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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image018.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image020.gif (1.8)

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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image022.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image024.gif (1.10)

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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image026.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image028.gif (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)

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image030.gif (1.13)

iar puterea instalata totala este

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image032.gif (1.14)

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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image034.gif (1.15)

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

Corectia tine seama de numarul total de receptoare

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image036.gif (1.16)

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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image038.gif (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 electromecanice  Aeroterme  Compresoare  -actionate cu motor asincron  -actionate cu motor sincron  Grupuri motor-generator  Macarale  -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 vid  Unelte electrice portabile  Ventilatoare  b) Receptoare electrotermice  Agregate motor generator de sudare  -pentru un singur post  -pentru mai multe posturi  Convertizoare de frecventa  Cuptoare de inductie de frecventa joasa  -fara compensarea energiei reactive  -cu compensarea eneergiei reactive  Cuptoare cu rezistoare  -cu incarcare continua  -cu incarcare periodica  c) Receptoare electrochimice  Redresoare  -pentru instalatii de acoperiri metalice  -pentru incarcat acumulatoare de electrocare  d) Receptoare de iluminat si prize  Depozite  Hale industriale  -cu ateliere si incaperi separate  -cu mai multe deschideri,fara separatii  Iluminat de siguranta  Iluminat exterior  Magazii,posturi de transformare | *.*  0,7  0,8  0,75  0,75  0,65  0,1  0,15-0,2  0,12-0,14  0,2-0,25  0,3-0,4  0,7  1  0,7-0,8  0,7  0,1  0,65-0,75  0,3-0,35  0,6-0,7  0,4-0,6  0,75-0,8  0,72  0,8-0,85  0,6  0,5  0,6  0,7  0,85  0,95  1,0  0,9  0,6 | 0,8  0,8  0,8  1,0  0,8  0,5; 0,65  0,5; 0,65  0,5  0,6-0,65  0,65  0,8  0,9  0,8-0,85  0,78  0,45  0,8  0,5-0,6  0,6-0,7  0,7-0,6  0,35  0,95  0,95-1,0  0,95-1,0  0,7  0,7  -flourescent  0,90  -flourescent  0,55  -incandescent  1,00 | 0,75  0,75  0,75  0,00  0,75  1,73; 1,17  1,73; 1,17  1,73  1,33-1,17  1,17  0,75  0,48  0,75-0,62  0,8  1,99  0,75  1,73-1,33  1,33-1,02  1,00-1,33  2,67  0,32  0,33-0,00  0,33-0,00  1,00  1,00  compensat  0,48  necompensat  1,51  0,00 |

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.

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image040.gif (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 http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image042.gif, 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:

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image044.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image046.gif (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*< http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image048.gif

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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image050.gif (1.21)

puterea reactiva totala rezultand

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image052.gif (1.22)

Puterea aparenta totala absorbita de consumatorul de calcul este

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image054.gif (1.23)

Daca rezultatul obtinut se incadreaza intre valorile

400 kVA http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image056.gif*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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image058.gif (1.25)

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image060.gif

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 *http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image062.gif*serveste ca baza pentru alegerea transformatorului de alimentare

*http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image064.gif* (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image066.gif (1.27)

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image068.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image070.gif

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image072.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image074.gif

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image076.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image078.gif (1.31)

Puterea aparenta ceruta totala

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image080.gif (1.32)

permite determinarea factorului de putere mediu

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image082.gif (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 http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image084.gif

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image086.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image088.gif (1.35)

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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image090.gif- suma tuturor termenilor de forma *bkPik*, corespunzatori celor *m* grupe de receptoare.

Puterea reactiva absorbita la nivelul consumatorului de calcul este

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image092.gif (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 recoltat  5.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) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5  5  5  5  5  5  3  3  3  3  2  1  0  0  0  0  0  0  0  0  3 | 0,5  0,5  0,4  0,25  0,4  0,2  0,2  0,3  0,3  0,3  0,3  0,5  0  0  0  0  0  0  0  0  0,5 | 0,26  0,14  0,14  0,65  0,4  0,6  0,06  0,09  0,11  0,18  0,7  0,5  0,7  0,35  0,35  0,5  0,35  0,7-0,9  0,35  0,6-0,9  0,5 | 0,65  0,5  0,5  0,8  0,75  0,75  0,5  0,5  0,5  0,5  0,95  0,95  1  0,6  0,7  0,5  0,4  0,5  0,5  0,75  0,86 | 1,17  1,73  1,73  0,75  0,88  0,88  1,73  1,73  1,73  1,73  0,33  0,33  0  1,33  1,02  1,73  2,30  1,73  1,73  0,88  0,61 |

**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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image094.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image096.gif (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 administrative  Compexe comerciale  Constructii de locuinte:  2 ÷ 4 apartamente  5 ÷ 9 apartamente  10 ÷14 apartamente  15 ÷19 apartamente  peste 20 apartamente  Depozite  Iluminat exterior si iluminat de siguranta  Spitale | 0,8  1,0  1,0  0,78  0,63  0,53  0,49  0,5  1,0  0,65 |

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)

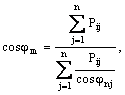
in care *n* este numarul de receptoare.

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

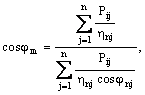
Avand determinati toti factorii, se calculeaza coeficientul de cerere cu relatia (1.12). Puterea activa ceruta se obtine, in acest caz, din puterea instalata cu ajutorul coeficientului de cerere.

