

CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND PROIECTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE

1. Principii de bază și obiectivele planificării rețelelor și instalațiilor electrice

1.1. Principii de bază

1.2. Obiectivele planificării

2. Reglementări

2.1 Definiții și domenii de tensiune

2.2 Reglementări și standarde

2.3 Teste inițiale și periodice ale instalațiilor

1. PRINCIPII DE BAZĂ ȘI OBIECTIVELE PLANIFICĂRII REȚELELOR ȘI INSTALAȚIILOR ELECTRICE

1.1. Principii de bază

Proiectarea rețelelor și instalațiilor incluse cuprinde trei componente:

- i. *planificarea pe termen lung* sau strategică – se ocupă cu investițiile viitoare majore;
- ii. *proiectarea propriu-zisă* a rețelelor – se referă la investițiile individuale din viitorul apropiat;
- iii. *proiectarea construcției* - include proiectul de structură a fiecărei componente de rețea, luând în considerare materialele disponibile.

Obiectul acestui curs este de a introduce acei factori care ar trebui luați în considerare în procesul de proiectare a sistemelor de distribuție.

Planificarea pe termen lung a sistemelor de distribuție urmărește determinarea structurilor optime de rețea, volumul investițiilor necesare și durata acestora pentru obținerea beneficiilor maxime.

În fiecare etapă trebuie respectate criteriile clare, care se referă la calitatea alimentării, siguranța și continuitatea acesteia, în condițiile obținerii unor costuri totale cât mai mici posibile pe toată durata funcționării.

Pentru atingerea acestor obiective trebuie luate în considerare toate componentele de cost: nu numai investițiile de capital și durata lor, ci și costurile anuale permanente legate de pierderile în sistem și de cheltuielile de întreținere.

În țările industrializate, sistemele de alimentare existente acoperă în principiu toate zonele locuite. În aceste zone, rețelele existente constituie de obicei un punct de plecare adecvat pentru stabilirea viitoarelor structuri de rețea. Nevoia de investiții suplimentare este consecința naturală a creșterii sarcinii în sistem sau a necesității înlocuirii unor elemente vechi.

Înlocuirea liniilor electrice existente sau a altor elemente de rețea (de ex. cu parametri nominali superiori), acolo unde soluția este tehnic fezabilă, poate fi deseori mai economică decât instalarea de noi circuite sau echipamente, atâta vreme cât trebuie luate în considerare

de exemplu și costurile de obținere a unor trasee noi de linii sau locații de stații. În plus, trebuie considerat efectul unor schimbări ulterioare care se referă la creșterea sarcinii în anumite zone, variațiile în nivelele de cost ale materialelor și energiei, precum și extinderea utilizării inovațiilor tehnice.

Pe baza acestor studii de planificare este posibilă determinarea investițiilor anuale majore așteptate și valoarea sumelor alocate pentru acoperirea schemelor tehnice încă nedefinite.

Cerințele de investiții totale trebuie ulterior comparate cu planurile financiare asociate, care au luat în considerare unele estimări referitoare la prețurile de furnizare a energiei electrice, creșterea sarcinii, pierderile în sistem, împrumuturile existente sau necesare și rata dobânzilor, modificării în costurile salariale, cerințele de siguranță, etc.

Pe întreaga perioadă a planului financiar trebuie realizată o evaluare tehnico-economică, astfel încât să fie satisfăcute ambele obiective asociate în condițiile unui nivel acceptabil și stabil al tarifelor energiei vândute.

Activitatea de planificare include deseori nu numai cerințele majore ale rețelei viitoare (stații adiționale, revizii majore ale schemelor de telecomandă, etc.), ci și instrucțiuni privind planificarea producerii. Acestea intenționează de obicei să acopere investițiile mai mici, obișnuite, pentru care ar fi economică o abordare tehnică și economică individuală și detaliată (înlocuirea transformatoarelor sau conductoarelor liniilor electrice sau proiectarea posturilor de transformare).

De cele mai multe ori, aspectele economice sunt cele care joacă rolul principal în trasarea obiectivelor, alături de factorii tehnici. Nu trebuie minimizată importanța costurilor alocate adoptării diferitelor politici de abordare a obiectivului *planificare*.

1.2. Obiectivele planificării

Pentru a fi asigurată buna funcționare a sistemelor de alimentare în beneficiul consumatorului, au fost introduse o serie de reglementări, normative și recomandări care au ca obiect siguranța, structura rețelei de alimentare și aspecte de compatibilitate electromagnetică.

