

Standarde, formule, tabele

	Pagina
Marcarea echipamentelor electrice	10-2
Măsuri de protecție	10-5
Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor	10-13
Echipamentul electric al mașinilor	10-21
Măsuri pentru reducerea riscurilor	10-26
Grade de protecție ale echipamentelor electrice	10-28
Categorii de utilizare pentru contactoare și demaroare motor	10-34
Categorii de utilizare pentru întrerupătoare-separatoare	10-38
Curenții nominali ai motoarelor	10-40
Conductoare	10-43
Formule	10-50
Sistemul internațional de unități	10-54

Standarde, formule, tabele

Marcarea echipamentelor electrice

Marcarea conform DIN EN 61346-2:2000-12 (IEC 61346-2:2000)

Moeller a decis aplicarea treptată a standardului menționat într-o perioadă de tranziție.

Față de marcarea uzitată până în prezent, funcția echipamentului electric se stabilește acum pe prima poziție din grupul de marcă. Pornind de la aceasta, rezultă mai multă libertate pentru alegerea literelor de codare.

Exemplu pentru o rezistență

- Limitator normal de curent: R
- Rezistență la încălzire: E
- Rezistență de măsurare: B

Suplimentar, au fost adoptate la Moeller măsuri specifice pentru implementarea standardului, care parțial deviază de la acesta.

- Marcarea bornelor **nu** este făcută pentru citirea de la dreapta.
- **Nu** este menționată o a doua literă de identificare pentru marcarea scopului utilizării echipamentului electric, de ex.: releul de timp K1T devine K1.
- Întrerupătoarele automate cu funcție principală de asigurare sunt marcate de acum înainte cu Q. Ele vor fi numerotate de la 1 la 10, începând din stânga sus.
- Contactoarele sunt recent marcate cu Q și numerotate de la 11 la nn. de ex.: K91M devine Q21.
- Contactoarele auxiliare rămân K și sunt numerotate de la 1 la n.

Marcarea se efectuează într-un loc adecvat, în imediata apropiere a simbolului electric. Marcarea reprezintă relația dintre echipamentul electric în cadrul instalației și diferitele documentații (scheme de conexiuni, liste de piese, planuri ale circuitului de curent, instrucțiuni). Pentru întreținerea ușoară, marcarea poate fi amplasată integral sau parțial pe sau în apropierea echipamentului electric.

O selecție de echipamente electrice cu compararea literelor vechi-noi alocate la Moeller → Tabel, pagina 10-3

Standarde, formule, tabele

Marcarea echipamentelor electrice

Literă de identificare veche	Exemplu de echipament electric	Literă de identificare nouă
B	Traductoare de măsură	T
C	Condensatoare	C
D	Dispozitive de memorare	C
E	Filtre electrice	V
F	Declanșatoare cu bimetal	F
F	Presostate	B
F	Siguranțe fuzibile (microsiguranțe, siguranțe HH, siguranțe de semnalizare)	F
G	Convertizoare de frecvență	T
G	Generatoare	G
G	Soft startere	Q
G	UPS-uri	G
H	Lămpi	E
H	Aparate de semnalizare optică și acustică	P
H	Lumini de semnalizare	P
K	Relee auxiliare	K
K	Contactoare de comandă	K
K	Contactoare statice	Q
K	Contactoare de forță	Q
K	Relevu de timp	K
L	Bobine de inductanță	R
M	Motor	M
N	Amplificatoare de separare, amplificatoare de conversie	T
P	Aparate de măsură	P

Standarde, formule, tabele

Marcarea echipamentelor electrice

Literă de identificare veche	Exemplu de echipament electric	Literă de identificare nouă
Q	Întreprupătoare-separatoare	Q
Q	Întreprupătoare automate pentru siguranță	Q
Q	Întreprupător pentru protecția motoarelor	Q
Q	Comutatoare stea-triunghi	Q
Q	Separatoare	Q
R	Rezistențe reglabile	R
R	Rezistență de măsură	B
R	Rezistență de încălzire	E
SS	Aparate de comandă	SS
SS	Buton	SS
SS	Întreprupător de poziție	B
SS	Comutator	SS
T	Transformatoare de tensiune	T
T	Transformator de curent	T
T	Transformatoare	T
U	Convertoare de frecvență	T
V	Diode	R
V	Redresoare	T
V	Tranzistoare	K
Z	Filtre CEM	K
Z	Dispozitive de ecranare și de suprimare a perturbațiilor radio	F

Standarde, formule, tabele

Măsuri de protecție

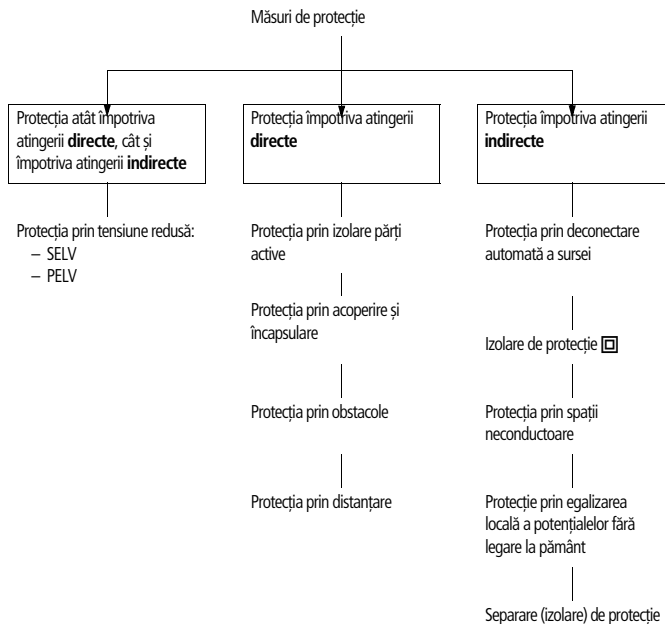
Protecția împotriva șocului electric conform IEC 364-4-41/VDE 0100 Partea 410

În continuare se prezintă diferența între protecția împotriva atingerii directe, protecția împotriva atingerii indirecte și protecția atât împotriva atingerii directe cât și împotriva atingerii indirecte.

- **Protecția împotriva atingerii directe**
Toate măsurile pentru protecția personalului și a

animalelor ce decurg din atingerea părților active ale echipamentelor electrice.

- **Protecția împotriva atingerii indirecte**
Protecția personalului și a animalelor împotriva pericolelor ce decurg din atingerea accidentală a părților conductoare accesibile ale echipamentelor.



Protecția se asigură prin a) echipamentul propriu-zis b) aplicarea măsurilor de protecție la instalare sau c) o combinație a situațiilor a) și b).

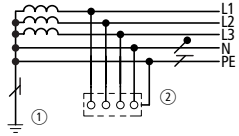
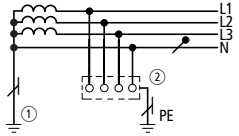
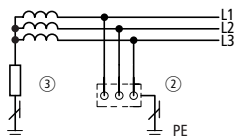
Standarde, formule, tabele

Măsurile de protecție

Măsurile de protecție împotriva atingerii indirecte cu deconectare și semnalizare

Condițiile de deconectare se stabilesc prin tipul existent de sistem de distribuție și prin elementul de protecție selectat.

Sisteme conform IEC 364-3/VDE 0100 Partea 310

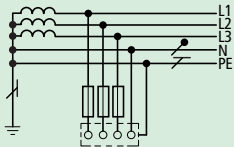
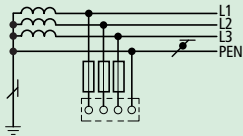
Sisteme conform schemei de legare la pământ	Semnificația simbolurilor
<p>Sistem TN</p> 	<p>T: legare directă la pământ a unui punct (împământarea sistemului) N: masele se leagă direct la punctul de alimentare legat la pământ (împământarea sistemului)</p>
<p>Sistem TT</p> 	<p>T: legare directă la pământ a unui punct (împământarea sistemului) T: Masele se leagă direct la pământ, independent de legarea la pământ a unui punct al alimentării (împământarea sistemului)</p>
<p>Sistem IT</p> 	<p>I: izolarea tuturor părților active față de pământ sau legarea la pământ printr-o impedanță T: Masele se leagă direct la pământ, independent de legarea la pământ a unui punct al alimentării (împământarea sistemului)</p>

- ① Împământarea sistemului
 ② Masă
 ③ Impedanță

Standarde, formule, tabele

Măsurile de protecție

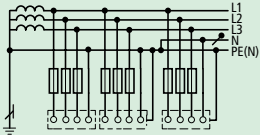
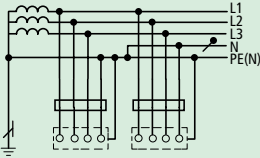
Dispozitive de protecție și condiții de deconectare conform IEC 364-4-1/VDE 0100 Partea 410

Tipul sistemului de distribuție	Sistem TN		
Protecție prin	Schema de principiu	Descriere	Condiția de deconectare
Dispozitiv de protecție la supracurent	<p>Sistem TN-S</p> <p>Conductor neutru și conductor de protecție separate pe întreaga rețea</p> 		$Z_s \times I_a \leq U_0$ Z_s = impedanța buclei de defect I_a = curentul care determină deconectarea în : <ul style="list-style-type: none"> • ≤ 5 s • $\leq 0,2$ s în circuite de până la 35A, cu prize și echipamente portabile care pot fi mișcate
Siguranțe fuzibile Întreprupătoare automate modulare Întreprupătoare automate	<p>Sistem TN-C</p> <p>Funcțiile conductorului de neutru și conductorului de protecție sunt combinate pe un singur conductor (PEN) pe întreaga rețea</p> 	Neutru	U_0 = tensiunea nominală față de conductorul legat la pământ

Standarde, formule, tabele

Măsurile de protecție

Dispozitive de protecție și condiții de deconectare conform IEC 364-4-1/VDE 0100 Partea 410

Tipul sistemului de distribuție	Sistem TN		
Protecție prin	Schema de principiu	Descriere	Condiția de deconectare
Dispozitiv de protecție la supracurent	<p>Dispozitive de protecție și condiții de deconectare conform IEC 364-4-1/VDE 0100 Partea 410</p> <p>Funcțiile de neutru și conductor de protecție sunt combinate pe un singur conductor (PEN) pe o zonă a rețelei</p> 		
<p>Dispozitiv de protecție la curent diferențial (de defect)</p>		Circuit de protecție la curent diferențial	$Z_s \times I_{\Delta n} \leq U_0$ $I_{\Delta n}$ = curent diferențial nominal U_0 = limita tensiunii de atingere admise*: (≤ 50 V c.a., ≤ 120 V c.c.)
Dispozitiv de protecție la tensiune diferențială de defect (caz special)			
Dispozitiv de supraveghere a izolației			

* → Tabel, pagina 10-12

Standarde, formule, tabele

Măsurile de protecție

Dispozitive de protecție și condiții de deconectare conform IEC 364-4-1/VDE 0100 Partea 410

Tipul sistemului de distribuție	Sistem TT		
Protecție prin	Schema de principiu	Descriere	Condiții de semnalizare/deconectare
Dispozitiv de protecție la supracurent Siguranțe fuzibile Înterupătoare automate modulare Înterupătoare automate		Împământare de protecție	$R_A \times I_a \leq U_L$ R_A = rezistența de punere la pământ a corpului I_a = curentul care determină deconectarea automată ≤ 5 s U_L = limita tensiunii de atingere admise*: (≤ 50 V c.a., ≤ 120 V c.c.)
Dispozitiv de protecție la curent diferențial (de defect)		Circuit de protecție la curent diferențial	$R_A \times I_{\Delta n} \leq U_L$ $I_{\Delta n}$ = curent diferențial nominal
Dispozitiv de protecție la tensiune diferențială de defect (caz special)		Circuit de protecție la tensiune diferențială (de defect)	R_A : max. 200 Ω

* → Tabel, pagina 10-12

Standarde, formule, tabele

Măsurile de protecție

Dispozitive de protecție și condiții de deconectare conform IEC 364-4-1/VDE 0100 Partea 410

Tipul sistemului de distribuție	Sistem TT		
Protecție prin	Schema de principiu	Descriere	Condiții de semnalizare/deconectare
Dispozitiv de supraveghere a izolației	—		
Dispozitiv de protecție la supracurent		Legare la împământare multiplă de protecție	$R_A \times I_d \leq U_L$ (1) $Z_S \times I_a \leq U_0$ (2) R_A = rezistența de punere la pământ a tuturor părților active ale corpului I_d = curent diferențial, în cazul primului defect, cu impedanța neglijabilă între un conductor de fază și conductorul de protecție sau o masă conectată la acesta U_L = limita tensiunii de atingere admise*: ≤ 50 V c.c., ≤ 120 V c.a.

