caracteristici principale ale diferitelor tipuri de instalatii si sa indice regulile esentiale care trebuie respectate in scopul obtinerii unui nivel satisfacator de calitate, ceea ce inseamna siguranta si continuitatea in functionare. Metodele recomandate in acest ghid, modificate, daca este necesar pentru a corespunde oricaror cerinte impuse de catre autoritatea locala furnizoare de energie electrica urmaresc satisfacerea tuturor verificarilor ai inspectiilor preliminare.

Verificarea si testarea periodica a unei instalatii

In multe tari instalatiile aferente tuturor cladirilor industriale, socio-administrative si comerciale, impreun cu cele publice trebuie verificate periodic de catre agenti autorizati. **Tablelul a3** arata frecventa recomandata a verificarilor, in conformitate cu tipul de instalatie in cauza.

Tip de instalație		Frecvența verificărilor
Instalații care necesită protecția angajaților	<ul style="list-style-type: none"> ■ zone în care există risc de degradare, de incendiu sau de explozie ■ instalații provizorii sau organizări de șantier ■ zone în care există instalații de MT ■ zone restricționate unde se folosește echipament mobil 	anual
	alte cazuri	la fiecare 3 ani
Instalații în clădiri publice unde este necesară protecția împotriva incendiilor sau a riscului de panică	în funcție de tipul și de capacitatea clădirii	de la 1 la 3 ani
Instalații în clădiri rezidențiale	în conformitate cu reglementările locale	

Tab. A3: Frecvența recomandată a verificărilor pentru o instalație electrică.

Sarcini de tip rezistiv: sisteme de incalzire si lampi cu incandescenta (conventionale sau cu halogen)

Curentul absorbit de sarcini tip aparate de incalzire sau lampi cu incandescenta
Se calculeaza rapid in functie de puterea nominala data de producator ($\cos \phi = 1$)

(vezi **Tab. A5**).

Putere nominală (kW)	Curent nominal (A)			
	monofazat 127 V	monofazat 230 V	trifazat 230 V	trifazat 400 V
0,1	0,79	0,43	0,25	0,14
0,2	1,58	0,87	0,50	0,29
0,5	3,94	2,17	1,26	0,72
1	7,9	4,35	2,51	1,44
1,5	11,8	6,52	3,77	2,17
2	15,8	8,70	5,02	2,89
2,5	19,7	10,9	6,28	3,61
3	23,6	13	7,53	4,33
3,5	27,6	15,2	8,72	5,05
4	31,5	17,4	10	5,77
4,5	35,4	19,6	11,3	6,5
5	39,4	21,7	12,6	7,22
6	47,2	26,1	15,1	8,66
7	55,1	30,4	17,6	10,1
8	63	34,8	20,1	11,5
9	71	39,1	22,6	13
10	79	43,5	25,1	14,4

Tab. A5: Curentul nominal al sistemelor de încălzire rezistive și al lampilor cu incandescență (convenționale sau cu halogen).

Curentul nominal se calculează cu relațiile:

- pentru un sistem trifazat: $I_a = \frac{P_n^{(1)}}{\sqrt{3} U}$
- pentru un sistem monofazat: $I_a = \frac{P_n^{(1)}}{U}$

Unde U este tensiunea de alimentare la bornele echipamentului. Pentru lampile cu incandescența, utilizarea halogenului creează o sursă de lumină mult mai concentrată. Fluxul luminos este superior iar durata de viață a lampii se dublează.

Nota: la conectare, filamentul rece creează un vîrf de curent de valoare foarte mare dar de durată foarte mică.

Lampii fluorescente și echipamentul aferent

Puterea P_n (W) indicată pe lampa fluorescentă nu include și puterea disipată în balast. Curentul absorbit este dat de:

$$I_a = \frac{P_{balast} + P_n}{U \cos \varphi}$$

Unde U este tensiunea de alimentare la bornele echipamentului. Dacă nu este indicată valoarea pierderilor în balast, aceasta se va considera 25% din P_n .

Lampii fluorescente tubulare standard

Avînd (dacă nu este indicat altfel):

- $\cos \varphi = 0,6$ fără condensator pentru compensarea⁽²⁾ factorului de putere (FP);
- $\cos \varphi = 0,86$ cu compensarea⁽²⁾ factorului de putere (FP) (unul sau două tuburi);
- $\cos \varphi = 0,96$ pentru balast electronic.

Daca nu sunt indicate pierderi de putere pentru balast, o valoare de 25% din Pn Poate fi luata in considerare. **Tabelul A6** indica aceste valori pentru diferite tipuri de balast.

Aranjamentul lămpilor, starterelor și balastului	Putere lampă (W) ⁽³⁾	Curent (A) la 230 V			Lung. tub (cm)
		Balast electromagnetic		Balast electronic	
		Fără condens. pentru compensare	Cu condens. pentru compensare		
Un singur tub	18	0,20	0,14	0,10	60
	36	0,33	0,23	0,18	120
	58	0,50	0,36	0,28	150
Două tuburi	2 x 18		0,28	0,18	60
	2 x 36		0,46	0,35	120
	2 x 58		0,72	0,52	150

(3) Puterea în W indicată pe lampă.

Tab. A6: Curentul nominal și puterea consumată de către lămpile fluorescente uzuale (la 230 V, 50 Hz).

Lampii fluorescente compacte

Lampile fluorescente compacte au aceleasi caracteristici in ce priveste durata de viata si economia de energie ca si lampile fluorescente clasice. Ele sunt utilizate in locurile publice permanent iluminate (ex.: holuri, baruri, coridoare de trecere) si pot fi montate in locuri altfel iluminate cu lampi cu incandescenta (vezi

Tab. A7

Tip lampă	Putere lampă (W)	Curent la 230 V (A)
Cu balast separat	10	0,080
	18	0,110
	26	0,150
Cu balast incorporat	8	0,075
	11	0,095
	16	0,125
	21	0,170

Tab. A7: Curentul absorbit și puterea consumată de către lămpile fluorescente compacte (la 230 V, 50 Hz).

Lămpi cu descărcări

Tab. A8 indica curentul nominal al unei lămpi echipate cu aparatul auxiliar. Funcționarea acestor lămpi depinde de descărcarea electrică luminiscentă care are loc într-un gaz sau vaporii unui compus metalic, închis ermetic într-o incintă transparentă, la o presiune prestabilită. Aceste lămpi au un timp de pornire lung în timpul căruia curentul ia este mai mare decât curentul nominal în. Puterea și curentul sunt date pentru diferite tipuri de lămpi (valorile medii tipice pot varia ușor de la un producător la altul).

Tip lampă (W)	Putere cerută (W) la 230 V 400 V	Curent In (A)		Pornire		Eficiență luminoasă (lm/W)	Durată medie de viață (h)	Utilizare
		FP necomp. 230 V 400 V	FP comp. 230 V 400 V	la/In	Perioadă (min.)			
Lămpi cu descărcări în vapori de sodiu de înaltă presiune								
50	60	0,76	0,3	1,4 la 1,6	4 la 6	80 la 120	9000	<ul style="list-style-type: none"> ■ iluminat holuri mari ■ iluminat exterior ■ iluminat public
70	80	1	0,45					
100	115	1,2	0,65					
150	168	1,8	0,85					
250	274	3	1,4					
400	431	4,4	2,2					
1000	1055	10,45	4,9					
Lămpi cu descărcări în vapori de sodiu de joasă presiune								
26	34,5	0,45	0,17	1,1 la 1,3	7 la 15	100 la 200	8000 la 12000	<ul style="list-style-type: none"> ■ iluminat autostrăzi ■ iluminat de siguranță ■ platforme, depozite
36	46,5		0,22					
66	80,5		0,39					
91	105,5		0,49					
131	154		0,69					
Lămpi cu descărcări în vapori de mercur + halogeni metalici								
70	80,5	1	0,40	1,7	3 la 5	70 la 90	6000	<ul style="list-style-type: none"> ■ iluminat suprafețe foarte mari cu ajutorul proiectoarelor (ex.: stadioane, etc.)
150	172	1,80	0,88					
250	276	2,10	1,35					
400	425	3,40	2,15					
1000	1046	8,25	5,30					
2000	2092 2052	16,50 8,60	10,50 6					
Lămpi cu descărcări în vapori de mercur cu substanță fluorescentă (fluorescent bulb)								
50	57	0,6	0,30	1,7 la 2	3 la 6	40 la 60	8000 la 12000	<ul style="list-style-type: none"> ■ ateliere cu plafoane foarte înalte (ex.: holuri, hangare, etc.) ■ iluminat exterior ■ iluminat de intensitate redusă⁽¹⁾
80	90	0,8	0,45					
125	141	1,15	0,70					
250	268	2,15	1,35					
400	421	3,25	2,15					
700	731	5,4	3,85					
1000	1046	8,25	5,30					
2000	2140 2080	15	11 6,1					

(1) Înlocuite cu lămpi cu vapori de sodiu.

Notă: Aceste lămpi sunt sensibile la căderile de tensiune. Ele se sting dacă tensiunea de alimentare scade sub 50% din valoarea nominală și nu se mai reaprind înainte de răcire (aprox. 4 minute).

Notă: Lămpile cu vapori de sodiu de joasă presiune au o eficiență luminoasă superioară altor tipuri de lămpi. Totuși, utilizarea acestui tip de lampă este restricționată întrucât datorită culorii luminii emise, galben-oranj, factorul de redare a culorii este scăzut.

Tab. A8: Curentul absorbit de diferite tipuri de lămpi cu descărcări.

Puterea ceruta de o instalatie electrica

Pentru a proiecta o instalatie electrica, trebuie stabilita sarcina maxima, reala, posibila, care va fi solicitata sistemului de alimentare. A proiecta o instalatie electrica doar pe baza sumei aritmetice a tuturor sarcinilor existente este absolut neeconomic si dovedete o insuficienta practica inginereasca. Scopul acestui capitol este de a arata modul in care pot fi stabiliti coeficientul de simultaneitate (functionarea nesimultana a sarcinilor) si coeficientul de utilizare (de ex. Un motor nu functioneaza, de obicei, la intreaga sa capacitate de incarcare) al tuturor receptorilor existenti. Valorile recomandate se bazeaza pe experienta si pe inregistrari ale consumurilor unor instalatii existente. Suplimentar fata de datele de intreaga instalatie, pentru care se va solicita alimentarea cu energie electrica (din reseaua de distributie, transformator mt/jt sau grup electrogen).

Puterea instalata (kw)

Marcajul majoritatii echipamentelor si aparatelor electrice indica puterea lor nominala (P_n). Puterea instalata este suma puterilor nominale ale sarcinilor din instalatie. In practica, aceasta nu reprezinta totusi, puterea necesara a fi furnizata. Acesta este cazul motoarelor electrice in care puterea nominala se refera la puterea livrata la arborele masinii. Puterea consumata de motor este, evident mai mare. Lampile fluorescente si cu descarcari in vapori de gaze, asociate cu balasturi reprezinta alte cazuri in care puterea nominala indicata pe lampa este mai mica decat puterea consumata de lampa impreuna cu balastul aferent. Cererea de putere (kw) este necesara pentru alegerea puterii nominale a grupului electrogen sau a bateriilor. Pentru o sursa de putere provenita de la reseaua publica de joasa tensiune sau printr-un transformator mt/jt, se vorbeste despre puterea aparent, in kva.

