

טבלאות ונוסחאות

■ זרמים נומינליים במנוע תלת-פאזי

ערכים למנועי כלוב, זרם חילופין תלת פאזיים, מקוררי אוויר, 1500 סיבובים לדקה, עם מנתקי הספק המתאימים להגנת המנוע.

בחירת יתרת הזרם התרמית הנכונה ביותר היא, כאשר זרם המנוע נמצא באמצע תחום הכונון של אותה יתרת זרם. $1KW = 1.36 HP$

זרם נומינלי ב-400V	η %	$\cos \phi$	הספק מנוע KW	הספק מנוע HP
0.8	62	0.70	0.25	0.4
1.1	66	0.72	0.37	0.5
1.5	69	0.75	0.55	0.75
1.9	74	0.79	0.75	1
2.6	74	0.81	1.1	1.5
3.6	74	0.81	1.5	2
5	78	0.81	2.2	3
6.6	80	0.82	3	4
8.5	83	0.82	4	5.4
9.6	83	0.82	4.5	6
11.3	86	0.82	5.5	7.5
15.2	87	0.82	7.5	10
18.4	87	0.84	9.3	12.5
21.7	87	0.84	11	15
29.3	88	0.84	15	20
36	88	0.84	18.5	25
41	92	0.84	22	30
55	92	0.85	30	40
68	92	0.86	37	50
81	93	0.86	45	60
99	93	0.86	55	75
134	94	0.86	75	100
161	94	0.86	90	125
196	94	0.86	110	150
231	95	0.87	132	175
279	95	0.87	160	218
322	95	0.87	185	250
349	95	0.87	200	272
393	95	0.87	225	300
437	95	0.87	250	340
544	96	0.87	315	428

נתוני קבלים ב - 400 V 50 ZH

הספק נקוב KVAR	זרם נקוב A	נתיך A	חנתך מוליך ממ"ר
2.5 5	3.6 7.2	10 20	1.5 2.5
6.67 7.5	9.6 10.8	20 20	2.5 2.5
8.33 10	12 14.4	20 25	2.5 4
12.5 15	18 21.7	35 35	6 6
16.7 20	24.1 28.9	50 50	10 10
25 30	36.1 43.3	63 80	16 25
33.3 40	48.1 57.7	80 100	25 35
50 60	72.2 86.6	125 160	50 70
66.7 70	96.3 101	160 160	70 70
75 83.3	108 120	160 200	70 95
100	144	250	120

בחירת קבלים נדרשים במתקן חשמלי

כופל הספק קיים בפועל $\cos \phi$	מקדם הכפל בזרם (I) הכללי K_1		מקדם הכפל בהספק (P) הפעיל K_2	
	כופל הספק רצוי	כופל הספק רצוי	כופל הספק רצוי	כופל הספק רצוי
0.60	0.92 0.38	0.95 0.42	0.92 0.91	0.95 1.00
0.62 0.64	0.36 0.35	0.40 0.39	0.84 0.77	0.94 0.87
0.66 0.68	0.32 0.30	0.37 0.35	0.71 0.65	0.81 0.75
0.70 0.72	0.29 0.27	0.34 0.32	0.59 0.54	0.69 0.64
0.74 0.76	0.25 0.23	0.30 0.28	0.48 0.43	0.58 0.53
0.78 0.80	0.21 0.17	0.26 0.23	0.38 0.32	0.47 0.42
0.82 0.84	0.15 0.12	0.21 0.18	0.27 0.22	0.37 0.32
0.86 0.88	0.10 0.07	0.16 0.13	0.17 0.11	0.26 0.21
0.90	0.04	0.10	0.06	0.16

$$Q_c = K_1 \times I = K_2 \times P$$

Q_c - גודל קבלים נדרשים לשיפור כופל הספק במתקן ב- KVAR

K_1 - מקדם הכפלה עבור זרם I של המתקן

K_2 - מקדם הכפלה עבור הספק P של המתקן

חישוב זרם נומינלי וזרמי קצר לשנאים

הנוסחה היא עבור חישוב מקורב

I''_K – זרם קצר $I''_K (A) = \frac{I_n}{U_K \% \text{ מתח קצר}}$	הספק השנאי – S 400V ; K = 1.45 525V ; K = 1.1 690V ; K = 0.84	זרם נומינלי - I_n $I_n (A) = K \times S(KVA)$
---	--	--

