

GHID DE BUNĂ PRACTICĂ
PENTRU PROIECTAREA INSTALAȚIILOR DE ILUMINAT/PROTECȚIE ÎN CLĂDIRI
Indicativ GEx 012 - 2015

CUPRINS

Obiect și domeniu de aplicare

PARTEA I – Reguli de buna practică pentru proiectarea instalațiilor electrice de iluminat interior și exterior la clădiri

- I.1. Terminologie specifică
- I.2. Calculul fluxului necesar a fi instalat. calculul nivelului de iluminare în plan orizontal
- I.3. Calculul nivelului de iluminare directă pe un plan oarecare

PARTEA A-II-A – Reguli de buna practică pentru proiectarea instalațiilor de protecție

- II.1. Instalații de protecție aferente construcțiilor
- II.2. Stabilirea componentelor sistemului de protecție la trăsnet, prin evaluarea riscului
- II.3. Stabilirea necesității prevederii unei instalații de protecție împotriva trăsnetului (IPT). studii de caz
- II.4. Determinarea zonei de protecție împotriva trăsnetului a dispozitivelor cu amorsare (PDA)
- II.5. Alegerea aparatelor de protecție împotriva supratensiunilor (SPD)
- II.6. Calculul nivelului de izolație la IPT exterioare
- II.7. Conceperea schemelor electrice
- II.8. Dimensionarea componentelor instalației de utilizare
- II.9. Date de ieșire pentru documentația de achiziție
- II.10 Proiectarea seismică a instalațiilor

PARTEA A III-A – Reguli de buna practică pentru verificarea și punerea în funcțiune a instalațiilor electrice în clădiri. cerințe impuse prin proiectul tehnic.

- III.1. Prevederi generale
- III.2. Verificări pentru punerea în funcțiune
- III.3. Verificări periodice
- III.4. Exploatarea instalațiilor electrice

PARTEA A IV-A – ANEXE

Anexa IV.1. – Gruparea elementelor componente ale instalațiilor electrice pentru clădiri în funcție de modul de instalare al echipamentelor și de tipul de prindere/ fixare la suport

ANEXA IV.2 - Gruparea elementelor componente ale instalațiilor electrice pentru clădiri în funcție de tipul echipamentului

OBIECT ȘI DOMENIU DE APLICARE

1.1 Ghidul de bună practică pentru proiectarea instalațiilor electrice de iluminat și de protecție în clădiri *se adresează* tuturor factorilor implicați în procesul investițional: proiectanți, verificatori de proiecte, experți tehnici, executanți, responsabili tehnici, investitori, proprietari, administratori și utilizatori, personalului responsabil cu exploatarea instalațiilor electrice de iluminat și protecție în clădiri, organismelor de control/verificare, precum și proiectanților de specialitate, elaboratori ai proiectelor de instalații electrice, privind metode de calcul de protecție împotriva trăsnetului, inițiere în proiectarea asistată de calculator a sistemelor de iluminat, calculul curentului de scurtcircuit, etc.

1.2 Prevederile Ghidul de bună practică se aplică pentru proiectarea instalațiilor de iluminat aferente clădirilor (interior, exterior) și a instalațiilor electrice, astfel încât să asigure cerințele esențiale ale Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările și completările ulterioare.

Pentru standardele nedatate, se va utiliza cea mai recentă versiune.

1.3 Ghidul de bună practică, a fost elaborat în concordanță cu prevederile Normativului privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, indicativ I7-2011, denumit în continuare Normativ, și conține:

1.3.1 - *explicitarea, prin exemple de calcul*, a aplicării prevederilor reglementării tehnice, în conformitate cu prevederile standardelor în vigoare. Calculul este abordat într-o manieră diferită față de ghidurile de proiectare tradiționale, utilizatorul având la dispoziție:

- tratarea instalației electrice pe ansamblul ei, și nu cu exemple punctuale (o relație de calcul, un circuit);
- prezentarea calculului poate fi utilizată ca exemple pentru realizarea unor note de calcul complete;
- metodele de calcul sunt însoțite de exemple pentru proiectare asistată de calculator;
- rezultatele dimensionării sunt utilizate pentru întocmirea documentațiilor de achiziție a echipamentelor;

1.3.2 – exemplificarea unor măsuri de protecție pentru diverse scheme de distribuție, în funcție de particularitățile lor;

1.3.3 – un exemplu de redactarea a unui memoriu tehnic.

PARTEA I – REGULI DE BUNA PRACTICĂ PENTRU PROIECTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE ILUMINAT INTERIOR ȘI EXTERIOR LA CLĂDIRI

I.1. TERMINOLOGIE SPECIFICĂ

Instalațiile de iluminat utilizează o terminologie specifică, din care practica a demonstrat că unele mărimi importante sunt imprecis sau insuficient utilizate:

densitatea de putere instalată în iluminat (LPDi – Lighting Power Density information)

$[W/(m^2 \cdot 100lx)]$ raportul dintre puterea electrică instalată în sistemul de iluminat și aria iluminată la un nivel de 100 lx.

eficacitatea luminoasă a unei surse de lumină, e $[lm/W]$: raportul dintre fluxul luminos nominal Φ_v emis de o sursă de lumină și puterea nominală P_c consumată de aceasta, fără să se ia în considerație puterea consumată de aparatajul auxiliar;

eficacitatea luminoasă globală a unei surse de lumină, e_g $[lm/W]$: raportul dintre fluxul luminos nominal Φ_v emis de o sursă de lumină și puterea nominală P_c a acesteia, la care se cumulează puterea consumată de aparatajul auxiliar (balast) P_a ;

flux luminos, Φ_v $[lm]$: mărime derivată din fluxul energetic prin evaluarea radiației după acțiunea sa asupra observatorului fotometric de referință CIE;

indice global de evaluare a orbirii, U_{GR} : valoarea indicelui de evaluare a orbirii psihologice dată de un sistem de iluminat;

indice de redare a culorilor, R_a : expresia obiectivă a redării culorii obiectelor de către lumina lămpilor electrice. Variaza de la 0 - 100, $R_a = 100$ exprimând o redare naturală a culorilor. R_a descrește pe măsură ce scade calitatea de redare a culorilor;

indicatorul numeric al iluminatului, $LENI$ $[kWh/m^2/an]$: reprezintă raportul dintre energia electrică consumată de sistemele de iluminat W_{ilum} aferente unei clădiri în scopul realizării mediului luminos confortabil necesar desfășurării activității în clădire și aria totală a pardoselii folosite a clădirii A . Indicatorul $LENI$ poate fi utilizat pentru a compara consumul de energie electrică pentru două sau mai multe clădiri cu aceeași destinație, de dimensiuni și configurații diferite.

intensitatea luminoasă (a unei surse, într-o direcție dată), I_v $[cd]$: raportul dintre fluxul luminos $d\Phi_v$ emis de sursă în unghiul solid $d\Omega$ pe direcția dată și acest unghi solid elementar;

luminanța, L $[cd/m^2]$: mărime care exprimă efectul luminii asupra retinei observatorului (se calculează plecând de la nivelul de iluminare pe retină) și este gală cu raportul dintre intensitatea unei surse luminoase dI_θ pe direcția privirii și proiecția suprafeței elementare a acesteia $dA \cdot \cos \theta$ pe planul vizat (unghiul θ fiind măsurat între normala la suprafața dA și

direcția de vizare), conform relației:

$$L = \frac{dI_\theta}{dA \cdot \cos \theta}$$

I.2. CALCULUL FLUXULUI NECESAR A FI INSTALAT. CALCULUL NIVELULUI DE ILUMINARE ÎN PLAN ORIZONTAL

Sistemul de iluminat (artificial) aferent unui obiectiv trebuie să asigure parametrii cantitativi: nivel de iluminare, coeficienți de uniformitate pentru planul util $E_{\min}/E_{\text{med}}$ și pentru suprafața de lucru $E_{\min}/E_{\max}$, densitate de putere instalată în iluminat și calitativi: redarea culorilor, valoarea limită a indicelui UGR pentru microclimatul luminos interior din fiecare încălțintă a obiectivului.

Definirea planului de lucru, a tipului de iluminare care este cerută de condițiile de vizibilitate impuse (iluminare orizontală, verticală, sau cilindrică), alte condiții particulare cum ar fi utilizarea camerelor de televiziune, intensitatea activității desfășurate (normală, veghe, evacuare, curățenie) reprezintă condiții care modifică nivelul de complexitate al sistemului de iluminat, și implicit al dimensionării sale.

Pentru sistemele de iluminat de siguranță se vor urmări condițiile specifice, reflectate atât prin configurația adoptată, dar și prin evaluările cantitative obligatorii.

Calculul se efectuează în două etape, respectiv una cantitativă globală (de predimensionare) și cealaltă calitativă de verificare.

Mărimea de bază ce face obiectul calculului luminotehnic al sistemului de iluminat normal (SIN) este **nivelul de iluminare mediu** și suplimentar *luminanța medie* admisă pe planul util și pe suprafețele reflectante.

Una dintre metodele globale de predimensionare a unui SIN interior este metoda factorului de utilizare.

2.1. Date de intrare

Metoda factorului de utilizare (MFU).

Metoda pornește de la condiția de a asigura pe planul util, cu suprafața utilă (S_u), un nivel de luminare mediu recomandat (E_{med}), în funcție de natura activității ce se desfășoară la nivelul planului util conform figura 1.1. Pe lângă geometria încălțperii, alte mărimi care intervin sunt degajările de praf, coeficienții de reflexie a pereților și mobilierului.

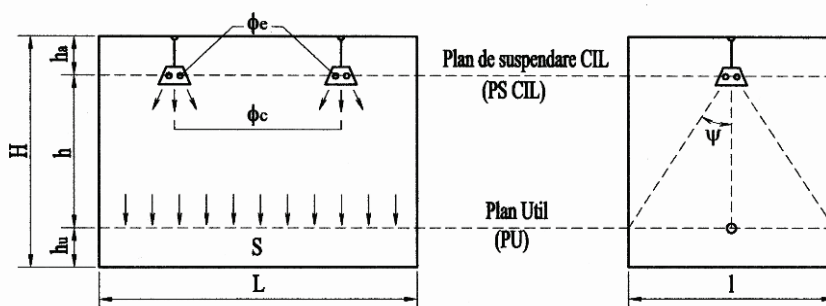


Figura 1.1 – Geometria încălțperii pentru metoda factorului de utilizare

Calculul suprafeței utile:

$$S_u = L \cdot l \quad (2.1)$$

unde:

- S_u este suprafața utilă în m^2 ;
- L este lungimea încălțperii în m;
- l este lățimea încălțperii în m.

Pentru cazuri justificate, planul util poate avea dimensiuni mai reduse decât suprafața încălțperii, în funcție de dispunerea mobilierului sau de activitățile desfășurate.

Calculul înălțimii de la aparatul de iluminat la planul util la care este necesară iluminarea:

$$h = h_t - h_u - h_s \quad (2.2)$$

unde:

- h este distanța în plan vertical de la aparatul de iluminat la suprafața utilă în m;
- h_t este înălțimea totală a camerei în m;
- h_u este înălțimea planului util în m, față de pardoseală ;
- h_s este înălțimea de suspendare a aparatului de iluminat de tavan în m.

2.2. Breviar de calcul

Geometria incintei se caracterizează prin intermediul **indicii încăperii**, care se calculează în funcție de dimensiunile încăperii: lungimea, lățimea și înălțimea acestora și se calculează cu:

$$i = \frac{L \cdot l}{h \cdot (L + l)} \quad (2.3)$$

Factorul de menținere a SIN (notat Δ sau M_f) este un parametru care depinde de degajările de praf frecvența curățării aparatelor de iluminat, inclusiv cu clasa de protecție IP. Orientativ, poate fi considerat în funcție de destinația încăperii:

- acolo unde impune păstrarea curățeniei datorită specificului activității desfășurate cum ar fi în spitale, în dispensare sau în farmacii Δ este ales între 0,88 și 0,9
- pentru încăperi de locuit, hoteluri, moteluri sau locuri de odihnă cât și pentru clădirile administrative Δ este ales între 0,8 și 0,77
- pentru încăperi unde nu este necesară o păstrare a curățeniei obligatorie cât și pentru camere de depozitare, magazine pentru alte camere unde se desfășoară alte activități Δ are valoarea 0,7.

Coefficientul de reflexie ρ este ales în funcție de finisajul pereților și a tavanului. Orientativ, tavanul alb are cu un factor de reflexie 0,7, pereții finisați cu o culoare deschisă pot avea un factor de reflexie de 0,5. Orientativ, alte valori sunt disponibile în tabelul 2.1:

Tabel 2.1 Valori ale coeficientul de reflexie ρ

ρ	Tip finisaj
0.8	Vopsea albă pe suport lucios
0.7	Var lavabil pe placă rigips
0.65	Tencuială culori deschise
0.6	Var lavabil pe tencuială rugoasă
0.45	Ciment, tapet crem
0.35	Lambriu din fag
0.3	Cărămidă
0.08 - 0.10	Sticlă clară 3 mm
0.70 - 0.80	Oglină argintată

După consultarea proiectului de arhitectură, se va calcula influența mobilierului sau a vitrajului, prin media ponderată a tuturor coeficienților de reflexie care intervin:

$$\rho_p = \frac{\sum \rho_i S_i}{\sum S_i} \quad (2.4)$$

Factorul de utilizare u se determină din tabelele furnizate în general de producătorul corpului de iluminat, prin *interpolare liniară multiplă* între valorile coeficienților de reflexie (tavan / pereți) pentru care sunt date tabelele.

Fluxul necesar într-o încăpere se va determina cu formula:

$$\Phi_{nec} = \frac{E_{med} \cdot S_u}{\Delta \cdot u} \quad (2.5)$$

unde S_u este suprafața utilă a încăperii în m^2 .

Fluxul instalat se alege mai mare decât fluxul necesar, luând în considerare numărul de aparate posibil de montat în mod real (cu consultarea arhitectului) și a fluxului instalat în fiecare corp.

Puterea instalată va fi suma puterilor tuturor lămpilor ce sunt folosite pentru iluminatul respectivei încăperi, plus puterile absorbite de balasturile aferente (acolo unde este cazul).

2.3. Exemple de calcul

Date de intrare

2.3.1 Birou 1

Nivelul de iluminare mediu necesar pe planul util: 500 lx

Suprafața (Lungime, lățime) : $S_u = L \times l = 7 \times 4 = 28 \text{ m}^2$

Înălțime: $h_t = 3 \text{ m}$

Înălțimea de suspendare a aparatului de iluminat: $h_a = 0.1 \text{ m}$

Înălțimea planului util: $h_u = 0.8 \text{ m}$

Factorul de menținere al aparatului de iluminat: $\Delta = 0.8$

Factori de reflexie:

- tavan: $\rho_t = 0.7$
- pereți: $\rho_p = 0.5$
- podea: 0,3

2.3.2. Laborator de cercetare

Nivelul de iluminare mediu necesar pe planul util: 500 lx

Suprafața: $S_u = L \times l = 10 \times 6 = 60 \text{ m}^2$

Înălțime: $h_t = 3,8 \text{ m}$

Înălțime de aplicare a aparatului de iluminat: $h_a = 0.5 \text{ m}$

Înălțimea planului util: $h_u = 0.9 \text{ m}$

Factorul de menținere al aparatului de iluminat: $\Delta = 0.9$

Factori de reflexie:

- tavan: $\rho_t = 0.7$
- pereți: $\rho_p = 0.7$
- podea: 0,3

2.3.3. Sală de conferință

Nivelul de iluminare mediu pe planul util: 300 lx (conf. [2])

Suprafața: $S_u = L \times l = 15 \times 25 = 375 \text{ m}^2$

Înălțime: $h_t = 4.5 \text{ m}$

Înălțime de aplicare a aparatului de iluminat: $h_a = 0 \text{ m}$

Înălțimea planului util: $h_u = 0.7 \text{ m}$

Factorul de menținere al aparatului de iluminat: $\Delta = 0.7$

Factori de reflexie:

- tavan: $\rho_t = 0.7$
- pereți: $\rho_p = 0.3$
- podea: 0,3

2.3.4. Depozit profile laminate

Nivelul de iluminare mediu pe planul util: 200 lx

Suprafața: $S_u = L \times l = 6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$

Înălțime: $h_t = 3 \text{ m}$

Înălțime de aplicare a aparatului de iluminat: $h_a = 0,5 \text{ m}$

Înălțimea planului util: $h_u = 0 \text{ m}$

Factorul de menținere al aparatului de iluminat: $\Delta = 0.8$

Factori de reflexie:

- tavan: $\rho_t = 0.7$
- pereți: $\rho_p = 0.5$
- podea: 0,3

Pentru exemplificare, se prezintă MFU pentru care sunt considerate patru aparate de iluminat diferite, având factorii de utilizare de mai jos:

Tabel 2.2.a – Factori de utilizare aparat cu distribuție directă, dispensor prismatic clar

η_c	i	ρ_t	0.70			0.50			0.30	
		ρ_p	0.50	0.30	0.10	0.50	0.30	0.10	0.30	0.10
		ρ_u	0.30			0.30			0.30	
Aparate cu distribuție directă, dispensor prismatic clar										
Factor utilizare	0.60	0.31	0.26	0.23	0.30	0.26	0.23	0.25	0.22	
	0.80	0.38	0.33	0.29	0.36	0.32	0.29	0.32	0.29	
	1.00	0.43	0.38	0.34	0.41	0.37	0.33	0.36	0.33	
	1.25	0.47	0.42	0.39	0.45	0.41	0.38	0.40	0.37	
	1.50	0.51	0.46	0.42	0.49	0.45	0.41	0.43	0.41	
	2.00	0.56	0.51	0.48	0.53	0.49	0.46	0.48	0.45	
	2.50	0.59	0.55	0.52	0.56	0.53	0.50	0.51	0.48	
	3.00	0.61	0.58	0.55	0.58	0.55	0.53	0.53	0.51	
	4.00	0.64	0.61	0.59	0.61	0.58	0.56	0.56	0.54	
5.00	0.66	0.64	0.61	0.62	0.60	0.59	0.57	0.56		

Tabel 2.2.b – Factori de utilizare aparat cu distribuție directă, dispensor prismatic opal

η_c	i	ρ_t	0.70			0.50			0.30	
		ρ_p	0.50	0.30	0.10	0.50	0.30	0.10	0.30	0.10
		ρ_u	0.30			0.30			0.30	
Aparate cu distribuție directă, dispensor prismatic opal										
	0.60	0.24	0.19	0.16	0.23	0.19	0.16	0.18	0.16	
	0.80	0.30	0.25	0.22	0.28	0.24	0.21	0.23	0.21	
	1.00	0.34	0.29	0.26	0.32	0.18	0.25	0.27	0.24	
	1.25	0.38	0.34	0.30	0.36	0.32	0.29	0.31	0.28	
	1.50	0.41	0.37	0.33	0.39	0.35	0.32	0.34	0.31	
	2.00	0.46	0.42	0.38	0.43	0.40	0.37	0.38	0.35	
	2.50	0.49	0.45	0.42	0.46	0.43	0.40	0.41	0.38	
	3.00	0.51	0.48	0.45	0.48	0.45	0.43	0.43	0.41	
	4.00	0.55	0.52	0.49	0.51	0.48	0.46	0.46	0.44	
5.00	0.57	0.54	0.52	0.52	0.50	0.49	0.47	0.46		

Tabel 2.2.c – Factori de utilizare aparat cu distribuție semidirectă

η_c	I	ρ_t	0.70			0.50			0.30	
		ρ_p	0.50	0.30	0.10	0.50	0.30	0.10	0.30	0.10
		ρ_u	0.30			0.30			0.30	
Aparate cu distribuție semidirectă										
Factor utilizare	0.60	0.34	0.27	0.22	0.30	0.24	0.20	0.22	0.18	
	0.80	0.43	0.35	0.29	0.38	0.32	0.27	0.28	0.24	
	1.00	0.50	0.41	0.35	0.44	0.37	0.32	0.33	0.29	
	1.25	0.57	0.48	0.42	0.49	0.43	0.38	0.38	0.34	
	1.50	0.62	0.53	0.47	0.54	0.47	0.42	0.42	0.38	
	2.00	0.69	0.62	0.55	0.60	0.54	0.49	0.47	0.44	
	2.50	0.74	0.67	0.62	0.64	0.59	0.55	0.51	0.48	
	3.00	0.78	0.72	0.66	0.68	0.63	0.59	0.55	0.51	
	4.00	0.84	0.78	0.73	0.72	0.68	0.64	0.59	0.56	
5.00	0.87	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.62	0.59		

Tabel 2.2.d – Factori de utilizare cu distribuție directă, cu reflector

η_c	i	ρ_t	0.70			0.50			0.30	
		ρ_o	0.50	0.30	0.10	0.50	0.30	0.10	0.30	0.10
		ρ_u	0.30			0.30			0.30	
Aparate cu distribuție directă, cu reflector										
Factor utilizare	0.60	0.41	0.33	0.28	0.39	0.33	0.28	0.32	0.28	
	0.80	0.51	0.43	0.38	0.49	0.43	0.38	0.42	0.37	
	1.00	0.58	0.51	0.45	0.56	0.49	0.44	0.48	0.44	
	1.25	0.66	0.58	0.53	0.63	0.57	0.52	0.55	0.51	
	1.50	0.71	0.64	0.58	0.68	0.62	0.57	0.60	0.56	
	2.00	0.79	0.72	0.67	0.75	0.70	0.65	0.67	0.63	
	2.50	0.84	0.78	0.73	0.80	0.75	0.71	0.72	0.68	
	3.00	0.88	0.82	0.78	0.83	0.79	0.75	0.75	0.72	
	4.00	0.93	0.88	0.84	0.87	0.84	0.80	0.80	0.77	
5.00	0.96	0.92	0.88	0.90	0.87	0.84	0.82	0.80		

Justificarea alegerii acestor tipuri de aparate nu este dezvoltată aici, exemplul furnizând doar o comparație între rezultatele posibile, care evident depind de aparatele de iluminat. Recomandăm ca pentru investiții importante să se studieze de asemenea diverse soluții lumino tehnice. Influența factorilor de reflexie și a factorului de mentenanță se transmite în valoarea finală a densității de putere instalată în sistemul de iluminat.

Datele sunt prelucrate tabelar (a se vedea exemplul din Tabelul 2.3):

Tabelul 2.3 – Exemplu de dimensionare a sistemului de iluminat prin metoda factorului de utilizare – date de intrare

Microsoft Excel - Factor de utilizare.xls																
Fișier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor																
H13																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
16																
17																
18				Lungime	Latime	H	Hu	Ha	Ro Tavan	Ro Pereti	Ro Pereti med	Ro Podea	E	Delta	Indice	
19									Ro	Ro	Ro	Ro	lx		inc	
20	1	1.2.1.	Borou 1	7	4	3	0.8	0.1	0.7	0.5	0.43	0.3	500	0.80	1.2	
21	2	1.2.1.	Borou 1	7	4	3	0.8	0.1	0.7	0.5	0.43	0.3	500	0.80	1.2	
22	3	1.2.1.	Borou 1	7	4	3	0.8	0.1	0.7	0.5	0.43	0.3	500	0.80	1.2	
23	4	1.2.1.	Borou 1	7	4	3	0.8	0.1	0.7	0.5	0.43	0.3	500	0.80	1.2	
24	5	1.2.2.	Laborator	10	6	3.8	0.9	0.5	0.7	0.5	0.36	0.3	500	0.90	1.56	
25	6	1.2.2.	Laborator	10	6	3.8	0.9	0.5	0.7	0.5	0.36	0.3	500	0.90	1.56	
26	7	1.2.2.	Laborator	10	6	3.8	0.9	0.5	0.7	0.5	0.36	0.3	500	0.90	1.56	
27	8	1.2.2.	Laborator	10	6	3.8	0.9	0.5	0.7	0.5	0.36	0.3	500	0.90	1.56	
28	9	1.2.3.	Sala conf	22	15	4.5	0.7	0	0.7	0.3	0.24	0.3	300	0.78	2.35	
29	10	1.2.3.	Sala conf	22	15	4.5	0.7	0	0.7	0.3	0.24	0.3	300	0.78	2.35	
30	11	1.2.3.	Sala conf	22	15	4.5	0.7	0	0.7	0.3	0.24	0.3	300	0.78	2.35	
31	12	1.2.3.	Sala conf	22	15	4.5	0.7	0	0.7	0.3	0.24	0.3	300	0.78	2.35	
32	13	1.2.4.	Depozit	6	3.4	3	0	0.5	0.5	0.1	0.1	0.3	200	0.74	0.87	
33	14	1.2.4.	Depozit	6	3.4	3	0	0.5	0.5	0.1	0.1	0.3	200	0.74	0.87	
34	15	1.2.4.	Depozit	6	3.4	3	0	0.5	0.5	0.1	0.1	0.3	200	0.74	0.87	
35	16	1.2.4.	Depozit	6	3.4	3	0	0.5	0.5	0.1	0.1	0.3	200	0.74	0.87	

Tabelul 2.3. are linii care se repetă de patru ori deoarece în coloanele următoare se vor studia câte patru variante pentru fiecare încăpere.

O sursă de erori o constituie interpolarea multiplă care trebuie realizată în tabelele cu factorul de utilizare, mai ales dacă se consideră coeficientul de reflexie mediu al pereților (în tabel nu este prezentat calculul relației 2.4, ci numai rezultatul considerării mobilierului nu mai poate fi considerat 0.5 , 0.3 sau 0.1).

Pentru interpolarea liniară relația este

$$y = y_1 + (x - x_1) \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

După efectuarea calculului, numărul de aparate se adoptă și în funcție de posibilitățile de montare în planul tavanului (tabelul 2.5, coloana *V*).

În exemplul considerat, echiparea aparatelor s-a considerat identică, cu aceleași lămpi, pentru a permite primele comparații. În mod evident, aparatele cu distribuție directă și reflector sunt cele mai eficiente, în timp ce dispersorul opal este cel mai neeficient. Alegerea finală va depinde și de alte criterii, cum ar fi nivelul luminanțelor tavanului, coeficientul de neuniformitate al iluminării în planul util, estetica aparatului, posibilități de montaj etc.

Tabelul 2.5 – Exemplificare-Dimensionarea sistemului de iluminat prin metoda factorului de utilizare – rezultate, cu indicarea variantei comparate (mai jos)

Microsoft Excel - Factor de utilizare.xls											
Fișier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor											
AA39											
	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
16											
17											
18	Indice	Factor	Flux nec	Aparat	Tip	Flux ap	Nr ap	Nr ap	P ap	P abs	LPDi
19	inc	utilizare	lm		Distribuție	lm		Adoptat	W	W	W/mp100lx
20	1.21	0.446	39238	TCS 097P	Disp clar	6700	5.86	6	84	504	3.60
21	1.21	0.365	47945	TCS 097O	Disp opal	6700	7.16	8	84	672	4.80
22	1.21	0.529	33081	FBS430	Semidirect	6700	4.94	5	84	420	3.00
23	1.21	0.62	28226	TBS233	Reflector	6700	4.21	4	84	336	2.40
24	1.56	0.481	69300	TCS 097P	Disp clar	6700	10.34	10	84	840	2.80
25	1.56	0.388	85911	TCS 097O	Disp opal	6700	12.82	15	84	1260	4.20
26	1.56	0.567	58789	FBS430	Semidirect	6700	8.77	9	84	756	2.52
27	1.56	0.671	49677	TBS233	Reflector	6700	7.41	8	84	672	2.24
28	2.35	0.517	245499	TCS 097P	Disp clar	6600	37.20	40	77	3080	3.11
29	2.35	0.418	303644	TCS 097O	Disp opal	6600	46.01	48	77	3696	3.73
30	2.35	0.616	206044	FBS430	Semidirect	6600	31.22	30	77	2310	2.33
31	2.35	0.747	169910	TBS600	Reflector	6600	25.74	35	77	2695	2.72
32	0.87	0.304	18137	TCS 097P	Disp clar	6700	2.71	3	84	252	6.18
33	0.87	0.224	24614	TCS 097O	Disp opal	6700	3.67	4	84	336	8.24
34	0.87	0.288	19144	FBS430	Semidirect	6700	2.86	3	84	252	6.18
35	0.87	0.401	13749	TBS233	Reflector	6700	2.05	2	84	168	4.12
36											

Pentru activitatea curentă recomandăm utilizarea programelor de calcul specializate. Există numeroase programe dezvoltate de firmele producătoare de aparate de iluminat, dar baza de date a acestora este în general închisă. Există și programe deschise către toți furnizorii de aparate de iluminat, utilizarea acestora putând furniza rezultate precise dacă utilizatorul lucrează în cunoștință de cauză.

Meniul este organizat în general în mod logic pentru rularea aplicației, obligând la parcurgerea unor etape (introducerea geometriei incintei, alegerea aparatelor de iluminat, poziționarea aparatelor de iluminat, calcul) înainte de validarea secvențelor următoare.

După introducerea datelor, examinarea rezultatelor pentru exemplul de mai sus, pune în evidență următoarele aspecte interesante:

- relativa supradimensionare din predimensionarea cu MFU (35 de aparate față de 26 calculate) conduce la un nivel de iluminare mediu de 398 lx față de 300 lx.

- Uniformitatea pe planul util este $u_0=0,783$, practic egală cu cea din reglementarea tehnică pentru proiectarea și executarea sistemelor de iluminat artificial din clădiri.
- Puterea specifică este de $7,19 \text{ W/mp}$, iar densitatea specifică de putere $LPDi$ este $1,80 \text{ W/m}^2/100\text{lx}$.
- Programul calculează și indicele de orbire UGR, care se încadrează în limitele recomandate de reglementarea tehnică pentru proiectarea și executarea sistemelor de iluminat artificial din clădiri. Acest indice este dificil de calculat în mod independent.

Distribuția nivelului de iluminat se poate inspecta calitativ cu ajutorul curbelor izolux:

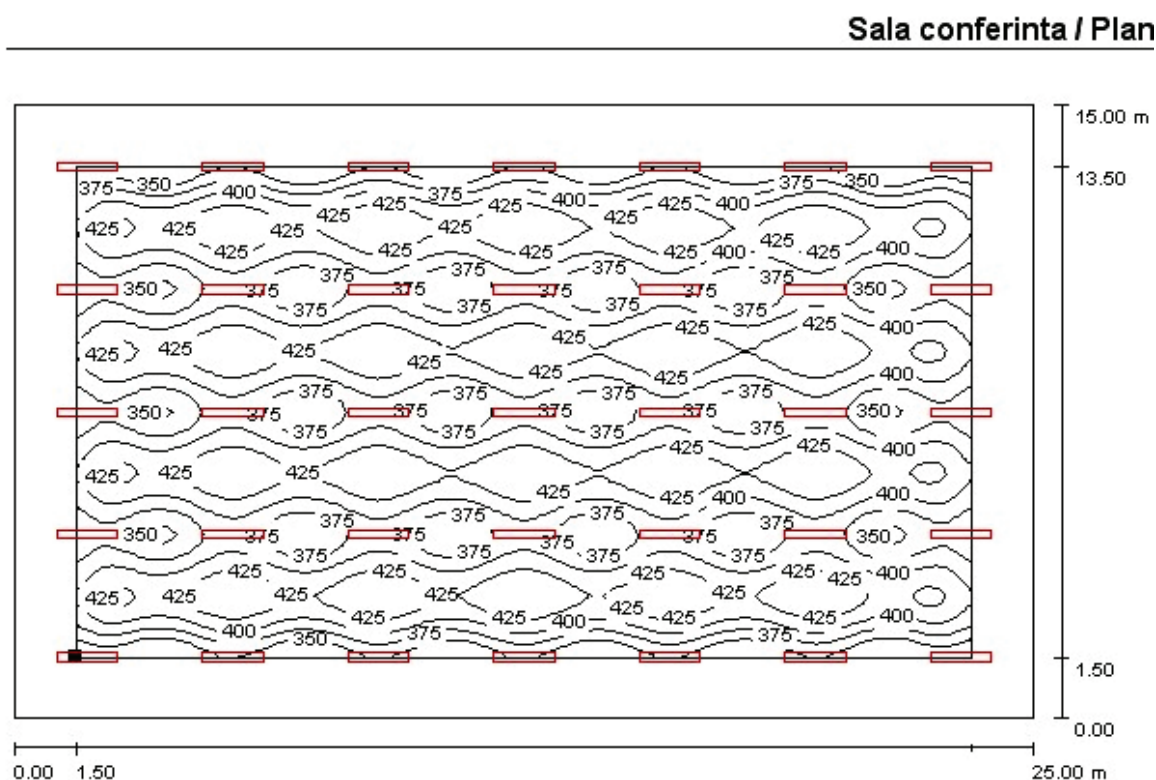


Fig. 2.6. Curbe izolux

În fereastra *Rezultate* a programului de calcul sunt disponibile setări pentru stabilirea valorilor pentru care se pot trasa aceste curbe, cu ajutorul cărora se pot investiga efectele obținute în planul orizontal.

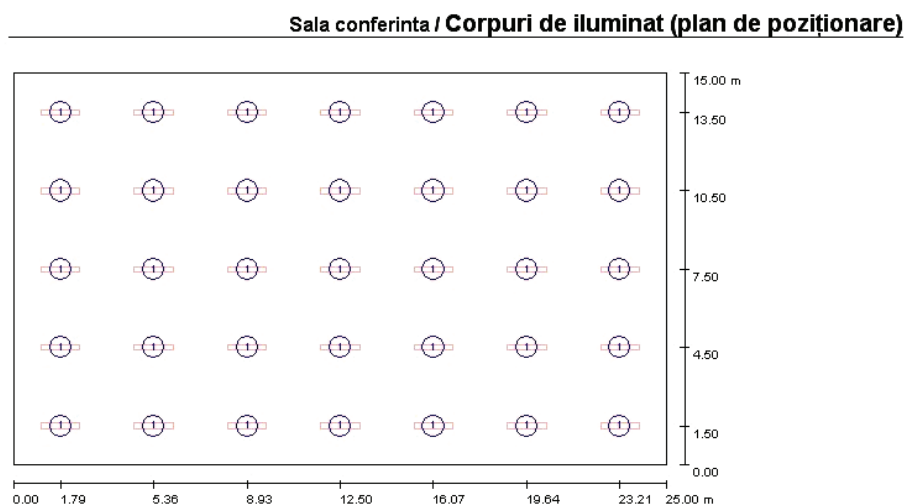


Fig. 2.7. Planul de amplasare a aparatelor de iluminat

Dacă s-au satisfăcut toate criteriile de performanță, sunt disponibile planurile de amplasare a aparatelor, iar cotele sunt disponibile și tabelar.

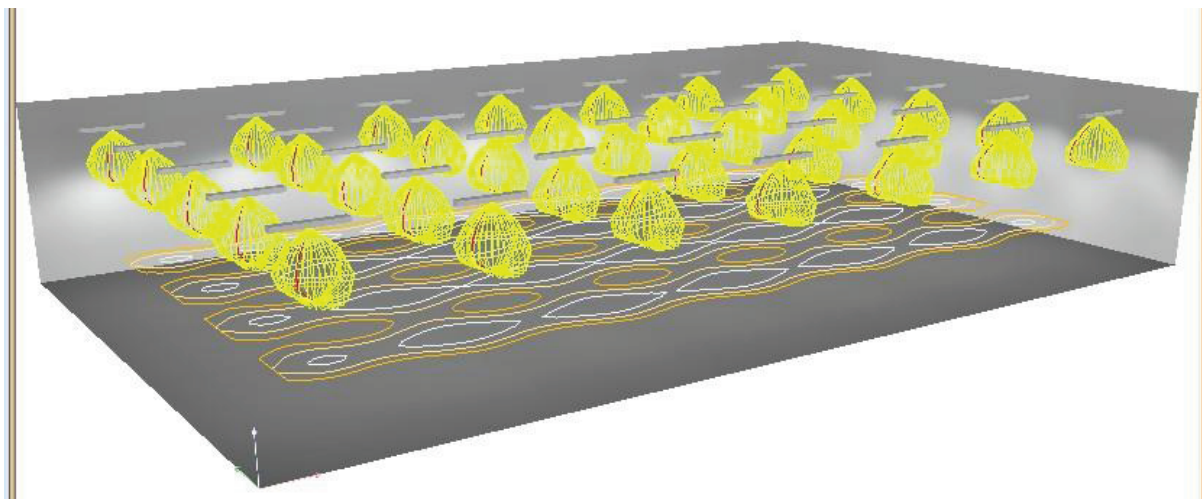


Fig. 2.8. Vizualizare 3D cu linii izolux.

Utilizarea unui software specializat necesită atenție deosebită, fără de care modelarea poate da rezultate eronate. Proceduri (independente) de validare a rezultatelor sunt oricând utile și necesare, iar din acest punct de vedere MFU își păstrează actualitatea.

Pentru situații speciale, când nici programele specializate este posibil să nu dea satisfacție, se poate recurge la verificarea predimensionării sistemului de iluminat, utilizând metoda de calcul a iluminării directe.

I.3. CALCULUL NIVELULUI DE ILUMINARE DIRECTA PE UN PLAN OARECARE

Se calculează iluminarea produsă de un corp de iluminat pe un plan de orientare oarecare. Față de literatura de specialitate care utilizează calculul trigonometric, metoda prezentată se bazează pe geometria analitică, algoritmul rezultat fiind ușor de transpus în medii software oarecare. Metodologia prezentată nu este destinată inițierii în tehnica iluminatului, ci se adresează specialiștilor care doresc să abordeze configurații pe care un software, la un moment dat, nu le acoperă.

Construcția geometrică se simplifică, mărimile sunt ușor de identificat. Notățiile utilizate sugerează acest mod de lucru (figura 2.9)

Date de intrare (foarte important de specificat în notele de calcul, pentru a permite verificarea rezultatelor calculate sau, după probe, măsurate):

Tip de corp, echiparea cu lampă tip... și flux nominal Φ_{lampa} și distribuția intensității luminoase, sub formă de tabel (pentru calcul automat).

Punctul de amplasare al corpului de iluminat, dat prin coordonate carteziene: X_c ; Y_c ; Z_c ; pentru simplificare, se poate lucra în coordonate relative, alegând X_c ; Y_c egale cu zero. Această simplificare nu este esențială.

Orientarea corpului de iluminat, raportată la elementele clădirii. Pentru notele de calcul, se poate lucra în funcție de poziția relativă corp-plan util. Conform acestui principiu, în algoritmul următor se consideră corpul de iluminat amplasat cu axa optică în poziție verticală. Rotirea corpului de iluminat (cu distribuție nesimetrică) se exprimă prin considerarea intensităților luminoase longitudinale și transversale.

Planul util, pe care se definește grila de calcul pentru punctele de interes. Această suprafață reprezintă un perete, sau o rampă, sau o zonă a unei statui etc. Se poate defini sub formă dreptunghiulară, cu dimensiunile și orientarea care definesc în sistemul de coordonate (relativ) punctele conform figurii 2.9. Deoarece se cunoaște geometria pentru care se verifică situația luminotehnică, rezultă că se cunosc punctele care delimitează în spațiu această grilă: între X_1 , Y_1 , Z_1 și X_{MAX} , Y_{MAX} , Z_{MAX} . Sunt importante cele două unghiuri α și β , primul fiind unghiul dintre grila de calcul și planul orizontal, iar al doilea (β) fiind unghiul în planul orizontal dintre dreapta de intersecție AB și axa Ox . Evident, între unghiurile respective și punctele extreme ale grilei există o interdependență care se verifică (de exemplu, atunci când nu se cunosc unghiurile și se calculează pe baza punctelor).

Se calculează punctele grilei de calcul, cu observația că desimea punctelor depinde de distribuția fluxului luminos al corpului considerat (pentru un reflector va fi necesar un pas mai fin, în timp ce pentru o distribuție difuză se pot considera mai puține puncte pe o latură a grilei de calcul (cca. 10). Ca principiu, după prima estimare, desimea grilei se poate crește dacă se intuiesc posibile efecte cu extreme luminoase sau întunecate.

Se calculează vectorii care definesc punctele grilei de calcul. Expresiile generice ale acestor vectori vor fi:

$$\begin{array}{ll} X_1, X_2, \dots, X_I, \dots, & X_{MAX} \text{ unde vom avea } N_X \text{ valori;} \\ Y_1, Y_2, \dots, Y_J, \dots, & Y_{MAX} \text{ unde vom avea } N_Y \text{ valori;} \\ Z_1, Z_2, \dots, Z_K, \dots, & Z_{MAX} \text{ unde vom avea } N_Z \text{ valori.} \end{array}$$

Rațiile acestor vectori vor fi, în mod evident, constante pentru fiecare:

$$\Delta X = \frac{X_{MAX} - X_1}{N_X - 1} ; \Delta Y = \frac{Y_{MAX} - Y_1}{N_Y - 1} ; \Delta Z = \frac{Z_{MAX} - Z_1}{N_Z - 1} \quad (3.1)$$

În acest punct se poate calcula și proiecția în plan orizontal a rației de creștere pe verticală a grilei de calcul (figura 2.9):

$$\Delta ZO = \Delta Z \times \operatorname{ctg} \alpha \quad (3.2)$$

Dacă nu este cunoscut, se calculează unghiul β de orientare în plan orizontal (figura 2.18) a dreptei de intersecție a grilei de calcul cu planul orizontal, față de axa OX:

$$\beta = \operatorname{atg} \frac{X_{MAX} - X_1}{Y_{MAX} - Y_1} \quad (3.3)$$

Se mai poate verifica diferența de cote pe verticală pentru grila de calcul considerată:

$$ZOT = \Delta ZO \times (N_z - 1) \quad (3.4)$$

Urmează calculul coordonate punctelor curente de calcul, pentru indicii I, J, K:

$$X_{I,J,K} = X_1 + (I - 1) \times \Delta X + \Delta ZO \times (k - 1) \cos \beta \quad (3.5)$$

$$Y_{I,J,K} = Y_1 + (J - 1) \times \Delta Y + \Delta ZO \times (k - 1) \sin \beta$$

$$Z_{I,J,K} = Z_1 + \Delta Z \times (k - 1)$$

Cu aceste coordonate se poate calcula distanța curentă dintre fiecare punct de calcul și poziția corpului de iluminat, proiectată în plan orizontal XOY:

$$DPO_{I,J,K} = \sqrt{(X_{I,J,K} - XC)^2 + (Y_{I,J,K} - YC)^2} \quad (3.6)$$

Unghiul γ în plan vertical corespunde intensității luminoase care vizează punctul curent, și corespunzător acestui unghi se vor extrage valorile intensității luminoase $I(\gamma)_{I,J,K}^{transv}$ și $I(\gamma)_{I,J,K}^{long}$

$$\gamma = \text{atg} \frac{DPO_{I,J,K}}{ZC - Z_{I,J,K}} \quad (3.7)$$

Valorile se extrag din tabelul intensităților luminoase în funcție de unghiul γ cu ajutorul funcțiilor LOOKUP și MATCH din EXCEL, sau echivalente.

În plan orizontal se manifestă și unghiul ω , care se definește între proiecția razei de lumină corp – punct curent de calcul ($DPO_{I,J,K}$) și axa OX:

$$\omega = \text{atg} \frac{Y_{I,J,K} - YC}{X_{I,J,K} - XC} \quad (3.8)$$

Unghiul ω se utilizează la medierea ponderată a celor două intensități luminoase $I(\gamma)_{I,J,K}^{transv}$ și $I(\gamma)_{I,J,K}^{long}$, după relația:

$$I(\gamma, \omega)_{I,J,K} = \frac{I(\gamma)_{I,J,K}^{transv} \times \omega + I(\gamma)_{I,J,K}^{long} \times (90 - \omega)}{90} \quad (3.9)$$

Evident, se va lucra cu unități de măsură coerente pentru unghiuri (grade sexagesimale). Dacă se lucrează în radiani, relația se modifică.

Pentru calculul nivelului de iluminare în punctul curent este nevoie de unghiul dintre intensitatea luminoasă $I(\gamma, \omega)_{I,J,K}$ și normala la grila de calcul.

Utilizarea algebrei vectoriale este importantă pentru construcția geometrică, relațiile fiind binecunoscute. Se definește normala la suprafața grilei de calcul, a cărei orientare este descrisă prin unghiurile α și β :

$$\vec{N} = N_X \vec{X} + N_Y \vec{Y} + N_Z \vec{Z}, \text{ unde} \quad (3.10)$$

$$N_X = \cos \alpha \sin \beta$$

$$N_Y = \cos \alpha \cos \beta$$

$$N_Z = \sin \alpha$$

Având coordonatele punctului curent de calcul (I, J, K) se poate exprima direcția razei de lumină trimisă de către corp spre acest punct:

$$\vec{D}_{I,J,K} = X_{I,J,K} \vec{X} + Y_{I,J,K} \vec{Y} + (ZC - Z_{I,J,K}) \vec{Z} \quad (3.11)$$

Se poate calcula unghiul dintre raza incidentă în punctul de calcul și normala la suprafață:

$$\cos \theta = \frac{N_X X_{I,J,K} + N_Y Y_{I,J,K} + N_Z (ZC - Z_{I,J,K})}{\sqrt{N_X^2 + N_Y^2 + N_Z^2} \sqrt{X_{I,J,K}^2 + Y_{I,J,K}^2 + (ZC - Z_{I,J,K})^2}} \quad (3.12)$$

Cu toate aceste elemente rezultă valoarea căutată, respectiv iluminarea în punctul de calcul curent, pentru un factor de menținere M_f :

$$E_{I,J,K} = M_f \frac{I(\gamma, \omega)_{I,J,K} \cos^3 \theta}{(ZC - Z_{I,J,K})^2} \quad (3.13)$$

Dacă există mai multe corpuri de iluminat, efectul lor este aditiv.