Puterea aparenta instalata (kva)

Puterea aparenta instalata se presupune a fi suma aritmetica a puterilor aparente a sarcinilor. Puterea maxima estimata, in kva, necesara a fi furnizata nu este egala, totusi cu puterea totala instalata, in kva. Puterea aparenta a unei sarcini (care poate fi un singur aparat) se obtine din puterea sa nominala corectata, daca este necesar, asa cum s-a mentionat in cazul se mentioneaza totusi ca, teoretic, totalul puterii aparente, kva nu este suma aritmetica a puterilor individuale calculate, kva (daca nu toate sarcinile au acelasi Factor de putere). Este o practica comuna de a face o simpla suma aritmetica; rezultatul va da o valoare in kva care este superioara valorii reale, reprezentind o "marja de proiectare". Cand nu se cunosc, partial sau total caracteristicile sarcinilor, valorile indicate in **tab. A9** pot fi utilizate pentru a da o valoare estimata aproximativa a puterii aparente cerute, va (sarcinile individuale sunt, in general, prea mici pentru a fi exprimate in kva sau kw). Estimările sarcinilor de iluminat se fac pe baza unitatii de suprafata de 500 m².

Lămpi fluorescente (corectate la $\cos \varphi = 0,86$)		
Tip de aplicație	Putere aparentă estimată (VA/m ²) pentru o lampă fluorescentă cu reflector industrial ⁽¹⁾	Nivel mediu de iluminare (lux = lm/m ²)
Drumuri și autostrăzi, suprafețe de depozitare, lucrări intermitente	7	150
Condiții de lucru speciale: fabricarea și asamblarea pieselor foarte grele	14	300
Activitate de zi cu zi: birouri	24	500
Ateliere de asamblare de înaltă precizie	41	800
Circuite de putere		
Tip de aplicație	Putere estimată (VA/m ²)	
Aer comprimat pentru stații de pompare	3 la 6	
Ventilarea spațiilor	23	
Radiatoare prin convecție:		
■ case	115 la 146	
■ apartamente	90	
Birouri	25	
Dispecerate	50	
Ateliere de asamblare	70	
Ateliere de service auto	300	
Ateliere de pictură	350	
Instalații de tratamente termice	700	

(1) Ex.: Pentru o lampă de 65 W (fără balast), fluxul luminos este de 5100 l_m, eficiența luminoasă a lămpii = 78,5 l_m/W.

Tab. A9: Estimarea puterii aparente instalate.

Estimarea cererii maxime de putere aparenta

Nu toate sarcinile individuale funcționează neapărat la puterea nominală totală și nici în același timp. Coeficienții k_u și k_s permit determinarea cererii reale de putere și putere aparentă în vederea dimensionării instalației.

Coeficientul de utilizare (k_u)

În condiții normale de funcționare, puterea consumată de sarcină este, uneori, mai mică decât cea indicată ca fiind puterea nominală ceea ce justifică aplicarea unui coeficient de utilizare (k_u) pentru estimarea valorii reale. Acest coeficient trebuie aplicat pentru fiecare sarcină, cu o atenție specială în ceea ce privește motoarele electrice care funcționează foarte rar la capacitatea nominală. În instalațiile industriale acest coeficient poate fi estimat, pentru motoare, la cca. 0,75. Pentru lămpile cu incandescență, acest coeficient este totdeauna egal cu 1. Pentru circuitele de priză, acest coeficient depinde în totalitate de tipul de echipament ce este conectat la priză.

Coeficientul de simultaneitate (k_s)

Este cunoscut din practică faptul că sarcinile electrice ale unei instalații electrice nu funcționează niciodată simultan; de aceea, în scop de estimare, este luat totdeauna în

calcul un coeficient de simultaneitate (k_s). Coeficientul de simultaneitate se aplica pentru un grup de sarcini (ex.: alimentate de la aceeași bară de tablou general sau secundar). Valoarea acestui factor este responsabilitatea proiectantului, deoarece impune cunoașterea detaliată a instalației și a condițiilor în care fiecare circuit funcționează. Din acest motiv nu este posibil să se recomande anumite valori pentru aplicații generale.

Coeficientul de simultaneitate pentru un bloc de apartamente

Citeva valori tipice aplicabile pentru consumatori casnici alimentați la 230/400 V (trifazat, 4 conductoare) sunt prezentate în **tab. A10**. În cazul consumatorilor utilizând instalații electrice de încălzit cu acumularea căldurii pentru încălzirea spațiilor, se recomandă un coeficient de simultaneitate de 0,8 indiferent de numărul de consumatori.

Număr de consumatori	Coeficient de simultaneitate (k_s)
2 la 4	1
5 la 9	0,78
10 la 14	0,63
15 la 19	0,53
20 la 24	0,49
25 la 29	0,46
30 la 34	0,44
35 la 39	0,42
40 la 49	0,41
Peste 50	0,40

Tab. A10: Coeficienți de simultaneitate într-un bloc de apartamente.

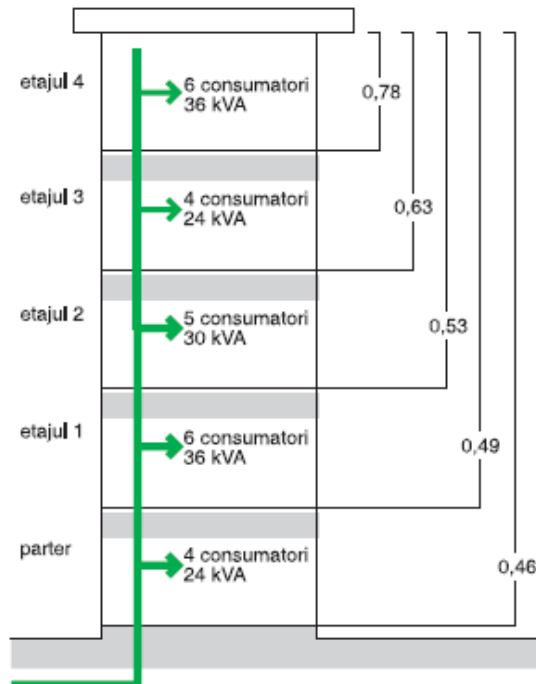


Fig. A11: Aplicarea coeficientului de simultaneitate (k_s) unui bloc de apartamente cu 5 nivele.

Exemplu (vezi Fig. A11):

Pentru un bloc de apartamente de 5 nivele, cu 25 de apartamente, fiecare având o putere instalată de 6 kVA. Puterea instalată totală a clădirii este:

$$36 + 24 + 30 + 36 + 24 = 150 \text{ kVA.}$$

Puterea aparentă necesară clădirii este: $150 \times 0,46 = 69 \text{ kVA.}$

Din Fig. A10 este posibil să se determine valoarea absolută a curentului în diferite secțiuni ale tabloului general care alimentează toate etajele. Referitor la coloanele electrice verticale alimentate de la parter, secțiunea acestora poate fi, evident, redusă de la etajele inferioare către cele superioare.

Aceste schimbări ale secțiunii conductoarelor se realizează, în mod convențional, la un interval de 3 etaje.

În exemplu, curentul coloanei verticale, la nivelul parterului este:

$$\frac{150 \times 0,46 \times 10^3}{400 \sqrt{3}} = 100 \text{ A}$$

Curentul de intrare la nivelul etajului al treilea este:

$$\frac{(36 + 24) \times 0,63 \times 10^3}{400 \sqrt{3}} = 55 \text{ A}$$

Conectarea consumatorului la rețea

În trecut, un cablu de distribuție subteran sau un conductor izolat montat pe perete, provenit de la o linie electrică aeriană avea terminalele în interiorul imobilelor într-o cutie izolată care conținea capetele terminale ale cablurilor, siguranțe fuzibile (inaccesibile consumatorului) și echipamentele pentru măsură. Tendința modernă este ca aceste componente să fie cât mai repede transferate într-un cofret izolat rezistent la intemperii, în exteriorul clădirii. În mod obișnuit, interfața (punctul de separare) dintre furnizorul de energie electrică și consumator este constituită de bornele de ieșire ale sau, în anumite cazuri, la bornele de intrare ale intreruptorului principal (în funcție de particularitățile locale). Autoritatea furnizoare de energie electrică execută conectarea la aceste borne în urma testării și verificării instalației. Un aranjament tipic este prezentat în **fig. C5**

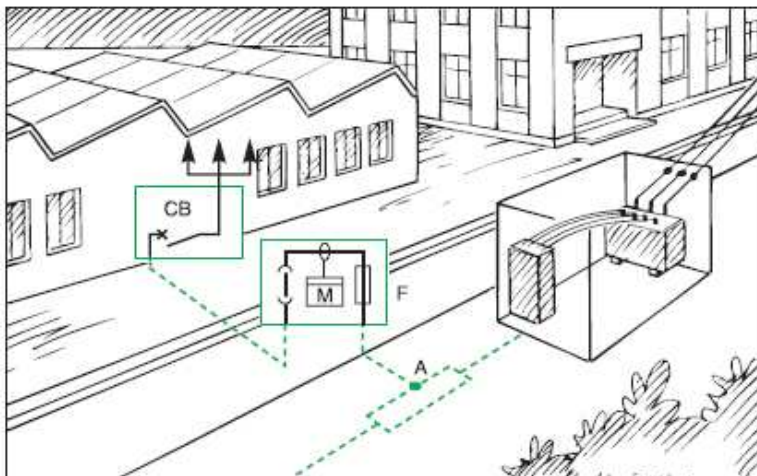
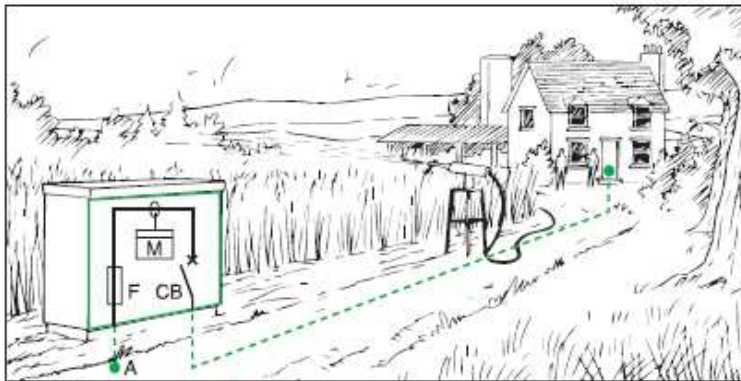


Fig. C5: Branșament tipic pentru sisteme TT de tratare a neutrilor.

Un mccb (întreruptor automat în carcasa turnată) care încorporează un dispozitiv de protecție diferențială reziduală este obligatoriu în amonte unei instalații funcționând în sistem tt un motiv în plus pentru utilizarea mccb este acela că un consumator nu poate depăși sarcina maximă de consum declarată (contractual) deoarece nivelul de reglaj la supra-sarcină, sigilat de furnizorul de energie, va întrerupe alimentarea când consumul depășește valoarea declarată. Conectarea și deconectarea mccb este accesibilă consumatorului; la un defect în instalație sau la o supra-sarcină mccb va declanșa și consumatorul poate restabili în mod rapid alimentarea după înlăturarea defectiunii. Datorită inconvenientelor, atât la citirea aparatelor de măsură cât și pentru consumator, în prezent, acestea se plasează pe domeniul public, după cum urmează:

- într-o cabină independentă, de tipul celei prezentate în **figurile c6 și c7**;
- într-un spațiu din interiorul unei clădiri, dar având intrarea în cablu și fuzibilele De pe partea de alimentare cu energie electrică plasate într-o cutie protejată la Intemperii și accesibilă din domeniul public. Acest lucru este prezentat în **fig. C8**



În acest tip de instalații este adesea necesară plasarea întreruptorului automat principal la oarecare distanță de punctele de utilizare cum ar fi gaterie sau stații de pompare.

Fig. C6: Branșament tipic pentru instalații de tip rural.

