Puterea instalata *Pi* a unui receptor reprezinta puterea sa nominala raportata la durata de actionare de referinta *DA*=1,

  (1.7)

in care *DA*n este o marime relativa subunitara care poate lua una din urmatoarele valori *DAn*=0,15; 0,25; 0,4; 0,6 si 1. Prin urmare, puterea instalata *Pi* a unui receptor este mai mica, cel mult egala cu puterea nominala *Pn* a acestuia.

 n cazul receptoarelor caracterizate prin puterea aparenta nominala *Sn*, puterea instalata este data de relatia

  (1.8)

 Pentru un grup de *n* receptoare, puterea instalata totala se determina ca suma a puterilor instalate a receptoarelor componente

  (1.9)

in care puterile instalate individuale *Pij* rezulta din relatiile (1.7) sau (1.8).

 Puterea activa absorbita, care se ia in considerare in calcul pentru grupuri cuprinzand cel putin patru receptoare se numeste *putere ceruta* sau de *calcul*. Puterea ceruta *Pc* reprezinta o putere activa conventionala, de valoare constanta, care produce in elementele instalatiei electrice (conducte si echipamente) acelasi efect termic ca si puterea variabila reala, intr-un interval de timp determinat (ex. 30 min.), in perioada de incarcare maxima.

 Determinarea prin calcul a puterilor cerute se face prin diferite metode, utilizate in functie de stadiul proiectarii si nivelul la care se efectueaza calculele. Deoarece calculele trebuie efectuate la toate nivelele instalatiei electrice la consumator, incepand de la cele inferioare (receptoare) si pana la cele superioare (racordul de inalta tensiune), atat pentru tensiunile joase, sub 1000 V, cat si pentru cele mai mari de 1000 V, sunt preferabile acele metode care se aplica acoperitor in toate situatiile.

 n continuare, se indica principalele metode de determinare a puterilor cerute in faza de proiectare si anume:

 - metoda coeficientilor de cerere, aplicabila la orice nivel si in special pentru grupuri mari de receptoare, reprezentand o sectie sau o intreprindere;

 - metoda formulei binome, care da rezultate acoperitoare pentru un grup restrans de receptoare de forta avand puteri mult diferite intre ele, fiind recomandata pentru calculul puterilor cerute in special la nivelul tablourilor de distributie;

 - metoda analizei directe, aplicabila pentru un numar mic de receptoare, la nivelul unor tablouri de distributie cu plecari putine, inclusiv a tablourilor de utilaj, cand se cunosc diagramele de functionare si incarcare ale tuturor receptoarelor;

 - metodele bazate pe consumuri specifice cu raportare la unitatea de produs sau la unitatea de suprafata productiva, utilizabile, datorita preciziei reduse, numai in faza notei de fundamentare (v.par.2.1.1.);

 - metodele bazate pe puterea medie si indicatori ai curbelor de sarcina [15], recomandate pentru determinarea puterii cerute la nivelele superioare, de la barele de joasa tensiune ale posturilor de transformare, la liniile de racord in inalta tensiune.

 La instalatii existente, puterea ceruta se determina pe baza curbelor de sarcina.

1.4.1. METODA COEFICIENILOR DE CERERE

 Puterea activa ceruta se determina prin inmultirea puterii instalate cu un coeficient subunitar *kc*, denumit coeficient de cerere

  (1.10)

iar puterea reactiva ceruta *QC -* cu ajutorul factorului de putere cerut cos ϕc

  (1.11)

Coeficientul de cerere *kc* tine cont de randamentul η al receptoarelor, de gradul de incarcare al acestora - prin coeficientul de incarcare *ki*, de simultaneitatea functionarii lor - prin coeficientul de simultaneitate *ks* si de randamentul ηr al portiunii de retea dintre receptoare si nivelul la care se calculeaza puterea ceruta. Ca urmare, coeficientul de cerere este exprimat prin relatia

  (1.12)

 Randamentul η al receptoarelor se ia in considerare numai la acele receptoare pentru care puterea instalata *Pi* sau cea nominala *Pn*, semnifica puteri utile, cum este cazul motoarelor electrice, la care puterea nominala reprezinta puterea mecanica la arbore.

 Factorul de putere cerut cos ϕc exprima consumul de putere reactiva al receptoarelor care absorb puterea activa *Pc*, in conditiile reflectate global prin coeficientul de cerere.

 Coeficientii de cerere si factorii de putere ceruti sunt determinati experimental pe baze statistice, pentru diferite receptoare. Toate receptoarele carora le corespund aceleasi valori pentru perechea de marimi (*kc*, cos ϕc), se incadreaza intr-o singura grupare, numita categorie de receptoare. Datorita diversitatii mari a receptoarelor si a conditiilor de lucru, exista un mare numar de categorii de receptoare. Acestea sunt indicate in tabelul 1.3, impreuna cu valorile corespunzatoare ale coeficientului de cerere si ale factorului de putere cerut.