Acest mod de calcul se poate utiliza atât pentru sisteme interioare, cât și exterioare.

Nivelul real al iluminării va fi rezultatul componentei directe (calculate mai sus) însumată cu componenta reflectată. Această componentă poate fi neglijată (un proiector orientat pe un perete, la distanță de alte suprafețe) sau poate avea o pondere importantă (un tavan luminat printr-o scafă). Pentru situații lumino tehnice speciale, calculul poate fi însoțit sau chiar suplinat prin modelări pe calculator sau probe și măsurători în situ.

Notele de calcul se pot prezenta tabelar, dar este importantă și prezentarea grafică, pentru evaluarea calitativă.

PARTEA A-II-A – REGULI DE BUNA PRACTICĂ PENTRU PROIECTAREA INSTALAȚIILOR DE PROTECȚIE

II.1. INSTALAȚII DE PROTECȚIE AFERENTE CONSTRUCȚIILOR

1.1. Rolul instalațiilor electrice de protecție

Instalațiile electrice de protecție au rolul:

- de limitare a posibilității producerii unei avarii ;
- de limitare a consecințelor unei avarii.

1.1.1. Surse de avarii

Acestea pot fi determinate de:

- a) conceperea și dimensionarea necorespunzătoare a instalațiilor electrice, respectiv:
 - dimensionarea necorespunzătoare a secțiunii căilor de curent;
 - dimensionarea necorespunzătoare a aparatelor de conectare;
 - dimensionarea necorespunzătoare a aparatelor de protecție;
- b) exploatarea necorespunzătoare a instalațiilor electrice (inclusiv mentenanță defectuoasă);

II.2. STABILIREA COMPONENTELOR SISTEMULUI DE PROTECȚIE LA TRĂSNET, PRIN EVALUAREA RISCULUI

2.1. *Mod practic de lucru pentru evaluarea riscului*

Proiectarea instalației de protecție împotriva trăsnetului este descris mai jos în manieră algoritmică, respectiv prin parcurgerea următoarelor etape:

- ☐ K1. Date de intrare generale/ tema de proiectare specifică pentru protecția împotriva trăsnetului;
- ☐ K2. Procedură pentru evaluarea riscului;
- ☐ K3. Sinteza componentelor de risc;
- ☐ K4. Alegerea măsurilor de protecție;
- ☐ K5. Date de ieșire - Măsurile de protecție adoptate.

Procedura este complexă prin multitudinea parametrilor luați în considerare, precum și prin caracterul iterativ al calculului (etapele K2, K3 și K4). Modul în care se prezintă acest algoritm ușurează proiectarea instalației prin ordonarea într-o succesiune firească a calculelor, fiind necesară numai o adaptare minimală a fișelor și tabelelor de mai jos. În proiect se vor regăsi trimiterile la standardul de referință SR EN 62305-2.

K1A. Date de intrare pentru structuri / tema de proiectare specifică pentru protecția împotriva trăsnetului

Datele de identificare ale unei structuri de protejat împotriva trăsnetului necesare pentru evaluarea riscului sunt elemente din tema de proiectare generală, cu privire la teren și/sau informații obținute de la investitor / beneficiar.

Fișa se va adapta pentru fiecare structură de clădire care trebuie protejată.

1. Denumirea obiectivului de protejat și locul de amplasare al acestuia

- ☐ Denumirea obiectivului
- ☐ Locul de amplasare (adresa)

Densitatea trăsnetelor la sol se va determina din SR EN 62305-2, în funcție de locul de amplasare al obiectivului.

2. Tipuri de pierderi luate în considerare

- ☐ L1: pierderea de vieți omenești;
- ☐ L2: pierderea unui serviciu public;
- ☐ L3: pierderea unor elemente din patrimoniu cultural;
- ☐ L4: pierdere economică (structura și conținutul său, serviciul și pierderea activității lui).

Se bifează pierderile ce se impun a fi luate în considerare la evaluarea riscului. În mod obișnuit, se iau în considerare pierderile de vieți omenești și de servicii publice. Pierdere economică (cu analiza respectivă) are sens să se realizeze numai dacă NU există posibilitatea pierderilor de vieți omenești (L1).

3. Dimensiuni constructive ale obiectivului de protejat

3.1. Dimensiuni constructive, în metri

- ☐ Lungime
- ☐ Lățime
- ☐ Înălțime

3.2. Amplasare relativă a obiectivului (din SR EN 62305-2)

3.3. Ecran de protecție la exteriorul structurii obiectivului de protejat, (definit prin SR EN 62305-2);

3.4. Măsurile de protecție existente luate pentru reducerea avariilor fizice, (din SR EN 62305-2)

3.5. Numărul de persoane din structură

3.5.1. Numărul total de persoane

- ☐ În interior
- ☐ În exterior

3.5.2. Numărul de persoane care ar putea fi puse în pericol (victime)

- ☐ În interior
- ☐ În exterior

3.5.3. Timpul în ore pe an în care persoanele sunt prezente în amplasamentul periculos

- ☐ În interior
- ☐ În exterior

4. Caracteristici ale structurilor de la celălalt capăt al serviciilor legate de structura care urmează să fie protejate.

4.1. Dimensiuni constructive post trafo, în metri

- ☐ Lungime
- ☐ Lățime
- ☐ Înălțime

4.2. Amplasare relativă a postului trafo (din SR EN 62305-2)

5. Caracteristici serviciilor ce deservește obiectivul de protejat.

5.1. Tip de serviciu

- ☐ Energie electrică
- ☐ Telefon
- ☐ Alte servicii (internet, cablu TV, conducte etc)

5.2. Locul de amplasare a serviciilor ce deservește obiectivul în raport cu vecinătățile, (din SR EN 62305-2)

5.3. Caracteristicile serviciilor ce intră în obiectiv, Rs

- ☐ Cablu neecranat
- ☐ Cablu ecranat nelegat la bara de echipotențializare la care este conectat echipamentul
- ☐ Cablu ecranat legat la bara de echipotențializare și echipamentul conectat la aceeași bară de echipotențializare, având rezistența electrică $5 < R_s \leq 20 \Omega/\text{km}$
- ☐ Cablu ecranat legat la bara de echipotențializare și echipamentul conectat la aceeași bară de echipotențializare, având rezistența electrică $1 < R_s \leq 5 \Omega/\text{km}$
- ☐ Cablu ecranat legat la bara de echipotențializare și echipamentul conectat la aceeași bară de echipotențializare, având rezistența electrică $R_s \leq 1 \Omega/\text{km}$
- ☐ Altele

Pentru „altele” se vor nota caracteristicile specifice.

Se va nota pentru fiecare serviciu în parte.

5.4. Tipul legăturilor serviciilor la intrarea în obiectivul de protejat, Ks3

- ☐ Cablu neecranat – cu pozare fără precauții de evitare a buclor
- ☐ Cablu neecranat – cu trasee de pozare cu precauții de evitare a buclor de mari dimensiuni
- ☐ Cablu neecranat – cu trasee de pozare cu precauții de evitare a buclor
- ☐ Cabluri ecranate și cabluri protejate în tub de protecție metalic

Se va nota pentru fiecare serviciu în parte.

5.5. Prezență post de transformare (factor de corecție, din SR EN 62305-2)

- ☐ Fără post de transformare în zonă (numai serviciul de alimentare cu energie electrică), linie telecomunicații sau linie de date
- ☐ Serviciu cu transformator cu două înfășurări

Se va nota pentru fiecare serviciu în parte.

5.6. Tensiune de ținere la impuls a sistemului intern ce va fi protejat, U_w

- ☐ 1,0 kV – prize de alimentare pentru echipamente electronice sau echipamente de telecomunicații.
- ☐ 1,5 kV – prize de alimentare pentru echipamente electronice sau echipamente de telecomunicații.
- ☐ 2,5 kV – echipamente electrice ale utilizatorului ($U_n < 1\text{kV}$)
- ☐ 4,0 kV – echipamente electrice ale utilizatorului ($U_n < 1\text{kV}$)
- ☐ 6,0 kV – aparate ale rețelei electrice ($U_n < 1\text{kV}$)

Se va nota pentru fiecare serviciu în parte.

5.7. Modul de pozare a traseului serviciului ce deservește obiectivul de protejat

- ☐ aerian
- ☐ îngropat
- ☐ îngropat, cablurile fiind însoțite de rețea de legare la pământ

Se va nota pentru fiecare serviciu în parte.

5.8. Lungimea traseului serviciului ce deservește obiectivul de protejat

- ☐m

Se va nota pentru fiecare serviciu în parte.

Lungimea traseului serviciului, în metri, de la obiectivul de protejat până la punctele de distribuție secundare, centrale telefonice sau alte structuri (dacă se cunosc).

6. Alte caracteristici ale obiectivului de protejat

6.1. Tipul suprafeței pardoselii/planșeului (la interior) (a se vedea SR EN 62305-2)

6.2. Tipul suprafeței solului (la exterior) (a se vedea SR EN 62305-2)

6.3. Riscul de incendiu al structurii (a se vedea SR EN 62305-2)

În caz că nu se cunosc sau nu sunt disponibile date și detalii despre sarcina termică specifică se consideră în calcul riscul mijlociu. Se va consulta **Scenariul de securitate la incendiu** pentru investiția respectivă, în care se prezintă densitatea sarcinii termice calculată (MJ/m^2).

6.4. Măsurile luate de reducere a consecințelor unui incendiu (a se vedea SR EN 62305-2)

6.5. Ecran de protecție la interiorul structurii obiectivului de protejat, (definit prin SR EN 62305-2);

6.6. Prezența unui pericol special (din SR EN 62305-2)

Se va indica hazardul ce poate fi creat de apariția unui eveniment neprevăzut.

6.7. Tipul de utilizare a obiectivului de protejat

- ☐ Structură cu risc de explozie
- ☐ Spital
 - i. unitate terapie intensivă și bloc operator
 - ii. alte părți ale spitalului
- ☐ Hotel
- ☐ Școală

- ☐ Clădiri civice
- ☐ Sală spectacole
- ☐ Biserică
- ☐ Muzeu
- ☐ Construcții industriale
- ☐ Clădiri comerciale
- ☐ Galerie artă
- ☐ Construcții agricole
- ☐ Clădire de birouri
- ☐ Altele

Se pot face alegeri multiple dacă obiectivul are mai multe funcțiuni.

7. Pierderi ireparabile ale unui element din patrimoniul cultural

- ☐ Valoarea medie asigurabilă a pierderii posibile de bunuri
- ☐ Valoarea totală a obiectivului de protejat (adică valoarea totală asigurată a tuturor bunurilor prezente în structură)

Aceste date sunt necesare numai dacă sunt luate în considerare pierderile ireparabile ale unor elemente din patrimoniul cultural.

Dacă aceste date sunt necunoscute sau greu de obținut se vor utiliza valorile tipice indicate în normele de evaluare a riscurilor.

8. Costurile/economiile provenite din instalarea sistemelor de protecție împotriva trăsnetului (moneda curentă):

- ☐ Animale
- ☐ Sistemele din interiorul structurii
- ☐ Clădire
- ☐ Conținutul din interiorul structurii
- ☐ Rata dobânzii plătite cu privire la finanțarea investiției și a sistemelor din interiorul structurii
- ☐ Rata de amortizare ca procent înscris pe an
- ☐ Rata de întreținere pe an ca procent din costul inițial.

K2. Procedură pentru evaluarea riscului

Colectarea datelor de identificare ale obiectivului de protejat împotriva trăsnetului necesare pentru evaluarea riscului se poate face pe baza listei de întrebări prezentate în paragraful anterior (K1). Mai jos se prezintă etapele de evaluare:

- a) **Identificarea riscurilor ce vor fi evaluate;**
- b) **Date caracteristice ale structurii;**
- c) **Date și caracteristici ale liniilor și ale sistemelor interioare conectate.** Se completează câte un tabel pentru fiecare serviciu de luat în considerare.

Definirea zonelor din structura (obiectivul) de protejat și caracteristicile ale acestora se face potrivit prevederilor din SR EN 62305-2.

Definirea secțiilor serviciului de protejat și caracteristicile acestora se face potrivit SR EN 62305-2.

- d) **Definirea zonelor din cadrul structurii de protejat și caracteristicile fiecărei zone – din SR EN 62305-2;**
- e) **Suprafețe de expunere echivalente pentru structură și linii;**
- f) **Număr anual previzibil al evenimentelor periculoase**

Calculul riscului pentru luarea unei decizii privind necesitatea protecției

Fiecare risc luat în considerare trebuie să fie evaluat și cuantificat de suma următoarelor componente, potrivit relațiilor din SR EN 62305-2:

R_1 : risc de pierdere de vieți omenești

R_2 : risc de pierdere a unui serviciu public

R_3 : risc de pierdere a unui element de patrimoniu cultural

R_4 : risc de pierdere economică

Potrivit prevederilor din SR EN 62305-2:

- componentele de risc $R_1 - R_4$ care trebuie evaluate, vor fi indicate pentru fiecare zonă în parte;
- valorile probabilității pentru structura neprotejată, corespunzătoare componentelor de risc $R_1 - R_4$, sunt centralizate în funcție de zone.

Evaluarea volumului pierderilor într-o structură datorită vătămării prin tensiunile de atingere și de pas, avariei fizice, sau datorită defectării sistemelor interioare se va face pe baza numărului de ocupanți din fiecare zonă pentru fiecare tip de risc considerat.

Riscul pentru structură este suma riscurilor asociate fiecăreia dintre zonele structurii; în fiecare zonă, riscul este suma tuturor componentelor de risc asociate zonei.

Prin urmare, aceste pierderi trebuie să fie repartizate între zonele individuale ale structurii, corespunzător serviciului oferit de fiecare zonă.

În cazul în care la structură sunt conectate mai multe linii cu trasee de pozare diferite, calculele se fac pentru fiecare linie în parte.

În cazul în care la structură sunt conectate mai multe linii cu același traseu de pozare, calculele se vor face numai pentru linia cu caracteristicile cele mai defavorabile, cum ar fi linia cu valorile cele mai mari pentru *numărul anual de evenimente periculoase datorită căderii trăsnetului pe un serviciu* și *numărul mediu anual de evenimente periculoase datorită căderii trăsnetului lângă structură* conectate la sistemul intern cu valoarea cea mai mică a U_W (linie telecomunicație față de linie electrică, linie ecranată față de linie neecranată, linie joasă tensiune față de linie de înaltă tensiune cu transformator IT/JT, etc).

Potrivit prevederilor din SR EN 62305-2, se efectuează:

- centralizarea volumului de pierderi anuale de vieți omenești;
- centralizarea volumului de pierderi inacceptabile de servicii publice;
- centralizarea volumului de pierdere a unui element de neînlocuit din patrimoniul cultural;
- centralizarea volumului de pierderi economice.

K3. Sinteza componentelor de risc pentru o structură

Pentru compunerea componentelor de risc, se vor trece toate riscurile, dar se vor păstra doar cele considerate. Datele calculate mai sus sunt sistematizate în funcție de tipul sursele de avarii și tipul de avarii, care sunt utile pentru analiza măsurilor de protecție și evidențierea efectelor fiecărei măsuri de protecție.

K4. Alegerea măsurilor de protecție pentru o structură

La situația inițială (fără măsuri de protecție), se reia calculul componentelor de risc, pe măsură ce se introduc măsuri de protecție precum: instalarea unui sistem de protecție împotriva trăsnetului (SPT) pentru protejarea structurii, dispozitive de protejare a serviciilor ce deservește structura (SPD), sistem de protecție împotriva efectelor trăsnetului (LPMS) - stingătoare de incendiu, instalații de stingătoare fixe cu acționare manuală, instalații de alarmă cu acționare manuală, hidranți, compartimente rezistente la foc, trasee de evacuare protejate, instalații de stingătoare fixe cu acționare automată, instalații de alarmă cu acționare automată, etc. (a se vedea SR EN 62305-2).

Alegerea celor mai potrivite măsuri de protecție trebuie făcută în funcție de ponderea fiecărei componente de risc în riscul total R și în funcție de aspectele tehnice și economice ale diferitelor măsuri de protecție.

Pentru fiecare tip de pierdere, există un număr de măsuri de protecție care, individual sau în combinație, realizează condiția $R \leq R_T$ (unde R_T reprezintă riscul acceptabil) Soluția care va fi adoptată trebuie să fie aleasă ținând seama de aspectele tehnice și economice.

Proiectantul trebuie să identifice componentele de risc cele mai critice și să le reducă, luând în considerare aspectele economice (prin măsuri care se amplifică de la simplu la complex).

Măsurile de protecție posibile ce se pot lua pentru reducerea componentelor de risc sunt specificate în SR EN 62305-2.

Căderea trăsnetului, direct sau în apropierea conductelor metalice (apă, gaze naturale etc.) ce intră în clădire, nu provoacă avarii ale structurii dacă conductele sunt legate la bara de echipotențializare a structurii (vezi SR EN 62305-3).

Măsurile de protecție trebuie să fie considerate eficiente numai dacă ele sunt conforme cu recomandările din următoarele standarde importante:

- SR EN 62305-3 pentru protecția împotriva vătămării ființelor vii și a avariilor fizice într-o structură;
- SR EN 62305-4 pentru protecția împotriva defectării sistemelor interioare;
- SR EN 62305-1 Protecția împotriva trăsnetului. Partea 1: Principii generale.

K5. Date de ieșire – Măsurile de protecție adoptate

Acestea se extrag din ultima iterație K4 și vor reprezenta elemente de temă pentru proiectul de paratrăsnet (dacă este cazul), alte protecții la supratensiuni și suprasarcină (în tablourile electrice), dotări (instalații de semnalizare, instalații de stingere, stingătoare) etc.

2.2. Simboluri și abrevieri

Mărimile care intervin în calcul instalației de protecție împotriva trăsnetului, sunt prezentate în SR EN 62305-2 și anexele aferente.

II.3. STABILIREA NECESITĂȚII PREVEDERII UNEI INSTALAȚII DE PROTECȚIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI (IPT). STUDIU DE CAZ.

HALĂ INDUSTRIALĂ CU SEDIU ADMINISTRATIV

Exemplul de mai jos conține calculul cu trimiteri la SR EN 62305-2. Utilitatea sa constă în modul de organizare al calculului, existând posibilitatea transpunerii tabelelor în programe de calcul tabelar.

Se consideră o clădire industrială, ce adăpostește o hală de producție (industrială) având regim P+1E și un sediu administrativ cu regim P+3E.

Colectarea datelor de identificare ale obiectivului de protejat împotriva trăsnetului necesare pentru evaluarea riscului s-a făcut pe baza unei liste de întrebări prezentate mai sus.

Structura este situată pe un teren plat având clădiri învecinate (pe o distanță de 3 ori înălțimea clădirii) de aceeași înălțime sau mai mici.

Clădirea este deservită de o rețea de energie electrică subterană de lungime necunoscută, cu post trafo propriu și de o rețea de telefonie aeriană de lungime necunoscută.

Se va determina riscul R_1 al pierderii de vieți omenești. Componentele riscurilor vor fi determinate și comparate cu valorile acceptabile RT .

Vor fi selectate măsurile de protecție pentru reducerea acestor riscuri sub valorile acceptate.

1. **Denumirea obiectivului de protejat și locul de amplasare al acestuia**
 - ☐ Denumirea obiectivului: **Hală de producție și sediu administrativ**
 - ☐ Locul de amplasare (adresa):
2. **Tipuri de pierderi luate în considerare**
 - ☐ L1: pierderea de vieți omenești;
3. **Dimensiuni constructive ale obiectivului de protejat**
 - 3.1. **Dimensiuni constructive, în metri**
 - ☐ Lungime: 145,5
 - ☐ Lățime: 109
 - ☐ Înălțime: 12m, zona halei, 17m zona administrativa
 - 3.2. **Amplasare relativă a obiectivului** (a se vedea SR EN 62305-2)
 - ☐ Obiect înconjurat de obiecte sau de copaci de aceeași înălțime sau mai mici;
 - 3.3. **Ecran de protecție la exteriorul structurii obiectivului de protejat**, (factor ce ia în considerare eficiența ecranului unei structurii, a SPT sau a altor ecrane la frontiera zonei de protecție - definit prin SR EN 62305-2;
 - ☐ Neconductiv - zidărie și placări neconductive
 - 3.4. **Măsuri de protecție existente luate pentru reducerea avariilor fizice**, (a se vedea SR EN 62305-2)
 - ☐ Structură neprotejată de SPT
 - 3.5. **Numărul de persoane din structură**
 - 3.5.1. **Numărul total de persoane**
 - ☐ În interior: 400 în sediu administrativ, 1000 în hala de producție
 - ☐ În exterior: 10
 - 3.5.2. **Timpu în ore pe an în care persoanele sunt prezente în amplasamentul periculos**
 - ☐ În interior: 16 ore/ 5 zile/săptămână
 - ☐ În exterior : 24 ore/ 365 zile
4. **Caracteristici ale structurilor de la celălalt capăt al serviciilor legate de structura care urmează să fie protejate.**
 - 4.1. **Amplasare relativă a postului trafo** (a se vedea SR EN 62305-2)
 - ☐ Obiect înconjurat de obiecte mai înalte sau de copaci
5. **Caracteristici serviciilor ce deservesc obiectivul de protejat.**
 - 5.1. **Tip de serviciu**
 - ☐ Energie electrică

- ☐ Telefon
- 5.2. Locul de amplasare a serviciilor ce deservește obiectivul în raport cu vecinătățile, (a se vedea SR EN 62305-2)**
 - ☐ Suburban
- 5.3. Caracteristicile serviciilor ce intră în obiectiv:**
 - ☐ Cablu ecranat nelegat la bara de echipotențializare la care este conectat echipamentul pentru rețeaua electrică
 - ☐ Cablu neecranat pentru rețeaua telefonică
- 5.4. Tipul legăturilor serviciilor la intrarea în obiectivul de protejat:**
 - ☐ Cablu neecranat – cu pozare fără precauții de evitare a buclilor
- 5.5. Prezență post de transformare (factor de corecție din SR EN 62305-2)**
 - ☐ linie telecomunicații, și
 - ☐ Serviciu cu transformator cu două înfășurări pentru rețeaua electrică
- 5.6. Tensiune de ținere la impuls a sistemului intern ce va fi protejat, U_w**
 - ☐ 1,5 kV – pentru rețeaua de telecomunicații
 - ☐ 2,5 kV – pentru rețeaua electrică
- 5.7. Modul de pozare a traseului serviciului ce deservește obiectivul de protejat**
 - ☐ Aerian pentru rețeaua de telecomunicații
 - ☐ Îngropat pentru rețeaua electrică
- 5.8. Lungimea traseului serviciului ce deservește obiectivul de protejat**
 - ☐ necunoscută
- 6. Alte caracteristici ale obiectivului de protejat**
 - 6.1. Tipul suprafeței pardoselii/planșeului (la interior) (a se vedea SR EN 62305-2)**
 - ☐ beton în hală
 - ☐ linoleum în sediu
 - 6.2. Tipul suprafeței solului (la exterior) (a se vedea SR EN 62305-2)**
 - ☐ beton
 - 6.3. Risc de incendiu al structurii (a se vedea SR EN 62305-2)**
 - ☐ Risc de incendiu mijlociu pentru sediu
 - ☐ Risc de incendiu mic pentru hală
 - 6.4. Măsurile luate de reducere a consecințelor unui incendiu (a se vedea SR EN 62305-2)**
 - ☐ Fără măsuri
 - 6.5. Ecran de protecție la interiorul structurii obiectivului de protejat (factor ce ia în considerare eficiența ecranului unei structurii, a SPT sau a altor ecrane la frontiera zonei de protecție (definit prin SR EN 62305-2);**
 - ☐ fără
 - 6.6. Prezența unui pericol special (a se vedea SR EN 62305-2)**
 - ☐ Nivel mediu de panică
 - 6.7. Tipul de utilizare a obiectivului de protejat**
 - ☐ Construcții industriale

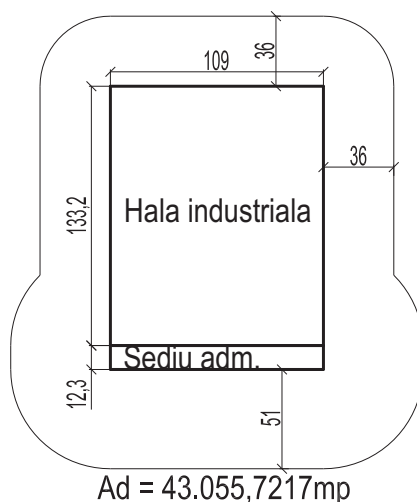


Figura 3.1.1 Calculul ariei A_d pentru o hală industrială prin metoda grafică

K5 – Date de ieșire – Măsurile de protecție adoptate

În etapa K4 au fost adoptate următoarele măsuri de protecție împotriva căderii trăsnetului:

- ✓ pentru SPT - reduce probabilitatea P_B de la 1 la 0,2;
- ✓ pentru SPD la intrarea liniilor în clădire - reduce probabilitatea P_{EB} de la 1 la 0,05).

Aceste măsuri asigură diminuarea riscului sub valoarea acceptată ($0,438 \times 10^{-5} < 10^{-5}$).

II.4. DETERMINAREA ZONEI DE PROTECȚIE ÎMPOTRIVA TRĂSNETULUI A DISPOZITIVELOR CU AMORSARE (PDA)

4.1 Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

- Înălțimea construcției (zonei) de protejat (inclusiv antene, turnuri de răcire, acoperișuri, rezervoare etc)
- Înălțimea construcției (zonei) de protejat (până la punctul la care se instalează PDA-ul)
- Dimensiunile în plan ale construcției (zonei) de protejat
- Nivel de protecție împotriva trăsnetului, calculat potrivit SR EN 62305-2
- Tip de construcție:
 - clădiri înalte și foarte înalte,
 - depozite pentru materiale din cauciuc, masă plastică, etc
 - structurilor cu medii cu pericol de explozie (inclusiv praf combustibil)
- Avansul amorsării al PDA dat de producător, ΔT ;

Soluția utilizării PDA nu poate fi impusă fără o analiză tehnico-economică specifică fiecărei investiții. Unele condiții pot fi în favoarea soluției PDA (arie de protejat relativ mare, cu restricții de ordin estetic sau arhitectonic) sau împotriva (clădiri foarte înalte).

4.2. Breviar de calcul

4.2.1. Calcularea zonei de protecție împotriva trăsnetului a dispozitivelor cu amorsare (PDA) se face în conformitate cu capitolul 6.3 din normativ prin asigurarea unei distanțe minime de 2 m deasupra zonei pe care o protejează (de exemplu antenele, turnurile de răcire, acoperișurile, rezervoarele etc.).

4.2.2. Pentru determinarea volumului de protejat delimitat de suprafața de revoluție care are aceeași axă cu PDA se vor calcula razele de protecție R_p corespunzătoare diferitelor înălțimi h caracteristice structurii (zonei) de protejat (antene, turnuri de răcire, rezervoare, elemente specifice ale construcției – aticuri, acoperișuri) conform fig. 4.1 (figura 6.30 din normativ);

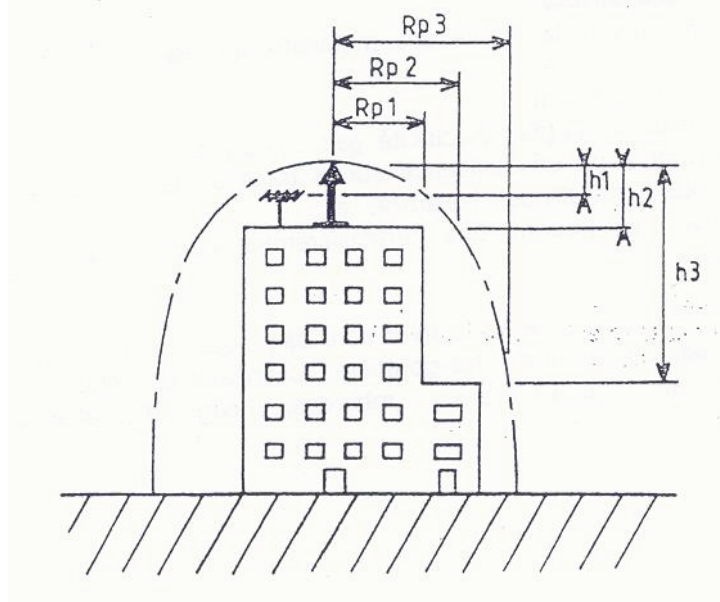


Figura 4.1. Raza sferei fictive

4.2.3. Dacă înălțimea de instalare h (dată de înălțimea vârfului PDA în raport cu planul orizontal pentru care se calculează raza de protecție (care trebuie să conțină elementul de construcție de protejat) este mai mare de 5m, raza de protecție R_p se calculează cu relația de la paragraful 6.3.2.4. din normativ:

$$R_p = \sqrt{h(2R - h) + \Delta L(2R + \Delta L)} \quad (4.2.1)$$

unde,

- ΔL - lungimea suplimentară determinată de avansul amorsării ΔT al PDA;
- h - distanța curentă dintre vârful PDA și planul curent pentru care se calculează raza de protecție (h_1, h_2, h_3 din fig. 5.1)
- R - raza sferei fictive:
 - 20 m - pentru nivelul de protecție I
 - 30 m - pentru nivelul de protecție II
 - 45 m - pentru nivelul de protecție III
 - 60 m - pentru nivelul de protecție IV

4.2.4. Raza sferei fictive (care depinde de nivelul de protecție) limitează înălțimea maximă a construcției (zonei) care poate fi protejată prin PDA (inclusiv antene, turnuri de răcire, acoperișuri, rezervoare etc).

4.2.5. Dacă nu se poate asigura condiția de la punctul 4.2.4 se vor adopta alte mijloacele de protecție împotriva trăsnetului potrivit SR EN 62305-2 astfel încât să se asigure nivelul de protecție cerut (rețea de captare, conductoare de echipotențializare).

4.3. Calculul

Se consideră o clădire de birouri cu forma constructivă conform figurii 4.1, având dimensiunile la nivelul solului de 40x20m și la nivelul terasei superioare de 20x20m. Înălțimea maximă a clădirii este de 25m, iar cea intermediară de 15m. În urma evaluării necesității protecției împotriva trăsnetului a rezultat nivelul de protecție IV (din SR EN 62305-2). Pe terasa superioară sunt amplasate echipamente cu înălțimea maximă de 1,0m. Se va monta un PDA având avansul amorsării ΔT dat de producător de 30 μ s. Să se determine dacă volumul de protejat dat de montarea PDA-ului acoperă întreaga clădire de protejat.

Avansul amorsării nu este cunoscut inițial, el trebuie determinat prin încercări succesive, plecând de la cele mai puțin performante PDA-uri, care sunt și mai economice. Dacă va fi nevoie de o rază mare de protecție, se va ajunge la un avans al amorsării mare.

Pentru determinarea volumului de protejat este suficient să se calculeze razele de protecție R_p corespunzătoare celor trei înălțimi caracteristice ale clădirii de protejat (vezi figura 4.1).

Înălțimea de montare a vârfului PDA-ului este de minim $H = 1,0 + 2,0 = 3,0$ m față de nivelul terasei superioare.

Cele trei înălțimi caracteristice clădirii de protejat sunt $h_1 = 2,0$ m, $h_2 = 3,0$ m și $h_3 = 2,0 + 1,0 + (25 - 15) = 13,0$ m.

Raza sferei fictive corespunzător nivelului de protecție IV este $R = 60$ m.

Lungimea suplimentară ΔL determinată de avansul amorsării ΔT al PDA este dată de relația de la 6.3.2.4. din normativ:

$$\Delta L = v \text{ (m/}\mu\text{s)} \times \Delta T \text{ (}\mu\text{s)} \quad (4.2.2)$$

în care v [m/ μ s] - viteza de propagare a liderului ascendent și descendent; pentru calcul se adoptă valoarea medie $v = 1$ m/ μ s.

Rezultă:

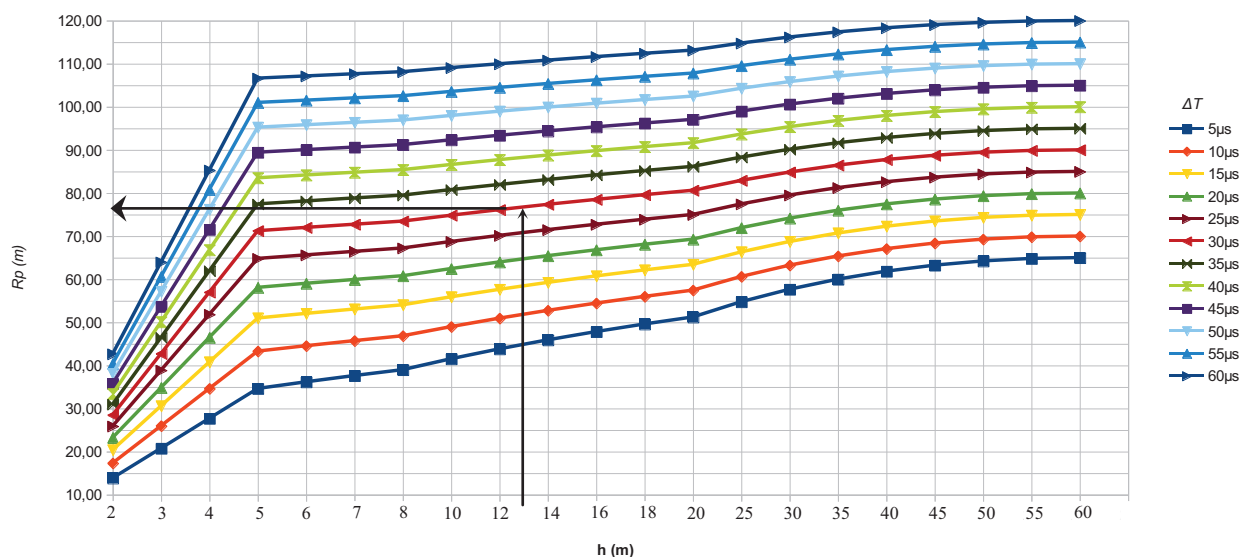
$$\Delta L = 1 \text{ m/}\mu\text{s} \times 30 \mu\text{s} = 30 \text{ m.}$$

Pentru de terminarea razelor de protecție R_{p1} și R_{p2} se va utiliza abacul de la figura 6.31d din normativ, după cum este prezentat în figura 4.2.

Tabel 4.1.

$R = 60 \text{ m}$												
$\Delta L \text{ (m)}$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$\Delta T \text{ (}\mu\text{s)}$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$h \text{ (m)}$	R_p											
2	13,86	17,32	20,40	23,24	25,92	28,50	30,98	33,41	35,78	38,11	40,40	42,66
3	20,78	25,98	30,59	34,86	38,88	42,74	46,48	50,11	53,67	57,16	60,60	63,99
4	27,71	34,64	40,79	46,48	51,85	56,99	61,97	66,81	71,55	76,21	80,80	85,32
5	34,64	43,30	50,99	58,09	64,81	71,24	77,46	83,52	89,44	95,26	101,00	106,65
6	36,18	44,54	52,05	59,03	65,64	72,00	78,16	84,17	90,05	95,83	101,53	107,16
7	37,63	45,73	53,07	59,92	66,45	72,74	78,84	84,80	90,64	96,39	102,06	107,66
8	39,00	46,86	54,05	60,79	67,24	73,46	79,50	85,42	91,22	96,93	102,57	108,15
10	41,53	48,99	55,90	62,45	68,74	74,83	80,78	86,60	92,33	97,98	103,56	109,09
12	43,83	50,95	57,63	64,00	70,15	76,13	81,98	87,73	93,39	98,97	104,50	109,98
14	45,92	52,76	59,24	65,45	71,48	77,36	83,12	88,79	94,39	99,92	105,40	110,83
16	47,84	54,44	60,74	66,81	72,73	78,51	84,20	89,80	95,34	100,82	106,25	111,64
18	49,61	56,00	62,14	68,09	73,90	79,60	85,21	90,75	96,23	101,67	107,06	112,41
20	51,23	57,45	63,44	69,28	75,00	80,62	86,17	91,65	97,08	102,47	107,82	113,14
25	54,77	60,62	66,33	71,94	77,46	82,92	88,32	93,67	98,99	104,28	109,54	114,78
30	57,66	63,25	68,74	74,16	79,53	84,85	90,14	95,39	100,62	105,83	111,02	116,19
35	60,00	65,38	70,71	75,99	81,24	86,46	91,65	96,82	101,98	107,12	112,25	117,37
40	61,85	67,08	72,28	77,46	82,61	87,75	92,87	97,98	103,08	108,17	113,25	118,32
45	63,25	68,37	73,48	78,58	83,67	88,74	93,81	98,87	103,92	108,97	114,02	119,06
50	64,23	69,28	74,33	79,37	84,41	89,44	94,47	99,50	104,52	109,54	114,56	119,58
55	64,81	69,82	74,83	79,84	84,85	89,86	94,87	99,87	104,88	109,89	114,89	119,90
60	65,00	70,00	75,00	80,00	85,00	90,00	95,00	100,00	105,00	110,00	115,00	120,00

Calcul raza de protecție

Figura 4.2. Abac pentru calculul razei de protecție R_p pentru raza sferei fictive $R = 60\text{m}$

După cum se vede din tabelul din figura 4.1, pentru $h_1 = 2,0 \text{ m}$ și $\Delta L = 30 \text{ m}$, $R_{p1} = 28,5\text{m}$, iar pentru $h_2 = 3,0 \text{ m}$ și $\Delta L = 30 \text{ m}$, $R_{p2} = 42,74\text{m}$.

Pentru $h_3 = 13,0 \text{ m}$, $\Delta L = 30 \text{ m}$ și $R = 60\text{m}$ aplicând relația 4.2.1 rezultă:

$$R_{p3} = \sqrt{h_3 (2R - h_3) + \Delta L (2R + \Delta L)} = \sqrt{13 \times (2 \times 60 - 13) + 30 \times (2 \times 60 + 30)}$$

$$R_{p3} = \sqrt{13 \times 107 + 30 \times 150} = \sqrt{1391 + 4500} = \sqrt{5891} = 76,75 \text{ m}$$

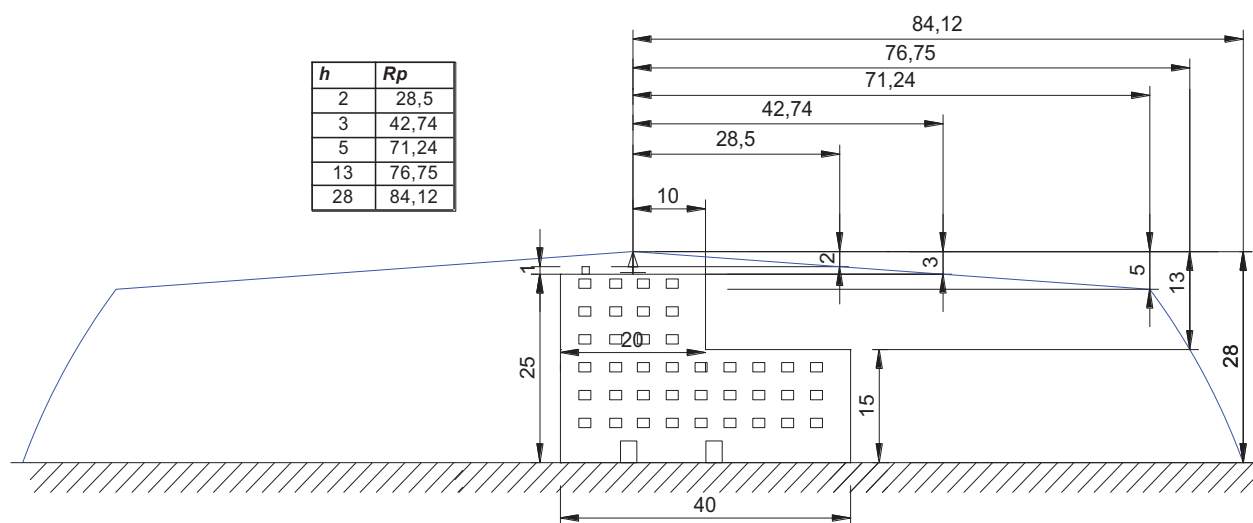


Figura 4.3. Volumul protejat pentru clădirea de birouri

Se observă că un astfel de dispozitiv protejează clădirea analizată. Pentru notele de calcul este necesară prezentarea schematizată a clădirii protejate, cu indicarea cotelor de amplasare a PDA și a razelor de protecție calculate (în plan și secțiune).

II.5. ALEGEREA APARATELOR DE PROTECȚIE ÎMPOTRIVA SUPRATENSIUNILOR (SPD)

5.1 Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

- nivelul de protecție rezultat în urma evaluării riscului de impact al trăsnetului, precum și măsurile prevăzute pentru a reduce acest risc;
- clădire cu/fără instalație exterioară de protecție la trăsnet;
- lista de echipamente cu fișe tehnice din care să rezulte tensiunea maximă pentru echipament;
- modul de tratare al neutrului;
- nivelul de ținere la supratensiuni temporare;
- curentul electric de impuls nominal (pentru categoriile de încercare);
- stabilitatea la scurtcircuit (curenții de scurtcircuit).

5.2. Breviar de calcul

5.2.1. Pentru stabilirea necesității aparatelor de protecție împotriva supratensiunilor pentru o structură, se va evalua riscul de impact al trăsnetului potrivit SR EN 62305-2. Această evaluare va avea ca rezultat stabilirea nivelului de protecție împotriva trăsnetului, precum și măsurile necesare pentru reducerea acestui risc.

5.2.2. Protecția împotriva supratensiunilor a instalațiilor din interiorul clădirilor se realizează în trepte, începând de la intrarea în clădire și până la echipamentele sensibile (pe zone de protecție împotriva trăsnetului definite conform paragrafului 4.4.3.2 din normativ, respectiv din SR EN 62305-1).

5.2.3. În funcție de poziția de montaj a unui echipament în cadrul clădirii și de tensiunea nominală de ținere la impuls U_W a acestui echipament sunt definite 4 categorii de echipamente în conformitate cu tabelele 4.7 și 4.8 de la paragraful 4.4.2 din normativ:

Tabel 5.1 - Clasificarea echipamentelor din punct de vedere al tensiunii de ținere

Categoria echipamentului	Categoria de ținere la impuls	Tensiuni de ținere la impuls prescrise pentru echipamente [kV]		Caracteristici	Observații
		Pentru sisteme monofazate	Pentru sisteme trifazate		
IV	IV	4,0	6,0	Echipamente conectate în imediata apropiere a intrării instalației electrice în clădire. Sunt caracterizate de un nivel ridicat al tensiunii de ținere și fiabilitate mare.	Exemple: bloc de măsurare și protecție, sisteme de tele-măsurare
III	III	2,5	4,0	Echipamente conectate în instalația electrică fixă, în avalul echipamentelor din clasa IV. Sunt caracterizate de un nivel de ținere mai redus față de echipamentele din categoria de supratensiuni IV și au o fiabilitate ridicată.	Exemple: dulapuri de distribuție, întrerupătoare, motoare electrice conectate permanent la instalația fixă
II	II	1,5	2,5	Echipamente conectate în avalul instalațiilor fixe ale clădirii, inclusiv a tabloului de distribuție. Au un nivel normal de fiabilitate.	Exemple: aparate electrocasnice, scule portabile
I	I	0,8	1,5	Echipamente conectate în clădire, dacă măsurile de protecție adecvate sunt adoptate în exteriorul echipamentului.	Exemple: aparate electrocasnice cu circuite electronice sensibile la supratensiuni.

5.2.4. În funcție de poziția lor de montaj și de curentul de descărcare estimat din acel punct al instalației, aparatele de protecție împotriva supratensiunilor (SPD) se pot selecta (potrivit SR EN 62305-1) după cum urmează:

a) la linia de intrare într-o structură (la granița Zonei de Protecție împotriva Trăsnetului 2, ZPT2 - vezi Fig. 4.6 – Zonele de protecție la supratensiuni de trăsnet din normativ - de exemplu în tabloul general de distribuție):

- SPD tip I

Curentul de impuls I_{imp} al SPD trebuie să acopere curentul (parțial) de trăsnet așteptat în acest punct al instalației bazat pe alegerea nivelului de protecție împotriva trăsnetului din SR EN 62305-1 (riscurile asociate căderii trăsnetului pe structură – S1, pe servicii – S3 și/sau în apropierea serviciilor conectate la structură – S4);

Pentru riscul S1, curentul de impuls se calculează pentru care $k=k_e$.

Pentru riscurile S3 și S4, curentul de impuls se alege în concordanță cu nivelul de protecție la trăsnet. Pentru liniile ecranate valorile pot fi reduse cu un factor de 0,5.