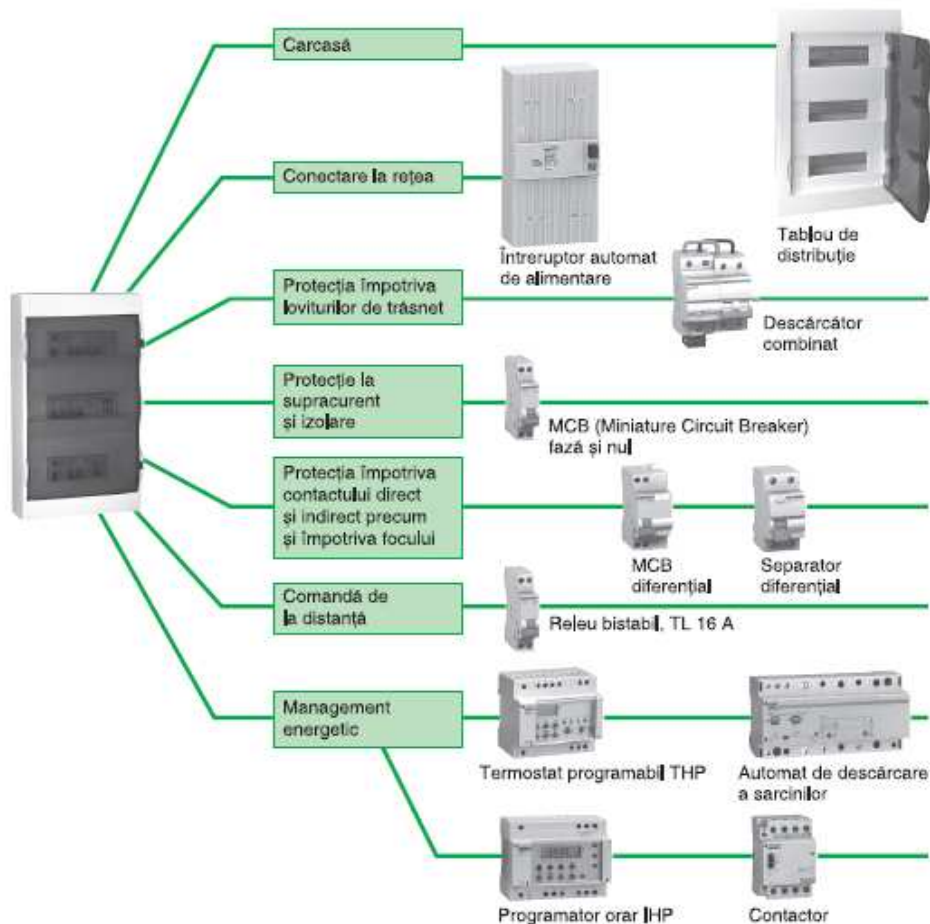


Cablul principal de branșament are terminalele într-un cofret montat aparent sau îngropat în zid, accesibil din domeniul public, care conține fuzibilele necesare pentru izolare. Această metodă este preferată din motive estetice atunci când consumatorul poate oferi un spațiu adecvat pentru măsură și pentru întreruptorul principal.

Fig. C8: Branșament pentru instalații de tip urban.

Componentele tablourilor de distributie

Tablourile de distributie (in general, unul singur in zonele de locuit) includ de obicei aparatul (aparatele) de masura si, in unele cazuri (indeosebi acolo unde autoritatile impun schematt si/sau conditii de tarifare care limiteaza consumul de curent la o valoare maxima permisa) un intreruptor automat cu protectie diferentiala, care include un declansator de supracurent. Acest intreruptor automat este accesibil pentru manevre si consumatorului.



Separarea cablurilor

Separarea fizică a cablurilor de curenti tari si slabi este foarte importanta din punct de vedere al emc, in mod deosebit daca cablurile de curenti slabi nu sunt ecranate sau daca ecranul acestora nu este conectat la partile conductoare accesibile. Sensibilitatea echipamentelor electronice este in mare masura determinata de sistemul de cabluri care le conecteaza. Daca nu exista nici o separare (diferite tipuri de cabluri instalate in canale de cabluri separate, distante minime intre cablurile de curenti tari si slabi, tipuri de canale de cabluri, etc.), influenta electromagnetica este la valoarea maxima. In aceste conditii, echipamentele electronice sunt sensibile la perturbatiile electromagnetice prin cablurile respective. Utilizarea sistemelor de bare capsulate precum canalis sau a ghenelor de cabluri in cazul puterilor mari este puternic recomandata. Nivelul cempului magnetic radiant, utilizand aceste tipuri de sisteme de transport este de cca. 10 - 20 de ori mai mic decat in cazul cablurilor sau conductoarelor standard. Recomandarile din sectiunile "instalarea cablurilor" si "recomandari de conexiuni" trebuie luate in considerare.

Ce este o supratensiune tranzitorie?

Cele patru tipuri de supratensiuni tranzitorii

Supratensiuni tranzitorii de origine atmosferica

Riscul unei lovituri de trasnet: cateva cifre

Efectele trasnetului

Supratensiuni tranzitorii de comutatie

Supratensiuni tranzitorii cauzate de descarcari electrostatice

Dispozitive de protectie impotriva supratensiunilor

Dispozitive de protectie primara (protectia instalatiilor Impotriva trasnetului

Conductorul paratrasnet

Dispozitive de protectie secundara

Descrierea unui descarcator

Energia reactiva si factorul de putere

Natura energiei reactive

Factorul de putere

Definitia factorului de putere

Reducerea costului energiei

Reducerea caderii de tensiune

Cresterea puterii disponibile

Cum sa imbunatam factorul de putere?

Ce este o supratensiune tranzitorie?

O supratensiune tranzitorie este un impuls de tensiune sau o unda care este Suprapusa tensiunii nominale a retelei (vezi Fig. J1).

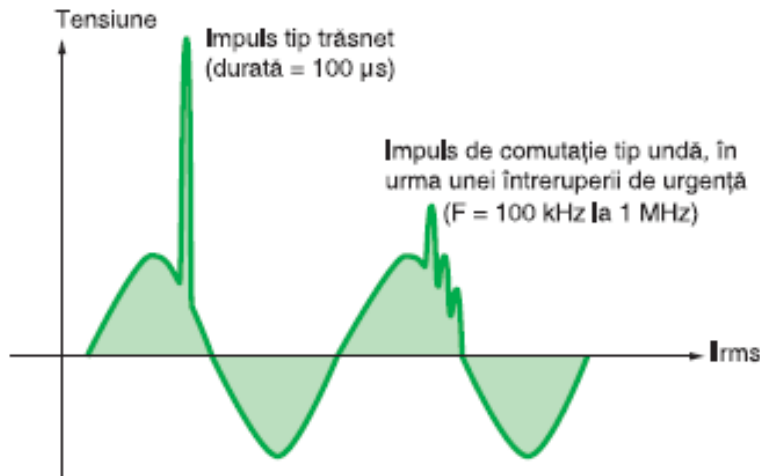


Fig. J1: Exemple de supratensiuni tranzitorii.

Cele patru tipuri de supratensiuni tranzitorii

Exista patru tipuri de supratensiuni tranzitorii care pot perturba instalatiile electrice si consumatorii alimentati din acestea:

- supratensiuni tranzitorii de origine atmosferica;
- supratensiuni tranzitorii de comutatie;
- supratensiuni tranzitorii de frecventa industrială;
- supratensiuni tranzitorii cauzate de descarcari electrostatice.

Supratensiuni tranzitorii de origine atmosferica

Riscul unei lovituri de trasnet: cateva cifre

În fiecare zi între 2000 și 5000 de furtuni se formează pe planeta noastră. Aceste furtuni sunt însoțite de trăsnete care constituie un risc serios pentru oameni și echipamente. Lovituri de trăsnet ating pământul cu o rată de 30 până la 100 lovituri pe secundă. Anual aceasta înseamnă 3 mii de miliarde de lovituri de trăsnet.

Efectele trăsnetului

Curentul unui trăsnet este deci un curent electric de înaltă frecvență. La fel ca și efectele provocate de o inducție puternică sau de alte supratensiuni tranzitorii, el provoacă aceleași efecte asupra unui conductor ca și orice alt curent de joasă frecvență:

- efecte termice: topire la locul impactului și efectul joule datorat circulației de curent care provoacă incendii.
- efecte electrodinamice: când curentul de trăsnet circulă printr-un conductor paralel cu alte conductoare poate provoca atragere sau respingere între conductoare, adică deformări mecanice sau rușeri ale acestora.

Efectul de combustie: trăsnetul provoacă dilatarea aerului în canalul de arc implicând suprapresiuni pe o distanță de zeci de metri. Suflul poate sparge geamuri sau proiecta oameni și animale la câțiva metri

fata de locatia initiala. La reintoarcerea aerului in canalul de arc, unda de soc se transforma intr-o unda sonora: tunetul.

- supratensiunile tranzitorii circula dupa impact pe retelele electrice sau pe retelele telefonice aeriene.
- supratensiunile induse de efectul radiatiei electromagnetice a canalului de arc de trasnet, care actioneaza ca o antena peste cativa kilometri, si care reprezinta un impuls de curent considerabil. Ridicarea potentialului pamantului la circulatia curentului de trasnet in pamant. Aceasta explica loviturile indirecte ale trasnetului prin tensiunea de pas si distrugerea echipamentelor.

Supratensiuni tranzitorii de comutatie

O schimbare brusca in conditiile de functionare ale unei retele electrice va provoca aparitia unor fenomene tranzitorii. Acestea sunt in general unde de tensiune de inalta frecventa sau amortizate (vezi **fig. J1**). Acestea au un front lent; frecventa lor variaza de la zeci la sute de kilohertzi. Supratensiunile tranzitorii de comutatie sunt provocate de: n impulsuri de tensiune la deconectarea aparaturii de comutatie (fuzibile, intreruptoare automate), datorita functionarii dispozitivelor de protectie, sau de deschiderea si inchiderea aparatajului de comanda (relee, contactori); n impulsuri de tensiune de la circuite inductive provocate de motoare la pornire sau oprire sau conectarea si deconectarea transformatoarelor in posturile de transformare mt/jt; impulsuri de tensiune la conectarea unei baterii de condensatoare la retea; n toate dispozitivele care contin o bobina, un condensator sau un transformator, conectate la alimentarea cu energie electrica: relee, contactoare, televizoare, imprimante, computere, cuptoare electrice, filtre, etc.

Aceste supratensiuni au aceeasi frecventa ca si reseaua (50, 60 sau 400 hz): supratensiuni cauzate de defecte de izolatie faza/carcasa sau faza/pamant in retelele cu neutrul izolat sau tratat prin impedanta sau prin intreruperea conductorului neutru. Cand aceasta se intampla, aparatele monofazice pot primi in loc de 230 v, pana la 400v sau pentru medie tensiune tensiunea poate creste cu pana la $\sqrt{3}$; supratensiuni cauzate de avarii, de exemplu un conductor de medie tensiune cazut peste unul de joasa tensiune

Supratensiuni tranzitorii cauzate de descarcari electrostatice

Într-un mediu uscat, sarcinile acumulate creaza un camp electrostatic foarte puternic. De exemplu o persoana mergand pe un covor cu incaltaminte electroizolanta se va incarca cu o sarcina la o tensiune de cativa kilovolti. Daca persoana se apropie de un obiect conductor, va transmite o descarcare electrica de cativa amperi cu un front de unda de cateva nanosecunde. Daca avem de-a face cu un obiect continand electronica sau circuite imprimate neprotejate acestea pot fi distruse.

Dispozitive de protectie impotriva supratensiunilor

Doua tipuri majore de dispozitive sunt utilizate pentru suprimarea sau limitarea Supratensiunilor: ele sunt denumite dispozitive de protectie primara si dispozitive de protectie secundara.

Dispozitive de protectie primara (protectia instalatiilor Impotriva trasnetului

Scopul dispozitivelor de protectie primara este protectia instalatiilor impotriva loviturilor directe ale trasnetului. Ele capteaza si conduc curentul de trasnet la pamant. Principiul este bazat pe aria de protectie determinata de o structura care este mai inalta decat restul. Acelasi principiu se aplica pentru un stalp, cladire sau structura metalica inalta. Exista trei tipuri de protectie primara: conductor

paratrasnet franklin, care este cel mai vechi si mai bine cunoscut dispozitiv de protectie impotriva trasnetului;

- conductive aeriene orizontale;
- zabrele metalice sau cusca Faraday.

