

## בחירת הגנות, מגענים וכבלים.

### **בחירת הגנות.**

בחירת ההגנות המתאימות מצריכה התייחסות לצריכת הזרם של המנועים, צורת העבודה שלהם ובטיחות.

לחישוב ההגנות יש להתחשב בעיקר ב-2 פרמטרים :

- הגנת זרם יתר (overload) .
- הגנת זרם קצר (short circuit).

### **הגנת זרם יתר.**

זוהי הגנה המבוססת על ממסר יתר תרמי ליתרת זרם.

ז"א זהו ממסר המכוון לזרם פעולה של עד 100% מהזרם הנקוב של המנוע.

כמו כן זרם המנוע זורם דרך מוליכים המלופפים סביב דו-מתכת, בזמן

זרימת זרם כלשהו המוליכים מתחממים וברגע שהטמפי' חוצה את הגבול

המותר ( ע"פ כיוול מוקדם ברכיב ההגנה ) ההגנה מופעלת ע"י כיפוף המתכות

וניתוק הזרם למנוע.

בשל זמני התגובה הארוכים של המנגנון התרמי (תלוי באופיין) לא נפסקת פעולת

המנוע בעת ההתנעה כשהזרם גדול פי 6 ויותר מהזרם הנקוב

### **הגנת זרם קצר.**

בעת קצר הזרם עולה בפתאומיות לערכים גבוהים מאוד זרם זה עובר דרך

אלקטרומגנט שבמפסק הזרם. כשעוצמת הזרם עוברת את סף המשיכה של הליבה

נפסק המפסק מיידית.

יש לכוון הגנה זו לזרם גבוה מזרם ההתנעה.

### **בחירת הגנת מנועים :**

הגנת המנועים נצרכת בכדי להגן על המנוע מפני תופעות מסוימות הנגרמות עקב חיבור בין זוג מוליכים או חוסר פאזה או תקלות שונות כגון : העמסת יתר ושחיקת יתר.

אחת התופעות הינה תופעת קצר. בזמן קצר נוצרת עוצמה גבוהה של אנרגיה

חשמלית המומרת בסופו של דבר לאנרגיות שונות כגון : מכאנית, כימית, אור

ותרמית.

ההמרה מתרחשת בהספקים גבוהים מאוד ( מכאניים ותרמיים ) ומובילה לסכנה עד

לכדי שריפה.

על כן על ההגנות לדאוג שזרמים אלה יהיו זרמים חולפים ומהר.

תפקיד ההגנות להגביל את זמן קיום זרם היתר לפרק זמן מינימאלי אשר לא יעלה

על 5 שניות.

בחירת ההגנה מותאמת להספק המנוע, זרם נקוב ומתח ההפעלה של המנוע.

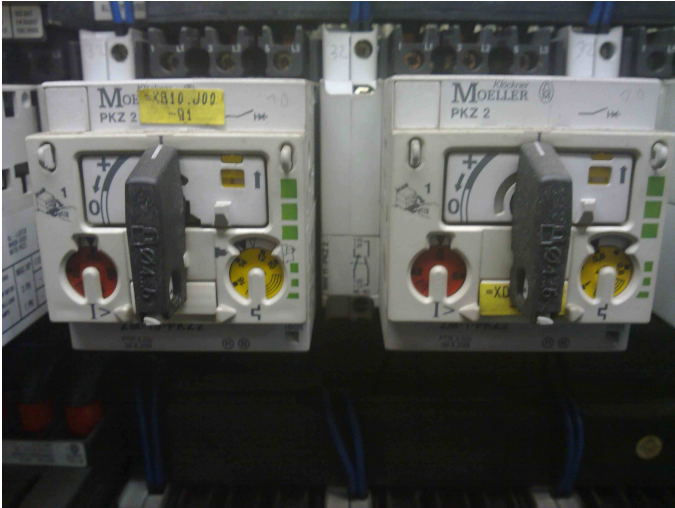
### בזמן עליית הזרם במעגל ישנן שתי תופעות :

1. עומס יתר - עליית זרם הדרגתית מעל הזרם הנקוב.

2. קצר חשמלי - עלייה פתאומית של זרם החוצה את הזרם הנקוב במהירות ונגרמת

בד"כ כתוצאה מ"קצר חשמלי".

## דוגמא להגנה - מתנע תרמו מגנטי.



הגנה זו כוללת זוג הגנות :

- א. הגנה מגנטית לזרם קצר.
- ב. הגנה תרמית לזרם יתר.

בכל מתנע ניתן לכוון בנפרד את זוג ההגנות.