- SPD tip II

Acest tip de SPD poate fi utilizat atunci când serviciile care intră în structură sunt complet în zona ZPT 0_B sau când probabilitatea de defectare a SPD datorate surselor de defect S1 (căderea trăsnetului pe o structură) și S3 (căderea trăsnetului pe un serviciu) poate fi ignorată. Curentul nominal de descărcare I_n necesar al SPD trebuie să asigure nivelul de scurgere așteptat în punctul de instalare bazat pe alegerea nivelului de protecție împotriva trăsnetului în concordanță cu SR EN 62305-1 (riscurile asociate căderii trăsnetului în apropierea serviciilor conectate la structură – S4);

Pentru liniile ecranate valorile pot fi reduse cu un factor de 0,5.

b) În apropierea aparatelor de protejat (la granița ZPT3 sau mai departe, de exemplu la tablouri secundare de distribuție, sau la prize):

- SPD tip II

Curentul nominal de descărcare I_n necesar al SPD trebuie să asigure nivelul de scurgere așteptat în punctul de instalare bazat pe alegerea nivelului de protecție împotriva trăsnetului în concordanță cu SR EN 62305-1 (riscurile asociate căderii trăsnetului pe structură – S1 sau lângă structură – S2);

- SPD tip III

Tensiunea de funcționare în gol U_{oc} a unui generator de testare combinată a SPD se selectează astfel încât să asigure curentul de scurtcircuit corespunzător I_{sc} ce va da nivelul de scurgere așteptat în punctul de instalare bazat pe alegerea nivelului de protecție împotriva trăsnetului în concordanță cu SR EN 62305-1.

$$U_{oc} = 2 \times I_{sc} \quad (5.1)$$

5.2.4.1. Pentru dimensionarea SPD trebuie să fie determinat curentul de scurgere prin punctul de montaj al SPD. Acest curent poate fi generat fie (parțial) de curentul de trăsnet, fie de efectul de inducție din buclele instalației.

5.2.4.2. Pentru evaluarea curentului de trăsnet (pentru riscurile asociate căderii trăsnetului pe structură – S1) ce poate circula pe o anumită cale către pământ se poate folosi relația:

$$I_p = k \times I \quad (5.2)$$

unde:

- I – valoarea de vârf a curentului de trăsnet conform nivelului de protecție (vezi tabelul 6.1 din normativ);
- k – factor de divizare a curentului care poate fi:
 - k_c – factor ce depinde de curentul electric de trăsnet care circulă prin conductoarele de coborâre (a se vedea tabelul A6.8.4 din normativ) pentru instalația exterioară de protecție la trăsnet;
 - k_e – factor de divizare a curentului în prezența unor părți exterioare conductive, linii electrice și telecomunicații ce deservește clădirea protejată (din SR EN 62305-1).

5.2.4.3. Factorul k_e este definite de relațiile:

$$\text{- pentru serviciile îngropate: } k_e = \frac{Z}{Z_1 + Z \left(n_1 + n_2 \frac{Z_1}{Z_2} \right)} \quad (5.3)$$

$$\text{- pentru serviciile aeriene: } k_e = \frac{Z}{Z_2 + Z \left(n_2 + n_1 \frac{Z_2}{Z_1} \right)} \quad (5.4)$$

unde:

Z – rezistența convențională a prizei de pământ;

Z_1 – rezistența convențională a părților exterioare conductive sau a serviciilor îngropate (tabel 5.2);

Z_2 – rezistența convențională a elementelor de conectare a liniilor aeriene la împământare. Dacă această valoare nu se cunoaște se poate lua valoarea lui Z_1 din tabelul 5.2;

n_1 – numărul total al părților exterioare conductive sau a serviciilor îngropate;

n_2 – numărul total al părților exterioare conductive sau a serviciilor aeriene.

Tabel 5.2. Valorile rezistenței de împământare Z și Z_I în raport cu rezistivitatea solului

ρ (Ωm)	Z_I (Ω)	Rezistența prizei de pământ în funcție de nivelul de protecție împotriva trăsnetului asociat Z (Ω)		
		I	II	III-IV
≤ 100	8	4	4	4
200	11	6	6	6
500	16	10	10	10
1000	22	10	15	20
2000	28	10	15	40
3000	35	10	15	60

5.2.4.4. Scurgerile datorate efectului de inducție asupra câmpului magnetic generat fie de căderea trăsnetului în apropierea structurii (sursa S2), fie din curentul de trăsnet ce circulă prin instalația exterioară de paratrăsnet sau de ecranul spațial ZPT2 (sursa S1) vor fi considerate în apropierea sau la terminalul aparatelor din interiorul ZPT2 și la frontiera zonelor ZPT2/3 (vezi fig.4.6 din normativ).

În interiorul zonei ZPT2 neecranate (de ex. protejată numai de o instalație exterioară de paratrăsnet în acord cu SR EN 62305-3 cu rețea cu ochiuri mai mari de 5m) scurgerile relativ mari pot fi determinate de efectele de inducție ale câmpului magnetic neprotejat. Aceste descărcări asociate nivelului de protecție la trăsnet sunt date în tabelul 5.4.

În interiorul zonelor ZPT ecranate (ce necesită o rețea cu ochiuri mai mici de 5m, potrivit SR EN 62305-4) generarea descărcărilor datorate efectului de inducție sunt mult reduse. În aceste cazuri descărcările sunt mult mai mici decât cele din cazul zonei neecranate.

5.2.4.5. În tabelul 5.3. sunt indicate modurile de protecție posibile ce pot fi utilizate pentru diverse moduri de tratare a neutrilor în sistemele de joasă tensiune.

Tabel 5.3. Moduri posibile de conectare a SPD în diverse sisteme de joasă tensiune

SPD conectat între	Configurația rețelei				
	TT	TN-C	TN-S	IT cu neutru distribuit	IT fără neutru distribuit
Între linie și neutru	x	-	x	x	-
Fiecare linie și PE	x	-	x	x	x
Fiecare linie și PEN	-	x	-	-	-
Neutru și PE	x	-	x	x	-
Linie cu linie	x	x	x	x	x

5.2.5. Selecția aparatelor de protecție împotriva supratensiunilor (SPD) în raport cu nivelul tensiunii de protecție U_p se poate face după cum urmează:

5.2.5.1. Tensiunea de ținere la impuls U_w a echipamentelor de protejat sunt redată în tabelul 5.1, iar pentru alte tipuri de linii și echipamente (sisteme electronice sensibile) vor fi definite în conformitate cu informațiile obținute de la producător.

5.2.5.2. Sistemele interne sunt protejate dacă:

- nivelul tensiunii de ținere la impuls U_w al acestora este mai mare sau egal cu nivelul tensiunii de protecție U_p al SPD plus o marjă de rezervă necesară care să acopere căderea de tensiune pe conductoarele de legătură; nivelul tensiunii de protecție U_p al SPD este tensiunea corespunzătoare curentului nominal I_n al SPD;
- ele sunt coordonate energetic cu aparatele de protecție împotriva supratensiunilor montate în amonte.

5.2.5.3. Pentru un SPD conectat la echipamentul de protejat, se definește nivelul efectiv al tensiunii de protecție, $U_{p/f}$, ce depinde de tensiunea de la ieșirea SPD la nivelul de protecție și căderea de tensiune pe conductoarele de legătură, și este:

- $U_{p/f} = U_p + \Delta U$, pentru SPD de tip de limitare a supratensiunilor;
- $U_{p/f} = \max(U_p, \Delta U)$ pentru SPD de tip de comutare a supratensiunilor;

Pentru unele tipuri de SPD poate fi necesar să se țină cont de tensiunea arcului. Tensiunea acestui arc poate fi de ordinul a sute de volți.

5.2.5.4. Pentru SPD ce protejează împotriva curenților (parțiali) de trăsnet, se va considera $\Delta U = 1 \text{ kV/m}$, sau se va considera o marjă de rezervă de 20% atunci când lungimea conductoarelor de legătură a SPD este mai mică sau egală cu 0,5m. Atunci când SPD sunt prevăzute numai pentru comutarea scurgerilor induse, ΔU poate fi neglijată.

5.2.5.5. Unele echipamente pot fi prevăzute din fabrică cu SPD intern. În acest caz, trebuie să se țină cont de caracteristicile SPD din interiorul echipamentului la coordonarea SPD.

5.2.6. La alegerea aparatelor de protecție împotriva supratensiunilor se vor avea în vedere următoarele:

- la clădirile fără instalații exterioare de protecție la trăsnet sau în cazul instalațiilor de joasă tensiune alimentate dintr-o rețea electrică în cablu, subterană în întregime, nu se montează SPD de tipul 1 (acesta având rolul de deviere la pământ a curentului de trăsnet);
- la clădirile cu instalații exterioare de protecție la trăsnet, un prim criteriu de alegere a aparatelor de protecție împotriva supratensiunilor necesare este dat măsurile de protecție specificate în evaluarea riscului de impact al trăsnetului potrivit SR EN 62302-2;
- alegerea SPD tip 1 se face în funcție de nivelul de protecție împotriva trăsnetului;
- tipul instalației/echipamentului care se dorește a fi protejată cu SPD (categorii diferite de locuri de montaj au curenți nominali de descărcare I_n diferiți pentru SPD);
- nivelul tensiunii de protecție al SPD (U_p) va fi ales în funcție de tensiunea de ținere la impuls prescrisă și de tensiunea nominală de lucru ale echipamentului/instalației de protejat; U_p trebuie să fie mai mic decât tensiunea de ținere la impuls a echipamentelor ($U_p < 0,8 U_w$ – vezi art.5.2.5.4);
- sistemul de legare la pământ;
- tensiunea maximă de funcționare continuă (U_c) se selectează în scopul de a reduce la minimum orice modificări în caracteristicile SPD (îmbătrânirea, deriva termică, etc) în condiții normale de lucru;
- curentul rezidual (I_c) este valoarea curentului prin SPD atunci când U_c este aplicat și este utilizat pentru alegerea unui SPD pentru a evita funcționarea inutilă a dispozitivelor de supracurent sau a altor dispozitive de protecție;
- supratensiune temporară (U_T) este tensiunea pe care o poate suporta SPD o perioadă scurtă de timp fără a se defecta. Duratele tipice pentru U_T considerate de diferite standarde sunt cuprinse între 200 ms și 5 s.
- curentul nominal I_n al SPD trebuie să fie mai mare decât curentul de scurtcircuit din circuitul în care este montat SPD;
- locul de montare a SPD (din SR EN 62304:4) trebuie să fie cât mai aproape de punctul de intrare al serviciilor în structura de protejat, de zona cu cea mai mare densitate de echipamente din structura protejată de SPD (avantaj economic) sau cât mai aproape de echipamentul de protejat (avantaj tehnic). Locul de montare a protecției poate determina alegerea unui SPD cu U_p mai mic ($U_{pmax} = 2,5 \text{ kV}$ pentru $U_n = 230/400 \text{ V}$);
- alte opțiuni suplimentare pentru SPD (indicator de termen de expirare, rezerva de siguranță, comunicație la distanță, bloc de monitorizare);
- durata de viață și modul de defectare;
- SPD vor fi conforme cu reglementările pentru liniile de telecomunicații;

5.2.7. Selecția SPD se face după cum urmează:

- se aleg parametrii U_p , și I_{imp} (pentru SPD tip I) / I_{max} (tip II) / U_{oc} (tip III) conform art.5.2.5 și 5.2.4;

Tabel 5.4 – Alegerea SPD tip I/II pentru cazul în care trăsnetele cad pe/ lângă serviciile conectate la clădire

Nivel de protecție împotriva trăsnetului	Sisteme de alimentare cu joasă tensiune				Linii de telecomunicații			
	căderea trăsnetului pe un serviciu	căderea trăsnetului lângă un serviciu	căderea trăsnetului lângă o structură	căderea trăsnetului pe o structură	căderea trăsnetului pe un serviciu	căderea trăsnetului lângă un serviciu	căderea trăsnetului lângă o structură	căderea trăsnetului pe o structură
	Sursa de defect S3 Semnal test: 10/350 μ s (kA)	Sursa de defect S4 Semnal test: 8/20 μ s (kA)	Sursa de defect S1 sau S2 Semnal test: 8/20 μ s (kA)	Sursa de defect S1 sau S2 Semnal test: 8/20 μ s (kA)	Sursa de defect S3 Semnal test: 10/350 μ s (kA)	Sursa de defect S4 Semnal măsurat: 8/20 μ s (kA)	Sursa de defect S2 Semnal test: 8/20 μ s (kA)	Sursa de defect S2 Semnal test: 8/20 μ s (kA)
III-IV	5	2,5	0,1	5	1	0,035	0,1	5
II	7,5	3,75	0,15	7,5	1,5	0,085	0,15	7,5
I	10	5	0,2	10	2	0,160	0,2	10

- în funcție de modul de legare la pământ, tensiunea maximă de funcționare de continuă U_c a SPD trebuie să fie egală sau mai mare decât valorile prezentate în tabelul 5.5.

Tabel 5.5 Valori minime ale U_c a SPD în funcție de sistemul de legare la pământ

SPD conectat între	Configurația rețelei				
	TT	TN-C	TN-S	IT cu neutru distribuit	IT fără neutru distribuit
Între linie și neutru	1.1 U_o	-	1.1 U_o	1.1 U_o	-
Fiecare linie și PE	1.1 U_o	-	1.1 U_o	$\sqrt{3} U_o$	tensiunea între linii
Neutru și PE	U_o	-	U_o	U_o	-
Fiecare linie și PEN	-	1.1 U_o	-	-	-
U_o este tensiunea dintre linie și neutru.					

- valorile cele mai utilizate pentru U_c alese în funcție de sistemul de legare la pământ sunt:
 - o TT, TN: 260, 320, 340, 350 V
 - o IT: 440, 460 V
- în funcție de modul de legare la pământ, supratensiunile temporare U_T a SPD trebuie să fie egală sau mai mare decât valorile supratensiunilor temporare în rețea U_{TOV} la locul de montaj a SPD și sunt prezentate în tabelul 5.6.

Tabel 5.6 Valorile minime ale supratensiunilor temporare în rețea U_{TOV} cu durata de maxim 5 sec pentru SPD în funcție de sistemul de legare la pământ

SPD conectat între	Configurația rețelei				
	TT	TN-C	TN-S	IT cu neutru distribuit	IT fără neutru distribuit
Între linie și neutru	1,32 U_o	-	1,32 U_o	1,32 U_o	-
Fiecare linie și PE	1,55 U_o	-	1,32 U_o	-	1,32 U_o
Neutru și PE	-	-	-	-	-
Fiecare linie și PEN	-	1,32 U_o	-	-	-
U_o este tensiunea dintre linie și neutru.					

5.2.7. Eficiența protecției SPD depinde nu numai de alegerea corectă a parametrilor SPD cât și de modul de instalare al lor. Acest aspect presupune realizarea coordonării sistemelor de protecție SPD conectate în trepte. Trebuie avut în vedere:

- locul de amplasare al SPD;
- conductoarele de legătură;
- distanța de protecție ce previne fenomenele de oscilație;
- distanța de protecție ce previne fenomenele de inducție.

5.2.7.1. Locul de amplasare al SPD trebuie făcută conform par.5.2.4 și poate fi afectat de:

- sursa de defect (S1, S2, S3, S4) (cât mai aproape de punctul de intrare a liniilor în structură);
- cea mai apropiată cale de scurgere a curentului către pământ – amplasarea SPD cât mai aproape de echipamentele de protejat pentru ca protecția să fie cât mai sigură.

5.2.7.2. Conductoarele de conectare a SPD trebuie să aibă secțiunea minimă prevăzută în SR EN 62305-4.

5.2.7.3. Sistemul intern se consideră că este protejat dacă:

- sunt coordonate energetic cu SPD-urile din amonte, și
- una din următoarele trei condiții este îndeplinită:

a) $U_{P/F} \leq U_W$, când lungimea circuitului dintre SPD și echipament este neglijabilă (caz tipic atunci când SPD-ul este instalat la terminalele echipamentului);

b) $U_{P/F} \leq 0,8 U_W$, când lungimea circuitului dintre SPD și echipament este mai mică de 10m (caz tipic atunci când SPD-ul este instalat în tabloul de distribuție secundar sau la priză);

Notă: Atunci când defectarea sistemelor interne poate cauza pierderi de vieți omenești sau pierderea unui serviciu public se aplică criteriul $U_{P/F} \leq 0,5 U_W$.

c) $U_{P/F} \leq (U_W - U_I) / 2$, când lungimea circuitului dintre SPD și echipament este mai mare de 10m (caz tipic atunci când SPD-ul este instalat la intrarea în structură sau în unele cazuri în tabloul de distribuție secundar), unde U_I este supratensiunea indusă în conductoare (și se poate calcula potrivit SR EN 62305-4).

Dacă sunt prevăzute ecrane spațiale pentru structuri (sau pentru încăpere) și/sau linii ecranate (utilizând cabluri ecranate sau tuburi metalice de protecție), supratensiunea indusă U_I este neglijabilă și se poate ignora în cele mai multe cazuri.

5.2.7.4. În realizarea protecției coordonate a SPD, cascada SPD trebuie să fie coordonată energetic de reglementările tehnice aplicabile. Producătorul de SPD trebuie să furnizeze suficiente informații cu privire la modul de coordonare dintre SPD.

Pentru mai multe detalii se va consulta seria de standarde SR EN 62305.

5.3. Exemplu de calcul

Se consideră o structură de protejat aflată pe un teren plat (vezi fig.5.3). Rețeaua electrică de joasă tensiune LV (230/400V) este amplasată aerian 1000m, și îngropat 200m (până la intrarea în clădire). Rețeaua electrică de înaltă tensiune MV este pozată aerian pe o distanță de 10km.

Instalația electrică a structurii este protejată la intrare cu un dispozitiv DDR tip S (capabil să reziste la 3kA 8/20 fără să declanșeze). Curentul de scurtcircuit disponibil la instalarea în instalație este de 3kA. Tabloul electric general este prevăzut la parter la intrarea în clădire a rețelei electrice și un tablou electric secundar la etajul clădirii.

Valoarea prizei de pământ este de 50Ω.

Sistemul de tratare a neutrului este de tip TT cu circuit monofazat.

Natura dispozitivelor ce urmează a fi protejate: mașina de spălat rufe, PC, sistem de alarmă la intrarea în clădire, video recorder și TV.

În urma analizei de risc făcute potrivit SR EN 62305-2 a rezultat necesitatea utilizării dispozitivelor de protecție la supratensiune (SPD).

Datorită curenților de trăsnet din rețeaua de medie tensiune este de așteptat un curent nominal $I_n \geq 5kA$ 8/20 pe fiecare conductor la intrarea în clădire.

La intrare, sistemul de alarmă pentru a fi protejat trebuie $U_p \leq 1,5kV$. Acesta poate fi protejat prin prevederea unui SPD tip II cu $U_p = 1,5kV$.

Curentul de scurtcircuit de la intrare de 3kA impune ca capacitatea de ținere a SPD $\geq 5\text{kA}$. Pentru aceasta furnizorul SPD recomandă utilizarea unei siguranțe fuzibile sau a unui întreruptor automat (ca protecție de rezervă). Dacă la intrare este folosit un dispozitiv DDR tip S, continuitatea serviciului nu este asigurată pentru scurgerile mai mari de 3kA 8/20.

Pentru protecția împotriva atingerilor indirecte nu mai sunt necesare măsuri suplimentare în prezența DDR. Protecția la suprasarcină este încorporată în SPD.

Deoarece sistemul de tratare a neutrului este de tip TT și pentru a evita un stres prea mare între fază și neutru este recomandat ca să fie utilizată o protecție cu SPD conectat în 3 moduri: între fază și neutru, între neutru și PE, și între fază și PE (vezi tabel 5.3).

Pentru alte dispozitive de protejat este nevoie numai de protecție numai între fază și neutru deoarece PE-ul nu este conectat la ele, cu excepția mașinei de spălat la care PE-ul este prezent din motive de siguranță. În acest caz, protecțiile dintre fază și PE și neutru și PE pot fi necesare.

O protecție suplimentară poate fi necesară dacă antena TV este împământată.

Deoarece distanța între SPD de la intrare și dispozitivele de protejat, în special cele de la etaj, este mare (10m și, respectiv, 20m), sunt necesare alte SPD în apropierea dispozitivelor de protejat (vezi par.5.2.7.2 și 5.2.7.3). Un SPD trebuie prevăzut în apropierea mașinei de spălat iar un altul în apropierea TV-ului și a video-recorder-ului. Un alt SPD va fi conectat în tabloul electric secundar de la etaj sau direct în priza de legătură a PC-ului (distanța dintre cele două este mică).

Pentru aceste SPD trebuie ales un curent de scurgere mic. Astfel, $I_n = 2\text{kA}$ pentru SPD tip 2 este suficient. $U_p = 0,8\text{kV}$ este dat în catalogul furnizorului.

Distanța de 20m este suficientă pentru a asigura decuplarea dintre SPD de la intrarea în clădire și cel de la etaj. Dar distanța de 10m dintre SPD de la intrare și celelalte SPD de la parter nu este suficientă pentru a asigura o decuplare eficientă datorită valorii mici a tensiunii de protecție $U_p = 0,8\text{kV}$. Se va alege pentru protecția echipamentelor de la parter SPD cu $U_p = 1,5\text{kV}$.

Pentru aceste SPD, curentul de scurtcircuit de la locul lor de montaj este mic iar furnizorul le-a prevăzut cu protecții suplimentare (termic și la scurtcircuit).

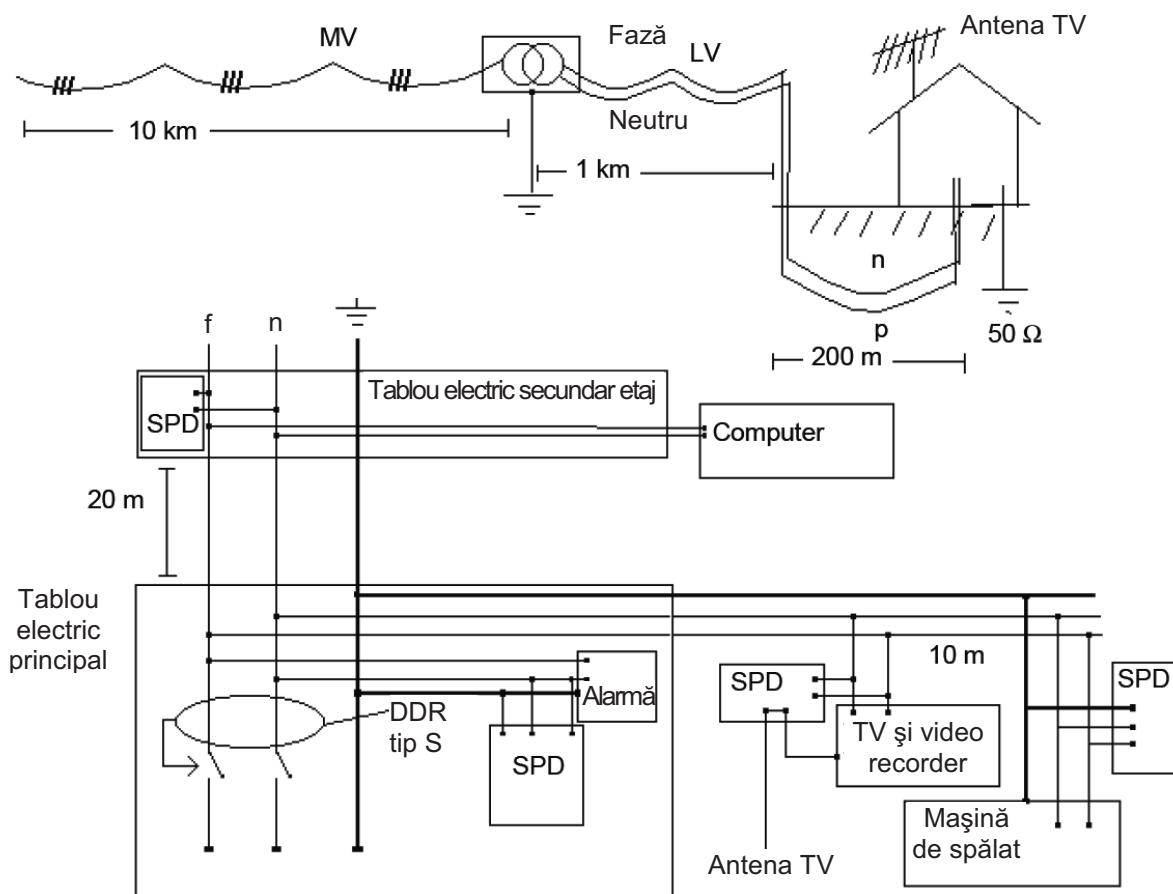


Fig.5.3. Instalație de uz casnic

II.6. CALCULUL NIVELULUI DE IZOLAȚIE LA IPT EXTERIOARE

6.1 Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

- Clasa SPT, k_i - calculată anterior, și de care depinde configurația celorlalte elemente ale IPT
- Numărul de conductoare de coborâre, n ;
- Tip izolație IPT exterioară, k_m :
 - Aer;
 - Beton, cărămizi;
- Tip de dispozitiv de captare:
 - Tijă singulară (este necesară dacă pe terasa protejată cu o rețea de captare se amplasează un dulap, o antenă, coș de evacuare etc) ;
 - Conductor întins:
 - Înălțimea dispozitivului de captare, h
 - Distanța între două conductoare, c
 - Rețea de conductoare (3 și mai multe) fără legătură de echipotențializare intermediară:
 - Distanța între două conductoare de coborâre, c
 - Distanță (sau înălțime) între conductoarele în buclă, h
 - Rețea de conductoare (3 și mai multe conectate prin conductoare de echipotențializare în buclă orizontale, pentru clădiri înalte):
 - Număr total de niveluri ale clădirii, m
 - Distanța între două conductoare de coborâre cele mai apropiate, c
 - Distanță (sau înălțime) între conductoarele în buclă, h
 - Distanța până la cel mai apropiat conductor de coborâre, d
 - Înălțime deasupra punctului de echipotențializare, l

- Priză de pământ (tip A sau B):
 - Tip A cu electrozi de pământ singurari cu rezistențe electrice de pământ:
 - comparabile;
 - diferite ;
 - Tip B

6.2. Breviar de calcul

6.2.1. Calcularea nivelului de izolație pentru instalații de protecție împotriva trăsnetului (IPT) se face potrivit SR EN 62305-3 prin asigurarea unei distanțe minime, d , între dispozitivul de captare sau conductorul de coborâre și părțile metalice ale structurii sau alte instalații, mai mare decât distanța de separare s .

6.2.2. Se va utiliza relația (4 din SR EN 62305-3):

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l \quad (6.2.1)$$

6.2.3. Valorile coeficientului k_i ce depind de clasa SPT sunt date în tabelul următor:

Tabel 6.2.1 – Valori ale coeficientului k_i

Clasa SPT	k_i
I	0,08
II	0,06
III - IV	0,04

6.2.4. Valorile coeficientului k_m ce depind de materialul izolației electrice sunt date în tabelul următor:

Tabel 6.2.2 – Valori ale factorului k_m

Material	k_m
Aer	1
Beton, cărămizi	0,5

Notă:
 Dacă sunt mai multe materiale electroizolante în serie, o bună practică este să se utilizeze valoarea cea mai mică pentru k_m .
 Dacă se utilizează alte materiale electroizolante, specificațiile tehnice și valorile lui k_m vor fi specificate de către producător.

6.2.5. Valorile aproximative ale factorului k_c date în tabelul 6.2.3 și pot fi utilizate pentru calculul simplificat al nivelului de izolație, rezultatele obținute fiind acoperitoare pentru obținerea protecției (pentru structurile care au cea mai mare dimensiune de pe orizontală – lățime sau lungime – mai mică de patru ori înălțimea structurii). Valorile din tabelul 6.2.3 se vor utiliza pentru dispunerile de tip A ale prizei de pământ (numai pentru electrozi de pământ singurari cu rezistențe electrice de pământ comparabile) și pentru toate dispunerile de tip B ale prizei de pământ. Pentru detalii suplimentare se va consulta SR EN 62305-3.

Tabel 6.2.3 – Valori ale factorului k_c

Număr de conductoare de coborâre, n	k_c
1 (numai în cazul unui SPT izolat)	1
2	0,66
3 și mai multe	0,44

6.2.6. Pentru dispunerile de tip A ale prizei de pământ având electrozii de pământ singulari cu rezistențe electrice de pământ diferite (printr-un factor de 2 sau mai mult) se consideră factorul $k_c=1$.

6.2.7. În structuri din beton armat cu armătura metalică interconectate, cu continuitate metalică sau electrică, nu este necesară o distanță de separare.

6.2.8. În cazul unui SPT realizat cu rețea de captare sau cu inele de interconectare a conductoarelor de coborâre, pentru un calcul mai detaliat al nivelului de izolație se va utiliza relația:

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c1} \times l_1 + k_{c2} \times l_2 + \dots + k_{cn} \times l_n) \quad (6.2.2)$$

unde, valorile lui k_c se vor calcula potrivit SR EN 62305-3.

6.3. Exemplu de calcul

Se consideră o clădire de birouri având P+11 niveluri (48m înălțime), conform figurii de mai jos. Clădirea este prevăzută cu o instalație de protecție împotriva trăsnetului (IPT) exterioară neizolată de tip II cu 16 conductoare de coborâre având distanța dintre două conductoare de 10m și cu 3 bucle de interconectare dispuse la o distanță de 20m. Se va determina distanța de separare necesară pentru amplasarea unui echipament pe terasă.

Tabel 6.3.1. Date caracteristice ale structurii

Parametru	Comentariu	Simbol	Valoare	Referință
Clasa SPT	II	k_i	0,06	Tabelul 1
Materialul izolației electrice	Aer	k_m	1	Tabelul 2
Număr total de bucle de conductoare interconectate pe orizontală		m	3	
Numărul de conductoare de coborâre		n	16	
Distanța între două conductoare de coborâre cele mai apropiate, (m)		c	10	
Înălțime tijă de captare		h_t	6	
Distanța între două bucle de conductoare interconectate pe orizontală, (m)		$h_{1..2}$ h_3	20 8	

Pentru calcularea distanței de separare dată de tija de captare se consideră coeficientul $k_c=1$ (conform tabelului 6.2.3), și rezultă conform relației 6.2.1:

$$s_t = \frac{k_i}{k_m} \times k_{ct} \times h_t = \frac{0,06}{1} \times 1 \times 6 = 0,36 \text{ m}$$

Pentru calcularea distanței de separare dată de elementele structurii se determină coeficienții k_c potrivit SR En 62305-3:

$$k_{c1} = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h_1}} = \frac{1}{2 \times 16} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt[3]{\frac{10}{20}} = 0,03125 + 0,1 + 0,1587 = 0,29 \text{ m};$$

$$k_{c2} = \frac{1}{n} + 0,1 = \frac{1}{16} + 0,1 = 0,0625 + 0,1 = 0,1625 \text{ m};$$

$$k_{h1} = \frac{1}{n} + 0,01 = \frac{1}{16} + 0,01 = 0,0625 + 0,01 = 0,0725 \text{ m};$$

$$k_{h2} = k_{h3} = \frac{1}{n} = \frac{1}{16} = 0,0625 \text{ m};$$

$$s_s = \frac{k_i}{k_m} \times (k_{c1} \times l_{c1} + k_{c2} \times l_{c2} + k_{h1} \times h_1 + k_{h2} \times h_2 + k_{h3} \times h_3)$$

$$s_s = \frac{0,06}{1} \times (0,29 \times 10 + 0,1625 \times 10 + 0,0725 \times 20 + 0,0625 \times 20 + 0,0625 \times 8)$$

$$s_s = 0,06 \times (2,9 + 1,625 + 1,45 + 1,25 + 0,5)$$

$$s_s = 0,06 \times 7,725 = 0,4635 \text{ m}$$

$$s = s_t + s_s = 0,36 + 0,4635 \approx 0,824 \text{ m}$$

Orice echipament amplasat pe terasă sau lângă fațadă, inclusiv orice ușă sau fereastră (potrivit SR EN 62305-3), trebuie instalat(ă) la o distanță de minim 0,824 m față de orice componentă a instalației de protecție împotriva trăsnetului (IPT).

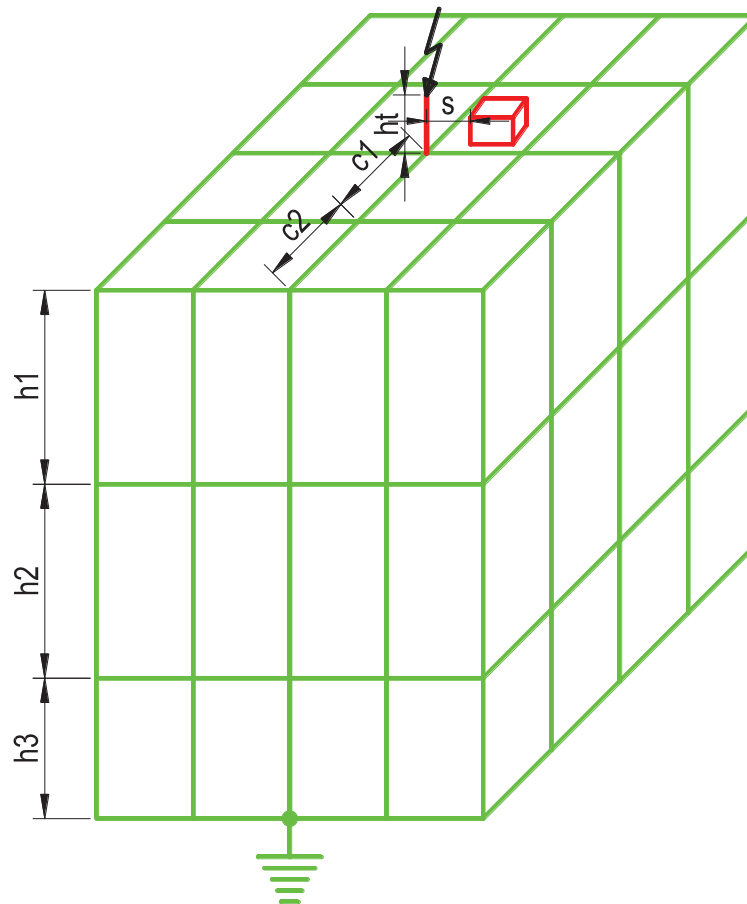


Figura 6.1. Exemplu de calcul a distanței de separare

6.4. Date de ieșire pentru alte proiecte de specialitate

Distanța de izolație se respectă pentru toate detaliile de amplasare / prindere a echipamentelor care se montează pe terasă sau se apropie în mod periculos de conductoarele de coborâre.

6.5. Date de ieșire pentru documentația de achiziție

- 6.5.a) Parametri tehnici și funcționali
- 6.5.b) specificații de performanță și condiții privind siguranța în exploatare
- 6.5.c) Condiții privind conformitatea cu standarde relevante
- 6.5.d) Condiții de garanție și post garanție
- 6.5.e) Alte condiții cu caracter tehnic

II.7. CONCEPEREA SCHEMELOR ELECTRICE

Conceperea schemei electrice a unui consumator are la bază două aspecte de bază:

- Asigurarea protecției la șoc electric a utilizatorilor;
- Asigurarea alimentării cu energie electrică corespunzător cerințelor impuse de categoriile de receptoare.

7.1. ASIGURAREA PROTECȚIEI LA ȘOC ELECTRIC

7.1.1. Definirea conceptului de rețea electrică

Din punct de vedere tehnic, un punct al unei părți active a unui sistem electric, care în mod normal are un potențial electric în raport cu o altă parte activă a aceluiași sistem electric, poate fi în contact electric cu pământul.

Acest punct activ, care poate fi în contact electric cu pământul, este punctul neutru al sursei de alimentare, în condițiile în care acesta este un punct care, de regulă, există în mod natural, respectiv când înfășurările sursei electrice de alimentare sunt conectate în stea.

Definirea tipului de rețea electrică de distribuție, din normativ, se face pentru scheme electrice de distribuție ale unui consumator, care sunt alimentate de la surse electrice care au, în mod natural, punct neutru.

Modul de legare la pământ a punctului neutru al unei surse are efecte asupra regimurilor de funcționare ale rețelei.

Prin legarea la pământ a punctului neutru al sursei (T), orice defect de izolație în raport cu pământul, de regulă, acesta fiind cel mai frecvent prim defect, va genera un regim de scurtcircuit care va trebui limitat, ca durată, de acțiunea AUTOMATĂ a aparatelor electrice de protecție, definite PACD în normativ cu care este echipată schema electrică de distribuție.

Dacă receptoarele unui consumator, în ansamblul lor, sau numai o parte a acestora, solicită un grad ridicat al continuității în alimentare, respectiv nu admit întreruperea alimentării, cel puțin urmare a unui prim defect de izolație, atunci punctul neutru al sursei NU va fi legat la pământ și ca urmare, rețeaua electrică de distribuție va fi cu neutral izolat (I).

Existența punctului neutru face posibilă distribuirea în rețea a acestuia, prin conductorul neutru.

Cele două moduri de interdependență a punctului neutru al sursei cu pământul determină probleme specifice și din punct de vedere a protecției la șoc electric.

În sistemele electrice cu punctul neutru al sursei legat la pământ (T) se pot adopta două mijloace de bază pentru asigurarea protecției la șoc electric:

- a) legarea carcaselor la punctul neutru al sursei (N), prin intermediul conductorului neutru de protecție (PEN /PE), rezultând **Tipul de rețea de distribuție TN**;
- b) legarea carcaselor la pământ (T) rezultând, **Tipul de rețea de distribuție TT**;

În sistemele electrice cu punctul neutru al sursei izolat față de pământ (I) se poate adopta, pentru asigurarea protecției la șoc electric numai mijlocul de bază legarea carcaselor la pământ, rezultând **Tipul de rețea de distribuție IT**.

7.1.2. Bazele asigurării protecției la șoc electric

În funcție de **valoarea intensității** curentului electric și **durata acestuia**, șocul electric poate fi letal, respectiv se poate produce electrocutarea. Valoarea limită superioară a intensității curentului care practice, indiferent cât durează, este neletală este de 10 mA.

Ca urmare, mijloacele care asigură protecția prin limitarea intensității curentului la valori sub 10 mA vor acționa **FĂRĂ** întreruperea alimentării.

Mijloacele care asigură protecția prin limitarea duratei trecerii curentului prin organismul uman, practic indiferent de valoarea acestuia, se vor baza pe întreruperea automată a alimentării de la sursă.

Asigurarea protecției la șoc electric cu mijloace fără întreruperea alimentării:

a) Aceste mijloace se aplică, de regulă local, respectiv numai pentru unele receptoare ale unui consumator (relativ puțini), care nu admit întreruperea automată a alimentării, cel puțin pentru un prim defect de izolație.

Ca urmare, dacă consumatorul este alimentat de la o rețea cu punctul neutru legat la pământ (rețea TT sau TN) atunci pentru receptoarele respective se vor crea condiții pentru aplicarea NUMAI a mijloacelor de protecție fără întreruperea automată a alimentării și anume:

- izolarea suplimentară a amplasamentului, care reduce foarte mult riscul unui prim defect de izolație;
- alimentarea la tensiune redusă, prin intermediul unui transformator coborâtor de tensiune cu caracteristicile specificate în normativ;
- separarea de protecție respective, alimentarea prin intermediul unui transformator de separare cu neutral izolat (I).

b) Dacă consumatorul are un număr însemnat de receptoare care impun cerințe deosebite din punct de vedere a continuității în alimentarea cu energie electrică, dar este alimentat de la o rețea cu punctul neutru legat la pământ, atunci acesta își va crea o rețea IT, prin intermediul unui transformator de separare, de putere corespunzătoare, a cărui secundar va fi cu neutrul izolat. Pentru receptoarele din secundarul acestui transformator de putere protecția la șoc electric se va asigura fără întreruperea automată a alimentării, dacă nivelul de izolație al ansamblului rețelei electrice din secundarul său este corespunzător.

Prin legarea la pământ a carcaselor se reduce și mai mult valoarea curentului electric prin organismul uman, expus atingerii indirecte (protecției la defect).

c) Dacă consumatorul, în ansamblul său, are numai receptoare cu cerințe deosebite din punct de vedere a continuității în alimentarea cu energie electrică, atunci acesta va folosi numai rețeaua IT. Aceasta asigură protecția la șoc electric, fără întreruperea automată a alimentării, dacă nivelul de izolație al ansamblului rețelei electrice este corespunzător. Prin legarea la pământ a carcaselor se reduce și mai mult valoarea curentului electric prin organismul uman, expus atingerii indirecte.

7.1.3. Sistem de protecție la șoc electric pentru un consumator alimentat de la rețea TN

Regula fundamentală, conform normativului, a protecției împotriva șocurilor electrice este:

- a. părțile active periculoase nu trebuie să fie accesibile în condiții normale de funcționare;
- b. părțile conductoare accesibile, care accidental ar ajunge sub tensiune, să nu devină părți active periculoase în caz de simplu defect. Aceasta se realizează prin “protecția la defect”.

Protecția împotriva atingerii indirecte (la defect), conform normativului, se realizează printr-o **măsură de protecție principală** și o **măsură de protecție suplimentară**, care asigură protecția în cazul defectării protecției principale. Cele două măsuri de protecție împotriva atingerilor indirecte trebuie alese astfel încât să nu se anuleze una pe cealaltă.

În România, marea majoritate a consumatorilor sunt alimentați de la rețele electrice care au punctul neutru legat la pământ (simbol T) și distribuit în rețea prin PEN.

Ca urmare, pentru protecția la șoc electric se aplică **întreruperea automată a alimentării**, în condițiile specifice **măsurii tehnice principale legarea la neutrul alimentării** (simbol N), fig.7.1.

Conform normativului se impune:

a) toate masele instalației electrice trebuie legate, prin conductoare de protecție (PEN sau PE) la neutrul alimentării. Ca urmare, neutrul alimentării este accesibil la receptoarele consumatorului prin conductoarele de protecție PEN/PE distribuite în rețea până la carcasa (masa) fiecărui receptor.

În fiecare tablou electric se va realiza o bornă/ baretă, fig.7.1, la care se conectează:

- PEN/PE alimentării și PEN/PE-le care se distribuie în aval;
- conductorul PE pentru legarea carcasei metalice, masa tabloului respectiv, la PE;
- conductorul PE pentru legarea suplimentară la pământ a PEN/PE distribuit.

b) echipotențializarea, ca **măsură tehnică suplimentară** de protecție și ca urmare, dacă există un număr însemnat de conductoare de echipotențializare, în apropierea tabloului electric general, se realizează borna/bara principală de legare la pământ B, la care, prin conductoare de echipotențializare - PEE se interconectează masele și elementele metalice ale structurii. Aceasta bornă/ bară, se conectează, în tabloul electric general, la PEN sursei de alimentare.

Legătura de echipotențializare de protecție suplimentară poate implica întreaga instalație, o parte a acesteia sau un amplasament.

Echipotențializarea de protecție suplimentară include părțile conducătoare simultan accesibile ale unui echipament fix și părțile conductoare străine inclusiv, dacă se utilizează, armătura metalică a betonului armat. În fig.7.1, s-au realizat legături de echipotențializare pentru echipamentele din imediata apropiere a TS₁.

c) conductorul de protecție (conductorul din rețeaua de distribuție a furnizorului PEN) trebuie legat suplimentar la pământ în apropierea fiecărui transformator, la ramificațiile aeriene, la capetele liniilor și la distanțe de cel mult 1000 m pe traseu, Rp_{1..n}, fig. 7.1.

Aceste legături se efectuează și în rețeaua consumatorului, în fiecare tablou electric, în care această operație este posibilă, Rp fig.7.1. (la clădirile înalte, această legare suplimentară la pământ a conductorului de protecție nu poate fi practic realizată și în tablourile electrice de pe etaje, de ex. TS₂, fig.7.1.);

d) legarea la pământ (prin intermediul bornei/barei principale de legare la pământ, din rețeaua consumatorului) trebuie să se facă la prize de pământ distribuite pe ansamblul instalației, iar rezistența rezultantă Rp a prizelor să fie cât mai mică posibil, dar nu mai mare de 4Ω;

e) din punctul în care nu se mai poate realiza legarea suplimentară la pământ a conductorului PE, acesta se execută din cupru;

f) deoarece măsura tehnică principală, legarea la conductorul neutru, se bazează în primul rând pe întreruperea automată a alimentării, de către PACD, se impune asigurarea condițiilor ca acestea să acționeze.

Pentru asigurarea acționării întreruptoarelor, prevăzute cu PACD, acestea vor fi echipate și cu DDR.

g) Alte mijloace de protecție, cu acțiune individuală, respectiv separarea de protecție, izolarea amplasamentului, egalizarea potențialelor.