Conductorul paratrasnet

Conductorul paratrasnet vergea metalica plasata In unei cladiri. Ea este pamant prin intermediul mai multor conductoare platbanda de cupru) (vezi

Dispozitive de protectie secundara (protectia instalatiilor interioare trasnetului)

Acestea trateaza efectele supratensiunilor atmosferice, de comutatie frecventa industriala. Ele clasificate dupa felul In conectate in instalatii: In paralel.

Descrierea unui descarcator

Un descarcator este un dispozitiv care limiteaza supratensiunile tranzitorii Si conduce Curentii la pamant pentru a reduce amplitudinea supratensiunilor la o valoare Nepericuloasa pentru instalatiile Si echipamentele electrice. Descarcatorii contin Componente neliniare cum ar fi de exemplu varistorii. Descarcatorii elimina supratensiunile propagate: In modul obisnuit: faza/pamant sau neutru/pamant; In modul diferential: faza/neutru. Cand tensiunea depaseste pragul U_c , descarcatorul conduce energia spre pamant in modul comun. În modul diferential energia este directionata catre un alt dispozitiv conductor. Descarcatoarele au o protectie termica interna, care protejaza impotriva aprinderii la sfarsitul perioadei de viata. Gradual, de-a lungul functionarii normale, dupa cateva cicluri de functionare, descarcatorul se degradeaza si se transforma intr-un dispozitiv conductor. Un indicator inclus informeaza utilizatorul despre apropierea sfarsitului ciclului de exploatare. Anumiti descarcatori transmit aceste informatii la distanta. Protectia impotriva scurtcircuitelor este asigurata de catre intreruptorul automat extern.

Energia reactiva si factorul de putere

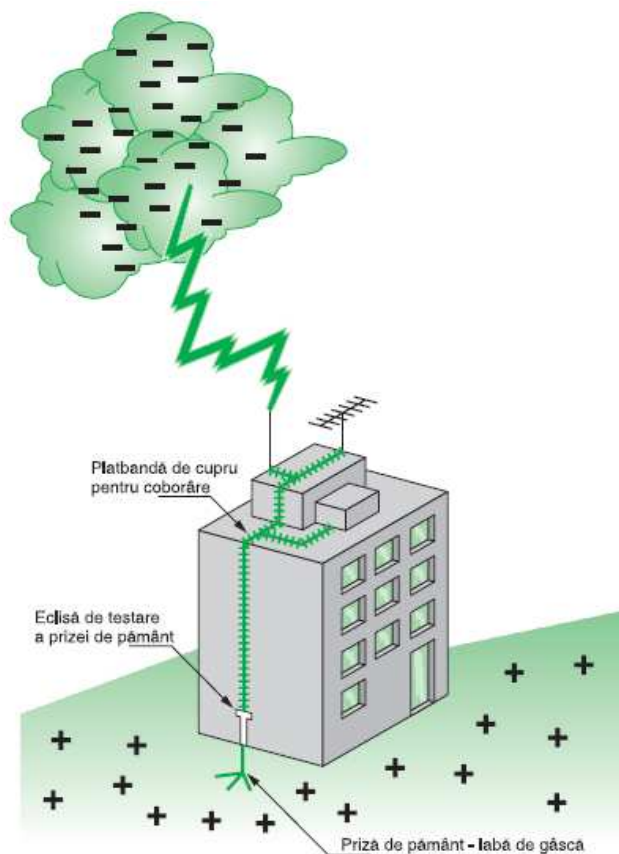


Fig. J8: Exemplu de protecție utilizând conductorul paratrasnet Franklin.

este o varful legata la unuia sau (adesea Fig.J8).

mpotriva

tranzitorii sau de pot fi care sunt serie sau

Natura energiei reactive

Orice masina sau dispozitiv inductiv (adica electromagnetic) care este alimentat in curent alternativ transforma energia electrica primita de la sistemul de alimentare in lucru mecanic si caldura. Aceasta energie este masurata cu contorul de energie activa (in kwh) si este denumita energie activa. În scopul realizarii acestei conversii se produc campuri magnetice in masini si aceste campuri sunt asociate cu o alta forma de energie preluata din sistemul de alimentare, numita energie reactiva. Aceasta se datoreaza faptului ca dispozitivul inductiv absoarbe ciclic energie de la sistemul de alimentare (in timpul crearii campului magnetic) si reinjecteaza aceasta energie in sistem (in timpul anularii campului magnetic) de doua ori in fiecare perioada a curentului alternativ de alimentare.

Efectul, asupra rotorului generatorului, este de a-l incetini pe durata unei parti a perioadei si de a-l accelera in timpul celeilalte parti. Acest cuplu pulsant este strict valabil numai pentru alternatoarele monofazate. Pentru alternatoarele trifazate efectul este anulat mutual in cele trei faze deoarece, la orice moment energia reactiva de alimentare in una (sau doua) faze este egala cu energia reactiva returnata in celelalte doua (sau una) faze in cazul unui sistem echilibrat. Rezultatul este o sarcina medie nula asupra generatorului, adica componenta reactiva a curentului nu absoarbe putere de la retea. Un fenomen similar se intampla cu elementele capacitive dintr-un sistem de alimentare, precum capacitatea cablurilor sau bateriile de condensatoare de putere, etc. În acest caz, energia este inmagazinata electrostatic.

Încarcarea si descarcarea ciclica a capacitatii actioneaza asupra generatorului din sistem in acelasi mod in care a fost descris anterior (cazul inductiv), dar circulatia curentului, catre si de la capacitati fiind in opozitie de faza fata de cel din cazul unei inductante. Pe aceste consideratii se bazeaza schemele de compensare a energiei reactive (si imbunatatire a factorului de putere). Ar trebui retinut ca in timp ce componenta reactiva a curentului de sarcina nu absoarbe putere de la sistem, ea cauzeaza pierderi de energie in sistemele de transport si distributie a energiei prin incalzirea conductorilor. Practic, in sistemele de alimentare componentele reactive ale curentilor de sarcina au caracter predominant inductiv si impedantele sistemelor de transport si distributie sunt predominant capacitive. Combinatia curent inductiv trecand prin reactanta inductiva produce cele mai neplacute conditii de cadere de tensiune (adica opozitie directa de faza fata de tensiunea sistemului). Pentru aceste motive (pierderi de putere la transportul energiei electrice si caderi de tensiune) este necesara reducerea curentului inductiv pe cat posibil. Curentul capacitiv are efect invers asupra nivelului de tensiune si produce o crestere de tensiune in sistemul de alimentare. Puterea (kw) asociata cu energia "activa" este notata cu p . Puterea reactiva (kvar) este notata cu q . Puterea reactiva inductiva este conventional pozitiva (+ q) iar cea reactiva capacitiva este considerata negativa (- q).

Fig. L1 arata ca puterea aparenta s este suma vectoriala a puterilor activa si reactiva.

Paragraful 1.3 da relatia intre p , q si s , unde s este puterea aparenta in kva.

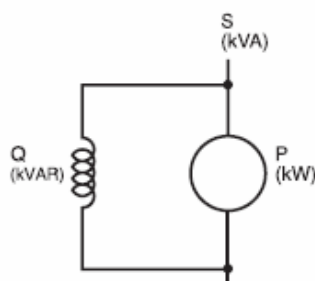


Fig. L1: Un motor electric absoarbe de la retea putere activă P și putere reactivă Q .

Factorul de putere

Definitia factorului de putere

Factorul de putere al sarcini, care poate unul sau mai multi consumatori (sau chiar instalatie) este dat de p/s , adica kw/kva , la un dat. Factorul de putere in intervalul 0 la 1. curentii si tensiunile au unda perfect sinusoidale factorul de putere este $\cos \varphi$. Un factor de apropiat de 1 inseamna energia reactiva este comparatie cu energia timp ce o valoare mica a factorului de putere indica conditii contrare primei situatii

Diagrama vectoriala a puterilor

- Puterea activă P (în kW):
 - monofazat (o fază și neutru): $P = VI \cos \varphi$,
 - monofazat (fază și fază): $P = UI \cos \varphi$,
 - trifazat (trei faze sau trei faze și neutru): $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$;
 - Puterea reactivă Q (în kVAR):
 - monofazat (o faza și neutru): $Q = VI \sin \varphi$,
 - monofazat (faza și fază): $Q = UI \sin \varphi$,
 - trifazat (trei faze sau trei faze și neutru): $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$;
 - Puterea aparentă S (în kVA):
 - monofazat (o fază și neutru): $S = VI$,
 - monofazat (fază și fază): $S = UI$,
 - trifazat (trei faze sau trei faze și neutru): $S = \sqrt{3}UI$.
- unde:
- V = tensiunea între fază și neutru
 - U = tensiunea între faze
 - I = curentul în circuit
 - φ = defazajul între V și I
- pentru sisteme echilibrate sau aproape echilibrate în cazul trei faze și neutru.

unei
consta in
o intreaga
raportul
moment
ia valori
Daca
forme de
atunci
egal cu
putere
ca
mica in
activa in

Diagrama “vectoriala” a puterii este un artificiu util derivat direct din diagramele de curenti si tensiuni dupa cum urmeaza: tensiunile sistemului sunt luate ca marimi de referinta, iar in cazul sistemului trifazic cu sarcina echilibrata, din motive de simetrie, ne vom referi numai la o singura faza. Faza de referinta are tensiunea (v) dupa directia orizontala si curentul (i) al acelei faze va fi practic intarziat fata de tensiune cu un unghi φ pentru orice sarcina. Componenta curentului i care este in faza cu v este componenta activa si este egala cu $i \cos \varphi$, in timp ce $v i \cos \varphi$ este puterea activa (in kw), daca v este masurat in kv.

Componenta lui i , defazata cu 90 de grade in urma tensiunii v , este componenta reactiva si este egala cu $i \sin \varphi$, iar $v i \sin \varphi$ este puterea reactiva (in kvar) din circuit, daca v este masurat in kv. Daca vectorul i este multiplicat cu v , exprimat in kv, atunci $v i$ este egala cu puterea aparenta din circuit, masurata in kva. Formula obtinuta este: $s^2 = p^2 + q^2$.

Valorile de mai sus exprimate in kw, kvar, kva asociate unei faze, multiplicata cu trei, reprezinta puterile activa, reactiva si aparenta precum si factorul de putere pentru un sistem trifazat, asa cum se vede in **figura 13**.

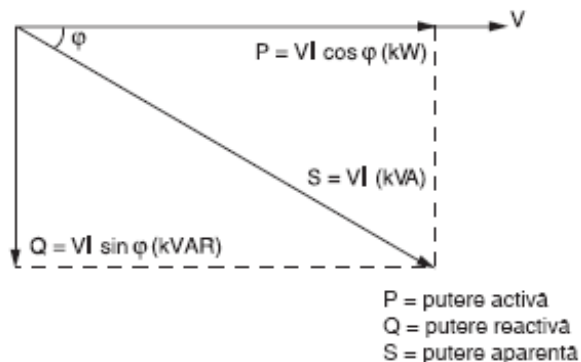


Fig. L3: Diagrama de puteri.

1.4 Valori practice ale factorului de putere

Calculul exemplului trifazat de mai sus este următorul:

P_n = puterea nominală = 51 kW

P = puterea activă consumată

$$P = \frac{P_n}{\rho} = \frac{51}{0,91} = 56 \text{ kW}$$

S = puterea aparentă

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{56}{0,86} = 65 \text{ kVA}$$

Așa că utilizând diagrama din **Fig. L5** sau utilizând un minicalculator, aflăm valoarea $\tan \varphi$ corespunzătoare unui $\cos \varphi$ de 0,86 adică 0,59.

$Q = P \tan \varphi = 56 \times 0,59 = 33 \text{ kVAR}$ (vezi **Tab. L15**).