זרם נומינלי וזרמי קצר לשנאים סטנדרטיים

מתח נומינלי	400/231V			525V			690/400V		
		4%	6%		4%	6%		4%	6%
מתח קצר	זרם נומינלי	זרם קצר		זרם נומינלי	זרם קצר		זרם נומינלי	זרם קצר	
KVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A
50	72	1805	-	55	1375	-	42	1042	-
100	144	3610	2406	110	2750	1833	84	2084	1392
160	230	5776	3850	176	4400	2933	133	3325	2230
200	288	7220	4812	220	5500	3667	168	4168	2784
250	360	9025	6015	275	6875	4580	210	5220	3560
315	455	11375	7583	346	8660	5775	263	6650	4380
400	578	14450	9630	440	11000	7333	336	8336	5568
500	722	18050	12030	550	13750	9166	420	10440	7120
630	910	22750	15166	693	17320	11550	526	13300	8760
800	1156	-	19260	880	-	14666	672	-	11136
1000	1444	-	24060	1100	-	18333	840	-	13920
1250	1805	-	30080	1375	-	22916	1050	-	17480
1600	2312	-	38530	1760	-	29333	1330	-	22300
2000	2888	-	48120	2200	-	36666	1680	-	27840

נוסחאות יסוד בחשמל

חוק אוהם *Ohm*

$$U = I \times R \text{ [V]} \qquad I = \frac{U}{R} \text{ [A]} \qquad R = \frac{U}{I} \text{ [\Omega]}$$

התנגדות מוליכים

$R = \frac{\ell}{\chi \times A} \text{ [\Omega]}$	נחשת	$x = 57$	$\frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$
			$\frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$
ℓ - אורך המוליך (m)	אלומיניום	$x = 33$	$\frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$
			$\frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$
χ - מוליכות (m/Ω mm ²)	ברזל	$x = 8.3$	$\frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$
			$\frac{m}{\Omega \text{mm}^2}$
A - חתך המוליך (mm ²)			

התנגדויות

שנאים $X_L = 2 \times \pi \times f \times L \text{ (\Omega)}$

קבלים $X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \text{ (\Omega)}$

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

L - השראות (H) f – תדירות (HZ)
 C – קיבוליות (F) φ – זווית מופע
 X_L – התנגדות השרתית (Ω)
 X_C – התנגדות קיבולית (Ω)

חיבור התנגדות במקביל

2 התנגדויות במקביל

3 התנגדויות במקביל

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

חישוב כללי של עכבות במקביל

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad \left(\frac{1}{\Omega} \right) \quad \frac{1}{X} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + \dots \quad \left(\frac{1}{\Omega} \right) \quad \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots \quad \left(\frac{1}{\Omega} \right)$$

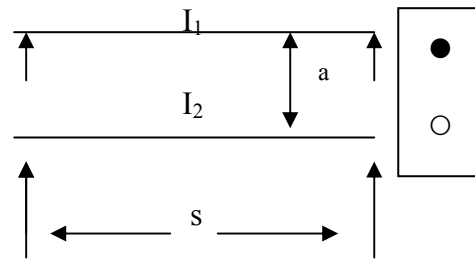
הספק	זרם
זרם ישר $P = U \times I$ [W]	$I = \frac{P}{U}$ [A]
זרם חילופין חד פאזי $P = U \times I \times \cos\phi$ [W]	$I = \frac{P}{U \times \cos\phi}$ [A]
זרם חילופין תלת פאזי $P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi$ [W]	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$ [A]