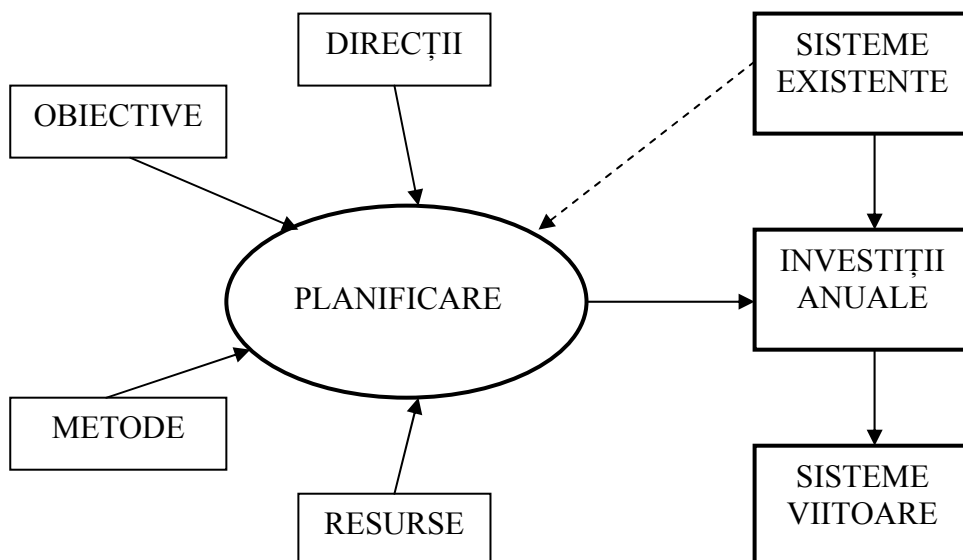
Într-o serie de țări, aceste norme fac parte din legislația guvernamentală. Regulile sau recomandările de includere a optimizării economice în procedurile de proiectare sau pentru obținerea unui nivel corespunzător al veniturilor pentru acoperirea viitoarelor investiții sunt cel mai bine elaborate de proprietarii sau administratorii secțiunilor de sistem.

De asemenea, societățile de transport și distribuție dețin un monopol în zonele lor corespondente, bugetul lor trebuind de aceea echilibrat în așa fel încât nivelul tarifelor unitare și profiturile marginale să satisfacă atât consumatorul, cât și proprietarul. Situația ar trebui să fie aceeași indiferent dacă secțiunea de sistem este proprietate privată, municipală, a unei autorități de stat sau combinată (chiar dacă autoritățile municipale sau de stat sunt subordonate de cele mai multe ori politic).

Obiectivele de planificare vizând calitatea energiei furnizate, nivelul prețurilor și tarifelor, precum și numărul de personal sunt urmărite în mod curent. Există totuși diferențe mari de la o țară la alta în ceea ce privește nivelul la care sunt formulate reglementările, dacă sunt mandatorii sau obligatorii sau gradul lor de detaliere.

Reglementările tehnice individuale pot avea un efect important asupra calității energiei electrice și costurilor de furnizare, pot îmbunătăți siguranța la nivelul furnizorului și consumatorului, pot reduce fluctuațiile de tensiune și pot încuraja investițiile raționale.

Eforturi considerabile sunt îndreptate către înnoirea acestor documente, a informației și instrumentației care permite aplicarea lor corectă.



Planificarea ca parte a procesului de dezvoltare a sistemelor și instalațiilor electrice

2. STANDARDE ȘI REGLEMENTĂRI

În majoritatea țărilor europene se prevede ca instalațiile electrice să respecte prescripțiile mai multor documente, reglementate de autoritățile naționale sau recunoscute de organisme private. Este esențial ca în cadrul procesului de proiectarea a instalațiilor electrice să fie respectate aceste prescripții.

Documentele naționale sau activitatea desfășurată de firmele de profil private sau de stat preiau în totalitate sau parțial, în funcție de considerentele naționale, prescripțiile incluse de aceste documente. Actualmente, principiile prevăzute în IEC 60364 și 60479-1 constituie fundamente pentru toate standardele naționale. Standardul românesc referitor la tensiunile nominale și căderile de tensiune în rețele s-a compatibilizat de asemenea cu IEC 60038.

Standarde IEC

IEC 60038 (Standard voltages) Tensiuni standardizate

În România se vor utiliza următoarele tensiuni standardizate pentru rețelele electrice de distribuție:

- în rețelele de joasă tensiune: 400/230 V;
- în rețelele de medie tensiune: 20kV;
- în rețelele de distribuție de IT: 110 kV.