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image024.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image106.gif (1.44)

iar puterea aparenta

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image108.gif (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 carne  Combinate mari de carne, fabrici de conservat carnea, intreprinderi de prepararea carnii  Combinate mari de pasari  Constructii de masini  Fabrici de cleiuri  Fabrici de gelatina  Fabrici de incaltaminte  Fabrici de preparare a pasarilor  Industrie alimentara  Industria chimica  Industria electrotehnica  Industria hartiei si celulozei  Industria miniera  Industria textila  Intreprinderi frigorifice  ntreprinderi de lapte dietetic  ntreprinderi mari de produse lactate  Metalurgie  Poligrafie  Prelucrarea lemnului  Reparatia automobilelor si vagoanelor  Uzine de reparatii | -  -  -  2 500  -  -  3 000 ÷ 3 500  -  2 500  -  -  -  -  4 000  -  -  -  -  3 000  2 200 ÷ 2 500  3 400  2 500 | 3 500 ÷ 3 800  5 600 ÷ 5 800  3 000 ÷ 3 100  4 000 ÷ 4 400  6 200 ÷ 6 300  5 300 ÷ 5 500  5 000  6 400 ÷ 6 500  4 000 ÷ 5 000  5 800 ÷ 6 500  5 000  5 500  5 000 ÷ 5 500  4 500  4 000  4 800 ÷ 5 000  7 200 ÷ 7 500  6 500  -  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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image110.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image112.gif (1.49)

respectiv reactiva

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image114.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image116.gif (1.51)

iar cea reactiva medie

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image118.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image120.gif (1.54)

pentru puterea activa si

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image122.gif (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* |
| Bere  Celuloza si hartie  Ceramica  Cherestea  Ciment  Confectie  Constructii de masini grele  Constructii si produse metalice  Diverse materiale de constructii  Extractia carbunelui  Extractia titeiului  Extragerea si prepararea minereurilor neferoase  Fabrica de mobila  Industria laptelui | 1750 ÷ 2000  2500 ÷ 3200  1750 ÷ 2600  2600 ÷ 3500  4800 ÷ 5700  1750 ÷ 2200  1750 ÷ 2100  1300 ÷ 1750  2200 ÷ 3100  2600 ÷ 3300  2700 ÷ 3100  3300 ÷ 4200  1200 ÷ 2600  2200 ÷ 2800 | 0,20 ÷ 0,23  0,31 ÷ 0,36  0,20 ÷ 0,30  0,30 ÷ 0,40  0,55 ÷ 0,65  0,20 ÷ 0,25  0,20 ÷ 0,24  0,15 ÷ 0,20  0,25 ÷ 0,35  0,30 ÷ 0,38  0,29 ÷ 0,35  0,38 ÷ 0,48  0,14 ÷ 0,30  0,25 ÷ 0,32 | Industrializarea carnii  Industrializarea pestelui  Mase plastice  Materiale  refractare  Metalurgia  feroasa  Metalurgia neferoasa  Prefabricate de beton  Prepararea carbunelui  Prepararea cocsului  Poligrafie  Portelan,  faianta  Rafinarea titeiului  Reparatii de masini si utilaje  Spirt, drojdie  Textile  Transportul gazului metan  Ulei comestibil | 2200 ÷ 3100  2200 ÷ 3100  2200 ÷ 3100  2600 ÷ 3100  1750 ÷ 2200  1750 ÷ 2200  1750 ÷ 2200  3300 ÷ 3700  3200 ÷ 3500  1750 ÷ 3100  1750 ÷ 2600  2900 ÷ 3300  1000 ÷ 1300  3100 ÷ 4400  2450 ÷ 4000  1600  2200 ÷ 2500 | 0,25 ÷ 0,35  0,25 ÷ 0,35  0,25 ÷ 0,35  0,30 ÷ 0,35  0,20 ÷ 0,25  0,20 ÷ 0,25  0,20 ÷ 0,30  0,38 ÷ 0,42  0,36 ÷ 0,40  0,20 ÷ 0,35  0,20 ÷ 0,30  0,33 ÷ 0,38  0,12 ÷ 0,15  0,35 ÷ 0,50  0,28 ÷ 0,45  0,18  0,25 ÷ 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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image124.gif (1.56)

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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image126.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image128.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image130.gif (1.61)

cu valori precizate in tabelul 1.8 si reactive

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image132.gif (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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image134.gif (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 siderurgic  Fabrica de ciment  Fabrica de mobila  Fabrica de tricotaj  Fabrica de zahar  Iluminatul exterior  Iluminatul interior  ntreprindere chimica  ntreprindere de colectarea si prelucrarea laptelui  ntreprindere de industrializarea carnii  ntreprindere industriala lucrand:  -intr-un singur schimb  -in doua schimburi  -in trei schimburi  ntreprindere metalurgica prelucratoare  ntreprindere miniera  Turnatorie | 0,932  0,809  0,689  0,861\*\*  0,730  0,862\*\*  0,886  0,290 ÷ 0,400  0,170 ÷ 0,290  0,861  0,800  0,623  0,230 ÷ 0,337  0,400 ÷ 0,570  0,570 ÷ 0,834  0,962\*\*  0,564  0,595\*\*  0,902  0,889\*\*  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

http://www.scritube.com/files/arhitectura%20constructii/962_poze/image136.gif (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.