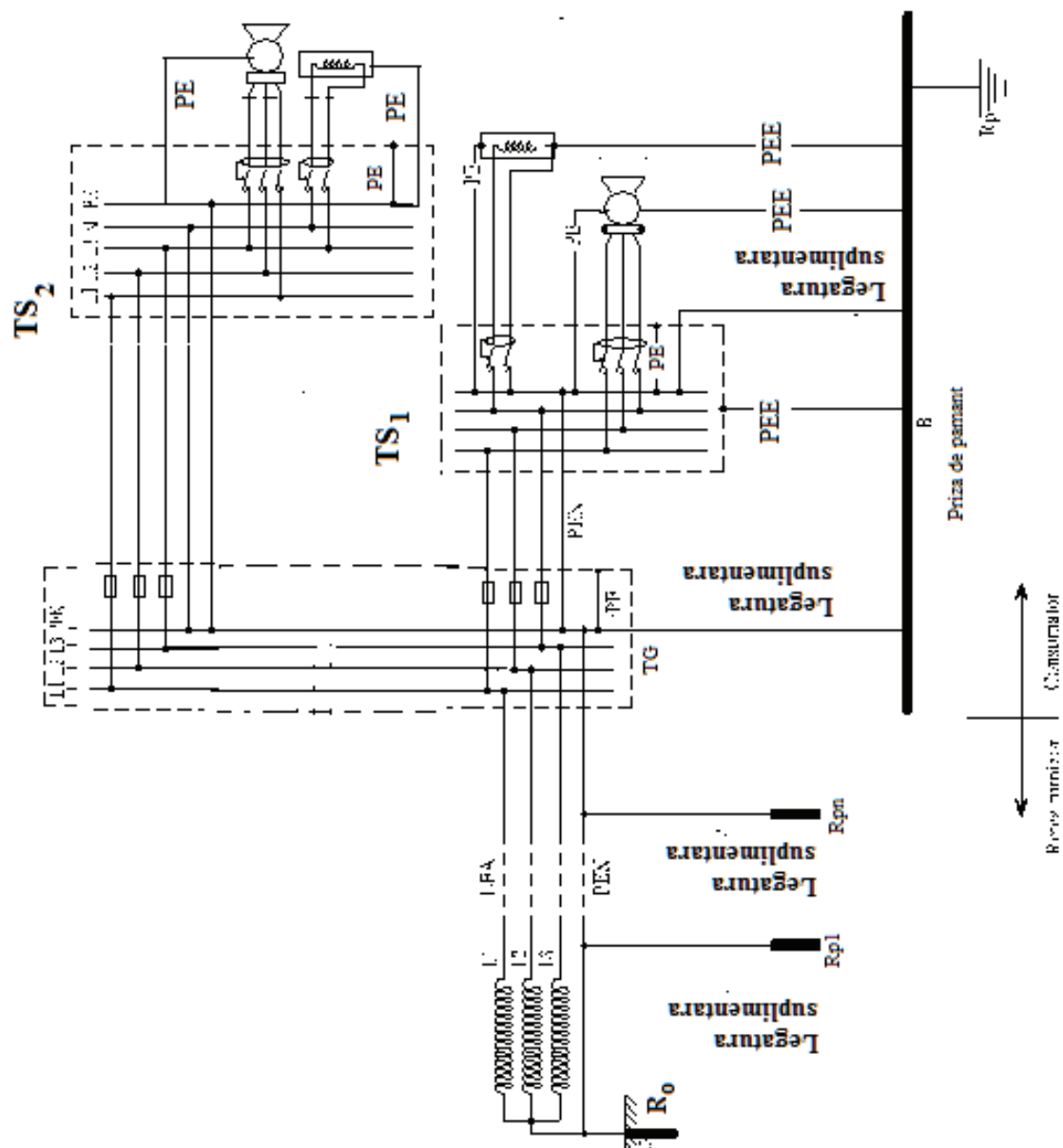


Fig. 7.1. Sistem de protecție la șoc electric care aplică numai întreruperea automată a alimentării în rețea TN

B – bară principală de legare la pământ; PEE – conductor de echipotențializare; $R_{P1..n}$ – prize de pământ în rețeaua furnizorului. Notă: SPD-urile nu sunt figurate.

Sistemul de protecție care se bazează pe întreruperea automată a alimentării receptoarelor, cu toate componentele sale specifice, fig.7.1, nu poate asigura protecția pentru toate tipurile de receptoare ale consumatorului și pentru fiecare tip de protecție (de bază și la defect). Ca urmare, în fig.7.2, se prezintă forma cea mai complexă a sistemului de protecție la șoc electric, aferent unui consumator, în care, pentru marea majoritate a receptoarelor se aplică întreruperea automată a alimentării, în condițiile specifice rețelei TN, prezentată în fig.7.1, iar pentru restul receptoarelor se aplică unul sau mai multe din următoarele mijloace.

Alimentarea la tensiune foarte joasă

Pentru receptoarele amplasate în medii umede (subsoluri) sau în anumite amplasamente medicale protecția de bază (atingere directă) și protecția în caz de defect (atingere indirectă) se vor considera asigurate dacă se aplică măsura tehnică principală de protecție “alimentare la tensiune foarte joasă”. Tensiunea redusă se obține fie de la rețeaua de bază, TN, prin transformator special de separare, fie de la alt tip de sursă, cu asigurarea unor restricții. Rețeaua electrică, cu valoarea foarte joasă a tensiunii poate avea un punct al unei părți active legat la pământ (Rețea - TFJP - legarea la pământ se poate realiza în apropierea sursei), sau nu (rețea - TFJS - între toate părțile active și pământ trebuie să existe o izolație de bază).

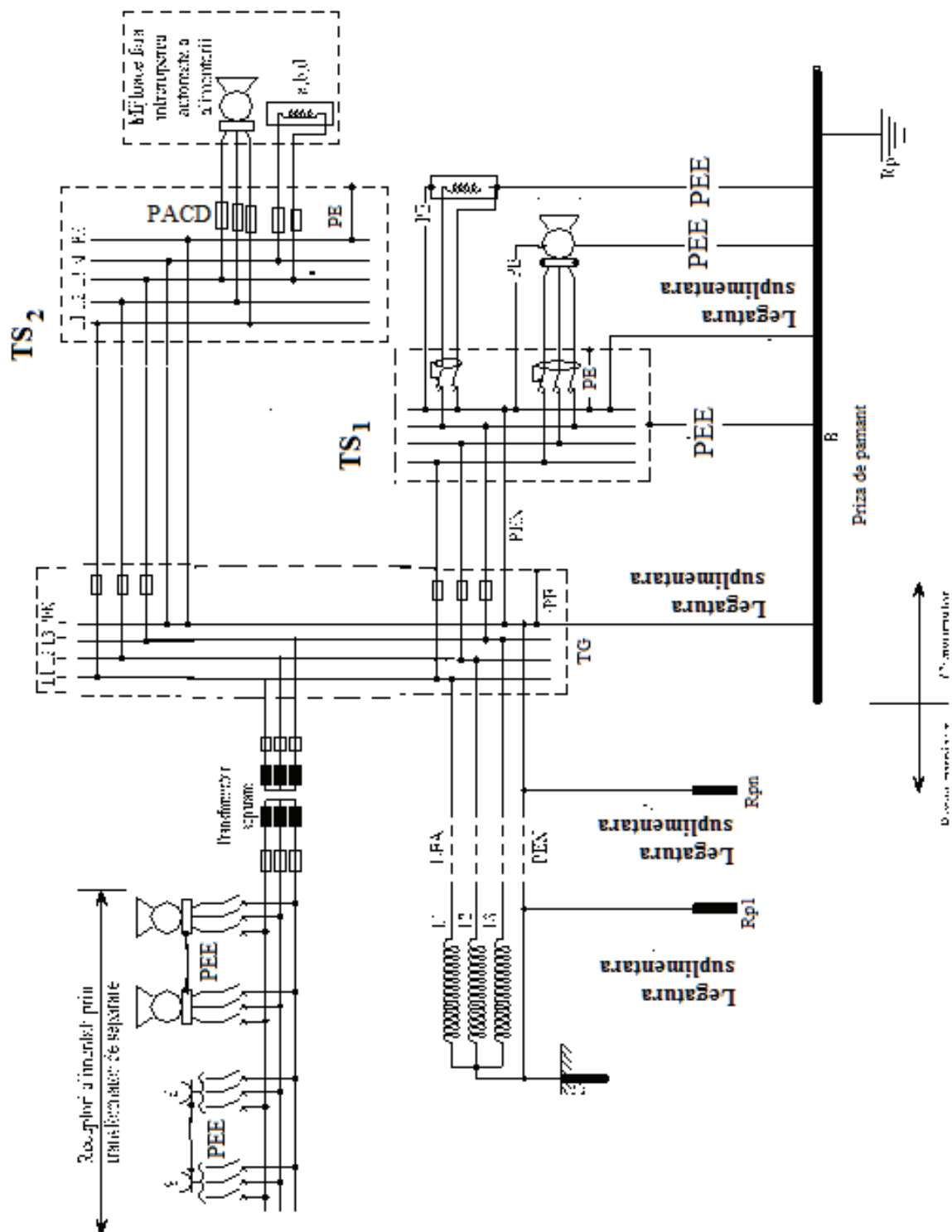


Fig. 7.2 Sistem de protecție la șoc electric aferent unui consumator alimentat de la rețea TN

Mijloace “fără întreruperea automată a alimentării”

Acestea sunt necesare pentru echipamentele electrice care impun o funcționare fără întreruperi, chiar la un prim defect de izolație, fără a periclita viața oamenilor (de ex. în laboratoare de încercări, unele procese de producție, sau în anumite amplasamente medicale) și se asigură prin aplicarea uneia din următoarele măsuri:

- a) folosirea materialelor și echipamentelor de clasa II sau echivalente;
- b) izolarea amplasamentelor;
- c) separarea de protecție;
- d) executarea de legături de echipotențializare locale.

Măsurile (a,b,d), fig.7.2, TS₂, sunt cumulative rețelei TN, aplicate local la sau pe receptoarele respective.

Separarea de protecție se aplică limitat, pentru un singur receptor care nu admite întreruperea alimentării în cazul defectului simplu și constă în crearea unui subsistem electric, cu aceleași valori ale sistemului de tensiuni, prin intermediul unui transformator special de separare, în secundarul căruia se creează o rețea II: punctul neutru al transformatorului este izolat, iar masele receptoarelor sunt izolate față de pământ, fig.7.2.

Dacă sunt mai multe receptoare se aplică măsura complementară echipotențializarea, cu restricția ca toate părțile active, inclusiv conductoarele de echipotențializare, să fie izolate față de pământ.

7.1.4. Conductoare de protecție și echipotențializare - secțiuni minime admise

7.1.4.1. Sisteme de legare la pământ

Normativul, în subcap 5.5, definește noțiunea de sistem de legare la pământ.

Acest sistem este compus din totalitatea căilor de curent cu care se realizează legături electrice în scop de protecție (definite conductoare de protecție-PE), de echipotențializare, sau legare la pământ funcțională. Din considerente tehnice sau de siguranță aceste conductoare se concentrează într-un punct/ bornă/bară principală de legare la pământ care se leagă la pământ. Din punct de vedere a acestui standard, la consumator se poate realiza o singură instalație de legare la pământ.

Forme particulare de materializare a unui sistem de legare la pământ se realizează, singular, sau cumulat pentru:

- rețeaua de echipotențializare necesară pentru protecția la șoc electric;
- instalația interioară de protecție la trăsnet;
- sistemul de protecție la efectele trăsnetului;
- legarea la pământ pentru protecția la șoc electric, mijlocul de protecție de bază pentru rețelele TT și IT;
- legarea, prin conductoare de protecție, la conductorul neutru de protecție al sursei de alimentare, PEN, prin intermediul bornei/barei principale de legare la pământ, în cazul rețelei TN.

Ca urmare, sistemul de legare la pământ care se va realiza pentru un consumator va avea structura determinată de:

- tipul rețelei electrice de distribuție, respectiv :TN; TT; IT;
- tipul de legături de echipotențializare care se vor realiza : pentru protecția la șoc electric; pentru instalația interioară de protecție la trăsnet sau pentru protecția la efectele trăsnetului.

Diversitatea acestor tipuri de legături impune precizarea secțiunilor pe care trebuie să le aibă căile de curent cu care se vor executa. Deoarece, de regulă, consumatorii sunt alimentați de la o rețea de distribuție TN, se va prezenta structura sistemului de legare la pământ specifică acestui tip de rețea, fig.7.3.

7.1.4.2. Conductoare de protecție și echipotențializare componente ale rețelei-TN

Conductorul neutru de protecție care se distribuie în rețea și asigură măsura principală de protecție - legarea la punctul neutru a sursei a carcaselor/ maselor. Secțiunea acestuia este impusă de normativ astfel :

a) Pentru porțiunea din rețeaua furnizorului, unde este comun cu conductorul neutru:

- dacă rețeaua este o LES atunci toate conductoarele cablului sunt din același material, iar secțiunea PEN este corelată de producător cu secțiunea conductoarelor de fază care respectă cerința normativului, Tabelul 5.17;
- dacă rețeaua este LEA, cu conductoare torsadate, atunci conductorul PEN este din OL, material diferit de cel al conductoarelor de fază și, ca urmare, secțiunea acestuia se stabilește conform normativului, Tabel 5.17, corelat cu coeficienții de corecție din Tab.5.11-5.15. Conductorul purtător cu rol de PEN va fi din oțel-aluminiu 50/8mm².

b) În rețeaua consumatorului, unde conductorul neutru de protecție PE este separat, executat din materiale diferite de cel al conductoarelor de fază și pozat pe trasee diferite de cele ale coloanelor și circuitelor de alimentare, (de ex. 1 pentru receptoarele la parter, fig.7.3.), secțiunea se calculează ca la alineatul precedent. Dacă valoarea secțiunii rezultată din calcul este mai mică decât cea minimă impusă de normativ, tab.5.17, atunci se va adopta valoarea minimă impusă.

Deoarece secțiunea conductorului PE se calculează în funcție de secțiunea conductoarelor de fază, de pe coloană /circuit, rezultă că secțiunea PE are diferite valori, dintre care una are valoarea cea mai mare (cu aceasta valoare se va corela secțiunea conductoarelor de echipotențializare).

Conform normativului, art. 5.5.3.7, alin. e): “dacă conductorul de protecție face parte dintr-un cablu sau se află într-un tub de protecție împreună cu conductoarele de fază ale aceleiași circuit, (fig.7.3. - receptoare de pe etaj), secțiunea minimă pentru aluminiu este de 4 mm²”.

Conductorul de protecție pentru legarea suplimentară la pământ a conductorului neutru de protecție, în tablourile electrice, se consideră conductor de legare nemijlocită/directă, la pământ și are secțiunea minimă impusă de normativ, art. 5.5.3.7.- când nu este îngropat în pământ și tab. 5.18.când este îngropat în pământ.

Conductoare de echipotențializare componente ale rețelei TN și care fac parte din sistemul de legare la pământ:

- a) care sunt conectate la B (2), fig.7.3, trebuie să aibă secțiunea minimă de : 6 mm² Cu sau, 16 mm² Al sau, 50 mm² OL;
- b) conductorul de echipotențializare pentru echipotențializare suplimentară care conectează două părți conductoare accesibile (3-din fig.7.3), are secțiunea conform normativului, art. 4.1.5.3.6. și art.5.5.5.2;
- c) conductorul de echipotențializare pentru echipotențializare suplimentară care conectează părți conductoare accesibile la părțile conductoare străine, (5-din fig.7.3), trebuie să aibă secțiunea conform normativului, art.5.5.5.3.

7.1.4.3. Conductoare de legare la pământ care fac parte dintr-un sistem de legare la pământ

Conductoarele de legare la pământ fac legătura dintre:

- borna principală de legare la pământ aferentă rețelei TN, TT, IT;
- bara de egalizare a potențialelor și priza de pământ. Această bară este aferentă instalației interioare de protecție la trăsnet sau a sistemului de protecție împotriva efectelor trăsnetului (abreviat LMPS, conform normativului).

Secțiunea minimă a conductoarelor de legare la pământ, când nu sunt îngropate în pământ, se determina conform normativului, art. 5.5.3.7.

Secțiunea minimă a conductoarelor de legare la pământ, când sunt îngropate, au valorile din normativ, tabelul 5.18.

7.1.4.4. Conductoare de echipotențializare componente ale instalației interioare de protecție la trăsnet

Acestea au secțiunile conform normativului, cap. 6. tab 6.22-6.23.

În fig. 7.3, elementul metalic (conductor) C7 s-a echipotențializat pentru că nu se asigura distanța de protecție față de conductorul de coborâre a IPTE, care se calculează potrivit SR EN 62305-3.

7.1.4.5. Conductoare de protecție și echipotențializare componente ale sistemului de protecție la efectele trăsnetului - LMPS

1. Conductoarele de legătură la pământ a SPD au secțiunea minimă de 4 mm^2 Cu și nu se recomandă utilizarea altor materiale, deși este permis conform normativului. Se recomandă limitarea la 1m. În cazul în care sunt utilizate SPD pentru protecția la supratensiuni de trăsnet, conform categoriei IV de încercare, conductoarele de legare la pământ trebuie să aibă o secțiune minimă de 16 mm^2 Cu sau o secțiune echivalentă la utilizarea unui alt material.

2. În normativ, art. 4.4.5.7 se prevede că “materialele și dimensiunile barelor de echipotențializare și ale conductoarelor de echipotențializare trebuie să fie conforme cu datele din subcap. 5.5 și recomandările din SR EN 62305-3”, iar secțiunea minimă pentru componentele de echipotențializare este potrivit SR EN 62305-4.

7.1.4.6. Concluzii

- un consumator poate avea fiecare din tipurile de conductoare de protecție și echipotențializare evidențiate mai sus;
- pentru fiecare în parte, în normativ se prevăd valori diferite ale secțiunilor minime.

Ca urmare, dacă structura consumatorului, alimentat de la o rețea TN, este prevăzută cu sistem de protecție la efectele trăsnetului - LMPS și cu instalație interioară de protecție la trăsnet, în situația în care, pentru o carcasă (masă) sau un element metalic, ar trebui să coexiste mai mult de o legătură de echipotențializare, se va realiza o singură legătură, cu secțiunea minimă cea mai mare, rezultând, conform normativului, sistemul de legare la pământ, specific rețelei TN, fig.7.3.

Pentru consumatorii alimentați de la o rețea TT sau IT, sistemul de legare la pământ va avea configurația specifică, respectiv va conține, pe lângă rețeaua conductoarelor de echipotențializare (menționată la rețeaua TN) și conductoare de protecție PE, de regulă, neizolate, pentru legarea la pământ a tuturor carcaselor metalice, care este măsura principală de protecție la șoc electric.

Sistemul de legare la pământ specific rețelei TN, conține, de regulă, puține conductoare PE neizolate, deoarece măsura principală de protecție la șoc electric-legarea la punctul neutru al alimentării - se realizează, de regulă, prin conductoare izolate, care fac parte din cablul electric de alimentare sau sunt pozate în același tub de protecție.

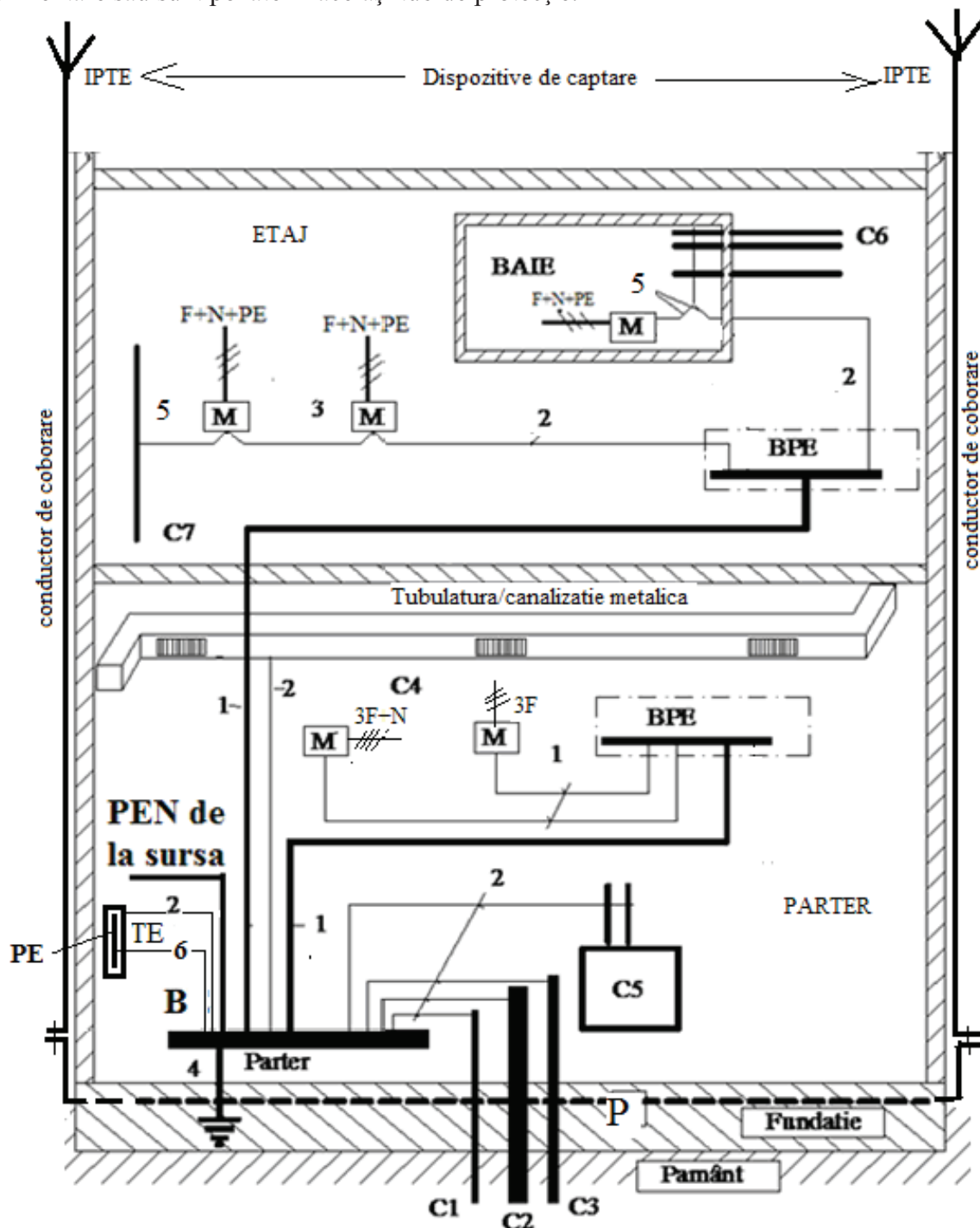


Fig.7.3 Sistem de legare la pământ pentru rețea TN

M – masă; C – element metalic aflat în contact cu pământul; parte conductoare care nu face parte din instalația electrică și care poate introduce un potențial electric, în general potențialul electric al pământului local; C1 – conductă metalică de apă, din exterior; C2 - conductă metalică de apă uzată, din exterior; C3 – conductă metalică de gaz racord electroizolant, din exterior; C4 – aer condiționat; C5 – sistem de încălzire; C6 – conductă metalică de apă, de exemplu, într-o baie; C7 – părți conductoare străine în zona de accesibilitate la atingere a părților conductoare; B – bornă principală de legare la pământ; P – priză de pământ. BPE – bară pentru conectarea conductoarelor de protecție și echipotențializare; TE- carcasa metalică a unui tablou electric; 1-conductor de protecție; 2-conductor de echipotențializare, pentru legare la B/BPE; 3-conductor de echipotențializare pentru echipotențializare suplimentară între două părți conductoare accesibile; 4-conductor de legare la pământ; 5- conductor pentru echipotențializare suplimentară între o parte conductoare și o structură (conductă, cadru, etc); 6- conductor de protecție pentru legarea suplimentară la pământ a PE din TE.

Tabel 1 – Secțiuni minime ale componentelor de echipotențializare

Componente de echipotențializare		Material	Secțiune mm ²
Bare de echipotențializare (cupru sau oțel galvanizat)		Cu, Fe	50
Conductoare de conectare a barelor de echipotențializare la sistemul de legare la pământ sau la alte bare de echipotențializare		Cu	14
		Al	22
		Fe	50
Conductoare de conectare a instalațiilor metalice interioare la bare de echipotențializare		Cu	5
		Al	8
		Fe	16
Conductoare de conectare pentru SPD	Clasa I	Cu	5
	Clasa II		3
	Clasa III		1
NOTĂ - Se recomandă ca alte materiale utilizate să aibă o secțiune care să asigure o rezistență echivalentă.			

7.1.5. Tipuri de instalații de legare la pământ la consumator

Categoriile de instalații de legare la pământ pot fi:

- instalații de legare la pământ de protecție împotriva șocului electric;
- instalații de legare la pământ de exploatare, destinate legării la pământ a unor elemente făcând parte din circuitele curenților normali de lucru (punctul neutru al sursei de alimentare);
- instalații de legare la pământ de protecție împotriva supratensiunilor (atmosferice transmise prin rețea și de comutație);
- instalații de legare la pământ pentru asigurarea condițiilor de funcționare a protecțiilor prin relee împotriva defectelor cu puneri la pământ, respectiv la masă;
- instalații de legare la pământ folosite în comun, destinate atât pentru scopuri de protecție, cât și pentru scopuri de exploatare a instalațiilor electrice.

La acestea se adaugă și :

- instalația de legare la pământ a instalației de paratrăsnet,

Normativul impune, pentru rezistența prizei instalației de legare la pământ de protecție împotriva șocului electric valoarea de 4 ohmi, iar pentru cea a instalației de paratrăsnet 10 ohmi, iar dacă cele două prize sunt comune se impune max. 1 ohm.

Conform aceluiași normativ: “o priză de pământ (naturală și/sau artificială) poate fi folosită în comun pentru două sau mai multe instalații de legare la pământ, din categoriile menționate”.

Conductoarele de legare la pământ a instalației de paratrăsnet vor fi separate prin distanța de izolare (calculată potrivit SR EN 62305-3), până la priza de pământ, față de celelalte categorii de instalații (ventilații, gaze naturale, încălzire etc.).

De la această prevedere fac excepție clădirile (construcțiile) cu structură metalică sau de beton armat, la care structura metalică poate fi utilizată drept conductor de legare la priza de pământ comună pentru toate categoriile de instalații.

Ca urmare, dacă consumatorul are post de transformare propriu și rețea TN, punctul neutru al înfășurărilor secundare ale transformatorului va fi legat la priza de pământ comună (rezultată datorită imposibilității respectării distanțelor minime dintre prizele individuale).

7.1.6. Asigurarea protecției la șoc electric pentru echipamente informatice

Echipamentele informatice, conform normativului, se vor alimenta, de regulă, de la o rețea TN-S pentru a micșora pericolul de avarie prin supracurenți și fenomene EMC (perturbații electromagnetice), iar conductoarele de protecție trebuie să fie din cupru.

Circuitele pentru alimentarea echipamentelor informatice se vor grupa pe un tablou electric propriu, TEI, fig.7.4., alimentat direct din tabloul general, varianta II (recomandat), sau din cel pentru iluminat și prize, varianta I (nerecomandat).

Dacă curentul de fugă prezumat al echipamentelor informatice este mai mare de 10mA, protecția împotriva șocurilor electrice prin atingere indirectă se realizează, conform prevederilor normativului, dacă se respectă **și una** din următoarele condiții, în funcție de tipul rețelei electrice:

- a) conductorul de protecție PE (utilizat în fiecare tip de rețea TN, TT, IT) trebuie să aibă o secțiune de cel puțin 10mm^2 cupru.
- b) există dispozitiv de control al continuității circuitului de legare la pământ, a carcasei echipamentului (legare la pământ proprie rețelelor TT și IT), care să-l deconecteze automat de la sursă, în momentul întreruperii acestei continuități;
- c) dacă echipamentul este alimentat prin intermediul unui transformator de separare, fig.7.5, circuitul secundar al acestuia are rețea TN.

Aceste prevederi se aplică și coloanelor care alimentează mai multe echipamente și pe care suma curenților de fugă depășește 10 mA.

În cazul rețelei TT, circuitul trebuie protejat printr-un dispozitiv de protecție la curent diferențial rezidual al cărui curent nominal de funcționare se calculează conform normativului, subcap. 7.19.

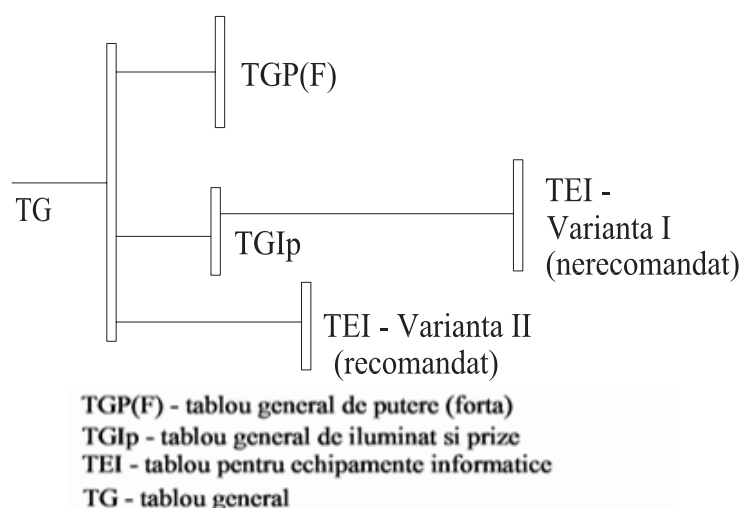


Fig. 7.4

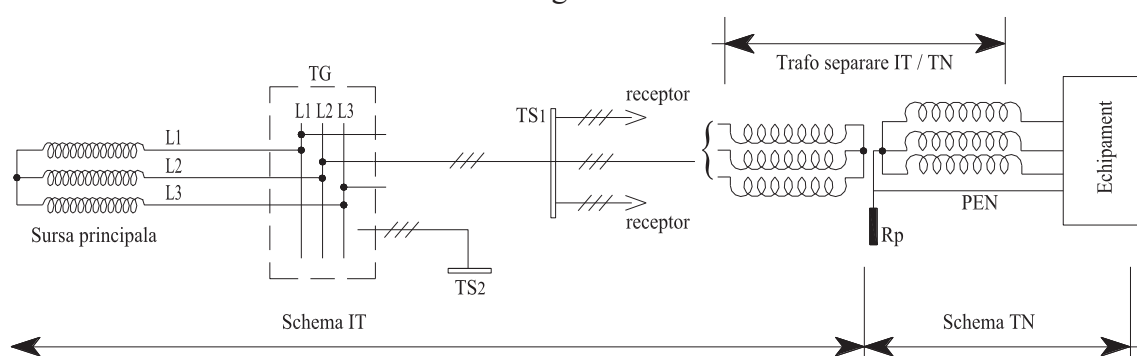


Fig. 7.5 Conectarea unui echipament informatic având curent de fugă mare

În cazul în care sursa de alimentare a consumatorului este rețea IT, se recomandă ca echipamentul care are curent de fugă mare, să nu fie alimentat direct de la această sursă, datorită dificultății semnalizării primului defect. În acest caz, echipamentul va fi alimentat prin intermediul unui transformator de separare IT/TN, fig. 7.5.

7.1.7. Compatibilitatea între diverse rețele de distribuție

Reguli de compatibilitate.

Este posibilă alimentarea prin același transformator, sau același post de transformare, a receptoarelor/ echipamentelor/instalațiilor **unui consumator** pentru care se aplică, ca măsură tehnică principală, soluții diferite, în următoarele condiții:

- rețelele sunt TT sau TN exclusiv, respectiv măsura principală de protecție este legarea la pământ, respectiv la punctul neutru al sursei, prin PEN/PE distribuit;
- fiecare receptor/ echipament/instalație este corect protejată, conform regulilor aplicabile rețelei de la care este alimentat;
- fiecare rețea are propria rețea de echipotențializare, iar acestea sunt interconectate la B, legată la pământ;
- conductorul PEN, aferent rețelei TN, este legat la punctul neutru al transformatorului și la bara principală de legare la pământ;
- punctul neutru al transformatorului, masele postului de transformare și conductoarele de protecție ale instalațiilor situate **în aceeași clădire**, sunt legate la aceeași priză de pământ sau la un ansamblu de prize de pământ interconectate;
- fiecare receptor/ echipament/instalație are propriul conductor de protecție.

Dacă **în același spațiu** se află receptoare/ echipamente/ instalații alimentate de la rețele diferite și sunt accesibile simultan, se recomandă ca masele lor să se interconecteze printr-o legătură echipotențială suplimentară (L), fig. 7.6.

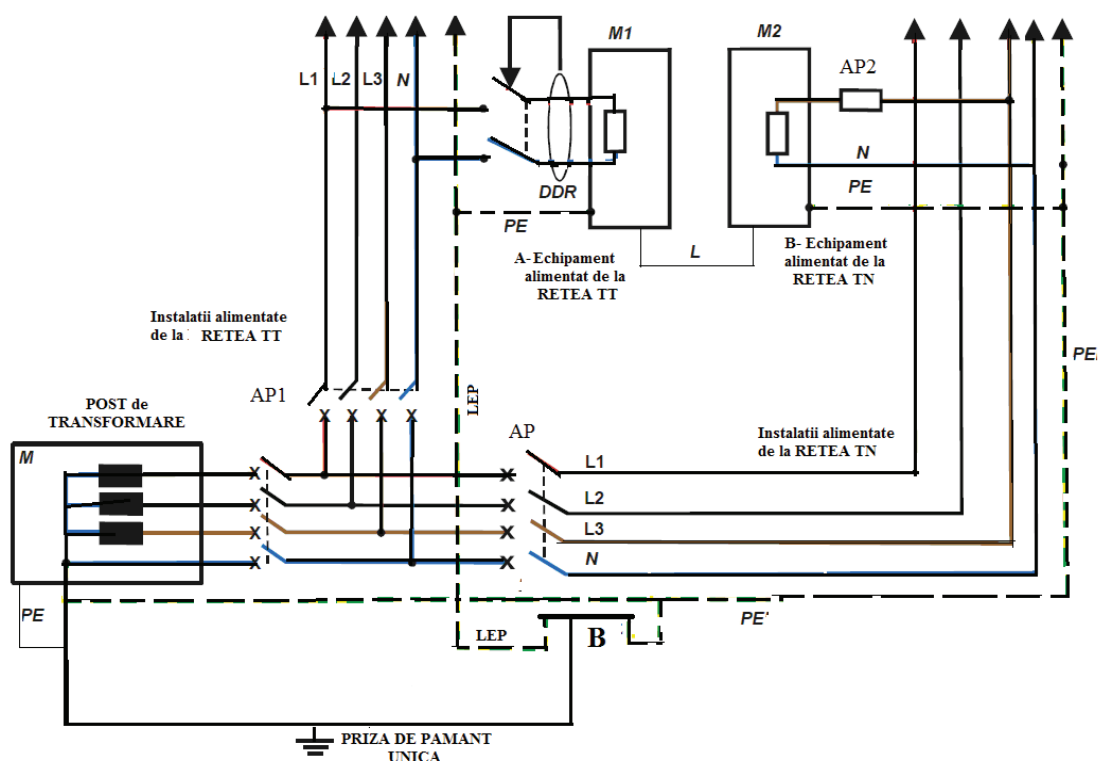


Fig. 7.6. Exemplu de compatibilitate între rețea TT și rețea TN

B - borna principală de legare la pământ la care se leagă :

- Conductorul PEN componentă a rețelei TN;
- LEP - rețeaua de echipotențializare aferentă rețelei TT;
- L - Legătură echipotențială suplimentară recomandată dacă masele M1 și M2 sunt accesibile simultan;
- AP1 - întreruptor montat pe circuitul de alimentare a receptorului/echipamentului A;
- AP2 - Aparat de protecție montat pe circuitul de alimentare a receptorului/ echipamentului B;

Cele două receptoare/echipamente A, B sunt amplasate în aceeași incintă și ca urmare pot fi atinse simultan.

AP - Aparat de protecție al instalațiilor alimentate prin rețea TN care poate fi tri sau tetra polar ;

DDR - Aparat de protecție echipat cu protecție la curent diferențial.

7.2. SCHEME ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE LA CONSUMATOR

7.2.1. Tipuri de receptoare electrice ale unui consumator.

Soluții de alimentare cu energie electrică

Datorită consecințelor determinate de o eventuală întrerupere a alimentării cu energie electrică, receptoarele electrice ale unui consumator se vor grupa pe tablouri electrice distincte în funcție de cerințele privind continuitatea în alimentare.

Receptoarele unui consumator se pot grupa astfel:

1. Receptoare pentru care nu se impun cerințe deosebite privind continuitatea în alimentare, aceasta asigurându-se numai de la sursa de bază, prin soluția oferită de operatorul de rețea. Aceste receptoare se grupează astfel:

1.a) de iluminat și prize, această grupare fiind determinată de faptul că sunt monofazate și sunt alimentate, din tablouri electrice, TE, prin circuite, cu PE și DDR, fig.7.7. Protecția circuitelor și a receptoarelor se asigură de aparatul de protecție montat în tabloul electric;

1.b) de putere, alimentate prin circuite individuale trifazate.

Dacă receptorul este trifazat simetric, atunci întreruptorul automat cu care se protejează circuitul electric de alimentare se poate echipa cu DDR cu trei poli, deoarece conductorul neutru de lucru nu este necesar, fig.7.8.

În cazul în care receptorul trifazat este un echipament complex căruia, de ex. îi este necesară tensiunea de fază, atunci circuitul său de alimentare va avea și conductor neutru de lucru, iar DDR-ul cu care se echipează, întreruptorul automat va fi cu patru poli, fig.7.9.

Pe circuitul de alimentare se poate monta aparatul de conectare pentru limitarea curentului de pornire a eventualului motor electric pe care îl conține echipamentul complex.

Aceste două categorii de receptoare se recomandă să fie alimentate prin scheme electrice proprii, cu tablou electric general propriu, fig.7.10. Cele două tablouri electrice se vor amplasa alăturat dar separate .

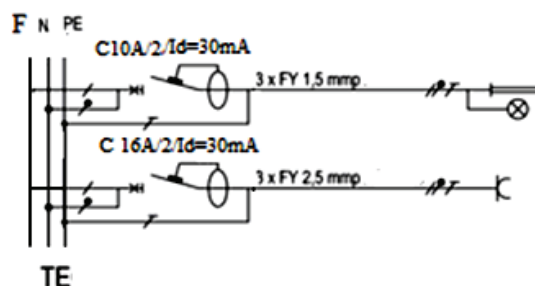


Fig. 7.7

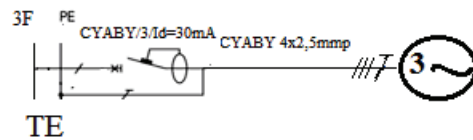


Fig.7.8

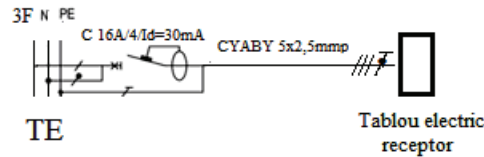


Fig.7.9.

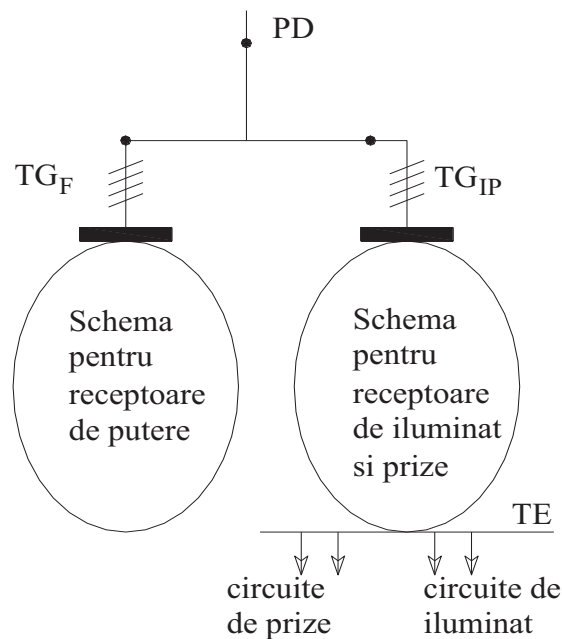


Fig. 7.10

2. **Receptoare critice.** Acestea sunt receptoare tehnologice cu cerințe deosebite privind continuitatea în alimentare. Pentru asigurarea cerințelor de continuitate în alimentare, consumatorul poate obține, de la operatorul de rețea, pe lângă alimentarea de bază și alimentări de rezervă. Dacă consumatorul apreciază că numai cu alimentarea de la furnizorul extern, sursa de bază, nu asigură cerințele receptoarelor critice, atunci își va instala centrală electrică proprie, sursă de rezervă, SR, fig.7.11. Dacă în regim permanent această centrală este în paralel cu sursa de bază, nu poate fi folosită și ca sursa de intervenție, potrivit reglementărilor aplicabile soluțiilor de racordare a utilizatorilor la rețelele electrice de interes public.
3. **Servicii de securitate** care, conform normativului, subcap. 5.6, sunt: iluminatul de siguranță/securitate; pompe electrice de incendiu; lifturi pentru intervenție; sisteme de alarmă, cum ar fi alarme în caz de incendiu, de fum, CO, pentru efracție; sisteme de evacuare (lifturi); sisteme de extragere a fumului (desfumare); echipament medical de primă necesitate, iar alimentarea lor se asigură cu „Sistem de alimentare cu energie electrică pentru servicii de securitate”.

Sursa electrică de securitate poate fi utilizată și pentru alte scopuri (de ex. alimentarea receptoarelor critice) decât serviciile de securitate, numai dacă alimentarea serviciilor de securitate nu este, prin aceasta, perturbată.

Un defect produs pe o cale de curent (circuit/coloană) utilizată pentru alte scopuri decât serviciile de securitate, nu trebuie să determine pierderea alimentării de la sursa de securitate.

Punctul neutru al sursei de securitate trebuie să aibă același regim cu pământul ca și sursa de bază. Dacă există conductor de protecție, PE, acesta trebuie racordat la conductoarele de protecție ale ambelor surse.

În fig.7.11. se prezintă un exemplu de schemă electrică pentru un consumator care are centrală electrică proprie, *de rezervă*, dar care nu este prevăzută cu posibilitatea funcționării în paralel cu sursa de bază. Ca urmare, aceasta poate fi folosită și pentru alimentarea serviciilor de securitate.

Dacă consumatorul nu are centrală electrică proprie, pentru alimentarea serviciilor de securitate va trebui să-și prevadă sursă de securitate/intervenție, fig.7.12.

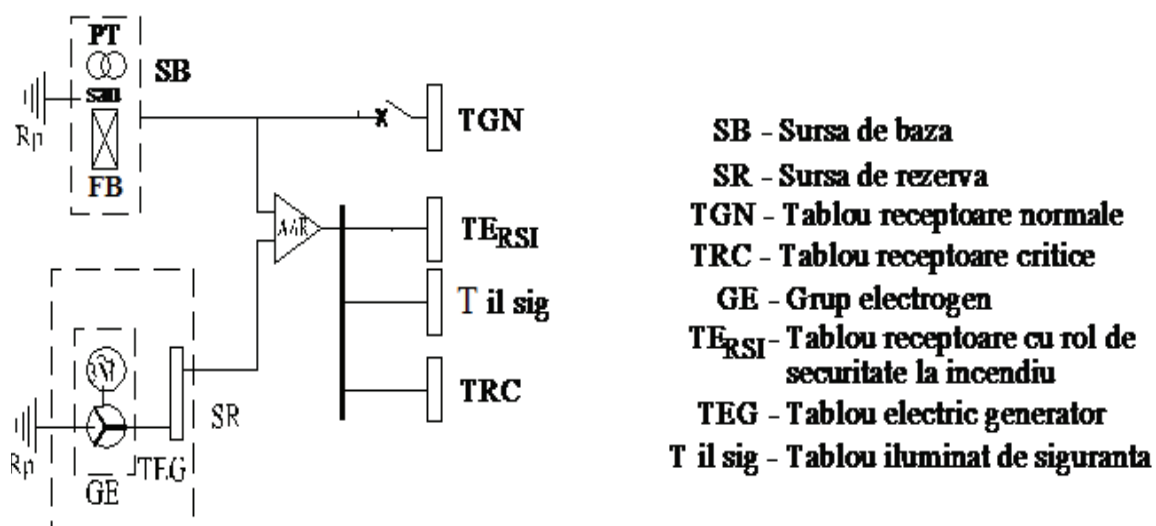


Fig. 7.11

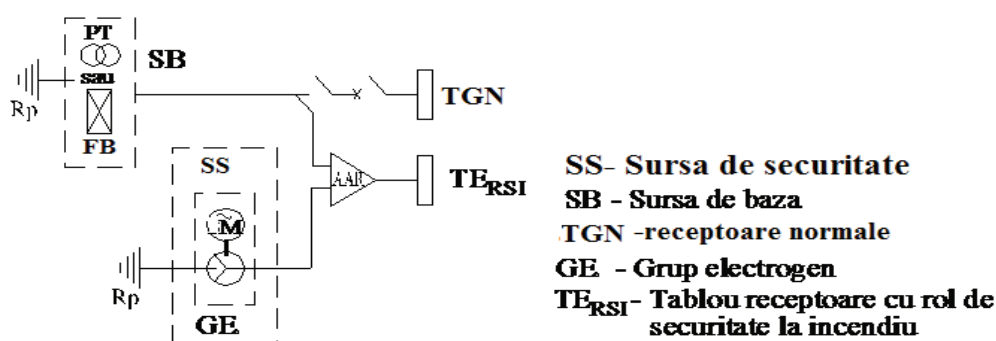


Fig. 7.12

7.2.2. Schemă electrică pentru consumator alimentat de la rețea TN

Conform normativului, în rețele electrice trifazate cu punctul neutru legat la pământ (simbol T), se poate aplica, ca măsură tehnică principală de protecție la șoc electric, legarea la punctul neutru al sursei (simbol N) a maselor (carcaselor), rezultând o rețea TN.