Sau, folosind teorema lui Pitagora:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{65^2 - 56^2} = 33 \text{ kVAR}$$

Echipamente și aplicații	$\cos \varphi$	$\tan \varphi$
■ Motor cu inducție încărcat la		
0%	0,17	5,80
25%	0,55	1,52
50%	0,73	0,94
75%	0,80	0,75
100%	0,85	0,62
■ Lămpi cu incandescență	1,0	0
■ Lămpi fluorescente (necompensate)	0,5	1,73
■ Lămpi fluorescente (compensate)	0,93	0,39
■ Lămpi cu descărcare	0,4 la 0,6	2,29 la 1,33
■ Cuptoare cu elemente rezistive	1,0	0
■ Cuptoare cu inducție (compensate)	0,85	0,62
■ Cuptoare de tip dielectric	0,85	0,62
■ Mașini de lipit rezistive	0,8 la 0,9	0,75 la 0,48
■ Aparate de sudură monofazice	0,5	1,73
■ Echipament de sudură	0,7 la 0,9	1,02 la 0,48
■ Echipament de sudură în c.c.	0,7 la 0,8	1,02 la 0,75
■ Cuptor cu arc	0,8	0,75

Reducerea costului energiei

Managementul bun al consumului de energie reactiva aduce importante avantaje economice. Aceste consideratii sunt bazate pe structura actuala de tarife aplicate in mod curent in europa, destinate sa incurajeze beneficiarii sa micsoreze consumul de energie reactiva. Instalarea condensatoarelor de compensare a energiei reactive la consumatori permite reducerea notelor de plata la electricitate prin mentinerea consumului de putere reactiva sub o anumita valoare, agreata prin contractul cu furnizorul de energie.

În acest tip de tarif, energia reactiva este platita conform criteriului lui $\tan \phi$. $\tan \phi = \frac{Q}{P}$ (kvarh)/q (kvarh)

La consumator distribuitorul de energie livreaza energie reactiva gratis, pana:

la nivelul de 40% din energia activa ($\tan \phi = 0,4$) pentru un interval de 16 ore pe zi (de la 6:00 la 22:00) in timpul perioadelor celor mai solicitante (de obicei iarna); fara limita in perioada de solicitare redusa iarna, si in timpul primaverii si verii. Pe durata perioadelor de limitare, consumul de energie reactiva care depaseste 40% din energia activa este platit lunar la cursul curent.

Astfel cantitatea de energie reactiva de plata in aceste perioade va fi kvarh (de platit) = kwh ($\tan \phi > 0,4$) unde: kwh este energia activa consumata in perioada de limitare, kvarh este energia reactiva totala in perioada de limitare, 0,4 kwh este cantitatea de energie reactiva livrata gratis in perioada de limitare. $\tan \phi = 0,4$ corespunde unui factor de putere $\cos \phi = 0,93$ asa ca pentru a nu plati

Energie reactiva este suficient ca in perioadele de limitare, $\cos \phi$ sa nu scada sub 0,93.

În fata avantajelor notelor de plata scazute consumatorul trebuie sa puna in balanta

Costul achizitionarii, instalarii si utilizarii condensatoarelor de compensare a energiei

Reactive, aparaturii de protectie si comanda, intreruptorului automat impreuna, cu

Consumul suplimentar de kwh datorat pierderilor in dielectricul condensatoarelor, etc..

Este posibil sa fie mai economic sa se faca compensarea numai partial si ca plata

Unei parti din energia reactiva sa fie mai avantajoasa decat o compensare de 100%.

În general, corectia factorului de putere este o problema de optimizare, cu exceptia unor cazuri foarte simple. Pierderile in cabluri sunt proportionale cu patratul curentului si sunt masurate cu kwh-metrul.

Reducerea curentului intr-un conductor cu 10% de exemplu, duce la scaderea pierderilor cu circa 20%

Reducerea caderii de tensiune

Condensatoarele montate pentru compensarea energiei reactive reduc sau chiar

anuleaza curentul reactiv inductiv In conductorii din amonte, reducand astfel sau chiar eliminand caderile de tensiune.

Nota: supracompensarea produce o crestere a tensiunii pe condensator.

Cresterea puterii disponibile

În imbunatatirea factorului de putere al unei sarcini alimentata de la un transformator

Curentul prin transformator se va reduce, permitand astfel adaugarea unor alte sarcini. În practica,

poate fi mai avantajos sa imbunatatesti factorul de putere (I) decat sa inlocuiesti transformatorul cu unul mai mare.

Cum sa imbunatetim factorul de putere?

O sarcina inductiva cu factor de putere mic face sa apara in generator si in sistemele de

transport/distributie un curent reactiv (defazat cu 90° in urma tensiunii) insotit de pierderi de putere si

caderi de tensiune, dupa cum s-a aratat in subcapitolul 1.1. Daca se adauga sarcinii o baterie de condensatoare in paralel, curentul reactiv capacitiv al acesteia va urma acelasi traseu in circuit ca si curentul reactiv existent anterior. Deoarece, conform paragrafului 1.1, acest curent capacitiv i_c (care prezinta un defazaj de 90° , inaintea tensiunii) este in opozitie de faza cu curentul reactiv anterior (i_l), iar ambii curenti circula pe acelasi traseu, acestia se pot anula reciproc. Daca bateria de condensatoare este suficient de mare, se poate ca $i_c = i_l$ si deci sa nu mai existe curent reactiv in circuitul din amonte de condensatoare. Aceasta se observa in **fig. L8 (a)** si **(b)** care prezinta numai curenti reactivi.

În aceasta figura:

R reprezinta elementele de putere activa ale sarcinii

L reprezinta elementele de putere reactiva (inductiva) ale sarcinii

C reprezinta elementele cu putere reactiva (capacitiva) din echipamentul de corectie a factorului de putere (adica condensatori).

Din diagrama **(b)** a **fig. L8** se observa ca bateria de condensatoare c alimenteaza tot curentul reactiv solicitat de sarcina. Din acest motiv condensatoarele sunt denumite uneori generatoare de putere reactiva in avans. În diagrama **(c)** a **fig. L8** este adaugata componenta activa a curentului si se vede ca la o compensare totala sarcina apare ca un sistem rezistiv, deci cu un factor de putere 1.

În general nu este economic sa se compenseze total o instalatie electrica. **Figura 19** foloseste diagrama prezentata in subcapitolul 1.3 (vezi **fig. L3**) pentru a ilustra principiul compensarii parțiale a puterii reactive de la valoarea q la q' folosind o baterie de condensatoare de putere q_c . Puterea aparenta initiala s se reduce la s' .

Exemplu:

Un motor consuma 100 kw la $\cos \varphi = 0,75$ (adica $\tan \varphi = 0,88$). Pentru a mari $\cos \varphi$ la 0,93 (adica $\tan \varphi = 0,4$) este necesara o baterie de condensatoare cu puterea reactiva: $q_c = 100 (0,88 - 0,4) = 48$ kvar.

Alegerea nivelului de compensare si a calculului parametrilor pentru bateria de condensatoare depind de instalatie. Factorii care cer atentie sunt explicati in subcapitolele 5 (generalitati), 6 si 7 (transformatoare si motoare).

Nota: înainte de abordarea proiectului de compensare trebuie luate anumite precautii. În particular, supradimensionarea motoarelor ar trebui evitata, de asemenea functionarea in gol a acestora. În cazul mersului in gol factorul de putere este foarte redus, ($\approx 0,17$) pentru ca puterea activa absorbita de motor este foarte mica.

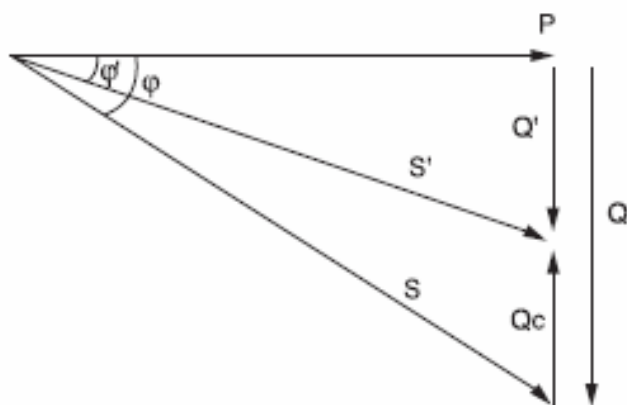


Fig. L9: Diagramă exemplificând principiul compensării

$$Q_c = P (\tan \varphi - \tan \varphi').$$

Ce este o supratensiune tranzitorie?

Cele patru tipuri de supratensiuni tranzitorii

Supratensiuni tranzitorii de origine atmosferica

Riscul unei lovituri de trasnet: cateva cifre

Efectele trasnetului

Supratensiuni tranzitorii de comutatie

Supratensiuni tranzitorii cauzate de descarcari electrostatice

Dispozitive de protectie impotriva supratensiunilor

Dispozitive de protectie primara (protectia instalatiilor Impotriva trasnetului

Conductorul paratrasnet

Dispozitive de protectie secundara

Descrierea unui descarcator

Energia reactiva si factorul de putere

Natura energiei reactive

Factorul de putere

Definitia factorului de putere

Reducerea costului energiei

Reducerea caderii de tensiune

Cresterea puterii disponibile

Cum sa imbunatatim factorul de putere?

Ce este o supratensiune tranzitorie?

O supratensiune tranzitorie este un impuls de tensiune sau o unda care este Suprapusa tensiunii nominale a rețelei (vezi Fig. J1).

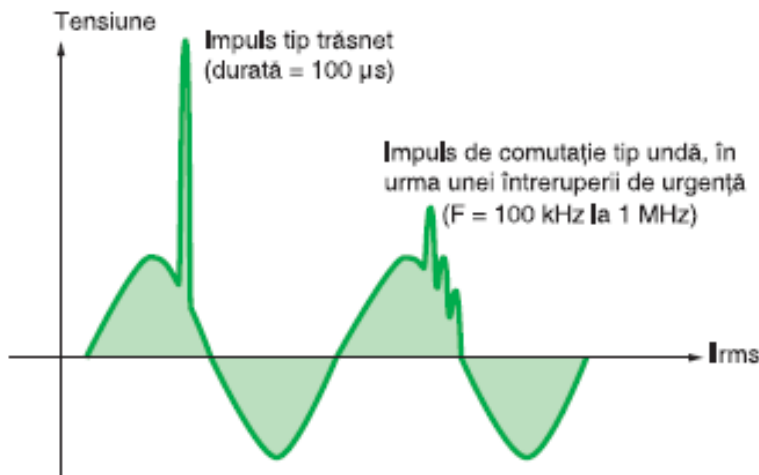


Fig. J1: Exemple de supratensiuni tranzitorii.

Cele patru tipuri de supratensiuni tranzitorii

Exista patru tipuri de supratensiuni tranzitorii care pot perturba instalatiile electrice si consumatorii alimentati din acestea:

- supratensiuni tranzitorii de origine atmosferica;
- supratensiuni tranzitorii de comutatie;
- supratensiuni tranzitorii de frecventa industrială;
- supratensiuni tranzitorii cauzate de descarcari electrostatice.

Supratensiuni tranzitorii de origine atmosferica

Riscul unei lovituri de trasnet: cateva cifre

În fiecare zi între 2000 și 5000 de furtuni se formează pe planeta noastră. Aceste furtuni sunt însoțite de trăsnete care constituie un risc serios pentru oameni și echipamente. Lovituri de trăsnet ating pământul cu o rată de 30 până la 100 lovituri pe secundă. Anual aceasta înseamnă 3 mii de miliarde de lovituri de trăsnet.

Efectele trăsnetului

Curentul unui trăsnet este deci un curent electric de înaltă frecvență. La fel ca și efectele provocate de o inducție puternică sau de alte supratensiuni tranzitorii, el provoacă aceleași efecte asupra unui conductor ca și orice alt curent de joasă frecvență:

-efecte termice: topire la locul impactului și efectul joule datorat circulației de curent care provoacă incendii.