 Pentru explicitarea modului de aplicare a metodei coeficientilor de cerere, se considera un consumator de calcul, adica un ansamblu de *n* receptoare, incadrate in *m* categorii; consumatorul de calcul poate fi reprezentat de totalitatea receptoarelor, care apartin unui tablou de distributie, unei sectii sau unei intreprinderi. O categorie *k* cuprinde *nk* receptoare, astfel incat puterea instalata a acestora *Pik* este conform relatiei (1.9)

  (1.13)

iar puterea instalata totala este

  (1.14)

 Puterea ceruta de receptoarele care fac parte dintr-o aceeasi categorie *k*, este data de relatia

  (1.15)

In care *k/ck* este coeficientul de cerere corectat al categoriei respective de receptoare.

 Corectia tine seama de numarul total de receptoare

  (1.16)

si se realizeaza prin intermediul coeficientului *ka* de influenta a numarului de receptoare, conform relatiei

  (1.17)

 *Tabelul 1.3*

**Coeficientul de cerere** kc **si factorul de putere** cos ϕc **pentru diferite categorii**

**de receptoare [8, 15]**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Categoria receptoarelor | kc | cos ϕc | tg ϕc |
| a) Receptoare electromecaniceAerotermeCompresoare-actionate cu motor asincron-actionate cu motor sincronGrupuri motor-generatorMacarale-cu DA=25%-cu DA=40%Masini unelte de prelucrat prin aschiere-cu regim normal de functionare (strunguri, raboteze, masini de frezat, mortezat, gaurit, polizoare etc.)-cu regim greu de lucru (strunguri de degrosat, automate, revolver, de alezaj, masini unelte mari; prese de stantat si cu excentric etc.)-cu regim foarte greu de lucru (actionare ciocane, masini de forjat, de trefilat)-actionarea tobelor de decapare, a tamburelor de curatire etc.Pompe-cu diafragma, de filtrare, de ulei, verticale-de alimentare-de apa-de vidUnelte electrice portabileVentilatoareb) Receptoare electrotermiceAgregate motor generator de sudare-pentru un singur post-pentru mai multe posturiConvertizoare de frecventaCuptoare de inductie de frecventa joasa-fara compensarea energiei reactive-cu compensarea eneergiei reactiveCuptoare cu rezistoare-cu incarcare continua-cu incarcare periodicac) Receptoare electrochimiceRedresoare-pentru instalatii de acoperiri metalice-pentru incarcat acumulatoare de electrocared) Receptoare de iluminat si prizeDepoziteHale industriale-cu ateliere si incaperi separate-cu mai multe deschideri,fara separatiiIluminat de sigurantaIluminat exteriorMagazii,posturi de transformare | *.*0,70,80,750,750,650,10,15-0,20,12-0,140,2-0,250,3-0,40,710,7-0,80,70,10,65-0,750,3-0,350,6-0,70,4-0,60,75-0,80,720,8-0,850,60,50,60,70,850,951,00,90,6 | 0,80,80,81,00,80,5; 0,650,5; 0,650,50,6-0,650,650,80,90,8-0,850,780,450,80,5-0,60,6-0,70,7-0,60,350,950,95-1,00,95-1,00,70,7-flourescent0,90-flourescent0,55-incandescent1,00 | 0,750,750,750,000,751,73; 1,171,73; 1,171,731,33-1,171,170,750,480,75-0,620,81,990,751,73-1,331,33-1,021,00-1,332,670,320,33-0,000,33-0,001,001,00compensat0,48necompensat1,510,00 |

Fig. 1.2. Nomograma pentru determinarea coeficientilor de influenta *kc* si de cerere corectat *k/c*

in care *kck* este coeficientul de cerere pentru categoria de receptoare considerata, determinat din tabelul 1.3.

 Nomograma din figura 1.2 indica, in partea dreapta, dependenta coeficientului de influenta *ka* de numarul de receptoare *n* ale consumatorului de calcul; in partea stanga a nomogramei rezulta coeficientul de cerere corectat *k/c,* pe baza coeficientilor *kc* si *ka* determinati.

 De remarcat ca, determinarea coeficientului *ka* de influenta a numarului de receptoare este corect sa se faca in raport cu numarul total *n* de receptoare al consumatorului de calcul considerat, fiind acelasi pentru toate categoriile de receptoare din compunerea acestuia. Acest lucru este firesc avand in vedere ca ansamblul receptoarelor, indiferent de categoriile carora le apartin, determina in mod statistic consumul de energie electrica, datorita nesimultaneitatilor in functionare si in gradele de incarcare.

 Pe aceasta baza, dintre doi consumatori de calcul cu aceleasi puteri instalate totale si cu repartitii identice ale puterilor instalate pe categorii de receptoare, cel care cuprinde un numar mai mare de receptoare (cu puteri instalate mai mici) va absorbi o putere mai mica.