Ca urmare, punctul neutru al sursei se distribuie în rețea prin conductorul neutru PEN.

În fig.7.13 se prezintă schema electrică pentru un consumator alimentat de la o rețea TN.

În punctul de delimitare cu furnizorul, conductorul neutru PEN se separă în conductorul neutru de lucru N și conductorul neutru de protecție PE. În acest punct se realizează legarea suplimentară la pământ a PE. Această legătură se execută, lângă firida de bransament, a furnizorului, de către acesta, la priză de pământ proprie, fiind separată, legătura (a), fig.7.13., de cea a consumatorului.

Dacă firida de bransament este în apropierea tabloului electric general TEG, această legătură se execută în incinta consumatorului, priza de pământ va fi comună, legătura (b), fig. 7.13.

În tabloul electric general, TEG, al consumatorului se vor realiza, pe lângă bareta/baretele pentru fază/faze, încă două barete, câte una pentru fiecare din cele două conductoare neutre N+PE.

Înterruptorul general de pe coloana de alimentare a TG va fi cu patru poli, deoarece N se va trece prin acesta.

Lângă TEG se realizează borna/bara principală de legare la pământ - B, componentă a sistemului de legare la pământ, sistem care grupează eventualele legături de echipotențializare și conductoare de protecție PE neizolate (fig.7.3 - receptoare de la parter). Borna/bara principală de legare la pământ-B - se va lega la pământ și la conductorul PEN al alimentării (această legătură se va executa în tabloul electric general - TEG).

În fig.7.14. se prezintă, în detaliu, modul de realizare a :

- baretelor pentru conductoarele din TEG;
- conectării SPD - montat în TEG, legarea la pământ se execută direct la PE din TEG, fig. 7.14a. Dacă SPD-ul se amplasează în exteriorul TEG legarea la pământ se va executa direct la B, fig.7.14b;
- B - componenta a sistemului de legare la pământ.

Aparatul de protecție, F1, al SPD, este inclus în acesta, livrat, ca urmare, de producător, dar trebuie să aibă, conform normativului, subcap 4.4, caracteristici similare cu aparatul de protecție, PACD, din rețea, aflat imediat în amonte în raport cu sursa, dar acționarea lor trebuie să fie selectivă.

În schema din fig.7.13 nu s-au reprezentat eventualele servicii de securitate, pentru care soluțiile de alimentare s-au prezentat mai sus.

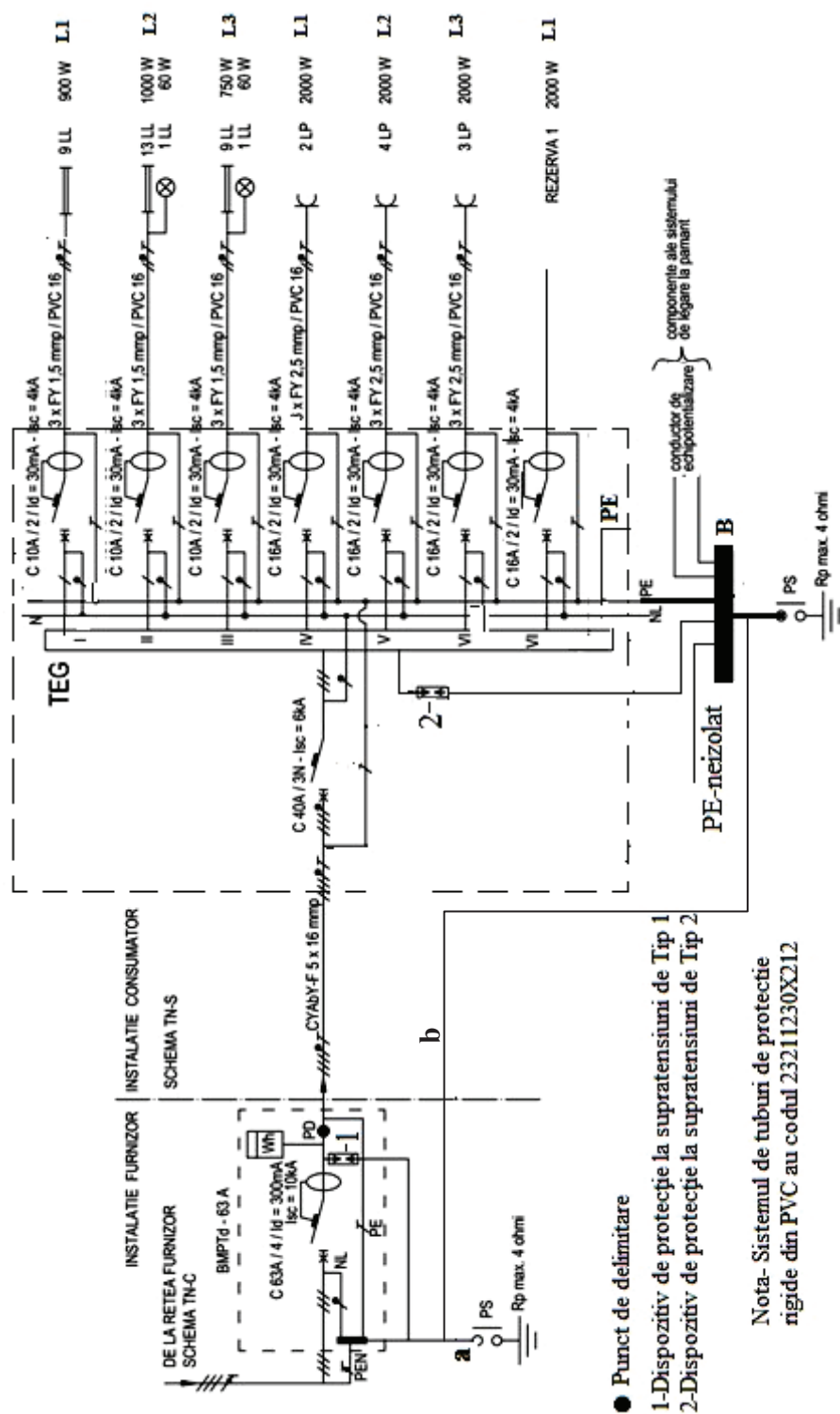


Fig. 7.13 Schema electrică pentru un consumator alimentat de la rețea TN

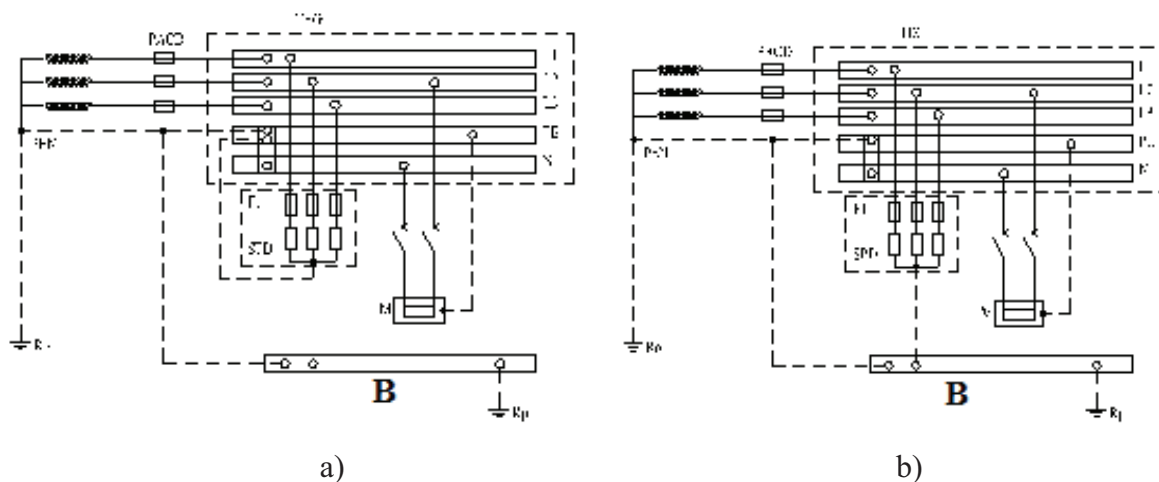


Fig. 7.14 Modul de realizare a conexiunilor într-un tablou general în schemă TN

PACD-aparat de protecție la curent de defect-la originea instalatiei consumatorului;

F1- aparat de protecție a SPD- prevazut de producator si inclus in acesta;

PE- bareta, din TEG, pentru conductorul neutru, distribuit prin schema electrica, pana la fiecare masa M (carcasa);

7.2.3. Schemă electrică pentru consumator alimentat de la rețea TT

Conform normativului, în rețele electrice trifazate cu punctul neutru legat la **priza de pământ de exploatare** (simbol T), se poate aplica, ca măsură tehnică principală de protecție la șoc electric, legarea la **priza de pământ de protecție** (simbol T) a maselor (carcaselor). **Cele două prize de pământ se impune să fie independente.**

Carcasele se vor lega, prin conductoare de protecție PE, fig.7.15. la B, componentă a sistemului de legare la pământ, iar aceasta, se va lega la priza de pământ de protecție.

Măsura de protecție, la defect, este întreruperea automată a alimentării, prin acțiunea dispozitivelor de protecție la supracurent PACD. Acționarea acestora trebuie să se producă în timpii impuși de normativ.

În rețelele TT, echipamentele DDR pot fi utilizate pentru protecția la defect (protecția împotriva atingerii indirecte).

Dacă conductorul neutru se distribuie în rețea trebuie considerat conductor activ, respectiv trebuie să aibă nivel de izolație similar cu conductoarele de fază.

În fig.7.15. se prezintă schema electrică pentru un consumator alimentat de la o rețea TT cu punctul neutru distribuit. În acest caz DDR de pe coloane și circuitele trifazate vor fi cu patru poli.

Carcasele receptoarelor alimentate de la prize se pot lega la pământ și prin cordonul de alimentare. În acest caz, în tabloul electric se va realiza o bareta PE, care se va lega la pământ, fig.7.16.

În fig.7.17. se prezintă, în detaliu, modul de realizare a :

- baretelor pentru conductoarele din TEG;
- baretei pentru conductorul de protecție PE în TEG - pentru varianta distribuirii în rețea până la carcase (mase) ;
- conectării SPD - montat în TEG, legarea la pământ se executa direct la PE din TEG, fig. 7.17a. Dacă SPD-ul se amplasează în exteriorul TEG legarea la pământ se va executa direct la B, fig.7.17b;

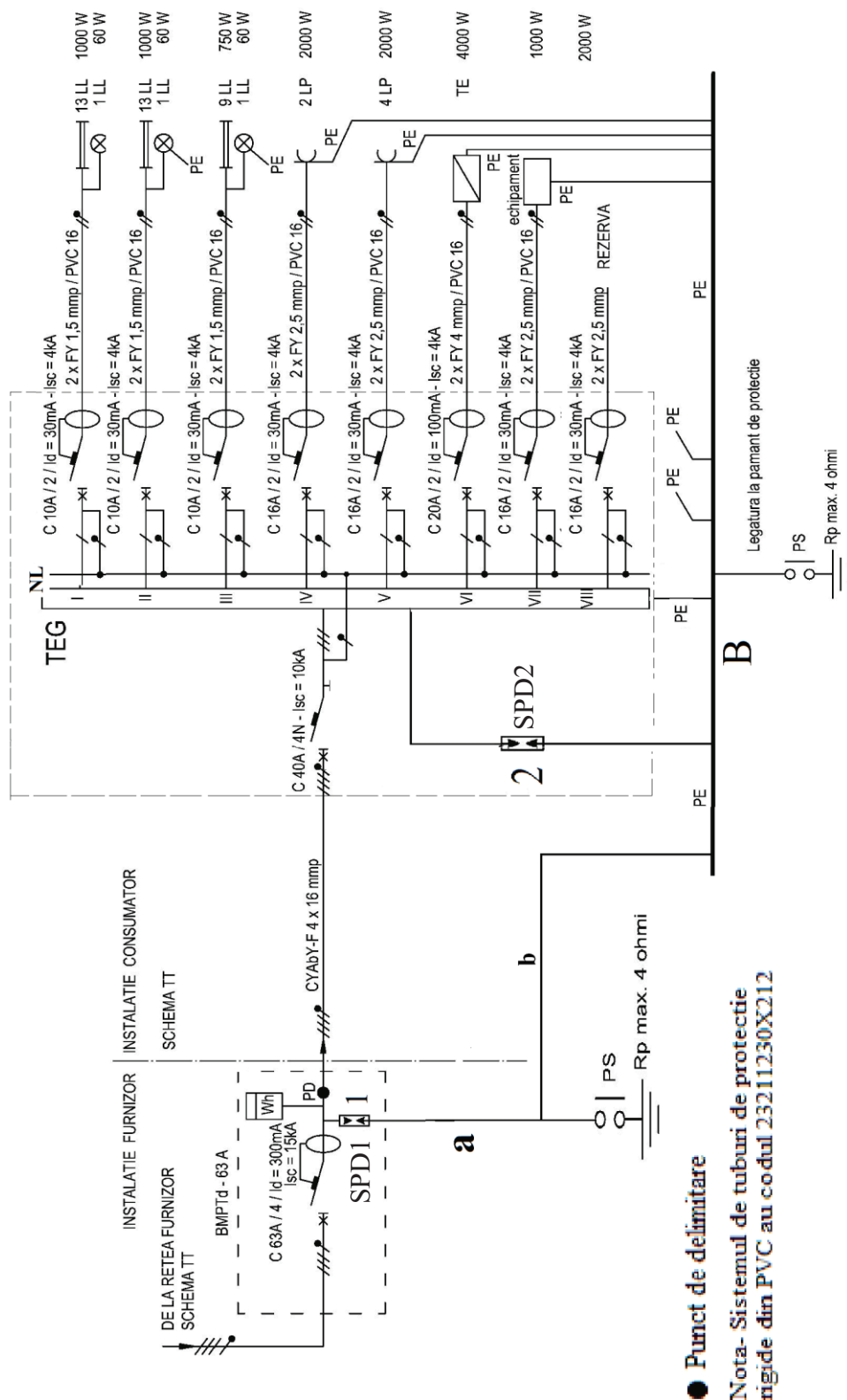


Fig. 7.15 Schema electrică pentru un consumator alimentat de la rețea TT, fără PE în TE

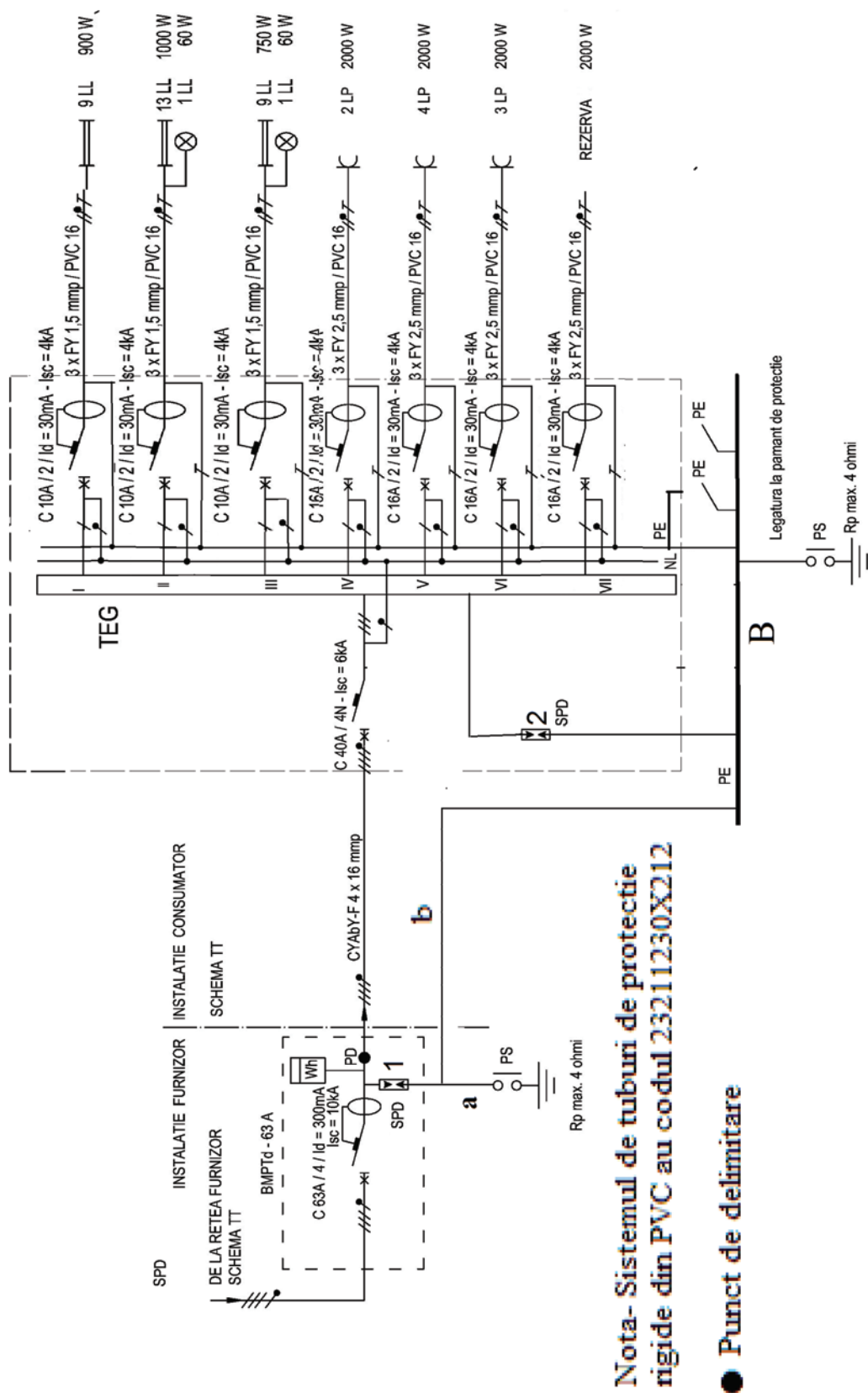


Fig. 7.16 Schema electrică pentru un consumator alimentat de la rețea TT cu PE în TE

Aparatul de protecție, F1, al SPD, este inclus în acesta, livrat, ca urmare, de producător, dar trebuie să aibă, conform Normativului, subcap.4.4, caracteristici similare cu aparatul de protecție, PACD, din rețea, aflat imediat în amonte în raport cu sursa, dar acționarea lor trebuie să fie selectivă.

În punctul de delimitare cu furnizorul, SPD 1 se poate lega la pământ lângă firida de bransament, la priză de pământ a furnizorului. Acesta este cazul prizei de pământ separate de cea a consumatorului (legătura **a** din fig.7.15 și fig.7.16).

Dacă firida de bransament este în apropierea tabloului electric general TEG, această legătură se execută în incinta consumatorului, priză de pământ fiind comună (legătura **b** din fig.7.15 și fig.7.16).

În schema din fig.7.15 și fig.7.16. nu s-au reprezentat eventualele servicii de securitate, pentru care soluțiile de alimentare s-au prezentat mai sus.

7.2.4. Schemă electrică pentru consumator alimentat de la rețea IT

Conform Normativului, în rețele electrice trifazate cu punctul neutru izolat, (simbol I), se aplică, ca măsură tehnică principală de protecție la șoc electric, legarea la pământ (simbol T) a maselor (carcaselor), rezultând rețea IT, fig.7.18.

Se recomandă ca în această rețea conductorul neutru să nu fie distribuit.

Părțile conductoare accesibile se leagă la pământ individual, în grup sau colectiv.

Pentru controlul producerii primului defect se pot utiliza dispozitive de monitorizare a izolației, curentului diferențial rezidual și de localizare a defectului de izolație.

După apariția primului defect, normativul prevede condițiile pentru întreruperea automată a alimentării în cazul unui al doilea defect.

În fig.7.18. se prezintă schema electrică pentru un consumator, alimentat de la o rețea IT cu punctul neutru nedistribuit. În acest caz DDR de pe coloane și circuite trifazate vor fi cu trei poli.

Nu s-au reprezentat dispozitivele pentru controlul permanent al izolației.

Carcasele receptoarelor alimentate de la prize se pot lega la pământ și prin cordonul de alimentare. În acest caz, în tabloul electric se va realiza o baretă PE, care se va lega la pământ, așa cum s-a prezentat pentru rețea TT, în fig.7.16.

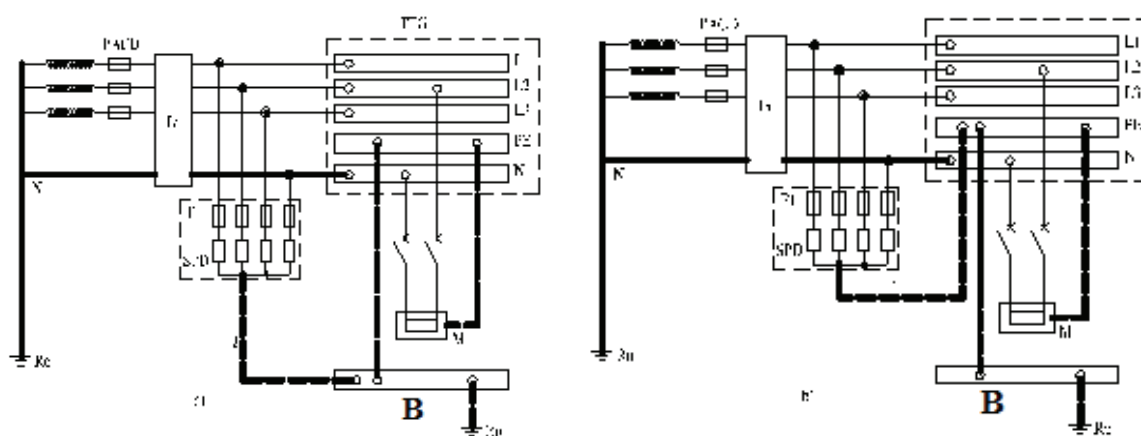


Fig. 7.17. Modalități de legare a SPD în schemă TT

PACD – aparat de protecție la curent de defect – la originea instalației consumatorului;

F1 – aparat de protecție a SPD – prevăzut de producător și inclus în acesta;

PE – baretă, din TEG, pentru conductorul de protecție distribuit prin schema electrică, până la mase M.



Fig. 7.18 Schema electrică pentru un consumator alimentat de la rețea IT

Dacă punctul neutru este distribuit, schema electrică vor fi similară cu cea de la rețea TT, fig.7.16, la care se adaugă dispozitivele pentru controlul permanent al izolației.

În fig.7.19. se prezintă, în detaliu, modul de realizare a:

- baretelor pentru conductoarele din TEG;
- baretei pentru conductorul de protecție PE în TEG- pentru varianta distribuirii în rețea până la carcase (mase) ;
- conectării SPD - montat în TEG, legarea la pământ se executa direct la PE din TEG, fig. 7.19a. Dacă SPD-ul se amplasează în exteriorul TEG legarea la pământ se va executa direct la B, fig.7.19b.;
- B - componenta a sistemului de legare la pământ.

Aparatul de protecție, F1, al SPD, este inclus în acesta, livrat, ca urmare, de producător, dar trebuie să aibă, conform normativului subcap 4.4, caracteristici similare cu aparatul de protecție, PACD, din rețea, aflat imediat în amonte în raport cu sursa, dar acționarea lor trebuie să fie selectivă.

În schema din fig.7.18 nu s-au reprezentat eventualele servicii de securitate, pentru care alimentarea se asigură conform normativului, deoarece aceasta s-au prezentat în unul din paragrafele anterioare, iar legăturile **a** și **b** au aceeași explicație ca la figurile similare anterioare.

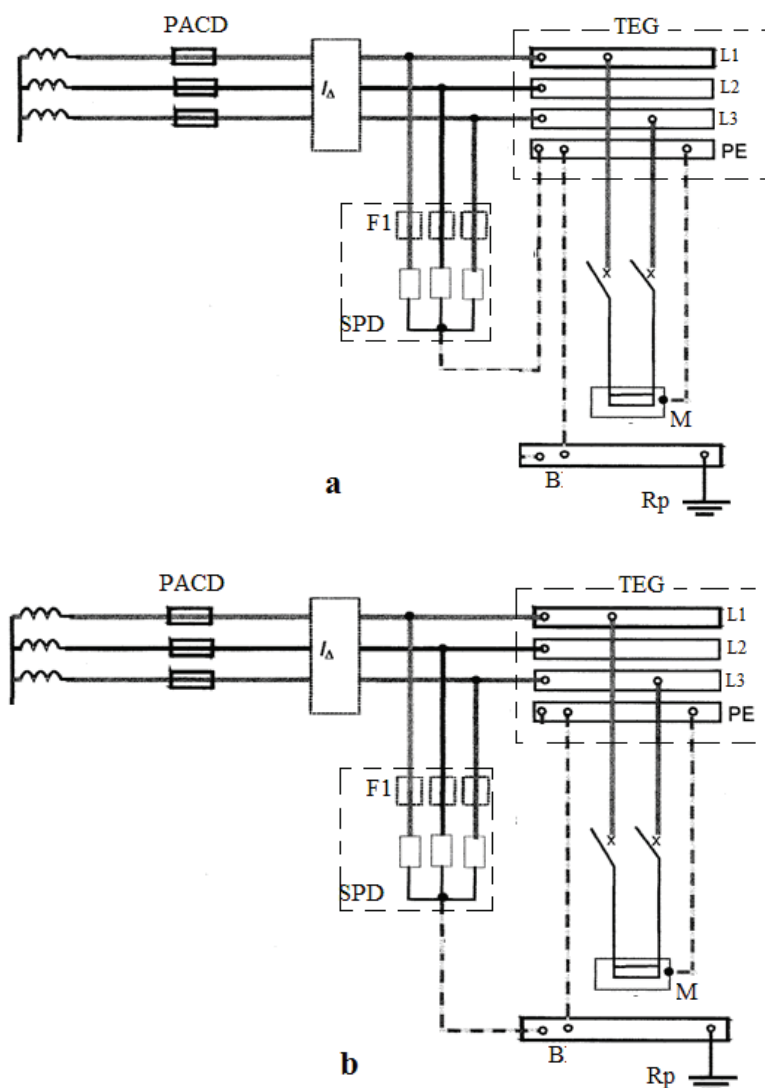


Fig. 7.19. Modalități de legare a SPD în schemă IT

7.2.5. Structura sistemului de alimentare cu energie electrică a amplasamentelor pentru utilizări medicale

7.2.5.1. Tipuri de receptoare

1. În normativ, subcap.7.9, Tabel 7.9.1. se prezintă Exemple de clasificare a grupelor și a claselor de comutare, se prezintă o lista similară cu „*Exemple de atribuire a numerelor și clasificărilor grupelor pentru securitatea amplasamentelor cu utilizări medicale*”, dar cu precizarea:

2. Echipamentele aferente clădirilor medicale includ toate serviciile de securitate definite în normativ la art.5.6.1.2.

Ca urmare, receptoarele electrice aferente amplasamentelor pentru utilizări medicale se pot grupa în categoriile evidențiate anterior, cu anumite particularități determinate de faptul că receptoarele critice din amplasamentele medicale sunt considerate echipamente medicale de primă necesitate :

- a) receptoarele de iluminat normal și prize. Acestea se prevăd în toate spațiile amplasamentului medical ;
- b) Receptoare de putere, care nu sunt considerate „servicii de securitate”
- c) **Servicii de securitate** definite în normativ, subcap.7.9, (alimentare de rezervă), care sunt clasificate pe clase de comutare pe sursa de securitate:

c1) cu un timp de comutare mai mic sau egal cu 0,5s, pentru care, în eventualitatea lipsei tensiunii, cel puțin pe una din faze, în tabloului principal de distribuție, sursa de securitate trebuie comutată automat în max 0,5 sec. și aceasta trebuie să asigure alimentarea lămpilor scialitice și altor lămpi esențiale, de exemplu pentru endoscoape, timp de 3 ore.

Aceste echipamente au o putere nominală relativ mică, iar timpul de comutare se poate asigura numai dacă se utilizează, ca sursă de securitate, surse de alimentare neîntreruptibile (UPS).

Echipamentul care asigură comutarea automată, tip AAR, trebuie să aibă elemente care să sesizeze condițiile menționate mai sus.

c2) cu un timp de comutare mai mic sau egal cu 15s. Aceste echipamentele trebuie conectate în max 15 s, la sursa de securitate dacă tensiunea, pe cel puțin una din faze în tabloul principal de distribuție, a scăzut cu mai mult de 10% din valoarea tensiunii nominale de alimentare, pentru o durată mai mare de 3s. Echipamentele care necesită o astfel de alimentare sunt enumerate în normativ, art. 7.9.31.

Aceste echipamente pot fi:

- receptoare de putere, pentru care sursa de securitate trebuie să fie grup/grupuri generatoare de joasă tensiune,
- echipamente cu o putere nominală relativ mică, pentru care sursa de securitate poate fi și sursă de alimentare neîntreruptibilă (UPS).

O parte însemnată dintre aceste receptoare sunt servicii de securitate, definite în normativ, subcap.5.6, cu care se echipează, de regulă, o gamă extinsă de consumatori, alții decât amplasamentele pentru utilizări medicale.

c3) cu un timp de comutare mai mare de 15s, necesare pentru menținerea serviciilor de amplasament medical (spital) și pentru care se impune conectarea manuală sau automată pe sursa de securitate, cu autonomie de minim 24 ore. Echipamentele care necesită o astfel de alimentare sunt enumerate în normativ, art.7.9.32.

Acestea sunt receptoare de putere, pentru care sursa de securitate trebuie să fie grup generator de joasă tensiune.

În cazul în care blocul operator are mai multe săli de operație, se poate adopta și varianta realizării câte unui tablou electric pentru fiecare sală de operație. În această variantă, este recomandată utilizarea UPS cu alimentare de la sistem electric trifazat și ieșire monofazată.

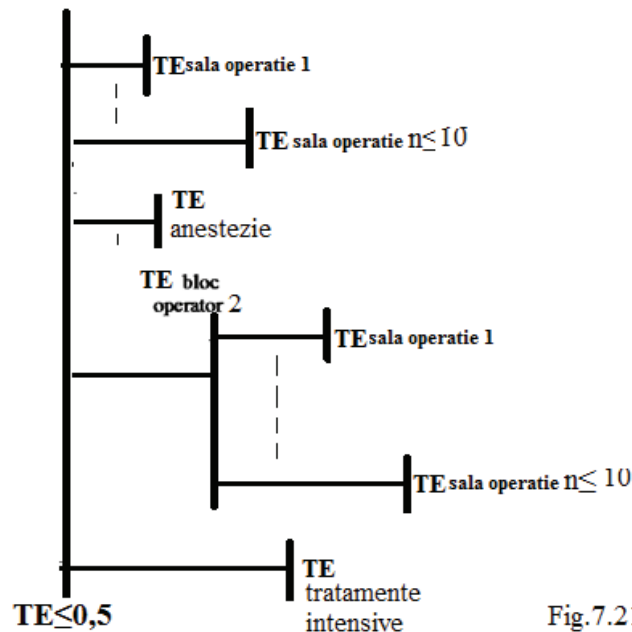


Fig. 7.21.

- **transformatorul electric** pentru alimentarea receptoarelor electromedicale ce impun schema IT medical:
- **transformatorul pentru TFJS/ TFJP**, dacă prin tema de proiectare se solicită și alimentarea la tensiune redusă.
-

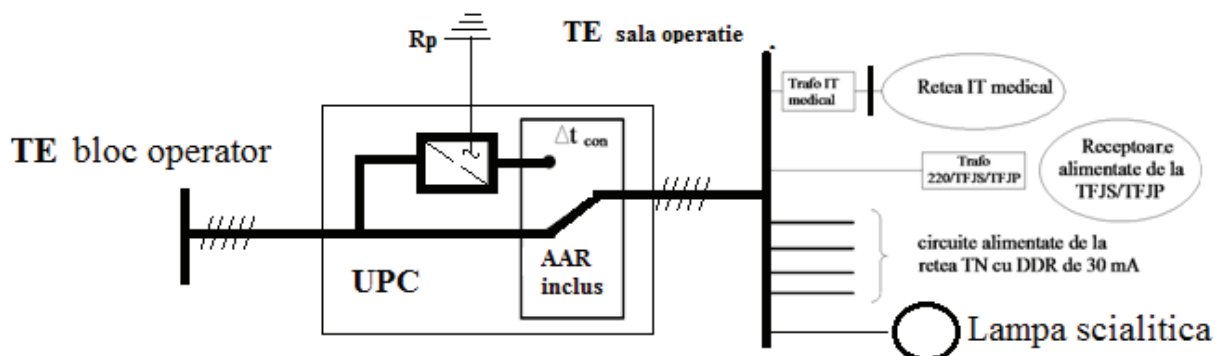


Fig. 7.22.

În funcție de cerințele privind clasa de comutare, se poate funcționa, în regim normal (bloc operator activ), pe alimentarea de bază din $TE \leq 0,5$, iar la indisponibilitatea acestuia se trece, automat, în Δt_{con} , pe UPS. Dacă clasa de comutare este 0, atunci, în regim normal, alimentarea se asigură prin UPS (în această variantă, pe UPS, se produce permanent dublă conversie, respectiv o pierdere suplimentară de energie).

B) Echipamentele cu timp de comutare mai mic sau egal cu 15 s, care se împart în două categorii:

- a) cele care au surse de alimentare neîntreruptibile (UPS), incluse în respectivul echipament (detectare incendiu) și care se vor alimenta, prin coloană electrică proprie, de la sursa de bază, fig.7.20.
- b) servicii de securitate, alimentate de la $TE \leq 15$, alimentat, prin AAR adecvat cerințelor clasei de comutare de la sursa de bază și de la grupul generator de joasă tensiune care, din punct de vedere funcțional, pot fi:
 - b1)** servicii de securitate impuse de cerința esențială Securitatea la incendiu, cu receptoare de putere (ex.: ascensoare de intervenție, sistemele de desfumare și de stingere a incendiului), care sunt prevăzute cu tablouri electrice proprii.
 - b2)** servicii de securitate medicale (ex.: sisteme de sonorizare pentru situații de urgență; echipamente electrice medicale în amplasamente din grupa 2 utilizate la chirurgie sau alte echipamente definite de personalul responsabil; echipamentul electric pentru furnizarea gazului medical incluzând aerul comprimat, instalații de aspirare și de eliminare a anestezicelor și dispozitivelor lor de supraveghere), pentru care se prevede tablou/tablouri electrice proprii.

Gruparea pe tablouri electrice proprii este impusă de normativ, art.5.6.4.

C) Echipamentele cu timp de comutare mai mare de 15 s, sunt echipamente de putere, cu tablouri electrice proprii, se vor grupa pe $TE \geq 15$, alimentat, prin AAR cu caracteristici adecvate clasei de comutare, de la sursa de bază și de la grupul generator de joasă tensiune. Fiecare tablou electric descendent se va alimenta prin coloană electrică proprie, fig.20.

D) O categorie specială de receptoare, nedefinită explicit în normativ, subcap.7.9, o reprezintă receptoarele cu șocuri (radiologie, radioscopie, computer tomograf, etc.). Caracterul perturbator al acestora impune gruparea pe un tablou separat și îndepărtarea electrică a acestora. Această cerință poate impune alimentarea pe o cale directă din tabloul electric general, calea (a), sau de la un transformator separat, calea (b) fig.7.20.

7.2.5.3. Secvențe de comutare - scenariu

În regim normal toate receptoarele sunt alimentate de la sursa de bază, inclusiv receptoarele din clasa $TE \leq 0,5$, dintre care o parte (clasa de comutare 0) în regim permanent sunt conectați pe UPS. Bateria acestuia este însă în regim de încărcare permanentă.

La indisponibilitatea alimentării de bază a sursei de bază, prin acțiunea AAR-1, fig.7.20, toate receptoarele continuă să fie alimentate, corespunzător regimului normal definit la aliniatul precedent, de la alimentarea de rezervă a sursei de bază, deoarece timpul de comutare al AAR-1 este $\leq 0,5$.

La indisponibilitatea totală a sursei de bază, după timpul de comutare al AAR-1- $\leq 0,5$, se activează schema de pornire automată a grupului generator de joasă tensiune, fig. 7.20, iar după stabilizarea regimului normal al acestuia ≤ 8 sec, prin AAR - uri dedicate sunt realimentate receptoarele alimentate de la $TE \leq 15$ și $TE \geq 15$ sec.

Receptoarele alimentate în regim normal de la sursa de bază prin $TE \leq 0,5$, vor fi realimentate de la UPS, prin acțiunea AAR - lui aferent, fig. 7.22, după Δt_{con} .

II.8. DIMENSIONAREA COMPONENTELOR INSTALAȚIEI DE UTILIZARE

II.8.1. CALCULUL PUTERII CERUTE

8.1.1 Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

8.1.1.1. Pentru consumatorii casnici

- tipurile de apartamente
- numărul apartamentelor pe tipuri
- utilizări specifice ale energiei electrice (producere apă caldă menajeră, gătit, etc.)

8.1.1.2. Pentru clădirile comerciale, social-culturale și administrative

- P_i – puterea instalată specifică [W/m^2];
- aria desfășurată
- k_u – coeficientul de utilizare - valoarea raportului dintre puterea absorbită (reală) și puterea instalată a unui consumator.

În tabelele 3.3, 3.4 și 3.5 din normativ sunt indicate valori orientative pentru puterile instalate specifice (W/m^2). Se recomandă utilizarea acestora numai pentru estimări preliminare ale puterii absorbite (ceruta). Pentru *cererea de aviz de racordare* se recomandă calculul puterii cerute numai după ce au fost realizate calculele (proiectele) pentru sistemele de iluminat, instalații de încălzire – ventilare – condiționare, instalații sanitare (hidrofor, pompe de incendiu), dotări diverse (ascensoare). Sunt necesare informații suplimentare care trebuie solicitate tehnologului sau administratorului clădirii, referitoare la tipul activităților și regimurilor de lucru posibile (sistemele de încălzire pot funcționa sau nu simultan cu sistemele de răcire, de ex). Supraevaluările implică importante majorări ale investiției. O rezervă pentru dezvoltarea ulterioară poate fi acceptabilă, cu acordul investitorului.

8.1.2. Breviar de calcul

8.1.2.1. Pentru consumatorii casnici, puterea absorbită se calculează conform cap. 3.2 din normativ. Puterile instalate, coeficienții de simultaneitate k_s și utilizare k_u sunt indicate în tabelele 3.3 și 3.4 din normativ).

Puterea absorbită pentru un grup de apartamente:

$$P_a = P_i \times k_u \times k_s \quad [kW] \quad (8.1-1)$$

8.1.2.2. Pentru clădirile comerciale, social-culturale și administrative

$$P_a = P_i \times k_u \quad [kW] \quad (8.1-2)$$

8.1.3. Exemplu de calcul

Se consideră o clădire social administrativă cu P+4 nivele de birouri și un număr de 24 de apartamente, cu gaze naturale la bucătării și producere centralizată a apei calde menajere. Se pot urmări valorile specifice completate pentru puterile instalate pe apartament, în funcție de numărul de camere, coeficienții de utilizare, coeficienții de simultaneitate. În tabelul 3.4 din normativ sunt indicați coeficienții de simultaneitate pentru maxim 20 de apartamente. Pentru un număr mai mare de apartamente (de ex. 24) se poate extrapola valoarea coeficientului de simultaneitate, observând că valoarea acestuia tinde asimptotic către 0,48. Puterea absorbită pentru utilitățile comune (iluminat, ascensoare, etc.) trebuie de asemenea luată în calcul.

Microsoft Excel - Puterea ceruta coef utilizare.xls										
Eşier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor										
L27										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	Proiect de specialitate....									
3	Proiect - Clădire de birouri si apartamente de locuit.									
4	Data....									
5										
6					Calculul puterii cerute					
7					(estimare)					
8										
9										
10	Apartamente									
11			Arie	Putere	Nr. Buc	Coef.	Total 1	Coef.	Putere	Putere
12				instalata		utilizare		simultan	ceruta	ceruta totala
13			mp	kW					kW	kW
14		Ap.1cam		8.00	8.00	0.65	41.60			
15		Ap 3cam		12.00	10.00	0.50	60.00			
16		Ap 4cam		20.00	6.00	0.30	36.00			
17										
18						Total 2	137.60	0.48	66.05	
19		Utilitati					6.50	1.00	6.50	72.55
20										
21	Birouri						Total nivel			
22				W/mp			kW			
23		Parter	240.00	180.00		0.90	38.88			
24		Etaj 1	240.00	180.00		0.90	38.88			
25		Etaj 2	180.00	180.00		0.90	29.16			
26		Etaj 3	180.00	180.00		0.90	29.16			
27									Pc2:	Pc2:
28						Total 3	136.08	0.90	122.47	122.47
29										
30										
31		Intocmit,...								

Figura 8.1.1 – Exemplul 1 - Note de calcul pentru calculul puterii cerute

Pentru spațiile de birouri se consideră o valoare care exprimă o bună dotare tehnică, dar puterea absorbită (cerută) va avea un nivelul de precizie al calculului redus. Se observă că s-a lăsat consumul separat pentru cele două categorii de consumatori, deoarece o astfel de clădire va avea două racorduri (branșamente) distincte.

Un exemplu mai detaliat se prezintă în figura 8.1.2, pentru o clădire de birouri P+2, în care se regăsesc elemente ale proiectului de iluminat, instalații de încălzire-ventilare, instalații sanitare, dotările tehnice obligatorii.

O observație punctuală este considerarea coeficientului de simultaneitate pentru circuite. El este păstrat pentru omogenitatea calcului, dar pentru anumite situații poate fi luat în considerare, dacă din condiții tehnologice se poate estima că un număr de corpuri de iluminat nu pot funcționa toate simultan.

1		Proiect de specialitate....									
2		Proiect....									
3		Data....									
4											
5											
6											
7	Circuit		Putere	Nr	cosφ	η	Putere	Coef.	Coef.	Putere	Putere
8		1. Date de intrare	Unitara	buc			activa	incarc	simult.	activa	reactiva
9							inst	circ	circ	ceruta	ceruta
10							pe circ			pe circ	pe circ
11		1.1. Centrala termica	W				kW			kW	kVA
12	CT1	Iluminat 22 aparate 36 W	45	22	0.95	1.00	0.990	1.00	1.00	0.99	0.33
13	CT2	Prize - 5 locuri	2000	1	0.85	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.50
14	CT3	Arzator cazan	3000	2	0.84	0.91	6.593	0.90	1.00	6.52	4.21
15	CT4	Pompa cazan	1750	1	0.87	0.89	1.966	0.82	1.00	1.81	1.03
16	CT5	Pompa circulatie 1.F	2200	1	0.88	0.90	2.444	0.75	1.00	2.04	1.10
17	CT6	Pompa circulatie 2.F	1500	2	0.83	0.88	3.409	0.66	1.00	2.56	1.72
18	CT7	Pompa circulatie 3.F	550	2	0.84	0.89	1.236	0.70	1.00	0.97	0.63
19	CT8	Automatizare	400	1	0.8	1.00	0.400	1.00	1.00	0.40	0.30
20								Total CT		16.09	9.81
21											
22		1.2. Spatiul 1									
23	P1	Iluminat - 23 aparate 36 W	47	23	0.95	1.00	1.081	1.00	1.00	1.08	0.36
24	P2	Iluminat - 25 aparate 2x36W	90	25	0.95	1.00	2.250	1.00	1.00	2.25	0.74
25	P3	Iluminat - 21 aparate 58W	69	21	0.95	1.00	1.449	1.00	1.00	1.45	0.48
26	P4	Prize - 6 LP	2000	1	0.8	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.60
27	P5	Prize - 4 LP	2000	1	0.8	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.60
28	P6	Prize - 5 LP	2000	1	0.8	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.60
29	P7	Prize - 1 LP	2500	1	0.8	1.00	2.500	0.90	1.00	2.25	1.69
30	P8	Ventilator	4000	1	0.91	0.88	4.545	0.81	1.00	4.18	1.91
31	P9	Ventiloconvector - 3 buc.	175	3	0.87	0.86	0.610	0.80	1.00	0.57	0.32
32	P10	Centrala tratare aer	5500	1	0.88	0.91	6.044	0.90	1.00	5.98	3.23
33								Total T1		20.16	10.51
34											
35		1.3. Spatiul 2									
36	E1.1	Iluminat - 30 aparate 36 W	47	30	0.95	1.00	1.410	1.00	0.90	1.27	0.42
37	E1.2	Iluminat - 52 aparate 2x36W	90	52	0.95	1.00	4.680	1.00	0.60	2.81	0.92
38	E1.3	Prize - 6 locuri	2000	1	0.85	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.50
39	E1.4	Prize - 6 locuri	2000	1	0.85	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.50
40	E1.5	Prize - 6 locuri	2000	1	0.85	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.50
41	E1.6	Prize - 6 locuri	2000	1	0.85	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.50
42	E1.7	Prize - 6 locuri	2000	1	0.85	1.00	2.000	0.40	1.00	0.80	0.50
43	E1.8	Perdea de aer	2200	1	0.88	0.92	2.391	0.85	1.00	2.21	1.19
44	E1.9	Perdea de aer	2200	1	0.88	0.92	2.391	0.85	1.00	2.21	1.19
45	E1.10	Scara rulanta	9000	2	0.65	0.85	21.176	0.6	1.00	14.95	17.48
46	E1.11	Pompa apa uzata F	22500	2	0.87	0.87	51.724	0.7	1.00	41.62	23.59
47								Total T2		69.06	47.27
48											

Figura 8.1.2 – Exemplul 2 - Note de calcul pentru calculul puterii cerute

Se observă că receptoarele sunt identificate în mod concret pe fiecare circuit, inclusiv cu parametrii lor specifici (coeficienți de încărcare, randamente, factor de putere). Circuitele sunt grupate pe tablouri, aspect necesar pentru dimensionarea coloanelor respective. O serie de observații pot fi reținute:

- aparatele de iluminat au un consum de putere în funcție de lămpile instalate dar și de balastul utilizat (balastul electronic are un consum mai mic);

8.1.5. Date de ieșire pentru documentația de achiziție

8.1.5.a) Parametri tehnici și funcționali

Conform II.9

8.1.5.b) Specificații de performanță și condiții privind siguranța în exploatare

Dacă există receptoare care admit durate limitate de întrerupere a alimentării, aceasta se va comunica furnizorului. Se vor identifica măsuri tehnice pentru asigurarea acestor condiții (racord dublu sau grup electrogen propriu).