Rețelele de medie tensiune de distribuție publică existente la tensiunile de 6 și/sau 10 kV, se vor trece etapizat la tensiunea de 20 kV, atât cele aeriene cât și cele subterane. Etapele și modul de trecere la 20 kV se vor stabili pe bază de calcul tehnico-economic.

Trecerea la 20 kV se va efectua ori de câte ori se vor face lucrări majore în rețele existente.

IEC 60076-2...10 Power transformers

IEC 60255 Electrical relays

IEC 60265-1 High-voltage switches - High-voltage switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV

IEC 60269-1 Low-voltage fuses - General requirements

IEC 60282-1 High-voltage fuses - Current-limiting fuses

IEC 60287-1-1 Electric cables - Calculation of the current rating - Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses - General

IEC 60364 Electrical installations of buildings

IEC 60364-1 Electrical installations of buildings - Fundamental principles

IEC 60364-4-41...44 Electrical installations of buildings - Protection for safety

IEC 60364-5-51...55 Electrical installations of buildings - Selection and erection of electrical equipment

IEC 60364-6-61 Electrical installations of buildings - Verification and testing - Initial verification

IEC 60364-7-701 Electrical installations of buildings - Requirements for special installations or locations - Locations containing a bath tub or shower basin

IEC 60364-7-707 Electrical installations of buildings - Requirements for special installations or locations - Earthing requirements for the installation of data processing equipment

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems

IEC 60364-7-714 Electrical installations of buildings - Requirements for special installations or locations - External lighting installations

IEC 60364-7-715 Electrical installations of buildings - Requirements for special installations or locations - Extra-low-voltage lighting installations

IEC 60446 Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of conductors by colours or numerals

IEC 60664 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

IEC 60724 Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1.2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3.6$ kV)

IEC 60755 General requirements for residual current operated protective devices

IEC 60787 Application guide for the selection of fuse-links of high-voltage fuses for transformer circuit application

IEC 60831 Shunt power capacitors of the self-healing type for AC systems having a rated voltage up to and including 1000 V - General - Performance, testing and rating - Safety requirements - Guide for installation and operation

IEC 60947-1 Low-voltage switchgear and controlgear - General rules

IEC 60947-2 Low-voltage switchgear and controlgear - Circuit-breakers

IEC 60947-3 Low-voltage switchgear and controlgear - Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units

IEC 60947-4-1 Low-voltage switchgear and controlgear - Contactors and motor-starters - Electromechanical contactors and motor-starters

IEC 60947-6-1 Low-voltage switchgear and controlgear - Multiple function equipment - Automatic transfer switching equipment

IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC)

IEC 61140 Protection against electric shocks - common aspects for installation and equipment

IEC 61557-1...12 Electrical safety in low-voltage distribution systems up to 1000 V AC and 1500 V DC

IEC 61558-2-6 Safety of power transformers, power supply units and similar - Particular requirements for safety isolating transformers for general use

IEC 62271-1 Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards

IEC 62271-100...200 High-voltage switchgear and controlgear

IEC 60479-1...3 Effects of current on human beings and livestock

Standarde nationale

SR EN 50160: 1998 Caracteristici ale tensiunii furnizate de rețelele publice de distribuție.

STAS 1590 – 71 Semne convenționale pentru centrale, stații și posturi de transformare, linii de transport și distribuție a energiei electrice.

SR CEI 60071-1..2-1996 Coordonarea izolației.

STAS 6290 – 80 Încrucișări ale liniilor de energie electrică cu liniile de telecomunicații.

STAS 12604/3 – 87, 89 Protecția împotriva electrocutării.

STAS 12604/5 – 90 Protecția împotriva electrocutărilor. Instalații electrice fixe. Prescripții de proiectare, execuție și verificare.

Prescripții tehnice republicane

Codul Tehnic al RED

I 7/2002 Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumator, cu tensiuni până la 1000 V.

SR 13433-99 Iluminatul public.

1 RE - Ip 3-91 Îndrumar de proiectare pentru iluminat public stradal.

Prescripții tehnice departamentale

PE 011 / 82 Cu modificarea 1 (1990).

Normativ privind calculul comparativ tehnico-economic la instalațiile de producere, transport și distribuție a energiei electrice și termice.

PE 013 / 94 Normativ privind metodele și elementele de calcul al siguranței în funcționare a instalațiilor energetice.