 Orice modificare ale numarului de receptoare a consumatorului de calcul atrage dupa sine necesitatea actualizarii valorii coeficientului de influenta *ka* si a determinarii coeficientilor de cerere corectati *k/ck* cu relatia (1.17).

 n cazul in care receptoarele au puteri mult diferite, se recomanda ca determinarea coeficientului de influenta sa se faca in raport cu numarul de receptoare.

  (1.18)

in care s-a notat cu *n0,5* - numarul receptoarelor celor mai mari, a caror putere instalata insumata este egala cu jumatate din puterea tuturor receptoarelor.

 Cazurile limita ale corectiei sunt urmatoarele:

**a**. *n <* 4, cand *ka=*1 si prin urmare *k/c* = 1, adica pentru un numar de receptoare mai mic decat patru, puterea ceruta este egala cu suma puterilor instalate ale receptoarelor. Un astfel de consumator de calcul se poate intalni la nivelul tablourilor de utilaj sau al celor de distributie care alimenteaza cel mult trei receptoare.

**b**. *n* >> 50, *ka* >> 10 si conform relatiei (1.11) se obtine , ceea ce inseamna ca pentru un consumator de calcul cu un numar foarte mare de receptoare, corectia coeficientului de cerere este nula, astfel incat relatia (1.9) devine:

  (1.19)

 Astfel de situatii se intalnesc la nivelul tablourilor generale din posturile de transformare sau al tablourilor de distributie care alimenteaza un numar relativ mare de receptoare.

 Avand determinate puterile cerute de receptoarele din fiecare categorie, puterea ceruta totala la nivelul consumatorului de calcul este

  (1.20)

 Daca intr-o sectie alimentarea receptoarelor si utilajelor s-a organizat pe cateva (*q*) tablouri de distributie si s-au calculat conform celor de mai sus puterile cerute la nivelurile sectiei *Pcs* si a tablourilor *Pct* este evident ca

 *Pcs*< 

avand in vedere ca puterile cerute ale acestor consumatori de calcul au fost calculate pentru coeficienti de influenta *ka* diferiti. Asemenea inegalitati au loc intre orice trepte consecutive pe care se organizeaza un consumator dat.

 Calculul puterilor reactive cerute se face, de asemenea, pentru fiecare categorie in parte

  (1.21)

puterea reactiva totala rezultand

  (1.22)

 Puterea aparenta totala absorbita de consumatorul de calcul este

  (1.23)

 Daca rezultatul obtinut se incadreaza intre valorile

 400 kVA *Sc* < 1 600 kVA, (1.24)

la componentele activa si reactiva se aplica reduceri prin intermediul coeficientilor de reducere *kra*, pentru puterea activa si *krr* - pentru puterea reactiva, conform relatiilor

  (1.25)

 

in care *kra* = 0,9, iar *krr* = 0,95. Reducerea nu se aplica daca *Sc* < 400 kVA.

 n cazul in care consumatorul de calcul este o sectie sau intrega intreprindere, puterea aparenta de calcul **serveste ca baza pentru alegerea transformatorului de alimentare

 ** (1.26)

in care *SnT* reprezinta puterea aparenta nominala a transformatorului.

 Daca sarcina nu poate fi preluata de un singur transformator (*S/c* > 1 600 kVA), se grupeaza receptoarele pe doua sau mai multe transformatoare de puteri corespunzatoare, urmand ca la puterile cerute ale fiecarui grup de receptoare sa se aplice coeficientii de reducere mentionati. Este indicat ca gruparea receptoarelor sa se faca dupa criterii de amplasament si tehnologice.

 Pentru determinarea puterilor cerute *Pct* si *Qct* din reteaua de medie tensiune, la totalul obtinut dupa aplicarea reducerilor se adauga pierderile active Δ*Pr*, respectiv reactive Δ*Qr* din transformatoare (paragraful 3.6.3), conform relatiilor

  (1.27)

  (1.28)

in care *Qbc* reprezinta puterea surselor instalate pentru compensarea puterii reactive (v. subcap. 6.4).

 n lipsa unor date de catalog, pierderile de putere din transformatoare se pot calcula cu relatiile

 

  (1.29)

in care cu *Sr* s-a notat suma puterilor nominale ale transformatoarelor.

 n cazul consumatorilor de calcul alimentati prin *nr* transformatoare, se recomanda ca valorilor determinate cu relatiile (1.27) si (1.28), sa li se aplice coeficientii de simultaneitate *ksa* - pentru puterea activa si *ksr* - pentru puterea reactiva, rezultand puterile cerute pe partea de medie tensiune

 

  (1.30)

 Coeficientii de simultaneitate sunt dati in tabelul 1.4, in functie de numarul de transformatoare. Valorile mai mari ale coeficientilor se aplica in industriile (metalurgica, chimica) cu receptoare functionand in mare parte in sarcina continua.