יתרונות המתנע :

1. עומד בתקנים בינלאומיים.
2. כושר ניתוק גבוה תוך הגבלת זרם הקצר ומהירות ניתוק גבוהה.
3. כמות פעולות מכאניות וחשמליות גבוהה מאוד ( כ-1,000,000 ).

### **יחידות ההגנה :**

יחידות ההגנה נפוצות לצרכנים תלת פאזיים הינם מתוצרת חברת Moeller Electric מדגם PKZM .

יחידות ההגנה הללו בנויות מ :

- א. יחידת הגנה תרמית ומגנטית.
- ב. מפסק הפעלה מקומי.
- ג. מגען תואם.

יתרונות יחידות ההגנה :

- א. מס' הפעלות גבוה של עד 1.5 מיליון מיתוגים.
  - ב. עמידות בזרם קצר של עד 50KA.
  - ג. התקנה נוחה על פס מהדקים.
- ניתן לכוון את יחידת ההגנה התרמית.

### בחירת מגענים למנועים.

בבחירת מגען יש להתחשב בכמה פרמטרים :

- משטר וזרם העבודה.
- סוג הזרם - AC/DC.
- מתח נקוב.
- צורת הזנת המפעיל - מתח הפעלה.

### צורת עבודת המגען :

המנוע מקבל פקודה ישירה מהבקר לעבוד דרך מגען הפעלה. למגען יש נקו' חיבור ( בדרך כלל מוגדרת כ-A1) כאשר הנקודה מקבלת מתח פיקוד ( עד 24V ) המגען משנה מצב ומאפשר מעבר של מתח מהכניסה של המגען אל היציאה שלו המחוברת ישירות לצרכן.

### משטרי עבודה של מגען .

סוג הזרם	סימול	משטר העבודה	
AC	AC-1	עומסים השראתיים קטנים בעלי התנגדות טהורה $\text{COS } \varphi > 0.95,$	
	AC-2	מנועי השראה בעלי רוטור מלופף, הפעלה והפסקה מידיים.	
	AC-3	מנועי רוטור כלוב, בעלי מסי רב של הפעלות והפסקות.	
	AC-4	מנועי השראה רוטור כלוב בעל הפסקה מהירה לאחר הפעלה.	
	AC-5a	ניתוק והדלקת נורות פריקה חשמליות.	
	AC-5b	הדלקה וכיבוי נורות ליבון.	
	AC-6a	הפעלת שנאים.	
	AC-6b	הפעלת מצבור קבלים.	
DC	DC-1	עומסים השראתיים במקצת או לא השראתיים.	
	DC-3	מנועי צעד, עצירה בעומס או הפעלות מרובות.	
	DC-5	הפעלת מנועים טוריים.	
	DC-6	הפעלת נורות ליבון חשמליות.	



דוגמא ממכונה לנתוני מנועים לצורך בחירת מגענים והגנות.

### הזנת בקבוקים.

משאבת וואקום – משאבת הוואקום מטרתה לייצר וואקום תמידי אשר במיקום מכאני מתאים של זרועות ההזנה נשאבים הבקבוקים ומועברים אל שרשרת הכיסים.



דגם המשאבה – Becker Gebr. Gmbh & co.  
VT 3.6/08 380V 50Hz  
0.25 Kw / min(-1) 1420 / A=1.10

### מנוע הנעת שרשרת כיסים.

דגם המנוע – Lenze 132M6A  
המנוע יופעל ישירות ממשנה תדר ( FREQUENCY CONVERTER ) של חברת DANFOSS מדגם VLT 5000.  
השימוש במשנה תדר מאפשר התנעה ועצירה רכות ככל שניתן, בקרה מלאה על צריכת הזרם של המנוע, קביעת תדר מתאים המגדיר את מהירות המכונה ועוד.  
כל הפרמטרים הנצרכים ניתנים לשינוי ע"פ דרישת הלקוח.

נתוני הזרמים מופיעים בטבלאות היצרן השונות ומחושבים לפי הנוסחה:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\phi \times \eta}$$

**Bremst** : Typ-RP 132/60k  
400Δ / 690Y  
A = 13 / 7.5  
Cosφ = 0.8  
Kw = 5.5  
Min<sup>-1</sup> = 950

דוגמא להגנות ומגענים נבחרים למנועים:

יצרן	המגען	תחום הגנה מגנטי ביחס לזרם	תחום הגנה תרמית	דגם יחידת ההגנה	צרכן
Moeller	DIL EM-10-G 24V DC	130-220	10 - 16	PKZ2 + ZM16	מנוע הנעה
Moeller	DIL EM-10-G 24V DC	8 - 14	0.6 - 1	PKZ2 + ZM1	משאבות וואקום