10

* → Tabel, pagina 10-12

Standarde, formule, tabele

Măsurile de protecție

Dispozitive de protecție și condiții de deconectare conform IEC 364-4-1/VDE 0100 Partea 410

Tipul sistemului de distribuție	Sistem IT		
Protecție prin	Schema de principiu	Descriere	Condiții de semnalizare/deconectare
Dispozitiv de protecție la curent diferențial (de defect)		Circuit de protecție la curent diferențial	$R_A \times I_{\Delta n} \leq U_L$ $I_{\Delta n}$ = curent diferențial nominal
Dispozitiv de protecție la tensiune diferențială de defect (caz special)		Circuit de protecție la tensiune diferențială (de defect)	R_A : max. 200 Ω
Dispozitiv de supraveghere a izolației	<p>① Egalizare suplimentară a potențialelor</p>	Sistem de protecție a conductoarelor or	$R \times I_a \leq U_L$ R = rezistența între corpuri și părți conductoare exterioare care pot fi atinse simultan

10

* → Tabel, pagina 10-12

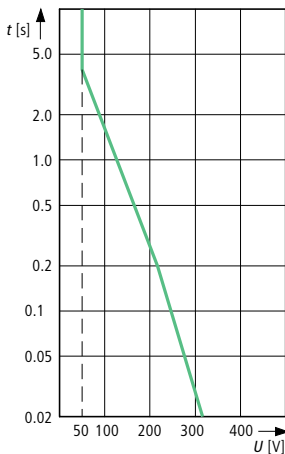
Standarde, formule, tabele

Măsurile de protecție

Dispozitivul de protecție trebuie să deconecteze automat partea defectă a instalației. În niciun punct al instalației nu trebuie să apară o tensiune de atingere cu o durată de acționare mai mare

decât valorile din tabelul de mai jos. Valoarea limită acceptată internațional pentru tensiunea de atingere la o durată maximă de deconectare de 5s este de 50 V c.a. respectiv de 120 V c.c.

Durata de acționare maxim admisă în funcție de tensiunea de atingere conform IEC 364-4-41



Tensiunea de atingere prezumată		Durata de acționare maxim admisă
C.a. eff [V]	C.C. eff [V]	[s]
< 50	< 120	•
50	120	5,0
75	140	1,0
90	160	0,5
110	175	0,2
150	200	0,1
220	250	0,05
280	310	0,03

Standarde, formule, tabele

Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor

Cablurile și conductoarele trebuie protejate prin dispozitive de protecție la supracurent împotriva încălzirii excesive care poate apărea datorită

suprasarcinilor în funcționare sau în cazul scurtcircuitelor.

Protecția la suprasarcină

Protecția la suprasarcină constă în prevederea unor dispozitive care întrepun curenții de suprasarcină din circuite înaintea producerii unor încălziri care pot determina deteriorarea izolației conductoarelor, a bornelor și conexiunilor sau a zonelor adiacente.

Pentru protecția la suprasarcină a conductoarelor trebuie îndeplinite următoarele condiții (conform: DIN VDE 0100-430)

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

I_B curentul de lucru prezumat al circuitului

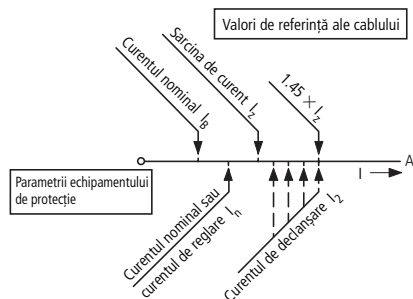
I_Z capacitatea de încărcare a cablului sau conductorului

I_n curentul nominal al dispozitivului de protecție

Notă:

La dispozitivele de protecție reglabile, în corespunde valorii reglate.

I_2 curentul care determină declanșarea dispozitivului de protecție în condițiile specificate în instrucțiunile echipamentului (curent mare de încercare).



Disponerea dispozitivelor de protecție la suprasarcină

Dispozitivele de protecție la suprasarcină trebuie montate la începutul fiecărui circuit și în toate punctele în care capacitatea de încărcare se reduce, dacă nu există un dispozitiv de protecție în amonte care să le asigure protecția.

Standarde, formule, tabele

Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor

Notă:

Cauze pentru reducerea capacității de încărcare pot fi:

Reducerea secțiunii conductoarelor, o altă metodă de instalare a acestora, diferențe de izolație, alt număr de conductoare.

Dispozitivele de protecție la suprasarcină nu se montează dacă întreruperea circuitului poate prezenta un pericol. În acest caz circuitele trebuie

astfel proiectate încât să nu dăuneze apariția curenților de suprasarcină.

Exemple:

- Circuite de excitație pentru mașini rotative
- Circuite de alimentare pentru electromagneți
- Circuite secundare ale transformatoarelor de curent
- Circuitie de siguranță, care servesc siguranței.

Protecția la scurtcircuit

Protecția la scurtcircuit constă în prevederea unor dispozitive de protecție care întrerup curenții de scurtcircuit din conductoare înainte de producerea unei creșteri a temperaturii care conduce la deteriorarea izolației conductoarelor, a bornelor și conexiunilor sau a zonelor adiacente.

În general timpul admis de deconectare t pentru scurtcircuite până la 5 s poate fi determinat aproximativ cu formula următoare:

$$t = \left(k \times \frac{S}{I}\right)^2 \text{ sau } I^2 \times t = k^2 \times S^2$$

În care semnificația simbolurilor este:

t : timpul de deconectare admis la scurtcircuit în s

S : secțiunea conductoarelor în mm²

I : curentul de scurtcircuit, în A

k : constantă având valorile

- 115 pentru conductoare din cupru izolate cu PVC
- 74 pentru conductoare din aluminiu izolate cu PVC
- 135 pentru conductoare din cupru izolate cu cauciuc
- 87 pentru conductoare din aluminiu izolate cu cauciuc
- 115 pentru conductoare din cupru cositorite

Pentru timpii de deconectare foarte mici ($< 0,1$ s) produsul $k^2 \times S^2$ din ecuație trebuie să fie mai mare decât valoarea $I^2 \times t$ a dispozitivului de protecție, dată de producător.

Notă:

Această condiție este îndeplinită dacă există o siguranță fuzibilă de până la 63 A, iar secțiunea cea mai mică a cablului de protejat este de min. 1,5 mm² Cu.

Disponerea dispozitivelor de protecție la scurtcircuit

Dispozitivele de protecție la scurtcircuit trebuie montate la începutul fiecărui circuit și în toate punctele unde capacitatea de încărcare la scurtcircuit se reduce, dacă nu există în amonte un dispozitiv care să le asigure protecția.

Standarde, formule, tabele

Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor

Notă:

Cauze pentru reducerea capacității de încărcare la scurtcircuit pot fi: Reducerea secțiunii conductoarelor, diferențe de izolație.

Dispozitivele de protecție la scurtcircuit nu se montează în situațiile în care întreruperea circuitului poate prezenta un pericol.

Protecția conductoarelor de fază și a conductorului neutru (conductor mediu)

Protecția conductoarelor de fază

Dispozitivele de protecție la suprasarcină se prevăd pentru toate conductoarele de fază: ele trebuie să deconecteze conductorul în care apare un supracurent, dar nu în mod obligatoriu și celelalte faze active.

Notă:

Dacă întreruperea unei singure faze poate conduce la pericole, de exemplu la motoare asincrone trifazate, trebuie luate măsuri corespunzătoare. Întrerupătoarele pentru protecția motoarelor și întrerupătoarele automate deconectează de obicei tripolar.

Protecția conductorului neutru în

1. Instalațiile cu steaua legată direct la pământ (sisteme TN sau TT)

Dacă secțiunea conductorului neutru este mai mică decât cea a conductoarelor de fază se va prevedea un dispozitiv de supraveghere a supracurentului adaptat acestuia; acest dispozitiv trebuie să determine deconectarea conductoarelor de fază, dar nu neapărat pe cea a conductorului neutru.

Un dispozitiv de supraveghere a supracurentului pe conductorul neutru nu este necesar în următoarele situații:

- conductorul neutru este protejat la scurtcircuit prin dispozitivul de protecție al conductoarelor de fază, și
- curentul maxim care poate parcurge conductorul neutru în funcționare normală este mult mai mic decât valoarea capacității de încărcare a conductorului.

Notă:

Această a doua condiție este îndeplinită când puterea consumatorilor este repartizată relativ uniform pe faze, de exemplu când suma puterilor consumatorilor conectați între faze și neutru (nul), cum ar fi corpuri de iluminat și prize, este mult mai mică, comparativ cu puterea transmisă prin circuit. Secțiunea conductorului neutru nu trebuie să fie mai mică decât valorile prezentate în tabelul din pagina următoare.

2. Instalații cu steaua nelegată direct la pământ (sisteme IT)

Dacă schema prevede conductor neutru distribuit la toți consumatorii, trebuie prevăzut un dispozitiv de supraveghere la supracurent a neutrului pe fiecare circuit care va deconecta toate conductoarele active ale circuitului afectat (inclusiv conductorul neutru).

Se poate renunța la această supraveghere dacă conductorul neutru este protejat la scurtcircuit printr-un dispozitiv montat în amonte, de exemplu pe alimentarea instalației.

Deconectarea conductorului neutru

Dacă este specificată deconectarea conductorului neutru, dispozitivul de protecție trebuie astfel proiectat ca în niciun caz să nu se deconecteze conductorul neutru înainte de conductoarele de fază și nici să îl reconecteze după reconectarea acestora. Aceste condiții sunt îndeplinite de întrerupătoarele tetrapolare NZM.

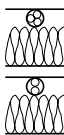


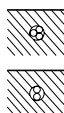
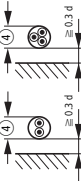
Standarde, formule, tabele

Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor

Capacitatea de încărcare și protecția cablurilor și a conductoarelor cu izolație de PVC conform DIN VDE 0298-4, la 25 °C temperatura mediului ambiant

 NY, NYCW, NYKY, NYM, NYMZ,
 NYMT, NYBUY, NYHRUZY

 NYM, NYBUY, NYHRUZY, NYIF,
 H07V-U, H07V-R, H07V-K, NYIF

Modul de amplasare	A1	B1	B2	C	E
	în pereți izolanți, în conducte de instalare	în canale sau conducte de instalare	pe sau sub perete, sub tencuială	dispunere directă în perete	libere, în aer
					
	cablu cu (un) conductor	cabluri cu mai multe conductoare	cablu cu mai multe conductoare, în conducte de instalare, pe perete	cablu cu mai multe conductoare	
Număr de	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3
	Capacitatea de încărcare I_n în A la temperatura mediului ambiant 25 °C și la und 70 °C temperatura de funcționare. Pentru alegerea dispozitivelor de protecție la supracurent sunt valabile condițiile $I_b \leq I_n \leq I_z$ și $I_2 \leq 1,45 I_n$. Pentru dispozitivele de protecție cu curent de declanșare $I_a \leq I_n$ este valabilă doar condiția:	$I_b \leq I_n \leq I_z$ $I_n \leq \frac{1,45}{X} \cdot I_n ; I_n ; = \frac{I_z}{I_n}$			

Standarde, formule, tabele

Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor

Continuare

Modul de amplasare	B1			B2			C			E		
	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
Număr de conductoare	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
Secțiunea conductorului din cupru în mm ²	I_n	I_n	I_n	I_n	I_n	I_n	I_n	I_n	I_n	I_n	I_n	
	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	I_z	
1,5	16,5	16	14	13	18,5	16	16,5	16	15	13	21	
2,5	21	20	19	16	25	20	22	20	20	20	28	
4	28	25	25	25	34	32	30	25	28	25	37	
6	36	35	33	32	43	40	38	35	35	35	49	
10	49	40	45	40	60	50	53	50	50	50	67	
16	65	63	59	50	81	80	72	63	65	63	90	
25	85	80	77	63	107	100	94	80	82	80	119	
35	105	100	94	80	133	125	118	100	101	100	146	
50	126	125	114	100	160	160	142	125	-	-	-	
70	160	160	144	125	204	200	181	160	-	-	-	
95	193	160	174	160	246	200	219	200	-	-	-	
120	223	200	199	160	285	250	253	250	-	-	-	

Pentru dispozitivele de protecție la supracurent al căror curent nominal I_n nu corespunde cu valorile din tabel, se alege valoarea nominală imediat inferioară.