 *Tabelul 1.4*

**Coeficientii de simultaneitate pentru consumatori alimentati prin mai multe transformatoare**

|  |  |
| --- | --- |
| Coeficientul de simultaneitate | Numarul transformatoarelor, *nT* |
|  | nT = 2; 3 | nT > 3 |
| pentru puterea activa, *ksa* | 0,80,9 | 0,70,85 |
| pentru puterea reactiva, *ksr* | 0,90,95 | 0,850,9 |

 Coeficientul mediu de cerere al consumatorului este

  (1.31)

 Puterea aparenta ceruta totala

  (1.32)

permite determinarea factorului de putere mediu

  (1.33)

care in situatia ca puterea reactiva totala *Q/ct* a fost calculata fara a se tine cont de reducerea datorata puterii reactive a surselor de compensare, se numeste *factor de putere natural*.

1.4.2. METODA FORMULEI BINOME

 Se utilizeaza pentru consumatori de calcul la nivelul unor tablouri de distributie, conducand la rezultate acoperitoare in ceea ce priveste puterea ceruta.

 Conform acestei metode, receptoarele se considera repartizate pe grupe de receptoare, puterea ceruta determinandu-se la nivelul grupelor, pe baza puterii instalate *Pik* a tuturoro receptoarelor din grupa *k* si a puterii instalate *Pix* a primelor *x* receptoare din aceeasi grupa, luate in ordinea descrescatoare a puterilor lor instalate.

 Puterea activa ceruta de cele *nk* receptoare din grupa *k* este 

  (1.34)

in care *a* si *b* sunt coeficientii formulei binome, iar *x* numarul de receptoare pentru care se calculeaza *Pix*; aceste date sunt specifice metodei de calcul dupa formula binoma, fiind indicate in tabelul 1.5.

 Puterea ceruta de cele *m* grupe de receptoare ale consumatorului de calcul este

  (1.35)

in care (*aPix*)*M* este termenul cu valoarea cea mai mare dintre termenii (*aPix*)*k*;

 - suma tuturor termenilor de forma *bkPik*, corespunzatori celor *m* grupe de receptoare.

 Puterea reactiva absorbita la nivelul consumatorului de calcul este

  (1.36)

 *Tabelul 1.5*

**Coeficientii formulei binome**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Grupul de receptoare | Nr.  | Coeficientii | cos ϕ | tg ϕ |
|  | x | a | b |  |  |
| 1.Motoare electrice pentru comanda individuala a masinilor-unelte de prelucrare a metalelor:-in sectii de prelucrare la cald, in serii mari si pe banda . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .-in sectii de prelucrare la rece, in serii mari si pe banda -idem, in serii mici si individuale . . . . . . . . . . . . . . . . 2.Motoare electrice pentru ventilatoare (conditionare), pompe, compresoare, grupuri compresoare . . . . . . . . . . (pentru puteri peste 100 kW se va lua puterea ceruta reala la cos ϕ real pentru fiecare motor in parte)3.Motoare electrice ale mecanismelor de transport continuu si de prelucrare a nisipurilor si pamanturilor din turnatorii:-fara interblocari . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . -cu interblocari . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4.Poduri rulante cu macarale:-in cazangerii, sectii de reparatii si de montaj, in ateliere mecanice si altele asemanatoare-in turnatorii . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . -in otelarii Siemens-Martin . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . -la laminoare, masini de treierat si recoltat5.Ateliere termice:-cuptoare electrice cu rezistenta cu incarcare automata (continua). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .-idem, cu incarcare neautomata (periodica)-receptoare termice mici, in instalatii de tip laborator (uscatoare, incalzitoare etc.). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 6.Masini de sudare:-prin puncte si prin cusatura . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . -cap la cap . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .7.Transformatoare de sudare:-pentru sudare automata . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . -pentru sudare manuala cu arc cu un singur punct de lucru . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . -idem, cu mai multe puncte de lucru . . . . . . . . . . . . . . 8.Grupuri convertizoare de sudare (motor-generator):-cu un singur punct de lucru . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . -cu mai multe puncte de lucru . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 9.Actionari electrice in industria chimica cu flux tehnologic neantrerupt (compresor, pompe, ventilatoare, amestecatoare si centrifuge) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 555555333321000000003 | 0,50,50,40,250,40,20,20,30,30,30,30,5000000000,5 | 0,260,140,140,650,40,60,060,090,110,180,70,50,70,350,350,50,350,7-0,90,350,6-0,90,5 | 0,650,50,50,80,750,750,50,50,50,50,950,9510,60,70,50,40,50,50,750,86 | 1,171,731,730,750,880,881,731,731,731,730,330,3301,331,021,732,301,731,730,880,61 |

 **Observatii**: 1.Pentru podurile rulante se pot aplica metode mai exacte de determinare a puterii cerute daca se dispune de curbele de incarcare ale fiecarui motor electric;

 2.Puterea *Pn* a grupurilor de receptoare pentru sudare se determina inmultindu-se puterea nominala *Sn* in kVA, cu factorul de putere nominal, pentru care se pot adopta valorile:

 -transformatoare de sudare 0,5;

 -masini de sudare prin puncte .. 0,7;

 -masini de sudare cap la cap . 0,8.

in care tg ϕk reprezinta tangenta corespunzatoare factorului de putere introdus de receptoarele din grupa *k*, marime de asemenea indicata in tabelul 1.5.