כוחות דינאמיים בין 2 מוליכים מקבילים

2 מוליכים זרמים I_2, I_1

$$F_2 = \frac{0.2 \times I_1 \times I_2 \times S}{a} \text{ [N]}$$

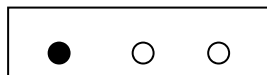
S – מרחק בין תמיכות
a – מרחק בין המוליכים



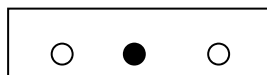
כוחות דינאמיים בין 3 מוליכים מקבילים

3 מוליכים עם זרם I

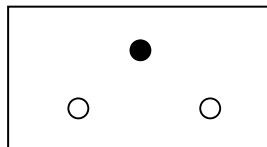
$$F_3 = 0.808 \times F_2 \text{ [N]}$$



$$F_3 = 0.865 \times F_2 \text{ [N]}$$



$$F_3 = 0.865 \times F_2 \text{ [N]}$$



מפל מתח

	הספק נתון	זרם נתון
זרם ישיר	$\Delta U = \frac{2 \times \ell \times P}{\chi \times A \times U} \quad [V]$	$\Delta U = \frac{2 \times \ell \times I}{\chi \times A} \quad [V]$
זרם חילופין חד פאזי	$\Delta U = \frac{2 \times \ell \times P}{\chi \times A \times U} \quad [V]$	$\Delta U = \frac{2 \times \ell \times I}{\chi \times A} \cos \varphi \quad [V]$
זרם חילופין תלת פאזי	$\Delta U = \frac{\ell \times P}{\chi \times A \times U} \quad [V]$	$\Delta U = \sqrt{3} \frac{\ell \times I}{\chi \times A} \cos \varphi \quad [V]$

קביעות חתך לפי מפל מתח ($\Delta U = u$)

זרם ישיר	זרם חילופין חד פאזי	זרם חילופין תלת פאזי
הספק נתון $A = \frac{2 \times \ell \times P}{\chi \times u \times U}$	$A = \frac{2 \times \ell \times P}{\chi \times u \times U} \quad [mm^2]$	$A = \frac{\ell \times P}{\chi \times u \times U} \quad [mm^2]$
זרם נתון $A = \frac{2 \times \ell \times P}{\chi \times u} \quad [mm^2]$	$A = \frac{2 \times \ell \times I}{\chi \times u} \cos \varphi \quad [mm^2]$	$A = \sqrt{3} \frac{\ell \times I}{\chi \times u} \cos \varphi \quad [mm^2]$

הפסדי הספק

זרם ישיר	זרם חילופין חד פאזי	זרם חילופין תלת פאזי
$P_{\text{loss}} = \frac{2 \times \ell \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U} \quad [W]$	$P_{\text{loss}} = \frac{2 \times \ell \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos \varphi \times \cos \varphi} \quad [W]$	$P_{\text{loss}} = \frac{\ell \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos \varphi \times \cos \varphi} \quad [W]$

ℓ - אורך יחידה של מוליך - [m]

A - חתך של מוליך יחיד - [mm²]

χ - ($\chi = 57$; אלומיניום ; $\chi = 33$; ברזל ; $\chi = 8.3 \frac{m}{\Omega mm^2}$)

הפסק חשמלי של מנועים

	רזם נתון	הספק בציר המנוע נתון
זרם ישר	$P_1 = U \times I \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \eta}$ [A]
זרם חילופין חד פאזי	$P_1 = U \times I \times \cos\phi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \cos\phi \times \eta}$ [A]
זרם חילופין תלת פאזי	$P_1 = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi \times \eta}$ [A]

P_1 - הספק מכני בציר המנוע

P_2 - הספק חשמלי נצרך מהרשת על-ידי המנוע

נצילות	$\eta = \frac{P_1}{P_2}$ [100%]	$P_2 = \frac{P_1}{\eta}$ [W]
--------	---------------------------------	------------------------------

מספר קטבים	מהירות סינכרונית	מהירות בעומס מלא
2	3000	2950-2800
4	1500	1470-1400
6	1000	985-900
8	750	735-690
10	600	585-550

מהירות סינכרונית = מהירות בריקם (בערך)