Standarde, formule, tabele

Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor

Secțiuni minime pentru conductoare de protecție conform DIN VDE 0100-510 (1987-06, t), DIN VDE 0100-540 (1991-11)

Conductor de fază		Conductor de protecție sau conductor PEN ¹⁾		Conductor de protecție ³⁾ dispus separat		
		Conductoare izolate de putere	Cablu 0,6/1-kV cu 4	protejat		neprotejat ²⁾
mm ²		mm ²	mm ²	mm ² Cu	Al	mm ² Cu
Pân ă la	0,5	0,5	–	2,5	4	4
	0,75	0,75	–	2,5	4	4
	1	1	–	2,5	4	4
	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4
	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4
	4	4	4	4	4	4
	6	6	6	6	6	6
	10	10	10	10	10	10
	16	16	16	16	16	16
	25	16	16	16	16	16
	35	16	16	16	16	16
	50	25	25	25	25	25
	70	35	35	35	35	35
	95	50	50	50	50	50
	120	70	70	70	70	70
	150	70	70	70	70	70
	185	95	95	95	95	95
240	–	120	120	120	120	
300	–	150	150	150	150	
400	–	185	185	185	185	

¹⁾ conductor PEN ≥ 10 mm² din cupru sau 18 mm² din aluminiu.

²⁾ nu este admisă dispunerea conductoarelor din aluminiu neprotejată.

³⁾ de la o secțiune a conductoarelor de fază ≥ 95 mm² se recomandă utilizarea conductoarelor neizolate (blanc)

Standarde, formule, tabele

Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor

Coefficienți de corecție

Pentru temperaturi ale mediului ambiant altele decât 30 °C; se aplică pentru capacitatea de

încărcare a conductoarelor sau cablurilor montate libere în aer conform VDE 0298 Partea 4.

Material izolan ¹⁾	NR/SR	PVC	EPR
Temperatura de funcționare admisă	60 °C	70 °C	80 °C
Temperatura mediului ambiant °C	Coefficienți de corecție		
10	1,29	1,22	1,18
15	1,22	1,17	1,14
20	1,15	1,12	1,10
25	1,08	1,06	1,05
30	1,00	1,00	1,00
35	0,91	0,94	0,95
40	0,82	0,87	0,89
45	0,71	0,79	0,84
50	0,58	0,71	0,77
55	0,41	0,61	0,71
60	–	0,50	0,63
65	–	–	0,55
70	–	–	0,45

1) pentru temperaturi ale mediului mai ridicate, conform datelor producătorului

Standarde, formule, tabele**Protecția la supracurent a cablurilor și a conductoarelor****Coefficienți de corecție conform VDE 0298 Partea 4**

Gruparea mai multor circuite

Disponerea	Numărul de circuite								
	1	2	3	4	6	9	12	15 16	20
1 înmănuchiata sau încapsulată	1,00	0,80	0,70	0,70 0,65	0,55 0,57	0,50	0,45	0,40 0,41	0,40 0,38
2 montate pe pereți sau pe podea	1,00	0,85	0,80 0,79	0,75	0,70 0,72	0,70	–	–	–
3 montate pe tavane	0,95	0,80 0,81	0,70 0,72	0,70 0,68	0,65 0,64	0,60 0,61	–	–	–
4 montate în canale de cabluri orizontale sau verticale	1,00	0,97 0,90	0,87 0,80	0,77 0,75	0,73 0,75	0,72 0,70	–	–	–
5 montate pe pricriuri sau console	1,00	0,84 0,85	0,83 0,80	0,81 0,80	0,79 0,80	0,78 0,80	–	–	–

Standarde, formule, tabele

Echipamentul electric al mașinilor

Aplicarea IEC/EN 60204-1 (VDE 0113 Partea 1)

Acest standard obligatoriu se aplică pentru echiparea electrică a mașinilor atât timp cât nu există un standard de produs (tip C) pentru tipul de mașină ce trebuie echipat.

Sub antetul „Siguranța mașinilor” sunt prezentate cerințele de siguranță pentru asigurarea protecției personalului, a mașinilor și a materialelor în sensul Directivei europene privind mașinile. Gradul posibil de periclitare este estimat printr-o clasificare a riscului (EN 1050). Standardul conține de asemenea cerințe pentru echipament privind proiectarea și construcția, precum și testarea pentru asigurarea măsurilor de protecție și a funcționării fără defecte.

Paragrafele următoare reprezintă un extras din acest standard.

Dispozitiv de separare față de rețea (înteruptor principal)

Fiecare mașină trebuie echipată cu un înteruptor principal operat manual denumit dispozitiv de separare de rețea. Prin acest dispozitiv trebuie să se separe întreaga instalație a mașinii față de rețea. Capacitatea de rupere

trebuie să fie suficientă, pentru a deconecta curentul celui mai mare motor de pe mașină în

regim cu rotor cald și suma curenților tuturor celorlalți consumatori în regim normal de funcționare.

În poziția deconectat trebuie să fie blocabil.

Indicarea poziției deconectat se va face numai după atingerea distanțelor de separare în aer și de conturare necesare la toate contactele.

Dispozitivul de separare trebuie să aibă numai o poziție ON și o poziție OFF, cu opritoarele respective. Nu se admit ca dispozitiv de separare comutatoarele stea-triunghi, comutatoarele inversoare sau comutatoarele de număr de poli.

Poziția declanșat a înteruptoarelor automate nu se consideră poziție de comutare, de aceea nu se limitează utilizarea lor ca dispozitive de separare față de rețea.

Pentru situația cu mai multe alimentări fiecare trebuie prevăzută cu echipament de separare față de rețea. Se vor prevedea interblocări reciproce, dacă poate rezulta un pericol prin deconectare doar a unui singur echipament de separare. Pentru comanda de la distanță se pot utiliza numai înteruptoare automate. Ele trebuie prevăzute cu o manetă suplimentară și să poată fi blocate pe poziția deconectat.

Protecția împotriva șocului electric

Pentru protecția personalului împotriva șocului electric se iau următoarele măsuri:

Protecție împotriva atingerii directe

Prin aceasta se înțelege protecția în incinte închise care pot fi accesate numai de personal calificat utilizând o cheie sau instrumente speciale.

Personalul operativ nu este obligat să deconecteze echipamentul de separare înainte de deschiderea incintei. În schimb părțile active trebuie să fie

protejate împotriva atingerii directe conform DIN EN 50274 sau VDE 0660 Partea 514.

Dacă dispozitivul de separare față de rețea este interblocat cu ușa se elimină limitările din paragraful anterior, deoarece ușa se poate deschide numai cu echipamentul de separare deconectat. Interblocarea poate fi anulată de un electrician cu ajutorul unei scule, de exemplu pentru identificarea unui defect. Pentru cazul că

Standarde, formule, tabele

Echipamentul electric al mașinilor

interblocarea este anulată trebuie încă să fie posibilă deconectarea dispozitivului de separare.

Dacă incinta se poate deschide fără utilizarea unei chei sau fără deconectarea echipamentului de separare, atunci toate părțile active trebuie să corespundă gradului de protecție IP 2X sau IP 2XB conform IEC/EN 60529.

Protecția împotriva atingerii indirecte

Aceasta presupune evitarea atingerii unei tensiuni periculoase care apare datorită unui defect de izolație. Pentru realizarea acestei cerințe este necesară îndeplinirea măsurilor de protecție conform IEC 60364 sau VDE 0100. O altă măsură o constituie aplicația izolației de protecție (clasa de protecție II) conform IEC/EN 60439-1 sau VDE 0660 Partea 500.

Protecția echipamentului

Protecția la căderea tensiunii

La revenirea tensiunii după o cădere a rețelei mașinile sau părți ale acestora nu trebuie să pornească singure, dacă acest lucru ar conduce la stări periculoase sau la producerea de pagube.

Comanda prin contactoare rezolvă simplu această cerință prin utilizarea automenținerii.

La circuitele de comandă prin contact permanent această sarcină poate fi preluată de un contact auxiliar suplimentar de tip impuls integrat în circuitul de comandă. De asemenea, dispozitivele de separare și întrerupătoarele pentru protecția motoarelor adaptate cu declanșatoarele de tensiune minimă, elimină posibilitatea autopornirii la revenirea tensiunii.

Protecția la supracurent

Pentru conductoarele de ieșire ale rețelei nu sunt necesare, în mod normal, dispozitive de protecție la supracurent. Protecția la supracurent este realizată de dispozitivul de protecție de la plecarea din sursa de alimentare. Toate celelalte circuite trebuie protejate prin siguranțe fuzibile sau întrerupătoare automate.

Pentru siguranțele de pe alimentare, există cerința de a le schimba pe toate, chiar dacă numai una trebuie înlocuită. Această problemă este evitată prin montarea de întrerupătoare automate, care prezintă și avantajele deconectării pe toți polii,

capacitatea rapidă de reconectare și evitarea funcționării monofazate.

Protecția la suprasarcină a motoarelor

Motoarele de putere mai mare de 0,5 kW cu funcționare continuă trebuie protejate la suprasarcină. Această protecție este recomandată și pentru celelalte motoare. Motoarele care funcționează în regim de porniri și frânări dese sunt dificil de protejat și necesită adesea un dispozitiv special de protecție. Pentru motoarele cu răcire deficitară se recomandă senzori termici integrați constructiv în motor. De asemenea, se recomandă montarea releelor de protecție a motoarelor cu bimetal, ca protecție la blocarea rotorului.

Standarde, formule, tabele

Echipamentul electric al mașinilor

Funcții de comandă în caz de defect

Defectele echipamentului electric nu trebuie să conducă la stări periculoase sau la pagube. Măsurile corespunzătoare trebuie luate pentru prevenirea apariției situațiilor periculoase. Investiția pentru realizarea măsurilor corespunzătoare poate fi și mai costisitoare. Pentru a putea aprecia corect amploarea riscului în raport cu aplicația respectivă a fost publicat standardul EN ISO 13849-1 „Siguranța mașinilor, părțile de siguranță ale sistemelor de comandă, Partea 1: Măsurile de siguranță pentru mașini și echipamente”.

Aplicarea aprecierii riscului conform EN ISO 13849-1 este tratată cu manualul Moeller „Măsurile de siguranță pentru mașini și echipamente” (nr. comandă TB 0-009).

Dispozitive de OPRIRE DE URGENȚĂ

Fiecare mașină care poate genera un pericol trebuie să fie prevăzută cu un dispozitiv de OPRIRE DE URGENȚĂ. Această oprire poate fi realizată pe partea de forță de un întrerupător de OPRIRE DE URGENȚĂ, iar de pe partea de comandă de un aparat de comandă pentru OPRIRE DE URGENȚĂ.

La acționarea dispozitivului de OPRIRE DE URGENȚĂ trebuie deconectați, prin deenergizare de pe un alt circuit sau cu un alt aparat, toți consumatorii care pot genera nemijlocit un pericol. Deconectarea se poate face prin mijloace electromecanice cum ar fi contactoare, contactoare de comandă sau prin declanșatorul de tensiune minimă al echipamentului de separare.

Aparatele de comandă pentru OPRIREA DE URGENȚĂ cu acționare manuală trebuie prevăzute cu un buton tip "ciupercă". Contactele trebuie să fie cu manevră pozitivă. După acționarea dispozitivului de comandă pentru OPRIRE DE URGENȚĂ mașina nu trebuie să repornească decât după rearmare locală. Rearmarea singură nu poate valida repornirea.