PE 101 / 85 Normativ pentru construcția instalațiilor electrice de conexiuni și transformare cu tensiuni peste kV.

PE 103 / 92 Instrucțiuni privind dimensionarea și verificarea instalațiilor electroenergetice la solicitări mecanice și termice, în condițiile de scurtcircuit.

PE 104 / 2002 Normativ pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică peste 1 kV

PE 106 / 95 Normativ pentru construcția liniilor electrice aeriene de joasă tensiune.

PE 107 / 95 Normativ pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice

NTE 001/03/00 Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor.

PE 111 - 1 ÷ 12/75-94 Instrucțiuni pentru proiectarea stațiilor de conexiuni și transformare.

PE 120/94 Instrucțiuni privind compensarea puterii reactive în rețelele electrice de distribuție și la consumatorii industriali și similari.

PE 124/95 Normativ privind stabilirea soluțiilor de alimentare cu energie electrică a consumatorilor industriali și similari.

PE 134/95 Normativ privind metodologia de calcul al curenților de scurtcircuit în rețele electrice cu tensiunea peste 1 kV.

PE 134-2/96 Normativ privind metodologia de calcul al curenților de scurtcircuit în rețele electrice cu tensiunea sub 1 kV.

NTE 401/03/00 Metodologie privind determinarea secțiunii economice a conductoarelor în instalațiile electrice de distribuție de 1-110 kV.

1E-Ip 51/1-94	Instrucțiuni privind stabilirea puterilor nominale economice pentru transfo. de 110 kV de MT.
3 RE - Ip51/2 - 93	Instrucțiuni privind stabilirea puterilor nominale economice pentru transformatoarele din posturi (înlocuiește PE 145/93).
PE 143/94	Normativ privind limitarea regimului nesimetric și deformant în rețelele electrice.
PE 155/94	Normativ privind proiectarea și executarea bransamentelor pentru clădiri civile
PE 501/85	Normativ privind proiectarea protecțiilor prin relee și automatizărilor instalațiilor electrice ale centralelor și stațiilor.
PE504/96	Normativ pentru proiectarea sistemelor de circuite secundare a stațiilor electrice .

3. METODOLOGIA PROIECTĂRII INSTALAȚIILOR ELECTRICE

3.1. Stabilirea cerințelor legate de alimentarea cu energie electrică

Studiul instalațiilor electrice necesită o înțelegere adecvată a regulilor și reglementărilor asociate.

Cererea totală de putere poate fi determinată pe baza informațiilor legate de poziția relativă a fiecărei sarcini față de punctul de alimentare, de puterea sa, de modul său de funcționare – stabilizată, condiții de pornire, simultaneitate cu alte sarcini etc.

Pe baza acestor date rezultă puterea absorbită de la surse și numărul adecvat al acestora.

Sunt de asemenea necesare informații locale referitoare la structura tarifelor pentru a permite cea mai bună alegere a tipurilor de conexiune la rețeaua de alimentare – m.t. sau j.t.

Proiectarea instalațiilor electrice va urmări ulterior evaluarea și analiza următoarelor aspecte:

- serviciul de racordare la rețea (m.t. sau j.t. și tarifarea asociată)
- arhitectura rețelei de distribuție – configurație rețea și tratarea neutrilor
- protecția împotriva șocurilor electrice – sisteme de împământare și tipuri de protecții
- circuite și echipamente de protecție primare
- protecția la supratensiui
- eficiența energetică – măsuri de reducere a consumurilor și de îmbunătățire a măsurării
- corecția factorului de putere
- limitarea armonicilor
- asigurarea compatibilității electromagnetice.

3.2 Testarea instalațiilor

Înainte de conectarea instalațiilor este necesară efectuarea unui set de *teste electrice inițiale* conform reglementărilor locale. Principiile acestor reglementări sunt comune cel puțin la nivelul țărilor UE și au la bază prescripțiile documentului IEC 60364-6-61 care se referă la consensul internațional privind aceste teste.

Testele electrice inițiale includ:

- testarea izolației conductoarelor
- teste de continuitate și conductivitate a conductoarelor de protecție și împământare
- măsurarea rezistenței electrozilor
- testarea interblocajelor
- testarea sarcinii maxim admisibile a conductoarelor

- verificarea împământării părților metalice.

Testele periodice sunt efectuate periodic de agenți specializați .

Se referă la

- instalațiile față de care este necesară protecția angajaților (anuale)
- instalațiile din clădiri publice (o dată la 1...3 ani)
- instalațiile din clădiri rezidențiale (conform reglementărilor naționale)