- efecte electrodinamice: cand curentul de trasnet circula printr-un conductor paralel cu alte conductoare poate provoca atragere sau respingere intre conductoare, adica deformatii mecanice sau ruperi ale acestora.

Efectul de combustie: trasnetul provoaca dilatarea aerului in canalul de arc implicand suprapresiuni pe o distanta de zeci de metri. Suflul poate sparge geamuri sau proiecta oameni si animale la cativa metri fata de locatia initiala. La reintoarcerea aerului in canalul de arc, unda de soc se transforma intr-o unda sonora: tunetul.

- supratensiunile tranzitorii circula dupa impact pe retelele electrice sau pe retelele telefonice aeriene.
- supratensiunile induse de efectul radiatiei electromagnetice a canalului de arc de trasnet, care actioneaza ca o antena peste cativa kilometri, si care reprezinta un impuls de curent considerabil. Ridicarea potentialului pamantului la circulatia curentului de trasnet in pamant. Aceasta explica loviturile indirecte ale trasnetului prin tensiunea de pas si distrugerea echipamentelor.

Supratensiuni tranzitorii de comutatie

O schimbare brusca in conditiile de functionare ale unei retele electrice va provoca aparitia unor fenomene tranzitorii. Acestea sunt in general unde de tensiune de inalta frecventa sau amortizate (vezi **fig. J1**). Acestea au un front lent; frecventa lor variaza de la zeci la sute de kilohertzi. Supratensiunile tranzitorii de comutatie sunt provocate de: n impulsuri de tensiune la deconectarea aparaturii de comutatie (fuzibile, intreruptoare automate), datorita functionarii dispozitivelor de protectie, sau de deschiderea si inchiderea aparatajului de comanda (relee, contactori); n impulsuri de tensiune de la circuite inductive provocate de motoare la pornire sau oprire sau conectarea si deconectarea transformatoarelor in posturile de transformare mt/jt; impulsuri de tensiune la conectarea unei baterii de condensatoare la retea; n toate dispozitivele care contin o bobina, un condensator sau un transformator, conectate la alimentarea cu energie electrica: relee, contactoare, televizoare, imprimante, computere, cuptoare electrice, filtre, etc.

Aceste supratensiuni au aceeasi frecventa ca si reseaua (50, 60 sau 400 hz): supratensiuni cauzate de defecte de izolatie faza/carcasa sau faza/pamant in retelele cu neutrul izolat sau tratat prin impedanta sau prin intreruperea conductorului neutru. Cand aceasta se intampla, aparatele monofazice pot primi in loc de 230 v, pana la 400v sau pentru medie tensiune tensiunea poate creste cu pana la $\sqrt{3}$; supratensiuni cauzate de avarii, de exemplu un conductor de medie tensiune cazut peste unul de joasa tensiune

Supratensiuni tranzitorii cauzate de descarcari electrostatice

Într-un mediu uscat, sarcinile acumulate creaza un camp electrostatic foarte puternic. De exemplu o persoana mergand pe un covor cu incaltaminte electroizolanta se va incarca cu o sarcina la o tensiune de cativa kilovolti. Daca persoana se apropie de un obiect conductor, va transmite o descarcare electrica de cativa amperi cu un front de unda de cateva nanosecunde. Daca avem de-a face cu un obiect continand electronica sau circuite imprimate neprotejate acestea pot fi distruse.

Dispozitive de protectie impotriva supratensiunilor

Doua tipuri majore de dispozitive sunt utilizate pentru suprimarea sau limitarea Supratensiunilor: ele sunt denumite dispozitive de protectie primara si dispozitive de protectie secundara.

Dispozitive de protectie primara (protectia instalatiilor Impotriva trasnetului

Scopul dispozitivelor de protecție primară este protecția instalațiilor împotriva loviturilor directe ale trăsnetului. Ele captează și conduc curentul de trăsnet la pământ. Principiul este bazat pe aria de protecție determinată de o structură care este mai înaltă decât restul. Același principiu se aplică pentru un stâlp, clădire sau structură metalică înaltă. Există trei tipuri de protecție primară: conductor paratrăsnet Franklin, care este cel mai vechi și mai bine cunoscut dispozitiv de protecție împotriva trăsnetului;

- conduitoare aeriene orizontale;
- zabrele metalice sau cutia Faraday.

Conductorul paratrăsnet

Conductorul paratrăsnet este o vergea metalică plasată în vârful unei clădiri. Ea este legată la pământ prin intermediul unuia sau mai multor conductoare (adesea platbandă de cupru) (vezi Fig. J8).

Dispozitive de protecție secundară (protecția instalațiilor interioare împotriva trăsnetului)

Acestea tratează efectele supratensiunilor tranzitorii atmosferice, de comutație sau de frecvență industrială. Ele pot fi clasificate după felul în care sunt conectate în instalații: în serie sau în paralel.

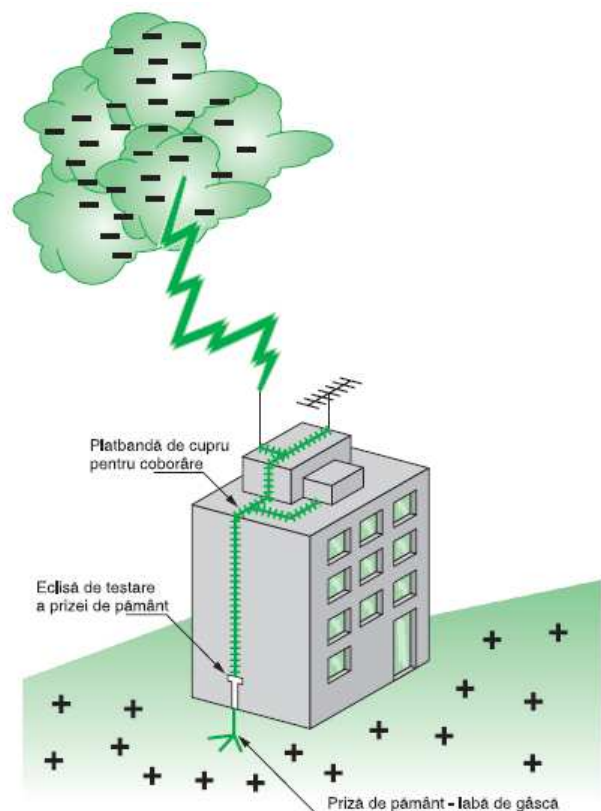


Fig. J8: Exemplu de protecție utilizând conductorul paratrăsnet Franklin.

Descrierea unui descarcător

Un descarcător este un dispozitiv care limitează supratensiunile tranzitorii și conduce curentul la pământ pentru a reduce amplitudinea supratensiunilor la o valoare nepericuloasă pentru instalațiile și echipamentele electrice. Descarcătorii conțin componente neliniare cum ar fi de exemplu varistorii. Descarcătorii elimină supratensiunile propagate: în modul obișnuit: fază/pământ sau neutru/pământ; în modul diferențial: fază/neutru. Când tensiunea depășește pragul U_c , descarcătorul conduce energia spre pământ în modul comun. În modul diferențial energia este direcționată către un alt dispozitiv conductor. Descarcătoarele au o protecție termică internă, care protejează împotriva aprinderii la sfârșitul perioadei de viață. Gradual, de-a lungul funcționării normale, după câteva cicluri de funcționare, descarcătorul se degradează și se transformă într-un dispozitiv conductor. Un indicator inclus informează utilizatorul despre apropierea sfârșitului ciclului de exploatare. Anumiți descarcători transmit aceste informații la distanță. Protecția împotriva scurtcircuitelor este asigurată de către întreruptorul automat extern.

Energia reactiva si factorul de putere

Natura energiei reactive

Orice masina sau dispozitiv inductiv (adica electromagnetic) care este alimentat in curent alternativ transforma energia electrica primita de la sistemul de alimentare in lucru mecanic si caldura. Aceasta energie este masurata cu contorul de energie activa (in kwh) si este denumita energie activa. În scopul realizarii acestei conversii se produc campuri magnetice in masini si aceste campuri sunt asociate cu o alta forma de energie preluata din sistemul de alimentare, numita energie reactiva. Aceasta se datoreaza faptului ca dispozitivul inductiv absoarbe ciclic energie de la sistemul de alimentare (in timpul crearii campului magnetic) si reinjecteaza aceasta energie in sistem (in timpul anularii campului magnetic) de doua ori in fiecare perioada a curentului alternativ de alimentare.

Efectul, asupra rotorului generatorului, este de a-l incetini pe durata unei parti a perioadei si de a-l accelera in timpul celeilalte parti. Acest cuplu pulsant este strict valabil numai pentru alternatoarele monofazate. Pentru alternatoarele trifazate efectul este anulat mutual in cele trei faze deoarece, la orice moment energia reactiva de alimentare in una (sau doua) faze este egala cu energia reactiva returnata in celelalte doua (sau una) faze in cazul unui sistem echilibrat. Rezultatul este o sarcina medie nula asupra generatorului, adica componenta reactiva a curentului nu absoarbe putere de la retea. Un fenomen similar se intampla cu elementele capacitive dintr-un sistem de alimentare, precum capacitatea cablurilor sau bateriile de condensatoare de putere, etc. În acest caz, energia este inmagazinata electrostatic.

Încarcarea si descarcarea ciclica a capacitatii actioneaza asupra generatorului din sistem in acelasi mod in care a fost descris anterior (cazul inductiv), dar circulatia curentului, catre si de la capacitati fiind in opozitie de faza fata de cel din cazul unei inductante. Pe aceste consideratii se bazeaza schemele de compensare a energiei reactive (si imbunatatire a factorului de putere). Ar trebui retinut ca in timp ce componenta reactiva a curentului de sarcina nu absoarbe putere de la sistem, ea cauzeaza pierderi de energie in sistemele de transport si distributie a energiei prin incalzirea conductorilor. Practic, in sistemele de alimentare componentele reactive ale curentilor de sarcina au caracter predominant inductiv si impedantele sistemelor de transport si distributie sunt predominant capacitive. Combinatia curent inductiv trecand prin reactanta inductiva produce cele mai neplacute conditii de cadere de tensiune (adica opozitie directa de faza fata de tensiunea sistemului). Pentru aceste motive (pierderi de putere la transportul energiei electrice si caderi de tensiune) este necesara reducerea curentului inductiv pe cat posibil. Curentul capacitiv are efect invers asupra nivelului de tensiune si produce o crestere de tensiune in sistemul de alimentare. Puterea (kw) asociata cu energia "activa" este notata cu p . Puterea reactiva (kvar) este notata cu q . Puterea reactiva inductiva este conventional pozitiva (+ q) iar cea reactiva capacitiva este considerata negativa (- q).

Fig. L1 arata ca puterea aparenta s este suma vectoriala a puterilor activa si reactiva.

Paragraful 1.3 da relatia intre p , q si s , unde s este puterea aparenta in kva.

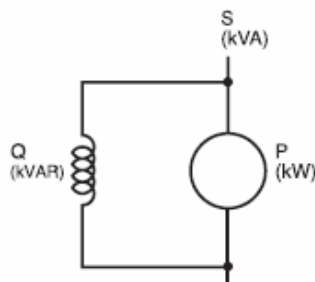


Fig. L1: Un motor electric absoarbe de la retea putere activă P și putere reactivă Q .