 Puterea aparenta ceruta si valoarea medie a factorului de putere se calculeaza cu relatiile (1.23) respectiv (1.33).

1.4.3. METODA ANALIZEI DIRECTE

 Aceasta metoda este recomandata pentru calculul puterii cerute de consumatori de calcul cu un numar redus de receptoare, ale caror diagrame de sarcina sunt cunoscute. Astfel de consumatori sunt:

 - tablourile de utilaj;

 - tablourile de distributie cu plecari putine;

 - tablourile generale cu un numar redus de plecari la subconsumatori mici sau neindustriali, cu puteri mici, cand se cunosc caracteristicile de functionare ale acestora si cand puterea instalata pentru iluminat reprezinta mai mult de 6075% din intreaga putere instalata.

 Metoda consta in determinarea directa a coeficientului de cerere, conform relatiei (1.12), deoarece in astfel de situatii, valorile factorilor care intervin pot fi calculate sau apreciate cu o buna aproximatie.

 Coeficientul de incarcare *ki* este dat de relatia

  (1.37)

in care *Pr* este puterea reala cu care sunt incarcate receptoarele, iar *Ps* - puterea in functie simultana; in mod obisnuit *k=* = 0,9 0,95.

 Coeficientul de simultaneitate este

  (1.38)

in care *Ps* are semnificatia de mai sus, iar *Pi* este puterea instalata. Pentru consumatori de calcul cuprinzand numai receptoare de iluminat, valorile coeficientilor de simultaneitate sunt date in tabelul 1.6; pentru receptoare de forta, acesti coeficienti se determina pe baza diagramelor de

 *Tabelul 1.6*

**Coeficientul de simultaneitate** *ks* **pentru consumatori cuprinzand**

**numai receptoare de iluminat**

|  |  |
| --- | --- |
| *Destinatia constructiei sau instalatiei* | *ks* |
| Constructii industriale si administrativeCompexe comercialeConstructii de locuinte:2 ÷ 4 apartamente5 ÷ 9 apartamente10 ÷14 apartamente15 ÷19 apartamentepeste 20 apartamenteDepoziteIluminat exterior si iluminat de sigurantaSpitale | 0,81,01,00,780,630,530,490,51,00,65 |

sarcina, din care rezulta *Ps*, si a puterii instalate *Pi*, conform relatiei (1.38).

 Randamentul mediu al receptoarelor η se determina ca medie ponderata a randamentelor nominale ηnj ale receptoarelor, in raport cu puterile instalate. Daca puterile instalate *Pij* sunt puteri electrice (absorbite), relatia de calcul este

  (1.39)

iar daca acesta se refera la puteri utile (mecanice - cazul motoarelor electrice), se utilizeaza relatia

  (1.40)

in care *n* este numarul de receptoare.

 Randamentul retelei ηr se calculeaza tinand seama de pierderile de putere; in mod obisnuit ηr = 0,98 1.

 Avand determinati toti factorii, se calculeaza coeficientul de cerere cu relatia (1.12). Puterea activa ceruta se obtine, in acest caz, din puterea instalata cu ajutorul coeficientului de cerere.

  (1.41)

 Pentru calculul puterii reactive cerute, este necesara determinarea factorului de putere mediu cos ϕm al receptoarelor, din conditia de egalitate a puterii aparente de cele *n* receptoare cu puterea aparenta a unui receptor echivalent. Aceasta conduce la relatia

  (1.42)

daca *Pij* reprezinta putere electrica absorbita sau

  (1.43)

daca *Pij* reprezinta putere utila.

 Puterea reactiva ceruta este

  (1.44)

iar puterea aparenta

  (1.45)

1.4.4. METODA DURATEI DE UTILIZARE A PUTERII MAXIME

 Se foloseste pentru determinarea puterii cerute la nivel de intreprindere sau platforma industriala, atunci cand se cunoaste consumul specific de energie electrica *W*0 pe unitatea de productie. Din aceasta cauza, metoda se mai numeste si a *consumurilor specifice*.

 Daca se noteaza cu *A* productia anuala a intreprinderii, in unitati de masura corespunzatoare (tone, metri patrati, bucati etc.), consumul anual de energie pentru acest consumator de calcul este

 *E*a = *W*0 ⋅ *A*, (1.46)

 n lipsa unor date certe, referitoare la consumul specific de energie electrica pentru produse si activitati industriale, se recomanda consultarea lucrari [15].