Întrerupătoarele și dispozitivele pentru OPRIRE DE URGENȚĂ trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- Maneta de acționare trebuie să fie roșie pe fond galben.
- Dispozitivele de OPRIRE DE URGENȚĂ trebuie să fie ușor și rapid accesibile în situații de pericol.
- OPRIREA DE URGENȚĂ trebuie să aibă prioritate în raport cu toate celelalte funcții și acțiuni.
- Capacitatea de funcționare trebuie să poată fi determinată prin teste, mai ales pentru condiții dificile de mediu.
- La separarea în mai multe zone de OPRIRE DE URGENȚĂ, arondarea fiecărui aparat trebuie să fie clară.

Manevre în caz de avarie

Denumirea de OPRIRE DE URGENȚĂ este semnificativă și va fi folosită în continuare ca expresie generală.

Care funcții se vor executa nu rezultă din noțiunea de OPRIRE DE URGENȚĂ. Pentru o formulare mai precisă în cadrul IEC/EN 60204-1 sub titulatura „Manevre în caz de avarie” sunt descrise două funcții individuale:

1. Oprirea în caz de avarie

Se referă la posibilitatea de a opri cât mai repede posibil mișcările generatoare de pericol.

2. Deconectarea în caz de avarie

Dacă există pericolul producerii unui șoc electric prin atingere directă, de exemplu cu părțile active în incintele echipamentelor electrice, atunci se prevede un aparat pentru deconectare în caz de avarie.

Standarde, formule, tabele

Echipamentul electric al mașinilor

Culori caracteristice pentru butoane și semnificația lor

conform IEC/EN 60073 (VDE 0199), IEC/EN 60204-1 (VDE 0113 Partea 1)

Culoare	Semnificație	Aplicații tipice
ROȘU	Avarie	<ul style="list-style-type: none"> • OPRIRE DE URGENȚĂ • Combaterea incendiilor
GALBEN	Anormal	Intervenție pentru a elimina condițiile anormale sau a evita modificări nedorite
VERDE	Normal	Start din condiție sigură
ALBASTRU	Acțiune forțată	Funcție de resetare
ALB	Nu au atribuită o semnificație specială	<ul style="list-style-type: none"> • Start/ON (preferat) • Stopp/OFF
GRI		<ul style="list-style-type: none"> • Start/ON • Stopp/OFF
NEGRU		<ul style="list-style-type: none"> • Start/ON • Stopp/OFF (preferat)

Standarde, formule, tabele

Echipamentul electric al mașinilor

Culori caracteristice pentru indicatoare luminoase și semnificația lor

conform IEC/EN 60073 (VDE 0199), IEC/EN 60204-1 (VDE 0113 Partea 1)

Culoare	Semnificație	Explicație	Aplicații tipice
ROȘU	Avarie	Atenționare asupra unui pericol posibil sau a unei stări ce impune o intervenție imediată	<ul style="list-style-type: none"> • Scăderea presiunii în sistemul de ungere • Temperatura în afara limitelor (sigure) date • Echipamente importante oprite prin acțiunea unui dispozitiv de protecție
GALBEN	Anormal	Stare critică preexistentă	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura (sau presiunea) diferite de valorile normale • Suprasarcină a cărei durată este admisibilă • Resetare
VERDE	Normal	Indicarea condițiilor de funcționare sigură sau validarea continuării funcționării	<ul style="list-style-type: none"> • Lichid de răcire circulant • Comanda automată a cazanului pornită • Mașina pregătită de pornire
ALBASTRU	Acțiune forțată	Acționare necesară prin operator	<ul style="list-style-type: none"> • Înlăturare obstacol • Comutare pe avans
ALB	Neutrală	Orice semnificație: se poate utiliza când nu este clar ce culoare ar fi potrivită (roșu, galben sau verde); sau pentru confirmare	<ul style="list-style-type: none"> • Motor în mers • Indicarea regimurilor de lucru

10

Culori caracteristice pentru butoane luminoase și semnificația lor

Pentru butoane luminoase sunt valabile ambele tabele, primul tabel indicând funcția butoanelor.

Standarde, formule, tabele

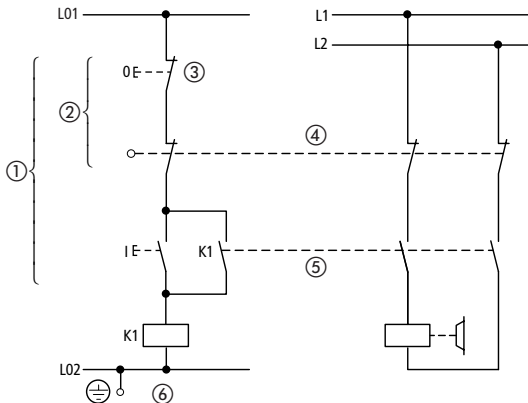
Măsuri pentru reducerea riscurilor

Măsuri pentru reducerea riscurilor în caz de defect

Defectele echipamentului electric nu trebuie să conducă la stări periculoase sau la pagube. Măsuri corespunzătoare trebuie luate pentru prevenirea apariției situațiilor periculoase.

Standardul IEC/EN 60204-1 precizează diferite măsuri pentru evitarea riscului în caz de defect.

Utilizarea de componente și circuite verificate



- ① Toate funcțiile de comutare pe partea nelegată la pământ
- ② Utilizarea aparatului de comutare cu contacte cu manevră de deschidere pozitivă (a se nu confunda cu contacte interblocați în opoziție)
- ③ Oprirea prin dezenergizare (siguranță la întrerupere conductor)
- ④ Măsuri tehnice care fac improbabile stările de funcționare nedorite în caz de defect (aici întrerupere simultană prin contactor și întrerupător de poziție)
- ⑤ Comutarea tuturor conductoarelor active ale aparatului comandat.
- ⑥ Conectarea la masă a circuitelor de comandă în scopuri funcționale (nu constituie măsuri de protecție)

Redundanță

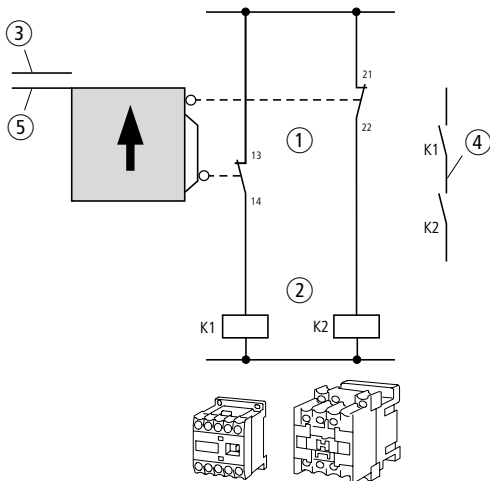
Semnifică existența unui aparat sau sistem suplimentar care preia funcția în caz de defect.

Standarde, formule, tabele

Măsurii pentru reducerea riscurilor

Diversitate

Realizarea circuitelor de comandă după diferite principii de funcționare sau cu diverse tipuri de aparate.



- ① Diversitate funcțională prin combinare de contacte normal deschise și normal închise
- ② Diversitate de aparate prin utilizarea diferitelor tipuri de aparate (în acest caz diferite tipuri de contactoare de comandă)
- ③ Dispozitiv de protecție deschis
- ④ Circuit de retur
- ⑤ Dispozitiv de protecție închis

Verificare funcțiilor

Funcționarea corectă a echipamentului poate fi verificată automat sau manual.

Standarde, formule, tabele

Grade de protecție ale echipamentelor electrice

Grade de protecție ale echipamentelor electrice determinate de carcase, acoperiri și altele similare conform IEC/EN 60529 (VDE 0470 Partea 1)

Gradul de protecție al carcaselor echipamentelor electrice se indică printr-un simbol cuprinzând literele IP (International protection) urmate de două cifre caracteristice. Prima cifră caracteristică

indică protecția personalului împotriva atingerii directe și protecția la pătrunderea corpurilor străine, iar a doua cifră protecția împotriva pătrunderii apei.

Protecția împotriva atingerii directe și protecția la pătrunderea corpurilor străine

Prima cifră caracteristică	Gradul de protecție	
	Denumire	Explicație
0	Fără protecție	Nu există o protecție specială a persoanelor împotriva atingerii accidentale a părților aflate sub tensiune sau în mișcare. Nu există o protecție a echipamentului împotriva pătrunderii corpurilor solide străine.
1	Protecție împotriva pătrunderii corpurilor $\cong 50$ mm	Protecția împotriva accesului cu dosul mâinii la părțile aflate sub tensiune. Sonda de acces, cu diametru de 50 mm, trebuie să se afle la o distanță suficientă față de părțile periculoase. Sonda obiect, cu diametru de 50 mm, trebuie să nu poată fi introdusă complet.
2	Protecție împotriva pătrunderii corpurilor $\cong 12,5$ mm	Protecție împotriva atingerii cu degetul la părțile aflate sub tensiune. Degetul de verificare, cu diametrul de 12 mm și lungime de 80 mm, trebuie să se afle la o distanță suficientă față de părțile periculoase. Sonda obiect, cu diametru de 12,5 mm, trebuie să nu poată fi introdusă complet.

Standarde, formule, tabele

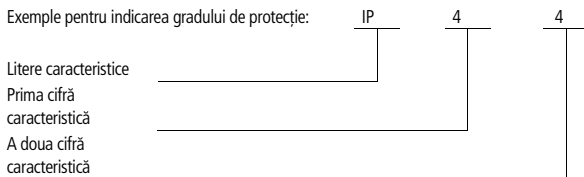
Grade de protecție ale echipamentelor electrice

Protecția personalului împotriva atingerii directe și protecția la pătrunderea corpurilor străine

Prima cifră caracteristică	Gradul de protecție	
	Denumire	Explicație
3	Protecție împotriva pătrunderii corpurilor $\geq 2,5$ mm	Protecție împotriva accesului la părțile aflate sub tensiune cu unelte sau scule. Sonda de acces, cu diametru de 2,5 mm, trebuie să nu pătrundă. Sonda pentru obiecte, cu diametru de 2,5 mm, nu trebuie să fie introdusă complet.
4	Protecție împotriva pătrunderii corpurilor ≥ 1 mm	Protecție împotriva accesului la părțile aflate sub tensiune cu o sârmă. Sonda de acces, cu diametru de 1,0 mm, trebuie să nu pătrundă. Sonda pentru obiecte, cu diametru de 1,0 mm, nu trebuie să fie introdusă complet.
5	Protecție împotriva acumulării de praf	Protecție împotriva accesului la părțile aflate sub tensiune cu o sârmă. Sonda de acces, cu diametru de 1,0 mm, trebuie să nu pătrundă. Pătrunderea prafului nu este total împiedicată, dar nu poate pătrunde în astfel de cantități care ar influența modul de funcționare sau siguranța.
6	Protecție împotriva pătrunderii prafului	Protecție împotriva accesului la părțile aflate sub tensiune cu o sârmă. Sonda de acces, cu diametru de 1,0 mm, trebuie să nu pătrundă.
	Etanș la praf	Niciun fel de praf nu pătrunde.

10

Exemple pentru indicarea gradului de protecție:



Standarde, formule, tabele

Grade de protecție ale echipamentelor electrice

Protecția împotriva apei

A doua cifră caracteristică	Gradul de protecție	
	Denumire	Explicație
0	Fără protecție	Fără protecție specială
1	Protecție împotriva picăturilor verticale	Picăturile de apă, care cad vertical, nu trebuie să aibă efecte dăunătoare.
2	Protecție împotriva picăturilor la înclinarea carcasei până la un unghi de 15°	Picăturile de apă care cad vertical nu trebuie să aibă efecte dăunătoare, când carcasa se înclină cu un unghi de până la 15° față de verticală.
3	Protecție împotriva apei pulverizate	Apa care cade sub formă de ploaie sub un unghi de până la 60° față de verticală nu trebuie să aibă efecte dăunătoare.
4	Protecție împotriva apei proiectate	Apa proiectată din toate direcțiile nu trebuie să aibă efecte dăunătoare.
5	Protecție împotriva jetului de apă	Jeturi de apă aplicate din toate direcțiile nu trebuie să aibă efecte dăunătoare.
6	Protecție împotriva jetului puternic de apă	Jeturi puternice de apă (valuri) aplicate din toate direcțiile nu trebuie să aibă efecte dăunătoare.
7	Protecție împotriva imersării temporare	Apa nu trebuie să pătrundă în cantități care să aibă efecte dăunătoare dacă echipamentul este imersat temporar în condiții stabilite de presiune și de durată de imersare.