8.1.5.c) Condiții privind conformitatea cu standarde relevante

Conform II.9

8.1.5.d) Condiții de garanție și post garanție

Conform II.9

8.1.5.e) Alte condiții cu caracter tehnic

Conform II.9

8.2. DIMENSIONAREA CIRCUITELOR ȘI CABLURILOR ELECTRICE

8.2.1. ALEGEREA SECȚIUNII CIRCUITELOR ȘI COLOANELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

8.2.1.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

8.2.1.1.1. Circuite monofazate de iluminat și prize

- P_i – puterea instalată a circuitelor de iluminat și prize.
- U_f – 230V, tensiunea de fază.
- $\cos \varphi$ – factorul de putere al circuitului.
- Temperatura mediului ambiant și modul de pozare.

8.2.1.1.2. Circuite trifazate de iluminat și prize

- P_i – puterea instalată a circuitelor de iluminat și prize.
- U_l – 400V, tensiunea de linie.
- $\cos \varphi$ – factorul de putere circuitului.
- Temperatura mediului ambiant și modul de pozare.

8.2.1.1.3. Circuite trifazate de forță

- P_i – puterea instalată a circuitelor de forță (puterea mecanică).
- U_l – 400V, tensiunea de linie.
- $\cos \varphi$ – factorul de putere circuitului.
- η – randamentul receptorului în regim normal de funcționare.
- Temperatura mediului ambiant și modul de pozare.

8.2.1.2. Breviar de calcul

În normativ, anexele 5.31 și 5.32 sunt exemplificate probleme apropiate, și anume „determinarea curentului admisibil pentru o secțiune anumită” în funcție de modul de pozare și de temperatura ambiantă. Nu există detalii privitoare la alegerea secțiunii conductoarelor, această alegere părănd că se realizează anterior.

Alegerea propriu-zisă se bazează pe calculul curentului absorbit (de calcul), impunând condiția ca acesta să fie mai mic decât curentul admisibil corectat. Algoritmul alegerii secțiunii conductoarelor este următorul:

- se optează într-o primă opțiune pentru un material conductor (Cu sau Al) și un tip de izolație (PVC sau XLPE), precum și temperatura maximă admisă pe suprafața izolației (**numai** pentru XLPE, 70 °C sau 90°C);
- se identifică soluția de pozare (suport, număr de cabluri etc) conform Anexelor 5.5 și 5.6 (de la 1 la 8) din normativ unde se identifică „**modul de pozare**” notat cu A1, A2, până la G;

- se stabilește temperatura ambiantă la care se va funcționa (putem avea condiții normale dar și condiții extreme – camere frigorifice, ateliere de tratamente termice!)
- se citește din Anexa 5.18 factorul de corecție în funcție de temperatură k_1 ;
- se citește din Anexa 5.19 factorul de corecție k_2 în funcție de numărul de circuite pe un flux (traseu) și de **modul de pozare**;
- se consultă Anexa 5.10 până la 5.17, aleasă în funcție de materialul conductor și de modul de pozare de referință, din care se citește curentul admisibil, se calculează corecția corespunzătoare coeficienților k_1 și k_2 ;
- se citește secțiunea corespunzătoare, care îndeplinește condiția de alegere a secțiunii, respectiv curentul de calcul I_c să fie mai mic decât curentul admisibil corectat I'_z :

$$I_c \leq I'_z \quad (8.2.1-1)$$

Acesta din urmă se stabilește cu relația:

$$I'_z = I_z \cdot k_1 \cdot k_2 \quad [A] \quad (8.2.1-2)$$

unde:

I_z este curentul admisibil pentru un mod de pozare de referință (Anexele 5.10 – 5.17 din normativ)

k_1 - factor de corecție pentru temperatura ambiantă (se alege din anexa 5.18. din normativ)

k_2 - factor de corecție pentru pozarea în grup a mai multor circuite (se alege din anexa 5.19. din normativ).

Pentru a impune condiția 8.2.1-1, trebuie să se rezolve la fiecare pas corecția 8.2.1-2.

O operație echivalentă este **afectarea curentului de calcul cu coeficienții de corecție**, obținând un curent de calcul „corectat” I'_c și cu această valoare să se verifice condiția 8.2.1-3, aplicabilă acum în mod direct pentru tabelele cu curenți admisibili pentru pozarea de referință:

$$I'_c = \frac{I_c}{k_1 \cdot k_2} \leq I_z \quad (8.2.1-3)$$

Indiferent de principiul folosit (relația 8.2.1-1 sau echivalenta ei 8.2.1-3), alegerea secțiunilor conductoarelor se bazează pe calculul curenților absorbiți (curenți de calcul), în funcție de puterile absorbite (de calcul). În continuare, reglementarea tehnică pune la îndemână aceste relații, ele fiind generale pentru diverse tipuri de circuite/coloane.

8.2.1.2.1. Circuite / coloane monofazate

Puterea absorbită (cerută) de un circuit / coloană monofazată se calculează conform 3.2 din normativ:

Curentul de calcul pe circuit se stabilește cu relația:

$$I_c = \frac{P_a}{U_f \cos \varphi} [A] \quad (8.2.1-4)$$

8.2.1.2.2. Circuite trifazate pentru de iluminat și prize

a. Curentul de calcul pe circuit se stabilește cunoscând că $P_a = P_i$, cu relația:

$$I_c = \frac{P_i}{\sqrt{3} U_l \cos \varphi} [A] \quad (8.2.1-5)$$

b. Curentul de calcul pe coloana tabloului de iluminat și prize se stabilește cu relația:

$$I_c = \frac{P_a}{\sqrt{3}U_l \cos\varphi} \text{ [A]} \quad (8.2.1-6)$$

Situația cea mai generală presupune că nu putem echilibra perfect sistemul trifazat. Se identifică faza cea mai încărcată și se calculează curentul de calcul (suma este afectată de un coeficient de simultaneitate care se analizează în mod specific, fiind unitar pentru coloane de iluminat de siguranță, de ex.). Pentru tablouri generale k_s va fi considerat subunitar (dacă este cazul), iar pentru tablouri secundare poate fi considerat unitar.

$$I_c = k_s \times \sqrt{I_{ca}^2 + I_{cr}^2} \text{ [A]} \quad (8.2.1-7)$$

unde

I_{ca}^2 , I_{cr}^2 sunt componentele activă și reactivă ale curentului de calcul.

Acestea se calculează presupunând că se cunoaște puterea activă a aparatelor de iluminat sau a aparatelor alimentate de la prize, precum și factorul de putere mediu pentru cele două categorii. Pentru receptoarele alimentate la prize se mai poate considera un randament (corespunzător electromotoarelor). Uzual, acest randament poate fi considerat 0,8.

Se poate calcula:

$$I_{ca} = \frac{P_{iL}}{U_f} + \frac{P_{iP}}{\eta_P \cdot U_f}; \quad I_{cr} = \frac{P_{iL}}{U_f} \cdot \operatorname{tg}\varphi_L + \frac{P_{iP}}{\eta_P \cdot U_f} \cdot \operatorname{tg}\varphi_P \quad (8.2.1-8)$$

8.2.1.2.3. Circuite trifazate de forță

a. Curentul de calcul pe circuit se stabilește cu relația generală:

$$I_c = \frac{P_N}{\sqrt{3}U\eta \cos\varphi} \text{ [A]} \quad (8.2.1-9)$$

Este cazul unui singur electromotor, pentru care se cunoaște puterea nominală (putere mecanică furnizată la arbore).

Pentru situația în care electromotorul nu funcționează la încărcare maximă (100%) se consideră coeficientul de încărcare respectiv și influența sa asupra randamentului (care scade foarte puțin) și a factorului de putere (care scade semnificativ, a se consulta fișele tehnice ale electromotorului)

Curentul de calcul se calculează cu relația:

$$I_c = \frac{k_i \times P_N}{\sqrt{3}U\eta_{ef} \cos\varphi_{ef}} \text{ [A]} \quad (8.2.1-10)$$

în care mai apar notațiile:

k_i este coeficientul de încărcare proiectat;

η_i este randamentul efectiv de funcționare;

$\cos\varphi_{ef}$ este factorul de putere efectiv.

b. Curentul de calcul pe coloana tabloului se stabilește cu relația:

$$I_c = k_s \times \sqrt{I_{ca}^2 + I_{cr}^2} \quad [A] \quad (8.2.1-11)$$

$$I_{ca} = \sum_{k=1}^m I_{ck} \cos \varphi_k ; \quad I_{cr} = \sum_{k=1}^m I_{ck} \sin \varphi_k \quad (8.2.1-12)$$

Pentru tablouri generale k_s va fi considerat subunitar, iar pentru tablouri secundare poate fi considerat unitar.

8.2.1.3. Exemplu de calcul

În Anexa 5.30 și 5.31 din normativ sunt date exemple pentru corecția curentului admisibil, în funcție de soluția de pozare (inclusiv subterană). Deoarece modul de prezentare detaliată este dificil de păstrat într-un proiect tehnic (unde trebuie să se regăsească doar elementele care justifică tehnic o anumită soluție și nu argumentarea sa), punem la dispoziție un model orientativ care poate servi ca note de calcul pentru alegerea secțiunii conductoarelor.

Calculul tabelar păstrează datele de intrare cu identificarea fiecărui circuit, puterea instalată și absorbită, curentul de calcul. Coeficienții de corecție sunt indicați având câteva elemente și despre tipul conductorului / izolației și modului de pozare.

Fișa de calcul prezentată în figura 8.2.1.1 este fragmentată din considerente editoriale, dar poate fi lecturată ușor datorită marcării celulelor.

Sunt disponibile câteva circuite și coloane pentru care s-a ales secțiunea conductoarelor. Coloanele B și C sunt importante deoarece permit identificarea topologiei schemei analizate (conexiuni amonte, aval, respectiv tablouri și coloane).

Secțiunile alese în această etapă nu prezintă certitudinea că sunt corespunzătoare din punctul de vedere al pierderilor de tensiune sau a densității admisibile la pornirea electromotoarelor.

Relațiile de calcul incluse în fișa de mai sus sunt următoarele:

Tip relație de calcul (celulele S din EXCEL)	Relație utilizată
1	12.2.1-1
2	12.2.1-2
3	12.2.1-5
4	12.2.1-12
5	12.2.1-9
6	12.2.1-6

Ca observație generală, unui receptor de o anumită putere nu i se mai poate asocia o secțiune recomandată pentru circuitul electric.

8.2.1.4. Date de ieșire pentru alte proiecte de specialitate

Traseele stabilite în această etapă necesită o activitate de coordonare cu toți specialiștii implicați în proiect, de la arhitect, tehnolog, structurist până la ceilalți ingineri de instalații. Se stabilesc principiile coordonării instalațiilor, modalități de prindere / fixare, se rezervă spații și gabarite necesare.

8.2.1.5. Date de ieșire pentru documentația de achiziție

Tipurile de conductoare, modul de pozare, lungimile de trasee nu sunt încă stabilite definitiv. Secțiunile alese în această etapă nu permit elaborarea listei de materiale.

Microsoft Excel - cap. 7 Alegerea sectiunii v01.01.xls																
Fisier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastra Ajutor																
A22 = 12																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Proiect de specialitate....															
2	Proiect -															
3	Data....															
4																
5																
6	Alegerea sectiunii conductoarelor															
7																
8	Nr.	Am	Av	Tip circuit / coloana	Pi - R	Pi - S	Pi - T	Pi	P faza	η	ku	Pa	U	cos φ	tg φ	
9	crt							total	max			kW				lza
10					W	W	W	W	W				V			
11	1	T3	01	Circ. Ilum. Monofazat				930			1	0.93	230	0.95	0.33	F
12	2	T3	02	Circuit prize mono				2000			0.4	0.80	230	0.8	0.75	
13	3	T3	03	Circuit prize mono				2500			1	2.50	230	0.65	1.17	
14	4	T2	T3	Coloana monofazata				7500			0.8	6.00	230	0.9	0.48	F
15	5	T5	01	Circuit trifazat iluminat	2200	1800	3500	7500	3500		1	7.50	230	0.95	0.33	F
16	6	T5	02	Circuit 3F ilum. Echil	2500	2500	2500	7500	2500		1	7.50	400	0.95	0.33	F
17	7	T6	01	Circuit 3F neech: Ilum	2300	3000	2400	7700	3000		1	7.70	230	0.95	0.33	F
18	8	T6	02	Circuit 3F neech: Prize	2000	2800	2000	6800	2800	0.8	0.9	6.12	230	0.7	1.02	F
19	9	T7	T6	Coloana 3F neechilibr.	4300	5800	4400	14500	5800	1	0.9	13.05	230	0.8	0.75	F
20	10	T8	01	Circuit 3F forta				5500		0.91	0.9	5.44	400	0.91	0.46	
21	11	T8	02	Circuit 3F forta				5500		0.91	0.75	4.53	400	0.86	0.59	
22	12	T8	03	Circuit 3F forta				5500		0.91	0.75	4.53	400	0.86	0.59	
23	13	T8	04	Circuit 3F forta				22500		0.93	0.85	20.56	400	0.88	0.54	
24	14	T8	05	Circuit 3F forta				22500		0.93	0.85	20.56	400	0.88	0.54	
25	15	T8	06	Circuit 3F forta				55000		0.93	0.85	50.27	400	0.88	0.54	
26	16	T1	T8	Coloana 3F forta ech				116500		1	0.8	93.20	400	0.92	0.43	F
27																

Microsoft Excel - cap. 7 Alegerea sectiunii v01.01.xls										
Fisier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastra Ajutor										
AA39										
	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
7										
8	tg φ	Mod pozare	k1	k2	Tip	lc	lc	lz	lz	Sectiune
9		izolatie, temperatura, pozare			relatie	A	corectat		corectat	mmp
10					calcul					
11	0.33	PVC, 25°C, in tavanul fals	1.06	0.7	1	4.26	5.74	17.5	13.0	Cyy 3x1.5
12	0.75	PVC, 20°C, in perete	1	1	1	4.35	4.35	18	18.0	3xFy2.5
13	1.17	PVC, 20°C, in perete	1	1	1	16.72	16.72	18	18.0	3xFy2.5
14	0.48	PVC, 20°C, in tavanul fals	1.12	0.65	1	28.99	39.82	41	29.8	Cyy 4x6
15	0.33	PVC, 35°C, in tavanul fals	0.94	0.7	2	16.02	24.34	32	21.1	Cyy 4x4
16	0.33	PVC, 35°C, in tavanul fals	0.94	0.7	3	11.40	17.32	24	15.8	Cyy 4x2.5
17	0.33	PVC, 35°C, in tavanul fals	0.94	0.7	3	13.73	20.87	24	15.8	Cyy 4x2.5
18	1.02	PVC, 35°C, in tavanul fals	0.94	0.7	3	17.39	26.43	32	21.1	Cyy 4x4
19	0.75	PVC, 30°C, in tavanul fals	1	0.45	4	31.06	69.03	76	34.2	Cyy 4x16
20	0.46	PVC, 50°C, nota 11	0.71	0.62	5	8.63	19.60	24	10.6	Cyy 4x2.5
21	0.59	PVC, 50°C, nota 11	0.71	0.72	5	7.61	14.88	17.5	8.9	Cyy 4x1.5
22	0.59	PVC, 30°C, nota 11	1	0.95	5	7.61	8.01	17.5	16.6	Cyy 4x1.5
23	0.54	PVC, 50°C, nota 11	0.71	0.72	5	33.73	65.98	76	38.9	Cyy 4x16
24	0.54	PVC, 30°C, nota 11	1	0.95	5	33.73	35.51	41	39.0	Cyy 4x6
25	0.54	PVC, 35°C, nota 8	0.94	0.45	5	82.45	194.92	223	94.3	Cyy 3x95+50
26	0.43	PVC, 35°C, in tavanul fals	0.94	0.65	6	107.62	176.13	184	112.4	Cyy 3x70+35
27										

Figura 8.2.1.1 – Alegerea secțiunii conductoarelor

8.2.2. VERIFICAREA SECȚIUNII CIRCUITELOR/COLOANELOR ELECTRICE MONOFAZATE ȘI TRIFAZATE LA PIERDEREA DE TENSIUNE

8.2.2.1. Date de intrare

- e. Topologia schemei de distribuție, cu secțiuni predimensionate.
- f. P_i – puterea instalată a circuitelor / coloanelor de iluminat și prize.
- g. Date ale receptoarelor individuale ($\cos\varphi$, randament η , curent pornire k_p , coeficient de încărcare k_i)
- h. U – 230V / 400V, tensiunea de fază / linie.
- i. l – lungimea circuitului sau coloanei.
- j. k_u - Coeficientul de cerere.
- k. Materialul conductorului (respectiv conductivitatea).

8.2.2.2. Breviar de calcul

Pierderile de tensiune reprezintă componenta reală a *căderii de tensiune*. În normativ se face referire la căderea de tensiune (mărime complexă), care se aproximează cu componenta ei reală (pierdere de tensiune).

Pierdere de tensiune relativă $\Delta U\%$ se poate determina cu ajutorul relației generale:

$$\Delta U\% = 100 \frac{\Delta U}{U_N} \quad (8.2.2-1)$$

Verificarea secțiunilor alese la pierderi de tensiune admisibile se realizează după ce alegerea secțiunilor conductoarelor (pe baza condiției $I_c \leq I'_z$) au fost făcute pentru toate circuitele și coloanele. Valorile admise ale pierderilor de tensiune între originea instalației (cofret sau post de transformare) și cel mai îndepărtat receptor, față de tensiunea nominală, nu trebuie să depășească limitele reglementate în paragraful 5.2.5. din normativ.

Pe tronsoanele pe care nu este îndeplinită condiția privind căderea de tensiune admisă, secțiunile trebuie mărite până când se obține respectarea condiției.

Secțiunea coloanei tabloului ascensorului se dimensionează pentru pierdere de tensiune admisibilă la pornire, conform instrucțiunilor producătorului ascensorului sau, în lipsa acestora, pentru o pierdere de tensiune la pornire de cel mult 3% față de tensiunea nominală.

8.2.2.2.1. Calculul pierderilor de tensiune pe circuite și coloane de iluminat și prize

- a. Circuite monofazate:

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot 100}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_F^2} \sum_{j=1}^N \frac{P_{ij} \cdot l_j}{S_{Fj}} \quad (8.2.2-2)$$

- b. Circuite trifazate echilibrate:

$$\Delta U\% = \frac{100}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_L^2} \sum_{j=1}^N \frac{P_{ij} \cdot l_j}{S_{Fj}} \quad (8.2.2-3)$$

- c. Coloane monofazate:

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot 100 \cdot k_u}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_F^2} \sum_{j=1}^N \frac{P_{ij} \cdot l_j}{S_{Fj}} \quad (8.2.2-4)$$

- d. Coloane trifazate în regim normal de funcționare:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot k_u}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_L^2} \sum_{j=1}^N \frac{P_{ij} \cdot l_j}{S_{Fj}} \quad (8.2.2-5)$$

în care:

P_{ij} - puterea instalată pentru un tronson oarecare j (W);

L_j - lungimea unui tronson oarecare j (m);

S_{Fj} - secțiunea conductorului de fază pentru tronsonul j (mm²);

U_F - tensiunea de fază (V);

U_L - tensiunea de linie (V);

γ - conductivitatea materialului conductorului, 57 m/Ωmm² la Cu și 34 m/Ωmm² la Al;

k_u - coeficientul de utilizare.

8.2.2.2.2. Pierderile de tensiune pe circuite și coloane de forță

a. Circuite monofazate:

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot 100}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_F^2} \cdot \frac{P_i l}{S_F} \quad (8.2.2-6)$$

b. Circuite trifazate echilibrate:

$$\Delta U\% = \frac{100}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_L^2} \cdot \frac{P_i l}{S_F} \quad (8.2.2-7)$$

c. Coloane monofazate în regim normal:

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot 100}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_F^2} \cdot \frac{k_u \cdot P_i \cdot l}{S_F} \quad (8.2.2-8)$$

d. Coloane monofazate în regim de pornire:

$$\Delta U\% = \frac{2 \cdot 100}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_F^2} \cdot \frac{P_i \cdot l}{S_F} \quad (8.2.2-9)$$

e. Coloane trifazate în regim de pornire:

$$\Delta U\% = \frac{100}{\gamma} \cdot \frac{1}{U_L^2} \cdot \frac{P_p \cdot l}{S_F} \quad (8.2.2-10)$$

în care:

P_i - puterea instalată în (W);

P_p - puterea la pornire (W) determinată cu relația: $P_p = P_{p\max} + k_u \times \sum_{j=1}^{N-1} P_j$, unde: $P_{p\max}$ este

puterea de pornire a celui mai mare electromotor, iar $\sum_{j=1}^{N-1} P_j$ este suma celorlalte $N-1$ motoare

în funcțiune, unde N – este numărul motoarelor alimentate din tablou.

Puterile cerute de electromotoare se calculează similar cu **puterile absorbite**, pe baza puterilor nominale (mecanice), coeficienților de utilizare (k_u), coeficientul de supracurent la pornire (k_p), randamentul nominal (η_N), coeficienților de încărcare (la pornire se consideră în mod acoperitor unitari, iar pentru funcționare în regim de durată de la caz la caz). De exemplu:

$$P_{p\max} = \frac{P_{N\max}}{\eta_N} \times k_p \quad (8.2.2-11)$$

8.2.2.3. Exemplu de calcul

Calculul pierderilor de tensiune nu se poate efectua izolat pentru un circuit sau coloană, este nevoie de analiza pe ansamblu a schemei de distribuție. Pentru exemplificare, s-a propus o schemă de distribuție radială cu TG tablou general, T1 tablou principal de la care se alimentează tablourile secundare T2, T3 și ascensoarele T1-01 și T1-02. Din tabloul T2 se alimentează tablourile monofazate T4, T5 și T6, având fiecare receptoare de iluminat și prize de puteri apropiate și repartizați pe faze diferite (pentru a echilibra tabloul T2, pentru simplificarea calculului și urmărirea sa mai ușoară). Din T3 se alimentează tabloul T7 și două electromotoare. Tabloul T7 are receptoare de iluminat și prize, receptoare de forță.

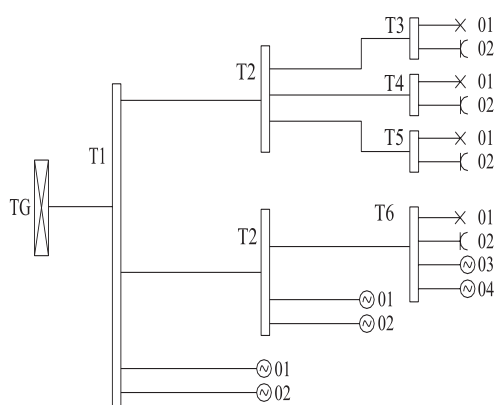


Figura 8.2.2.1 – Schema electrică pentru exemplul de calcul

Pentru circuitul T4-01 s-a calculat suma pierderilor de tensiune pe fiecare tronson, conform relației 8.2.2-2 :

$$AD_{11} = 200 / \sqrt{V} \cdot S_4 / N_{11}^2 \cdot M_{11} \cdot 1000 \cdot AA_{11} / X_{11}$$

Unde:

- celula $V/4$ conține conductivitatea materialului;
- N_{11} este tensiunea de fază
- M_{11} este puterea absorbită (în kW);
- AA_{11} este lungimea tronsonului;
- X_{11} este secțiunea conductorului.

Însumarea pierderilor de tensiune de pe tronsoanele circuitului se realizează simplu, în modul următor:

$$AE_{14} = AD_{14} + AG_{38} \quad (\text{AG}_{38} \text{ este pierderea de tensiune pe coloanele T2})$$

$$AE_{13} = AE_{14} + AD_{13} \quad (dU \text{ total pe tronsonul amonte} + \text{tronsonul curent})$$

$$AE_{12} = AE_{13} + AD_{12}$$

$$AE_{11} = AE_{12} + AD_{11}$$

$$AE_{10} = AE_{11} + AD_{10} \text{ și rezultă } AE_{10} = 10,8 \%$$

Pentru simplificarea exemplului, celelalte circuite de iluminat s-au considerat cu receptoare concentrate. Pentru aparate de iluminat uniform distribuite (pe o direcție sau pe o suprafață), se poate considera o putere absorbită echivalentă egală cu suma puterilor instalate, iar amplasarea lor să fie în centrul de greutate al mulțimii de receptoare.

	V	z		<u>4.5</u>	<u>4.5</u>	<u>4.5</u>	<u>4.5</u>	<u>4.5</u>	<u>9.5</u>	<u>4.5</u>	<u>9.5</u>	<u>4.5</u>	<u>9.5</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>57</u>	<u>57</u>	<u>57</u>	<u>57</u>	<u>lz</u>		<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>76</u>
--	---	---	--	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--	-----------	-----------	-----------	-----------

Tabelul 8.2.2.1 – Continuare

[illegible]

După alegerea secțiunii conductoarelor, verificarea pierderii de tensiune pune în evidență o serie de valori inacceptabile:

- a) pierderea de tensiune pe circuitul (lung) T4-01 de 10,83%
- b) pierderea de tensiune pe circuitul de iluminat T6-01 de 4,26%
- c) pierderea de tensiune pe circuitul de iluminat T7-01 de 4,28%
- d) pierderea de tensiune la pornire pentru electromotorul T7-03 de 11,93% (la limită)
- e) pierderea de tensiune la pornire pentru electromotorul T7-04 de 15,4%
- f) pierderea de tensiune la pornire pentru electromotorul T3-01 de 17,19%
- g) pierderea de tensiune la pornire pentru electromotorul T3-02 de 22,72%
- h) pierderea de tensiune la pornire pentru electromotorul T1-02 de 17,62%

Pentru remedierea acestor situații, creșterea secțiunii este evident necesară. Alegerea tronsoanelor pentru care se va adopta mărirea secțiunii trebuie să țină seama de zonele pe care se înregistrează pierderile de tensiune cel mai mari. Ca exemplu, creșterea secțiunii unui circuit nu este eficientă dacă pe o coloană amonte se înregistrează cea mai mare parte a căderii de tensiune.

Creșterea secțiunii se justifică pe tronsoanele cu încărcări mari (coloane) sau lungimi și încărcări relativ mari (tronsoanele T4-01 situate în amonte).

Pentru această operație, este utilă cunoașterea fiecărei căderi de tensiune, dar și a modului cum se „însumează” acestea de la branșament la tablourile secundare. Prin sume selectate celulă cu celulă, sunt realizate următoarele totalizări:

- *du* total pentru T4-01 (celula AG14) este suma pierderilor de tensiune pe coloanele:
 - TG-T1 (celula AE44)
 - T1-T2 (celula AE42)
 - T2-T4 (celula AE38)
 - și circuitul T4-01 (celula AE14)
- *du* total pentru T6-01 (celula AG21) este suma pierderilor de tensiune pe coloanele:
 - TG-T1 (celula AE44)
 - T1-T2 (celula AE42)
 - T2-T6 (celula AE40)
 - și circuitul T6-01 (celula AE21)
- *du* total la pornire pentru T7-03 (celula AF26) este suma pierderilor de tensiune pe coloanele:
 - TG-T1 (celula AC44)
 - T1-T3 (celula AC43)
 - T3-T7 (celula AC41)
 - și circuitul T7-03 (celula AC26)
- *du* total la pornire pentru T1-02 (celula AF33) este suma pierderilor de tensiune pe coloana:
 - TG-T1 (celula AC44) plus
 - T1-02 (celula AC33) – circuitul electromotorului.

În mod similar se pot urmări toate cascadările care decurg din schema radială proiectată.

Tabel 8.2.2.2 – Rezultatele verificării pierderilor de tensiune

Microsoft Excel - cap. 11_12_13 Calcul Pierdere de tensiune v03 Baza corectie 01.xls

Eşier Editare Vizualizare Inserare Formate Instrumente Date Ferestră Ajutor

W7

Urmărind încadrarea în limitele impuse pentru pierderile de tensiune, secțiunile au fost mărite progresiv pe următoarele tronsoane:

- coloana generala Tg-T1 de la 50 mmp la 70 mmp;
- coloana T1 – T3 de la 35 mmp la 50 mmp;
- coloana T1 – T2 de la 6 mmp la 25 mmp;

- coloana T3 – T7 de la 16 mmp la 35 mmp;
- coloana T2 – T4 de la 4 mmp la 160 mmp;
- circuitul T1 – 02 de la 1,5 mmp la 10 mmp;
- circuitul T1 – 01 de la 1,5 mmp la 2,5 mmp;
- circuitul T3 – 01 de la 10 mmp la 25 mmp;
- circuitul T3 – 02 de la 10 mmp la 35 mmp;
- circuitul T7 – 04 de la 10 mmp la 16 mmp;
- circuitul T6 – 01 de la 1,5 mmp la 2,5 mmp;
- circuitul T4 – 01 de la 1,5 mmp la 6 mmp, 4 mmp, 1,5 mmp descrescător pe tronsoane.

Ordinea în care se operează aceste modificări nu poate fi generalizată, trebuie urmărite efectele fiecărei majorări de secțiune, la fiecare pas.

8.2.2.4. Date de ieșire pentru alte proiecte de specialitate

Dimensionarea nu este finalizată, nu se pot realiza listele cu lucrări / materiale pentru realizarea circuitelor electrice. Se va continua cu dimensionarea aparatelor de protecție.

8.2.2.5. Date de ieșire pentru documentația de achiziție – nu este cazul.

8.2.3. DIMENSIONAREA CONDUCTORULUI DE PROTECȚIE (PE)

8.2.3.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

- Secțiunea conductorului de fază [mmp].

8.2.3.2. Breviar de calcul

Dimensionare este necesară atunci când instalațiile (cu curenți absorbiți relativ mici) sunt în apropierea unor posturi de transformare, deci cu valori mari ale curenților de scurtcircuit.

Valoarea secțiunii se poate determina cu relația de mai jos, atunci când timpii de întrerupere, în caz de defect, nu depășesc 5s (cazul frecvent):

$$S = \frac{I\sqrt{t}}{k} \text{ [mmp]} \quad (8.2.3-1)$$

I - valoare efectivă a curentului de defect prezumat, pentru un defect cu impedanță neglijabilă, care poate trece prin dispozitivul de protecție, [A].

t - timpul de acționare a dispozitivului de protecție pentru întrerupere automată, [s].

k - factorul care depinde de materialul conductorului de protecție, de izolație și de temperaturile inițiale și finale.

Valorile coeficientului k sunt date de relația:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20^\circ\text{C})}{\rho_{20}} \ln \frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}} \text{ [mmp]} \quad (8.2.3-2)$$

Q_c - capacitatea calorică volumetrică a materialului conductorului ($\text{J}/^\circ\text{Cmm}^3$) la 20°C , tab. 5.11 din normativ.

β - inversul coeficientului de temperatură a rezistivității la 0°C pentru conductor [$^\circ\text{C}$], tabel 5.11 din normativ..

ρ_{20} - rezistivitatea electrică a materialului conductorului la 20°C [Ωmm], tabel 5.11 din normativ..

θ_i - temperatura inițială a conductorului [$^\circ\text{C}$].

θ_f - temperatura finală a conductorului [$^\circ\text{C}$].

În cazul în care aplicarea formulei duce la o secțiune nestandardizată, se alege un conductor cu secțiunea standardizată mai mare.

Secțiunea conductoarelor de protecție nu trebuie să fie mai mică decât valoarea indicată de tabelul 5.17 din normativ, alegându-se în funcție de conductorul de fază.

II.8.3. CALCULUL CURENȚILOR DE SCURTCIRCUIT

8.3.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

Sunt necesare elementele instalației electrice rezultate în urma dimensionării coloanelor electrice:

- a) Detalii ale racordului electric:
 - a. Elemente ale postului de transformare (transformator MT/JT cu tip constructiv, putere aparentă (kVA), pierderi în Cu (kW), tensiune de scurtcircuit (%)).
 - b. Putere de scurtcircuit în punctul de racordare a sistemului de distribuție (MVA).
 - c. Elemente constructive ale racordului amonte (MT): tip linie, lungime, secțiune
- b) Elemente constructive ale racordului pe JT: tip conductor, lungime, secțiune.
- c) Elemente constructive ale coloanelor electrice (tip cabluri, lungimi).
- d) Date asupra receptoarelor care contribuie la curenții de scurtcircuit (electromotoare asincrone foarte mari – pot fi neglijate până la puteri de 200 kW).

8.3.2. Breviar de calcul

Pentru calculul curenților de scurtcircuit se poate utiliza reglementarea tehnică privind metodologia de calcul al curenților de scurtcircuit în rețelele electrice cu tensiunea sub 1 kV.

Reglementarea conține și un exemplu de calcul detaliat, care reprezintă un ghid de proiectare în sine. Pentru activitatea inginerescă de rutină, ghidul de față recomandă utilizarea unui program de calcul specializat, care permite obținerea unor rezultate cu grad mare de încredere.

8.4. ALEGEREA APARATELOR DE CONECTARE

8.4.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

8.4.1.1. Contactorul

- numărul de contacte auxiliare disponibile;
- regimul de lucru al contactorului / tipul de sarcină;
- tensiunea bobinei;
- tipul de execuție climatică;
- curentul nominal *În* (curentul absorbit)

8.4.1.2. Separatorul

- frecvența de comutație;
- duranța mecanică și electrică;
- putere de rupere (dacă este cazul);
- capacitatea de închidere la funcționarea normală și ocazională.

8.4.2. Breviar de calcul

8.4.2.1. Contactorul – alegerea se face punând condiția:

$$I_{nc} \geq I_n \quad (8.4-1)$$

Curentul de rupere (I_r) este mai mare decât curentul nominal al acestuia (I_{nc}):

$$I_r \cong (8 \div 10) I_{nc} \quad (8.4-1)$$

Bobina contactorului acționează și ca un releu de tensiune minimă, aceasta eliminând armătura mobilă când tensiunea de alimentare scade sub $0,7 U_n$.

8.4.2.2. *Separatorul* – trebuie să suporte curenții de scurtcircuit de scurtă durată când este în poziția închis. Este acționat manual, putând fi blocat prin zăvorâre, realizând o separare sigură și vizibilă a circuitului.

Separatorul de sarcină nu asigură nici o protecție pentru circuitul în care este plasat.

II.8.5. DIMENSIONAREA APARATELOR DE PROTECȚIE

8.5.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

- curentul de calcul (I_c) pentru fiecare circuit și coloană;
- curentul de pornire pe circuit sau curentul de pornire maxim pe coloană (I_p);
- secțiunea căilor de curent;
- curentul maxim admisibil **corectat** al căii de curent (I_z');
- curenții de scurtcircuit la locurile de montaj.

8.5.2. Breviar de calcul

Dimensionarea aparatelor de protecție implică satisfacerea simultană a unor condiții tehnice impuse de cerințele de a proteja căile de curent aval, de a nu acționa la curenții de pornire, de a acționa selectiv față de protecția aval. Dacă aceste condiții sunt considerate în etape, se poate face distincția între alegerea și verificarea aparatelor de protecție. Această etapizare nu are însă relevanță asupra algoritmului de dimensionare. Există unele deosebiri între circuite și coloane, însă condițiile de bază fiind comune, dimensionarea poate fi realizată unitar.

8.5.2.1. Dimensionarea siguranței fuzibile:

a. Circuite de iluminat monofazate, circuite de prize fără suprasarcini

$$I_F \geq I_c \quad (8.5-1)$$

$$I_F \leq \frac{I_z'}{k_s} \quad (8.5-2)$$

unde: $k_s = 1,3$ pentru siguranțe fuzibile cu mare putere de rupere gG cu $I_N \leq 16A$;

$k_s = 1,1$ pentru siguranțe fuzibile cu medie putere de rupere și $I_N \leq 16A$;

$k_s = 1$ pentru instalații exploatate prin personal calificat;

I_N – curentul nominal al dispozitivului de protecție, [A];

I_c – curentul de calcul al circuitului, [A].

b. Circuite și coloane electrice cu posibilități de suprasarcină (electromotoare)

$$I_F \geq I_c \quad (8.5-3)$$

$$I_F \leq \frac{I_z'}{k} \quad (8.5-4)$$

Desensibilizarea protecției (fuzibilului) la pornirea electromotoarelor:

$$I_F \geq \frac{I_p}{k} \quad (\text{pentru un circuit}) \quad (8.5-5)$$

$$I_F \geq \frac{I_{pMAX}}{k} + I_c^{n-1} \quad (\text{pentru o coloană}) \quad (8.5-6)$$

- unde coeficientul k desensibilizează protecția pe perioada pornirii electromotorului: $k=2,5$ pentru porniri rare și ușoare (timp de pornire de $5 \div 10$ s); $k=2$ pentru porniri stea-triunghi (timp de pornire de $10 \div 40$ s); $k=1,6$ pentru porniri grele (timp de pornire > 40 s).

- I_{pMAX} este curentul de pornire al celui mai mare electromotor alimentat din coloana curentă;

- I_c^{n-1} este curentul de calcul pe coloana curentă, fără funcționarea celui mai mare electromotor

Următoarea condiție

$$I_F \leq 3 \times I'_z \quad (8.5-7)$$

realizează protecția conductoarelor aval (izolația să nu atingă temperatura admisibilă pe durata unui scurtcircuit).

Pentru a acționa selectiv față de protecția releului termic (desensibilizarea siguranței fuzibile):

$$I_F \geq 3 \times I_{rRT} \quad - \text{pentru siguranțe cu putere medie de rupere} \quad (8.5-8)$$

$$I_F \geq 2,5 \times I_{rRT} \quad - \text{pentru siguranțe cu putere mare de rupere} \quad (8.5-9)$$

Pentru protecția selectivă față de aparatul aval, care impune o valoare minimă a protecției:

$$I_F \geq (I_F)_{PS} \quad (8.5-10)$$

unde $(\hat{I}_F)_{PS}$ este curentul nominal al dispozitivului de protecție impus de condiția de funcționare selectivă.

8.5.2.2. Dimensionarea întreruptorului automat. Acest aparat îndeplinește funcțiile de protecție împotriva suprasarcinii și scurtcircuitului. În varianta în care protecțiile la suprasarcină și supracurent sunt reglabile, el se mai numește disjunct.

Bobina unui întreruptor automat (dacă este realizat din ansamblul contactor + releu termic) poate lucra și ca un releu de tensiune minimă, decuplând la scăderi ale tensiunii nominale din intervalul $0,7 \dots 0,35 U_n$.

Condițiile generale de alegere sunt următoarele:

$$I_c \leq I_N \leq I'_z; \quad (8.5-11)$$

$$I_2 \leq (1 \div 1,2) \times I_c \quad (8.5-12)$$

și

$$I_2 \leq 1,45 \times I'_z. \quad (8.5-13)$$

unde I_2 este curentul care asigură efectiv declanșarea dispozitivelor de protecție la suprasarcină, în condițiile stabilite în normele sau prospectele pentru aparate.

Se verifică dacă acest curent este inclus în domeniu de reglare al aparatului, uzual:

$$I_2 \in (0,67 \dots 1) I_N \quad (8.5-14)$$

Desensibilizarea protecție maxime de curent (electromagnetice) pentru regimul de pornire al electromotoarelor:

$$I_{REM} \geq k_{sig} I_P \quad (\text{pentru un circuit}), \quad (8.5-15)$$

$$I_{REM} \geq k_{sig} \times I_{pMAX} + I_c^{n-1} \quad (\text{pentru coloane}), \quad (8.5-16)$$

unde k_{sig} este un coeficient de siguranță cu valori între $1,2 \div 1,6$;

I_P este curentul de pornire al electromotorului alimentat pe circuitul curent;

I_{pMAX} este curentul de pornire al celui mai mare electromotor alimentat pe coloana curentă;

- I_c^{n-1} este curentul de calcul pe coloana curentă, fără funcționarea celui mai mare electromotor.

Protecția maximală trebuie să protejeze calea de curent pentru regimul de scurtcircuit:

$$I_{REM} \leq 4,5 I'_z \quad (8.5-17)$$

Condiția generală de selectivitate, impusă de aparatul aval:

$$I_N \geq (I_N)_{PS} \quad (8.5-18)$$

Dimensionarea se abordează din aval în amonte, satisfacerea condițiilor de mai sus putând obliga la majorarea unor secțiuni ale conductoarelor pe diverse coloane.

Condiția finală impusă atât siguranțelor fuzibile cât și întreruptoarelor este capacitatea de stingere a curentului de scurtcircuit I_{SC} calculat la locul de montaj. Pentru aceasta se va alege o gamă de aparate corespunzătoare, pentru care:

$$I_{SCN} \geq I_{SC} \quad (8.5-19)$$

Important: curenții de scurtcircuit se vor calcula ***după*** dimensionarea aparatelor de protecție și ***ajustarea finală a secțiunilor conductoarelor***.

8.5.3. Exemplu de calcul

Pentru exemplul de calcul se prezintă continuarea dimensionării schemei electrice din Figura 8.2.2.1., pentru care s-au stabilit secțiunile căilor de curent impunându-se condiția pierderilor de tensiune admisibile.

Microsoft Excel - cap. xx Dimensionarea aparatelor de protecție- PAS 01.xls																
Fișier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor																
Q21 =N21*O21/P21																
	A	B	C	D	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
4																
5				Dimensionarea aparatelor de protecție - pasul 01												
6																
7	Nr.	Am	Av	Tip circuit /	Pa	Ic	Iz'	Tip	Secțiune	Aparat	kp	I	k	k	Valoare	Ir
8	crt			coloana					conductor	protecție	(coef	pornire	sig		minima	min
9					[kW]	[A]	[A]		[mm²]	[A]	bornire	[A]			[A]	[A]
10	1	T4	1	Circ. iluminat	1.37	6.25	11.6	Fy	1.5	10						
11	2	T4	02	Circ. prize	0.80	4.35	15.6	Fy	2.5	10						
12																
13	3	T5	01	Circ. iluminat	1.33	6.06	11.6	Fy	1.5	10						
14	4	T5	02	Circ. prize	0.80	4.09	15.6	Fy	2.5	10						
15																
16	5	T6	01	Circ. iluminat	1.44	6.57	15.6	Fy	2.5	10						
17	6	T6	02	Circ. prize	0.80	4.09	15.6	Fy	2.5	10						
18																
19	7	T7	01	Circ. iluminat	7.50	11.40	12.5	CYY	4	----						
20	8	T7	02	Circ. prize	5.40	7.14	12.5	CYY	4	10						
21	9	T7	03	Circuit 3F forta	10.74	17.04	22.3	CYY	10	20	5	85	1.2	2.0	51.1	20.4
22	10	T7	04	Circuit 3F forta	10.74	18.03	29.8	CYY	16	25	5	90	1.2	2.0	54.1	21.6
23																
24	11	T3	01	Circuit 3F forta	21.02	33.33	76.7	CYY	25	35	6	200	1.2	2.0	120.0	40.0
25	12	T3	02	Circuit 3F forta	21.02	33.33	95.1	CYY	35	40	6	200	1.2	2.0	120.0	40.0
26																
27	13	T1	01	Circuit 3F forta	4.53	7.61	16.7	CYY	2.5	16	4	30	1.2	2.5	14.6	9.1
28	14	T1	02	Circuit 3F forta	4.53	7.61	39.7	CYY	10	16	4	30	1.2	2.5	14.6	9.1
29																
30	15	T2	T4	Coloana T4	2.17	9.91	52.9	CYY	16	10					9.9	11.9
31	16	T2	T5	Coloana T5	2.13	9.73	22.3	CYY	4	10					9.7	11.7
32	17	T2	T6	Coloana T6	2.24	10.23	22.3	CYY	4	16					10.2	12.3
33	18	T3	T7	Coloana T7	34.38	49.60	82.8	CYY	35	63					85.7	59.5
34	19	T1	T2	Coloana T2	7.89	9.42	66.8	CYY	25	10					9.4	11.3
35	20	T1	T3	Coloana T3	52.63	76.00	100.2	CYY	50	80					162.7	91.2
36	21	TG	T1	Coloana T1	65.12	92.20	128.06	CYY	70	100					178.9	110.6

Figura 8.5.1 – Calcule preliminare pentru dimensionarea aparatelor de protecție

În figura 8.5.2. se prezintă aparatele de protecție (pentru exemplu se utilizează siguranțe fuzibile) pentru care s-au aplicat condițiile (8.5-1), (8.5-2), (8.5.3.) și (8.5.4) pentru secțiunile stabilite până în această fază, rezultând valorile din coloana L (reprezentând cea mai mică valoare standardizată mai mare decât valoarea din celula H (I_c) și mai mică decât valoarea din celula I (I_z'))

Pentru circuitele motoarelor de forță și apoi pentru coloanele electrice trebuie verificată condiția (8.5-5) și respectiv (8.5-6). Acest prag minim al fuzibilului, impus de curentul de pornire al electromotoarelor, este calculat în coloana Q. Pentru a verifica și condiția (8.5-8) se calculează valoarea necesară pentru protecția la suprasarcină în coloana R.