 *Tabelul 1.7.*

**Durata de utilizare** *tpM* **a puterii active maxime**

|  |  |
| --- | --- |
|  | tpM[h] |
| Felul consumatorului | lucrul in doua schimburi | lucrul in trei schimburi |
| Combinate de carneCombinate mari de carne, fabrici de conservat carnea, intreprinderi de prepararea carniiCombinate mari de pasariConstructii de masiniFabrici de cleiuriFabrici de gelatinaFabrici de incaltaminteFabrici de preparare a pasarilorIndustrie alimentaraIndustria chimicaIndustria electrotehnicaIndustria hartiei si celulozeiIndustria minieraIndustria textilaIntreprinderi frigorificentreprinderi de lapte dieteticntreprinderi mari de produse lactateMetalurgiePoligrafiePrelucrarea lemnuluiReparatia automobilelor si vagoanelorUzine de reparatii | ---2 500--3 000 ÷ 3 500-2 500----4 000----3 0002 200 ÷ 2 5003 4002 500 | 3 500 ÷ 3 8005 600 ÷ 5 8003 000 ÷ 3 1004 000 ÷ 4 4006 200 ÷ 6 3005 300 ÷ 5 5005 0006 400 ÷ 6 5004 000 ÷ 5 0005 800 ÷ 6 5005 0005 5005 000 ÷ 5 5004 5004 0004 800 ÷ 5 0007 200 ÷ 7 5006 500-4 600-- 4 500 |

**Observatii**: 1. Pentru intreprinderi lucrand intr-un singur schimb se considera *t*pM = 2 500 ÷ 3 000

2. Pentru iluminatul interior *t*pM = 1 500 ÷ 2 500, iar pentru cel exterior *t*pM = 2 500 ÷ 3 000

 Puterea ceruta *P*c se determina cu relatia

  (1.47)

in care *t*pM reprezinta durata (timpul) de utilizare a puterii maxime cerute, avand valori dependente de specificul consumatorului, conform tebelului 1.7.

 Fiind o metoda specifica notei de fundamentare tehnico-economica, nu se prevede calculul puterilor reactive si aparente cerute.

1.5. **CURBE DE SARCIN**

1.5.1. DEFINIIE, CLASIFICRI

 Datorita imposibilitatii de a stoca energie electrica, satisfacerea necesarului de energie la consumatori impune cunoasterea nu numai a puterilor cerute, ci si a modului de variatie a consumului, sub forma curbelor de sarcina.

 Curbele de sarcina prezinta variatia in timp a sarcinilor electrice, pe o perioada determinata.

 La consumatori, ca si la celelalte parti componente ale sistemului energetic (centrale, retele), se deosebesc diferite curbe de sarcina, dupa felul sarcinii, durata *tc* a ciclului la care se refera si provenienta.

 Dupa felul sarcinii, se evidentiaza curbe de sarcini *active* si curbe de sarcini *reactive*, acestea fiind practic cel mai des intrebuintate. Se traseaza curbe de sarcina si pentru puterea aparenta, ca si pentru curent.

 Dupa durata *tc* a ciclului, pentru care redau variatiile sarcinii, curbele de sarcina pot fi:

 - *zilnice*, la care durata ciclului este de **24** h si dintre care doua sunt mai importante, cea caracteristica pentru *vara* (in intervalul 18 25 iunie) si cea pentru *iarna* (18 25 decembrie);

 - *anuale*, la care durata ciclului este de 8 760 h (12 luni sau 365 zile).

 Dupa provenienta se deosebesc urmatoarele curbe de sarcina:

 - *experimentale*, obtinute prin citirea aparatelor indicatoare la intervale egale de timp (din 10 in 10 minute sau din 30 in 30 minute) sau trasate de catre aparatele inregistratoare;

 - *tip*, care sunt obtinute prin generalizarea curbelor experimentale, specifice unor ramuri sau subramuri industriale. Aceste curbe prezinta o importanta deosebita pentru proiectare.

 Sarcinile electrice pot fi prezentate pe curbele de sarcina fie in valori absolute, fie in valori raportate la valoarea maxima.

 n figura 1.3 se prezinta curbele zilnice (iarna) de sarcina activa si reactiva, in valori raportate, pentru un consumator din ramura constructiilor de masini, la care lucrul este organizat in doua schimburi. Numarul de schimburi influenteaza intr-o masura hotaratoare alura curbei de sarcina zilnica. Aceasta se poate observa din figura 1.4, in care sunt prezentate

Fig. 1.3. Curbele zilnice de sarcina activa si reactiva (iarna) pentru o intreprindere constructoare de masini lucrand in doua schimburi

Fig. 1.4. Curbele zilnice de sarcina activa iarna (linie continua) si vara (linie intrerupta) pentru un consumator la care lucrul este organizat:

*a* - intr-un schimb; *b* - in doua schimburi; *c* - in trei schimburi.