Standarde, formule, tabele

Grade de protecție ale echipamentelor electrice

A doua cifră caracteristică	Gradul de protecție	
	Denumire	Explicație
8	Protecție împotriva imersării îndelungate (submersie)	Apa nu trebuie să pătrundă în cantități care să aibă efecte dăunătoare dacă echipamentul este imersat în condițiile stabilite de producător și de utilizator. Condițiile trebuie să fie mai severe decât cele de la punctul 7.
9K*	Protecție împotriva curățirii cu jet de aburi/de înaltă presiune	Apa pulverizată din toate direcțiile, în jet de înaltă presiune, nu trebuie să aibă efecte dăunătoare. Presiunea apei 100 bari Temperatura apei 80 °C

* Această cifră caracteristică este conformă standardului DIN 40050-9.

Standarde, formule, tabele

Grade de protecție ale echipamentelor electrice

Tipul curentului	Categoria de utilizare	Exemple tipice de aplicații	Condiții anormale de utilizare	
		$I =$ curent de conectare, $I_c =$ curent de deconectare, $I_e =$ curent nominal, $U =$ tensiune, $U_e =$ tensiune nominală $U_r =$ tensiune de revenire, $t_{0,95} =$ timpul în ms, până la care se atinge 95 % din valoarea curentului staționar. $P = U_e \times I_e =$ putere nominală, în Watt	conectare	
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Curent alternativ	AC-12	Comanda sarcinilor rezistive și a semiconductoarelor din circuitele de intrare cu optocuplare	1	1
	AC-13	Comanda semiconductoarelor cu separare prin transformator	2	1
	AC-14	Comanda sarcinilor electromagnetice (max. 72 VA)	6	1
	AC-15	Comanda sarcinilor electromagnetice (mai mari de 72 VA)	10	1
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Curent continuu	DC-12	Comanda sarcinilor rezistive și a semiconductoarelor din circuitele de intrare cu optocuplare	1	1
	DC-13	Comanda electromagneților	1	1
	DC-14	Comanda sarcinilor electromagnetice având rezistențe economizoare în circuit	10	1

conform IEC 60947-5-1, EN 60947-5-1 (VDE 0600 Partea 200)

Standarde, formule, tabele

Grade de protecție ale echipamentelor electrice

				Condiții anormale de utilizare					
deconectare				conectare			deconectare		
$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$
0,9	1	1	0,9	–	–	–	–	–	–
0,65	1	1	0,65	10	1,1	0,65	1,1	1,1	0,65
0,3	1	1	0,3	6	1,1	0,7	6	1,1	0,7
0,3	1	1	0,3	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3
$t_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$
1 ms	1	1	1 ms	–	–	–	–	–	–
$6 \times P^1)$	1	1	$6 \times P^1)$	1,1	1,1	$6 \times P^1)$	1,1	1,1	$6 \times P^1)$
15 ms	1	1	15 ms	10	1,1	15 ms	10	1,1	15 ms

¹⁾ Valoarea „ $6 \times P$ ” rezultă dintr-o relație empirică, care corespunde majorității sarcinilor electromagnetice de c.c. până la limita maximă de $P = 50$ W, pentru care $6 \text{ [ms]}/[W] = 300 \text{ [ms]}$. Sarcini cu o putere nominală peste 50 W se descompun în sarcini mai mici conectate în paralel. De aceea 300 ms este o limită superioară indiferent de valoarea puterii.

Standarde, formule, tabele

Categoriile de utilizare pentru contactoare și demaroare motor

Tipul curentului	Categorია de utilizare	Exemple tipice de aplicații I = curent de conectare, I_c = curent de deconectare, I_e = curent nominal de lucru, U = tensiune, U_e = tensiune nominală U_r = tensiune de revenire	Determinarea duratei de viață electrice		
			conectare		
			$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Curent alternativ	AC-1	Sarcini neinductive sau slab inductive, cuptoare de rezistență	Toate valorile	1	1
	AC-2	Motoare cu inele: pomire, oprire	Toate valorile	2,5	1
	AC-3	Motoare cu rotor în colivie: pomire, oprire în timpul funcționării ⁴⁾	$I_e \leq 17$ $I_e > 17$	6 6	1 1
	AC-4	Motoare cu rotor în colivie: demaroare, frânare în contracurent, reversare, comanda prin impulsuri	$I_e \leq 17$ $I_e > 17$	6 6	1 1
	AC-5A	Comutarea lămpilor cu descărcare în gaz			
	AC-5B	Comutarea lămpilor cu incandescență			
	AC-6A ³⁾	Comutarea transformatoarelor			
	AC-6B ³⁾	Comutarea bateriilor de condensatoare			
	AC-7A	Sarcini slab inductive în aparate de uz casnic și aplicații similare	Conform datelor producătorului		
	AC-7B	Sarcini cu motoare pentru aparate de uz casnic			
	AC-8A	Comutarea motoarelor capsulate ermetic pentru compresoare frigorifice cu resetare automată a declanșatorului de suprasarcină ⁵⁾			
	AC-8B	Comutarea motoarelor capsulate ermetic pentru compresoare frigorifice cu resetare automată a declanșatorului de suprasarcină ⁵⁾			
	AC-53a	Comanda unui motor cu rotor în scurtcircuit prin contactoare statice			

Standarde, formule, tabele

Categorii de utilizare pentru contactoare și demaroare motor

				Determinarea capacității de comutare						
				conectare				deconectare		
$\cos \varphi$	deconectare		$\cos \varphi$	$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	deconectare		$\cos \varphi$
	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$						$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	
0,95	1	1	0,95	Toate valorile	1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8
0,65	2,5	1	0,65	Toate valorile	4	1,05	0,65	4	1,05	0,8
0,65	1	0,17	0,65	$I_e \leq 100$	8	1,05	0,45	8	1,05	0,45
0,35	1	0,17	0,35	$I_e > 100$	8	1,05	0,35	8	1,05	0,35
0,65	6	1	0,65	$I_e \leq 100$	10	1,05	0,45	10	1,05	0,45
0,35	6	1	0,35	$I_e > 100$	10	1,05	0,35	10	1,05	0,35
					3,0	1,05	0,45	3,0	1,05	0,45
					1,5 ²⁾	1,05	2)	1,5 ²⁾	1,05	2)
					1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8
					8,0	1,05	1)	8,0	1,05	1)
					6,0	1,05	1)	6,0	1,05	1)
					6,0	1,05	1)	6,0	1,05	1)
					8,0	1,05	0,35	8,0	1,05	0,35

Standarde, formule, tabele

Categoriile de utilizare pentru contactoare și demaroare motor

Tipul curentului	Categoria de utilizare	Exemple tipice de aplicații I = curent de conectare, I_c = curent de deconectare, I_e = curent nominal de lucru, U = tensiune, U_e = tensiune nominală, U_r = tensiune de revenire	Determinarea duratei de viață electrice		
			conectare		
			$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Curent continuu	DC-1	Sarcini neinductive sau slab inductive, cuptoare de rezistență	Toate valorile	1	1
	DC-3	Motoare cu excitație derivație: demaroare, frânare în contracurent, reversare, comanda prin impulsuri, frânare cu rezistențe	Toate valorile	2,5	1
	DC-5	Motoare cu excitație serie: demaroare, frânare în contracurent, reversare, comanda prin impulsuri, frânare cu rezistențe	Toate valorile	2,5	1
	DC-6	Comutarea lămpilor cu incandescență			

conform IEC 947-4-1, EN 60947 VDE 0660 Partea 102

- 1) $\cos \varphi = 0,45$ pentru $I_e \leq 100$ A; $\cos \varphi = 0,35$ pentru $I_e > 100$ A.
- 2) Încercările se execută cu lămpi cu incandescență.
- 3) Datele de încercare se iau corespunzător din tabelul cu valori pentru categoriile AC-3 sau AC-4.

Standarde, formule, tabele

Categoriile de utilizare pentru contactoare și demaroare motor

Determinarea capacității de comutare											
deconectare				conectare				deconectare			
L/R ms	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R ms	$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R ms	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R ms	
1	1	1	1	Toate valorile	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1	
2	2,5	1	2	Toate valorile	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5	
7,5	2,5	1	7,5	Toate valorile	4	1,05	15	4	1,05	15	
					1,5 ²⁾	1,05	2)	1,5 ²⁾	1,05	2)	

⁴⁾ Aparatele pentru categoria de utilizare AC-3 pot fi folosite pentru comandă prin impulsuri sau frânare în contracurent ocazional, pe o perioadă limitată cum ar fi la instalarea mașinii; numărul de operații nu trebuie să depășească cinci pe minut și zece la zece minute.

⁵⁾ La motorul capsulat ermetic pentru compresor frigorific, compresorul și motorul se află în aceeași carcasă, fără arbori exteriori sau etanșări la arbore, motorul funcționând în lichidul de răcire.

Standarde, formule, tabele

Categorii de utilizare pentru întrerupătoare-separatoare

Tipul curentului	Categoria de utilizare	Exemple tipice de aplicații $I =$ curent de conectare, $I_c =$ curent de deconectare, $I_e =$ curent nominal de lucru, $U =$ tensiune, $U_e =$ tensiune nominală, $U_r =$ tensiune de revenire
Curent alternativ	AC-20 A(B) ¹⁾	Conectare și deconectare fără sarcină.
	AC-21 A(B) ¹⁾	Comutare sarcină rezistivă, inclusiv suprasarcini reduse
	AC-22 A(B) ¹⁾	Comutare sarcină combinată rezistivă și inductivă, inclusiv suprasarcini reduse
	AC-23 A(B) ¹⁾	Comutare motoare și alte sarcini puternic inductive
Curent continuu	DC-20 A(B) ¹⁾	Conectare și deconectare fără sarcină.
	DC-21 A(B) ¹⁾	Comutare sarcină rezistivă, inclusiv suprasarcini reduse
	DC-22 A(B) ¹⁾	Comutare sarcină combinată rezistivă și inductivă, inclusiv suprasarcini reduse (de ex. motor cu excitație derivație)
	DC-23 A(B) ¹⁾	Comutare sarcini puternic inductive (de ex. motor cu excitație în serie)

¹⁾ A: acționare frecventă, B: acționare ocazională.

Pentru întrerupătoare de sarcină, separatoare, întrerupătoare-separatoare și unități întrerupătoare cu siguranțe fuzibile conform

IEC/EN 60947-3 (VDE 0660 Partea 107).

Întrerupătoarele de sarcină, care sunt adecvate pentru comutarea motoarelor, se verifică de asemenea și conform condițiilor → Secțiunea „Categorii de utilizare pentru contactoare și demaratoare motor”, pagina 10-34

Standarde, formule, tabele

Categoriile de utilizare pentru întrerupătoare-separatoare

Determinarea capacității de comutare						
conectare				deconectare		
$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	$\cos \varphi$
Toate valorile	1)		1)	1)		1)
Toate valorile	1,5	1,05	0,95	1,5	1,05	0,95
Toate valorile	3	1,05	0,65	3	1,05	0,65
$I_e \leq 100$	10	1,05	0,45	8	1,05	0,45
$I_e > 100$	10	1,05	0,35	8	1,05	0,35
$\frac{I_e}{A}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R ms	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R ms
Toate valorile	1)	1)	1)	1)	1)	1)
Toate valorile	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1
Toate valorile	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5
Toate valorile	4	1,05	15	4	1,05	15

Standarde, formule, tabele

Curenții nominali ai motoarelor

Curenții nominali ai motoarelor asincrone trifazate (valori orientative pentru motoare cu rotor în colivie)

Valoarea minimă posibilă a siguranței de protecție la scurtcircuit pentru motoare asincrone trifazate

Valoarea maximă se alege în funcție de dispozitivul de comutare, respectiv releul pentru protecția motorului.

Curenții nominali ai motoarelor corespund motoarelor asincrone trifazate cu turația de 1500 rot/min, cu răcire normală internă și pe suprafața externă.

Pornire directă: Curentul de pornire max. $6 \times$ curentul nominal al motorului, durata de pornire max. 5 s.

Pornire stea-triunghi: Curentul de pornire max. $2 \times$ curentul nominal al motorului, durata de pornire max. 15 s.
 Releul pentru protecția motorului montat după contactorul principal, reglat la $0,58 \times$ curentul nominal al motorului.