**בחירת כבלי הזנה למנועים :**

- בבחירת הכבלים יש לתת את הדעת על 2 נושאים עיקריים :
- א. שטח חתך קטן – שטח חתך קטן מדי יכול להוות סיכון בטיחותי עקב אי התאמתו לעמידה בעומסים הנצרכים ע"י הצרכן ולהוביל עד לכדי שריפת הכבלים.
- ב. שטח חתך גדול מדי – יוביל להוצאות כספיות גבוהות מהנדרש.  
על כן יש לחשב את שטח החתך ע"פ נתוני הצרכן תוך כדי התחשבות במקדמי תיקון.

**אופן בחירת הכבל לפי נתוני הצרכן :**

- בבואנו לחשב את שטח החתך יש לקחת בחשבון את הדברים הבאים :
- א. זרם נקוב.  
ב. שיטת התקנה.  
ג. אופן ההתקנה.  
ד. חומר המוליך ובידוד הכבל.  
ה. מספר המוליכים.

בכדי לקבוע את שיטת ההתקנה ומקדמי התיקון ניתן להשתמש בתקנות החשמל של המדריך לחשמלאי.

**בחירת הבידוד**

הבידוד נבחר בהתאם לטמפרטורת העבודה של הכבל, הטמפ' מגבילה את יכולות העמסת המוליך ומשפיעה על הוצאות ( כלכליות ) גמישות הכבל וכדו'.

ישנם 2 סוגי בידוד נפוצים :

- XLPE – מיועד לעבודה בטמפרטורות של עד 90C ועמידות U.V. מוגבלת.  
PVC – מיועד לעבודה בטמפרטורות של עד 70C ובעמידות U.V.

לחישוב הזרם הנומינלי במנועים תלת פאזיים ניתן להשתמש בנוסחה :

$$I_b = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\phi \times \eta} \quad I_b = P_n / \sqrt{3} \times U_n \times \cos\phi \times \eta$$

$I_b$  – זרם מתוכנן ( A ).

P – הספק נקוב ( W ).

U – מתח נומינלי ( V ).

$\cos\phi$  – מקדם הספק של צרכן.

$\eta$  – נצילות הצרכן בעומס נקוב.

מקדמי תיקון :

מקדמי התיקון בשימוש הרלבנטיים למכונה בדוגמא הם

K16 – התקנת כבלים רב גידיים ללא רווח ביניהם.

K17 – טמפרטורה אופפת שונה של האוויר.

מקדם התיקון הכללי Kt יחושב עפ"י הנוסחה הבאה :

$$K_t = K_{17} \times K_{16} \times K_i \dots\dots$$

הזרם המרבי Iz בכל כבל צריך להיות בעל יכולת העברת זרם Ib' עם התחשבות במקדם התיקון וזאת עפ"י הנוסחה הבאה :

$$I_b' = I_b / K_t$$

Ib – זרם מתוכנן ( A ).

Ib' – זרם מתוכנן מתוקן.

Kt – מקדם תיקון כללי.

Iz – זרם מרבי על הכבל ע"פ המדריך לחשמלאי.

$$I_z > I_b'$$

חישוב שטח לדוגמא של כבלי הזנת משאבות וואקום :

א. נתוני המשאבה :

מתח : 380V

הספק : 0.25 Kw

זרם : 1.10A

חישוב הזרם :

הזרם מחושב ע"פ נתוני יצרן לזרם נומינלי

ב. נתוני התקנה :

כבלי ההזנה מגיעים מארון החשמל דרך תעלות מאווררות .  
 הכבלים מבודדים בבידוד XLPE בעלי מוליכי נחושת.  
 בתעלה ישנם 4 כבלים בעלי 3 גידים כל אחד.

$$K16 = 0.70 \quad \text{התקנה של 4 כבלים בשכבה אחת.}$$

$$K17 = 1.04 \quad \text{טמפ' אופפת מקסימאלית - 30C.}$$

$$Kt = 0.7 \times 1.04 = 0.728$$

$$Ib' = Ib / Kt = 1.10 / 0.728 = 1.51$$

כעת ניקח מתוך הטבלה 70.1 את הזרם המתמיד המרבי הגדול וקרוב לזרם המתוכנן המתוקן

$$Iz > Ib'$$

שטח החתך המינימאלי הינו 1.5 ממ"ר.

לכן הכבל הנבחר הוא :

כבל בעל שטח חתך 1.5 ממ"ר מנחושת בעל בידוד XLPE.