 Fig. 1.5. Curba de sarcina activa anuala a unei intreprinderi

curbele de sarcina activa zilnica, in valori raportate, in trei situatii - dupa numarul de schimburi (unul, doua sau trei) in care este organizat lucrul.

 La curba de sarcina anuala, reprezentata in figura 1.5 pentru puterea activa, sarcina corespunzatoare unei luni se obtine prin efectuarea mediei aritmetice a sarcinilor maxime zilnice pe interval de o luna.

1.5.2. INDICATORII CURBELOR DE SARCIN

 Consumul de energie electrica conform curbelor de sarcina poate fi caracterizat printr-o serie de marimi - puteri, durate, coeficienti adimensionali - numite indicatori ai curbelor de sarcina. Definirea acestor indicatori se face, in cele ce urmeaza, in legatura cu o curba de sarcina oarecare, prezentata in figura 1.6, in care notatiile s-au facut numai pentru puteri active; indicatorii referitori la puterile reactive se vor defini in mod similar. Se considera ca aceasta curba de sarcina se refera la un consumator avand puterea instalata *P*i.

 Pe parcursul ciclului, avand durata *tc*, se inregistreaza un consum maxim *PM* cu o durata mai mare de 15 minute; daca *tc* = 24 h si curba este trasata pentru anotimpul rece (iarna), deci este vorba de curba de sarcina zilnica - iarna, atunci *PM* reprezinta consumul maxim posibil, adica tocmai puterea ceruta

*PMi* = *Pc*  (1.48)

 Prin planimetrarea curbelor de sarcina se obtine consumul de energie activa

  (1.49)

respectiv reactiva

  (1.50)

in care *j* este indicele de insumare pentru energiile corespunzatoare diferitelor segmente orizontale din curba de sarcina, avand ordonatele *Pj*, respectiv *Qj* si lungimile (duratele) - Δ*tj*. Aceste calcule se fac, in general, numai pentru curba de sarcina anuala.

 **a**. *Puterea medie* este indicatorul cu semnificatia unei puteri constante in timp, care ar determina un consum de energie echivalent cu cel real. Puterea activa medie este

  (1.51)

iar cea reactiva medie

  (1.52)

 ntre valorile caracteristice ale puterii active - instalata, maxima si medie - exista relatiile de inegalitate

 *Pmed* < *PM* < *Pi*  (1.53)

 **b**. *Duratele de utilizare* indica in cat timp s-ar produce intreg consumul de energie, daca s-ar functiona constant la una din puterile caracteristice. Acestea sunt:

 - duratele de utilizare ale puterilor maxime absorbite, corespunzatoare unui consum constant, la puterile maxime, avand expresiile

  (1.54)

pentru puterea activa si

  (1.55)

pentru puterea reactiva. Valori caracteristice pentru durata de utilizare a puterii active maxime, in decurs de un an, sunt indicate in tabelul 1.7.

 *Tabelul 1.8*

**Duratele** *tPi* **si coeficientii** *KPi* **de utilizare a puterii active instalate**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sectorul de productie sau activitate | *iPi*[h] | *KPi* | Sectorul de productie sau activitate | *iPi*[h] | *KPi* |
| BereCeluloza si hartieCeramicaCheresteaCimentConfectieConstructii de masini greleConstructii si produse metaliceDiverse materiale de constructiiExtractia carbuneluiExtractia titeiuluiExtragerea si prepararea minereurilor neferoaseFabrica de mobilaIndustria laptelui | 1750 ÷ 20002500 ÷ 32001750 ÷ 26002600 ÷ 35004800 ÷ 57001750 ÷ 22001750 ÷ 21001300 ÷ 17502200 ÷ 31002600 ÷ 33002700 ÷ 31003300 ÷ 42001200 ÷ 26002200 ÷ 2800 | 0,20 ÷ 0,230,31 ÷ 0,360,20 ÷ 0,300,30 ÷ 0,400,55 ÷ 0,650,20 ÷ 0,250,20 ÷ 0,240,15 ÷ 0,200,25 ÷ 0,350,30 ÷ 0,380,29 ÷ 0,350,38 ÷ 0,480,14 ÷ 0,300,25 ÷ 0,32 | Industrializarea carniiIndustrializarea pesteluiMase plasticeMaterialerefractareMetalurgiaferoasaMetalurgia neferoasaPrefabricate de beton Prepararea carbuneluiPrepararea cocsuluiPoligrafiePortelan,faiantaRafinarea titeiuluiReparatii de masini si utilajeSpirt, drojdieTextileTransportul gazului metanUlei comestibil | 2200 ÷ 31002200 ÷ 31002200 ÷ 31002600 ÷ 31001750 ÷ 22001750 ÷ 22001750 ÷ 22003300 ÷ 37003200 ÷ 35001750 ÷ 31001750 ÷ 26002900 ÷ 33001000 ÷ 13003100 ÷ 44002450 ÷ 400016002200 ÷ 2500 | 0,25 ÷ 0,350,25 ÷ 0,350,25 ÷ 0,350,30 ÷ 0,350,20 ÷ 0,250,20 ÷ 0,250,20 ÷ 0,300,38 ÷ 0,420,36 ÷ 0,400,20 ÷ 0,350,20 ÷ 0,300,33 ÷ 0,380,12 ÷ 0,150,35 ÷ 0,500,28 ÷ 0,450,180,25 ÷ 0,28 |