Factorul de putere

Definitia factorului de putere

Factorul de putere al unei sarcini, care poate consta în unul sau mai mulți consumatori (sau chiar o întreaga instalație) este dat de raportul p/s , adică kW/kVA , la un moment dat. Factorul de putere ia valori în intervalul 0 la 1. Dacă curenții și tensiunile au forme de undă perfect sinusoidale atunci factorul de putere este egal cu $\cos \varphi$. Un factor de putere apropiat de 1 înseamnă că energia reactivă este mică în comparație cu energia activă în timp ce o valoare mică a factorului de putere indică condiții contrare primei situații

Diagrama vectorială a puterilor

- Puterea activă P (în kW):
 - monofazat (o fază și neutru): $P = VI \cos \varphi$,
 - monofazat (fază și fază): $P = UI \cos \varphi$,
 - trifazat (trei faze sau trei faze și neutru): $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$;
 - Puterea reactivă Q (în $kVAR$):
 - monofazat (o fază și neutru): $Q = VI \sin \varphi$,
 - monofazat (fază și fază): $Q = UI \sin \varphi$,
 - trifazat (trei faze sau trei faze și neutru): $Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi$;
 - Puterea aparentă S (în kVA):
 - monofazat (o fază și neutru): $S = VI$,
 - monofazat (fază și fază): $S = UI$,
 - trifazat (trei faze sau trei faze și neutru): $S = \sqrt{3}UI$.
- unde:
- V = tensiunea între fază și neutru
 - U = tensiunea între faze
 - I = curentul în circuit
 - φ = defazajul între V și I
- pentru sisteme echilibrate sau aproape echilibrate în cazul trei faze și neutru.

Diagrama “vectorială” a puterii este un artificiu util derivat direct din diagramele de curenți și tensiuni după cum urmează: tensiunile sistemului sunt luate ca mărimi de referință, iar în cazul sistemului trifazic cu sarcina echilibrată, din motive de simetrie, ne vom referi numai la o singură fază. Faza de referință are tensiunea (v) după direcția orizontală și curentul (i) al acelei faze va fi practic întârziat față de tensiune cu un unghi φ pentru orice sarcină. Componenta curentului i care este în fază cu v este componenta activă și este egală cu $i \cos \varphi$, în timp ce $v i \cos \varphi$ este puterea activă (în kW), dacă v este măsurat în kV .

Componenta lui i , defazată cu 90 de grade în urma tensiunii v , este componenta reactivă și este egală cu $i \sin \varphi$, iar $v i \sin \varphi$ este puterea reactivă (în $kvar$) din circuit, dacă v este măsurat în kV . Dacă vectorul i este înmulțit cu v , exprimat în kV , atunci $v i$ este egală cu puterea aparentă din circuit, măsurată în kVA . Formula obținută este: $s^2 = p^2 + q^2$. Valorile de mai sus exprimate în kW , $kvar$, kVA asociate unei faze, înmulțite cu trei, reprezintă puterile activă, reactivă și aparentă precum și factorul de putere pentru un sistem trifazat, așa cum se vede în **figura 13**.

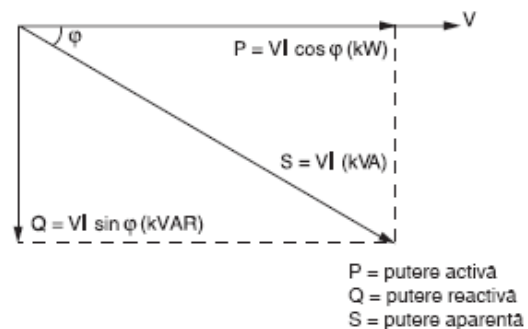


Fig. 13: Diagrama de puteri.

1.4 Valori practice ale factorului de putere

Calculul exemplului trifazat de mai sus este următorul:

P_n = puterea nominală = 51 kW

P = puterea activă consumată

$$P = \frac{P_n}{\rho} = \frac{51}{0,91} = 56 \text{ kW}$$

S = puterea aparentă

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{56}{0,86} = 65 \text{ kVA}$$

Așa că utilizând diagrama din **Fig. L5** sau utilizând un minicalculator, aflăm valoarea $\tan \varphi$ corespunzătoare unui $\cos \varphi$ de 0,86 adică 0,59.

$Q = P \tan \varphi = 56 \times 0,59 = 33 \text{ kVAR}$ (vezi **Tab. L15**).

Sau, folosind teorema lui Pitagora:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{65^2 - 56^2} = 33 \text{ kVAR}$$

Echipamente și aplicații	$\cos \varphi$	$\tan \varphi$
■ Motor cu inducție încărcat la		
0%	0,17	5,80
25%	0,55	1,52
50%	0,73	0,94
75%	0,80	0,75
100%	0,85	0,62
■ Lămpi cu incandescentă	1,0	0
■ Lămpi fluorescente (necompensate)	0,5	1,73
■ Lămpi fluorescente (compensate)	0,93	0,39
■ Lămpi cu descărcare	0,4 la 0,6	2,29 la 1,33
■ Cuptoare cu elemente rezistive	1,0	0
■ Cuptoare cu inducție (compensate)	0,85	0,62
■ Cuptoare de tip dielectric	0,85	0,62
■ Mașini de lipit rezistive	0,8 la 0,9	0,75 la 0,48
■ Aparate de sudură monofazice	0,5	1,73
■ Echipament de sudură	0,7 la 0,9	1,02 la 0,48
■ Echipament de sudură în c.c.	0,7 la 0,8	1,02 la 0,75
■ Cuptor cu arc	0,8	0,75

Reducerea costului energiei

Managementul bun al consumului de energie reactivă aduce importante avantaje economice. Aceste considerații sunt bazate pe structura actuală de tarife aplicate în mod curent în Europa, destinate să încurajeze beneficiarii să micșoreze consumul de energie reactivă. Instalarea condensatoarelor de compensare a energiei reactive la consumatori permite reducerea notelor de plată la electricitate prin

menținerea consumului de putere reactivă sub o anumită valoare, agreată prin contractul cu furnizorul de energie.

În acest tip de tarif, energia reactivă este plătită conform criteriului lui $\tan \varphi$. $\tan \varphi (kvarh)/q$ (kwh)/q (kvarh)

La consumator distribuitorul de energie livrează energie reactivă gratis, până:

la nivelul de 40% din energia activă ($\tan \varphi = 0,4$) pentru un interval de 16 ore pe zi (de la 6:00 la 22:00) în timpul perioadelor celor mai solicitante (de obicei iarna); fără limită în perioada de solicitare redusă iarna, și în timpul primăverii și verii. Pe durata perioadelor de limitare, consumul de energie reactivă care depășește 40% din energia activă este plătit lunar la cursul curent.

Astfel cantitatea de energie reactivă de plată în aceste perioade va fi kvarh (de plată) = kwh ($\tan \varphi > 0,4$) unde: kwh este energia activă consumată în perioada de limitare, kvarh este energia reactivă totală în perioada de limitare, 0,4 kwh este cantitatea de energie reactivă livrată gratis în perioada de limitare. $\tan \varphi = 0,4$ corespunde unui factor de putere $\cos \varphi = 0,93$ așa ca pentru a nu plăti

Energie reactivă este suficient ca în perioadele de limitare, $\cos \varphi$ să nu scadă sub 0,93.

În fața avantajelor notelor de plată scăzute consumatorul trebuie să pună în balanță

Costul achiziționării, instalării și utilizării condensatoarelor de compensare a energiei

Reactive, aparaturii de protecție și comandă, întreruptorului automat împreună, cu

Consumul suplimentar de kwh datorat pierderilor în dielectricul condensatoarelor, etc..

Este posibil să fie mai economic să se facă compensarea numai parțial și ca plată

Unei părți din energia reactivă să fie mai avantajoasă decât o compensare de 100%.

În general, corecția factorului de putere este o problemă de optimizare, cu excepția unor cazuri foarte simple. Pierderile în cabluri sunt proporționale cu patratul curenților și sunt măsurate cu kwh-metrul.

Reducerea curenților într-un conductor cu 10% de exemplu, duce la scăderea pierderilor cu circa 20%

Reducerea caderii de tensiune

Condensatoarele montate pentru compensarea energiei reactive reduc sau chiar

anulează curentul reactiv inductiv în conductorii din amonte, reducând astfel sau chiar eliminând caderile de tensiune.

Nota: supracompensarea produce o creștere a tensiunii pe condensator.

Creșterea puterii disponibile

În îmbunătățirea factorului de putere al unei sarcini alimentate de la un transformator

Curentul prin transformator se va reduce, permițând astfel adăugarea unor alte sarcini. În practică,

poate fi mai avantajos să îmbunătățești factorul de putere (I) decât să înlocuiești transformatorul cu unul mai mare.

Cum să îmbunătățim factorul de putere?

O sarcină inductivă cu factor de putere mic face să apară în generator și în sistemele de transport/distribuție un curent reactiv (defazat cu 90° în urma tensiunii) însoțit de pierderi de putere și caderi de tensiune, după cum s-a arătat în subcapitolul 1.1. Dacă se adaugă sarcinii o baterie de condensatoare în paralel, curentul reactiv capacitiv al acesteia va urma același traseu în circuit ca și curentul reactiv existent anterior. Deoarece, conform paragrafului 1.1, acest curent capacitiv (i_c) (care prezintă un defazaj de 90° , înaintea tensiunii) este în opoziție de fază cu curentul reactiv anterior (i_l), iar ambii curenți circulă pe același traseu, aceștia se pot anula reciproc. Dacă bateria de condensatoare

este suficient de mare, se poate ca $i_c = i_l$ și deci să nu mai existe curent reactiv în circuitul din amonte de condensatoare. Aceasta se observă în **fig. L8 (a)** și **(b)** care prezintă numai curenți reactivi.

În această figură:

R reprezintă elementele de putere activă ale sarcinii

L reprezintă elementele de putere reactivă (inductivă) ale sarcinii

C reprezintă elementele cu putere reactivă (capacitivă) din echipamentul de corectie a factorului de putere (adică condensatori).

Din diagrama **(b)** a **fig. L8** se observă că bateria de condensatoare c alimentează tot curentul reactiv solicitat de sarcină. Din acest motiv condensatoarele sunt denumite uneori generatoare de putere reactivă în avans. În diagrama **(c)** a **fig. L8** este adăugată componenta activă a curentului și se vede că la o compensare totală sarcina apare ca un sistem rezistiv, deci cu un factor de putere 1.

În general nu este economic să se compenseze total o instalație electrică. **Figura 19** folosește diagrama prezentată în subcapitolul 1.3 (vezi **fig. L3**) pentru a ilustra principiul compensării parțiale a puterii reactive de la valoarea q la q' folosind o baterie de condensatoare de putere q_c . Puterea aparentă inițială s se reduce la s' .

Exemplu:

Un motor consumă 100 kW la $\cos \varphi = 0,75$ (adică $\tan \varphi = 0,88$). Pentru a mări $\cos \varphi$ la 0,93 (adică $\tan \varphi = 0,4$) este necesară o baterie de condensatoare cu puterea reactivă: $q_c = 100 (0,88 - 0,4) = 48$ kvar.

Alegerea nivelului de compensare și a calculului parametrilor pentru bateria de condensatoare depind de instalație. Factorii care cer atenție sunt explicați în subcapitolele 5 (generalități), 6 și 7 (transformatoare și motoare).

Nota: înainte de abordarea proiectului de compensare trebuie luate anumite precauții. În particular, supradimensionarea motoarelor ar trebui evitată, de asemenea funcționarea în gol a acestora. În cazul mersului în gol factorul de putere este foarte redus, ($\approx 0,17$) pentru că puterea activă absorbită de motor este foarte mică.

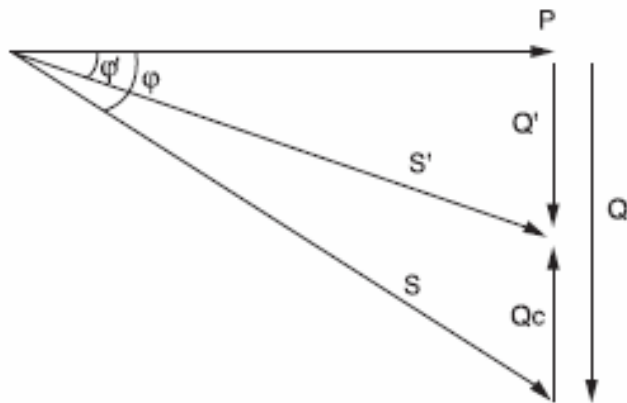


Fig. L9: Diagramă exemplificând principiul compensării
 $Q_c = P (\tan \varphi - \tan \varphi')$.