Analizând noile coloane, se observă că valorile atribuite pentru siguranțele fuzibile nu sunt satisfăcătoare. Se recurge la reconsiderarea fiecărei valori:

	A	B	C	D	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
3	Data....															
4																
5	Dimensionarea aparatelor de protecție - pasul 02															
6																
7	Nr.	Am	Av	Tip circuit /	Pa	I_c	I_z'	Tip	Secțiune	I	kp	I	k	k	Valoare	I_r
8	crt			coloana				cond		prot	(coef	pornire	sig		minima	min
9					[kW]	[A]	[A]		[mm ²]	[A]	ornire	[A]			[A]	[A]
10	1	T4	1	Circ. Ilumin	1.37	6.25	11.6	Fy	1.5	10						
11	2	T4	02	Circ. prize	0.80	4.35	20,8	Fy	4	16						
12																
13	3	T5	01	Circ. Ilumin	1.33	6.06	11.6	Fy	1.5	10						
14	4	T5	02	Circ. prize	0.80	4.09	20.8	Fy	4	16						
15																
16	5	T6	01	Circ. Ilumin	1.44	6.57	15.6	Fy	2.5	10						
17	6	T6	02	Circ. prize	0.80	4.09	20.8	Fy	4	16						
18																
19	7	T7	01	Circ. Ilumin	7.50	11.40	16.1	CYY	6	16						
20	8	T7	02	Circ. prize	5.40	7.14	16.1	CYY	6	16						
21	9	T7	03	Circuit 3F fd	10.74	17.04	72.0	CYY	70	63	5	85	1.2	2.0	51.1	20.4
22	10	T7	04	Circuit 3F fd	10.74	18.03	72.0	CYY	70	63	5	90	1.2	2.0	54.1	21.6
23																
24	11	T3	01	Circuit 3F fd	21.02	33.33	147.0	CYY	70	125	6	200	1.2	2.0	120.0	40.0
25	12	T3	02	Circuit 3F fd	21.02	33.33	147.0	CYY	70	125	6	200	1.2	2.0	120.0	40.0
26																
27	13	T1	01	Circuit 3F fd	4.53	7.61	39.7	CYY	10	32	4	30	1.2	2.5	14.6	9.1
28	14	T1	02	Circuit 3F fd	4.53	7.61	39.7	CYY	10	32	4	30	1.2	2.5	14.6	9.1
29																
30	15	T2	T4	Coloana T4	2.17	9.91	52.9	CYY	16	25					9.9	
31	16	T2	T5	Coloana T5	2.13	9.73	28.5	CYY	6	25					9.7	
32	17	T2	T6	Coloana T6	2.24	10.23	28.5	CYY	6	25					10.2	
33	18	T3	T7	Coloana T7	34.38	49.60	100.2	CYY	50	100					85.7	59.5
34	19	T1	T2	Coloana T2	7.89	9.42	66.8	CYY	25	40					9.4	
35	20	T1	T3	Coloana T3	52.63	76.00	208.1	CYY	150	200					162.7	91.2
36	21	TG	T1	Coloana T1	65.12	92.20	323	CYY	300	300					178.9	110.6
37																

Figura 8.5.2 – Rezultatele dimensionării aparatelor de protecție

Pentru pasul doi al dimensionării, se impun următoarele modificări:

- Pentru circuitul T4-02 (prize), se majorează $I_N = 10A$ la 16A, pentru a respecta condiția de desensibilizare la curentul de pornire al electrocasnicelor (valoare nedocumentată, bazată însă pe practica obișnuită). Se impune mărirea secțiunii de la $2,5 \text{ mm}^2$ la 4 mm^2 prin recalcularea I_z' . De remarcat că această secțiune (mare) pentru un circuit de prize este indusă de coeficienții de corecție adoptați în funcție de ipotezele de pozare din proiect;

- Similar, pentru circuitele T5-02 și T6-02 (prize), se majorează $I_N = 10A$ la 16A, și secțiunea conductorului de la $2,5 \text{ mm}^2$ la 4 mm^2 ;

- Pentru coloanele de alimentare ale tablourilor T4, T5, T6 se majorează $I_N = 16A$ la 25A pentru condiția (9.5-10), respectiv selectivitate față de protecția aval (se impune decalarea cu două trepte a valorii fuzibilelor). Rezultă că secțiunea coloanelor tablourilor T5 și T6 este insuficientă și se majorează de la 4 mm^2 la 6 mm^2 , cu aceeași recalculare a curentului admisibil corectat I_z' .

- Având în vedere protecția în aval de 25A, pentru coloana de alimentare a tabloului T2 se impune majorarea aparatului de protecție de la 10A la 40A, secțiunea rămânând 25 mm^2 (această secțiune a rezultat din condiția pierderii de tensiune admisibile, circuitul fiind foarte lung).

- Pentru circuitul T7-01, nu există condiție pentru I_N . Aceasta implică majorarea secțiunii de la 4 mm^2 la 6 mm^2 , recalculând I_z' , rezultând protecția de 16A.

- Pentru circuitul T7-02 (prize trifazat), se majorează $I_N = 10A$ la 16A, plecând de la mărirea secțiunii de la 4 mm^2 la 6 mm^2 cu recalcularea I_z' .

- Pentru circuitul T7-03 (forță trifazat), electromotoarele vor fi protejate la suprasarcină prin releu termic și contactor iar siguranța fuzibilă va asigura protecția la scurtcircuit.

$I_r = 20,45 \text{ A}$ (reglaj releu suprasarcină).

Pentru condiția $I_N \geq 3 \times I_r \rightarrow I_N = 63A$, de unde rezultă majorarea secțiunii deoarece curentul admisibil $I_z' = 37,6$ (pentru secțiunea de 10 mm^2) este prea mic. Cu ajutorul coeficienților de corecție k_1 și k_2 se calculează curentul admisibil standard necesar:

$$I_z \geq \frac{I_N}{k_1 \times k_2} = \frac{63}{0,87 \times 0,45} = 161 \text{ A}$$

Din Anexa 5.10 se alege secțiunea de 70 mm^2 , cu $I_z = 184 \text{ A}$.

- Pentru circuitul T3-01, din $I_r = 40 \text{ A}$ rezultă $I_z \geq 40 \times 3 = 120$. Se adoptă $I_N = 125 \text{ A}$. Se impune redimensionarea cablului, similar cu situația de mai sus:

$$I_z \geq \frac{I_N}{k_1 \times k_2} = \frac{125}{0,94 \times 0,85} = 156 \text{ A}$$

Din Anexa 5.10 se alege secțiunea de 70 mm^2 , cu $I_z = 184 \text{ A}$. Se poate remarca situația prin care electromotorul de 22,5 kW este alimentat prin aceeași secțiune cu electromotorul de 11,5 deoarece influența coeficienților de corecție este importantă.

- Pentru circuitul T1-01, electromotor de 5,5 kW, din $I_r = 9,1 \text{ A}$ rezultă $I_z \geq 9,1 \times 3 = 27,3$. Se adoptă $I_N = 32 \text{ A}$. Se impune redimensionarea cablului:

$$I_z \geq \frac{I_N}{k_1 \times k_2} = \frac{32}{0,87 \times 0,8} = 46 \text{ A}$$

Din Anexa 5.10 se alege secțiunea de 10 mm^2 , cu $I_z = 57 \text{ A}$.

- Pentru circuitul T1-02 secțiunea de 10 mm^2 se păstrează, protecțiile fiind similare cu T1-01.

- Pentru coloana T3-T7 se impune relația (8.5-10), respectiv selectivitate față de protecția aval (care este de 63A). Rezultă

$$(I_N)_{PS} \geq 100 \text{ A}$$

Cu această valoare se impune majorarea secțiunii la 50 mm^2 și se recalculează curentul admisibil. Se poate observa că din tabloul aval T7 pleacă două circuite de 70 mm^2 . Situația poate părea anormală, dar se explică prin condițiile de pozare defavorabile pentru circuitele T7-03 și T7-04, care obligă la majorarea considerabilă a secțiunii.

- Pentru coloana T1-T3 se impune aceeași relație (8.5-10), respectiv selectivitate față de protecția aval (care este de 125A). Rezultă

$$(I_N)_{PS} \geq 200 \text{ A}$$

Se majorează secțiunea la 150 mm^2 pentru care $I_z = 299 \text{ A}$ și $I_z' = 208,1 \text{ A}$.

- Pentru coloana T1-T2 se impune tot condiția de selectivitate față de protecția aval (care este de 25A). Rezultă

$$(I_N)_{PS} \geq 40 \text{ A}$$

Coloana rezultată din dimensionarea pe baza pierderii de tensiune admisibile este acoperitoare (25 mm^2).

- Pentru coloana TG-T1 se impune aceeași relație (8.5-10), respectiv selectivitate față de protecția aval (care este de 200A). Rezultă

$$(I_N)_{PS} \geq 300 \text{ A}$$

Se majorează secțiunea coloanei la 300 mm^2 pentru care $I_z = 464 \text{ A}$ și $I_z' = 323 \text{ A}$.

Gama de siguranțe fuzibile se va verifica pentru a avea putere de rupere superioară curenților de scurtcircuit care trebuie calculați pentru secțiunile actuale ale căilor de curent.

Rezultatele se vor analiza sub formă tabelară dar și grafică, prin intermediul unor scheme de calcul. Pe aceste scheme se pot transpune toate rezultatele principale ale dimensionării instalației, dar pentru o mai bună interpretare / verificare se recomandă întocmirea unor scheme de calcul diferite pentru secțiunile conductoarelor și pierderile de tensiune, pentru curenții de calcul și aparatele de protecție, pentru curenții de scurtcircuit. Un exemplu simplificat este disponibil în figura 8.5.3.

Dacă se utilizează întreruptoare automate, curenții nominali și valorile de reglaj pentru protecțiile maxime și la suprasarcină se transmit furnizorului de echipamente, pentru a se putea garanta selectivitatea între aparate. Pentru selectivitatea întreruptoarelor automate se pot utiliza programe specializate, care permit vizualizarea curbelor de declanșare.

8.5.4. Date de ieșire pentru alte proiecte de specialitate

Dacă în urma condițiilor de pozare se impun alte temperaturi decât cele rezultate din tehnologia firească a utilizatorului, aceste date vor fi transmise proiectantului de specialitate etc.

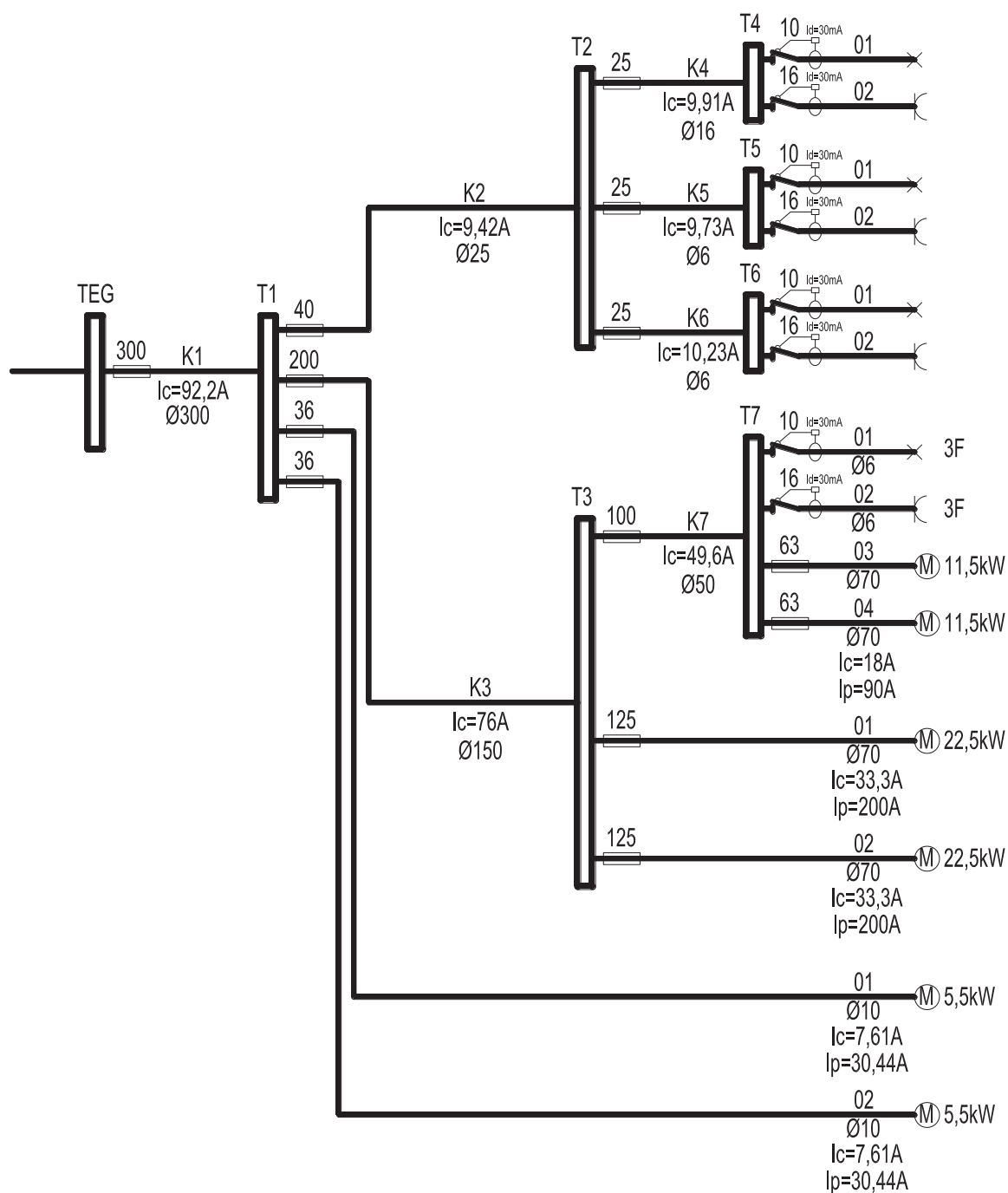


Figura 8.5.3 – Schema electrică de calcul

II.8.6. ALEGEREA APARATELOR DE MĂSURĂ

8.6.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

- felul coloanei electrice pe care se montează: monofazat sau trifazat.
- tensiunea rețelei;
- curentul nominal (de calcul) al coloanei;
- clasa de precizie.

8.6.2. Breviar de calcul

8.6.2.1. **Voltmetrul** – măsurarea tensiunilor de fază și linie; se protejează la scurtcircuit cu siguranțe de 6A sau 10A.

8.6.2.2. **Ampermetrul** – măsurarea curentului de linie de alimentare.

a. *Pe tablourile de iluminat* - se montează 3 bucăți, pentru măsurarea pe fiecare fază, pentru urmărirea în timp a încărcărilor pe faze. Urmărind evoluția în timp a încărcărilor se poate decide echilibrarea ulterioară a sarcinilor pe cele trei faze.

b. *Pe tablourile de forță* – se montează un singur ampermetru pe o fază, prin intermediul unui reductor de curent.

8.6.2.3. **Reductorul de curent** – este un transformator de curent având raportul I_{np} / I_{ns} .

I_{np} – curentul nominal din primar, [A].

I_{ns} – curentul nominal din secundar, [5A, 10A, 1A].

$$I_{npc} \geq I_c \quad (8.6-1)$$

8.6.2.4. **Contorul de energie activă (A) și reactivă (R)** – se poate monta direct pe linia de alimentare (atunci când suprasarcina admisibilă a contorului este mai mare decât valoarea curentului nominal al liniei) sau prin reductoare de curent / tensiune.

II.8.7. DIMENSIONAREA BATERIEI DE CONDENSATOARE PENTRU AMELIORAREA FACTORULUI DE PUTERE

8.7.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

8.7.1.1. Pentru instalații electrice existente:

- a. (W_a) - energia activă consumată în intervalul de timp considerat.
- b. (W_r) - energie reactivă consumată în intervalul de timp considerat.
- c. $\cos\varphi_2$ - valoarea factorului de putere mediu la care trebuie să funcționeze instalația (de regulă $\cos\varphi_2 = 0,92$).

8.7.1.2. Pentru instalații electrice nou proiectate:

- a. puterea activă P a instalației (puterea cerută);
- b. factorul de putere mediu $\cos\varphi_2$ (după compensare, de obicei $\cos\varphi_2 \geq 0,92$);
- c. factorul de putere mediu $\cos\varphi_1$ estimat sau calculat;

8.7.2. Breviar de calcul

8.7.2.1. Puterea reactivă a condensatoarelor pentru instalații electrice existente

Valoarea factorului de putere mediu $\cos\varphi_1$ cu care s-a funcționat pe intervalul considerat (1

an) se calculează cu relația:
$$\cos\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{w_r^2}{w_a^2}}} \quad (8.7-1)$$

Energia reactivă care va trebui produsă de bateria de condensatoare (W_{rc}) în același interval de timp (1 an) care se calculează cu relația:

$$W_{rc} = W_a(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \text{ [kvar h/an]}. \quad (8.7-2)$$

Puterea bateriei de condensatoare se determină cu relația: $Q_c = \frac{W_{rc}}{T}$

în care: T, durata de utilizare în ore a instalației pe an.

Acest calcul se poate aplica atunci când nu se prevede reglarea puterii bateriei.

Dacă funcționarea consumatorului prezintă variații importante ale consumului, bateria de condensatoare se dimensionează în funcție de puterea maximă activă P, cu relația de mai jos.

8.7.2.2. Puterea reactivă a condensatoarelor pentru instalații electrice nou proiectate:

$$Q_c = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \text{ [kvar]}. \quad (8.7-3)$$

în care: - $\operatorname{tg}\varphi_1$ corespunde unui $\cos\varphi_1$ al instalației necompensate (estimat sau calculat);
- $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0,43$ pentru $\cos\varphi_2 = 0,92$ – factor de putere compensat.

8.7.2.3. Secțiunea conductoarelor bateriei de condensatoare

Curentul de calcul al bateriei de condensatoare:

$$I_c = \frac{Q_c}{\sqrt{3}U_l} \quad (8.7-4)$$

Curentul de calcul pentru racordul bateriei de condensatoare se consideră $1,5 I_c$:

$$I_r = I_c \times 1,5 \quad (8.7-5)$$

Cu această valoare se alege secțiunea corespunzătoare pentru căile de curent.

8.7.2.4. Aparat de conectare / protecție

Curentul de calcul pentru protecția la suprasarcină

$$I_t = I_c \times 1,5 \quad (8.7-6)$$

Curentul de declanșare al protecției maxime:

$$I_{\max} = 5 \times I_c \quad (8.7-7)$$

8.7.2.5. Valoarea rezistenței de descărcare

Se calculează pentru bateria sau pentru fiecare treaptă a bateriei de condensatoare de capacitate C (dacă nu sunt incluse în condensatoare):

$$r = \frac{t}{C \ln \frac{U_{\max}}{U_{ad}}} \quad (\Omega) \quad (8.7-8)$$

în care:

- t este timpul de descărcare (60 s).
- C este capacitatea treptei de condensatoare (conexiune în Δ pentru JT):

$$C = \frac{Q_{\Delta}}{3 \times 314 \times U_l^2} \quad (F) \quad (8.7-9)$$

- $U_{\max}$ este tensiunea de vârf (egală cu $\sqrt{2}U_{\text{linie}}$ sau $\sqrt{2}U_{\text{faza}}$, în funcție de modul de conectare).
- U_{ad} este tensiunea de atingere admisibilă (42 V).

Rezistențele de descărcare se vor lega în triunghi.

8.7.3. Note de calcul

Modelul de mai jos este orientativ, relațiile de calcul utilizate fiind indicate explicit la pct.8.7.4. Coloana H conține relațiile de calcul, care pot fi rescrise în mod identic.

Microsoft Excel - Note de calcul Baterie condensatoare v01.xls									
Fisier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor									
M11									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Proiectant de specialitate ...								
3	Proiect								
4	Data ...								
5									
6									
7	Dimensionarea bateriei de condensatoare pentru								
8	compensarea factorului de putere								
9									
10									
11									
12									
13	1. Date de intrare					Simbol	UM	Valori	
14		Puterea ceruta				Pc	kW	185.0	
15		Factor de putere calculat				cosφ1	-	0.68	
16		Factor de putere compensat				cosφ2	-	0.92	
17		Tensiunea de linie				UI	kV	0.4	
18	2. Valori calculate								
19									
20	2.1	Putere reactiva necesara				Qc1	kvar	77.6	
21	2.2	Putere reactiva adoptata				Qn	kvar	80.0	
22	2.3	Curentul de calcul al bateriei				Ic	A	115.5	
23	2.4	Curentul de calcul al coloanei bateriei				Ir	A	173.2	
24	2.4	Curentul protectiei la suprasarcina				It	A	173.2	
25	2.5	Curentul protectiei maxime				I _{max}	A	577.4	
26	2.6	Capacitatea totala a bateriei				C	mF	0.531	
27	2.6	Valoarea rezistorului de descarcare				R	kOhm	43.5	
28									
29									
30			Intocmit,						

8.7.4. Relații de calcul

În celula respectivă (Ex: H20) se introduce relația indicată, începând cu =H14*...)

Funcție de calcul EXCEL	Relatia
H20=H14*(TAN(ACOS(H15)-TAN(ACOS(H16)))	22.3
H21=H20 rotunjit la treapta standardizata	Furnizori
H22= H21/(3^0.5 *H17)	22.4
H23=H22*1.5	22.5
H24=H22*1.5	22.6
H25=5*H22	22.7
H26=H21*/(3*314*H17^2)	22.9
H27=60/(H25*ln(2^0.5*H17*1000/42))	22.8

8.7.5. Date de ieșire pentru alte proiecte de specialitate

- Protecția coloanei bateriei de condensatoare – Alegerea întreruptorului automat
- Curentul admisibil pentru coloana bateriei ($>I_r$)
- Regimul termic al încăperii unde se montează condensatoarele (pentru proiectul de încălzire – ventilare).

8.7.6. Date de ieșire pentru documentația de achiziție. Aceste date se vor definitiva în urma cererilor de oferte preliminare (în faza de proiectare), parametrii specificați mai jos urmând să fie definitivați după o analiză tehnico-economică.

8.7.6.a) Parametri tehnici și funcționali

- tensiune nominală 400V
- frecvența nominală 50Hz
- toleranța capacității 0..... 5%
- domeniul de temperatură
 - temperatură maximă 55⁰C
 - temperatură medie 24h 45⁰C
 - temperatură medie anuală 35⁰C
 - temperatură minimă -25⁰C
- tensiune de izolație: un minut la 6kV, 50 Hz
rezistă la impuls 1,2/50μs și 25 kV
- curent de suprasarcină admisibil: 30% (standard) sau 50% (extins)
- supratensiune admisibilă: 10 % (standard) sau 20% (domeniu extins)
- consum de curent la 400V : 2A/kvar (cu rezistența de descărcare inclusă).

8.7.6.b) Specificații de performanță și condiții privind siguranța în exploatare

- construcție uscată
- protecție la defect intern.

8.7.6.c) Condiții privind conformitatea cu standarde relevante

În funcție de exigențe

8.7.6.d) Condiții de garanție și post garanție

Perioadă de garanție – ani.

8.7.6.e) Alte condiții cu caracter tehnic

Bateria se va livra în variantă compactă, cu trepte automatizate, cu regulator automat specializat.

II.8.8. DIMENSIONAREA SURSELOR NEÎNTRERUPTIBILE (UPS)

8.8.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

Lista receptoarelor care nu admit întrerupere în alimentare:

- Denumire, date asupra consumului nominal: putere activă, putere aparentă sau curent absorbit.
- Lista receptoarelor care necesită alimentare redundantă.

8.8.2. Breviar de calcul

Parametri de bază în alegerea și dimensionarea surselor UPS:

- Puterea aparentă consumată este principalul parametru care se ia în calcul. Dacă nu se cunoaște, se va calcula în funcție de parametrii disponibili pentru fiecare receptor conectat:

a.1. Se cunoaște curentul absorbit I:

$$- \text{ pentru circuite monofazate } S_{UPS} = UI \quad (8.8-1)$$

$$- \text{ pentru circuite trifazate: } S_{UPS} = U_{L1}I_{L1} + U_{L2}I_{L2} + U_{L3}I_{L3} \quad (8.8-2)$$

Dacă valoarea acestor curenți nu este cunoscută, se pot efectua măsurători în diverse ipoteze de funcționare, pentru fiecare sarcină.

a.2. Se cunoaște puterea activă:

$$\text{Pentru circuite monofazate și trifazate } S_{UPS} = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{P}{0,7} \quad (8.8-3)$$

a.3. Puterea UPS conectat în aval (nu se mai iau în calcul receptoarele conectate din acest UPS.) Se va verifica condiția ca UPS-ul amonte să fie mai mare de minim 5 ori decât UPS-ul aval.

- Randamentul sursei este important pentru aparatura IT, când UPS-ul va funcționa permanent (în regim tampon):

$$\eta_{UPS} = P_{\text{ieșire UPS}} / P_{\text{absorbit UPS}} \quad (8.8-4)$$

Dacă încăperea necesită ventilare / răcire suplimentară, energia absorbită de UPS va include și aceste valori.

- Costul de exploatare:

$$C_{EXE} = P_{2UPS} \left(\frac{1}{\eta_{UPS}} - 1 \right) \times t \times C_{en} \quad (8.8-5)$$

t – intervalul de timp;

c_e – prețul energiei, [lei/kWh]

- Capacitatea de supraîncărcare. Supraîncărcarea este admisă doar pe parcursul intervalului temporar de transfer între surse și, dacă este posibil, se recomandă a fi evitată. Pentru situații de scurtă durată de supraîncărcare când sursa de bază este disponibilă, UPS-ul poate menține continuitatea circuitului prin intermediul unui by-pass (cca 2 min).

Microsoft Excel - 23 Note de calcul UPS v01.xls							
Eşier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor							
D46 =D45*1.5							
A	B	C	D	E	F	G	H
1	Proiectant de specialitate ...						
2	Proiect						
3	Data ...						
4							
5	Dimensionarea sursei neîntreruptibile UPS						
6	1. Date de intrare						
7							
8	Circuit		S	Ia	P	cosφ	Un
9	c1	Receptor	VA	A	W		
10	c2	PC 1	350				230.0
11	c3	PC 2	470				230.0
12	c4	PC 3		2.2		0.7	230.0
13	c5	Centrala PSI	400				230.0
14	c6	Server 1		3.6		0.7	230.0
15	c7	Server 2	600				230.0
16	c8	Statie radiocomunicatii		2.1		0.7	230.0
17	c9	UPS aval	1500				230.0
18	c10	Central telefonica	300				230.0
19	c11	Aparatura medicala 1	800				230.0
20	c12	Aparatura medicala 2	1700				230.0
21	c13	Aparatura medicala 3	1400				230.0
22	c14	Pompa recirculare			210	0.7	230.0
23							
24							
25	2. Date calculate						
26							
27	Circuit		S	Ia	P	cosφ	Un
28	c1	Receptor	VA	A	W		
29	c2	PC 1	350				230.0
30	c3	PC 2	470				230.0
31	c4	PC 3	723	2.2		0.7	230.0
32	c5	Centrala PSI	400				230.0
33	c6	Server 1	1183	3.6		0.7	230.0
34	c7	Server 2	600				230.0
35	c8	Statie radiocomunicatii	690	2.1		0.7	230.0
36	c9	UPS aval	1500				230.0
37	c10	Central telefonica	300				230.0
38	c11	Aparatura medicala 1	800				230.0
39	c12	Aparatura medicala 2	1700				230.0
40	c13	Aparatura medicala 3	1400				230.0
41	c14	Pompa recirculare	300		210	0.7	230.0
42							
43	Total		10416	VA			
44	Rezerva in perspectiva		20	%			
45	Putere aparenta UPS		12.5	VA			
46	Putere necesara grup electrogen		18.7	kVA			
47							
48	Intocmit,						

Figura 8.8.1 – Note de calcul pentru dimensionarea UPS

- e. Restricții ale spațiului disponibil pentru montaj (gabarite, temperaturi, structura pardoselii)

8.8.3. Exemplu de calcul

În figura 8.8.1 se exemplifică un calcul pentru dimensionarea UPS.

Se remarcă faptul că elementele de consum ale receptoarelor pot avea o structură diversă.

8.8.4. Date de ieșire pentru alte proiecte de specialitate

De exemplu pot rezulta sarcini de răcire pentru sistemul de ventilare, pentru care sunt necesare, de regulă, spații tehnice proprii.

Dimensionarea grupului electrogen depinde de capacitatea UPS, care va trebui să fie de minim 1,5 ori mai mare. Condiția se verifică de la sine dacă se consideră și alte receptoare care vor fi conectate după ce grupul intră în sarcină.

8.8.5. Date de ieșire pentru documentația de achiziție

- 8.8.5.a) Parametri tehnici și funcționali
- 8.8.5.b) Specificații de performanță și condiții privind siguranța în exploatare
- 8.8.5.c) Condiții privind conformitatea cu standarde relevante
- 8.8.5.d) Condiții de garanție și post garanție
- 8.8.5.e) Alte condiții cu caracter tehnic

II.8.9. CALCULUL PRIZEI DE PĂMÂNT

8.9.1. Date de intrare (din tema de proiectare sau din proiecte de specialitate)

- Valoarea necesară pentru priza de pământ
- Tipul și dimensiunile fundației (pentru priza naturală, are prioritate în dimensionare) sau valoarea măsurată a prizei de pământ pentru instalații existente
- Configurația terenului pentru a stabili zona disponibilă pentru realizarea prizei artificiale
- Valoarea rezistivității solului (sau tipul de sol, din studiul geotehnic)

8.9.2. Breviar de calcul

În anexa 5.34 din normativ există cadrul reglementativ care indică modul în care se calculează o priză de pământ. Sunt indicate și relații de calcul pentru prizele naturale, precum și relații prin care se reduce valoarea prizei complexe (naturale și artificiale) prin legare în paralel.

O dificultate specifică este introdusă prin intermediul tabelului A5-35-5, care indică valoarea **factorului de utilizare** pentru mai mulți electrozi în funcție de numărul de electrozi. Deoarece acest număr este necunoscut, trebuie să se lucreze prin încercări. Conductoarele de legătură dintre electrozii verticali contribuie și ele la îmbunătățirea prizei generale, dar ponderea lor este afectată de alți coeficienți de utilizare.

Beneficiind de modul de rezolvare CAD, se poate calcula priza complexă pas cu pas, de la 2, 3 electrozi până la valoarea finală necesară, calculând la fiecare pas ponderea electrozilor verticali în funcție de factorul de utilizare, contribuția conductoarelor orizontale de legătură, precum și efectul combinat prin legarea tuturor în paralel.

8.9.3. Exemple de calcul

Pentru exemplul prezentat, s-a recurs la o soluție foarte răspândită, și anume electrozi verticali îngropați cu partea superioară sub adâncimea de îngheț (q) cu care se calculează parametrul $t \left(t = q + \frac{l}{2} \right)$ din relația (tabelul A5.34-1 din normativ):

$$r_{pq} = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (8.9-1)$$

Rezolvarea acestei relații (pentru un electrod) este disponibilă în figura 8.9.1, în celula F12:

Microsoft Excel - Priza de pamint Note 01.2.xls											
PRODUCT											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Proiect de specialitate....										
2	Proiect -										
3	Data....										
4											
5											
6											
7	Dimensiune electrod:		L	m	3						
8			Diametru	m	0.06						
9	Adincimea de ingropare		q	m	0.8						
10	Rezistivitate sol		ro	Ωm	100						
11			t	m	2.3						
12	Priza singulara verticala			Ω	=0.336*F10/F7*(LOG(2*F7/F8)+1/2*LOG((4*F11+F7)/(4*F11-F7)))						
13	Distanța dintre electrozi (n x L)		L		1						
14				m	3						
15	Platbanda orizontala		b	m	0.04						
16	Priza singulara orizontala			Ω	33.6						

Figura 8.9.1. – Calculul rezistenței unui electrod vertical

Rezultatul obținut este de 24Ω. Pentru tronsonul de platbandă de lățime b care leagă doi electrozi, pozată la aceeași adâncime q , relația de calcul este conform tabelului A5.34-3:

$$r_{pq} = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l^2}{bq} \text{ și transpusă în celula F16 sub forma:}$$

$$F16 = 0.366 * F10 / F14 * \text{LOG}(2 * F14^2 / (F9 * F15))$$

Rezultă valoarea de 33,6 Ω.

Pentru a putea obține o priză complexă de valoare 4 Ω sau chiar 1 Ω, se repetă calculul sub formă tabelară, legând în paralel electrozii verticali incrementați cu pas unitar, după ce sunt afectați de factorul de formă corespunzător.

De remarcat că pe măsură ce distanța dintre electrozi crește, factorii de formă cresc, deci eficacitatea electrozilor suplimentari este mai mare. Acest raționament nu este însă valabil dacă se ia în considerare și contribuția conductoarelor orizontale (care intervin cu costurile aferente, inclusiv săpătura obligatorie).

În tabelele următoare s-au calculat prizele de pământ compuse în două situații, electrozi dispuși liniar și electrozi dispuși pe contur închis, fiecare pentru câte trei distanțe dintre electrozi. S-au marcat valorile prizelor de pământ necesare în mod uzual (4 Ω și 1 Ω). Un astfel de mod de lucru permite optimizarea soluției tehnice adoptate, din punctul de vedere al numărului de electrozi și distanța dintre ei.

Analiza detaliată permite studierea efectului pe care îl are o dispunere sau alta a electrozilor, și poate fi utilizată pentru obținerea oricăror valori ale prizei de pământ artificiale, atunci când este necesar să se suplimenteze o priză de pământ naturală.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Proiect de specialitate....								
2	Proiect -								
3	Data....			Calculul rezistentei de dispersie					
4				pentru priza de pamint cu electrozi verticali ingropati la adincimea "q"					
5				cu dispunere liniara si pas 1xL					
6									
7	Dimensiune electrod:			L	m	3			
8				Diametru	m	0.06			
9	Adincimea de ingropare			q	m	0.8			
10	Rezistivitate sol			ro	Ωm	100			
11				t	m	2.3			
12	Priza singulara verticala				Ω	24.0			
13	Distaanta dintre electrozi (n x L)			L		1			
14					m	3			
15	Platbanda orizontala			b	m	0.04			
16	Priza singulara orizontala				Ω	33.6			
17									
18		Nr.	Factori utilizare		Priza compusa		Priza	Priza	Priza
19		electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	orizont.	laba	totala
20			verticali	orizontali	verticali	orizontali	unica	gistii	in linie
21			u1	u2	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
22		Coloana:	2	3	4	5	6	7	8
23		2	0.85	0.80	14.1	33.6	33.6	9.95	9.95
24		3	0.80	0.80	10.0	21.0	20.4	6.78	6.72
25		4	0.75	0.77	8.0	14.0	15.1	5.09	5.23
26		5	0.70	0.75	6.9	10.9	12.1	4.21	4.38
27		6	0.65	0.60	6.2	8.9	10.1	3.65	3.83
28		7	0.65	0.60	5.3	9.3	8.8	3.37	3.30
29		8	0.65	0.60	4.6	8.0	7.7	2.93	2.89
30		9	0.65	0.60	4.1	7.0	6.9	2.59	2.58
31		10	0.60	0.60	4.0	6.2	6.3	2.44	2.45
32		11	0.60	0.60	3.6	5.6	5.8	2.21	2.24
33		12	0.60	0.60	3.3	5.1	5.4	2.02	2.06
34		13	0.60	0.60	3.1	4.7	5.0	1.86	1.91
35		14	0.60	0.60	2.9	4.3	4.7	1.72	1.77
36		15	0.60	0.60	2.7	4.0	4.4	1.60	1.66
37		16	0.60	0.60	2.5	3.7	4.1	1.50	1.56
38		17	0.60	0.60	2.4	3.5	3.9	1.41	1.47
39		18	0.60	0.60	2.2	3.3	3.7	1.33	1.40
40		19	0.60	0.60	2.1	3.1	3.6	1.26	1.33
41		20	0.50	0.20	2.4	2.9	3.4	1.32	1.41
42		21	0.50	0.20	2.29	8.39	3.26	1.80	1.35
43		22	0.50	0.20	2.19	7.99	3.13	1.72	1.29
44		23	0.50	0.20	2.1	7.6	3.0	1.64	1.23
45		24	0.50	0.20	2.0	7.3	2.9	1.57	1.19
46		25	0.50	0.20	1.9	7.0	2.8	1.51	1.14
47		26	0.50	0.20	1.8	6.7	2.7	1.45	1.10
48		27	0.50	0.20	1.8	6.5	2.6	1.40	1.06
49		28	0.50	0.20	1.7	6.2	2.5	1.35	1.02
50		29	0.50	0.20	1.7	6.0	2.5	1.30	0.99
51		30	0.50	0.20	1.6	5.8	2.4	1.26	0.96

Microsoft Excel - Priza de pamint Note 01.2.xls									
Fișier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor									
K9 =									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Proiect de specialitate....								
2	Proiect -								
3	Data....			Calculul rezistentei de dispersie					
4				pentru priza de pamint cu electrozi verticali ingropati la adincimea "q"					
5				cu dispunere liniara si pas 2xL					
6									
7	Dimensiune electrod:			L	m	3			
8				Diametru	m	0.06			
9	Adincimea de ingropare			q	m	0.8			
10	Rezistivitate sol			ro	Ωm	100			
11				t	m	2.3			
12	Priza singulara verticala				Ω	24.0			
13	Distaanta dintre electrozi (n x L)			L		2			
14					m	6			
15	Platbanda orizontala			b	m	0.04			
16	Priza singulara orizontala				Ω	20.4			
17									
18		Nr.	Factori utilizare	Priza compusa		Priza	Priza	Priza	
19		electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	orizont.	laba	totala	
20			verticali	orizontali	verticali	orizontali	unica	gistii	in linie
21			u1	u2	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
22		Coloana:	2	3	4	5	6	7	8
23		2	0.85	0.80	14.1	20.4	20.4	8.36	8.36
24		3	0.80	0.80	10.0	12.8	12.1	5.62	5.47
25		4	0.75	0.77	8.0	8.5	8.8	4.13	4.18
26		5	0.70	0.75	6.9	6.6	6.9	3.38	3.45
27		6	0.65	0.60	6.2	5.5	5.8	2.89	2.99
28		7	0.65	0.60	5.3	5.7	5.0	2.74	2.57
29		8	0.65	0.60	4.6	4.9	4.4	2.37	2.25
30		9	0.65	0.60	4.1	4.3	3.9	2.09	2.01
31		10	0.60	0.60	4.0	3.8	3.6	1.95	1.89
32		11	0.60	0.60	3.6	3.4	3.3	1.76	1.72
33		12	0.60	0.60	3.3	3.1	3.0	1.61	1.58
34		13	0.60	0.60	3.1	2.8	2.8	1.48	1.47
35		14	0.60	0.60	2.9	2.6	2.6	1.37	1.37
36		15	0.60	0.60	2.7	2.4	2.5	1.27	1.28
37		16	0.60	0.60	2.5	2.3	2.3	1.19	1.20
38		17	0.60	0.60	2.4	2.1	2.2	1.12	1.14
39		18	0.60	0.60	2.2	2.0	2.1	1.05	1.08
40		19	0.60	0.60	2.1	1.9	2.0	1.00	1.02
41		20	0.50	0.20	2.4	1.8	1.9	1.03	1.06
42		21	0.50	0.20	2.29	5.11	1.82	1.58	1.01
43		22	0.50	0.20	2.19	4.87	1.74	1.51	0.97
44		23	0.50	0.20	2.1	4.6	1.7	1.44	0.93
45		24	0.50	0.20	2.0	4.4	1.6	1.38	0.89
46		25	0.50	0.20	1.9	4.3	1.6	1.33	0.86
47		26	0.50	0.20	1.8	4.1	1.5	1.27	0.83
48		27	0.50	0.20	1.8	3.9	1.5	1.23	0.80
49		28	0.50	0.20	1.7	3.8	1.4	1.18	0.77
50		29	0.50	0.20	1.7	3.7	1.4	1.14	0.75
51		30	0.50	0.20	1.6	3.5	1.3	1.10	0.72

Microsoft Excel - Priza de pamint Note 01.3.xls									
Fișier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor									
L23 =									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Proiect de specialitate....								
2	Proiect -								
3	Data....			Calculul rezistentei de dispersie					
4				pentru priza de pamint cu electrozi verticali ingropati la adincimea "q"					
5				cu dispunere liniara si pas 3xL					
6									
7	Dimensiune electrod:			L	m	3			
8				Diametru	m	0.06			
9	Adincimea de ingropare			q	m	0.8			
10	Rezistivitate sol			ro	Ωm	100			
11				t	m	2.3			
12	Priza singulara verticala				Ω	24.0			
13	Distanța dintre electrozi (n x L)					3			
14					m	9			
15	Platbanda orizontala			b	m	0.04			
16	Priza singulara orizontala				Ω	15.1			
17									
18		Nr.	Factori utilizare		Priza compusa		Priza	Priza	Priza
19		electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	orizont.	laba	totala
20			verticali	orizontali	verticali	orizontali	unica	gistii	in linie
21			u1	u2	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω
22		Coloana:	2	3	4.00	5.00	6.00	7	8
23		2	0.95	0.95	12.66	15.06	15.06	6.88	6.88
24		3	0.90	0.90	8.91	7.93	8.76	4.19	4.42
25		4	0.88	0.85	6.83	5.58	6.32	3.07	3.28
26		5	0.85	0.82	5.66	4.43	4.99	2.48	2.65
27		6	0.82	0.80	4.89	3.67	4.15	2.10	2.24
28		7	0.82	0.80	4.19	3.14	3.57	1.79	1.93
29		8	0.82	0.80	3.67	2.69	3.13	1.55	1.69
30		9	0.82	0.80	3.26	2.35	2.80	1.37	1.51
31		10	0.80	0.75	3.01	2.09	2.54	1.23	1.38
32		11	0.80	0.75	2.73	2.01	2.32	1.16	1.25
33		12	0.80	0.75	2.50	1.83	2.14	1.06	1.15
34		13	0.80	0.75	2.31	1.67	1.99	0.97	1.07
35		14	0.80	0.75	2.15	1.55	1.86	0.90	1.00
36		15	0.80	0.75	2.00	1.43	1.74	0.84	0.93
37		16	0.80	0.75	1.88	1.34	1.64	0.78	0.88
38		17	0.80	0.75	1.77	1.26	1.55	0.73	0.83
39		18	0.80	0.75	1.67	1.18	1.47	0.69	0.78
40		19	0.80	0.75	1.58	1.12	1.40	0.65	0.74
41		20	0.75	0.68	1.60	1.06	1.34	0.64	0.73
42		21	0.75	0.68	1.53	1.11	1.28	0.64	0.70
43		22	0.75	0.68	1.46	1.05	1.23	0.61	0.67
44		23	0.75	0.68	1.39	1.01	1.18	0.58	0.64
45		24	0.75	0.68	1.34	0.96	1.14	0.56	0.61
46		25	0.75	0.68	1.28	0.92	1.10	0.54	0.59
47		26	0.75	0.68	1.23	0.89	1.06	0.52	0.57
48		27	0.75	0.68	1.19	0.85	1.02	0.50	0.55
49		28	0.75	0.68	1.15	0.82	0.99	0.48	0.53
50		29	0.75	0.68	1.11	0.79	0.96	0.46	0.51
51		30	0.75	0.68	1.07	0.76	0.93	0.45	0.50

Microsoft Excel - Priza de pamint Note 02.2.xls						
Fișier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor						
I10 =						
	A	B	C	D	E	F
1	Proiect de specialitate....					
2	Proiect -					
3	Data....			Calculul rezistentei de dispersie		
4	pentru priza de pamint cu electrozi verticali ingropati					
5	la adincimea "q" si cu dispunere pe un contur inchis					
6	si distanta intre electrozi 2xL					
7	Dimensiune electrod:		L	m	3	
8			Diametru	m	0.06	
9	Adincimea de ingropare		q	m	0.8	
10	Rezistivitate sol		ro	Ωm	100	
11			t	m	2.3	
12	Priza singulara verticala			Ω	24.0	
13	Distanta dintre electrozi (n x L)				2	
14				m	6	
15	Platbanda orizontala		b	m	0.04	
16	Priza singulara orizontala			Ω	20.4	
17						
18		Nr.	Factori utilizare		Priza compusa	
19		electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	Priza
20			verticali	orizontali	verticali	totala
21			u1	u2	Ω	Ω
22		Coloana:	2	3	4	5
23		2	0.80	0.60	15.0	20.4
24		3	0.80	0.60	10.0	17.0
25		4	0.75	0.55	8.0	12.4
26		5	0.72	0.52	6.7	9.8
27		6	0.70	0.50	5.7	8.2
28		7	0.70	0.50	4.9	6.8
29		8	0.70	0.50	4.3	5.8
30		9	0.70	0.50	3.8	5.1
31		10	0.66	0.44	3.6	4.5
32		11	0.66	0.44	3.3	4.6
33		12	0.66	0.44	3.0	4.2
34		13	0.66	0.44	2.8	3.9
35		14	0.66	0.44	2.6	3.6
36		15	0.66	0.44	2.4	3.3
37		16	0.66	0.44	2.3	3.1
38		17	0.66	0.44	2.1	2.9
39		18	0.66	0.44	2.0	2.7
40		19	0.66	0.44	1.9	2.6
41		20	0.61	0.30	2.0	2.4
42		21	0.61	0.30	1.9	3.4
43		22	0.61	0.30	1.8	3.2
44		23	0.61	0.30	1.7	3.1
45		24	0.61	0.30	1.6	3.0
46		25	0.61	0.30	1.6	2.8
47		26	0.61	0.30	1.5	2.7
48		27	0.61	0.30	1.5	2.6

Microsoft Excel - Priza de pamint Note 02.3.xls							
Fișier Editare Vizualizare Inserare Format Instrumente Date Fereastră Ajutor							
I13 =							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Proiect de specialitate....						
2	Proiect -						
3	Data... Calculul rezistentei de dispersie						
4	pentru priza de pamint cu electrozi verticali ingropati						
5	la adincimea "q" si cu dispunere pe un contur inchis						
6	si distanta intre electrozi 3xL						
7	Dimensiune electrod:			L	m	3	
8				Diametru	m	0.06	
9	Adincimea de ingropare			q	m	0.8	
10	Rezistivitate sol			ro	Ωm	100	
11				t	m	2.3	
12	Priza singulara verticala				Ω	24.0	
13	Distanta dintre electrozi (n x L)					3	
14					m	9	
15	Platbanda orizontala			b	m	0.04	
16	Priza singulara orizontala				Ω	15.1	
17							
18		Nr.	Factori utilizare		Priza compusa		Priza
19		electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	Electrozi	totala
20			verticali	orizontali	verticali	orizontali	pe contur
21			u1	u2	Ω	Ω	Ω
22		Coloana:	2	3	4	5	8
23		2	0.90	0.75	13.4	15.1	7.08
24		3	0.90	0.75	8.9	10.0	4.72
25		4	0.85	0.70	7.1	7.2	3.56
26		5	0.82	0.68	5.9	5.5	2.85
27		6	0.80	0.65	5.0	4.6	2.41
28		7	0.80	0.65	4.3	3.9	2.03
29		8	0.80	0.65	3.8	3.3	1.76
30		9	0.80	0.65	3.3	2.9	1.55
31		10	0.75	0.56	3.2	2.6	1.43
32		11	0.75	0.56	2.9	2.7	1.40
33		12	0.75	0.56	2.7	2.4	1.28
34		13	0.75	0.56	2.5	2.2	1.17
35		14	0.75	0.56	2.3	2.1	1.09
36		15	0.75	0.56	2.1	1.9	1.01
37		16	0.75	0.56	2.0	1.8	0.95
38		17	0.75	0.56	1.9	1.7	0.89
39		18	0.75	0.56	1.8	1.6	0.84
40		19	0.75	0.56	1.7	1.5	0.79

8.9.4. Date de ieșire

După definitivarea soluției adoptate, rezultă principalele cantități de materiale (electrozi, platbandă, suduri, săpătură cu refacere spații verzi, etc).