Curenții nominali la pornirea/stea-triunghi sunt valabili și pentru motoarele asincrone trifazate cu inele.

Pentru curenții nominali sau de pornire mai mari și/sau durată mai lungă de pornire se utilizează siguranțe mai mari.

Tabelul se referă la siguranțe „lente” resp tip „gL” (VDE 0636).

Pentru siguranțele tip NH, cu caracteristică aM, se alege curentul siguranței = curentul nominal.

Standarde, formule, tabele

Curenții nominale ai motoarelor

Puterea motorului			230 V			400 V		
			Curent nominal al motorului	Siguranță		Curent nominal al motorului	Siguranță	
kW	cos φ	η [%]	Pomire directă	Pomire directă	Pomire stea-triunghi	Pomire directă	Pomire directă	Pomire stea-triunghi
0,06	0,7	58	0,37	2	–	0,21	2	–
0,09	0,7	60	0,54	2	–	0,31	2	–
0,12	0,7	60	0,72	4	2	0,41	2	–
0,18	0,7	62	1,04	4	2	0,6	2	–
0,25	0,7	62	1,4	4	2	0,8	4	2
0,37	0,72	66	2	6	4	1,1	4	2
0,55	0,75	69	2,7	10	4	1,5	4	2
0,75	0,79	74	3,2	10	4	1,9	6	4
1,1	0,81	74	4,6	10	6	2,6	6	4
1,5	0,81	74	6,3	16	10	3,6	6	4
2,2	0,81	78	8,7	20	10	5	10	6
3	0,82	80	11,5	25	16	6,6	16	10
4	0,82	83	14,8	32	16	8,5	20	10
5,5	0,82	86	19,6	32	25	11,3	25	16
7,5	0,82	87	26,4	50	32	15,2	32	16
11	0,84	87	38	80	40	21,7	40	25
15	0,84	88	51	100	63	29,3	63	32
18,5	0,84	88	63	125	80	36	63	40
22	0,84	92	71	125	80	41	80	50
30	0,85	92	96	200	100	55	100	63
37	0,86	92	117	200	125	68	125	80
45	0,86	93	141	250	160	81	160	100
55	0,86	93	173	250	200	99	200	125
75	0,86	94	233	315	250	134	200	160
90	0,86	94	279	400	315	161	250	200
110	0,86	94	342	500	400	196	315	200
132	0,87	95	401	630	500	231	400	250
160	0,87	95	486	630	630	279	400	315
200	0,87	95	607	800	630	349	500	400
250	0,87	95	–	–	–	437	630	500
315	0,87	96	–	–	–	544	800	630
400	0,88	96	–	–	–	683	1000	800
450	0,88	96	–	–	–	769	1000	800
500	0,88	97	–	–	–	–	–	–
560	0,88	97	–	–	–	–	–	–
630	0,88	97	–	–	–	–	–	–

Standarde, formule, tabele

Curenții nominale ai motoarelor

Puterea motorului			500 V			690 V		
			Curent nominal al motorului	Siguranță		Curent nominal al motorului	Siguranță	
kW	cos φ	η [%]	Pomire directă	Pomire directă	Pomire stea-triunghi	Pomire directă	Pomire directă	Pomire stea-triunghi
0,06	0,7	58	0,17	2	—	0,12	2	—
0,09	0,7	60	0,25	2	—	0,18	2	—
0,12	0,7	60	0,33	2	—	0,24	2	—
0,18	0,7	62	0,48	2	—	0,35	2	—
0,25	0,7	62	0,7	2	—	0,5	2	—
0,37	0,72	66	0,9	2	2	0,7	2	—
0,55	0,75	69	1,2	4	2	0,9	4	2
0,75	0,79	74	1,5	4	2	1,1	4	2
1,1	0,81	74	2,1	6	4	1,5	4	2
1,5	0,81	74	2,9	6	4	2,1	6	4
2,2	0,81	78	4	10	4	2,9	10	4
3	0,82	80	5,3	16	6	3,8	10	4
4	0,82	83	6,8	16	10	4,9	16	6
5,5	0,82	86	9	20	16	6,5	16	10
7,5	0,82	87	12,1	25	16	8,8	20	10
11	0,84	87	17,4	32	20	12,6	25	16
15	0,84	88	23,4	50	25	17	32	20
18,5	0,84	88	28,9	50	32	20,9	32	25
22	0,84	92	33	63	32	23,8	50	25
30	0,85	92	44	80	50	32	63	32
37	0,86	92	54	100	63	39	80	50
45	0,86	93	65	125	80	47	80	63
55	0,86	93	79	160	80	58	100	63
75	0,86	94	107	200	125	78	160	100
90	0,86	94	129	200	160	93	160	100
110	0,86	94	157	250	160	114	200	125
132	0,87	95	184	250	200	134	250	160
160	0,87	95	224	315	250	162	250	200
200	0,87	95	279	400	315	202	315	250
250	0,87	95	349	500	400	253	400	315
315	0,87	96	436	630	500	316	500	400
400	0,88	96	547	800	630	396	630	400
450	0,88	96	615	800	630	446	630	630
500	0,88	97	—	—	—	491	630	630
560	0,88	97	—	—	—	550	800	630
630	0,88	97	—	—	—	618	800	630

Standarde, formule, tabele


Conductoare

Intrări cu mufe de trecere pentru conductoare și cabluri

Intrarea conductoarelor în cutii este ușurată și simplificată prin utilizarea mufelor de trecere.

Mufe de trecere

pentru introducerea rapidă și directă a conductoarelor în carcase și pentru acoperire.

Mufe cu membrană, metrice	Intrare pentru conductoare	Diametrul de găurire mm	Diametrul exterior al cablului mm	Utilizare cablu tip NYM/NYY, cu 4 conductoare mm ²	Mufă trecere cablu Tip
 <ul style="list-style-type: none"> • IP66, cu membrană de trecere inclusă • PE și elastomer termoplastic, fără halogeni 	M16	16,5	1 – 9	H03VV-F3 × 0,75 NYM 1 × 16/3 × 1,5	KT-M16
	M20	20,5	1 – 13	H03VV-F3 × 0,75 NYM 5 × 1,5/5 × 2,5	KT-M20
	M25	25,5	1 – 18	H03VV-F3 × 0,75 NYM 4 × 10	KT-M25
	M32	32,5	1 – 25	H03VV-F3 × 0,75 NYM 4 × 16/5 × 10	KT-M32

Informații detaliate despre caracteristicile materialului → Tabel, pagina 10-45

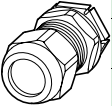
Standarde, formule, tabele

Conductoare

Intrări cu presetupe pentru conductoare și cabluri

Presetupe pentru cabluri, metrice, conform EN 50262

cu filet de lungime 9, 10, 12, 14 sau 15 mm.

Presetupe pentru cabluri	Intrare pentru conductoare	Diametrul de găurire	Diame-trul exterior al cablului	Utilizare cablu tip NYM/NYY, cu 4 conductoare	Presetupe Tip
		mm	mm	mm ²	
 <ul style="list-style-type: none"> • Cu contrapiuliță și colier de strângere incluse • IP68 până la 5 bar, din poliamidă, fără halogeni 	M12	12,5	3 – 7	H03VV-F3 × 0,75 NYM 1 × 2,5	V-M12
	M16	16,5	4,5 – 10	H05VV-F3 × 1,5 NYM 1 × 16/3 × 1,5	V-M16
	M20	20,5	6 – 13	H05VV-F4 × 2,5/3 × 4 NYM 5 × 1,5/5 × 2,5	V-M20
	M25	25,5	9 – 17	H05VV-F5 × 2,5/5 × 4 NYM 5 × 2,5/5 × 6	V-M25
	M32	32,5	13 – 21	NYM 5 × 10	V-M32
	M32	32,5	18 – 25	NYM 5 × 16	V-M32G ¹⁾
	M40	40,5	16 – 28	NYM 5 × 16	V-M40
	M50	50,5	21 – 35	NYM 4 × 35/5 × 25	V-M50
M63	63,5	34 – 48	NYM 4 × 35	V-M63	

1) Nu corespunde normei EN 50262.

Informații detaliate despre caracteristicile materialului → Tabel, pagina 10-45

Standarde, formule, tabele**Conductoare****Caracteristici material**

	KT-M...	V-M...
Material	Polietilene și elastomeri termo-plastici	Poliamidă, fără halogeni
Culoare	Gri, RAL 7035	Gri, RAL 7035
Gradul de protecție	până la IP66	IP68 până la 5 bar (30 min)
Rezistență chimică	Rezistent împotriva: <ul style="list-style-type: none"> • alcoolului, • grăsimilor animale și vegetale, • leșiilor slabe, • acizilor slabi, • apei 	Rezistent împotriva: <ul style="list-style-type: none"> • acetonei, • benzinei, • benzenului, • uleiului diesel, • grăsimilor, • uleiurilor, • solvenților pentru vopseluri și lacuri
Pericolul întreruperii tensiunii	relativ înalt	scăzut
Rezistența la temperatură	-40 °C...80 °C, temporar până la cca. 100 °C	-20 °C...100 °C, temporar până la cca. 120 °C
Neinflamabilitate	-	Controlul filamentului 750 °C conform EN 60695-2-11
Flamabilitate conform UL94	-	V2

Standarde, formule, tabele**Conductoare****Diametre exterioare pentru conductoare și cabluri**

Număr de conductoare	Diametru exterior aproximativ (valoare medie a mai multor produse)				
	NYM	NYY	H05 RR-F	H07 RN-F	NYCY NYCWY
Secțiune mm ²	mm max.	mm	mm max.	mm max.	mm
2 × 1,5	10	11	9	10	12
2 × 2,5	11	13	13	11	14
3 × 1,5	10	12	10	10	13
3 × 2,5	11	13	11	12	14
3 × 4	13	17	–	14	15
3 × 6	15	18	–	16	16
3 × 10	18	20	–	23	18
3 × 16	20	22	–	25	22
4 × 1,5	11	13	9	11	13
4 × 2,5	12	14	11	13	15
4 × 4	14	16	–	15	16
4 × 6	16	17	–	17	18
4 × 10	18	19	–	23	21
4 × 16	22	23	–	27	24
4 × 25	27	27	–	32	30
4 × 35	30	28	–	36	31
4 × 50	–	30	–	42	34
4 × 70	–	34	–	47	38
4 × 95	–	39	–	53	43
4 × 120	–	42	–	–	46
4 × 150	–	47	–	–	52
4 × 185	–	55	–	–	60
4 × 240	–	62	–	–	70
5 × 1,5	11	14	12	14	15
5 × 2,5	13	15	14	17	17
5 × 4	15	17	–	19	18
5 × 6	17	19	–	21	20
5 × 10	20	21	–	26	–
5 × 16	25	23	–	30	–
8 × 1,5	–	15	–	–	–
10 × 1,5	–	18	–	–	–
16 × 1,5	–	20	–	–	–
24 × 1,5	–	25	–	–	–

NYM: cablu cu manta

NYY: cablu cu manta din material sintetic

H05RR-F: cablu ușor cu izolație din cauciuc (NLH + NSH)

NYCY: cablu cu conductoare concentrice și cu manta din material sintetic

NYCWY: cablu cu conductoare concentrice vălurite și cu manta din material sintetic

Standarde, formule, tabele

Conductoare

Cabluri și conductoare, simbolizări ale tipurilor

Simbolizarea aprobării

Specificație armonizată	_____	H	_____
Tip aprobat în Germania	_____	A	_____

Tensiunea nominală

300/300V	_____	03	_____
300/500V	_____	05	_____
450/750V	_____	07	_____

Materialul izolator

PVC	_____	V	_____
Cauciuc natural sau stiro-butadin	_____	R	_____
Cauciuc siliconic	_____	SS	_____

Materialul mantalei

PVC	_____	V	_____
Cauciuc natural sau stiro-butadin	_____	R	_____
Cauciuc cloroprenic	_____	N	_____
Împletitură din fibră	_____	J	_____
Împletitură	_____	T	_____

Caracteristici constructive

Cablu plat cu conductoare separabile	_____	H	_____
Cablu plat cu conductoare neseperabile	_____	H2	_____