Scule utilizate in electrotehnica si electronica

Sculele specifice lucrarilor de electrotehnica si electronica sunt :

- 1 . utilaje mecanice generale
- 2 . scule de lacatuserie
- 3 . utilaje specifice atelierelor de electrotehnica si electronica
- 4 . scule specifice lucrarilor de electrotehnica si electronica

surubelnite diferite cu maner izolat – late

- stea

clesti diferiti cu manere izolate

- cleste patent – pentru taiat , indreptat , indoit conductori
- clesti cu varf – rotund – confectionat ochiuri
 - lat – pentru indoit , indreptat conductori
- cleste pentru scoaterea izolatiei

pistol de lipit

penseta

lampa de control

creion de tensiune – detector ce indica prezenta tensiunii electrice intr – un punct oarecare al instalatiei electrice

multimetru (avometru) (A , V , Ω)

Pentru evitarea accidentelor in timpul lucrului se recomanda urmatoarele masuri de protectia muncii :

- manerele sculelor sa nu fie crapate sau rupte
- varfurile surubelnitelor sa nu fie ciobite sau deformat
- clestii sa calce drept
- becul lampii de control sa fie montat intr-o carcasa protectoare
- conductoarele de alimentarea aparatelor electrice sa nu aiba defecte de izolatie
- prizele in care se conecteaza aparatele electrice sa fie intacte si in perfecta stare de functionare
- fisa sa fie intacta si fara defectiuni

aparatele electrice se conecteaza la priza numai cu cablu flexibil prevazut cu fisa

Protectia muncii

Tensiunea limita de securitate (UL)

Prevederi generale

Accidente de munca

Norme de protecție împotriva incendiilor

Protectia muncii

Tensiunea limita de securitate (UL)

In functie de conditiile de mediu, in special de prezenta apei, tensiunea limita de securitate UL (tensiunea sub care nu exista risc pentru om, conform standardului CEI 60364) este, in curent alternativ, de:

- 50 V pentru locuri cu umiditate mica si medie,
- 25 V pentru locuri cu umiditate mare (jilave), cum ar fi santierele.

In activitatea de exploatare, intretinere și reparații a instalațiilor electrice, se vor respecta reglementările in vigoare privind protecția muncii și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor

Normele specifice de securitate a muncii fac parte dintr-un sistem unitar de reglementări privind asigurarea securității și sănătății in muncă, sistem compus din:

- **Norme generale de protecție a muncii** care cuprind prevederi de protecție a muncii și de medicină a muncii, cu aplicabilitate in general pentru orice activitate.
- **Normele specifice de protecție a muncii** care cuprind prevederi de protecție specifice unor activități sau grupe de activități, detaliind prin acestea prevederile normelor generale de protecție a muncii.

Prevederi generale

Personalul operațional este obligat să execute dispozițiile șefilor ierarhici in condițiile prezentelor norme și trebuie să prevină sau să oprească orice acțiune care ar putea conduce la accidentarea proprie sau a altor persoane.

Orice electrician care constată o stare de pericol care poate conduce la accidente umane sau avarii tehnice este obligat să ia măsuri de eliminare a acestora.

Șeful de lucrare și executanții sunt răspunzători pentru nerespectarea prevederilor din norme in cadrul lucrării la care participă.

Fiecare electrician trebuie să verifice vizual inainte și in timpul lucrului: integritatea carcasei, a izolației conductoarelor exterioare și existența îngrădirilor de protecție sau menținerea distanțelor de inaccesibilitate in limita zonei de manipulare.

Personalul care execută manevre și/sau lucrări in instalațiile electrice sub tensiune trebuie să fie dotat și să utilizeze echipamentul electroizolant de protecție. La joasă tensiune trebuie utilizat cel puțin un mijloc de protecție electroizolant, iar la inaltă tensiune cel puțin două mijloace de protecție electroizolante.

Personalul operațional nu permite accesul in instalații a personalului ce nu are drept de control asupra acestora. Pentru înlăturarea pericolului de accidentare și incendiu, personalul operațional este obligat să supravegheze permanent funcționarea instalațiilor

In cazuri deosebite, pericol de accidentare, accident, pericol de incendiu, pericol de avarie sau avarierea instalațiilor, personalul operațional poate executa manevre de scoatere din funcțiune a instalațiilor in cauză, cu luarea tuturor măsurilor pentru scoaterea accidentatului din zona periculoasă sau intervenție pentru stingerea incendiului sau lichidarea avariei cu anunțarea imediată sau ulterioară, după caz, a personalului operațional.

Personalul operațional este obligat să cunoască măsurile de prim ajutor, în caz de accidentări de natură electrică sau neelectrică, să cunoască tipurile și modul de folosire al mijloacelor din dotare pentru stingerea incendiilor și să intervină operativ și eficient în astfel de cazuri.

Normele specifice de protecție a muncii pentru activități la instalațiile electrice de producere, transport și distribuție a energiei electrice se aplică pentru următoarele categorii de lucrări efectuate în:

- stațiile electrice de transformare și/sau de conexiuni;
- punctele de alimentare și posturile de transformare;
- liniile electrice aeriene;
- liniile electrice subterane;
- circuitele secundare, de comandă și automatizare;
- executarea măsurătorilor cu aparate portabile;
- generatoare, compensatoare și motoare electrice;
- bateriile de acumulare staționare;
- bateriile de condensatoare;
- executarea verificărilor și reparațiilor aparatelor electrice din laboratoare (pentru măsurare, protecție, control și automatizare);

Accidente de munca

Un accident industrial are loc în timpul muncii sau la locul de muncă și

Poate cauza răni ușoare sau severe unei persoane ce lucrează cu o anumită

Mășină, care o alimentează sau care efectuează o activitate specifică (reglare,

Operare, întreținere, etc.).

Factorii declanșatori de accidente la locul de muncă

Factorii umani (de concepție sau de utilizare):

- insuficiența cunoaștere a mașinii ,
- familiarizarea cu anumite pericole datorită obișnuinței și incapacitatea

De a lua în serios situațiile periculoase,

- subestimarea situațiilor periculoase, conducând astfel la ignorarea regulilor

De protecție,

- atenție scăzută la sarcinile de supraveghere (datorită oboselii),
- nerespectarea anumitor proceduri,
- nivel de stres ridicat (zgomot, ritm de producție),
- nesiguranța locului de muncă ce poate conduce la o pregătire incorectă,
- mentenanța neadaptată necesităților sau de slabă calitate conducând

Astfel la riscuri neprevăzute.

Factori ce au legătură cu mașinile:

- bariere de securitate nepotrivite,
- sisteme de supervizare și control sofisticate,
- pericole potențiale inerente în funcționarea mașinii (mișcări de dutevino,

Opriri sau porniri nedorite)

- mașini nepotrivite mediului de lucru sau aplicației respective (alarme

Acoperite de zgomotul de fond).

Factori ce au legătura cu uzina:

- deplasarea personalului în apropierea mașinilor (linii de producție automatizate),
- mașini achiziționate de la diverși producători și care folosesc tehnologii

Diferite,

- circulația de produse și materiale între diferite mașini.

Consecințele

- risc de răniri mai mult sau mai puțin grave pentru utilizatori,
- oprirea mașinii implicate,
- oprirea mașinilor similare pentru examinare, de exemplu de către serviciile

De sănătate și securitate,

- dacă este necesar, modificarea mașinilor pentru îndeplinirea cerințelor

De securitate,

- schimbarea personalului și formarea unui nou personal pentru îndeplinirea

Activității,

- deteriorarea imaginii societății.

Concluzii

Pierderile datorate traumatismelor suferite de angajați se ridică la 20 miliarde de euro anual în Uniunea Europeană. Trebuie întreprinse acțiuni concrete pentru a reduce numărul de accidente survenite la locul de muncă. Politicile companiilor și organizarea eficientă constituie baza măsurilor ce trebuie luate. Reducerea numărului de accidente și a pagubelor umane depinde de siguranța în utilizare a mașinilor și echipamentelor.

Norme de protecție împotriva incendiilor

Toate unitățile vor aplica și respecta normele pentru prevenirea incendiilor întocmite conform prevederilor de stat privind prevenirea și stingerea incendiilor.

Conducătorii unităților vor întocmi planuri de măsuri tehnico-organizatorice de prevenire și stingere a incendiilor. Măsurile prevăzute în aceste planuri vor fi aduse la cunoștință celor însărcinați să le îndeplinească după ce conducătorii proceselor de muncă le-au efectuat instructajul necesar.

Conducerea unității are obligația să asigure dotarea secției cu utilaje, echipamente de protecție, necesare stingerii incendiilor; să constituie formația de pază contra incendiilor la locurile de muncă; să asigure măsurile necesare pentru evacuarea personalului în condiții lipsite de pericol de accidentare, în cazul izbucnirii unui incendiu.

Pentru prevenirea accidentelor de muncă în timpul îndeplinirii sarcinilor ce revin angajaților în legătură cu paza contra incendiilor, accidente ce pot avea loc datorită: acțiunii flăcărilor, intoxicațiilor cu fum sau gaze, dărâmarilor, alunecărilor de pe scări, acoperișuri, electrocutări

Protectia muncii

2. Conductori, dielectrici și deplasarea electronilor

- În conductori, electronii din învelișurile superioare ale atomilor se pot deplasa cu ușurință, iar aceștia sunt denumiți **electroni liberi**
- În dielectrici, electronii din învelișurile superioare nu au aceeași libertate de mișcare
- Pentru ca electronii să curgă continuu (la nesfârșit) printr-un conductor, este necesară existența unui drum complet și neîntrerupt pentru a facilita atât intrarea cât și ieșirea electronilor din acel conductor

Siguranța în domeniul electric

- Curentul electric poate produce arsuri adânci și puternice asupra corpului datorită disipării puterii asupra rezistenței electrice a acestuia
- Apariția contracției involuntare a mușchilor datorată trecerii unui curent electric extern prin corp poartă denumirea de *tetanos*
- Curentul electric afectează și diafragma toracică, mușchiul responsabil cu buna funcționare a inimii și a plămânilor. Chiar și curenții mult prea slabi pentru a induce în mod normal tetanosul sunt suficienți pentru a da peste cap semnalele celulelor nervoase în așa măsură încât inima să nu mai funcționeze corect ducând la o condiție cunoscută sub numele de fibrilație

Curentul alternativ este mai periculos decât cel continuu
Pentru apariția electrocutării sunt necesare două puncte de contact

EFFECT ASUPRA CORPULUI	CURRENT CONTINUU	C.A (60 Hz)	C.A. (10 kHz)
Senzația ușoară de gădilire	Bărbați = 1.0 mA Femei = 0.6 mA	0.4 mA 0.3 mA	7 mA 5 mA
Pragul de percepție	Bărbați = 5.2 mA Femei = 3.5 mA	1.1 mA 0.7 mA	12 mA 8 mA
Apariția durerii, dar se poate menține controlul voluntar al mușchilor	Bărbați = 62 mA Femei = 41 mA	9 mA 6 mA	55 mA 37 mA
Apariția durerii, victima nu poate lăsa firul din mână	Bărbați = 76 mA Femei = 51 mA	16 mA 10.5 mA	75 mA 50 mA
Durere severă, apar dificultăți de respirație	Bărbați = 90 mA Femei = 60 mA	23 mA 15 mA	94 mA 63 mA
Posibilitatea apariției fibrilației inimii după 3 secunde	Bărbați = 500 mA Femei = 500 mA	100 mA 100 mA	