8.9.5. Date de ieșire pentru documentația de achiziție**8.9.5.a) Parametri tehnici și funcționali****8.9.5.b) Specificații de performanță și condiții privind siguranța în exploatare****8.9.5.c) Condiții privind conformitatea cu standarde relevante****8.9.5.d) Condiții de garanție și post garanție****8.9.5.e) Alte condiții cu caracter tehnic**

Tehnologia de realizare a sudurilor care vor fi îngropate este deosebit de importantă, fiind necesară protejarea acoperiri cu zinc a profilelor laminate (sudură prin cuprare sau aluminotermie).

II.9. DATE DE IEȘIRE PENTRU DOCUMENTAȚIA DE ACHIZIȚIE

Achiziția lucrărilor și materialelor rezultate din proiect este una din etapele cele mai importante cu care se finalizează documentația tehnică de execuție. În general, ghidurile de proiectare nu abordează acest subiect, și de aceea autorii au justificat poziția importantă a acestui capitol în cadrul lucrării.

Complexitatea întocmirii listelor de lucrări și a fișelor tehnice aferente este deosebită, deoarece trebuie să permită identificarea din punct de vedere tehnic a cerințelor realizării lucrării, fără puțință de interpretare.

În cazul *fișelor tehnice*, sunt necesare:

a) Parametri tehnici și funcționali

- *pentru aparate de iluminat:*
 - domeniu de utilizare
 - nivel de iluminare normat pentru planul de lucru (de verificat de către furnizor)
 - suprafața de montare
 - tip constructiv
 - tip de lampă
 - durata minimă de funcționare pentru lampă
- *pentru cabluri și conductoare:*
 - domeniu de utilizare
 - tip de cablu/conductor
 - standard de fabricație
 - tip de conductor
 - tip de izolație
 - tensiunea nominală
 - frecvența nominală
 - tensiunea de încercare
 - raza minimă de curbura la instalare
 - forța maximă de tracțiune
- *pentru întrerupătoare automate:*
 - domeniu de utilizare

- tensiunea nominală
- curentul nominal
- frecvența nominală
- domeniul de reglaj al curentului de declanșare pentru protecția la suprasarcină (pentru întreruptoare de uz industrial)
- domeniul de reglaj al curentului de declanșare pentru protecția la scurtcircuit (pentru întreruptoare de uz industrial)
- capacitatea de rupere nominală la scurtcircuit
- nivelul de izolație nominal
- timpul propriu de deschidere
- timpul total de deschidere
- contacte auxiliare
- protecții suplimentare
- condiții impuse:
 - posibilitatea reanclanșării rapide mono și trifazate
 - verificarea și revizia ușoară a contactelor
 - siguranță împotriva exploziilor și incendiilor
 - marcaje
- *pentru comutatoare, separatoare:*
 - domeniu de utilizare
 - tensiunea nominală
 - nivelul de izolație nominal
 - frecvența nominală
 - curentul nominal
 - numărul de cicluri de porniri/opriri
 - anduranța mecanică
 - anduranța electrică
 - capacitatea de rupere (dacă este cazul)
 - capacitatea de închidere
- *pentru baterie de condensatoare:*
 - capacitate totală
 - conexiune Y/ Δ
 - tensiune nominală
 - frecvența nominală
 - toleranța capacității
 - domeniul de temperatură:
 - temperatură maximă
 - temperatură medie 24h
 - temperatură medie anuală
 - temperatură minimă
 - tensiune de izolație
 - curent de suprasarcină admisibil
 - supratensiune admisibilă
 - rezistențe de descărcare incluse
 - consum de curent
 - automatizare – conectare
 - număr de trepte
 - regulator specializat
 - contactoare curenți capacitivi
- *pentru surse neîntreruptibile (UPS):*
 - domeniu de utilizare (consumatori)
 - tip UPS

- capacitate UPS [VA]
- domeniu tensiune de intrare
- domeniu frecvența nominală de intrare
- tensiune de ieșire
- frecvența de ieșire
- timpul de comutație
- bateria inclusă/ neinclusă:
 - tip baterie
 - tensiune nominală
 - numărul de celule
 - capacitate [Ah]
 - timpul de reîncărcare
 - timpul de descărcare fără sarcină
- formă semnal ieșire
- protecție la inversarea bornelor de pe acumulator
- protecție acumulator la supraîncărcare și descărcare
- protecție la suprasarcină
- eficiență în condiții de lucru specificate
- dimensiuni gabarit
- compatibilitate electromagnetică
- monitorizare și control de la distanță
- greutate
- *pentru instalații de protecție împotriva trăsnetului (IPT):*
 - domeniu de utilizare
 - nivelul de protecție necesar
 - elemente de captare
 - elemente de coborâre
 - priza de pământ
- *pentru tablouri electrice:*
 - tensiune nominală de utilizare
 - tensiune nominală de izolare
 - tensiune nominală de ținere la impuls
 - curent nominal
 - curent nominal de scurtă durată
 - curent nominal admisibil de vârf
 - frecvența nominală
 - dimensiuni
 - tip carcasare / montare
 - acces / conexiuni
 - componentă

b) Specificații de performanță și condiții privind siguranța în exploatare

- *Condiții de mediu ambiant:*
 - Nivel maxim de zgomot admis pentru utilaj/ echipament sau în încăpere
 - Temperatură medie zilnică pentru mediul ambiant
 - Temperatura minima a mediului ambiant: la montaj
 - Temperatura minima a mediului ambiant: în exploatare
 - Temperatura maximă admisă în condiții normale de exploatare
 - Umiditate relativă medie a aerului
 - Umiditate relativă maximă
 - Altitudinea de utilizare

- Grad de poluare
- Clasa pentru condiții climatice
- *Tensiunea de încercare pentru cabluri*
- *Loc de montaj*
- *Clasa de protecție pentru praf și lichide*

c) Condiții privind conformitatea cu standarde relevante

d) Condiții de garanție și post garanție

e) Alte condiții cu caracter tehnic

II.10 PROIECTAREA SEISMICĂ A INSTALAȚIILOR

Calculul seismic al elementelor componente pentru instalații electrice este obligatoriu *cel puțin pentru componentele* menționate în Codul de proiectare seismică.

PARTEA A III-A – REGULI DE BUNA PRACTICĂ PENTRU VERIFICAREA ȘI PUNEREA ÎN FUNCȚIUNE A INSTALAȚIILOR ELECTRICE ÎN CLĂDIRI. CERINȚE IMPUSE PRIN PROIECTUL TEHNIC.

III.1. PREVEDERI GENERALE

Prevederile generale privind efectuarea *verificărilor și punerea în funcțiune a instalațiilor electrice în clădiri* sunt cele cuprinse în *cap. 8 din Normativ*.

III.2. VERIFICARI PENTRU PUNEREA ÎN FUNCȚIUNE

Instalațiile electrice aferente clădirilor, înainte de darea în exploatare și predarea către beneficiar sunt supuse unui ansamblu de operații tehnice care au ca scop *verificarea instalației executate în vederea punerii în funcțiune și recepției, privind:*

- *corespondența execuției cu prevederile proiectului tehnic;*
- *funcțiunile instalației și adecvarea cu scopul proiectului;*
- *nivelul de performanță al instalației prevăzut prin proiect și proba obținerii efectelor scontate;*
- *crearea tuturor condițiilor necesare unei funcționări sigure în exploatare.*

III.3. VERIFICĂRI PERIODICE

Efectuarea *verificărilor periodice*, în acord cu prevederile din normativ, cap. 8, au rolul de a determina dacă tot echipamentul din componența instalației electrice este în stare de utilizare. Frecvența verificărilor periodice, măsurările efectuate, rapoartele redactate și înregistrările menținute sunt cele precizate în normativ.

III.4. EXPLOATAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE

Prevederile generale pentru exploatarea *instalațiilor electrice în clădiri* sunt cele cuprinse în *cap. 9 din Normativ*.

PARTEA A IV-A – ANEXE

IV.1. GRUPAREA ELEMENTELOR COMPONENTE ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE PENTRU CLĂDIRI ÎN FUNCȚIE DE MODUL DE INSTALARE AL ECHIPAMENTELOR ȘI DE TIPUL DE PRINDERE/ FIXARE LA SUPORT.

Precizările incluse în această anexă, se recomandă a fi utilizate atât în alcătuirea temei de proiectare cât și în alcătuirea caietelor de sarcini pentru execuție, deoarece:

- se pot provoca prejudicii grave la clădiri, dispozitive, echipamente, dacă nu sunt urmate exact instrucțiunile de instalare ale echipamentului *și nu este prevăzut tipul adecvat de fixare/ prindere la suport / ancorare* respectiv conexiunea la structura clădirii sau la elemente nestructurale, din punct de vedere al protecției antiseismice;
- ar trebui să fie cunoscute întotdeauna instrucțiunile scrise ale producătorului înainte de a se face instalarea.

Gruparea elementelor componente ale instalațiilor electrice pentru clădiri în funcție de modul de instalare al echipamentelor și de tipul de fixare la suport, din perspectiva realizării unei protecții antiseismice eficiente, conține cel puțin elementele specificate în această anexă și în anexa IV.2.

În baza specificațiilor existente în literatura de specialitate (Anexa 1), privind asigurarea protecției antiseism, modurile în care se pot instala aparatele, corpurile de iluminat și echipamentele care fac parte din instalațiile **electrice pentru clădiri**, includ cel puțin:

- *Montare rigidă pe pardoseală / montare pe suport - echipamente*
 - direct pe pardoseală sau montare pe suport în puncte de fixare; asigurarea stabilității
 - utilizând la montaj, forme structurale suplimentare din oțel care transferă sarcina de încărcare la pardoseala clădirii, *exemplu detalii fig. 1, 3*
 - folosind bare de protecție pentru a restricționa deplasările orizontale
 - pe suport supraînălțat de la pardoseală
 - fixare într-un singur punct – numai pentru echipamente ușoare
 - montare pe pardoseală prin izolatori de vibrații, *exemplu detaliu fig. 1b*
- *Montare pe acoperiș sau terasă prin fixare rigidă - echipamente*
 - direct pe terasă sau montare pe suport, ancorate în puncte de fixare
 - utilizând borduri seismice încorporate sau prefabricate
 - fixarea echipamentului pe un cadru de lemn
 - folosind borduri izolatoare seismic prefabricate sau diferite tipuri de sisteme izolatoare de vibrații
- *Montare pe perete direct sau prin montare pe cadre metalice – echipamente și corpuri de iluminat cu sau fără izolatori de vibrații, exemplu fig. 2*
- *Montare suspendat – echipamente, cabluri și corpuri de iluminat*
 - fixarea rigidă la structura clădirii cu tije filetate verticale sau cabluri verticale de susținere, *exemple fig. 4, 5, 7, 8, 9* sau folosind bare de sprijin, orizontale sau verticale, lanțuri, *exemple fig. 8,9*
 - cabluri suspendate cu ajutorul unor poduri din profil U fixate cu legături, cu șurub de limitare / coliere de agățare la tije/ bare de suspensie *exemple fig. 4*

Se va acorda atenție cazurilor speciale reprezentate de:

- dimensionarea și modul de ancorare al cablurilor seismice (ex. fig. 5b, 5c), a panourilor de control cu montaj independent în incinta clădirii, neancorate de perete, fixate doar la pardoseală, plafoanelor sau pardoselilor rezidențiale, corpurilor de iluminat cu forme neregulate și greutăți mari.
- treceri prin rosturi seismice.

Elemente ale instalațiilor electrice amplasate în interior

Fig. 1a, b – Dulap automatizare instalație ventilare/ climatizare clădire birouri – montaj rigid la pardoseala cu izolatori/ amortizoare de vibrații (b)

(1a)

(1b)



Fig. 2 – Controlere automatizare / panouri de control instalație ventilare/ climatizare clădire birouri – montaj rigid pe un perete aparent suport, pe cadre din profile metalice rectangulare sau U

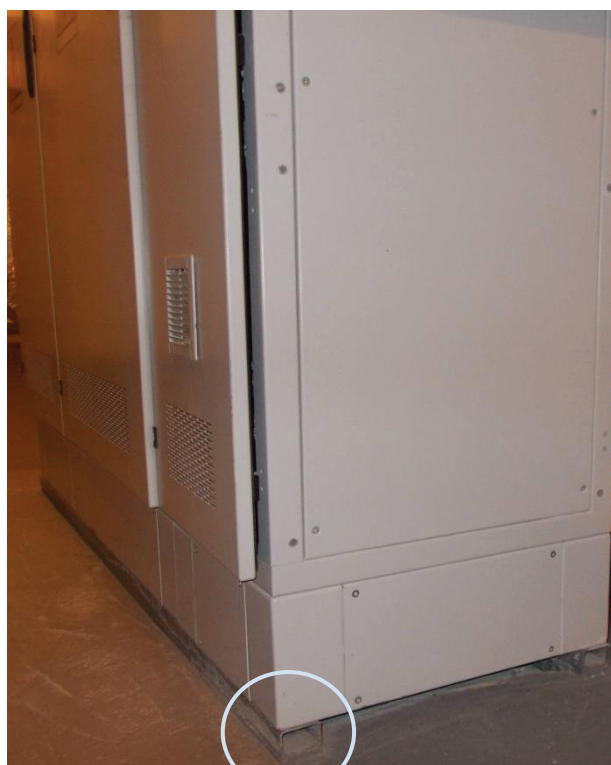


Fig. 3 – Tablouri alimentare electrică și automatizare instalație ventilare/ climatizare clădire birouri – montaj rigid la pardoseala pe cadre suport din profile metalice rectangulare

Fig. 4a, b – Spații comerciale. Montarea sistemelor de cabluri, suspendat pe poduri de cabluri, ancorate prin tije filetate - detaliu (4a, 4b); Montarea corpurilor de iluminat suspendat, fixate rigid pe bare metalice din profile rectangulare, ancorate prin cabluri seismice - detaliu (4a)

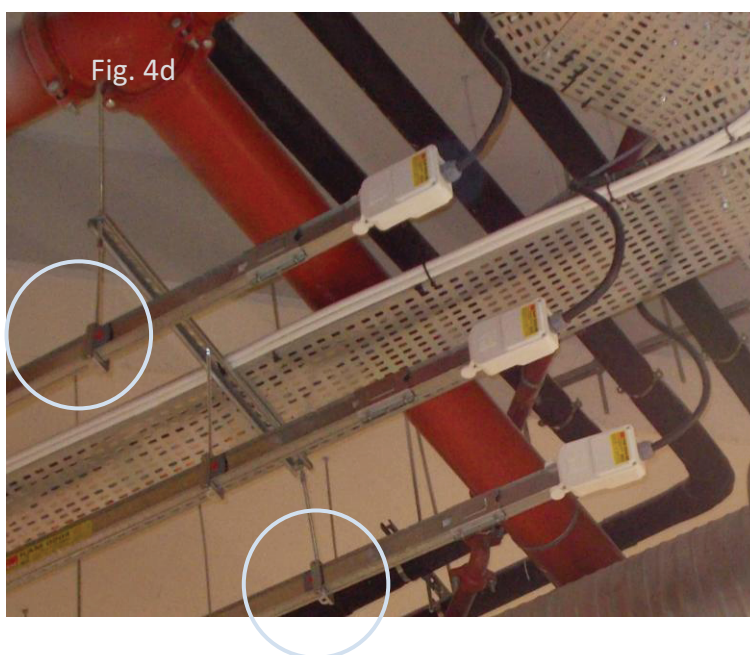
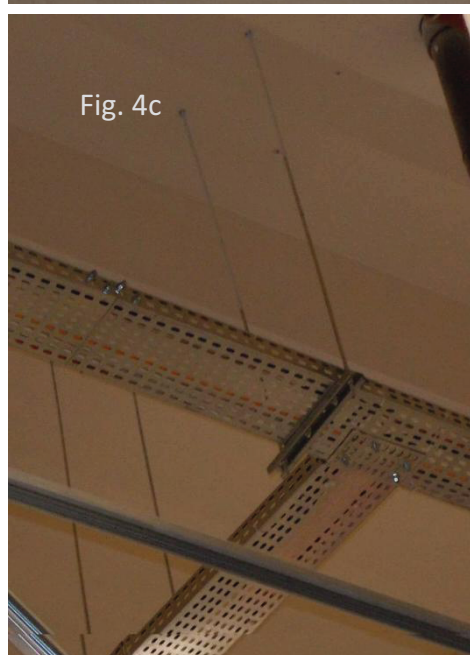
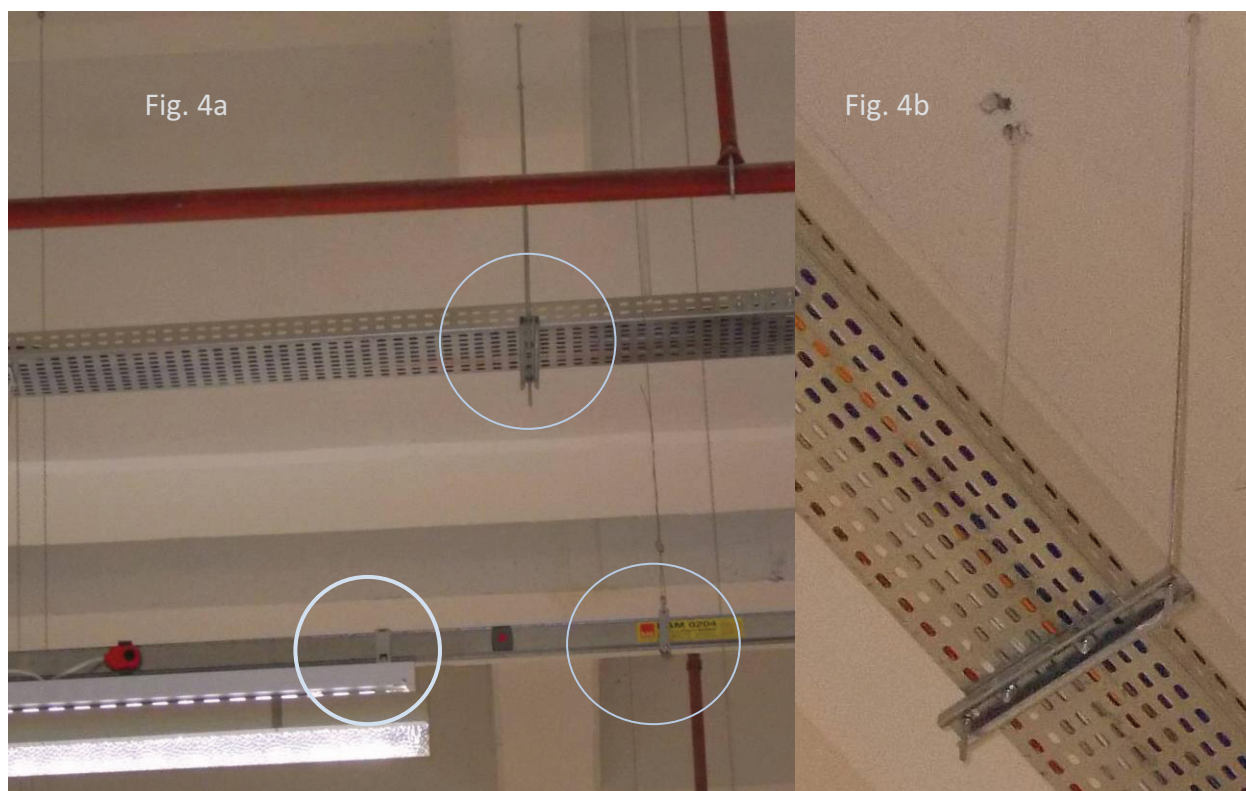


Fig. 4c – Intersecție trasee de cabluri montate suspendat, ancorate prin tije filetate

Fig. 4d – Detalii circuite iluminat, montate aparent, suspendat ancorate prin tije filetate - detaliu (d1, d2)

Notă: Numărul punctelor de susținere prin tije verticale din oțel cu rigidizare sau de ancorare prin cablu seismic se determină prin calcul, funcție de greutatea tronsonului și lungimea maximă permisă a tronsonului.

Diametrul tijelor/ barelor/ cablurilor seismice vor fi suficient de rezistente pentru a prelua încărcările seismice corespunzătoare.

Fig. 5 – Detalii constructive tije/ bare filetate și cabluri seismice

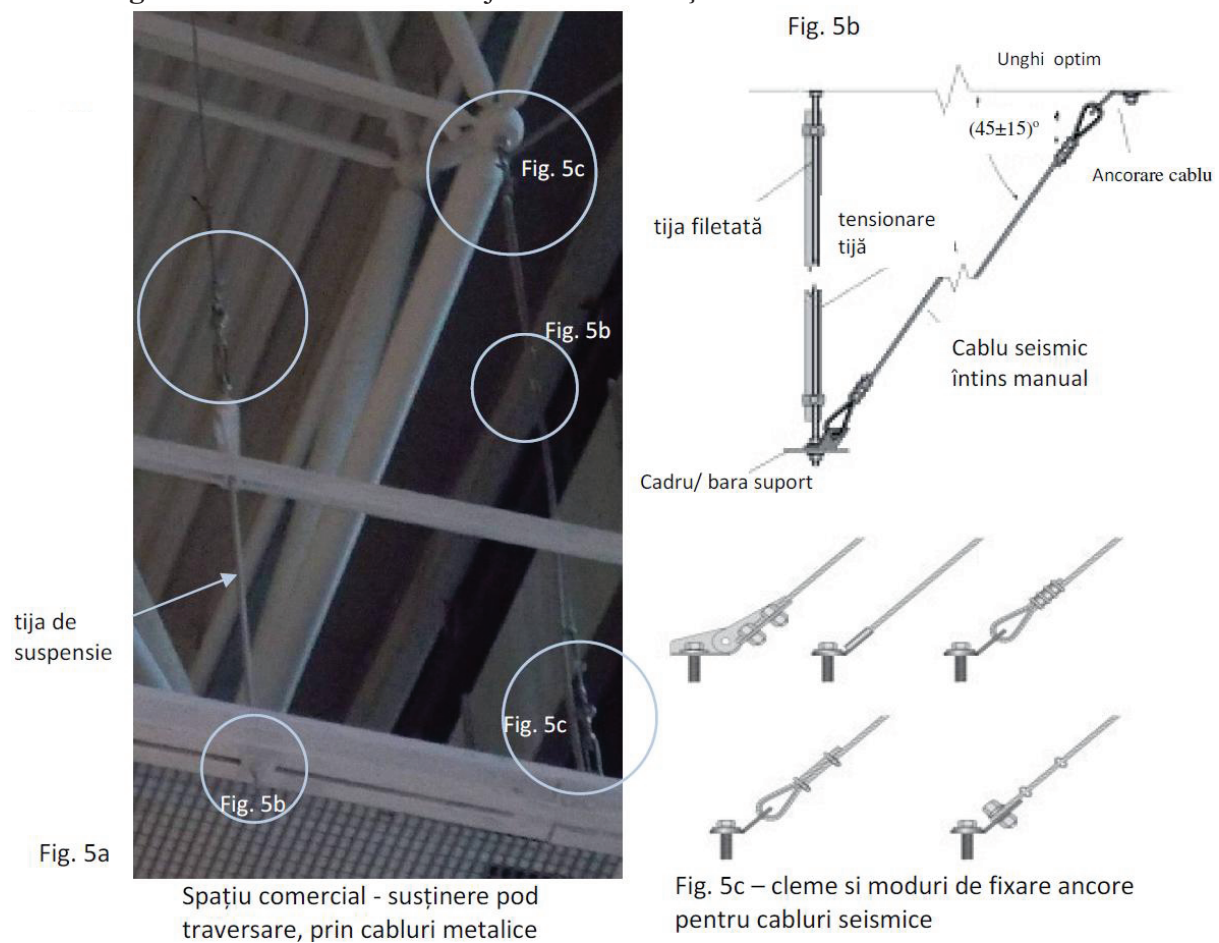


Fig. 6 – Corpuri iluminat exterior fixate rigid, ancorat de anvelopa clădirii



Fig. 7a – Iluminat decorativ

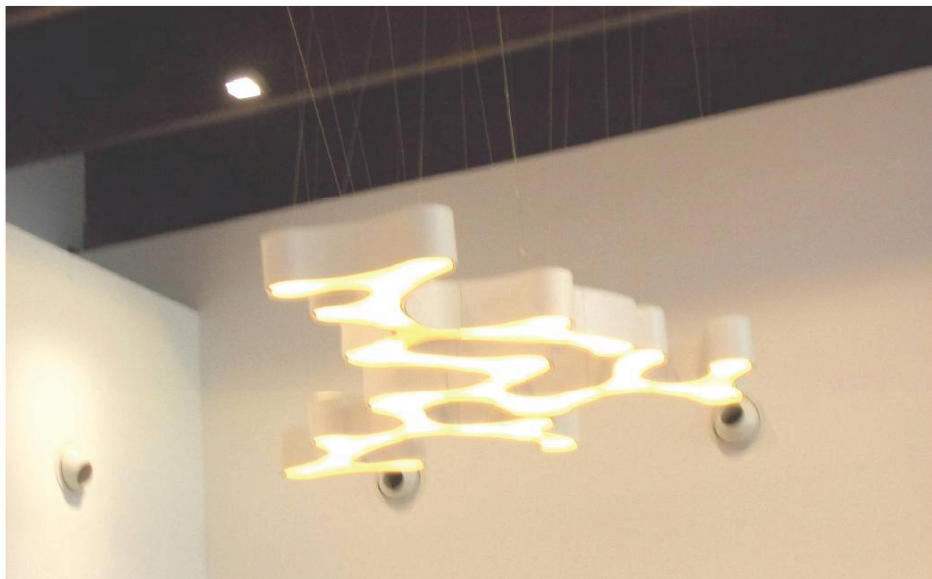


Fig. 7b – Montarea corpurilor decorative de iluminat (1) suspendat, ancorate prin cabluri seismice metalice, fixate la celălalt capăt de bare metalice – grinzi cu zăbrele - montate la plafon (7b₁). Bare metalice din profile rectangulare, asigură protecția distribuției circuitului de iluminat (7b₃); montarea corpurilor de iluminat de siguranță (7b₂) fixate rigid de grinzile structurale.



Fig. 8a, b – Detalii moduri de fixare a corpurilor decorative de iluminat, montate suspendat de plafon, pe lanț sau suport bară cu filet la capete, tije metalice sau cabluri seismice metalice

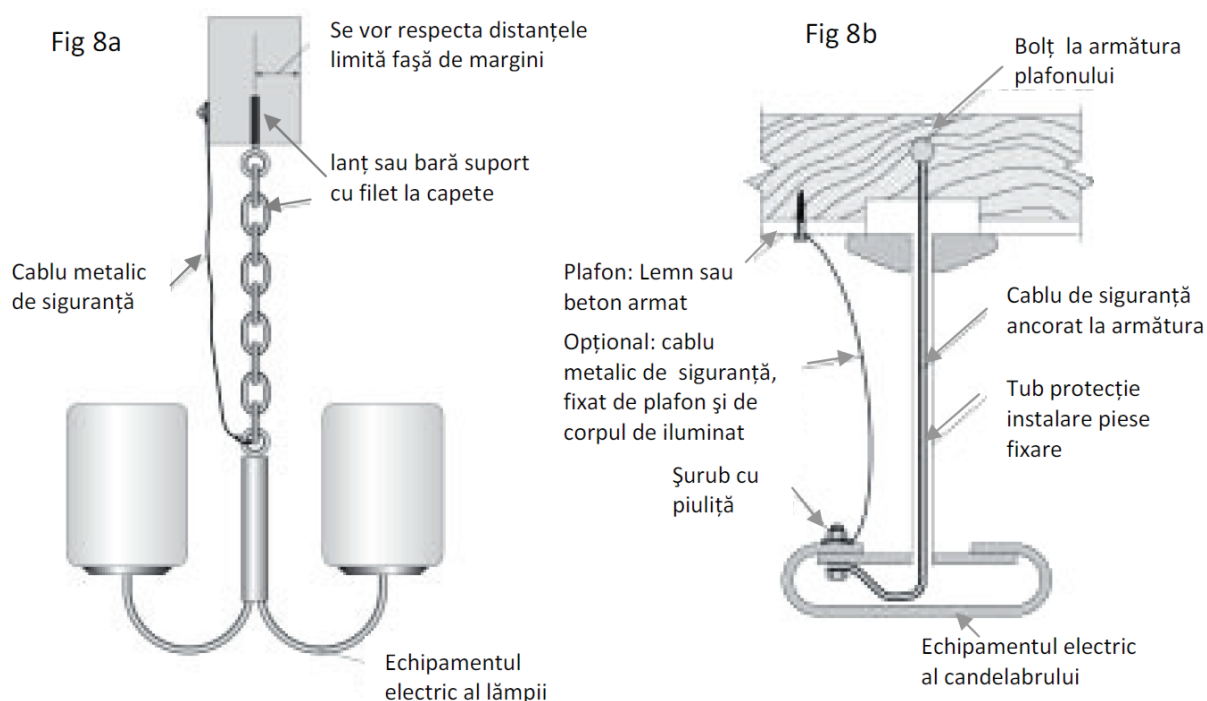


Fig. 8c – Schemă reprezentare mod fixare a corpuri decorative de iluminat – a se vedea fig. 7, montate suspendat de plafon, ancorate de structura clădirii prin cabluri seismice metalice

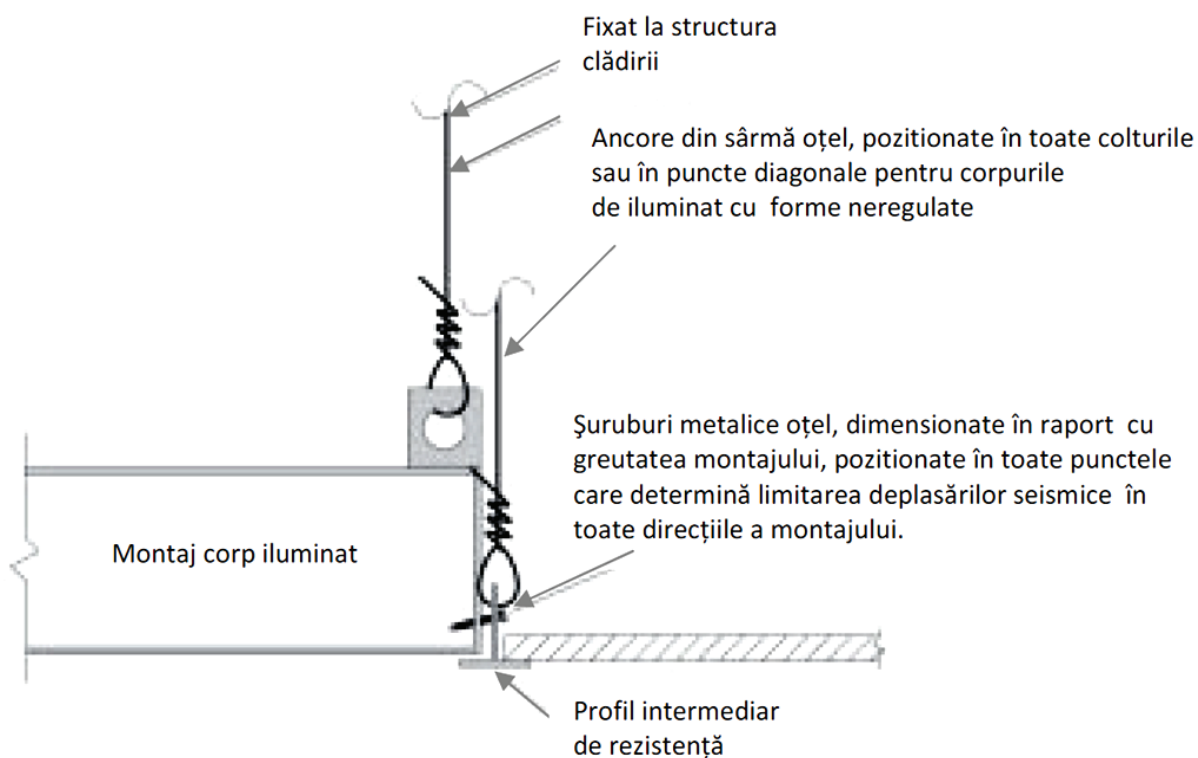
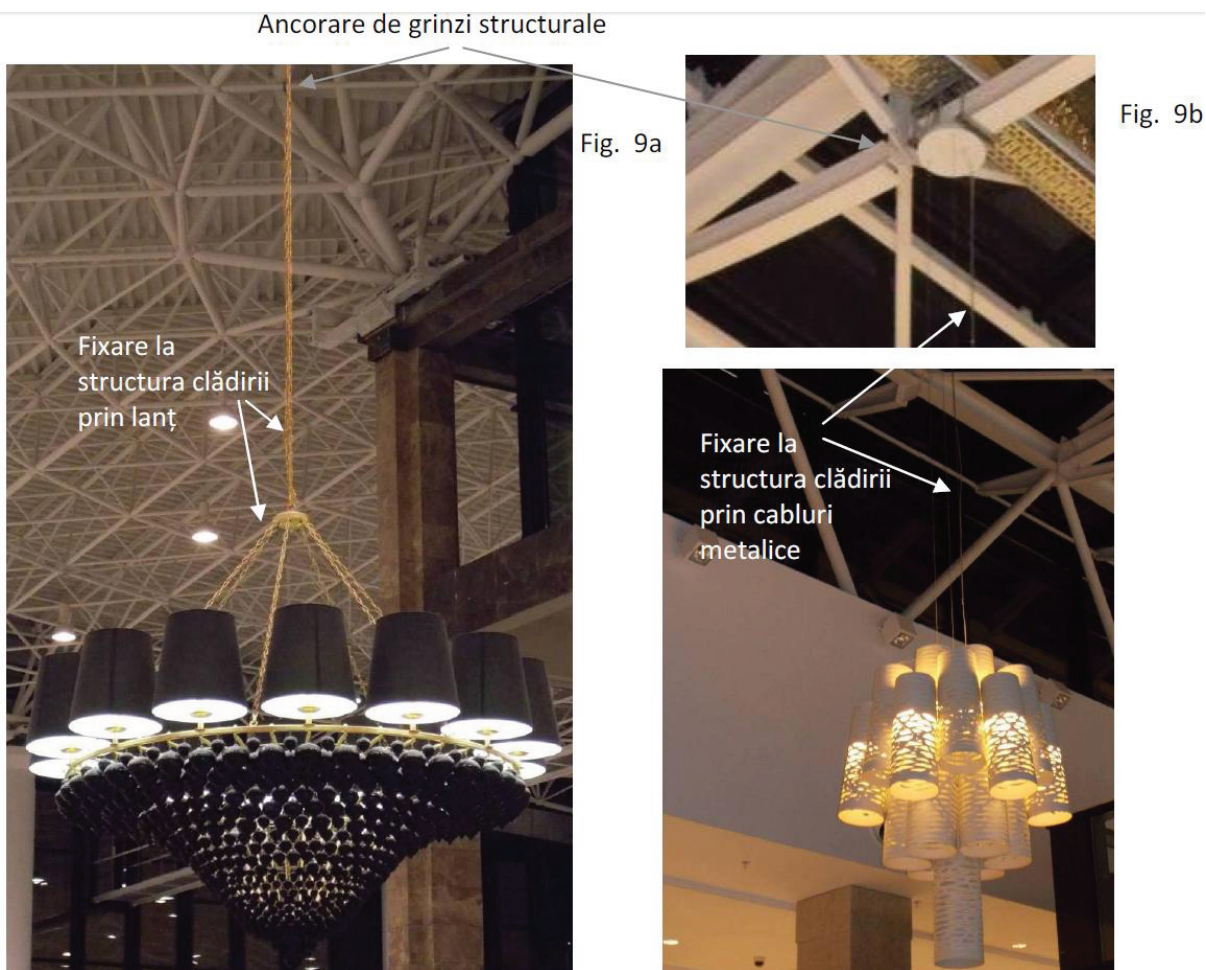


Fig. 9a, b – Montarea candelabrelor decorative de iluminat suspendat, ancorate prin lanț (9a) sau cabluri metalice (9b), fixate la plafon de structura clădirii: în exemplu bare metalice din profile rectangulare sau grinzi structurale cu zăbrele.



ANEXA IV.2 - GRUPAREA ELEMENTELOR COMPONENTE ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE PENTRU CLĂDIRI ÎN FUNCȚIE DE TIPUL ECHIPAMENTULUI

Tabelul de mai jos, conține, pentru categoriile de echipamente prezentate în conținutul reglementării, în Partea I și II, funcție de modul lor de instalare precizat de producător și de funcțiunea în instalație, *cel puțin unul dintre tipurile posibile de fixare*, inclusiv utilizarea *dispozitivelor seismice de ancorare sau pentru limitarea deplasărilor* (sisteme pentru amortizarea vibrațiilor, sisteme de suspendare prin cabluri, tije sau bare, suporturi și sisteme de fixare pe acoperiș/ terase, profiluri și cadre din oțel) recomandate pentru minimizarea distrugerilor în cazul unui cutremur.

Tip de echipament	Modul de instalare a echipamentului	Tip de fixare, rezemare pe suport
1	2	3
Înteruptoare automate - orice tip de unitate	Montate direct pe pardoseală	Rigidă
	Conectate prin profil metalic în unghi, montat la pardoseală	Rigidă, prin profil metalic în unghi
	Montat direct pe perete	Montat pe perete
	Montat pe perete prin profil metalic în unghi L, U, I	Montat pe perete, prin profile metalice în unghi
Panouri de control - orice tip de unitate	Montate direct pe pardoseală	Rigidă
	Conectate prin profil metalic în unghi, montat la pardoseală	Rigidă, prin profil metalic în unghi
	Supraînălțat pe pardoseală	pe pardoseală supraînălțat pe suport din profile metalice în unghi
	Montat direct pe perete	Fixat cu șuruburi și dibluri
	Montat pe perete prin profil metalic în unghi L, U, I	Fixat pe perete, prin profile metalice în unghi
	- Montat pe bare de rigidizare, pe poduri de cabluri sau alte sisteme de sprijin; - Montate îngropat în elemente despărțitoare sau nișe speciale - Conectate în bloc la alte echipamente – instalare precizată de producător	Cazuri speciale de panouri de control - ex. bară metalică din aluminiu, fixată incastrat la plafon și în pardoseală - a se urma și instrucțiunile producătorului
Echipamente de joasă tensiune: generatoare, subcentrale electrice, tablouri și dulapuri cu întreruptoare, aparate de măsură, disconectori, Unități de frecvență variabilă, UPS, transformatoare, cabinete cu baterii de condensator	Montat pe pardoseală, izolat de vibrații	Cu izolatori de vibrații
	- Montate direct pe structura terasei / acoperiș, după caz, cu sau fără izolatori de vibrații, pe suport metalic, din profile I, U, L sau rectangulare - Montate direct printr-un suport din lemn pentru acoperiș	Montaj pe terase prin: - suport metalic din profile, pentru terase / acoperiș - suport din lemn - suport seismic prefabricat
	Montat direct pe pardoseală sau suport de beton	Rigidă
	Conectat prin profil metalic în unghi, montat pe pardoseală	Rigidă, prin profil metalic în unghi
	Montat pe pardoseală, cu bare de protecție	Montat pe pardoseală
Notă: Se va asigura stabilitatea echipamentelor prin modul de fixare și ancorare de elemente de construcții (ex. transformatoare ale clădirii, bateria de condensatoare pentru compensarea factorului de putere prin stelaje sau suporturi adecvate sau pentru sursele neîntreruptibile UPS, dispozitivele de captare pentru protecția împotriva trăsnetului)		
Iluminat interior sau exterior		
- Corpuri de iluminat alimentate cu baterii - Iluminat de ieșire (exit light) - Iluminat de siguranță - Reflectoare - Iluminat de perete	Montate direct pe orice suprafață suport, urmând instrucțiunile pentru montaj echipament direct pe perete sau suport de beton	Montaj direct pe perete, prin șuruburi metalice autofiletante

- Iluminat industrial		
- Iluminat aparent de plafon - Candelabre sau echipamente de iluminat susținute de lanț - Iluminat decorativ	Montate pe suprafețe plane luminoase - instrucțiuni pentru montaj echipament direct pe perete sau suport de beton	montaj pe suprafețe orizontale ale structurii clădirii (plafoane sau pardoseli).
	Montate suspendat de structura clădirii a. suspendate cu lanț b. suspendate cu lanț și cabluri seismice	Cazuri speciale de iluminat: Candelabre/ pendentive de lumină, iluminat decorativ
	Montate în plafoane suspendate sau aparente	Cazuri speciale de iluminat: Fixate pe cadre sau suprafață suport, ancorate de plafon structural
Trasee de conductoare, Sisteme de cabluri și accesorii	Montate aparent pe suprafețe orizontale sau verticale susținute cu suporturi din profile metalice unghiulare L,U, I	susținute de la pardoseală, cu profile metalice sau sisteme de bare de protecție
	Montate suspendat de structură , cu tije și cabluri	susținute de perete
	Montate suspendat de structură, prin profil metalic rectangular și bare profilate	suspendate, susținute cu ajutorul unui profil special U (pod de cabluri) fixate cu legături, cu șurub de limitare a deplasării
	Treceri de conductoare/ sisteme de cabluri prin structura clădirii sau care traversează rosturile între clădiri tronsoane adiacente	trecerea prin rosturi seismice
Notă: Lungimea săpăturilor se va preciza în caietul de sarcini pentru execuție sau se va prelua din manualul producătorului. Se va evalua prin calcul funcție de greutatea proprie a cablurilor/ conductorilor.		

Fig. 1 – Detaliu trecere cablu prin rosturi seismice