 - duratele de utilizare a puterilor instalate, corespunzatoare consumului constant la o putere egala cu cea instalata. Pentru puterea activa instalata se obtine durata de utilizare cu relatia

  (1.56)

valori orientative pentru aceasta marime fiind prezentate in tabelul 1.8, iar pentru puterea reactiva instalata

  (1.57)

 Din definitiile de mai sus, rezulta ca pentru energia activa se poate scrie relatia de echivalenta

*Ea* = *Pmed* ⋅ *tc* = *PM* ⋅ *tPM* = *Pi* ⋅ *tpi*  (1.58)

si similar - pentru cea reactiva

*Er* = *Qmed* ⋅ *tc* = *QM* ⋅ *tQM* = *Qi* ⋅ *tQi* (1.59)

 **c**. *Coeficientii de utilizare* se obtin prin raportarea puterilor medii la celelalte doua valori caracteristice puterii - maxima si instalata, dupa cum urmeaza:

 - coeficientii de utilizare a puterii maxime sunt

  (1.60)

daca *tc* = 24 h, coeficientul de utilizare a puterii active maxime corespunzatoare curbei de sarcina zilnica, obtinut conform relatiei (1.60), se mai numeste si coeficient de umplere sau aplatisare a curbei, fiind folosit in calculele de determinare a puterilor transformatoarelor (v. par. 3.4.3). Valori caracteristice pentru acest coeficient sunt indicate in tabelul 1.9;

 - coeficientii de utilizare a puterii instalate active

  (1.61)

cu valori precizate in tabelul 1.8 si reactive

  (1.62)

 Daca pentru un consumator de calcul, reprezentat de o sectie sau intreprindere, se cunosc puterea instalata, durata de utilizare a acesteia (tab. 1.8) si durata de utilizare a puterii maxime (tab. 1.7), determinarea puterii maxime se poate face cu relatia

  (1.63)

 Avand in vedere relatia (1.48), aceasta putere maxima reprezinta tocmai puterea ceruta. Rezultatul calculului dupa relatia (1.63) poate fi comparat cu cel obtinut pe baza metodei duratei de utilizare a puterii maxime, conform relatiei (1.47).

 *Tabelul 1.9*

**Coeficientul de utilizare** *KPM* **a puterii active maxime, din curba de sarcina zilnica**

|  |  |
| --- | --- |
| Felul consumatorului | K\*PM |
| Combinat siderurgicFabrica de cimentFabrica de mobilaFabrica de tricotajFabrica de zaharIluminatul exteriorIluminatul interiorntreprindere chimicantreprindere de colectarea si prelucrarea lapteluintreprindere de industrializarea carniintreprindere industriala lucrand:-intr-un singur schimb-in doua schimburi-in trei schimburintreprindere metalurgica prelucratoarentreprindere minieraTurnatorie | 0,9320,8090,6890,861\*\*0,7300,862\*\*0,8860,290 ÷ 0,4000,170 ÷ 0,2900,8610,8000,6230,230 ÷ 0,3370,400 ÷ 0,5700,570 ÷ 0,8340,962\*\*0,5640,595\*\*0,9020,889\*\*0,558 |

\*Conform curbelor de sarcina din lucrarea [18]

\*\*Valorile corespund dupa aplicarea masurilor de reducere a puterii in orele de varf.

 Din relatiile (1.63), (1.48) si (1.31), se deduce coeficientul mediu de cerere al consumatorului

  (1.64)

egal cu raportul dintre durata de utilizare a puterii instalate si cea a puterii maxime.

 n afara indicatorilor mentionati, la dimensionarea puterii transformatoarelor pe baza suprasarcinilor admisibile, este necesar sa se cunoasca raportul *PMv / PMi,* dintre puterea activa maxima vara *PMv* si cea maxima iarna *PMi*. Se recomanda [15], ca determinarea acestui raport sa se faca din curba de sarcina anuala, dar se ajunge la rezultate apropiate daca se raporteaza valorile maxime din curbele de sarcina zilnica, trasate pentru cele doua perioade caracteristice - vara si iarna. n lipsa unor date concrete, pot fi utilizate orientativ, urmatoarele valori pentru raportul *PMv / PMi*;

 - 0,75 0,85, pentru intreprinderi lucrand intr-unul sau doua schimburi;

 - 0,85 0,9, pentru intreprinderi lucrand in trei schimburi.