Tipul

Masiv	_____	-U	_____
Multifilar	_____	-R	_____
Flexibil pentru instalații fixe	_____	-K	_____
Flexibil pentru instalații mobile	_____	-F	_____
Ultraflexibil pentru instalații mobile	_____	-H	_____
Cordon lițat	_____	-Y	_____

Număr conductoare _____ ... _____

Conductor de protecție

Fără conductor de protecție	_____	X	_____
Cu conductor de protecție	_____	G	_____

Secțiunea nominală a conductorului _____ ... _____

Exemple pentru o simbolizare completă a conductoarelor

Conductor flexibil cu izolație PVC, 0,75 mm², H05V-K 0,75 negru

Cablu cu manta din cauciuc, cu 3 fire, 2,5 mm² fără conductor de protecție galben-verde A07RN-F3 × 2,5

Standarde, formule, tabele

Conductoare

Curenții nominali și curenții de scurtcircuit ai transformatoarelor standardizate

Tensiune nominală

U_n	400/230 V		525 V	
		4 %	6 %	
Tensiune la scurtcircuit U_K				
Putere nominală	Curent nominal	Curent de scurtcircuit		Curent nominal
kVA	I_n A	I''_K A	A	I_n A
50	72	1967	–	55
63	91	2478	1652	69
100	144	3933	2622	110
125	180	4916	3278	137
160	231	6293	4195	176
200	289	7866	5244	220
250	361	9833	6555	275
315	455	12390	8260	346
400	577	15733	10489	440
500	722	19666	13111	550
630	909	24779	16519	693
800	1155	–	20977	880
1000	1443	–	26221	1100
1250	1804	–	32777	1375
1600	2309	–	41954	1760
2000	2887	–	52443	2199
2500	3608	–	65553	2749

Standarde, formule, tabele

Conductoare

		690/400 V		
4 %	6 %		4 %	6 %
Curent de scurtcircuit		Curent nominal	Curent de scurtcircuit	
I_K''		I_n	I_K''	
A	A	A	A	A
1498	–	42	1140	–
1888	1259	53	1436	958
2997	1998	84	2280	1520
3746	2497	105	2850	1900
4795	3197	134	3648	2432
5993	3996	167	4560	3040
7492	4995	209	5700	3800
9440	6293	264	7182	4788
11987	7991	335	9120	6080
14984	9989	418	11401	7600
18879	12586	527	14365	9576
–	15983	669	–	12161
–	19978	837	–	15201
–	24973	1046	–	19001
–	31965	1339	–	24321
–	39956	1673	–	30402
–	49945	2092	–	38002

Standarde, formule, tabele**Formule****Legea lui OHM**

$$U = I \times R \text{ [V]}$$

$$I = \frac{U}{R} \text{ [A]}$$

$$R = \frac{U}{I} \text{ [\Omega]}$$

Rezistența unui conductor

$$R = \frac{l}{\chi \times A} \text{ [\Omega]}$$

cupru:
$$\chi = 57 \frac{\text{m}}{\Omega\text{mm}^2}$$

$$l = \text{lungimea conductorului [m]}$$

aluminiu:
$$\chi = 33 \frac{\text{m}}{\Omega\text{mm}^2}$$

$$\chi = \text{conductivitatea [m}/\Omega\text{mm}^2]$$

fier:
$$\chi = 8,3 \frac{\text{m}}{\Omega\text{mm}^2}$$

$$A = \text{secțiunea conductorului [mm}^2]$$

zinc:
$$\chi = 15,5 \frac{\text{m}}{\Omega\text{mm}^2}$$

Rezistențe

Bobină

$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L \text{ [\Omega]}$$

Condensatoare

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \text{ [\Omega]}$$

Impedanțe

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad Z = \frac{R}{\cos \varphi} \text{ [\Omega]}$$

 $L = \text{inductivitate [H]}$ $f = \text{frecvență [Hz]}$ $C = \text{capacitate [F]}$ $\varphi = \text{unghiul de defazaj}$ $X_L = \text{rezistență inductivă [\Omega]}$ $X_C = \text{rezistență capacitivă [\Omega]}$ **Conectarea în paralel a rezistențelor**

Pentru 2 rezistențe în paralel:

Pentru 3 rezistențe în paralel:

$$R_g = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \text{ [\Omega]}$$

$$R_g = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 \times R_2 + R_2 \times R_3 + R_1 \times R_3} \text{ [\Omega]}$$

Calcul general rezistențe în paralel:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots [1/\Omega]$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots [1/\Omega]$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + \dots [1/\Omega]$$

Standarde, formule, tabele

Formule

Putere electrică

	Puterea	Curentul absorbit
Curent continuu	$P = U \times I \text{ [W]}$	$I = \frac{P}{U} \text{ [A]}$
Curent alternativ monofazat	$P = U \times I \times \cos\varphi \text{ [W]}$	$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi} \text{ [A]}$
Curent alternativ trifazat	$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi \text{ [W]}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \text{ [A]}$

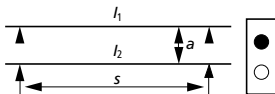
Forța între 2 conductoare paralele

2 conductoare parcurse de curenții I_1 și I_2

$$F_2 = \frac{0,2 \times I_1 \times I_2 \times s}{a} \text{ [N]}$$

s = distanța dintre punctele de sprijin [cm]

a = distanța între conductoare [cm]



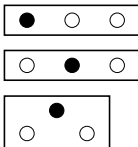
Forța între 3 conductoare paralele

3 conductoare parcurse de curentul I

$$F_3 = 0,808 \times F_2 \text{ [N]}$$

$$F_3 = 0,865 \times F_2 \text{ [N]}$$

$$F_3 = 0,865 \times F_2 \text{ [N]}$$



Standarde, formule, tabele

Formule

Căderea de tensiune

	Puterea cunoscută	Curentul cunoscut
Curent continuu	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U} \text{ [V]}$	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A} \text{ [V]}$
Curent alternativ monofazat	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U} \text{ [V]}$	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A} \times \cos \varphi \text{ [V]}$
Curent alternativ trifazat	$\Delta U = \frac{l \times P}{\chi \times A \times U} \text{ [V]}$	$\Delta U = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times A} \times \cos \varphi \text{ [V]}$

Stabilirea secțiunii în funcție de căderea de tensiune

	Curent alternativ monofazat	Curent alternativ trifazat
Puterea cunoscută	$A = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times \Delta u \times U} \text{ [mm}^2\text{]}$	$A = \frac{l \times P}{\chi \times \Delta u \times U} \text{ [mm}^2\text{]}$
Curentul cunoscut	$A = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times \Delta u} \times \cos \varphi \text{ [mm}^2\text{]}$	$A = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times \Delta u} \times \cos \varphi \text{ [mm}^2\text{]}$

10

Pierderile de putere

	Curent alternativ monofazat
Curent continuu	$P_{\text{Verl}} = \frac{2 \times l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U} \text{ [W]}$
Curent alternativ trifazat	$P_{\text{Verl}} = \frac{l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos \varphi \times \cos \varphi} \text{ [W]}$

l = lungimea simplă [m] a conductorului;

A = secțiunea [mm²] a conductorului simplu;

χ = conductivitatea (cupru: $\chi = 57$; aluminiu: $\chi = 33$; fier: $\chi = 8,3 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$)

Δu = căderea de tensiuni

Standarde, formule, tabele

Formule

Puterea electrică a motoarelor

	Puterea cedată	Curentul absorbit
Curent continuu	$P_1 = U \times I \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \eta}$ [A]
Curent alternativ monofazat	$P_1 = U \times I \times \cos \varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \cos \varphi \times \eta}$ [A]
Curent alternativ trifazat	$P_1 = (1,73) \times U \times I \times \cos \varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{(1,73) \times U \times \cos \varphi \times \eta}$ [A]

P_1 = puterea mecanică cedată la arborele motorului conform plăcuței cu datele constructive

P_2 = puterea electrică consumată

Randamentul	$\eta = \frac{P_1}{P_2} \times (100 \%)$	$P_2 = \frac{P_1}{\eta}$ [W]
Numărul de poli	Turația sincronism	Turația nominală
2	3000	2800 – 2950
4	1500	1400 – 1470
6	1000	900 – 985
8	750	690 – 735
10	600	550 – 585

Turația sincronism = aproximativ turația de mers în gol

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Sistemul internațional de unități (SI)

Mărimi de bază Mărimi fizice	Simbol	Unitatea de bază în SI	Alte unități în SI
Lungime	l	m (metru)	km, dm, cm, mm, μm , nm, pm
Masă	m	kg (kilogram)	Mg, g, mg, μg
Timp	t	s (secundă)	ks, ms, μs , ns
Intensitatea curentului electric	I	A (amper)	kA, mA, μA , nA, pA
Temperatură termodinamică	T	K (Kelvin)	–
Cantitatea de substanță	n	mol (Mol)	Gmol, Mmol, kmol, mmol, μmol
Intensitate luminoasă	I_v	cd (Candela)	Mcd, kcd, mcd

Coefficienți de conversie din unități vechi în unitățile SI

Coefficienți de corecție

Mărime	Unitatea veche	Unitatea SI exact	Valoare rotunjită
Forță	1 kp 1 dyn	9,80665 N $1 \cdot 10^{-5}$ N	10 N $1 \cdot 10^{-5}$ N
Moment	1 mkp	9,80665 Nm	10 Nm
Presiune	1 at 1 Atm = 760 Torr 1 Torr 1 mWS 1 mmWS 1 mmWS	0,980665 bar 1,01325 bar 1,3332 mbar 0,0980665 bar 0,0980665 mbar 9,80665 Pa	1 bar 1,01 bar 1,33 bar 0,1 bar 0,1 mbar 10 Pa
Rezistență, tensiune	$1 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$	$9,80665 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Energie	1 mkp 1 kcal 1 erg	9,80665 J 4,1868 kJ $1 \cdot 10^{-7}$ J	10 J 4,2 kJ $1 \cdot 10^{-7}$ J

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Coefficienți de corecție

Mărime	Unitatea veche	Unitatea SI exact	Valoare rotunjită
Puterea	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	$4,1868 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$	$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$
	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	1,163 W	1,16 W
	1 PS	0,73549 kW	0,740 kW
Conductivitate termică	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}}$	$4,1868 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \text{hK}}$	$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \text{hK}}$
	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}}$	$1,163 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$	$1,16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$
Vâscozitate cinematică	$1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kps}}{\text{m}^2}$	$0,980665 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}$	$1 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}$
	1 Poise	$0,1 \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}$	$0,1 \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}$
	1 Poise 0,1	Pa · s	
Vâscozitate cinematică	1 Stokes	$1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	$1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$
Unghi (plan)	1	$\frac{1}{360} \text{pla}$	$2,78 \cdot 10^{-3} \text{pla}$
	1 gon	$\frac{1}{400} \text{pla}$	$2,5 \cdot 10^{-3} \text{pla}$
	1	$\frac{\pi}{180} \text{rad}$	$17,5 \cdot 10^{-3} \text{rad}$
	1 gon	$\frac{\pi}{200} \text{rad}$	$15,7 \cdot 10^{-3} \text{pla}$
	57.296		1 rad
	63.662 gon		1 rad

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Coefficienți de conversie ale unităților SI, coerențe

Coefficienți de conversie ale unităților SI și coerențe

Mărime	Numele unităților SI	Simbol	Unități de bază	Conversia unităților SI
Forță	Newton	N	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$	
Moment	Newton-metru	Nm	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$	
Presiune	Bar	Bar	$10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
	Pascal	Pa	$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$	$1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$
Energie, cantitate de căldură	Joule	J	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$	$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$
Puterea	Watt	W	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$	$W = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}}$
Tensiune, rezistență		$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$	$1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 10^2 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
Unghi (plan)	Grad	1		$360^\circ = 1 \text{ pla} = 2\pi \text{ rad}$
	Gon	gon		$400 \text{ gon} = 360^\circ$
	Radiant	rad	$1 \frac{\text{m}}{\text{m}}$	
	Unghi circular	pla		$1 \text{ pla} = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ$
Tensiune	Volt	V	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{A}}$	$1 \text{ V} = 1 \cdot \frac{\text{W}}{\text{A}}$
Rezistor	Ohm	Ω	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{A}^2}$	$1 \Omega = 1 \cdot \frac{\text{V}}{\text{A}} = 1 \cdot \frac{\text{W}}{\text{A}^2}$
Conductanță	Siemens	SS	$1 \cdot \frac{\text{s}^3 \cdot \text{A}^2}{\text{kg} \cdot \text{m}^2}$	$1 \text{ S} = 1 \cdot \frac{\text{A}}{\text{V}} = 1 \cdot \frac{\text{A}^2}{\text{W}}$
Sarcină, cantitate de electricitate	Coulomb	C	$1 \cdot \text{A} \cdot \text{s}$	

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Coefficienți de conversie ale unităților SI și coerențe

Mărime	Numele unităților SI	Simbol	Unități de bază	Conversia unităților SI
Capacitatea	Farad	F	$1 \cdot \frac{\text{s}^4 \cdot \text{A}}{\text{kg} \cdot \text{m}^2}$	$1 \text{ F} = 1 \cdot \frac{\text{C}}{\text{V}} = 1 \cdot \frac{\text{s} \cdot \text{A}^2}{\text{W}}$
Intensitatea câmpului		$\frac{\text{V}}{\text{m}}$	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^3 \cdot \text{A}}$	$1 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 1 \cdot \frac{\text{W}}{\text{A} \cdot \text{m}}$
Flux	Weber	W_b	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{A}}$	$1 W_b = 1 \cdot \text{V} \cdot \text{s} = 1 \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{A}}$
Densitate de flux, inducție	Tesla	T	$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{A}}$	$1 \text{ T} = \frac{W_b}{\text{m}^2} = 1 \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = 1 \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{m}^2 \text{A}}$
Inductivitate	Henry	H	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{A}^2}$	$1 \text{ H} = \frac{W_b}{\text{A}} = 1 \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}} = 1 \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{A}^2}$

Multiplii și submultiplii zecimali ai unităților

Puterea	Prefix	Simbol	Puterea	Prefix	Simbol
10^{-18}	Atto	A	10^{-1}	Dezi	d
10^{-15}	Femto	f	10	Deca	da
10^{-12}	Pico	p	10^2	Hecto	h
10^{-9}	Nano	n	10^3	Kilo	k
10^{-6}	Micro	μ	10^6	Mega	M
10^{-3}	Milli	m	10^9	Giga	G
10^{-2}	Centi	c	10^{12}	Tera	T

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Unități fizice

unități care nu mai sunt admise

Forță (mecanică)

Unitate SI:		N (Newton) J/m (Joule/m)		
Unitatea veche:		kp (kilopond) dyn (Dyn)		
1 N	= 1 J/m	= 1 kg m/s ²	= 0,102 kp	= 10 ⁵ dyn
1 J/m	= 1 N	= 1 kg m/s ²	= 0,102 kp	= 10 ⁵ dyn
1 kg m/s ²	= 1 N	= 1 J/m	= 0,102 kp	= 10 ⁵ dyn
1 kp	= 9,81 N	= 9,81 J/m	= 9,81 kg m/s ²	= 0,981 10 ⁶ dyn
1 dyn	= 10 ⁻⁵ N	= 10 ⁻⁵ J/m	= 10 ⁻⁵ kg m/s ²	= 1,02 10 ⁻⁵ kp

Presiune

Unitate SI:		Pa (Pascal) bar (Bar)		
Unitatea veche:		at = kp/cm ² = 10 m Ws Torr = mm Hg atm		
1 Pa	= 1 N/m ²	= 10 ⁻⁵ bar		
1 Pa	= 10 ⁻⁵ bar	= 10,2 · 10 ⁻⁶ at	= 9,87 · 10 ⁻⁶ at	= 7,5 · 10 ⁻³ Torr
1 bar	= 10 ⁵ Pa	= 1,02 at	= 0,987 at	= 750 Torr
1 at	= 98,1 · 10 ³ Pa	= 0,981 bar	= 0,968 at	= 736 Torr
1 atm	= 101,3 · 10 ³ Pa	= 1,013 bar	= 1,033 at	= 760 Torr
1 Torr	= 133,3 Pa	= 1,333 · 10 ⁻³ bar	= 1,359 · 10 ⁻³ at	= 1,316 · 10 ⁻³ atm

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Lucru mecanic

Unitate SI:			J (Joule)		
			Nm (Newtonmetru)		
Unitate SI: (ca înainte)			Ws (Wattsecundă)		
			kWh (Kilowattoră)		
Unitatea veche:			kcal (Kilocalorie) = cal · 10 ⁻³		
1 Ws	= 1 J	= 1 Nm	10 ⁷ erg		
1 Ws	= 278 · 10 ⁻⁹ kWh	= 1 Nm	= 1 J	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 kWh	= 3,6 · 10 ⁶ Ws	= 3,6 · 10 ⁶ Nm	= 3,6 · 10 ⁶ J	= 367 · 10 ⁶ kpm	= 860 kcal
1 Nm	= 1 Ws	= 278 · 10 ⁻⁹ kWh	= 1 J	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 J	= 1 Ws	= 278 · 10 ⁻⁹ kWh	= 1 Nm	= 0,102 kpm	= 0,239 cal
1 kpm	= 9,81 Ws	= 272 · 10 ⁻⁶ kWh	= 9,81 Nm	= 9,81 J	= 2,34 cal
1 kcal	= 4,19 · 10 ³ Ws	= 1,16 · 10 ⁻³ kWh	= 4,19 · 10 ³ Nm	= 4,19 · 10 ³ J	= 427 kpm

Putere

Unitate SI:			Nm/s (Newtonmetru/s)		
			J/s (Joule/s)		
Unitate SI: (ca înainte)			W (Watt)		
			kW (Kilowatt)		
Unitatea veche:			kcal/s (Kilocalorie/Sec.) = cal/s · 10 ³		
			kcal/h (Kilocalorie/Std.) = cal/h · 10 ⁶		
			kpm/s (Kilopondmetru/Sec.)		
			PS (cai putere)		
1 W	= 1 J/s	= 1 Nm/s			
1 W	= 10 ⁻³ kW	= 0,102 kpm/s	= 1,36 · 10 ⁻³ PS	= 860 cal/h	= 0,239 cal/s
1 kW	= 10 ³ W	= 102 kpm/s	= 1,36 PS	= 860 · 10 ³ cal/h	= 239 cal/s
1 kpm/s	= 9,81 W	= 9,81 · 10 ⁻³ kW	= 13,3 · 10 ⁻³ PS	= 8,43 · 10 ³ cal/h	= 2,34 cal/s
1 PS	= 736 W	= 0,736 kW	= 75 kpm/s	= 632 · 10 ³ cal/h	= 176 cal/s
1 kcal/h	= 1,16 W	= 1,16 · 10 ⁻³ kW	= 119 · 10 ⁻³ kpm/s	= 1,58 · 10 ⁻³ PS	= 277,8 · 10 ⁻³ cal/s
1 cal/s	= 4,19 W	= 4,19 · 10 ⁻³ kW	= 0,427 kpm/s	= 5,69 · 10 ⁻³ PS	= 3,6 kcal/h

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Intensitatea câmpului magnetic

Unitate SI:	$\frac{A}{m}$	$\frac{\text{Ampere}}{\text{Meter}}$
Unitatea veche:	Oe = (Oerstedt)	
$1 \frac{A}{m}$	$= 0,001 \frac{kA}{m}$	$= 0,01256 \text{ Oe}$
$1 \frac{kA}{m}$	$= 1000 \frac{A}{m}$	$= 12,56 \text{ Oe}$
1 Oe	$= 79,6 \frac{A}{m}$	$= 0,0796 \frac{kA}{m}$

Intensitatea câmpului magnetic

Unitatea SI	Wb (Weber) μWb (Microweber)	
Unitatea veche:	M = Maxwell	
1 Wb	$= 1 \text{ Tm}^2$	
1 Wb	$= 10^6 \mu\text{Wb}$	$= 10^8 \text{ M}$
$1 \mu\text{Wb}$	$= 10^{-6} \text{ Wb}$	$= 100 \text{ M}$
1 M	$= 10^{-8} \text{ Wb}$	$= 0,01 \mu\text{Wb}$

Densitate de flux magnetic

Unitate SI:	T (Tesla) mT (Millitesla)	
Unitatea veche:	G = Gauß	
1 T	$= 1 \text{ Wb/m}^2$	
1 T	$= 10^3 \text{ mT}$	$= 10^4 \text{ G}$
1 mT	$= 10^{-3} \text{ T}$	$= 10 \text{ G}$
1 G	$= 0,1^{-3} \text{ T}$	$= 0,1 \text{ mT}$

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Conversia din unități angloamericane în unități SI

Lungime	1 in	1 ft	1 yd	1 milă terestră	1 milă marină	
m	$25,4 \cdot 10^{-3}$	0,3048	0,9144	$1,609 \cdot 10^3$	$1,852 \cdot 10^3$	
Greutate	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 cwt (UK) long cwt	1 ton (US) short ton	1 uncie	1 dram
kg	0,4536	1016	50,80	907,2	$28,35 \cdot 10^{-3}$	$64,80 \cdot 10^{-6}$
Suprafață	1 sq.in	1 sq.ft	1 sq.yd	1 acre	1 milă pătrată	
m ²	$0,6452 \cdot 10^{-3}$	$92,90 \cdot 10^{-3}$	0,8361	$4,047 \cdot 10^3$	$2,590 \cdot 10^3$	
Volum	1 cu.in	1 cu.ft	1 cu.yd	1 gal (US)	1 gal (UK)	
m ³	$16,39 \cdot 10^{-6}$	$28,32 \cdot 10^{-3}$	0,7646	$3,785 \cdot 10^{-3}$	$4,546 \cdot 10^{-3}$	
Forță	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 ton (US) short ton	1 pdl (poundal)		
N	4,448	$9,964 \cdot 10^3$	$8,897 \cdot 10^3$	0,1383		
Viteză	$1 \frac{\text{mile}}{\text{h}}$	1 nod	$1 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$	$1 \frac{\text{ft}}{\text{min}}$		
$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,447	0,5144	0,3048	$5,080 \cdot 10^{-3}$		
Presiune	$1 \frac{\text{lb}}{\text{sq.in}}$ 1 psi	1 in Hg	1 ft H ₂ O	1 in H ₂ O		
Bar	$65,95 \cdot 10^{-3}$	$33,86 \cdot 10^{-3}$	$29,89 \cdot 10^{-3}$	$2,491 \cdot 10^{-3}$		
Energie, lucru mecanic	1 HPh	1 BTU	1 PCU			
J	$2,684 \cdot 10^6$	$1,055 \cdot 10^3$	$1,90 \cdot 10^3$			

Standarde, formule, tabele

Sistemul internațional de unități

Conversia din unități SI în unități angloamericane

Lungime	1 cm	1 m	1 m	1 km	1 km
	0,3937 in	3,2808 ft	1,0936 yd	0,6214 mile (terestre)	0,5399 mile (marine)
Greutate	1 g	1 kg	1 kg	1 t	1 t
	15,43 grain	35,27 ounce	2,2046 lb.	0,9842 long ton	1,1023 short ton
Suprafață	1cm ²	1 m ²	1 m ²	1 m ²	1 km ²
	0,1550 sq.in	10,7639 sq.ft	1,1960 sq.yd	0,2471 · 10 ⁻³ acri	0,3861 mile pătrate
Volum	1cm ³	1 l	1 m ³	1 m ³	1 m ³
	0,06102 cu.in	0,03531 cu.ft	1,308 cu.yd	264,2 gal (US)	219,97 gal (UK)
Forță	1 N	1 N	1 N	1 N	1 N
	0,2248 lb	0,1003 · 10 ⁻³ long ton (UK)	0,1123 · 10 ⁻³ short ton (US)	0,1123 · 10 ⁻³ short ton (US)	7,2306 pdl (poundal)
Viteză	1 m/s	1 m/s	1 m/s	1 m/s	
	3,2808 ft/s	196,08 ft/min	1,944 noduri	2,237 mile/h	
Presiune	1 bar	1 bar	1 bar	1 bar	
	14,50 psi	29,53 in Hg	33,45 ft H ₂ O	401,44 in H ₂ O	
Energie Lucru mecanic	1 J	1 J	1 J	1 J	
	0,3725 · 10 ⁻⁶ HPh	0,9478 · 10 ⁻³ BTU	0,9478 · 10 ⁻³ BTU	0,5263 · 10 ⁻³ PCU	